



ผลของซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของไทรเกาหลีภายใต้
สภาวะเครียดจากความแล้ง

EFFECT OF SILICON ON MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND
GROWTH OF *Ficus annulata* UNDER DROUGHT STRESS

สิริลักษณ์ นิ่มนวล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

ผลของซีลีคอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของไทรเกาหลีภายใต้
สภาวะเครียดจากความแห้ง



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECT OF SILICON ON MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND
GROWTH OF *Ficus annulata* UNDER DROUGHT STRESS



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY
(Biotechnology)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของโทรเกาหลีภายใต้

สภาวะเครียดจากความแล้ง

ของ

สิริลักษณ์ นิ่มนวล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชมาภรณ์ แสงงาม)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนีย์ พงษ์ประยูร)
..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ)	(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิวาพร ลงยันต์)
 กรรมการ
	(ศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

ชื่อเรื่อง	ผลของซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง
ผู้วิจัย	สิริลักษณ์ นิ่มนวล
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพุมารณ์ แสงงาม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ

ไทรเกาหลี เป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยมในการปลูก แต่ในปัจจุบันการเพาะปลูกพืชประสบปัญหาเกี่ยวกับสภาวะเครียดจากความแล้ง ซิลิกอนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากความเครียดจากความแล้งที่เกิดขึ้นกับพืชได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการให้ซิลิกอนทางใบ ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับซิลิกอน ศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง และศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลี โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอน พบว่า การให้ซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ แก่ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยซิลิกอนจะช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ปริมาณน้ำสัมพันธ์ และปริมาณโพรงน้ำ และลดการสะสมปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มาลอนไดอัลดีไฮด์ และการร่วงไหลของประจุ การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอน พบว่า ในสภาวะปกติ (100% PC) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ และใส่ปุ๋ย มีค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm), Pi, ปริมาณคลอโรฟิลล์ *b* และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์อะซีเตสลดลง ในขณะที่สภาวะแล้ง (21.88% PC) พบว่า ต้นไทรเกาหลีไม่สามารถเจริญเติบโตได้เมื่อมีการให้ปุ๋ย แต่เมื่อมีการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ จะส่งผลให้ต้นไทรเกาหลีมีปริมาณน้ำสัมพันธ์ ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ และจำนวนปากใบเพิ่มขึ้น และมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มาลอนไดอัลดีไฮด์ การร่วงไหลของประจุ ปริมาณโพรงน้ำ น้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์อะซีเตส และแอสคอเบสเพอรอกซิเดส ลดลง และมีโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ที่สมบูรณ์ และการทดลองที่ 3 ศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลี พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) จะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากกว่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ (100% PC) พบว่า ต้นไทรเกาหลีมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 7.37% และเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) พบว่า ต้นไทรเกาหลีจะมีค่า Fv/Fm, Pi, ปริมาณน้ำสัมพันธ์ และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ลดลง แต่มีการสะสมปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มาลอนไดอัลดีไฮด์ การร่วงไหลของประจุ ปริมาณโพรงน้ำ และน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ซิลิกอนสามารถช่วยทำให้ต้นไทรเกาหลีทนต่อสภาวะเครียดจากความแล้งได้ โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการพ่นคือความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลีจะเกิดได้มากกว่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะเครียดจากความแล้ง แต่เมื่ออยู่ในสภาวะปกติต้นไทรเกาหลีจะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ : Ficus annulata, ซิลิกอน, ความแล้ง, ปุ๋ย, การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Title	EFFECT OF SILICON ON MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL RESPONSE AND GROWTH OF <i>Ficus annulata</i> UNDER DROUGHT STRESS
Author	SIRILAK NIMNUAN
Degree	DOCTOR OF PHILOSOPHY
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Sukhumaporn Saeng-ngam
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Phongthep Hanpattanakit

Ficus annulata is a popular ornamental plant in cultivation. Currently, crops are experiencing problems related to drought. Silicon (Si) can alleviate these issues. Therefore, the objectives of this research are to study the effect of foliar Si application and determine the suitable concentration of Si, to study the effect of fertilizing with Si, to investigate the mechanisms of physiological responses of *F. annulata* under drought stress, and to examine the CO₂ fluxes. The experiment was divided into three parts. Firstly, we studied the effect of foliar Si application and determined the suitable concentration of Si. The results showed that the suitable concentration of Si for the plant under drought stress (21.88% PC) was 15 mM. Si increased the chlorophyll and carotenoid levels, relative water content, and proline content, while decreasing the accumulation of hydrogen peroxide, malondialdehyde, and electrolyte leakage. Second, we studied the effect of fertilizing with Si. The results showed that, under normal conditions (100% PC), *F. annulata* sprayed with Si and given the fertilizer exhibited decreased Fv/Fm, Pi, chlorophyll *b*, and CAT activity. Under drought stress conditions (21.88% PC), *F. annulata* was unable to grow when fertilizer was added. However, when sprayed with Si at a concentration of 15 mM, Si increased relative water content, chlorophyll, carotenoids, and the number of stomata, and decreased hydrogen peroxide, malondialdehyde, electrolyte leakage, proline, total soluble sugar, CAT activity, and APX activity, while maintaining the chloroplast structure. Third, we studied the CO₂ fluxes of *F. annulata*. The results showed that *F. annulata* released more CO₂ than it absorbed under drought stress (37.5% PC). In normal conditions (100% PC), *F. annulata* absorbed 7.37% of CO₂. When exposed to drought stress (37.5% PC). It was found that the Fv/Fm, Pi, relative water content, and chlorophyll and carotenoids content decreased, while the levels of hydrogen peroxide, malondialdehyde, electrolyte leakage, proline, and total soluble sugar content increased. All of the results indicated that Si could improve drought tolerance in *F. annulata*, with the suitable concentration of Si being 15 mM for *F. annulata* under drought stress. During drought stress, *F. annulata* releases more CO₂ than it absorbs. However, under normal conditions, *F. annulata* absorbs CO₂.

Keyword : *Ficus annulata*, silicon, drought, fertilizer, CO₂ fluxes

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชมาภรณ์ แสงงาม อาจารย์ที่ปรึกษา ปรินญาณิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ให้คำปรึกษาทางการศึกษา แนะนำ รวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานวิจัย และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปรินญาณิพนธ์ฉบับนี้ ลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ อาจารย์ที่ปรึกษา ปรินญาณิพนธ์ร่วม ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อให้ปรินญาณิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่อนุเคราะห์ และให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565 สัญญาเลขที่ N214650544 ขอขอบพระคุณศูนย์เชี่ยวชาญ นวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่ อนุเคราะห์ต้นโพรเทกทิลเพื่อใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำต่าง ๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (SAST) ที่ให้ทุนสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือ วิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการทดลอง รวมถึงอำนวยความสะดวกในการทำปรินญาณิพนธ์ฉบับนี้ อย่างดี และขอขอบคุณ นางสาวฐิติพร พรหมสุวรรณ นายกฤติน กังวาลกุลกิจ และสมาชิก ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืชทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำตลอดการทำกรวิจัย ตลอดจนผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามที่มีส่วนทำให้ปรินญาณิพนธ์นี้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัวนี้มนวล ครอบครัวสุขนิคม และ ครอบครัวกังวาลกุลกิจ ที่ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และสนับสนุนให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัย และทำให้ ปรินญาณิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

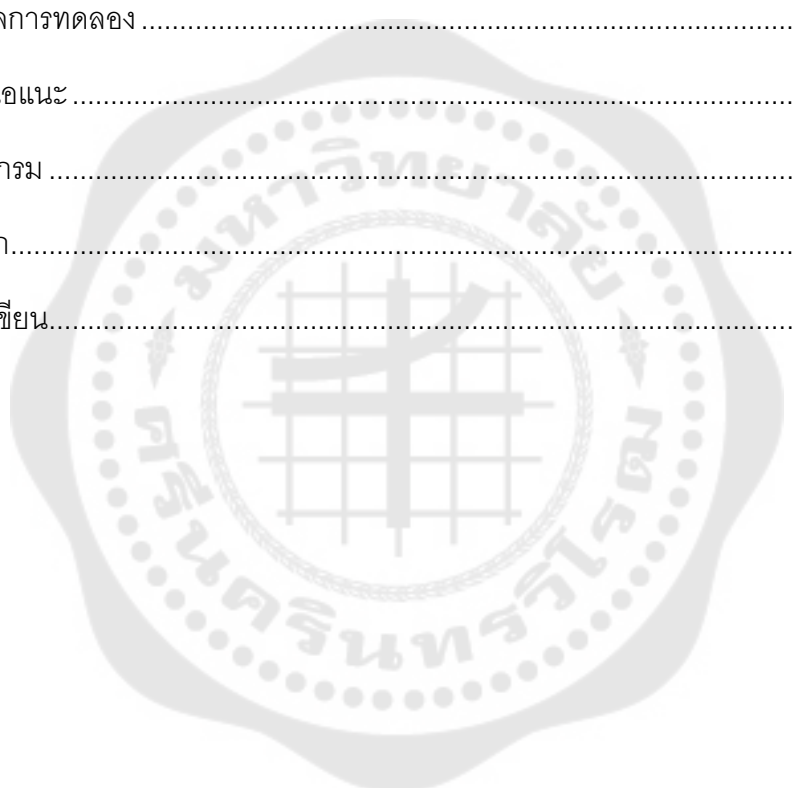
สิริลักษณ์ นิมนวล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ธ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของงานวิจัย.....	4
สมมติฐานในการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในงานวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
1. ลักษณะทั่วไปและความสำคัญของไทร.....	7
2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไทร	10
3. ไทรเกาหลี.....	11
4. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกไทร และการขยายพันธุ์.....	12
5. ความแล้ง	13
6. ผลจากความแล้งต่อพืชและการตอบสนองของพืชต่อความแล้ง	15
7. ซิลิกอน	32
8. บทบาทของซิลิกอน.....	35
9. วัฏจักรคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้.....	40

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	44
วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี	46
วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่น สารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง	51
การทดลองที่ 1.1 การหาช่วงระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะ เครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี	51
การทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะ เครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี	54
การทดลองที่ 1.3 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการ เจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี	55
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการ ตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการและลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี61	
การทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษากลไกการ ตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจาก ความแล้ง	65
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	69
การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่น ซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลีที่รับสภาวะเครียดจากความแล้ง	69
การทดลองที่ 1.1 การหาช่วงระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียด จากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี	69
การทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจาก ความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี	78
การทดลองที่ 1.3 การหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการ เจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี.....	94

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการและลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี.....	152
การทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง 202	
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	223
อภิปรายผลการทดลอง.....	223
สรุปผลการทดลอง	246
ข้อเสนอแนะ	247
บรรณานุกรม	248
ภาคผนวก.....	267
ประวัติผู้เขียน.....	403



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยของการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมจากการหายใจผิวดิน และข้อมูลทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	208
ตาราง 2 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	268
ตาราง 3 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	269
ตาราง 4 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	270
ตาราง 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	271
ตาราง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	272
ตาราง 7 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	273
ตาราง 8 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	274
ตาราง 9 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำการทดลองวันที่ 16 – 31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์.....	275
ตาราง 10 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	276

ตาราง 11 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้น ไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	277
ตาราง 12 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับ น้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน	278
ตาราง 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน	279
ตาราง 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน	280
ตาราง 15 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน	281
ตาราง 16 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน	282
ตาราง 17 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำทดลองวันที่ 15 – 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์.....	283
ตาราง 18 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	284
ตาราง 19 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	285
ตาราง 20 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้น ไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	286
ตาราง 21 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้น ไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความ เข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	287

ตาราง 22 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	288
ตาราง 23 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	289
ตาราง 24 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	290
ตาราง 25 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	291
ตาราง 26 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	292
ตาราง 27 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	293
ตาราง 28 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	294
ตาราง 29 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	295
ตาราง 30 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	296

ตาราง 31 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	297
ตาราง 32 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	298
ตาราง 33 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	299
ตาราง 34 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	300
ตาราง 35 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	301
ตาราง 36 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	302
ตาราง 37 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	303
ตาราง 38 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	304
ตาราง 39 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	305

ตาราง 40 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	306
ตาราง 41 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	307
ตาราง 42 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	308
ตาราง 43 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	309
ตาราง 44 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	310
ตาราง 45 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	311
ตาราง 46 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน.....	312
ตาราง 47 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	313
ตาราง 48 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน	314

ตาราง 49 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน..... 315

ตาราง 50 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน..... 316

ตาราง 51 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน 317

ตาราง 52 ปริมาณซิลิกอน (total silicon) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน 318

ตาราง 53 ปริมาณซิลิกอน (total silicon) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน 318

ตาราง 54 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำงานทดลองวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2565 – 11 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ 319

ตาราง 55 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน 320

ตาราง 56 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน 321

ตาราง 57 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน 322

ตาราง 58 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน 323

ตาราง 59 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	324
ตาราง 60 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	325
ตาราง 61 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	326
ตาราง 62 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	327
ตาราง 63 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	328
ตาราง 64 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	329
ตาราง 65 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	330
ตาราง 66 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	331
ตาราง 67 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	332
ตาราง 68 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	333
ตาราง 69 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	334
ตาราง 70 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	335

ตาราง 71 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	336
ตาราง 72 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	337
ตาราง 73 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	338
ตาราง 74 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	339
ตาราง 75 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	340
ตาราง 76 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน ...	341
ตาราง 77 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	342
ตาราง 78 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	343
ตาราง 79 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	344
ตาราง 80 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน ...	345
ตาราง 81 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน.....	346
ตาราง 82 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน	347

ตาราง 83 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอออกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ฯ เป็นระยะเวลา 35 วัน 348

ตาราง 84 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอออกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน..... 349

ตาราง 85 จำนวนปากใบของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน..... 350

ตาราง 86 จำนวนปากใบของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน 351

ตาราง 87 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำการทดลองวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2566 – 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ 352

ตาราง 88 การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes) ของกระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน 353

ตาราง 89 การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes) ของกระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน..... 354

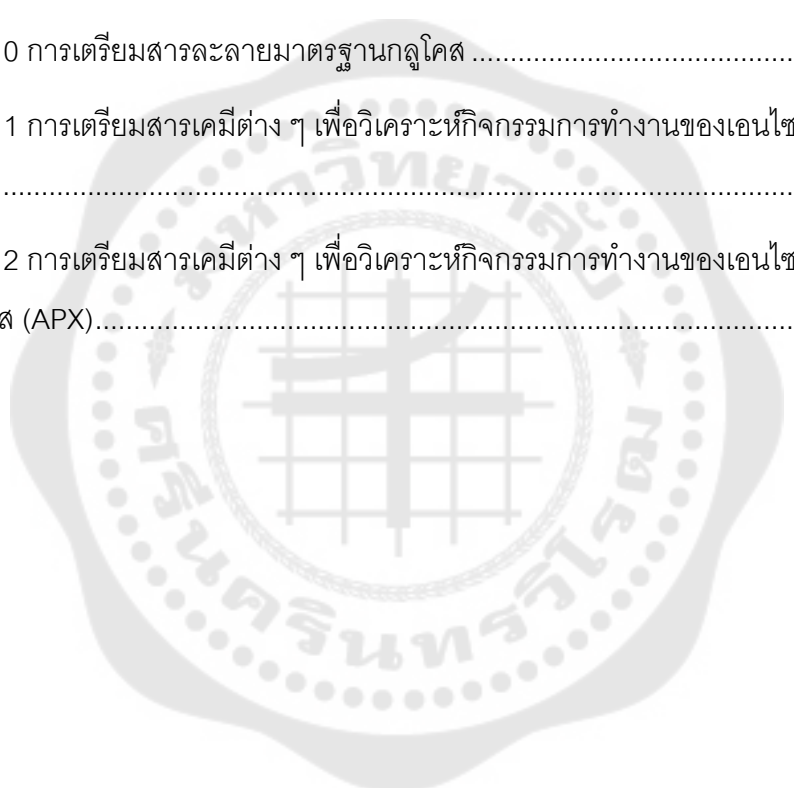
ตาราง 90 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน 355

ตาราง 91 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน..... 356

ตาราง 92 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน..... 357

ตาราง 93 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	358
ตาราง 94 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	359
ตาราง 95 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	360
ตาราง 96 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	361
ตาราง 97 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	362
ตาราง 98 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	363
ตาราง 99 ปริมาณมาลอนด์อัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	364
ตาราง 100 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	365
ตาราง 101 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	366
ตาราง 102 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	367
ตาราง 103 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำกรทดลองวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 – 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 เป็นระยะเวลา 112 วัน ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์	368

ตาราง 104 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์	369
ตาราง 105 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂)	369
ตาราง 106 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂)	370
ตาราง 107 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโพรลิน	371
ตาราง 108 การเตรียมสารละลายมาตรฐานโพรลิน	371
ตาราง 109 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TSS)..	372
ตาราง 110 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส	373
ตาราง 111 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (CAT).....	374
ตาราง 112 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอออกซิเดส (APX).....	375



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย (conceptual framework)	6
ภาพประกอบ 2 สภาวะขาดน้ำต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และการขยายขนาดของใบในถั่วเหลือง (<i>Glycine max</i>) ข้าวโพด (<i>Zea mays</i>) และทานตะวัน (<i>Helianthus annuus</i>).....	16
ภาพประกอบ 3 ผลของสภาวะแล้งต่อการหลุดร่วงของใบ black poplar ในสายพันธุ์ที่ sensitive (S), moderate resistant (MR) และ resistant (R)	17
ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี แคโรทีนอยด์ และแซนโทฟิลล์	19
ภาพประกอบ 5 การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง แบบ cyclic electron flow.	21
ภาพประกอบ 6 การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง แบบ non-cyclic electron flow.....	22
ภาพประกอบ 7 การเกิดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์.....	25
ภาพประกอบ 8 กระบวนการสังเคราะห์และสลายโปรตีนในพืชชั้นสูง.....	27
ภาพประกอบ 9 การเกิดกระบวนการ lipid peroxidation	32
ภาพประกอบ 10 การเคลื่อนย้ายและการกระจายซิลิกอน	34
ภาพประกอบ 11 ข้าวฟ่าง (<i>Sorghum bicolor</i>) ที่ได้รับซิลิกอน (+Si) และไม่ได้รับซิลิกอน (-Si) ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง	36
ภาพประกอบ 12 ซิลิกอนที่สะสมอยู่ใน trichome ของใบทานตะวัน ทั้ง 3 รูปแบบ คือ simple multicellular long tector (a), simple multicellular spiraled tector (b) และ simple multicellular short tector (c).....	39
ภาพประกอบ 13 กรอบแนวคิดในงานวิจัย	46
ภาพประกอบ 14 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	67
ภาพประกอบ 15 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นโพธิ์เกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อ	

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 70

ภาพประกอบ 16 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย..... 71

ภาพประกอบ 17 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 72

ภาพประกอบ 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 73

ภาพประกอบ 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 74

ภาพประกอบ 20 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 75

ภาพประกอบ 21 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 76

ภาพประกอบ 22 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 16 – 31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์..... 77

ภาพประกอบ 23 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 79

ภาพประกอบ 24 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 81

ภาพประกอบ 25 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 83

ภาพประกอบ 26 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 85

ภาพประกอบ 27 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 87

- ภาพประกอบ 28 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 89
- ภาพประกอบ 29 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 91
- ภาพประกอบ 30 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 15 – 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์..... 92
- ภาพประกอบ 31 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 96
- ภาพประกอบ 32 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 96
- ภาพประกอบ 33 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 99
- ภาพประกอบ 34 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 99

ภาพประกอบ 35 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 102

ภาพประกอบ 36 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 102

ภาพประกอบ 37 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 105

ภาพประกอบ 38 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 105

ภาพประกอบ 39 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 108

ภาพประกอบ 40 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทร
 เกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น
 ต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE
 โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย
 วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 108

ภาพประกอบ 41 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทร
 เกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15
 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มี
 ตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่
 ระดับความเชื่อมั่น 95% 110

ภาพประกอบ 42 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทร
 เกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น
 ต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE
 โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย
 วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 110

ภาพประกอบ 43 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีใน
 สภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20
 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่
 เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความ
 เชื่อมั่น 95% 112

ภาพประกอบ 44 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีใน
 สภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0,
 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ย
 ที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่
 ระดับความเชื่อมั่น 95% 112

ภาพประกอบ 45 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100%
 PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็น

ระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 116

ภาพประกอบ 46 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 116

ภาพประกอบ 47 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 120

ภาพประกอบ 48 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 120

ภาพประกอบ 49 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%. 123

ภาพประกอบ 50 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 123

ภาพประกอบ 51 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มี

- ตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 127
- ภาพประกอบ 52 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 127
- ภาพประกอบ 53 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 130
- ภาพประกอบ 54 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 130
- ภาพประกอบ 55 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 133
- ภาพประกอบ 56 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 133
- ภาพประกอบ 57 ปริมาณมาลอลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20

มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 137

ภาพประกอบ 58 ปริมาณมาลอนด์อัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 137

ภาพประกอบ 59 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 141

ภาพประกอบ 60 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 141

ภาพประกอบ 61 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 144

ภาพประกอบ 62 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 144

- ภาพประกอบ 63 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทร
เกาหลี่ในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15
และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มี
ตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่
ระดับความเชื่อมั่น 95% 148
- ภาพประกอบ 64 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทร
เกาหลี่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น
ต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE
โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย
วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 148
- ภาพประกอบ 65 ปริมาณซิลิกอน (total silicon) ของต้นไทรเกาหลี่ในสภาวะปกติ (100% PC)
เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็น
ระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความ
แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 149
- ภาพประกอบ 66 ปริมาณซิลิกอน (total silicon) ของต้นไทรเกาหลี่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง
(21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโม
ลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่
มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
..... 150
- ภาพประกอบ 67 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2565 – 11
ตุลาคม พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้น
สัมพัทธ์ 151
- ภาพประกอบ 68 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทร
เกาหลี่ในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับพรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบ
ค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อ
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 153
- ภาพประกอบ 69 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทร
เกาหลี่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับพรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35

วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 154

ภาพประกอบ 70 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 156

ภาพประกอบ 71 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย..... 157

ภาพประกอบ 72 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 159

ภาพประกอบ 73 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 160

ภาพประกอบ 74 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 162

ภาพประกอบ 75 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่

ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย..... 162

ภาพประกอบ 76 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 164

ภาพประกอบ 77 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย..... 165

ภาพประกอบ 78 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 167

ภาพประกอบ 79 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 167

ภาพประกอบ 80 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 169

ภาพประกอบ 81 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 169

ภาพประกอบ 82 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 171

ภาพประกอบ 83 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย..... 172

ภาพประกอบ 84 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 174

ภาพประกอบ 85 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 175

ภาพประกอบ 86 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 177

ภาพประกอบ 87 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย	178
ภาพประกอบ 88 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	180
ภาพประกอบ 89 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H ₂ O ₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย	181
ภาพประกอบ 90 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	183
ภาพประกอบ 91 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย	184
ภาพประกอบ 92 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	186
ภาพประกอบ 93 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อ	

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 187
- ภาพประกอบ 94 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 189
- ภาพประกอบ 95 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 190
- ภาพประกอบ 96 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%..... 192
- ภาพประกอบ 97 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 193
- ภาพประกอบ 98 จำนวนปากใบ ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%. 195
- ภาพประกอบ 99 จำนวนปากใบ ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย 196

ภาพประกอบ 100 ภาคตัดขวางเส้นกลางใบของไทรเกาหลี.....	197
ภาพประกอบ 101 ภาคตัดขวางเส้นกลางใบของไทรเกาหลี บริเวณเนื้อเยื่อพื้น.....	198
ภาพประกอบ 102 ภาคตัดขวางเส้นกลางใบของไทรเกาหลี บริเวณมัดท่อลำเลียง	198
ภาพประกอบ 103 ภาคตัดขวางบริเวณใบของไทรเกาหลี แสดงให้เห็นปากใบ	199
ภาพประกอบ 104 โครงสร้างคลอโรพลาสต์ของไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ไม่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน (A) และได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (B) ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า (CP = chloroplast, SG = starch grain, SL= stroma lamella และ G = grana)	200
ภาพประกอบ 105 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2566 – 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์	201
ภาพประกอบ 106 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	204
ภาพประกอบ 107 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO ₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน	204
ภาพประกอบ 108 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO ₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	205
ภาพประกอบ 109 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC	205
ภาพประกอบ 110 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO ₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงด	

การให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC206

ภาพประกอบ 111 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC206

ภาพประกอบ 112 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC209

ภาพประกอบ 113 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC210

ภาพประกอบ 114 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC211

ภาพประกอบ 115 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย

วิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC212

ภาพประกอบ 116 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC213

ภาพประกอบ 117 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC214

ภาพประกอบ 118 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC215

ภาพประกอบ 119 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC216

ภาพประกอบ 120 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC 217

ภาพประกอบ 121 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC 218

ภาพประกอบ 122 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC 219

ภาพประกอบ 123 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC 220

ภาพประกอบ 124 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-

watering) กับต้นไทรเกาหลี — แสดงถึงการรดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC.....221

ภาพประกอบ 125 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 – 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์222

ภาพประกอบ 126 กลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลของซิลิกอนต่อการชักนำการทนแล้งและความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลี เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง245

ภาพประกอบ 127 กราฟมาตรฐานของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์370

ภาพประกอบ 128 กราฟมาตรฐานโพโรส372

ภาพประกอบ 129 กราฟมาตรฐานของกลูโคส373

ภาพประกอบ 130 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 0 วัน.....376

ภาพประกอบ 131 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 3 วัน.....376

ภาพประกอบ 132 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 6 วัน.....376

ภาพประกอบ 133 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 9 วัน.....377

ภาพประกอบ 134 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 12 วัน.....377

ภาพประกอบ 135 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....377

ภาพประกอบ 136 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 0 วัน.....378

ภาพประกอบ 137 ต้นโทรมเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแห้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 3 วัน.....	378
ภาพประกอบ 138 ต้นโทรมเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแห้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 6 วัน.....	378
ภาพประกอบ 139 ต้นโทรมเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแห้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 9 วัน.....	379
ภาพประกอบ 140 ต้นโทรมเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแห้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 12 วัน.....	379
ภาพประกอบ 141 ต้นโทรมเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแห้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน.....	379
ภาพประกอบ 142 ต้นโทรมเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 0 วัน	380
ภาพประกอบ 143 ต้นโทรมเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 3 วัน	381
ภาพประกอบ 144 ต้นโทรมเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 6 วัน	382
ภาพประกอบ 145 ต้นโทรมเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 9 วัน	383
ภาพประกอบ 146 ต้นโทรมเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 12 วัน	384

ภาพประกอบ 169 กระจกดินเปล่า และกระจกดินที่มีการปลูกต้นไม้ไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 91 วัน.....	400
ภาพประกอบ 170 กระจกดินเปล่า และกระจกดินที่มีการปลูกต้นไม้ไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 98 วัน.....	401
ภาพประกอบ 171 กระจกดินเปล่า และกระจกดินที่มีการปลูกต้นไม้ไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 105 วัน.....	401
ภาพประกอบ 172 กระจกดินเปล่า และกระจกดินที่มีการปลูกต้นไม้ไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน.....	402



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปี พ.ศ.2561 ประเทศไทยมีเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149,244,274 ไร่ โดยใช้ประโยชน์เกี่ยวกับสวนผักและไม้ดอกไม้ประดับจำนวน 1,401,970 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ซึ่งการส่งออกไม้ประดับในปี พ.ศ.2561 มีมูลค่าการส่งออกรวม 1,865.05 ล้านบาท โดยชนิดที่มีความสำคัญและมีการส่งออกเป็นมูลค่าสูงได้แก่ พืชในวงศ์ลิ้นมังกร (Sansevieria) วงศ์สลัดได (Euphorbiaceae) เฟื่องฟ้า (Bougainvillea) สับปะรดสี (Tillandsia) ปรง (Encephalatos) ไทร (Ficus) ว่านสีทิว (Amaryllis) และฟีโลเดนดรอน (Philodendron) ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกคิดเป็น 807, 411, 47, 43, 26, 21, 20 และ 15 ล้านบาท ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2563) ซึ่งในอนาคตการส่งออกไม้ดอกไม้ประดับจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการทำการเกษตร และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตไม้ดอกไม้ประดับเขตร้อน ซึ่งเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง สามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี (กรมวิชาการเกษตร, 2563)

พืชสกุลไทร (Genus *Ficus*) จัดเป็นไม้ประดับสกุลหนึ่งที่มีความสวยงามและได้รับความนิยมในการปลูกเลี้ยง และนำมาจัดสวนหรือใช้ในงานภูมิทัศน์ เนื่องจากพืชสกุลไทรจะมีต้นจากกิ่งชำหรือกิ่งตอนที่มีขนาดเล็ก ลำต้นไม่สูงมาก สามารถตัดหรือตัดเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ ไทรสามารถปลูกและเติบโตเป็นไม้กระถางได้ดี สามารถเคลื่อนย้ายการปลูกได้ทั้งในอาคารและนอกอาคาร มีอายุหลายปี และใช้ปลูกเป็นไม้แคระ (bonsai หรือ miniature tree) ได้ (ปิฎฐะ บุนนาค, 2511) นอกจากพืชสกุลไทรจะเป็นไม้ประดับเพื่อเพิ่มความสวยงามแล้ว พืชสกุลไทรยังมีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย (Sevik, Cetin, Guney, & Belkayali, 2017) ไทรเกาหลี เป็นพืชสกุลไทรชนิดหนึ่งที่มีความนิยม มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Ficus annulata* อยู่ในวงศ์ Moraceae จัดเป็นไทรประดับชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเด่น คือ มีการแตกกิ่งที่หนาแน่น ใบดกเป็นพุ่มแน่น ใบเรียงตัวซ้อนกันหลายชั้น ทำให้ช่วยกันแสงแดดและฝุ่นละอองได้ดี จึงได้รับความนิยมนำมาประดับเป็นแนวรั้ว หรือกำแพง ซึ่งในการปลูกเลี้ยงไทรเกาหลีในประเทศไทยเกษตรกรผู้ปลูกเลี้ยงประสบปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแล้ง ส่งผลให้ต้นไทรเกาหลีเหี่ยวเฉา ไม่เจริญเติบโต และอาจตายได้

น้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดในการจำกัดการเจริญเติบโต และผลผลิตทางการเกษตร ในปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหภัยแล้ง ซึ่งเกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง

เป็นระยะเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิต การเกษตร และระบบนิเวศต่าง ๆ ปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือปัญหาภัยแล้ง เป็นปัญหาเนื่องมาจากความผันแปรทางธรรมชาติ ประกอบกับการกระทำของมนุษย์ ทำให้มนุษย์ขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตร ซึ่งการขาดน้ำนี้อาจจะเกิดจากการที่มีน้ำในดินน้อย พืชมีการคายน้ำสูง หรืออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงมาก โดยการขาดน้ำนี้จะมีผลกระทบต่อพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสรีรวิทยา กายวิภาค และสัณฐานวิทยาของพืช เมื่อเกิดภัยแล้ง ดินจะขาดน้ำ ทำให้พืชขาดน้ำ ส่งผลให้พืชชะงักการเติบโต ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตจะต่ำลง (กรมอุตุฯนิคมวิทยา, 2559)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นพบว่า ซิลิกอน (Si) สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทำให้พืชมีความทนทานมากยิ่งขึ้น ซิลิกอน เป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณมากเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจน ในธรรมชาติทั่วไปซิลิกอนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide; SiO_2) หรือซิลิกา (silica) ซึ่งเป็นผลึกแร่ โดยในรูปนี้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนซิลิกอนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะอยู่ในรูปของของเหลว คือ กรดโมโนซิลิซิก (monosilicic acid; H_4SiO_4 หรือ $\text{Si}(\text{OH})_4$) และกรดพอลิซิลิซิก (polysilicic acid) (ยงยุทธ โสสถสภา, 2552) ซึ่งสามารถผ่านทางรากเข้าสู่ลำต้น และเข้าทางใบได้อย่างรวดเร็ว (Peleg, Saranga, Fahima, Aharoni, & Elbaum, 2010) ถึงแม้ว่าซิลิกอนจะไม่ถูกจัดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็น แต่ซิลิกอนจัดเป็นธาตุเสริมประโยชน์ให้กับพืช ในอดีตประเทศไทยมีการนำซิลิกอนไปใช้ในทางเกษตรกรรมน้อย แต่ปัจจุบันซิลิกอนถูกนำมาใช้มากขึ้น ซิลิกอนมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช และการเพิ่มผลผลิต ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของสำราญ พิมราช, สุรินทร์ บุตรศาสตร์, และ พรพิษณุ ธรรมปัทม์ (2561) ศึกษาการฉีดพ่นกรดซิลิซิกแก่ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่า ค่าดัชนีความเขียว จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักของเมล็ดข้าวมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการฉีดพ่นกรดซิลิซิก เช่นเดียวกับการศึกษาในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ระดับการให้น้ำ 50% และมีการให้ซิลิกอน 300 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ข้าวมีการเจริญเติบโต (ความสูงต้น น้ำหนักแห้งรากและลำต้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง) และองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 100 เมล็ด ปริมาณผลผลิตต่อไร่) เพิ่มขึ้นมากกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับซิลิกอน (เวณี วัฒนเดชเสรี, 2561) และการศึกษาในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า การให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ชุดิมา ต้องชู, จำเป็น อ่อนทอง, และ เสาวภา ด้วงปาน, 2562) และซิลิกอนยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างความแข็งแรง ต้านทานโรค และแมลงศัตรูพืช (Adatia & Besford, 1986)

ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาที่มีการประยุกต์ใช้ซิลิกอนเป็นสารยับยั้งการกินของเพลี้ยจากเนื้อเยื่อ และสารยับยั้งการฟักตัวของเพลี้ยอ่อนแก้ว (*Aphis craccivora* Koch) พบว่า ในด้านการเป็นสารยับยั้งการกิน ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 8% มีผลต่อการยับยั้งการกินสูงสุด และที่ความเข้มข้น 0.5% มีผลต่อจำนวนและเปอร์เซ็นต์การฟักตัวของเพลี้ยอ่อน เนื่องจากพืชจะดูดสารละลายซิลิกอนเข้าไปสะสมที่ผนังเซลล์ สร้างความแข็งแรงให้แก่พืช ทำให้แมลงไม่สามารถทำลายพืชได้ ซึ่งส่งผลให้เพลี้ยอ่อนต้องใช้จำนวนครั้งในการเจาะดูดสารอาหารมากขึ้น และเมื่อเพลี้ยอ่อนไม่สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชได้ ก็จะไม่มีการเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบสืบพันธุ์และออกลูกหลานได้ (ณัฐพงศ์ เมธิธวัชสรณ์ และ ดวงเดือน วัฏฏานุรักษ์, 2563) นอกจากนี้ซิลิกอนยังมีส่วนในการช่วยให้พืชทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง อุณหภูมิสูง หรือสภาวะอากาศที่แปรปรวนไม่เหมาะสม เช่น การศึกษาซิลิกอนในข้าวฟ่าง (Hattori et al., 2005) ข้าวเหนียวพันธุ์ กข-แม่ใจ 2 (ณิชนันท์ หะยิลาเต๊ะ, สมชาย ชดตระกูล, พัทธวีญ ภูมิพันธ์, และ พฤกษ์ ชุตินามกุล, 2563) และมะม่วง (Helaly, El-Hoseiny, El-Sheery, Rastogi, & Kalaji, 2017) พบว่าการที่พืชได้รับซิลิกอนจะช่วยลดสภาพเครียดเนื่องจากความแล้ง และส่งผลให้พืชยังคงเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยร่วมกับซิลิกอนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งการใส่ปุ๋ยให้แก่พืชเป็นการเพิ่มหรือชดเชยธาตุอาหารที่สูญเสียไป ปุ๋ยแต่ละชนิดจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน มีชนิดและปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิด ควรเลือกให้ถูกต้อง เหมาะสม มีประสิทธิภาพ และเกิดผลเสียน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มในการศึกษาเรื่องของการพัฒนาคุณภาพของปุ๋ยเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของพืช โดยมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย และมีประสิทธิภาพร่วมด้วย เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของโมเลกุลของแร่ธาตุ เพื่อให้เกิดการลำเลียงเข้าไปในเซลล์ของพืชได้ดียิ่งขึ้น เป็นต้น ในปัจจุบันปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนับว่าเป็นประเด็นหนึ่งที่สำคัญ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก โดยต้นไม้จะมีการสะสมคาร์บอนทั้งในส่วนที่มีชีวิต ต้นไม้ที่ล้มตายและดิน โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พืชจะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับอากาศโดยกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ และกระบวนการหายใจซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศ โดยปริมาณพืชที่อยู่บนโลกจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง 126.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของพืชประมาณ 122 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี ดังนั้นการปลูกต้นไม้จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสามารถบรรเทาปัญหาโลกร้อน

ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ถิรายู เกลี้ยงสอาด, ลดาวัลย์ พวงจิตร, และ วาทีนี สนวน ผกา, 2563) เช่น การศึกษาของสาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ภาณุมาศ ลาดปาละ, และ เจษฎา เหลืองแจ่ม (2547) พบว่า ไม้สัก (*Tectona grandis*) และแดง (*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*) มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 612.5 และ 154.8 mmol/m²/day ตามลำดับ และจากการศึกษาของถิรายู เกลี้ยงสอาด และคนอื่น ๆ (2563) พบว่าต้นสัตบรรณ (*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.) และต้นโพศรีมหาโพธิ์ (*F. religiosa* L.) มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 252.79 และ 72.42 กิโลกรัม/ต้น/ปี แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาบทบาทของซิลิกอนต่อโทรเกาหลีที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง และการศึกษาการหลีกเลี่ยงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจผิวดินที่มีการปลูกต้นโทรเกาหลียังมีค่อนข้างจำกัด

ดังนั้นในการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษามูลของซิลิกอน และการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองของทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของโทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง โดยศึกษา ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ ให้คะแนนสภาพต้นโทรเกาหลีที่ได้รับสภาพเครียดจากความแล้ง (drought score) เก็บข้อมูลสภาพอากาศ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ปริมาณโพรีซิน ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณซิลิกอนในส่วนของลำต้นและใบ กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ (ได้แก่ คะตะเลส (catalase; CAT) และแอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX)) จำนวนปากใบ โครงสร้างของแผ่นใบ และศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นโทรเกาหลี ซึ่งการประยุกต์ใช้ซิลิกอนอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยเพิ่มความทนทานต่อสภาวะเครียดจากความแล้งได้ และความรู้ทางวิชาการที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางที่สำคัญในการต่อยอดเชิงพาณิชย์โดยการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยเพื่อการทำเกษตรกรรมของประเทศไทยในอนาคตได้

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษามูลของการให้ซิลิกอนทางใบ และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการให้ซิลิกอนทางใบต่อการเจริญเติบโตของโทรเกาหลีที่ได้รับผลกระทบจากความแล้ง

2. เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง

3. เพื่อศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไทรเกาหลี และศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากความแล้ง

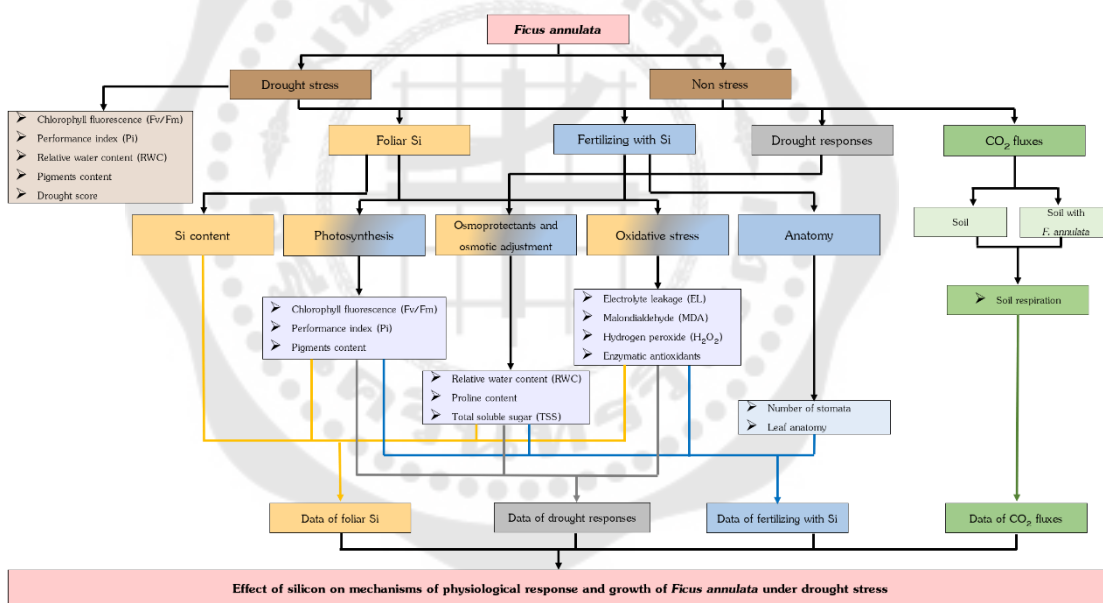
สมมติฐานในการวิจัย

ไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง ส่งผลให้ต้นไทรเกาหลีมีการเติบโตที่ลดลง หรือมีการเติบโตที่ผิดปกติไป การใช้ซิลิกอนในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจะช่วยให้พืชมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดจากสภาวะแล้ง โดยเพิ่มกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะส่งผลให้ต้นไทรเกาหลีสามารถเจริญเติบโตในสภาวะแล้งได้

กรอบแนวคิดในงานวิจัย

กรอบแนวคิดในงานวิจัย (conceptual framework) ดังภาพประกอบ 1 เป็นการศึกษาค้นคว้าของซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของไทรเกาหลี ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง เริ่มจากการหาระดับของ pot water capacity (PC) ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี โดยศึกษา ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ให้คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากความแล้ง (drought score) และเก็บข้อมูลสภาพอากาศ หลังจากนั้นศึกษาค้นคว้าของผลของการให้ซิลิกอนทางใบ และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการให้ซิลิกอนทางใบต่อการเจริญเติบโตของไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากความแล้ง โดยทำการศึกษา 1) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ Fv/Fm, Pi และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ 2) การสังเคราะห์สารอินทรีย์และการปรับสมดุลออสโมติก ได้แก่ RWC, ปริมาณโปรตีน และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) และ 3) ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) และปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) และ 4) ปริมาณซิลิกอน และทำการศึกษาค้นคว้าของผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากความแล้ง โดยทำการศึกษา 1) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ Fv/Fm, Pi และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ 2) การสังเคราะห์สารอินทรีย์และการปรับ

สมดุคอสโมติก ได้แก่ RWC, ปริมาณโพรลีน และ TSS 3) ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ EL, MDA, H_2O_2 และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และ 4) ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ ได้แก่ จำนวนปากใบ และลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบ และตรวจวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไทรเกาหลี โดยใช้ Licor 820 และกล่องเก็บก๊าซระบบปิด โดยวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชุดการทดลองดิน และชุดการทดลองที่ดินมีการปลูกต้นไทรเกาหลี เพื่อให้ได้ข้อมูลการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง โดยทำการศึกษา 1) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ Fv/Fm, Pi และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ 2) การสังเคราะห์สารอินทรีย์และการปรับสมดุลออสโมติก ได้แก่ RWC, ปริมาณโพรลีน และ TSS 3) ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ EL, MDA, และ H_2O_2



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย (conceptual framework)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ลักษณะทั่วไปและความสำคัญของไทร
2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไทร
3. ไทรเกาหลี
4. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกไทร และการขยายพันธุ์
5. ความแล้ง
6. ผลจากความแล้งต่อพืช และการตอบสนองของพืชต่อความแล้ง
7. ซิลิกอน
8. บทบาทของซิลิกอน
9. วัฏจักรคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

1. ลักษณะทั่วไปและความสำคัญของไทร

พืชสกุลไทร (*Ficus*) จัดอยู่ในวงศ์ Moraceae ไทรมีชื่อสามัญว่า Fig หรือ *Ficus* ไม้สกุล *Ficus* นี้มีในประเทศไทยมานาน เช่น โพธิ์ (*F. religiosa*) ไทรจัดเป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยมเนื่องจากต้นจากกิ่งชำหรือกิ่งตอนมีขนาดเล็ก ลำต้นไม่สูงมาก สามารถตัดหรือตัดเป็นรูปทรงต่างๆ ได้ ไทรสามารถปลูกและเติบโตเป็นไม้กระถางได้ดี สามารถเคลื่อนย้ายปลูกได้ทั้งในอาคารและนอกอาคาร มีอายุหลายปี และสามารถใช้ปลูกเป็นไม้แคระ (bonsai หรือ miniature tree) ได้ (ปิฎฐะ นุนาค, 2511) พืชสกุลไทรมีถิ่นกำเนิดอยู่ทั่วไปตามแถบเขตอบอุ่น และมีจำนวนมากในประเทศแถบเขตร้อน โดยเฉพาะทวีปเอเชีย เช่น อินเดีย ไทย จีน และมาเลเซีย (ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล, 2561) พืชสกุลไทรมีสมาชิกทั่วโลกประมาณ 750-1,000 ชนิด ซึ่งสามารถกระจายพันธุ์ในเขตร้อน และเขตอบอุ่น โดยมักพบที่ความสูงระดับต่ำกว่า 1,500 เมตร พืชสกุลไทรมีความหลากหลายมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และในประเทศไทยพบพืชสกุลนี้มากกว่า 120 ชนิด พืชสกุลไทรเป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม หรือไม้เถา สามารถเจริญเติบโตได้เองบนดิน โดยมีรากพิเศษหรือรากอากาศ หรือกิ่งอาศัย (hemi-epiphytes) โดยมีรากเกาะอาศัยต้นไม้อื่น แล้วเจริญเติบโตโอบรัดต้นไม้ที่เกาะ บริเวณส่วนต่างๆ จะมีน้ำยาง มีหูใบหุ้มตาใบ กิ่งมีรอยแผล ใบเป็นวงรอบข้อ ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนหรือเรียงสลับในระนาบเดียวกัน ดอกมีขนาดเล็ก เกิดอยู่

ภายในช่อดอก (inflorescences) ไม่มีกลีบเลี้ยงหรือกลีบดอกที่ชัดเจน ดอกแบ่งออกเป็น ดอกเพศผู้ (male flower) กลีบรวมส่วนมากมี 2-6 กลีบ แยกกัน หรือติดกัน หรือไม่มีกลีบรวม มีเกสรเพศผู้ 1-5 อัน ดอกเพศเมีย (female flower) มีก้านเกสรเพศเมื่อยาว กลีบรวมมี 3-5 กลีบ แยกกันหรือติดกัน ยอดเกสรเพศเมีย 2 อัน แยกหรือติดกัน และดอกปม (gall flower) คือ ดอกที่เป็นหมัน มีก้านเกสรเพศเมียสั้น และบางชนิดมีดอกแบบไม่มีเพศ (neuter flower) คือ เป็นดอกที่ไม่มีทั้งเกสรเพศผู้และเพศเมีย โดยไทรจะเป็นต้นที่มีดอกแยกเพศร่วมต้นหรือต่างต้น ซึ่งดอกแยกเพศร่วมต้น (monoecious) คือ ต้นที่มีทั้งดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกปมในช่อดอกเดียวกัน ส่วนดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น (dioecious) จะแบ่งเป็นต้นที่มีเฉพาะดอกเพศผู้และดอกปม และต้นที่มีเฉพาะดอกเพศเมีย ซึ่งดอกขนาดเล็กจำนวนมากเหล่านี้จะเรียงแน่นอยู่ภายในฐานรองดอกเจริญโอบหุ้มดอกทั้งหมดไว้ภายใน และด้านบนมีช่องเปิด (ostiole) ช่อดอกที่มีลักษณะคล้ายผลนี้ เรียกว่า syconium หรือ fig คือ ผลแบบมะเดื่อ

ไทร แบ่งตามลักษณะสัณฐานวิทยา สามารถแบ่งออกเป็น 6 สกุลย่อย ดังนี้

1. สกุลย่อย *Ficus* มีลักษณะเป็นไม้พุ่ม หรือไม้ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง มีน้ำยางสีขาว ดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนหรือเรียงสลับระนาบเดียว ออกเป็นกระจุกตามปลายกิ่ง ใบอ่อนมีลักษณะคล้ายรูปนิ้วมือ แผ่นใบด้านล่างมีต่อมไขอยู่ตามโคนเส้นใบที่ฐานใบ หรือโคนก้านใบ หูใบแยกเป็นอิสระหรือหุ้มกิ่ง ผลเป็นแบบมะเดื่อออกเป็นคู่ ติดตามซอกใบหรือตามกิ่งที่ใบหลุดร่วง ใบประดับที่โคนมี 3 ใบ ติดเป็นวงรอบ ไม่พบใบประดับด้านข้าง ดอกเพศผู้อยู่ใกล้ช่องเปิดหรือกระจายทั่วไป กลีบรวมมี 3-5 กลีบแยกจากกัน เกสรเพศผู้ 1-4 อัน ดอกเพศเมียมีก้านเกสรเพศเมื่อยาวไม่เท่ากัน ยอดเกสรเพศเมียแตกแขนงหรือไม่แตกแขนง ในประเทศไทยมีสกุลย่อยนี้ประมาณ 20 ชนิด เช่น ไทรใบขน (*F. fulva* Reinw. ex Blume) มะเดื่อน้ำ (*F. ischnopoda* Miq.) และมะเดื่อไทย (*F. thailandica* C.C. Berg & S. Gardner) เป็นต้น

2. สกุลย่อย *Urostigma* มีลักษณะเป็นไม้ต้น ส่วนใหญ่เป็นแบบกิ่งอาศัย มีรากอากาศ ไม่มีรากตามข้อ ดอกแยกเพศร่วมต้น ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน ขอบใบเรียบ เส้นแขนงใบเรียงคล้ายขั้นบันไดถึงแยกแขนง หรือขนานด้านข้าง แผ่นใบด้านล่างมีต่อมไขอยู่ตามโคนเส้นกลางใบ 1 ต่อม หูใบหุ้มกิ่ง ผลแบบมะเดื่อ ออกเป็นคู่หรือเดี่ยวตามซอกใบหรือตามกิ่ง ใบประดับที่โคน 2-3 ใบ ติดเป็นวงรอบ ช่องเปิดมีใบประดับ 2-5 ใบ ปิดด้านบน ดอกเพศผู้กระจายระหว่างดอกเพศเมีย หรืออยู่ใกล้ช่องเปิด มีกลีบรวม 3-5 กลีบ เกสรเพศผู้ 1 อัน ปลายเกสรเพศเมียส่วนมากมี 1 อัน พบน้อยที่แยกเป็นแฉก ในประเทศไทยมีประมาณ 45 ชนิด เช่น ไทรย่อย (*F. benjamina* L.) และโพศรีมหาโพธิ์ (*F. religiosa* L.) เป็นต้น

3. สกุลย่อย *Pharmacosycea* มีลักษณะเป็นไม้ต้นหรือไม้พุ่ม ดอกแยกเพศร่วมต้น ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน หรือกิ่งเรียงสลับระนาบเดียว ขอบใบเรียบ ใบอ่อนมักเป็นร่องลึก แผ่นใบมีซิสโทลิต (cystoliths) ทั้งสองด้านหรือเฉพาะด้านล่าง เส้นแขนงใบเรียงคล้ายชั้นบันไดถึงแบบร่างแห มีต่อมไขอยู่ตามโคนเส้นใบที่ฐานใบ หูใบหุ้มกิ่ง ผลแบบมะเดื่อ ออกเป็นคู่หรือเดี่ยวตามซอกใบ มีก้านผลหรือก้านผลเทียม ใบประดับที่โคนมี 3 ใบติดเป็นวงรอบ ช่องเปิดมีใบประดับ 3-5 ใบ มีกลีบรวม 3-5 กลีบ เกสรเพศผู้ 1 อัน มักมีเกสรเพศผู้ที่เป้นหมัน มียอดเกสรเพศเมีย 2 อัน ในประเทศไทยมีประมาณ 5 ชนิด เช่น มะเดื่อกวาง (*F. callosa* Willd.) เป็นต้น

4. สกุลย่อย *Synoecia* มีลักษณะเป็นไม้เถา มีรากเกาะสั้น ๆ ออกตามข้อปล้อง ดอกแยกเพศต่างต้น ใบที่โคนเถาที่มีราก มีรูปร่างและขนาดต่างไปจากใบที่ออกตามเถาที่มีอายุมากที่มีผลติดอยู่ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับระนาบเดียว หรือเรียงเวียนห่าง ๆ ขอบใบเรียบ มักมีขนสั้นนุ่ม ปลายใบมักมีโครงสร้างคล้ายรูหยาดน้ำ (hydathode-like) เส้นแขนงใบเรียงคล้ายชั้นบันไดหรือแยกแขนง มีต่อมไขอยู่ตามโคนเส้นใบที่ฐานใบและเส้นแขนงใบด้านข้าง หูใบหุ้มกิ่ง ผลแบบมะเดื่อ ติดตามกิ่ง ลำต้น หรือตามไหลที่โคนต้น ออกเป็นคู่ เดี่ยว หรือกระจุกตามซอกใบ ใบประดับที่โคน 3 ใบ ติดเป็นวงรอบ ไม่มีประดับด้านข้าง ช่องเปิดขนาดเล็ก บุ่มลงไปเล็กน้อย อาจพบมีขนแข็งที่ด้านในช่องเปิด เกสรเพศผู้มี 1-2 อัน กลีบรวมมี 0-7 กลีบ สีแดงเข้ม มีก้านรังไข่ มีดอกที่ไม่มีเพศ ในช่อดอกเพศเมีย ในประเทศไทยมี 14 ชนิด เช่น ตีนตุ๊กแก (*F. pumila* L.) และเดื่อเถาใบใหญ่ (*F. punctata* Thunb.) เป็นต้น

5. สกุลย่อย *Sycidium* มีลักษณะเป็นไม้ต้นหรือไม้เถา ขึ้นบนดินหรือกิ่งอาศัย มีน้ำยางสีขาวคล้ายน้ำมัน ดอกแยกเพศต่างต้น ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน เรียงสลับระนาบเดียว หรือเรียงตรงข้าม ขอบใบหยัก แผ่นใบมีซิสโทลิต (cystoliths) ทั้งสองด้านหรือเฉพาะด้านล่าง เส้นแขนงใบเรียงคล้ายชั้นบันไดถึงแบบร่างแห หูใบมักหุ้มกิ่ง ผลแบบมะเดื่อ ออกเดี่ยวหรือเป็นคู่ ติดตามซอกใบ กิ่ง หรือลำต้น ใบประดับที่ก้านผลมี 1-3 ใบ มีใบประดับด้านข้าง ช่องเปิดขนาดเล็ก หรือมีใบประดับที่ปลายซี่ขึ้น ดอกเพศผู้อยู่ใกล้ช่องเปิดมี 1 หรือหลายดอกในแต่ละแถว กลีบรวม 3-6 กลีบ สีแดงถึงสีขาว มีเกสรเพศผู้ 1 อัน มีดอกเพศผู้ที่เป้นหมัน ดอกเพศเมีย กลีบรวม 3-6 กลีบ แยกเป็นอิสระ ในประเทศไทยมี 15 ชนิด เช่น มะเดื่อหิน (*F. montana* Burm. f.) และมะนอดน้ำ (*F. heterophylla* L. f.) เป็นต้น

6. สกุลย่อย *Sycomor* มีลักษณะเป็นไม้ต้นหรือไม้พุ่ม มีน้ำยางสีขาวหรือสีเหลือง ดอกแยกเพศอยู่ต่างต้นหรือแยกเพศร่วมต้น มีต่อมไขตามข้อกิ่ง ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน กิ่งตรงข้าม หรือเรียงสลับระนาบเดียว ขอบใบหยัก เส้นแขนงใบมีหลายแบบ แผ่นใบด้านล่างมีต่อมไขอยู่

ตามโคนเส้นใบที่ฐานใบ หรือเส้นแขนงใบย่อย หูใบหุ้มกิ่ง ผลแบบมะเดื่อ สีแดงหรือสีขาว มัก ออกเป็นคู่ หรือออกเดี่ยวติดตามซอกใบ กิ่ง หรือเป็นช่อตามลำต้นหรือไหล มีใบประดับ 3-7 ใบ ติด เป็นวงรอบหรือกระจาย มีใบประดับด้านข้าง ใบประดับที่ช่องเปิดมีมากกว่า 3 ใบ ดอกเพศผู้เรียง อยู่ใกล้ช่องเปิด มี 1 หรือหลายแถว มีใบประดับดอกย่อย 2 ใบ วงกลีบรวม 2-3 กลีบ เกสรเพศผู้ 2 อัน ดอกเพศเมียมีวงกลีบรวม 3-6 กลีบ เชื่อมติดกัน แยกจากกัน หรือลดรูปไป มีปลายเกสรเพศ เมีย 1 อัน ในประเทศไทยมีประมาณ 16 ชนิด เช่น เตื่อหว่า (*F. auriculata* Lour.) มะเดื่ออุทุมพร (*F. racemosa* L.) และจิ้งเข (*F. schwarzii* Koord.) เป็นต้น

พืชสกุลไทรมีความสำคัญในหลาย ๆ ด้าน ในระบบนิเวศพืชสกุลไทรจะเป็นที่อยู่อาศัย และเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ นอกจากนี้พืชสกุลไทรยังถูกนำมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น เป็น แหล่งอาหาร นำมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรค นำมาใช้ในงานพิธีกรรม รวมถึงการนำมาใช้ ในงานภูมิสถาปัตยกรรม และงานปรับปรุงภูมิทัศน์ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำพืชสกุลไทรมาพัฒนา และปรับปรุงทรงต้นให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น เช่น ไทรย้อยใบทู่ (*F. macrocarpa* Linn. f.) ไทรทอง (*F. altissima*) ไทรใบสัก (*F. lyrata* Warb.) และไทรเกาหลี (*F. annulata*) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า พืชสกุลไทรสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี เช่น การศึกษา ใน *F. benjamina* โดยกำหนดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เริ่มต้นที่ให้แก่พืชเท่ากับ 2,000 ppm และได้รับแสงปกติ พบว่าใบ *F. benjamina* ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง จะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 480.78 ppm และ 408.08 ppm ที่อุณหภูมิ 25 และ 20 องศา เซลเซียส ตามลำดับ (Sevik et al., 2017) และในระหว่างวัน *F. elastica* สามารถลดปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ได้ 2,216 ppm และเพิ่มขึ้น 351 ppm ในเวลากลางคืน ซึ่งสรุปได้ว่า ช่วงเวลา กลางวัน *F. elastica* สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 6.3 เท่า ของปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตในเวลากลางคืน (Cetin & Sevik, 2015)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไทร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไทร (วรรณภา กัลยาณวงศ์ ณ อยุธยา, 2555) ดังนี้

ราก พืชตระกูลไทรมีระบบรากแก้ว และแตกรากแขนงออกไปรอบ ๆ ลำต้นขนานกับ พื้นดิน ไทรบางชนิดจะมีรากอากาศห้อยตามกิ่ง ก้าน และลำต้น และบางชนิดมีพูปอนที่โคนต้น เหนือรากสำหรับค้ำพุงลำต้นที่มีขนาดใหญ่

ลำต้น พืชตระกูลไทรจะมีลำต้นทั้งหมด 6 ลักษณะ ได้แก่ ไม้ยืนต้น (tree) ไม้พุ่ม (shrub) ไม้พุ่มรอเลื้อย (scandent shrub) ไม้เถาเป็นเครือ (scandent) ไม้เถาแบบมีรากใต้เกาะ (root-climbing) และไม้อิงอาศัย (strangler) ลำต้นของไทรเมื่ออายุยังน้อยจะมีเปลือกสีเทา เมื่อมี

อายุมากขึ้นเปลือกจะมีสีเทาอมน้ำตาล หรือดำ ผิวจะมีลักษณะได้ทั้งเรียบและขรุขระ ส่วนกิ่งของ ไทรจะมีลักษณะต่างกันไป ไม้ยืนต้นจะมีกิ่งที่ตั้งตรงและชูขึ้น ไม้พุ่มจะมีกิ่งยาวขนานไปกับพื้น และ ไม้พุ่มรอเลื้อยจะมีกิ่งยาวโน้มลงดิน และเลื้อยเป็นเถาได้

ใบ เป็นใบเดี่ยว แตกออกจากกิ่งและส่วนยอดของลำต้น มีรูปร่าง ขนาด และสีสันท่างต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ ใบเรียงสลับ ใบมีลักษณะทั้งใบหนาและบาง แผ่นใบเรียบ เป็นมัน ขอบใบเรียบ หรือหยักเป็นฟันเลื่อยหรือเว้าเป็นแฉก มียางสีขาว

ดอก จะออกเป็นช่อ จะมีเพียงดอกเดี่ยวหรือดอกเป็นคู่ ออกดอกบริเวณกิ่งและลำต้น ดอกจะมีลักษณะกลม เป็นดอกแยกเพศคนละดอก แต่อยู่ในต้นเดียวกัน

ผล มีขนาดเล็ก รูปร่างกลมหรือรี เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8-1 เซนติเมตร ผลของไทรมีสีเขียวเมื่อยังอ่อน และเมื่อแก่ผลจะเปลี่ยนเป็นสีแดง และภายในประกอบด้วยเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก มีลักษณะเป็นรูปไตหรือทรงกลม สีเหลืองอมน้ำตาล ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร

3. ไทรเกาหลี

ไทรเกาหลีเป็นพืชในวงศ์ Moraceae เช่นเดียวกับ โพธิ์ มะเดื่อ ขนุน และไทรชนิดต่าง ๆ ไทรเกาหลีอยู่ในสกุล *Ficus* มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *F. annulata* มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของจีน จนถึงมาเลเซีย ไทรเกาหลีจัดเป็นไทรประดับชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นไม้พุ่มทรงสูง ทรงพุ่มค่อนข้างแน่น ลักษณะเด่นของไทรเกาหลีคือ มีการแตกกิ่งที่หนาแน่น ใบดก เป็นพุ่มแน่น มีใบเรียงตัวซ้อนกันหลายชั้น ทำให้ช่วยกันแสงแดดและฝุ่นละอองได้ดี จึงได้รับความนิยมนำมาประดับเป็นแนวรั้วหรือกำแพง นอกจากนี้ไทรเกาฬยังมีข้อดีคือ เป็นพันธุ์ไม้ที่มีความแข็งแรง ทนทาน ดูแลรักษาง่าย ไม่ค่อยมีโรคหรือแมลง และแทบจะไม่มีการผลัดใบ จึงทำให้ไม่มีปัญหาเศษใบไม้ร่วง เมื่อนำไปใช้ประโยชน์เป็นไม้ประดับ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไทรเกาหลี (สำนักพิมพ์บ้านและสวน, 2563) ได้แก่

ลำต้น เป็นไม้ต้นถึงไม้พุ่มทรงสูง ไม่ผลัดใบ มีอายุหลายปี เมื่อเติบโตเต็มที่จะมีความสูงได้ 5-6 เมตร ลำต้นตรง แตกกิ่งก้านเป็นพุ่มทึบ ลำต้นมีสีเทาปนน้ำตาล ตามกิ่งจะมีรากย่อยลงมา

ใบ เป็นใบเดี่ยว สีเขียวเข้มจัด ออกเวียนสลับรอบกิ่ง ขอบใบเรียบ เป็นรูปรี ปลายใบแหลม โคนใบมน แผ่นใบหนา มีความมัน

ดอก เป็นช่อกระจุกบนฐานรองดอกเดียวกัน ออกดอกตามซอกใบ ดอกเป็นแบบแยกเพศอยู่ร่วมต้น มีปริมาณดอกเพศผู้มากกว่าดอกเพศเมีย ดอกเพศเมียจะมีรังไข่อยู่เหนือวงกลีบ

ผล เป็นผลแบบมะเดื่อ พัฒนามาจากฐานรองดอก อยู่ตามซอกใบ ภายในมีเม็ดเล็ก ๆ จำนวนมาก

4. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกไทร และการขยายพันธุ์

ปัจจัยจากสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของไทร (ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล , 2561)

ดิน ต้นไทรชอบดินร่วน มีความเป็นกรดเล็กน้อย ค่า pH ประมาณ 6-6.5 สามารถระบายน้ำและอากาศได้ดี และกักเก็บความชื้นได้

แสง ต้นไทรชอบแสงแดดจัด ควรปลูกในบริเวณที่ได้รับแสงอย่างเต็มที่ เช่น ริมรั้ว หรือริมผนังบ้าน หากต้นไม้ได้รับแสงน้อยเกินไป กิ่งก้านจะยืดยาว ทำให้มีผลต่อทรงพุ่ม ทำให้ทรงพุ่มไม่สวยงาม

น้ำ ไทรเป็นพืชที่สามารถทนต่อความแล้งได้ดี ควรรดน้ำ 5-7 วันต่อครั้ง ควรรดอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะฤดูแล้ง แต่ช่วงฤดูฝนไม่ควรมีน้ำท่วมขัง ต้องมีการระบายน้ำที่ดี ส่วนต้นที่ปลูกในกระถาง เมื่อรากเจริญเติบโตเต็มกระถาง น้ำอาจจะไม่เพียงพอต่อการนำไปเลี้ยงต้นและใบ ทำให้ทรงพุ่มไม่แน่น มีใบน้อยและเหลือง ดังนั้นจะต้องมีการให้น้ำจำนวนครั้งถี่มากขึ้น และใส่ปุ๋ยคอกหรือเศษใบไม้คลุมหน้าดิน เพื่อรักษาความชื้น

การใส่ปุ๋ย ต้นไทรที่มีความสูง 1 เมตร เมื่อทำการย้ายปลูกแล้ว 10-15 วัน ควรให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ต้นละครึ่งช้อนโต๊ะ ส่วนต้นที่สูงมากกว่า 1.50 เมตร ให้ใส่ปุ๋ย 1 ช้อนโต๊ะ โดยใส่ห่างจากโคนต้น 8-10 เซนติเมตร และให้ปุ๋ยครั้งต่อไปเดือนละ 1 ครั้ง หลังจากการใส่ปุ๋ยนั้นควรรดน้ำให้ปุ๋ยละลายลงดินให้หมด เพื่อลดการหลุดร่วงของใบ และใส่ปุ๋ยคอกบริเวณโคนต้น เพื่อรักษาความชื้นของหน้าดิน ปีละ 5-6 ครั้ง ครั้งละ 0.5-1 กิโลกรัม

การปลูกไทร ไม่ควรปลูกใกล้สิ่งปลูกสร้างเกิน 1-2 เมตร เนื่องจากไทรมีระบบรากที่แข็งแรง สามารถเจริญเติบโตแผ่ออกไปได้เป็นบริเวณกว้าง อาจทำลายโครงสร้างของสิ่งปลูกสร้างได้ ในการปลูกไทรขั้นตอนแรกต้องมีการเตรียมหลุมปลูก หลุมปลูกควรมีความกว้างและลึกใกล้เคียงกับขนาดของถุงที่บรรจุต้น เช่น ถุงขนาด 8 นิ้ว ควรขุดหลุมขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ลึก 20-25 เซนติเมตร ระยะเวลาปลูก 3-4 ต้นต่อเมตร หลังจากนั้นวางต้นไทรลงไป กลบด้วยดินปลูก (ควรเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วน) หลังจากกลบดินแล้ว นำเศษหญ้าหรือฟางมาคลุมรอบโคนต้น เพื่อรักษาความชื้น และรดน้ำ โดยหลังปลูกจะรดน้ำทั้งเข้าป่ายติดต่อกัน 3-5 วัน หลังจากนั้นรดน้ำวันละครั้ง หรือวันเว้นวัน

การขยายพันธุ์ต้นไทร วิธีที่นิยมมี 2 วิธี ได้แก่ การปักชำกิ่ง และการตอนกิ่ง

การปักชำกิ่ง การปักชำกิ่งทำได้โดยเลือกยอดโทรมที่มีกิ่งก้านรอบทิศทาง และลำต้นสีน้ำตาลอ่อน ตัดกิ่งโดยวัดจากยอดลงมา 10-15 เซนติเมตร แच्छิ่งในน้ำยาเร่งราก 3-5 นาที แล้วปักชำในซี้้เ้า้แกลบผสมขุยมะพร้าวหรือพีทมอสอย่างละ 1 ส่วน รดน้ำและให้น้ำระบายออกเกือบหมด และนำไปใส่ถุงพลาสติกใส มัดปากถุงให้แน่น วางไว้ในที่ร่มรำไร ประมาณ 20-23 วัน จะมีรากเจริญออกมา หลังจากนั้นจะถุงเพื่อปรับสภาพเป็นระยะเวลา 2-3 วัน แล้วเปิดปากถุงออก แล้วรดน้ำ หลังจากนั้น 3-4 สัปดาห์จึงสามารถนำไปปลูกได้

การตอนกิ่ง การตอนกิ่งจะเลือกกิ่งสีน้ำตาลอ่อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร วัดจากยอดลงมาถึงจุดควั่นประมาณ 50 เซนติเมตร ใช้มีดควั่นกิ่งและลอกเปลือกลำต้นออก ใช้ตุ้มมะพร้าวผ่ากลางแล้วหุ้มกิ่ง มัดหัวท้ายเข้ากับกิ่งให้แน่น 15-20 วันรากจะงอก หลังจากนั้นค่อยตัดกิ่งตอนออกมาแช่น้ำ 1-2 ชั่วโมง แล้วนำไปปลูก

5. ความแล้ง

ภัยแล้ง คือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อชุมชน ซึ่งสาเหตุของการเกิดภัยแล้งมี 2 สาเหตุหลัก คือ ภัยแล้งที่เกิดโดยธรรมชาติ และภัยแล้งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ภัยแล้งที่เกิดโดยธรรมชาติ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น การเกิดแผ่นดินไหว หรือวาตภัย เป็นต้น ส่วนภัยแล้งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม การทำลายชั้นโอโซน การเกิดภาวะเรือนกระจก การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น สำหรับปัญหาภัยแล้งที่พบในประเทศไทย เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นต่อเนื่องมาตลอดหลายปี ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากฝนแล้ง (ฝนแล้ง เป็นภาวะที่ปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติ หรือไม่ตกต้องตามฤดูกาล) และฝนทิ้งช่วง (ฝนทิ้งช่วง หมายถึง ช่วงที่มีปริมาณฝนตกไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร ติดต่อกันเกิน 15 วันในช่วงฤดูฝน) ภัยแล้งในประเทศไทยเกิดขึ้นได้ 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องฤดูร้อน และช่วงกลางฤดูฝน ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องฤดูร้อน ซึ่งจะเป็นภัยแล้งที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี จะเกิดขึ้นในช่วงครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป มักจะเกิดบริเวณประเทศไทยตอนบน ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจะมีปริมาณฝนลดลง จนเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป ส่วนช่วงกลางฤดูฝนนั้น ภัยแล้งนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะบางบริเวณ จะเกิดในช่วงปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งมาก ได้แก่ บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง เพราะเป็นบริเวณที่อิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง และถ้าไม่มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนที่ผ่าน จะก่อให้เกิดภัยแล้งรุนแรงมากขึ้น

ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในประเทศไทยจะมีผลโดยตรงต่อการอุปโภคบริโภคของประชาชน ประกอบกับประเทศไทยมีพื้นที่ในการเกษตรครอบคลุม 30% ของพื้นที่ทั้งประเทศ และประชากรที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรมีมากกว่า 40% ของประชากรทั้งหมด ภัยแล้งจึงมีผลกระทบต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช และในระบบการเกษตร 75% เป็นระบบการเกษตรที่อาศัยน้ำฝน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ฤดูกาล และความแปรปรวนของสภาวะฝนจึงเป็นสิ่งสำคัญ ภัยแล้งจะส่งผลกระทบต่อพืช มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสรีรวิทยา กายวิภาค และสัณฐานวิทยาของพืช (กรมอุตุนิยมวิทยา , 2559)

จากการรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยาในปี 2562 ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะเกี่ยวข้องกับการปรากฏการณ์ Positive Indian Ocean Dipole ในมหาสมุทรอินเดีย ทำให้ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศสิงคโปร์ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนเป็นช่วงที่แล้งมากที่สุด และประเทศลาวในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายนมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติมากกว่า 50% และในประเทศไทยมีปริมาณฝนของสถานีเชียงรายได้ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายนต่ำกว่าค่าปกติถึง 42% (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563) ในภาพรวมทั้งประเทศไทยในปี 2563 จะมีปริมาณน้ำฝนรวมน้อยกว่าค่าปกติ 3% และในปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนรวมน้อยกว่าค่าปกติถึง 17% ทำให้ในปี 2562 เกิดความแล้ง มีการใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำเกือบหมด และส่งผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจของประเทศ (โดยที่ภัยแล้งทำให้เกิดการสิ้นเปลืองและสูญเสียผลผลิตทางการเกษตร ป่าไม้ ประมง ปศุสัตว์ และเศรษฐกิจทั่วไป เช่น การสูญเสียอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว อุตสาหกรรมขนส่ง ฯลฯ) อยู่ที่ประมาณ 17,000-19,000 ล้านบาท (สำนักงานบริหารนโยบายของนายกรัฐมนตรี, 2564) โดยในปี 2564 กรมอุตุนิยมวิทยาได้คาดการณ์ลักษณะอากาศช่วงฤดูฝนของประเทศไทยว่า จะมีปริมาณฝนรวมของทั้งประเทศในช่วงฤดูฝนมากกว่าค่าปกติประมาณ 5% (ซึ่งในปีก่อนหน้าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณฝนรวมน้อยกว่าค่าปกติ 3% และปริมาณรวมทั้งปีน้อยกว่าค่าปกติ 4%) โดยช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนจะเป็นเดือนที่มีฝนตกชุกหนาแน่น และฤดูฝนของประเทศไทยปี 2564 นี้จะสิ้นสุดในช่วงกลางเดือนตุลาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) จากที่ได้กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นเมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาวะแล้ง การศึกษากลไกที่พืชใช้ในการปรับตัวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโต และพัฒนา รวมถึงปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

6. ผลจากความแล้งต่อพืชและการตอบสนองของพืชต่อความแล้ง

ปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือปัญหาภัยแล้ง เป็นปัญหาเนื่องมาจากความผันแปรทางธรรมชาติ ประกอบกับการกระทำของมนุษย์ ทำให้มนุษย์ขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตร ซึ่งการขาดน้ำนี้อาจจะเกิดจากการที่มีน้ำในดินน้อย พืชมีการคายน้ำสูง หรืออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงมาก โดยการขาดน้ำนี้จะมีผลกระทบต่อพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้พืชมีการตอบสนองโดยมีการเจริญเติบโต และผลผลิตลดลง

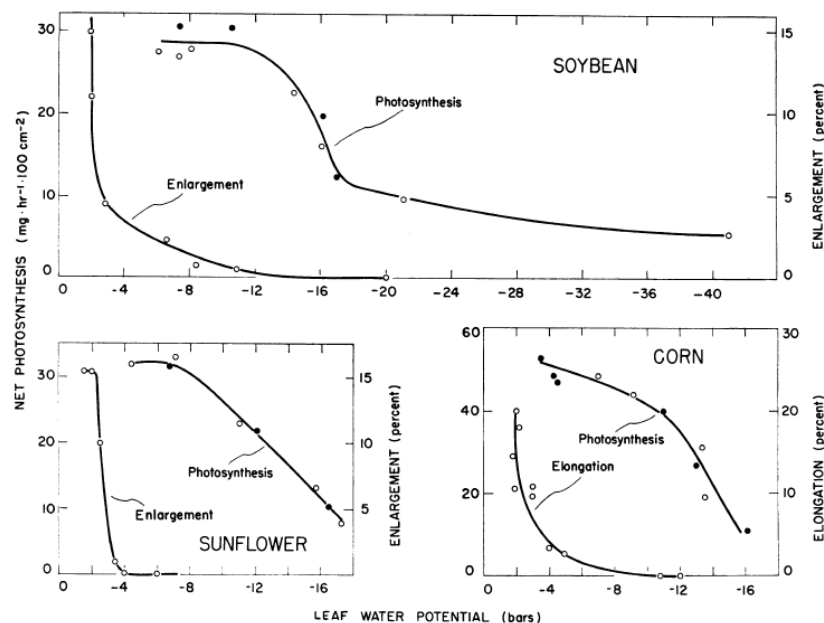
6.1 ผลทางตรง (primary effect)

ผลจากความแล้งมีผลทางตรงต่อพืช คือ ทำให้มีปริมาณน้ำในเซลล์ลดลง โดยปกติเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของพืชจะมีปริมาณน้ำอยู่แตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดของเนื้อเยื่อ อายุ ปริมาณน้ำในดินและในอากาศ เช่น ส่วนที่กำลังเติบโตของพืชจะมีปริมาณน้ำอยู่ 85-95% ของน้ำหนักสด และส่วนที่มีการพักตัวจะมีปริมาณน้ำอยู่เพียง 5-10% ของน้ำหนักสดเท่านั้น (ลิลลี่ กาวิฑีระ, มาลี ณ นคร, สุริยา ตันติวิวัฒน์, และ ณรงค์ วงศ์กันทรากร, 2556)

6.2 ผลทางอ้อม (secondary effect)

6.2.1 การขยายขนาดของเซลล์ลดลง ลดพื้นที่ใบ และการหลุดร่วงใบ

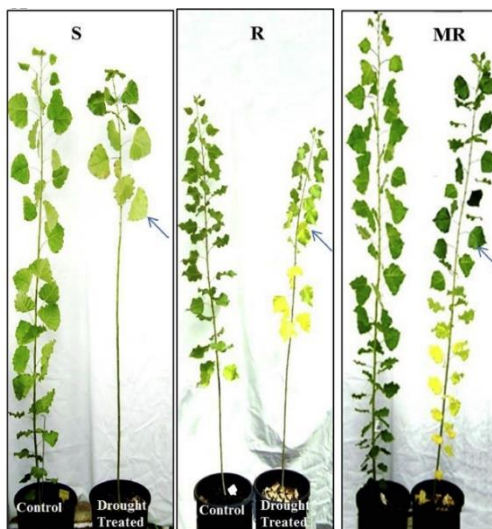
การขยายขนาดของเซลล์ (cell expansion) เป็นกระบวนการที่อาศัยแรงเต่ง (turgor) เมื่อปริมาณน้ำในพืชลดลง ในเซลล์มีน้ำน้อย เซลล์มีการหดตัวเล็กลง ผนังเซลล์อ่อนตัวลง ทำให้ใบมีขนาดเล็กลง พื้นที่ใบลดลง ซึ่งส่งผลให้มีพื้นที่ในการรับแสงน้อยลง มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น จากผลการศึกษาศาสตร์ภาวะขาดน้ำต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และการขยายขนาดของใบในข้าวโพด (*Zea mays*) ถั่วเหลือง (*Glycine max*) และทานตะวัน (*Helianthus annuus*) พบว่า เมื่อมีการขาดน้ำเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ค่าศักยภาพของน้ำลดลง จะส่งผลต่อการขยายขนาดของใบอย่างรวดเร็ว แต่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อย แต่เมื่อมีการขาดน้ำเพิ่มมากขึ้น การสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นได้น้อยลง และพืชจะมีใบที่ขยายอย่างมากเมื่อค่าศักยภาพของน้ำอยู่ที่ -4 bars (ภาพประกอบ 2) (Boyer, 1970)



ภาพประกอบ 2 สภาวะขาดน้ำต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และการขยายขนาดของใบในถั่วเหลือง (*Glycine max*) ข้าวโพด (*Zea mays*) และทานตะวัน (*Helianthus annuus*)

ที่มา: Boyer (1970)

นอกจากนี้การขาดน้ำยังชักนำให้พืชมีการสังเคราะห์ฮอร์โมนเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบ โดยเอทิลีนจะยับยั้งการเคลื่อนย้ายออกซินที่จะมาที่บริเวณที่จะมีการหลุดร่วง ทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบ จากการศึกษาใน black poplar (*Populus nigra* L.) ซึ่งศึกษาผลของสภาวะแล้งต่อการหลุดร่วงของใบ พบว่า ใน black poplar สายพันธุ์ที่ sensitive (S) เมื่อได้รับสภาวะแล้ง ใบจะมีลักษณะแห้งและหลุดร่วงอย่างรุนแรง ในขณะที่สายพันธุ์ที่ moderate resistant (MR) เมื่อได้รับสภาวะแล้ง จะมีใบลักษณะสีเหลือง ส่วนสายพันธุ์ที่ resistant (R) จะมีใบหลุดร่วงในใบที่มีอายุมากในสภาวะปกติ แต่จะมีใบหลุดร่วงเพิ่มขึ้นในสภาวะที่ได้รับความแล้ง เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำปกติ (ภาพประกอบ 3) (Yildirim & Kaya, 2017)



ภาพประกอบ 3 ผลของสภาวะแล้งต่อการหลุดร่วงของใบ black poplar ในสายพันธุ์ที่ sensitive (S), moderate resistant (MR) และ resistant (R)

ที่มา: Yildirim & Kaya (2017)

6.2.2 การมีระบบรากที่ไม่สมบูรณ์ และลดการแพร่กระจายของราก

ในสภาวะปกติที่พืชได้รับน้ำเพียงพอ ดินจะมีความชื้น ทำให้การเจริญเติบโตของรากเป็นไปได้ดี โดยรากส่วนใหญ่จะอยู่ที่ผิวดินชั้นบน มีรากตื้น และมีการแพร่กระจายออก แต่เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ บริเวณดินชั้นบนจะมีลักษณะแห้ง แข็ง และความชื้นที่ผิวดินลดลง ทำให้บริเวณปลายรากที่เจริญบนดินชั้นบนไม่ได้รับน้ำ สูญเสียแรงต่ง ทำให้รากเจริญเติบโตไม่ดี แต่พืชจะมีการเจริญของรากลงไปบริเวณดินชั้นล่างที่ยังคงมีความชื้นอยู่ จึงส่งผลให้พืชมีระบบรากลึก แต่ไม่มีการแพร่กระจายออกของราก เพื่อคูดน้ำมาให้ต้นพืชได้ใช้ในการเติบโต

6.2.3 การสังเคราะห์กรดแอบไซซิกเพิ่มขึ้น และปากใบปิด

เมื่อพืชขาดน้ำ พืชจะมีการสังเคราะห์กรดแอบไซซิก (abscisic acid; ABA) เพิ่มขึ้น ABA จะถูกสร้างขึ้นใน mesophyll cells และสะสมในคลอโรพลาสต์ เมื่อขาดน้ำ เยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์มี permeability เพิ่มขึ้น ทำให้ ABA บางส่วนที่สะสมใน mesophyll cells เกิดการรั่วไหลออกไปสู่ apoplast ทำให้ ABA จะถูกเคลื่อนย้ายไปสู่ guard cells โดยอาศัย transpiration stream การลดปริมาณของ ABA ในคลอโรพลาสต์จะทำให้เกิดการกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์ ABA เพิ่มขึ้น และ ABA จะไปมีผลให้ปิดปากใบ ABA ที่เพิ่มขึ้นจะระงับการแลกเปลี่ยนประจุ

H^+ และ K^+ ของ guard cells โดยจะระงับการผ่านของ K^+ เข้าสู่ guard cells ชักนำไปให้ K^+ ออกไปสะสมอยู่ในเซลล์ข้างเคียง ทำให้เซลล์ข้างเคียงมีค่า water potential ลดต่ำกว่าใน guard cells น้ำจึงไหลออกจาก guard cells ทำให้เซลล์कुมเหี่ยว และปากใบปิด

6.2.4 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

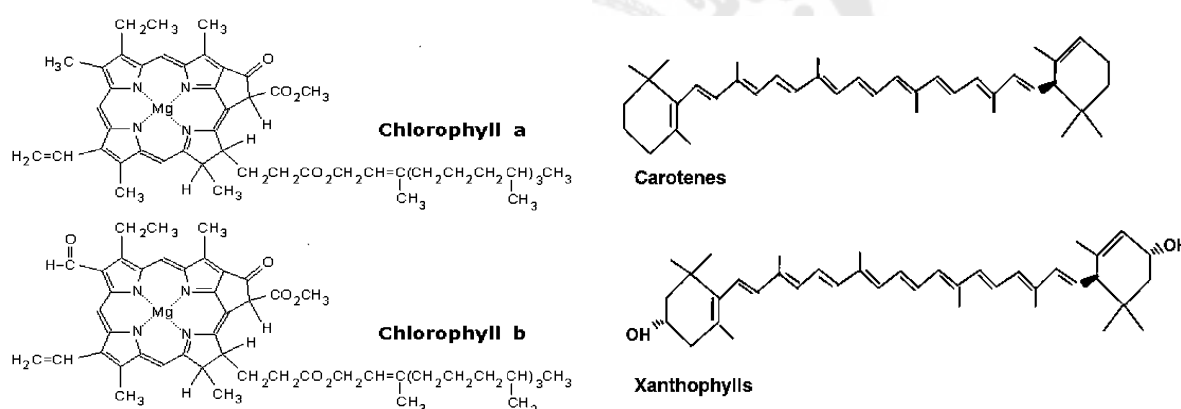
กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ การที่พลังงานแสงเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต และมีก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้น (ลิลลี่ กาวิตีระ และคนอื่น ๆ, 2556) ในพืชจะมีคลอโรพลาสต์ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง โดยในคลอโรพลาสต์จะมีรงควัตถุ (pigment) ที่สามารถดูดซับพลังงานแสงได้ รงควัตถุประกอบด้วย รงควัตถุที่สำคัญ และรงควัตถุประกอบ

รงควัตถุที่สำคัญ (primary pigment) รงควัตถุที่สำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) มีโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วน คือ วงแหวน pyrrole 4 วงเรียงติดกัน โดยมีไนโตรเจนและแมกนีเซียมเชื่อมพันธะเป็นองค์ประกอบอยู่ตรงกลาง ซึ่งเป็นบริเวณที่ดูดแสง และส่วนที่ 2 คือ ส่วนหาง ที่มีไฮโดรคาร์บอนสายยาว เรียกว่า phytol (ภาพประกอบ 4) คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวแกมน้ำเงิน และดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 662 นาโนเมตร (แสงสีแดง) ซึ่งคลอโรฟิลล์ เอ ไม่ใช่รงควัตถุชนิดเดียวที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่คลอโรฟิลล์ เอ มีความสำคัญโดยตรงในปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสงแบบใช้แสง ซึ่งเปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานเคมี

รงควัตถุประกอบ (accessory pigment) คือ รงควัตถุชนิดอื่น ๆ ที่ไม่สามารถนำพลังงานแสงที่ได้รับไปใช้ได้โดยตรง ต้องส่งพลังงานดังกล่าวให้กับคลอโรฟิลล์ เอ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อไป รงควัตถุประกอบได้แก่ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์

คลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ บี เหมือนกับโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ ต่างกันเพียงตรงวงแหวน pyrrole วงที่ 2 ของคลอโรฟิลล์ เอ มีโซ่ข้างเป็นหมู่เมทิล ($-CH_3$) ส่วนของคลอโรฟิลล์ บี เป็นหมู่อัลดีไฮด์ ($-CHO$) (ภาพประกอบ 4) คลอโรฟิลล์ บี จะมีสีเขียวอมเหลือง และดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 454 และ 643 นาโนเมตร

แคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นสารประกอบพวกไขมัน เป็นสายไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยคาร์บอน 40 อะตอม มีสีเหลือง สีส้ม สีแดง แคโรทีนอยด์ไม่ได้มีบทบาทในการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยตรง แต่แคโรทีนอยด์จะช่วยดูดซับพลังงานแสงในช่วงที่คลอโรฟิลล์ เอ ไม่สามารถดูดซับได้ และพลังงานดังกล่าวจะถูกส่งไปให้คลอโรฟิลล์ เอ เพียง 10% เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งหน้าที่หลักของแคโรทีนอยด์คือช่วยป้องกันไม่ให้แสงทำลายคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ประกอบด้วยวงควัตถุ 2 ชนิด คือ แคโรทีน (carotene) และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) แคโรทีนเป็นรงควัตถุที่มีสีส้มอมแดง สีเหลืองอมแดง หรือสีส้ม แคโรทีนจะดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 499 และ 475 นาโนเมตร และแซนโทฟิลล์เป็นรงควัตถุที่มีสีเหลืองเข้ม หรือสีเหลืองแกมน้ำตาล นอกจากประกอบด้วยสายยาวของไฮโดรคาร์บอนแล้วยังมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (ภาพประกอบ 4)



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี แคโรทีนอยด์ และแซนโทฟิลล์

ที่มา: Ficco et al., (2014) และ Perez, Teixeira da Silva, & Lao (2006)

เมื่อพืชได้รับความเครียดจากการขาดน้ำจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและการสลายรงควัตถุในใบพืช (Iturbe-Ormaetxe, Escuredo, Arrese-Igor, & Becana, 1998; Mibei, Ambuko, Giovannoni, Onyango, & Owino, 2016; ปวันรัตน์ โอภาสดี, 2561) จากการศึกษาในต้นมะเขือยาวแอฟริกา พบว่า ต้นมะเขือยาวแอฟริกาที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมในสภาวะปกติ (Mibei et al., 2016) และจากการศึกษาในต้นทานตะวันที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่างกัน พบว่า สภาวะเครียดจากความแล้งมีผลต่อ

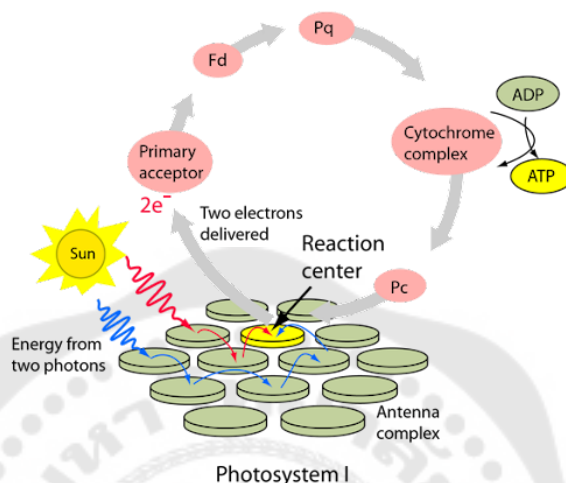
ปริมาณรงควัตถุทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ เมื่อเปรียบเทียบจะพบว่าในสภาวะปกติจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี สูงกว่าชุดที่ได้รับความเครียดจากความแล้ง แต่มีปริมาณ แคโรทีนอยด์ต่ำกว่า (Ghobadi, Taherabadi, Ghobadi, Mohammadi, & Jalali-Honarmand, 2013) ซึ่งอธิบายไว้ว่า การที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี สูง อาจเป็นผลมาจากการสังเคราะห์ที่รวดเร็วหรือเกิดการสลายของคลอโรฟิลล์อย่างช้า (Smirnoff, 1993) และการที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มสูงขึ้นในสภาวะแล้ง อาจเนื่องมาจากการที่พืชต้องการให้แคโรทีนอยด์ช่วยดูดซับแสงส่วนเกิน เพื่อไม่ให้ไปทำลายคลอโรฟิลล์ (Elsheery & Cao, 2008)

กลไกในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ การเปลี่ยนพลังงานแสงให้อยู่ในรูปของพลังงานเคมีในโมเลกุลของสารอินทรีย์ ซึ่งมี 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction) และปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fixation reaction)

ปฏิกริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นที่ไทลาคอยด์ (thylakoid) โดยรงควัตถุรับพลังงานแสงเป็นพลาสติดีด (plastids) ชนิดหนึ่งที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ภายในมีช่องเหลว เรียกว่า สโตรมา (stroma) และมีเยื่อไทลาคอยด์ ซึ่งมี lumen อยู่ภายใน โดยบริเวณเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ (thylakoid membrane) เป็นที่เกิดของปฏิกริยาที่ต้องใช้แสง จะมีรงควัตถุประกอบอยู่ เรียกว่า ระบบแสง (photosystem) โดยในระบบแสงจะมีหน่วยรับพลังงานแสง เช่น แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งจะทำงานร่วมกันในการรับพลังงานแสงแล้วส่งพลังงานเข้าสู่ศูนย์กลางปฏิกริยา คือ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เอ เมื่อได้รับพลังงานที่พอเหมาะ อิเล็กตรอนจะถูกกระตุ้นให้อยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่า (excited state) และถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้แก่ตัวรับถัดไปเพื่อสร้างสารที่มีพลังงานสูง ได้แก่ ATP และ NADPH เพื่อนำพลังงานเหล่านี้ไปใช้ในการสร้างสารอินทรีย์ในปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป ซึ่งการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในปฏิกริยาที่ต้องใช้แสงนั้นเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ cyclic electron flow และ non-cyclic electron flow

Cyclic electron flow เป็นการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องกับ photosystem I (PSI, P₇₀₀) เท่านั้น เมื่อศูนย์กลางปฏิกริยา (P₇₀₀) ได้รับแสง อิเล็กตรอนที่ระดับพลังงานปกติ (ground state) จะดูดซับพลังงานแสงและไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่า (excited state) อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นจะหลุดออกจากโมเลกุลของ P₇₀₀ ไปยังตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) และเคลื่อนย้ายไปตาม electron transport chain ได้แก่ ferredoxin (Fd) และส่งต่อไปยัง plastoquinone (Pq), cytochrome complex (Cyt_{b6/f}) และ plastocyanin (Pc) และกลับมายัง

ศูนย์กลางปฏิกิริยาเดิมคือ P_{700} ซึ่งในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนแบบนี้จะไม่มีการผลิตออกซิเจน และ NADPH เกิดขึ้น แต่จะมีการสังเคราะห์ ATP (ภาพประกอบ 5)

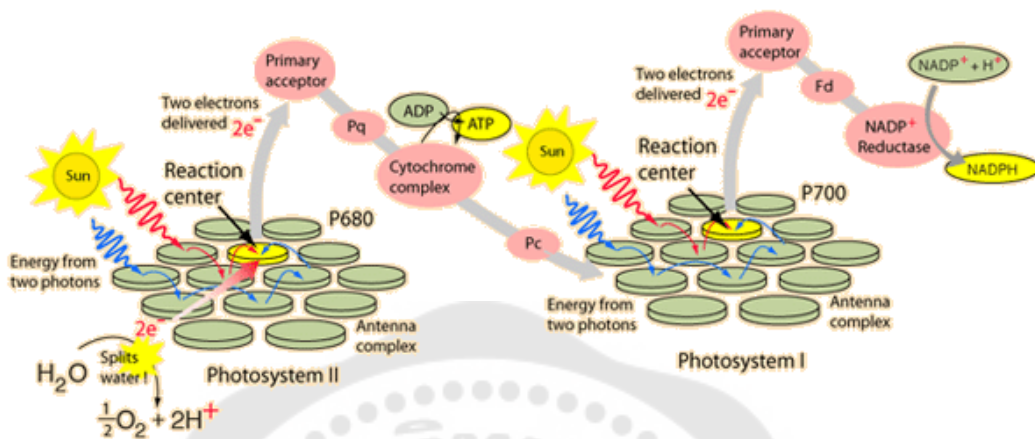


ภาพประกอบ 5 การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง แบบ cyclic electron flow

ที่มา: HyperPhysics (2016a)

Non-cyclic electron flow เป็นการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องกับ photosystem I (PSI, P_{700}) และ photosystem II (PSII, P_{680}) เมื่อศูนย์กลางปฏิกิริยา (P_{680}) ได้รับแสง อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานปกติ (ground state) จะดูดซับพลังงานแสงและไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่า (excited state) อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นจะหลุดออกจากศูนย์กลางปฏิกิริยา (P_{680}) ไปยังตัวรับอิเล็กตรอน และเคลื่อนไปตาม electron transport chain คือ pheophytin, plastoquinone (Pq), cytochrome complex (ประกอบด้วย cytochrome_{b6} และ cytochrome_f เป็น complex ที่เชื่อมระหว่าง PSII กับ PSI ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเกิดการสร้าง ATP) จากนั้นส่งต่อไปยัง plastocyanin (Pc) และนำอิเล็กตรอนไปยังศูนย์กลางปฏิกิริยา (P_{700}) ศูนย์กลางปฏิกิริยาจะดูดซับพลังงานแสง และอิเล็กตรอนจะถูกกระตุ้นให้ไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่า ไปยังตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) และเคลื่อนย้ายไปตาม electron transport chain ส่งต่อไปยัง ferredoxin (Fd) และอิเล็กตรอนจาก Fd จะไปรีดิวซ์ $NADP^+$ ให้เป็น NADPH โดยเอนไซม์ ferredoxin- $NADP^+$ oxidoreductase ซึ่ง NADPH และ ATP ที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้

ในการรีดิวซ์คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ โดย non-cyclic electron flow นี้จะได้ O_2 , ATP และ NADPH เป็นผลิตภัณฑ์ (ภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง
แบบ non-cyclic electron flow

ที่มา: HyperPhysics (2016b)

ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 fixation reaction) เป็นปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ โดยนำพลังงานจาก ATP และ NADPH ที่เกิดจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง มาใช้ในการสร้างโมเลกุลของสารอินทรีย์จากสารอนินทรีย์ ซึ่งสารอินทรีย์นี้เป็นต้นกำเนิดของการนำพลังงานที่เก็บไว้ในโมเลกุลไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ต่อไป ในพืช C_3 เป็นพืชที่มีระบบการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย Calvin cycle เพียงอย่างเดียว เกิดการตรึงที่มีไซฟิลล์ (mesophyll) เป็นพืชที่มีหรือไม่มี bundle sheath (ถ้ามีก็จะมีคลอโรพลาสต์) ล้อมรอบ vascular bundle โดย Calvin cycle ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ carboxylation, reduction และ regeneration

Carboxylation เป็นขั้นตอนที่ ribulose-1,5-bisphosphate (RuBP) เข้ารวมกับ CO_2 เกิดเป็น 3-phosphoglycerate 2 โมเลกุล

Reduction เป็นขั้นตอนที่ 3-phosphoglycerate ถูกรีดิวซ์เกิดเป็น glyceraldehyde-3-phosphate ซึ่งเป็นสารประกอบพวกน้ำตาล โดยขั้นตอนนี้จะใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง

Regeneration เป็นขั้นตอนที่จะสร้างโมเลกุล RuBP ขึ้นมาอีกครั้ง เพื่อวนกลับไปเป็นตัวรับ CO_2 ในรอบต่อไป

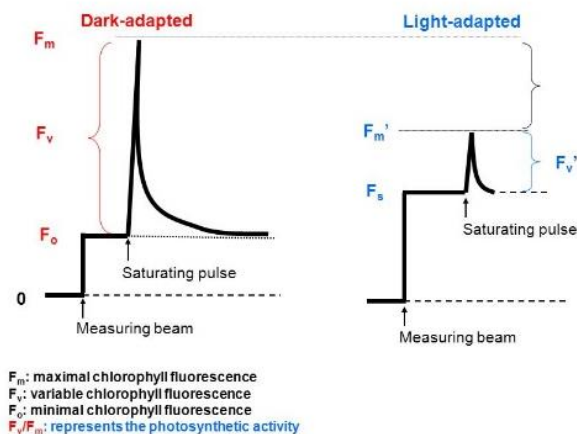
เมื่อพืชได้รับสภาวะเครียด พืชจะมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ ในกลไกการสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถประเมินสภาวะเครียดในพืชได้ โดยศึกษาคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence) พลังงานแสงมีบทบาทในการกระตุ้นโมเลกุลของรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แสงจากดวงอาทิตย์ส่องมายังโลกในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร โดยอนุภาคของคลื่นที่ส่งมานี้เรียกว่า อนุภาคโฟตอน อิเล็กตรอนจะเป็นตัวที่สามารถดูดกลืนพลังงานแสงได้ เมื่อโฟตอนมากระทบที่อะตอมหรือโมเลกุลที่มีความสามารถดูดแสงได้ที่มีความยาวคลื่นที่กำหนดให้ อะตอมหรือโมเลกุลนั้นดูดกลืนพลังงานแสงไว้แล้ว ก็จะเข้าสู่สภาวะที่เรียกว่าสภาวะเร้า (excited state) ซึ่งมีระดับพลังงานสูงขึ้น การเร้าโมเลกุลโดยแสงนี้เกิดในเวลาอันรวดเร็วมาก คือใช้เวลาน้อยกว่า 10^{-5} วินาที โดยโมเลกุลที่ขึ้นสู่สภาวะเร้า ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เสถียรนี้ จะต้องกลับลงสู่สภาวะพื้น (ground state) ซึ่งมีระดับพลังงานต่ำ เป็นการคายพลังงาน โดยการกลับลงมาทำได้ 3 แบบ ได้แก่

1. โมเลกุลในสภาวะเร้าจะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของความร้อน (heat)
2. โมเลกุลในสภาวะเร้าจะทำปฏิกิริยาต่อกับโมเลกุลชนิดอื่น แล้วสูญเสียอิเล็กตรอนไปให้กับโมเลกุลที่มาทำปฏิกิริยาด้วย นำพลังงานไปใช้ในปฏิกิริยาเคมี (photochemistry) คือ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. การคายพลังงานออกมาในรูปของแสง คือ แสงฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence)

แสงฟลูออเรสเซนซ์จะมีความยาวคลื่นมากกว่า (มีพลังงานต่ำกว่า) ความยาวคลื่นของแสงที่มาเร้าโมเลกุลในตอนแรก คือ พลังงานที่อิเล็กตรอนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เอ ปลดปล่อยออกมาในรูปของแสงฟลูออเรสเซนซ์นั้นมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 650-750 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงสีแดงเข้ม ที่มีความยาวคลื่นมากกว่าแสงสีแดงที่ดูดเข้าไป โดย 3 กระบวนการที่กล่าวมานั้นจะเป็นกระบวนการที่แข่งขันกัน เมื่อมีการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการหนึ่ง อีก 2 กระบวนการก็จะมีประสิทธิภาพที่ลดลง

คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence) เป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง และการปลดปล่อยพลังงานในรูปของความร้อน (ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์, 2559) คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์สามารถวัดได้โดยใช้เครื่อง

คลอโรฟิลล์ฟลูออโรมิเตอร์ (chlorophyll fluorometer) ซึ่งจะเริ่มโดยการนำไปพืชที่ต้องการศึกษาไปไว้ในที่มืด (dark-adapted leaf) เป็นระยะเวลาประมาณ 30 นาที เพื่อให้ขั้นตอนการถ่ายทอดพลังงานในระบบแสงดำเนินต่อไปจนถึงขั้นสุด ทำให้ศูนย์กลางปฏิกิริยา (reaction center) ของ PSII (P_{680}) อยู่ในสภาพเปิด และพร้อมที่จะรับพลังงานจากรงควัตถุในรอบต่อ ๆ ไป และเมื่อเครื่องให้แสงที่มีความเข้มต่ำมาก จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานเข้าสู่ P_{680} การถ่ายทอดพลังงานจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด พลังงานส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (photochemistry) จึงมีการสูญเสียพลังงานออกมาในรูปของแสงฟลูออเรสเซนซ์ที่ต่ำมาก เป็นจุดที่เกิดการเรืองแสงของฟลูออเรสเซนซ์ต่ำสุด จึงเรียกว่า minimum fluorescence intensity; F_0 และหลังจากนั้นเครื่องคลอโรฟิลล์ฟลูออโรมิเตอร์จะปล่อยแสงสีขาวที่มีความเข้มสูงเป็นระยะเวลาสั้น (saturating pulse) เพื่อให้มีการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนเต็มกำลังรับของระบบแสงสอง ทำให้ศูนย์กลางปฏิกิริยา (reaction center) ของ PSII (P_{680}) อยู่ในสภาพปิด ทำให้รงควัตถุเก็บเกี่ยวแสงปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของฟลูออเรสเซนซ์ ดังนั้นจะวัดค่าการเรืองแสงของฟลูออเรสเซนซ์ได้สูงสุด เรียกว่า maximum fluorescence intensity; F_m (ภาพประกอบ 7) สำหรับค่าการเรืองแสงส่วนต่างที่เกิดขึ้น เรียกว่า variable fluorescence (F_v) ซึ่งคำนวณได้จาก $F_m - F_0$ จากนั้นสามารถคำนวณหา F_v/F_m ได้จากสูตร $(F_m - F_0)/F_m$ ซึ่งค่า F_v/F_m แสดงถึงประสิทธิภาพของการจับพลังงานโดยศูนย์กลางปฏิกิริยา เป็นค่าสัดส่วนของพลังงานที่พืชดูดซับทั้งหมดที่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นการวัดความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสง และประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์ ในสภาวะปกติค่า F_v/F_m จะอยู่ที่ประมาณ 0.80-0.83 แต่เมื่อพืชได้รับความเครียด ค่า F_v/F_m จะลดลง เนื่องจากมีกระบวนการยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง (photoinhibition) PSII ถูกทำลาย หรือมีการทำงานที่ผิดปกติ จึงส่งผลให้ลักษณะการเรืองแสงเปลี่ยนแปลงไป โดยค่าที่ลดลงจะมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และการเติบโตของพืช (Björkman & Demmig, 1987; Koscielniak, Filek, & Biesaga-Koscielniak, 2006; Maxwell & Johnson, 2000; สุทธิใจ ล้อเจริญ, ปริยานุช จุลกะ, และ ยิงยง ไพสุขสานติวัฒน์, 2562)



ภาพประกอบ 7 การเกิดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์

ที่มา: Chien (2012)

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) เป็นค่าที่ใช้ในการประเมินและบ่งบอกถึงความสามารถในการรับโฟตอนของระบบแสงสองในพืชที่จะนำไปใช้ในการกระตุ้นให้เกิดการขนส่งอิเล็กตรอนออกจากศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสงสอง เพื่อส่งต่อไปยังตัวรับอิเล็กตรอน (Q_B) (พชร มณีโชติ, สุขุมภรณ์ แสงงาม, และ ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร, 2563; สุขุมภรณ์ แสงงาม, ธนบุรณ พลากุลมณฑล, คณิน คงเอียง, และ อภิชาติ สุขสำราญ, 2561) โดยค่าที่มากจะหมายถึง ประสิทธิภาพของการทำงานของคลอโรฟิลล์ที่ดักจับแสงเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานในการสร้างอาหารมีสูงขึ้น จากการศึกษาในต้นข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) พบว่า ในชุดการทดลองที่ให้พืชได้รับสภาวะขาดน้ำ จะมีการลดลงของค่า Pi และมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ที่ลดลง และค่า F_v/F_m จะลดลงและเห็นได้ชัดในชุดการทดลองที่มีการขาดน้ำอย่างรุนแรง (Zivcak, Brestic, Olsovska, & Slamka, 2008) เช่นเดียวกับการศึกษาใน *F. carica* L. จำนวน 2 สายพันธุ์คือ Zidi (ZD) และ Bither Abiadh (BA) ในการตอบสนองต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ พบว่า พืชมีค่า F_v/F_m ลดลงในทั้งสองสายพันธุ์เมื่อได้รับสภาวะเครียดจากน้ำ โดยในปีแรกของการศึกษามีค่า F_v/F_m ต่ำสุดคือ 0.291 และ 0.300 ในสายพันธุ์ ZD และ BA ตามลำดับ และในปีที่ 2 ของการศึกษาพบว่าค่า F_v/F_m ต่ำสุดคือ 0.533 และ 0.563 ในสายพันธุ์ ZD และ BA ตามลำดับ และในเวลาต่อมาเมื่อมีการให้น้ำ ก็ส่งผลให้พืชมีค่า F_v/F_m เพิ่มขึ้น (Ammar, Ben Aissa, Mars, & Gouiaa, 2020) และจากการศึกษาคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในต้นอ่อน *Lycium ruthenicum* Murr. ที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง พบว่า ในชุดการทดลองที่ได้รับความเครียดจากความแล้งจะชักนำให้พืชมีค่า F_o เพิ่มมากขึ้น มีค่า F_m

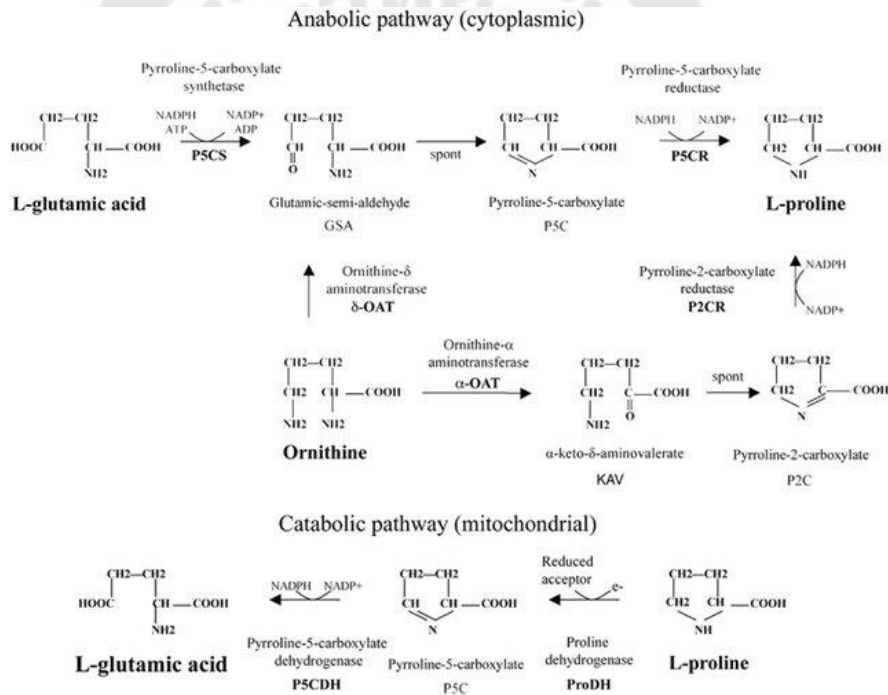
ลดลง ส่งผลทำให้มีค่า Fv/Fm ลดลง ซึ่งการที่ค่า Fv/Fm ของชุดการทดลองที่ได้รับความแล้งลดลง บ่งชี้ให้เห็นว่า ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานแสงลดลง และศักยภาพของ active center ลดลง ซึ่งอาจจะได้รับความเสียหายหรือถูกทำลาย ส่งผลให้ต้นอ่อน *L. ruthenicum* มีการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง นอกจากนี้ quantum yield of PSII ก็มีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าสภาวะแล้งมีผลต่อการเปิดศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสงสอง เมื่อการขนส่งพลังงานซึ่งถูกดูดซับโดย antenna pigment เสียไป การเรืองแสงฟลูออเรสเซนซ์ และการกระจายความร้อนจะเพิ่มขึ้น โดยที่ปฏิกิริยาเคมี (photochemistry) คือกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง (Guo, Yu, Kong, Yan, & Zhang, 2016)

6.2.5 การสังเคราะห์สารอินทรีย์ที่สำคัญในการปรับสมดุลออสโมติก

เมื่อพืชอยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง หรือขาดน้ำ ศักย์ของน้ำในใบพืชจะลดลง นำไปสู่การสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ ทำให้เซลล์สูญเสียน้ำความเต่ง ทำให้เมมเบรนเกิดการเสียหาย และทำให้เกิดการทำงานของโปรตีนผิดปกติ และอาจส่งผลทำให้พืชตายได้ พืชต้องมีการปรับสมดุลแรงดันออสโมซิส (osmotic adjustment) ในเซลล์พืช เพื่อให้พืชยังคงสามารถดูดน้ำมาใช้ในการดำรงชีวิตและเติบโตอยู่ได้ (Rodriguez, Roberts, Jordan, & Drew, 1997) ซึ่งในพืชแต่ละชนิดจะมีการปรับตัวที่แตกต่างกัน พืชจะลดค่าศักย์ของน้ำในเซลล์ให้ต่ำกว่าศักย์ของน้ำภายนอกดิน ทำให้น้ำยังคงสามารถออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ได้ พืชจะลดค่าศักย์ของน้ำภายนอกเซลล์โดยจะมีการสะสมสารบางชนิด เรียกว่า สารคอมแพทิเบิลโซลูท (compatible solute) หรือสารออสโมโพรเทคแทนต์ (osmoprotectant) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษต่อพืช จะสะสมในไซโทซอลโดยสารคอมแพทิเบิลโซลูท ได้แก่ โพรลีน ไกลซีนบีเทน กรดอินทรีย์ และน้ำตาล เป็นต้น

โพรลีน (proline) เป็นกรดอะมิโนไม่จำเป็น (non-essential amino acid) ที่พบในพืช โพรลีนสังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนกลูตามิก (วิถีกลูตาเมต; glutamate pathway) ในไซโทซอล หรือคลอโรพลาสต์ หรือสังเคราะห์จากกรดอะมิโนออธรีนีน (วิถีออธรีนีน; ornithine pathway) ในไมโทคอนเดรีย ในวิถีกลูตาเมต (glutamate pathway) โพรลีนจะถูกสร้างขึ้นจากกรดกลูตามิก (L-Glutamic acid) และเปลี่ยนเป็น Glutamic-semi-aldehyde (GSA) โดยเอนไซม์ Pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) ต่อจากนั้นเกิดกระบวนการ dehydration โดยไม่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้อง และจะได้ Pyrroline-5-carboxylate (P5C) จากนั้นเกิดกระบวนการรีดักชันต่อโดยเอนไซม์ Pyrroline-5-carboxylate reductase (P5CR) และจะได้โพรลีน (ภาพประกอบ 8) ส่วนวิถีออธรีนีน (ornithine pathway) ออธรีนีน (Ornithine) จะถูกเปลี่ยนด้วยเอนไซม์ 2 ชนิด

ได้แก่ Ornithine- δ aminotransferase (δ -OAT) จะเปลี่ยน Ornithine เป็น GSA, P5C และ L-proline ตามลำดับเช่นเดียวกับวิถีกลูตาเมต ส่วนเอนไซม์อีกตัวหนึ่งที่สามารถเปลี่ยน Ornithine ได้ คือ Ornithine- α aminotransferase (α -OAT) ซึ่ง Ornithine จะถูกเปลี่ยนเป็น α -keto- δ -aminovalerate (KAV) และเปลี่ยนเป็น Pyrroline-2-carboxylate (P2C) และเกิดการเปลี่ยนเป็น L-proline โดยเอนไซม์ Pyrroline-2-carboxylate reductase (P2CR) (ภาพประกอบ 8) ส่วนการสลายตัวของโพรลีน จะเกิดจากกระบวนการออกซิเดชัน โดย L-proline จะถูกเปลี่ยนเป็น Pyrroline-5-carboxylate (P5C) โดยเอนไซม์ Proline dehydrogenase (ProDH) และเมื่อเกิดปฏิกิริยาอีกขั้นตอนหนึ่งโดยเอนไซม์ Pyrroline-5-carboxylate dehydrogenase (P5CDH) จะได้กรดกลูตามิก (L-Glutamic acid) (ภาพประกอบ 8)



ภาพประกอบ 8 กระบวนการสังเคราะห์และสลายโพรลีนในพืชชั้นสูง

ที่มา: Trovato, Mattioli, & Costantino (2008)

โดยทั่วไปในสภาวะปกติ พืชจะมีการสะสมโพรลีนอยู่แล้ว แต่มีอยู่ในระดับต่ำ (Gzik, 1996) แต่เมื่อมีสภาวะแล้งหรือขาดน้ำ จะพบว่ามี การเพิ่มขึ้นของกรดอะมิโนโพรลีนอย่างรวดเร็ว โดยเพิ่มขึ้นจากการสร้างขึ้นจากกรดกลูตามิก โดยโพรลีนจะทำหน้าที่เป็นที่กักเก็บคาร์บอน และไนโตรเจน

ภายใต้สภาวะขาดน้ำ และการเพิ่มขึ้นของโพรีลินนั้น จะไปมีผลในการลดค่าศักย์ของน้ำในเซลล์ ลดลงให้ต่ำกว่าศักย์ของน้ำนอกเซลล์ ซึ่งมีผลต่อ osmoregulation ทำให้พืชยังสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะแล้งหรือขาดน้ำ (นวรรตน์ อุดมประเสริฐ, 2558) นอกจากนี้โพรีลินมีหน้าที่เป็นออสโมโพรเทคแทนต์แล้ว ยังมีหน้าที่กำจัด reactive oxygen species (ROS) โดยช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และยังรักษาโครงสร้างของสารชีวโมเลกุล (Hayat et al., 2012; Sami, Yusuf, Faizan, Faraz, & Hayat, 2016) จากการศึกษาในข้าวบาร์เลย์จำนวน 3 สายพันธุ์ที่ได้รับการขาดน้ำ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณโพรีลินและผลผลิตมีความสัมพันธ์กันในทางตรงกันข้าม คือ มีการสะสมปริมาณโพรีลินสูง แต่มีปริมาณผลผลิตต่ำ ซึ่งทำให้สามารถใช้โพรีลินเป็นดัชนีบ่งบอกถึงความเครียด และความทนแล้งได้ ในสภาวะขาดน้ำ หรือแล้งจะมีการสะสมโพรีลิน เนื่องจาก เมื่อพืชขาดน้ำจะทำให้กระบวนการเปลี่ยนกรดกลูตามิกเป็น glutamic-semi-aldehyde (GSA) เกิดขึ้นได้ดี และยับยั้งกระบวนการเปลี่ยนกรดกลูตามิกไปเป็น 2-oxoglutamate ซึ่งเมื่อเกิด GSA จึงทำให้มีการสร้าง pyrroline-5-carboxylate (P5C) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการสร้างโพรีลินเพิ่มมากขึ้น (นวรรตน์ อุดมประเสริฐ และ อมรรัตน์ พรหมบุญ, 2537) นอกจากนี้ในสภาวะขาดน้ำจะยับยั้งกระบวนการ proline oxidation ทำให้กระบวนการสลายที่เปลี่ยนโพรีลินไปเป็นกรดกลูตามิกเกิดขึ้นได้ช้าลง (Boggess, Stewart, Aspinall, & Peleg, 1976; ขนิษฐา วันสา, 2548) และจากการศึกษาในข้าวจำนวน 6 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวมีการสะสมโพรีลินในปริมาณมากในส่วนของใบและ sheath ในข้าวที่ได้รับสภาวะแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และในชุดการทดลองที่มีความแล้งรุนแรงจะมีการสะสมโพรีลินสูง แต่เมื่อมีการให้น้ำอีกครั้ง ผลการทดลองพบว่าต้นข้าวจะมีการสะสมปริมาณโพรีลินที่ลดลง (Dien, Mochizuki, & Yamakawa, 2019) นอกจากนี้การศึกษาใน *F. carica* L. พบว่าพืชมีการสะสมปริมาณน้ำตาล และโพรีลินเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะการขาดน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการ osmolyte acquisition เป็นกระบวนการพื้นฐานในการปรับตัวเข้ากับความแล้งของพืช *Ficus* sp. โดยจะรักษาความเต่งของเซลล์และหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งสาร osmoregulation เหล่านี้จะช่วยเพิ่มการกักเก็บน้ำ เพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำ (Mardinata, Edy Sabli, & Ulpah, 2021)

น้ำตาล เป็นสารอินทรีย์ที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานแล้วยังเป็นสารตั้งต้นที่ให้โครงสร้างคาร์บอนสำหรับการสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในเซลล์ และในพืชที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากการขาดน้ำ หรือความแล้ง น้ำตาลมีบทบาทในการช่วยปรับสมดุลออสโมซิส โดยช่วยลดค่าศักย์ของน้ำภายในเซลล์ ช่วยให้เซลล์ไม่สูญเสียน้ำออกไปจนเป็นอันตราย ซึ่งปริมาณของน้ำตาลจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะเครียด จากการศึกษาในถั่วเหลือง

2 สายพันธุ์ ได้แก่ Shennong8 และ Shennong12 โดยให้น้ำที่ระดับต่างกัน คือ 75, 45 และ 30% FC พบว่าต้นถั่วเหลืองที่อยู่ในสภาวะแล้งจะมีปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ และน้ำตาลซูโครสเพิ่มมากขึ้นทั้งในส่วนขอใบและราก โดยที่บริเวณรากจะมีปริมาณที่น้อยกว่าบริเวณใบ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Du et al., 2020) และจากการศึกษาใน cowpea (*Vigna unguiculata* L.) พบว่า เมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง จะมีการสะสมปริมาณโพลีฟีนอล และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น 9% และ 5% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม เนื่องจากทั้งโพลีฟีนอลและน้ำตาลทำหน้าที่เป็น osmotic adjustment ช่วยปรับระดับน้ำให้แก่พืช ทำให้พืชยังคงมีชีวิตรอดอยู่ในสภาวะแล้ง (Sadeghipour, 2018)

6.2.6 ความเครียดและผลกระทบจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stress)

ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือ oxidative stress เป็นสภาพเครียดที่เกิดจาก reactive oxygen species (ROS) หรือ active oxygen species (AOS) ซึ่ง Perl-Treves & Perl (2002) ได้อธิบายรูปแบบของ ROS ที่พบในพืชไว้ดังนี้

1. singlet oxygen (1O_2) ไม่จัดเป็นอนุมูลอิสระ ซึ่ง 1O_2 เกิดจากออกซิเจนในรูปที่เสถียร (O_2) ได้รับพลังงานระหว่างที่รังควัตถุสถานะกระตุ้น (excited state) เปลี่ยนเป็นรังควัตถุสถานะพื้น (ground state)

2. superoxide anion radical ($O_2^{\cdot-}$) เป็นอนุมูลอิสระที่ไม่เสถียร มีครึ่งชีวิตสั้น (1×10^{-6} วินาที) เกิดจากการลดลงของอิเล็กตรอนของออกซิเจน คือออกซิเจนในรูปที่เสถียร (O_2) เกิดกระบวนการ reduction ซึ่ง $O_2^{\cdot-}$ อาจเปลี่ยนเป็น hydrogen peroxide (H_2O_2) โดยเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD) หรือเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous)

3. hydrogen peroxide (H_2O_2) เป็นสารประกอบที่ไม่จัดเป็นอนุมูลอิสระ มีครึ่งชีวิตสั้น (1×10^{-3} วินาที) เป็นสารประกอบทำหน้าที่เป็นตัวรับหรือตัวให้อิเล็กตรอนของกิจกรรมต่าง ๆ ในเซลล์ ซึ่ง H_2O_2 เป็นสารที่ค่อนข้างเสถียร และมีความเป็นพิษที่น้อยกว่า ROS รูปแบบอื่น ๆ

4. hydroxyl radical (OH^{\cdot}) เป็นอนุมูลอิสระที่มีความสามารถในการแย่งรับอิเล็กตรอนในกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ ไม่เสถียร มีครึ่งชีวิตสั้น (1×10^{-9} วินาที) และเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่จำเพาะกับโมเลกุลของสารในเซลล์ และสามารถแพร่ผ่านระหว่างเซลล์ได้ง่าย เช่นเดียวกับสารที่มีขั้ว (polar molecule)

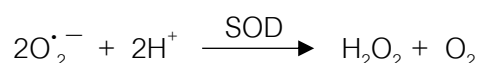
พืชเมื่อได้รับความเครียด จะเกิดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน มี reactive oxygen species (ROS) ต่าง ๆ เกิดขึ้น ส่งผลทำให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ เกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ หรือทำให้เซลล์ตาย (Halliwell & Gutteridge, 1999; Inze & Montagu, 2002) โดยกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) เกิดขึ้นเมื่อ ROS แย่งรับอิเล็กตรอนจากกรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid; RH) ส่งผลทำให้ RH กลายเป็น lipid radical (R[•]) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับออกซิเจนกลายเป็น lipid peroxy radical (ROO[•]) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่สามารถแย่งรับอิเล็กตรอนบริเวณ RH ได้ และกลายเป็น lipid hydroperoxide (ROOH) ซึ่ง ROOH จะมีความเสถียรมากขึ้น แต่ในสภาวะที่มีไฮดรอนของโลหะ เช่น Fe²⁺ จะสามารถแย่งรับอิเล็กตรอนจาก ROOH ได้เป็น Fe³⁺ และ alkoxy radical (RO[•]) จากนั้นจะเกิดปฏิกิริยาอีกหลายขั้นตอน และได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบแอลดีไฮด์ และมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ในที่สุด (ภาพประกอบ 9)

โดยปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความรุนแรงของการเกิด oxidative stress เนื่องจากในขณะที่พืชเกิด oxidative stress ถ้าพืชไม่สามารถกำจัด ROS ได้ จะทำให้เกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน ได้ผลผลิตเป็น MDA ซึ่งการวัดปริมาณ MDA สามารถวัดได้โดยวิธี thiobarbituric acid (TBA) assay โดยเมื่อ MDA ทำปฏิกิริยากับ TBA จะได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีส้มแดง (chromogen) สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) โดยปริมาณของ MDA จะแปรผันตรงกับความรุนแรงของการเกิด oxidative stress (Bastos et al., 2012)

การเกิด ROS ขึ้นในพืช เป็นอันตรายต่อเซลล์ ทำให้พืชต้องมีกลไกในการป้องกัน หรือลดความเป็นพิษที่เกิดจาก ROS โดยใช้กลุ่มเอนไซม์ในการต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้

1. ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD)

เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่กำจัด O₂^{•-} โดยเปลี่ยนให้เป็น H₂O₂ และออกซิเจน (Perl-Treves & Perl, 2002)



2. คอะตะเลส (catalase; CAT)

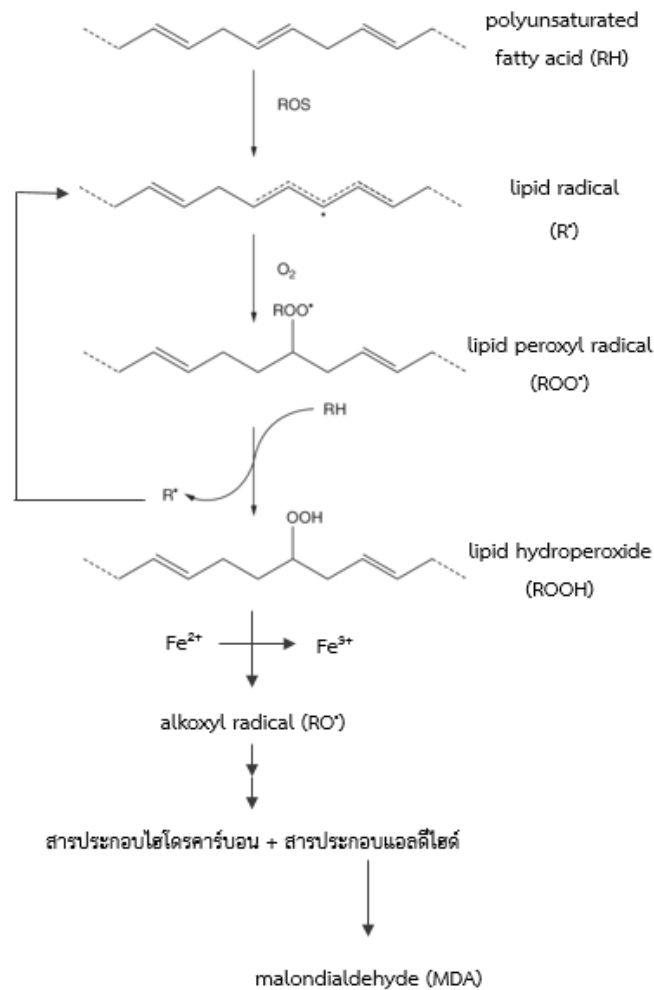
เป็นเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระที่มีโครงสร้างเป็น homotetrameric protein ทำหน้าที่เปลี่ยน H_2O_2 ที่ถูกสร้างโดยเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) ไปเป็นน้ำ และออกซิเจน



3. แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX)

เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการกำจัด H_2O_2 โดยผ่านวิถีวิตามินซี กลูตาไธโอน (ascorbate glutathione pathway) หรือ Halliwell-Asada pathway โดยหลักการทำงานของ APX ในการกำจัด H_2O_2 คือใช้วิตามินซี (ascorbate) เป็นตัวให้อิเล็กตรอนกับ H_2O_2 แล้วเปลี่ยนเป็นวิตามินซีในรูปออกซิไดซ์ (monodehydroascorbate, MDHA)





ภาพประกอบ 9 การเกิดกระบวนการ lipid peroxidation

ที่มา: ดัดแปลงจาก Halliwell & Gutteridge (1999)

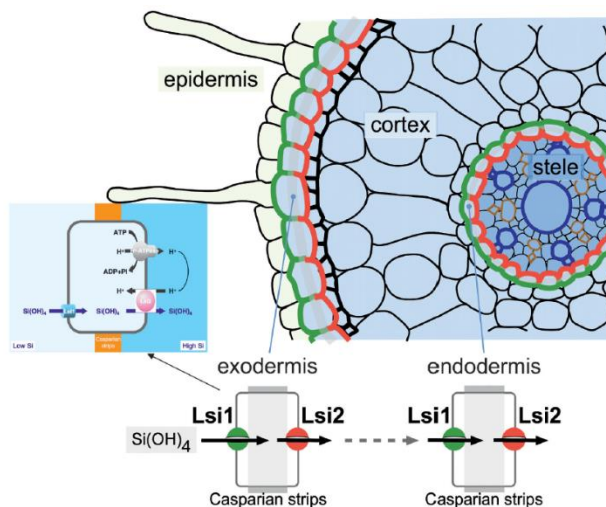
7. ซิลิกอน

ธาตุอาหารพืช คือ ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ธาตุอาหารที่จำเป็น และธาตุอาหารไม่จำเป็น โดยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ชนิด ประกอบไปด้วย มหาธาตุ (macro nutrients) หรือธาตุอาหารที่พืชต้องใช้ในปริมาณมาก คือ ปริมาณ 1,000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม จำนวน 9 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ส่วนจุลธาตุ (micro nutrients) เป็นธาตุ

อาหารเสริมที่พืชต้องการเล็กน้อย คือ ปริมาณน้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งพืช 1 กรัม จำนวน 7 ธาตุ ได้แก่ โบรอน (B) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl) นอกจากนี้พืชบางชนิดก็ต้องการธาตุอาหารอื่น ๆ โดยเฉพาะเพื่อการเจริญเติบโต เรียกว่า ธาตุเสริมประโยชน์ (beneficial elements) มีจำนวน 7 ธาตุ ประกอบไปด้วย โซเดียม (Na) อะลูมิเนียม (Al) โคบอลต์ (Co) ซีลีเนียม (Se) วาเนเดียม (V) ไทเทเนียม (Ti) และซิลิกอน (Si) (ชวณพิศ แดงสวัสดิ์, 2544)

ซิลิกอน (Silicon; Si) เป็นธาตุที่มีสัญลักษณ์ Si มีมากที่สุดในพื้นโลกเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจน ซิลิกอนเป็นธาตุเสริมประโยชน์ให้กับพืช โดยในธรรมชาติจะพบในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide; SiO_2) หรือซิลิกา (silica) ซึ่งเป็นผลึกแร่ ซึ่งในรูปนี้พืชไม่สามารถดูดนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยซิลิกอนที่พืชสามารถดูดนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะอยู่ในรูปของเหลว คือ กรดโมโนซิลิซิก (monosilicic acid; H_4SiO_4 หรือ $\text{Si}(\text{OH})_4$) และกรดพอลิซิลิซิก (polysilicic acid) (ยงยุทธ โสภธสภ, 2552) ซึ่งสามารถผ่านทางรากเข้าสู่ลำต้น และเข้าทางใบได้อย่างรวดเร็ว (Peleg et al., 2010) โดยซิลิกอนจะมีคุณสมบัติพิเศษคือ ไม่เป็นอันตรายต่อพืช แม้ว่าจะมีการดูดซึมซิลิกอนมาสะสมไว้ในเนื้อเยื่อปริมาณมาก เนื่องจากกรดโมโนซิลิซิกจะไม่แตกตัว ซึ่งในพืชต่างชนิดกัน ก็จะนำซิลิกอนมาใช้ได้ในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน โดยพืชจะมีการสะสมซิลิกอนในระดับ 0.1-10% จากปริมาณน้ำหนักแห้ง (Epstein, 1994) พืชที่มีการสะสมซิลิกอนสูงได้แก่ พืชในวงศ์ Cyperaceae และพืชในวงศ์ Gramineae (ที่อยู่ในดินที่มีน้ำขัง) มีการสะสมซิลิกอนประมาณ 10-15% พืชที่มีการสะสมซิลิกอนปานกลาง ได้แก่ พืชในวงศ์ Gramineae (ที่อยู่ในดินไร่) และพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด มีการสะสมซิลิกอนประมาณ 1-3% ส่วนพืชที่มีการสะสมซิลิกอนต่ำ ได้แก่ พืชใบเลี้ยงคู่ และพืชตระกูลถั่ว ซึ่งมีการสะสมซิลิกอนในปริมาณที่น้อยมาก น้อยกว่า 0.5% (ยงยุทธ โสภธสภ, 2552)

ซิลิกอนที่ถูกดูดซึมโดยรากจะอยู่ในรูปของกรดโมโนซิลิซิก (monosilicic acid; H_4SiO_4 หรือ $\text{Si}(\text{OH})_4$) และกรดพอลิซิลิซิก (polysilicic acid) โดยการเคลื่อนย้ายและการกระจายซิลิกอนจะมีเยื่อควบคุม 2 ชนิด อยู่ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของเอกโซเดอริส (exodermis) และเอนโดเดอริส (endodermis) ที่บริเวณราก ยีนตัวแรกคือ *Lsi1* เป็นยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีนพาหะนำซิลิกอนเข้าสู่เซลล์ (influx transporter) และยีน *Lsi2* เป็นเยื่อควบคุมการสร้างโปรตีนพาหะขับซิลิกอนออกนอกเซลล์ (efflux transporter) เข้าสู่ไซเล็ม (xylem vessel) (ภาพประกอบ 10) (Ma & Yamaji, 2008)



ภาพประกอบ 10 การเคลื่อนย้ายและการกระจายซิลิกอน

ที่มา: Ma & Yamaji (2008)

การเคลื่อนย้ายซิลิกอนจากดินเข้าสู่ไซเล็ม พืชแต่ละชนิดจะมีกลไกในการดูดซึมซิลิกอนแตกต่างกันไป เมื่อมีการดูดซึมซิลิกอน ซิลิกอนจะเคลื่อนย้ายไปยังส่วนเหนือดินโดยผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ (xylem) โดยอาศัยกระบวนการคายน้ำของพืช (transpiration stream) เป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายซิลิกอนไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช และซิลิกอนจะสะสมอยู่ในรูปซิลิกอนอสัณฐาน (amorphous silica, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (Adrees et al., 2015) โดยซิลิกอนอสัณฐานจะพบใน cell lumens ผนังเซลล์ intercellular space หรือ external layer ซึ่งจะพบทั้งส่วนของราก ใบ และช่อดอก (ในธัญพืช) (Epstein, 1994)

ส่วนใหญ่ซิลิกอนจะสะสมที่บริเวณเซลล์เอพิเดอร์มิส (epidermal cell) โดยมีกลไก 2 รูปแบบ โดยส่วนใหญ่กลไกที่เกิดขึ้นจะเป็นกลไก filter cake model มากกว่า active chelator model กลไก 2 รูปแบบคือ (Davis, 1987)

1. The upside down filter cake model คือ ซิลิกอนจะถูกดูดขึ้นมาโดยรากในรูปของกรดโมโนซิลิซิก และไปที่ใบโดยผ่านกระบวนการ apoplastic transpiration stream น้ำจะสูญเสียออกไปโดยการคายน้ำ และซิลิกอนจะถูกทิ้งไว้ และตกตะกอนจนเกิดการสะสม และไม่เคลื่อนที่

2. The active chelator model คือ การที่ในเนื้อเยื่อที่มีอัตราการคายน้ำไม่สูงพอจนทำให้เกิดการสะสมซิลิกอน จะมีกระบวนการอื่นแทน เช่น กระบวนการ metabolically active chelators ซึ่งจะทำให้มีการสะสมซิลิกอน

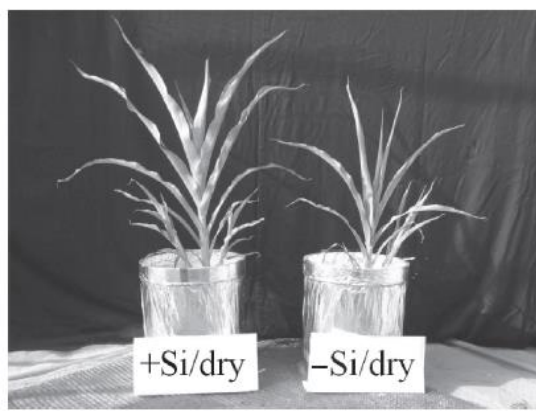
จากการศึกษาพบว่า มีการสะสมซิลิกอนทั้งในส่วนของคิวติเคิล (cuticle) ที่บริเวณ upper epidermis และ lower epidermis ของใบ *F. lyrata* และมีรายงานการศึกษาที่พบว่ามีการสะสมซิลิกอนในเอพิเดอร์มิสของพืชใบเลี้ยงคู่ใน cuticular membrane และการศึกษาใน *F. benamina* L. พบว่ามีการสะสมซิลิกอนในหลายเนื้อเยื่อ ทั้งใน periclinal และ anticlinal cell wall ภายใต้วงคิวติเคิล (Davis, 1987)

8. บทบาทของซิลิกอน

8.1 ซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของพืช

ซิลิกอนมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช โดยซิลิกอนจะช่วยเสริมให้ดินมีความสมบูรณ์เหมาะแก่การเจริญเติบโต เพิ่มการสังเคราะห์ด้วยแสง เพิ่มความทนทานต่อพิษของธาตุต่าง ๆ เช่น เหล็ก หรือแมงกานีส เป็นต้น และซิลิกอนจะมีประโยชน์อย่างมากในกรณีที่พืชนั้นเจริญเติบโตอยู่ในสภาวะเครียด การศึกษาผลของการใช้ซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของพืช ยกตัวอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยซิลิกอนในข้าว พบว่า ซิลิกอนจะช่วยทำให้ต้นข้าวแข็งแรง มีลำต้นตั้งตรง ไม่หักล้มง่าย เพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และทำให้ผิวใบหยาบ ซึ่งจะช่วยป้องกันโรค และแมลง และจากการศึกษาการฉีดพ่นกรดซิลิซิกในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่าการพ่นกรดซิลิซิกจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และผลผลิต ข้าวมีการแตกกอที่ชัดเจน และมีปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการที่พืชได้รับกรดซิลิซิก จะส่งผลในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้พืชมีอาหารเพื่อที่จะนำไปใช้ในการเติบโตและสร้างผลผลิต (สำราญ พิมราช และคนอื่น ๆ, 2561) และจากการศึกษาในแตงกวาที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีซิลิกอน 0.17 และ 1.84 มิลลิโมลาร์ พบว่า ชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอน 1.84 มิลลิโมลาร์ พืชมีการเติบโตที่ดี มีใบที่หนา มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบมากขึ้น และมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มากกว่าชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอน 0.17 มิลลิโมลาร์ (Adatia & Besford, 1986) จากการศึกษาด้านสตรอบเบอร์พบว่ามีการเติบโตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับซิลิกอน อาจมีความสัมพันธ์เนื่องมาจากการยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ และปริมาณน้ำ ซึ่งสัมพันธ์กับการขยายขนาดของเซลล์ (cell expansion) และการเติบโต (Wang & Galletta, 1998) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช และผลผลิตของพืชภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้งหรือการขาดน้ำ เช่น การศึกษาในข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) ที่ได้รับความ

แล้ง พบว่า ในสภาวะที่ได้รับความแล้งและได้รับซิลิกอน จะมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นและรากเพิ่มขึ้น และมีอัตราส่วนของลำต้นและราก (shoot to root ratio; S/R ratio) ลดลงเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ได้รับซิลิกอน ซึ่งบ่งบอกถึงการเติบโตของราก อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และการควบคุมปากใบ นอกจากนี้มีการเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate; RGR) เพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับการที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูง และจากการศึกษานี้ยังพบว่า ในสภาวะแล้ง ข้าวฟ่างมีอัตราการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยในการดูดน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ เข้าสู่พืช (ภาพประกอบ 11) (Hattori et al., 2005)



ภาพประกอบ 11 ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) ที่ได้รับซิลิกอน (+Si) และไม่ได้รับซิลิกอน (-Si) ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง

ที่มา: Hattori et al. (2005)

นอกจากซิลิกอนจะช่วยป้องกันความเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic stress) แล้ว ยังมีความสำคัญต่อการป้องกันความเครียดจากสิ่งมีชีวิต (biotic stress) ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทำลายที่เกิดจากเชื้อราและแมลงศัตรูพืช มีการศึกษาในแตงกวา พบว่า ชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอนแทบจะไม่มีโรคเกิดขึ้น ทำให้ต้นแตงกวาเพิ่มการต้านต่อโรคราแป้ง (*Sphaerotheca fuliginea*) มากกว่าชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอนในปริมาณน้อย (Adatia & Besford, 1986)

8.2 ซิลิกอนต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ซิลิกอนมีบทบาทในการช่วยรักษารังควัตถุที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ เนื่องจากซิลิกอนอาจจะมีผลช่วย

ปรับปรุงโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ในสภาวะเครียดจากความแล้งได้ สภาวะแล้งมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง basal quantum yield (Fv/F0) และประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ลดลง แต่เมื่อได้รับซิลิกอน พบว่า มีการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ รวมถึง Fv/F0 และ Fv/Fm ซึ่งการวัดค่า Fv/F0 และ Fv/Fm จะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเมื่อค่า Fv/Fm ลดลง อาจทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงบกพร่อง จึงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช (Chen, Yao, Cai, & Chen, 2011) นอกจากนี้มีการศึกษาในมะม่วงที่ได้รับสภาวะการขาดน้ำ โดยศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ พบว่า มีปริมาณรงควัตถุลดลง อาจเป็นผลเนื่องมาจากการสลายตัวของเมมเบรน และเกิดการทำลายคลอโรพลาสต์โดยอนุมูลอิสระ แต่เมื่อมีการให้ซิลิกอน (K_2SiO_3) แก่พืช ซิลิกอนจะทำให้ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์จะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Helaly et al., 2017) การศึกษาในข้าวสาลีจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Sirvan และ Chamran ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ทนแล้ง และสายพันธุ์ Shiraz และ Marvdasht ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนแล้ง โดยให้น้ำ 100, 60 และ 40% FC และให้ซิลิกอน ($Na_2Si_3O_7$) โดยการพ่นทางใบ พบว่า ซิลิกอนจะช่วยเพิ่มปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane stability) โดยชุดการทดลองที่ได้รับสภาวะแล้งและมีการให้ซิลิกอนจะช่วยลดการเกิดการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) และเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการคายน้ำ และการควบคุมปากใบ (Maghsoudi, Emam, & Pessaraki, 2016) เช่นเดียวกับในถั่ว pistachio (*Pistacia vera* L. 'Ahmadaghahi') ที่ได้รับความแล้ง และได้รับซิลิกอนจะมีค่า Fv/Fm และการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ได้รับซิลิกอน (Habibi & Hajiboland, 2013) ซึ่งการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับซิลิกอน อาจเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น RuBP carboxylase (Adatia & Besford, 1986) ดังนั้น ซิลิกอนจึงส่งผลกระทบต่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในพืชหลายชนิดที่อยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

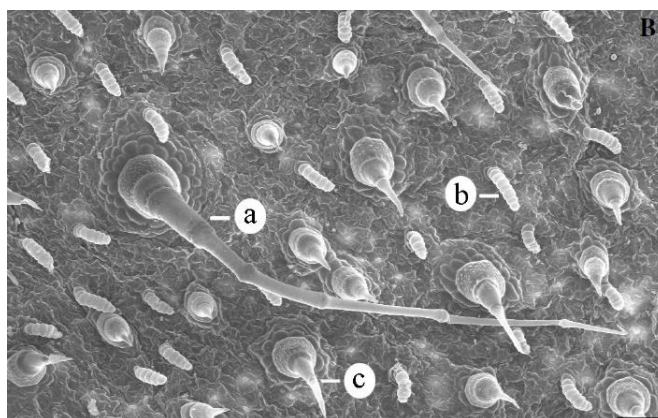
8.3 ซิลิกอนต่อความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ซิลิกอนมีบทบาทต่อความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stress) โดยการปรับปรุงให้สารต้านอนุมูลอิสระมีการทำงานเพิ่มมากขึ้น และบรรเทาความเครียดที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่อพืชอยู่ในสภาวะเครียด พืชจะเกิดความเครียดออกซิเดชัน คือ สภาวะไม่

สมดุขของการเกิดอนุมูลอิสระและกระบวนการป้องกันอันตรายจากอนุมูลอิสระ ซึ่งความเครียดออกซิเดชันนี้จะก่อให้เกิด reactive oxygen species (ROS) ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาสูงกับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ทำให้เกิดความเสียหายแก่เซลล์ในสภาวะเครียดจากความแล้ง พืชจะเกิดความเครียดออกซิเดชันเช่นกัน มีการศึกษาในข้าวสาลี พบว่า เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งและได้รับซิลิกอน ซิลิกอนจะช่วยให้พืชเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ซุปเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD) คตะเลส (catalase; CAT) และกลูตาไธโอน รีดักเทส (glutathione reductase; GR) และยังลดการสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ลดการทำงานของฟอสโฟไลเปส (phospholipase) และลดการเกิดความเสียหายแก่โปรตีนจากการทำลายของอนุมูลอิสระ (Gong, Zhu, Chen, Wang, & Zhang, 2005) เช่นเดียวกับการศึกษาใน pistachio (*P. vera* L.) ที่ได้รับสภาวะแล้งที่ 35% FC พบว่าชุดการทดลองที่มีการให้ซิลิกอน (Na_2SiO_3) ซิลิกอนจะเป็นตัวกระตุ้นให้เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ คือ ซุปเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD) เพอรอกซิเดส (peroxidase; POD) คตะเลส (catalase; CAT) และแอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) มีกิจกรรมการทำงานที่สูงขึ้น ทำให้มีปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ลดลง (Habibi & Hajiboland, 2013) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชจะเพิ่มการทนต่อสภาวะแล้งนั้นจะสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ โดยซิลิกอนมีผลต่อการจับ ROS ซึ่งจำเป็นต่อการป้องกันอันตรายของพืช ทำให้พืชทนแล้งได้มากขึ้น (Helaly et al., 2017)

8.4 ซิลิกอนต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเซลล์

ซิลิกอนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเซลล์ของพืช เช่น ซิลิกอนช่วยให้พืชมีความหนาของใบเพิ่มมากขึ้น มีผนังเซลล์ที่หนาและแข็งแรงมากขึ้น จากการศึกษาในข้าวฟ่าง พบว่า ใน endodermal tissue ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายน้ำจากราก มีการสะสมซิลิกอนในข้าวฟ่างสายพันธุ์ที่ทนทานต่อความแล้ง โดยซิลิกอนมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายน้ำ และการเจริญเติบโตของรากภายใต้สภาวะแล้ง (Lux, Luxova, Hattori, Inanaga, & Sugimoto, 2002) การศึกษาในต้นทานตะวันที่อยู่ใต้อากาศปกติโดยการให้ซิลิกอน (K_2SiO_3) ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ในชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอน จะมีซิลิกอนที่สะสมอยู่ใน trichome ของใบทานตะวัน (ภาพประกอบ 12) (Junior et al., 2017)



ภาพประกอบ 12 ซิลิกอนที่สะสมอยู่ใน trichome ของใบทานตะวัน ทั้ง 3 รูปแบบ คือ simple multicellular long tector (a), simple multicellular spiraled tector (b) และ simple multicellular short tector (c)

ที่มา: Junior et al. (2017)

นอกจาก trichome แล้ว เซลล์อื่น ๆ ของเอพิเดอร์มิสก็มีการสะสมซิลิกอนด้วย แต่มีปริมาณที่น้อยกว่า โดยการสะสมของซิลิกอนจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของพืช แต่จะพบมากใน trichome และบริเวณขอบใบ (Frantz et al., 2008) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในข้าวโพดพบว่า ซิลิกอน (CaSiO_3) ให้ความหนาของ upper epidermis เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการสะสมของซิลิกาอสัณฐาน (amorphous silica, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ในเซลล์เอพิเดอร์มิส นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไซเล็ม และ mesophyll ให้หนาขึ้น (Cunha & Nascimento, 2009) และจากการศึกษาในข้าว มีการสะสมซิลิกาในเซลล์เอพิเดอร์มิส โดยสร้างเป็นชั้น cuticle-silica ซึ่งจะช่วยลดการคายน้ำ เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช และช่วยเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อโรคต่าง ๆ นอกจากนี้ซิลิกอนยังช่วยรักษาโครงสร้างเซลล์เมมเบรนของข้าวไม่ให้ถูกทำลายจากสภาวะเครียดจากสิ่งแวดล้อม โดยเกี่ยวข้องกับผนังเซลล์ ซิลิกอนจะช่วยทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงขึ้น (Agarie et al., 1998)

8.5 ซิลิกอนต่อความสัมพันธ์ของน้ำในเซลล์

บทบาทของซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของพืช มีผลมาจากความสัมพันธ์ของซิลิกอนต่อการเปลี่ยนแปลงการคายน้ำ โดยกรดโมโนซิลิกิกจะเคลื่อนย้ายทางไซเล็มจากบริเวณรากไปยังส่วนเหนือดิน ทำให้มีการสะสมซิลิกอนในผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิส ส่งผลให้พืชมีความ

แข็งแรงเพิ่มมากขึ้น (Raven, 1983) จากผลการศึกษาในข้าวสาลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ พบว่า ค่าศักย์ของน้ำในเซลล์พืชจะลดลง แต่เมื่อมีการให้ซิลิกอนแก่พืช จะทำให้น้ำอยู่ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งทำให้เห็นว่าซิลิกอนสามารถช่วยปรับปรุงสภาวะน้ำของข้าวสาลีได้เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแล้ง (Gong & Chen, 2012) ซึ่งซิลิกอนช่วยส่งเสริมการดูดน้ำของรากพืชได้ โดยผ่านระบบการสะสมสารละลายน้ำตาล หรือโพสลิ้นซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มักพบเมื่อพืชได้รับสภาวะเครียด และมีบทบาทสำคัญในการปรับแรงดันออสโมติก (osmotic adjustment) นอกจากโพสลิ้นแล้ว อาจจะเป็นน้ำตาล หรือไกลซีนบีเทน ซึ่งในการปรับแรงดันออสโมติกให้สมดุลจึงเป็นเหตุให้การทำงานของเอนไซม์ และการเติบโตของพืชเป็นไปได้ตามปกติ (Ming, Pei, Naeem, Gong, & Zhou, 2012) เช่นการศึกษาในข้าวสาลีเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งจะมีปริมาณโพสลิ้นที่สูงขึ้น Pei et al., 2010) เช่นเดียวกันกับการศึกษาใน *Brassica napus* L. ที่ปริมาณโพสลิ้นลดลงในชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอน (Hasanuzzaman, Nahar, Anee, Khan, & Fujita, 2018)

9. วัฏจักรคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle) คือ การหมุนเวียนหรือแลกเปลี่ยนธาตุและสารประกอบคาร์บอนในสถานะต่าง ๆ ระหว่าง ดิน หิน แหล่งน้ำ ชั้นบรรยากาศ และสิ่งมีชีวิต (คัดคนัฐ ชื่นวงศ์อรุณ, 2563) วัฏจักรคาร์บอนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ซึ่งในธรรมชาติ ระบบการหมุนเวียนของคาร์บอนถูกสร้างมาอย่างสมดุล ปริมาณคาร์บอนที่ได้รับการปลดปล่อยออกมาตามธรรมชาติจากแหล่งกักเก็บ มักมีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนักกับปริมาณของคาร์บอนที่ธรรมชาติดูดซับและนำมาเก็บไว้ แต่ในปัจจุบัน มนุษย์ได้เข้ามาทำลายวัฏจักรคาร์บอนนี้ มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้ปริมาณคาร์บอนในชั้นบรรยากาศโลกเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) และภาวะโลกร้อน (global warming) (สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, 2547)

ภาวะโลกร้อน (global warming) คือ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ทำให้โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ซึ่งมักเกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ผลิตก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas; GHG) ขึ้นมาจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การตัดต้นไม้ การก่อสร้าง การขนส่ง หรือคมนาคม เป็นต้น ทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไปปกคลุมบรรยากาศของโลก ทำให้โลกไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างปกติ ซึ่งโดยปกติแสงแดดที่ส่องลงมาจากดวงอาทิตย์ จะเป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งมีความทะลุทะลวงสูง เมื่อความร้อนส่องลงมาจะทำให้สิ่งต่าง ๆ บนโลกจะผ่านความร้อนออกไปเป็นความร้อนอินฟราเรด ซึ่งความร้อนชนิดนี้ไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านออกไปยังชั้นบรรยากาศด้านนอกได้ จึงทำให้อุณหภูมิ

เฉลี่ยของโลกนั้นเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก (ณัฐชนก สยมชัย, วุฒ ศาตะ นิมิ, และ สุพรรณษา ทองอุ้นเรือน, 2560)

ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการสะสมของ ก๊าซเรือนกระจกที่มีในชั้นบรรยากาศมากกว่าปกติ จะทำให้บรรยากาศโลกดูดพลังงานความร้อน ไว้มากขึ้น จากปกติที่ควรจะแผ่รังสีความร้อนกลับคืนออกไปนอกบรรยากาศ ส่งผลให้สมดุลของ พลังงานมีการเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิของโลกจึงสูงขึ้น โดยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide; CO₂) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ได้ตามธรรมชาติ จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ การขับขีรถยนต์ เป็นต้น รวมถึงการ หายใจของพืชและสัตว์

2. ก๊าซมีเทน (methane; CH₄) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นได้ทั้งในธรรมชาติ เช่น การที่ จุลินทรีย์ย่อยสลายในระบบย่อยอาหารของวัวควาย หรือการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ เกิดจากการทับถม และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำนาข้าว หรือโรงงานอุตสาหกรรม โดยก๊าซมีเทนสามารถส่งผลกระทบทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกได้มากกว่าก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ 25 เท่า

3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide; N₂O) มีแหล่งกำเนิดได้ทั้งในธรรมชาติ และ จากกิจกรรมของมนุษย์ จากธรรมชาติ ยกตัวอย่างเช่น การระบายก๊าซไนตรัสออกไซด์จาก แบคทีเรียในดิน จากกิจกรรมของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ท่อไอเสียรถยนต์ และการเผาไหม้ของถ่านหิน โดยก๊าซไนตรัสออกไซด์สามารถส่งผลกระทบทำให้เกิดสภาวะเรือน กระจกได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 298 เท่า

4. ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (perfluorocarbon; PFCs) และก๊าซไฮโดรฟลูออโร คาร์บอน (hydrofluorocarbon; HFCs) เป็นสารสังเคราะห์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มักถูก นำมาใช้ในระบบทำความเย็นต่าง ๆ แทนก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbon; CFCs) เพราะ CFCs ก่อปฏิกิริยารุนแรง และทำลายชั้นโอโซน HFCs จึงถูกนำมาใช้แทน ขณะที่ PFCs เกิดจากภาคอุตสาหกรรม เช่น การถลุงอะลูมิเนียม การผลิตสารกึ่งตัวนำ เป็นต้น ซึ่งจะ ส่งผลกระทบทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 124-14,800 เท่า

5. ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (sulfur hexafluoride, SF₆) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ เกิดจากการกระทำของมนุษย์ นิยมนำมาใช้ในด้านอิเล็กทรอนิกส์ ในยางรถยนต์ และอุตสาหกรรม แมกนีเซียม ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์สามารถส่งผลกระทบทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกได้ มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 22,800 เท่า

คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide; CO₂) เป็นสารประกอบของคาร์บอน และออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีอยู่ในชั้นบรรยากาศประมาณ 0.033 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรความเข้มข้น 387 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งมีมากเป็นอันดับที่ 4 ในอากาศ รองจาก ไนโตรเจน ออกซิเจน และอาร์กอน คาร์บอนไดออกไซด์สามารถเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ อาจเกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิต การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เป็นต้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่ดูดซับคลื่นอินฟราเรด เก็บสะสมไว้ในชั้นบรรยากาศ และป้องกันรังสีความร้อนจากพื้นโลกไม่ให้แผ่ออกไปนอกชั้นบรรยากาศของโลก จึงทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

วัฏจักรคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ทั้งการปลดปล่อย และเก็บกัก โดยป่าไม้เป็นกลไกสำคัญในการเก็บกักหรือดูดซับ และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผ่านกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ และกระบวนการหายใจซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นในส่วนของพืชที่มีสีเขียว มีคลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะถูกต้นไม้ดูดซับนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้กลายเป็นสารประกอบกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (C₆H₁₂O₆) ด้วยพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งอาหารที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกกักเก็บไว้ในรูปมวลชีวภาพ โดยประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จะมีความแปรผันขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรม ชนิดพันธุ์ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ต้นไม้ผู้นั้นอยู่ ซึ่งล้วนมีผลทางตรงและทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยปริมาณพืชที่อยู่บนพื้นโลกจะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง 126.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี ส่วนกระบวนการหายใจ เป็นการนำพลังงานเคมีที่สะสมไว้นั้นมาใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต และพัฒนาของพืชโดยกระบวนการเผาผลาญที่ใช้ก๊าซออกซิเจน และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา โดยจะมีการคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของพืชประมาณ 122 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี ในขณะที่เดียวกันมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านการตาย และการย่อยสลายของเศษซากพืช ซึ่งเมื่อย่อยสลายแล้วจะกลับเข้าสู่วัฏจักรคาร์บอนในรูปของสารอินทรีย์ที่อยู่ในดินและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในดินจะถูกปลดปล่อยกลับคืนสู่บรรยากาศ โดยปฏิกิริยาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของดิน (soil respiration) ดังนั้นการปลูกต้นไม้เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสามารถบรรเทาปัญหาโลกร้อนได้

จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ถิรายุ เกลี้ยงสอาด และคนอื่น ๆ, 2563) เช่น การศึกษาของ สาทิศ ดิลกสัมพันธ์ และคนอื่น ๆ (2547) พบว่า ไม้สัก (*T. grandis*) และแดง (*X. xylocarpa* var. *kerrii*) มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 612.5 และ 154.8 mmol/m²/day ตามลำดับ และจากการศึกษาของถิรายุ เกลี้ยงสอาด และคนอื่น ๆ (2563) พบว่าต้นสัตตบรรณ (*A. scholaris* (L.) R.Br.) และต้นโพศรีมหาโพธิ์ (*F. religiosa* L.) มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 252.79 และ 72.42 กิโลกรัม/ต้น/ปี และจากการศึกษาพรรณไม้ริมถนน พบว่า สามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 12 กิโลกรัม/ไร่/ปี (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559) ทั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่า ป่าไม้เป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจะสะสมคาร์บอนทั้งในส่วนของต้นไม้และดิน ซึ่งมีปริมาณมากกว่าในบรรยากาศถึง 3.5 เท่า โดยการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างระบบนิเวศป่าไม้กับบรรยากาศจะถูกควบคุมโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การหายใจของสิ่งมีชีวิต และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยในแต่ละปี ป่าไม้จะดูดซับคาร์บอนประมาณ 2.6 พันล้านตัน ซึ่งแหล่งสะสมคาร์บอนของป่าไม้ได้แก่ มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน ไม้ตาย ซากพืช และอินทรีย์วัตถุในดิน (สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 10 อุตรดิตถ์, 2564)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ซึ่งการทดลองย่อยที่ 1 และการทดลองย่อยที่ 2 เป็นการหาระดับของ pot water capacity (PC) ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี โดยกำหนดระดับของ PC จำนวน 5 ระดับ จำนวน 4 ซ้ำ และเก็บผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 15 วัน ซึ่งวัดค่า และเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษา ดังนี้

ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

คะแนนสภาพดิน (drought score)

ข้อมูลสภาพอากาศ

จากนั้นเลือกระดับ PC ของดิน ที่มีค่าน้อยที่สุด ที่พืชยังคงสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้นำมาจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี เพื่อใช้ในการทดลองย่อยที่ 3 และการทดลองที่ 2 ต่อไป โดยการทดลองย่อยที่ 3 หาความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี มี 10 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ซึ่งวัดค่า และเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษา ดังนี้

ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

ข้อมูลสภาพอากาศ

การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL)

ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA)

ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂)

ปริมาณโพรลีน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในส่วนของลำต้นและใบ

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารคลอโรฟิลล์ต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการ และลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี โดยแบ่งออกเป็น 8 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ซึ่งวัดค่า และเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษา ดังนี้

ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

ข้อมูลสภาพอากาศ

การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL)

ปริมาณมาลอลนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA)

ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂)

ปริมาณโพรง

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ คอะตะเลส (catalase; CAT) และแอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX)

จำนวนปากใบ

ลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบ

การทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลี โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ กระจกดินเปล่าที่อยู่ในสภาวะปกติ กระจกดินเปล่าที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง กระจกดินที่ปลูกต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ และกระจกดินที่ปลูกต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ซึ่งวัดค่าและเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษา ดังนี้

ปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes)

ข้อมูลสภาพอากาศ

และศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะ

ปกติ และต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ซึ่งวัดค่าและเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษา ดังนี้

ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

ข้อมูลสภาพอากาศ

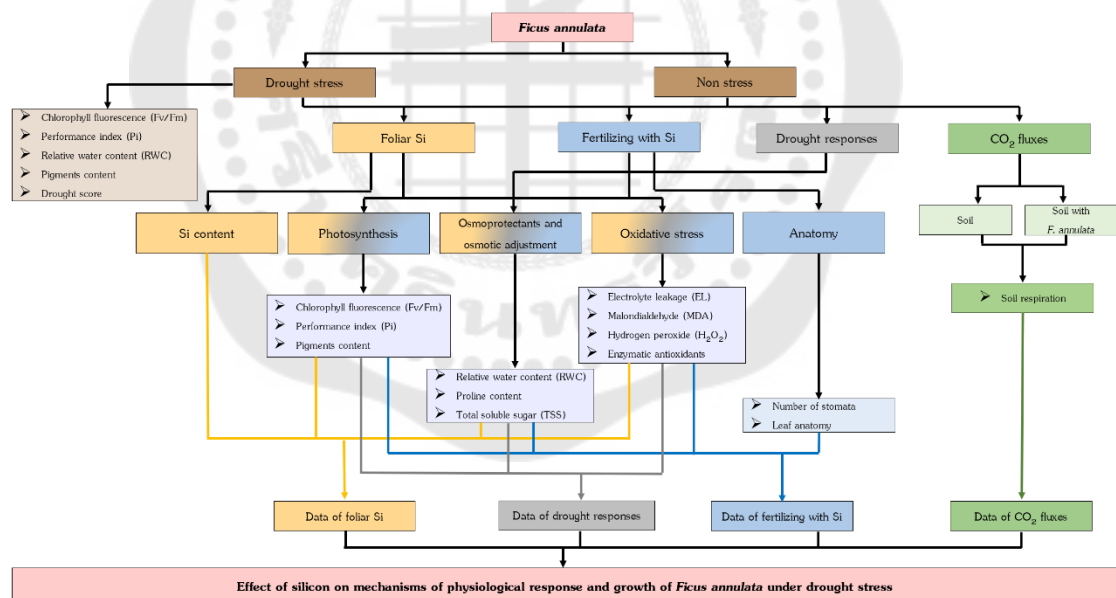
การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL)

ปริมาณมาลอนด์อัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA)

ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂)

ปริมาณโพรลีน

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)



ภาพประกอบ 13 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

1. ต้นไทรเกาหลี (*F. annulata*)
2. สารเคมี ได้แก่
 - 2.1 สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาปุ๋ย ได้แก่

- บัญชีสูตรเสมอ 16-16-16

2.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ (Hiscox & Israelstam, 1979) ได้แก่

- ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethyl sulfoxide; DMSO)

2.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณมาลอนด์อัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) (ดัดแปลงวิธีการของ Velikova, Yordanov, & Edreva (2000)) ได้แก่

- กรดไตรคลอโรอะซีติก (trichloroacetic acid; TCA)

- กรดไทโอบาร์บิฟูริก (thiobarbituric acid; TBA)

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

- ไนโตรเจนเหลว

2.4 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ดัดแปลงวิธีการของ Velikova et al. (2000)) ได้แก่

- กรดไตรคลอโรอะซีติก (trichloroacetic acid; TCA)

- potassium phosphate buffer (ประกอบด้วย โฟสเฟตเชื่อมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) และไดโพสเฟตเชื่อมฟอสเฟต (K_2HPO_4))

- โฟสเฟตเชื่อมไอโอดีน (KI)

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

- ไนโตรเจนเหลว

2.5 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์โพรงสีน (Bates, Waldren, & Teare, 1973) ได้แก่

- กรดซัลโฟซาลิไซลิก (sulfosalicylic acid)

- กรดแกลเซียล อะซีติก (glacial acetic acid)

- กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid)

- นินไฮดริน (ninhydrin)

- toluene

- ไนโตรเจนเหลว

2.6 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลาย (TSS) (Turakainen, Hartikainen, & Seppanen, 2004; Yemm & Willis, 1954) ได้แก่

- เอทานอล

- กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)

- anthrone
- กลูโคส
- ไนโตรเจนเหลว

2.7 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอน (Jones & Dreher, 1996) ได้แก่

- ซิลิกอน
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (hydrous granular sodium hydroxide)
- กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid; H_2SO_4)
- แอมโมเนียมพาราโมลิบเดตเตตระไฮเดรต (ammonium paramolybdate tetrahydrate)

2.8 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ

2.8.1 สารเคมีสำหรับการเตรียมสารสกัดเอนไซม์ ได้แก่

- extraction buffer (ประกอบด้วย potassium phosphate buffer และ polyvinyl-polyrrolidome (PVP))

2.8.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (CAT) (Velikova et al., 2000) ได้แก่

- potassium phosphate buffer
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

2.8.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (APX) (Nakano & Asada, 1981) ได้แก่

- potassium phosphate buffer
- ascorbic acid
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

2.9 สารเคมีสำหรับศึกษาโครงสร้างของแผ่นใบ โดยวิธี freehand section และทำเป็นสไลด์ถาวร (ประศาสตร์ เกี่ยมณี, 2551) ได้แก่

- formalin
- เอทานอล (ethanol)
- กรดอะซิติก (acetic acid)
- xylene
- safranin O

- fast green
 - permount
3. อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่
- กระถางต้นไม้ขนาด 7.5 และ 25 นิ้ว
 - ดินปลูก
 - ใยแก้ว
 - ขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร
 - เครื่องแก้วต่าง ๆ
 - ถ้วยนิกเกิล (nickle crucible)
 - โกร่งบด
 - น้ำยาทาเล็บ
 - ปากคีบ
 - ฟู่กัน
 - สไลด์
 - กระจกปิดสไลด์
 - หลอดไมโครเซ็นติพีวัก (ependorf tube)
 - ไมโครปิเปต (micro pipette)
 - ขาตั้ง (ring stand)
 - หลอดแช่แข็ง (cryotube)
 - กล่องควบคุมอุณหภูมิ (cryobox)
 - เครื่องชั่ง
 - เครื่อง soil moisture meter
 - เครื่องคลอโรฟิลล์ฟลูออโรมิเตอร์ (chlorophyll fluorometer) (Pocket PEA, Hansatech Instruments Ltd, King's Lynn, Norfolk, UK)
 - อ่างควบคุมอุณหภูมิ (waterbath)
 - ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
 - เครื่องให้ความร้อน (hot plate)
 - เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
 - เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer)

- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) (รุ่น Unico S1200 Visible Spectrophotometer, United Products & Instruments, Inc.)
- เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity meter)
- เตาเผา (muffle furnace)
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Leica DM2500 & DM2500LED, Leica Microsystems (SEA) Pte Ltd., Singapore)
- ไบโอมิเตอร์
- เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Licor 820 (Licor Corporation, Lincoln, Nebraska, USA)
- เครื่องวัดอุณหภูมิดิน (soil thermocouple probes (TCAV, Campbell Scientific, Inc., USA)
- เครื่องวัดความชื้นในดิน soil water content reflectometers (CS615, Campbell Scientific, Inc., USA)
- เทอร์โมมิเตอร์
- data logger
- ท่อลม
- chamber
- เครื่องวัดความชื้น
- มอเตอรี่ปัดอากาศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง

ในการทดลองนี้จะหาค่า pot water capacity (PC) ของดินที่ใช้ในการทดลอง โดยทำการตากดินให้แห้งจำนวน 5 กระจ่าง ซึ่งน้ำหนักดิน กระจ่าง และใยแก้ว และใส่ น้ำปริมาตร 3 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกเป็นระยะเวลา 3 วัน โดยวัดปริมาตรน้ำที่ไหลออกทุกวัน ซึ่งน้ำหนักของ กระจ่าง ดิน และใยแก้ว รวมทั้งวัดค่าความชื้นในดินโดยใช้ digital soil moisture meter และคำนวณหาค่า PC

หลังจากนั้นจะเตรียมต้นไทรเกาหลีที่มีอายุ 90 วันหลังจากการปักชำ โดยมีความสูง และทรงพุ่มขนาดเท่า ๆ กันมาทำการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ และเก็บผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน หลังจากได้รับทรีตเมนต์ ซึ่งจะแบ่งเป็นการทดลองย่อย 3 การทดลอง คือ การหาช่วงระดับของ PC และการหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี และการหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี

การทดลองที่ 1.1 การหาช่วงระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี

การทดลองนี้จะแบ่งต้นไทรเกาหลีออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ pot water capacity (PC) 100% (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 50% PC

ชุดการทดลองที่ 3 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC

ชุดการทดลองที่ 4 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5% PC

ชุดการทดลองที่ 5 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 6.25% PC

โดยควบคุมความชื้นด้วย digital soil moisture meter ร่วมกับการชั่งน้ำหนัก กระจ่าง และต้นพืชทุก ๆ วัน และเก็บผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน ซึ่งทำการเก็บข้อมูล ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์

ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ให้คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาพเครียดจากความแล้ง (drought score) และเก็บข้อมูลสภาพอากาศ ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS (SPSS Inc, 2016) เพื่อหาช่วงระดับของความแล้งที่ต้นไทรเกาหลีสามารถเจริญเติบโตได้

ข้อมูลศึกษาดังนี้

1. การวัดประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) และประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

ทำการวัดประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) และประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์ฟลูออโรมิเตอร์ โดยวัดที่บริเวณใบของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความแล้งที่ระดับต่างๆ ตำแหน่งใบที่ 3 นับจากบริเวณยอด จำนวน 3 ใบ แล้วนำมาคำนวณเป็นค่า Fv/Fm และ Pi

การวัดด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์ฟลูออโรมิเตอร์ ทำได้โดยเตรียมใบในที่มืดเป็นระยะเวลา 30 นาที หลังจากนั้นเครื่องวัดจะให้แสงความเข้มต่ำก่อน ซึ่งการเรืองแสงจะเริ่มนับจากจุดเริ่มต้นที่ photosystem II (PSII) หรือจุดที่เกิดการเรืองแสงต่ำสุด (minimum fluorescence intensity; F₀) หลังจากนั้นเครื่องจะให้แสงความเข้มสูง เพื่อให้มีการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนเต็มกำลังรับของระบบ PSII คือให้ reaction centers อยู่ในสภาพเปิด เพื่อให้เกิดแสงฟลูออเรสเซนซ์เต็มที่ เกิดการเรืองแสงสูงสุด ค่าที่วัดได้จากตำแหน่งนี้เรียกว่า การเรืองแสงสูงสุด (maximum fluorescence intensity; F_m) สำหรับ ค่าการเรืองแสงส่วนต่างที่เกิดขึ้น เรียก variable fluorescence (F_v) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก F_m-F₀ จากนั้นสามารถนำมาคำนวณหา Fv/Fm ได้จากสูตร (F_m-F₀)/F_m โดยเก็บผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน

2. การวัดค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

การวัดปริมาณ RWC ทำได้โดยเก็บตัวอย่างใบที่สมบูรณ์ ตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอด ที่มีการขยายขนาดของใบเต็มที่ นำมาตัดให้เป็นแผ่นที่มีขนาดเท่า ๆ กัน วัดค่าน้ำหนักสด (fresh weight; W_f) จากนั้นแช่ตัวอย่างใบในน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นวัดค่าน้ำหนักเซลล์ที่เต่งเต็มที่ (saturated weight; W_s) แล้วนำตัวอย่างใบไปแช่ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง วัดค่าน้ำหนักแห้ง (dry weight; W_d) และนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ จากสูตร (Schonfeld, Johnson, Carver, & Mornhinweg, 1988)

$$RWC (\%) = ((W_f - W_d) / (W_s - W_d)) \times 100$$

3. การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ (chlorophyll and carotenoids content)

การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ดัดแปลงวิธีการของ Hiscox & Israelstam (1979) โดยนำตัวอย่างใบพืชที่สุ่มเก็บตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณปลายยอด ที่มีความสมบูรณ์ และขยายขนาดเต็มที่มาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ น้ำหนัก 0.02 กรัม และสกัดด้วยสารไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethyl sulfoxide; DMSO) ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องในที่มีด เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง และนำสารสกัดที่ได้ไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) หลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 480, 649 และ 665 นาโนเมตร และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ ดังสมการ (Sumanta, Haque, Nishika, & Suprakash, 2014)

$$\text{Chlorophyll } a (C_a) = (12.47A_{645} - 3.62A_{649})(V/1000W)$$

$$\text{Chlorophyll } b (C_b) = (25.06A_{649} - 6.50A_{665})(V/1000W)$$

$$C_{x+c} = ((1000A_{480} - 1.29C_a - 53.78C_b)/220)(V/1000W)$$

เมื่อ A_{480} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 480 นาโนเมตร

- A_{649} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 649 นาโนเมตร
 A_{665} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 665 นาโนเมตร
 C_a = ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/กรัม)
 C_b = ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัม/กรัม)
 C_{x+c} = ปริมาณแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/กรัม)
 V = ปริมาตรของไคเมทิลซัลฟอกไซด์ที่ใช้สกัด หรือปริมาตรสุดท้ายที่ปรับ (มิลลิลิตร)
 W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

4. การบันทึกระดับคะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง (drought score)

บันทึกระดับคะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับความเครียดจากสภาวะแล้ง โดยดัดแปลงวิธีการของ De Datta, Malabayoc, & Aragon (1988)

- 0 คะแนน คือ ต้นไทรเกาหลีเจริญเติบโตปกติ ไม่แสดงอาการ
- 1 คะแนน คือ อาการปลายใบแห้งประมาณเศษหนึ่งในสี่ของความยาวใบ ใน 25% ของใบทั้งหมด และยังคงมีใบเขียวอยู่ประมาณ 75% ของใบทั้งหมด
- 2 คะแนน คือ อาการปลายใบแห้งมากกว่าเศษหนึ่งในสี่ของความยาวใบ ใน 50% ของใบทั้งหมด และยังคงมีใบเขียวอยู่ประมาณ 50% ของใบทั้งหมด
- 3 คะแนน คือ ทุกส่วนของใบแห้งมากกว่า 50% ของใบทั้งหมด และยังคงมีใบเขียวอยู่ประมาณ 25% ของใบทั้งหมด
- 4 คะแนน คือ ทุกส่วนของใบแห้งมากกว่า 75% ของใบทั้งหมด และต้นไทรเกาหลีแห้งตาย

การทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี

จากผลการทดลองที่ 1.1 พบว่า กระจกที่มีดินที่มีความชื้นระดับต่ำกว่า 25% PC พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายในวันที่ 9 หลังจากได้รับความแล้ง และในระดับ 25% PC ต้นไทรเกาหลีมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์

และแคโรทีนอยด์ในปริมาณที่สูง และยังสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงแบ่ง ต้นไทรเกาหลีออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ pot water capacity (PC) 100% (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC

ชุดการทดลองที่ 3 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC

ชุดการทดลองที่ 4 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75% PC

ชุดการทดลองที่ 5 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 15.63% PC

เพื่อหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมที่ต้นไทรเกาหลีสามารถเจริญเติบโตได้ และนำไปใช้ในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลีในการทดลองต่อไปได้

โดยขณะทำการทดลองควบคุมความชื้นในกระถางด้วย digital soil moisture meter ร่วมกับการชั่งน้ำหนักกระถาง และต้นพืชทุก ๆ วัน และเก็บผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน ซึ่งทำการเก็บข้อมูล ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ให้คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาพเครียดจากความแล้ง (drought score) และเก็บข้อมูลสภาพอากาศ ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ (เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS (SPSS Inc, 2016) เพื่อหาระดับของความแล้งที่ต้นไทรเกาหลีสามารถเจริญเติบโตได้

การทดลองที่ 1.3 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี

จากการทดลองที่ 1.2 พบว่า กระถางที่มีดินที่มีความชื้นระดับต่ำกว่า 18.75% PC ต้นไทรเกาหลีไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ แต่ในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลียังคงมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในปริมาณที่สูง และยังคงสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ดังนั้นจึงทำการเลือกระดับของ PC ของดินที่ 21.88% PC เพื่อนำมาใช้ในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทร

เกาหลีในการทดลองที่ 1.3 เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซีลิกอนต่อการเจริญเติบโตของไทรเกาหลีทั้งในสภาวะปกติ และสภาวะแล้ง ซึ่งในการทดลองนี้จะแบ่งต้นไทรเกาหลีออกเป็น 10 ชุดการทดลอง ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 2 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 3 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 4 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 5 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 6 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 7 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 8 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 9 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 10 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสารซีลิกอนความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์

โดยจะพ่นสารซีลิกอนให้แก่ต้นไทรเกาหลีปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อกระถางให้ทั่วทั้งต้น และขณะทำการทดลองควบคุมความชื้นในกระถางด้วย digital soil moisture meter ร่วมกับการชั่งน้ำหนักกระถาง และต้นพืชทุก ๆ วัน และเก็บผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน ซึ่งทำการเก็บข้อมูล ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ข้อมูลสภาพอากาศ การรบกวนของ

ประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ปริมาณโพรีน และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะวิเคราะห์ปริมาณซีกอนในส่วนของลำต้นและใบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS (SPSS Inc, 2016) เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของซีกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลีทั้งสภาวะปกติและสภาวะเครียดจากความแล้ง

ข้อมูลศึกษาดังนี้

1. การวัดการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL)

การวัดค่าการรั่วไหลของประจุ ทำได้โดยดัดแปลงวิธีการของ Jiang & Huang (2002) โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างใบพืชตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอด ที่มีความสมบูรณ์และขยายขนาดเต็มที่ ตัดตัวอย่างใบให้มีขนาดชิ้นเล็ก ๆ และนำมาใส่ในขวดแก้วที่ใส่น้ำกลั่น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และนำน้ำที่ใช้แช่ตัวอย่างใบมาวัดค่าการนำไฟฟ้า (โดยกำหนดให้เป็น electric conductivity; C_1) ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity meter) และหลังจากนั้นนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้ววัดค่าการนำไฟฟ้า (last electric conductivity; C_2) อีกครั้ง และนำค่าที่วัดได้มาคำนวณปริมาณ EL จากสูตร

$$EL (\%) = (C_1/C_2) \times 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA)

การเกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณ MDA

ดัดแปลงวิธีการของ Velikova et al. (2000) ทำได้โดยวัดการเกิดลิพิดเพอร์ออกซิเดชันที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่าง MDA กับกรดไทโอบาร์บิทูริก (thiobarbituric acid; TBA) ได้สารประกอบ TBARS ทำได้โดยเตรียมตัวอย่างใบพืชที่สุ่มเก็บจากต้นพืชที่ตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอดเป็นใบที่มีความสมบูรณ์ และขยายขนาดเต็มที่ ตัดตัวอย่างใบน้ำหนัก 0.2 กรัม บดตัวอย่างให้ละเอียดในโถงบดด้วยไนโตรเจนเหลว จากนั้นเติมสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก (trichloroacetic acid; TCA) ความเข้มข้น 0.1% (w/v) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 10,000xg เป็นระยะเวลา 20 นาที จากนั้นนำสารสกัดส่วนใสด้านบน (supernatant) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลายกรดไทโอบาร์บิทูริก (thiobarbituric acid; TBA) ความเข้มข้น 0.5% (w/v) ใน TCA ความเข้มข้น 20% (w/v) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) แล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 98 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที หยุดปฏิกิริยาโดยการนำไปแช่ในน้ำแข็ง และนำไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้งที่ความเร็วรอบ 10,000xg เป็นระยะเวลา 5 นาที และนำสารสกัดส่วนใสที่อยู่บริเวณด้านบนมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 532 และ 600 นาโนเมตร และนำมาคำนวณปริมาณ MDA ดังสมการ

$$\text{MDA } (\mu\text{mol/g.F.W.}) = [(A_{532} - A_{600}) / (155 \times 1)] \times V_f \times (V_e / V_a) / W$$

เมื่อ	A_{532}	= ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร
	A_{600}	= ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร
	V_f	= ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)
	V_e	= ปริมาตร TCA ที่ใช้ในการสกัด (มิลลิลิตร)
	V_a	= ปริมาตรสารสกัดพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์ (มิลลิลิตร)
	W	= น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

3. การวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2)

การหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ทำโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Velikova et al. (2000) โดยชั่งตัวอย่างใบพืช ที่สุ่มเก็บจากต้นพืชที่ตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอด เป็นใบที่มีความสมบูรณ์ และขยายขนาดเต็มที่ น้ำหนัก 0.2 กรัม บดด้วย

ไนโตรเจนเหลว และเติมกรดไตรคลอโรอะซิติก (trichloroacetic acid; TCA) ความเข้มข้น 0.1% (w/v) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เพื่อสกัด จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 12,000xg เป็นระยะเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายส่วนใสที่อยู่บริเวณด้านบน (supernatant) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสาร potassium phosphate buffer 1 มิลลิลิตร (ซึ่งประกอบด้วยโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) และไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (K_2HPO_4) และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 20 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 390 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

4. การวัดปริมาณโพรลีน (proline)

การวัดปริมาณโพรลีนตามวิธีการของ Bates et al. (1973) ทำได้โดยนำตัวอย่างของใบที่สุ่มเก็บจากต้นพืชที่ตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอด เป็นใบที่มีความสมบูรณ์ และขยายขนาดเต็มที่ น้ำหนัก 0.1 กรัม มาบดด้วยไนโตรเจนเหลว และเติม 3% กรดซัลโฟซาลิไซลิก (3% sulfosalicylic acid) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 10,000xg เป็นระยะเวลา 20 นาที แล้วนำสารละลายส่วนใสที่อยู่ด้านบน (supernatant) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมกรดกลacial acetic acid (glacial acetic acid) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และเติมสารผสมนินไฮดริน (ninhydrin) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร โดยสารผสมนินไฮดริน ประกอบด้วย นินไฮดริน (ninhydrin) 1.25 กรัม ใน 30 มิลลิลิตร กรดกลacial acetic acid (glacial acetic acid) และ 6 โมลลาร์กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที หยุดปฏิกิริยาในกระบอกน้ำแข็ง แล้วเติม toluene ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น และดูดสารละลายบริเวณด้านบนเหนือผิวของ toluene ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้ toluene เป็น blank และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของโพรลีน

5. การวัดปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

นำตัวอย่างใบพืชที่สุ่มเก็บจากต้นพืชที่ตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอด เป็นใบที่มีความสมบูรณ์ และขยายขนาดเต็มที่ มาชั่งน้ำหนัก 0.1 กรัม บดในไนโตรเจนเหลว แล้วเติมเอทานอล 80% ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร และนำสารสกัดที่ได้ไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 10,000xg เป็นระยะเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายส่วนใสด้านบน (supernatant) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติม anthrone reagent (ประกอบด้วยกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 70 มิลลิลิตร ที่เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และเติม anthrone 0.05 กรัม) ปริมาตร 4.5 มิลลิลิตร นำไปอุ่นเป็นระยะเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส (ดัดแปลงวิธีการของ Turakainen et al. (2004) และ Yemm & Willis (1954))

6. การวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอน (silicon content)

การวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอน ดัดแปลงวิธีการของ Jones & Dreher (1996) ทำได้โดยเริ่มจากการเตรียมตัวอย่างในส่วนของลำต้นและใบ นำมาอบแห้งที่ 65 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักแห้งที่คงที่ หลังจากนั้นก่อนทำการวิเคราะห์นำตัวอย่างที่เก็บไว้มาอบแห้งที่ 85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง และบดตัวอย่างให้ละเอียด นำตัวอย่างน้ำหนัก 0.05 กรัมใส่ลงในถ้วยนิกเกิล (nickle crucible) ที่มีฝาปิด และให้ความร้อนที่ 550 องศาเซลเซียส โดยเข้าเตาเผา เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการย่อยตัวอย่างโดยการเติม โซเดียมไฮดรอกไซด์ (hydrous granular sodium hydroxide) 2 กรัม ลงในถ้วยนิกเกิล และให้ความร้อนบนขาตั้ง (ring stand) เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที ให้หมุ่นด้วยโดยใช้ที่คีบ เพื่อไม่ให้สารติดอยู่บริเวณขอบถ้วยนิกเกิล และนำไปให้ความร้อนอีกครั้ง เป็นเวลา 10 นาที จนได้ส่วนผสมที่เป็นของเหลวใส และเมื่อถ้วยนิกเกิลเย็นลง จะเกิดโซเดียมซิลิเกต (sodium silicate) ที่มีสีขาวม่วงอยู่บริเวณก้นถ้วย ให้ทำการเติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร และทิ้งถ้วยนิกเกิลไว้ 6-8 ชั่วโมง เพื่อให้โซเดียมซิลิเกตละลาย เมื่อละลายแล้วจึงนำสารละลายทั้งหมดลงในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

หลังจากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างที่เก็บไว้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในปิเปตเตอร์ เติมสารละลาย 1 N กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid; H_2SO_4) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ

แอมโมเนียมพาราโมลิบเดตเตตระไฮเดรต (ammonium paramolybdate tetrahydrate) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเขย่าให้เข้ากันเป็นระยะเวลา 15 นาที และวางทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์ และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 820 นาโนเมตร

การศึกษาระสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ และข้อมูลสภาพอากาศ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการและลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี

ในการทดลองนี้เตรียมต้นไทรเกาหลีที่มีอายุ 90 วันหลังจากการปักชำ โดยมีความสูงและทรงพุ่มขนาดเท่า ๆ กันมาทำการทดลอง โดยพ่นสารซิลิกอนที่ความเข้มข้นที่ได้จากการทดลองที่ 1.3 และปุ๋ย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ และเก็บผลการทดลองทุก ๆ 7 วันหลังจากได้รับทรีตเมนต์ ซึ่งจะแบ่งต้นไทรเกาหลีออกเป็น 8 ชุดการทดลอง ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซิลิกอนความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 2 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC พ่นสารซิลิกอนความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และปุ๋ย

ชุดการทดลองที่ 3 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และพ่นสารซิลิกอนความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 4 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC พ่นสารซิลิกอนความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ และปุ๋ย

ชุดการทดลองที่ 5 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสารซิลิกอนความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 6 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พ่นสารซิลิกอนความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และปุ๋ย

ชุดการทดลองที่ 7 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และพ่นสาร ซิลิกอนความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์

ชุดการทดลองที่ 8 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พ่นสารซิลิกอน ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ และปุ๋ย

โดยทำการเก็บข้อมูล ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) และประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณ น้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ข้อมูล สภาพอากาศ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลondiอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ปริมาณโพสลิน ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) และกิจกรรมการ ทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ คตะเลส (catalase; CAT) และแอสคอเบสเพอรอก ซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) และศึกษาจำนวนปากใบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ทางสถิติเพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยรวมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทาง สรีรวิทยาบางประการ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองศึกษาลักษณะทางกายวิภาค โดยเก็บตัวอย่าง เพื่อศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบของไทรเกาหลี

ข้อมูลศึกษาดังนี้

1. การวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant enzyme)

1.1 การสกัดเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ

การสกัดเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระตามวิธีการของ Velikova et al. (2000) ทำได้โดยนำตัวอย่างใบพืชน้ำหนัก 0.2 กรัม บดในโกร่ง แล้วเติม extraction buffer หรือ สารละลาย I (solution I) (ซึ่งประกอบด้วย 10 มิลลิโมลาร์ potassium phosphate buffer (pH 7) และ 4% (w/v) polyvinyl-polypyrrolidone (PVP)) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็วรอบ 6,000xg ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที หลังจากนั้นเก็บสารสกัดเอนไซม์ (enzyme extract) จากสารละลายส่วนบน เก็บรักษาสารสกัด

เอนไซม์ไว้ในหลอดแช่แข็ง (cryo tube) ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (CAT) และเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (APX) โดยเมื่อต้องการวัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ควรวางหลอดแช่แข็งในกล่องควบคุมอุณหภูมิ (cryobox) จนกระทั่งสารสกัดเอนไซม์เริ่มละลาย จึงจะนำมาศึกษา

1.2 การวัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (CAT)

การวัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ตามวิธีการของ Velikova et al. (2000) ทำได้โดยการนำสารผสมระหว่าง potassium phosphate buffer (pH 7) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 0.03% ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เริ่มปฏิกิริยาโดยการเติมสารสกัดเอนไซม์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร วัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT จากอัตราการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 240 นาโนเมตร โดยบันทึกค่าทุก ๆ 10 วินาที เป็นระยะเวลา 4 นาที คำนวณกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ มีหน่วยเป็น $units\ min^{-1}g^{-1}FW$ โดยใช้ค่า extinction coefficient เท่ากับ $40\ mM^{-1}cm^{-1}$

1.3 การวัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (APX)

การวัดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX ตามวิธีการของ Nakano & Asada (1981) ศึกษาจากอัตราการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 290 นาโนเมตร ทำได้โดยเตรียมสารผสมระหว่าง potassium phosphate buffer (pH 7) ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.7 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย ascorbic acid ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร นำส่วนผสมที่ได้ 0.9 มิลลิลิตร ไปผสมกับสารสกัดเอนไซม์ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 290 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสงเป็นระยะเวลา 2 นาที จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX โดยกำหนดให้ 1 หน่วยเอนไซม์ (unit enzyme) คือปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายลดลง 0.01 ที่ความยาวคลื่น 290 นาโนเมตรต่อเวลาที่ คำนวณ

กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์มีหน่วยเป็น $\text{units min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{FW}$ โดยใช้ค่า extinction coefficient เท่ากับ $2.8 \text{ mM}^{-1} \text{cm}^{-1}$

2. การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของใบ

2.1 การศึกษาจำนวนปากใบ

นำตัวอย่างใบพืชที่สุ่มเก็บจากต้นไทรเกาหลี ที่ตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากบริเวณยอด เป็นใบที่มีความสมบูรณ์ และขยายขนาดเต็มที่ จากจำนวน 4 ต้น ต้นละ 1 ใบ มาทำการลอกผิวใบทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยจะศึกษา 3 จุด คือ บริเวณฐานใบ กลางใบ และปลายใบ ซึ่งแต่ละจุดจะทำการศึกษา 3 ครั้ง โดยการเตรียมสไลด์สด (เจนจิรา จตุรัตน์, 2545; วีรศิลป์ สอนจรรยา, สุমন มาสุธน, พรพรรณ พรศิลป์, และ เสาวณี สารวิริยะพงศ์, 2555) ตามขั้นตอนคือ นำใบพืชมาลอกผิวใบ โดยใช้มีดโกนเบาๆ ที่บริเวณผิวใบ ทั้งให้แห้ง และลอกผิวใบออกโดยใช้ปากคีบ และตัดให้มีขนาดกว้าง 0.5 เซนติเมตร และยาว 0.5 เซนติเมตร และนำไปวางบนสไลด์ และศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง บันทึกภาพและนำมาคำนวณหาจำนวนปากใบต่อพื้นที่

2.2 การศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบ

การศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบ ทำได้โดยเตรียมชิ้นตัวอย่างด้วยวิธี freehand section และทำเป็นสไลด์ถาวร (ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2551) นำตัวอย่างใบพืชมาตัดตามขวางด้วยใบมีดโกน โดยตัดให้ติดเส้นกลางใบ ถัดขึ้นส่วนของใบไว้ระหว่างนิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือข้างซ้าย จากนั้นใช้ใบมีดโกนเฉือนเข้าหาตัวเอง เพื่อให้ได้ตัวอย่างชิ้นบางๆ หลังจากนั้นนำไปแช่น้ำ และใช้ฟู่กันเลือกชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อพืชที่บาง ใส และนำไปวางบนสไลด์ หยด FAA ลงไปบนตัวอย่างพืช เป็นระยะเวลาประมาณ 30-60 วินาที หลังจากนั้นซับน้ำออก และล้างด้วย ethanol 50% ประมาณ 30-60 วินาที และทำการย้อมสี ด้วยสี safranin O เป็นระยะเวลา 5-60 นาที ล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำประปา และดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อโดยแช่ใน ethanol 30%, 50%, 70% และ 95% ประมาณ 5 นาที จากนั้นย้อมสี fast green 1-3 หยด ล้างสีส่วนเกินโดยการหยด ethanol 95% และ absolute ethanol หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายที่เป็นส่วนผสมของ xylene กับ absolute ethanol ในอัตราส่วน 1:1 เป็นระยะเวลา 5 นาที หลังจากนั้นย้ายไปแช่ใน

xylene เป็นระยะเวลา 10 นาที นำตัวอย่างวางบนสไลด์และปิดตัวอย่างด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover glass) โดยใช้ permount เป็นตัวยึด และนำไปอบด้วยหลอดไฟจนแห้ง ก่อนนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

การศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ข้อมูลสภาพอากาศ การรั่วไหลของประจุ (EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณโพรง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TSS) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษา กลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง

ในการทดลองนี้จะศึกษาแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไทรเกาหลี โดยเตรียมต้นไทรเกาหลีที่มีอายุ 90 วันหลังจากการปักชำ โดยมีความสูงและทรงพุ่มขนาดเท่า ๆ กัน มาทำการศึกษา การทดลองนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 กระจกดินเปล่าที่อยู่ในสภาวะปกติได้รับน้ำ 100% PC

ชุดการทดลองที่ 2 กระจกดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติได้รับน้ำ 100% PC

ชุดการทดลองที่ 3 กระจกดินเปล่าที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้งได้รับน้ำ 37.5% PC

ชุดการทดลองที่ 4 กระจกดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้งได้รับน้ำ 37.5% PC

โดยการทดลองนี้จะใช้กระจกขนาดใหญ่ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 นิ้ว และพบว่า การจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลีให้เท่ากับ 21.88% PC ของกระจกเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว ซึ่งมีความชื้นของดินอยู่ที่ 14.5 ต้องจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งของกระจกดินขนาดใหญ่ให้เท่ากับ 37.5% PC โดยการเติมน้ำในกระจกใหญ่ปริมาตร 3 ลิตร ความชื้นของดินจึงจะเท่ากับ 14.5 เท่ากับความชื้นในกระจกเล็ก โดยทำการศึกษาทั้งหมด 16 กระจก โดยแบ่งเป็น กระจกดินเปล่า จำนวน 8 กระจก และกระจกดินที่มีการปลูกต้นไทร

เกาหลี จำนวน 8 กระถาง ซึ่งต้นไทรเกาหลีจะปลูกกระถางละ 2 ต้น เป็นระยะห่าง 15-20 เซนติเมตร วัดปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 fluxes) และเก็บข้อมูลสภาพอากาศ

และการศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลี ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง จะแบ่งต้นไทรเกาหลีออกเป็น 2 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติได้รับน้ำ 100% PC

ชุดการทดลองที่ 2 ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้งได้รับน้ำ 37.5% PC

โดยทำการเก็บข้อมูล ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) และ ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ข้อมูลสภาพอากาศ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลondiอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ปริมาณโพสลิ้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

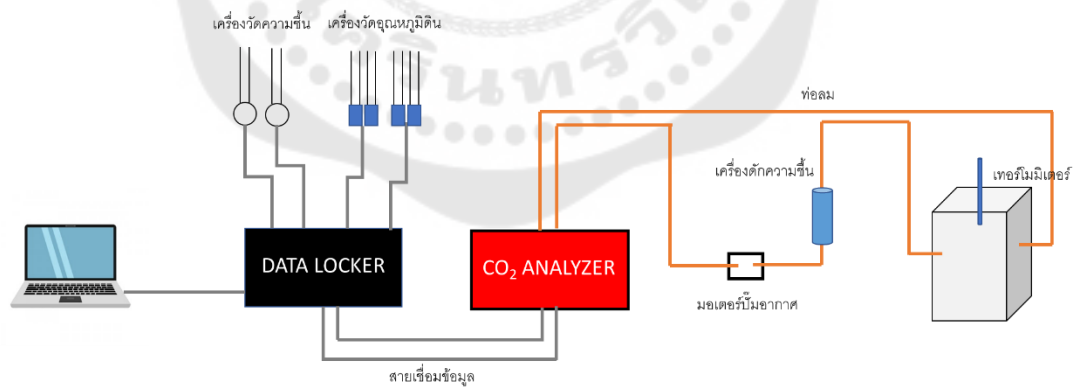
ข้อมูลศึกษาดังนี้

1. การวัดปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 fluxes)

การวัดปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อ้างอิงวิธีการตามงานวิจัยของ Hanpattanakit, Wattanahemmakorn, Sudjarit, Jaiarree, & Taweekij (2017) ด้วยเครื่อง Licor 820 (Licor Corporation, Lincoln, Nebraska, USA) วัดอุณหภูมิดินโดย Soil Thermocouple Probes (TCAV, Campbell Scientific, Inc., USA) วัดอุณหภูมิใน chamber โดยเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ และวัดความชื้นในดินโดย Soil Water Content Reflectometers (CS615, Campbell Scientific, Inc., USA) ซึ่งอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นในดินจะฝังลงไปใ้ในกระถางประมาณ 5 เซนติเมตร ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดจะติดตั้งตามภาพประกอบ 14 ทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 7 วัน โดยความเข้มข้นของข้อมูล CO_2 และสภาพภูมิอากาศจะถูกวิเคราะห์และเก็บข้อมูลไว้ใน Data logger ทุก ๆ 15 วินาที โดยเวลารวมในการเก็บข้อมูลแต่ละกระถางเท่ากับ 10 นาที แล้วนำมาคำนวณการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามสมการ

$$F = \frac{dC_i}{dt} \times \frac{1}{A} \times \frac{M_i PV}{RT} \times t_i$$

- เมื่อ F = การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม ($\text{mg m}^{-2} \text{hr}^{-1}$)
- $\frac{dC_i}{dt}$ = อัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppb m^{-1})
- M_i = มวลโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (44×10^3) (mg/mol)
- A = พื้นที่ของ chamber (กว้าง x ยาว) (m^2)
- P = ความดันบรรยากาศ (1 atm)
- V = ปริมาตรของ chamber (กว้าง x ยาว x สูง) (m^3)
- R = ค่าคงที่ของก๊าซ (0.82058×10^{-3}) ($\text{m}^3 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)
- T = อุณหภูมิอากาศภายใน chamber (K)
- t_i = เวลา (60 min)



ภาพประกอบ 14 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ข้อมูลสภาพอากาศ การรั่วไหลของประจุ (EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ปริมาณโพรง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TSS) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1



บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยศึกษาตามขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

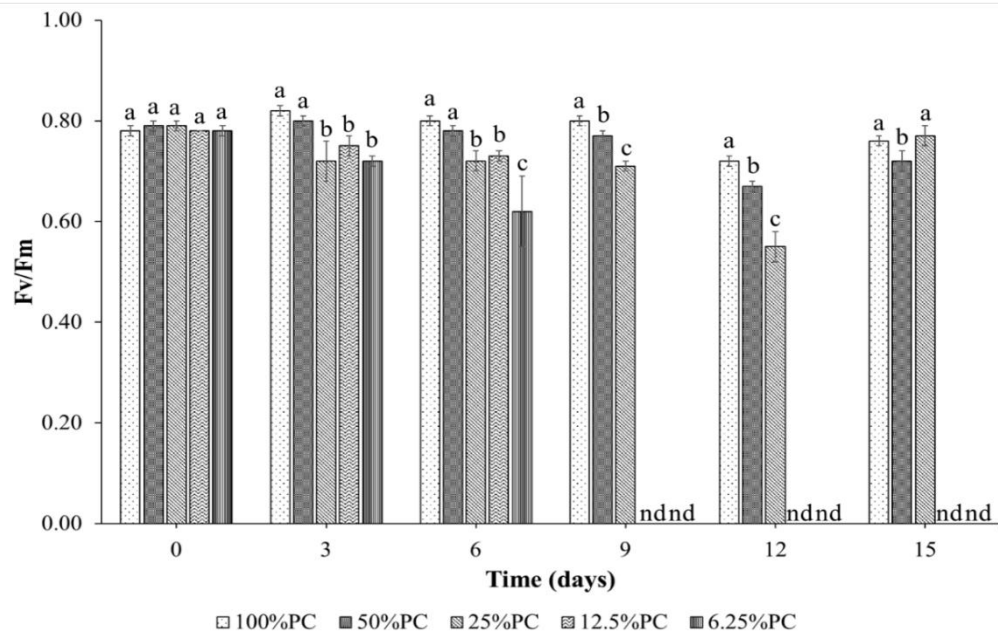
การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของซิลิกอน และหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง

การทดลองที่ 1.1 การหาช่วงระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี

ในการทดลองนี้ได้ศึกษาผลของช่วงระดับ PC ของดินในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งต่อประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (drought score) และข้อมูลสภาพอากาศ

ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

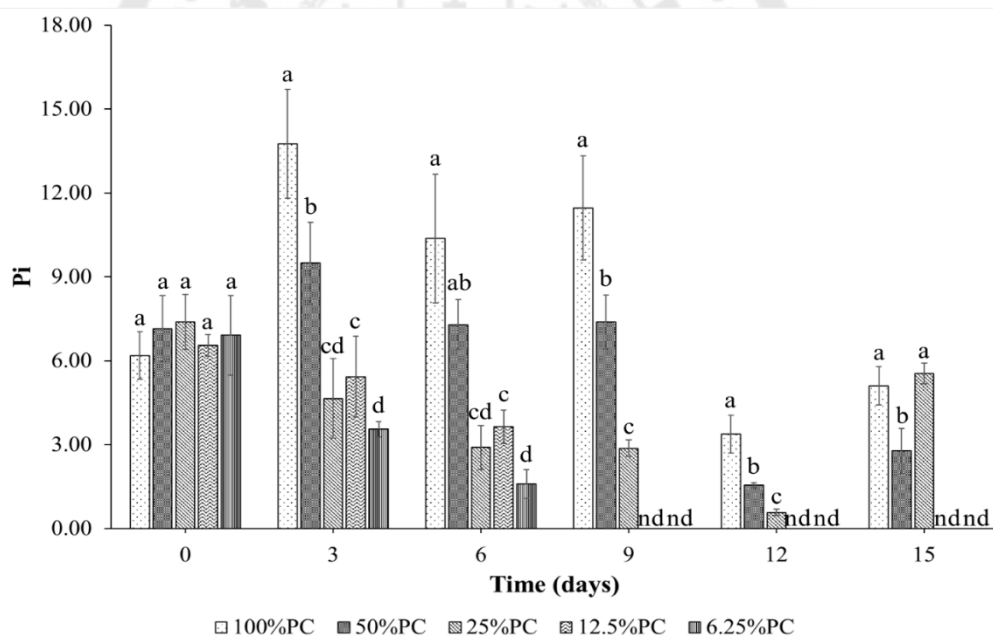
จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9 และ 12 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีค่า Fv/Fm (0.72 ± 0.04 , 0.72 ± 0.02 , 0.71 ± 0.01 และ 0.55 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12, 0.10, 0.11 และ 0.24 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.82 ± 0.01 , 0.80 ± 0.01 , 0.80 ± 0.01 และ 0.72 ± 0.01 ตามลำดับ) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12, 0.08, 0.08 และ 0.18 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 50% PC (0.80 ± 0.01 , 0.78 ± 0.01 , 0.77 ± 0.01 และ 0.67 ± 0.01 ตามลำดับ) และตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 15 และตาราง 2)



ภาพประกอบ 15 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นโศภานหีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นโศภานหีตาย

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

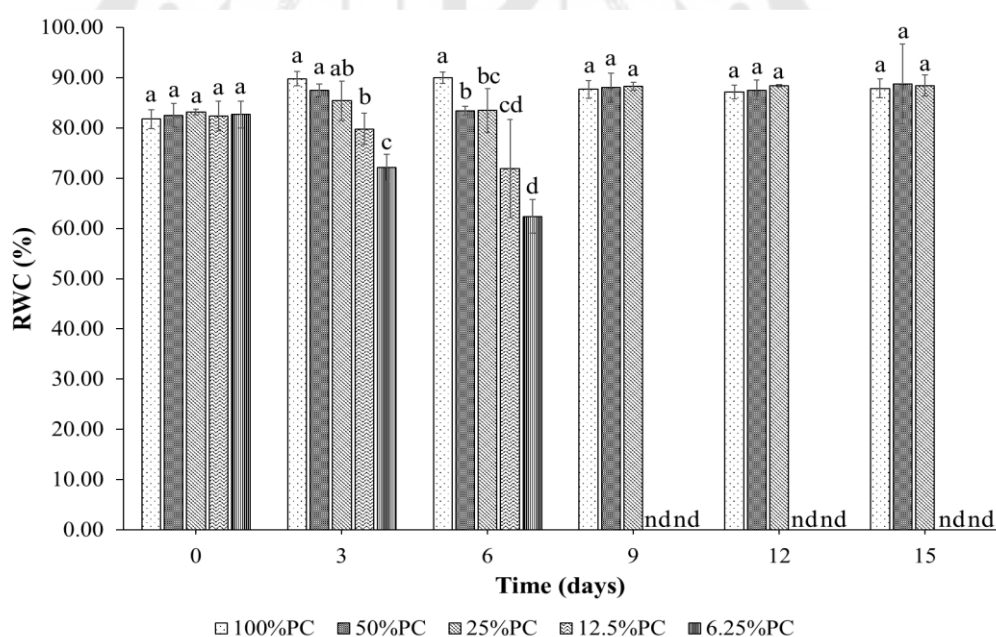
จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9 และ 12 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีค่า Pi (4.65 ± 1.42 , 2.90 ± 0.79 , 2.87 ± 0.30 และ 0.58 ± 0.12 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.66, 0.72, 0.75 และ 0.83 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (13.76 ± 1.94 , 10.37 ± 2.30 , 11.46 ± 1.87 และ 3.37 ± 0.68 ตามลำดับ) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.51, 0.60, 0.61 และ 0.63 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 50% PC (9.49 ± 1.47 , 7.29 ± 0.89 , 7.39 ± 0.96 และ 1.56 ± 0.08 ตามลำดับ) และตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 16 และตาราง 3)



ภาพประกอบ 16 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

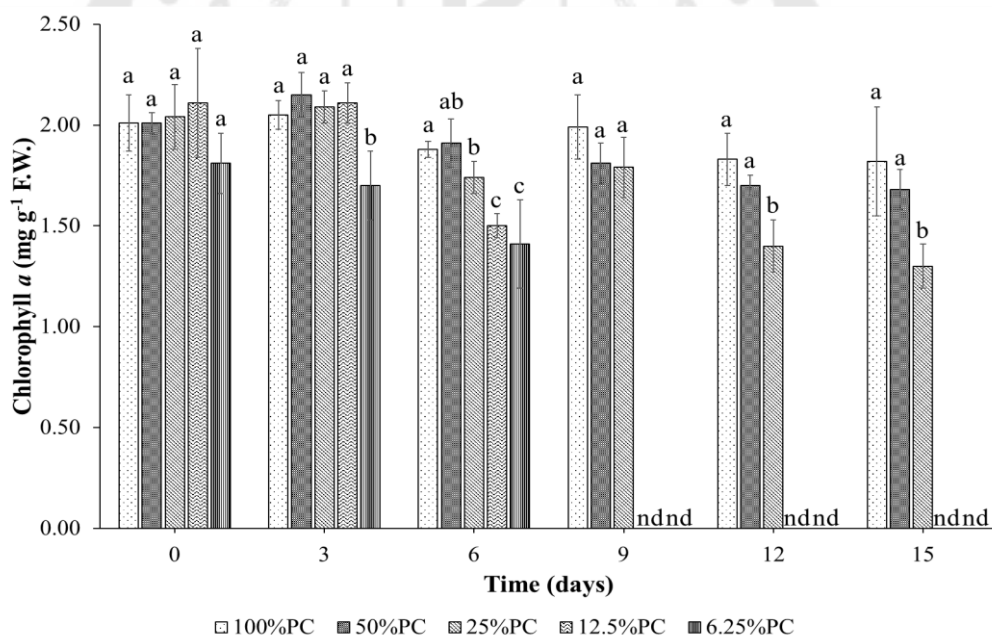
จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC มีค่า RWC (79.79 ± 3.09 และ $72.09 \pm 2.69\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11 และ 0.20 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ($89.78 \pm 1.44\%$) ในวันที่ 6 พบว่า ชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC มีค่า RWC (83.41 ± 0.85 , 83.45 ± 4.36 , 71.91 ± 9.81 และ $62.39 \pm 3.35\%$ ตามลำดับ) น้อยกว่าต้นไทรเกาหลีในชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ($89.94 \pm 1.15\%$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.07, 0.07, 0.20 และ 0.31 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่ตั้งแต่วันที่ 9 พบว่าชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 50 และ 25% PC มีค่า RWC ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมและตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 17 และตาราง 4)



ภาพประกอบ 17 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 6, 12 และ 15 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.74 ± 0.08 , 1.40 ± 0.13 และ 1.30 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.07, 0.23, และ 0.29 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (1.88 ± 0.04 , 1.83 ± 0.13 และ 1.82 ± 0.27 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ในขณะที่วันที่ 12 และ 15 พบว่า ชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.40 ± 0.13 และ 1.30 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.18 และ 0.23 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีในชุดการทดลองที่ได้รับน้ำในระดับ 50% PC (1.70 ± 0.05 และ 1.68 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) และตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 18 และตาราง 5)



ภาพประกอบ 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

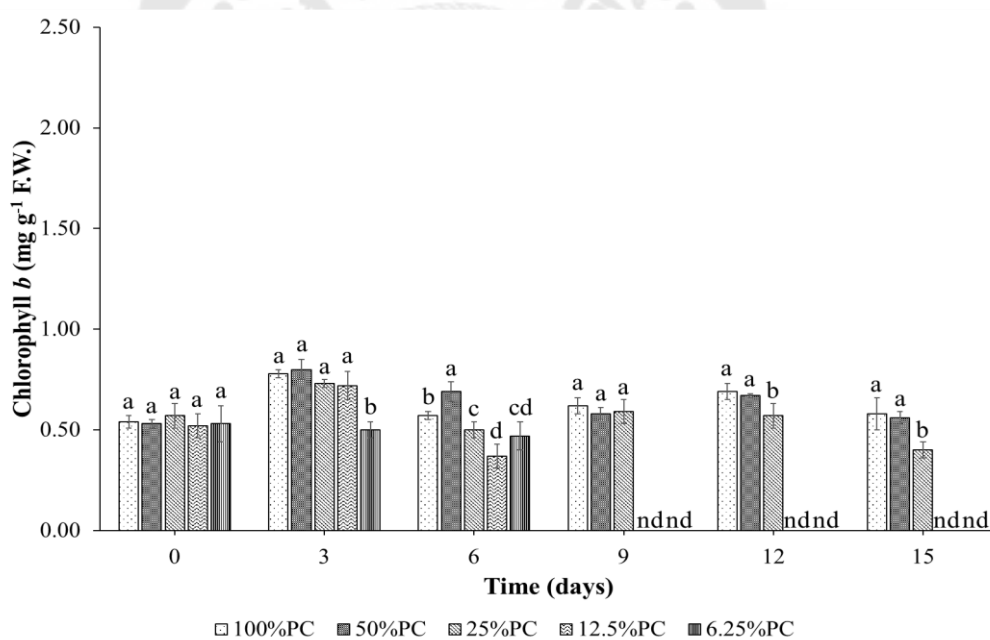
ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC)

เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 6, 12 และ 15 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.50 ± 0.04 , 0.57 ± 0.06 และ 0.40 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12, 0.17 และ 0.31 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.57 ± 0.02 , 0.69 ± 0.04 และ 0.58 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28, 0.15 และ 0.29 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 50% PC (0.69 ± 0.05 , 0.67 ± 0.01 และ 0.56 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) และตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 19 และตาราง 6)



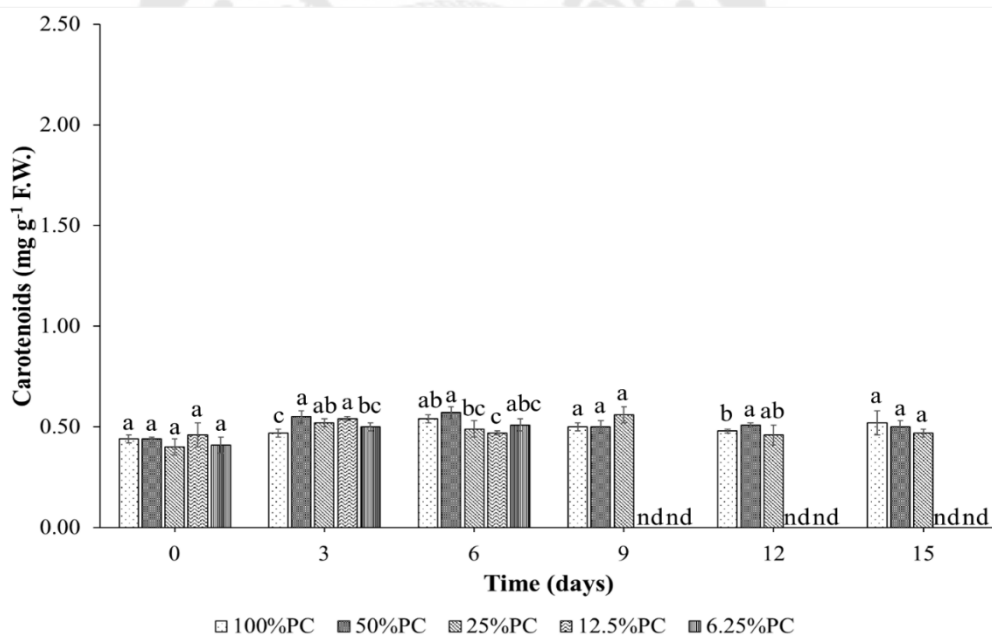
ภาพประกอบ 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*)

ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC)

เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.52 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11 เท่า เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.47 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 6 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.49 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 เท่า เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 50% PC (0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 20 และตาราง 7)

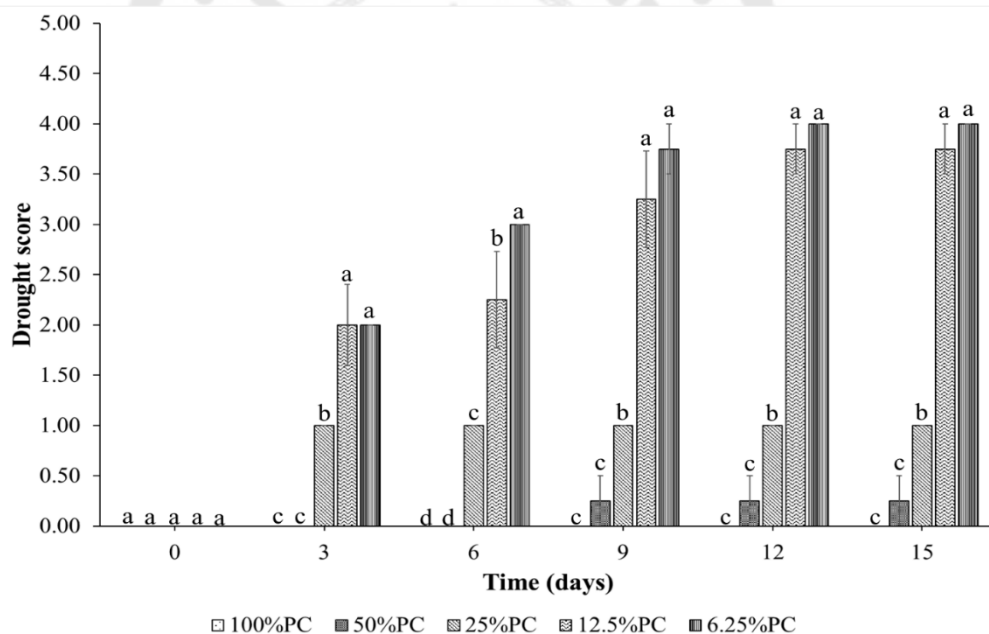


ภาพประกอบ 20 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (drought score)

จากผลการทดลองพบว่า ตั้งแต่วันที่ 3 เป็นต้นไปต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีคะแนนสภาพต้น (1.00 ± 0.00 , 1.00 ± 0.00 , 1.00 ± 0.00 , 1.00 ± 0.00 และ 1.00 ± 0.00 ตามลำดับ) ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 ตามลำดับ) และสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 50% PC (0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 , 0.25 ± 0.25 , 0.25 ± 0.25 และ 0.25 ± 0.25 ตามลำดับ) และตั้งแต่วันที่ 9 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 12.5 และ 6.25% PC มีคะแนนสภาพต้นที่สูง เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย (ภาพประกอบ 21 และตาราง 8)



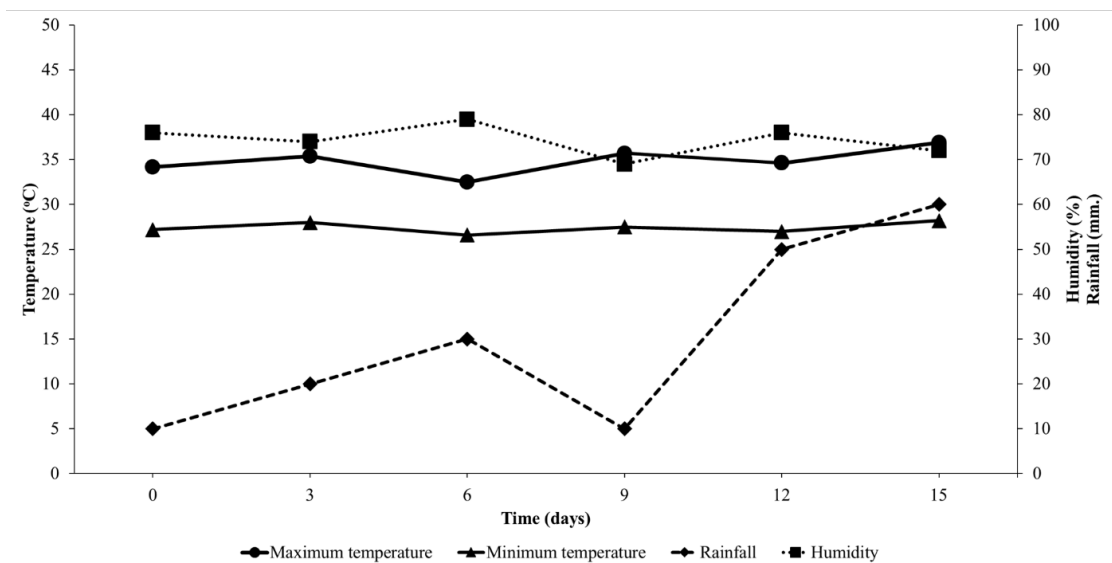
ภาพประกอบ 21 คะแนนสภาพต้น (drought score)

ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC)

เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ข้อมูลสภาพอากาศ

ในระหว่างทำการทดลองวันที่ 16 – 31 มีนาคม พ.ศ. 2564 พบว่า อุณหภูมิสูงสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 32.50 – 36.90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 26.60 – 28.80 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 10.00 – 60.00 มิลลิเมตร และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 69 – 79% (ภาพประกอบ 22 และตาราง 9)



ภาพประกอบ 22 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 16 – 31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

การทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี

จากผลการทดลองที่ 1.1 พบว่า กระถางต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับต่ำกว่า 25% PC ต้นไทรเกาหลีไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายในวันที่ 9 หลังจากได้รับความแล้ง และในระดับ 25% PC ต้นไทรเกาหลีมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ที่ยังคงส่งผลให้ต้นไทรเกาหลียังคงเจริญเติบโตอยู่ได้ ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปนี้จะศึกษาผลของระดับ PC ของดินในช่วงระหว่าง 25 และ 12.5% PC ได้แก่ ระดับ 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC ในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งต่อประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (drought score) และข้อมูลสภาพอากาศ

ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC มีค่า Fv/Fm (0.82 ± 0.00 , 0.82 ± 0.00 , 0.81 ± 0.00 , 0.80 ± 0.00 และ 0.80 ± 0.00 ตามลำดับ) สูงที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในแต่ละวัน

วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC มีค่า Fv/Fm (0.71 ± 0.02) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.05 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.75 ± 0.01) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า Fv/Fm (0.74 ± 0.02 และ 0.73 ± 0.01 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25 และ 21.88% PC (0.75 ± 0.01 และ 0.71 ± 0.02 ตามลำดับ)

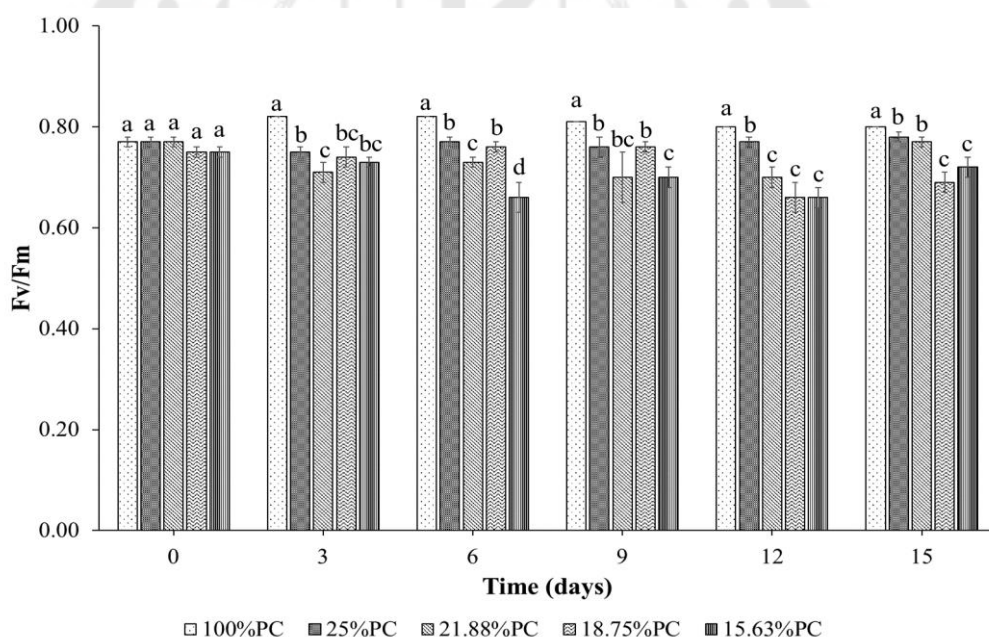
วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 15.63% PC มีค่า Fv/Fm (0.73 ± 0.01 และ 0.66 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.05 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.77 ± 0.01) แต่ชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 18.75% PC มีค่า Fv/Fm (0.76 ± 0.01) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.77 ± 0.01)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 15.63% PC มีค่า Fv/Fm (0.70 ± 0.02) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.08 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.76 ± 0.02) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ

21.88 และ 18.75% PC มีค่า Fv/Fm (0.70 ± 0.05 และ 0.76 ± 0.01 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.76 ± 0.02)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีค่า Fv/Fm (0.70 ± 0.02 , 0.66 ± 0.03 และ 0.66 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.09, 0.14 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.77 ± 0.01)

วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า Fv/Fm (0.69 ± 0.02 และ 0.72 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12 และ 0.08 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.78 ± 0.01) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC มีค่า Fv/Fm (0.77 ± 0.01) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.78 ± 0.01) (ภาพประกอบ 23 และตาราง 10)



ภาพประกอบ 23 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC มีค่า Pi (11.76 ± 1.43 , 12.01 ± 0.70 , 10.03 ± 0.78 , 8.52 ± 0.69 และ 7.50 ± 0.97 ตามลำดับ) สูงที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในแต่ละวัน

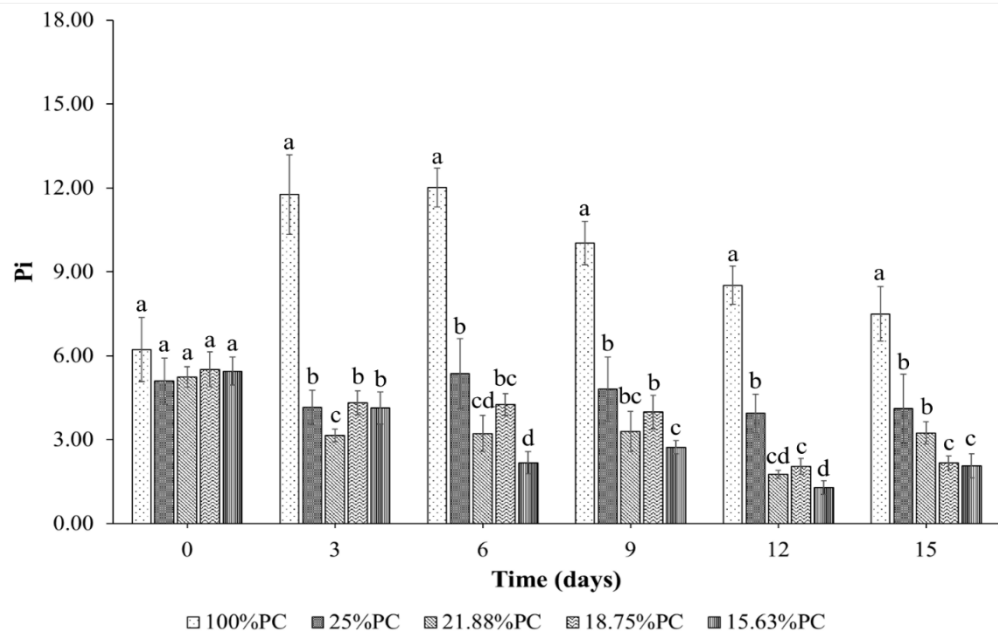
วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC มีค่า Pi (3.15 ± 0.22) ต่ำที่สุดและลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24 เท่า เมื่อเทียบกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (4.15 ± 0.62) และต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC พบว่า มีค่า Pi (4.32 ± 0.43 และ 4.13 ± 0.57 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (4.15 ± 0.62)

วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 15.63% PC มีค่า Pi (3.22 ± 0.64 และ 2.17 ± 0.40 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.40 และ 0.60 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (5.36 ± 1.24) ส่วนต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75% PC พบว่า มีค่า Pi (4.25 ± 0.39) ไม่แตกต่างกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (5.36 ± 1.24)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 15.63% PC มีค่า Pi (2.73 ± 0.23) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.43 เท่า เมื่อเทียบกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (4.81 ± 1.15) ส่วนต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 18.75% PC พบว่า มีค่า Pi (3.29 ± 0.72 และ 3.98 ± 0.61 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (4.81 ± 1.15)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีค่า Pi (1.76 ± 0.14 , 2.04 ± 0.29 และ 1.29 ± 0.24 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.55, 0.48 และ 0.67 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (3.94 ± 0.69)

วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า Pi (2.17 ± 0.25 และ 2.06 ± 0.43 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47 และ 0.50 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (4.11 ± 1.23) ส่วนต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีค่า Pi (3.24 ± 0.40) ไม่แตกต่างกับต้นโพรเกาหลี่ที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (4.11 ± 1.23) (ภาพประกอบ 24 และตาราง 11)



ภาพประกอบ 24 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 9, 12 และ 15 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีค่า RWC (86.52 ± 2.01 , 87.69 ± 0.85 , 83.82 ± 1.20 และ $84.93 \pm 1.31\%$ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (86.49 ± 1.25 , 88.01 ± 0.94 , 85.46 ± 1.45 และ $82.71 \pm 2.77\%$ ตามลำดับ) และพบว่าในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีค่า RWC ($87.72 \pm 0.33\%$) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.05 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ($83.29 \pm 1.92\%$)

วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า RWC (79.17 ± 1.15 และ $82.72 \pm 0.69\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.08 และ 0.04 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ($86.52 \pm 2.01\%$) ส่วนชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีค่า RWC ($83.39 \pm 2.38\%$) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ($86.52 \pm 2.01\%$)

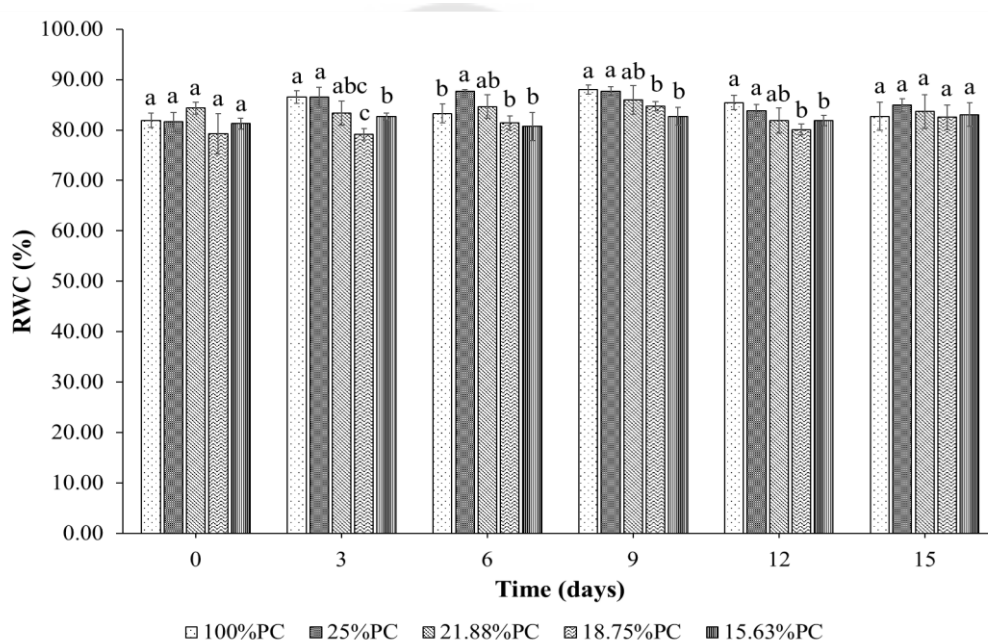
วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า RWC (81.41 ± 1.42 และ $80.70 \pm 2.82\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.07 และ 0.08 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ($87.72 \pm 0.33\%$) ส่วนชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีค่า RWC ($84.66 \pm 2.31\%$) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ($87.72 \pm 0.33\%$)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า RWC (84.70 ± 0.89 และ $82.70 \pm 1.77\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03 และ 0.06 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ($87.69 \pm 0.85\%$) ส่วนชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีค่า RWC ($85.97 \pm 2.84\%$) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ($87.69 \pm 0.85\%$)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีค่า RWC (80.10 ± 1.05 และ $81.85 \pm 1.63\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.04 และ 0.02 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำ

ในระดับ 25% PC ($83.82 \pm 1.20\%$) ส่วนชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีค่า RWC ($81.83 \pm 2.50\%$) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 25% PC ($83.82 \pm 1.20\%$)

วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีค่า RWC (83.65 ± 3.32 , 82.51 ± 2.47 และ $83.07 \pm 2.29\%$ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 100 และ 25% PC (82.71 ± 2.77 และ $84.93 \pm 1.31\%$ ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 25 และตาราง 12)



ภาพประกอบ 25 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้น้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.60 ± 0.11 , 1.87 ± 0.12 , 1.73 ± 0.05 , 1.80 ± 0.07 และ 1.53 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) มากที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในแต่ละวัน

วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.45 ± 0.04 , 1.54 ± 0.05 , 1.48 ± 0.05 และ 1.45 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (1.60 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

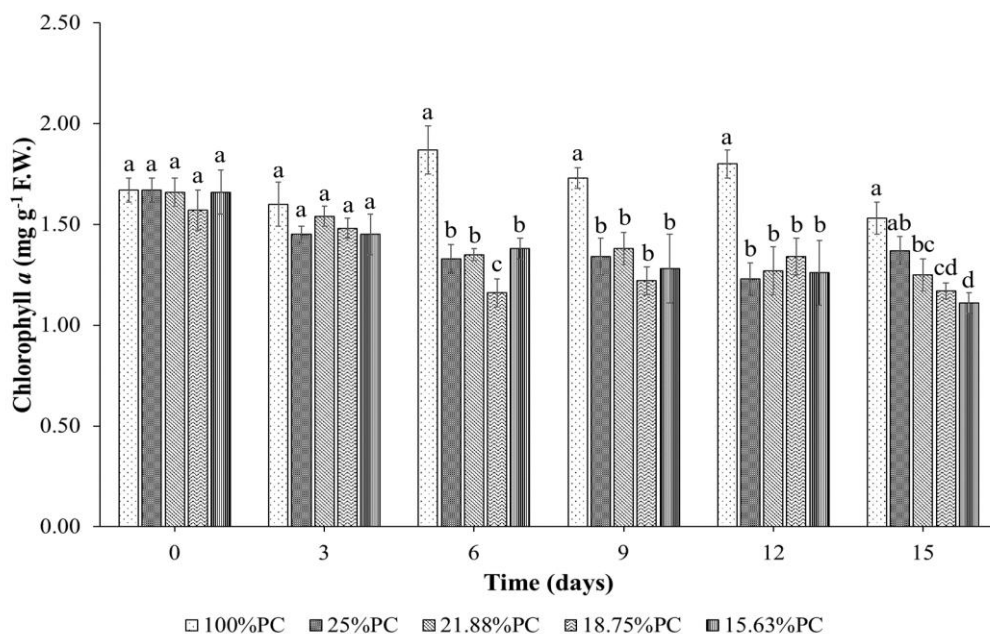
วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.16 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) น้อยที่สุด ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (1.33 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ส่วนชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 15.63% PC พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.35 ± 0.03 และ 1.38 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (1.33 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.38 ± 0.08 , 1.22 ± 0.07 และ 1.28 ± 0.17 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (1.73 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.27 ± 0.12 , 1.34 ± 0.09 และ 1.26 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (1.23 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.17 ± 0.04 และ 1.11 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 และ 0.19 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (1.37 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ส่วนชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.25 ± 0.08

มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (1.37 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 26 และตาราง 13)



ภาพประกอบ 26 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC)

เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9 และ 12 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.61 ± 0.07 , 0.75 ± 0.06 , 0.56 ± 0.02 และ 0.92 ± 0.27 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) มากที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในแต่ละวัน

วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.60 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.54 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 15.63% PC พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.57 ± 0.04 และ 0.56 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.54 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

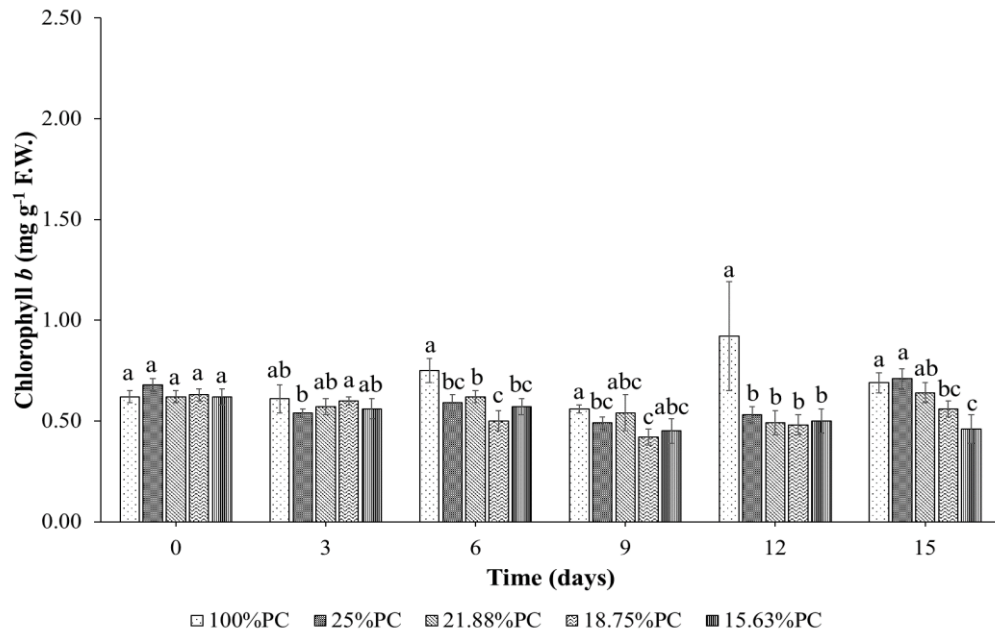
วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.62 ± 0.03 , 0.50 ± 0.05 และ 0.57 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.59 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.54 ± 0.09 , 0.42 ± 0.04 และ 0.45 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.49 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.49 ± 0.06 , 0.48 ± 0.05 และ 0.50 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.53 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.56 ± 0.04 และ 0.46 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21 และ 0.35 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.71 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.64 ± 0.05

มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.71 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 27 และตาราง 14)



ภาพประกอบ 27 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b)

ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC)

เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6 และ 9 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.47 ± 0.03 , 0.48 ± 0.03 และ 0.52 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) มากที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในแต่ละวัน

วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.42 ± 0.02 , 0.40 ± 0.03 และ 0.38 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.39 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด)

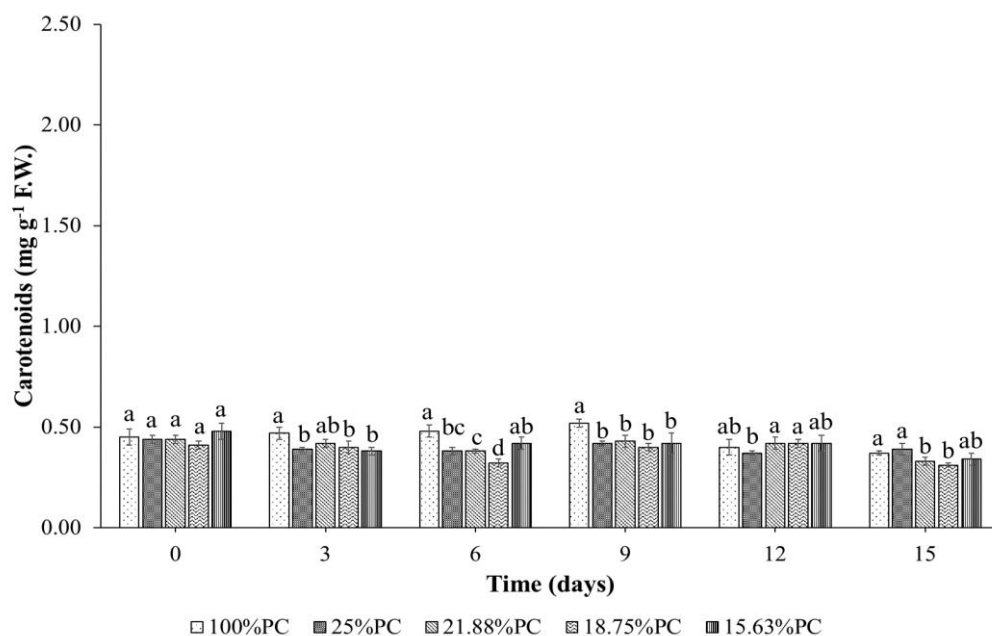
วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.32 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.38 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 15.63% PC พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.38 ± 0.01 และ 0.42 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.38 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.43 ± 0.03 , 0.40 ± 0.02 และ 0.42 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.42 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 18.75% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.42 ± 0.03 และ 0.42 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.37 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) แต่จะไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.40 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 15.63% PC พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.42 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.37 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด)

วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88 และ 18.75% PC มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.33 ± 0.02 และ 0.31 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 และ 0.21 เท่า ตามลำดับ

เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.39 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 15.63% PC พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.34 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.39 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 28 และตาราง 15)



ภาพประกอบ 28 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC)

เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คะแนนสภาพต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (drought score)

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC มีปริมาณคะแนนสภาพต้น (0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 ตามลำดับ) น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในแต่ละวัน โดยตั้งแต่วันที่ 3 – 9 ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีคะแนนสภาพต้น (0.25 ± 0.25 , 0.25 ± 0.25 และ 0.25 ± 0.25 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 ตามลำดับ) แต่ในวันที่ 12 และ 15 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีคะแนนสภาพต้น (0.50 ± 0.29 และ 0.75 ± 0.25 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC (0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 ตามลำดับ)

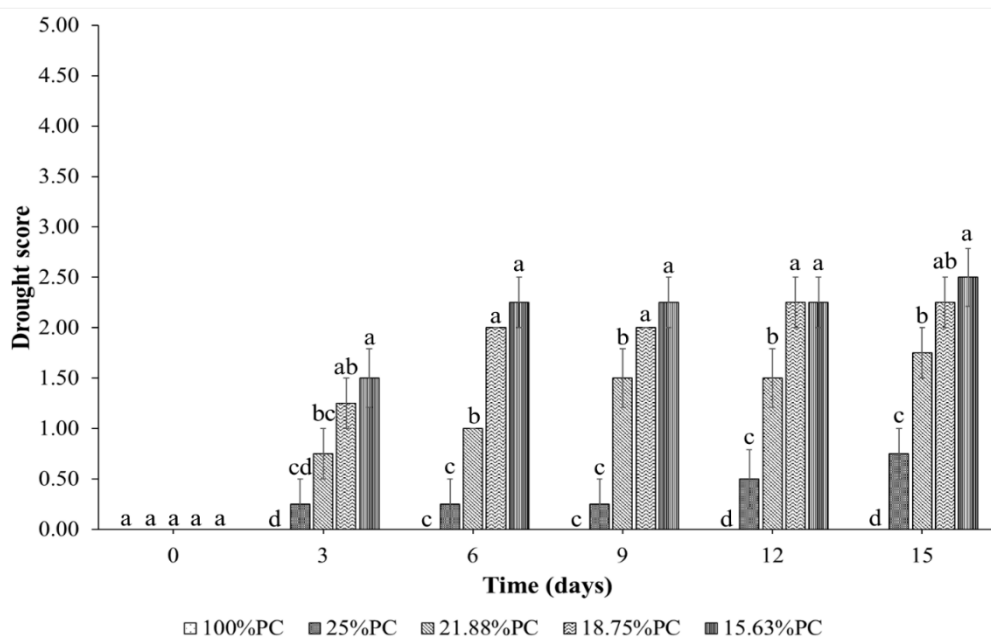
วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC มีคะแนนสภาพต้น (1.25 ± 0.25 และ 1.50 ± 0.29 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 4.00 และ 5.00 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.25 ± 0.25) ส่วนต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า มีคะแนนสภาพต้น (0.75 ± 0.25) ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.25 ± 0.25)

วันที่ 6 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีคะแนนสภาพต้น (1.00 ± 0.00 , 2.00 ± 0.00 และ 2.25 ± 0.25 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 3.00, 7.00 และ 8.00 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.25 ± 0.25)

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีคะแนนสภาพต้น (1.50 ± 0.29 , 2.00 ± 0.00 และ 2.25 ± 0.25 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 5.00, 7.00 และ 8.00 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.25 ± 0.25)

วันที่ 12 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีคะแนนสภาพต้น (1.50 ± 0.29 , 2.25 ± 0.25 และ 2.25 ± 0.25 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 2.00, 3.50 และ 3.50 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.50 ± 0.29)

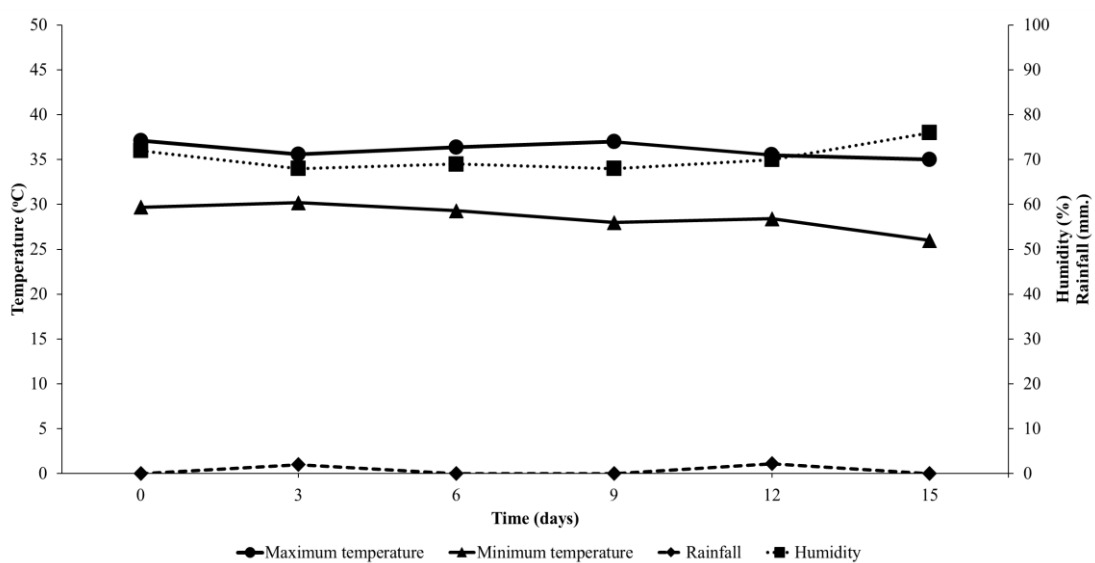
วันที่ 15 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88, 18.75 และ 15.63% PC มีคะแนนสภาพต้น (1.75 ± 0.25 , 2.25 ± 0.25 และ 2.50 ± 0.29 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 1.33, 2.00 และ 2.33 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC (0.75 ± 0.25) (ภาพประกอบ 29 และตาราง 16)



ภาพประกอบ 29 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลี เมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลสภาพอากาศ

ในระหว่างทำการทดลองวันที่ 15 – 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 พบว่า อุณหภูมิสูงสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 35.00 – 37.10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 26.00 – 30.20 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 0.00 – 2.20 มิลลิเมตร และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 68 – 76% (ภาพประกอบ 30 และตาราง 17)



ภาพประกอบ 30 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 15 – 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

จากผลการทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี พบว่า ในช่วงระหว่าง 25 – 12.5% PC ต้นไทรเกาหลีสามารถทนต่อความแล้งได้สูงสุดเมื่อได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC เนื่องจากมีค่า Fv/Fm และ Pi ในวันที่ 9 และ 15 ที่ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC และในทุก ๆ วันพบว่ามีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC และในวันที่ 3, 6 และ 9 พบว่า มีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC เช่นกัน ประกอบกับผลคะแนนสภาพต้น ตั้งแต่วันที่ 6 เป็นต้นไป พบว่าต้นไทรเกาหลีในชุดการทดลองที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC มีคะแนนสภาพต้นที่มากกว่าชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 25% PC แต่ไม่มากเท่ากับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 18.75 และ 15.63% PC ดังนั้นต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC จึงมีความสามารถในการทนต่อความแล้งได้ดีเท่ากับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ยังคงมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ ที่ต้นไทรเกาหลียังคงเจริญเติบโตอยู่ได้ ดังนั้นจึงเลือกการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลีโดยการให้ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

การทดลองที่ 1.3 การหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอน ต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี

ในการทดลองนี้จะหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลอลนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ปริมาณโพอลิน ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ปริมาณซิลิกอน และข้อมูลสภาพอากาศ ของต้นไทรเกาหลีทั้งในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC)

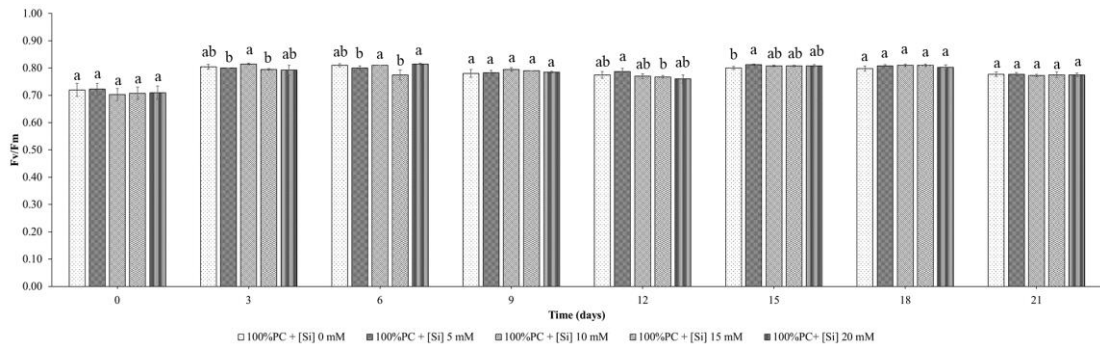
ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 3, 6, 9, 12, 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm ไม่แตกต่างกับค่า Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ในชุดควบคุมของแต่ละวัน และในวันที่ 15 ของการทดลอง พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.81 ± 0.00) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.80 ± 0.01) (ภาพประกอบ 31 และตาราง 18)

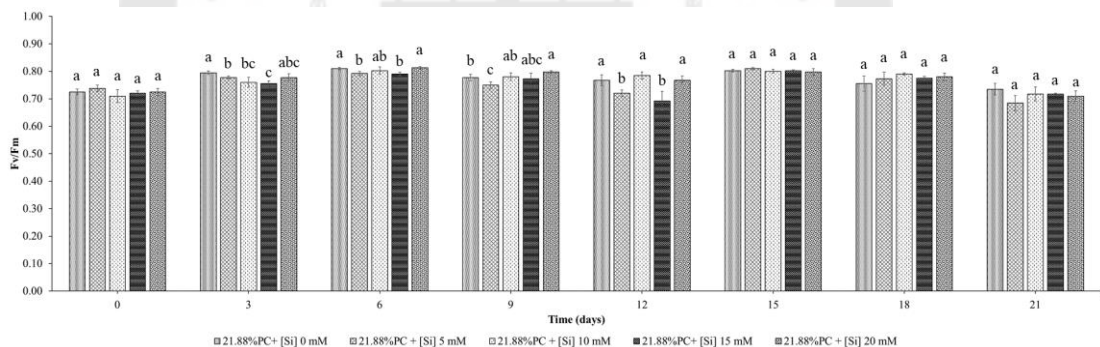
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 15, 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm ไม่แตกต่างกับค่า Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.78 ± 0.00 , 0.76 ± 0.02 และ 0.76 ± 0.01 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03, 0.05 และ 0.05 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.80 ± 0.01) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.79 ± 0.01 และ 0.79 ± 0.01 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.02 และ 0.02 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า

Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.81 ± 0.00) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.75 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.04 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.80 ± 0.00) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.78 ± 0.01) และในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.72 ± 0.01 และ 0.69 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.06 และ 0.10 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า Fv/Fm ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.77 ± 0.02) (ภาพประกอบ 32 และตาราง 19)





ภาพประกอบ 31 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



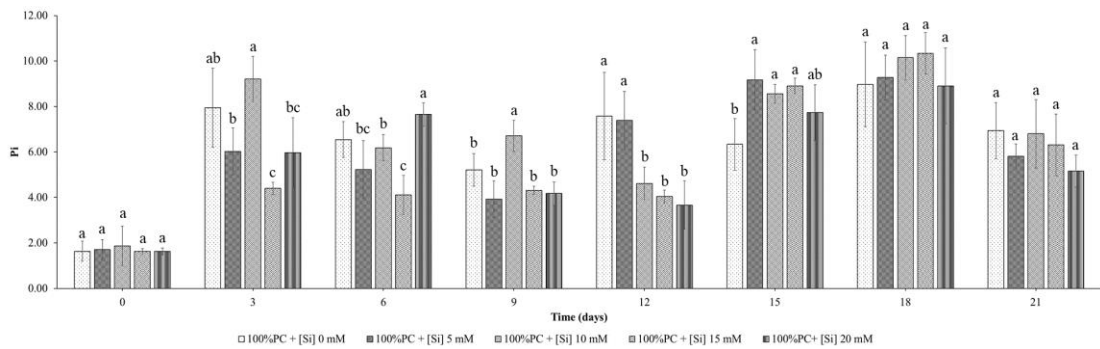
ภาพประกอบ 32 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

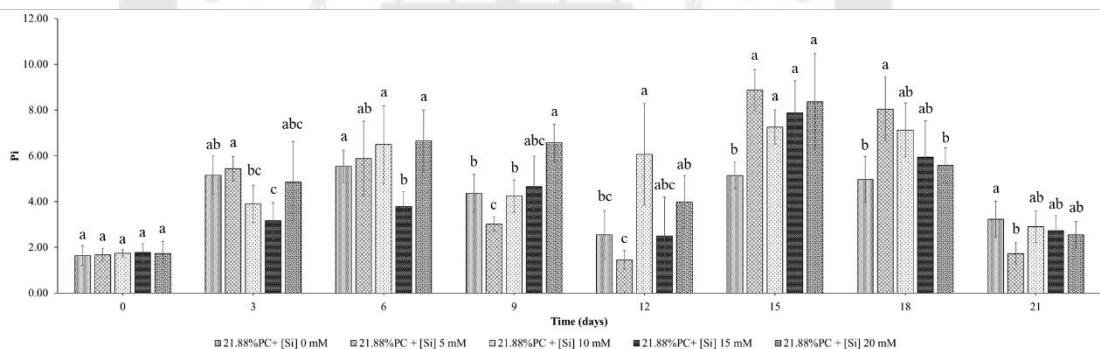
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi ไม่แตกต่างกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (4.40 ± 0.27) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.45 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (7.95 ± 1.74) เช่นเดียวกับวันที่ 6 ของการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (4.11 ± 0.86) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.37 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (6.54 ± 0.79) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (6.71 ± 0.68) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (5.21 ± 0.72) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (4.62 ± 0.71 , 4.04 ± 0.28 และ 3.67 ± 1.07 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.39, 0.47 และ 0.52 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (7.58 ± 1.92) และในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (9.17 ± 1.32 , 8.56 ± 0.41 และ 8.91 ± 0.34 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.45, 0.35 และ 0.41 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (6.34 ± 1.13) (ภาพประกอบ 33 และตาราง 20)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (3.16 ± 0.79) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.39 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (5.16 ± 0.84) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (3.79 ± 0.64) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.32 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (5.54 ± 0.71) ในวันที่ 9

ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (3.02 ± 0.31) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.31 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (6.58 ± 0.81) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.51 เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (4.37 ± 0.82) ในวันที่ 12 ของการทดลอง พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (6.07 ± 2.22) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 1.38 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.55 ± 1.06) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (8.87 ± 0.90 , 7.26 ± 0.75 , 7.89 ± 1.40 และ 8.37 ± 2.11 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.73, 0.42, 0.54 และ 0.63 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (5.13 ± 0.59) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (8.04 ± 1.39) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.62 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (4.97 ± 1.01) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (1.73 ± 0.48) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.46 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Pi ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (3.23 ± 0.78) (ภาพประกอบ 34 และตาราง 21)



ภาพประกอบ 33 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



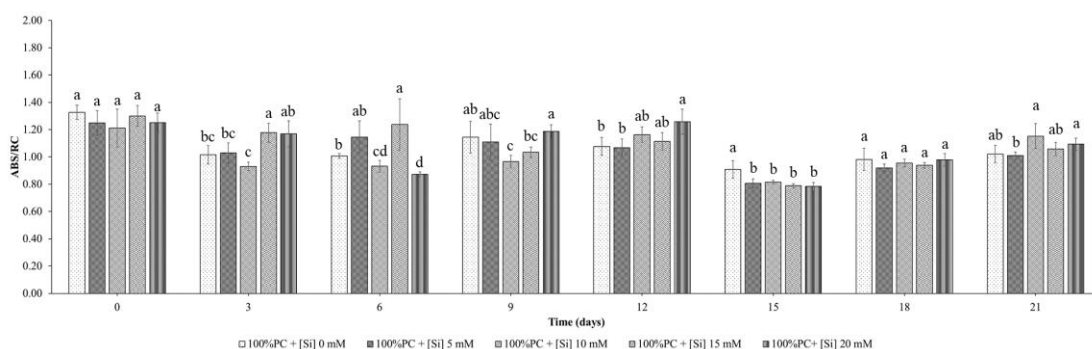
ภาพประกอบ 34 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Absorption per active reaction center (ABS/RC)

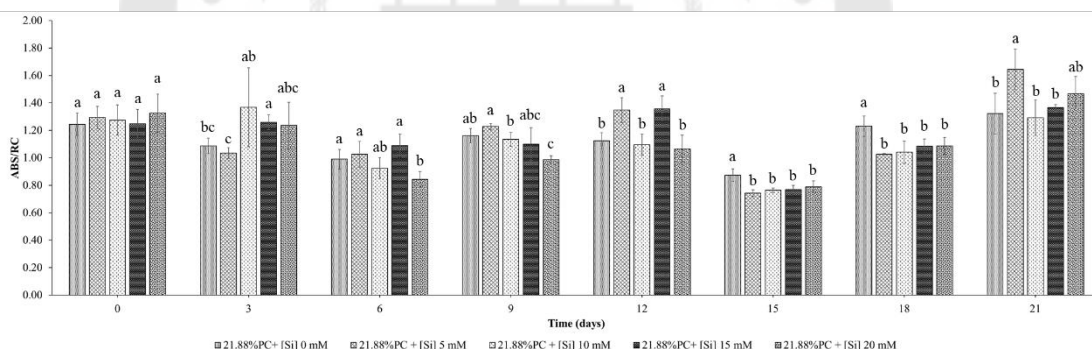
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการให้น้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC ไม่แตกต่างกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.18 ± 0.07) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.02 ± 0.07) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (0.93 ± 0.04 และ 0.87 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.08 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.24 ± 0.19) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.23 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.01 ± 0.02) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (0.97 ± 0.05) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.15 ± 0.12) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.26 ± 0.09) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.08 ± 0.06) และในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (0.81 ± 0.03 , 0.82 ± 0.01 , 0.79 ± 0.02 และ 0.78 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11, 0.10, 0.13 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.91 ± 0.06) (ภาพประกอบ 35 และตาราง 22)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการให้น้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.26 ± 0.05) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($1.09 \pm$

0.06) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (0.84 ± 0.06) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.99 ± 0.07) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (0.99 ± 0.03) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.16 ± 0.05) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.35 ± 0.09 และ 1.36 ± 0.09) ตามลำดับ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 และ 0.20 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.13 ± 0.06) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (0.74 ± 0.02 , 0.76 ± 0.02 , 0.77 ± 0.03 และ 0.79 ± 0.04) ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15, 0.13, 0.11 และ 0.09 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.87 ± 0.05) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.03 ± 0.01 , 1.04 ± 0.08 , 1.08 ± 0.05 และ 1.09 ± 0.06) ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16, 0.15, 0.12 และ 0.11 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.23 ± 0.07) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า ABS/RC (1.65 ± 0.15) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.25 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ABS/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.32 ± 0.15) (ภาพประกอบ 36 และตาราง 23)



ภาพประกอบ 35 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



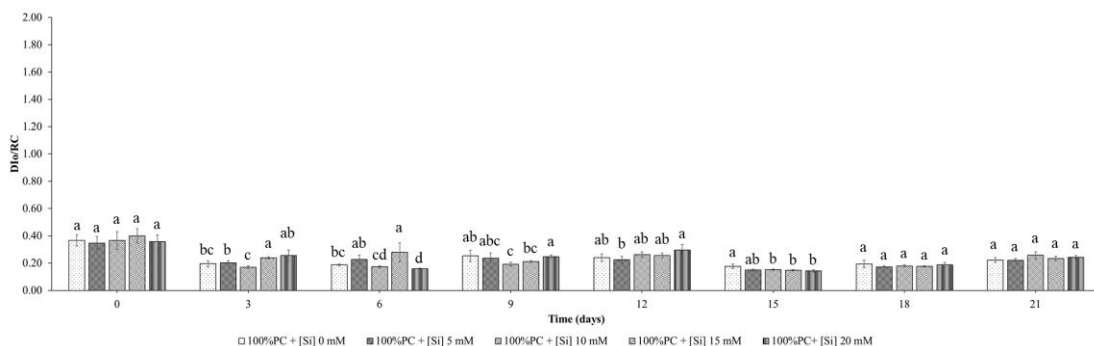
ภาพประกอบ 36 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC)

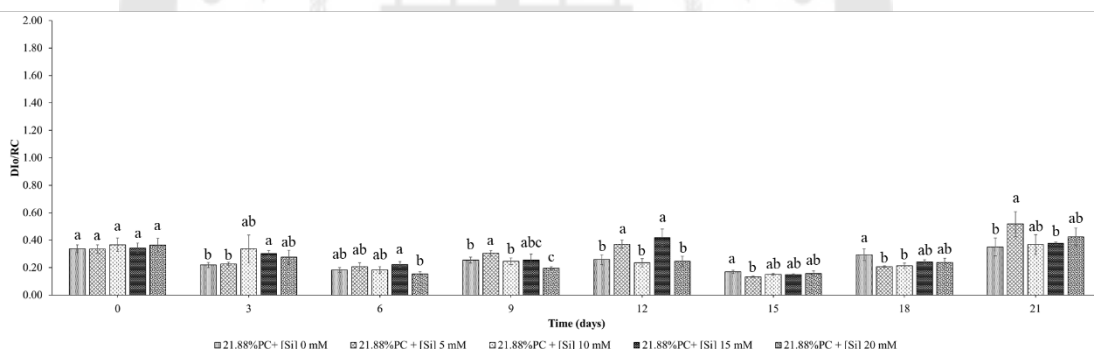
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 12, 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC ไม่แตกต่างกับค่า Dlo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.24 ± 0.01) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Dlo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.20 ± 0.02) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.28 ± 0.07) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.16 ± 0.00) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Dlo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.19 ± 0.01) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.19 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Dlo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.25 ± 0.04) และในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.15 ± 0.00 , 0.15 ± 0.00 และ 0.14 ± 0.01 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17, 0.17 และ 0.22 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า Dlo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.18 ± 0.02) (ภาพประกอบ 37 และตาราง 24)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.30 ± 0.02) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.36 เท่า เมื่อเทียบกับค่า Dlo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.22 ± 0.02) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า Dlo/RC (0.30 ± 0.02) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20

เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า D_{10}/RC (0.20 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 เท่า เมื่อเทียบกับค่า D_{10}/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.25 ± 0.02) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า D_{10}/RC (0.37 ± 0.03 และ 0.42 ± 0.06 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.42 และ 0.62 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า D_{10}/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.26 ± 0.04) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า D_{10}/RC (0.13 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24 เท่า เมื่อเทียบกับค่า D_{10}/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.17 ± 0.01) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า D_{10}/RC (0.21 ± 0.01 และ 0.21 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28 และ 0.28 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า D_{10}/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.29 ± 0.04) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า D_{10}/RC (0.52 ± 0.09) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.49 เท่า เมื่อเทียบกับค่า D_{10}/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.35 ± 0.07) (ภาพประกอบ 38 และตาราง 25)



ภาพประกอบ 37 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



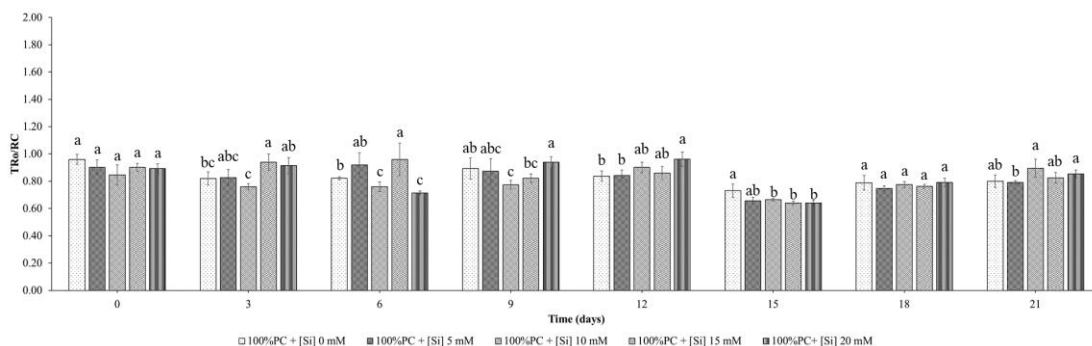
ภาพประกอบ 38 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC)

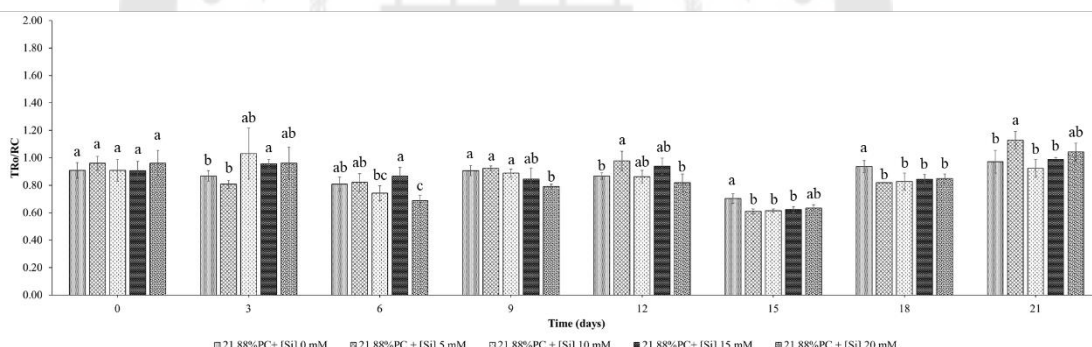
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC ไม่แตกต่างกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.94 ± 0.06) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.82 ± 0.05) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.76 ± 0.04 และ 0.71 ± 0.01 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.07 และ 0.13 เท่า ตามลำดับ และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.96 ± 0.12) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.82 ± 0.01) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.77 ± 0.03) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.89 ± 0.08) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.96 ± 0.05) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.84 ± 0.04) และในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.66 ± 0.01 , 0.64 ± 0.01 และ 0.64 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10, 0.12 และ 0.12 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.73 ± 0.05) (ภาพประกอบ 39 และตาราง 26)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.96 ± 0.03) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.87 ± 0.04) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิ

ไมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.69 ± 0.04) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.81 ± 0.05) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.79 ± 0.02) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.91 ± 0.04) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.98 ± 0.07) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.87 ± 0.02) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.61 ± 0.02 , 0.61 ± 0.01 และ 0.62 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13, 0.13 และ 0.11 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.70 ± 0.04) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (0.82 ± 0.00 , 0.83 ± 0.06 , 0.84 ± 0.04 และ 0.85 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13, 0.12, 0.11 และ 0.10 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.94 ± 0.04) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า TRo/RC (1.13 ± 0.06) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า เมื่อเทียบกับค่า TRo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.97 ± 0.08) (ภาพประกอบ 40 และตาราง 27)



ภาพประกอบ 39 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



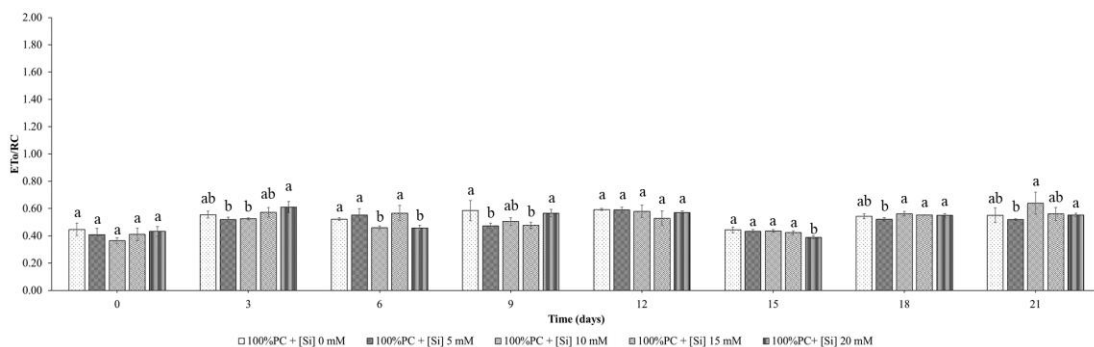
ภาพประกอบ 40 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC)

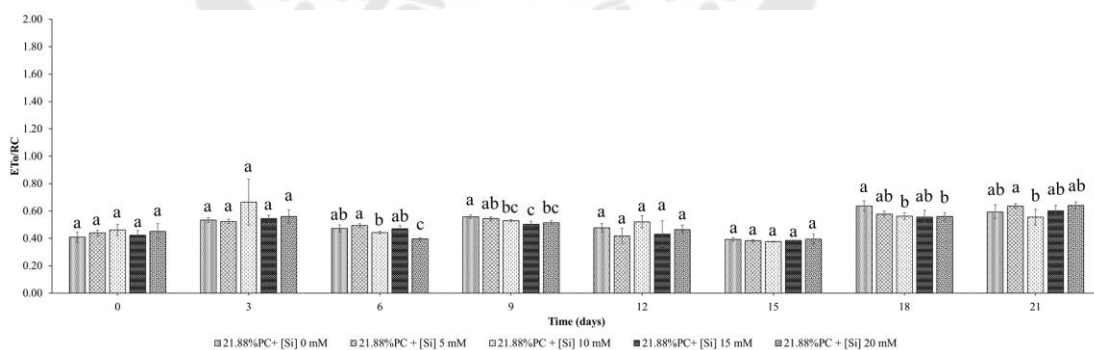
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการให้น้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 3, 12, 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC ไม่แตกต่างกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC (0.46 ± 0.01 และ 0.46 ± 0.02 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12 และ 0.12 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.52 ± 0.01) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC (0.47 ± 0.02) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.58 ± 0.07) และในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC (0.39 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.44 ± 0.02) (ภาพประกอบ 41 และตาราง 28)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการให้น้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3, 12, 15 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC ไม่แตกต่างกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC (0.40 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.47 ± 0.03) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC (0.50 ± 0.02) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11 เท่า เมื่อเทียบกับค่า ETo/RC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.56 ± 0.01) และในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า ETo/RC (0.56 ± 0.03 และ 0.56 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 และ 0.13 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า ETo/RC ของต้นไทร

เกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.64 ± 0.04) (ภาพประกอบ 42 และตาราง 29)



ภาพประกอบ 41 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

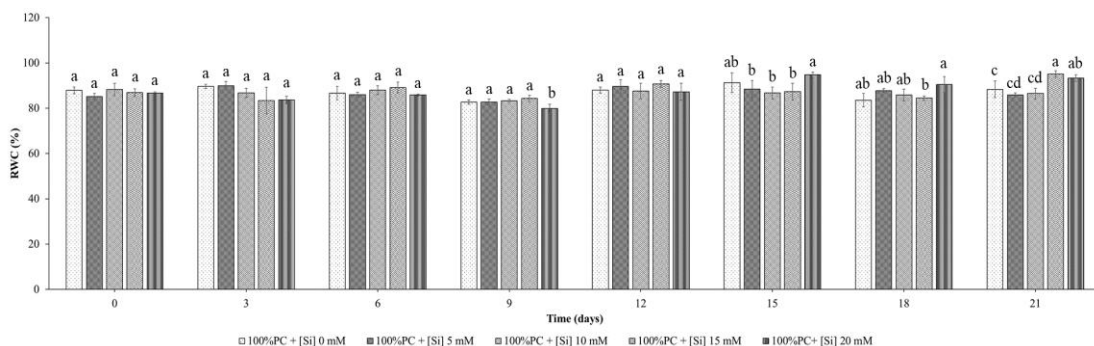


ภาพประกอบ 42 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

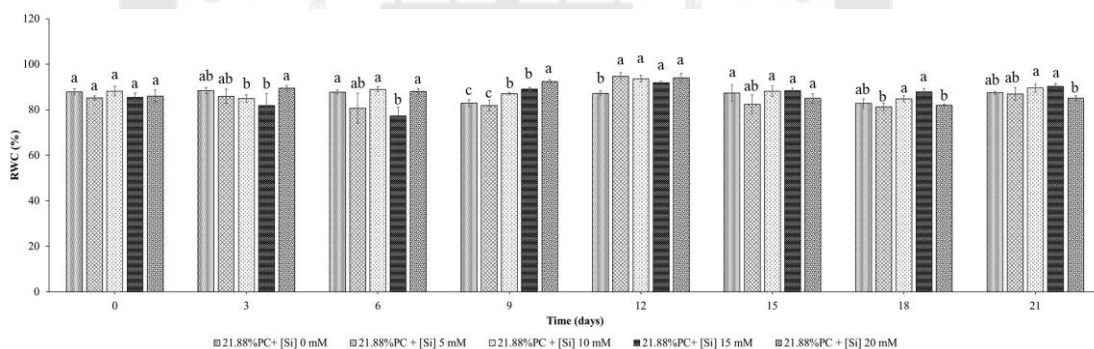
ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 3, 6, 12, 15 และ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC ไม่แตกต่างกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC ($79.92 \pm 1.82\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03 เท่า เมื่อเทียบกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($82.72 \pm 0.99\%$) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC (95.04 ± 1.46 และ $93.31 \pm 1.51\%$ ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.08 และ 0.06 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($88.34 \pm 3.71\%$) (ภาพประกอบ 43 และตาราง 30)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3, 15, 18 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC ไม่แตกต่างกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC ($77.24 \pm 3.93\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12 เท่า เมื่อเทียบกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($87.78 \pm 0.84\%$) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC (87.10 ± 0.50 , 89.08 ± 0.63 และ $92.43 \pm 0.71\%$) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.05, 0.07 และ 0.11 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($82.92 \pm 1.51\%$) และในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC (94.69 ± 1.54 , 93.61 ± 1.48 , 91.90 ± 0.70 และ $93.94 \pm 2.02\%$ ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.09, 0.07, 0.05 และ 0.08 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่า RWC ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลีคอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($87.20 \pm 1.09\%$) (ภาพประกอบ 44 และตาราง 31)



ภาพประกอบ 43 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 44 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

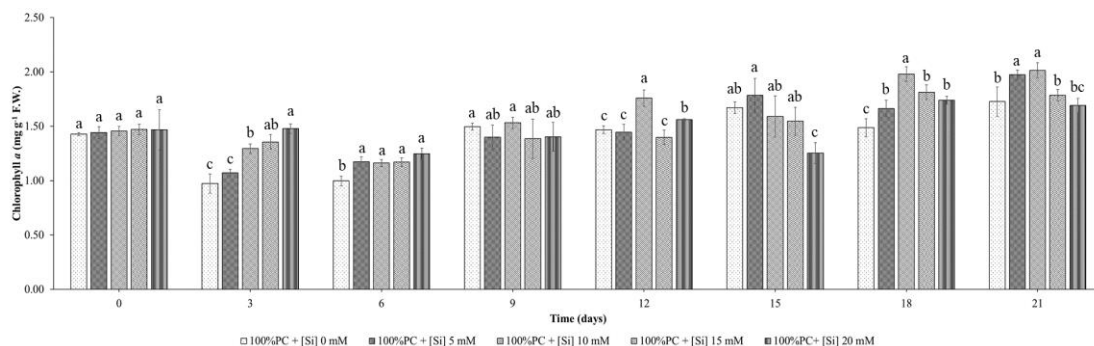
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.30 ± 0.04 , 1.36 ± 0.07 และ 1.48 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.34, 0.40 และ 0.53 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.97 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.17 ± 0.05 , 1.16 ± 0.03 , 1.17 ± 0.04 และ 1.25 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17, 0.16, 0.17 และ 0.25 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.00 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.76 ± 0.07 และ 1.56 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 และ 0.06 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.47 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.25 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.25 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.67 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.66 ± 0.08 , 1.98 ± 0.07 , 1.81 ± 0.07 และ 1.74 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10, 0.33, 0.21 และ 0.17 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.49 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10

มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.97 ± 0.04 และ 2.02 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 และ 0.17 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.73 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 45 และตาราง 32)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.24 ± 0.14 , 1.20 ± 0.05 และ 1.33 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.31, 0.26 และ 0.40 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.95 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.03 ± 0.09 , 0.96 ± 0.18 , 1.36 ± 0.05 และ 1.29 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21, 0.13, 0.60 และ 0.52 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.85 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.29 ± 0.06 และ 1.12 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.59 ± 0.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.09 ± 0.13 และ 1.13 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.22 และ 0.20 เท่า ตามลำดับ และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.65 ± 0.05 และ 1.67 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 และ 0.18 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.41 ± 0.08 มิลลิกรัม

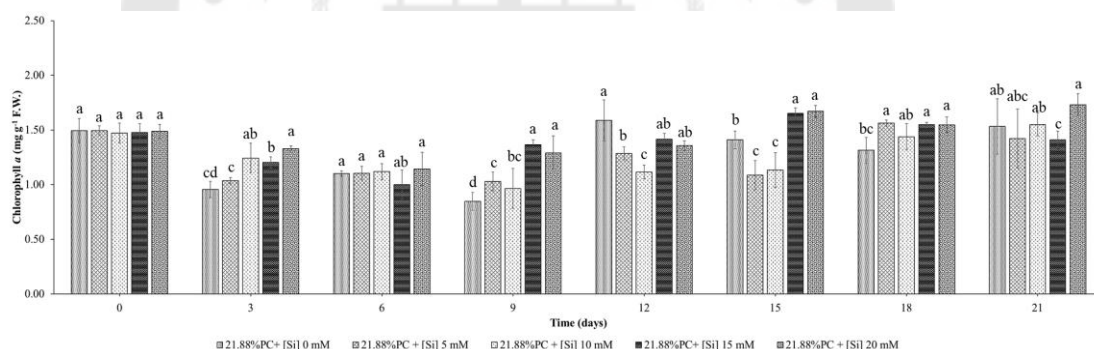
ต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.56 ± 0.03 , 1.55 ± 0.02 และ 1.55 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19, 0.18 และ 0.18 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.31 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.41 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.08 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.53 ± 0.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 46 และตาราง 33)





ภาพประกอบ 45 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 46 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

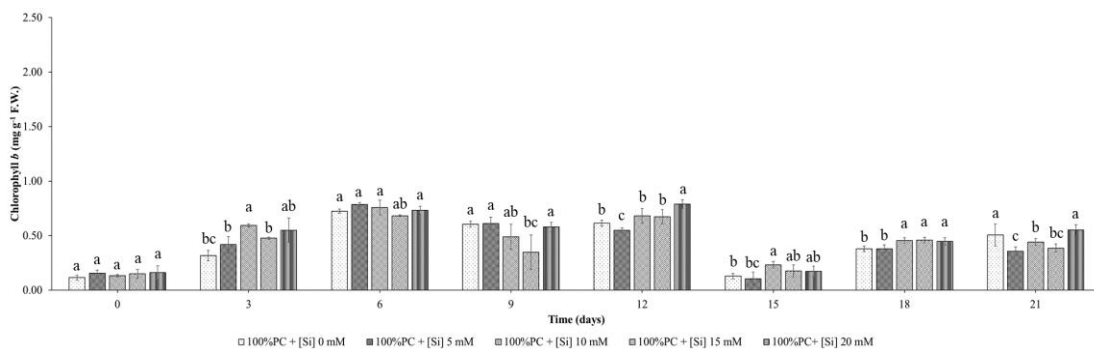
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29, 0.14 และ 0.24 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.51 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 47 และตาราง 34)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ไม่แตกต่างกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* (0.42 ± 0.08 และ 0.47 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.37 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.67 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* (0.59 ± 0.03 , 0.54 ± 0.09 และ 0.63 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.31, 0.36 และ 0.26 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.85 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* (0.84 ± 0.08 และ 0.79 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.75 และ 0.65 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.48 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* (0.27 ± 0.03 , 0.36 ± 0.05 และ 0.29 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.42, 0.89 และ 0.53 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.19 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี* (0.43 ± 0.04 , 0.35 ± 0.03 , 0.47 ± 0.06 และ 0.44 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

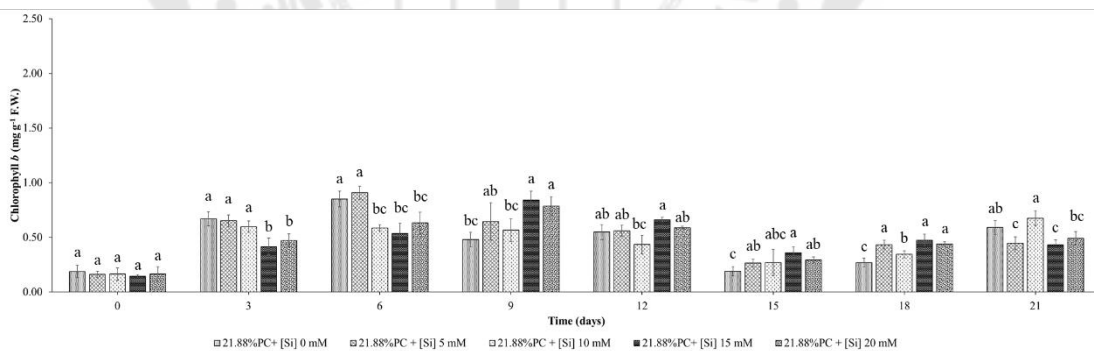
($p < 0.05$) คิดเป็น 0.59, 0.30, 0.74 และ 0.63 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.27 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.45 ± 0.06 และ 0.43 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24 และ 0.27 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซีลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.59 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 48 และตาราง 35)





ภาพประกอบ 47 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 48 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

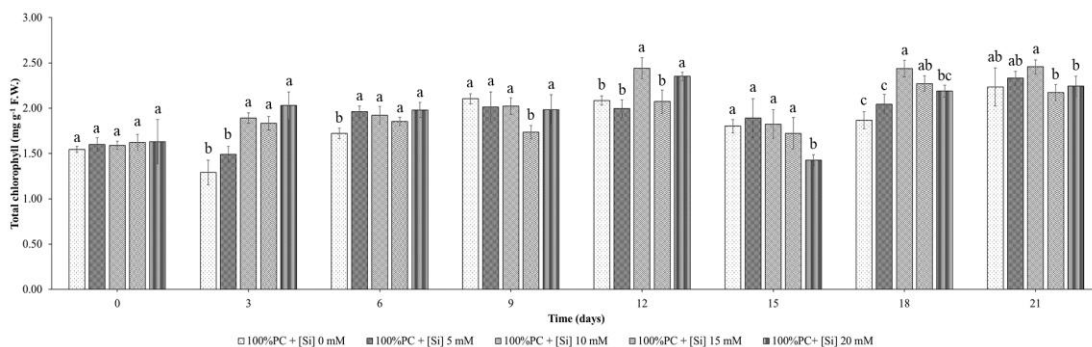
ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมไม่แตกต่างกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.89 ± 0.06 , 1.83 ± 0.08 และ 2.03 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47, 0.42 และ 0.57 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.29 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.96 ± 0.06 , 1.92 ± 0.10 , 1.86 ± 0.05 และ 1.98 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14, 0.12, 0.08 และ 0.15 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.72 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.73 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.18 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.10 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.44 ± 0.12 และ 2.35 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 และ 0.13 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.08 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.43 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.80 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.44 ± 0.09 และ 2.27 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด

ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.30 และ 0.21 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.87 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 49 และตาราง 36)

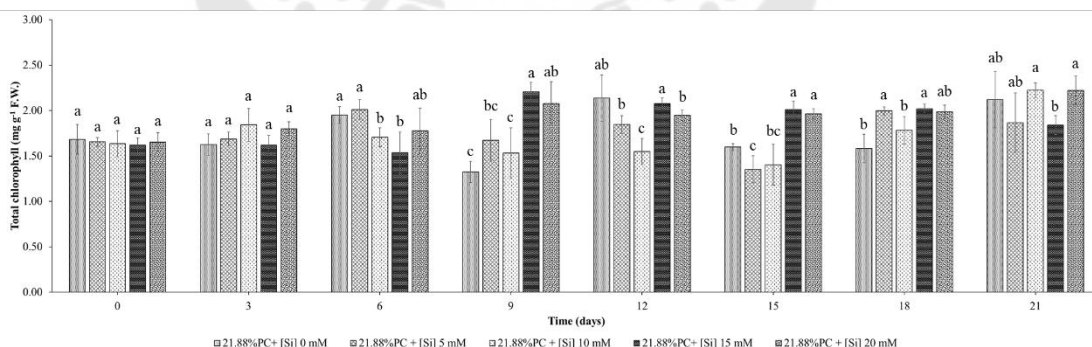
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมไม่แตกต่างกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.71 ± 0.10 และ 1.54 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12 และ 0.21 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.95 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.21 ± 0.10 และ 2.08 ± 0.24 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.66 และ 0.56 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.33 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.55 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.14 ± 0.26 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (1.35 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.01 ± 0.09 และ 1.96 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.26 และ 0.23 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.60 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิงค์ที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.00 ± 0.05 และ 2.02 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้น

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.27 และ 0.28 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.58 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 50 และตาราง 37)



ภาพประกอบ 49 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 50 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b)

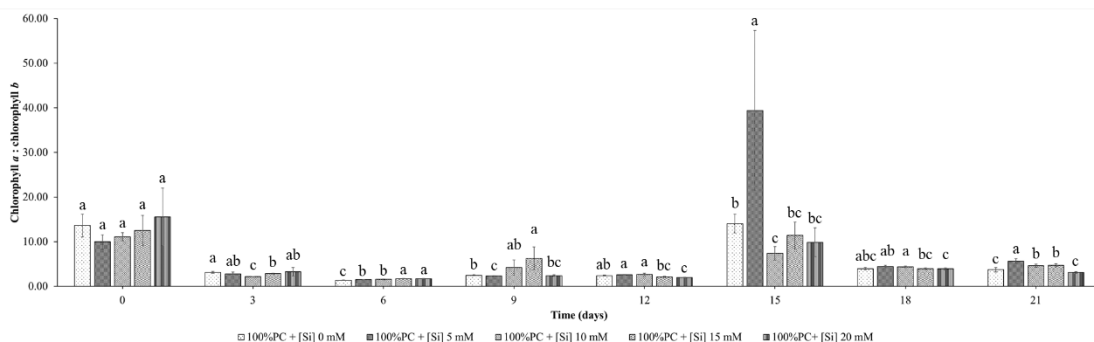
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้อัตราส่วนน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ไม่แตกต่างกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.18 ± 0.03 และ 2.84 ± 0.09 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.31 และ 0.10 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (3.15 ± 0.21) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (1.49 ± 0.03 , 1.55 ± 0.09 , 1.71 ± 0.04 และ 1.71 ± 0.06 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.08, 0.12, 0.24 และ 0.24 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.38 ± 0.04) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.30 ± 0.08) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.07 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (6.26 ± 2.57) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 1.52 เท่า เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.48 ± 0.09) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (1.99 ± 0.10) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.40 ± 0.11) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (39.42 ± 17.86) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 1.81 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (7.39 ± 1.53) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47 เท่า เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์

(14.04 ± 2.11) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (5.68 ± 0.54 , 4.63 ± 0.36 และ 4.71 ± 0.32 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.52, 0.24 และ 0.26 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (3.73 ± 0.52) (ภาพประกอบ 51 และตาราง 38)

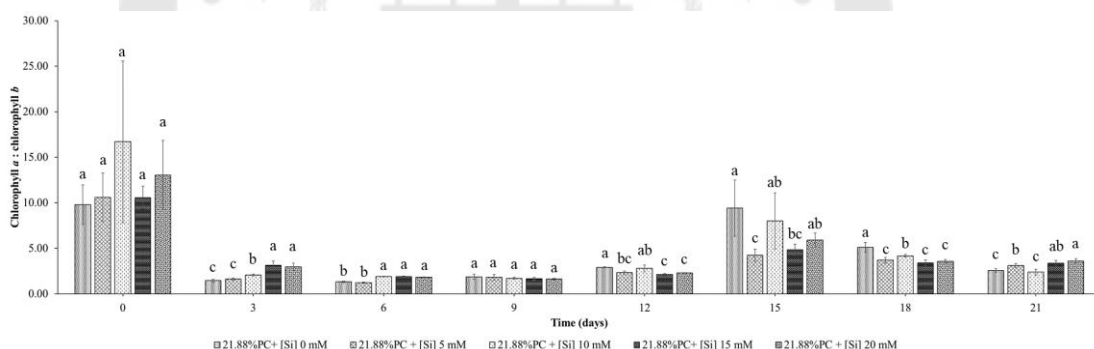
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ไม่แตกต่างกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.08 ± 0.10 , 3.13 ± 0.47 และ 2.98 ± 0.39 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.42, 1.14 และ 1.04 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.46 ± 0.15) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (1.90 ± 0.04 , 1.90 ± 0.07 และ 1.82 ± 0.05 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.44, 0.44 และ 0.38 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.32 ± 0.09) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.33 ± 0.18 , 2.15 ± 0.08 และ 2.30 ± 0.04 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20, 0.26 และ 0.21 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.91 ± 0.05) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (4.24 ± 0.65 และ 4.84 ± 0.60 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.55 และ 0.49 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (9.41 ± 3.09) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20

มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (3.69 ± 0.32 , 4.18 ± 0.14 , 3.40 ± 0.35 และ 3.56 ± 0.22 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28, 0.18, 0.34 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (5.12 ± 0.53) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (3.10 ± 0.23 , 3.36 ± 0.32 และ 3.61 ± 0.27 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21, 0.31 และ 0.41 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.56 ± 0.22) (ภาพประกอบ 52 และตาราง 39)





ภาพประกอบ 51 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 52 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

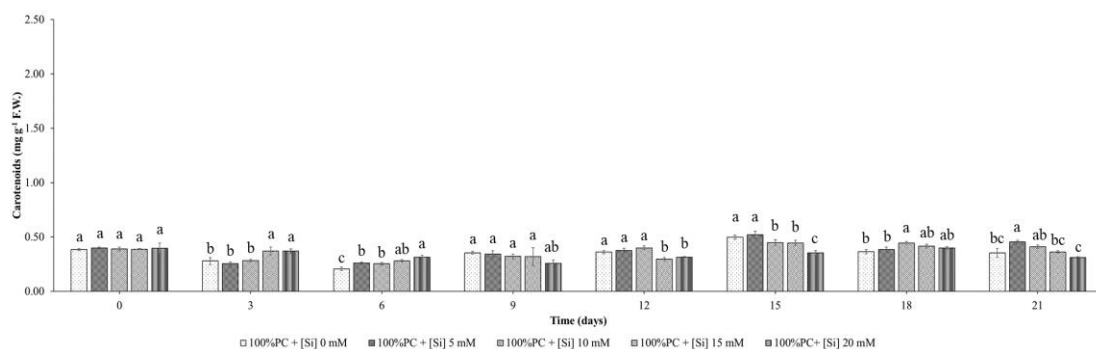
ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.37 ± 0.04 และ 0.37 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.32 และ 0.32 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.28 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.26 ± 0.01 , 0.25 ± 0.01 , 0.28 ± 0.01 และ 0.32 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24, 0.19, 0.33 และ 0.52 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.21 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.30 ± 0.01 และ 0.32 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 และ 0.11 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.36 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.45 ± 0.03 , 0.44 ± 0.03 และ 0.35 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10, 0.12 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.50 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.44 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.37 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.46 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัม

น้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.36 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 53 และตาราง 40)

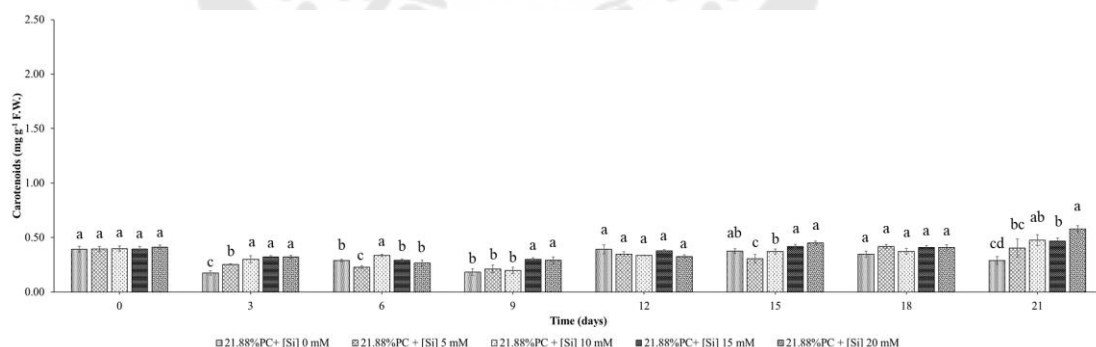
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ไม่แตกต่างกับมีปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.25 ± 0.00 , 0.30 ± 0.03 , 0.32 ± 0.01 และ 0.32 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47, 0.76, 0.88 และ 0.88 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.17 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.23 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.34 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.29 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.30 ± 0.01 และ 0.29 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.67 และ 0.61 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.18 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.31 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.18 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.38 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.48 ± 0.05 , 0.47 ± 0.03 และ 0.58 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิด

เป็น 0.66, 0.62 และ 1.00 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ของต้นไทรเกาหลีที่
ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.29 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)
(ภาพประกอบ 54 และตาราง 41)



ภาพประกอบ 53 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE
โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย
วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 54 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

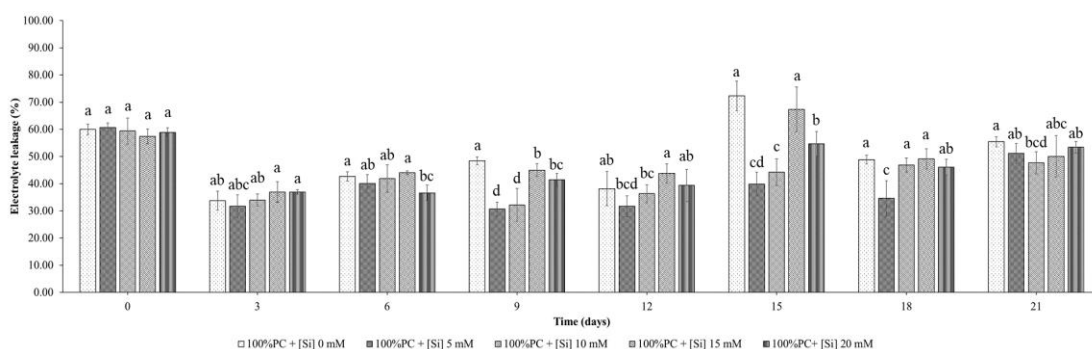
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่
ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทาง
สถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage)

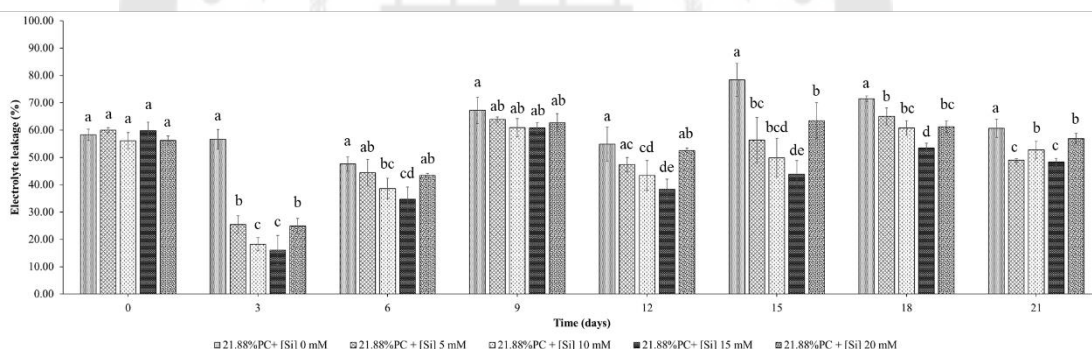
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 3 และ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุไม่แตกต่างกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ ($36.62 \pm 2.91\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 เท่า เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($42.71 \pm 1.68\%$) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (30.65 ± 2.57 , 32.22 ± 6.08 , 44.97 ± 2.43 และ $41.38 \pm 2.41\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.37, 0.33, 0.07 และ 0.15 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($48.44 \pm 1.41\%$) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (39.90 ± 4.38 , 44.25 ± 4.91 และ $54.67 \pm 4.49\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.45, 0.39 และ 0.24 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($72.34 \pm 5.44\%$) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ ($34.63 \pm 6.52\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29 เท่า เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($48.84 \pm 1.66\%$) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ ($47.62 \pm 4.09\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 เท่า เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($55.41 \pm 1.91\%$) (ภาพประกอบ 55 และตาราง 42)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุไม่แตกต่างกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ ($25.44 \pm$

3.27, 18.25 ± 2.41 , 16.12 ± 5.33 และ $24.87 \pm 2.77\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.55, 0.68, 0.72 และ 0.56 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($56.64 \pm 3.62\%$) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (38.57 ± 3.82 และ $34.74 \pm 4.46\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 และ 0.27 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($47.62 \pm 2.69\%$) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (43.37 ± 5.50 และ $38.40 \pm 3.63\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($54.83 \pm 6.32\%$) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (56.28 ± 8.40 , 49.86 ± 7.11 , 43.81 ± 5.04 และ $63.43 \pm 6.59\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28, 0.36, 0.44 และ 0.19 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($78.36 \pm 6.00\%$) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (65.00 ± 3.11 , 60.80 ± 2.67 และ $53.37 \pm 1.80\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.09, 0.15 และ 0.25 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($71.48 \pm 0.98\%$) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (48.91 ± 0.63 , 52.80 ± 3.12 , 48.32 ± 1.36 และ $56.86 \pm 1.99\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19, 0.13, 0.20 และ 0.06 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการรั่วไหลของประจุของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($60.63 \pm 3.33\%$) (ภาพประกอบ 56 และตาราง 43)



ภาพประกอบ 55 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 56 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA)

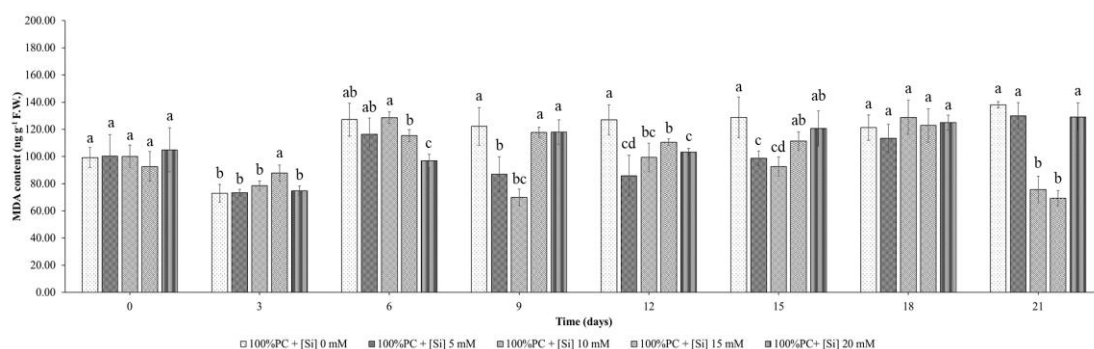
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้นำน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA ไม่แตกต่างกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (87.84 ± 5.79 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (72.99 ± 6.53 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (96.79 ± 4.79 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (127.13 ± 12.16 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (86.95 ± 12.85 และ 69.93 ± 6.05 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29 และ 0.43 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (122.16 ± 13.93 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (85.87 ± 15.01 , 99.38 ± 10.53 , 110.59 ± 2.45 และ 103.20 ± 2.80 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.32, 0.22, 0.13 และ 0.19 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (127.09 ± 10.88 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (98.65 ± 5.49 และ 92.65 ± 6.99 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.23 และ 0.28 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (128.73 ± 14.92 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (75.73 ± 9.79 และ 69.21 ± 5.66 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.45 และ 0.50 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ

MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (138.09 ± 2.22 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 57 และตาราง 44)

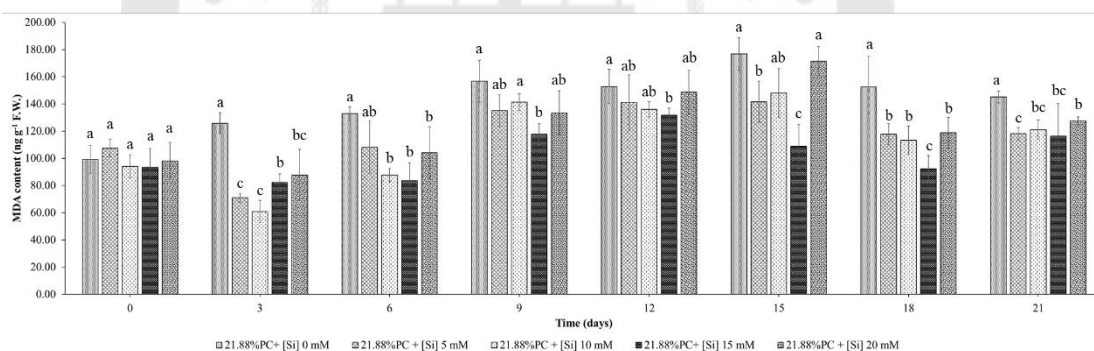
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (71.09 ± 3.17 , 60.88 ± 8.31 และ 82.31 ± 6.23 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.44, 0.52 และ 0.35 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (125.86 ± 7.63 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (87.72 ± 4.90 , 83.60 ± 13.21 และ 104.14 ± 19.13 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.34, 0.37 และ 0.22 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (132.95 ± 5.15 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (117.76 ± 7.72 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.25 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (156.86 ± 15.37 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (131.77 ± 5.05 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (152.86 ± 12.64 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (141.70 ± 15.07 และ 108.73 ± 16.26 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 และ 0.39 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (176.91 ± 11.91 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (117.75 ± 7.77 , 113.31 ± 10.40 , 92.30 ± 9.88 และ 118.98 ± 11.24 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.23, 0.26, 0.39 และ 0.22 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่

ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (152.45 ± 22.69 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (118.15 ± 4.53 , 121.14 ± 7.13 , 116.49 ± 23.67 และ 127.50 ± 2.97 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19, 0.17, 0.20 และ 0.12 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ MDA ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (145.15 ± 4.35 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 58 และตาราง 45)





ภาพประกอบ 57 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 58 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

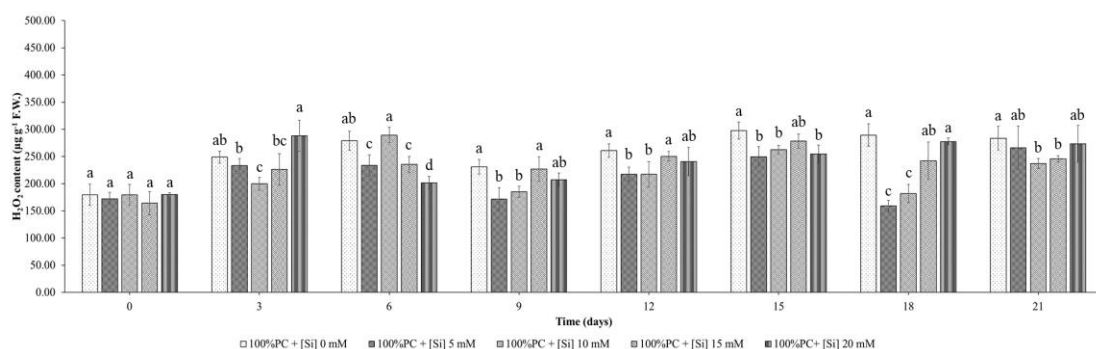
ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (199.85 ± 11.85 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.20 เท่า เมื่อเทียบกับมีปริมาณ H₂O₂ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (248.85 ± 11.17 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (233.53 ± 19.22, 235.26 ± 15.04 และ 201.78 ± 11.66 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.16, 0.16 และ 0.28 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H₂O₂ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (278.86 ± 17.55 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (171.64 ± 20.76 และ 185.01 ± 10.18 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.26 และ 0.20 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H₂O₂ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (231.16 ± 13.17 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (217.51 ± 12.64 และ 217.12 ± 23.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.17 และ 0.17 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H₂O₂ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (260.74 ± 12.35 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (249.83 ± 18.41, 262.60 ± 8.11 และ 254.51 ± 16.55 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.16, 0.12 และ 0.15 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H₂O₂ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (297.71 ± 15.83 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (159.04 ± 10.42 และ 181.82 ± 16.67 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.45 และ 0.37 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H₂O₂ ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (289.37 ± 20.60 ไมโครกรัมต่อกรัม

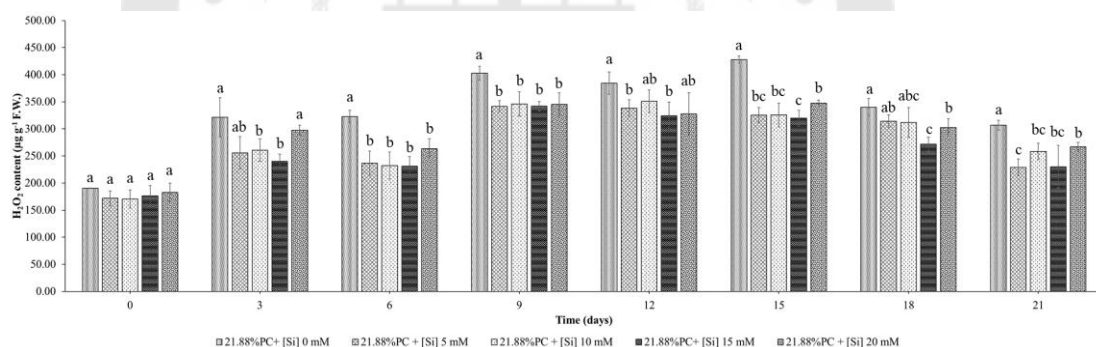
น้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (237.32 ± 9.05 และ 245.55 ± 5.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 และ 0.13 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (283.79 ± 21.96 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 59 และตาราง 46)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (260.60 ± 20.50 และ 240.16 ± 13.34 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 และ 0.25 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (321.25 ± 36.19 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (236.69 ± 22.24 , 232.10 ± 25.16 , 231.20 ± 17.66 และ 263.44 ± 18.58 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.27, 0.28, 0.28 และ 0.18 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (322.82 ± 11.65 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (341.72 ± 10.52 , 345.88 ± 22.14 , 341.91 ± 8.58 และ 345.26 ± 21.05 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15, 0.14, 0.15 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (402.86 ± 12.96 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (338.25 ± 15.33 และ 324.20 ± 25.27 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.12 และ 0.16 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (384.40 ± 20.70 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (325.42 ± 14.07 , 325.76 ± 21.97 และ 319.99 ± 14.53 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24,

0.24 และ 0.25 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วย ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (427.85 ± 6.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (271.72 ± 13.21 และ 302.74 ± 15.92 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 และ 0.11 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ ปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (339.73 ± 16.25 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการ พ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H_2O_2 (228.87 ± 15.65 , 258.55 ± 14.90 , 229.98 ± 39.36 และ 266.76 ± 8.26 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.25, 0.16, 0.25 และ 0.13 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณ H_2O_2 ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิ โมลาร์ (306.68 ± 9.30 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 60 และตาราง 47)



ภาพประกอบ 59 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



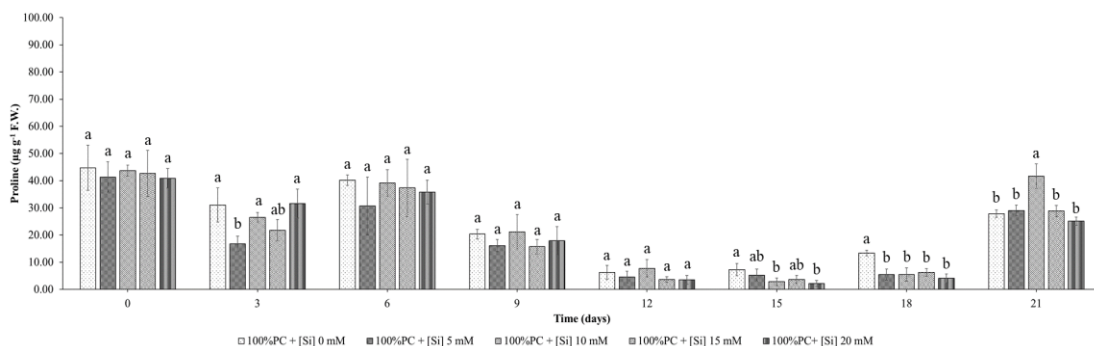
ภาพประกอบ 60 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณโพรลีน (proline)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 6, 9 และ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีนไม่แตกต่างกับปริมาณโพรลีนของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (16.82 ± 2.79 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.46 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลีนของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (31.03 ± 6.28 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (2.81 ± 1.37 และ 2.15 ± 1.12 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.61 และ 0.70 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลีนของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (7.27 ± 2.30 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (5.42 ± 2.08 , 5.45 ± 2.45 , 6.23 ± 1.39 และ 4.12 ± 1.62 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.59, 0.59, 0.53 และ 0.69 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลีนของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (13.34 ± 1.02 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (41.68 ± 4.51 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.50 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลีนของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (27.84 ± 1.37 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 61 และตาราง 48)

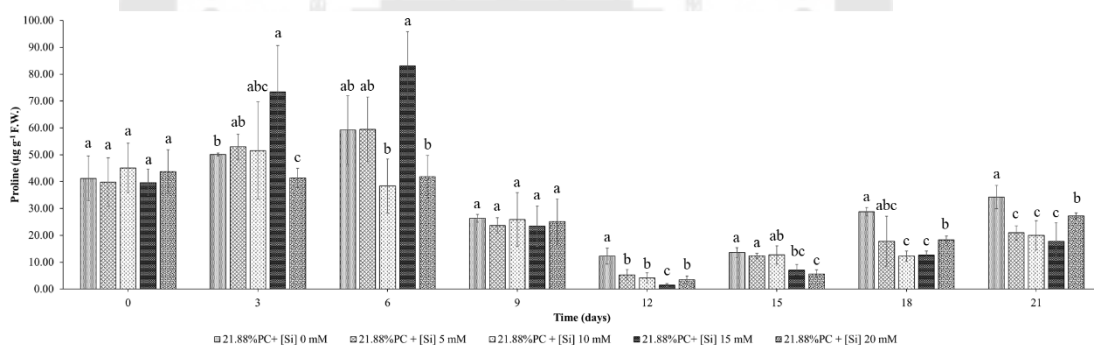
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีที่ได้น้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 6 และ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีนไม่แตกต่างกับปริมาณโพรลีนของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (73.43 ± 17.28 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน ($41.39 \pm$

3.58 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลินของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (50.08 ± 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลิน (5.28 ± 1.94 , 4.17 ± 1.86 , 1.50 ± 0.50 และ 3.53 ± 1.35 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.57, 0.66, 0.88 และ 0.71 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลินของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (12.28 ± 3.04 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลิน (7.11 ± 2.03 และ 5.60 ± 1.59 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.48 และ 0.59 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลินของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (13.60 ± 1.85 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลิน (12.25 ± 1.92 , 12.67 ± 1.53 และ 18.31 ± 1.44 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.58, 0.56 และ 0.37 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลินของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (28.84 ± 1.56 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลิน (20.97 ± 2.64 , 19.98 ± 5.49 , 17.79 ± 6.90 และ 27.24 ± 1.07 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.39, 0.42, 0.48 และ 0.21 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโพรลินของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (34.27 ± 4.32 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 62 และตาราง 49)



ภาพประกอบ 61 ปริมาณโพรลีน (proline)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 62 ปริมาณโพรลีน (proline)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

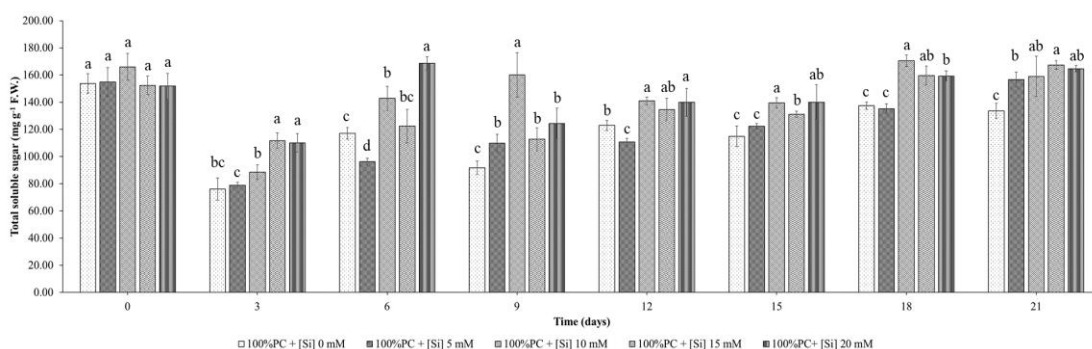
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC พบว่า ในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (111.75 ± 5.81 และ 110.02 ± 6.77 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.47 และ 0.45 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (76.12 ± 8.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (96.27 ± 2.51 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.18 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (142.78 ± 8.96 และ 168.62 ± 4.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.22 และ 0.44 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (117.03 ± 4.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 9 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (109.75 ± 6.64 , 160.11 ± 16.35 , 112.67 ± 8.55 และ 124.39 ± 11.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20, 0.74, 0.23 และ 0.36 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (91.79 ± 4.90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (110.75 ± 2.73 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10 เท่า และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (140.97 ± 2.83 และ 139.90 ± 10.28 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 และ 0.14 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (122.88 ± 3.68 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (139.58 ± 3.66 , 131.05 ± 2.29 และ 139.98 ± 12.80

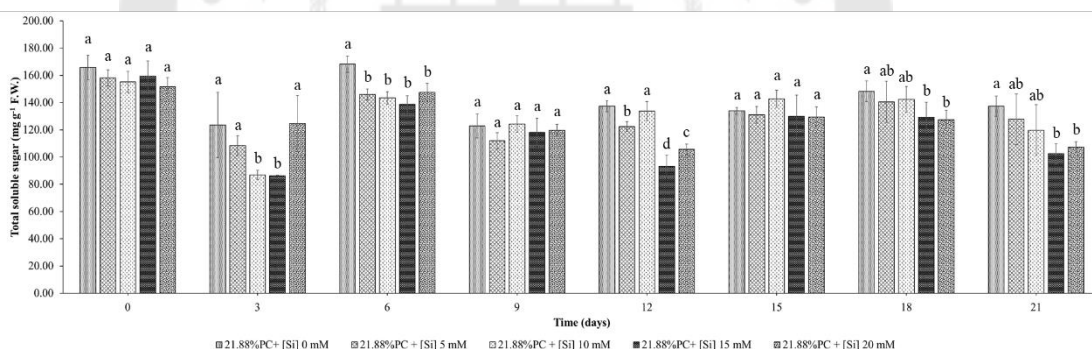
มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.04, 0.10 และ 0.03 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (144.91 ± 7.49 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (170.45 ± 4.26 , 159.60 ± 6.95 และ 159.18 ± 3.74 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24, 0.16 และ 0.16 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (137.49 ± 2.73 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (156.66 ± 5.50 , 159.05 ± 14.79 , 167.33 ± 3.19 และ 164.69 ± 2.39 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17, 0.19, 0.25 และ 0.23 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (133.50 ± 5.66 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 63 และตาราง 50)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ในวันที่ 9 และ 15 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำไม่แตกต่างกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ของแต่ละวัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (86.92 ± 3.41 และ 86.09 ± 0.61 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (123.47 ± 24.00 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 6 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (145.94 ± 4.10 , 143.35 ± 4.69 , 138.66 ± 6.36 และ 147.60 ± 6.47 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13, 0.15, 0.18 และ 0.12 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (168.25 ± 6.05 มิลลิกรัมต่อ

กรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 12 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (122.46 ± 3.51 , 93.15 ± 8.28 และ 105.63 ± 3.80 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.11, 0.32 และ 0.23 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (137.33 ± 4.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ในวันที่ 18 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (129.07 ± 11.24 และ 127.46 ± 6.84 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (148.21 ± 7.56 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (102.45 ± 7.36 และ 107.31 ± 4.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.26 และ 0.22 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (137.88 ± 7.42 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 64 และตาราง 51)



ภาพประกอบ 63 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

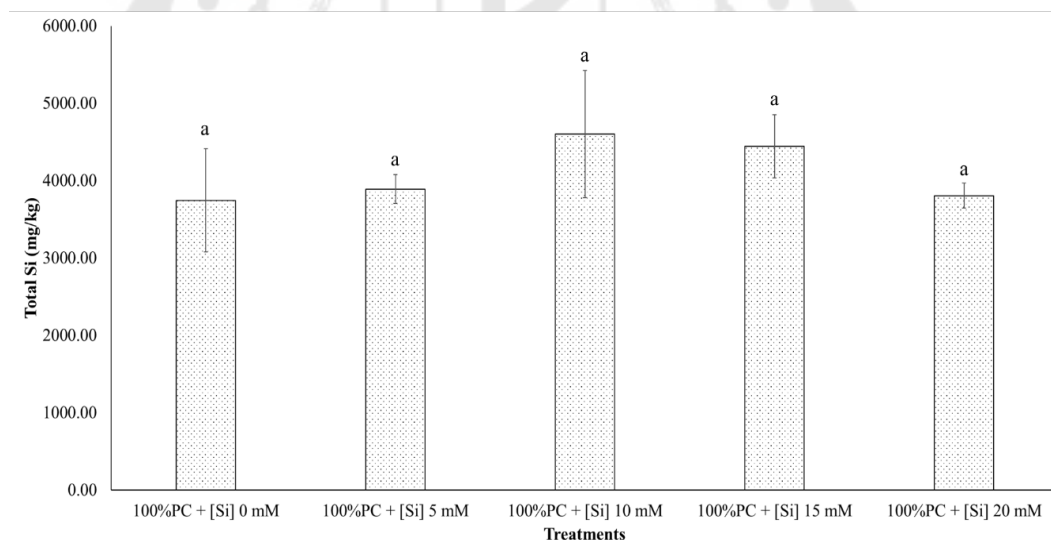


ภาพประกอบ 64 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณซิลิกอน

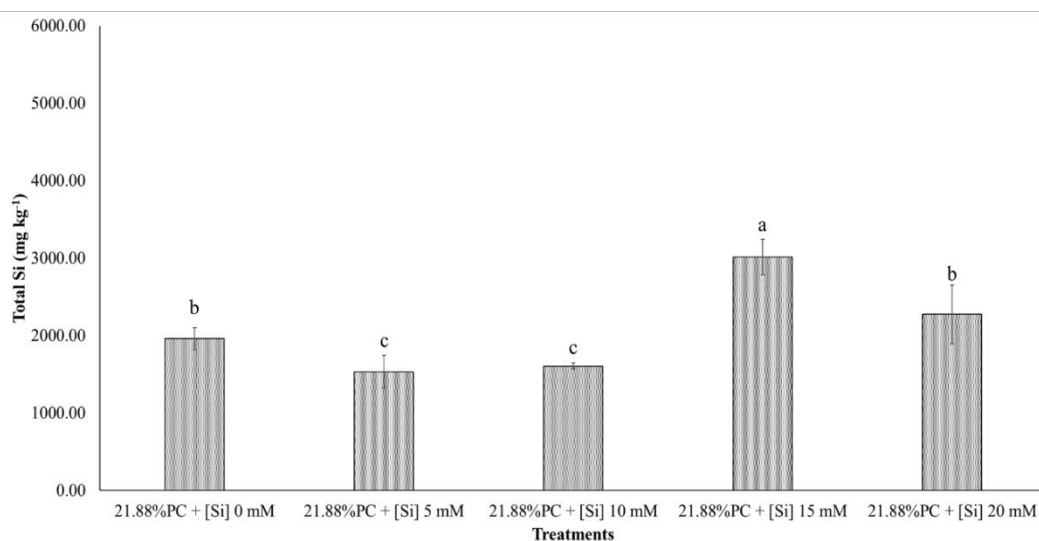
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ เป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณซิลิกอนที่ไม่แตกต่างกัน ($3,745 \pm 667.34$, $3,893.00 \pm 188.24$, $4,601.67 \pm 823.35$, $4,446.00 \pm 409.76$ และ $3,808.00 \pm 163.17$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 65 และตาราง 52)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณซิลิกอนมากที่สุด ($3,015.33 \pm 229.81$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 20, 0, 10 และ 5 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ($2,276.67 \pm 378.34$, $1,961.00 \pm 140.23$, $1,609.00 \pm 40.67$ และ $1,533.33 \pm 211.56$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 66 และตาราง 53)



ภาพประกอบ 65 ปริมาณซิลิกอน (total silicon)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

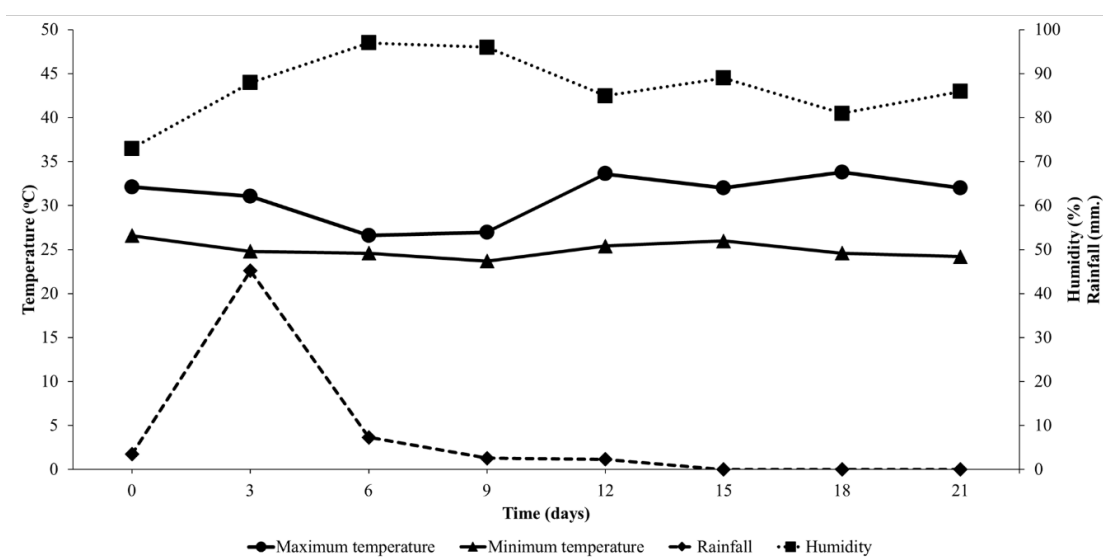


ภาพประกอบ 66 ปริมาณซิลิกอน (total silicon)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลสภาพอากาศ

ในระหว่างทำการทดลองวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2565 – 11 ตุลาคม พ.ศ. 2565 พบว่า อุณหภูมิสูงสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 26.60 – 33.80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 23.70 – 26.60 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 0.00 – 45.20 มิลลิเมตร และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 73 – 97% (ภาพประกอบ 67 และตาราง 54)



ภาพประกอบ 67 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2565 – 11 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการและลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี

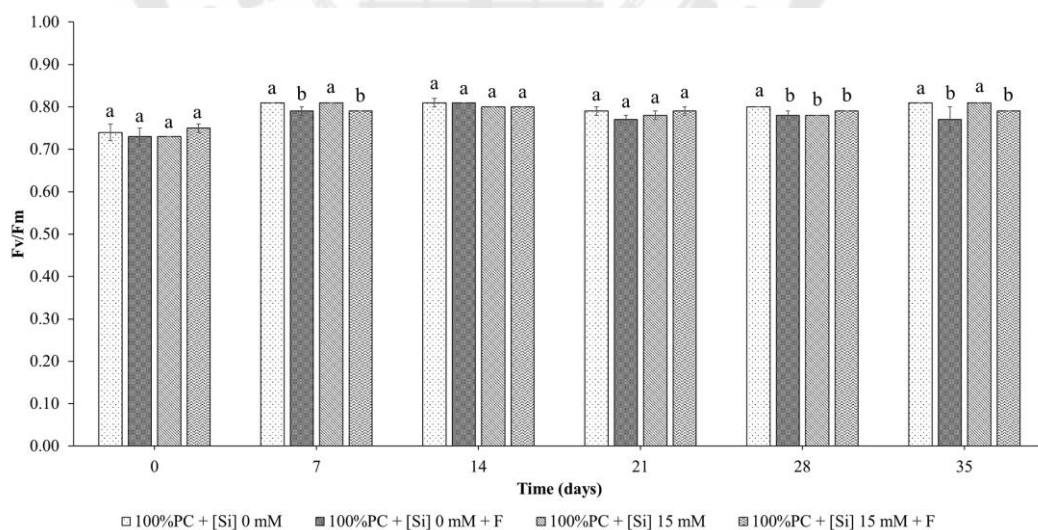
ในการทดลองนี้จะศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ปริมาณโพรีลีน ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ คตะเลส (catalase; CAT) และแอสคอเบสเพอโรกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) จำนวนปากใบ ลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบ โครงสร้างคลอโรพลาสต์ และข้อมูลสภาพอากาศ

ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm)

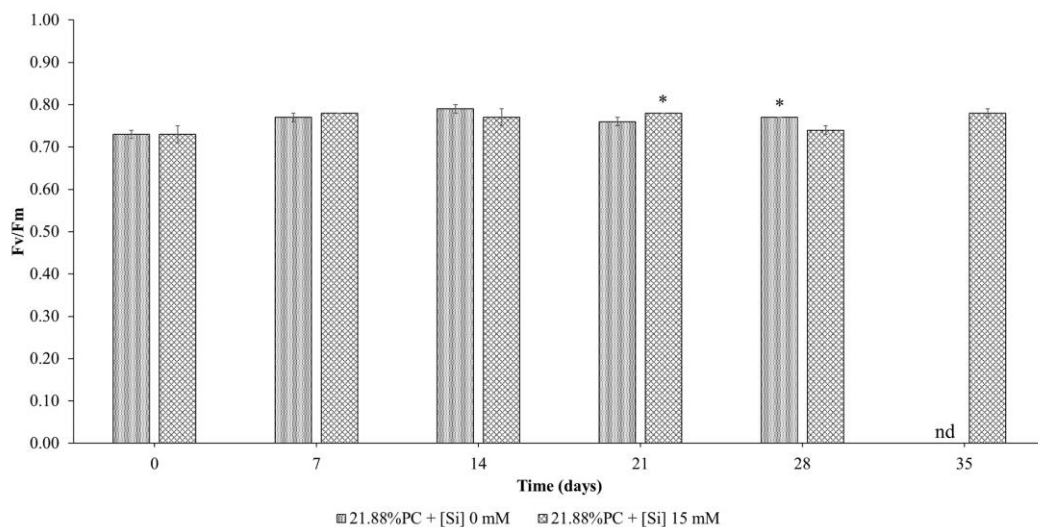
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Fv/Fm ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.78 ± 0.00) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.80 ± 0.00) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Fv/Fm ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า Fv/Fm (0.79 ± 0.01 , 0.78 ± 0.00 และ 0.77 ± 0.03 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.02, 0.03 และ 0.05 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.81 ± 0.00 , 0.80 ± 0.00 และ 0.81 ± 0.00 ตามลำดับ) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Fv/Fm ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า Fv/Fm

(0.79 ± 0.00 และ 0.79 ± 0.00 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.02 และ 0.02 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (0.81 ± 0.00 และ 0.81 ± 0.00 ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 68 และตาราง 55)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Fv/Fm ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.78 ± 0.00) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.76 ± 0.01) ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Fv/Fm (0.74 ± 0.01) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.04 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.77 ± 0.00) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีค่า Fv/Fm เท่ากับ 0.78 ± 0.01 (ภาพประกอบ 69 และตาราง 56)



ภาพประกอบ 68 ประสิทธิภาพการชี้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



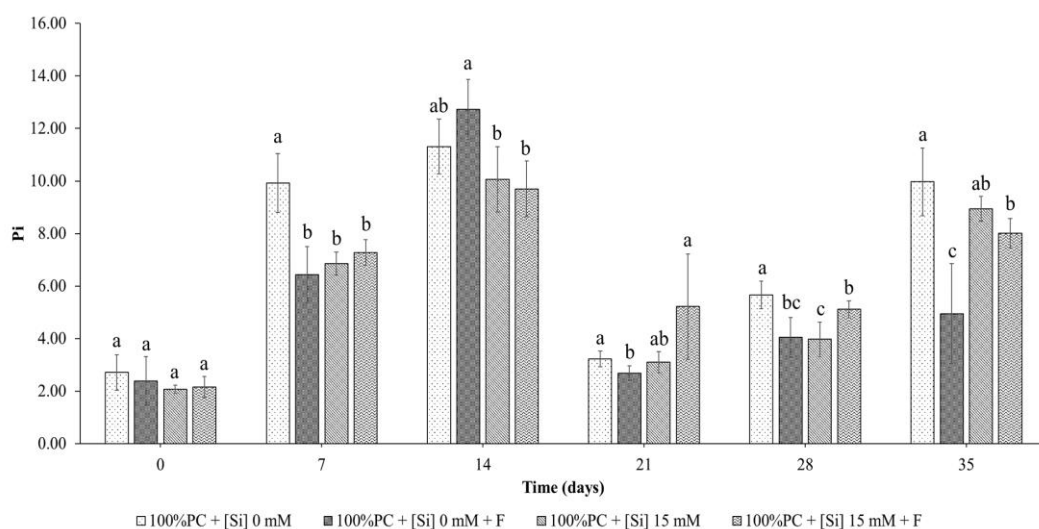
ภาพประกอบ 69 ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; F_v/F_m) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi)

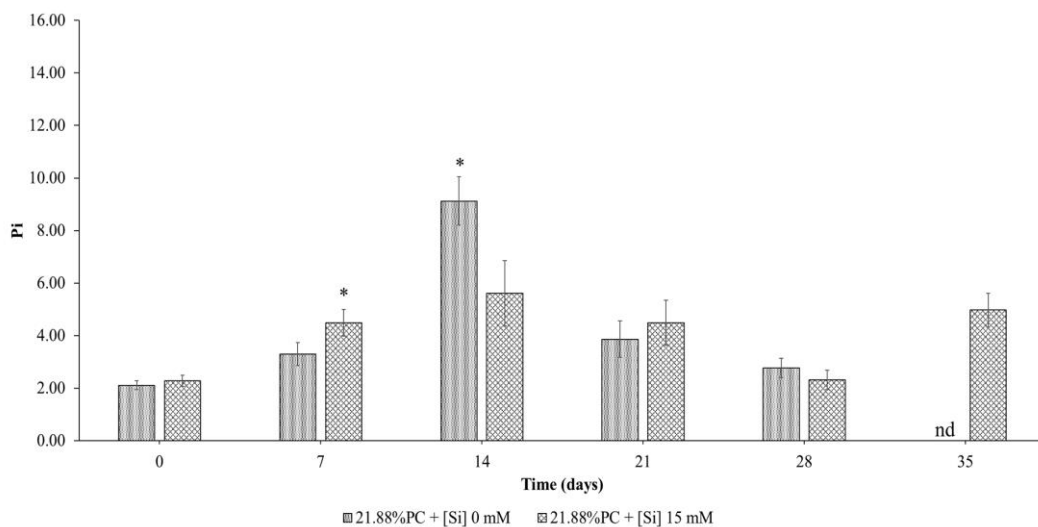
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 14, 21 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Pi ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (6.85 ± 0.44 และ 3.97 ± 0.66 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.31 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (9.92 ± 1.12 และ 5.66 ± 0.52 ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 14 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Pi ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า Pi (6.44 ± 1.07 , 2.69 ± 0.27 , 4.05 ± 0.75 และ 4.95 ± 1.90 ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.35, 0.16, 0.28 และ 0.50 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (9.92 ± 1.12 , 3.22 ± 0.30 , 5.66 ± 0.52 และ 9.97 ± 1.29 ตามลำดับ) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Pi ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า Pi (5.11 ± 0.32) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (3.97 ± 0.66) (ภาพประกอบ 70 และตาราง 57)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า Pi ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 7 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (4.48 ± 0.51) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.36 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (3.29 ± 0.44) ในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi (5.61 ± 1.24) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) คิดเป็น 0.38 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (9.12 ± 0.92) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีค่า Pi เท่ากับ 4.97 ± 0.64 (ภาพประกอบ 71 และตาราง 58)



ภาพประกอบ 70 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



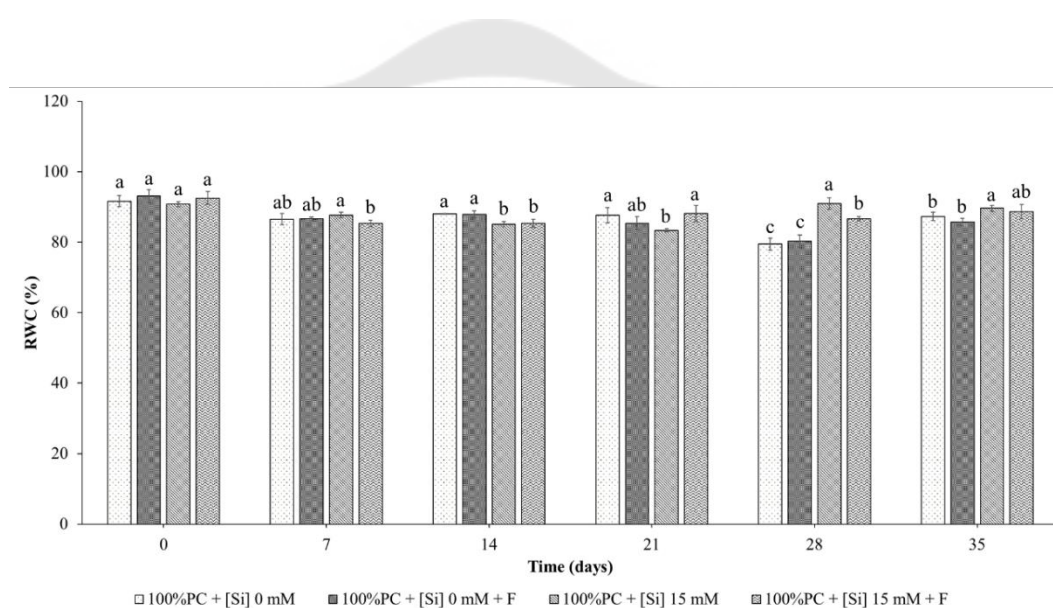
ภาพประกอบ 71 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า RWC ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC ($83.36 \pm 0.48\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.05 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($87.67 \pm 2.14\%$) และในวันที่ 28 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC (90.93 ± 1.69 และ $89.66 \pm 0.82\%$ ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.14 และ 0.03 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (79.47 ± 1.72 และ $87.30 \pm 1.20\%$ ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า RWC ไม่แตกต่างกัน และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 14 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีค่า RWC ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า RWC (85.33 ± 0.94 และ $86.59 \pm 0.65\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.03 และ 0.05 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (87.68 ± 0.80 และ $90.93 \pm 1.69\%$ ตามลำดับ) และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า RWC ($88.16 \pm 2.31\%$) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.06 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ($83.36 \pm 0.48\%$) (ภาพประกอบ 72 และตาราง 59)

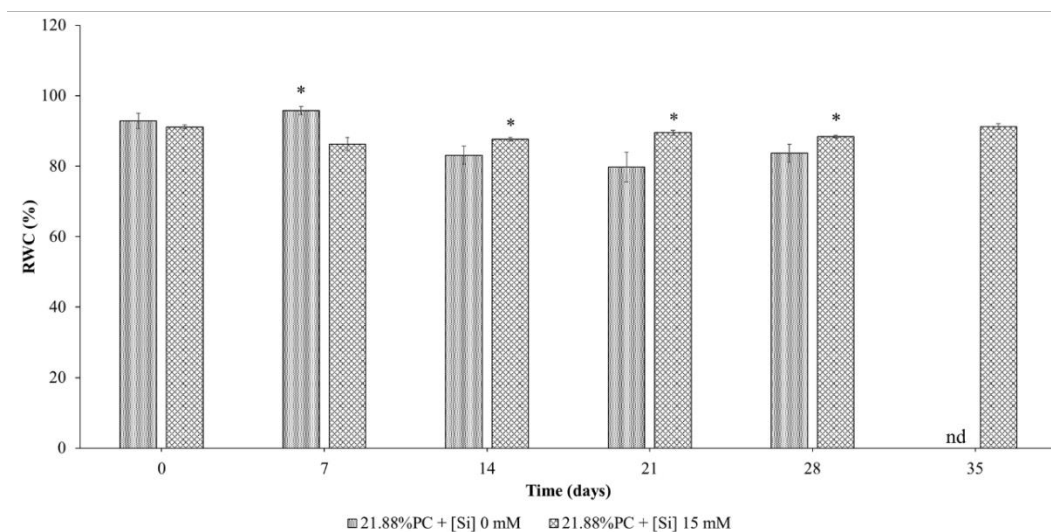
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC ($86.29 \pm 1.88\%$) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ($95.79 \pm 1.15\%$) ในวันที่ 14, 21 และ 28 ของการ

ทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC (87.62 ± 0.49 , 89.50 ± 0.72 และ $88.40 \pm 0.40\%$ ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.05, 0.12 และ 0.06 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (83.11 ± 2.60 , 79.75 ± 4.22 และ $83.74 \pm 2.54\%$ ตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีค่า RWC เท่ากับ $91.24 \pm 0.83\%$ (ภาพประกอบ 73 และตาราง 60)



ภาพประกอบ 72 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

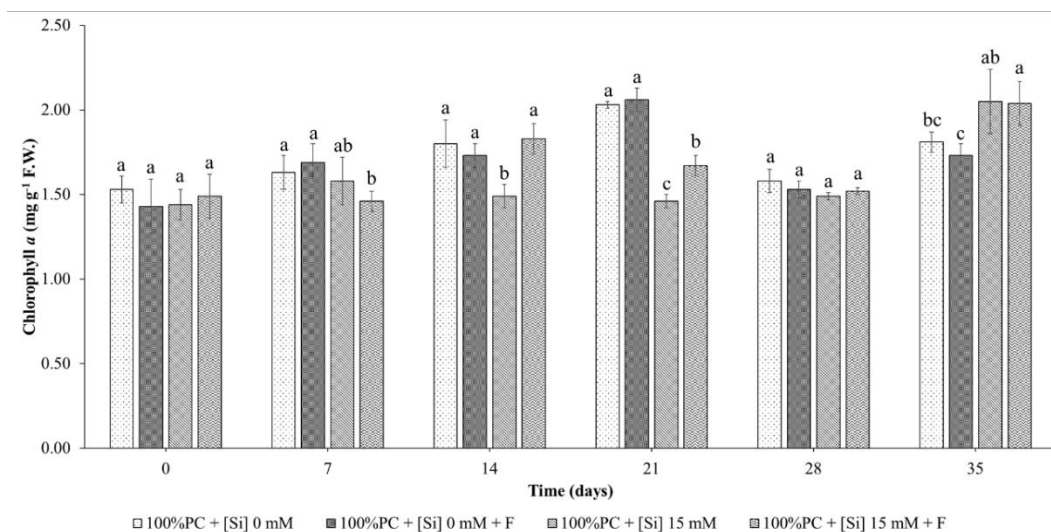


ภาพประกอบ 73 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

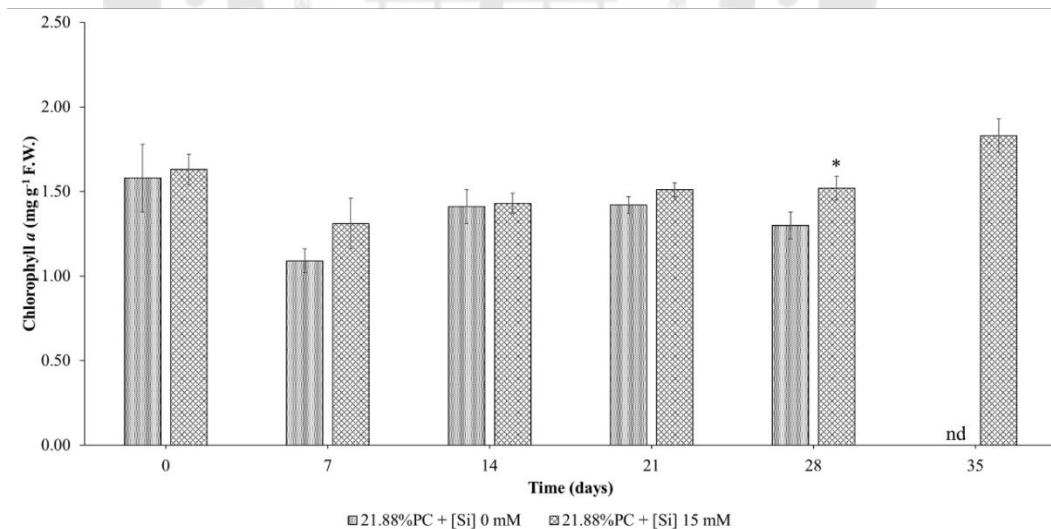
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.49 ± 0.07 และ 1.46 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 และ 0.28 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.80 ± 0.14 และ 2.03 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกัน และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.83 ± 0.09 และ 1.67 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.23 และ 0.14 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (1.49 ± 0.07 และ 1.46 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 74 และตาราง 61)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (1.52 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.30 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 1.83 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 75 และตาราง 62)



ภาพประกอบ 74 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 75 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

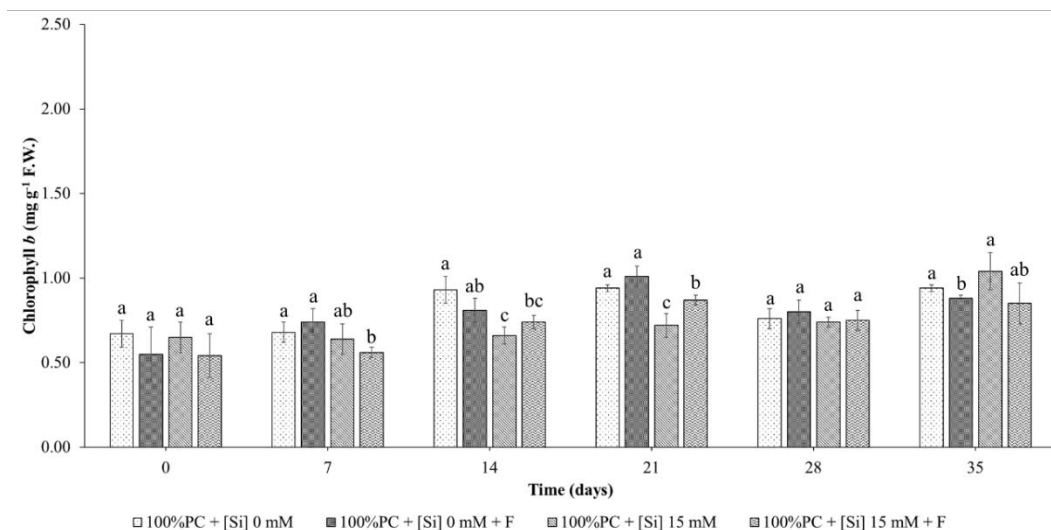
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแห้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.66 ± 0.05 และ 0.72 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.29 และ 0.23 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.93 ± 0.08 และ 0.94 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.88 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.06 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.94 ± 0.02) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.87 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.21 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (0.72 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 76 และตาราง 63)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (0.85 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.25 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.68 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วย

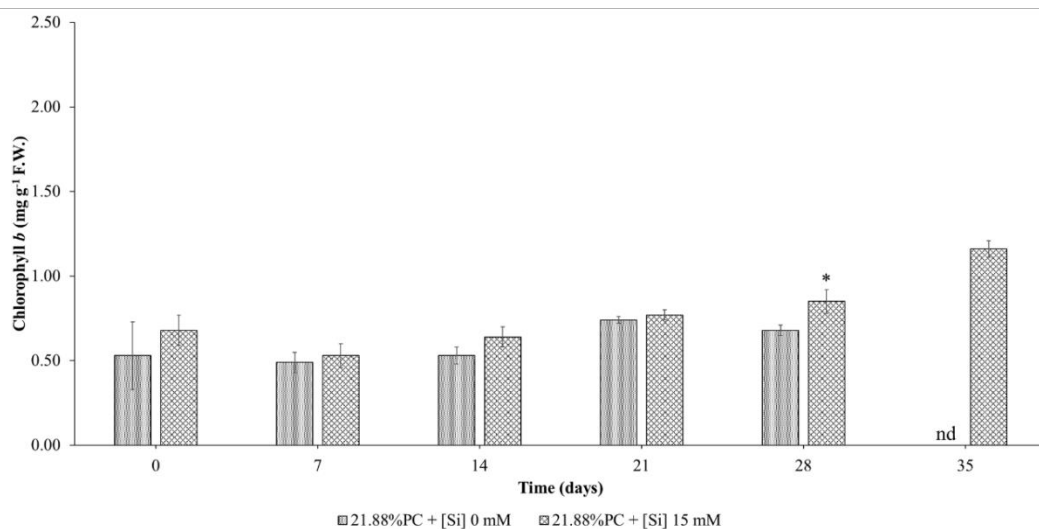
ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิตรอด โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 1.16 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 77 และตาราง 64)



ภาพประกอบ 76 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



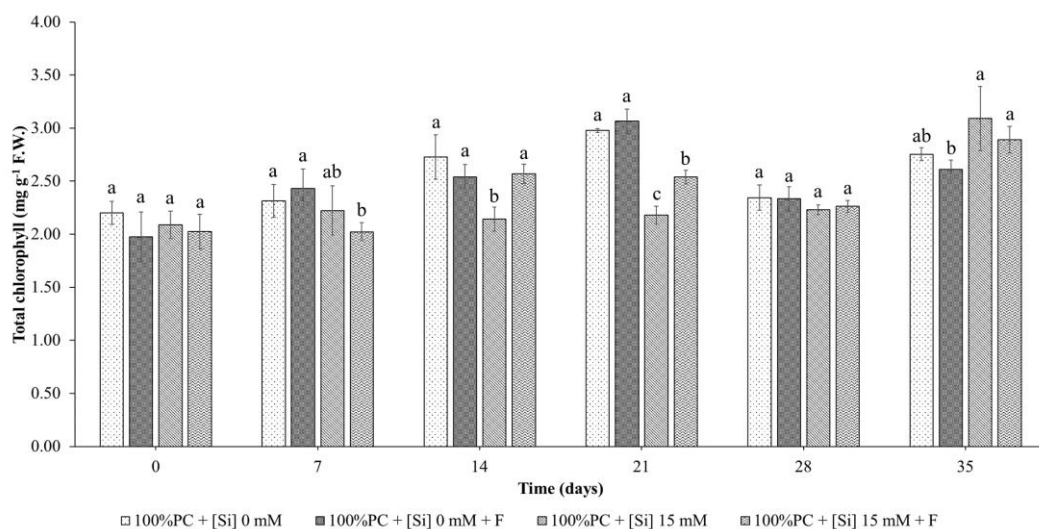
ภาพประกอบ 77 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตเมเนตต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

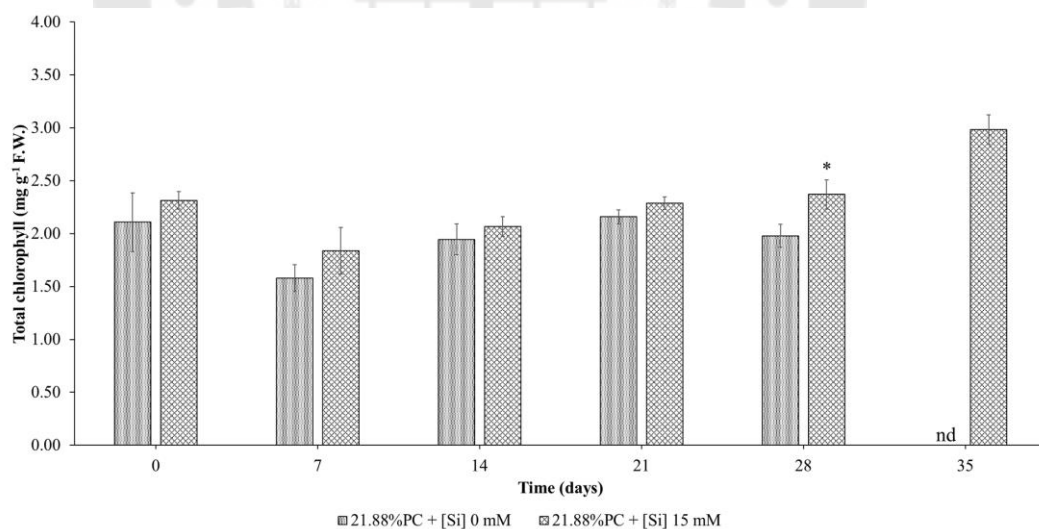
ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.14 ± 0.11 และ 2.18 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.22 และ 0.27 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.73 ± 0.21 และ 2.98 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมไม่แตกต่างกัน และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.57 ± 0.09 และ 2.54 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 และ 0.17 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (2.14 ± 0.11 และ 2.18 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 78 และตาราง 65)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (2.37 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.20 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.98 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเท่ากับ 2.98 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 79 และตาราง 66)



ภาพประกอบ 78 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟิโตเมเนตต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

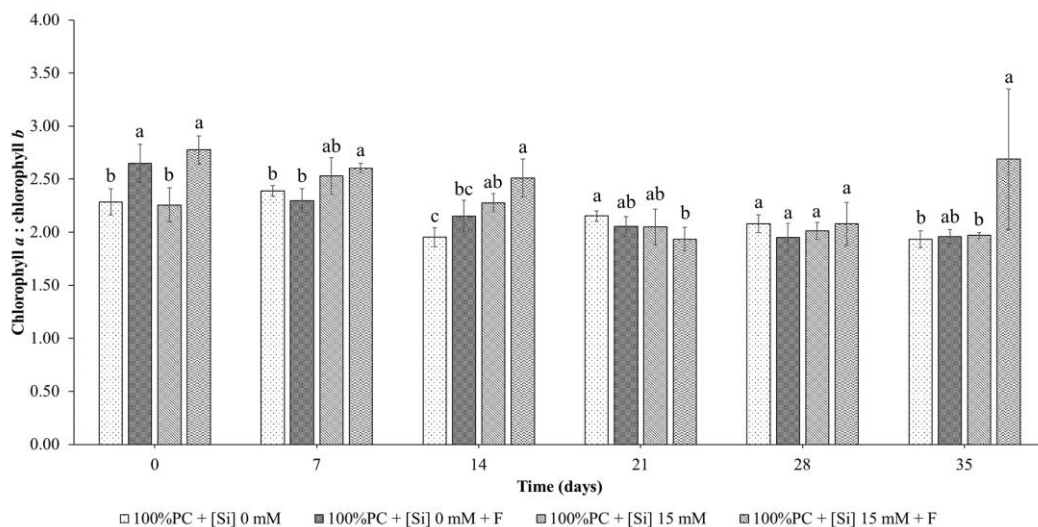


ภาพประกอบ 79 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตเมเนตต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

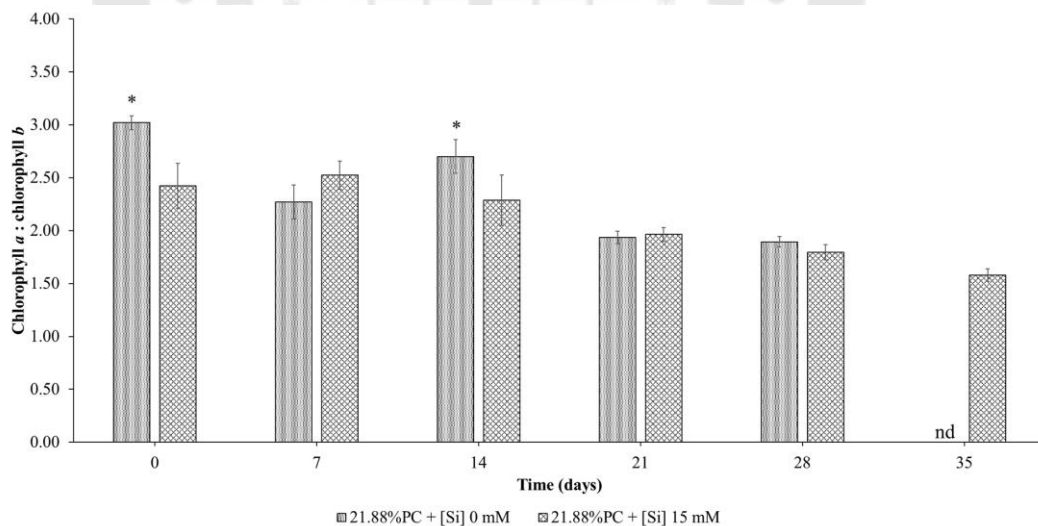
อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.28 ± 0.08) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (1.95 ± 0.09) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ไม่แตกต่างกัน และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.69 ± 0.66) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.37 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (1.97 ± 0.03) (ภาพประกอบ 80 และตาราง 67)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (2.29 ± 0.24) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (2.70 ± 0.16) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี เท่ากับ 1.58 ± 0.06 (ภาพประกอบ 81 และตาราง 68)



ภาพประกอบ 80 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



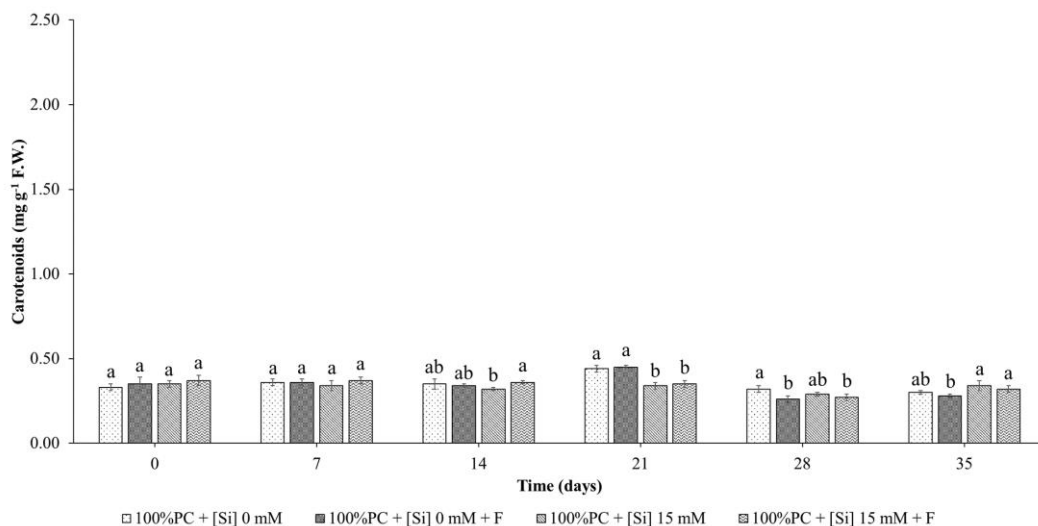
ภาพประกอบ 81 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.34 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.23 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.44 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.26 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.19 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.32 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.36 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.13 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (0.32 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 82 และตาราง 69)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.32 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.25 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วย

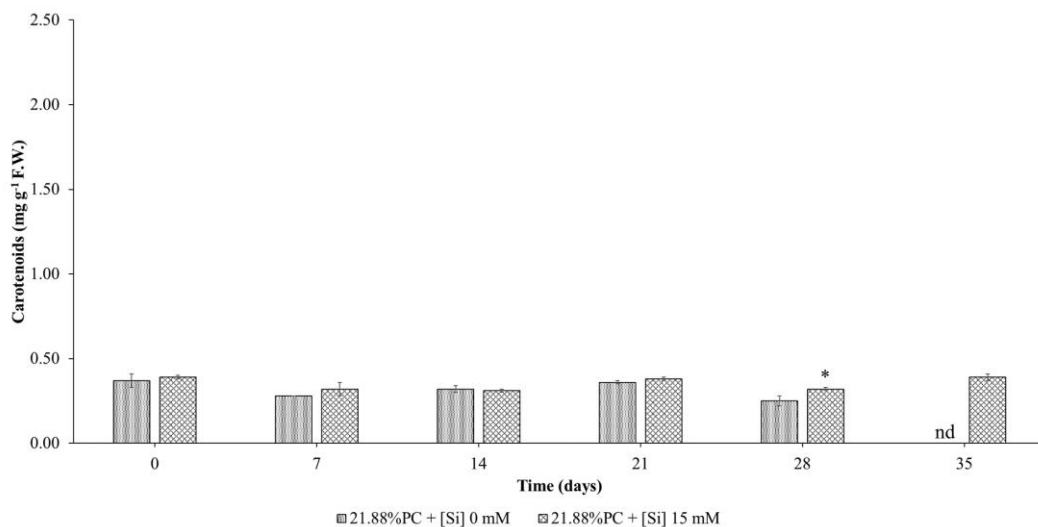
ซีลีคอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 0.39 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 83 และตาราง 70)



ภาพประกอบ 82 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 83 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

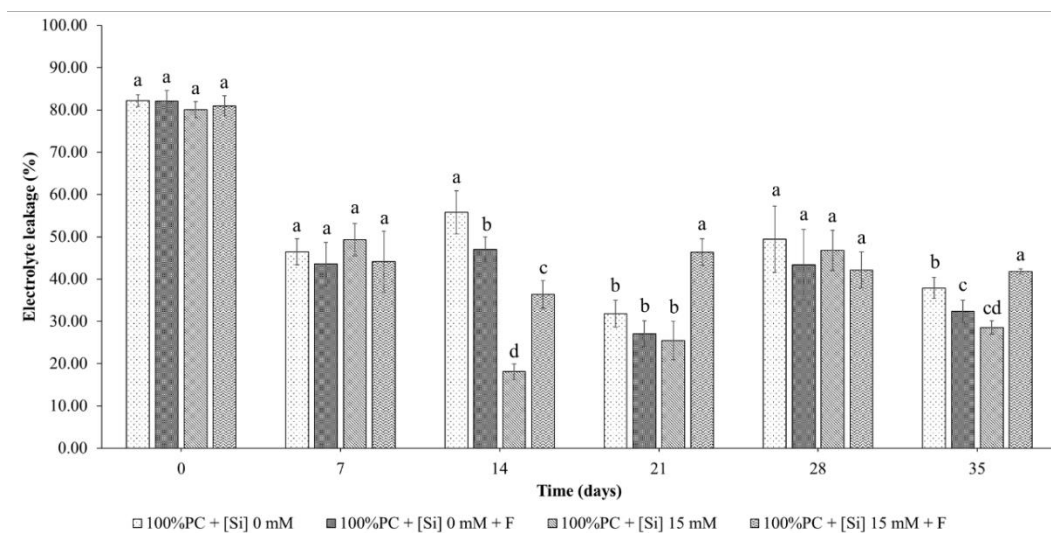
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL)

ในสถานะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีการรั่วไหลของประจุไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (18.13 ± 1.85 และ $25.44 \pm 4.57\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.67 และ 0.33 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (55.78 ± 5.13 และ $37.89 \pm 2.49\%$ ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีการรั่วไหลของประจุไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีการรั่วไหลของประจุ (46.99 ± 2.97 และ $32.23 \pm 2.64\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.16 และ 0.15 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (55.78 ± 5.13 และ $37.89 \pm 2.49\%$ ตามลำดับ) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีการรั่วไหลของประจุไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14, 21 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีการรั่วไหลของประจุ (36.36 ± 3.26 , 46.39 ± 3.17 และ $41.77 \pm 0.62\%$ ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 1.01, 0.82 และ 0.46 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (18.13 ± 1.85 , 25.44 ± 4.57 และ $28.54 \pm 1.60\%$ ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 84 และตาราง 71)

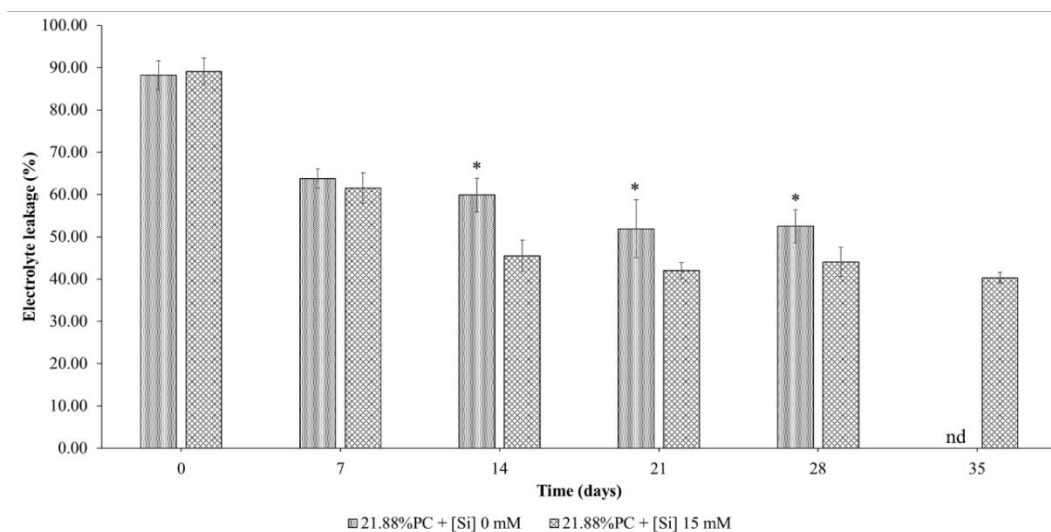
ในสถานะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีมีการรั่วไหลของประจุไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีการรั่วไหลของประจุ (45.48 ± 3.74 , 42.00 ± 1.86 และ $44.05 \pm 3.44\%$ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.24, 0.30 และ 0.16 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความ

เข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (59.89 ± 3.99 , 59.90 ± 6.81 และ $52.49 \pm 3.93\%$ ตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิตรอด โดยมีการร่วงไหลของประจุเท่ากับ $40.34 \pm 1.28\%$ (ภาพประกอบ 85 และ ตาราง 72)



ภาพประกอบ 84 ปริมาณการร่วงไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



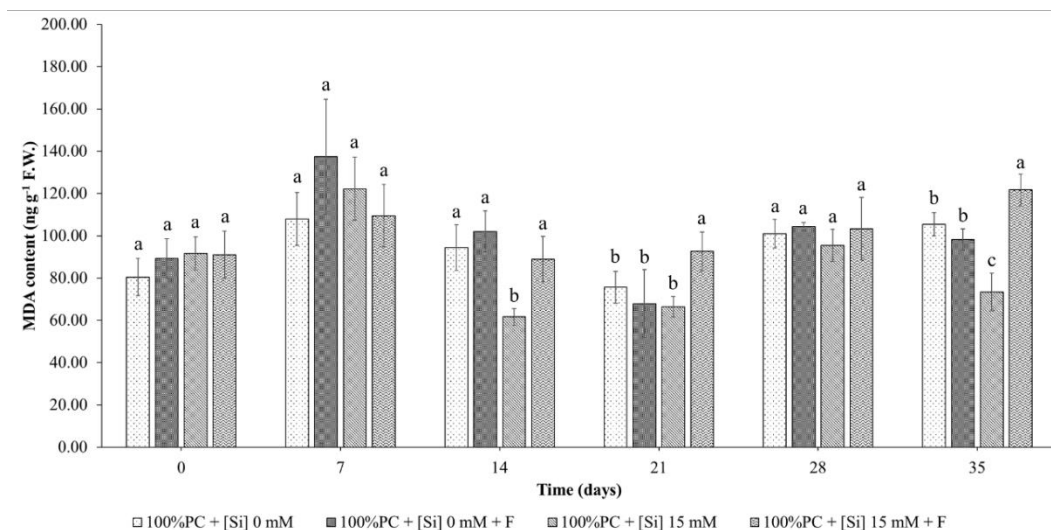
ภาพประกอบ 85 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตเมอนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA)

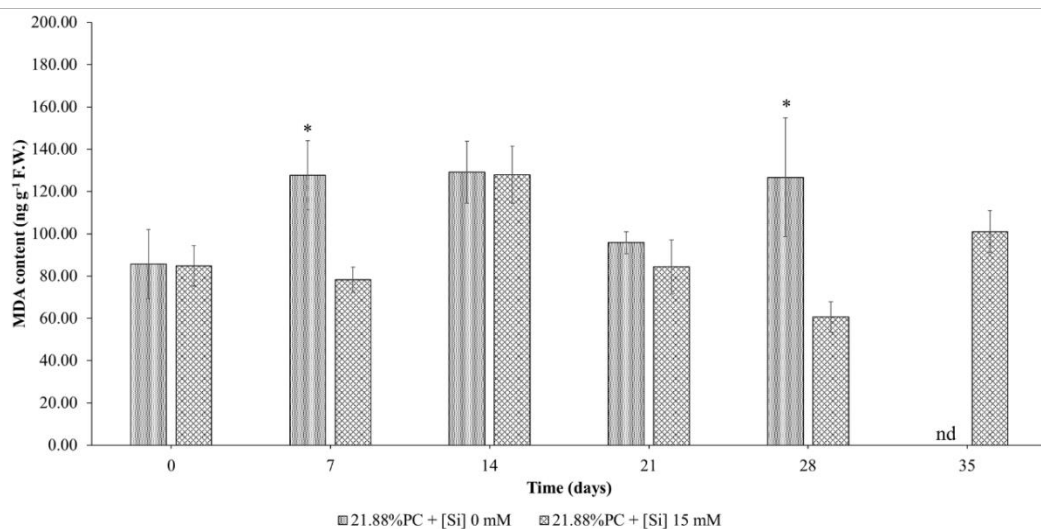
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ MDA ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (61.65 ± 3.91 และ 73.32 ± 8.91 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.35 และ 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (94.46 ± 10.83 และ 105.36 ± 5.49 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ MDA ไม่แตกต่างกัน และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ MDA ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14, 21 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณ MDA (88.94 ± 10.73 , 92.59 ± 9.18 และ 121.66 ± 7.45 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.44, 0.39 และ 0.66 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (61.65 ± 3.91 , 66.38 ± 4.79 และ 73.32 ± 8.91 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 86 และตาราง 73)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ MDA ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ MDA (78.29 ± 5.89 และ 60.70 ± 7.25 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.39 และ 0.52 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (127.74 ± 16.30 และ 126.68 ± 28.10 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่

ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีปริมาณ MDA เท่ากับ 101.06 ± 9.94 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 87 และตาราง 74)



ภาพประกอบ 86 ปริมาณมาลอนด์อัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



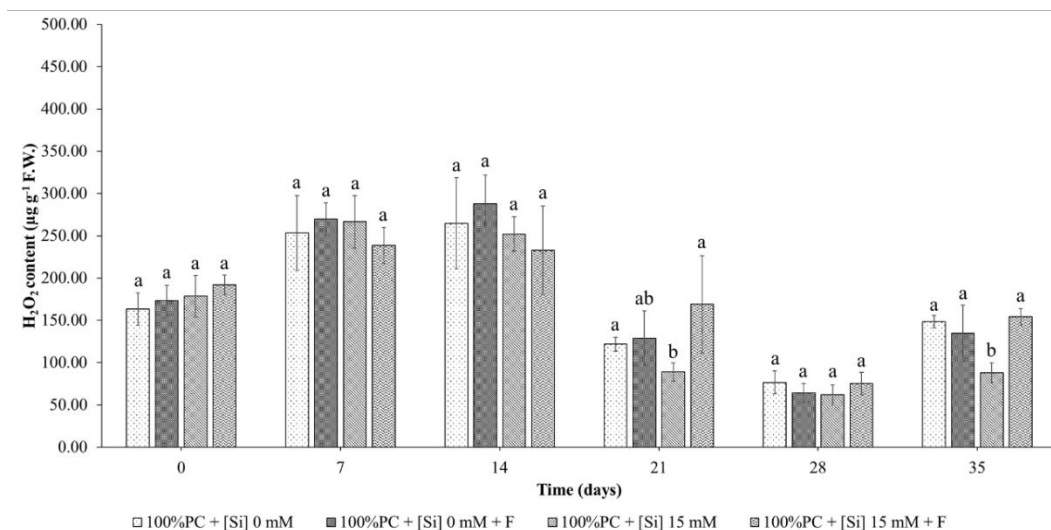
ภาพประกอบ 87 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตเมเนตต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂)

