

דו"ח שנתי (דו"ח מסכם)
לתכנית מחקר מספר 430-0054-07

בנושא:

בחינת טיפולים לאחר הקטיף להארכת חיי האגרסל ושיפור האיכות של פרחי
גרווילאה חדשים בעלי פוטנציאל יצוא

Examination of postharvest treatments for improving quality and
extending vase-life of new cultivars of Grevillea cut flowers intended for
export

מוגש:

לקרן המדען הראשי - מ"פ מוצרים ליצוא - פרחים

מאת:

שמעון מאיר¹, סוניה פילוסוף-הדס¹, שושנה סלים¹, זויה צ'רנוב^{1*}, יעקב פרצלן¹, תמר צדקה^{1**},
יוסף ריוב², יאיר תמרי³ ויצחק רן⁴

¹המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מרכז וולקני, בית דגן; ²מכון רוברט סמית למדעי
הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה
העברית בירושלים; ³אגף הפרחים, שה"מ, משרד החקלאות; ⁴מ"פ צפון

Shimon Meir¹, Sonia Philosoph-Hadas¹, Shoshana Salim¹, Zoya Chernov^{1*}, Yaacov
Perzelan¹, Tamar Tzadka^{1**}, Josph Riov², Yair Tamari³ and Yitzhak Ran⁴

¹Dept. of Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, The Volcani Center, Bet-
Dagan; ²The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture,
The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot;

³Flower Section, Shaham; ⁴R&D North

*סטודנטית למסטר

**טכנאית חדשה שהצטרפה לצוות

e-mail: shimonm@volcani.agri.gov.il

הנני מאשר שהממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר

אפריל 2008

מרכז וולקני, בית-דגן

א. תקציר

1. הצגת הבעיה (חשיבות ומטרות): המגבלה של פיתוח הגרווילאה כגידול יצוא חשוב ורחב היקף הן בארץ והן באוסטרליה היא משך חיי האגרטל הקצרים של התפרחות, המתבטא בהזדקנות וכמישה מהירה, נשירה, דהיית צבע ו/או השחרה של חלקי הפרח. לכן שיפור האיכות בכיוונים אלה והארכת משך חיי האגרטל מהווים תנאי הכרחי לפיתוח ענף זה כגידול יצוא מבטיח. המטרה הכללית של מחקר זה היא לפתח טיפולים יישומיים שיאפשרו שיווק מוצלח ומשך חיי אגרטל מספקים של לפחות 8 ימים במספר מיני/זני גרווילאה חדשים. להשגת מטרה זו נקבעו מטרות המשנה הבאות: (1) לימוד היישום של ציטוקינינים (BA ו-TDZ), ובחינת מנגנון הפעולה של הורמון זה בהארכת משך חיי האגרטל של גרווילאות; (2) בחינת ההשפעה של הוספת סוכר לתמיסת ההטענה (בשלב מגדל) ו/או באגרטל (בשלב הצרכן הסופי), והבנת מנגנון הפעולה של סוכרים בדחיית הזדקנות הפרחים; (3) בחינת שילוב של מספר אמצעים שיימצאו כמוצלחים (ציטוקינין עם מעכבי פעולה ו/או סינתזה של אתילן, תמיסות משמרות וסוכר בתמיסת האגרטל); (4) בחינת היתכנות להובלה ימית לאירופה של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהשפעת הטיפולים המיטביים שפותחו. **מטרות המחקר לשנה ג': (א)** בחינת יישום ציטוקינינים בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהובלה אווירית וימית; (ב) בחינת יישום ציטוקינין להארכת משך חיי האגרטל של מיני/זני גרווילאה חדשים לאחר תובלה אווירית; (ג) המשך לימוד מנגנון הפעולה של הטיפול המיטבי שפותח בשנה א' למחקר להארכת משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן', המבוסס על טיפול בציטוקינינים לאחר הקטיף בשילוב עם הוספת סוכר לתמיסת האגרטל; (ד) בחינת השערת המחקר שהציטוקינינים פועלים באמצעות הגברת כוח המבלע של איברי הפרח.

2. מהלך ושיטות עבודה: בגרווילאה 'ספיידרמן' נבחנו ההשפעות של שני סוגי ציטוקינינים, BA (תכשיר TOG-L-101) ו-TDZ (תכשיר DROPP), שניתנו ב-3 שיטות יישום (בהטענה, בטבילה של התפרחת או של כל הענף), ושני סוגי סוכרים (גלוקוז וסוכרוז), שניתנו בתמיסת האגרטל. בניסויים מסויימים נעשה שילוב של ציטוקינינים עם STS, ו/או עם חומרים משטחים בתמיסת הטבילה. השפעות הטיפולים נבחנו במהלך חיי האגרטל על מדדי האיכות הבאים: שינוי משקל הענף, נשירה, החמה, מוצקות ופתיחה של פרחים בתפרחת, תכולת הכלורופיל והקרונואידים בפרח ובעמוד העלי, תכולת מים יחסית ותכולת סוכרים (בעזרת HPLC) בפרח, תנועת סוכר רדיואקטיבי מתמיסת ההטענה לענף הקטוף, ופעילות אינברטאזות הממוקמות בוקואולה, בציטוזול ובדופן התא. על סמך התוצאות בוצעו ניסויים לפיתוח פרוטוקול שיאפשר תובלה ימית של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'. השפעות הטיפולים נבחנו גם בזני/מיני גרווילאה נוספים: 'מון-לייט', 'מיסטי-רד' 'ליטל פינק ווילי', 'סילביה' ו'קלונדרה ג'ם' לאחר תובלה אווירית.

3. תוצאות עיקריות: יישום הציטוקינינים בטבילה של ענף הפריחה או של התפרחת בלבד נמצא כיישום היעיל ביותר לשמירת איכות פרחי גרווילאה מהזנים השונים והארכת משך חיי האגרטל שלהם, כאשר TDZ היה יעיל יותר מאשר BA. הציטוקינינים הגבירו ושמרו על העלייה במשקל הענף, שמרו על מוצקות התפרחות, דחו באופן מובהק את נשירת הפרחים, שיפרו את פתיחת הפרחים, דחו את הזדקנותם המתבטאת בהחמה או בהשחרה, תוך שמירה על רמה גבוהה של הפיגמנטים (כלורופיל וקרונואידים) בפרח ובעמוד העלי, ושיפרו את הובלת הסוכרוז מהתמיסה אל הפרח. השפעת הציטוקינינים על המדדים הנ"ל הייתה אדיטיבית או סינרגיסטית (בהתאם לסוג המדד) לטיפול הוספת הסוכרוז לתמיסת האגרטל. טיפול הטבילה בציטוקינין הגביר רק את הפעילות של אינברטאז הדופן במשך 3 ימים באגרטל, וגרם לירידה בפעילות האינברטאזות הוקואולי והציטוזולי. הטיפול בסוכרוז עיכב בימים 1-3 והגביר בימים 6-10 באגרטל את הפעילות של שלושת סוגי האינברטאזות. גובש פרוטוקול המאפשר תובלה ימית מוצלחת לאירופה של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'.

4. מסקנות והמלצות: יישום של ציטוקינינים בטבילה בשילוב עם תמיסת סוכר באגרטל נמצא כטיפול מבטיח ביותר בזני גרווילאה שונים, המאפשר משך חיי אגרטל ארוך. עדיין יש קושי למגדלים ביישום הציטוקינינים בטבילה, ולכן יש צורך למצוא דרך לשיפור היישום בהטענה. התוצאות שהתקבלו תומכות רק באופן חלקי בהשערת המחקר שמנגנון הפעולה של הציטוקינינים קשור בהגברת כוח המבלע (פעילות אינברטאזות) של התפרחות בענף הקטוף בימים הראשונים באגרטל. תוצאות הניסויים במהלך שלושת שנות המחקר מראות שניתן להוביל בים פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' כאשר הם באיכות טובה וללא סימני נגיעות ולקבל חיי אגרטל מצויינים אם הפרחים מקבלים את הטיפול המתאים. הטיפול המיטבי שפותח כולל טבילה בציטוקינין STS + TOG-4 בתמיסת STS + TOG-4 לפני האריזה, והוא מיושם ע"י המגדלים.

רשימת קיצורים:

BA = benzyladenine; 8-HQC = 8-hydroxyquinoline citrate; LL = Long Life; RWC = relative water content;

STS = silver thiosulfate; TDZ = thidiazuron.

ב. מבוא, רקע מדעי קצר ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח:

הגרווילאה היא צמח שמקורו באוסטרליה, שם קיימים כ- 340 מינים שונים ומאות זנים תוצרי הכלאות שהתרחשו באופן מקרי ו/או מכוון. המגוון הוא עצום, משיחים קטנים ועד לעצים גבוהים. למיני/זני גרווילאה רבים יש פוטנציאל רב כענפי קטיף פורחים, בשל היותם בעלי תפוחת מסיימת גדולה (15-25 ס"מ), המופיעה במגוון צבעים רחב (אדום, כתום, ורוד, סגול, צהוב ולבן) ונישאת על ענפים ארוכים. בארץ מגדלים כיום גרווילאות בשטח של כ- 600 דונם, מתוכם יותר מ- 85% הם מהזן 'ספיידרמן' הצהוב, שיש לו גם משך חיי אגרטל טובים של 8-13 ימים (תלוי בעונה ובתנאי הגידול) לאחר תובלה אווירית. במסגרת תכנית האיקלום נבחנו כיום בארץ כ- 12 מינים/זנים חדשים מיובאים של גרווילאה בעלי מגוון צבעים וכן מספר זנים מקומיים ייחודיים שפותחו בהכלאות מכוונות. המגדלים בארץ מקדימים את המחקר, שכן בשנתיים האחרונות ישנה מגמה של הרחבת הנטיעות של זנים/מינים חדשים בשלל צבעים בשל דרישות השוק, למרות שאין עדיין פתרון מספק מבחינת הארכת משך חיי האגרטל. גישה זו היא בעייתית, שכן היו כבר בעבר לא מעט מקרים בהם מגדלים נאלצו לעקור גידולים חדשים, כמו פרח האורז, שלא ניתן היה לשווקם על רקע של בעיות בחיי האגרטל. המגבלה של פיתוח הגרווילאה כגידול יצוא חשוב ורחב היקף הן בארץ והן באוסטרליה היא משך חיי האגרטל הקצרים של התפוחות במרבית הזנים החדשים, המתבטאת בהזדקנות וכמישה מהירה, נשירה, דהיית צבע ו/או השחרה של חלקי הפרח. לכן שיפור האיכות בתחומים אלו והארכת משך חיי האגרטל מהווים תנאי הכרחי לפיתוח ענף זה כגידול יצוא מבטיח. המטרה הכללית של מחקר זה היא לפתח טיפולים יישומיים, שיאפשרו שיווק מוצלח ומשך חיי אגרטל מספקים של לפחות 8 ימים במספר מיני/זני גרווילאה חדשים, גם לאחר תובלה ימית.

בשנת המחקר הראשונה נבחנה ההשפעה של מספר טיפולים בזן המסחרי העיקרי גרווילאה 'ספיידרמן', שנבחן גם לתובלה ימית, ובזנים מבטיחים נוספים, באמצעות בחינת הנושאים הבאים: (1) בחינה נוספת של התאמת חומרים משמרים בזני גרווילאה חדשים; (2) לימוד היישום של הציטוקינינים, BA ו-TDZ, ובחינת מנגנון הפעולה שלהם בהארכת משך חיי האגרטל של גרווילאה 'ספיידרמן'; (3) בחינת ההשפעה של מתן סוכרים (גלוקוז וסוכרוז), בהטענה ו/או בתמיסת האגרטל; (4) בחינת ההשפעה המשולבת של מספר טיפולים מוצלחים; (5) בחינת היתכנות להובלה ימית לאירופה במיני/זני גרווילאה שיראו פוטנציאל לכך (כמו גרווילאה 'ספיידרמן').

בשנת המחקר השנייה נלמד מנגנון הפעולה של הטיפול המוצלח שפותח בשנה א' להארכת משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה, שמבוסס על טיפולים בציטוקינינים בשילוב עם טיפולים בסוכרים בתמיסת האגרטל. המנגנון נלמד בזן המשווק העיקרי, גרווילאה 'ספיידרמן' שנבחן גם לתובלה ימית.

מטרות המחקר לשנה ג': א) בחינת יישום ציטוקינינים בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהובלה אווירית וימית; **ב)** בחינת יישום ציטוקינינים להארכת משך חיי האגרטל של מיני/זני גרווילאה חדשים לאחר תובלה אווירית; **ג)** המשך לימוד מנגנון הפעולה של הטיפול המיטבי שפותח בשנה א' למחקר להארכת משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן', המבוסס על טיפול בציטוקינינים לאחר הקטיף בשילוב עם הוספת סוכר לתמיסת האגרטל; **ד)** בחינת השערת המחקר שהציטוקינינים פועלים באמצעות הגברת כוח המבלע של איברי הפרח.

בגלל מגבלות המקום בדו"ח פירוט התוצאות של ניסויים שבוצעו בשנה השלישית (איורים, טבלאות וגרפים) מובא בנספח א' (ע"מ 12-19) וכן בפרק התוצאות של עבודת המסטר של זויה צ'רנוב המובא בנספח ב' (ע"מ 20-56).

ג. פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לתקופת הדו"ח:

1.1. מהלך הניסויים ושיטות העבודה (כללי)

ענפי גרווילאה 'ספיידרמן' נקטפו בשלב של קטיף מסחרי (כאשר רוב הפרחים בתפרחת נמצאים במצב לולאה). בניסויים מסוימים עם זני גרווילאה חדשים נבחנו מספר שלבי קטיף, ותיאורם, כולל צילומים, מופיעים בתוצאות הרלוונטיות (נספח א'). הפרחים הובאו למעבדה בוולקני (תוך 1-2 שעות), מויינו וטופלו ישירות בציטוקינינים, או שאוחסנו עד למחרת בבוקר בתמיסת כלורין אורגני (TOG-6) וטופלו לאחר מכן בציטוקינינים. TDZ בריכוז של $100 \mu\text{M}$ (שניתן כתכשיר המסחרי 44 mg/L , Dropp, ו-1 BA בריכוז של $220 \mu\text{M}$ (שניתן כתכשיר המסחרי TOG-L-101 בריכוז של 0.5%). ריכוזי התכשירים נבחנו בהתבסס על תוצאות ניסויים קודמים שחלקם הובאו בדו"ח של שנה א'. הפרחים הוטענו בחומר המשמר 8-HQC (TOG-4) למשך 4 שעות ב-20 מ"צ ול-16 שעות נוספות ב-6 מ"צ. בניסויים מסוימים שולב גם STS עם החומר המשמר ו/או בתמיסת הטבילה, כאשר פרחי הביקורת הוטענו רק בחומר המשמר בלבד. לאחר ההטענה הפרחים נארזו ועברו סימולציה לתובלה ימית (8 ימים ב-2 מ"צ) או אווירית (יומיים ב-6 מ"צ) לאירופה, ולאחר מכן הוצבו בשני סוגים של תמיסת אגרטל: (1) בתמיסת כלורין אורגני (TOG-6) בריכוז של 50 ח"מ למניעת התפתחות מיקרואורגניזמים; (2) בתמיסת מזון לפרח קטוף (Long Life = LL), המכילה כ-1% דקסטרוז ובקטריוציידים. הדקסטרוז הוא הסוכר (גלוקוז) המשמש כ"מזון לפרחים" בתכשירים המסחריים המשווקים כתוספת לתמיסת האגרטל. בניסויים מסוימים הפרחים הוצבו רק בתמיסת אגרטל של LL, שנמצאה בשנים קודמות כתמיסת אגרטל התורמת באופן מובהק לשיפור איכות הפרחים. השפעות הטיפול נבחנו במהלך חיי האגרטל על מדדי האיכות הבאים (לא כל המדדים נבחנו בכל הניסויים): משך חיי האגרטל, שינוי משקל הענף, נשירה, החמה, דהייט צבע, מוצקות ופתיחה של פרחים בתפרחת. בניסויים שבוצעו במסגרת עבודת המוסמך (נספח ב') נעשו מיצויים לכימות תכולת הכלורופיל והקרונואידיים בפרח ובעמוד העלי, אנליזות של תכולת מים יחסית (RWC %) ותכולת סוכרים (בעזרת HPLC) בפרח, בוצע מעקב אחר תנועת סוכר רדיואקטיבי מתמיסת ההטענה לענף הקטוף ונבחנה הפעילות של 3 סוגי אינברטאזות שונות, אינברטאז הדופן, אינברטאז של הוקואולה (חומצי), ואינברטאז ציטוזולי (בסיסי), כמדד לחוזק המבלע של הפרח.

2.2. סיכום תוצאות עיקריות לשנה א'

התוצאות שהתקבלו הראו שטיפול טבילה של ענפי גרווילאה 'ספיידרמן' ב-BA או TDZ דחה את הזדקנות הפרחים, נשירתם ודהייט הצבע בהם, ושמר על טורגור ותכולת מים יחסית (RWC) גבוהים באיברי הפרח, כאשר TDZ היה יעיל יותר מ-BA. הוספת STS לטיפול הטבילה שיפרה את איכות הפרחים ומשך חיי האגרטל. הטענה ב-5% סוכרוז או דקסטרוז שיפרה באופן משמעותי את משך חיי האגרטל, והתקבלה השפעת גומלין עם טיפול הטבילה המשולב של ציטוקינין ו-STs. החומרים המשמרים TOG-4 או TOG-3 היו המתאימים ביותר לשיפור קליטת המים והארכת משך חיי אגרטל של פרחי גרווילאה מזנים שונים. בעזרת הטיפולים המיטביים ניתן להגיע ל-9 ימי אגרטל בזן 'ליטל פינק ווילי' לאחר סימולציית משלוח אווירי ובזן 'ספיידרמן' לאחר סימולציית משלוח ימי.

3.3. סיכום תוצאות עיקריות לשנה ב'

יישום הציטוקינינים בטבילה של ענף הפריחה או של התפרחת בלבד נמצא כיישום היעיל ביותר לשמירת איכות פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' והארכת משך חיי האגרטל שלהם. יישום TDZ בטבילה היה יעיל יותר מאשר BA. שני הציטוקינינים שיפרו את העלייה במשקל הענף, שמרו על מוצקות התפרחות, דחו באופן מובהק את נשירת הפרחים, שיפרו את פתיחת הפרחים, דחו את החמתם, תוך שמירה על רמת כלורופיל גבוהה בפרח ובעמוד העלי, ושיפרו את הובלת הסוכרוז מהתמיסה אל הפרח. השפעת TDZ על המדדים הנ"ל הייתה אדיטיבית או סינרגיסטית לטיפול של הוספת הסוכרוז לתמיסת האגרטל (בהתאם לסוג המדד). התוצאות שהתקבלו בגרווילאה

'ספיידרמן' תומכות חלקית בנכונות השערת המחקר לגבי מנגנון הפעולה של הציטוקינים הקשור בהגברת כוח המבלע של התפרחות בענף הקטוף, והמחקר בכיוון זה יימשך בשנה ג'.

ג.4. פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לשנה ג'

ג.4.1. יישום של ציטוקינים בטבילה לאחר הקטיף בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל בפרחי גרווילאה

'ספיידרמן' מאפשר משך חיי אגרטל ארוך לאחר סימולציה של תובלה ימית לאירופה (נספח א' ג.4.1.)

בשלב זה, המחקר לתובלה ימית בגרווילאה התמקד בזן אחד בלבד – 'ספיידרמן' שכן זהו הזן העיקרי המשווק ונמצא גם כבעל משך חיי אגרטל הארוך ביותר. מצאנו שאכן ניתן להוביל את פרחי 'ספיידרמן' בתובלה ימית לאירופה ולהגיע למשך חיי אגרטל טוב עם איכות פרחים גבוהה וללא נגיעות נראית במחלות. מצאנו בשנים הראשונות למחקר שטבילה בציטוקינים, ובעיקר ב-TDZ, של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' מאריכה באופן משמעותי את משך חיי האגרטל של הפרחים במסלול תובלה ימית. השפעת התוספת של STS לתמיסת הטבילה לא הייתה עקבית, שכן בניסויים אחדים התקבל שיפור של משך חיי האגרטל ובאחרים לא נמצאה השפעה כזו. לכן המשכנו בשנה הזו לבחון את הנושא, וכן לבחון את יישום ה-STZ בהטענה לאחר טבילת הפרחים בציטוקינין. הנושא נבחן הן בניסויים לתובלה ימית של 'ספיידרמן' והן בניסויים בהם בחנו זנים חדשים למסלול תובלה אווירית (סעיף ג.2.4). בניסויים מסוימים בשנים קודמות הופיע רקבון, אך טרם נמצא הפונגיציד המתאים ביותר להפחתת סכנת הריקבונות במהלך תובלה ימית.

בניסוי הראשון טיפול טבילה ב-TDZ והטענה ב-TOG-4, שנמצא ברוב המקרים כטיפול המיטבי, שימש כטיפול ביקורת ומשך חיי האגרטל בפרחים מטיפול זה לאחר סימולציה לתובלה ימית הגיע ל-13 ימים (איור 1). כשהפרחים הוצבו בתמיסת אגרטל המכילה סוכר ובקטריוצידים התקבל שיפור נוסף ומשך חיי האגרטל הגיע ל-17 ימים. תוספת של STS בתמיסת הטבילה הייתה יעילה והאריכה את משך חיי האגרטל ל-16 ול-19 ימים כאשר הם הוצבו בתמיסת אגרטל של TOG-6 ו-LL, בהתאמה. לעומת זאת, תוספת STS לתמיסת ההטענה לא תרמה, ואפילו גרמה לירידה במשך חיי האגרטל כאשר הפרחים הוצבו באגרטל ב-TOG-6. בניסוי זה הוסף הפונגיציד סוויץ' כסטנדרט לתמיסת הטבילה, אך לא היה רקבון בניסוי ולא הייתה ביקורת לטבילה בסוויץ', כך שלא ניתן להעריך את השפעתו.

בניסוי נוסף נבחנה השפעת תוספת STS ואגרל (שטח-90) לתמיסת הטבילה וכן נעשתה השוואה בין שני תכשירי דרופ: אחד ישן בן למעלה מ-10 שנים, ואחד חדש משנת 2007. בניסוי זה הוסף גם טיפול ביקורת ללא טבילה (רק הטענה ב-TOG-4) וללא סוויץ', וכל הפרחים הוצבו באגרטל בתמיסת LL. ניתן לראות באיור 2 את ההשפעה המטיבה של הטבילה בתכשיר ישן או חדש של דרופ, שהאריכה את משך חיי האגרטל מ-7 ימים ל-13 ו-15 ימים, בהתאמה. לא נמצאה השפעה בניסוי זה לתוספת STS לתמיסת הטבילה (בניגוד לניסוי הקודם איור 1) וגם לא לתוספת האגרל (שטח-90) או לסוג תכשיר הדרופ. גם בניסוי זה לא הייתה נגיעות בבוטריטיס, אך הדבר לא נבע מהשפעת הסוויץ', שכן גם בביקורת ללא טבילה לא הופיע רקבון. השפעת טיפולי הטבילה על מופע הפרחים לאחר סימולציה לתובלה ימית ו-11 ימים באגרטל מוצגת בתמונה 1. בפרחי הביקורת עלי הכותרת המאוחרים נראים חומים לגמרי או חסרים בתפרחת בגלל נשירתם, בעוד שבתפרחות שנטבלו ב-TDZ (כל השילובים) הפרחים נראים עדיין רעננים ולא נצפתה כל נשירה.

סיכום: תוצאות הניסויים במהלך שלוש שנות המחקר וגם תוצאות מניסויים קודמים מראות שניתן להוביל בים פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' כאשר הם באיכות טובה וללא סימני נגיעות ולקבל משך חיי אגרטל מצויין כאשר הפרחים מקבלים את הטיפול המתאים. הטיפול המיטבי היה טבילה בדרופ, כאשר תוספת STS לתמיסת הטבילה לעיתים משפרת ולעיתים לא משפיעה (כך שמומלץ להוסיף STS). לחילופין, מכיוון שדרופ עדיין לא זמין ניתן לטבול ב-STZ + BA (מתוצאות שנים קודמות). יש להטעין את הפרחים ב-TOG-4 או STZ + TOG-4 לאחר הטבילה בחומרים השונים. כמו כן יש לקרר היטב את הפרחים בחלק השני של ההטענה במקרה לפחות במשך 16

ג.2.4.2. יישום של ציטוקינינים בטבילה לאחר הקטיף בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל בפרחי גרווילאה מזנים**שונים מאפשר משך חיי אגרטל ארוך לאחר סימולציה של תובלה אווירית (נספח א' ג.2.4.2).**

בשתי שנות המחקר הקודמות התרכזנו בבחינת יישום ציטוקינינים בזן החדש גרווילאה 'ליטל פינק ווילי'. מצאנו, שטיפול הטענה ב-STZ ובציטוקינינים לא היו יעילים בהארכת משך חיי האגרטל. אך לעומת זאת מצאנו, שהשילוב של הטבילה בציטוקינינים (ברכיזים האופטימלים המתוארים לעיל בסעיף ג.1.1.) ונוכחות LL באגרטל איפשר משך חיי אגרטל של כ- 10 ימים, כאשר השילוב של טבילה ב-STZ + TDZ ונוכחות LL באגרטל היה הטיפול היעיל ביותר. בשנת המחקר האחרונה חזרנו ובחנו שילובים נוספים בזנים 'ספיידרמן' ו'ליטל פינק ווילי', והרחבנו את הבדיקות למגוון זנים/מינים נוספים שכללו: 'מון-לייט', 'מיסטי-רד', 'סילביה' ו'קלונדרה ג'ם'. כל הפרחים עברו מסלול סימולציה של תובלה ימית (יומיים ב- 6 מ"צ) לפני הצבתם באגרטל בחדר התצפית.

ג.2.4.2.1. גרווילאה 'ספיידרמן'

הזדקנות הפרחים של גרווילאה 'ספיידרמן' מאופיינת בהחמיה של עלי הכותרת המאוחים שנושרים בהמשך וגורמים ללכלוך (איור A3). תמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) הפחיתה את החמת עלי הכותרת וגם הטענה ב-BA (טיפול 4) אך לא הטענה ב-TDZ (טיפול 2). טיפולי הטבילה בשני סוגי הציטוקינינים היו מאוד יעילים בהפחתת ההחמיה (איור A3) ובהארכה משמעותית של משך חיי האגרטל (איור B3). השילוב של LL באגרטל עם טיפולי ההטענה בציטוקינינים האריך את משך חיי האגרטל באופן סינרגיסטי, כלומר, גם להטענה בציטוקינינים הייתה השפעה ובעיקר כאשר הפרחים הוצבו בתמיסת LL. התוספת של STZ לתמיסת הטבילה המכילה ציטוקינינים לא האריכה את משך חיי האגרטל מעבר להשפעת הציטוקינינים בלבד. פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' שימשו בהמשך כזן מודל להבנת מנגנון הפעולה של טיפולי הטבילה בציטוקינינים והשפעת הגומלין עם סוכר באגרטל במסגרת עבודת המחקר לתואר שני של גב' זויה צ'רנוב. התוצאות שהתקבלו מובאות בנספח 2 של דו"ח זה.

ג.2.4.2.2. גרווילאה 'מון-לייט'

הזדקנות הפרחים של גרווילאה 'מון-לייט' מתאפיינת בנשירה של פרחים שלמים (באזור עוקץ הפרח) ובהחמתם. בנוסף, ישנה בעיה של פתיחת הפרחים באגרטל. תמיסת LL באגרטל בלבד הפחיתה את נשירת הפרחים (איור A4) אך גרמה להחמרה של בהחמת הפרחים (איור B4). טיפולי הטענה בציטוקינינים לא השפיעו על הנשירה והחמיה של הפרחים. טיפולי הטבילה בציטוקינינים (טיפולים 3 ו-5) הפחיתו את נשירת הפרחים רק כאשר הטיפול שולב עם תמיסת LL באגרטל, אך גם הם לא השפיעו על ההחמיה שהייתה נמוכה ביותר בטיפול הביקורת, שכלל הטענה ב-STZ + TOG-4 והצבה בתמיסת TOG-6 באגרטל (איור 4).

בניסוי נוסף שהיווה רק תצפית בגלל הכמות המעטה של פרחים שנקטפו נמצא, שהטיפול המיטבי היה טיפול טבילה ב-STZ + TDZ והטענה ב-STZ + TOG-4 ותמיסת LL באגרטל (תמונה 2). בכל מקרה הזן הזה נראה בעייתי בשל משך חיי אגרטל קצר, שלא עלה על 8 ימים בטיפול המיטבי שפורט לעיל.

ג.2.4.2.3. גרווילאה 'מיסטי-רד'

הבעיות העיקריות של פרחי גרווילאה 'מיסטי-רד' הם חוסר הפתיחה של הפרחים שנקטפים בשלב פתיחה מוקדם. הבעיה חמורה כיוון שבתפרחת של הזן הזה ישנה שונות גדולה מאוד כאשר הפרחים התחתונים בתפרחת מגיעים לשלב לולאה בינוני, בעוד שבפרחים שבקצה התפרחת לא נראית כלל לולאה של עמוד העלי

(לדוגמה שלב 1 באיור C7). הבעיה מחריפה בכך שהתפתחות עמודי העלי נעצרת ולכן הם אינם מתיישרים (בתהליך פתיחת פרח) ומשחירים, ולאחר מכן גם עלי הכותרת המאוחים משחירים ונושרים. לכן, משך חיי האגרטל של זן זה קצר ומהווה בעיה, בפרט שהצבע האדום מאוד מיוחד ויש לו דרישה מיוחדת ע"י קניינים. בדצמבר השנה אף היה מצב שפתחו באירופה אריזות של זני גרווילאה מעורבים שהגיעו מישראל, והוציאו בנפרד רק את הפרחים של הזן הזה בגלל הדרישה לצבעו המיוחד.

כבר הראינו בשנים הקודמות שתוספת של סוכר באגרטל (כגון תמיסת LL) מאריכה את משך חיי הפרחים, מאפשרת פתיחה של הפרחים לכל אורך התפרחת, דוחה את ההזדקנות ומפחיתה את ההשחרות של עמודי העלי ועלי הכותרת. התוצאות המובאות באיורים 5 ו-6 מאשרות ממצאים קודמים אלה וניתן לראות שתמיסת LL האריכה את משך חיי האגרטל (איור 5) והפחיתה את ההשחרות (איור 6) בכל חמשת טיפולי ההטענה והטבילה שנבחנו. הטיפולים בציטוקינין בלבד לא האריכו באופן משמעותי את משך חיי האגרטל (איור 5), ורק טיפול 3 (טבילה ב- STS + TDZ) הפחית את ההשחרה. השילוב של טיפול טבילה זה עם LL באגרטל היה הטיפול הטוב ביותר והפרחים הגיעו בהשפעתו ל- 11 ימי אגרטל, לאחר שהתקבלה הפחתה משמעותית של ההשחרות (איור 6, יום 6). תמונה 3 המראה את מופע הפרחים בהשפעת עשרת הטיפולים (5 טיפולי הטענה וטבילה X שני תמיסות באגרטל) ממחישה יפה ובמיוחד את השפעת LL באגרטל (תמונות E-13) על פתיחת הפרחים: ניתן לראות בבירור שבתפרחות של ענפים שהיו בתמיסת כלורין (TOG-6) הפרחים נפתחו רק בשליש-חצי התחתון, בעוד שבענפים שהיו ב- LL הפריחה התקדמה עד לקצה התפרחת. מתוך קבוצה זו ניתן לראות שבפרחים שנטבלו ב- STS + TDZ (תמונה G3) הצבע האדום בולט וכמעט ולא נצפו השחרות.

בניסוי נוסף בו נבחנו השפעות אותם הטיפולים על ענפים שנקטפו בשני שלבי התפתחות של התפרחת כמתואר באיור C7 וכל הפרחים היו באגרטל בתמיסת LL, לא נמצאה השפעה מיטיבה של הטיפולים על משך חיי האגרטל, למעט שיפור קל לטיפול הטבילה ב- STS + BA (טיפול 5) בפרחים שנקטפו בשלב 1 (איור A7). באופן כללי משך חיי האגרטל של פרחים שנקטפו בשלב 1 היה ארוך יותר (איור A7), וההשחרה הנובעת מהזדקנות הייתה חמורה בשתי דרגות ביום השביעי באגרטל בפרחים שנקטפו בשלב 2 (איור B7).

4.2.4.2. גרווילאה 'האני-ג'ם'

התפרחות של גרווילאה 'האני-ג'ם' מאוד עדינות והגורם העיקרי הקובע את משך חיי האגרטל שלהם הוא כמישת הפרחים ואיבוד הטורגור של הלולאות. פרחים נקטפו בשני שלבי קטיף כמתואר באיור A8 וכל הפרחים הוכנסו לתמיסת LL באגרטל לאחר סימולציית המשלוח האווירי. ניתן לראות שמשך חיי האגרטל של הפרחים שנקטפו בשלב 1 היה מעט ארוך יותר מאשר של אלו שנקטפו בשלב 2 (איור B8). הטיפולים בציטוקינינים בהטענה ובטבילה האריכו את משך חיי האגרטל בפרחים שנקטפו בשני השלבים. טיפול אחד בלט ממש לטובה מכל הטיפולים והוא טיפול 3 - טבילה ב- STS + TDZ והטענה ב- STS + TOG-4, כאשר משך חיי האגרטל בהשפעתו הגיע ל- 10.5 או ל- 8 ימים בפרחים שנקטפו בשלבים 1 ו- 2, בהתאמה.

5.2.4.2. גרווילאה 'סילביה'

זן 'סילביה' הוא זן מאוד אטרקטיבי עם משך חיי אגרטל של כ- 8 ימים. לכן, זהו הזן הנחקר ביותר ע"י החוקרים באוסטרליה. לניסוי שבוצע השנה הובאו פרחים משני שלבי קטיף כמתואר באיור C9. השלב בו יש לולאות מפותחות ב- 80-90% מהתפרחת (מעט פחות משלב 2) הוא השלב המומלץ לקטיף ע"י החוקרים האוסטרלים לזן זה. שלב 2 (100% לולאות מפותחות עם מספר פרחים פתוחים) הוא כנראה שלב מתקדם מידי, שכן משך חיי האגרטל של פרחים שנקטפו בשלב זה היה קצר יותר מאשר זה של פרחים שנקטפו בשלב 1 שהוא מעט מוקדם מידי. רק לפרחים משני שלבי הקטיף שטופלו בטיפול 3 היה משך חיי אגרטל ארוך שהגיע ל- 10 ימים

(איור A9). טיפול 3, שכלל טבילה ב- STS + TDZ, וכן שני יישומי BA (טיפולים 4 ו-5) הפחיתו את השחרות הפרחים שנקטפו בשלב 2 (איור B9), אך רק טיפול 5 (טבילה ב- STS + BA) הפחית את השחרות הפרחים שנקטפו בשלב 1. מבחינת מופע הפרחים שנקטפו בשלב 2, רואים שהפרחים שטופלו בציטוקינינים בטבילה (טיפולים 3 ו-5) נפתחו יפה וכן צבע הפרחים בהם היה יפה לאחר 7 ימי אגרטל (תמונה 4), בעיקר בפרחים לאחר טיפול 3 שמשך חיי האגרטל שלהם היה הארוך ביותר.

ג.2.4.2. גרווילאה 'קלונדרה ג'ם'

השפעות הטיפולים שנבחנו לעיל (איורים 3-9) נבחנו גם בפרחי גרווילאה מזן 'קלונדרה ג'ם' שנקטפו בשלב לולאה מפותחת בכל התפרחת (איור C10). הגורמים המגבילים את משך חיי האגרטל של זן זה הם: נשירת פרחים, כמישה המתבטאת בחוסר טורגור של הלולאות והשחרת הפרחים. משך חיי האגרטל של פרחי הביקורת (טיפול 1) שהוצבו ב- LL היה רק 7 ימים, ורק הטיפולים 3 ו-5 שכללו יישום הציטוקינינים בטבילה (יחד עם STS) האריכו את משך חיי האגרטל ל- 8.5 ימים (איור A10). הטיפול שהפחית באופן היעיל ביותר את השחרת הפרחים היה טיפול 5 שכלל יישום STS + BA בהטענה (איור B10), שהיה יעיל באופן מובהק מטיפול 3. ניתן לראות בתמונה 5, שהפרחים מטיפולים 3 ובעיקר 5 הראו את המופע היפה ביותר ביום 7 באגרטל.

ג.3.4.2. לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה של ציטוקינינים בשילוב סוכר בתמיסת האגרטל בדחיית הזדקנות פרחים בענפי קטיף של גרווילאה 'ספיידרמן' (תמצית התוצאות המפורטות בנספח ב')

ג.1.3.4.2. בחינת שיטות יישום שונות של ציטוקינינים לאחר הקטיף בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל לשיפור איכות פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'

יישום הציטוקינינים בטבילה של ענף הפריחה או של התפרחת בלבד נמצא כיישום היעיל ביותר לשמירת איכות פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' והארכת משך חיי האגרטל שלהם (איורים 1-4 ותמונות 1, 2 בנספח ב').

ג.2.3.4.2. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילת התפרחת ב- TDZ או BA לאחר הקטיף ושילוב סוכרוז בתמיסת האגרטל על שיפור איכות פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'

יישום TDZ בטבילה היה יעיל יותר מאשר יישום BA. שני הציטוקינינים שיפרו את העלייה במשקל הענף, שמרו על מוצקות התפרחות, דחו באופן מובהק את נשירת הפרחים, שיפרו את פתיחת הפרחים, דחו את החמתם, שיפרו את מאזן המים בתפרחת ואת עליית משקל הענף באגרטל ותכולת המים היחסית בעלי הכותרת ובעמוד העלי תוך שמירה על רמת כלורופיל וקרטינואידים גבוהה בפרח ובעמוד העלי, ושיפרו את הובלת הסוכרוז מהתמיסה אל הפרח. השפעת TDZ על המדדים הנ"ל הייתה אדיטיבית או סינרגיסטית לטיפול של הוספת הסוכרוז לתמיסת האגרטל (בהתאם לסוג המדד) (איורים 5-16 ותמונה 3 בנספח ב').

ג.3.3.4.2. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילת התפרחת בציטוקינינים לאחר הקטיף ושילוב סוכרוז בתמיסת האגרטל על קליטה והובלה של סוכרוז מתמיסת האגרטל, רמת סוכרים ופעילות אינברטאזות

השפעת הציטוקינינים על קליטה ותנועת הסוכרים הובחנה רק במשך 48 השעות הראשונות, הן בבדיקה אוטורדיוגרפית והן בבדיקת תכולת הסוכרים בפרח. הוספת סוכרוז לתמיסת ההטענה שמרה על רמות סוכרוז, גלוקוז, פרוקטוז וסוכר בלתי מזוהה, גבוהות בפרח לכל משך חיי האגרטל. הטיפול המשולב של TDZ + סוכרוז העלה את רמת העמילן בפרחים בימים האחרונים באגרטל (איורים 17-18 ותמונות 4, 5 בנספח ב'). טיפול הטבילה בציטוקינין הגביר רק את הפעילות של אינברטאז הדופן במשך שלושת הימים הראשונים

באגרטה, והפחית את פעילות האינברטאז הוקואולי והאינברטאז הציטוזולי. הטיפול בסוכרוז הגביר את פעילות האינברטאז הדופן בימים 6-10 באגרטה (איור 19 בנספח ב').

ד. דיון - מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר (לכל שלוש שנות המחקר)

ד.1. המסקנות העיקריות לשנה א':

1) חומרים משמרים המכילים 8-HQC וחומצה ציטרית כמו TOG-4 או TOG-3 (המכיל בנוסף ל-8-HQC ומשטחים גם תיאבנדזול ויוני אמון רביעוני מסוג בנזולקוניום כלוריד), היו המתאימים ביותר לשיפור קליטת המים והארכת משך חיי אגרטה של פרחי גרווילאה מזנים שונים; 2) טיפול בציטוקינינים BA או TDZ דחה את הזדקנות הפרחים, נשירתם ודהיית הצבע, ושמר על טורגור גבוה ותכולת מים יחסית גבוהה באיברי הפרח. TDZ היה יעיל יותר באופן משמעותי מאשר BA, ויישום שני הציטוקינינים בטבילה היה יעיל יותר מאשר יישוםם בהטענה; 3) הטענת הפרחים ב-STS לא שיפרה בד"כ את משך חיי האגרטה, בעוד שהוספת STS לטיפול הטבילה שיפרה בד"כ את איכות הפרחים ומשך חיי האגרטה. השפעת STS בלטה יותר בעיכוב נשירת פרחים מאשר בעיכוב ההזדקנות המתבטאת באיבוד טורגור, דהיית הצבע והחמת הפרח; 4) תוספת של 5% סוכר (סוכרוז או דקסטרז) בהטענה שיפרה באופן משמעותי את משך חיי האגרטה, והייתה השפעת גומלין בין הסוכר לבין טיפול הטבילה בציטוקינין ו-STS; 5) בעזרת טיפולים מיטביים ניתן להגיע לאחר סימולציית משלוח ל-9 ימי אגרטה גם בזנים החדשים של גרווילאה 'ליטל ווילי' ו'ליטל פינק ווילי'; 6) נראה שניתן לקבל 9 ימי אגרטה בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' גם לאחר סימולצייה לתובלה ימית.

ד.2. המסקנות העיקריות לשנה ב':

1) יישום הציטוקינינים בטבילה של כל ענף הפריחה או של התפרחת בלבד הוא היישום היעיל ביותר לשמירת איכות הפרחים של גרווילאה 'ספיידרמן' והארכת משך חיי האגרטה; 2) נמצא שהציטוקינין תידיאזורן (TDZ) המיושם בטבילה היה יעיל יותר מאשר הציטוקינין בנזילאדנין (BA) בשיפור כל מדדי האיכות של הפרחים; 3) השפעת TDZ הייתה אדיטיבית או סינרגיסטית (תלוי בסוג המדד) לטיפול הוספת הסוכרוז לתמיסת האגרטה, בעוד שהשפעת BA לא תמיד הייתה כזו; 6) השפעת הטיפול בציטוקינינים התבטאה גם בשיפור תנועת סוכרוז אל התפרחת.

ד.3. המסקנות העיקריות לשנה ג':

1) נמצאה נוסחה המאפשרת תובלה ימית מוצלחת של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהצלחה. הטיפול המיטבי היה טבילה ב-TDZ (תכשיר דרופ), כאשר תוספת STS לתמיסת הטבילה לא תמיד השפיעה (כך שמומלץ בכל זאת להוסיף STS). לחילופין, מכיוון שתכשיר דרופ עדיין לא זמין למגדלים, ניתן לטבול ב-BA + STS. לאחר הטבילה יש להטעין את הפרחים בתמיסת TOG-4 או TOG-4 + STS. 2) יישום ציטוקינינים בטבילה נמצא משפר את משך חיי האגרטה במגוון זנים/מינים נוספים של גרווילאה, כמו: 'מון-לייט', 'מיסטי-רד' 'סילביה' ו'קלונדרה ג'ם'. גם בזנים 'מיסטי רד', 'האני ג'ם' ו'מון-לייט' היה יתרון ל-TDZ על BA. לעומת זאת בזנים 'קלונדרה ג'ם' ו'סילביה' היה יתרון ל-BA על TDZ וגם טיפול בהטענה שיפר באופן מובהק את איכות הפרחים. בחלק מהזנים הוגדרו שלבי קטיף מיטביים. 3) לא ניתן להסביר את השפעת הציטוקינינים על איכות התפרחות באמצעות השפעתם על פעילות או ייצור האתילן. 4) ניתן להסביר את ההשפעה המיטבית של הציטוקינינים על איכות הפרחים באמצעות השפעתם על הגברת תנועת הסוכר מהאגרטה לענף הקטוף, וכן באמצעות השפעתם בהגברת פעילות האינברטאז הדופן המשמש מדד לחוזק המבלע של הפרח, אך רק במשך 48 השעות הראשונות באגרטה. לכן תוצאות העבודה תומכות רק באופן חלקי בהשערת המחקר שמנגנון הפעולה של הציטוקינינים קשור בהגברת כוח המבלע של התפרחות בענף הקטוף, שכן השפעה זו נמצאה רק ב-48 השעות הראשונות. 5) בהמשך חיי

האגרטל (ימים 3-10), נוכחות סוכר באגרטל משפיעה ישירות על איכות הפרחים באמצעות הגברת תנועת הסוכר מהתמיסה לענף, וכן באמצעות הגברת פעילות אינברטאז הדופן.

ה. פירוט הפרסומים המדעיים בכתב ובע"פ

פרסומים בע"פ: חלק מהתוצאות דווחו למגדלים בהרצאה שניתנה ביום עיון לתובלה ימית של מוצרי נוי שהתקיים בקריה החקלאית בבית-דגן באוקטובר 2006, ובשני כנסים בינלאומיים שהתקיימו בתאילנד בספטמבר 2007 ובקרוואטיה באוקטובר 2007. **פרסומים בכתב:** תקציר לכנס הבינלאומי בתאילנד (2007) ומאמר ב- Acta Horticulturae (2007); נשלח תקציר לכנס פרוטיאות בינלאומי שיתקיים בספטמבר 2008 בדרום אפריקה. החלק של בירור מנגנון הפעולה של ציטוקינין וסוכר בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' מהווה חלק מעבודת המסטר של הסטודנטית לתואר שני, זויה צ'רנוב, במסגרת הפקולטה לחקלאות ברחובות של האוניברסיטה העברית.

Meir, S., Salim, S., Chernov, Z. and Philosoph-Hadas, S. (2007).

Quality improvement of cut flowers and potted plants by postharvest treatments based on various cytokinins and auxins. *Acta Hort.* 755: 143-154.

Meir, S., Salim, S., Chernov, Z., Riov, J. and Philosoph-Hadas, S. (2008).

Improving quality of various Israeli grown *Grevillea* cultivars by postharvest treatments. Abstract in The 13th International Protea Association Conference, South Africa.

צ'רנוב זויה (2008). לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה של ציטוקינינים בשילוב סוכר בדחיית הזדקנות פרחים בענפי קטיף של גרווילאה. עבודת גמר למסטר המוגשת לפקולטה לחקלאות ברחובות. בהכנה.

ו. סיכום עם שאלות מנחות לד"ח המחקר

1. מטרות המחקר לתקופת הד"ח תוך התייחסות לתכנית העבודה:

המטרה הכללית של מחקר זה היא לפתח טיפולים יישומיים שיאפשרו שיווק מוצלח ומשך חיי אגרטל מספקים של לפחות 8 ימים במספר מיני/זני גרווילאה חדשים. להשגת מטרה זו נקבעו מטרות המשנה הבאות: (1) לימוד היישום של ציטוקינינים (BA ו-TDZ), ובחינת מנגנון הפעולה של הורמון זה בהארכת משך חיי האגרטל של גרווילאות; (2) בחינת ההשפעה של הוספת סוכר לתמיסת ההטענה (בשלב מגדל) ו/או באגרטל (בשלב הצרכן הסופי), והבנת מנגנון הפעולה של סוכרים בדחיית הזדקנות הפרחים; (3) בחינת שילוב של מספר אמצעים שיימצאו כמוצלחים (ציטוקינין עם מעכבי פעולה ו/או סינתזה של אתילן, תמיסות משמרות וסוכר בתמיסת האגרטל); (4) בחינת היתכנות להובלה ימית לאירופה של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהשפעת הטיפולים המיטביים שיפותחו. **מטרות המחקר לשנה ג': א)** בחינת יישום ציטוקינינים בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהובלה אווירית וימית; **ב)** בחינת יישום ציטוקינין להארכת משך חיי האגרטל של מיני/זני גרווילאה חדשים לאחר תובלה אווירית; **ג)** המשך לימוד מנגנון הפעולה של הטיפול המיטבי שפותח בשנה א' למחקר להארכת משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן', המבוסס על טיפול בציטוקינינים לאחר הקטיף בשילוב עם הוספת סוכר לתמיסת האגרטל; **ד)** בחינת השערת המחקר שהציטוקינינים פועלים באמצעות הגברת כוח המבלע של איברי הפרח.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הד"ח:

בגרווילאה 'ספיידרמן' נבחנו ההשפעות של שני סוגי ציטוקינינים, BA (תכשיר TOG-L-101) ו-TDZ (תכשיר DROPP), שניתנו ב-3 שיטות יישום (בהטענה, בטבילה של התפרחת או של כל הענף), ושני סוגי סוכרים (גלוקוז וסוכרוז), שניתנו בתמיסת האגרטל. בניסויים מסויימים נעשה שילוב של ציטוקינינים עם STS, ו/או עם חומרים משטחים בתמיסת הטבילה. השפעות הטיפולים נבחנו במהלך חיי האגרטל על מדדי האיכות הבאים:

שינוי משקל הענף, נשירה, החמה, מוצקות ופתיחה של פרחים בתפרחת, תכולת הכלורופיל והקרנוואידים בפרח ובעמוד העלי, תכולת מים יחסית ותכולת סוכרים (בעזרת HPLC) בפרח, תנועת סוכר רדיואקטיבי מתמיסת ההטענה לענף הקטוף, ופעילות אינברטאזות הממוקמות בוקואולה, בציטוזול ובדופן התא. על סמך התוצאות בוצעו ניסויים לפיתוח פרוטוקול שיאפשר תובלה ימית של פרחי גרווילאה ספיידרמן'. השפעות הטיפוליים נבחנו גם בזני/מיני גרווילאה נוספים: 'מון-לייט', 'מיסטי-רד' 'ליטל פינק ווילי', 'סילביה' ו'קלונדרה ג'ם' לאחר תובלה אווירית. **תוצאות עיקריות:** יישום הציטוקינינים בטבילה של ענף הפריחה או של התפרחת בלבד נמצא כיישום היעיל ביותר לשמירת איכות פרחי גרווילאה מהזנים השונים והארכת משך חיי האגרטל שלהם, כאשר TDZ היה יעיל יותר מאשר BA. הציטוקינינים הגבירו ושמרו על העלייה במשקל הענף, שמרו על מוצקות התפרחות, דחו באופן מובהק את נשירת הפרחים, שיפרו את פתיחת הפרחים, דחו את הזדקנותם המתבטאת בהחמה או בהשחרה, תוך שמירה על רמה גבוהה של הפיגמנטים (כלורופיל וקרנוואידים) בפרח ובעמוד העלי, ושיפרו את הובלת הסוכרוז מהתמיסה אל הפרח. השפעת הציטוקינינים על המדדים הנ"ל הייתה אדיטיבית או סינרגיסטית (בהתאם לסוג המדד) לטיפול הוספת הסוכרוז לתמיסת האגרטל. טיפול הטבילה בציטוקינין הגביר רק את הפעילות של אינברטאז הדופן במשך 3 ימים באגרטל, וגרם לירידה בפעילות האינברטאזות הוקואולי והציטוזולי. הטיפול בסוכרוז עיכב בימים 1-3 והגביר בימים 6-10 באגרטל את הפעילות של שלושת סוגי האינברטאזות. גובש פרוטוקול המאפשר תובלה ימית מוצלחת לאירופה של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'.