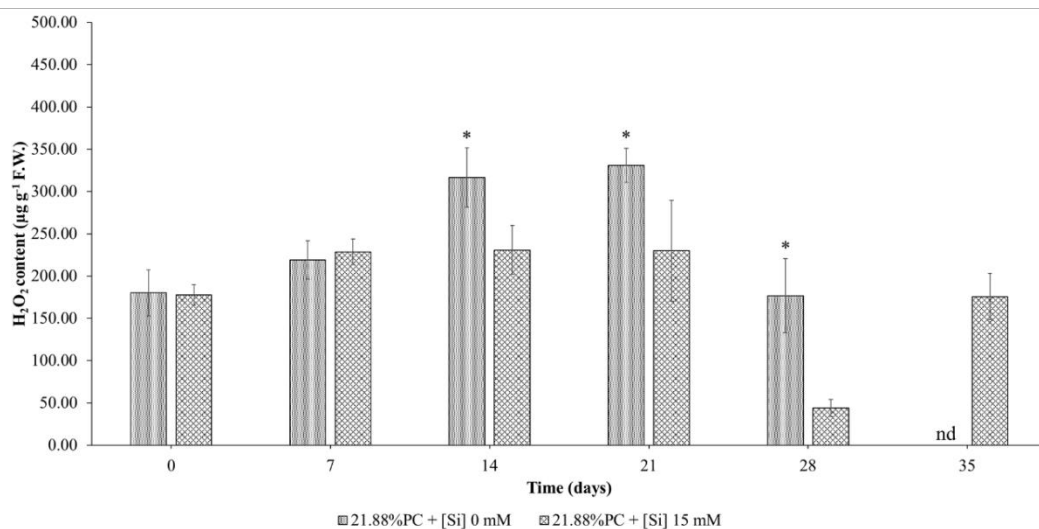
ในสถานะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ H₂O₂ ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (88.94 ± 10.93 และ 88.12 ± 11.80 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.27 และ 0.41 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (121.74 ± 8.34 และ 148.41 ± 7.43 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ H₂O₂ ไม่แตกต่างกัน และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ H₂O₂ ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณ H₂O₂ (168.97 ± 57.69 และ 154.13 ± 9.82 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.90 และ 0.75 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (88.94 ± 10.93 และ 88.12 ± 11.80 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 88 และ ตาราง 75)

ในสถานะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีมีปริมาณ H₂O₂ ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณ H₂O₂ (230.91 ± 28.68, 229.89 ± 59.78 และ 43.92 ± 10.08 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) คิดเป็น 0.27, 0.31 และ 0.75 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (316.44 ± 34.99, 331.07 ± 20.23 และ 176.82 ± 43.87 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมี

ปริมาณ H_2O_2 เท่ากับ 175.73 ± 27.27 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 89 และ ตาราง 76)



ภาพประกอบ 88 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

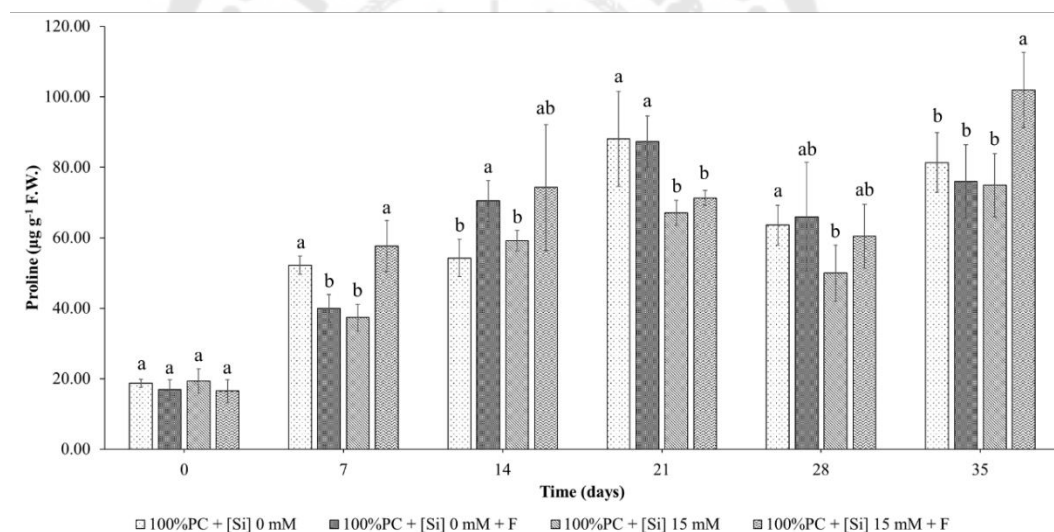


ภาพประกอบ 89 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ± SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณโพรลีน (proline)

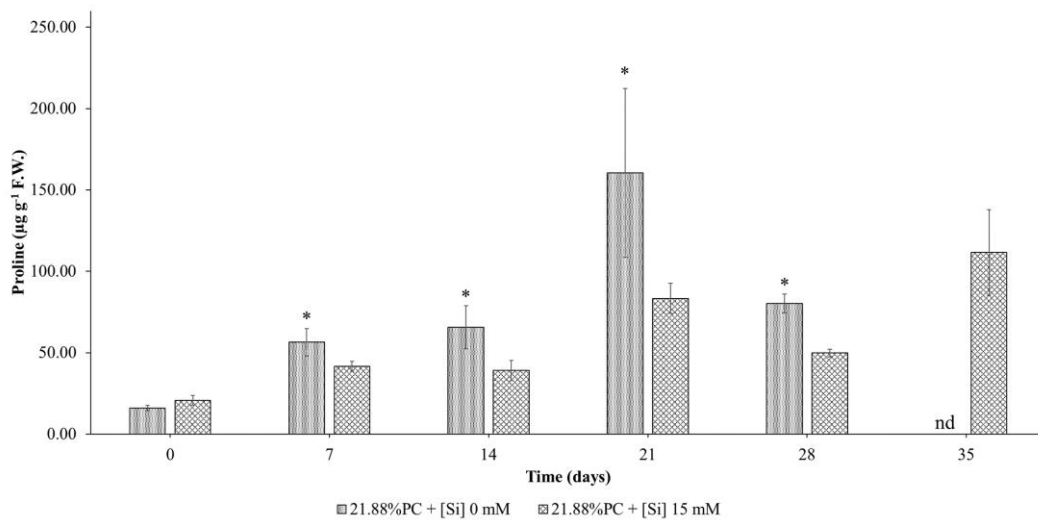
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 14 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณโพรลีนไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7, 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (37.41 ± 3.75 , 67.10 ± 3.54 และ 50.00 ± 7.96 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.28, 0.24 และ 0.21 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (52.24 ± 2.64 , 88.03 ± 13.50 และ 63.58 ± 5.71 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณโพรลีนไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 7 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณโพรลีน (40.01 ± 3.94 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.23 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (52.24 ± 2.64 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณโพรลีน (70.46 ± 5.75 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.30 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (54.26 ± 5.32 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณโพรลีนไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7, 14 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณโพรลีน (57.66 ± 7.23 , 74.31 ± 17.87 และ 101.95 ± 10.67 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.54, 0.25 และ 0.36 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (37.41 ± 3.75 , 59.22 ± 2.93 และ 74.91 ± 9.02 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 90 และตาราง 77)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรลีน (41.70 ± 3.04 , 39.04 ± 6.19 , 83.39 ± 9.31 และ 49.88 ± 2.32 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.26, 0.40, 0.48 และ 0.38 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (56.42 ± 8.36 , 65.59 ± 13.27 , 160.44 ± 51.88 และ 80.25 ± 5.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีปริมาณโพรลีนเท่ากับ 111.58 ± 26.36 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 91 และตาราง 78)



ภาพประกอบ 90 ปริมาณโพรลีน (proline)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 91 ปริมาณโพรลีน (proline)

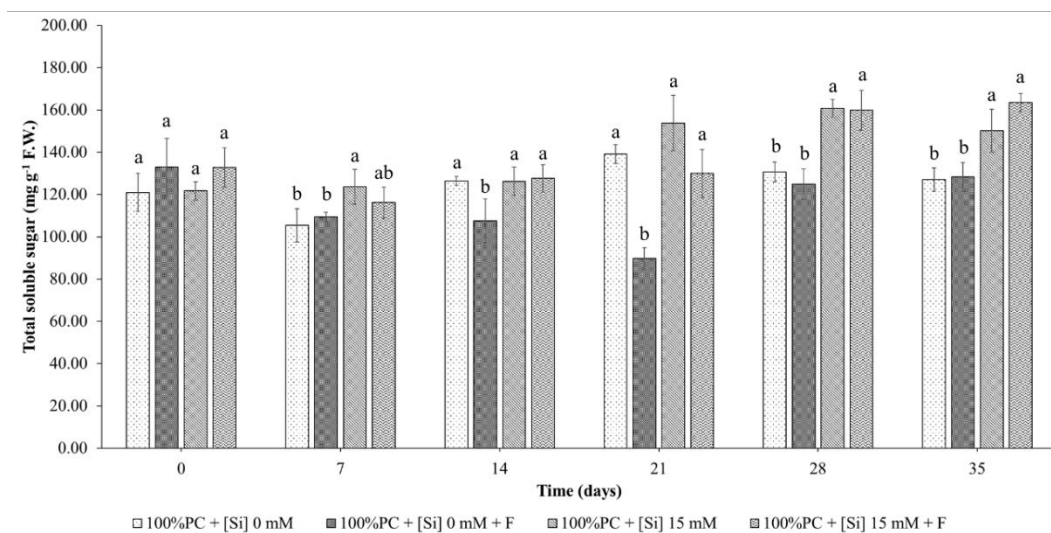
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตเมเนตต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

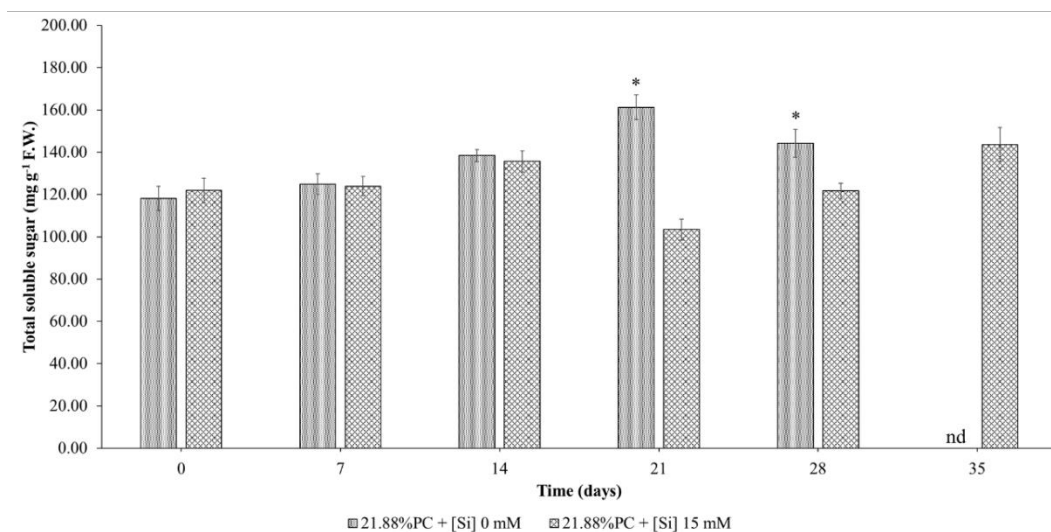
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (123.71 ± 8.31 , 160.69 ± 4.23 และ 150.08 ± 10.17 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.17, 0.23 และ 0.18 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (105.42 ± 7.77 , 130.67 ± 4.61 และ 127.00 ± 5.50 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (107.54 ± 10.29 และ 89.67 ± 5.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.15 และ 0.94 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (126.38 ± 2.18 และ 139.15 ± 4.42 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำไม่แตกต่างกัน (ภาพประกอบ 92 และตาราง 79)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (103.42 ± 5.07 และ 121.69 ± 3.73 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.36 และ 0.16 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (161.28 ± 5.89 และ 144.25 ± 6.55 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้น

ไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำเท่ากับ 143.51 ± 8.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 93 และตาราง 80)



ภาพประกอบ 92 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



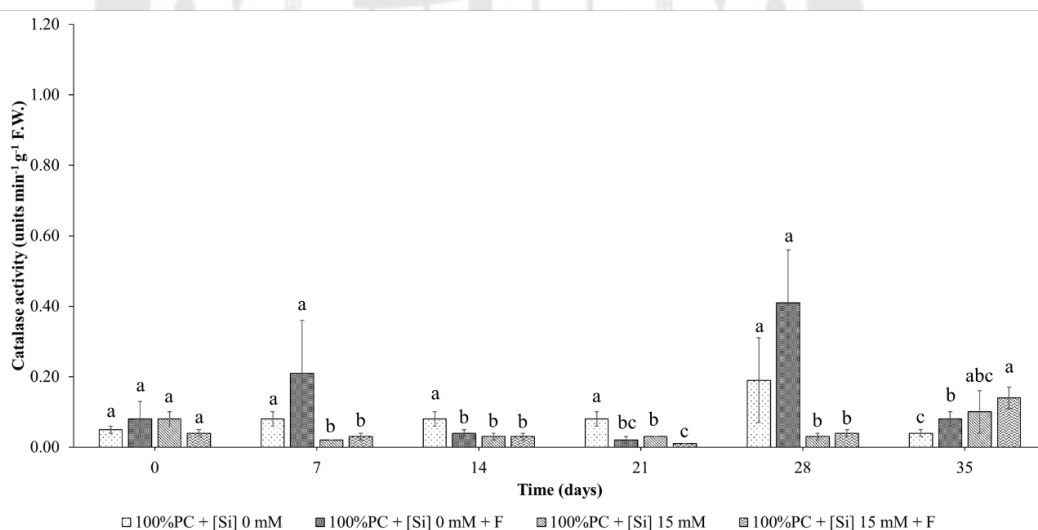
ภาพประกอบ 93 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT)

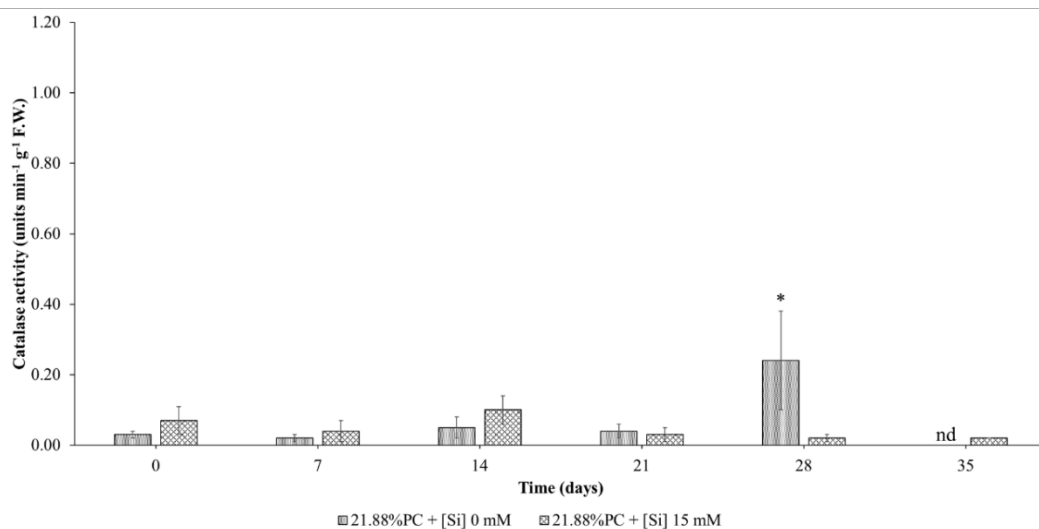
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT (0.02 ± 0.00 , 0.03 ± 0.01 , 0.03 ± 0.00 และ 0.03 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.75, 0.63, 0.63 และ 0.84 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.08 ± 0.02 , 0.08 ± 0.02 , 0.08 ± 0.02 และ 0.19 ± 0.12 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT (0.04 ± 0.01 และ 0.02 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.50 และ 0.75 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.08 ± 0.02 และ 0.08 ± 0.02 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT (0.08 ± 0.02 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 1.00 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.04 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT (0.01 ± 0.00 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.67 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทร

เกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (0.03 ± 0.00 หน่วยเอนไซม์ต่ออานาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) (ภาพประกอบ 94 และตาราง 81)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลองในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT (0.02 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่ออานาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.92 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.24 ± 0.14 หน่วยเอนไซม์ต่ออานาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT เท่ากับ 0.02 ± 0.00 หน่วยเอนไซม์ต่ออานาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 95 และตาราง 82)



ภาพประกอบ 94 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



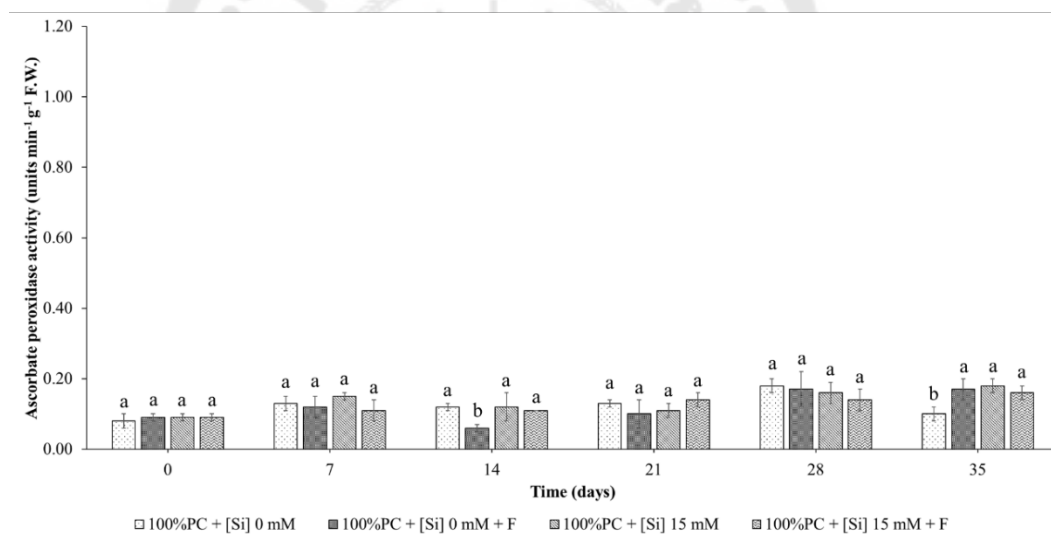
ภาพประกอบ 95 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX)

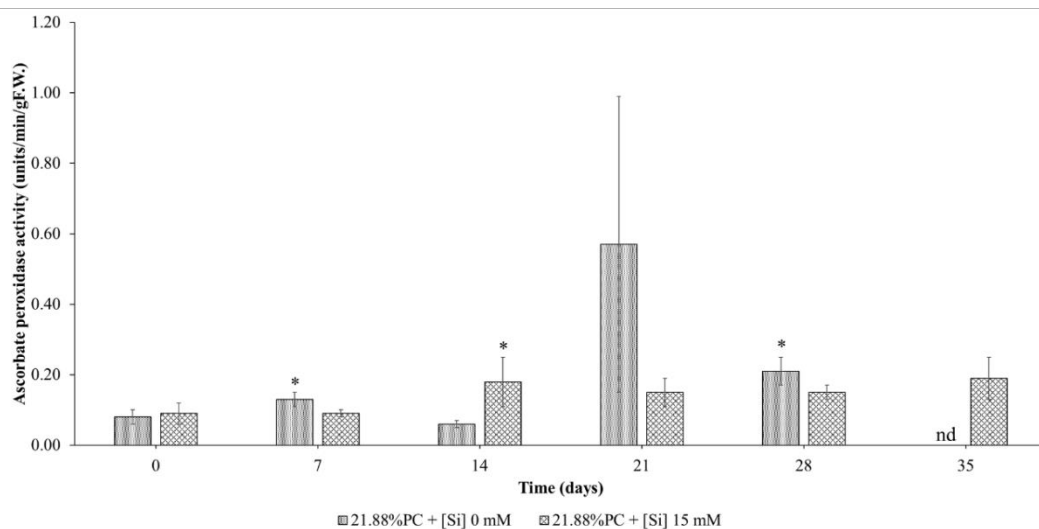
ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX ไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX (0.18 ± 0.02 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.10 ± 0.02 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 21 และ 28 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX (0.06 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.50 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.12 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX (0.17 ± 0.03 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.70 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.10 ± 0.02 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX ไม่แตกต่างกัน (ภาพประกอบ 96 และตาราง 83)

ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX ไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX (0.09 ± 0.01 และ 0.15 ± 0.02 หน่วยเอนไซม์ต่อนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ)

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.31 และ 0.29 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.13 ± 0.02 และ 0.21 ± 0.04 หน่วยเอนไซม์ต่ออนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX (0.18 ± 0.07 หน่วยเอนไซม์ต่ออนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 2.00 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (0.06 ± 0.01 หน่วยเอนไซม์ต่ออนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX เท่ากับ 0.19 ± 0.06 หน่วยเอนไซม์ต่ออนาที่ต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพประกอบ 97 และตาราง 84)



ภาพประกอบ 96 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



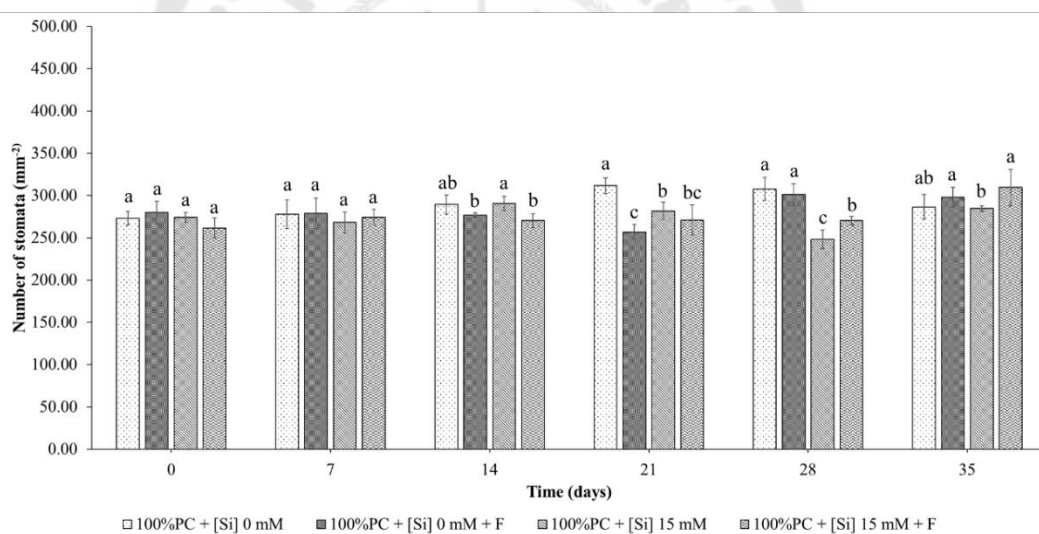
ภาพประกอบ 97 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอร์เบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

จำนวนปากใบ

ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีจำนวนปากใบไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 และ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนปากใบ (281.73 ± 10.34 และ 248.08 ± 11.05 ต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.10 และ 0.19 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (311.54 ± 9.02 และ 307.69 ± 13.42 ต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7, 14, 28 และ 35 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีจำนวนปากใบไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีจำนวนปากใบ (256.73 ± 8.80 ต่อตารางมิลลิเมตร) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.18 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (311.54 ± 9.02 ต่อตารางมิลลิเมตร) และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ กับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่า ในวันที่ 7 และ 21 ของการทดลอง ในแต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีจำนวนปากใบไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 14 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีจำนวนปากใบ (270.19 ± 8.22 ต่อตารางมิลลิเมตร) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.07 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (290.38 ± 8.53 ต่อตารางมิลลิเมตร) และในวันที่ 28 และ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีจำนวนปากใบ (270.19 ± 5.06 และ 309.62 ± 21.44 ต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.09 และ 0.09 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (248.08 ± 11.05 และ 284.62 ± 3.51 ต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) (ภาพประกอบ 98 และ ตาราง 85)

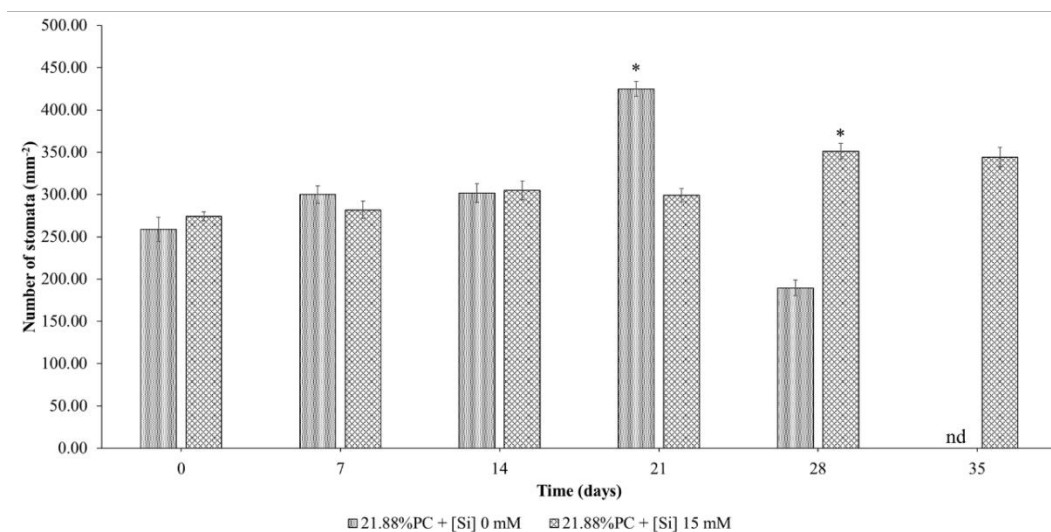
ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 กับ 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง ใน

แต่ละวันต้นไทรเกาหลีมีจำนวนปากใบไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนปากใบ (299.04 ± 7.75 ต่อตารางมิลลิเมตร) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.30 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (425.00 ± 8.53 ต่อตารางมิลลิเมตร) ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนปากใบ (350.96 ± 9.60 ต่อตารางมิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 0.85 เท่า เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ (189.42 ± 9.21 ต่อตารางมิลลิเมตร) และในวันที่ 35 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ต้นไทรเกาหลียังคงมีชีวิต โดยมีจำนวนปากใบเท่ากับ 344.23 ± 11.38 ต่อตารางมิลลิเมตร (ภาพประกอบ 99 และตาราง 86)



ภาพประกอบ 98 จำนวนปากใบ

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดยค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

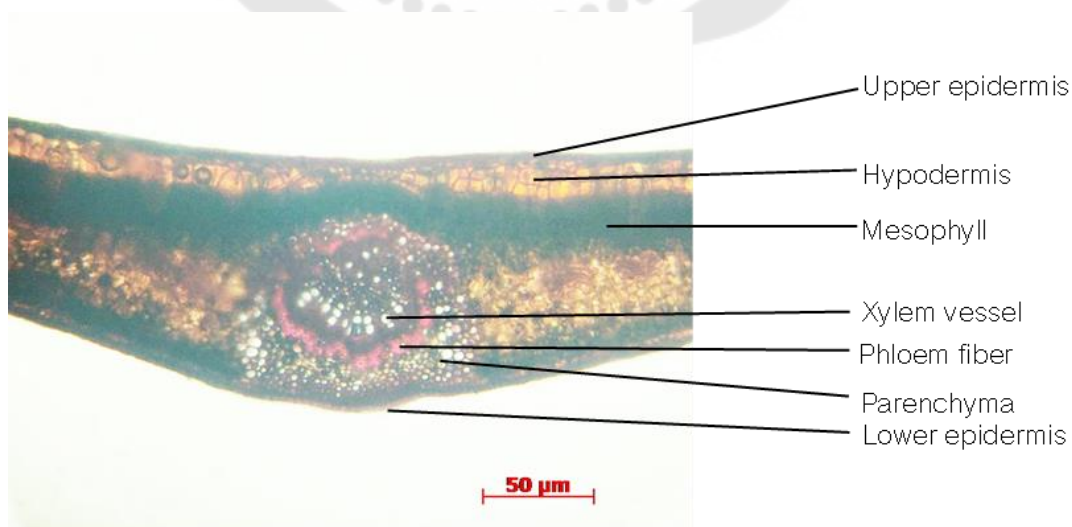


ภาพประกอบ 99 จำนวนปากใบ

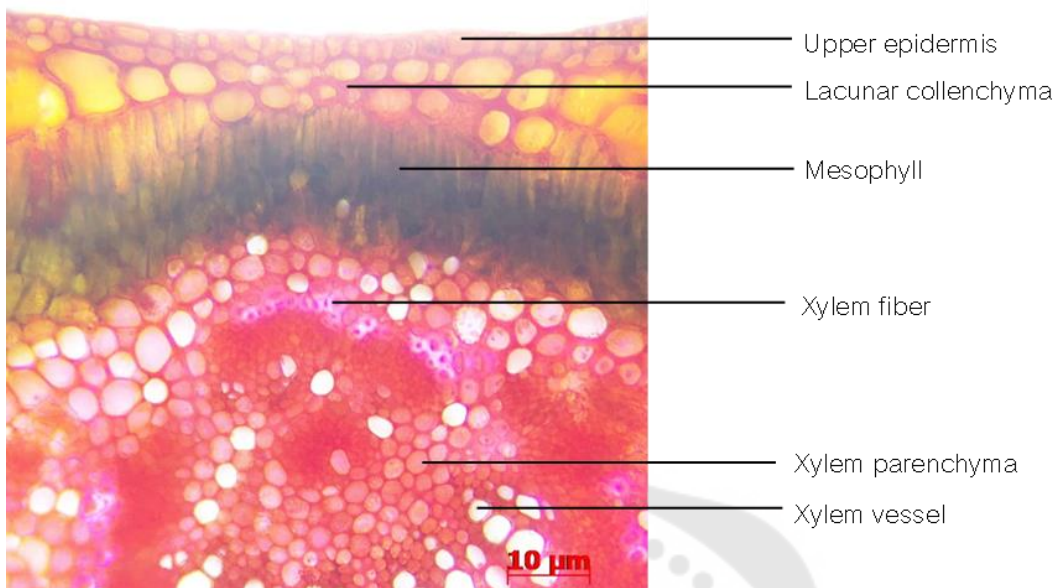
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟอสฟอรัสต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ลักษณะเนื้อเยื่อส่วนใบของต้นไทรเกาหลี

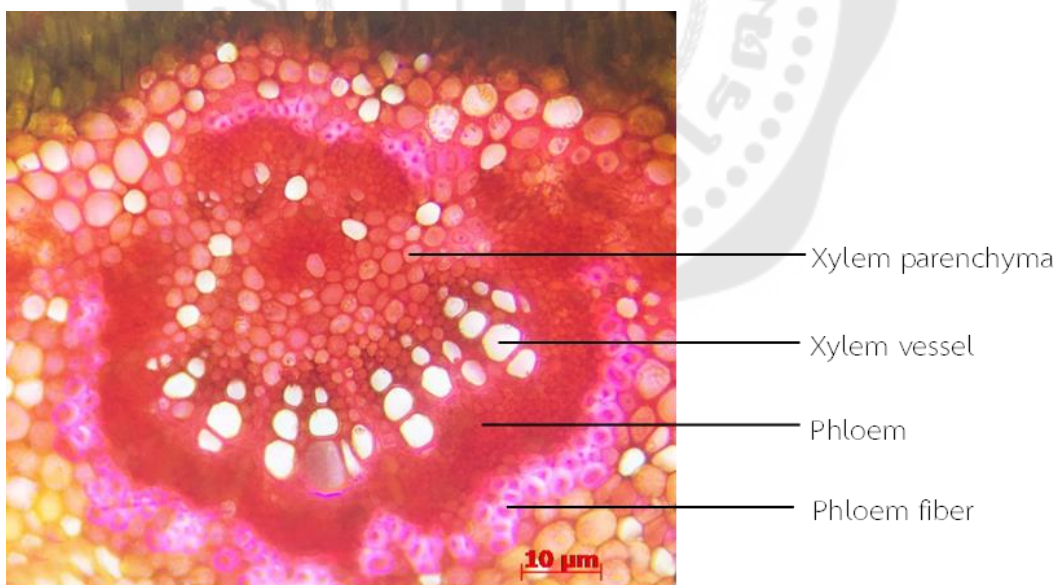
จากการศึกษาภาคตัดขวางเส้นกลางใบของต้นไทรเกาหลี พบว่า ประกอบด้วยเซลล์เอพิเดอร์มิส (epidermis) เรียงตัวแถวเดียว แต่ละเซลล์รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งเซลล์ชั้นนี้เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด มีทั้งด้านบนคือ upper epidermis และด้านล่างคือ lower epidermis ผิวของชั้นเอพิเดอร์มิสจะมีสารพวกขี้ผึ้ง เรียกว่า คิวติน (cutin) เคลือบอยู่ เพื่อช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ นอกจากนี้เอพิเดอร์มิสบางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เป็นเซลล์คุม (guard cell) ซึ่งอยู่ด้วยกันเป็นคู่ โดยผนังด้านในของเซลล์คุมจะหนากว่าผนังเซลล์ด้านนอก และระหว่างเซลล์คุมคือปากใบ (stoma) เซลล์คุมจะแตกต่างจากเซลล์เอพิเดอร์มิสอื่น คือ เซลล์คุมจะมีคลอโรพลาสต์ ทำให้สามารถเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ โดยในไทรเกาหลีพบว่า ปากใบจะพบที่บริเวณด้านล่างของใบ และเป็นปากใบแบบจม (sunken stomata) คือ ปากใบอยู่ลึกเข้าไปในเนื้อเยื่อใบ โดยเซลล์คุมจะอยู่ลึก หรือต่ำกว่าชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นถัดไปจากเอพิเดอร์มิส คือ ชั้นไฮโปเดอร์มิส ที่ประกอบด้วยเซลล์ผนังบางเรียง 2 - 3 ชั้น และมีเนื้อเยื่อคอลเลินไคมา (collenchyma) เรียงเป็นกลุ่มหนาแน่นทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับพืช ด้านในของเนื้อเยื่อเส้นกลางใบเป็นกลุ่มของมัดท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร เรียงตัวคล้ายทรงกลม โดยแต่ละกลุ่มมัดท่อลำเลียง ประกอบด้วย เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ (xylem tissue) และเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร (phloem) โดยมีกลุ่มของไฟเบอร์เรียงตัวโดยรอบ มีกลุ่มของมัดท่อลำเลียงน้ำ (xylem vessel) เรียงตัวในแนวรัศมีจากจุดศูนย์กลาง แผ่นใบทั้ง 2 ด้านประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น mesophyll ที่มี palisade เรียงตัวอยู่ทางด้านบนและ spongy เรียงตัวทางด้านล่าง ภายในมีรงควัตถุสีเขียว (ภาพประกอบ 100 - 103)



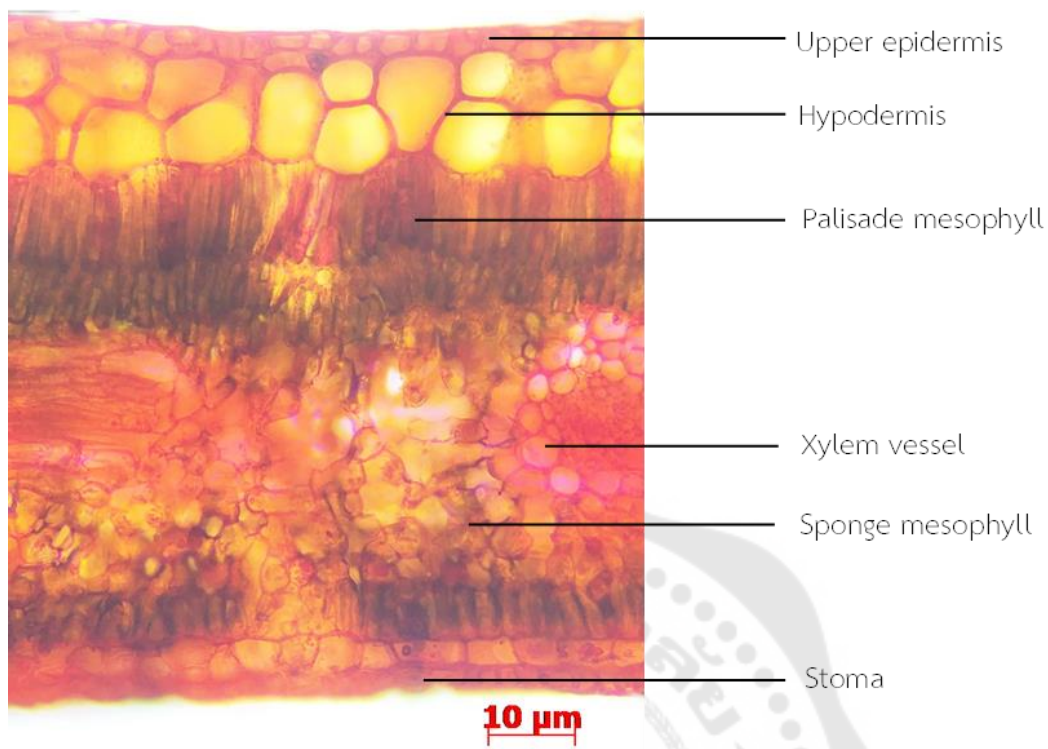
ภาพประกอบ 100 ภาคตัดขวางเส้นกลางใบของไทรเกาหลี



ภาพประกอบ 101 ภาคตัดขวางเส้นกลางใบของไทรเกาหลี บริเวณเนื้อเยื่อพื้น



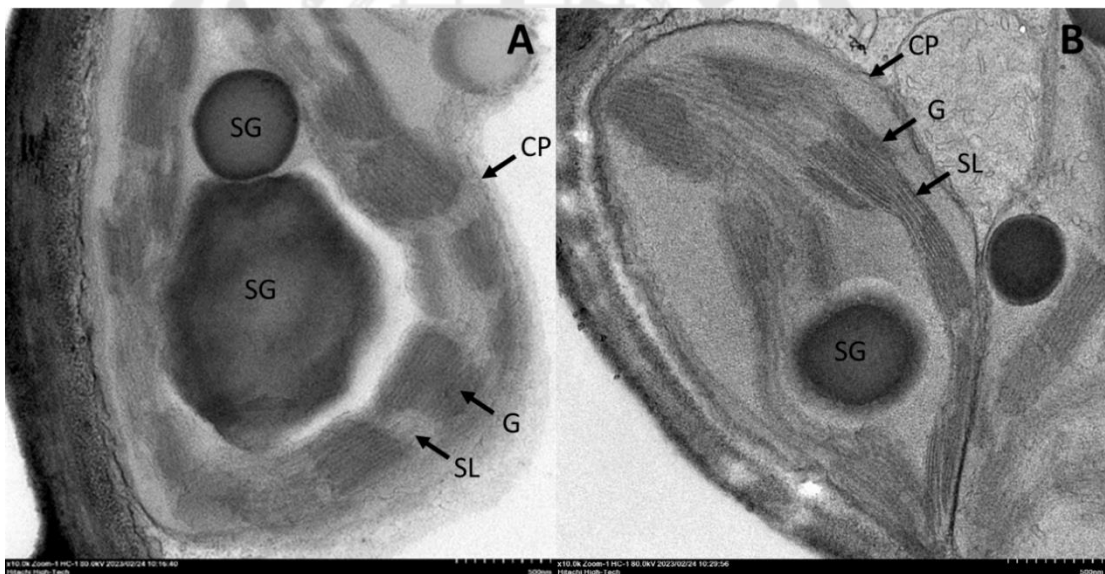
ภาพประกอบ 102 ภาคตัดขวางเส้นกลางใบของไทรเกาหลี บริเวณมัดท่อลำเลียง



ภาพประกอบ 103 ภาคตัดขวางบริเวณใบของไทรเกาหลี แสดงให้เห็นปากใบ

โครงสร้างคลอโรพลาสต์ของต้นไทรเกาหลี

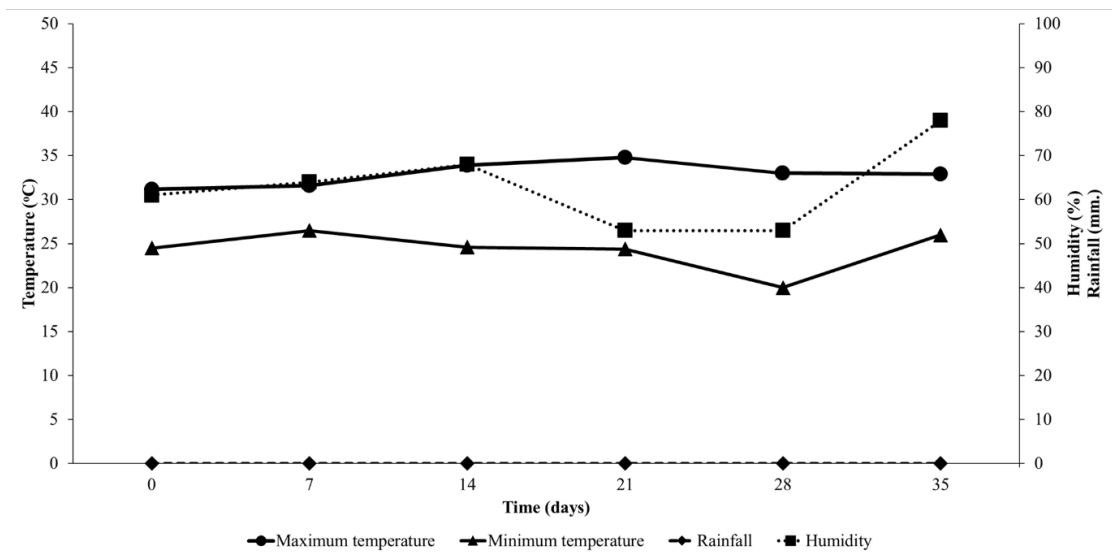
จากการศึกษาโครงสร้างคลอโรพลาสต์ของต้นไทรเกาหลีระหว่างชุดการทดลองที่ไม่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน และได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน โดยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope; TEM) พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) และไม่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน มีเมมเบรนของคลอโรพลาสต์ที่ไม่ชัดเจน กรานา (grana) เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ สโตรมาลาเมลลา (stroma lamella) เป็นชั้นบาง และเม็ดแป้ง (starch grain) มีลักษณะนุ่ม ไม่กลมสมบูรณ์ (ภาพประกอบ 104 A) แต่เมื่อต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า คลอโรพลาสต์มีเมมเบรนที่ชัดเจน กรานาและสโตรมาลาเมลลามีความหนา และเรียงตัวเป็นระเบียบ และมีเม็ดแป้งที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลม และมีโครงสร้างที่สมบูรณ์ มากกว่าต้นไทรเกาหลีในชุดควบคุมที่ไม่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน (ภาพประกอบ 104 B)



ภาพประกอบ 104 โครงสร้างคลอโรพลาสต์ของไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ไม่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน (A) และได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ (B) ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า (CP = chloroplast, SG = starch grain, SL= stroma lamella และ G = grana)

ข้อมูลสภาพอากาศ

ในระหว่างทำการทดลองวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2566 – 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 พบว่า อุณหภูมิสูงสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 31.20 – 34.80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 20.00 – 26.50 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 0.00 มิลลิเมตร และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 53 – 78% (ภาพประกอบ 105 และตาราง 87)



ภาพประกอบ 105 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2566 – 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

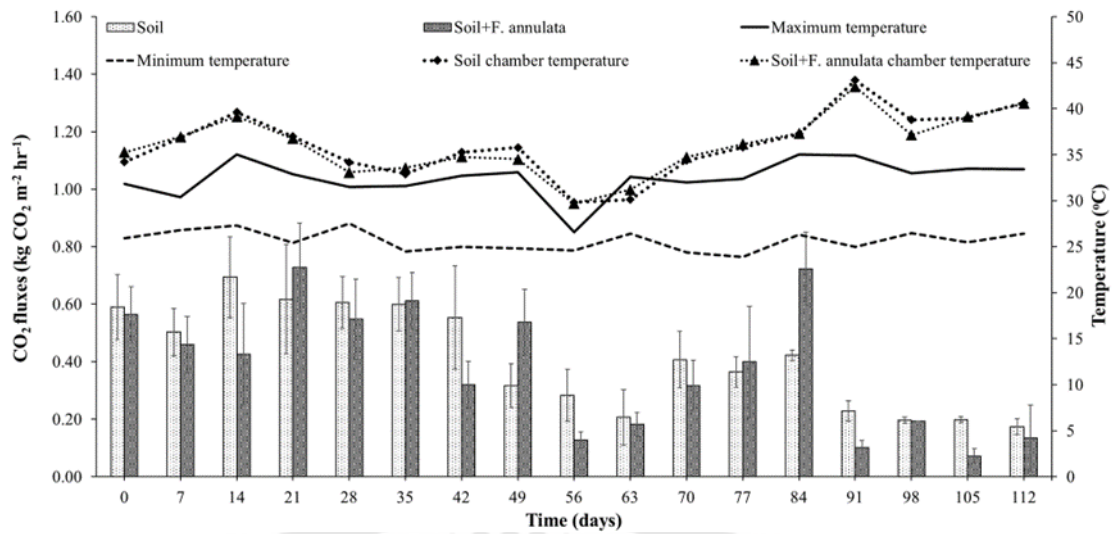
การทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของโทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง

การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโทรเกาหลี และการศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นโทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง โดยนำมาสัมพันธ์กับข้อมูลทางสรีรวิทยาบางประการ ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) และประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ข้อมูลสภาพอากาศ การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ปริมาณโปรตีน และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS)

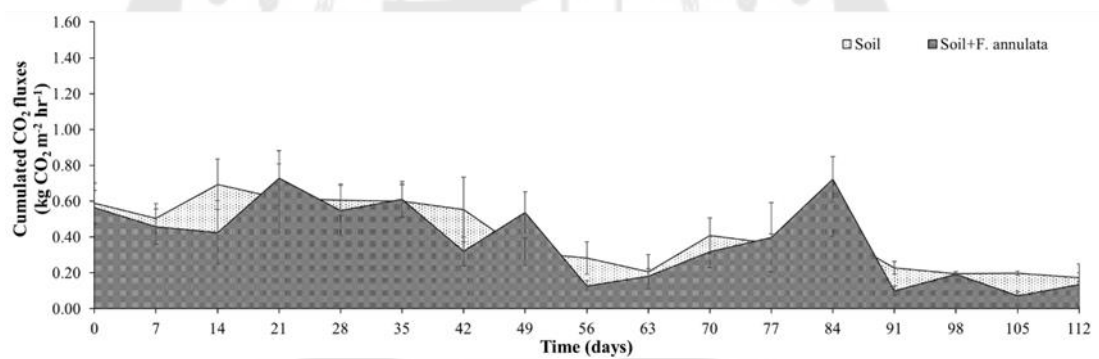
การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นในบรรยากาศได้ตามธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยในบรรยากาศมีอยู่ประมาณ 0.033 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก ที่ทำให้บรรยากาศโลกดูดพลังงานความร้อนไว้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ จะเกิดผ่าน 2 กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการหายใจของพืช ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ส่วนกระบวนการหายใจเป็นกระบวนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศ นอกจากนี้พืชแล้ว ยังมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านการทำกิจกรรม และการหายใจของจุลินทรีย์ การศึกษาพบว่า ในสภาวะปกติ ใน chamber ใส ส่วนใหญ่กระถางดินเปล่าจะเกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากกว่ากระถางดินที่มีการปลูกต้นโทรเกาหลี โดยกระถางดินเปล่า และในกระถางดินที่มีการปลูกต้นโทรเกาหลีมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระหว่าง 0.17 – 0.69 และ 0.07 – 0.73 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ (ภาพประกอบ 106 และตาราง 88) และเมื่อศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO₂ fluxes) ในสภาวะปกติ ต้นโทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ใน chamber ใส พบว่า ในกระถางดินเปล่ามีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม 1,105.52 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 112 วัน และในกระถางดินที่มีการปลูกต้นโทรเกาหลีมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม 1,024.00 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 112 วัน ดังนั้นจะเกิดการลดการปล่อยก๊าซ

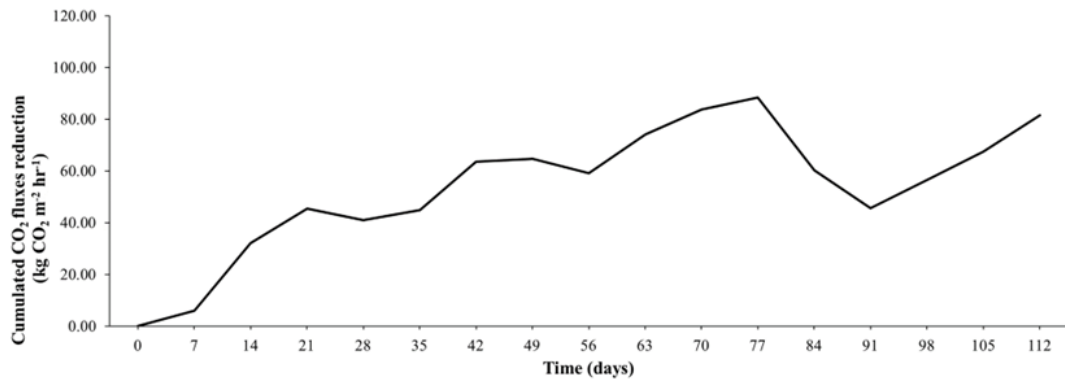
คาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 81.52 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 112 วัน หรือคิดเป็น 7.37% (ภาพประกอบ 107) เช่นเดียวกับแนวโน้มในภาพประกอบที่ 108 ที่พบว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากการปลูกต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ ส่วนในชุดการทดลองในสภาวะเครียดจากความแล้ง ที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC จะทำการศึกษาเป็นช่วง คือ ช่วงวันที่ 0-21, 21-56, 56-84 และ 84-112 ของการทดลอง โดยในวันที่ 21 จะทำการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง วันที่ 56 ทำการงดการให้น้ำแก่ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง เพื่อลดระดับ PC ของดินลงให้เท่ากับ 37.5% PC และวันที่ 84 ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งจะมีระดับของ PC เท่ากับ 37.5% PC พบว่า ส่วนใหญ่ในกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี จะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากกว่าในกระถางดินเปล่า (ภาพประกอบ 109 และตาราง 89) ช่วงวันที่ 0-21 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 106.18 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 21 วัน หรือคิดเป็น 41.14% ช่วงวันที่ 21-56 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 156.03 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 35 วัน หรือคิดเป็น 52.88% ช่วงวันที่ 56-84 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 83.49 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 28 วัน หรือคิดเป็น 34.66% และช่วงวันที่ 84-112 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 52.16 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 28 วัน หรือคิดเป็น 68.88% (ภาพประกอบ 110) ทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการปลูกต้นไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้งมีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งหมายถึงการที่พืชปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเพิ่มมากขึ้นมากกว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระถางดินเปล่า กราฟที่แสดงจึงมีค่าติดลบ (ภาพประกอบ 111)



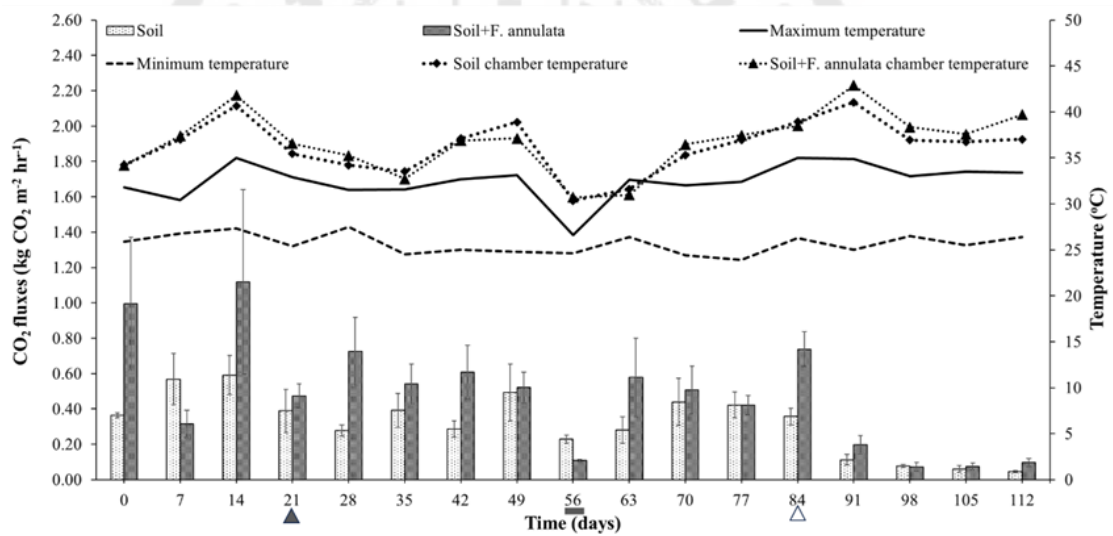
ภาพประกอบ 106 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน



ภาพประกอบ 107 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน



ภาพประกอบ 108 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

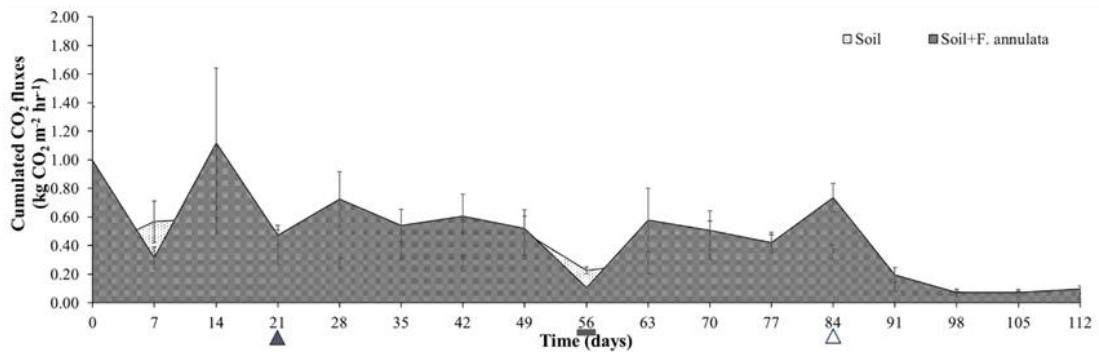


ภาพประกอบ 109 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

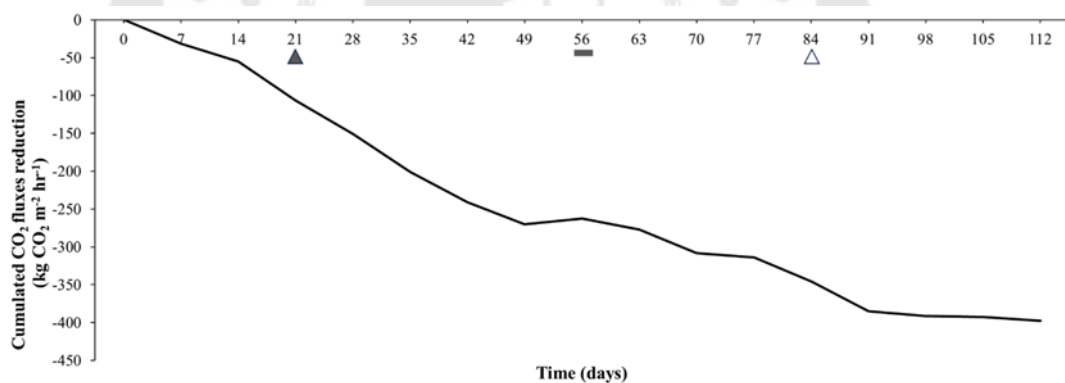
▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการรดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



ภาพประกอบ 110 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี
 — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน
 และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



ภาพประกอบ 111 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulated CO₂ fluxes) จากการหายใจผิวดิน ภายใต้การปลูกต้นไทรเกาหลี ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน
 ▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี
 — แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน
 และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

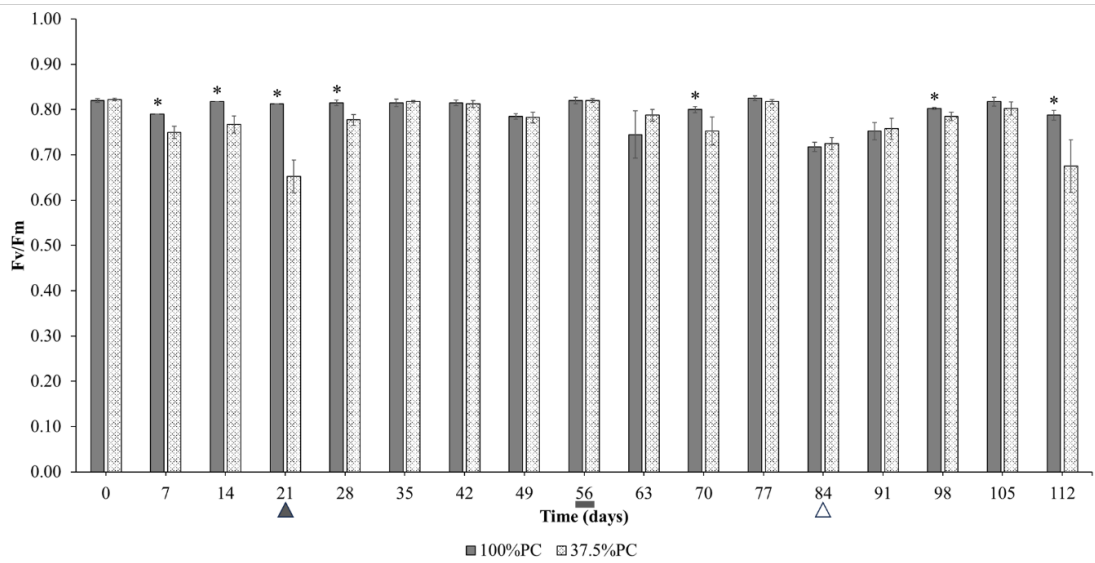
การศึกษาการไกลการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลี ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง

ในสภาวะเครียดจากความแล้ง ต้นไทรเกาหลีจะได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC ผลการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีจะมีค่าเฉลี่ยของค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณ EL, H₂O₂, โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ (ตาราง 1) และเมื่อพิจารณาการศึกษาเป็นช่วง ๆ พบว่า ในช่วงวันที่ 0-21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL, H₂O₂, โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ ในช่วงวันที่ 21-56 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ปริมาณแคโรทีนอยด์ EL, MDA, H₂O₂, โพรลีน และ TSS ไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ ในช่วงวันที่ 56-84 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL, H₂O₂, โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ ในช่วงวันที่ 84-112 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL, MDA, H₂O₂, โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ และในระหว่างทำการทดลองวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 – 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 พบว่า อุณหภูมิสูงสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 26.60 – 35.00 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด จะอยู่ในช่วงระหว่าง 23.90 – 27.50 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 0.00 – 92.30 มิลลิเมตร และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 59 – 97% (ภาพประกอบ 112-125 และตาราง 90-103)

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยของการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมจากการหายใจผิวดิน และข้อมูลทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Mean \pm SE	
	Normal condition	Drought stress condition
Cumulated CO ₂ fluxes reduction (kgCO ₂ m ⁻² hr ⁻¹)	81.52	-397.86
Fv/Fm	0.80 \pm 0.00*	0.77 \pm 0.01
Pi	9.99 \pm 0.65*	7.67 \pm 0.62
RWC (%)	86.73 \pm 0.65*	84.93 \pm 0.68
Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W.)	1.98 \pm 0.04*	1.69 \pm 0.04
Chlorophyll b (mg g ⁻¹ F.W.)	0.76 \pm 0.03*	0.62 \pm 0.02
Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W.)	2.74 \pm 0.06*	2.31 \pm 0.06
Chlorophyll a:b	3.59 \pm 0.82	3.63 \pm 0.56
Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W.)	0.47 \pm 0.02*	0.41 \pm 0.01
EL (%)	44.13 \pm 1.75	49.83 \pm 2.04*
MDA content (ng g ⁻¹ F.W.)	127.68 \pm 4.34	123.96 \pm 4.82
H ₂ O ₂ content (μ g g ⁻¹ F.W.)	275.27 \pm 14.65	304.61 \pm 15.57*
Proline content (μ g g ⁻¹ F.W.)	38.01 \pm 2.47	54.42 \pm 3.56*
TSS content (mg g ⁻¹ F.W.)	125.60 \pm 3.45	133.75 \pm 3.52*

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

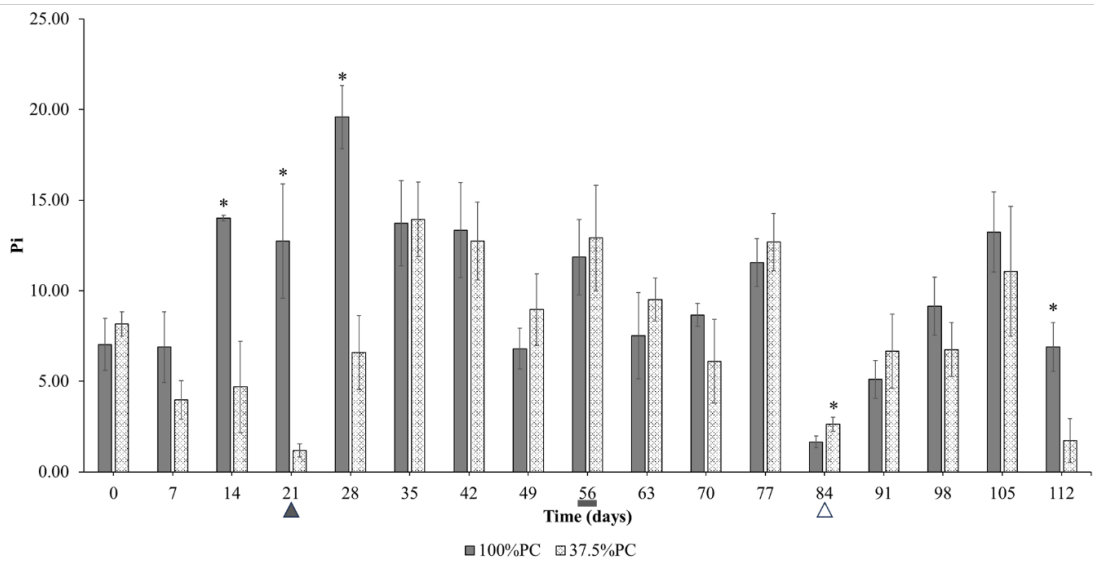


ภาพประกอบ 112 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

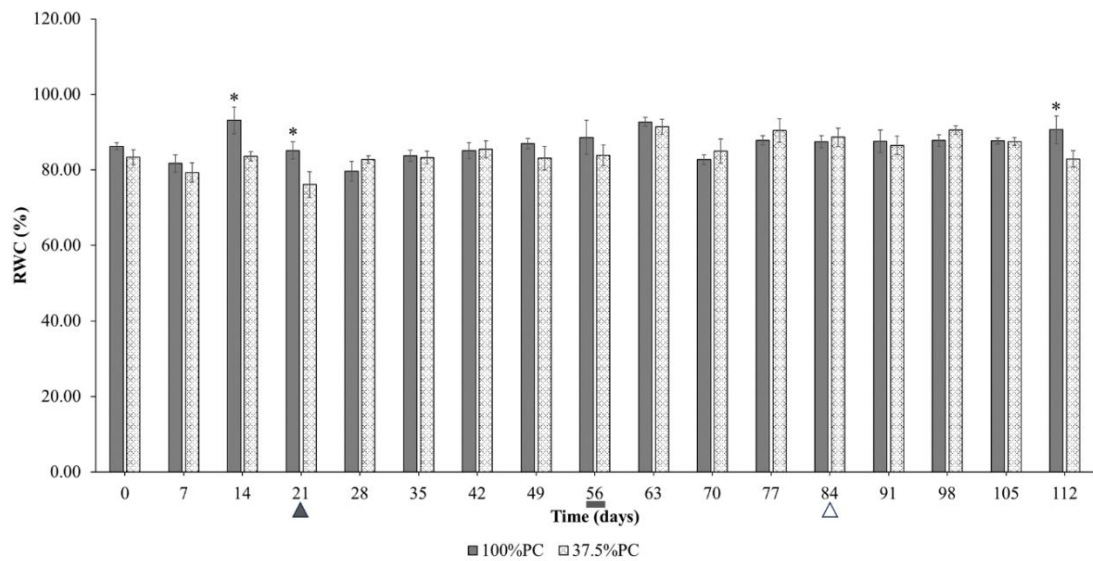


ภาพประกอบ 113 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

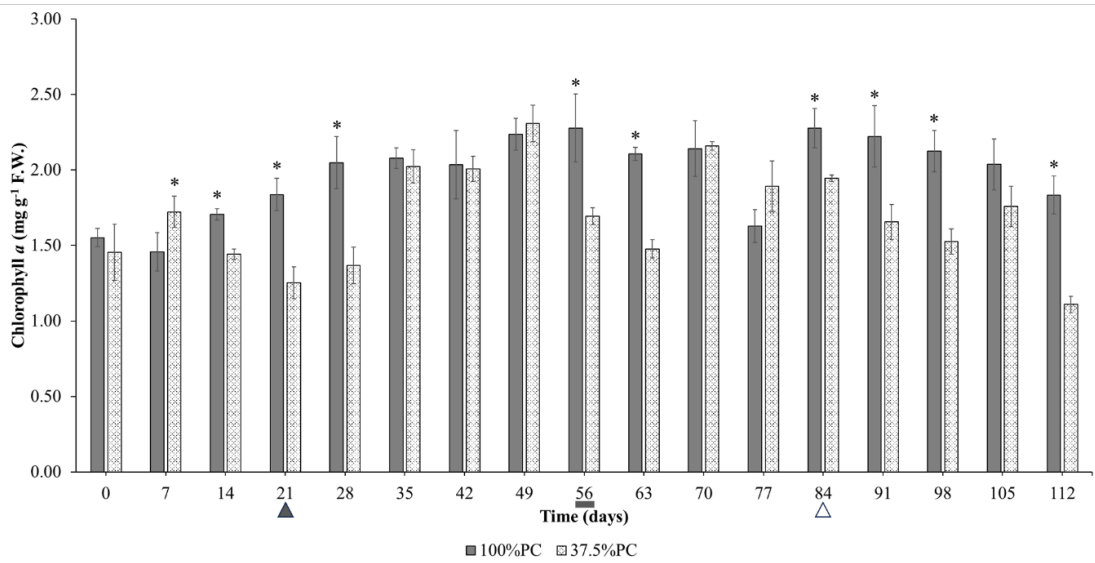


ภาพประกอบ 114 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการรดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



ภาพประกอบ 115 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

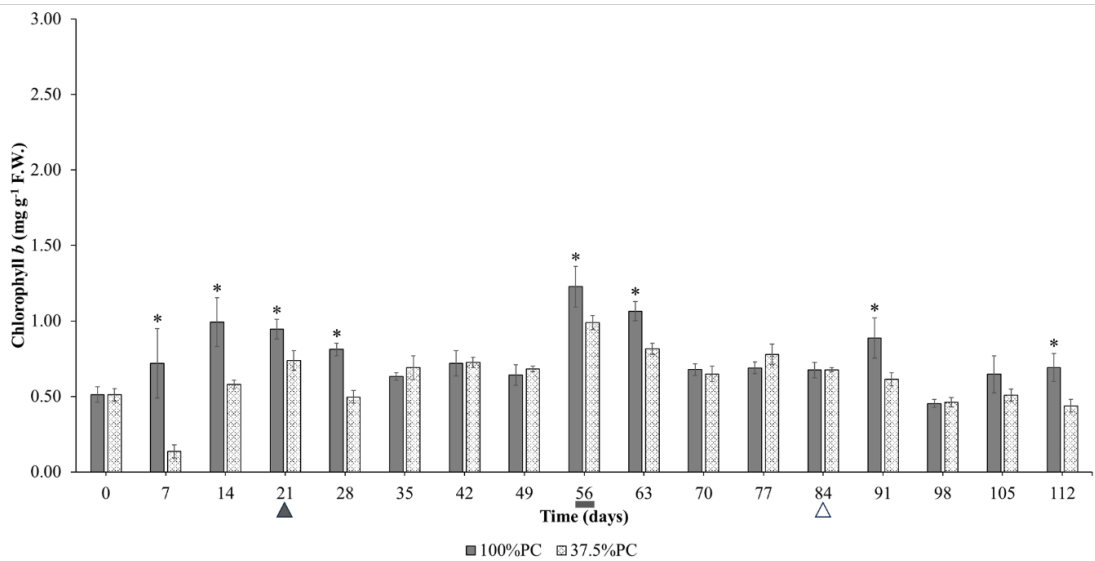
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



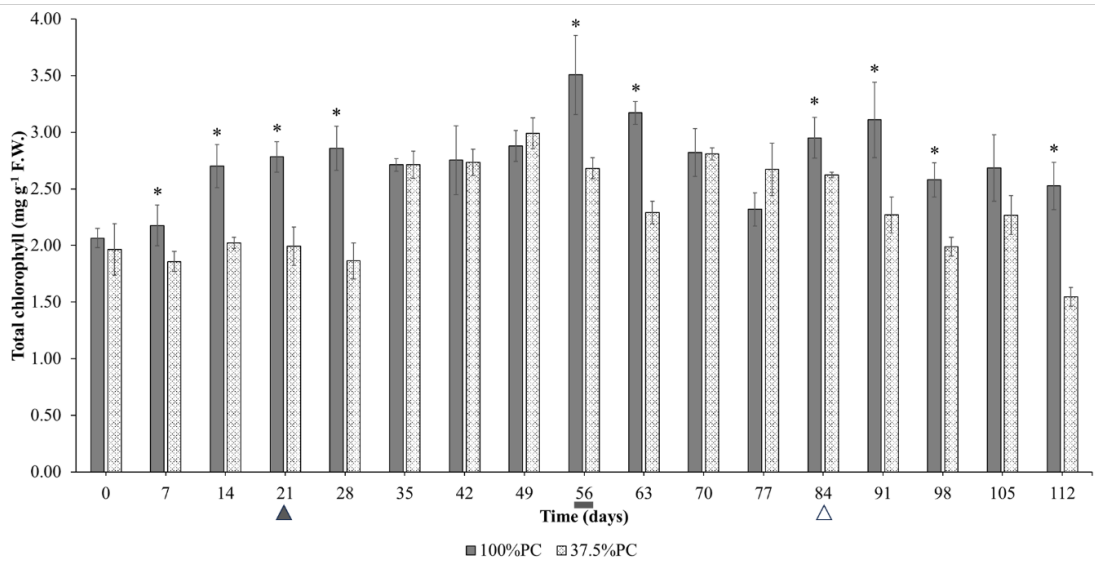
ภาพประกอบ 116 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



ภาพประกอบ 117 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll)

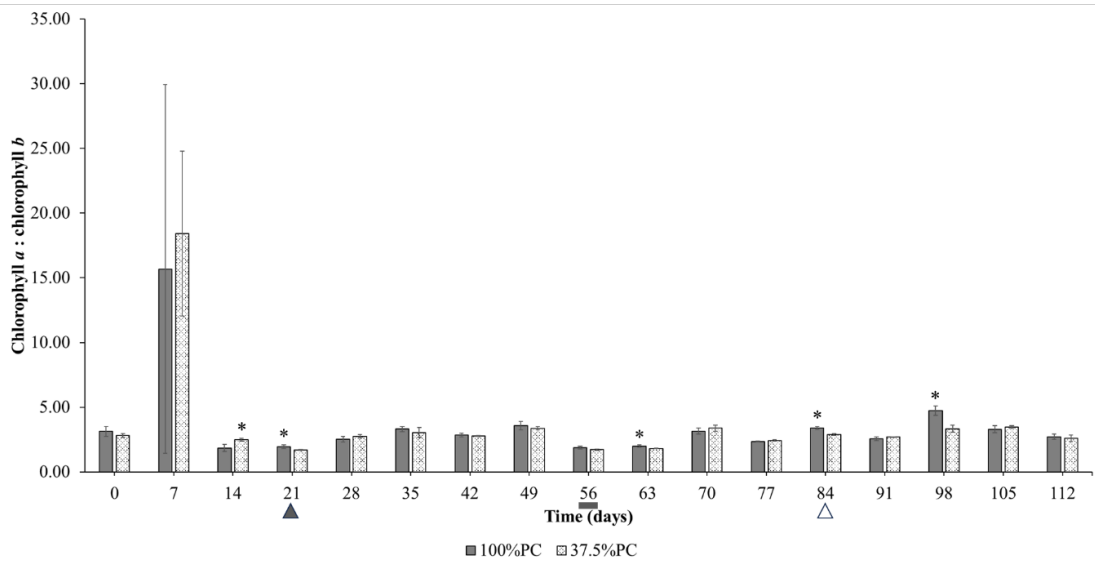
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการรดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

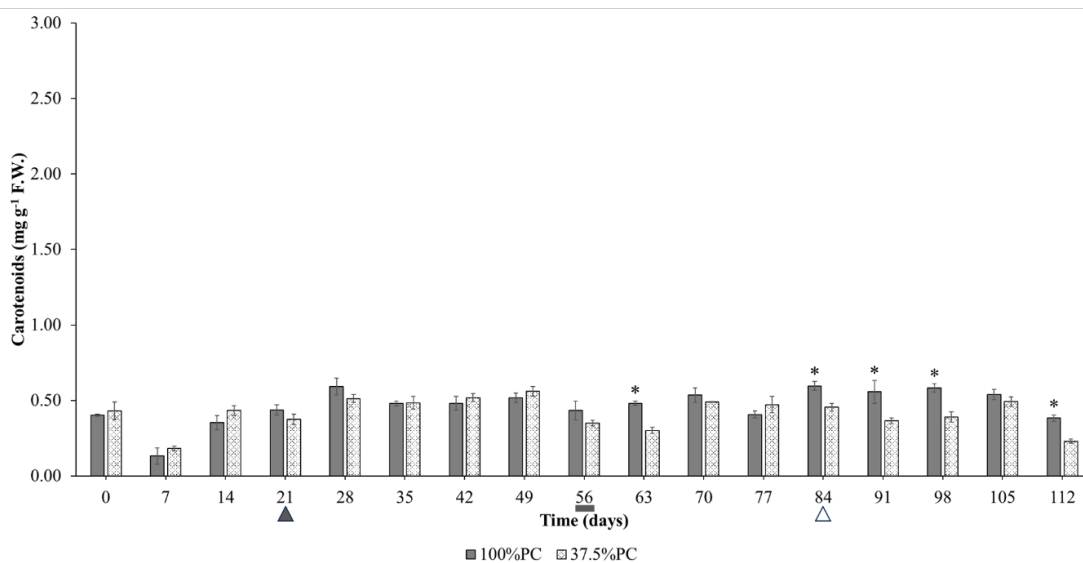


ภาพประกอบ 118 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll a : chlorophyll b) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



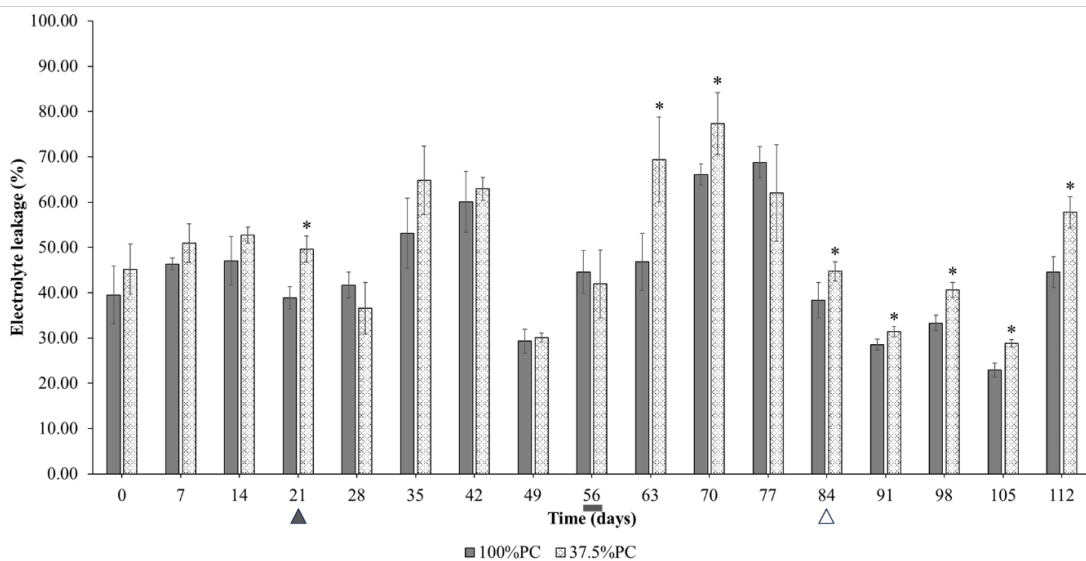
ภาพประกอบ 119 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids)

ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

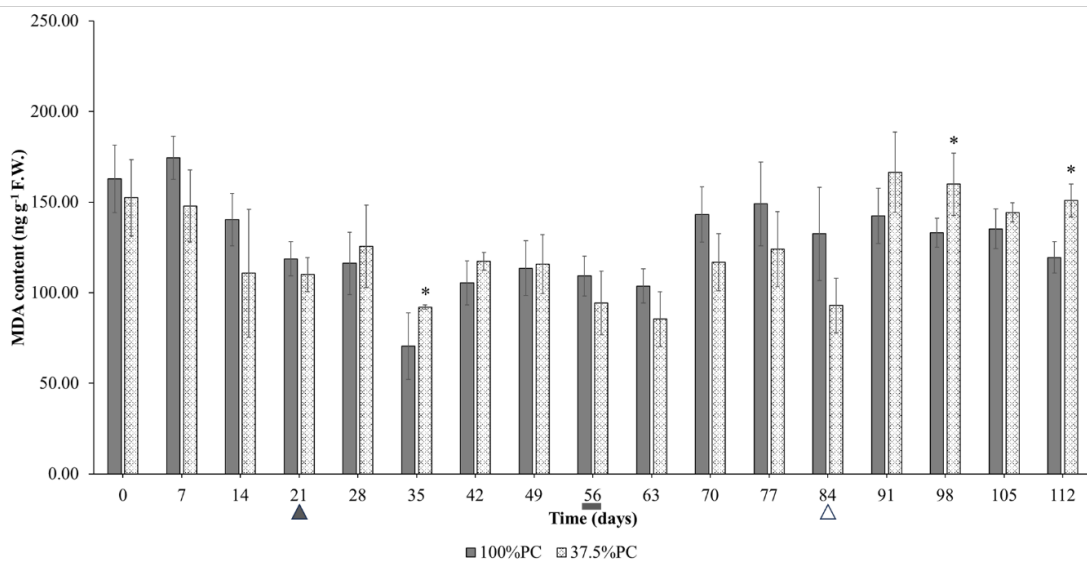


ภาพประกอบ 120 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

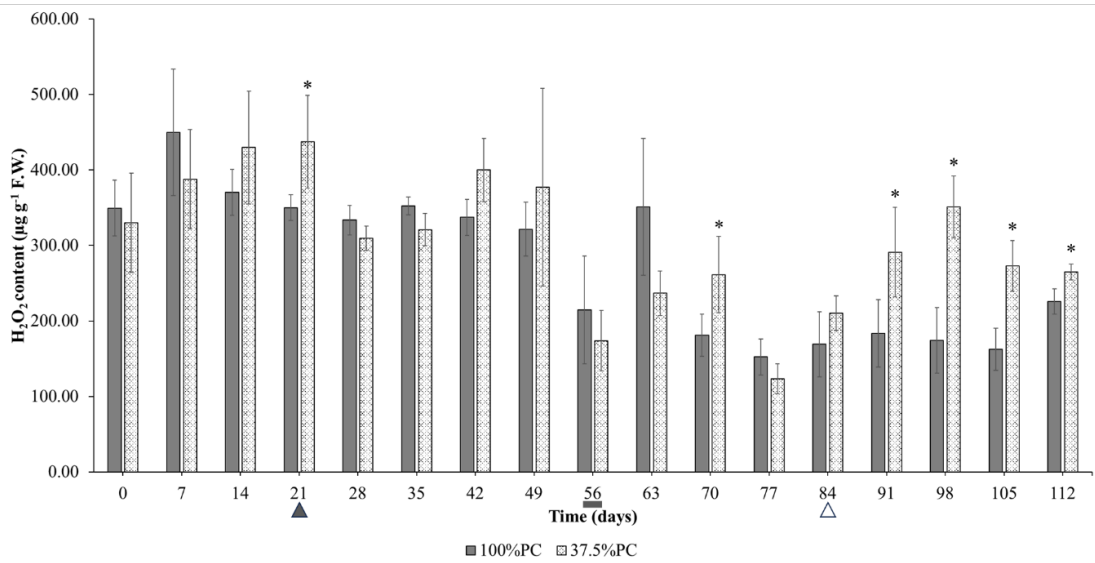


ภาพประกอบ 121 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ Δ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

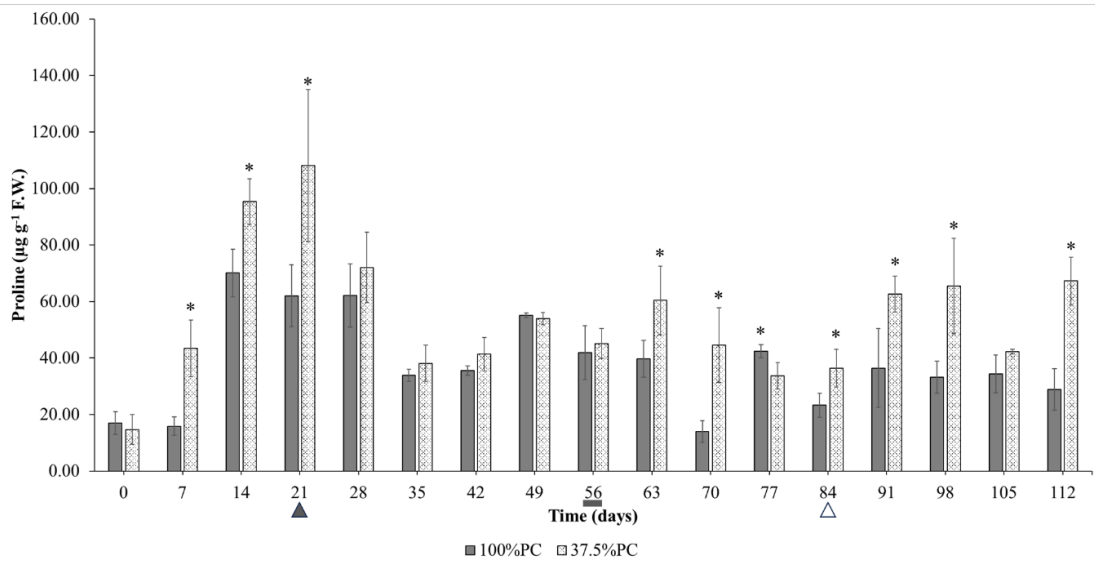


ภาพประกอบ 122 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



ภาพประกอบ 123 ปริมาณโพรลีน (proline)

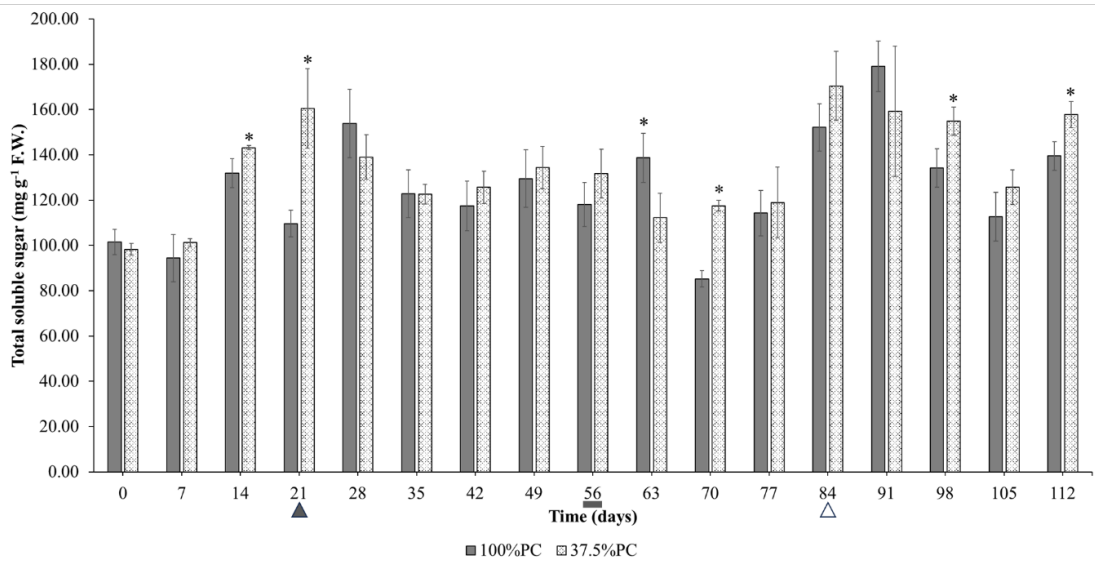
ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC

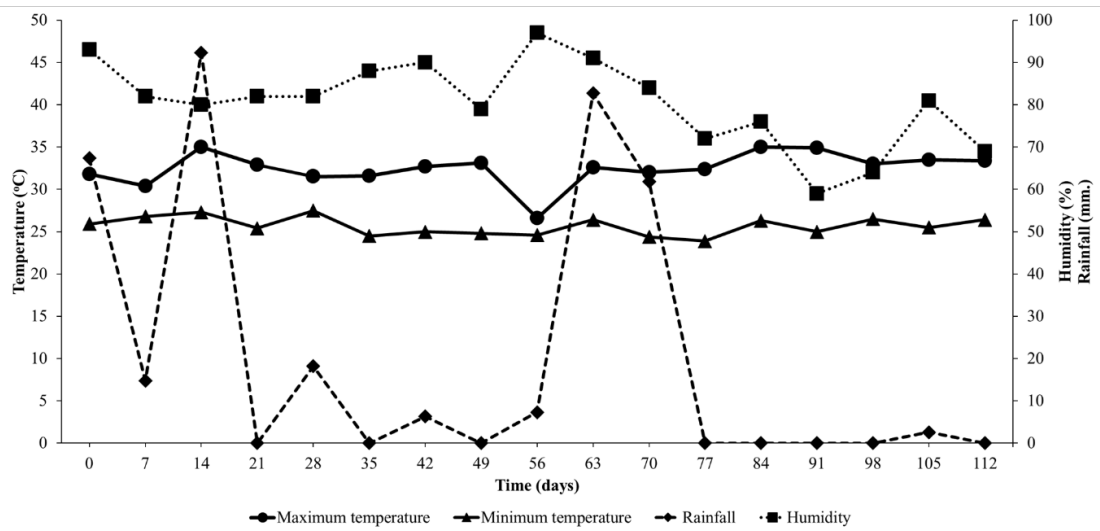


ภาพประกอบ 124 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm SE โดย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

▲ แสดงถึงการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลี

— แสดงถึงการงดการให้น้ำเพื่อลดระดับของ PC ของดิน

และ △ แสดงถึงต้นไทรเกาหลีที่ลดระดับของ PC จนมีระดับเท่ากับ 37.5% PC



ภาพประกอบ 125 ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างทำการทดลองวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 – 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 1.1 การหาช่วงระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี พบว่า กระถางต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับที่ต่ำกว่า 25% PC ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายในวันที่ 9 หลังจากได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC มีประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Pi) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) และปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ที่ยังคงส่งผลให้ต้นไทรเกาหลียังคงเจริญเติบโตอยู่ได้ แม้ว่าจะมีปริมาณที่ลดลงเมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ดังนั้นในการทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี จึงศึกษาผลของระดับ PC ในช่วงระหว่าง 25 และ 12.5% PC ได้แก่ระดับ 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC ผลการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ที่ไม่แตกต่างกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ประกอบกับลักษณะของสภาพต้นไทรเกาหลีที่ยังคงสภาพดี ไม่เหี่ยวเฉา แสดงให้เห็นว่าต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC มีความสามารถในการทนต่อความแล้งได้ดีเท่ากับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC ดังนั้นจึงเลือกการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี โดยให้ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป ในการทดลองที่ 1.3 การหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นด้วยซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี โดยศึกษาต้นไทรเกาหลีทั้งในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะความเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์ พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ มีค่า Pi, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ปริมาณแคโรทีนอยด์ และปริมาณโพรงน้ำ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่า ABS/RC, DiO/RC, TRo/RC, การรั่วไหลของประจุ (EL), ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) และปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และพบว่าในสภาวะเครียดจากความแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC และได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีค่า RWC, ปริมาณ

คลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ปริมาณแคโรทีนอยด์ และปริมาณโพรงิน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีปริมาณ EL, MDA และ H_2O_2 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ดังนั้นจึงเลือกระดับความเข้มข้นของซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ นำมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองของทางสรีรวิทยาบางประการ และลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี ทำการศึกษาในต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ร่วมกับการใส่ปุ๋ยและการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ในสภาวะปกติ ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณโพรงิน และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (CAT) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TSS) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และการใส่ปุ๋ยพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย มีค่า Fv/Fm และ Pi ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์เพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นด้วยซิลิกอน พบว่าต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย ส่งผลทำให้มีปริมาณ EL, MDA และโพรงิน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์เพียงอย่างเดียว และมีผลทำให้มีค่า Fv/Fm, Pi ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์เพียงอย่างเดียว และจากการศึกษาในสภาวะเครียดจากความแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ต้นไทรเกาหลีในชุดการทดลองที่มีการให้ปุ๋ย ต้นไทรเกาหลีไม่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ดังนั้นจึงเหลือเพียงต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีค่า RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ปริมาณแคโรทีนอยด์ และจำนวนปากใบ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL, MDA, H_2O_2 , โพรงิน,

TSS และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT และ APX ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และในวันที่ 35 ของการทดลองพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง ต้นไทรเกาหลีตาย จึงแสดงให้เห็นว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ สามารถทนต่อความแล้งได้ดีกว่า และยังคงอยู่รอดได้ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง

จากผลการทดลองที่ 3 ศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง ในสภาวะเครียดจากความแล้ง ต้นไทรเกาหลีจะได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC และทำการศึกษาเป็นช่วง คือ ช่วงวันที่ 0-21, 21-56, 56-84 และ 84-112 ของการทดลอง โดยในวันที่ 21 จะทำการให้น้ำ (re-watering) กับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง วันที่ 56 ทำการงดการให้น้ำแก่ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง เพื่อลดระดับ PC ของดินลงให้เท่ากับ 37.5% PC และวันที่ 84 ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งจะมีระดับของ PC เท่ากับ 37.5% PC ผลการทดลองพบว่า ในช่วงวันที่ 0-21 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL, H₂O₂, โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ ในช่วงวันที่ 21-56 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี ปริมาณแคโรทีนอยด์ EL, MDA, H₂O₂, โพรลีน และ TSS ไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ ในช่วงวันที่ 56-84 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL และโพรลีน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ ในช่วงวันที่ 84-112 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง มีค่า Fv/Fm, Pi, RWC, ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณ EL, MDA, H₂O₂, โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ และเมื่อศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสม

(cumulated CO₂ fluxes) ในสภาวะปกติ ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ใน chamber ใส จะเกิดการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 81.52 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 112 วัน หรือคิดเป็น 7.37% ส่วนในชุดการทดลองในสภาวะเครียดจากความแล้ง ที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC พบว่า ช่วงวันที่ 0-21 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 106.18 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 21 วัน หรือคิดเป็น 41.14% ช่วงวันที่ 21-56 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 156.03 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 35 วัน หรือคิดเป็น 52.88% ช่วงวันที่ 56-84 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 83.49 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 28 วัน หรือคิดเป็น 34.66% และช่วงวันที่ 84-112 ต้นไทรเกาหลีจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 52.16 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 28 วัน หรือคิดเป็น 68.88%

จากผลการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยเลือกพิจารณาเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นหลัก เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พลังงานแสงที่ตกกระทบบนใบพืช จะถูกระบบแสงสอง (PSII) นำแสงไปใช้ เพื่อแยกอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุลของน้ำ และส่งผ่านไปตามส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อใช้แสงในการผลิตพลังงาน ATP และ NADPH เพื่อนำไปใช้ในวัฏจักรคัลวิน แต่พลังงานทั้งหมดที่ตกกระทบใบพืช นั้น พืชไม่ได้นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทั้งหมด จึงมีพลังงานส่วนเกินเกิดขึ้น ซึ่งพืชจะนำไปใช้ใน 3 กระบวนการ เพื่อรักษาสมดุลในการดูดซับและการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสง ซึ่ง 3 กระบวนการ คือ 1) การปลดปล่อยออกมาในรูปของความร้อน เพื่อปกป้องไม่ให้สร้างความเสียหายแก่กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 2) การปลดปล่อยออกมาในรูปของการเรืองแสง (chlorophyll fluorescence) และ 3) พลังงานส่วนเกินถูกนำไปใช้ในการสร้างอนุมูลอิสระ (Muller, Li, & Niyogi, 2001) การวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ สามารถนำมาประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสองภายใต้สภาวะเครียดได้ โดยวัด Fv/Fm ทำได้โดยใช้เครื่องคลอโรฟิลล์ฟลูออโรมิเตอร์ (chlorophyll fluorometer) เมื่อพืชได้รับความเครียด ค่า Fv/Fm จะลดลง เนื่องจากพืชมีความสามารถในการใช้พลังงานแสงได้น้อยลง เกิดกระบวนการยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกว่า photoinhibition ซึ่ง PSII ถูกทำลาย หรือมีการทำงานที่ผิดปกติ ส่งผลทำให้การเรืองแสงเปลี่ยนไป เมื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง จะส่งผลต่อการเติบโตและพัฒนาการของพืช (Lu & Zhang, 1998; Maxwell & Johnson, 2000; Wang et al., 2024) นอกจากนี้ Pi ยังเป็นค่าที่ใช้บอกถึงความสามารถในการรับโฟตอนของ PSII ในพืช ที่จะ

นำไปใช้ในการกระตุ้นให้เกิดการขนส่งอิเล็กตรอนออกจากศูนย์กลางปฏิกิริยาของ PSII เพื่อส่งต่อไปยังตัวรับอิเล็กตรอน (พชร มณีโชติ และคนอื่น ๆ, 2563) ในสภาวะปกติพืชทั่วไปจะมีค่า F_v/F_m อยู่ในช่วง 0.80-0.83 และจะต่ำลงเมื่อพืชได้รับสภาวะเครียด เช่นเดียวกับผลที่ได้จากการทดลองที่ 1.2 พบว่า ค่า F_v/F_m ของต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และ 21.88% PC มีค่าอยู่ในช่วง 0.77-0.82 และ 0.70-0.77 ตามลำดับ และจากผลการทดลองที่ 3 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และ 37.5% PC มีค่า F_v/F_m อยู่ในช่วง 0.72-0.83 และ 0.65-0.82 ตามลำดับ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นไทรเกาหลีได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง จะมีค่า F_v/F_m ที่ลดต่ำลง และจากการศึกษาก่อนหน้า พบว่า ค่า F_v/F_m ใน *F. tikoua*, ต้นมะเดื่อ (*F. carica*) และต้นไทรย้อยใบแหลม (*F. benjamina*) มีค่าอยู่ในช่วง 0.53-0.76, 0.81-0.93 และ 0.74-0.79 ตามลำดับ (Hossain, Salleh, Mekhled, & Al-Salf, 2010; Wang, Chai, Yang, Mubarak, & Tang, 2016; Zheng & Van Labeke, 2017) ซึ่งพืชแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์ จะมีค่า F_v/F_m ที่แตกต่างกันเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง จากการศึกษาในต้นกล้าผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) ที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งเป็นระยะเวลา 8 วัน พบว่า มีค่า F_v/F_m ลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำปกติ (Shin, Bhandari, Jo, Song, & Lee, 2021) มีการศึกษาในข้าวโพด (*Z. mays* L.) จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Doge, Luce และ Vero พบว่า เมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง จะมีค่า F_v/F_m ลดลง และเมื่อทำการให้น้ำอีกครั้ง ต้นข้าวโพดจะมีค่า F_v/F_m เพิ่มขึ้น (Efeoglu, Ekmekçi, & Çiçek, 2009) และมีการศึกษาในต้นมะเดื่อ *F. carica* L. จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ Zidi และ Bither พบว่า เมื่อต้นพืชได้รับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ จะมีค่า F_v/F_m ลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์ และเมื่อมีการให้น้ำอีกครั้ง ก็ส่งผลให้มีค่า F_v/F_m เพิ่มมากขึ้น (Ammar et al., 2020) และจากการศึกษาของ Guo et al. (2016) ในต้นกล้าแก่สีดำ *L. ruthenicum* แสดงให้เห็นว่าสภาวะเครียดจากความแล้งมีผลต่อการเปิดศูนย์กลางปฏิกิริยาของ PSII เมื่อการขนส่งพลังงานซึ่งถูกดูดซับโดย antenna pigment เสียไป การเรืองแสงฟลูออเรสเซนซ์ และการกระจายความร้อนจะเพิ่มสูงขึ้น โดยที่ปฏิกิริยาเคมีคือกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง

คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่ทำหน้าที่รับพลังงานแสง และถ่ายโอนพลังงาน เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พบได้ในคลอโรพลาสต์ โดยคลอโรฟิลล์จะมีโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วน คือ วงแหวน pyrrole ซึ่งมีแมกนีเซียม (Mg^{2+}) และไนโตรเจนเชื่อมพันธะที่บริเวณส่วนกลางของโครงสร้าง และส่วนหาง (phytol) ที่มีไฮโดรคาร์บอนสายยาวเป็นส่วนประกอบ ส่วนแคโรทีนอยด์จะมีโครงสร้างหลักเป็นสายไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยคาร์บอน

40 อะตอม เป็นกลุ่มรงควัตถุที่มีสีเหลืองส้ม แดง มีหน้าที่ในการช่วยรับพลังงานแสง (accessory light-harvesting pigment) เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และทำหน้าที่ในการป้องกันอันตรายจากแสง (photoprotective agents) (Prasad, Dwivedi, & Zeeshan, 2005) เมื่อพืชได้รับความเครียดจากความแห้งจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและสลายรงควัตถุในใบพืช จากผลการทดลองเกี่ยวกับรงควัตถุในใบพืช พบว่า เมื่อต้นไทรเกาหลีได้รับความเครียดจากความแห้งที่ 25% PC ในการทดลองที่ 1.1 ต้นไทรเกาหลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2 ที่พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 25% PC และ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC และในการทดลองที่ 3 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแห้งที่ได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม และปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาในพริกหวาน (*Capsicum spp.*) พบว่า เมื่อพริกหวานได้รับความเครียดจากความแห้งที่ 60% FC และ 30% FC จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ 100% FC (Khazaei, Esmailpour, & Estaji, 2020) และจากการศึกษาในต้นกล้าผักกาดหอม (*L. sativa L.*) ที่ได้รับความเครียดจากความแห้ง พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ต่ำลง และพบว่าต่ำมากที่สุดในวันที่ 8 ของการทดลอง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Shin et al., 2021) เมื่อพืชได้รับความเครียดจากความแห้ง พืชจะมีการสร้างอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) เกิดขึ้น เมื่อมี ROS เกิดขึ้น จะทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง และเมมเบรนของคลอโรพลาสต์ เกิด photo-oxidation ของคลอโรฟิลล์ รวมถึงเกิดการกระตุ้นกระบวนการสลายของคลอโรฟิลล์ โดยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase ส่งผลให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง นอกจากนี้แคโรทีนอยด์จะสลายเพื่อเปลี่ยนรูป และกำจัด ROS ส่งผลทำให้มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลง (Havaux, 2014; Iturbe-Ormaetxe et al., 1998; Munne-Bosch & Penuelas, 2004; Shin et al., 2021)

ความเครียดจากความแห้ง ทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง และลดปริมาณรงควัตถุในพืช พืชจะมีการปรับตัวเมื่อได้รับความแห้ง พืชจะปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ส่งผลให้การแพร่ของคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ปากใบมีน้อยลง ร่วมกับรงควัตถุในกระบวนการสังเคราะห์

ด้วยแสงทำหน้าที่รับส่งต่อพลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (Farooq, Wahid, Kobayashi, Fujita, & Basra, 2009) จากการทดลองที่ 2 ต้นไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้งที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ พบว่ามีค่า Fv/Fm และ Pi ไม่แตกต่างกัน แต่ในวันที่ 28 ของการทดลอง ต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณแคโรทีนอยด์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ เมื่อพืชได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน ซึ่งช่วยบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากสภาวะเครียดจากความแล้งต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ อาจเป็นผลมาจากซิลิกอนที่สะสมในเซลล์เอพิเดอร์มิส (epidermal cell) ในรูปของซิลิกา (SiO_2) ซึ่งซิลิกาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้แสงได้ โดยช่วยให้เกิดการส่งผ่านแสงไปยังเนื้อเยื่อมีไซฟิลล์ (mesophyll tissue) ที่เป็นที่อยู่ของคลอโรพลาสต์ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Maghsoudi, Emam, & Ashraf, 2015) จากการศึกษาในข้าวสาลี (*T. aestivum* L.) พบว่า ซิลิกอนช่วยให้ข้าวสาลีมีค่า Fv/Fm เพิ่มขึ้น เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง นอกจากนี้ซิลิกอนยังช่วยให้เกิดความแข็งแรงและเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ให้มากขึ้น เพื่อทำให้ต้นพืชมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้น และซิลิกอนยังช่วยบรรเทาผลกระทบจากความแล้งต่อปฏิกิริยาการให้แสง (photochemical reaction) ได้ (Aurangzaib et al., 2021; Maghsoudi et al., 2015) และการศึกษาในข้าวโพด (*Z. mays* L.) ที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง พบว่า เมื่อพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 กรัมต่อลิตร จะมีค่า Fv/Fm และ Pi สูงขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาในข้าว (*Oryza sativa*) ที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง เมื่อได้รับซิลิกอนจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetic rate; Pr) การคายน้ำ (transpiration rate; Tr), Fv/F0 และ Fv/Fm เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Chen et al., 2011) ในสภาวะแล้ง พืชจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ลดลง อาจเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ย่อยโปรตีน เช่น chlorophyllase ที่ย่อยสลายคลอโรฟิลล์ และอาจเกิดการสลายตัวของเยื่อหุ้มเซลล์ เกิดความเสียหายของคลอโรฟิลล์โดยอนุมูลอิสระ ทำให้เกิด oxidative stress ส่งผลให้เกิดความเสื่อมชรา (senescence) และความสามารถของการซึมผ่านของเมมเบรนลดลง ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (Qin & Tian, 2005) ซิลิกอนมีบทบาทในการช่วยรักษารังควัตถุที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ เนื่องจากซิลิกอนช่วยปรับปรุงโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ในสภาวะเครียดจากความแล้งได้ การศึกษาในมะม่วง (*Mangifera indica* L.) จำนวน 4 สายพันธุ์

ได้แก่ Ewaise, Hindy, Misk Ewaise และ Fagri Kalan พบว่า เมื่อได้รับ K_2SiO_3 ที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์จะส่งผลให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้น (Helaly et al., 2017) การศึกษาในต้นเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii* L. cv. Ruby Red) ที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง เมื่อได้รับ Na_2SiO_3 ที่ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Ahsan et al., 2023) สำหรับการศึกษาในพืชสกุลไทรพบว่า *Ficus* sp. จะมีการสะสมแคโรทีนอยด์ เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง (Taibi et al., 2017) โดยในพืชสกุลไทรจะมีแคโรทีนอยด์ในปริมาณที่น้อย แต่ก็สามารถกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของการปรับตัวของพืชเมื่อได้รับสภาวะเครียด (Su, Rowley, Itsiopoulou, & O'Dea, 2002)

น้ำ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเซลล์พืช ที่ใช้ในการรักษารูปร่าง ความคงตัว และเกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (RWC) เป็นการวัดปริมาณน้ำที่แท้จริงที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ทำให้เซลล์เต่ง ซึ่งปริมาณน้ำสัมพัทธ์สามารถบ่งบอกถึงความสมดุลของน้ำในเซลล์ และสามารถบ่งบอกถึงความรุนแรงในการแสดงออกของสภาวะเครียดจากความแล้งได้ โดยทั่วไปค่าปกติของ RWC จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 98% ในใบที่เต่งและน้ำสามารถระเหยได้อย่างเต็มที่ 30-40% ในใบที่แห้งเหี่ยวอย่างรุนแรง และกำลังจะตาย แต่ค่า RWC จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด และพันธุ์พืช โดยพันธุ์พืชส่วนใหญ่ค่า RWC ที่แสดงว่าพืชเริ่มเหี่ยวจะอยู่ที่ประมาณ 60-70% สภาวะเครียดจากความแล้งจะชักนำให้พืชลดปริมาณน้ำ และค่าพลังงานศักย์ของน้ำ (water potential) ส่งผลทำให้เซลล์พืชสูญเสียแรงเต่ง และเป็นสาเหตุทำให้เมมเบรนเกิดการเสียหายผนังเซลล์มีการเหี่ยว ทำให้มีขนาดและจำนวนเซลล์ที่ลดลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนา และการอยู่รอดของพืช (Alexieva, Sergiev, Mapelli, & Karanov, 2001; Gong & Chen, 2012) จากผลการทดลอง ในการทดลองที่ 1.1 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับที่ต่ำกว่า 25% PC จะมีค่า RWC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2 พบว่า เมื่อต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับที่ต่ำกว่า 21.88% PC จะมีค่า RWC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และการทดลองที่ 3 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC มีค่า RWC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่วันที่ 14 ถึงวันที่

21 เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC และเมื่อทำการให้น้ำกับต้นพืช (re-watering) จะมีค่า RWC ไม่แตกต่างกัน และเมื่อได้รับความแล้งอีกครั้ง พบว่าต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC มีค่า RWC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ในวันที่ 112 ของการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในมะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum*) จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Arvento, LA1994 และ LA2093 มันฝรั่ง (*S. tuberosum* L.) สายพันธุ์ Santae และ PRI-Red ต้นดาวเรืองเม็กซิโก (*Tagetes minuta* L.) และต้นกุหลาบมอญ (*Rosa damascene* Mill.) พบว่า เมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง จะมีค่า RWC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Al-Yasi et al., 2020; Babaei, Moghaddam, Farhadi, & Ghasemi Pirbalouti, 2021; Batool et al., 2020; Zhou et al., 2017) พืชต้องมีการปรับสมดุลแรงดันออสโมซิส (osmotic adjustment) ในเซลล์พืช เพื่อให้พืชยังคงสามารถดูดน้ำนำมาใช้ได้ (Pamungkas, Suwanto, Suprayogi, & Farid, 2022) โดยปกติน้ำจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีค่าพลังงานศักย์ของน้ำมาก ผ่านเมมเบรนไปยังบริเวณที่มีค่าพลังงานศักย์ของน้ำน้อย โดยพลังงานอิสระที่มีอยู่ในโมเลกุลของน้ำนั้น เรียกว่า พลังงานศักย์ของน้ำ ซึ่งในน้ำบริสุทธิ์จะมีค่าเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีสารละลายต่าง ๆ เข้าไป จะส่งผลให้พลังงานศักย์ของน้ำมีค่าติดลบ จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำ พืชจะสามารถลดค่าศักย์ของน้ำภายในเซลล์ได้ โดยมีการสะสมสารออสโมโพรเทคแทนต์ (osmoprotectant) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยปรับค่าศักย์ของน้ำภายในเซลล์ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ ดังนั้นสารออสโมโพรเทคแทนต์สามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการทนแล้งของพืชได้ สารออสโมโพรเทคแทนต์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เป็นกลางทางไฟฟ้า มีความสามารถในการละลายน้ำ และไม่เป็นพิษเมื่อมีการสะสมในปริมาณสูง (Ahn, Lee, Kanth, & Park, 2018) สารออสโมโพรเทคแทนต์ที่พบในพืช เช่น โพรลีน น้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ glycine betaine, alanine betaine, fructan และ trehalose เป็นต้น

โพรลีน เป็นกรดอะมิโนที่มีความสำคัญ ช่วยรักษาเยื่อหุ้มเซลล์ให้คงสภาพ ช่วยปรับค่าแรงดันออสโมติก ช่วยกำจัด ROS ช่วยรักษาการทำงานของเอนไซม์ให้เป็นปกติ เนื่องจากโพรลีนช่วยทำให้โมเลกุลของน้ำรวมกับโปรตีนได้ดี เป็นการรักษาสภาพโปรตีน และรักษาโครงสร้างของเซลล์ให้เป็นปกติ (Ashraf & Foolad, 2007; Fariduddin, Khalil, Mir, Yusuf, & Ahmad, 2013; Solomon, Beer, Waisel, Jones, & Paleg, 1994) น้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่ให้คาร์บอนสำหรับการสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในเซลล์ ควบคุมการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช และ

น้ำตาลยังช่วยรักษาปริมาณน้ำในใบ และสมดุลของพืชภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง (Xu, Liu, Woo, & Wang, 2007) จากผลการทดลองที่ 3 พบว่า เมื่อต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC มีปริมาณโพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีปริมาณโพรลีน และ TSS ไม่แตกต่างกันเมื่อได้รับการให้น้ำกับต้นพืช (re-watering) และเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งอีกครั้ง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งจะมีปริมาณโพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในต้นคาโนล่า (*B. napus* L.) และต้นข้าว (*O. sativa* L. var. BRRI Dhan-24) พบว่า พืชมีการสะสมโพรลีนเพิ่มขึ้น เมื่อพืชได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (Nasrin, Saha, Begum, & Samad, 2020; Rezayian, Niknam, & Ebrahimzadeh, 2018) และจากการศึกษาในถั่วเหลือง (*G. max* L.) พบว่า ในสภาวะเครียดจากความแล้ง ถั่วเหลืองมีปริมาณโพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Nguyen et al., 2020) นอกจากนี้มีการศึกษาใน *F. carica* L. ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง พบว่า มีปริมาณโพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งโพรลีนและน้ำตาล มีบทบาทสำคัญในการช่วยปรับสมดุลออสโมติก โดยช่วยคงสภาพความเต่งของเซลล์รักษาและป้องกันการสูญเสียน้ำ ทำให้ต้นพืชยังคงอยู่ได้ภายใต้สภาวะเครียด (Mardinata et al., 2021)

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์และการคายน้ำของพืชจะลดลงในพืชที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง พืชจะมีค่าศักย์ของน้ำลดลง เนื่องจากสารละลายภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายภายในเซลล์ จึงส่งผลทำให้น้ำภายในเซลล์ออสโมซิสออกนอกเซลล์ เซลล์จะเกิดการสูญเสียน้ำรุนแรงต้นเต่ง ทำให้เซลล์เกิดการหดตัว มีผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ (Noctor, Mhamdi, & Foyer, 2014) พืชจึงมีกลไกในการป้องกันตัวเอง โดยลดการคายน้ำด้วยการปิดปากใบ เพิ่มค่า stomatal resistance และลดค่า stomatal conductivity (Sutuliene et al., 2022) เมื่อให้ซิลิกอนแก่พืชที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง ซิลิกอนจะช่วยลดการคายน้ำของใบที่บริเวณปากใบและคิวติเคิล โดยการสะสมซิลิกอนในรูปของ phytolith ที่บริเวณใต้ชั้นเอพิเดอร์มิสที่ผนังเซลล์เป็น cuticle-silicon double layer ทำให้ใบมีความหนาขึ้น และช่วยลดการคายน้ำ เนื่องจากเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างน้ำกับ hydrated silica ในผนังเซลล์ ทำให้เกิด polymerized silicic acid ลดการไหลของโมเลกุลน้ำออกจากใบ เนื่องจากโมเลกุลน้ำมีพลังงานไม่เพียงพอที่จะหลุดออกจากผิวใบ จึงช่วยรักษาน้ำของพืชไว้ได้ (Liang et al., 2008; Ma, Miyake, & Takahashi, 2001; Malik et al., 2021; Mateos-Naranjo, Andrades-Moreno, & Davy, 2013) จาก

การศึกษาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ในการทดลองที่ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscopy; TEM) พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) และได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ จะมีเมมเบรนของคลอโรพลาสต์ไม่ชัดเจน กรานา (grana) เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ สโตรมาลาเมลลา (stroma lamella) เป็นชั้นบาง และเม็ดแป้ง (starch grain) มีลักษณะบวม แต่เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า คลอโรพลาสต์มีเมมเบรนที่ชัดเจน กรานาและสโตรมาลาเมลลามีความหนา และเรียงตัวเป็นระเบียบ และเม็ดแป้งมีลักษณะสมบูรณ์มากกว่าต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ สอดคล้องกับการศึกษาในใบมะเขือเทศ (*S. lycopersicum*) ที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง พบว่า ซิลิกอนจะช่วยปกป้องโครงสร้างของคลอโรพลาสต์จากความเสียหายจากความเครียด โดยการรักษาโครงสร้างของกรานา และสโตรมาลาเมลลา (Cao, Ma, Zhao, Wang, & Xu, 2015) นอกจากนี้ใบพืชยังมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เมื่อพืชขาดน้ำโครงสร้างของพืชจะเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างของ mesophyll ซึ่งมักจะพบใน spongy mesophyll มากกว่าแบบ palisade mesophyll เช่น การศึกษาในชะเอมจีน (*Glycyrrhiza uralensis*) ที่ได้รับซิลิกอนในรูปแบบของ K_2SiO_3 พบว่า ซิลิกอนช่วยยับยั้งการทำลายโครงสร้างของเมมเบรน และช่วยให้มีการจัดเรียง mesophyll อย่างเหมาะสม เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ (Zhang et al., 2020) นอกจากนี้การบรรเทาสภาวะเครียดจากความแล้ง อาจเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทางชอบน้ำ (hydrophilic) ของสารประกอบซิลิกอนด้วย เช่น $SiO_2 \cdot nH_2O$ หากสามารถจับกับน้ำได้ดี ก็จะช่วยรักษาสมดุลของน้ำ และป้องกันการขาดน้ำของพืชได้ (Gong et al., 2005) ซิลิกอนมีการสะสมที่บริเวณผนังเซลล์ของท่อลำเลียงน้ำ เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์พืช (Yonny, Sukendah, Purwanto, & Purnomo, 2020) โดยซิลิกอนแสดงให้เห็นถึงความคงตัวของโครงสร้างพืชผ่าน hemicellulose ที่อยู่บริเวณผนังเซลล์ ซึ่ง hemicellulose มีประโยชน์ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง และสะสมน้ำในปริมาณมาก เพื่อป้องกันผลกระทบจากสภาวะเครียดจากความแล้ง (Ma, Cai, He, Zhang, & Wang, 2015) นอกจากนี้ซิลิกอนยังมีการสะสมที่บริเวณ bulliform cells ที่บริเวณเส้นกลางใบ โดยการสะสมซิลิกาจำนวนมากจะส่งผลทำให้อัตราการระเหยของน้ำในพืชลดลง (Issaharou-Matchi et al., 2016) มีการศึกษาในต้นคาโนล่า (*B.napus L.*) พบว่า เมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ 40% FC ต้นคาโนล่าจะมีค่า RWC ลดน้อยลง แต่เมื่อมีการพ่นด้วย $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ ที่ความเข้มข้น 4 มิลลิโมลาร์ ต้นคาโนล่าจะมีค่า RWC เพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Bukhari et al., 2020) การปรับค่าแรงดันออสโมติก อาจเกิดจากการสะสมซิลิกอน

ไนไซโทพลาสซึม เกิดเป็น silicon complex ภายในแควคิวโกล หรือซิลิกอนมีผลทำให้มีการสะสมสารออกซิโพรเทคแทนต์ เช่น โพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดลองที่ 1.3 ที่พบว่าในสภาวะเครียดจากความแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีผลทำให้เกิดการสะสมโพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ สอดคล้องกับการศึกษาในข้าวสาลี (*T. aestivum* L.) พบว่า ในสภาวะเครียดจากความแล้ง เมื่อให้ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 6 มิลลิโมลาร์ จะช่วยให้มีการสะสมของโพรลีน และ TSS เพิ่มขึ้น (Ahmad et al., 2020) มีการศึกษาในชะเอมจีน (*G. uralensis*) ที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งและได้รับซิลิกอน พบว่ามีการสะสมโพรลีนในปริมาณมาก ซึ่งอาจเกิดจากการที่ซิลิกอนไปกระตุ้นการสังเคราะห์โพรลีนจาก glutamate pathway หรือลดการใช้โพรลีนระหว่างการสังเคราะห์โปรตีน ทำให้มีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2020)

เมื่อพืชได้รับความเครียด พืชจะมีการสร้าง ROS หรืออนุมูลอิสระ เป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียร และมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา จึงพยายามทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น (โอภา วัชรคุปต์, 2549) ROS เช่น singlet oxygen, superoxide anion, hydrogen peroxide, hydroxyl radical เป็นต้น ซึ่ง ROS เหล่านี้จะถูกสร้างขึ้นโดยกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ถ้ากระบวนการสร้างและการกำจัดอนุมูลอิสระเป็นไปอย่างสมดุล พืชจะสามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ แต่หากไม่สมดุล จะส่งผลทำให้เกิดสภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) ทำให้เกิดการทำลายโมเลกุลหรือเซลล์ต่าง ๆ (Halliwell & Gutteridge, 1999; Hasanuzzaman et al., 2018) ในสภาวะแล้ง พืชจะเกิดการสูญเสียน้ำหรือขาดน้ำ ทำให้พืชมีการสะสม ROS เพิ่มขึ้น จะชักนำให้พืชเกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) โดย ROS จะกระตุ้นและเข้าจับกับโซ่ข้างของไขมันไม่อิ่มตัวที่บริเวณเมมเบรน และได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) โดย การเกิดลิพิดเพอร์ออกซิเดชันทำให้เกิดการทำลายการเข้าออกของไอออน ทำลายเมมเบรนของโปรตีน และ ion-channel ต่าง ๆ ทำให้เกิดการรั่วไหลของประจุ (EL) ดังนั้น ปริมาณ MDA จึงเป็นดัชนีหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงความรุนแรงของการเกิด oxidative stress และบ่งบอกถึงการทำลายของเมมเบรน นอกจากนี้ EL ยังเป็นดัชนีที่สามารถบ่งบอกถึงความคงตัวของเมมเบรน (membrane stability) ภายใต้สภาวะเครียด หากมีการลดลงของ EL จะแสดงถึงความสัมพันธ์กับการปรับตัวของพืช เพื่อให้อยู่รอด เช่น การปรับแรงดันออสโมติก การกำจัด ROS ซึ่งจะนำไปสู่การรักษาสภาพของเมมเบรน และป้องกันการทำลาย (Altaf et al., 2022; Santos et al., 2019) จากผลการทดลองที่ 3 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC มี

ปริมาณ EL และ H_2O_2 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และจะมีปริมาณ EL, H_2O_2 และ MDA ไม่แตกต่างกัน เมื่อได้รับการ re-watering และเมื่อได้รับความแล้งอีกครั้ง ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสถานะแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC จะมีปริมาณ EL, MDA และ H_2O_2 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสถานะปกติที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC สอดคล้องกับการศึกษาในถั่วดำ (*V. mungo* (L.) Hepper) ชูการ์บีท (*Beta vulgaris* L. cv. Samba) แพร้ (*Pyrus bretschneideri* Redh. cv. Suli) มะนาว Persian (*Citrus latifolia* Tanaka) และมะนาว Mexican (*C. aurantifolia* (Christm) Swingle) พบว่ามีปริมาณ EL, MDA และ H_2O_2 เพิ่มขึ้น เมื่ออยู่ในสถานะเครียดจากความแล้ง (AlKahtani et al., 2021; Jafari, Shahsavari, Talebi, & Hesami, 2022; Jothimani & Arulbalachandran, 2020; Niu et al., 2021) และมีการศึกษาในต้นคาโนล่า (*B. napus* L.) และมะเขือเทศ (*S. lycopersicum*) พบว่า เมื่อได้รับสถานะเครียดจากความแล้ง จะมีการสะสมปริมาณ MDA และ H_2O_2 เพิ่มขึ้น (Cao et al., 2015; Rezayian et al., 2018) จากการศึกษาการให้ซิลิกอนแก่พืช ในการทดลองที่ 1.3 พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสถานะเครียดจากความแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC เมื่อมีการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ซิลิกอนจะช่วยลดการเกิด H_2O_2 ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระ และลดการเกิด MDA และ EL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ภายใต้สถานะเครียดจากความแล้ง เช่นเดียวกับการศึกษาในข้าวสาลี (*T. aestivum* L.) พบว่า ในสถานะเครียดจากความแล้ง จะมีการสะสมปริมาณ H_2O_2 , MDA และ EL ในปริมาณที่สูง แต่เมื่อมีการพ่นด้วยซิลิกอน พบว่า จะมีปริมาณ H_2O_2 , MDA และ EL ลดลง (Pei et al., 2010) และการศึกษาในข้าว (*O. sativa*) พบว่า ในชุดการทดลองที่ได้รับซิลิกอนจะมีปริมาณ MDA ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม แสดงให้เห็นว่าซิลิกอนช่วยลดความเสียหายของเมมเบรน โดยซิลิกอนจะสะสมเป็น phytolith ในรูปซิลิกาที่บริเวณเอพิเดอร์มิสและท่อลำเลียง ทำให้เกิดความแข็งแรง เมื่อเทียบกับต้นพืชที่ไม่ได้รับซิลิกอน (Ma & Yamaji, 2008) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Yoshida, Ohnishi, & Kitagishi (1962) ที่ทำการศึกษาในข้าว (*O. sativa*) เช่นกัน พบว่า เมื่ออยู่ในสถานะเครียดจากความแล้ง และได้รับ SiO_2 -nanoparticles จะมีปริมาณ EL ลดลง อาจเนื่องมาจากเกิดการสะสมของซิลิกาที่บริเวณผนังเซลล์

การเกิด ROS ขึ้นในพืช ส่งผลเสียต่อเซลล์พืช ทำให้พืชต้องมีกลไกในการกำจัดหรือลดความเป็นพิษโดยสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งออกเป็น กลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ และกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ได้เป็นเอนไซม์ กลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็น

เอนไซม์ เช่น ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD) คตะเลส (catalase; CAT) แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) และกลูตาไธโอนรีดักเทส (glutathione reductase; GR) เป็นต้น ส่วนกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ได้เป็นเอนไซม์ เช่น กลูตาไธโอน (glutathione) แอสคอเบส (ascorbate) โทโคฟีรอล (tocopherol) และแคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นต้น (Mansoor et al., 2022) จากผลการทดลอง ในการทดลองที่ 2 ที่ทำการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นซิลิกอน ศึกษากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT และ APX โดยเอนไซม์ CAT จะทำหน้าที่เปลี่ยน H_2O_2 ให้เป็นน้ำและออกซิเจน และเอนไซม์ APX จะทำหน้าที่ช่วยกำจัด H_2O_2 ผ่านวิถีวิตามินซีกลูตาไธโอน หรือ Halliwell-Asada pathway โดยใช้วิตามินซี (ascorbate) เป็นตัวให้อิเล็กตรอนกับ H_2O_2 แล้วเปลี่ยนเป็นวิตามินซีในรูปออกซิไดซ์ ผลการทดลองพบว่า ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ลดลง แต่มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX ไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ แต่การใส่ปุ๋ย หรือการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ย พบว่ามีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT และ APX ที่ไม่แตกต่างกัน และในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT และ APX ลดลงในวันที่ 28 ของการทดลอง เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ เช่นเดียวกับการศึกษาในถั่วลูกไก่ (*Cicer arietinum* L.) ที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง พบว่า มีปริมาณ MDA และ H_2O_2 เพิ่มขึ้น และมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ SOD และ CAT ลดลง แต่มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX เพิ่มขึ้น และเมื่อได้รับซิลิกอน พบว่า ถั่วลูกไก่จะมีปริมาณ MDA และ H_2O_2 ลดลง มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT เพิ่มขึ้น แต่ SOD ไม่เปลี่ยนแปลง และ APX ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลจากสภาวะเครียดจากความแล้งที่มีต่อพืชจะขึ้นกับชนิดและพันธุ์ของพืช รวมถึงระยะเวลาที่พืชได้รับความแล้ง (Reddy, Chaitanya, & Vivekanandan, 2004) โดยพืชแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์จะมีการตอบสนองต่อความแล้งและซิลิกอนที่ต่างกัน การให้ซิลิกอนแก่พืช เมื่อพืชได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง ซิลิกอนจะช่วยลดความเครียดออกซิเดชัน โดยลดการสร้างอนุมูลอิสระ ประกอบกับซิลิกอนช่วยลด oxidative burst โดยลดความเป็นพิษของไฮดรอกซิล เพิ่มการสะสม nucleoprotein ช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ลดการเกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน รวมถึงการรักษาความสมบูรณ์ของเมมเบรน (Rastogi et al., 2021) การศึกษาใน

สตรอเบอร์รี่ (*Fragaria x ananassa* Duch) ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง และได้รับการพ่น SiO_2 พบว่า สตรอเบอร์รี่มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT, SOD, APX, และ GPX เพิ่มขึ้น และลดการเกิด MDA และ H_2O_2 เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Zahedi, Moharrami, Sarikhani, & Padervand, 2020) และมีการศึกษาในต้นคาโนล่า (*B. napus* L.) ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง และได้รับซิลิกอน พบว่า ต้นคาโนล่าจะมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ APX, POD, SOD และ CAT เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Bukhari et al., 2020)

จากการศึกษาข้อมูลที่มีการรายงานมาก่อนหน้านี้ พบว่า ต้นไทรเกาหลี เหมาะสมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ซึ่งเป็นสูตรเสมอ มีธาตุอาหารหลักในสัดส่วนที่เท่ากัน คือ ไนโตรเจน 16% ฟอสฟอรัส 16% และโพแทสเซียม 16% โดยในไทรเกาหลีพบว่า ต้นไทรเกาหลีที่สูงตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป ทุกๆ 1 เดือนควรได้รับปุ๋ย 1 ช้อนโต๊ะ หรือประมาณ 10 กรัม ในการทำการทดลองนี้ ต้นไทรเกาหลีที่นำมาใช้มีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ดังนั้นจึงให้ปุ๋ยในปริมาณ 2 กรัม แก่ ต้นไทรเกาหลี (ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล, 2561) การศึกษาในไผ่ตงหม้อ (*Dendrocalamus asper* Backer) เกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยเคมี พบว่า ชุดการทดลองที่ต้นไผ่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความสูง และจำนวนหน่อใหม่ เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Phuangchik, Ritphet, & Harakotr, 2018) และการศึกษาในขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) พบว่า ในดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ขมิ้นชันที่ปลูกในดินร่วนทราย มีความสูงต้น เส้นรอบวงลำต้น จำนวนใบ และน้ำหนักผลผลิตที่ลดลง ส่วนขมิ้นชันที่ปลูกในดินแดงรัตภูมิ และดินแดงสุราษฎร์ธานี มีความสูงต้น เส้นรอบวงลำต้น จำนวนใบ และน้ำหนักผลผลิตที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การที่ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโต และน้ำหนักผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยพืชจะตอบสนองต่อไนโตรเจน ซึ่งจะส่งเสริมการเจริญเติบโตทางใบ การสร้างโปรตีน และคลอโรฟิลล์ ฟอสฟอรัส จะช่วยในการพัฒนาและบำรุงรากให้สมบูรณ์ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับลำต้น และช่วยดูดซับโพแทสเซียม ส่วนโพแทสเซียม จะช่วยบำรุงผล ช่วยในการสร้างและเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต การให้ปุ๋ยเคมีกับขมิ้นชันที่ปลูกในดินร่วนทราย ทำให้มีผลผลิตและการเติบโตน้อย อาจเนื่องมาจาก ลักษณะของดินก่อนปลูกมีแคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ต่ำ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ จะส่งผลให้มีการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมจนไม่เพียงพอ จึงส่งผลให้ผลผลิตและการเติบโตต่ำ (อนันต์สุล บากา, กรกฤษฎณ์ พูนภักดี, ขวัญตา ขาวมี, และ จำเป็น อ่อนทอง, 2564) และจากผลการทดลองที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ย ในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำ 100% PC ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย จะมีค่า Fv/Fm และ Pi ลดลงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย และเมื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ พบว่า ต้นไทรเกาหลีจะมีปริมาณ EL, MDA และโพรงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย และต้นไทรเกาหลีจะมีค่า Fv/Fm, Pi, ปริมาณคลอโรฟิลล์ *b* และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ CAT ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ต้นไทรเกาหลีได้รับการพ่นซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ และไม่ได้ใส่ปุ๋ย ซึ่งผลการทดลองที่ได้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่มีการรายงานว่าการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นซิลิกอนจะส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่ดีขึ้น เช่น การศึกษาในข้าว (*O. sativa*) สุพรรณบุรี 1 และข้าวหอมปทุมธานี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยว เมื่อได้รับซิลิกอนจะมีการเติบโตด้านความสูง การแตกกอ ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด น้ำหนักแห้งตอซัง และจำนวนเมล็ดทั้งหมด เพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี NPK เพียงอย่างเดียว (ประมุข ถิ่นใหญ่, 2546) การศึกษาผลของซิลิกอนร่วมกับปุ๋ย NPK ต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวที่ปลูกในชุดดินลพบุรี และชุดดินเรณู พบว่า การใส่ซิลิกอนร่วมกับปุ๋ย NPK ทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดทั้งหมดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบเล็กลดลง ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ย NPK เพียงอย่างเดียว (ขวัญพัย ปันศิริ, 2546) การศึกษาในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำร่วมกับซิลิกอนในอัตรา 195.6 กรัมต่อไร่ มีการเจริญเติบโต และผลผลิตสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ซิลิกอน (Kunlanit et al., 2019) การศึกษาในอ้อยพันธุ์ลำปาง (*Saccharum officinarum* L. var. Lampang) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับซิลิกอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ผลผลิตอ้อย ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตน้ำตาล และความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิกอนที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมีและซิลิกอน (Thawornkitjakan, Thongjoo, Inboonchuy, Pornprom, & Klumchaun, 2019; ยศพันธ์ สดคม ขำ, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ทามาศ ร่มแก้ว, ณภัทร กำธรสิริวิมล, และ ธัชชัย อินทร์บุญช่วย, 2562) และการศึกษาในข้าว พบว่า การใช้ซิลิกอนที่ 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราแนะนำ จะมีผลผลิต 521.60 และ 501.38 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ซิลิกอนที่ 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครั้งอัตราแนะนำ จะให้ผลผลิต 469.58 และ 515.55 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยและซิลิกอนที่มีผลผลิตเพียง 450.52 กิโลกรัมต่อไร่ (บรรณเจดิลักษณ์ จินตฤทธิ์, รติกร ณ ลำปาง, ศิริกาญจน์ เกิดพร, และ นงคราญ มณีวรรณ, 2556) และจาก

ผลการทดลองที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ย ในสภาวะแล้งที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำในระดับ 21.88% PC พบว่าต้นไทรเกาหลีที่ได้รับปุ๋ยไม่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากในสภาวะแล้งที่ 21.88% PC เป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสม และทำให้ต้นไทรเกาหลีอยู่ในสภาวะเครียด ดินมีความชื้นน้อย และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเพิ่ม อาจส่งผลให้ความชื้นไม่เหมาะสม การละลายของปุ๋ยเคมีเพื่อนำธาตุอาหารไปใช้ อาจเกิดได้น้อยลง ประกอบกับขนาดของกระถางที่ใช้ในการทดลอง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว หรือประมาณ 17 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อปลูกต้นไม้ และมีการให้ปุ๋ย โดยปกติจะต้องห่างจากโคนต้นประมาณ 8-10 เซนติเมตร จึงส่งผลทำให้บริเวณในกระถางและรากพืชเกิดความร้อนขึ้น รากพืชอาจจะได้รับเสียหาย ไม่สามารถทนอยู่ได้ ทำให้ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะแล้ง เมื่อใส่ปุ๋ยจึงตายในที่สุด ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพนั้นจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งสูตรปุ๋ย อัตราการให้ปุ๋ย ระยะเวลาการให้ปุ๋ย และวิธีการให้ปุ๋ย โดยสูตรปุ๋ยของพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน สูตรปุ๋ยที่ให้จึงแตกต่างกัน อัตราการให้ปุ๋ย ควรเลือกใส่ปุ๋ยในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของพืช ซึ่งถ้าน้อยเกินไปจะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต และให้ผลผลิตต่ำ หรือถ้ามากเกินไป ก็อาจเป็นพิษกับพืชได้ ระยะเวลาการให้ปุ๋ย ควรเลือกเวลาการให้ปุ๋ยในช่วงที่พืชมีความต้องการธาตุอาหาร ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละระยะก็มีความต้องการธาตุอาหารทั้งชนิด และปริมาณที่แตกต่างกัน และวิธีการใส่ปุ๋ย ควรเลือกใช้วิธีการที่ใส่ให้ตรงจุด หรือให้ในบริเวณที่พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ง่าย และรวดเร็ว จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ย และการให้ซิลิกอนในอัตราที่เหมาะสม ในสภาวะที่เหมาะสมจะส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี และส่งผลให้ผลผลิตของพืชดีขึ้น

ซิลิกอนมีประโยชน์ และมีความสำคัญต่อพืช แต่ขึ้นกับความแตกต่างของชนิดพันธุ์ของพืช จีโนไทป์ (genotype) และสภาพแวดล้อม การศึกษาบทบาทของซิลิกอนที่ส่งผลให้พืชทนต่อสภาวะเครียดจากความแล้ง พบว่า ซิลิกอนช่วยปรับอัตราส่วน root/shoot โดยซิลิกอนเป็นตัวควบคุมระดับ polyamine (PA) และ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง เพื่อเพิ่มการเติบโตของราก ทำให้การดูดซึมน้ำไปใช้เกิดได้ดีขึ้น การสร้างสารออกซิโมโพเรเทคแทนต์ เพื่อช่วยเพิ่มแรงดันออสโมติกของรากพืช การเพิ่ม hydraulic conductance ซึ่งเป็นตัวกำหนดการดูดซึมน้ำของรากพืช ซึ่ง hydraulic conductance จะเป็นตัวที่ถูกยับยั้งโดย H_2O_2 และ suberin ทำให้น้ำเกิดการซึมผ่านได้ดี นอกจากนี้ซิลิกอนยังควบคุมยีน aquaporin ที่มีส่วนทำให้เพิ่ม hydraulic conductance และเพิ่มการดูดซึมน้ำของพืช (Liu et al., 2014) โดย aquaporin เป็นโปรตีนสำคัญที่ควบคุมการขนส่งของน้ำ และการผ่านเข้าออกของสารละลายผ่านเมมเบรน ซิลิกอนมีบทบาทสำคัญต่อ aquaporin ภายใต้สภาวะเครียดจากความ

แล้ง *Lsi1* เป็นช่องทางให้ซิลิกอนผ่านเข้าไปในพืช โดยอยู่ใน NOD26-like intrinsic protein (NIP) ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของ aquaporin ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนส่งซิลิกอน การเคลื่อนย้ายและการขนส่งซิลิกอนจะมีขึ้นควบคุม 2 ชนิด อยู่ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของเอกโซเดอริส และเอนโดเดอริสที่บริเวณราก โดยยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีนพาหะนำซิลิกอนเข้าสู่เซลล์ และขับซิลิกอนออกนอกเซลล์คือ *Lsi1* และ *Lsi2* ตามลำดับ (Ma & Yamaji, 2008) นอกจากนี้ซิลิกอนยังช่วยกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกของยีน *aquaporin* เพื่อช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำของราก เช่น การศึกษาในข้าวฟ่าง (*S. bicolor* L.) พบว่า ซิลิกอนช่วยเพิ่มกิจกรรมของ aquaporin ผ่านการควบคุมของยีน *SbPIP1;6*, *SbPIP2;2*, และ *SbPIP2;6* ซึ่งส่งผลให้เพิ่มการดูดซึมน้ำของราก โดยการเพิ่ม hydraulic conductance (Chen, Wang, Yin, & Deng, 2018) และมีการศึกษาในมะเขือเทศ (*S. lycopersicum*) พบว่า การแสดงออกของยีน *SIPIP1;3*, *SIPIP1;5* และ *SIPIP2;6* ไม่มีผลเมื่อได้รับซิลิกอนภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง แสดงให้เห็นว่า ซิลิกอนไม่ได้ช่วยการดูดซึมน้ำโดยผ่านการควบคุมโดยยีน aquaporin แต่เพิ่มการดูดซึมน้ำโดยการเพิ่ม hydraulic conductance (Shi et al., 2016) ซึ่งการให้ซิลิกอนพบว่า ซิลิกอนจะช่วยควบคุมกิจกรรมของ aquaporin และการแสดงออกของยีนเป็นหลัก และการเพิ่ม hydraulic conductance เป็นผลทางอ้อม ทำให้พืชเกิดการดูดซึมน้ำไปใช้ได้ดีขึ้น จึงช่วยบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากความแล้งได้ (Wang et al., 2021) นอกจากนี้ซิลิกอนช่วยบรรเทาความเสียหายที่เกิดจากสภาวะเครียดออกซิเดชัน โดยช่วยในการสะสมปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระทั้งระบบที่เป็นเอนไซม์และระบบที่ไม่ได้ใช้เอนไซม์ การศึกษาในข้าวสาลี (*T. aestivum* L.) พบว่า ซิลิกอนช่วยให้การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ *TaSOD*, *TaCAT* และ *TaAPX* เพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของซิลิกอนในการป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระได้ขึ้นอยู่กัพันธุพืช ระยะการเติบโต รวมถึงระดับของความเครียดที่พืชได้รับ (Ma et al., 2016; Wang et al., 2021)

ในการทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษากลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง ในการทดลองนี้จะศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไทรเกาหลี ด้วยเทคนิค chamber method (Field, Ball, & Berry, 1989; Hanpattanakit et al., 2017) โดยการนำ chamber ที่มีลักษณะเป็นกล่องใส วางครอบบนกระถางดินเปล่า หรือกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี มีท่อลมต่อออกมาจาก chamber เพื่อนำก๊าซจาก chamber เข้าสู่เครื่องวัดความชื้น และต่อเข้ากับมอเตออร์ปั๊มอากาศ เพื่อนำอากาศเข้าสู่เครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ

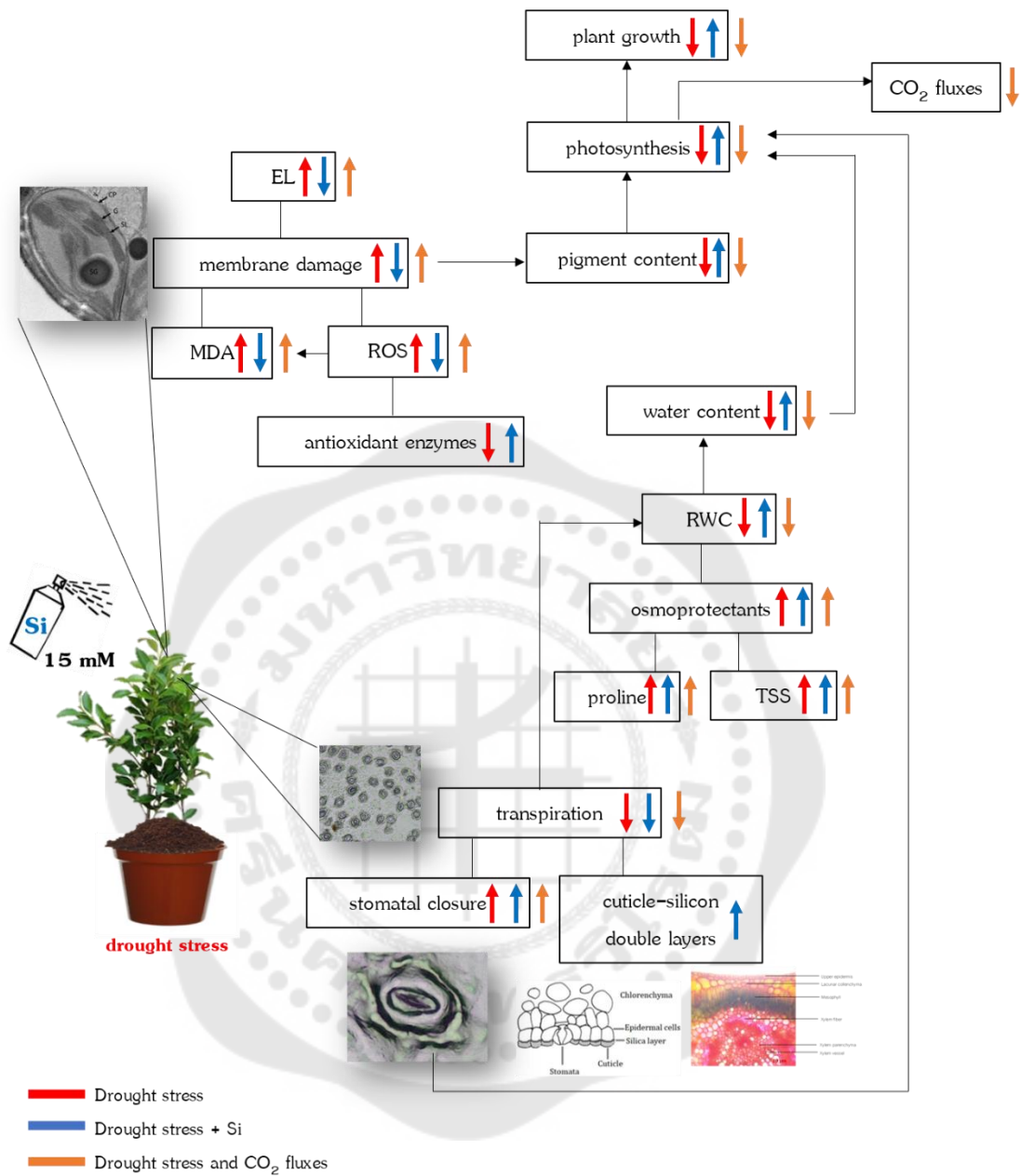
คาร์บอนไดออกไซด์ Licor 820 หลังจากนั้นก๊าซจะถูกปล่อยสู่ท่อลม และนำกลับไปยัง chamber ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ จะถูกเก็บไว้ใน data logger ในการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะวัด 2 ส่วน คือ วัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินจากกระถางดินเปล่า และวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี โดยในกระถางดินเปล่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการหายใจของจุลินทรีย์ และการหายใจของสัตว์ในดิน ส่วนในกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจาก การหายใจของจุลินทรีย์ การหายใจของสัตว์ในดิน การหายใจของรากพืช และการหายใจของต้นไทรเกาหลีที่อยู่บริเวณเหนือพื้นดิน ซึ่งโดยปกติพืชจะมีกลไกสำคัญในการเก็บกักหรือดูดซับ และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี เพื่อสร้างอาหารคือสารประกอบในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ($C_6H_{12}O_6$) จากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ และอีกกระบวนการหนึ่งคือ กระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการที่พืชปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศ ดังนั้นเมื่อพืชมีการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงส่งผลให้ใน chamber ของกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในสภาวะปกติที่ได้รับน้ำในระดับ 100% PC ที่พบว่า ในกระถางดินเปล่าจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 0.41 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่าในกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 0.38 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และเมื่อพิจารณาผลการทดลองในสภาวะเครียดจากความแล้งที่ได้รับน้ำในระดับ 37.5% PC พบว่า ผลการทดลองที่ได้ไม่สอดคล้องกับการทดลองในสภาวะปกติ โดยในกระถางดินเปล่าจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 0.32 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าในกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 0.48 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก สภาวะเครียดจากความแล้ง เป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในดิน โดยสิ่งมีชีวิตในดินประกอบด้วย พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ซึ่งโดยปกติจะมีความสัมพันธ์กัน คือ พืชเป็นผู้ผลิต ทำหน้าที่สังเคราะห์อินทรีย์สารจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สัตว์มีบทบาทเป็นผู้บริโภคที่อาศัยอาหารจากพืชเพื่อให้ได้พลังงาน และเติบโต ส่วนจุลินทรีย์จะทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย แปรสภาพของซากพืชซากสัตว์ และแปรสภาพคาร์บอนในสารอินทรีย์กลับไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงการหายใจของ

จุลินทรีย์ที่จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำ จะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งสามารถช่วยละลายธาตุอาหารพืชได้ ทำให้พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ เพื่อช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช (กนกกร สินมา, 2558; ลาตีปะห์ กาลง และคนอื่น ๆ, 2560) แต่เมื่อได้รับความเครียดจากความแล้ง จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงจุลินทรีย์ และสัตว์ในดิน ทั้งชนิด ปริมาณ และการดำเนินกิจกรรม (กานต์มณี จันทร์ขาว, พิกุล เกตุชาญวิทย์, และ สิริ นภา ชินอ่อน, 2566) รวมทั้งยังส่งผลทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดี มีการศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในป่าที่ต่างกัน พบว่า ในป่าดิบเขา ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.51, 0.46 และ 0.43 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบริเวณต่างกัน ชนิดของดินต่างกัน มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่ต่างกัน (Wichaisuchat, Pukngam, Tongdeenok, Kaewjampa, & Tangkoonboribun, 2018) จากการศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระถางดินเปล่า พบว่า เมื่อดินอยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง จะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่น้อยกว่าในสภาวะปกติ มีการศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในดิน พบว่า ปัจจัยแวดล้อมส่งผลต่อจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ เช่น ความชื้นของดิน อุณหภูมิของดิน หรืออุณหภูมิของอากาศ ยกตัวอย่างเช่น ในฤดูฝนจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินจำนวนมาก และมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำในฤดูแล้ง (Shoji et al., 2004) และมีการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในสวนสัก และป่าเบญจพรรณ พบว่า ในสวนสัก ฤดูฝน และฤดูร้อนจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 150.7 และ 117.2 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และในป่าเบญจพรรณพบว่า ฤดูฝน และฤดูร้อนจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 148.5 และ 106.4 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ (Wangluk, Boonyawat, Boonyawat, Diloksumpun, & Tongdeenok, 2013) ซึ่งผลการทดลองที่ 3 นี้จะสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 1 และ 2 ดังที่อธิบายไว้ข้างต้นเกี่ยวกับความเครียดออกซิเดชัน การสังเคราะห์ด้วยแสง และการปรับแรงดันออสโมติก สภาวะเครียดจากความแล้ง คือ การที่มีปริมาณของน้ำในดินที่ลดลง ดินมีความชื้นต่ำ ทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำนำไปใช้ได้ ความแล้งทำให้พืชเกิดความเครียดออกซิเดชัน ที่เกิดจากอนุมูลอิสระ โดยพบว่าต้นไทรเกาหลีจะมีปริมาณ H_2O_2 ที่เป็นอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น และชักนำให้เกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ได้ ผลิตภัณฑ์เป็นมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ทำให้บริเวณเมมเบรนเกิดการเสียหาย และก่อให้เกิดการรั่วไหลของประจุ (EL) ซึ่งความเสียหายของเมมเบรนนี้รวมถึงเมมเบรนของคลอโรพลาสต์ด้วย

นอกจากนี้อนุมูลอิสระยังกระตุ้นให้เกิดการสลายของคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ที่ลดลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์เป็นตัวรับพลังงานแสงเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ด้วยแสงจึงเกิดขึ้นได้น้อยลง สอดคล้องกับค่า F_v/F_m และ P_i ที่ลดลงเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง นอกจากนี้พืชที่ได้รับความแล้งจะมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) ที่ลดลง พืชจะมีการปรับตัวที่สำคัญ คือ พืชจะปิดปากใบ เพื่อช่วยลดการคายน้ำ การปิดเปิดปากใบมีความสำคัญ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการแพร่และการเข้าออกของก๊าซในระหว่างที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำ เมื่อปากใบปิด ส่งผลทำให้การแพร่ของคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ปากใบเกิดขึ้นได้น้อยลง เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ปากใบได้น้อยลง จะส่งผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้น้อยลง (Farooq et al., 2009; วัลยา คงผล, 2543) ดังนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศก็จะมากขึ้น เนื่องจากไม่ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่พืชยังคงเกิดกระบวนการหายใจตามปกติ ซึ่งจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศ ดังนั้นในสภาวะเครียดจากความแล้งกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีจึงมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในกระถางดินเปล่า และพืชยังมีการปรับตัวโดยการปรับแรงดันออสโมติก โดยความแล้งจะกระตุ้นการสร้างสารออสโมโพรเทคแทนต์ ได้แก่ โพรลีน และ TSS เพื่อช่วยปรับให้มีค่าศักย์ของน้ำภายในเซลล์ให้ต่ำลง เพื่อยังคงให้พืชสามารถดูดน้ำมาใช้ได้ (Pamungkas et al., 2022) มีการศึกษาเกี่ยวกับการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชในป่าเต็งรัง พบว่า มะเฒ่ามีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด 511.8 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวัน รองลงมาได้แก่ ไซ้เนา และผ่าเสี้ยน ตามลำดับ (สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ภาณุมาศ ลาดपालะ, เจษฎา เหลืองแจ่ม, และ วีรยุทธ์ กุลพรพันธ์, 2546) การศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้ในป่าเบญจพรรณ พบว่า ไม้สักมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด 612.5 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวัน รองลงมาได้แก่ มะค่าแต้ ทองกวาว และยมหิน ตามลำดับ (สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และคนอื่น ๆ, 2547) และมีการศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไทรเกาหลี ไทรทิส และไทรใบสัก พบว่า ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมจากการหายใจผิวดินเท่ากับ 0.242, 0.141 และ 0.129 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อ 112 วัน ตามลำดับ (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2566) ซึ่งจากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีความผันแปร ขึ้นกับลักษณะทางพันธุกรรมของพืชแต่ละชนิด และสภาพแวดล้อม ซึ่งล้วนมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

และการเจริญเติบโตของพืช (เกษตรฯ เหลืองแจ่ม และ จตุพร มังคลารัตน์, 2552; ศาพิศ ดิลก สัมพันธ์, 2547)

จากผลการทดลองทั้ง 3 การทดลอง สามารถสรุปกลไกของต้นไทรเกาหลีได้ตั้ง ภาพประกอบ 126 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (ลูกศรสีแดง) จะมีเมมเบรนที่ถูกทำลาย ซึ่งเกิดจากการที่พืชเครียด พืชจะมีการสร้าง ROS ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น โดย ROS จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีปริมาณมาลอน ไดอัลดีไฮด์ หรือ MDA ที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อเมมเบรนถูกทำลาย จึงส่งผลทำให้การรั่วไหลของประจุเพิ่มมากขึ้น โดยเมมเบรนหนึ่งที่ถูกทำลายคือ คลอโรพลาสต์ ทำให้มีปริมาณรงควัตถุที่ลดลง ส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการเติบโตของพืช และอีกกลไกหนึ่งเมื่อพืชได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง คือ การปิดปากใบ เพื่อช่วยลดการคายน้ำ พืชจะมีการปรับตัวโดยการสะสมสารออสโมโพรเทคแทนต์เพิ่มมากขึ้น ได้แก่ โพรลีน และน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ เมื่อปริมาณน้ำมีน้อยลง ก็จะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และทำให้การเติบโตของต้นไทรเกาหลีลดลง แต่เมื่อต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้งได้รับการฟื้นคืนจากความชื้น 15 มิลลิโมลาร์ (ลูกศรสีน้ำเงิน) พบว่า จะมีการสร้าง ROS น้อยลง อาจเนื่องมาจากมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น การเกิดออกซิเดชันลดลง ทำให้ปริมาณ MDA ลดลง เมมเบรนไม่เกิดการถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของประจุลดลง และส่งผลทำให้พืชมีการสะสมปริมาณรงควัตถุที่เพิ่มขึ้น ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสง และการเติบโตมากขึ้น นอกจากนี้การฟื้นคืนยังช่วยให้มีการสร้าง cuticle-silicon double layers ที่บริเวณเอพิเดอร์มิส ร่วมกับการปิดปากใบ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ ทำให้มีปริมาณน้ำในเซลล์เพิ่มมากขึ้น และซิลิกอนยังช่วยกระตุ้นให้มีการสะสมสารออสโมโพรเทคแทนต์ ได้แก่ โพรลีน และน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณของน้ำในเซลล์เพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสง และการเติบโตของต้นไทรเกาหลีเพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลีเมื่ออยู่ในสภาวะเครียดจากความแล้ง (ลูกศรสีส้ม) พบว่า เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งจะมีลักษณะเดียวกับดังที่กล่าวไปข้างต้น (ลูกศรสีแดง) โดยความแล้งจะทำให้พืชปรับตัวโดยการปิดปากใบ ส่งผลทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถแพร่เข้าสู่เซลล์ได้ ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ส่งผลต่อการเติบโตของต้นไทรเกาหลี และทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง



ภาพประกอบ 126 กลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลของซิลิกอนต่อการชักนำการทนแล้งและ
 ความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลี
 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ระดับที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี คือ 21.88% PC และการให้ซิลิกอนทางใบที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ จะช่วยส่งเสริมให้ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ และปริมาณโพรลีน เพิ่มขึ้น และช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน การสะสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และการรั่วไหลของประจุ ทำให้ต้นไทรเกาหลียังคงเจริญเติบโตอยู่ได้
2. การใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ในสภาวะปกติ (100% PC) พบว่า ต้นไทรเกาหลียังคงเติบโตได้ดี แต่มีค่า F_v/F_m , P_i ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์อะสอะเลส ที่ลดลง และมีอัตราส่วนคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับต้นไทรเกาหลีที่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์ ส่วนในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ต้นไทรเกาหลีไม่สามารถเจริญเติบโตได้เมื่อมีการให้ปุ๋ย แต่พบว่าในชุดการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยแต่พ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ จะช่วยให้ต้นไทรเกาหลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ และจำนวนปากใบ เพิ่มมากขึ้น ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน การสะสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และการรั่วไหลของประจุ และซิลิกอนส่งผลทำให้การสะสมปริมาณโพรลีน น้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์อะสอะเลส และแอสคอบีสเพอรอกซิเดส ลดลง นอกจากนี้ยังช่วยรักษาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ให้มีความสมบูรณ์ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้ง
3. ต้นไทรเกาหลีที่ได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) พบว่า ต้นไทรเกาหลีมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ที่ลดลง แต่มีการสะสมปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เป็นอนุมูลอิสระ ประกอบกับการเกิดกระบวนการลิพิดเพอร์ออกซิเดชัน และการรั่วไหลของประจุ การสะสมปริมาณโพรลีน และน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการที่กล่าวมาข้างต้นจะสัมพันธ์กับการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสภาวะเครียดจากความแล้งทำให้ต้นไทรเกาหลีมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนในสภาวะปกติที่ต้นไทรเกาหลีได้รับน้ำ 100% PC พบว่า ต้นไทรเกาหลีจะมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 81.52 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อ 112 วัน คิดเป็น 7.37%

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดลอง สามารถแนะนำให้เกษตรกรนำซิลิกอนไปใช้ได้ คือ ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ซึ่งเตรียมได้จาก H_4SiO_4 จำนวน 1.45 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร และพ่นให้กับต้นไทรเกาหลีในปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อต้น โดยพ่นให้แก่ต้นไทรเกาหลีที่อยู่ในสภาวะปกติ หรือต้นไทรเกาหลีที่เริ่มได้รับสภาวะเครียดจากความแล้ง และในส่วนของกาารใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นซิลิกอนพบว่าไม่มีผลเห็นชัดในสภาวะปกติ ส่วนในสภาวะแล้ง ไม่แนะนำให้มีการใส่ปุ๋ย แต่แนะนำให้รดน้ำ เพื่อให้ต้นพืชฟื้นคืนสภาพ และหลังจากนั้นทำการพ่นซิลิกอนเพื่อให้ต้นไทรเกาหลีทนต่อความแล้งได้ และการใส่ปุ๋ยควรใส่ในสภาวะปกติในอัตรา 2 กรัมต่อต้นต่อเดือน สำหรับต้นไทรเกาหลีที่สูงประมาณ 30 เซนติเมตร

2. จากผลการทดลองพบว่า การให้ซิลิกอนทางใบสามารถทำให้ต้นไทรเกาหลีทนต่อสภาวะเครียดจากความแล้งได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการใช้ซิลิกอนทางใบในพืชชนิดอื่น ๆ หรือนำไปประยุกต์ใช้กับสภาวะเครียดจากความเค็ม สภาวะเครียดจากความร้อน เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้พืชสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และการประยุกต์ใช้ซิลิกอนร่วมกับปุ๋ย เป็นแนวทางสำคัญในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ โดยการพัฒนาคุณภาพของปุ๋ย ให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช เพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. จากการศึกษาเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไทรเกาหลีพบว่า การปลูกพืชในสภาวะที่เหมาะสม พืชจะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังนั้นอาจจะทำการศึกษาในพืชชนิดอื่น ๆ เพื่อทราบองค์ความรู้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชแต่ละชนิด และควรมีการส่งเสริม สนับสนุนการปลูกพืชที่มีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ซึ่งเป็นการช่วยบรรเทาภาวะโลกร้อนได้

บรรณานุกรม

- Adatia, M. H., & Besford, R. T. (1986). The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany*, 58(3), 343-351.
- Adrees, M., Ali, S., Rizwan, M., Zia-Ur-Rehman, M., Ibrahim, M., Abbas, F., . . . Irshad, M. K. (2015). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 119, 186-197.
- Agarie, S., Hanaoka, N., Ueno, O., Miyazaki, A., Kubota, F., Agata, W., & Kaufman, P. B. (1998). Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. *Plant Production Science*, 1(2), 96-103.
- Ahmad, Z., Ahmad Waraich, E., Barutçular, C., Hossain, A., Erman, M., Cig, F., . . . El Sabagh, A. (2020). Enhancing drought tolerance in wheat through improving morpho-physiological and antioxidants activities of plants by the supplementation of foliar silicon. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 89(3), 529-539.
- Ahn, C. H. H., M. A., Lee, E., Kanth, B. K., & Park, P. B. (2018). Increased salt and drought tolerance by D-pinitol production in transgenic *Arabidopsis thaliana*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 504(1), 315-320.
- Ahsan, M., Valipour, M., Nawaz, F., Raheel, M., Abbas, H. T., Sajid, M., . . . Zulfiqar, H. (2023). Evaluation of silicon supplementation for drought stress under water-deficit conditions: an application of sustainable agriculture. *Agronomy*, 13(2), 559.
- Al-Yasi, H., Attia, H., Alamer, K., Hassan, F., Ali, E., Elshazly, S., . . . Hessini, K. (2020). Impact of drought on growth, photosynthesis, osmotic adjustment, and cell wall elasticity in Damask rose. *Plant Physiol Biochem*, 150, 133-139.
- Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., & Karanov, E. (2001). The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell & Environment*, 24(12), 1337-1344.
- AlKahtani, M. D. F., Hafez, Y. M., Attia, K., Rashwan, E., Husnain, L. A., AlGwaiz, H. I. M., &

- Abdelaal, K. A. A. (2021). Evaluation of silicon and proline application on the oxidative machinery in drought-stressed sugar beet. *Antioxidants (Basel)*, 10(3), 398.
- Altaf, M. A., Shahid, R., Ren, M. X., Naz, S., Altaf, M. M., Khan, L. U., . . . Ahmad, P. (2022). Melatonin improves drought stress tolerance of tomato by modulating plant growth, root architecture, photosynthesis, and antioxidant defense system. *Antioxidants (Basel)*, 11(2), 309.
- Ammar, A., Ben Aissa, I., Mars, M., & Gouiaa, M. (2020). Comparative physiological behavior of fig (*Ficus carica* L.) cultivars in response to water stress and recovery. *Scientia Horticulturae*, 260, 1-7.
- Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
- Aurangzaib, M., Ahmad, Z., Jalil, M. I., Nawaz, F., Shaheen, M. R., Ahmad, M., . . . Tabassum, M. A. (2021). Foliar spray of silicon confers drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) by enhancing morpho-physiological and antioxidant potential. *Silicon*, 14(9), 4793-4807.
- Babaei, K., Moghaddam, M., Farhadi, N., & Ghasemi Pirbalouti, A. (2021). Morphological, physiological and phytochemical responses of Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.) to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 284.
- Bastos, A. S., Loureiro, A. P., de Oliveira, T. F., Corbi, S. C., Caminaga, R. M., Junior, C. R., & Orrico, S. R. (2012). Quantitation of malondialdehyde in gingival crevicular fluid by a high-performance liquid chromatography-based method. *Analytical Biochemistry*, 423(1), 141-146.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205-207.
- Batool, T., Ali, S., Seleiman, M. F., Naveed, N. H., Ali, A., Ahmed, K., . . . Mubushar, M. (2020). Plant growth promoting rhizobacteria alleviates drought stress in potato in response to suppressive oxidative stress and antioxidant enzymes activities. *Scientific Reports*, 10(1), 16975.

- Björkman, O., & Demmig, B. (1987). Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170(4), 489-504.
- Boggess, S. F., Stewart, C. R., Aspinall, D., & Peleg, L. G. (1976). Effect of water stress on proline synthesis from radioactive precursors. *Plant Physiology*, 58(3), 398-401.
- Boyer, J. S. (1970). Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potential. *Plant Physiology*, 46, 232-235.
- Bukhari, M. A., Sharif, M. S., Ahmad, Z., Barutçular, C., Afzal, M., Hossain, A., & Sabagh, A. E. L. (2020). Silicon mitigates the adverse effect of drought in canola (*Brassica napus* L.) through promoting the physiological and antioxidants activity. *Silicon*, 13(11), 3817-3826.
- Cao, B., Ma, Q., Zhao, Q., Wang, L., & Xu, K. (2015). Effects of silicon on absorbed light allocation, antioxidant enzymes and ultrastructure of chloroplasts in tomato leaves under simulated drought stress. *Scientia Horticulturae*, 194, 53-62.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2015). Measuring the impact of selected plants on indoor CO₂ concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3), 973-979.
- Chen, D., Wang, S., Yin, L., & Deng, X. (2018). How does silicon mediate plant water uptake and loss under water deficiency? *Front Plant Science*, 9, 281.
- Chen, W., Yao, X., Cai, K., & Chen, J. (2011). Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. *Biological Trace Element Research*, 142(1), 67-76.
- Chien, L. F. (2012). Chlorophyll fluorescence analysis of green alga *Chlorella* transgenic. Retrieved from <https://slideplayer.com/slide/10679034>
- Cunha, K. P. V., & Nascimento, C. W. A. (2009). Silicon effects on metal tolerance and structural changes in maize (*Zea mays* L.) grown on a cadmium and zinc enriched soil. *Water, Air, and Soil Pollution*, 197(1-4), 323-330.
- Davis, R. W. (1987). Ultrastructure and analytical microscopy of silicon in the leaf cuticle of *Ficus lyrata* Warb. *Botanical Gazette*, 148(3), 318-323.
- De Datta, S. K., Malabuyoc, J. A., & Aragon, E. L. (1988). A field screening technique for

- evaluating rice germplasm for drought tolerance during the vegetative stage. *Field Crops Research*, 19(2), 123-134.
- Dien, D. C., Mochizuki, T., & Yamakawa, T. (2019). Effect of various drought stresses and subsequent recovery on proline, total soluble sugar and starch metabolisms in Rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Plant Production Science*, 22(4), 530-545.
- Du, Y., Zhao, Q., Chen, L., Yao, X., Zhang, W., Zhang, B., & Xie, F. (2020). Effect of drought stress on sugar metabolism in leaves and roots of soybean seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 146, 1-12.
- Efeoglu, B., Ekmekçi, Y., & Çiçek, N. (2009). Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. *South African Journal of Botany*, 75(1), 34-42.
- Elsheery, N. I., & Cao, K. F. (2008). Gas exchange, chlorophyll fluorescence, and osmotic adjustment in two mango cultivars under drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(6), 769-777.
- Epstein, E. (1994). The anomaly of silicon in plant biology. *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States*, 91, 11-17.
- Fariduddin, Q., Khalil, R. R., Mir, B. A., Yusuf, M., & Ahmad, A. (2013). 24-Epibrassinolide regulates photosynthesis, antioxidant enzyme activities and proline content of *Cucumis sativus* under salt and/or copper stress. *Environmental Monitoring Assessment*, 185(9), 7845-7856.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects mechanisms, and management. *Sustainable Agriculture*, 153-188.
- Ficco, D. B. M., Mastrangelo, A. M., Trono, D., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C., . . . Papa, R. (2014). The colours of durum wheat: a review. *Crop and Pasture Science*, 65(1), 1-15.
- Field, C. B., Ball, J. T., & Berry, J. A. (1989). Field methods and instrumentation, principles and field techniques. *Plant Physiological Ecology*, 209-253.
- Frantz, J. M., Locke, J. C., Datnoff, L., Omer, M., Widrig, A., Sturtz, D., . . . Krause, C. R. (2008). Detection, distribution, and quantification of silicon in floricultural crops

- utilizing three distinct analytical methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(17-18), 2734-2751.
- Ghobadi, M., Taherabadi, S., Ghobadi, M. E., Mohammadi, G. R., & Jalali-Honarmand, S. (2013). Antioxidant capacity, photosynthetic characteristics and water relations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in response to drought stress. *Industrial Crops and Products*, 50, 29-38.
- Gong, H., & Chen, K. (2012). The regulatory role of silicon on water relations, photosynthetic gas exchange, and carboxylation activities of wheat leaves in field drought conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34(4), 1589-1594.
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., & Zhang, C. (2005). Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169(2), 313-321.
- Guo, Y. Y., Yu, H. Y., Kong, D. S., Yan, F., & Zhang, Y. J. (2016). Effects of drought stress on growth and chlorophyll fluorescence of *Lycium ruthenicum* Murr. seedlings. *Photosynthetica*, 54(4), 524-531.
- Gzik, A. (1996). Accumulation of proline and pattern of α -amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 36(1), 29-38.
- Habibi, G., & Hajiboland, R. (2013). Alleviation of drought stress by silicon supplementation in pistachio (*Pistacia vera* L.) plants. *Folia Horticulturae*, 25(1), 21-29.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1999). *Free radicals in biology and medicine*. London: Oxford Science Publication.
- Hanpattanakit, P., Wattanahemmakorn, J., Sudjarit, T., Jaiarree, S., & Taweekij, S. (2017). Soil respiration in rubber tree plantation applied with biochar. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 21(10), 27-34.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Anee, T. I., Khan, M. I. R., & Fujita, M. (2018). Silicon-mediated regulation of antioxidant defense and glyoxalase systems confers drought stress tolerance in *Brassica napus* L. *South African Journal of Botany*, 115, 50-57.

- Hattori, T., Inanaga, S., Araki, H., An, P., Morita, S., Luxova, M., & Lux, A. (2005). Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum*, 123(4), 459-466.
- Havaux, M. (2014). Carotenoid oxidation products as stress signals in plants. *The Plant Journal*, 79(4), 597-606.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signaling & Behavior*, 7(11), 1456-1466.
- Helaly, M. N., El-Hoseiny, H., El-Sheery, N. I., Rastogi, A., & Kalaji, H. M. (2017). Regulation and physiological role of silicon in alleviating drought stress of mango. *Plant Physiology and Biochemistry*, 118, 31-44.
- Hiscox, J. D., & Israelstam, G. F. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57(12), 1332-1334.
- Hossain, A. B. M., Salleh, A., Mekhled, M. A., & Al-Salf, A. M. (2010). Chlorophyll fluorescence intensity, photosynthetic yield and flowering in fig fruit trees as affected by phloem stress. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(5), 547-552.
- HyperPhysics. (2016a). *Cyclic electron transport in photosynthesis*. Retrieved from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Biology/etccyc.html>
- HyperPhysics. (2016b). *Non-cyclic electron transport in photosynthesis*. Retrieved from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Biology/etnoncyc.html>
- Inze, D., & Montagu, M. V. (2002). *Oxidative stress in plants*. London: Taylor and Francis.
- Issaharou-Matchi, I., Barboni, D., Meunier, J. D., Saadou, M., Dussouillez, P., Contoux, C., & Zirihi-Guede, N. (2016). Intraspecific biogenic silica variations in the grass species *Pennisetum pedicellatum* along an evapotranspiration gradient in South Niger. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 220, 84-93.
- Iturbe-Ormaetxe, I., Escuredo, P. R., Arrese-Igor, C., & Becana, M. (1998). Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. *Plant Physiology*, 116, 173-181.

- Jafari, M., Shahsavari, A. R., Talebi, M., & Hesami, M. (2022). Exogenous melatonin protects lime plants from drought stress-induced damage by maintaining cell membrane structure, detoxifying ROS and regulating antioxidant systems. *Horticulturae*, 8(3), 257.
- Jiang, Y., & Huang, B. (2002). Protein alterations in tall fescue in response to drought stress and abscisic acid. *Crop Sciences*, 42(1), 202-207.
- Jones, R. L., & Dreher, G. B. (1996). *Methods of soil analysis*. Madison: SSSA Book.
- Jothimani, K., & Arulbalachandran, D. (2020). Physiological and biochemical studies of black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) under polyethylene glycol induced drought stress. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29, 101777.
- Junior, L. A. Z., Venegas, V. H. A., Fontes, R. L. F., Carvalho-Zanao, M. P., Dias-Pereira, J., Maranhão, L. T., & Pereira, N. (2017). Leaf anatomy and gas exchange of ornamental sunflower in response to silicon application. *Journal of Biosciences*, 33(4), 833-842.
- Khazaei, Z., Esmailpour, B., & Estaji, A. (2020). Ameliorative effects of ascorbic acid on tolerance to drought stress on pepper (*Capsicum annuum* L) plants. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26(8), 1649-1662.
- Koscielniak, J., Filek, W., & Biesaga-Koscielniak, J. (2006). The effect of drought stress on chlorophyll fluorescence in *Lolium-Festuca* hybrids. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28(2), 149-158.
- Kunlanit, B., Wangpoomyai, C., Vongsavas, M., Soiritrakulsak, T., Maneepradid, K., & Vityakon, P. (2019). Effects of zinc and silicon on growth and yield of rice cv. Khao Dawk Mali 105. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(4), 839-850.
- Liang, Y., Zhu, J., Li, Z., Chu, G., Ding, Y., Zhang, J., & Sun, W. (2008). Role of silicon in enhancing resistance to freezing stress in two contrasting winter wheat cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 64(3), 286-294.
- Liu, P., Yin, L., Deng, X., Wang, S., Tanaka, K., & Zhang, S. (2014). Aquaporin-mediated increase in root hydraulic conductance is involved in silicon-induced improved root water uptake under osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. *Journal of Experimental*

- Botany*, 65(17), 4747-4756.
- Lu, C., & Zhang, J. (1998). Modifications in photosystem II photochemistry in senescent leaves of maize plants. *Journal of Experimental Botany*, 49(327), 1671-1679.
- Lux, A., Luxova, M., Hattori, T., Inanaga, S., & Sugimoto, Y. (2002). Silicification in sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars with different drought tolerance. *Physiologia Plantarum*, 115, 87-92.
- Ma, D., Sun, D., Wang, C., Qin, H., Ding, H., Li, Y., & Guo, T. (2016). Silicon application alleviates drought stress in wheat through transcriptional regulation of multiple antioxidant defense pathways. *Journal of Plant Growth Regulation*, 35(1), 1-10.
- Ma, J., Cai, H., He, C., Zhang, W., & Wang, L. (2015). A hemicellulose-bound form of silicon inhibits cadmium ion uptake in rice (*Oryza sativa*) cells. *New Phytologist*, 206(3), 1063-1074.
- Ma, J. F., Miyake, Y., & Takahashi, E. (2001). Silicon as a beneficial element for crop plants. *Silicon in Agriculture*, 17-39.
- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2008). Functions and transport of silicon in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 65(19), 3049-3057.
- Maghsoudi, K., Emam, Y., & Ashraf, M. (2015). Influence of foliar application of silicon on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth in water-stressed wheat cultivars differing in drought tolerance. *Turkish Journal of Botany*, 39(4), 625-634.
- Maghsoudi, K., Emam, Y., & Pesarakli, M. (2016). Effect of silicon on photosynthetic gas exchange, photosynthetic pigments, cell membrane stability and relative water content of different wheat cultivars under drought stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 39(7), 1001-1015.
- Malik, M. A., Wani, A. H., Mir, S. H., Rehman, I. U., Tahir, I., Ahmad, P., & Rashid, I. (2021). Elucidating the role of silicon in drought stress tolerance in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 165, 187-195.
- Mansoor, S., Ali Wani, O., Lone, J. K., Manhas, S., Kour, N., Alam, P., . . . Ahmad, P. (2022). Reactive oxygen species in plants: from source to sink. *Antioxidants*

(*Basel*), 11(2), 225.

Mardinata, Z., Edy Sabli, T., & Ulpah, S. (2021). Biochemical responses and leaf gas exchange of Fig (*Ficus carica* L.) to water stress, short-term elevated CO₂ levels and brassinolide application. *Horticulturae*, 7(4), 1-18.

Mateos-Naranjo, E., Andrades-Moreno, L., & Davy, A. J. (2013). Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 63, 115-121.

Maxwell, K., & Johnson, G. N. (2000). Chlorophyll fluorescence a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51, 659-668.

Mibei, E. K., Ambuko, J., Giovannoni, J. J., Onyango, A. N., & Owino, W. O. (2016). Carotenoid profiling of the leaves of selected african eggplant accessions subjected to drought stress. *Food science & nutrition*, 5(1), 113-122.

Ming, D. F., Pei, Z. F., Naeem, M. S., Gong, H. J., & Zhou, W. J. (2012). Silicon alleviates PEG-induced water-deficit stress in upland rice seedlings by enhancing osmotic adjustment. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(1), 14-26.

Muller, P., Li, X. P., & Niyogi, K. K. (2001). Non-photochemical quenching. A response to excess light energy. *Plant Physiology*, 125, 1558-1566.

Munne-Bosch, S., & Penuelas, J. (2004). Drought-induced oxidative stress in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) growing in Mediterranean field conditions. *Plant Science*, 166(4), 1105-1110.

Nakano, Y., & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22(5), 867-880.

Nasrin, S., Saha, S., Begum, H. H., & Samad, R. (2020). Impacts of drought stress on growth, protein, proline, pigment content and antioxidant enzyme activities in rice (*Oryza sativa* L. var. BRRI dhan-24). *Dhaka University Journal of Biological Sciences*, 29(1), 117-123.

Nguyen, T. T. Q., Trinh, L. T. H., Pham, H. B. V., Le, T. V., Phung, T. K. H., Lee, S. H., & Cheong, J. J. (2020). Evaluation of proline, soluble sugar and ABA content in soybean (*Glycine max* (L.)) under drought stress memory. *AIMS Bioengineering*,

7(3), 114-123.

- Niu, T., Zhang, T., Qiao, Y., Wen, P., Zhai, G., Liu, E., . . . Yang, X. (2021). Glycinebetaine mitigates drought stress-induced oxidative damage in pears. *PLoS One*, 16(11), 251389.
- Noctor, G., Mhamdi, A., & Foyer, C. H. (2014). The roles of reactive oxygen metabolism in drought: not so cut and dried. *Plant Physiology*, 164(4), 1636-1648.
- Pamungkas, S. S. T., Suwanto, Suprayogi, & Farid, N. (2022). Drought stress: responses and mechanisms in plants. *Reviews in Agricultural Science*, 10, 168-185.
- Pei, Z. F., Ming, D. F., Liu, D., Wan, G. L., Geng, X. X., Gong, H. J., & Zhou, W. J. (2010). Silicon improves the tolerance to water-deficit stress induced by polyethylene glycol in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29(1), 106-115.
- Peleg, Z., Saranga, Y., Fahima, T., Aharoni, A., & Elbaum, R. (2010). Genetic control over silica deposition in wheat awns. *Physiologia Plantarum*, 140(1), 10-20.
- Perez, M., Teixeira da Silva, J. A., & Lao, M. T. (2006). Light management in ornamental crops. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*, 4, 683-695.
- Perl-Treves, R., & Perl, A. (2002). *Oxidative stress: an introduction*. London: Taylor and Francis.
- Phuangchik, T., Ritphet, T., & Harakotr, B. (2018). Effects of chemical fertilizer formulas and rates on growth of bamboo (*Dendrocalamus asper* Backer). *Thai Journal of Science and Technology*, 8(1), 20-30.
- Prasad, S. M., Dwivedi, R., & Zeeshan, M. (2005). Growth, photosynthetic electron transport, and antioxidant responses of young soybean seedlings to simultaneous exposure of nickel and UV-B stress. *Photosynthetica*, 43, 177-185.
- Qin, G. Z., & Tian, S. P. (2005). Enhancement of biocontrol activity of *cryptococcus laurentii* by silicon and the possible mechanisms involved. *Phytopathology*, 95(1), 69-75.
- Rastogi, A., Yadav, S., Hussain, S., Kataria, S., Hajjhashemi, S., Kumari, P., . . . Brestic, M. (2021). Does silicon really matter for the photosynthetic machinery in plants...?

- Plant Physiology and Biochemistry*, 169, 40-48.
- Raven, J. A. (1983). The transport and function of silicon in plants. *Biological Reviews Cambridge Philosophical Society*, 58(2), 179-207.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11), 1189-1202.
- Rezayian, M., Niknam, V., & Ebrahimzadeh, H. (2018). Effects of drought stress on the seedling growth, development, and metabolic activity in different cultivars of canola. *Soil Science and Plant Nutrition*, 64(3), 360-369.
- Rodriguez, H. G., Roberts, J. K., Jordan, W. R., & Drew, M. C. (1997). Growth, water relation, and accumulation of organic and inorganic solute in roots of maize seedlings during salt stress. *Plant Physiology*, 113(3), 881-893.
- Sadeghipour, O. (2018). Drought tolerance of cowpea enhanced by exogenous application of methyl jasmonate. *International Journal of Modern Agriculture*, 7(4), 51-57.
- Sami, F., Yusuf, M., Faizan, M., Faraz, A., & Hayat, S. (2016). Role of sugars under abiotic stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 54-61.
- Santos, I., Almeida, A. A. F., Pirovani, C. P., Costa, M. G. C., Conceicao, A. S., Filho, W. S. S., . . . Gesteira, A. S. (2019). Physiological, biochemical and molecular responses to drought conditions in field-grown grafted and ungrafted citrus plants. *Environmental and Experimental Botany*, 162, 406-420.
- Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F., & Mornhinweg, D. W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Sciences*, 28(3), 526-531.
- Sevik, H., Cetin, M., Guney, K., & Belkayali, N. (2017). The influence of house plants on indoor CO₂. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(4), 1643-1651.
- Shi, Y., Zhang, Y., Han, W., Feng, R., Hu, Y., Guo, J., & Gong, H. (2016). Silicon enhances water stress tolerance by improving root hydraulic conductance in *Solanum lycopersicum* L. *Frontiers in Plant Science*, 7, 196.

- Shin, Y. K., Bhandari, S. R., Jo, J. S., Song, J. W., & Lee, J. G. (2021). Effect of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, phytochemical contents, and antioxidant activities in lettuce seedlings. *Horticulturae*, 7(8), 238.
- Shoji, H., Tanaka, N., Suzuki, M., Inoue, A., Takizawa, H., & Kosaka, I. (2004). Soil respiration and soil CO₂ concentration in a tropical forest, Thailand. *Journal of Forest Research*, 9, 75-79.
- Smirnoff, N. (1993). The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation *New Phytologist*, 125(1), 27-58.
- Solomon, A., Beer, S., Waisel, Y., Jones, G. P., & Paleg, L. G. (1994). Effects of NaCl on the carboxylating activity of Rubisco from *Tamarix jordanis* in the presence and absence of proline-related compatible solutes. *Physiologia Plantarum*, 90(1), 198-204.
- Su, Q., Rowley, K. G., Itsiopoulos, C., & O'Dea, K. (2002). Identification and quantitation of major carotenoids in selected components of the Mediterranean diet: green leafy vegetables, figs and olive oil. *European Journal Clinical Nutrition*, 56(11), 1149-1154.
- Sumanta, N., Haque, C. I., Nishika, J., & Suprakash, R. (2014). Spectrophotometric analysis of chlorophylls and carotenoids from commonly grown fern species by using various extracting solvents. *Research Journal of Chemical Sciences*, 4(9), 63-69.
- Sutulienė, R., Ragelienė, L., Samuolienė, G., Brazaitė, A., Urbutis, M., & Miliauskienė, J. (2022). The response of antioxidant system of drought stress green pea (*Pisum sativum* L.) affected by watering and foliar spray with silica nanoparticles. 8, 35.
- Taibi, K., Del Campo, A. D., Vilagrosa, A., Belles, J. M., Lopez-Gresa, M. P., Pla, D., . . . Mulet, J. M. (2017). Drought tolerance in *Pinus halepensis* seed sources as identified by distinctive physiological and molecular markers. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1202.
- Thawornkitjakan, N., Thongjoo, C., Inboonchuay, T., Pomprom, T., & Klumchaun, T. (2019). Effect of chemical fertilizer management in combination with silicon on growth and

- yield of first ratoon cane planted in Kamphaeng Saen soil series *Agricultural Science and Management Journal*, 2(1), 68-81.
- Trovato, M., Mattioli, R., & Costantino, P. (2008). Multiple roles of proline in plant stress tolerance and development. *Rendiconti Lincei*, 19(4), 325-346.
- Turakainen, M., Hartikainen, H., & Seppanen, M. M. (2004). Effects of selenium treatments on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and concentrations of soluble sugar and starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 5378-5382.
- Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151(1), 59-66.
- Wang, M., Wang, R., Mur, L. A. J., Ruan, J., Shen, Q., & Guo, S. (2021). Functions of silicon in plant drought stress responses. *Horticulture Research*, 8(1), 254.
- Wang, S. Y., & Galletta, G. J. (1998). Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. *Journal of Plant Nutrition*, 21(1), 157-167.
- Wang, Y., Chai, L., Yang, Z., Mubarak, H., & Tang, C. (2016). Chlorophyll fluorescence in leaves of *Ficus tikoua* under arsenic stress. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 97(4), 576-581.
- Wang, Y., Zhang, P., Yang, C., Guo, Y., Gao, P., Wang, T., . . . Zhou, G. (2024). Responses in plant growth and root exudates of *Pistia stratiotes* under Zn and Cu stress. *Plants (Basel)*, 13(5), 736.
- Wangluk, S., Boonyawat, S., Boonyawat, S., Diloksumpun, S., & Tongdeenok, P. (2013). Role soil of temperature and moisture on soil respiration in a teak plantation and mixed deciduous forest in Thailand. *Journal of Tropical Forest Science*, 25(3), 339-349.
- Wichaisuchat, W., Pukngam, S., Tongdeenok, P., Kaewjampa, N., & Tangkoonboribun, R. (2018). Soil carbon dioxide emission and soil carbon stock in different forest types at Doi Suthep-Pui national park, Chiangmai province. *KKU research Journal (Graduate Studies)*, 18(4), 61-77.
- Xu, S. M., Liu, L. X., Woo, K. C., & Wang, D. L. (2007). Changes in photosynthesis,

- xanthophyll cycle, and sugar accumulation in two North Australia tropical species differing in leaf angles. *Photosynthetica*, 45, 348-354.
- Yemm, E. W., & Willis, A. J. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, 57(3), 508-514.
- Yildirim, K., & Kaya, Z. (2017). Gene regulation network behind drought escape, avoidance and tolerance strategies in black poplar (*Populus nigra* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 115, 183-199.
- Yonny, K., Sukendah, Purwanto, E., & Purnomo, D. (2020). Stomatal behaviour of soybean under drought stress with silicon application. *Annals of Agri Bio Research*, 25(1), 103-109.
- Yoshida, S., Ohnishi, Y., & Kitagishi, K. (1962). Histochemistry of silicon in rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, 8(1), 30-35.
- Zahedi, S. M., Moharrami, F., Sarikhani, S., & Padervand, M. (2020). Selenium and silica nanostructure-based recovery of strawberry plants subjected to drought stress. *Scientific Reports*, 10(1), 17672.
- Zhang, W. J., Zhang, X. J., Lang, D. Y., Li, M., Liu, H., & Zhang, X. H. (2020). Silicon alleviates salt and drought stress of *Glycyrrhiza uralensis* plants by improving photosynthesis and water status. *Biologia plantarum*, 64, 302-313.
- Zheng, L., & Van Labeke, M. C. (2017). Long-term effects of red- and blue-light emitting diodes on leaf anatomy and photosynthetic efficiency of three ornamental pot plants. *Frontiers in Plant Science*, 8, 917.
- Zhou, R., Yu, X., Ottosen, C. O., Rosenqvist, E., Zhao, L., Wang, Y., . . . Wu, Z. (2017). Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. *BMC Plant Biology*, 17(1), 24.
- Zivcak, M., Brestic, M., Olsovska, K., & Slamka, P. (2008). Performance index as a sensitive indicator of wheat stress in *Triticum aestivum* L. *Plant Soil and Environment*, 54(4), 133-139.
- กนกกร สีนมา. (2558). จุลินทรีย์ในดิน ประโยชน์ที่ไม่อาจมองข้าม. วารสารดินและปุ๋ย, 37, 78-81.
- กรมวิชาการเกษตร. (2563). สถานการณ์และทิศทางไม้ดอกไม้ประดับของประเทศไทยปี 2563.