3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

יישום של ציטוקינינים בטבילה בשילוב עם תמיסת סוכר באגרטל נמצא כטיפול מבטיח ביותר בזני גרווילאה שונים, המאפשר משך חיי אגרטל ארוך. עדיין יש קושי למגדלים ביישום הציטוקינינים בטבילה, ולכן יש צורך למצוא דרך לשיפור היישום בהטענה. התוצאות שהתקבלו תומכות רק באופן חלקי בהשערת המחקר שמנגנון הפעולה של הציטוקינינים קשור בהגברת כוח המבלע (פעילות אינברטאזות) של התפרחות בענף הקטוף בימים הראשונים באגרטל. תוצאות הניסויים במהלך שלושת שנות המחקר וגם מחקרים קודמים מראות שניתן להוביל בים פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' כאשר הם באיכות טובה וללא סימני נגיעות ולקבל חיי אגרטל מצויינים כאשר הפרחים מקבלים את הטיפול המתאים. הטיפול המיטבי שפותח כולל טבילה בציטוקינין + STS והטענה בקירור בתמיסת STS + TOG-4 לפני האריזה, והוא מיושם ע"י המגדלים.

4. הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים):

הבעיה העיקרית והיישומית שנתרה היא למצוא דרך טובה יותר ליישום הציטוקינינים בהטענה. בהסתמך על תוצאות שהושגו במעבדתנו לגבי אוקסין, פיתחנו השערת מחקר לנושא זה המבוססת על שינוי ה-pH של התמיסה, והגשנו תוכנית מחקר חדשה בנושא. במחקר הנוכחי הגענו רק להבנה חלקית של מנגנון הפעולה שבאמצעותו הציטוקינינים משפרים מדדי איכות רבים בפרחי גרווילאה, ויש להמשיך את חקירת הנושא.

5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:

פרסומים בע"פ: חלק מהתוצאות דווחו למגדלים בהרצאה שניתנה ביום עיון לתובלה ימית של מוצרי נוי שהתקיים בקריה החקלאית בבית-דגן באוקטובר 2006, ובהרצאות שניתנו בכנסים בינלאומיים בתאילנד בספטמבר 2007 ובקרוואטיה באוקטובר 2007. **פרסומים בכתב:** תקציר לכנס הבינלאומי בתאילנד (2007) ומאמר ב-Acta Horticulturae (2007); נשלח תקציר לכנס פרוטיאות בינלאומי שיתקיים בספטמבר 2008 בדרום אפריקה. החלק של בירור מנגנון הפעולה של ציטוקינין וסוכר בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' מהווה חלק מעבודת המסטר של הסטודנטית לתואר שני, זויה צ'רנוב, במסגרת הפקולטה לחקלאות ברחובות של האוניברסיטה העברית.

Meir, S., Salim, S., Chernov, Z. and Philosoph-Hadas, S. (2007).

Quality improvement of cut flowers and potted plants by postharvest treatments based on various cytokinins and auxins. *Acta Hort.* 755: 143-154.

Meir, S., Salim, S., Chernov, Z., Riov, J. and Philosoph-Hadas, S. (2008).

Improving quality of various Israeli grown *Grevillea* cultivars by postharvest treatments. Abstract in The 13th International Protea Association Conference, South Africa.

צ'רנוב זויה (2008). לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה של ציטוקינינים בשילוב סוכר בדחיית הזדקנות פרחים בענפי קטיף של גרוויליאה. עבודת גמר למסטר המוגשת לפקולטה לחקלאות ברחובות. בהכנה.

6. פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)

רק בספריות

✓ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)

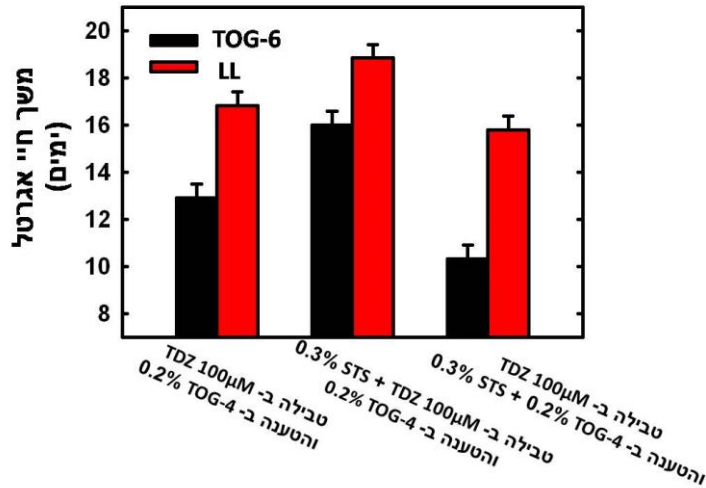
חסוי – לא לפרסם

נספח א' תוצאות (איורים, טבלאות ותמונות)

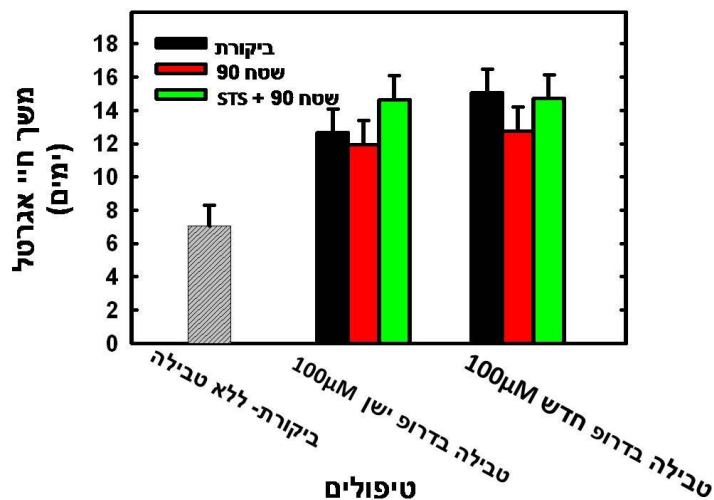
לדו"ח מספר 430-0054-07 (מוגש ע"י ד"ר שמעון מאיר וחוב')

ג.4. פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לשנה ג'

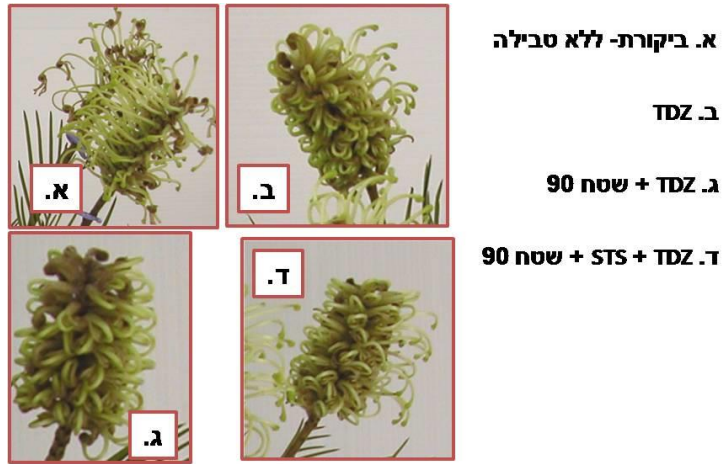
ג.4.1. יישום של ציטוקינינים בטבילה לאחר הקטיף בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' מאפשר משך חיי אגרטל ארוך לאחר סימולציה של תובלה ימית לאירופה



איור 1: השפעת טיפולי טבילה ב-TDZ או ב-TDZ + STS עם שילוב טיפולי הטענה ב-TOG-4 או TOG-4 + STS, ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL), על משך חיי אגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר סימולציה של תובלה ימית (8 ימים ב-2 מ"צ). כל תמיסות הטבילה הכילו סוויץ' 0.2% למניעת התפתחות ריקבון + שטח-90 0.025% לשיפור קליטת הציטוקינין.



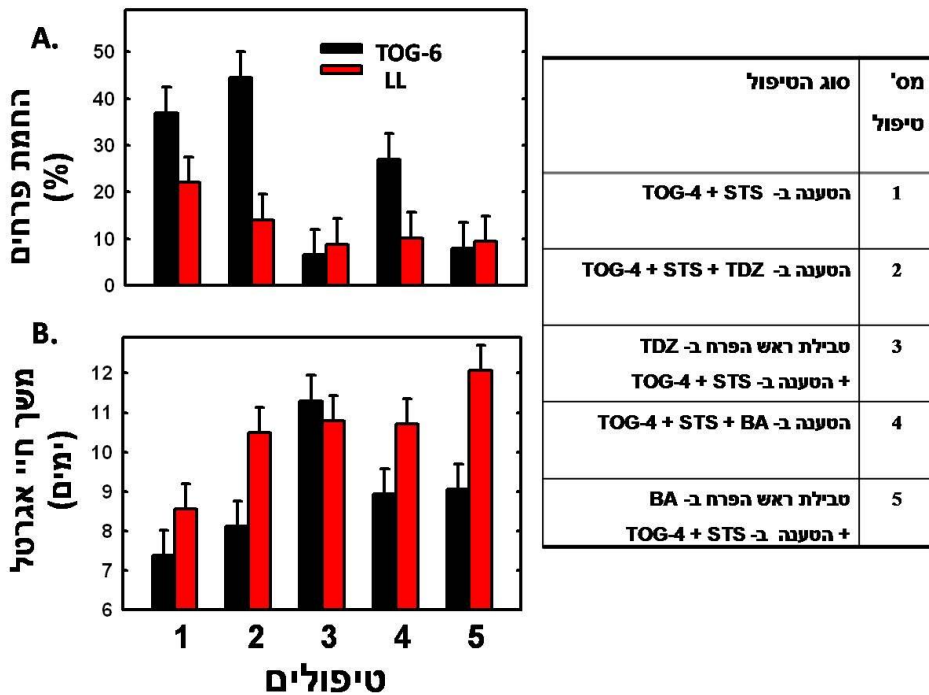
איור 2: השפעת תוספת שטח-90 ו/או STS לטיפול טבילה ב-TDZ שניתן משני סוגים של תכשיר דרופ (ישן וחדש), על משך חיי אגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר סימולציה של תובלה ימית (8 ימים ב-2 מ"צ). כל הפרחים הוצבו בתמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) לאחר הסימולציה של תובלה ימית. כל תמיסות הטבילה הכילו סוויץ' 0.2% למניעת התפתחות ריקבון.



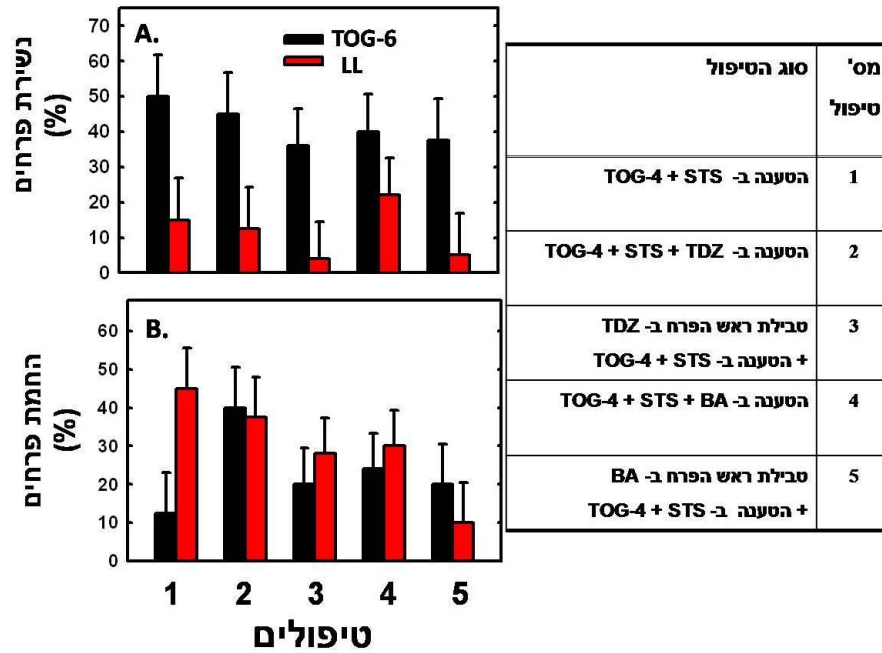
תמונה 1: השפעת תוספת שטח-90 ו/או STS לטיפול טבילה ב-TDZ שניתן מתכשיר דרופ ישן על מופע פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר סימולציה של תובלה ימית (8 ימים ב- 2 מ"צ) ו- 11 ימים באגרטל בתמיסת המכילה גלוקוז (LL).

ג.2.4. יישום של ציטוקינינים בטבילה לאחר הקטיף בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל בפרחי גרווילאה מזנים שונים מאפשר משך חיי אגרטל ארוך לאחר סימולציה של תובלה אווירית

ג.1.2.4. גרווילאה 'ספיידרמן'



איור 3: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים-TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 STS + ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL), על החמות הפרחים ביום 6 באגרטל (A) ועל משך חיי אגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר סימולציה תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) (B). טיפולי הטבילה וההטענה מפורטים בטבלה וריכוזי החומרים מפורטים להלן: TDZ 100 μM, 0.225 mM STS, 0.22 mM BA (0.5% TOG-L-101), 0.2% TOG-4, (0.3% STS-75).



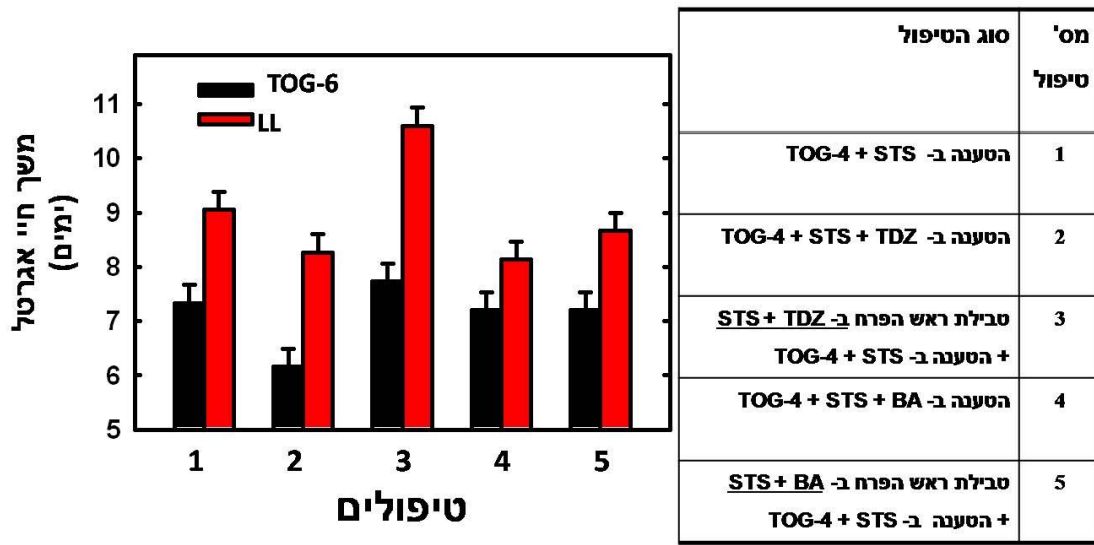
איור 4: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 STS + ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) על נשירת פרחים (A) ועל החמות הפרחים (B) ביום 6 באגרטל לאחר סימולציה של תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) (B) של פרחי גרווילאה 'מון-לייט'. הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3.

טבילה ב- STS + TDZ והטענה ב- TOG-4 + STS

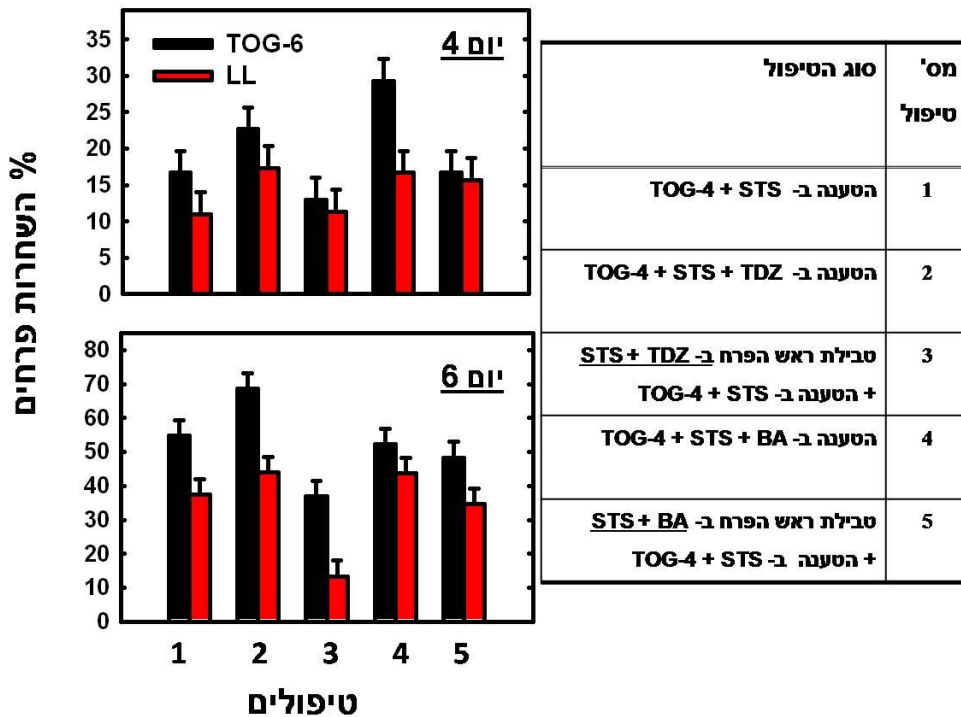


תמונה 2: השפעת תמיסת האגרטל על מופע פרחי פרחי גרווילאה 'מון-לייט' לאחר סימולציה תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) ו- 6 ימים באגרטל. הפרחים טופלו לאחר הקטיף בטיפול 3 שנמצא כטיפול המיטבי מבחינת משך חיי האגרטל.

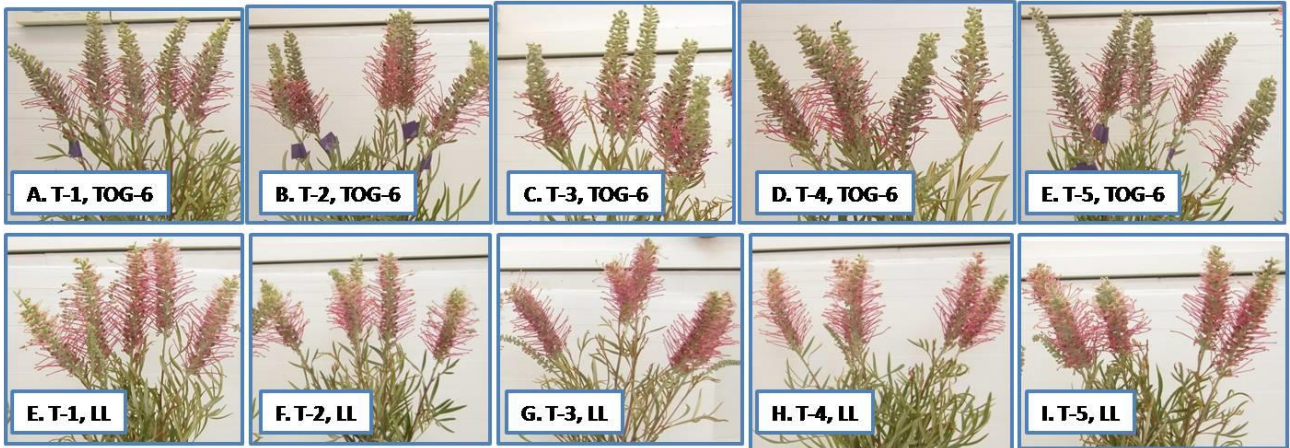
ג.3.2.4. גרווילאה 'מיסטי רד'



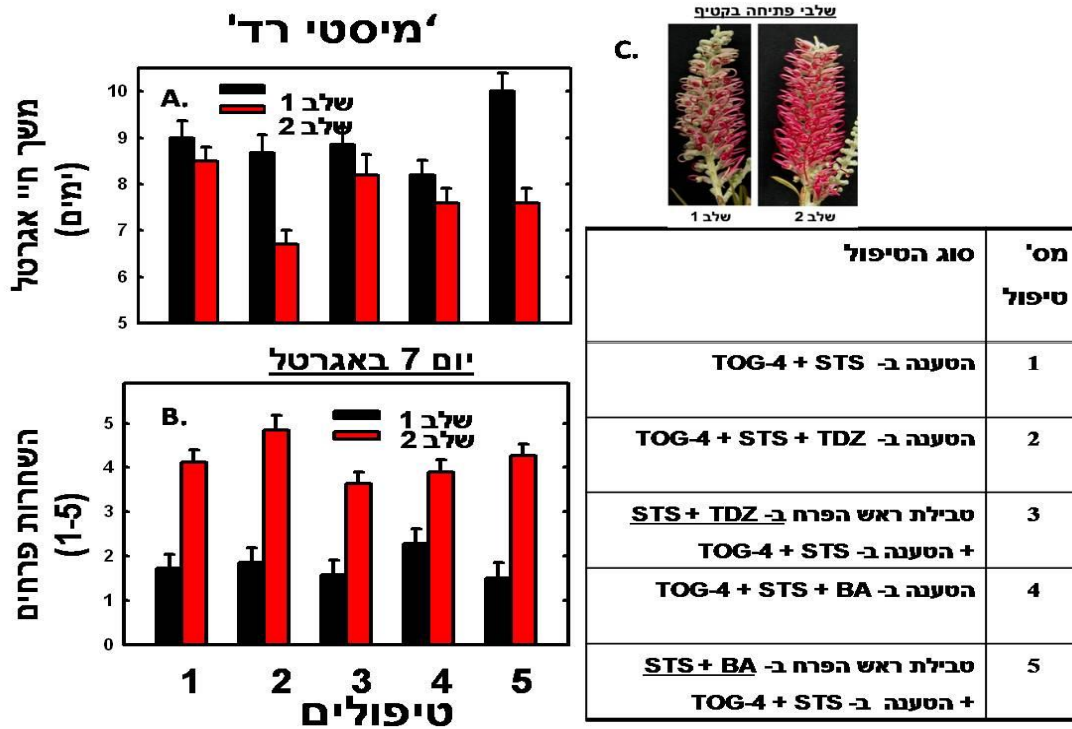
איור 5: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 STS + ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) על משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה 'מיסטי-רד' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ). הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3.



איור 6: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 STS + ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) על השחרות הפרחים של גרווילאה 'מיסטי-רד' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) ו- 4 או 6 ימים באגרטל. הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3.

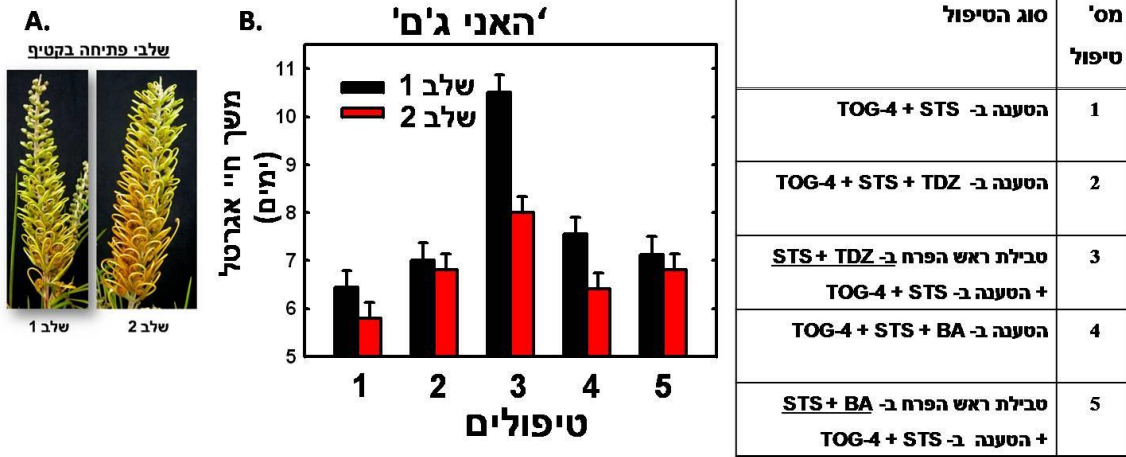


תמונה 3: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 + STS (T-(1-5)), ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) על מופע הפרחים של גרווילאה 'מיסטי-רד' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) ו- 7 ימים באגרטל. הטיפולים והריכוזים הם כמפורט באיורים 4 ו- 5.



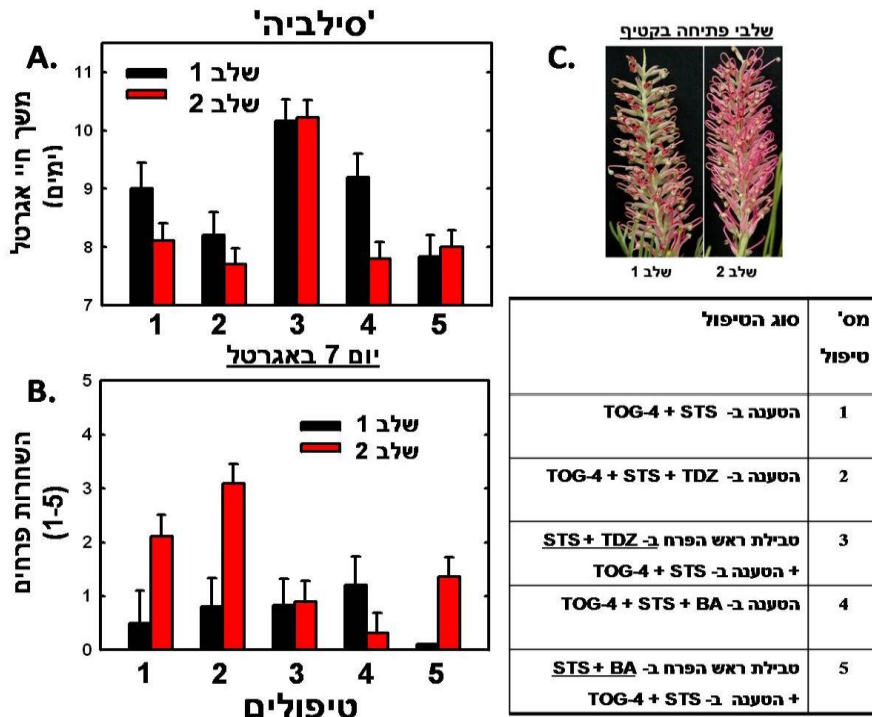
איור 7: השפעת שלב הקטיף (C) וטיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 + STS, על משך חיי האגרטל (A) ועל השחרות הפרחים ביום 7 באגרטל (B) של פרחי גרווילאה 'מיסטי-רד' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ). הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3. תמיסת האגרטל הייתה LL.

ג.2.4.4. גרווילאה 'האני ג'ם'



איור 8: השפעת שלב הקטיף (A) וטיפול טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 + STS, על משך חיי האגרטל (B) של פרחי גרווילאה 'האני-ג'ם' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ). הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3. תמיסת האגרטל הייתה LL.

ג.2.4.5. גרווילאה 'סילביה'

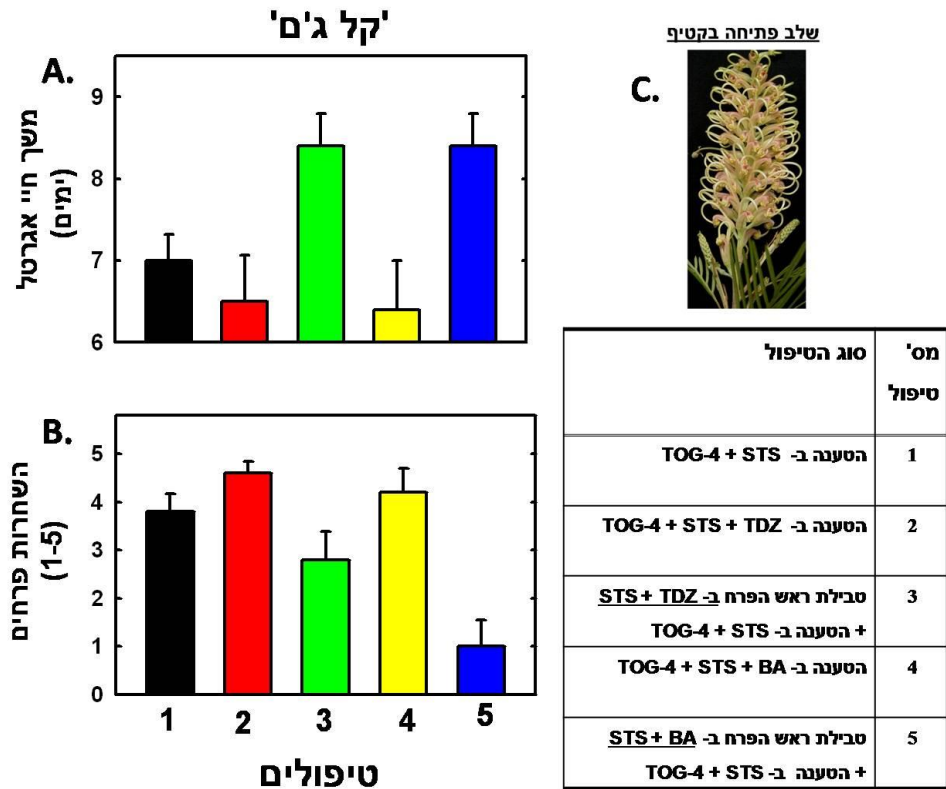


איור 9: השפעת שלב הקטיף (C) וטיפול טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 + STS, על משך חיי האגרטל (A) ועל השחרת הפרחים ביום 7 באגרטל (B) של גרווילאה 'סילביה' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ). הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3. תמיסת האגרטל הייתה LL.



תמונה 4: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 + STS (T-(1-5)), ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) על מופע הפרחים של גרווילאה 'סילביה' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) ו- 7 ימים באגרטל. הטיפולים והריכוזים הם כמפורט באיור 3.

ג.6.2.4. גרווילאה 'קלונדרה ג'ם'



איור 10: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 STS +, על משך חיי האגרטל (A) ועל השחרות הפרחים ביום 7 באגרטל (B) של גרווילאה 'קלונדרה ג'ם' שנקטפו בשלב קטיף (C), לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ). הטיפולים והריכוזים הם כמפורט בטבלה ובאיור 3. תמיסת האגרטל הייתה LL.



תמונה 5: השפעת טיפולי טבילה ו/או הטענה בציטוקינינים - TDZ או BA עם שילוב טיפולי הטענה ב- TOG-4 + STS (T-(1-5)), ותמיסת אגרטל המכילה גלוקוז (LL) על מופע הפרחים של גרווילאה 'קלונדרה ג'ם' לאחר סימולצית תובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ) ו- 7 ימים באגרטל. הטיפולים והריכוזים הם כמפורט באיור 3.

נספח ב': איורים, תמונות וטבלאות לפרק התוצאות בעבודת הגמר של גב' זויה צ'רנוב

לד"ח מספר 430-0054-07 (מוגש ע"י ד"ר שמעון מאיר וחוב)

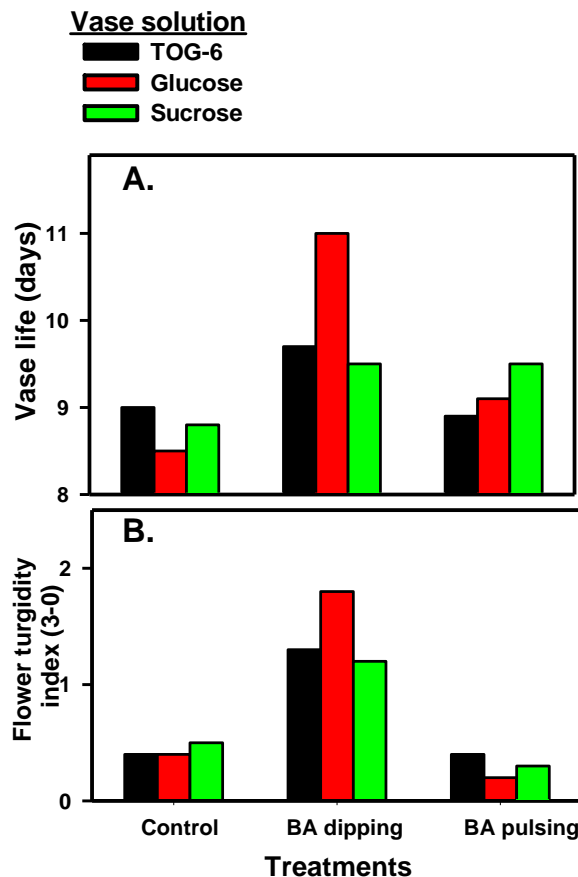
ג.3.4. לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה של ציטוקינינים בשילוב סוכר בתמיסת האגרטל בדחיית

הזדקנות פרחים בענפי קטיפ של גרוויליאה 'ספיידרמן' (תמצית התוצאות המפורטות

בנספח ב')

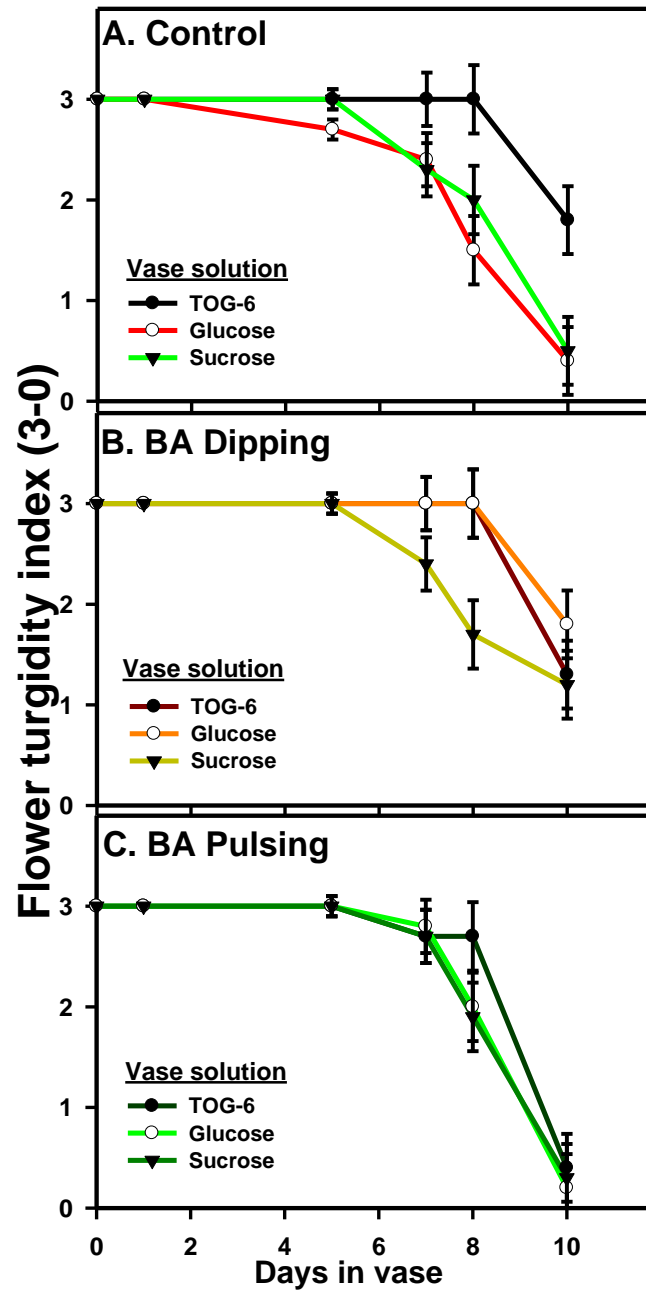
ג.1.3.4. בחינת שיטות יישום שונות של ציטוקינינים לאחר הקטיפ בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל לשיפור

איכות פרחי גרוויליאה 'ספיידרמן'

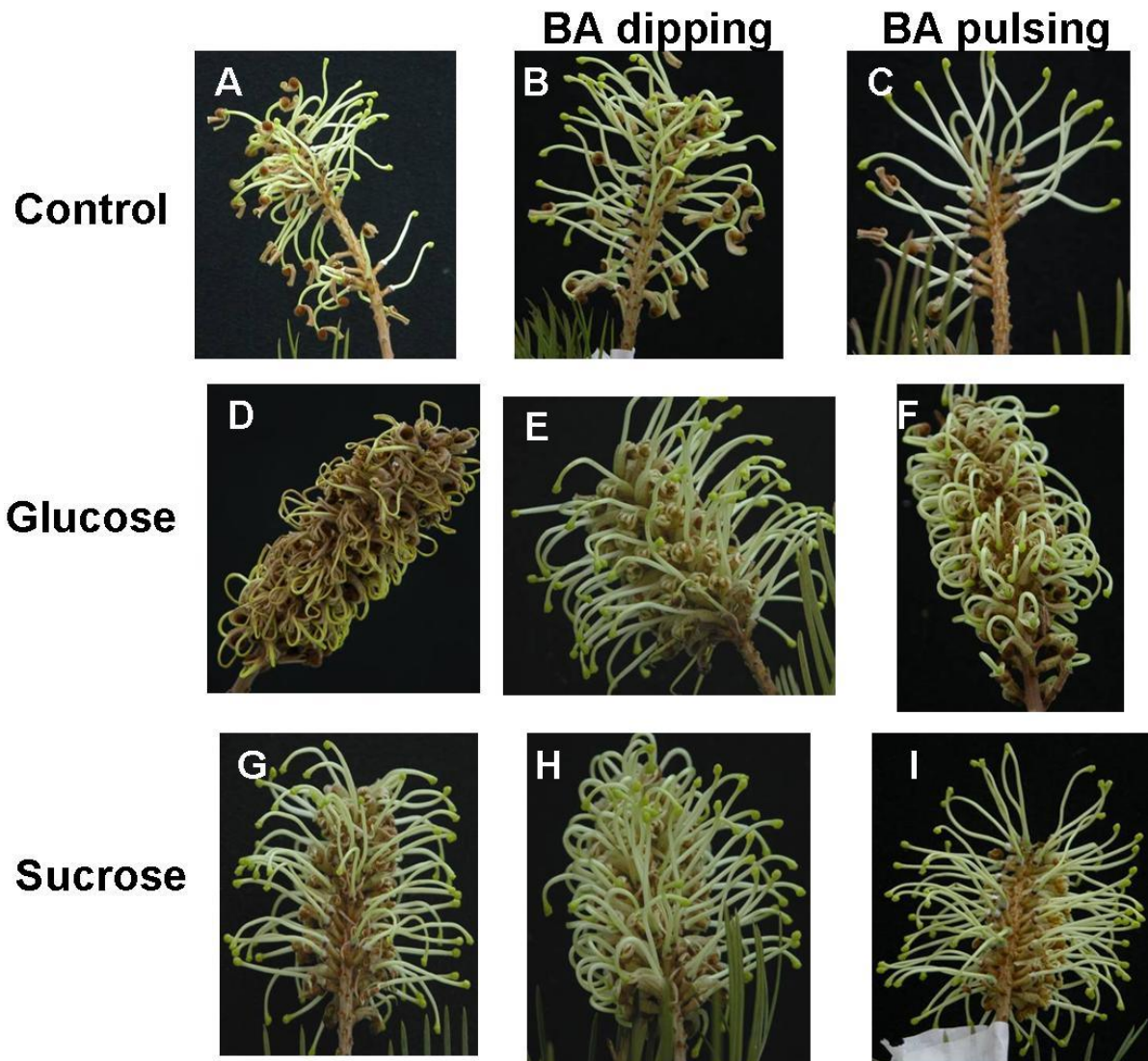


מדד טורגור (0-3)	משך חיי אגרטל (ימים)	.C
10 יום		סוג טיפול (A)
0.9 ab	8.7 b	ביקורת
1.4 b	10 a	טבילה ב- BA
0.3 a	9.1 b	הטענה ב- BA
		תמיסת אגרטל (B)
1.1	9.2	TOG-6
0.8	9.5	גלוקוז
0.6	9.2	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
***	***	A
ל.מ.	ל.מ.	B
ל.מ.	*	B X A

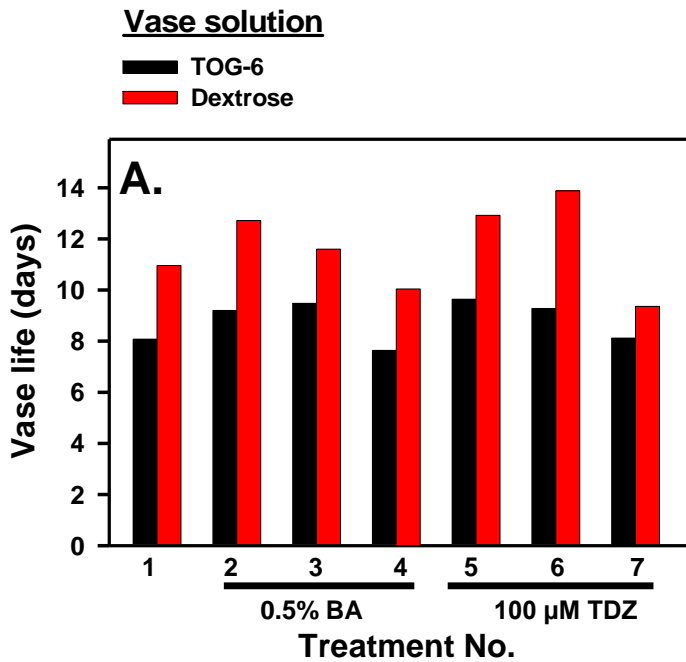
איור 1: השפעת אופן היישום של הציטוקינין BA בשילוב הוספת 1% גלוקוז או סוכרוז לתמיסת האגרטל, על משך חיי האגרטל (A) ומדד טורגור התפרחות (B) של פרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' לאחר 10 ימים באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (C). ענפי הביקורת הוטענו למשך 24 שעות בתמיסת TOG-4 0.2% בלבד ללא טבילה, וכל טיפולי הטבילה ב- BA $220 \mu\text{M}$ בוצעו בנוסף להטענה בתמיסת TOG-4. בתום טיפולי ההטענה והטבילה הענפים הוצבו באגרטל בחדר תצפית. הענפים מכל טיפול חולקו ל- 3 קבוצות, וכל קבוצה הודגרה בתמיסת אגרטל אחרת (TOG-6 50 ח"מ, 1% גלוקוז או 1% סוכרוז) למשך כל ימי האגרטל. מדד הטורגור הוערך ע"י מגע ידני עפ"י סולם של 4 דרגות, כאשר 3 = טורגור מלא ופרח מוצק למגע; 0 = פרח כמוש ללא כל טורגור. התוצאות מייצגות ממוצעים של 10 פרחים. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.



איור 2: השפעת אופן היישום של הציטוקינין BA בטבילה (B) או בהטענה (C) בהשוואה לביקורת (A) בשילוב הוספת 1% גלוקוז או סוכרוז לתמיסת האגרטל על מדד הטורגור של פרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל. פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 1. התוצאות מייצגות ממוצעים של 10 פרחים \pm שגיאת תקן.

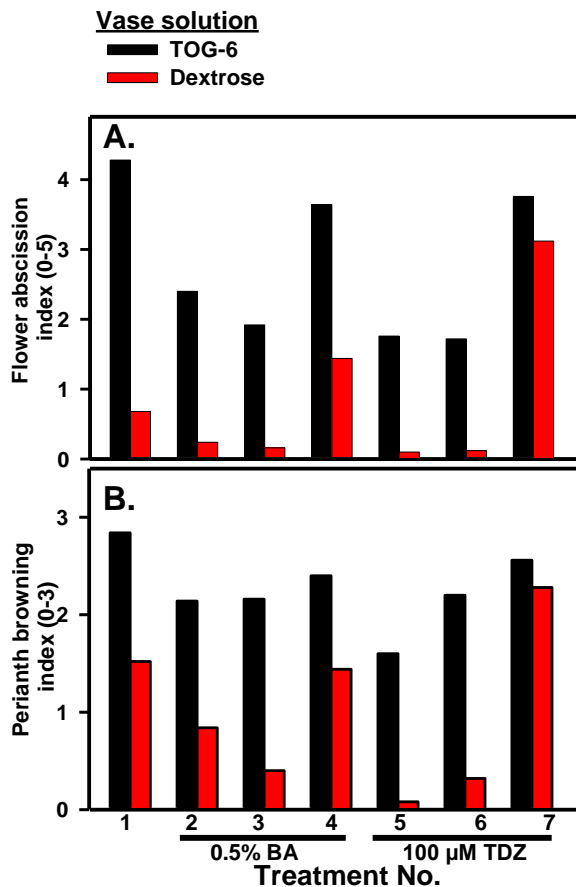


תמונה 1: השפעת אופן יישום הציטוקינין BA בטבילה (B, E, H) או בהטענה (C, F, I) בהשוואה לביקורת (D, G, A), בשילוב הוספת 1% גלוקוז (D, E, F) או סוכרוז (G, H, I) לתמיסת האגרסל, על מופע התפרחות לאחר 8 ימי אגרסל. פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 1.

**.B**

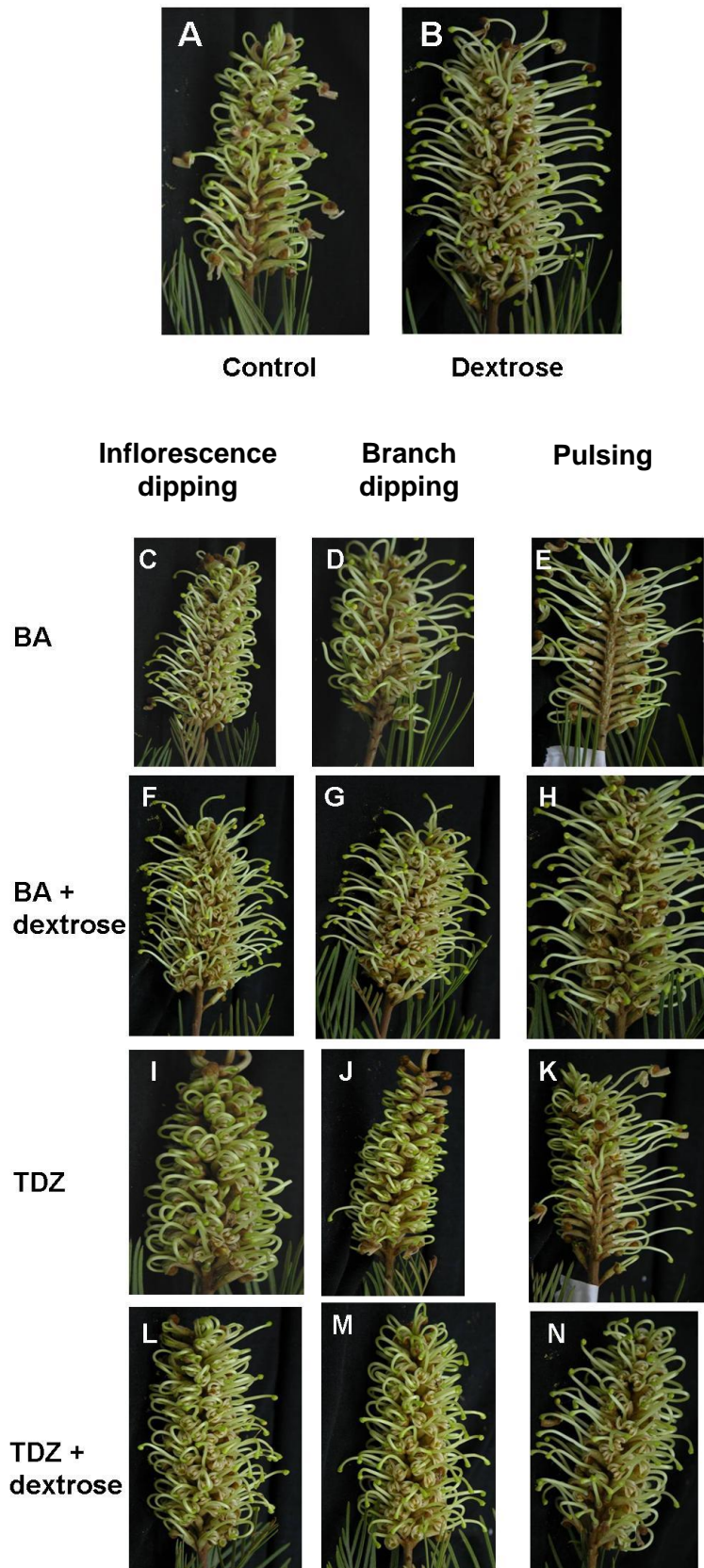
משך חיי אגרטל (ימים)	סוג טיפול (A)	מס' טיפול
9.5 c	TOG-4	.1
10.9 ab	טבילת ראש ב - BA	.2
10.5 b	טבילת ענף ב - BA	.3
8.8 c	הטענה ב - BA	.4
11.3 ab	טבילת ראש ב - TDZ	.5
11.6 a	טבילת ענף ב - TDZ	.6
8.7 c	הטענה ב - TDZ	.7
	תמיסת אגרטל (B)	
8.8 b	TOG-6	
11.6 a	דקסטרוז	
ניתוח סטטיסטי דו גורמי		
***	A	
***	B	
***	AxB	

איור 3: השפעת סוג הציטוקינין ואופן יישומו, בשילוב עם 1% דקסטרוז בתמיסת האגרטל, על משך חיי האגרטל של פרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' (A), וניתוח סטטיסטי של התוצאות (B). ריכוזי הציטוקינינים שנבחנו היו: 100 µM TDZ ו- 220 µM BA. טיפולי ההטענה בציטוקינינים ניתנו למשך 24 שעות, בשילוב עם תמיסת TOG-4 0.2%. שאר פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 1. מספרי הטיפולים בגרף מוגדרים בטבלה. התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות של 5 פרחים כל אחת. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מציינ מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001.



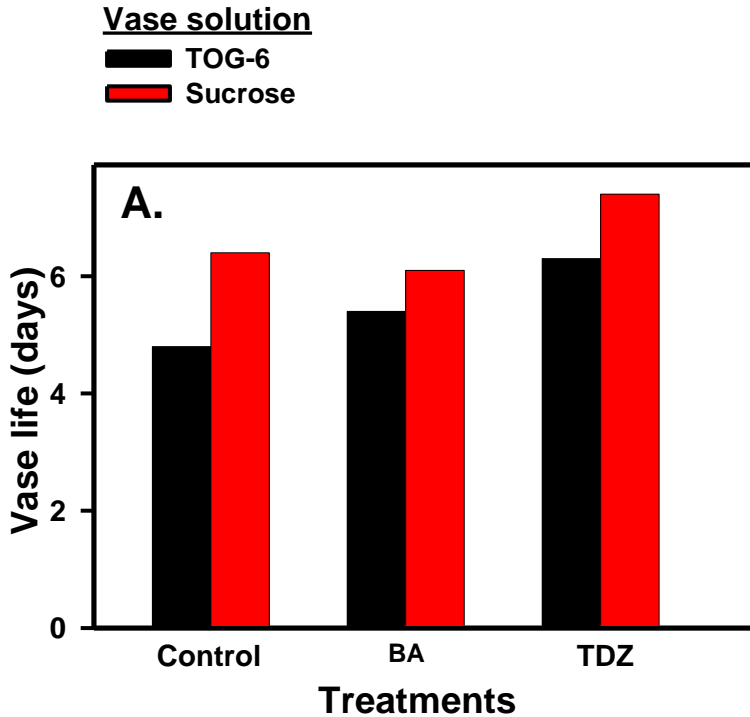
החמת עלי כותרת (מאוחים 3-0)		נשירת פרחים (5-0)		C		מס' טיפול
9 יום	7 יום	9 יום	5 יום	סוג טיפול (A)		
2.1 a	0.08 ab	2.5 b	0.32 bc	ביקורת		.1
1.5 bc	0.18 bc	1.3 c	0.08 cd	טבילת ראש ב - BA		.2
1.3 bc	0.14 bcd	1.0 c	0.02 cd	טבילת ענף ב - BA		.3
1.9 ab	0.14 a	2.5 b	0.44 ab	הטענה ב - BA		.4
0.8 c	0.00 d	0.8 c	0.00 d	טבילת ראש ב - TDZ		.5
1.3 bc	0.16 cd	0.9 c	0.06 cd	טבילת ענף ב - TDZ		.6
2.4 a	0.28 a	3.4 a	0.70 a	הטענה ב - TDZ		.7
(B) סוג טיפול						
2.3 a	0.13 a	2.8 a	0.3 a	TOG-6		
0.1 b	0.15 b	0.8 b	0.15 b	דקסטרוז		
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי						
***	**	***	***	A		
***	ל.מ.	***	**	B		
*	ל.מ.	***	ל.מ.	B X A		

איור 4: השפעת סוג הציטוקינין ואופן יישומו בשילוב עם 1% דקסטרוז בתמיסת האגרטל על מדד הנשירה של פרחים (A) ומדד ההחמה של עלי כותרת מאוחים (B) של גרוויליאה 'ספיידרמן' לאחר 9 ימים באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (C). הניסוי בוצע כמפורט באיורים 1 ו-3. נשירת הפרחים הוערכה באופן חזותי עפ"י סולם של 6 דרגות, כאשר 0 = ללא נשירה; 5 = נשירה מקסימאלית של כל הפרחים בתפרחת. החמות עלי כותרת המאוחים הוערכו באופן חזותי עפ"י סולם של 4 דרגות, כאשר 0 = ללא החמה; 3 = החמה מקסימאלית. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.01, 0.1 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.