- สืบค้นจาก <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/03/สถานการณ์และทิศทางไม้ดอกไม้ประดับของประเทศไทยในปี-2563.pdf>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2559). การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และปริมาณฝนจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต. สืบค้นจาก <http://climate.tmd.go.th/content/file/253>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563). ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2562 สืบค้นจาก <http://climate.tmd.go.th/content/file/1616>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2564). การคาดการณ์ลักษณะอากาศช่วงฤดูฝนของประเทศไทย พ.ศ. 2564. สืบค้นจาก <http://climate.tmd.go.th/content/file/2051>
- กานต์มณี จันทร์ขาว, พิกุล เกตุชาญวิทย์, และ สิริริภา ชินอ่อน. (2566). การศึกษาความหลากหลายและกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นประโยชน์ทางการเกษตรในสภาวะทนแล้ง. สืบค้นจาก <https://webapp.lidd.go.th/AcademicConf/66/data/presentation.pdf>
- ชนิษฐา วันสา. (2548). การตรวจสอบระดับการสะสมโพสลิโนในพันธุ์อ้อยทนแล้งและไม่ทนแล้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ขวัญหทัย ปันศรี. (2546). ผลของซิลิกอนร่วมกับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อผลผลิตและการดูใช้ธาตุอาหารของข้าวที่ปลูกในดินนาสองชุดดิน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คัตคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (2563). วัฏจักรคาร์บอน (*Carbon Cycle*). สืบค้นจาก <https://ngthai.com/science/31560/carbon-cycle/>
- เจนจิรา จตุรัตน์. (2545). สันฐานวิทยาและกายวิภาคของถั่วพื้นบ้านจังหวัดเชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เจษฎา เหลืองแจ่ม, และ จตุพร มังคลารัตน์. (2552). การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สักในแปลงทดลองจังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย. กรุงเทพฯ:
- ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. (2544). สรีรวิทยาของพืช *Plant Physiology* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ธนรัชการพิมพ์.
- ชุตติมา ต້องชู, จำเป็น อ่อนทอง, และ เสาวภา ดั่งปาน. (2562). ผลของการใช้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตต่อการสะสมซิลิโคนของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. วารสารดินและปุ๋ย, 41(2), 18-25.
- ณัฐพงศ์ เมธิธวัชสรณ์, และ ดวงเดือน วัฏฏานนุรักษ์. (2563). ผลของการใช้ซิลิโคนในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว, *APHIS CRACCIVORA KOCH*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 8(1), 19-30.

- ณัฐชนก สยมชัย, วรุฒ ศาตะนิมิ, และ สุพรรณษา ทองอุ้นเรือน. (2560). ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน โดยเปรียบเทียบระหว่างต้นแสมขาว และต้นแสมดำ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- ณิชนันท์ หะยีลาเต๊ะ, สมชาย ชคตระการ, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, และ พฤกษ์ ชูติมานุกูล. (2563). ผลของแคลเซียมซิติลิกเตจจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเจริญเติบโต และตอบสนอง กระบวนการทางสรีรวิทยาของข้าวเหนียวพันธุ์ กข-แม่โจ้ 2 ภายใต้สภาวะขาดน้ำ. วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9(3), 278-289.
- ถิรายุ เกลี้ยงสอาด, ลดาวัลย์ พวงจิตร, และ วาทีณี สนวนผกา. (2563). การดูดซับก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร. วารสารวนศาสตร์ไทย, 39(1), 86-96.
- นวรรตน์ อุดมประเสริฐ. (2558). สรีรวิทยาของพืชภายใต้สภาวะเครียด *Plant Stress Physiology*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวรรตน์ อุดมประเสริฐ, และ อมรรตน์ พรหมบุญ. (2537). การใช้ลักษณะการสะสมปริมาณโพสลิ้น เนื่องจากสภาวะขาดน้ำบ่งบอกถึงความทนแล้งในข้าวบาร์เลย์ [เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- บรรณเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ, รัตกร ณ ลำปาง, ศิริกาญจน์ เกิดพร, และ นงศราญ มณีวรรณ. (2556). การใช้ซิลิกอนเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเปรี้ยวจัด. วารสารดินและปุ๋ย, 35(1-4), 253.
- ประมุข ถิ่นใหญ่. (2546). ผลการใช้ซิลิกอนร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของ ข้าวสองพันธุ์ที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตกรดจัด. สืบค้นจาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/155424
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. (2551). เทคนิคเนื้อเยื่อพืช *Techniques in plant tissue*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปวันรัตน์ โอภาสดี. (2561). ผลการตอบสนองทางชีวเคมี และฮอร์โมนพืชในมันสำปะหลังภายใต้ สภาพความแห้งแล้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- ปิฎฐะ บุนนาค. (2511). ไม่ประดับ. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเกษมบรรณกิจ.
- ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์. (2559). สรีรวิทยาของพืชในสภาพเครียดเค็ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พชร มณีโชติ, สุชฎมาภรณ์ แสงงาม, และ ปริรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร. (2563). ผลของสาร 7,8-dihydro-

- 8 α -20-hydroxyecdysone ต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณคลอโรฟิลล์ และ โครงสร้างคลอโรพลาสต์ในมะเขือเทศพันธุ์ CH154 ภายใต้สภาวะแล้ง. วารสาร มหาวิทยาลัยทักษิณ, 23(2), 14-23.
- ยงยุทธ โอสถสภา. (2552). ธาตุอาหารพืช (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยศพันธ์ สดคมขำ, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ทามาศ ร่มแก้ว, ณภัทร กำธรสิริวิมล, และ ธัชชัย อินทร์บุญช่วย. (2562). ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิโคนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 37(2), 293-302.
- ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. (2561). ไทรเกาหลี *Ficus annulata* Blume. สืบค้นจาก <https://data.addrun.org/plant/archives/343-ficus-annulata-blume>
- ลาตีปะห์ กาลง, วิชิต เรืองแป้น, นฤมล ทองมาก, จริยาภรณ์ มาสวัสดี, ปิยะรักษ์ ประดับเพชรรัตน์, สะอูดี มะประสิทธิ์, . . . ชูชาน มะแข็ง. (2560). ดินกับการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ. สืบค้นจาก <https://wb.yru.ac.th/bitstream/yru/3417.pdf>
- ลิลลี่ กาวีตะ, มาลี ณ นคร, สุริยา ตันติวิวัฒน์, และ ณรงค์ วงศ์กันทรากกร. (2556). สรีรวิทยาของพืช (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณภา กัลยาณวงษ์ ณ อยุธยา. (2555). ไม้ดอกไม้ประดับ. สืบค้นจาก <http://info.matichon.co.th/techno.php?srctag=05036010755&srcday=2012-07-01&search=no>
- วัลยา คงผล. (2543). อัตราการสังเคราะห์และการตอบสนองต่อปัจจัยแสงของพรรณไม้ป่าชายเลน บางชนิด บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วีรศิลป์ สอนจรรยา, สมุน มาสุธน, พรพรรณ พรศิลป์, และ เสาวณี สาธกรวิริยะพงศ์. (2555). กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของใบ และปริมาณแคปไซซินของพริกขี้หนูสวน และพริกกะเหรี่ยง (*Capsicum frutescens* L.). วารสารพฤกษศาสตร์ไทย, 4(ฉบับพิเศษ), 57-67.
- เวณี วัฒนเดชเสรี. (2561). ผลของซิลิโคนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ภายใต้ระดับการให้น้ำที่แตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. (2563). ภัยแล้งปี 2563 ส่อวิกฤติ...คาดเสียหายราว 17,000-19,000 ล้านบาท. สืบค้นจาก <https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/z3074.aspx>

- สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. (2547). การศึกษาวิจัยคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ (รายงานการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ).
- สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ภาณุมาศ ลาดปลาชะ, และ เจษฎา เหลืองแจ่ม. (2547). การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ป่าเบญจพรรณ (รายงานการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ).
- สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ภาณุมาศ ลาดปลาชะ, เจษฎา เหลืองแจ่ม, และ วีรยุทธ์ กุลพรพันธ์. (2546). ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ป่าเต็งรัง. กรุงเทพฯ: สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. (2566). คู่มือการปลูกเลี้ยงและพัฒนาพืชสกุลไทร. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานบริหารนโยบายของนายกรัฐมนตรี. (2564). ปี 2564 หน้าแล้งมาเยือนเร็ว. สืบค้นจาก <https://www.pmdu.go.th/prepare-for-drought-2564/>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2561). เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2562. สืบค้นจาก <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/socio/LandUtilization2561.pdf>
- สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 10 อุตรดิตถ์. (2564). คู่มือเรดด์พลัส (REDD+) กับก๊าซเรือนกระจก และการคำนวณคาร์บอน. สืบค้นจาก <http://115.31.166.198/DNP/FileSystem/download?uuid=0bc43187-1048-49f8-99c1-9c53ad087f16.pdf>
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. (2563). ไทรเกาหลี. สืบค้นจาก <https://www.baanlaesuen.com/plants/annual/135641.html>
- สำราญ พิมราช, สุนันท์ บุตรศาสตร์, และ พรพิชญ์ ธรรมปัทม์. (2561). ผลของการฉีดพ่นกรดซิลิซิกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. วารสารเกษตรพระวรุณ, 15(2), 363-371.
- สุชมาภรณ์ แสงงาม, ธนบูรณ์ พลากุลมณฑล, คณิน คงเอียง, และ อภิชาติ สุขสำราญ. (2561). การเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของมะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์ CH154 ภายใต้สภาวะเครียดจากความแล้งด้วยสารบราสซิโนสเตียรอยด์มีมิก. เกษตร, 46(ฉบับพิเศษ), 328-332.
- สุดใจ ล้อเจริญ, ปริญญา จุลกะ, และ ยิ่งยง ไพสุขสานติวัฒนา. (2562). ผลของกรดซาลิไซลิกต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตของพริกหัวเรือที่ปลูกในโรงเรือน. วารสารวิชาการเกษตร, 37(3), 286-297.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2559). ปลูกต้นไม้ช่วยลดโลกร้อนได้ยังไงนะ. สืบค้นจาก

http://www.tgo.or.th/2020/file_managers/uploads/file_managers/source/PUBLICATION/final%20Tree_version%2002.pdf

อนัสรุล บากา, กรกฤษณ์ พูนภักดี, ขวัญตา ขาวมี, และ จำเป็น อ่อนทอง. (2564). ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและมูลวัวต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารเคอร์คูมินอยดในขมิ้นชันที่ปลูกในดินร่วนเหนียวสีแดงและดินร่วนทราย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 26(3), 1611-1626.

โสภา วัชรคุปต์. (2549). สารต้านอนุมูลอิสระ. กรุงเทพฯ: พี. เอส. พรินท์.





ภาคผนวก

ตาราง 2 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.78 \pm 0.01a	0.82 \pm 0.01a	0.80 \pm 0.01a
50%PC	0.79 \pm 0.01a	0.80 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.01a
25%PC	0.79 \pm 0.01a	0.72 \pm 0.04b	0.72 \pm 0.02b
12.5%PC	0.78 \pm 0.00a	0.75 \pm 0.02b	0.73 \pm 0.01b
6.25%PC	0.78 \pm 0.01a	0.72 \pm 0.01c	0.62 \pm 0.07c

ตาราง 2 (ต่อ) ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.80 \pm 0.01a	0.72 \pm 0.01a	0.76 \pm 0.01a
50%PC	0.77 \pm 0.01b	0.67 \pm 0.01b	0.72 \pm 0.02b
25%PC	0.71 \pm 0.01c	0.55 \pm 0.03c	0.77 \pm 0.06a
12.5%PC	nd	nd	nd
6.25%PC	nd	nd	nd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	6.19 \pm 0.85a	13.76 \pm 1.94a	10.37 \pm 2.30a
50%PC	7.15 \pm 1.18a	9.49 \pm 1.47b	7.29 \pm 0.89ab
25%PC	7.39 \pm 0.98a	4.65 \pm 1.42cd	2.90 \pm 0.79cd
12.5%PC	6.54 \pm 0.39a	5.43 \pm 1.44c	3.64 \pm 0.60c
6.25%PC	6.91 \pm 1.43a	3.55 \pm 0.28d	1.60 \pm 0.51d

ตาราง 3 (ต่อ) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	11.46 \pm 1.87a	3.37 \pm 0.68a	5.10 \pm 0.69a
50%PC	7.39 \pm 0.96b	1.56 \pm 0.08b	2.78 \pm 0.81b
25%PC	2.87 \pm 0.30c	0.58 \pm 0.12c	5.54 \pm 0.37a
12.5%PC	nd	nd	nd
6.25%PC	nd	nd	nd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 4 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	81.79 ± 1.88a	89.78 ± 1.44a	89.94 ± 1.15a
50%PC	82.52 ± 2.30a	87.48 ± 1.28a	83.41 ± 0.85b
25%PC	83.18 ± 0.60a	85.38 ± 3.94ab	83.45 ± 4.36bc
12.5%PC	82.34 ± 2.98a	79.79 ± 3.09b	71.91 ± 9.81cd
6.25%PC	82.68 ± 2.68a	72.09 ± 2.69c	62.39 ± 3.35d

ตาราง 4 (ต่อ) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	87.66 ± 1.73a	87.18 ± 1.35a	87.83 ± 1.87a
50%PC	88.08 ± 2.87a	87.53 ± 1.95a	88.74 ± 7.92a
25%PC	88.26 ± 0.81a	88.40 ± 0.25a	88.44 ± 2.07a
12.5%PC	nd	nd	nd
6.25%PC	nd	nd	nd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	2.01 ± 0.14a	2.05 ± 0.07a	1.88 ± 0.04a
50%PC	2.01 ± 0.05a	2.15 ± 0.11a	1.91 ± 0.12ab
25%PC	2.04 ± 0.16a	2.09 ± 0.08a	1.74 ± 0.08b
12.5%PC	2.11 ± 0.27a	2.11 ± 0.10a	1.50 ± 0.06c
6.25%PC	1.81 ± 0.15a	1.70 ± 0.17b	1.41 ± 0.22c

ตาราง 5 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	1.99 ± 0.16a	1.83 ± 0.13a	1.82 ± 0.27a
50%PC	1.81 ± 0.10a	1.70 ± 0.05a	1.68 ± 0.10a
25%PC	1.79 ± 0.15a	1.40 ± 0.13b	1.30 ± 0.11b
12.5%PC	nd	nd	nd
6.25%PC	nd	nd	nd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.54 ± 0.03a	0.78 ± 0.02a	0.57 ± 0.02b
50%PC	0.53 ± 0.02a	0.80 ± 0.05a	0.69 ± 0.05a
25%PC	0.57 ± 0.06a	0.73 ± 0.02a	0.50 ± 0.04c
12.5%PC	0.52 ± 0.06a	0.72 ± 0.07a	0.37 ± 0.06d
6.25%PC	0.53 ± 0.09a	0.50 ± 0.04b	0.47 ± 0.07cd

ตาราง 6 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.62 ± 0.04a	0.69 ± 0.04a	0.58 ± 0.08a
50%PC	0.58 ± 0.03a	0.67 ± 0.01a	0.56 ± 0.03a
25%PC	0.59 ± 0.06a	0.57 ± 0.06b	0.40 ± 0.04b
12.5%PC	nd	nd	nd
6.25%PC	nd	nd	nd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 7 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.44 ± 0.02a	0.47 ± 0.02c	0.54 ± 0.02ab
50%PC	0.44 ± 0.01a	0.55 ± 0.03a	0.57 ± 0.03a
25%PC	0.40 ± 0.04a	0.52 ± 0.02ab	0.49 ± 0.04bc
12.5%PC	0.46 ± 0.06a	0.54 ± 0.01a	0.47 ± 0.01c
6.25%PC	0.41 ± 0.04a	0.50 ± 0.02bc	0.51 ± 0.03abc

ตาราง 7 (ต่อ) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.50 ± 0.02a	0.48 ± 0.01b	0.52 ± 0.06a
50%PC	0.50 ± 0.03a	0.51 ± 0.01a	0.50 ± 0.03a
25%PC	0.56 ± 0.04a	0.46 ± 0.05ab	0.47 ± 0.02a
12.5%PC	nd	nd	nd
6.25%PC	nd	nd	nd

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 8 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Drought score (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.00 \pm 0.00a	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00d
50%PC	0.00 \pm 0.00a	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00d
25%PC	0.00 \pm 0.00a	1.00 \pm 0.00b	1.00 \pm 0.00c
12.5%PC	0.00 \pm 0.00a	2.00 \pm 0.41a	2.25 \pm 0.48b
6.25%PC	0.00 \pm 0.00a	2.00 \pm 0.00a	3.00 \pm 0.00a

ตาราง 8 (ต่อ) คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Drought score (\pm SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00c
50%PC	0.25 \pm 0.25c	0.25 \pm 0.25c	0.25 \pm 0.25c
25%PC	1.00 \pm 0.00b	1.00 \pm 0.00b	1.00 \pm 0.00b
12.5%PC	3.25 \pm 0.48a	3.75 \pm 0.25a	3.75 \pm 0.25a
6.25%PC	3.75 \pm 0.25a	4.00 \pm 0.00a	4.00 \pm 0.00a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 9 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำการทดลองวันที่ 16 – 31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

Climate data				
Time (days)	Maximum	Minimum	Rainfall (mm.)	Humidity (%)
	temperature (°C)	temperature (°C)		
0	34.20	27.20	10.00	76
3	35.40	28.00	20.00	74
6	32.50	26.60	30.00	79
9	35.70	27.50	10.00	69
12	34.60	27.00	50.00	76
15	36.90	28.20	60.00	72

ตาราง 10 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.77 \pm 0.01a	0.82 \pm 0.00a	0.82 \pm 0.00a
25%PC	0.77 \pm 0.01a	0.75 \pm 0.01b	0.77 \pm 0.01b
21.88%PC	0.77 \pm 0.01a	0.71 \pm 0.02c	0.73 \pm 0.01c
18.75%PC	0.75 \pm 0.01a	0.74 \pm 0.02bc	0.76 \pm 0.01b
15.63%PC	0.75 \pm 0.01a	0.73 \pm 0.01bc	0.66 \pm 0.03d

ตาราง 10 (ต่อ) ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.81 \pm 0.00a	0.80 \pm 0.00a	0.80 \pm 0.00a
25%PC	0.76 \pm 0.02b	0.77 \pm 0.01b	0.78 \pm 0.01b
21.88%PC	0.70 \pm 0.05bc	0.70 \pm 0.02c	0.77 \pm 0.01b
18.75%PC	0.76 \pm 0.01b	0.66 \pm 0.03c	0.69 \pm 0.02c
15.63%PC	0.70 \pm 0.02c	0.66 \pm 0.02c	0.72 \pm 0.02c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 11 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	6.22 \pm 1.14a	11.76 \pm 1.43a	12.01 \pm 0.70a
25%PC	5.09 \pm 0.83a	4.15 \pm 0.62b	5.36 \pm 1.24b
21.88%PC	5.24 \pm 0.37a	3.15 \pm 0.22c	3.22 \pm 0.64cd
18.75%PC	5.51 \pm 0.62a	4.32 \pm 0.43b	4.25 \pm 0.39bc
15.63%PC	5.45 \pm 0.50a	4.13 \pm 0.57b	2.17 \pm 0.40d

ตาราง 11 (ต่อ) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	10.03 \pm 0.78a	8.52 \pm 0.69a	7.50 \pm 0.97a
25%PC	4.81 \pm 1.15b	3.94 \pm 0.69b	4.11 \pm 1.23b
21.88%PC	3.29 \pm 0.72bc	1.76 \pm 0.14cd	3.24 \pm 0.40b
18.75%PC	3.98 \pm 0.61b	2.04 \pm 0.29c	2.17 \pm 0.25c
15.63%PC	2.73 \pm 0.23c	1.29 \pm 0.24d	2.06 \pm 0.43c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 12 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	81.91 ± 1.44a	86.49 ± 1.25a	83.29 ± 1.92b
25%PC	81.60 ± 1.91a	86.52 ± 2.01a	87.72 ± 0.33a
21.88%PC	84.37 ± 1.19a	83.39 ± 2.38abc	84.66 ± 2.31ab
18.75%PC	79.27 ± 3.96a	79.17 ± 1.15c	81.41 ± 1.42b
15.63%PC	81.29 ± 1.09a	82.72 ± 0.69b	80.70 ± 2.82b

ตาราง 12 (ต่อ) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	88.01 ± 0.94a	85.46 ± 1.45a	82.71 ± 2.77a
25%PC	87.69 ± 0.85a	83.82 ± 1.20a	84.93 ± 1.31a
21.88%PC	85.97 ± 2.84ab	81.83 ± 2.50ab	83.65 ± 3.32a
18.75%PC	84.70 ± 0.89b	80.10 ± 1.05b	82.51 ± 2.47a
15.63%PC	82.70 ± 1.77b	81.85 ± 1.63b	83.07 ± 2.29a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	1.67 ± 0.06a	1.60 ± 0.11a	1.87 ± 0.12a
25%PC	1.67 ± 0.06a	1.45 ± 0.04a	1.33 ± 0.07b
21.88%PC	1.66 ± 0.07a	1.54 ± 0.05a	1.35 ± 0.03b
18.75%PC	1.57 ± 0.10a	1.48 ± 0.05a	1.16 ± 0.07c
15.63%PC	1.66 ± 0.11a	1.45 ± 0.10a	1.38 ± 0.05b

ตาราง 13 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	1.73 ± 0.05a	1.80 ± 0.07a	1.53 ± 0.08a
25%PC	1.34 ± 0.09b	1.23 ± 0.08b	1.37 ± 0.07ab
21.88%PC	1.38 ± 0.08b	1.27 ± 0.12b	1.25 ± 0.08bc
18.75%PC	1.22 ± 0.07b	1.34 ± 0.09b	1.17 ± 0.04cd
15.63%PC	1.28 ± 0.17b	1.26 ± 0.16b	1.11 ± 0.05d

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.62 ± 0.03a	0.61 ± 0.07ab	0.75 ± 0.06a
25%PC	0.68 ± 0.03a	0.54 ± 0.02b	0.59 ± 0.04bc
21.88%PC	0.62 ± 0.03a	0.57 ± 0.04ab	0.62 ± 0.03b
18.75%PC	0.63 ± 0.03a	0.60 ± 0.02a	0.50 ± 0.05c
15.63%PC	0.62 ± 0.04a	0.56 ± 0.05ab	0.57 ± 0.04bc

ตาราง 14 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.56 ± 0.02a	0.92 ± 0.27a	0.69 ± 0.05a
25%PC	0.49 ± 0.03bc	0.53 ± 0.04b	0.71 ± 0.06a
21.88%PC	0.54 ± 0.09abc	0.49 ± 0.06b	0.64 ± 0.05ab
18.75%PC	0.42 ± 0.04c	0.48 ± 0.05b	0.56 ± 0.04bc
15.63%PC	0.45 ± 0.06abc	0.50 ± 0.06b	0.46 ± 0.07c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 15 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.45 ± 0.04a	0.47 ± 0.03a	0.48 ± 0.03a
25%PC	0.44 ± 0.02a	0.39 ± 0.01b	0.38 ± 0.02bc
21.88%PC	0.44 ± 0.02a	0.42 ± 0.02ab	0.38 ± 0.01c
18.75%PC	0.41 ± 0.02a	0.40 ± 0.03b	0.32 ± 0.02d
15.63%PC	0.48 ± 0.04a	0.38 ± 0.02b	0.42 ± 0.03ab

ตาราง 15 (ต่อ) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.52 ± 0.02a	0.40 ± 0.04ab	0.37 ± 0.01a
25%PC	0.42 ± 0.01b	0.37 ± 0.01b	0.39 ± 0.03a
21.88%PC	0.43 ± 0.03b	0.42 ± 0.03a	0.33 ± 0.02b
18.75%PC	0.40 ± 0.02b	0.42 ± 0.02a	0.31 ± 0.01b
15.63%PC	0.42 ± 0.05b	0.42 ± 0.04ab	0.34 ± 0.03ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 16 คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Drought score (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	3	6
100%PC	0.00 \pm 0.00a	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00c
25%PC	0.00 \pm 0.00a	0.25 \pm 0.25cd	0.25 \pm 0.25c
21.88%PC	0.00 \pm 0.00a	0.75 \pm 0.25bc	1.00 \pm 0.00b
18.75%PC	0.00 \pm 0.00a	1.25 \pm 0.25ab	2.00 \pm 0.00a
15.63%PC	0.00 \pm 0.00a	1.50 \pm 0.29a	2.25 \pm 0.25a

ตาราง 16 (ต่อ) คะแนนสภาพต้น (drought score) ของต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับน้ำในระดับต่าง ๆ (100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

Treatment	Drought score (\pm SE)		
	Time (days)		
	9	12	15
100%PC	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d
25%PC	0.25 \pm 0.25c	0.50 \pm 0.29c	0.75 \pm 0.25c
21.88%PC	1.50 \pm 0.29b	1.50 \pm 0.29b	1.75 \pm 0.25b
18.75%PC	2.00 \pm 0.00a	2.25 \pm 0.25a	2.25 \pm 0.25ab
15.63%PC	2.25 \pm 0.25a	2.25 \pm 0.25a	2.50 \pm 0.29a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 17 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำารทดลองวันที่ 15 – 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

Climate data				
Time (days)	Maximum	Minimum	Rainfall (mm.)	Humidity (%)
	temperature (°C)	temperature (°C)		
0	37.10	29.70	0.00	72
3	35.60	30.20	2.00	68
6	36.40	29.30	0.00	69
9	37.00	28.00	0.00	68
12	35.50	28.40	2.20	70
15	35.00	26.00	0.00	76

ตาราง 18 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	0.72 \pm 0.02a	0.81 \pm 0.01ab	0.81 \pm 0.01ab	0.78 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 5 mM	0.72 \pm 0.02a	0.80 \pm 0.00b	0.80 \pm 0.01b	0.78 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 10 mM	0.70 \pm 0.02a	0.82 \pm 0.00a	0.81 \pm 0.00a	0.80 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 15 mM	0.71 \pm 0.02a	0.80 \pm 0.00b	0.78 \pm 0.02b	0.79 \pm 0.00a
100%PC + [Si] 20 mM	0.71 \pm 0.02a	0.79 \pm 0.02ab	0.82 \pm 0.00a	0.79 \pm 0.00a

ตาราง 18 (ต่อ) ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	0.78 \pm 0.01ab	0.80 \pm 0.01b	0.80 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 5 mM	0.79 \pm 0.01a	0.81 \pm 0.00a	0.81 \pm 0.00a	0.78 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 10 mM	0.77 \pm 0.01ab	0.81 \pm 0.00ab	0.81 \pm 0.00a	0.77 \pm 0.00a
100%PC + [Si] 15 mM	0.77 \pm 0.00b	0.81 \pm 0.00ab	0.81 \pm 0.00a	0.78 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 20 mM	0.76 \pm 0.01ab	0.81 \pm 0.00ab	0.80 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.01a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 19 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.73 \pm 0.01a	0.80 \pm 0.01a	0.81 \pm 0.00a	0.78 \pm 0.01b
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.74 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.00b	0.79 \pm 0.01b	0.75 \pm 0.01c
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.71 \pm 0.02a	0.76 \pm 0.02bc	0.80 \pm 0.01ab	0.78 \pm 0.01ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.72 \pm 0.01a	0.76 \pm 0.01c	0.79 \pm 0.01b	0.77 \pm 0.02abc
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.73 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.01abc	0.81 \pm 0.00a	0.80 \pm 0.00a

ตาราง 19 (ต่อ) ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.77 \pm 0.02a	0.80 \pm 0.00a	0.76 \pm 0.03a	0.74 \pm 0.02a
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.72 \pm 0.01b	0.81 \pm 0.00a	0.77 \pm 0.02a	0.69 \pm 0.03a
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.79 \pm 0.01a	0.80 \pm 0.01a	0.79 \pm 0.00a	0.72 \pm 0.03a
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.69 \pm 0.03b	0.80 \pm 0.00a	0.78 \pm 0.01a	0.72 \pm 0.00a
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.77 \pm 0.02a	0.80 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.01a	0.71 \pm 0.02a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 20 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	1.64 \pm 0.44a	7.95 \pm 1.74ab	6.54 \pm 0.79ab	5.21 \pm 0.72b
100%PC + [Si] 5 mM	1.71 \pm 0.44a	6.02 \pm 1.03b	5.23 \pm 1.27bc	3.93 \pm 0.81b
100%PC + [Si] 10 mM	1.87 \pm 0.87a	9.21 \pm 0.99a	6.19 \pm 0.58b	6.71 \pm 0.68a
100%PC + [Si] 15 mM	1.63 \pm 0.13a	4.40 \pm 0.27c	4.11 \pm 0.86c	4.32 \pm 0.18b
100%PC + [Si] 20 mM	1.63 \pm 0.15a	5.97 \pm 1.54bc	7.65 \pm 0.52a	4.17 \pm 0.50b

ตาราง 20 (ต่อ) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	7.58 \pm 1.92a	6.34 \pm 1.13b	8.97 \pm 1.87a	6.94 \pm 1.24a
100%PC + [Si] 5 mM	7.38 \pm 1.29a	9.17 \pm 1.32a	9.27 \pm 0.99a	5.81 \pm 0.55a
100%PC + [Si] 10 mM	4.62 \pm 0.71b	8.56 \pm 0.41a	10.15 \pm 0.97a	6.80 \pm 1.51a
100%PC + [Si] 15 mM	4.04 \pm 0.28b	8.91 \pm 0.34a	10.34 \pm 0.91a	6.31 \pm 1.36a
100%PC + [Si] 20 mM	3.67 \pm 1.07b	7.73 \pm 1.22ab	8.91 \pm 1.66a	5.16 \pm 0.71a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 21 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Pi (± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.64 ± 0.43a	5.16 ± 0.84ab	5.54 ± 0.71a	4.37 ± 0.82b
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.67 ± 0.29a	5.44 ± 0.54a	5.89 ± 1.62ab	3.02 ± 0.31c
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.74 ± 0.16a	3.90 ± 0.83bc	6.50 ± 1.69a	4.25 ± 0.70b
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.78 ± 0.38a	3.16 ± 0.79c	3.79 ± 0.64b	4.66 ± 1.33abc
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.73 ± 0.54a	4.85 ± 1.78abc	6.65 ± 1.34a	6.58 ± 0.81a

ตาราง 21 (ต่อ) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Pi (± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	2.55 ± 1.06bc	5.13 ± 0.59b	4.97 ± 1.01b	3.23 ± 0.78a
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.46 ± 0.40c	8.87 ± 0.90a	8.04 ± 1.39a	1.73 ± 0.48b
21.88%PC + [Si] 10 mM	6.07 ± 2.22a	7.26 ± 0.75a	7.13 ± 1.19ab	2.90 ± 0.70ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.50 ± 1.71abc	7.89 ± 1.40a	5.95 ± 1.58ab	2.73 ± 0.66ab
21.88%PC + [Si] 20 mM	3.99 ± 1.15ab	8.37 ± 2.11a	5.59 ± 0.77b	2.55 ± 0.60ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 22 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	ABS/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	1.33 \pm 0.05a	1.02 \pm 0.07bc	1.01 \pm 0.02b	1.15 \pm 0.12ab
100%PC + [Si] 5 mM	1.25 \pm 0.09a	1.03 \pm 0.07bc	1.15 \pm 0.12ab	1.11 \pm 0.13abc
100%PC + [Si] 10 mM	1.21 \pm 0.14a	0.93 \pm 0.03c	0.93 \pm 0.04cd	0.97 \pm 0.05c
100%PC + [Si] 15 mM	1.30 \pm 0.08a	1.18 \pm 0.07a	1.24 \pm 0.19a	1.03 \pm 0.04bc
100%PC + [Si] 20 mM	1.25 \pm 0.07a	1.17 \pm 0.10ab	0.87 \pm 0.02d	1.19 \pm 0.05a

ตาราง 22 (ต่อ) Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	ABS/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	1.08 \pm 0.06b	0.91 \pm 0.06a	0.98 \pm 0.08a	1.02 \pm 0.06ab
100%PC + [Si] 5 mM	1.07 \pm 0.06b	0.81 \pm 0.03b	0.92 \pm 0.03a	1.01 \pm 0.03b
100%PC + [Si] 10 mM	1.16 \pm 0.06ab	0.82 \pm 0.01b	0.95 \pm 0.03a	1.15 \pm 0.09a
100%PC + [Si] 15 mM	1.11 \pm 0.06ab	0.79 \pm 0.02b	0.94 \pm 0.02a	1.06 \pm 0.05ab
100%PC + [Si] 20 mM	1.26 \pm 0.09a	0.78 \pm 0.03b	0.98 \pm 0.05a	1.09 \pm 0.04a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 23 Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	ABS/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.24 \pm 0.08a	1.09 \pm 0.06bc	0.99 \pm 0.07a	1.16 \pm 0.05ab
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.29 \pm 0.08a	1.03 \pm 0.04c	1.03 \pm 0.09a	1.23 \pm 0.02a
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.28 \pm 0.11a	1.37 \pm 0.29ab	0.92 \pm 0.08ab	1.13 \pm 0.05b
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.25 \pm 0.10a	1.26 \pm 0.05a	1.09 \pm 0.09a	1.10 \pm 0.12abc
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.33 \pm 0.14a	1.24 \pm 0.17abc	0.84 \pm 0.06b	0.99 \pm 0.03c

ตาราง 23 (ต่อ) Absorption per active reaction center (ABS/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	ABS/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.13 \pm 0.06b	0.87 \pm 0.05a	1.23 \pm 0.07a	1.32 \pm 0.15b
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.35 \pm 0.09a	0.74 \pm 0.02b	1.03 \pm 0.01b	1.65 \pm 0.15a
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.10 \pm 0.08b	0.76 \pm 0.02b	1.04 \pm 0.08b	1.29 \pm 0.13b
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.36 \pm 0.09a	0.77 \pm 0.03b	1.08 \pm 0.05b	1.37 \pm 0.02b
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.07 \pm 0.10b	0.79 \pm 0.04b	1.09 \pm 0.06b	1.47 \pm 0.12ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 24 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Dlo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	0.37 \pm 0.04a	0.20 \pm 0.02bc	0.19 \pm 0.01bc	0.25 \pm 0.04ab
100%PC + [Si] 5 mM	0.35 \pm 0.05a	0.20 \pm 0.01b	0.23 \pm 0.03ab	0.24 \pm 0.04abc
100%PC + [Si] 10 mM	0.37 \pm 0.07a	0.17 \pm 0.01c	0.17 \pm 0.01cd	0.19 \pm 0.01c
100%PC + [Si] 15 mM	0.40 \pm 0.05a	0.24 \pm 0.01a	0.28 \pm 0.07a	0.21 \pm 0.01bc
100%PC + [Si] 20 mM	0.36 \pm 0.05a	0.26 \pm 0.04ab	0.16 \pm 0.00d	0.25 \pm 0.01a

ตาราง 24 (ต่อ) Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Dlo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	0.24 \pm 0.03ab	0.18 \pm 0.02a	0.19 \pm 0.03a	0.22 \pm 0.02a
100%PC + [Si] 5 mM	0.22 \pm 0.02b	0.15 \pm 0.01ab	0.17 \pm 0.01a	0.22 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 10 mM	0.26 \pm 0.02ab	0.15 \pm 0.00b	0.18 \pm 0.01a	0.26 \pm 0.03a
100%PC + [Si] 15 mM	0.25 \pm 0.02ab	0.15 \pm 0.00b	0.18 \pm 0.01a	0.23 \pm 0.02a
100%PC + [Si] 20 mM	0.30 \pm 0.04a	0.14 \pm 0.01b	0.19 \pm 0.02a	0.24 \pm 0.01a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 25 Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Dlo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.34 \pm 0.03a	0.22 \pm 0.02b	0.18 \pm 0.02ab	0.25 \pm 0.02b
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.33 \pm 0.03a	0.23 \pm 0.01b	0.21 \pm 0.03ab	0.30 \pm 0.02a
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.37 \pm 0.05a	0.34 \pm 0.10ab	0.18 \pm 0.03ab	0.25 \pm 0.02b
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.34 \pm 0.04a	0.30 \pm 0.02a	0.22 \pm 0.02a	0.25 \pm 0.04abc
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.36 \pm 0.05a	0.28 \pm 0.05ab	0.16 \pm 0.02b	0.20 \pm 0.01c

ตาราง 25 (ต่อ) Dissipation energy per active reaction center (Dlo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Dlo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.26 \pm 0.04b	0.17 \pm 0.01a	0.29 \pm 0.04a	0.35 \pm 0.07b
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.37 \pm 0.03a	0.13 \pm 0.01b	0.21 \pm 0.01b	0.52 \pm 0.09a
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.23 \pm 0.03b	0.15 \pm 0.01ab	0.21 \pm 0.02b	0.37 \pm 0.07ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.42 \pm 0.06a	0.15 \pm 0.01ab	0.24 \pm 0.02ab	0.38 \pm 0.01b
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.25 \pm 0.04b	0.16 \pm 0.02ab	0.24 \pm 0.03ab	0.42 \pm 0.06ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 26 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	TRo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	0.96 \pm 0.04a	0.82 \pm 0.05bc	0.82 \pm 0.01b	0.89 \pm 0.08ab
100%PC + [Si] 5 mM	0.90 \pm 0.05a	0.83 \pm 0.06abc	0.92 \pm 0.09ab	0.87 \pm 0.09abc
100%PC + [Si] 10 mM	0.85 \pm 0.07a	0.76 \pm 0.02c	0.76 \pm 0.04c	0.77 \pm 0.03c
100%PC + [Si] 15 mM	0.90 \pm 0.03a	0.94 \pm 0.06a	0.96 \pm 0.12a	0.82 \pm 0.03bc
100%PC + [Si] 20 mM	0.89 \pm 0.04a	0.91 \pm 0.06ab	0.71 \pm 0.01c	0.94 \pm 0.04a

ตาราง 26 (ต่อ) Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	TRo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	0.84 \pm 0.04b	0.73 \pm 0.05a	0.79 \pm 0.05a	0.80 \pm 0.05ab
100%PC + [Si] 5 mM	0.84 \pm 0.04b	0.66 \pm 0.03ab	0.75 \pm 0.02a	0.79 \pm 0.01b
100%PC + [Si] 10 mM	0.90 \pm 0.04ab	0.66 \pm 0.01b	0.78 \pm 0.02a	0.89 \pm 0.07a
100%PC + [Si] 15 mM	0.86 \pm 0.05ab	0.64 \pm 0.01b	0.76 \pm 0.01a	0.82 \pm 0.04ab
100%PC + [Si] 20 mM	0.96 \pm 0.05a	0.64 \pm 0.02b	0.79 \pm 0.03a	0.85 \pm 0.03a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 27 Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	TRo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.91 \pm 0.06a	0.87 \pm 0.04b	0.81 \pm 0.05ab	0.91 \pm 0.04a
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.96 \pm 0.05a	0.81 \pm 0.03b	0.82 \pm 0.07ab	0.92 \pm 0.02a
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.91 \pm 0.08a	1.03 \pm 0.19ab	0.74 \pm 0.05bc	0.89 \pm 0.03a
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.91 \pm 0.07a	0.96 \pm 0.03a	0.87 \pm 0.06a	0.85 \pm 0.08ab
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.96 \pm 0.09a	0.96 \pm 0.12ab	0.69 \pm 0.04c	0.79 \pm 0.02b

ตาราง 27 (ต่อ) Trapped energy flux per active reaction center (TRo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	TRo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.87 \pm 0.02b	0.70 \pm 0.04a	0.94 \pm 0.04a	0.97 \pm 0.08b
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.98 \pm 0.07a	0.61 \pm 0.02b	0.82 \pm 0.00b	1.13 \pm 0.06a
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.86 \pm 0.05ab	0.61 \pm 0.01b	0.83 \pm 0.06b	0.92 \pm 0.06b
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.94 \pm 0.06ab	0.62 \pm 0.02b	0.84 \pm 0.04b	0.99 \pm 0.01b
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.82 \pm 0.06b	0.63 \pm 0.03ab	0.85 \pm 0.03b	1.04 \pm 0.06ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 28 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลี่ในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	ETo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	0.45 \pm 0.05a	0.56 \pm 0.03ab	0.52 \pm 0.01a	0.58 \pm 0.07a
100%PC + [Si] 5 mM	0.41 \pm 0.05a	0.52 \pm 0.02b	0.55 \pm 0.05a	0.47 \pm 0.02b
100%PC + [Si] 10 mM	0.36 \pm 0.02a	0.53 \pm 0.01b	0.46 \pm 0.01b	0.51 \pm 0.03ab
100%PC + [Si] 15 mM	0.41 \pm 0.05a	0.57 \pm 0.03ab	0.57 \pm 0.06a	0.48 \pm 0.02b
100%PC + [Si] 20 mM	0.43 \pm 0.03a	0.61 \pm 0.04a	0.46 \pm 0.02b	0.57 \pm 0.03a

ตาราง 28 (ต่อ) Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลี่ในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	ETo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	0.59 \pm 0.01a	0.44 \pm 0.02a	0.54 \pm 0.02ab	0.55 \pm 0.05ab
100%PC + [Si] 5 mM	0.59 \pm 0.02a	0.43 \pm 0.01a	0.52 \pm 0.01b	0.52 \pm 0.01b
100%PC + [Si] 10 mM	0.58 \pm 0.05a	0.44 \pm 0.01a	0.56 \pm 0.02a	0.64 \pm 0.08a
100%PC + [Si] 15 mM	0.53 \pm 0.05a	0.42 \pm 0.01a	0.55 \pm 0.00a	0.56 \pm 0.05ab
100%PC + [Si] 20 mM	0.57 \pm 0.01a	0.39 \pm 0.01a	0.55 \pm 0.01a	0.55 \pm 0.01a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 29 Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	TRo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.41 \pm 0.04a	0.53 \pm 0.02a	0.47 \pm 0.03ab	0.56 \pm 0.01a
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.44 \pm 0.02a	0.52 \pm 0.02a	0.49 \pm 0.01a	0.54 \pm 0.01ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.46 \pm 0.04a	0.66 \pm 0.17a	0.44 \pm 0.01b	0.53 \pm 0.01bc
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.42 \pm 0.03a	0.54 \pm 0.03a	0.47 \pm 0.02ab	0.50 \pm 0.02c
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.45 \pm 0.06a	0.56 \pm 0.05a	0.40 \pm 0.01c	0.52 \pm 0.01bc

ตาราง 29 (ต่อ) Electron transport flux per active reaction center (ETo/RC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	TRo/RC (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.48 \pm 0.03a	0.39 \pm 0.01a	0.64 \pm 0.04a	0.59 \pm 0.05ab
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.42 \pm 0.06a	0.38 \pm 0.01a	0.58 \pm 0.02ab	0.64 \pm 0.02a
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.52 \pm 0.04a	0.38 \pm 0.00a	0.56 \pm 0.03b	0.55 \pm 0.06b
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.43 \pm 0.10a	0.38 \pm 0.00a	0.56 \pm 0.05ab	0.60 \pm 0.04ab
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.46 \pm 0.03a	0.39 \pm 0.04a	0.56 \pm 0.03b	0.64 \pm 0.03ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 30 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	87.92 ± 1.48a	89.63 ± 0.94a	86.60 ± 2.99a	82.72 ± 0.99a
100%PC + [Si] 5 mM	85.20 ± 1.32a	89.91 ± 1.97a	86.01 ± 1.02a	82.75 ± 1.37a
100%PC + [Si] 10 mM	88.33 ± 2.71a	86.80 ± 2.08a	87.95 ± 1.97a	83.23 ± 0.70a
100%PC + [Si] 15 mM	86.86 ± 1.68a	83.38 ± 5.81a	89.14 ± 2.33a	84.30 ± 1.38a
100%PC + [Si] 20 mM	86.63 ± 0.59a	83.63 ± 1.65a	85.79 ± 0.48a	79.92 ± 1.82b

ตาราง 30 (ต่อ) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	88.05 ± 1.37a	91.25 ± 4.38ab	83.54 ± 2.99ab	88.34 ± 3.71c
100%PC + [Si] 5 mM	89.67 ± 2.96a	88.48 ± 3.72b	87.74 ± 0.88ab	85.87 ± 0.89cd
100%PC + [Si] 10 mM	87.56 ± 3.39a	86.76 ± 2.66b	85.81 ± 2.54ab	86.47 ± 2.39cd
100%PC + [Si] 15 mM	90.68 ± 1.49a	87.34 ± 3.72b	84.47 ± 1.03b	95.04 ± 1.46a
100%PC + [Si] 20 mM	87.25 ± 3.75a	94.78 ± 1.24a	90.43 ± 3.51a	93.31 ± 1.51ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 31 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	87.88 ± 1.28a	88.42 ± 1.37ab	87.78 ± 0.84a	82.92 ± 1.51c
21.88%PC + [Si] 5 mM	85.18 ± 0.95a	85.88 ± 3.17ab	80.62 ± 6.72ab	81.88 ± 2.29c
21.88%PC + [Si] 10 mM	88.14 ± 2.18a	84.90 ± 1.61b	88.96 ± 1.13a	87.10 ± 0.50b
21.88%PC + [Si] 15 mM	85.45 ± 1.83a	81.79 ± 5.45b	77.24 ± 3.93b	89.08 ± 0.63b
21.88%PC + [Si] 20 mM	85.98 ± 2.70a	89.49 ± 1.20a	87.95 ± 1.31a	92.43 ± 0.71a

ตาราง 31 (ต่อ) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	87.20 ± 1.09b	87.26 ± 3.59a	82.78 ± 1.97ab	87.44 ± 0.70ab
21.88%PC + [Si] 5 mM	94.69 ± 1.54a	82.40 ± 4.06ab	81.33 ± 1.61b	86.91 ± 2.79ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	93.61 ± 1.48a	88.10 ± 2.27a	84.84 ± 1.23a	89.53 ± 1.85a
21.88%PC + [Si] 15 mM	91.90 ± 0.70a	88.44 ± 1.04a	87.90 ± 1.36a	90.25 ± 1.21a
21.88%PC + [Si] 20 mM	93.94 ± 2.02a	84.99 ± 2.12a	82.00 ± 0.49b	85.05 ± 1.04b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 32 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	1.43 ± 0.01a	0.97 ± 0.09c	1.00 ± 0.04b	1.50 ± 0.03a
100%PC + [Si] 5 mM	1.44 ± 0.06a	1.07 ± 0.03c	1.17 ± 0.05a	1.40 ± 0.11ab
100%PC + [Si] 10 mM	1.46 ± 0.04a	1.30 ± 0.04b	1.16 ± 0.03a	1.53 ± 0.05a
100%PC + [Si] 15 mM	1.47 ± 0.05a	1.36 ± 0.07ab	1.17 ± 0.04a	1.39 ± 0.18ab
100%PC + [Si] 20 mM	1.47 ± 0.19a	1.48 ± 0.04a	1.25 ± 0.05a	1.40 ± 0.13ab

ตาราง 32 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	1.47 ± 0.03c	1.67 ± 0.05ab	1.49 ± 0.08c	1.73 ± 0.13b
100%PC + [Si] 5 mM	1.45 ± 0.08c	1.78 ± 0.16a	1.66 ± 0.08b	1.97 ± 0.04a
100%PC + [Si] 10 mM	1.76 ± 0.07a	1.59 ± 0.19ab	1.98 ± 0.07a	2.02 ± 0.07a
100%PC + [Si] 15 mM	1.40 ± 0.07c	1.55 ± 0.13ab	1.81 ± 0.07b	1.79 ± 0.05b
100%PC + [Si] 20 mM	1.56 ± 0.01b	1.25 ± 0.10c	1.74 ± 0.04b	1.69 ± 0.07bc

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 33 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.49 ± 0.11a	0.95 ± 0.08cd	1.10 ± 0.03a	0.85 ± 0.08d
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.49 ± 0.04a	1.04 ± 0.03c	1.10 ± 0.06a	1.03 ± 0.09c
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.47 ± 0.09a	1.24 ± 0.14ab	1.12 ± 0.07a	0.96 ± 0.18bc
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.48 ± 0.08a	1.20 ± 0.05b	1.00 ± 0.13ab	1.36 ± 0.05a
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.49 ± 0.07a	1.33 ± 0.02a	1.14 ± 0.15a	1.29 ± 0.16a

ตาราง 33 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.59 ± 0.19a	1.41 ± 0.08b	1.31 ± 0.12bc	1.53 ± 0.25ab
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.29 ± 0.06b	1.09 ± 0.13c	1.56 ± 0.03a	1.42 ± 0.27abc
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.12 ± 0.06c	1.13 ± 0.16c	1.44 ± 0.12ab	1.55 ± 0.11ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.42 ± 0.05ab	1.65 ± 0.05a	1.55 ± 0.02a	1.41 ± 0.08c
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.36 ± 0.05ab	1.67 ± 0.05a	1.55 ± 0.07a	1.73 ± 0.10a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 34 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	0.12 ± 0.02a	0.32 ± 0.05bc	0.72 ± 0.02a	0.61 ± 0.03a
100%PC + [Si] 5 mM	0.16 ± 0.03a	0.42 ± 0.08b	0.79 ± 0.02a	0.61 ± 0.06a
100%PC + [Si] 10 mM	0.13 ± 0.01a	0.59 ± 0.02a	0.76 ± 0.07a	0.49 ± 0.11ab
100%PC + [Si] 15 mM	0.15 ± 0.04a	0.48 ± 0.01b	0.68 ± 0.01ab	0.35 ± 0.16bc
100%PC + [Si] 20 mM	0.16 ± 0.06a	0.55 ± 0.11ab	0.73 ± 0.04a	0.58 ± 0.04a

ตาราง 34 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	0.61 ± 0.03b	0.13 ± 0.02b	0.38 ± 0.02b	0.51 ± 0.10a
100%PC + [Si] 5 mM	0.55 ± 0.02c	0.11 ± 0.06bc	0.38 ± 0.04b	0.36 ± 0.04c
100%PC + [Si] 10 mM	0.68 ± 0.07b	0.23 ± 0.03a	0.46 ± 0.03a	0.44 ± 0.03b
100%PC + [Si] 15 mM	0.67 ± 0.07b	0.18 ± 0.06ab	0.46 ± 0.03a	0.39 ± 0.04bc
100%PC + [Si] 20 mM	0.79 ± 0.04a	0.17 ± 0.05ab	0.45 ± 0.03a	0.55 ± 0.05a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 35 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.19 ± 0.06a	0.67 ± 0.06a	0.85 ± 0.07a	0.48 ± 0.07bc
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.16 ± 0.03a	0.65 ± 0.05a	0.91 ± 0.06a	0.65 ± 0.17ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.16 ± 0.06a	0.60 ± 0.05a	0.59 ± 0.03bc	0.57 ± 0.10bc
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.14 ± 0.01a	0.42 ± 0.08b	0.54 ± 0.09bc	0.84 ± 0.08a
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.17 ± 0.07a	0.47 ± 0.06b	0.63 ± 0.10bc	0.79 ± 0.09a

ตาราง 35 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.55 ± 0.07ab	0.19 ± 0.04c	0.27 ± 0.04c	0.59 ± 0.06ab
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.56 ± 0.05ab	0.27 ± 0.03ab	0.43 ± 0.04a	0.45 ± 0.06c
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.43 ± 0.08bc	0.27 ± 0.12abc	0.35 ± 0.03b	0.68 ± 0.07a
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.66 ± 0.02a	0.36 ± 0.05a	0.47 ± 0.06a	0.43 ± 0.05c
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.59 ± 0.01ab	0.29 ± 0.03ab	0.44 ± 0.02a	0.49 ± 0.06bc

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 36 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	1.54 ± 0.03a	1.29 ± 0.14b	1.72 ± 0.06b	2.10 ± 0.06a
100%PC + [Si] 5 mM	1.60 ± 0.07a	1.49 ± 0.09b	1.96 ± 0.06a	2.01 ± 0.17a
100%PC + [Si] 10 mM	1.59 ± 0.04a	1.89 ± 0.06a	1.92 ± 0.10a	2.02 ± 0.09a
100%PC + [Si] 15 mM	1.62 ± 0.09a	1.83 ± 0.08a	1.86 ± 0.05a	1.73 ± 0.07b
100%PC + [Si] 20 mM	1.63 ± 0.24a	2.03 ± 0.15a	1.98 ± 0.08a	1.98 ± 0.16a

ตาราง 36 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	2.08 ± 0.05b	1.80 ± 0.07a	1.87 ± 0.09c	2.23 ± 0.21ab
100%PC + [Si] 5 mM	2.00 ± 0.10b	1.89 ± 0.21a	2.04 ± 0.11c	2.33 ± 0.08ab
100%PC + [Si] 10 mM	2.44 ± 0.12a	1.82 ± 0.16a	2.44 ± 0.09a	2.46 ± 0.08a
100%PC + [Si] 15 mM	2.07 ± 0.13b	1.72 ± 0.18a	2.27 ± 0.08ab	2.17 ± 0.09b
100%PC + [Si] 20 mM	2.35 ± 0.05a	1.43 ± 0.06b	2.19 ± 0.07bc	2.24 ± 0.11b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 37 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.68 ± 0.16a	1.63 ± 0.12a	1.95 ± 0.09a	1.33 ± 0.12c
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.65 ± 0.05a	1.69 ± 0.08a	2.01 ± 0.11a	1.67 ± 0.23bc
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.64 ± 0.14a	1.84 ± 0.18a	1.71 ± 0.10b	1.53 ± 0.28c
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.62 ± 0.08a	1.62 ± 0.11a	1.54 ± 0.23b	2.21 ± 0.10a
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.65 ± 0.10a	1.80 ± 0.08a	1.78 ± 0.25ab	2.08 ± 0.24ab

ตาราง 37 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	2.14 ± 0.26ab	1.60 ± 0.04b	1.58 ± 0.16b	2.12 ± 0.31ab
21.88%PC + [Si] 5 mM	1.85 ± 0.10b	1.35 ± 0.15c	2.00 ± 0.05a	1.87 ± 0.33ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	1.55 ± 0.14c	1.40 ± 0.22bc	1.78 ± 0.15b	2.23 ± 0.08a
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.08 ± 0.06a	2.01 ± 0.09a	2.02 ± 0.05a	1.84 ± 0.10b
21.88%PC + [Si] 20 mM	1.95 ± 0.06b	1.96 ± 0.06a	1.99 ± 0.08ab	2.22 ± 0.16a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 38 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	13.66 \pm 2.55a	3.15 \pm 0.21a	1.38 \pm 0.04c	2.48 \pm 0.09b
100%PC + [Si] 5 mM	9.98 \pm 1.60a	2.80 \pm 0.43ab	1.49 \pm 0.03b	2.30 \pm 0.08c
100%PC + [Si] 10 mM	11.11 \pm 0.93a	2.18 \pm 0.03c	1.55 \pm 0.09b	4.24 \pm 1.69ab
100%PC + [Si] 15 mM	12.52 \pm 3.36a	2.84 \pm 0.09b	1.71 \pm 0.04a	6.26 \pm 2.57a
100%PC + [Si] 20 mM	15.57 \pm 6.47a	3.27 \pm 0.97ab	1.71 \pm 0.06a	2.43 \pm 0.19bc

ตาราง 38 (ต่อ) อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	2.40 \pm 0.11ab	14.04 \pm 2.11b	3.94 \pm 0.26abc	3.73 \pm 0.52c
100%PC + [Si] 5 mM	2.62 \pm 0.06a	39.42 \pm 17.86a	4.44 \pm 0.28ab	5.68 \pm 0.54a
100%PC + [Si] 10 mM	2.65 \pm 0.27a	7.39 \pm 1.53c	4.37 \pm 0.18a	4.63 \pm 0.36b
100%PC + [Si] 15 mM	2.12 \pm 0.17bc	11.44 \pm 3.00bc	3.98 \pm 0.20bc	4.71 \pm 0.32b
100%PC + [Si] 20 mM	1.99 \pm 0.10c	9.88 \pm 3.22bc	3.92 \pm 0.22c	3.11 \pm 0.17c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 39 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	9.80 \pm 2.17a	1.46 \pm 0.15c	1.32 \pm 0.09b	1.88 \pm 0.30a
21.88%PC + [Si] 5 mM	10.58 \pm 2.67a	1.61 \pm 0.11c	1.23 \pm 0.07b	1.82 \pm 0.31a
21.88%PC + [Si] 10 mM	16.70 \pm 8.87a	2.08 \pm 0.10b	1.90 \pm 0.04a	1.71 \pm 0.11a
21.88%PC + [Si] 15 mM	10.56 \pm 1.28a	3.13 \pm 0.47a	1.90 \pm 0.07a	1.66 \pm 0.16a
21.88%PC + [Si] 20 mM	13.05 \pm 3.78a	2.98 \pm 0.39a	1.82 \pm 0.05a	1.64 \pm 0.07a

ตาราง 39 (ต่อ) อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	2.91 \pm 0.05a	9.41 \pm 3.09a	5.12 \pm 0.53a	2.56 \pm 0.22c
21.88%PC + [Si] 5 mM	2.33 \pm 0.18bc	4.24 \pm 0.65c	3.69 \pm 0.32c	3.10 \pm 0.23b
21.88%PC + [Si] 10 mM	2.79 \pm 0.40ab	8.01 \pm 3.07ab	4.18 \pm 0.14b	2.38 \pm 0.31c
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.15 \pm 0.08c	4.84 \pm 0.60bc	3.40 \pm 0.35c	3.36 \pm 0.32ab
21.88%PC + [Si] 20 mM	2.30 \pm 0.04c	5.92 \pm 0.77ab	3.56 \pm 0.22c	3.61 \pm 0.27a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 40 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	0.39 ± 0.01a	0.28 ± 0.03b	0.21 ± 0.02c	0.35 ± 0.01a
100%PC + [Si] 5 mM	0.40 ± 0.01a	0.25 ± 0.02b	0.26 ± 0.01b	0.34 ± 0.03a
100%PC + [Si] 10 mM	0.39 ± 0.02a	0.28 ± 0.01b	0.25 ± 0.01b	0.32 ± 0.02a
100%PC + [Si] 15 mM	0.39 ± 0.01a	0.37 ± 0.04a	0.28 ± 0.01ab	0.32 ± 0.08a
100%PC + [Si] 20 mM	0.40 ± 0.05a	0.37 ± 0.02a	0.32 ± 0.02a	0.26 ± 0.03ab

ตาราง 40 (ต่อ) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	0.36 ± 0.02a	0.50 ± 0.02a	0.37 ± 0.02b	0.36 ± 0.04bc
100%PC + [Si] 5 mM	0.38 ± 0.02a	0.52 ± 0.03a	0.39 ± 0.02b	0.46 ± 0.01a
100%PC + [Si] 10 mM	0.40 ± 0.02a	0.45 ± 0.03b	0.44 ± 0.01a	0.41 ± 0.01ab
100%PC + [Si] 15 mM	0.30 ± 0.01b	0.44 ± 0.03b	0.42 ± 0.02ab	0.36 ± 0.01bc
100%PC + [Si] 20 mM	0.32 ± 0.00b	0.35 ± 0.02c	0.40 ± 0.01ab	0.31 ± 0.01c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 41 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.39 ± 0.03a	0.17 ± 0.02c	0.29 ± 0.01b	0.18 ± 0.03b
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.39 ± 0.02a	0.25 ± 0.00b	0.23 ± 0.01c	0.21 ± 0.04b
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.40 ± 0.02a	0.30 ± 0.03a	0.34 ± 0.01a	0.20 ± 0.03b
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.39 ± 0.02a	0.32 ± 0.01a	0.29 ± 0.01b	0.30 ± 0.01a
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.41 ± 0.02a	0.32 ± 0.01a	0.27 ± 0.03b	0.29 ± 0.03a

ตาราง 41 (ต่อ) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.39 ± 0.04a	0.38 ± 0.02ab	0.35 ± 0.03a	0.29 ± 0.04cd
21.88%PC + [Si] 5 mM	0.35 ± 0.02a	0.31 ± 0.04c	0.42 ± 0.02a	0.40 ± 0.08bc
21.88%PC + [Si] 10 mM	0.34 ± 0.00a	0.37 ± 0.02b	0.37 ± 0.03a	0.48 ± 0.05ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.38 ± 0.01a	0.42 ± 0.02a	0.41 ± 0.02a	0.47 ± 0.03b
21.88%PC + [Si] 20 mM	0.33 ± 0.02a	0.45 ± 0.02a	0.41 ± 0.02a	0.58 ± 0.03a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 42 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	60.00 ± 1.94a	33.71 ± 3.52ab	42.71 ± 1.68a	48.44 ± 1.41a
100%PC + [Si] 5 mM	60.65 ± 1.69a	31.66 ± 4.27abc	40.04 ± 3.32ab	30.65 ± 2.57d
100%PC + [Si] 10 mM	59.38 ± 4.81a	33.97 ± 2.28ab	41.88 ± 5.04ab	32.22 ± 6.08d
100%PC + [Si] 15 mM	57.36 ± 2.69a	36.95 ± 3.76a	44.05 ± 0.65a	44.97 ± 2.43b
100%PC + [Si] 20 mM	58.88 ± 1.72a	36.97 ± 0.88a	36.62 ± 2.91bc	41.38 ± 2.41bc

ตาราง 42 (ต่อ) ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	38.19 ± 6.30ab	72.34 ± 5.44a	48.84 ± 1.66a	55.41 ± 1.91a
100%PC + [Si] 5 mM	31.71 ± 3.88bcd	39.90 ± 4.38cd	34.63 ± 6.52c	51.13 ± 3.70ab
100%PC + [Si] 10 mM	36.30 ± 3.37bc	44.25 ± 4.91c	46.88 ± 2.62a	47.62 ± 4.09bcd
100%PC + [Si] 15 mM	43.79 ± 3.56a	67.32 ± 8.23a	49.12 ± 3.75a	50.07 ± 7.61abc
100%PC + [Si] 20 mM	39.40 ± 5.93ab	54.67 ± 4.49b	46.10 ± 2.87ab	53.46 ± 2.14ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 43 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	58.28 ± 2.08a	56.64 ± 3.62a	47.62 ± 2.69a	67.22 ± 4.86a
21.88%PC + [Si] 5 mM	60.00 ± 0.84a	25.44 ± 3.27b	44.41 ± 4.94ab	63.86 ± 0.96ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	56.13 ± 2.92a	18.25 ± 2.41c	38.57 ± 3.82bc	60.90 ± 3.35ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	59.73 ± 3.16a	16.12 ± 5.33c	34.74 ± 4.46cd	60.77 ± 1.86ab
21.88%PC + [Si] 20 mM	56.22 ± 1.68a	24.87 ± 2.77b	43.44 ± 0.73ab	62.71 ± 3.33ab

ตาราง 43 (ต่อ) ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	54.83 ± 6.32a	78.36 ± 6.00a	71.48 ± 0.98a	60.63 ± 3.33a
21.88%PC + [Si] 5 mM	47.41 ± 2.58ac	56.28 ± 8.40bc	65.00 ± 3.11b	48.91 ± 0.63c
21.88%PC + [Si] 10 mM	43.37 ± 5.50cd	49.86 ± 7.11bcd	60.80 ± 2.67bc	52.80 ± 3.12b
21.88%PC + [Si] 15 mM	38.40 ± 3.63de	43.81 ± 5.04de	53.37 ± 1.80d	48.32 ± 1.36c
21.88%PC + [Si] 20 mM	52.54 ± 0.85ab	63.43 ± 6.59b	61.18 ± 2.20bc	56.86 ± 1.99b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 44 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	99.26 ± 7.41a	72.99 ± 6.53b	127.13 ± 12.16ab	122.16 ± 13.93a
100%PC + [Si] 5 mM	100.32 ± 15.93a	73.48 ± 2.41b	116.39 ± 12.01ab	86.95 ± 12.85b
100%PC + [Si] 10 mM	100.06 ± 8.31a	78.58 ± 3.33b	128.66 ± 4.26a	69.93 ± 6.05bc
100%PC + [Si] 15 mM	92.67 ± 10.94a	87.84 ± 5.79a	115.39 ± 4.36b	117.82 ± 3.79a
100%PC + [Si] 20 mM	104.93 ± 16.07a	74.79 ± 3.57b	96.79 ± 4.79c	118.02 ± 8.93a

ตาราง 44 (ต่อ) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	127.09 ± 10.88a	128.73 ± 14.92a	121.23 ± 9.32a	138.09 ± 2.22a
100%PC + [Si] 5 mM	85.87 ± 15.01cd	98.65 ± 5.49c	113.43 ± 10.51a	130.00 ± 9.76a
100%PC + [Si] 10 mM	99.38 ± 10.53bc	92.65 ± 6.99cd	128.89 ± 12.62a	75.73 ± 9.79b
100%PC + [Si] 15 mM	110.59 ± 2.45b	111.29 ± 6.97ab	122.85 ± 12.27a	69.21 ± 5.66b
100%PC + [Si] 20 mM	103.20 ± 2.82c	120.61 ± 12.89ab	125.00 ± 5.39a	129.14 ± 10.28a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 45 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	99.20 ± 10.28a	125.86 ± 7.63a	132.95 ± 5.15a	156.86 ± 15.37a
21.88%PC + [Si] 5 mM	107.61 ± 6.68a	71.09 ± 3.17c	108.16 ± 19.09ab	135.07 ± 11.75ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	94.03 ± 8.48a	60.88 ± 8.31c	87.72 ± 4.90b	141.47 ± 6.25a
21.88%PC + [Si] 15 mM	93.39 ± 13.78a	82.31 ± 6.23b	83.60 ± 13.21b	117.76 ± 7.72b
21.88%PC + [Si] 20 mM	98.20 ± 13.49a	87.73 ± 18.77bc	104.14 ± 19.13b	133.37 ± 16.19ab

ตาราง 45 (ต่อ) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	152.86 ± 12.64a	176.91 ± 11.91a	152.45 ± 22.69a	145.15 ± 4.35a
21.88%PC + [Si] 5 mM	141.24 ± 20.27ab	141.70 ± 15.07b	117.75 ± 7.77b	118.15 ± 4.53c
21.88%PC + [Si] 10 mM	136.06 ± 5.62ab	148.16 ± 17.95ab	113.31 ± 10.40b	121.14 ± 7.13bc
21.88%PC + [Si] 15 mM	131.77 ± 5.05b	108.73 ± 16.26c	92.30 ± 9.88c	116.49 ± 23.67bc
21.88%PC + [Si] 20 mM	148.80 ± 16.02ab	171.49 ± 10.65a	118.98 ± 11.24b	127.50 ± 2.97b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 46 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	H ₂ O ₂ content (µg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	179.73 ± 19.28a	248.85 ± 11.17ab	278.86 ± 17.55ab	231.16 ± 13.17a
100%PC + [Si] 5 mM	172.34 ± 11.71a	233.00 ± 13.24b	233.53 ± 19.22c	171.64 ± 20.76b
100%PC + [Si] 10 mM	179.72 ± 18.99a	199.85 ± 11.85c	289.29 ± 14.41a	185.01 ± 10.18b
100%PC + [Si] 15 mM	164.07 ± 21.37a	226.53 ± 28.53bc	235.26 ± 15.04c	227.18 ± 22.65a
100%PC + [Si] 20 mM	180.00 ± 3.71a	287.90 ± 28.88a	201.78 ± 11.66d	207.13 ± 12.54ab

ตาราง 46 (ต่อ) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	H ₂ O ₂ content (µg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	260.74 ± 12.35a	297.71 ± 15.83a	289.37 ± 20.60a	283.79 ± 21.96a
100%PC + [Si] 5 mM	217.51 ± 12.64b	249.83 ± 18.41b	159.04 ± 10.42c	266.29 ± 40.10ab
100%PC + [Si] 10 mM	217.12 ± 23.50b	262.60 ± 8.11b	181.82 ± 16.67c	237.32 ± 9.05b
100%PC + [Si] 15 mM	250.42 ± 8.68a	278.45 ± 12.78ab	242.03 ± 34.46ab	245.55 ± 5.50b
100%PC + [Si] 20 mM	240.36 ± 25.95ab	254.51 ± 16.55b	277.48 ± 6.62a	273.20 ± 33.91ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 47 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	H_2O_2 content ($\mu g\ g^{-1}$ F.W. \pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	190.56 \pm 0.53a	321.25 \pm 36.19	322.82 \pm 11.65a	402.86 \pm 12.96a
21.88%PC + [Si] 5 mM	171.93 \pm 13.57a	255.88 \pm 29.94ab	236.69 \pm 22.24b	341.72 \pm 10.52b
21.88%PC + [Si] 10 mM	170.42 \pm 16.87a	260.60 \pm 20.50b	232.10 \pm 25.16b	345.88 \pm 22.14b
21.88%PC + [Si] 15 mM	176.44 \pm 18.81a	240.16 \pm 13.34b	231.20 \pm 17.66b	341.91 \pm 8.58b
21.88%PC + [Si] 20 mM	182.80 \pm 17.11a	297.68 \pm 9.30a	263.44 \pm 18.58b	345.26 \pm 21.05b

ตาราง 47 (ต่อ) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	H_2O_2 content ($\mu g\ g^{-1}$ F.W. \pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	384.40 \pm 20.70a	427.85 \pm 6.48a	339.73 \pm 16.25a	306.68 \pm 9.30a
21.88%PC + [Si] 5 mM	338.25 \pm 15.33b	325.42 \pm 14.07bc	313.95 \pm 11.72ab	228.87 \pm 15.65c
21.88%PC + [Si] 10 mM	350.89 \pm 21.27ab	325.76 \pm 21.97bc	311.74 \pm 27.32abc	258.55 \pm 14.90bc
21.88%PC + [Si] 15 mM	324.20 \pm 25.27b	319.99 \pm 14.53c	271.72 \pm 13.21c	229.98 \pm 39.36bc
21.88%PC + [Si] 20 mM	327.60 \pm 38.76ab	347.77 \pm 5.56b	302.74 \pm 15.92b	266.76 \pm 8.26b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 48 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}$ F.W. \pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	44.74 \pm 8.32a	31.03 \pm 6.28a	40.21 \pm 1.93a	20.36 \pm 1.76a
100%PC + [Si] 5 mM	41.34 \pm 5.59a	16.82 \pm 2.79b	30.71 \pm 10.64a	16.11 \pm 2.22a
100%PC + [Si] 10 mM	43.73 \pm 2.05a	26.54 \pm 1.75a	39.14 \pm 4.88a	21.24 \pm 6.33a
100%PC + [Si] 15 mM	42.66 \pm 8.47a	21.78 \pm 3.94ab	37.37 \pm 10.49a	15.72 \pm 2.66a
100%PC + [Si] 20 mM	40.87 \pm 3.64a	31.61 \pm 5.35a	35.83 \pm 4.36a	17.90 \pm 5.24a

ตาราง 48 (ต่อ) ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}$ F.W. \pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	6.29 \pm 2.54a	7.27 \pm 2.30a	13.34 \pm 1.02a	27.84 \pm 1.37b
100%PC + [Si] 5 mM	4.56 \pm 2.19a	5.26 \pm 2.29ab	5.42 \pm 2.08b	29.04 \pm 1.97b
100%PC + [Si] 10 mM	7.76 \pm 3.21a	2.81 \pm 1.37b	5.45 \pm 2.45b	41.68 \pm 4.51a
100%PC + [Si] 15 mM	3.63 \pm 1.02a	3.61 \pm 1.48ab	6.23 \pm 1.39b	28.89 \pm 2.00b
100%PC + [Si] 20 mM	3.51 \pm 1.67a	2.15 \pm 1.12b	4.12 \pm 1.62b	25.10 \pm 1.53b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 49 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}$ F.W. \pm SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	41.20 \pm 8.31a	50.08 \pm 0.58b	59.22 \pm 12.83ab	26.33 \pm 1.44a
21.88%PC + [Si] 5 mM	39.87 \pm 8.98a	52.95 \pm 4.68ab	59.49 \pm 11.96ab	23.69 \pm 2.92a
21.88%PC + [Si] 10 mM	45.07 \pm 9.29a	51.56 \pm 18.10abc	38.38 \pm 10.00b	25.91 \pm 10.03a
21.88%PC + [Si] 15 mM	39.65 \pm 4.98a	73.43 \pm 17.28a	83.07 \pm 12.72a	23.49 \pm 7.46a
21.88%PC + [Si] 20 mM	43.71 \pm 8.14a	41.39 \pm 3.58c	41.80 \pm 7.91b	25.08 \pm 8.40a

ตาราง 49 (ต่อ) ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}$ F.W. \pm SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	12.28 \pm 3.04a	13.60 \pm 1.85a	28.84 \pm 1.56a	34.27 \pm 4.32a
21.88%PC + [Si] 5 mM	5.28 \pm 1.94b	12.36 \pm 0.90a	17.82 \pm 9.34abc	20.97 \pm 2.64c
21.88%PC + [Si] 10 mM	4.17 \pm 1.86b	12.69 \pm 3.43ab	12.25 \pm 1.92c	19.98 \pm 5.49c
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.50 \pm 0.50c	7.11 \pm 2.03bc	12.67 \pm 1.53c	17.79 \pm 6.90c
21.88%PC + [Si] 20 mM	3.53 \pm 1.35b	5.60 \pm 1.59c	18.31 \pm 1.44b	27.24 \pm 1.07b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 50 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
100%PC + [Si] 0 mM	153.70 ± 7.30a	76.12 ± 8.04bc	117.03 ± 4.25c	91.79 ± 4.90c
100%PC + [Si] 5 mM	154.85 ± 10.58a	78.84 ± 2.21c	96.27 ± 2.51d	109.75 ± 6.64b
100%PC + [Si] 10 mM	166.06 ± 9.88a	88.56 ± 5.51b	142.78 ± 8.96 b	160.11 ± 16.35a
100%PC + [Si] 15 mM	152.39 ± 6.70a	111.75 ± 5.81a	122.41 ± 12.39bc	112.67 ± 8.55b
100%PC + [Si] 20 mM	151.91 ± 9.39a	110.02 ± 6.77a	168.62 ± 4.86a	124.39 ± 11.25b

ตาราง 50 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
100%PC + [Si] 0 mM	122.88 ± 3.68b	144.91 ± 7.49c	137.49 ± 2.73c	133.50 ± 5.66c
100%PC + [Si] 5 mM	110.75 ± 2.73c	122.30 ± 2.08c	135.23 ± 3.53c	156.66 ± 5.50b
100%PC + [Si] 10 mM	140.97 ± 2.83a	139.58 ± 3.66a	170.45 ± 4.26a	159.05 ± 14.79ab
100%PC + [Si] 15 mM	134.61 ± 8.23ab	131.05 ± 2.29b	159.60 ± 6.95ab	167.33 ± 3.19a
100%PC + [Si] 20 mM	139.90 ± 10.28a	139.98 ± 12.80ab	159.18 ± 3.74b	164.69 ± 2.39ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 51 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	0	3	6	9
21.88%PC + [Si] 0 mM	165.81 ± 8.93a	123.47 ± 24.00a	168.25 ± 6.05a	122.83 ± 8.82a
21.88%PC + [Si] 5 mM	158.10 ± 5.97a	108.36 ± 7.34a	145.94 ± 4.10b	111.90 ± 5.97a
21.88%PC + [Si] 10 mM	155.14 ± 7.70a	86.92 ± 3.41b	143.35 ± 4.69b	124.17 ± 6.17a
21.88%PC + [Si] 15 mM	159.50 ± 11.00a	86.09 ± 0.61b	138.66 ± 6.36b	118.05 ± 10.49a
21.88%PC + [Si] 20 mM	151.56 ± 6.89a	124.69 ± 20.64a	147.60 ± 6.47b	119.64 ± 4.31a

ตาราง 51 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)			
	Time (days)			
	12	15	18	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	137.33 ± 4.04a	134.03 ± 2.49a	148.21 ± 7.56a	137.38 ± 7.42a
21.88%PC + [Si] 5 mM	122.46 ± 3.51b	130.99 ± 6.05a	140.59 ± 15.17ab	127.77 ± 18.72ab
21.88%PC + [Si] 10 mM	133.68 ± 6.95a	142.82 ± 6.30a	142.37 ± 9.39ab	119.77 ± 18.73ab
21.88%PC + [Si] 15 mM	93.15 ± 8.28d	129.83 ± 15.60a	129.07 ± 11.24b	102.45 ± 7.36b
21.88%PC + [Si] 20 mM	105.63 ± 3.80c	129.39 ± 7.49a	127.46 ± 6.84b	107.31 ± 4.02b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 52 ปริมาณซิลิกอน (total silicon) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total silicon (mg kg ⁻¹ ± SE)
	Time (days)
	21
100%PC + [Si] 0 mM	3,745.33 ± 667.34a
100%PC + [Si] 5 mM	3,893.00 ± 188.24a
100%PC + [Si] 10 mM	4,601.67 ± 823.35a
100%PC + [Si] 15 mM	4,446.00 ± 409.76a
100%PC + [Si] 20 mM	3,808.00 ± 163.17a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 53 ปริมาณซิลิกอน (total silicon) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับการพ่นด้วยซิลิกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

Treatment	Total silicon (mg kg ⁻¹ ± SE)
	Time (days)
	21
21.88%PC + [Si] 0 mM	1,961.00 ± 140.23b
21.88%PC + [Si] 5 mM	1,533.33 ± 211.56c
21.88%PC + [Si] 10 mM	1,609.00 ± 40.67c
21.88%PC + [Si] 15 mM	3,015.33 ± 229.81a
21.88%PC + [Si] 20 mM	2,276.67 ± 378.34b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 54 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำกรทดลองวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2565 – 11 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

Climate data				
Time (days)	Maximum	Minimum	Rainfall (mm.)	Humidity (%)
	temperature (°C)	temperature (°C)		
0	32.10	26.60	3.50	73
3	31.10	24.80	45.20	88
6	26.60	24.60	7.30	97
9	27.00	23.70	2.60	96
12	33.60	25.40	2.30	85
15	32.00	26.00	0.00	89
18	33.80	24.60	0.00	81
21	32.00	24.20	0.00	86

ตาราง 55 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	0.74 \pm 0.02a	0.81 \pm 0.00a	0.81 \pm 0.01a
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.73 \pm 0.02a	0.79 \pm 0.01b	0.81 \pm 0.00a
100%PC + [Si] 15 mM	0.73 \pm 0.00a	0.81 \pm 0.00a	0.80 \pm 0.00a
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.75 \pm 0.01a	0.79 \pm 0.00b	0.80 \pm 0.00a

ตาราง 55 (ต่อ) ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	0.79 \pm 0.01a	0.80 \pm 0.00a	0.81 \pm 0.00a
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.77 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.01b	0.77 \pm 0.03b
100%PC + [Si] 15 mM	0.78 \pm 0.01a	0.78 \pm 0.00b	0.81 \pm 0.00a
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.79 \pm 0.01a	0.79 \pm 0.00b	0.79 \pm 0.00b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 56 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.73 \pm 0.01	0.77 \pm 0.01	0.79 \pm 0.01
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.73 \pm 0.02	0.78 \pm 0.00	0.77 \pm 0.02

ตาราง 56 (ต่อ) ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Fv/Fm (\pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.76 \pm 0.01	0.77 \pm 0.00*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.78 \pm 0.00*	0.74 \pm 0.01	0.78 \pm 0.01

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 57 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับพริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	2.71 \pm 0.68a	9.92 \pm 1.12a	11.31 \pm 1.04ab
100%PC + [Si] 0 mM + F	2.39 \pm 0.92a	6.44 \pm 1.07b	12.72 \pm 1.14a
100%PC + [Si] 15 mM	2.07 \pm 0.16a	6.85 \pm 0.44b	10.06 \pm 1.25b
100%PC + [Si] 15 mM + F	2.15 \pm 0.40a	7.27 \pm 0.49b	9.70 \pm 1.06b

ตาราง 57 (ต่อ) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับพริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	3.22 \pm 0.30a	5.66 \pm 0.52a	9.97 \pm 1.29a
100%PC + [Si] 0 mM + F	2.69 \pm 0.27b	4.05 \pm 0.75bc	4.95 \pm 1.90c
100%PC + [Si] 15 mM	3.10 \pm 0.40ab	3.97 \pm 0.66c	8.94 \pm 0.47ab
100%PC + [Si] 15 mM + F	5.22 \pm 2.01a	5.11 \pm 0.32b	8.01 \pm 0.56b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 58 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	2.11 \pm 0.17	3.29 \pm 0.44	9.12 \pm 0.92*
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.27 \pm 0.21	4.48 \pm 0.51*	5.61 \pm 1.24

ตาราง 58 (ต่อ) ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Pi (\pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	3.86 \pm 0.69	2.77 \pm 0.37	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	4.48 \pm 0.86	2.32 \pm 0.37	4.97 \pm 0.64

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 59 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	91.63 ± 1.62a	86.56 ± 1.62ab	88.03 ± 0.19a
100%PC + [Si] 0 mM + F	93.06 ± 1.84a	86.67 ± 0.51ab	87.89 ± 0.97a
100%PC + [Si] 15 mM	90.82 ± 0.70a	87.68 ± 0.80a	85.15 ± 0.78b
100%PC + [Si] 15 mM + F	92.53 ± 1.87a	85.33 ± 0.94b	85.35 ± 1.20b

ตาราง 59 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	87.67 ± 2.14a	79.47 ± 1.72c	87.30 ± 1.20b
100%PC + [Si] 0 mM + F	85.41 ± 1.83ab	80.26 ± 1.79c	85.73 ± 1.00b
100%PC + [Si] 15 mM	83.36 ± 0.48b	90.93 ± 1.69a	89.66 ± 0.82a
100%PC + [Si] 15 mM + F	88.16 ± 2.31a	86.59 ± 0.65b	88.65 ± 2.08ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 60 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	92.85 ± 2.15	95.79 ± 1.15*	83.11 ± 2.60
21.88%PC + [Si] 15 mM	91.14 ± 0.52	86.29 ± 1.88	87.62 ± 0.49*

ตาราง 60 (ต่อ) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	RWC (% ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	79.75 ± 4.22	83.74 ± 2.54	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	89.50 ± 0.72*	88.40 ± 0.40*	91.24 ± 0.83

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 61 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll *a*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	1.53 ± 0.08a	1.63 ± 0.10a	1.80 ± 0.14a
100%PC + [Si] 0 mM + F	1.43 ± 0.16a	1.69 ± 0.11a	1.73 ± 0.07a
100%PC + [Si] 15 mM	1.44 ± 0.09a	1.58 ± 0.14ab	1.49 ± 0.07b
100%PC + [Si] 15 mM + F	1.49 ± 0.13a	1.46 ± 0.06b	1.83 ± 0.09a

ตาราง 61 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll *a*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	2.03 ± 0.02a	1.58 ± 0.07a	1.81 ± 0.06bc
100%PC + [Si] 0 mM + F	2.06 ± 0.07a	1.53 ± 0.05a	1.73 ± 0.07c
100%PC + [Si] 15 mM	1.46 ± 0.04c	1.49 ± 0.02a	2.05 ± 0.19ab
100%PC + [Si] 15 mM + F	1.67 ± 0.06b	1.52 ± 0.02a	2.04 ± 0.13a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 62 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.58 ± 0.20	1.09 ± 0.07	1.41 ± 0.10
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.63 ± 0.09	1.31 ± 0.15	1.43 ± 0.06

ตาราง 62 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.42 ± 0.05	1.30 ± 0.08	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.51 ± 0.04	1.52 ± 0.07*	1.83 ± 0.10

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 63 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	0.67 ± 0.08a	0.68 ± 0.08a	0.93 ± 0.08a
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.55 ± 0.16a	0.74 ± 0.08a	0.81 ± 0.07ab
100%PC + [Si] 15 mM	0.65 ± 0.09a	0.64 ± 0.09ab	0.66 ± 0.05c
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.54 ± 0.13a	0.56 ± 0.03b	0.74 ± 0.04bc

ตาราง 63 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	0.94 ± 0.02a	0.76 ± 0.06a	0.94 ± 0.02a
100%PC + [Si] 0 mM + F	1.01 ± 0.06a	0.80 ± 0.07a	0.88 ± 0.02b
100%PC + [Si] 15 mM	0.72 ± 0.07c	0.74 ± 0.03a	1.04 ± 0.11a
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.87 ± 0.03b	0.75 ± 0.06a	0.85 ± 0.12ab

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 64 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.53 ± 0.20	0.49 ± 0.06	0.53 ± 0.05
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.68 ± 0.09	0.53 ± 0.07	0.64 ± 0.06

ตาราง 64 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.74 ± 0.02	0.68 ± 0.03	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.77 ± 0.33	0.85 ± 0.07*	1.16 ± 0.05

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 65 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	2.20 ± 0.11a	2.31 ± 0.15a	2.73 ± 0.21a
100%PC + [Si] 0 mM + F	1.98 ± 0.23a	2.43 ± 0.19a	2.54 ± 0.12a
100%PC + [Si] 15 mM	2.09 ± 0.13a	2.22 ± 0.23ab	2.14 ± 0.11b
100%PC + [Si] 15 mM + F	2.03 ± 0.16a	2.02 ± 0.09b	2.57 ± 0.09a

ตาราง 65 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	2.98 ± 0.02a	2.34 ± 0.12a	2.75 ± 0.06ab
100%PC + [Si] 0 mM + F	3.07 ± 0.11a	2.33 ± 0.11a	2.61 ± 0.09b
100%PC + [Si] 15 mM	2.18 ± 0.08c	2.23 ± 0.05a	3.09 ± 0.30a
100%PC + [Si] 15 mM + F	2.54 ± 0.06b	2.26 ± 0.06a	2.89 ± 0.12a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 66 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	2.11 ± 0.28	1.58 ± 0.13	1.95 ± 0.15
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.31 ± 0.08	1.84 ± 0.22	2.07 ± 0.09

ตาราง 66 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	2.16 ± 0.07	1.98 ± 0.11	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.29 ± 0.06	2.37 ± 0.14*	2.98 ± 0.14

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 67 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	2.29 \pm 0.12b	2.39 \pm 0.05b	1.95 \pm 0.09c
100%PC + [Si] 0 mM + F	2.65 \pm 0.18a	2.30 \pm 0.11b	2.15 \pm 0.15bc
100%PC + [Si] 15 mM	2.26 \pm 0.16b	2.53 \pm 0.17ab	2.28 \pm 0.08ab
100%PC + [Si] 15 mM + F	2.78 \pm 0.13a	2.60 \pm 0.04a	2.51 \pm 0.18a

ตาราง 67 (ต่อ) อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	2.15 \pm 0.05a	2.08 \pm 0.08a	1.93 \pm 0.08b
100%PC + [Si] 0 mM + F	2.05 \pm 0.10ab	1.95 \pm 0.13a	1.96 \pm 0.07ab
100%PC + [Si] 15 mM	2.05 \pm 0.17ab	2.01 \pm 0.08a	1.97 \pm 0.03b
100%PC + [Si] 15 mM + F	1.93 \pm 0.11b	2.08 \pm 0.20a	2.69 \pm 0.66a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 68 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	3.02 \pm 0.07*	2.27 \pm 0.16	2.70 \pm 0.16*
21.88%PC + [Si] 15 mM	2.42 \pm 0.21	2.52 \pm 0.13	2.29 \pm 0.24

ตาราง 68 (ต่อ) อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Chlorophyll <i>a</i> : chlorophyll <i>b</i> (\pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	1.94 \pm 0.06	1.89 \pm 0.05	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	1.96 \pm 0.07	1.80 \pm 0.07	1.58 \pm 0.06

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 69 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟีดดิเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	0.33 ± 0.02a	0.36 ± 0.02a	0.35 ± 0.03ab
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.35 ± 0.04a	0.36 ± 0.02a	0.34 ± 0.01ab
100%PC + [Si] 15 mM	0.35 ± 0.02a	0.34 ± 0.03a	0.32 ± 0.01b
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.37 ± 0.03a	0.37 ± 0.02a	0.36 ± 0.01a

ตาราง 69 (ต่อ) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟีดดิเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	0.44 ± 0.02a	0.32 ± 0.02a	0.30 ± 0.01ab
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.45 ± 0.01a	0.26 ± 0.02b	0.28 ± 0.01b
100%PC + [Si] 15 mM	0.34 ± 0.02b	0.29 ± 0.01ab	0.34 ± 0.03a
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.35 ± 0.02b	0.27 ± 0.02b	0.32 ± 0.02a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 70 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.37 ± 0.04	0.28 ± 0.00	0.32 ± 0.02
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.39 ± 0.01	0.32 ± 0.04	0.31 ± 0.01

ตาราง 70 (ต่อ) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.36 ± 0.01	0.25 ± 0.03	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.38 ± 0.01	0.32 ± 0.01*	0.39 ± 0.02

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 71 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	82.16 ± 1.37a	46.46 ± 3.09a	55.78 ± 5.13a
100%PC + [Si] 0 mM + F	82.08 ± 2.56a	43.53 ± 5.14a	46.99 ± 2.97b
100%PC + [Si] 15 mM	80.07 ± 1.92a	49.34 ± 3.79a	18.13 ± 1.85d
100%PC + [Si] 15 mM + F	80.93 ± 2.39a	44.16 ± 7.21a	36.36 ± 3.26c

ตาราง 71 (ต่อ) ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	31.81 ± 3.22b	49.43 ± 7.88a	37.89 ± 2.49b
100%PC + [Si] 0 mM + F	27.08 ± 3.04b	43.41 ± 8.32a	32.32 ± 2.64c
100%PC + [Si] 15 mM	25.44 ± 4.57b	46.81 ± 4.76a	28.54 ± 1.60cd
100%PC + [Si] 15 mM + F	46.39 ± 3.17a	42.15 ± 4.33a	41.77 ± 0.62a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 72 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% \pm SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	88.22 \pm 3.39	63.77 \pm 2.25	59.89 \pm 3.99*
21.88%PC + [Si] 15 mM	89.11 \pm 3.14	61.54 \pm 3.59	45.48 \pm 3.74

ตาราง 72 (ต่อ) ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (% \pm SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	59.90 \pm 6.81*	52.49 \pm 3.93*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	42.00 \pm 1.86	44.05 \pm 3.44	40.34 \pm 1.28