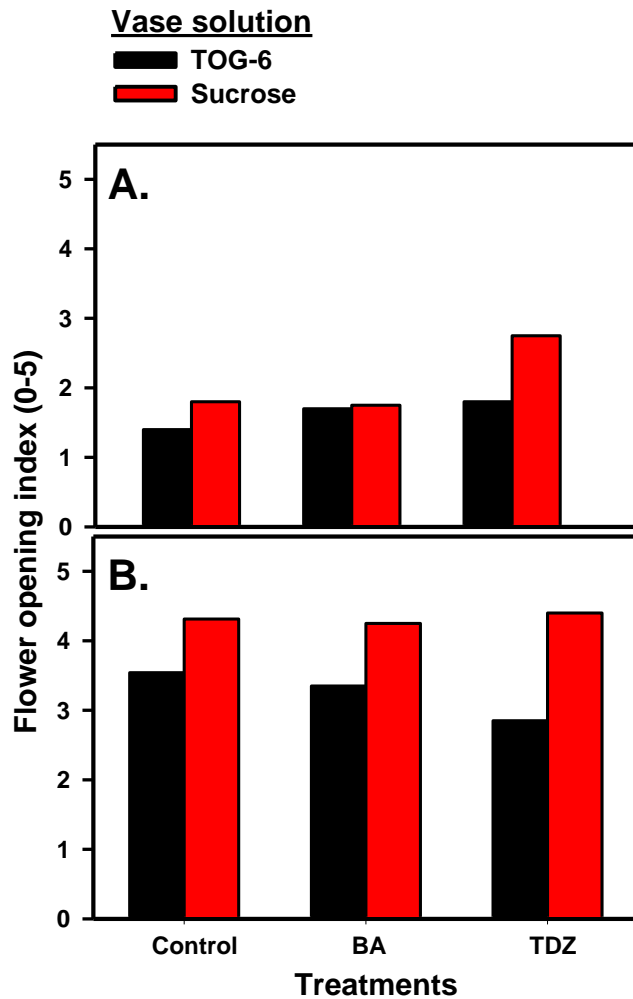
תמונה 2: השפעת סוג הציטוקינין BA (H-C) או TDZ (N-I) ואופן יישומו בטבילת ראש התפרחת בלבד (C, F, I, L), טבילת כל הענף (D, G, J, M) או הטענת הענף (E, H, K, N) בהשוואה לביקורות שלא טופלו בציטוקינין (A, B), בשילוב עם 1% דקסטרוז (B, F, G, H, L, M, N) בתמיסת האגרסל, על מופע התפרחות לאחר 7 ימי אגרסל. הניסוי בוצע כמפורט באיור 4.

ג.2.3.4. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילה התפרחת ב- TDZ או BA לאחר הקטיף ושילוב סוכרוז בתמיסת האגרטל על שיפור איכות פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'



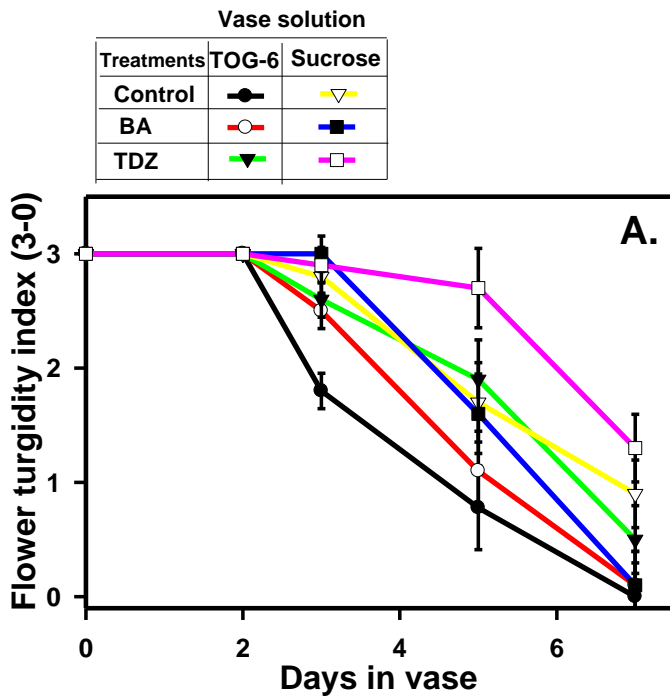
משך חיי האגרטל (ימים)	B. סוג טיפול (A)
5.6 b	ביקורת
5.7 b	טבילה ב- BA
6.8 a	טבילה ב- TDZ
	תמיסת אגרטל (B)
5.5 b	TOG-6
6.6 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי	
***	A
***	B
ל.מ.	B X A

איור 5: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על משך חיי האגרטל (A) של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן', וניתוח סטטיסטי של התוצאות (B). ריכוזי הציטוקינינים שנבחנו היו: TDZ 100 μ M ו- BA 220 μ M. שאר פרטי הניסוי הם כמתואר באיורים 1 ו-3. התוצאות מייצגות ממוצעים של 10 חזרות של פרח אחד בכלי לכל טיפול. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מציינ מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001; ל.מ. = לא מובהק.



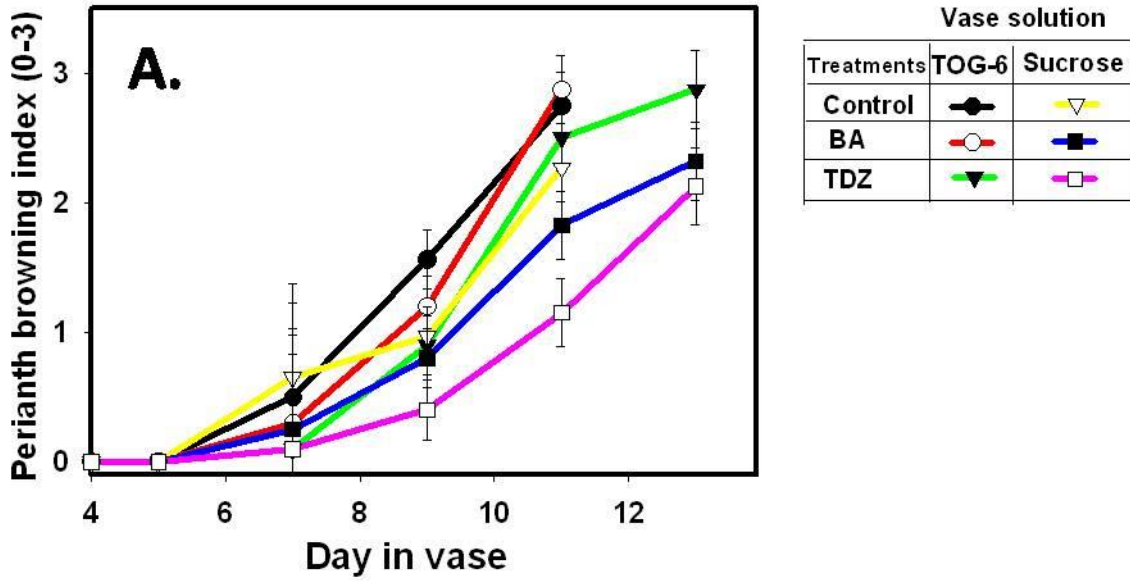
מדד פתיחת פרחים (5-0)		.C
9 יום	5 יום	
		סוג טיפול (A)
3.9	1.6 b	ביקורת
3.8	1.7 a	טבילה ב- BA
3.6	2.2 a	טבילה ב- TDZ
		תמיסת אגרטל (B)
3.2 b	1.6 b	TOG-6
4.3 a	2.1 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
ל.מ.	*	A
***	*	B
ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 6: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב עם הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על דרגת הפתיחה של פרחי גרוויליאה 'ספידרמן' לאחר 5 (A) ו-9 (B) ימים באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (C). דרגת פתיחת הפרחים הוערכה באופן חזותי עפ"י סולם של 6 דרגות, כאשר 0 = פרח סגור; 5 = פרח פתוח לגמרי. התוצאות מבטאות ממוצעים של 4 חזרות של 5 פרחים כל אחת. שאר פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 5. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, ***, מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.



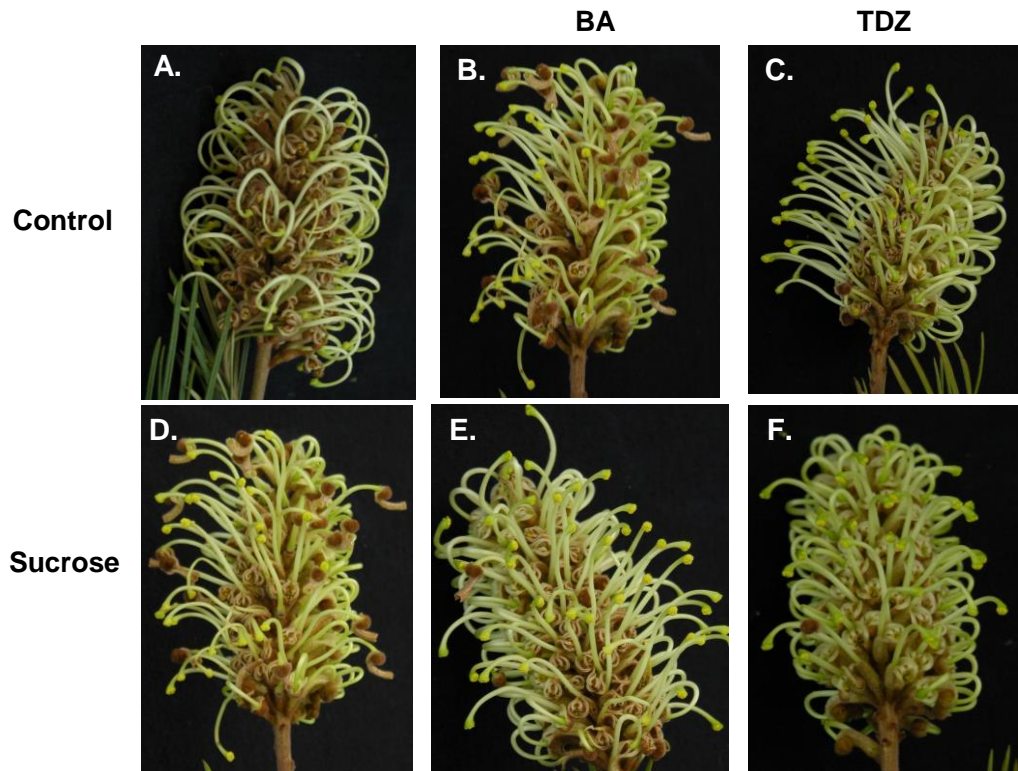
(0-3) מדד טורגור בפרחים		.B
יום 5	יום 3	
		סוג טיפול (A)
1.2 b	2.3 b	ביקורת
1.3 b	2.7 a	טבילה ב- BA
2.3 a	2.7 a	טבילה ב- TDZ
		תמיסת אגרטל (B)
1.3 b	2.3 b	TOG-6
2.0 a	2.9 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
**	**	A
*	***	B
ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 7: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על מדד הטורגור של פרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל (A), וניתוח סטטיסטי של התוצאות (B). הניסוי בוצע כמתואר באיור 5. התוצאות מייצגות ממוצעים של 10 פרחים ± שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

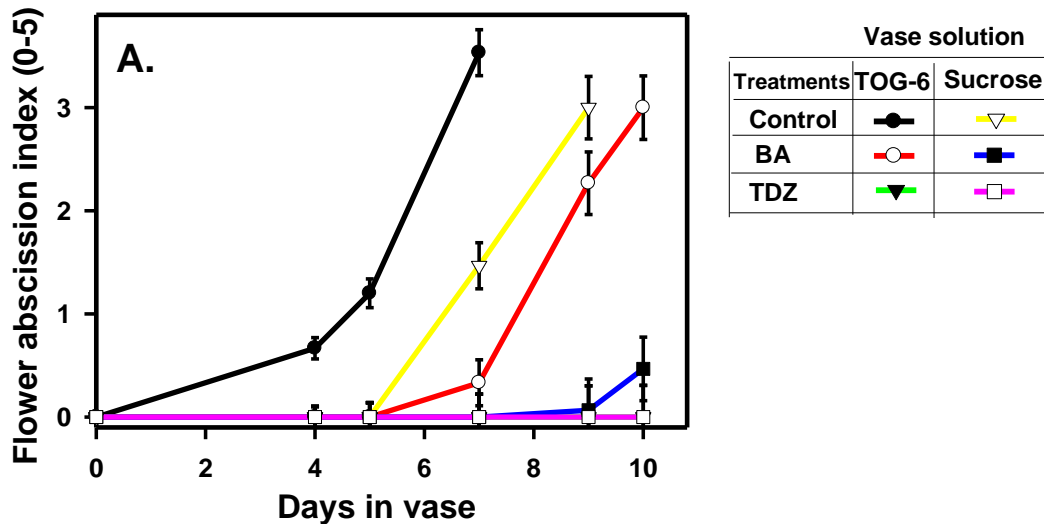


מדד החמה בעלי כותרת מאוחים (3-0)		.B
11 יום	9 יום	
		סוג טיפול (A)
2.51 a	1.26 a	ביקורת
2.35 ab	1.00 ab	טבילה ב- BA
1.82 b	0.65 b	טבילה ב- TDZ
		תמיסת אגרטל (B)
2.71 a	1.22 a	TOG-6
1.75 b	0.72 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
*	*	A
***	*	B
ל.מ.	ל.מ.	A*B

איור 8: השפעת טיפולי טבילה בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב עם 1% סוכרוז בתמיסת האגרטל על מדד החמת עלי כותרת המאוחים של גרוויליאה 'ספיידרמן' מיום 4 עד סוף חיי האגרטל (A) וניתוח סטטיסטי של התוצאות (B). הניסוי בוצע כמפורט באיור 5. החמות עלי כותרת המאוחים הוערכו באופן חזותי עפ"י סולם של 4 דרגות, כאשר 0 = ללא החמה; 3 = החמה מקסימאלית. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

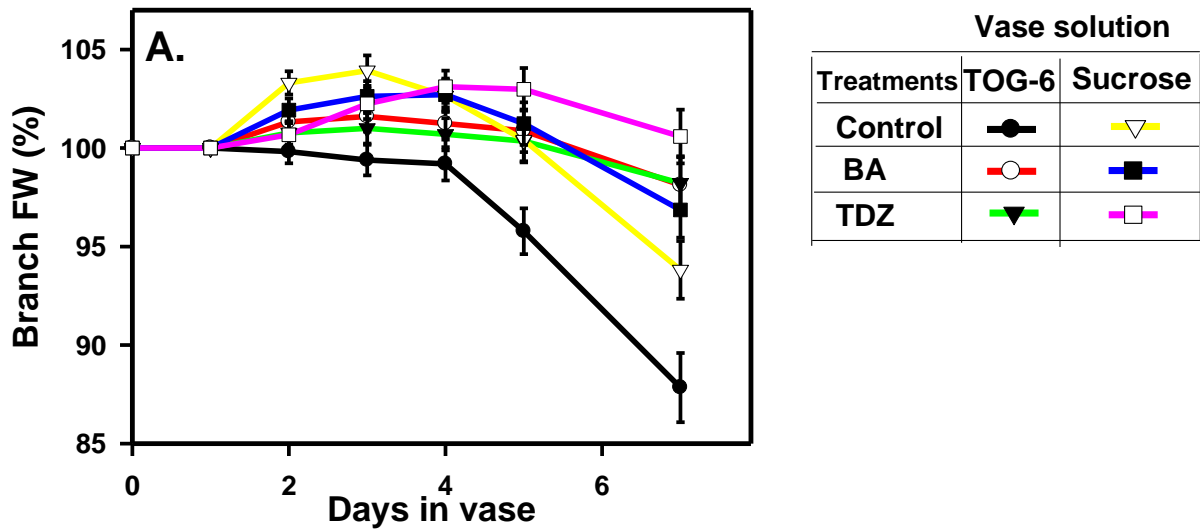


תמונה 3: השפעת טבילה בציטוקינין BA (B, E) או TDZ (C, F) בהשוואה לביקורת (A, D), בשילוב הוספת 1% סוכרוז (D, E, F) לתמיסת האגרטל, על מופע התפרחות של ענפי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר 8 ימי אגרטל. הניסוי בוצע כמפורט באיור 8.



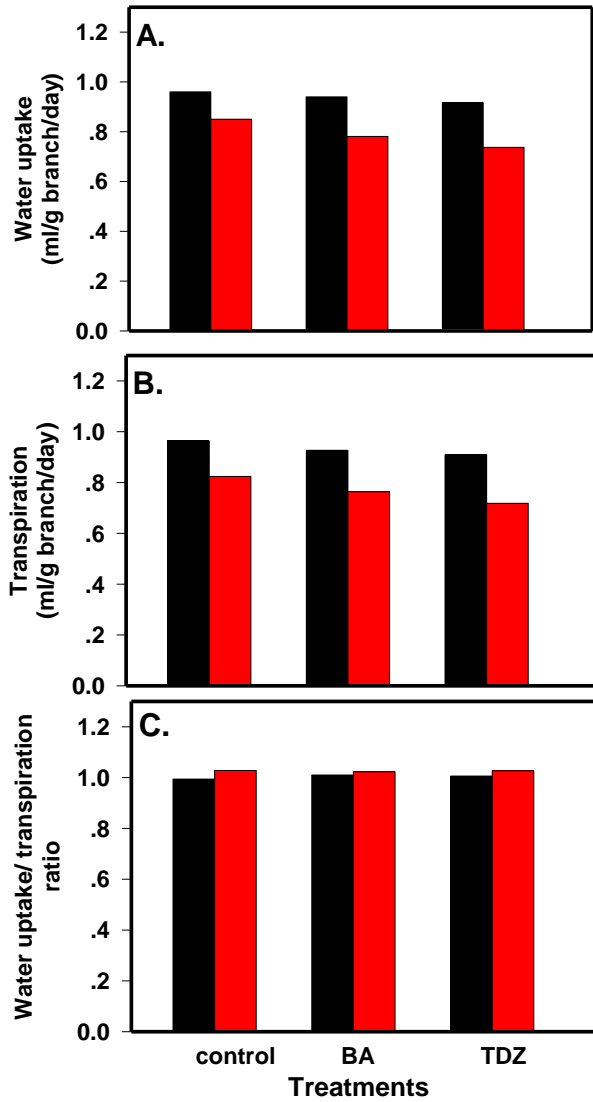
מדד נשירת פרחים (0-5)		.B
10 יום	7 יום	
		סוג טיפול (A)
3.26 a	2.50 a	ביקורת
1.73 b	0.17 b	טבילה ב- BA
0.00 c	0.00 b	טבילה ב- TDZ
		תמיסת אגרטל (B)
2.18 a	1.29 a	TOG-6
1.15 b	0.49 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
***	***	A
***	***	B
***	***	B X A

איור 9: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על מדד נשירת פרחים מתפרחות גרוולאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל (A) וניתוח סטטיסטי של התוצאות (B). ריכוזי הציטוקינינים בניסוי הם כמתואר באיור 5. התוצאות מייצגות ממוצעים של 10 חזרות של פרח אחד בכלי לכל טיפול \pm שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מצוין מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001.



% השתנות משקל הענף			סוג טיפול (A)
7 יום	5 יום	2 יום	
90.8 b	98.1 b	101.5	ביקורת
97.5 a	101.1 a	101.6	טבילה ב- BA
99.4 a	101.7 a	100.7	טבילה ב- TDZ
			תמיסת אגרטל (B)
94.7	99.0 b	100.6 b	TOG-6
97.1	101.5 a	101.9 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי			
***	**	.ל.מ.	A
.ל.מ.	**	**	B
.ל.מ.	.ל.מ.	**	B X A

איור 10: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על % שינוי משקל הענף של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל (A), וניתוח סטטיסטי של התוצאות (B). הניסוי בוצע כמפורט באיור 5. שינוי משקל הענף בכל מועד בדיקה חושב ביחס למשקלו בזמן 0. התוצאות מייצגות ממוצעים של 10 חזרות של פרח אחד בכלי לכל טיפול ± שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, ** מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1 או 0.01, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

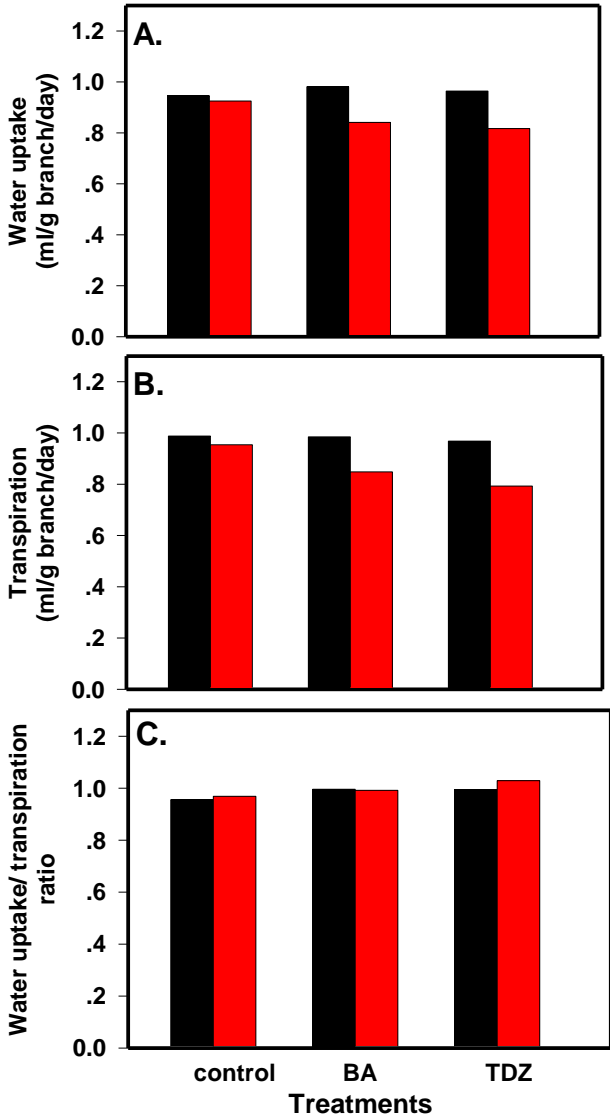


Vase solution

■ TOG-6
■ Sucrose

יחס קליטה / טרנספירציה	טרנספירציה (מ"ג / גרם ענף/ ליום)	קליטה (מ"ג / גרם ענף/ ליום)	.D
			סוג טיפול (A)
1.01	0.89 a	0.90 a	ביקורת
1.02	0.85 ab	0.86 ab	טבילה ב- BA
1.02	0.81 b	0.83 b	טבילה ב- TDZ
			תמיסת אגרטל (B)
1.00 b	0.93 a	0.94 a	TOG-6
1.03 a	0.77 b	0.79 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו- גורמי			
ל.מ.	**	*	A
***	***	***	B
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 11א: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על קצב קליטת המים (A), קצב הטרנספירציה (B) והיחס בין קצבי הקליטה והטרנספירציה של ענפי גרוויליאה 'ספיידרמן' בממוצע מיום 0 עד יום 3 באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (C) פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 5. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמת מובהקות של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מצין מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001; ל.מ. = לא מובהק.

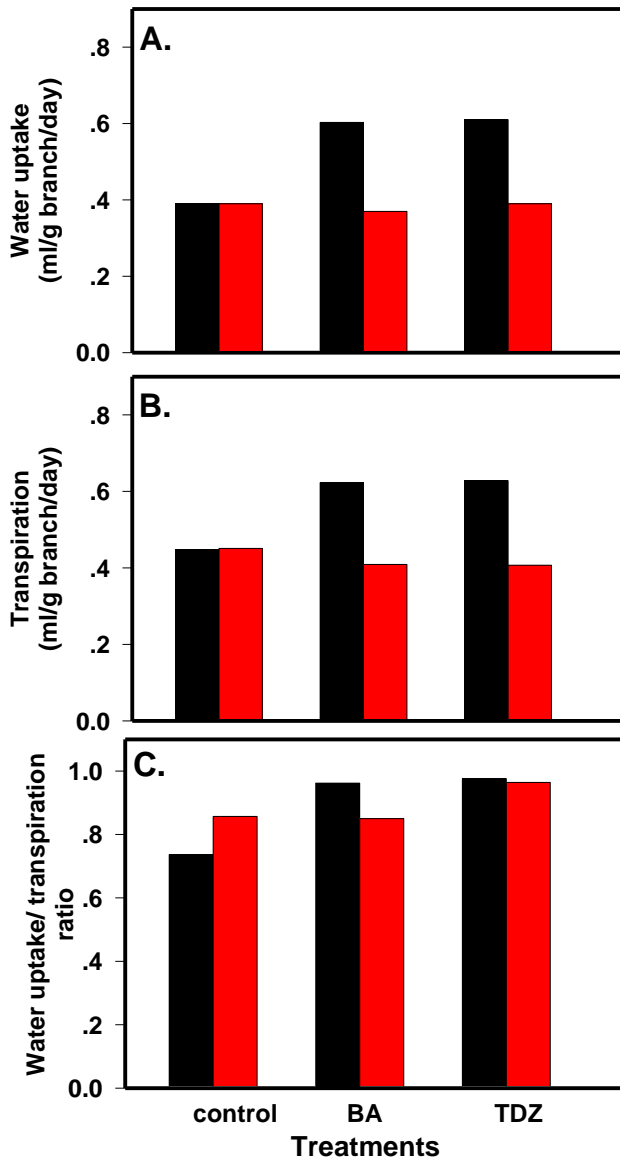


Vase solution

■ TOG-6
■ Sucrose

יחס קליטה / טרנספירציה	טרנספירציה (מ"ג / גרם ענף / ליום)	קליטה (מ"ג / גרם ענף / ליום)	.D
			סוג טיפול (A)
0.96 b	0.97 a	0.94	ביקורת
0.99 a	0.92 ab	0.91	טבילה ב- BA
1.01 a	0.88 b	0.89	טבילה ב- TDZ
			תמיסת אגרטל (B)
0.98 b	0.98 a	0.96 a	TOG-6
1.00 a	0.86 b	0.86 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי			
***	*	ל.מ.	A
*	***	***	B
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 11ב: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על קצב קליטת המים (A), קצב הטרנספירציה (B) והיחס בין קצבי הקליטה והטרנספירציה (C) של ענפי גרוויליאה 'ספיידרמן' בממוצע מיום 3 עד יום 5 באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 5. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמת מובהקות של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מציינ מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001; ל.מ. = לא מובהק.

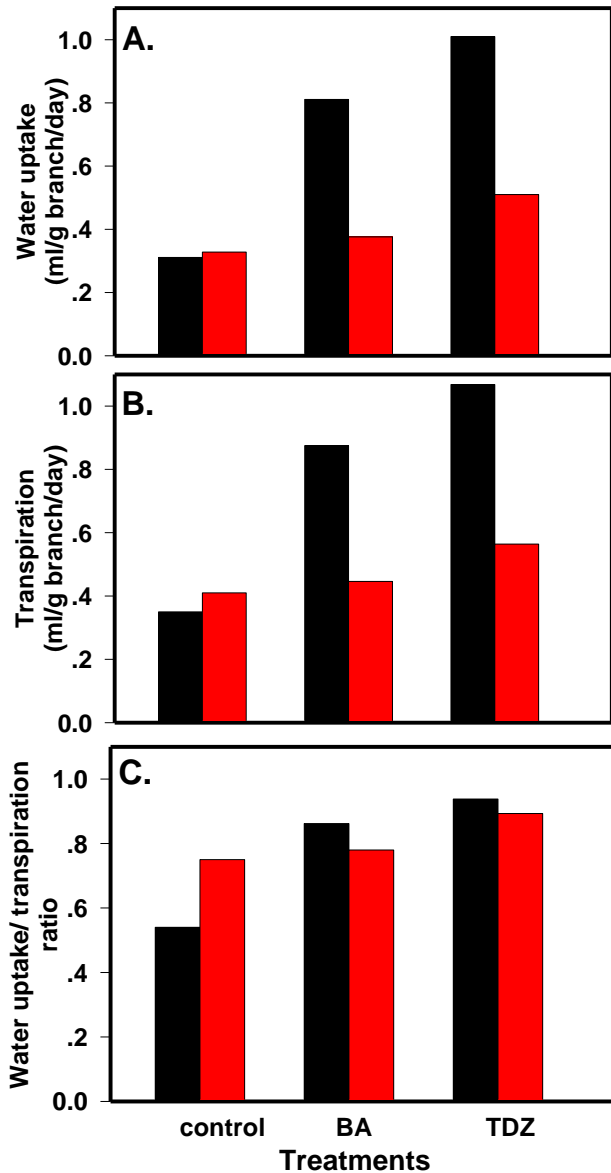


Vase solution

TOG-6
 Sucrose

יחס קליטה / טרנספירציה	טרנספירציה (מ"ג / גרם ענף/ ליום)	קליטה (מ"ג / גרם ענף/ ליום)	.D
			סוג טיפול (A)
0.80 b	0.45	0.39 b	ביקורת
0.91 a	0.52	0.48 ab	טבילה ב- BA
0.97 a	0.52	0.51 a	טבילה ב- TDZ
			תמיסת אגרטל (B)
0.89	0.57 a	0.54 a	TOG-6
0.89	0.42 b	0.39 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי			
***	ל.מ.	*	A
ל.מ.	***	***	B
*	*	**	B X A

איור 11ג: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על קצב קליטת המים (A), קצב הטרנספירציה (B) והיחס בין קצבי הקליטה והטרנספירציה (C) של ענפי גרוויליאה 'ספיידרמן' במוצע מיום 5 עד יום 7 באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 5. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמת מובהקות של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מצין מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001; ל.מ. = לא מובהק.

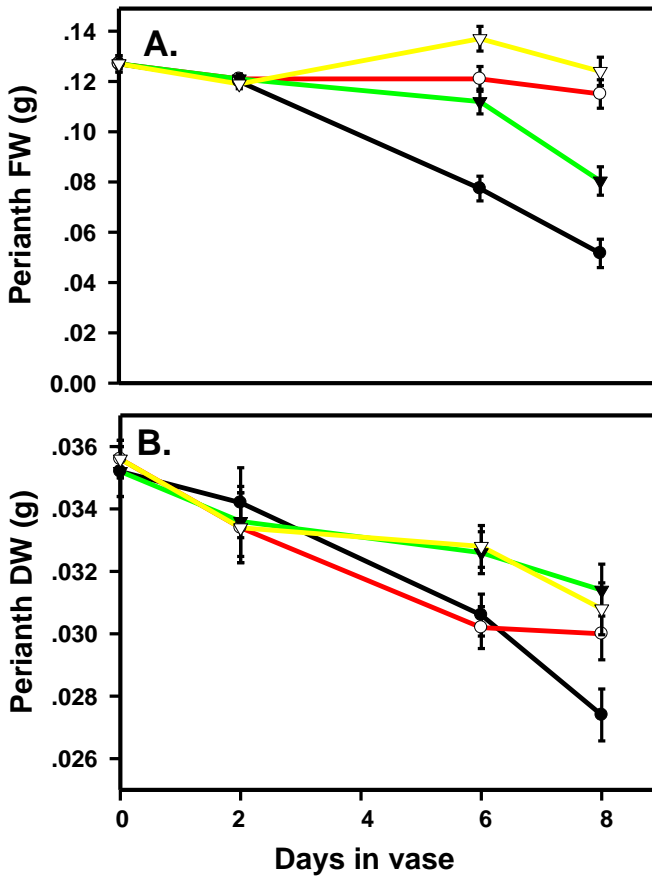


Vase solution

■ TOG-6
■ Sucrose

יחס קליטה / טרנספירציה	טרנספירציה (מ"ג / גרם ענף / ליום)	קליטה (מ"ג / גרם ענף / ליום)	.D
			סוג טיפול (A)
0.64 b	0.38 b	0.32 c	ביקורת
0.82 a	0.66 a	0.59 b	טבילה ב- BA
0.92 a	0.82 a	0.76 a	טבילה ב- TDZ
			תמיסת אגרטל (B)
0.78	0.76 a	0.71 a	TOG-6
0.81	0.47 b	0.41 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי			
***	***	***	A
ל.מ.	***	***	B
*	***	***	B X A

איור 11D: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על קצב קליטת המים (A), קצב הטרנספירציה (B) והיחס בין קצבי הקליטה והטרנספירציה (C) של ענפי גרוויליאה 'ספידרמן' במוצע מיום 7 עד יום 10 באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 5. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמת מובהקות של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *** מצין מובהקות סטטיסטית בניתוח הדו-גורמי ברמה של 0.001; ל.מ. = לא מובהק.

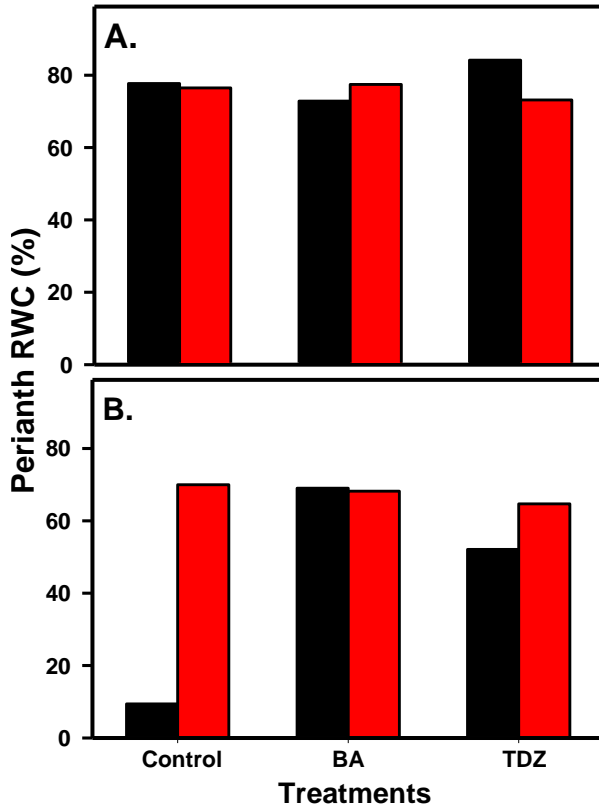


Vase solution

Treatments	TOG-6	Sucrose
Control	●	▼
TDZ	○	▽

משקל עלי כותרת מאוחים (גרם)				.C
משקל יבש		משקל טרי		
8 יום	6 יום	8 יום	6 יום	
				סוג טיפול (A)
0.029	0.032	0.066 b	0.090 b	ביקורת
0.030	0.031	0.120 a	0.129 a	טבילה ב-TDZ
				תמיסת (B) אגרטל
0.028 b	0.030 b	0.083 b	0.099 b	TOG-6
0.032 a	0.034 a	0.102 a	0.125 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי				
ל.מ.	ל.מ.	***	***	A
*	**	**	***	B
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	B X A

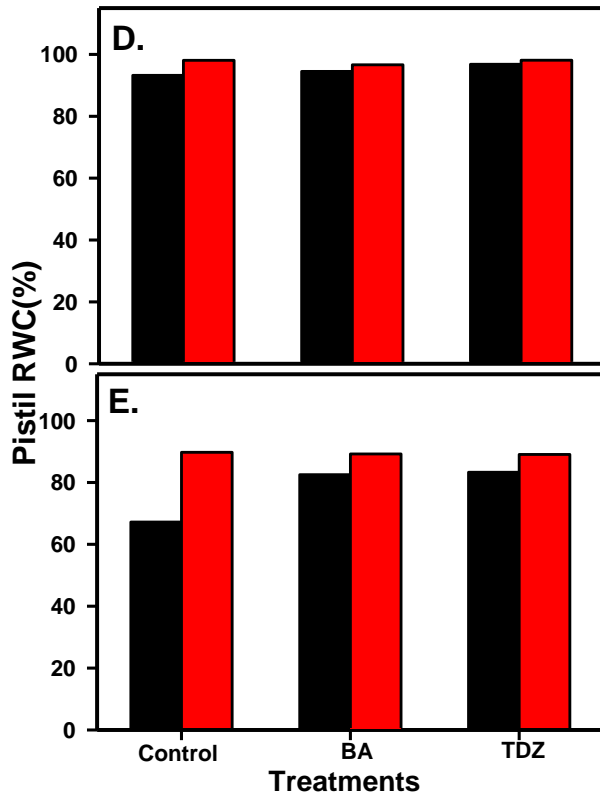
איור 12: השפעת טיפול טבילה של התפרחת בציטוקינין TDZ בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על משקל טרי (A) ויבש (B) של עלי כותרת מאוחים מגרווילאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (C). ריכוז הציטוקינין TDZ 100 µM. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות של 3 פרחונים לכל טיפול בכל מועד בדיקה ± שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.



Vase solution

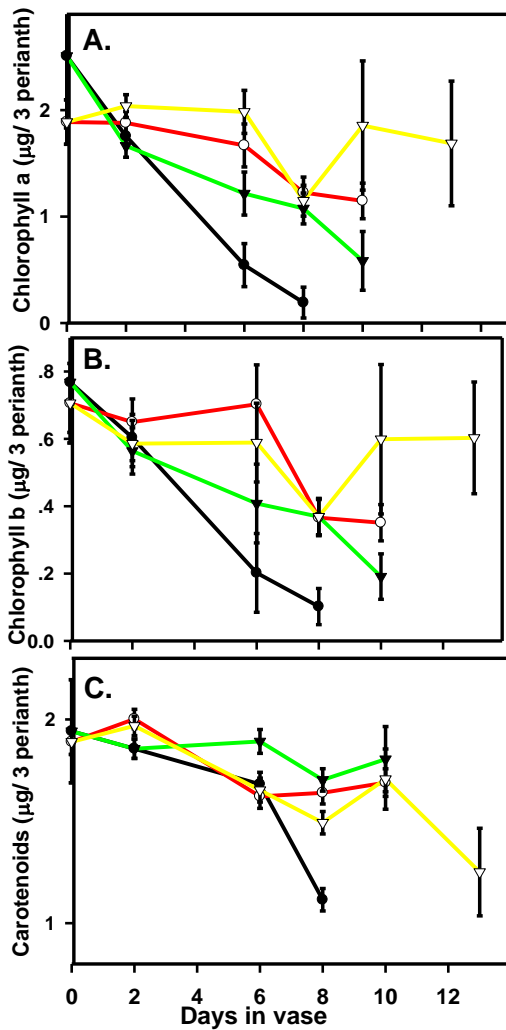
■ TOG-6
■ Sucrose

תכולת מים יחסית של פרחונים (%)		.C
5 יום	0 יום (6 שעות)	
סוג טיפול (A)		
39.7 c	77.1	ביקורת
68.6 a	75.1	טבילה ב- BA
58.4 b	78.7	טבילה ב- TDZ
תמיסת אגרטל (B)		
43.5 b	78.2	TOG-6
67.6 a	75.7	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
***	ל.מ.	A
***	ל.מ.	B
***	*	B x A



תכולת מים יחסית בעלי		.F
5 יום	0 יום (6 שעות)	
סוג טיפול (A)		
78.5 b	95.6 b	ביקורת
85.9 a	95.6 b	טבילה ב- BA
86.2 a	97.5 a	טבילה ב- TDZ
תמיסת אגרטל (B)		
77.7 b	94.9 b	TOG-6
89.4 a	97.6 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי		
***	**	A
***	***	B
***	*	B X A

איור 13: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ, בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל על % תכולת מים יחסית (RWC) של עלי כותרת מאוחים (B, A) ועמודי עלי (D, E) של ענפי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר 6 שעות (D, A) או 5 (E, B) ימים באגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (F, C). פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 5. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות מ- 3 פרחים מכל טיפול. אותיות שונות מימין למספרים בטבלאות מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.01, 0.1, או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

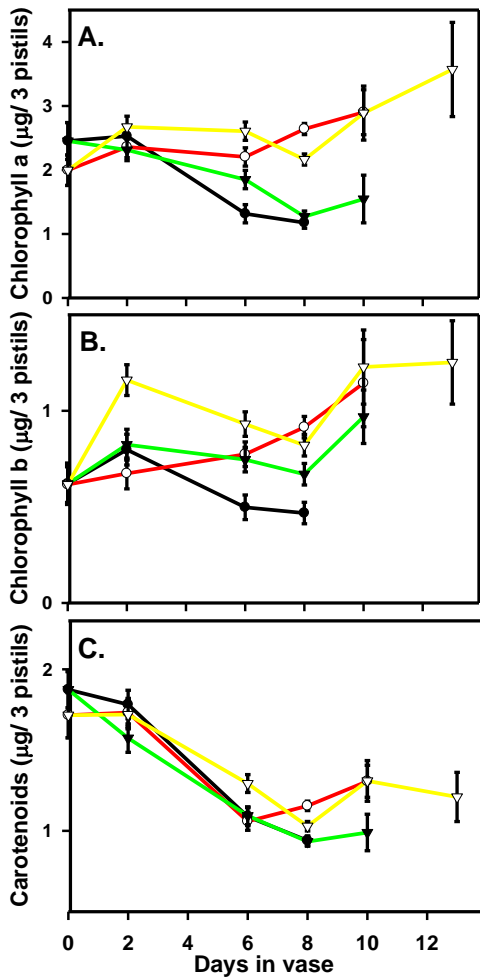


Vase solution

Treatments	TOG-6	Sucrose
Control	●	▼
TDZ	○	▽

קרוטנואידים ($\mu\text{g}/3$ perianth)	כלורופיל b ($\mu\text{g}/3$ perianth)		כלורופיל a ($\mu\text{g}/3$ perianth)		.D	
	8 יום	2 יום	6 יום	8 יום		2 יום
						סוג טיפול (A)
1.4 b	1.9 b	0.2 b	0.3 b	0.9 b	1.7 b	ביקורת
1.6 a	2.0 a	0.4 a	0.6 a	1.8 a	1.9 a	טבילה ב-TDZ
						תמיסת (B) אגרטל
1.4 b	1.9	0.2 b	0.4	1.1 b	1.8	TOG-6
1.6 a	1.9	0.4 a	0.5	1.6 a	1.8	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי						
*	*	**	**	***	*	A
***	ל.מ.	**	ל.מ.	*	ל.מ.	B
***	ל.מ.	**	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 14: השפעת טיפול טבילה של התפרחת בציטוקינין TDZ בשילוב עם הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על השינויים בתכולת כלורופיל a (A), כלורופיל b (B) וקרוטנואידים (C) בעלי כותרת מאוחים של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 12. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות של מיצויים מ-3 פרחונים לכל טיפול בכל מועד בדיקה \pm שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

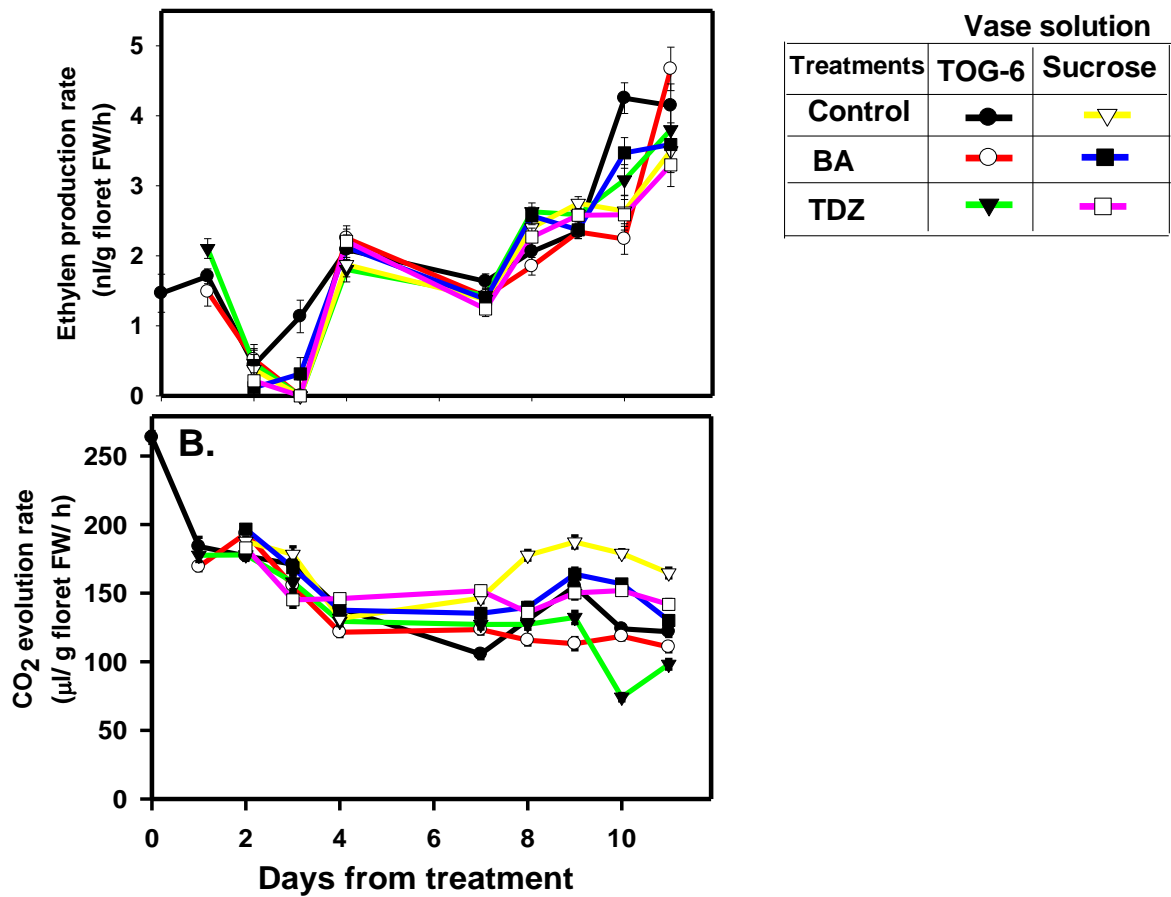


Vase solution

Treatments	TOG-6	Sucrose
Control	●	▼
TDZ	○	▽

קרטנואידים ($\mu\text{g}/3$ pistils)		כלורופיל b ($\mu\text{g}/3$ pistils)		כלורופיל a ($\mu\text{g}/3$ pistils)		.D
8 יום	6 יום	8 יום	6 יום	8 יום	6 יום	
						סוג טיפול (A)
0.9 b	1.1	0.6 b	0.6 b	1.2 b	1.6 b	ביקורת
1.1 a	1.2	0.9 a	0.8 a	2.4 a	2.4 a	טבילה ב-TDZ
						תמיסת (B) אגרטל
1.0 a	1.1 b	0.7	0.6 b	1.9 a	1.7 b	TOG-6
0.9 b	1.2 a	0.7	0.8 a	1.72 b	2.2 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי						
***	ל.מ.	***	**	***	***	A
*	*	ל.מ.	**	*	**	B
ל.מ.	ל.מ.	*	ל.מ.	**	ל.מ.	B X A

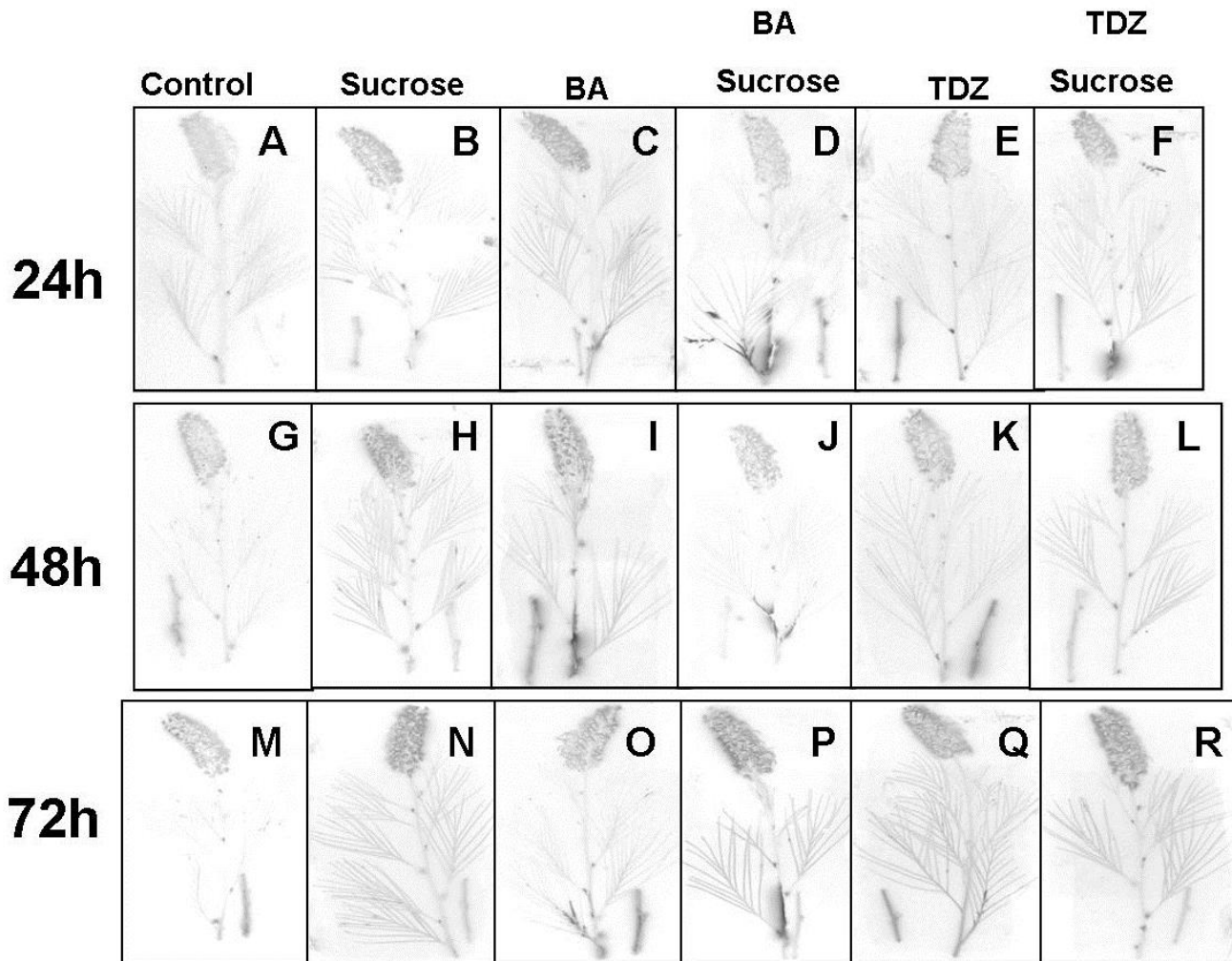
איור 15: השפעת טיפול טבילה של התפרחת בציטוקינין TDZ בשילוב עם הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על השינויים בתכולת כלורופיל a (A), כלורופיל b (B) וקרטנואידים (C) בעמודי עלי של פרחי גרווילאה 'ספידרמן' במהלך חיי האגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 12. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות של מיצוי מ-3 עמודי עלי לכל טיפול בכל מועד בדיקה \pm שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.