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 73 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	80.48 ± 8.87a	107.94 ± 12.51a	94.46 ± 10.83a
100%PC + [Si] 0 mM + F	89.28 ± 9.41a	137.37 ± 27.22a	102.11 ± 9.70a
100%PC + [Si] 15 mM	91.64 ± 7.87a	122.28 ± 14.90a	61.65 ± 3.91b
100%PC + [Si] 15 mM + F	91.10 ± 11.08a	109.55 ± 14.72a	88.94 ± 10.73a

ตาราง 73 (ต่อ) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	75.65 ± 7.55b	100.97 ± 6.83a	105.36 ± 5.49b
100%PC + [Si] 0 mM + F	67.94 ± 16.01b	104.30 ± 1.93a	98.19 ± 5.15b
100%PC + [Si] 15 mM	66.38 ± 4.79b	95.54 ± 7.62a	73.32 ± 8.91c
100%PC + [Si] 15 mM + F	92.59 ± 9.18a	103.35 ± 14.90a	121.66 ± 7.45a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 74 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	85.67 ± 16.33	127.74 ± 16.30*	129.16 ± 14.55
21.88%PC + [Si] 15 mM	84.85 ± 9.57	78.29 ± 5.89	127.99 ± 13.41

ตาราง 74 (ต่อ) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	95.80 ± 5.21	126.68 ± 28.10*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	84.33 ± 12.82	60.70 ± 7.25	101.06 ± 9.94

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 75 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	H_2O_2 content ($\mu g g^{-1} F.W. \pm SE$)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	163.32 \pm 18.91a	253.22 \pm 44.37a	264.78 \pm 53.95a
100%PC + [Si] 0 mM + F	173.41 \pm 18.22a	269.65 \pm 19.10a	287.69 \pm 34.26a
100%PC + [Si] 15 mM	178.54 \pm 24.15a	266.54 \pm 30.87a	252.07 \pm 20.56a
100%PC + [Si] 15 mM + F	192.06 \pm 11.56a	238.48 \pm 21.12a	232.79 \pm 52.42a

ตาราง 75 (ต่อ) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	H_2O_2 content ($\mu g g^{-1} F.W. \pm SE$)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	121.74 \pm 8.34a	76.62 \pm 13.50a	148.41 \pm 7.43a
100%PC + [Si] 0 mM + F	128.92 \pm 32.18ab	64.21 \pm 11.24a	134.94 \pm 32.96a
100%PC + [Si] 15 mM	88.94 \pm 10.93b	61.89 \pm 11.95a	88.12 \pm 11.80b
100%PC + [Si] 15 mM + F	168.97 \pm 57.69a	75.15 \pm 13.30a	154.13 \pm 9.82a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 76 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	H ₂ O ₂ content (µg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	180.15 ± 27.34	218.94 ± 22.81	316.44 ± 34.99*
21.88%PC + [Si] 15 mM	177.80 ± 12.16	228.78 ± 14.89	230.91 ± 28.68

ตาราง 76 (ต่อ) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	H ₂ O ₂ content (µg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	331.07 ± 20.23*	176.82 ± 43.87*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	229.89 ± 59.78	43.92 ± 10.08	175.73 ± 27.27

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 77 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}\text{F.W.} \pm \text{SE}$)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	18.76 \pm 1.15a	52.24 \pm 2.64a	54.26 \pm 5.32b
100%PC + [Si] 0 mM + F	16.90 \pm 2.86a	40.01 \pm 3.94b	70.46 \pm 5.75a
100%PC + [Si] 15 mM	19.31 \pm 3.43a	37.41 \pm 3.75b	59.22 \pm 2.93b
100%PC + [Si] 15 mM + F	16.51 \pm 3.23a	57.66 \pm 7.23a	74.31 \pm 17.87ab

ตาราง 77 (ต่อ) ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}\text{F.W.} \pm \text{SE}$)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	88.03 \pm 13.50a	63.58 \pm 5.71a	81.38 \pm 8.52b
100%PC + [Si] 0 mM + F	87.30 \pm 7.31a	65.98 \pm 15.50ab	75.98 \pm 10.42b
100%PC + [Si] 15 mM	67.10 \pm 3.54b	50.00 \pm 7.96b	74.91 \pm 9.02b
100%PC + [Si] 15 mM + F	71.33 \pm 2.09b	60.48 \pm 9.07ab	101.95 \pm 10.67a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 78 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตโมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}\text{F.W.} \pm \text{SE}$)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	16.08 \pm 1.66	56.42 \pm 8.36*	65.59 \pm 13.27*
21.88%PC + [Si] 15 mM	20.69 \pm 3.13	41.70 \pm 3.04	39.04 \pm 6.19

ตาราง 78 (ต่อ) ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับฟิโตโมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Proline ($\mu\text{g g}^{-1}\text{F.W.} \pm \text{SE}$)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	160.44 \pm 51.88*	80.25 \pm 5.89*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	83.39 \pm 9.31	49.88 \pm 2.32	111.58 \pm 26.36

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 79 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	121.00 ± 9.03a	105.42 ± 7.77b	126.38 ± 2.18a
100%PC + [Si] 0 mM + F	133.03 ± 13.64a	109.36 ± 2.17b	107.54 ± 10.29b
100%PC + [Si] 15 mM	121.68 ± 4.28a	123.71 ± 8.31a	126.27 ± 6.65a
100%PC + [Si] 15 mM + F	132.86 ± 9.32a	116.17 ± 7.30ab	127.64 ± 6.46a

ตาราง 79 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	139.15 ± 4.42a	130.67 ± 4.61b	127.00 ± 5.50b
100%PC + [Si] 0 mM + F	89.67 ± 5.13b	124.86 ± 7.19b	128.31 ± 6.83b
100%PC + [Si] 15 mM	153.85 ± 13.16a	160.69 ± 4.23a	150.08 ± 10.17a
100%PC + [Si] 15 mM + F	129.92 ± 11.42a	159.91 ± 9.44a	163.51 ± 4.24a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 80 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	118.13 ± 5.68	125.00 ± 4.88	138.47 ± 2.83
21.88%PC + [Si] 15 mM	121.91 ± 5.74	123.96 ± 4.62	135.70 ± 5.02

ตาราง 80 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Total soluble sugar (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	161.28 ± 5.89*	144.25 ± 6.55*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	103.42 ± 5.07	121.69 ± 3.73	143.51 ± 8.04

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 81 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟิโตรีเจนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Catalase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	0.05 ± 0.01a	0.08 ± 0.02a	0.08 ± 0.02a
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.08 ± 0.05a	0.21 ± 0.15 a	0.04 ± 0.01b
100%PC + [Si] 15 mM	0.08 ± 0.02a	0.02 ± 0.00b	0.03 ± 0.01b
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.04 ± 0.01a	0.03 ± 0.01b	0.03 ± 0.01b

ตาราง 81 (ต่อ) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับฟิโตรีเจนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Catalase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	0.08 ± 0.02a	0.19 ± 0.12 a	0.04 ± 0.01c
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.02 ± 0.01bc	0.41 ± 0.15a	0.08 ± 0.02b
100%PC + [Si] 15 mM	0.03 ± 0.00b	0.03 ± 0.01b	0.10 ± 0.06abc
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.01 ± 0.00c	0.04 ± 0.01b	0.14 ± 0.03a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 82 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Catalase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.03
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.07 ± 0.04	0.04 ± 0.03	0.10 ± 0.04

ตาราง 82 (ต่อ) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (catalase; CAT) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Catalase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.04 ± 0.02	0.24 ± 0.14*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.00

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 83 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ฯ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Ascorbate peroxidase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	0.08 ± 0.02a	0.13 ± 0.02a	0.12 ± 0.01a
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.09 ± 0.01a	0.12 ± 0.03a	0.06 ± 0.01b
100%PC + [Si] 15 mM	0.09 ± 0.01a	0.15 ± 0.01a	0.12 ± 0.04a
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.09 ± 0.01a	0.11 ± 0.03a	0.11 ± 0.00a

ตาราง 83 (ต่อ) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ฯ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Ascorbate peroxidase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	0.13 ± 0.01a	0.18 ± 0.02a	0.10 ± 0.02b
100%PC + [Si] 0 mM + F	0.10 ± 0.04a	0.17 ± 0.05a	0.17 ± 0.03a
100%PC + [Si] 15 mM	0.11 ± 0.02a	0.16 ± 0.03a	0.18 ± 0.02a
100%PC + [Si] 15 mM + F	0.14 ± 0.02a	0.14 ± 0.03a	0.16 ± 0.02a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 84 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Ascorbate peroxidase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.08 ± 0.02	0.13 ± 0.02*	0.06 ± 0.01
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.09 ± 0.03	0.09 ± 0.01	0.18 ± 0.07*

ตาราง 84 (ต่อ) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอเบสเพอรอกซิเดส (ascorbate peroxidase; APX) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Ascorbate peroxidase activity (units min ⁻¹ g ⁻¹ F.W.± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	0.57 ± 0.42	0.21 ± 0.04*	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	0.15 ± 0.02	0.15 ± 0.02	0.19 ± 0.06

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 85 จำนวนปากใบของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Number of stomata (mm ⁻² ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
100%PC + [Si] 0 mM	273.08 ± 8.16a	277.88 ± 16.79a	289.42 ± 11.47ab
100%PC + [Si] 0 mM + F	279.81 ± 13.45a	278.85 ± 17.94a	276.92 ± 2.72b
100%PC + [Si] 15 mM	274.04 ± 5.74a	268.27 ± 12.30a	290.38 ± 8.53a
100%PC + [Si] 15 mM + F	261.54 ± 11.85a	274.04 ± 9.60a	270.19 ± 8.22b

ตาราง 85 (ต่อ) จำนวนปากใบของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เมื่อได้รับทริตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Number of stomata (mm ⁻² ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
100%PC + [Si] 0 mM	311.54 ± 9.02a	307.69 ± 13.42a	286.54 ± 14.52ab
100%PC + [Si] 0 mM + F	256.73 ± 8.80c	300.96 ± 12.89a	298.08 ± 11.59a
100%PC + [Si] 15 mM	281.73 ± 10.34b	248.08 ± 11.05c	284.62 ± 3.51b
100%PC + [Si] 15 mM + F	271.15 ± 17.66bc	270.19 ± 5.06b	309.62 ± 21.44a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 86 จำนวนปากใบของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Number of stomata (mm ⁻² ± SE)		
	Time (days)		
	0	7	14
21.88%PC + [Si] 0 mM	285.65 ± 14.42	300.00 ± 10.30	301.92 ± 11.16
21.88%PC + [Si] 15 mM	274.04 ± 5.30	281.73 ± 10.22	304.81 ± 11.25

ตาราง 86 (ต่อ) จำนวนปากใบของต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) เมื่อได้รับทรีตเมนต์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 35 วัน

Treatment	Number of stomata (mm ⁻² ± SE)		
	Time (days)		
	21	28	35
21.88%PC + [Si] 0 mM	425.00 ± 8.53*	189.42 ± 9.21	nd
21.88%PC + [Si] 15 mM	299.04 ± 7.75	350.96 ± 9.60*	344.23 ± 11.38

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ nd แสดงถึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้เนื่องจากต้นไทรเกาหลีตาย

ตาราง 87 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำารทดลองวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2566 – 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

Climate data				
Time (days)	Maximum	Minimum	Rainfall (mm.)	Humidity (%)
	temperature (°C)	temperature (°C)		
0	31.20	24.50	0.00	61
7	31.60	26.50	0.00	64
14	33.90	24.60	0.00	68
21	34.80	24.40	0.00	53
28	33.00	20.00	0.00	53
35	32.90	26.00	0.00	78

ตาราง 88 การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes) ของกระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Conditions	Time (days)	CO ₂ fluxes (kg m ⁻² hr ⁻¹ ± SE)	
		Soil	Soil + <i>F. annulata</i>
100% PC	0	0.59 ± 0.11	0.56 ± 0.10
	7	0.50 ± 0.08	0.46 ± 0.10
	14	0.69 ± 0.14	0.43 ± 0.18
	21	0.62 ± 0.19	0.73 ± 0.15
	28	0.61 ± 0.09	0.55 ± 0.14
	35	0.60 ± 0.09	0.61 ± 0.10
	42	0.56 ± 0.18	0.32 ± 0.08
	49	0.32 ± 0.08	0.54 ± 0.11
	56	0.28 ± 0.09	0.13 ± 0.03
	63	0.21 ± 0.10	0.21 ± 0.04
	70	0.41 ± 0.10	0.32 ± 0.09
	77	0.36 ± 0.05	0.40 ± 0.19
	84	0.42 ± 0.02	0.72 ± 0.13
	91	0.23 ± 0.04	0.10 ± 0.03
	98	0.20 ± 0.01	0.19 ± 0.00
105	0.20 ± 0.01	0.07 ± 0.03	
112	0.17 ± 0.03	0.13 ± 0.12	

ตาราง 89 การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fluxes) ของกระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลีในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Conditions	Time (days)	CO ₂ fluxes (kg m ⁻² hr ⁻¹ ± SE)	
		Soil	Soil + <i>F. annulata</i>
37.5% PC	0	0.36 ± 0.01	1.00 ± 0.38
	7	0.57 ± 0.14	0.32 ± 0.08
	14	0.59 ± 0.11	1.12 ± 0.52
	21	0.39 ± 0.12	0.47 ± 0.07
	28	0.28 ± 0.03	0.72 ± 0.19
	35	0.39 ± 0.10	0.54 ± 0.11
	42	0.29 ± 0.05	0.61 ± 0.15
	49	0.49 ± 0.16	0.52 ± 0.09
	56	0.23 ± 0.02	0.11 ± 0.01
	63	0.28 ± 0.07	0.58 ± 0.22
	70	0.44 ± 0.13	0.51 ± 0.14
	77	0.42 ± 0.07	0.42 ± 0.05
	84	0.36 ± 0.05	0.74 ± 0.10
	91	0.12 ± 0.03	0.20 ± 0.05
	98	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.02
	105	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.02
112	0.05 ± 0.01	0.10 ± 0.02	

ตาราง 90 ประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (chlorophyll fluorescence; Fv/Fm) ของต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Fv/Fm (\pm SE)	0	0.82 \pm 0.00	0.82 \pm 0.00
	7	0.79 \pm 0.00*	0.75 \pm 0.01
	14	0.82 \pm 0.00*	0.77 \pm 0.02
	21	0.81 \pm 0.00*	0.65 \pm 0.04
	28	0.82 \pm 0.01*	0.78 \pm 0.01
	35	0.82 \pm 0.01	0.82 \pm 0.00
	42	0.82 \pm 0.01	0.81 \pm 0.01
	49	0.79 \pm 0.01	0.78 \pm 0.01
	56	0.82 \pm 0.01	0.82 \pm 0.00
	63	0.75 \pm 0.05	0.79 \pm 0.01
	70	0.80 \pm 0.01*	0.75 \pm 0.03
	77	0.83 \pm 0.00	0.82 \pm 0.00
	84	0.72 \pm 0.01	0.73 \pm 0.01
	91	0.75 \pm 0.02	0.76 \pm 0.02
98	0.80 \pm 0.00*	0.79 \pm 0.01	
105	0.82 \pm 0.01	0.80 \pm 0.01	
112	0.79 \pm 0.01*	0.68 \pm 0.06	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 91 ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (performance index; Pi) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Pi (\pm SE)	0	7.03 \pm 1.44	8.17 \pm 0.67
	7	6.89 \pm 1.95	3.98 \pm 1.07
	14	14.02 \pm 0.16*	4.69 \pm 2.53
	21	12.75 \pm 3.15*	1.18 \pm 0.35
	28	19.59 \pm 1.75*	6.60 \pm 2.04
	35	13.72 \pm 2.35	13.95 \pm 2.05
	42	13.35 \pm 2.63	12.73 \pm 2.15
	49	6.80 \pm 1.13	8.96 \pm 1.98
	56	11.86 \pm 2.08	12.92 \pm 2.90
	63	7.52 \pm 2.39	9.52 \pm 1.20
	70	8.67 \pm 0.63	6.11 \pm 2.31
	77	11.56 \pm 1.33	12.69 \pm 1.57
	84	1.66 \pm 0.32	2.63 \pm 0.38*
	91	5.11 \pm 1.05	6.66 \pm 2.04
98	9.15 \pm 1.60	6.75 \pm 1.48	
105	13.24 \pm 2.21	11.07 \pm 3.58	
112	6.90 \pm 1.33*	1.73 \pm 1.22	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 92 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
RWC (% ± SE)	0	86.24 ± 0.96	83.35 ± 1.95
	7	81.71 ± 2.27	79.32 ± 2.54
	14	93.11 ± 3.53*	83.65 ± 1.25
	21	85.13 ± 2.31*	76.11 ± 3.38
	28	79.60 ± 2.58	82.74 ± 0.94
	35	83.71 ± 1.53	83.28 ± 1.69
	42	85.10 ± 2.16	85.47 ± 2.20
	49	86.94 ± 1.33	83.07 ± 3.08
	56	88.59 ± 4.51	83.86 ± 2.74
	63	92.72 ± 1.18	91.43 ± 2.00
	70	82.69 ± 1.31	85.02 ± 3.24
	77	87.78 ± 1.23	90.42 ± 3.11
	84	87.42 ± 1.60	88.64 ± 2.43
	91	87.57 ± 3.01	86.49 ± 2.41
98	87.78 ± 1.54	90.55 ± 1.13	
105	87.65 ± 0.84	87.51 ± 1.07	
112	90.65 ± 3.66*	82.92 ± 2.14	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 93 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Chlorophyll a (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)	0	1.55 ± 0.06	1.45 ± 0.19
	7	1.46 ± 0.13	1.72 ± 0.10*
	14	1.71 ± 0.04*	1.44 ± 0.03
	21	1.84 ± 0.11*	1.25 ± 0.11
	28	2.05 ± 0.17*	1.37 ± 0.12
	35	2.08 ± 0.07	2.02 ± 0.11
	42	2.03 ± 0.23	2.01 ± 0.08
	49	2.24 ± 0.11	2.31 ± 0.12
	56	2.28 ± 0.23*	1.69 ± 0.06
	63	2.11 ± 0.04*	1.48 ± 0.06
	70	2.14 ± 0.19	2.16 ± 0.03
	77	1.63 ± 0.11	1.89 ± 0.17
	84	2.28 ± 0.13*	1.95 ± 0.02
	91	2.22 ± 0.20*	1.66 ± 0.12
	98	2.13 ± 0.14*	1.53 ± 0.08
105	2.04 ± 0.17	1.76 ± 0.13	
112	1.83 ± 0.13*	1.11 ± 0.05	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 94 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll *b*) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Chlorophyll <i>b</i> (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)	0	0.51 ± 0.05	0.51 ± 0.04
	7	0.72 ± 0.23*	0.14 ± 0.04
	14	0.99 ± 0.16*	0.58 ± 0.03
	21	0.95 ± 0.06*	0.74 ± 0.07
	28	0.81 ± 0.04*	0.50 ± 0.04
	35	0.63 ± 0.03	0.69 ± 0.08
	42	0.72 ± 0.08	0.73 ± 0.03
	49	0.64 ± 0.07	0.68 ± 0.02
	56	1.23 ± 0.14*	0.99 ± 0.05
	63	1.06 ± 0.06*	0.81 ± 0.04
	70	0.68 ± 0.04	0.65 ± 0.05
	77	0.69 ± 0.04	0.78 ± 0.07
	84	0.67 ± 0.05	0.68 ± 0.01
	91	0.89 ± 0.13*	0.61 ± 0.04
98	0.45 ± 0.03	0.46 ± 0.03	
105	0.65 ± 0.12	0.51 ± 0.04	
112	0.69 ± 0.09*	0.44 ± 0.04	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 95 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Total chlorophyll (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)	0	2.07 ± 0.08	1.96 ± 0.23
	7	2.18 ± 0.18*	1.86 ± 0.09
	14	2.70 ± 0.19*	2.02 ± 0.05
	21	2.78 ± 0.13*	1.99 ± 0.17
	28	2.86 ± 0.19*	1.86 ± 0.16
	35	2.71 ± 0.05	2.71 ± 0.12
	42	2.75 ± 0.30	2.73 ± 0.12
	49	2.88 ± 0.14	2.99 ± 0.14
	56	3.51 ± 0.35*	2.68 ± 0.09
	63	3.17 ± 0.10*	2.29 ± 0.10
	70	2.82 ± 0.21	2.81 ± 0.05
	77	2.32 ± 0.15	2.67 ± 0.23
	84	2.95 ± 0.18*	2.62 ± 0.03
	91	3.11 ± 0.33*	2.27 ± 0.16
	98	2.58 ± 0.15*	1.99 ± 0.08
105	2.68 ± 0.29	2.27 ± 0.17	
112	2.53 ± 0.21*	1.55 ± 0.08	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 96 อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ต่อ บี (chlorophyll *a* : chlorophyll *b*) ของต้นไทร เกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Chlorophyll <i>a</i> : <i>b</i> (\pm SE)	0	3.13 \pm 0.37	2.83 \pm 0.15
	7	15.68 \pm 14.24	18.41 \pm 6.36
	14	1.85 \pm 0.27	2.50 \pm 0.11*
	21	1.96 \pm 0.15*	1.70 \pm 0.05
	28	2.53 \pm 0.10	2.75 \pm 0.13
	35	3.31 \pm 0.21	3.05 \pm 0.38
	42	2.85 \pm 0.16	2.77 \pm 0.04
	49	3.58 \pm 0.34	3.38 \pm 0.11
	56	1.87 \pm 0.10	1.72 \pm 0.06
	63	1.99 \pm 0.09*	1.81 \pm 0.01
	70	3.16 \pm 0.23	3.38 \pm 0.24
	77	2.36 \pm 0.04	2.43 \pm 0.06
	84	3.39 \pm 0.10*	2.88 \pm 0.07
	91	2.57 \pm 0.15	2.70 \pm 0.02
	98	4.74 \pm 0.35*	3.33 \pm 0.27
	105	3.30 \pm 0.28	3.47 \pm 0.11
112	2.72 \pm 0.20	2.60 \pm 0.26	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 97 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Carotenoids (mg g ⁻¹ F.W. ± SE)	0	0.40 ± 0.01	0.43 ± 0.06
	7	0.13 ± 0.05	0.18 ± 0.01
	14	0.35 ± 0.05	0.44 ± 0.03
	21	0.44 ± 0.03	0.38 ± 0.03
	28	0.59 ± 0.05	0.51 ± 0.03
	35	0.48 ± 0.01	0.48 ± 0.04
	42	0.48 ± 0.05	0.52 ± 0.03
	49	0.52 ± 0.03	0.56 ± 0.03
	56	0.43 ± 0.06	0.35 ± 0.02
	63	0.48 ± 0.01*	0.30 ± 0.02
	70	0.53 ± 0.05	0.49 ± 0.00
	77	0.41 ± 0.02	0.47 ± 0.06
	84	0.60 ± 0.03*	0.45 ± 0.03
	91	0.56 ± 0.08*	0.37 ± 0.02
	98	0.58 ± 0.03*	0.39 ± 0.03
105	0.54 ± 0.03	0.49 ± 0.03	
112	0.38 ± 0.02*	0.23 ± 0.01	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 98 ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Electrolyte leakage (% ± SE)	0	39.53 ± 6.39	45.23 ± 5.54
	7	46.35 ± 1.31	50.94 ± 4.32
	14	47.04 ± 5.36	52.75 ± 1.72
	21	38.85 ± 2.45	49.65 ± 2.88*
	28	41.71 ± 2.84	36.56 ± 5.69
	35	53.15 ± 7.78	64.81 ± 7.57
	42	60.06 ± 6.75	62.96 ± 2.53
	49	29.34 ± 2.64	30.10 ± 1.00
	56	44.60 ± 4.76	41.95 ± 7.49
	63	46.88 ± 6.31	69.42 ± 9.37*
	70	66.13 ± 2.31	77.34 ± 6.84*
	77	68.81 ± 3.49	62.02 ± 10.64
	84	38.33 ± 3.91	44.73 ± 2.09*
	91	28.56 ± 1.16	31.41 ± 1.13*
98	33.34 ± 1.70	40.59 ± 1.66*	
105	22.93 ± 1.53	28.84 ± 0.82*	
112	44.55 ± 3.42	57.78 ± 3.47*	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 99 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
MDA content (ng g ⁻¹ F.W. ± SE)	0	162.92 ± 18.56	152.45 ± 21.14
	7	174.44 ± 11.84	147.76 ± 19.93
	14	140.35 ± 14.40	110.76 ± 35.21
	21	118.70 ± 9.41	110.00 ± 9.49
	28	116.27 ± 17.18	125.55 ± 22.79
	35	70.66 ± 18.35	92.11 ± 1.17*
	42	105.51 ± 12.11	117.29 ± 4.87
	49	113.55 ± 15.11	115.78 ± 16.21
	56	109.27 ± 10.93	94.46 ± 17.59
	63	103.73 ± 9.45	85.46 ± 15.16
	70	143.22 ± 15.15	116.91 ± 15.80
	77	149.06 ± 23.11	124.01 ± 20.68
	84	132.52 ± 25.67	93.00 ± 15.13
	91	142.45 ± 15.34	166.59 ± 22.04
98	133.14 ± 8.04	159.93 ± 17.14*	
105	135.29 ± 10.94	144.34 ± 5.34	
112	119.48 ± 8.70	150.99 ± 9.01*	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 100 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H₂O₂) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
H ₂ O ₂ content ($\mu\text{g g}^{-1}\text{F.W.} \pm \text{SE}$)	0	349.45 \pm 37.06	330.19 \pm 65.79
	7	449.87 \pm 83.94	387.92 \pm 65.68
	14	370.49 \pm 30.54	429.82 \pm 74.64
	21	350.15 \pm 17.21	437.22 \pm 61.52*
	28	333.54 \pm 19.50	309.54 \pm 16.27
	35	352.40 \pm 12.04	321.06 \pm 21.57
	42	337.32 \pm 23.81	399.89 \pm 41.70
	49	321.56 \pm 35.62	377.12 \pm 131.13
	56	214.72 \pm 71.24	173.89 \pm 40.00
	63	351.10 \pm 90.43	236.81 \pm 29.40
	70	181.16 \pm 27.75	261.46 \pm 50.72*
	77	152.50 \pm 23.94	123.24 \pm 19.94
	84	169.17 \pm 43.25	210.40 \pm 23.13
	91	183.43 \pm 44.59	291.15 \pm 59.22*
98	174.31 \pm 43.52	351.04 \pm 41.08*	
105	162.73 \pm 27.91	272.86 \pm 33.66*	
112	225.77 \pm 16.75	264.77 \pm 10.54*	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 101 ปริมาณโพรลีน (proline) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
Proline content ($\mu\text{g g}^{-1}\text{F.W.} \pm \text{SE}$)	0	16.96 \pm 4.01	14.68 \pm 5.28
	7	15.90 \pm 3.30	43.48 \pm 10.03*
	14	70.12 \pm 8.44	95.38 \pm 8.11*
	21	62.02 \pm 10.95	108.16 \pm 26.89*
	28	62.18 \pm 11.21	72.08 \pm 12.44
	35	33.94 \pm 2.16	38.13 \pm 6.47
	42	35.56 \pm 1.69	41.39 \pm 5.92
	49	55.15 \pm 0.80	53.97 \pm 2.16
	56	41.95 \pm 9.52	45.16 \pm 5.31
	63	39.73 \pm 6.47	60.40 \pm 12.19*
	70	14.01 \pm 3.87	44.59 \pm 13.26*
	77	42.38 \pm 2.31	33.68 \pm 4.70*
	84	23.29 \pm 4.24	36.39 \pm 6.69*
	91	36.41 \pm 13.96	62.66 \pm 6.33*
98	33.25 \pm 5.65	65.51 \pm 16.88*	
105	34.34 \pm 6.66	42.19 \pm 0.85	
112	28.90 \pm 7.34	67.27 \pm 8.45*	

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 102 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble sugar; TSS) ของต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC) เป็นระยะเวลา 112 วัน

Parameter	Time (days)	Treatment	
		100% PC	37.5% PC
TSS content	0	101.50 ± 5.55	98.33 ± 2.63
(mg g ⁻¹ F.W. ± SE)	7	94.45 ± 10.47	101.25 ± 1.82
	14	131.95 ± 6.34	143.18 ± 0.94*
	21	109.66 ± 5.94	160.54 ± 17.63*
	28	153.91 ± 15.05	139.00 ± 9.83
	35	122.94 ± 10.54	122.61 ± 4.28
	42	117.45 ± 10.92	125.71 ± 7.14
	49	129.52 ± 12.73	134.48 ± 9.36
	56	118.08 ± 9.74	131.74 ± 10.75
	63	138.67 ± 10.79*	112.24 ± 10.91
	70	85.26 ± 3.58	117.53 ± 2.42*
	77	114.29 ± 10.06	118.97 ± 15.67
	84	152.13 ± 10.48	170.50 ± 15.16
	91	179.04 ± 11.14	159.22 ± 28.80
	98	134.21 ± 8.50	154.91 ± 6.21*
	105	112.68 ± 10.69	125.69 ± 7.62
	112	139.52 ± 6.28	157.77 ± 5.77*

หมายเหตุ * แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 103 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทำารทดลองวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 – 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 เป็นระยะเวลา 112 วัน ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

Time (days)	Climate data			
	Maximum	Minimum	Rainfall (mm.)	Humidity (%)
	temperature (°C)	temperature (°C)		
0	31.80	25.90	67.40	93
7	30.40	26.80	14.80	82
14	35.00	27.30	92.30	80
21	32.90	25.40	0.00	82
28	31.50	27.50	18.20	82
35	31.60	24.50	0.00	88
42	32.70	25.00	6.30	90
49	33.10	24.80	0.00	79
56	26.60	24.60	7.30	97
63	32.60	26.40	82.70	91
70	32.00	24.40	61.80	84
77	32.40	23.90	0.00	72
84	35.00	26.30	0.00	76
91	34.90	25.00	0.00	59
98	33.00	26.50	0.00	64
105	33.50	25.50	2.60	81
112	33.40	26.40	0.00	69

ตาราง 104 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์

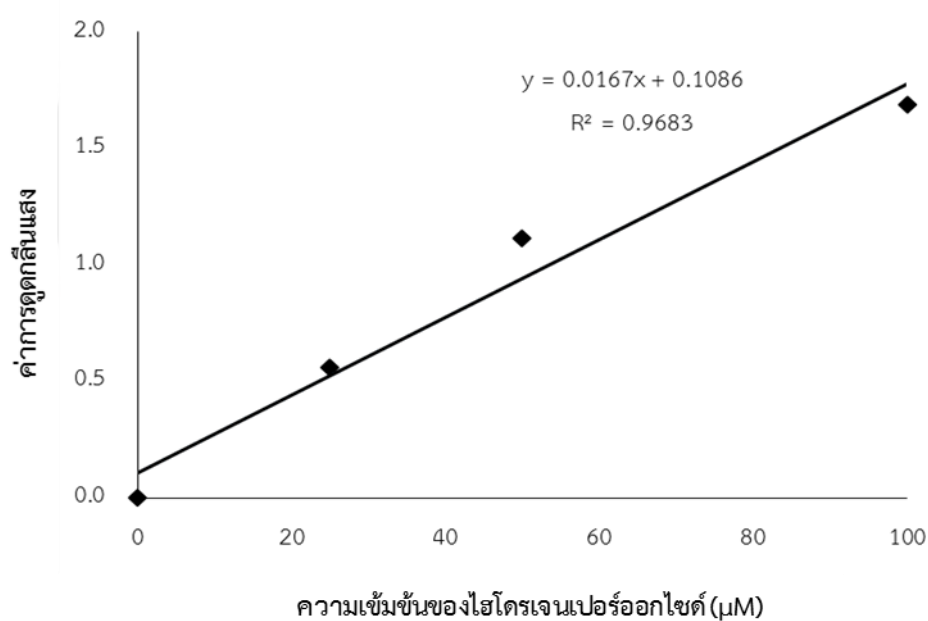
ความเข้มข้นสารเคมี	การเตรียมสารเคมี
20% trichloroacetic acid (TCA)	ชั่ง TCA 20 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
0.1% trichloroacetic acid (TCA)	ชั่ง TCA 0.1 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
0.5% thiobarbituric acid (TBA)	ชั่ง TBA 0.5 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วย 20% TCA

ตาราง 105 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ความเข้มข้นสารเคมี	การเตรียมสารเคมี
10 mM potassium phosphate buffer	ชั่ง KH_2PO_4 0.834 g และชั่ง K_2HPO_4 0.673 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 mL และปรับ pH ด้วยสารละลาย HCl หรือ NaOH ให้ได้ pH 7.0 และปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
0.1% trichloroacetic acid (TCA)	ชั่ง TCA 0.1 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
1 M potassium iodide (KI)	ชั่ง KI 16.6 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น

ตาราง 106 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ลำดับที่	ความเข้มข้นสุทธิ (μM)	ปริมาตรสารละลาย มาตรฐาน 500 μM (μL)	ปริมาตรน้ำกลั่น (μL)
1	0	-	1000
2	50	100	900
3	100	200	800
4	150	300	700
5	200	400	600



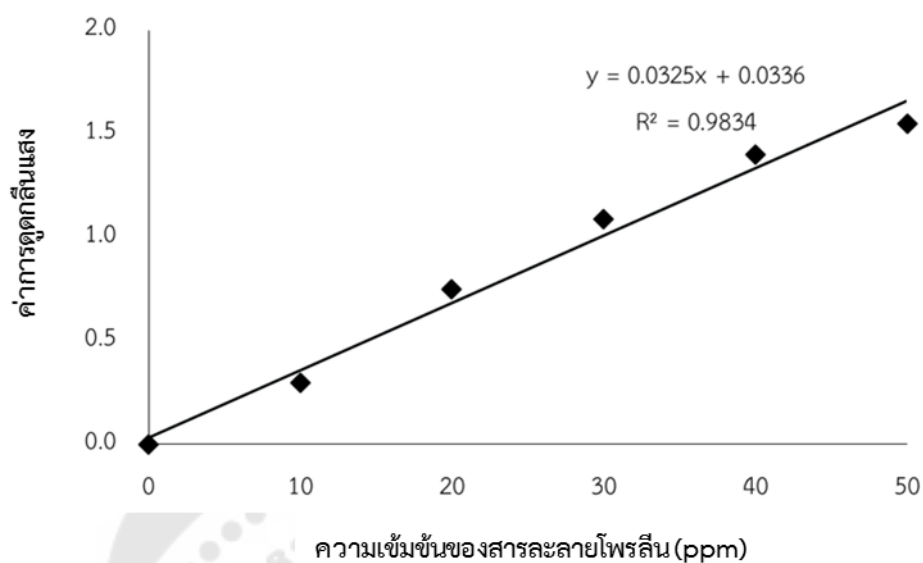
ภาพประกอบ 127 กราฟมาตรฐานของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ตาราง 107 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโพรตีน

ความเข้มข้นสารเคมี	การเตรียมสารเคมี
3% sulfosalicylic acid	ชั่ง sulfosalicylic acid 3 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
glacial acetic acid	100% glacial acetic acid
6 M phosphoric acid	85% phosphoric acid (8.67 M) 69.20 mL และปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
acid ninhydrin	ชั่ง ninhydrin 1.25 g ผสมกับ glacial acetic acid 30 mL และ 6M phosphoric acid 20 mL
toluene	100% toluene

ตาราง 108 การเตรียมสารละลายมาตรฐานโพรตีน

ลำดับที่	ความเข้มข้นสุทธิ (ppm)	ปริมาตรสารละลาย 1000 ppm (mL)	ปริมาตรน้ำกลั่น (mL)
1	0	-	25.00
2	10	0.25	24.75
3	20	0.50	24.50
4	30	0.75	24.25
5	40	1.00	24.00
6	50	1.25	23.75



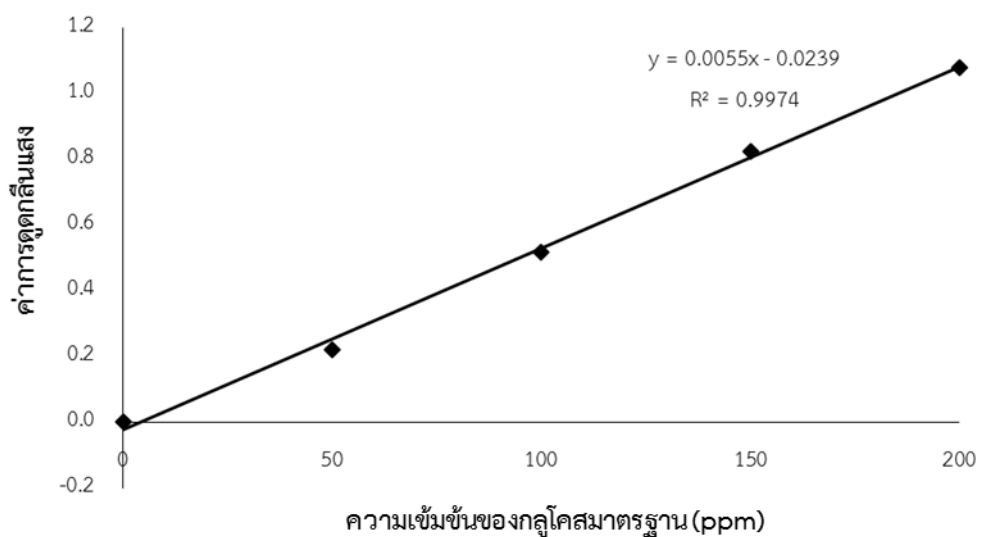
ภาพประกอบ 128 กราฟมาตรฐานไพเรีน

ตาราง 109 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TSS)

ความเข้มข้นสารเคมี	การเตรียมสารเคมี
80% ethanol	100% ethanol 800 mL ปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
70% sulfuric acid (H ₂ SO ₄)	98% H ₂ SO ₄ 714.28 mL เต็มและปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
anthrone reagent	ชั่ง anthrone 0.05 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วย 70% H ₂ SO ₄

ตาราง 110 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส

ลำดับที่	ความเข้มข้น สุทธิ (ppm)	ปริมาตรสารละลาย มาตรฐาน 200 ppm (μL)	ปริมาตรน้ำกลั่น (μL)	ปริมาตร anthrone (μL)
1	0	-	500	4500
2	50	125	375	4500
3	100	250	250	4500
4	150	375	125	4500
5	200	500	-	4500



ภาพประกอบ 129 กราฟมาตรฐานของกลูโคส

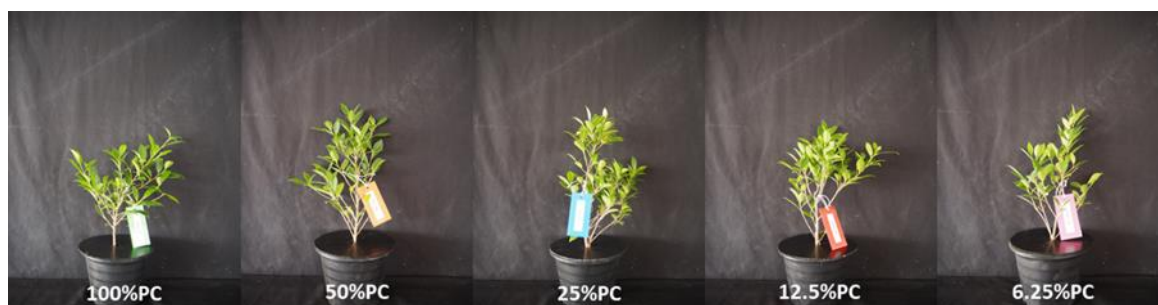
ตาราง 111 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส (CAT)

ความเข้มข้นสารเคมี	การเตรียมสารเคมี
10 mM potassium phosphate buffer	ชั่ง KH_2PO_4 0.834 g และชั่ง K_2HPO_4 0.673 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 mL และปรับ pH ด้วยสารละลาย HCl หรือ NaOH ให้ได้ pH 7.0 และปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
4% polyvinylpyrrolidone (PVP)	ชั่ง PVP 4 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วย 10 mM potassium phosphate buffer
0.03% H_2O_2	ปิเปต 30% H_2O_2 0.1 mL และปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น

ตาราง 112 การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แอสคอบีสเพอออกซิเดส (APX)

ความเข้มข้นสารเคมี	การเตรียมสารเคมี
10 mM potassium phosphate buffer	ชั่ง KH_2PO_4 0.834 g และชั่ง K_2HPO_4 0.673 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 mL และปรับ pH ด้วยสารละลาย HCl หรือ NaOH ให้ได้ pH 7.0 และปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
50 mM potassium phosphate buffer	ชั่ง KH_2PO_4 4.216 g และชั่ง K_2HPO_4 3.306 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
4% polyvinylpyrrolidone (PVP)	ชั่ง PVP 4 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วย 10 mM potassium phosphate buffer
0.5 mM ascorbic acid ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)	ชั่ง $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 0.088 g ละลายและปรับปริมาตรรวม 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น
50 mM H_2O_2	ปิเปต 30% H_2O_2 0.56 mL และปรับปริมาตรรวม 100 mL ด้วยน้ำกลั่น

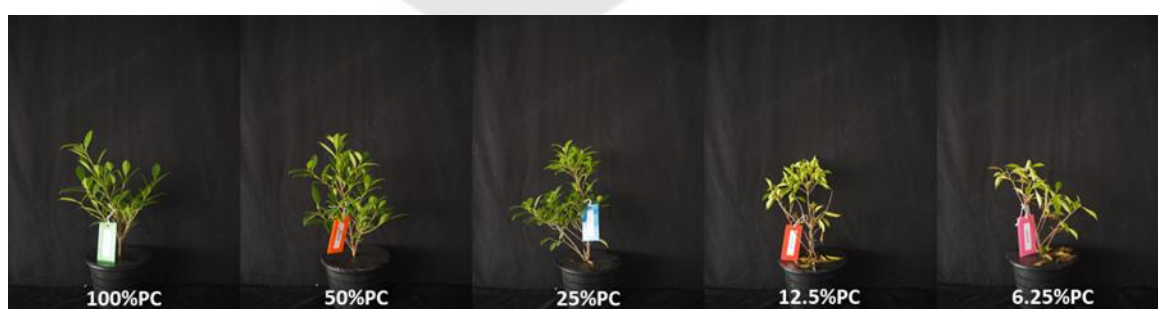
ภาพการทดลองที่ 1.1 การหาช่วงระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะเครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี



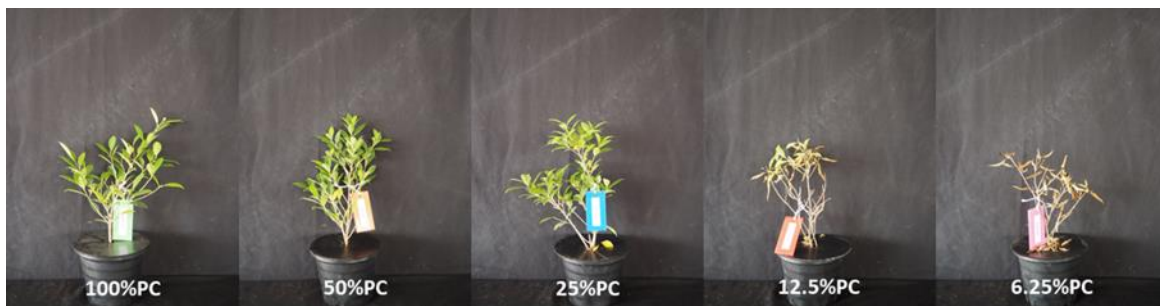
ภาพประกอบ 130 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 0 วัน



ภาพประกอบ 131 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 3 วัน



ภาพประกอบ 132 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ (100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 6 วัน



ภาพประกอบ 133 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 9 วัน

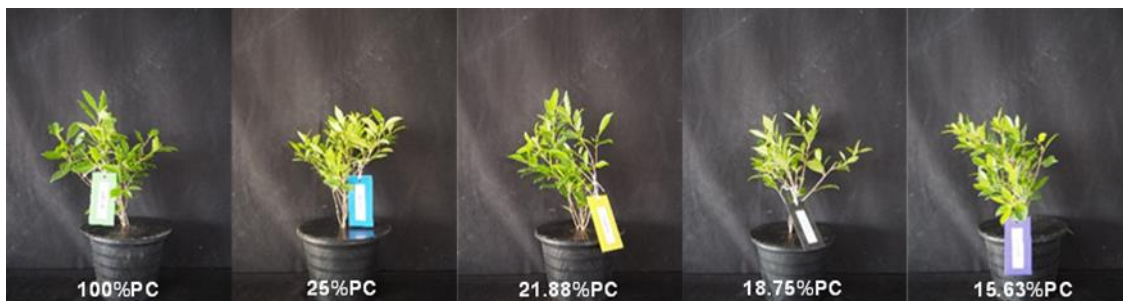


ภาพประกอบ 134 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 12 วัน



ภาพประกอบ 135 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 50, 25, 12.5 และ 6.25% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

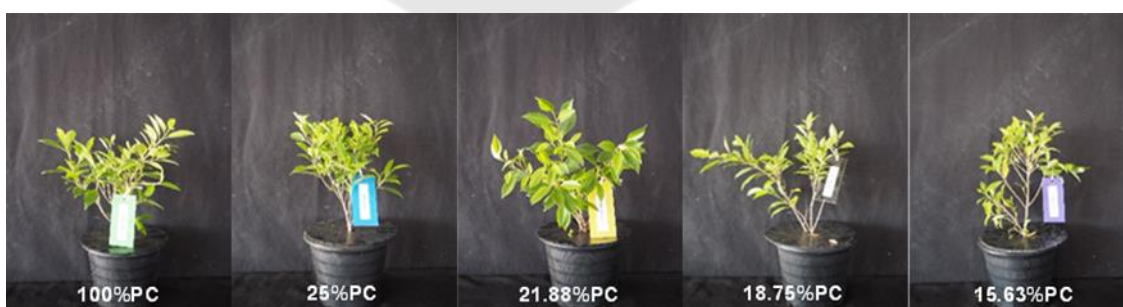
การทดลองที่ 1.2 การหาระดับของ PC ของดินที่เหมาะสมในการจำลองสภาวะ
เครียดจากความแล้งให้กับต้นไทรเกาหลี



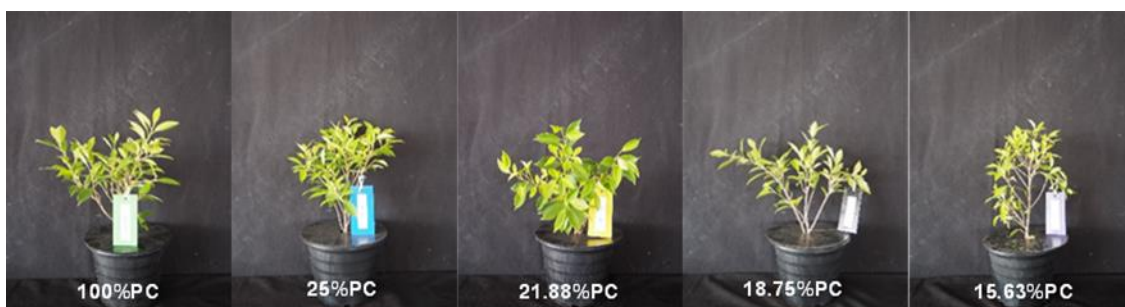
ภาพประกอบ 136 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 0 วัน



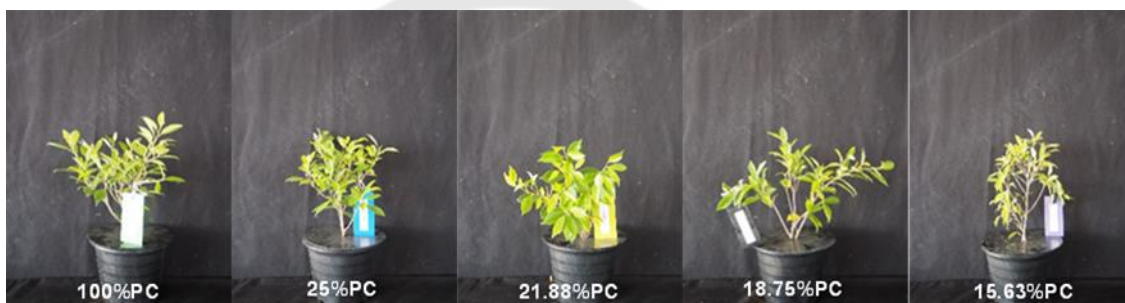
ภาพประกอบ 137 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 3 วัน



ภาพประกอบ 138 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 6 วัน



ภาพประกอบ 139 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 9 วัน

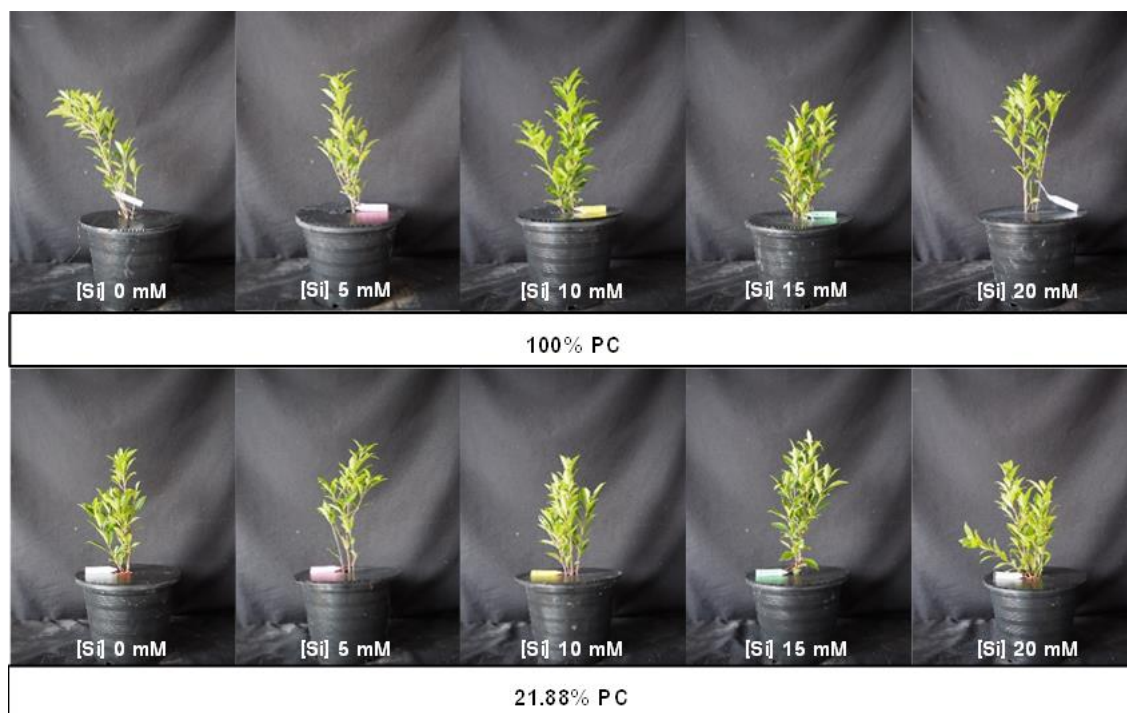


ภาพประกอบ 140 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 12 วัน

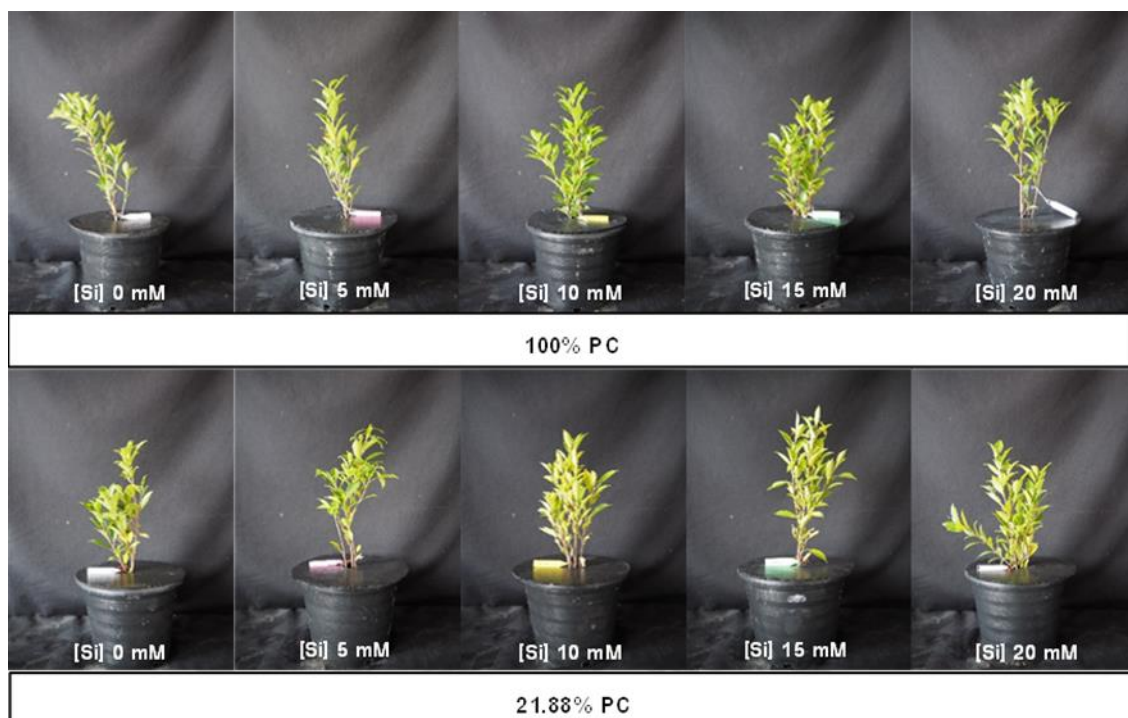


ภาพประกอบ 141 ต้นไทรเกาหลีเมื่อได้รับสภาวะเครียดจากความแล้งที่ระดับต่าง ๆ
(100, 25, 21.88, 18.75 และ 15.63% PC) เป็นระยะเวลา 15 วัน

การทดลองที่ 1.3 การหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นสารซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของต้นไทรเกาหลี



ภาพประกอบ 142 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 0 วัน



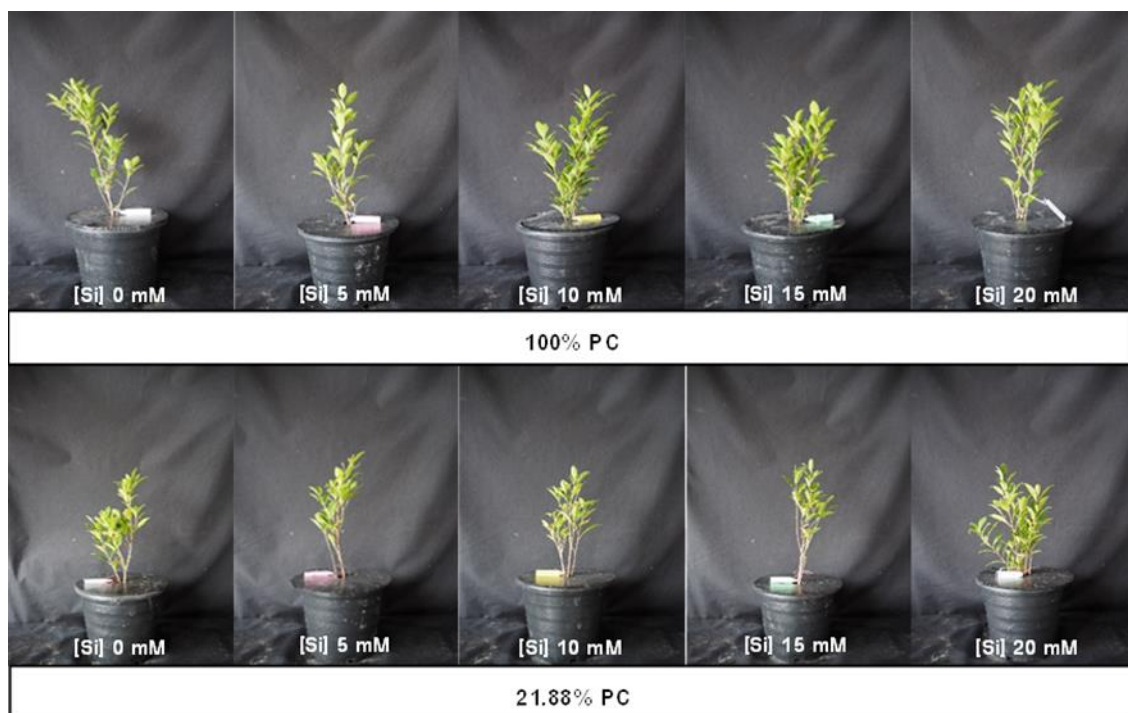
ภาพประกอบ 143 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 3 วัน



ภาพประกอบ 144 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 6 วัน



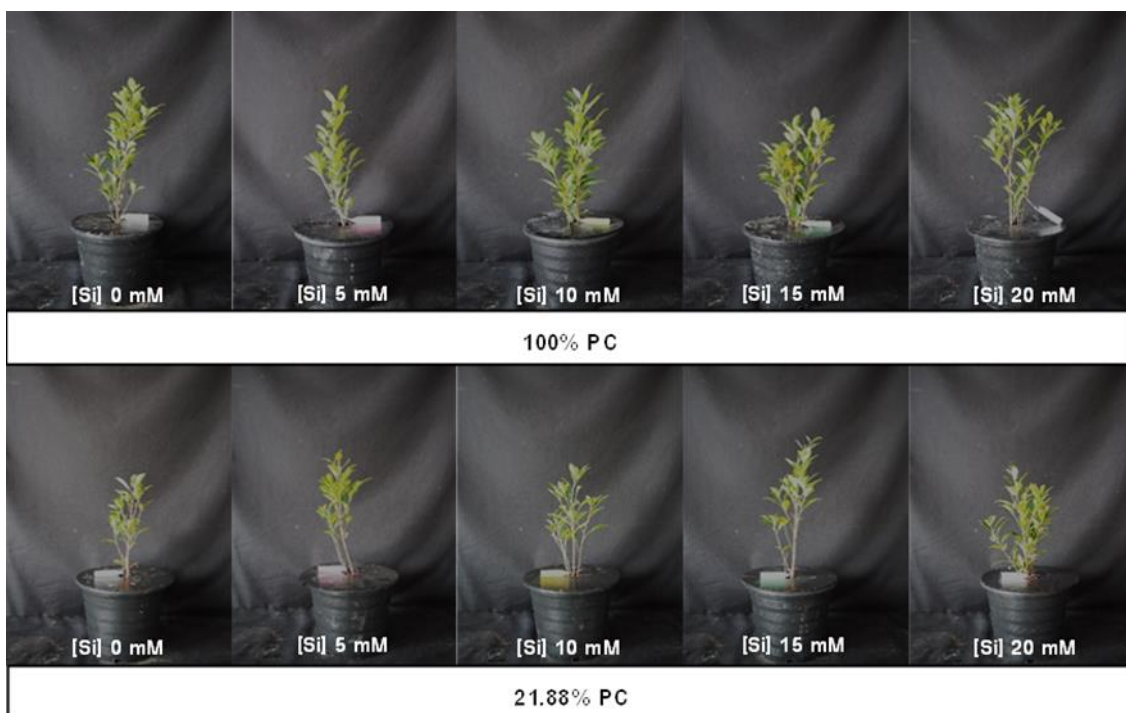
ภาพประกอบ 145 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 9 วัน



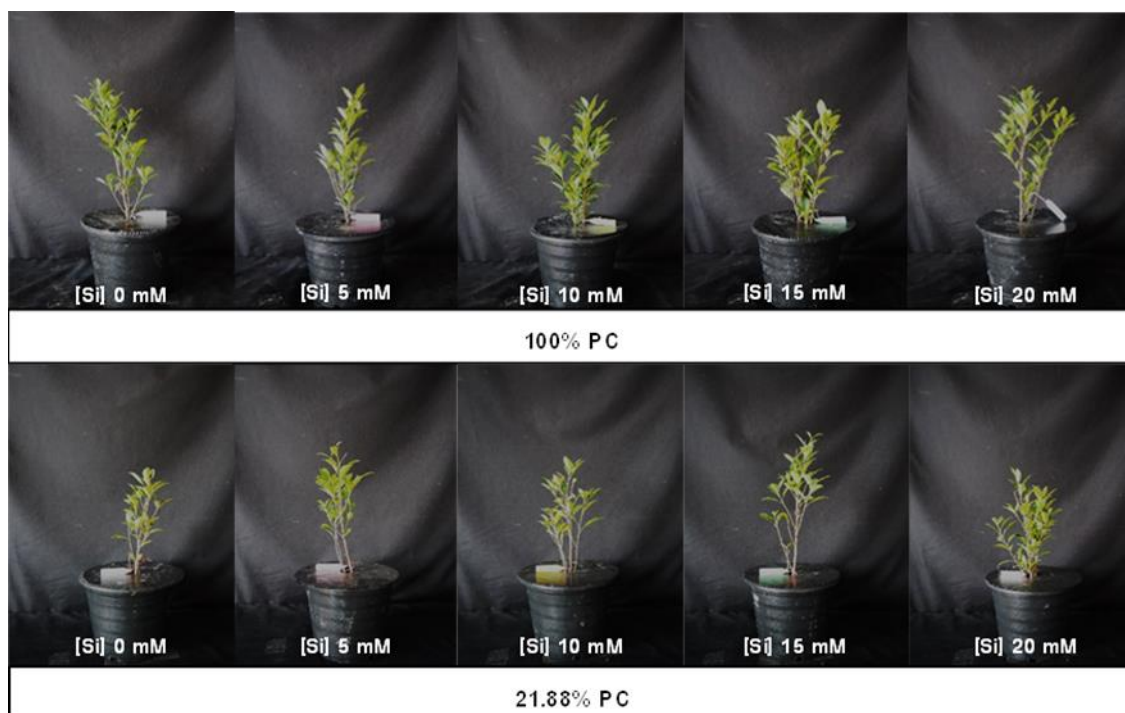
ภาพประกอบ 146 ต้นโศภเกอหลในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 12 วัน



ภาพประกอบ 147 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 15 วัน

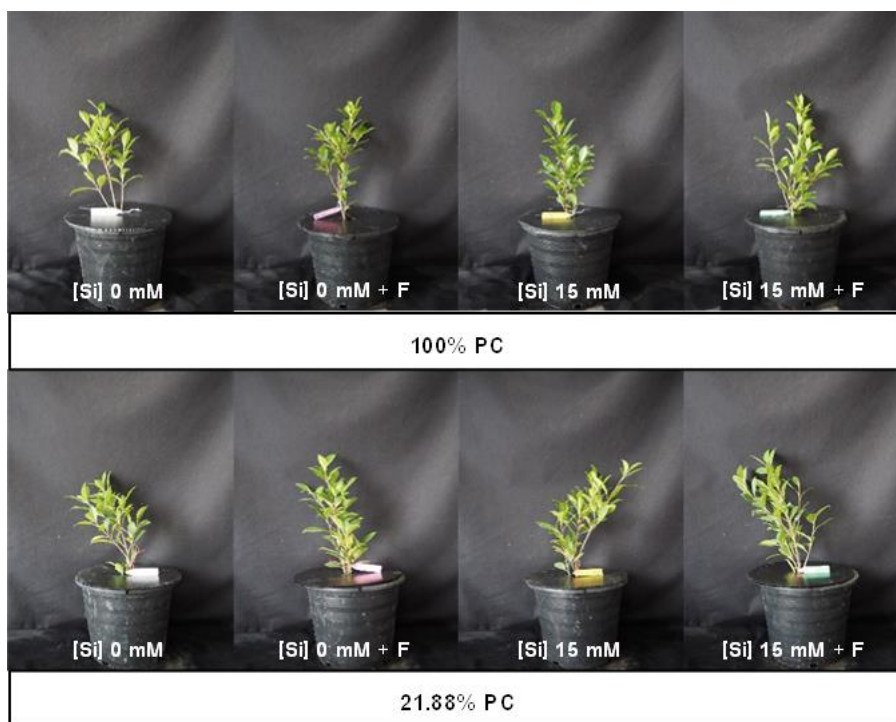


ภาพประกอบ 148 ต้นไทรอภาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 18 วัน

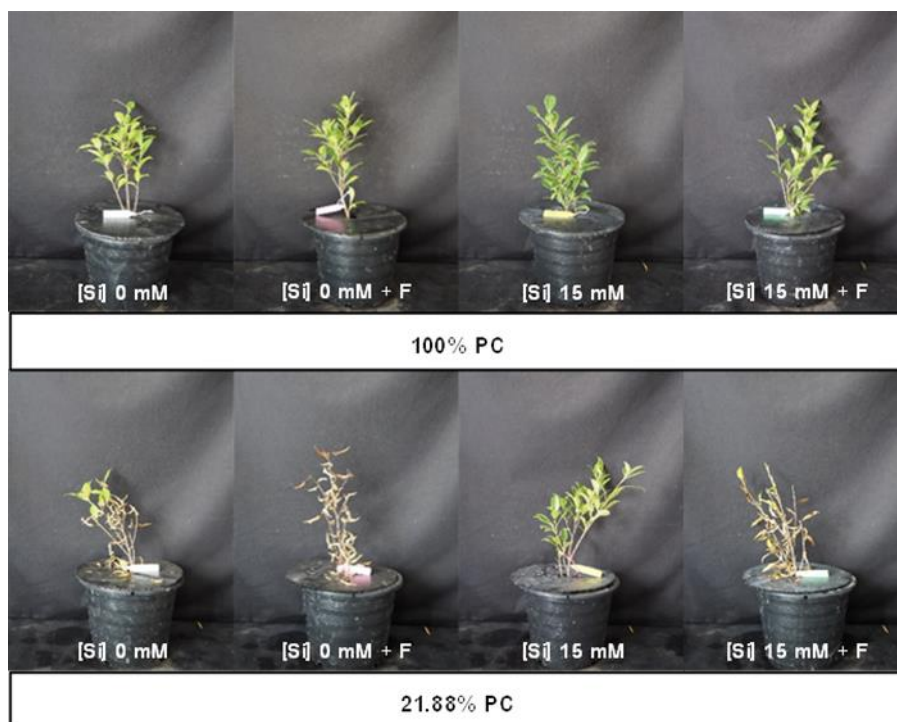


ภาพประกอบ 149 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิโมลาร์) เป็นระยะเวลา 21 วัน

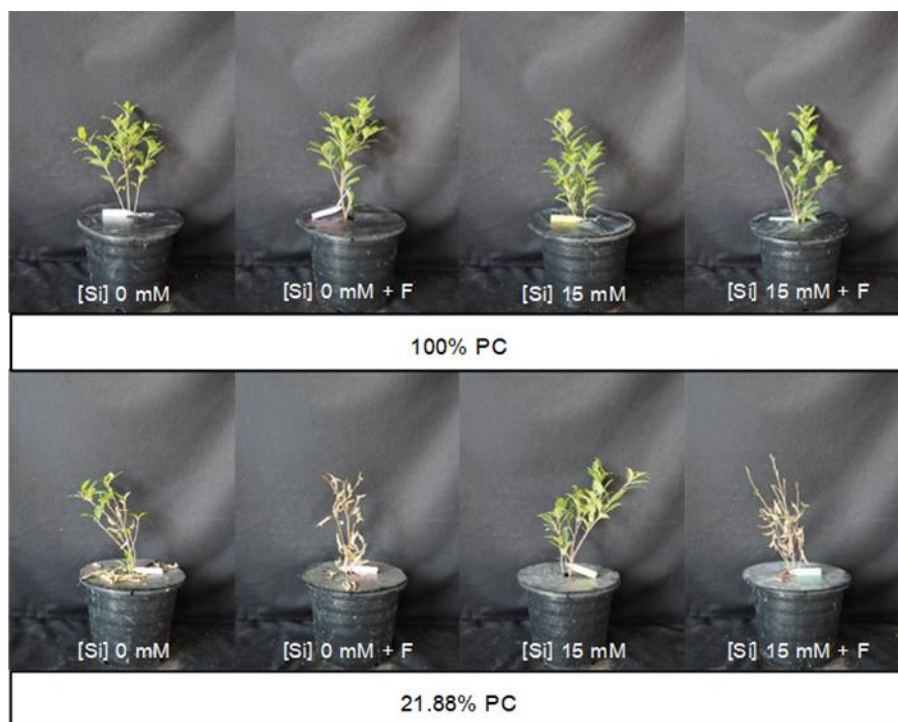
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการพ่นสารซิลิกอนต่อกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการและลักษณะทางกายวิภาคของต้นไทรเกาหลี



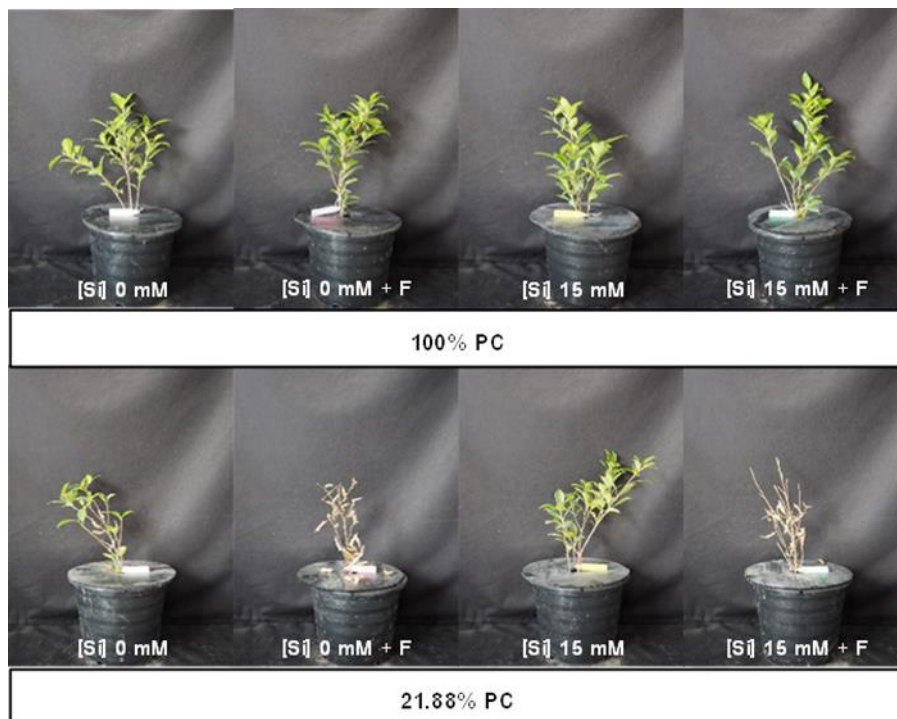
ภาพประกอบ 150 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย เป็นระยะเวลา 0 วัน



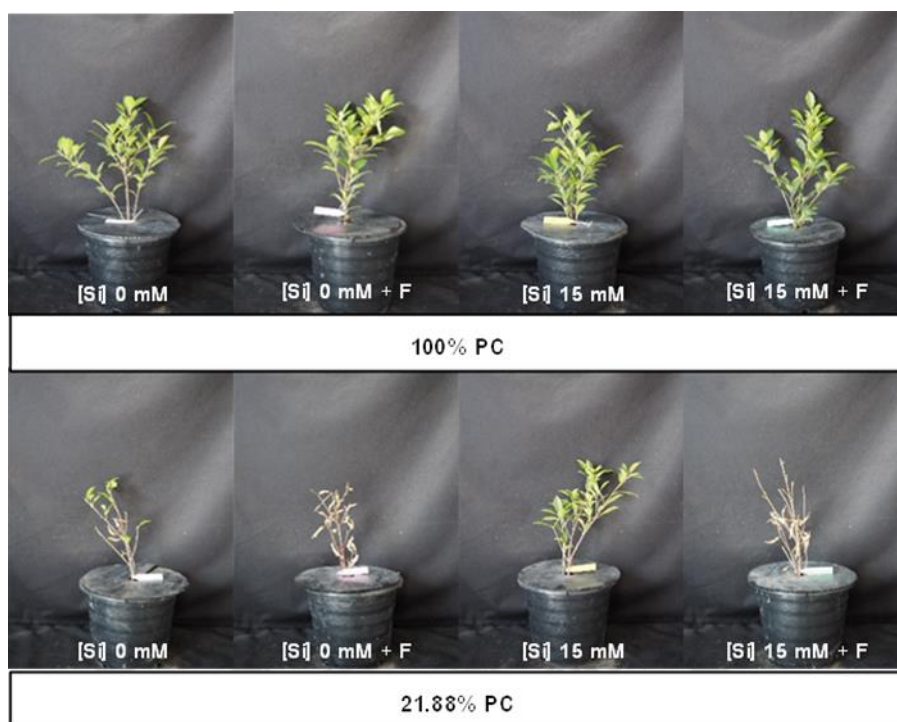
ภาพประกอบ 151 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย เป็นระยะเวลา 7 วัน



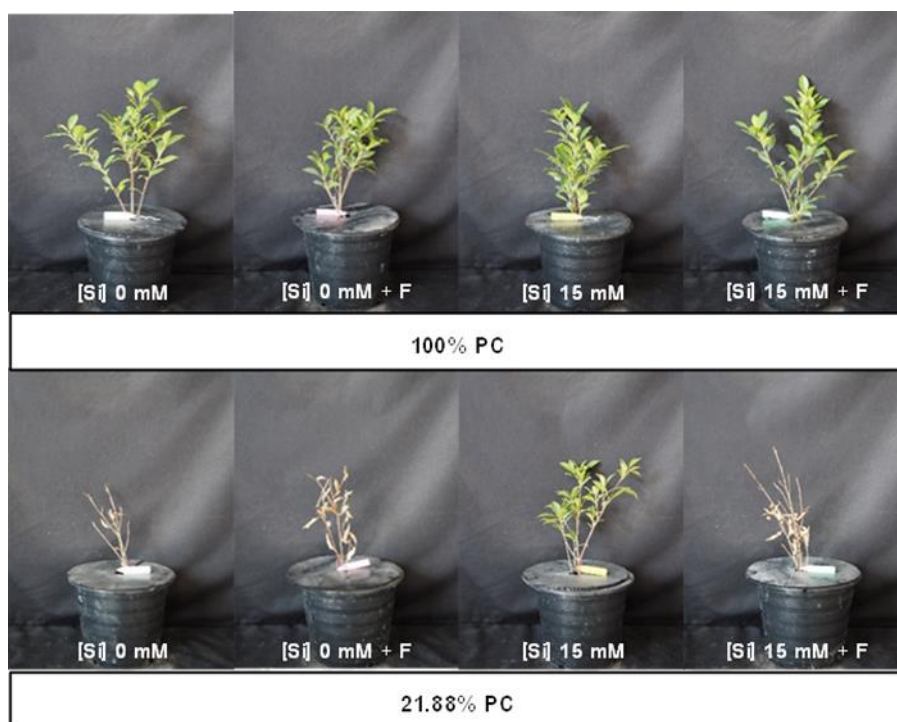
ภาพประกอบ 152 ต้นไท่เกาหลี่ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย เป็นระยะเวลา 14 วัน



ภาพประกอบ 153 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย เป็นระยะเวลา 21 วัน

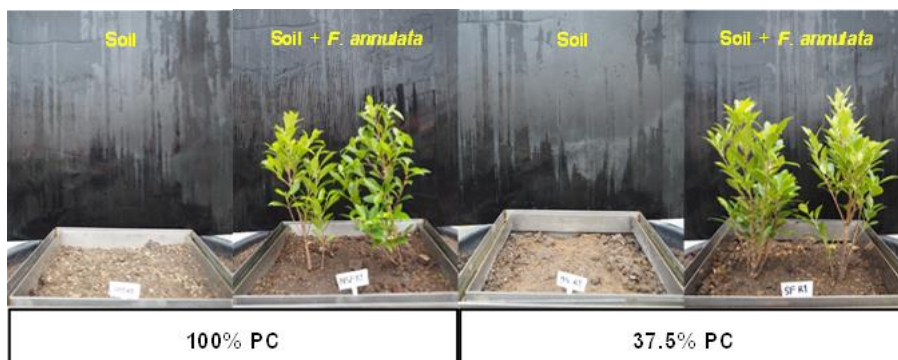


ภาพประกอบ 154 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย เป็นระยะเวลา 28 วัน

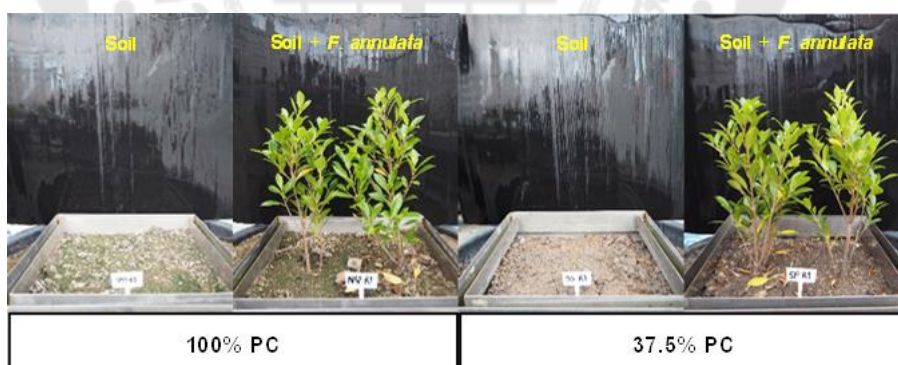


ภาพประกอบ 155 ต้นไทรเกาหลีในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (21.88% PC) ที่ได้รับการพ่นสารซิลิกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ย เป็นระยะเวลา 35 วัน

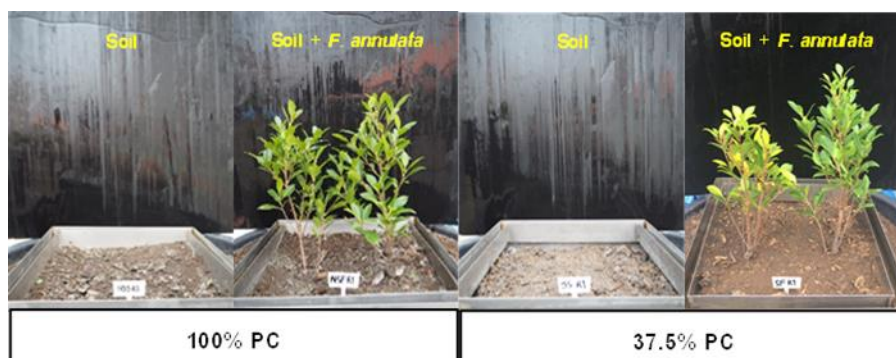
การทดลองที่ 3 การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษา
กลไกการตอบสนองของทางสรีรวิทยาบางประการของไทรเกาหลีภายใต้สภาวะเครียดจาก
ความแล้ง



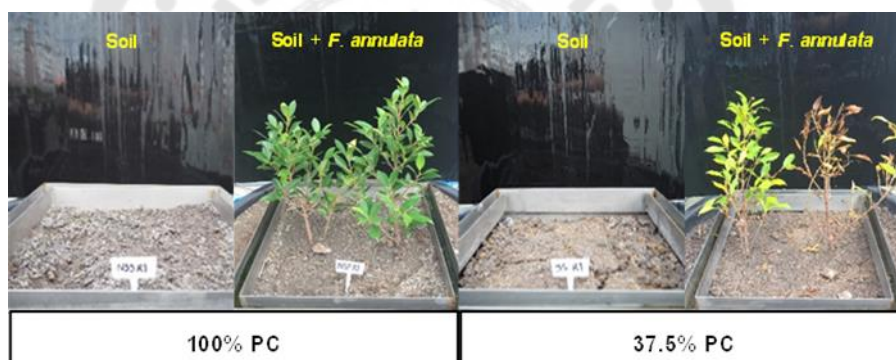
ภาพประกอบ 156 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 0 วัน



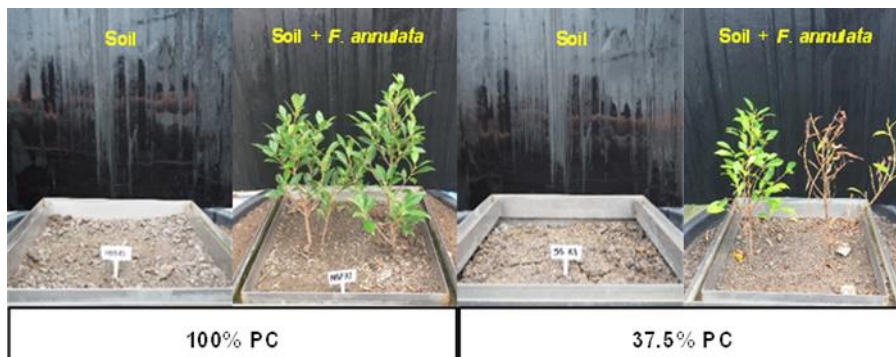
ภาพประกอบ 157 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแล้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 7 วัน



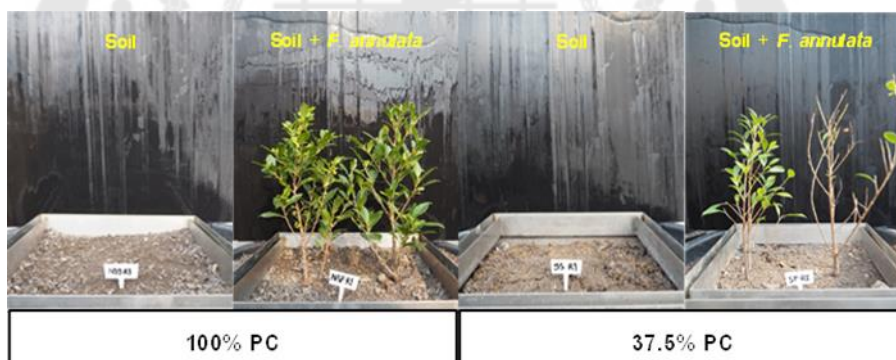
ภาพประกอบ 158 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 14 วัน



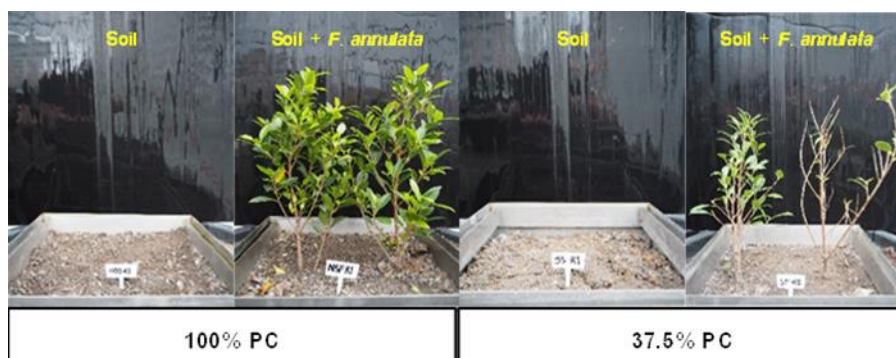
ภาพประกอบ 159 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 21 วัน



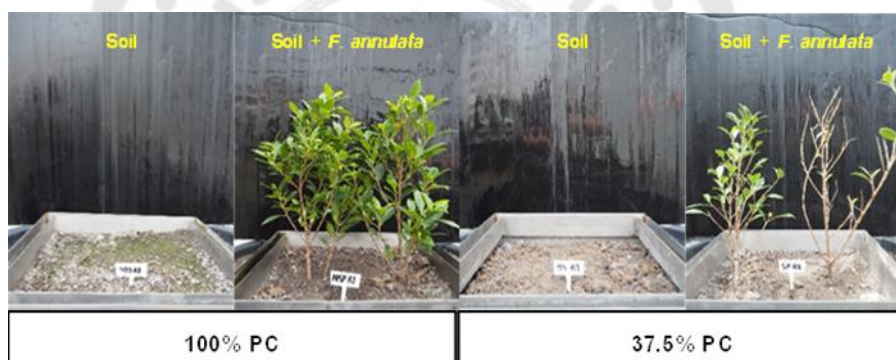
ภาพประกอบ 160 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกลงไทรเกาหลี
 ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
 เป็นระยะเวลา 28 วัน



ภาพประกอบ 161 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกลงไทรเกาหลี
 ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
 เป็นระยะเวลา 35 วัน



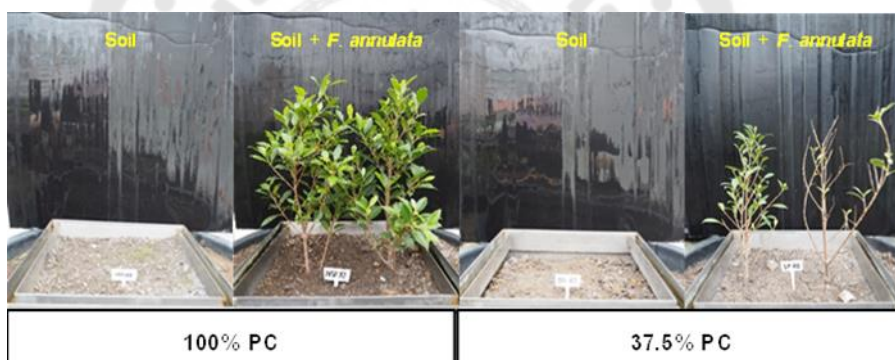
ภาพประกอบ 162 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 42 วัน



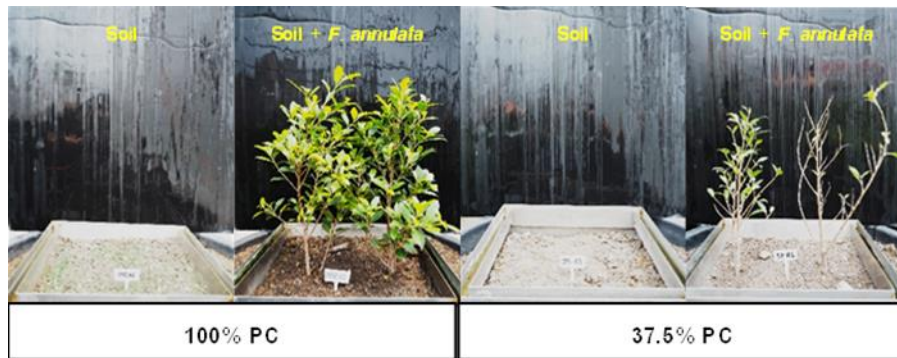
ภาพประกอบ 163 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 49 วัน



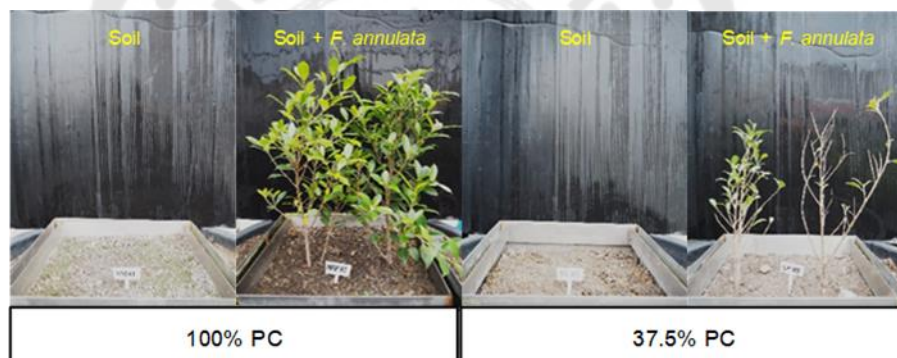
ภาพประกอบ 164 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
 ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
 เป็นระยะเวลา 56 วัน



ภาพประกอบ 165 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
 ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
 เป็นระยะเวลา 63 วัน



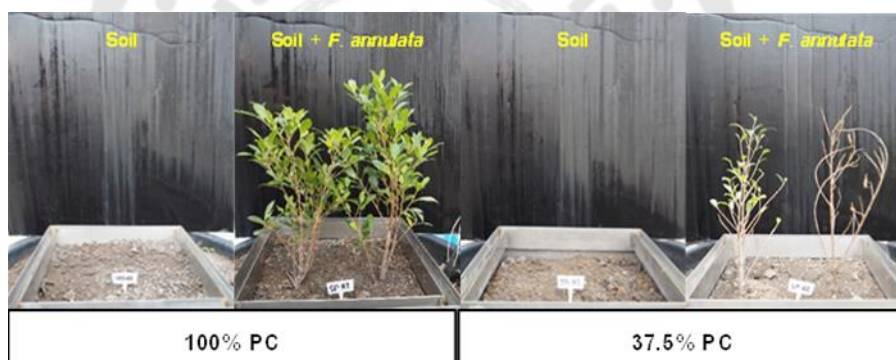
ภาพประกอบ 166 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 70 วัน



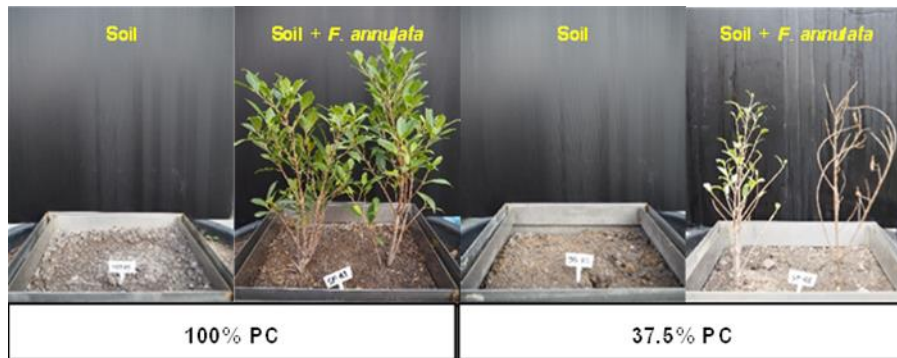
ภาพประกอบ 167 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 77 วัน



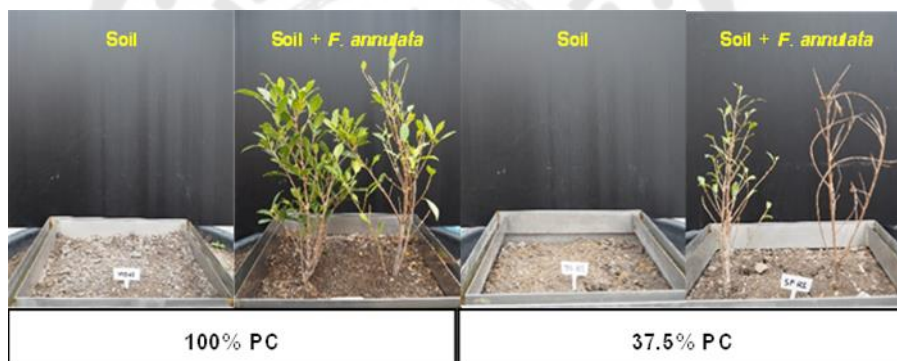
ภาพประกอบ 168 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 84 วัน



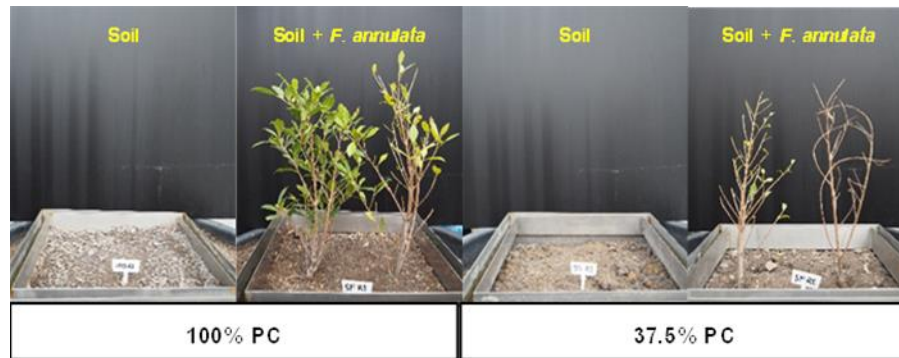
ภาพประกอบ 169 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 91 วัน



ภาพประกอบ 170 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
 ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
 เป็นระยะเวลา 98 วัน



ภาพประกอบ 171 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
 ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
 เป็นระยะเวลา 105 วัน



ภาพประกอบ 172 กระถางดินเปล่า และกระถางดินที่มีการปลูกต้นไทรเกาหลี
ในสภาวะปกติ (100% PC) และในสภาวะเครียดจากความแห้ง (37.5% PC)
เป็นระยะเวลา 112 วัน



ประวัติผู้เขียน