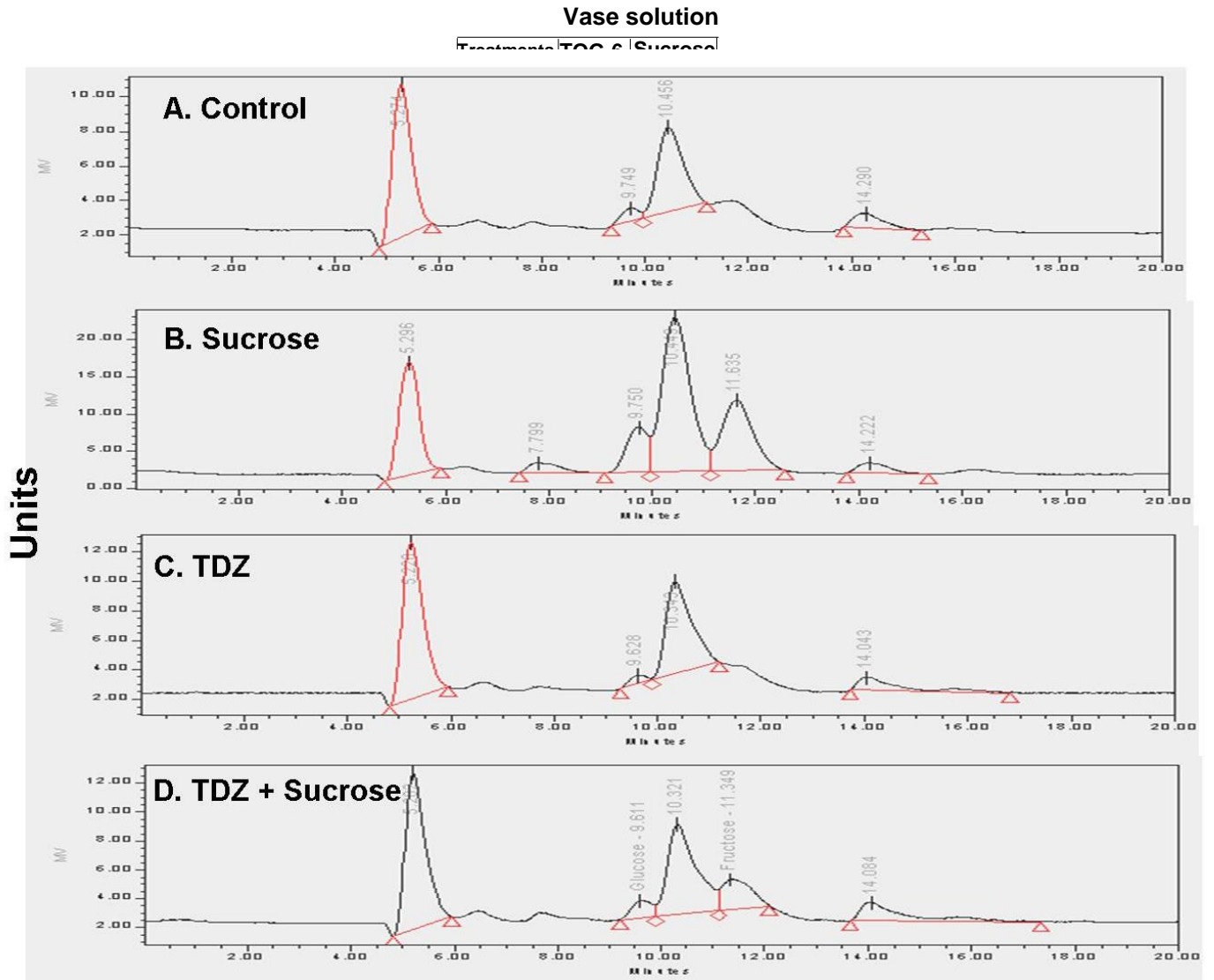
קצב נשימה (מיקרוליטר/ גרם פרחונים טריים/ לשעה)			קצב ייצור אתילן (גנווליטר/ גרם פרחונים טריים/ לשעה)			.C
10 יום	7 יום	4 יום	10 יום	9 יום	8 יום	
						סוג טיפול (A)
151 a	126 b	135 ab	3.2	2.3 b	1.9 b	ביקורת
138 b	129 b	130 b	3.0	2.5 ab	2.4 a	טבילה ב- BA
113 c	139 a	138 a	2.9	2.6 a	2.5 a	טבילה ב- TDZ
						תמיסת אגרטל (B)
106 b	119 b	130 b	3.6 a	2.5	2.4 a	TOG-6
163 a	144 a	138 a	2.5 b	2.5	2.2 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו- גורמי						
***	***	*	ל.מ.	*	***	A
***	***	**	***	ל.מ.	*	B
***	***	***	**	ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 16: השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA או TDZ בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על קצב ייצור אתילן (A) וקצב הנשימה (B) של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (C). פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 5. בכל מועד בדיקה נכלאו פרחונים בארלנמיירים למשך שעתיים ונקבע ריכוז הגזים שהצטברו בכלי. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות של גרם פרחונים לכל טיפול ± שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

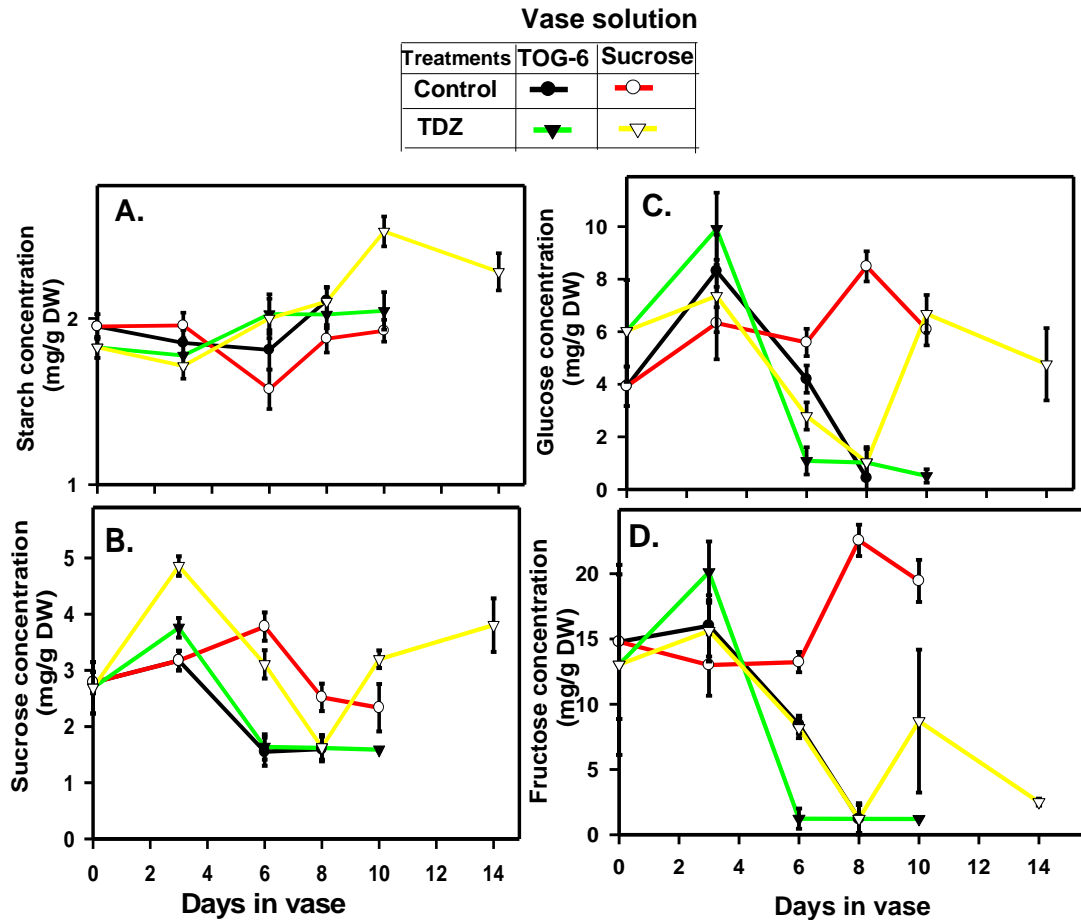
ג.3.3.4. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילת התפרחת בציטוקינינים לאחר הקטיף ושילוב סוכרוז בתמיסת האגרטל על קליטה והובלה של סוכרוז מתמיסת האגרטל, רמת סוכרים ופעילות אינברטאזות



תמונה 4: רדיוגרמה המציגה את השפעת טיפולי טבילה של התפרחת בציטוקינינים BA (C, D, I, J, O, P) או TDZ (E, F, K, L, Q, R), בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל (B, D, F, H, J, L, N, P, R) בהשוואה לענפי ביקורת שלא נטבלו בציטוקינינים (A, G, M), על פיזור סוכרוז רדיואקטיבי [^{14}C] בענפי גרוילאה 'ספיידרמן' במהלך 3 ימי אגרטל. ריכוזי הציטוקינינים הם כמפורט באיור 3.

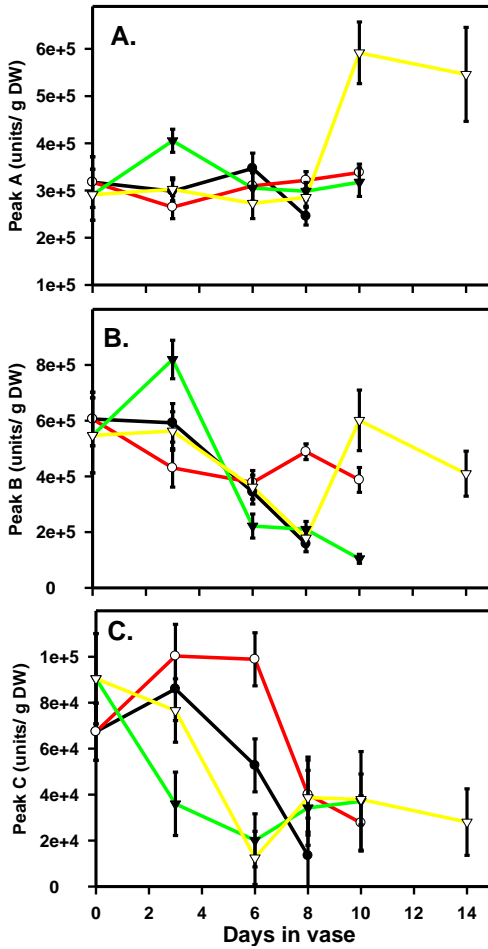


תמונה 5: השפעת טבילה בציטוקינין TDZ (C, D) בהשוואה לביקורת (A, B), בשילוב הוספת 1% סוכרוז (B, D) לתמיסת האגרסל, על התפלגות הסוכרים בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' לאחר 8 ימים באגרסל כפי שהתקבלה באנליזת HPLC. הניסוי בוצע כמפורט באיורים 12. אנליזת HPLC בוצעה על מיצוי סוכרים מתפרחות גרווילאה במועדים שונים במהלך חיי האגרסל. מוצגות תוצאות אנליזה מייצגת מתוך חמש שבועות. המספרים מעל לשיאי הסוכרים מציינים את זמן היציאה של הסוכר מהקולונה.



ריכוז סוכרים בפרח (mg / g DW)								E.
פרוקטוז		גלוקוז		סוכרוז		עמילן		
8 יום	6 יום	8 יום	6 יום	6 יום	3 יום	8 יום	3 יום	
								סוג טיפול (A)
11.8 a	10.8 a	4.5 a	4.9 a	2.6	3.1 b	2.5	2.4 a	ביקורת
1.2 b	4.7 b	1.0 b	1.9 b	2.4	4.3 a	2.5	2.2 b	טבילה ב-TDZ
								תמיסת אגרטל (B)
1.2 b	4.8 b	0.7 b	2.6 b	1.6 b	3.4 b	2.7 a	2.4 a	TOG-6
11.8 a	10.7 a	4.7 a	4.1 a	3.4 a	4.0 a	2.4 b	2.2 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי								
***	***	***	***	ל.מ.	***	ל.מ.	*	A
***	***	***	*	***	**	*	*	B
***	ל.מ.	***	ל.מ.	ל.מ.	**	ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 17: השפעת טיפול טבילה של התפרחת ב-TDZ בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על השינויים בריכוז עמילן (A), סוכרוז (B), גלוקוז (C) ופרוקטוז (D) בפרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' במהלך חי האגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (E). פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 12. התוצאות מייצגות ממוצעים של שטחי השיאים של הסוכרים השונים שהתקבלו מהאנליזה ב-HPLC של 5 חזרות מייצגות של 0.1 גרם חומר יבש פרחים ± שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

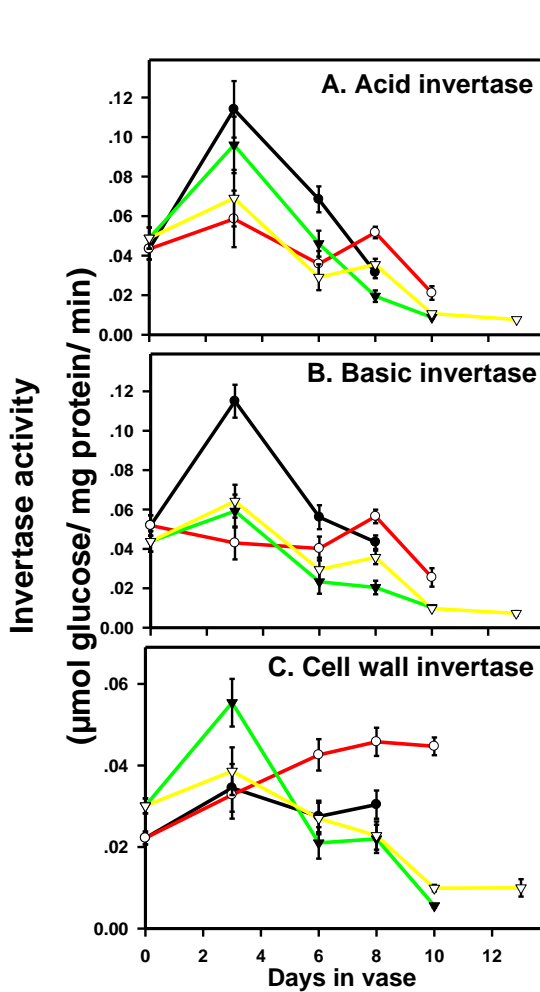


Vase solution

Treatments	TOG-6	Sucrose
Control	●	○
TDZ	▼	▽

שטח שיא של סוכרים לא מזוהים (יחידות/ גרם משקל יבש)						.D
C סוכר		B סוכר		A סוכר		
8 יום	3 יום	8 יום	3 יום	8 יום	3 יום	
						סוג טיפול (A)
26737	93158 a	323234 a	511549 b	283563	281600 b	ביקורת
36471	56291 b	194481 b	691361 a	291950	353987 a	טבילה ב-TDZ
						תמיסת (B) אגרטל
23848	61002	183976 b	706036 a	272065	351909 b	TOG-6
39360	88448	333739 a	496874 b	303447	2836780 a	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי						
ל.מ.	**	***	*	ל.מ.	**	A
ל.מ.	ל.מ.	***	**	ל.מ.	*	B
ל.מ.	ל.מ.	***	ל.מ.	*	ל.מ.	B X A

איור 18: השפעת טיפול טבילה של התפרחת ב-TDZ בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על השינויים בריכוזי סוכרים לא מזוהים בפרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל, בשיאים המתקבלים לאחר 5.3 דקות (A), 10.4 דקות (B) או 14.2 דקות (C), וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). שאר פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 17. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, **, *** מציינים מובהקויות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1, 0.01 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.



Vase solution

Treatments	TOG-6	Sucrose
Control	●	○
TDZ	▼	▽

פעילות אינברטאז (mMol glucose/ mg protein/ min)						.D
אינברטאז דופן תא		אינברטאז בסיסי		אינברטאז חומצי		
8 יום	3 יום	8 יום	3 יום	8 יום	3 יום	
						סוג טיפול (A)
38 a	34 b	50 a	79 a	42 a	86	ביקורת
22 b	47 a	28 b	61 b	27 b	82	טבילה ב-TDZ
						תמיסת (B) אגרטל
26 b	45	32 b	87 a	25 b	105 a	TOG-6
34 a	36	46 a	53 b	44 a	64 b	סוכרוז
ניתוח סטטיסטי דו-גורמי						
***	*	***	*	***	ל.מ.	A
*	ל.מ.	***	***	***	*	B
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	***	ל.מ.	ל.מ.	B X A

איור 19: השפעת טיפול טבילה של התפרחת ב-TDZ בשילוב הוספת 1% סוכרוז לתמיסת האגרטל, על פעילות אינברטאז חומצי (A), אינברטאז בסיסי (B) ואינברטאז של דופן תא (C) של פרחי גרוויליאה 'ספיידרמן' במהלך חיי האגרטל, וניתוח סטטיסטי של התוצאות (D). פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 12. בכל מועד בדיקה נבדקה פעילות שלושת סוגי האינברטאזות במינצוי של פרחים. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות ממינצוי של 0.15 גרם חומר יבש פרחים ± שגיאת תקן. אותיות שונות מימין למספרים בטבלה מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 95% לפי מבחן תחום מרובה. *, *** מציינים מובהקות סטטיסטיות בניתוח הדו-גורמי ברמות של 0.1 או 0.001, בהתאמה; ל.מ. = לא מובהק.

נספח ב': פרקים מעבודת הגמר של גב' זויה צ'רנוב
לדר"ח מספר 430-0054-07 (מוגש ע"י ד"ר שמעון מאיר וחוב')

3. פרק תוצאות

1.3. בחינת אופן היישום של ציטוקינינים לאחר הקטיפ בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל

מטרת הניסויים הראשונים הייתה לקבוע את אופן היישום של הציטוקינינים BA ו-TDZ שנתנו בשילוב עם סוכרים במטרה לשפר את מדדי האיכות של ענפי גרוויליאה קטופים באגרטל. לצורך כך התפרחות או הענפים הוטענו או נטבלו בתמיסה שהכילה BA או TDZ ולאחר 24 שעות הטענה הועברו לחדר תצפית והוצבו במבחנות עם התמיסות האגרטל השונות כמתואר באיורים 1 ו-4 ונעשו בדיקות של משך חיי האגרטל וטורגור הפרחים כמתואר בסעיף 3.2. בפרק שיטות וחומרים.

בניסוי ראשון נבחנו השפעות טיפולי יישום של BA בלבד בהטענה או בטבילה של כל הענף ולאחר מכן העברתם ל-3 תמיסות אגרטל שונות: כלורין (בקורת), גלוקוז או סוכרוז. השפעות הטיפולים על משך חיי האגרטל וטורגידיות הפרחים במהלך חיי האגרטל מובאים באיורים 1 ו-2 ומופע הפרחים ביום ה-8 לאגרטל מובא בתמונה 1. ניתן לראות באיור 1 שרק טיפול הטבילה ב-BA שיפר את משך חיי האגרטל באופן מובהק וגם שיפר את הטורגור של הפרחים בהשוואה לטיפול ההטענה ב-BA. תופעה נוספת שניתן לראות בתמונה 1 היא שהתיישרות הלולאה של עמוד העלי (פתיחת הפרח) בפרחים שהיו באגרטל בכלורין (תמונה 1 A, B, C) ביום ה-8 הייתה מלווה בניתוק של עלי העטיף המאוחים שנשארו דבוקים אל הצלקת, מה שמצביע על תהליך ניתוק. בשונה מכל התוצאות של ניסויים קודמים שבוצעו במעבדה עם זני גרוויליאה שונים כולל הזן 'ספיידרמן', בניסוי זה לא התקבלה השפעה מיטיבה לנוכחות הסוכרים באגרטל. בעיון ממוקד יותר בתוצאות, כאשר השפעת הסוכרים על טורגור הפרחים מוצגת לכל טיפול BA בנפרד רואים השפעה שונה של הסוכרים לכל טיפול BA אחר (איור 2). בביקורת איור 2A הסוכרים באגרטל החמירו את טורגור הפרחים אך בפרחים שהוטבלו ב-BA גלוקוז שיפר את הטורגור באופן מובהק ונשמר טורגור גבוה ביותר גם לאחר 8 ימים באגרטל כאשר בתמיסת הכלורין הייתה ירידה בטורגור ולסוכרוז הייתה השפעה שלילית (איור 2B). תוצאות אלו עם הגלוקוז הן האופייניות לתוצאות שהתקבלו בעבודות קודמות במעבדה עם סוכרים שונים וגם בהמשך מחקר זה. כאשר ה-BA ניתן בהטענה לא היו השפעות לנוכחות סוכר באגרטל (איור 2C). בתמונה 1 רואים מופע של פרח מייצג לאחר הבדיקה ביום 8 באגרטל, בדיקה שכוללת נייעור קל של הענף לבדיקת נשירה. ניתן לראות שבתפרחות של ענפים שלא הוצבו בסוכרים (A, B, C) הייתה נשירה של פרחים שלא הייתה בפרחים שהוצבו בסוכרים. כן ניתן לראות באופן ברור שהפרחים שהוטבלו ב-BA והוכנסו לתמיסה שהכילה גלוקוז באגרטל נראים יפה ביום 8, ללא נשירה וללא החמות עלי הכותרת המאוחים (תמונות 1E ו-1H).

הניסוי הראשון אמנם הראה שיישום BA בטבילה היה עדיף מיישומו בהטענה אך נדרש ניסוי נוסף לביסוס הממצא ולקביעת שיטת יישום סטנדרטית לעבודה זו. בניסוי השני נבחנו בנוסף לטיפול ההטענה שני סוגי טיפולי טבילה: אחד, של כל הענף (בדומה למה שנבחן בניסוי הראשון); ושני, טבילה של ראש התפרחת בלבד וכן בוצעה השוואה בין שני ציטוקינינים שונים BA לעומת TDZ. הסוכר שנבחן בתמיסת האגרטל היה דקסטרוז (שהוא גלוקוז המסחרי בו משתמשים ל"מזון פרחים" בארץ ובח"ל). באיור 3 ניתן לראות ששני אופני טיפולי הטבילה בציטוקינינים האריכו באופן מובהק את משך חיי האגרטל עם עדיפות קלה לשימוש ב-TDZ בעיקר בהתחשב בריכוז הנמוך יותר שיושם (איור 3). גם בניסוי זה טיפול הציטוקינינים בהטענה לא שיפר את משך חיי האגרטל. ההשפעה של הוספת הדקסטרוז לתמיסת ההטענה הייתה מובהקת ביותר ונראתה בכל טיפולי הציטוקינינים והאריכה בממוצע את משך חיי האגרטל בכמעט 3 ימים [11.6 ימים בהשוואה ל-8.8 ימים (איור

3B). גם למדדים האחרים שנמדדו בניסוי זה: דרגת הנשירה ומידת החמת עלי הכותרת (איור 4) נראו השפעות מובהקות ביותר לטיפול הטבילה בציטוקינינים ולטיפול בדקסטרז באגרטל. באופן עקבי הטיפול ב-TDZ היה יעיל יותר מאשר ב-BA כאשר לא נראו הבדלים מובהקים בהשפעות של אופני הטבילה: טבילת כל הענף בהשוואה לטבילת התפרחת בלבד בציטוקינינים אלה. תמונה 2, המראה את מופע תפרחות מייצגות לאחר 7 ימים באגרטל מדגימות יפה את השפעות הדקסטרז לבדו (תמונה 2B) וההשפעות המיטביות של טיפולי הטבילה בציטוקינינים (תמונה 2: C, D, I, J) ושל השילוב של הטבילה בציטוקינין עם דקסטרז באגרטל (תמונה 2: F, G, M, L).

מכיוון שהיפותזת העבודה מציעה השפעה של הציטוקינינים בתפרחת קשורה בהובלת הסוכר אליה, הוחלט להמשך העבודה ולבחינת ההיפותזה ליישם את הציטוקינין בטבילה של תפרחת הפרח בלבד שכן לא היו הבדלים בין שני סוגי טיפולי הטבילה, וכטיפול הסוכר באגרטל להשתמש בסוכרוז שכן זה הסוכר המובל בפלואם של מרבית הצמחים ונמצאה לו השפעה חיובית מובהקת בכל הניסויים שבוצעו עם פרחי גרוויליאה שונים (מאיר וחוב' 2004, 2005, 2006), למעט הניסוי הראשון שתואר לעיל.

2.3. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילת התפרחת ב-TDZ או BA לאחר הקטיף ושילוב סוכרוז בתמיסת האגרטל

מטרת הניסויים הייתה לבחון את השפעה של טבילת התפרחות בציטוקינין BA או TDZ בנפרד ובשילוב עם הוספת סוכרוז באגרטל על מדדי איכות שונים המשקפים את תהליך ההזדקנות בפרחי גרוויליאה במהלך חיי האגרטל בכללם: משך חיי האגרטל, פתיחת פרחים, טורגור הפרחים, נשירת פרחונים, החמת עלי הכותרת המאוחרים, שינויי משקל הענף והפרחונים ומאזן המים, תכולת הפיגמנטים – כלורופיל וקרונואידים, קצב הנשימה וייצור אתילן. יש לציין שהמדדים השונים נבחנו בניסויים שונים שבוצעו, בהם איכות הפרחים הבסיסית הייתה שונה ומשך חיי האגרטל שלהם היה שונה בניסויים השונים. לכן לגבי מדדים מסוימים מובאים נתונים של שבעה ימי אגרטל ולגבי אחרים 8 ועד 11 ימי אגרטל. כיוון שטיפול הציטוקינין עם ההשפעה המובהקת ביותר היה טיפול הטבילה ב-TDZ (ראה בהמשך), במספר ניסויים לבחינת מדדים הדורשים הליך בדיקה ממושך לא נבחנו טיפולי הטבילה ב-BA.

2.3.א. משך חיי האגרטל

טיפול טבילה בציטוקינין TDZ שיפר באופן מובהק את משך חיי האגרטל של הענפים, בעיקר בשילוב עם סוכרוז באגרטל וחיי האגרטל הגיעו ל-7.4 ימים בטיפול המשולב (איור 5A). טבילת התפרחת ב-TDZ הייתה יעילה בהארכת משך חיי האגרטל מאשר הטבילה ב-BA, למרות שריכוז החומר הפעיל של TDZ ($100 \mu\text{M}$) היה נמוך מזה של ה-BA ($220 \mu\text{M}$). תוספת סוכרוז לתמיסת האגרטל שיפרה בצורה מובהקת את איכות הפרחים בכל הטיפולים (איור 5A ו-5B).

2.3.ב. פתיחת פרחים

הטבילה בציטוקינינים האיצה את קצב הפתיחה של הפרחים והדבר בולט ביום 5 באגרטל (איור 6A). השילוב של טבילה ב-TDZ יחד עם הסוכרוז האיץ עוד יותר את פתיחת הפרחים (איור 6C). לאחר 9 ימים באגרטל לא נראתה השפעה של הטיפולים בציטוקינינים (איור 6B ו-6C) ורק הוספת סוכרוז לתמיסת האגרטל הייתה מובהקת ושיפרה את פתיחת הפרחים בכל טיפולי הציטוקינין.

2.3.g. טורגור

טורגור המבטא את המוצקות של הפרחים למגע הביקורת, ירדה בפרחי הביקורת כבר ביום השלישי באגרטל והירידה החמירה בהמשך עד ל- 0 טורגור ביום 7 (איור 7). טיפול טבילה בציטוקינינים הקטינו את ירידת הטורגור, עד יום 3, שני הציטוקינינים עכבו את הירידה בטורגור ובהמשך רק הטבילה ב-TDZ (הקן הירוק) הייתה יעילה (איור 7A). הוספת סוכרוז לתמיסת האגרטל (הקו הצהוב) עיכבה באופן מובהק את הירידה בטורגור הפרחים במשך כל ימי האגרטל. הטיפול המשולב של טבילה ב-TDZ יחד עם הסוכרוז באגרטל היה היעיל ביותר למניעת הירידה בטורגור והפרחים נשארו מוצקים עד לסוף הניסוי (הקו הורוד). נראתה השפעה סינרגיסטית בהשפעות של TDZ וסוכרוז בעיכוב הירידה של הטורגור (איור 7).

2.3.2 ד. החמת פרחים

הזדקנות עלי העטיף המאוחים של גרוויליאה 'ספיידרמן' מתבטאת בהחמתם במקביל לפירוק הפיגמנטים – כלורופיל וקרוננואידים, איבוד מים ונשירה ב-AZ2 כמתואר בתמונה 1. בניסוי המתואר באיור 8A החמת עלי הכותרת המאוחים, בטיפול הביקורת (הקו השחור) החלה החמה חמורה ביום השביעי ועד היום ה- 11 התקבלה החמה מלאה. מהיום השביעי ועד היום התשיעי הטיפול בסוכרוז (הקו הצהוב) עיכב את החמה (איור 8A) ולכן השפעת הסוכרוז הייתה מובהקת גם ביום התשיעי וגם ביום ה- 11 לאגרטל (איור 8B). טבילה ב-BA (הקו האדום) מיתנה את החמה אך לא באופן מובהק. לעומת זאת הטבילה ב-TDZ (הקו הירוק) עיכבה באופן מובהק את החמה של עלי הכותרת המאוחים. השילוב של טיפולי הטבילה בשני הציטוקינינים עם סוכר באגרטל (הקו הכחול והורוד) הראו השפעות אדיטיביות והטיפול המשולב של טבילה ב-TDZ עם סוכרוז עיכב את החמה באופן המשמעותי ביותר (איור 8A).

בתמונה 3 רואים מופע של פרח מייצג לאחר הבדיקה ביום 8 באגרטל. בתפרחות של פרחי הביקורת (A) ניתן לראות החמות חמורות בעלי עטיף המאוחים ובנוסף עמודי העלי לא פרצו ולא התיישרו, נראים דקים ורפויים. בתפרחת מטיפול ה-BA ללא סוכרוז (B) נראית פחות החמה, עמודי העלי פרצו אך במספר פרחונים, עלי הכותרת המאוחים נותקו ונשארו צמודים לצלקות. מופע מאוד דומה לטיפול זה הוא הטיפול בסוכרוז לבד ללא ציטוקינינים (D). בפרחים שטופלו ב-TDZ (C) החמה עוכבה ולא נראתה תלישה של עלי הכותרת המאוחים בפרחים שנפתחו (שעמוד העלי התיישר). הפרחים מהטיפול המשולב BA + סוכרוז (E) נראים יפה יותר מאלה שטופלו רק באחד מהגורמים הנ"ל – פחות החמה, עמודי עלי זקופים וללא תלישת עלי הכותרת המאוחים. הפרחים מהטיפול המשולב TDZ + סוכרוז (F) נראים יפה ביותר בהשוואה לשאר הטיפולים.

2.3.h. נשירת פרחים

בענפי הביקורת ללא טיפול בציטוקינין והוחזקו באגרטל בכלורין בלבד (הקו השחור) הנשירה של עלי הכותרת המאוחים נצפתה כבר ביום 4 באגרטל והחמירה מאוד בהמשך. נשירת פרחים נדחתה באופן משמעותי ע"י הטיפול בציטוקינין BA (הקו האדום) ונמנעה לחלוטין ע"י הטבילה ב-TDZ (הקו הירוק). הוספת סוכרוז לתמיסת האגרטל (הקו הצהוב) דחתה את נשירת הפרחים ביומיים. לגבי נשירת הפרחים נמצאה השפעת גומלין מובהקת ביותר בין טיפול בציטוקינינים וסוכרוז (איור 9B), זה בולט במיוחד בטיפול המשולב של BA + סוכרוז שמנע את הנשירה לחלוטין עד היום העשירי (הקו הכחול), שכן, טבילה ב-TDZ לבדה מנעה את הנשירה והשפעת הסוכרוז לטיפול זה לא נראית (איור 9).

1.2.3. משקל טרי של הענף

הבעיה של מאזן מים שלילי בגרוויליאה היא בעיה חמורה והתבטאה בירידה המתונה במשקלם שחלה כבר במשך 4 הימים הראשונים באגרטל (הקו השחור איור 10). הירידה במשקל הענפים החמירה לאחר היום הרביעי המתבטא בקצב ירידה חמור עם השינוי בשיפוע הגרף. הטיפולים בציטוקינינים הן ב-BA והן ב-TDZ בלבד (הקווים האדום והירוק) שיפרו את מאזן המים שהתבטא בעלייה במשקל הפרחים במשך היומיים הראשונים וירידה במשקל הענפים בטיפולים אלה חלה רק לאחר היום החמישי באגרטל. הוספת סוכרוז לאגרטל לפרחי הביקורת שלא טופלו בציטוקינין (הקו הצהוב) שיפרה את העלייה במשקל הענפים באגרטל במשך שלושת הימים הראשונים, ואף יותר מאשר הטיפול בציטוקינינים, אך הירידה במשקל הענפים החלה כבר ביום הרביעי בקצב הדומה לירידה במשקל של פרחי הביקורת. טיפול ב-BA בנוכחות סוכרוז באגרטל (הקו הכחול) לא שיפר את משקל הפרחים בהשוואה לטיפול בסוכרוז בלבד, ורק ביום השביעי נראה הבדל בין הטיפולים. לעומת זאת הטיפול המשולב של טבילה ב-TDZ ותוספת סוכרוז באגרטל (הקו הורוד) הביא לעלייה במשקל הפרחים במשך חמשת הימים הראשונים באגרטל ולאחר מכן הייתה ירידה מתונה מאוד במשקל הפרחים, כך שביום 7 המשקל של הענף הטרי עמד על 101% בהשוואה למשקלם ביום 0 (איור 10).

2.3. ח. קליטת מים, טרנספירציה ויחס קליטה/טרנספירציה

השינויים במשקל הענף במהלך חיי אגרטל שהוצגו באיור 10 נובעים ממאזן המים שהוא היחס בין הטרנספירציה (המים שיוצאים מהענף) לקליטת המים (המים שחסרים באגרטל בין הדגימות) במהלך חיי האגרטל. כאשר יחס זה גדול מ-1 (קליטה גדולה מהטרנספירציה) המשקל הטרי של הענף עולה וזה עשוי להתבטא בגדילה של הענף או אבריו, ובפרט של התפרחת והפרחונים. מכיוון שבאיור 10 ניתן לראות מעקבות שינוי משקל הענפים שונות לטיפולים שונים, כולל נקודות שבירה במועדים שונים בעקומות של הטיפולים השונים. הכוונה בנקודת שבירה של העקומה הוא לשינוי מגמה מעליה במשקל לירידה במשקל, המשמעות היא שיחס קליטת מים לטרנספירציה הופך מגדול מ-1 לפחות מ-1 במועדים שונים בטיפולים השונים. לכן, מובאים באיורים 11א-11ד הנתונים לגבי טרנספירציה, קליטה מים והיחס ביניהם בימים 0-3 (איור 11א), ימים 3-5 (איור 11ב), ימים 5-7 (איור 11ג) וימים 7-10 (איור 11ד). עד יום 3 הענפים מכל הטיפולים עלו במשקלם או שמרו על משקלם (טיפול הביקורת) ואכן היחס בין קליטת המים לטרנספירציה לא נופל מ-1 לשלושת הימים הראשונים בממוצע (איור 11א). טיפול הטבילה ב-TDZ הפחית באופן מובהק את הטרנספירציה (שהיא הכוח המניעה לקליטת המים) וגם את קליטת המים, אך היחס בין קליטת המים לטרנספירציה היה גדול מ-1 (1.02) והייתה עליה במשקל הענפים (איור 10). הוספת סוכרוז לתמיסת האגרטל גם כן הפחיתה באופן מובהק את הטרנספירציה ואת קליטת המים, ובנוסף גם יחס קליטת מים לטרנספירציה עלה באופן מובהק (איור 11D) דבר שמסביר את השפעת הסוכרוז בהגברת המשקל הטרי בשלושת הימים הראשונים (איור 10). ערכי קצבי הטרנספירציה וקליטת המים דומה מאוד בימים 3-5 לערכים שבימים 0-3 (איור 11ב). הטיפול ב-TDZ הפחית את הטרנספירציה אך לא השפיעה על קליטת המים והיחס קליטת מים לטרנספירציה בהשפעת TDZ היה גדול מ-1. גם בטיפול BA ובטיפול בסוכרוז היחס קליטת המים לטרנספירציה היה גדול באופן מובהק מטיפול הביקורת. טיפול הסוכרוז הקטין גם את הטרנספירציה וגם את קליטת המים אך הערכים היו דומים (0.86 מ"ג לגרם ענף ליום).

בימים 5-7 בטיפול הביקורת ערכי הטרנספירציה וקליטת המים ירדו באופן משמעותי והיו כ-40% מהערכים שנמצאו בימים 0-5 (איור 11ג). בנוסף מאזן המים היה שלילי דבר המתבטא ביחס קליטת מים

לטרנספירציה של 0.8. בימים אלו הטיפול ב-TDZ שיפר באופן מובהק את קליטת המים ויחס קליטת מים לטרנספירציה הייתה 0.97 שזה אומנם מאזן שלילי אך גרם לירידה מתונה במשקל הענפים בהשוואה לביקורת (איור 10). בטיפול ה-BA התקבלו ערכי ביניים – 0.91 שהיה גבוה באופן מובהק מהביקורת. גם בימים אלו הטיפול בסוכרוז הפחית את קליטת המים והטרנספירציה אך מאזן המים (היחס בין קליטת המים לטרנספירציה) היה דומה לביקורת (TOG-6) ולכן קצב הירידה במשקל הענפים שהוחזקו בסוכרוז היה דומה לקצב הירידה של ענפי הביקורת בימים אלו (איור 10).

בימים 7-10 התחזקו כל המגמות שנצפו בימים 5-7 (איור 11ד') שכללו: ירידה בקליטת מים וטרנספירציה בביקורת, עליה בקליטת מים וטרנספירציה בהשפעת TDZ והשפעת סוכרוז על ירידה במדדים אלו. מאזן המים השלילי החמיר בכל הטיפולים אך עדיין היה טוב יותר באופן מובהק בהשפעת הטיפולים בציטוקינינים ובעיקר בהשפעת TDZ.

2.3.2. ז. משקל טרי ויבש של עלי הכותרת המאוחים

השתנות המשקל הטרי והיבש של עלי הכותרת נמדדה לאורך הניסוי עד יום 8 (איור 12). בפרחי הביקורת (הקו שחור) המשקל הטרי (איור 12A) והמשקל היבש (איור 12B) ירדו בצורה התלולה ביותר כבר לאחר יומיים באגרטל. טיפול טבילה ב-TDZ (הקו אדום) שמר על המשקל טרי קבוע לאורך כל ימי הניסוי (איור 12A ו-12C) אך לא השפיע על המשקל היבש למעט בין הימים 6-8.

הוספת סוכרוז לתמיסה (הקו הירוק) מיתנה את איבוד המשקל הטרי (איור 12A) וגם את הירידה במשקל היבש (איור 12B). הטיפול המשולב של טבילה ב-TDZ ותוספת סוכרוז באגרטל (הקו הצהוב) העלה את משקל הטרי של עלי הכותרת עד ליום 6 באגרטל שאחריו חלה ירידה מתונה עד יום 8 (איור 12A), תוצאה זו דומה להשתנות המשקל הטרי של ענפים (איור 10). לעומת זאת המשקל היבש בטיפול המשולב לא היה שונה מהמשקל היבש בטיפול הסוכרוז בלבד. כלומר, רק טיפול הסוכרוז מיתן את הירידה במשקל היבש במהלך חיי האגרטל. ההשפעות המובהקות של TDZ על המשקל הטרי ושל הסוכרוז על המשקל הטרי והיבש של עלי הכותרת התבטאו בנתונים שהובאו בטבלה (איור 10C) בימים 6 ו-8 באגרטל.

2.3.3. ט. תכולת מים יחסית בעלי הכותרת ובעמוד העלי

תכולת המים היחסית מבטאת את דרגת המיום של הרקמה כאשר תכולת המים נמוכה ברקמה אז גם הטורגור נמוך, תהיה פגיעה בגדילה ויופיעו סימפטומים של כמישה. תכולת המים היחסית בעלי הכותרת המאוחים ביום 0 באגרטל = יום לאחר הטבילה בציטוקינינים, לאחר ההטענה בחומר המשמר ולאחר 6 שעות באגרטל (איור 13A) דומה בכל הטיפולים מלבד מטיפול הטבילה ב-TDZ שמעט גבוה יותר אך לא באופן מובהק. לעומת זאת, ביום 5 (איור 13B) רואים שינויים משמעותיים בתכולת המים: בטיפול הביקורת הייתה ירידה חדה מ-78% ל-9.4%, מה שמבטא כמישה מהירה של הביקורת בניסוי זה. טיפולי הטבילה בציטוקינינים BA וגם TDZ מנעו את הירידה החדה הזו בתכולת המים בעלי הכותרת ובניסוי זה ל-BA הייתה אף השפעה מיטיבה טובה יותר מ-TDZ באופן מובהק (איור 13B ו-13C). להוספת סוכרוז באגרטל הייתה גם כן השפעה מובהקת ביותר על שמירת תכולת המים בעלי הכותרת ועל רקע התוספת של סוכרוז לא נראה שיפור נוסף בתכולת המים בטיפולים בציטוקינינים (איור 13B).

טבילת הפרח ב-TDZ שיפרה את תכולת המים בעמודי העלי כבר לאחר 6 שעות באגרטל (איור 13D) וגם הסוכרוז בתמיסה שיפר את תכולת המים בעמוד העלי כבר לאחר 6 שעות באגרטל. טיפולי הטבילה ב-BA או ב-

TDZ שיפרו את תכולת המים בפרח ובעמוד העלי, שנמדדה ביום ה-5 באגרטל (איור 13E), במידה דומה. הוספת הסוכרוז שיפרה באופן מובהק את תכולת המים היחסית של עמוד העלי בכל הטיפולים. בדומה למה שנמצא בעלי הכותרת המאוחים השפעת הסוכרוז הייתה דומיננטית ולא הייתה השפעה מטיבה לציטוקינינים על רקע הטיפול בסוכרוז.

2.3.1. כלורופיל a, b וקרוטנואידים בעלי הכותרת המאוחים ובעמוד העלי

הזדקנות אברי הפרחונים - עלי הכותרת המאוחים ועמוד העלי מתבטאת באיבוד מים והחמה המלווה גם בפירוק הפיגמנטים כלורופיל וקרוטנואידים. לכן נבדקה השפעת הטיפולים על הרכב הפיגמנטים במהלך חיי האגרטל. תכולת הכלורופיל a ו-b בעלי הכותרת של פרחי הביקורת (הקו השחור) ירדו בצורה חדה כבר מהיום השני ועד ליום השמיני בו הפרחים נפסלו (איור 14A ו-14B). הירידה בתכולת הקרוטנואידים הייתה מתונה יותר במשך 6 הימים הראשונים ובין היום השישי לשמיני הירידה הייתה חריפה יותר (איור 14C). טיפול ב-TDZ בלבד (הקו האדום) עיכב בעילות רבה את הירידה של הכלורופיל a, ו-b עד ליום 6, ועד ליום 10 חלה ירידה מתונה יחסית (איורים 14A ו-14B). גם הטיפול של סוכרוז (הקו הירוק) בתמיסת האגרטל מיתן את הירידה בתכולת הכלורופיל a ו-b אך במידה פחותה מהשפעת הטבילה ב-TDZ. הטיפול המשולב של TDZ + סוכרוז לא הפחית את פירוק הכלורופיל יותר מאשר הטיפול ב-TDZ בלבד עד היום השמיני באגרטל. כלומר, בטיפול משולב זה נראתה ירידה ביום 8 ועליה ביום 10 והרמות נשארו גבוהות גם עד יום ה-12 (איורים 14A ו-14B). לא ברורה הירידה והעלייה שנמצאה ביום השמיני אך ביום ה-10 רמת הכלורופיל הייתה גבוהה באופן מובהק משאר הטיפולים. השוני במספר הימים השונה של בדיקות הפיגמנטים נובע ממשך חיי האגרטל של הפרחים: פרחי הביקורת נפסלו כולם כבר ביום השמיני, הפרחים שטופלו ב-TDZ או סוכרוז בלבד נפסלו לאחר היום העשירי ופרחי הטיפול המשולב (TDZ + סוכרוז) היו יפים וחיוניים גם לאחר 13 ימים (תוצאות לא מובאות). ההשפעות המובהקות של הטיפול ב-TDZ על תכולת הפיגמנטים בעלי הכותרת בולטות בנתונים שהובאו לגבי הימים 2 ו-6 באגרטל (איור 14D).

הירידה בכלורופיל a ו-b בעמודי העלי בענפי הביקורת ירדו בצורה מתונה יותר יחסית לירידתם בעלי הכותרת המאוחים (איור 15A ו-15B). הטיפול בסוכרוז לא השפיע על הרמות של כלורופיל a בעמודי העלי בימים הראשונים (הקו הירוק, איור B15), אך מנע את הירידה של כלורופיל b במהלך 10 ימים באגרטל ואף נראתה עליה בין היום העשירי ליום ה-12. לעומת זאת, טיפול הטבילה ב-TDZ שמר על רמת כלורופיל a, העלייה בתכולת כלורופיל a ו-b חלה לאחר היום השישי. הטיפול המשולב של טבילה ב-TDZ וסוכרוז באגרטל גרם להקדמת העלייה בכלורופיל b שהייתה מובהקת מאוד כבר ביום השני באגרטל. הטיפולים ב-TDZ וסוכרוז לא השפיעו על הירידה בתכולת הקרוטנואידים בעמוד העלי עד היום השישי באגרטל כשלאחר מכן נצפתה עליה בהשפעת הטבילה ב-TDZ (איור 15C).

2.3.2. יא. אתילן ונשימה

השפעות של חומרים שונים המעכבים הזדקנות בפרחים קלימקטריים, כגון סוכרים, ג'ברלין, ציטוקינינים, אתנול, ועוד (ראה פירוט בדיון) מוסברים בין השאר ע"י הפחתת ייצור אתילן ונשימה ע"י הפרחים. לכן, נבחנה השפעת טיפולי הטבילה בציטוקינינים וכן הוספת הסוכרוז לאגרטל על ייצור אתילן ע"י הפרחונים במהלך חיי האגרטל. ייצור האתילן ירד בין היום הראשון לרביעי ולאחר מכן עלה באופן מתמשך עד לסוף הניסוי. באופן כללי לטיפולים בציטוקינינים וסוכרוז לא הייתה השפעה על ייצור האתילן עד היום השמיני באגרטל, ובימים 8-10

הטיפוליים בציטוקינין מיתנו את העלייה בייצור אתילן והייתה גם ירידה מעטה בהשפעת הסוכרוז בהשוואה לביקורת בימים אלו (איור 16A ו-16C). גם לגבי הנשימה ההשפעות של הטיפוליים היו מזעריות עד היום השמיני. מהיום השמיני נראה עיכוב נשימה ע"י הטיפוליים בציטוקינינים והגברת הנשימה ע"י הטיפול בסוכרוז (איור 16B ו-16C).

3.3. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילת התפרחת בציטוקינינים לאחר הקטיף ושילוב הוספת סוכרוז באגרטל על קליטת סוכרוז מתמיסת האגרטל והובלתו בענף הקטוף

לסוכרים תפקיד חשוב גם בהספקת אנרגיה לנשימה, לתהליכי גדילה ופתיחה של פרחים והם גם משפיעים על הפוטנציאל האוסמוטי. כדי ללמוד על תנועת הסוכר מתמיסת האגרטל אל הענף הקטוף ומידת הובלתו לאיברי הפרח השונים, בחנו את רמת הרדיואקטיביות של סוכרוז מסומן ברקמות הענף, לאחר הדגרתו בתמיסת סוכרוז מסומן בנוכחות או בהעדר סוכרוז לא מסומן, הניסוי נעשה כמפורט בסעיף 6.3.2. בפרק שיטות וחומרים.

בתמונה 4 ניתן לראות שרמת הרדיואקטיביות בענף הביקורת (M, G, A) הייתה נמוכה יחסית בהשוואה לענפים המטופלים. בענפי הביקורת נראה פיזור אחיד של רדיואקטיביות ב-24 השעות הראשונות באגרטל, במועדים המאוחרים יותר (48 ו-72 שעות) הרדיואקטיביות פחתה בענף ובעלים, כנראה כתוצאה מהובלה מוגברת של סוכר אל התפרחת וכן ממטבוליזם שלו בתהליך הנשימה. בנוכחות סוכרוז לא מסומן בתמיסת האגרטל (R, P, N) מראה שהסוכר המשיך להיות מובל אל התפרחת המשמשת כמבלע. טיפולי הטבילה ב-BA ו-TDZ (Q, K, E, O, B, D, F, H, J, L), נמשכה הצטברות של רדיואקטיביות בתפרחות וכן בעלים ובגבעול (מ-24 עד 72 שעות), זה הגבירו במרבית המועדים את הצטברות הרדיואקטיביות הן בתפרחת והן בעלים ובגבעול בהשוואה לענפי הביקורת (M, G, A). מגמה זו הוגברה בעיקר לאחר 72 שעות בהשפעת הטיפול המשולב של טבילה בציטוקינינים בנוכחות הסוכרוז הלא מסומן בתמיסה (R, L, F, P, J, D).

תוצאה זו מחזקת את השערת המחקר שציטוקינינים מגבירים את חוזק המבלע וכך יש משיכה של סוכרים אל התפרחת.

4.3. בחינת ההשפעה של טיפולי טבילת התפרחת בציטוקינינים לאחר הקטיף ושילוב הוספת סוכרוז באגרטל על רמת סוכרים, עמילן ופעילות אינברטאזות

4.3.א. עמילן וסוכרים

בניסוי זה נבחנה השפעת הטיפוליים על תכולת העמילן, שנקבע בשיטה הקולורимטרית, והסוכרים בפרחים, שנקבעו בעזרת HPLC. בתמונה 5 ניתן לראות דוגמא מייצגת של פלט HPLC שבו נבדקו מיצויים שנעשו בפרחים לאחר 8 ימים במבחנות. השיא הראשון שנראה בכל פלט, זהו סוכר לא מזוהה A (תמונה 5: A, B, C, D). שיא שיוצא בדקה 7.8 מתאים לסוכרוז (תמונה 5B). שיא היוצא בדקה 9.7 מתאים לגלוקוז (תמונה 5: A, B, C, D). שיא היוצא בדקה 10.4 הוא סוכר לא מזוהה B. שיא היוצא בדקה 11.6 מתאים לפרוקטוז (תמונה 5B ו-5D). שיא היוצא בדקה 14, סוכר לא מזוהה C. מהתוצאות ניתן לראות שלמרות שהרמות היחסיות של הסוכרים השונים שונות בפרחונים מהטיפוליים השונים ביום ה-8 בכל הפרחים נמצאו אותם הסוכרים.

תכולת העמילן בפרחון במועד הקטיף הייתה כ-2 מ"ג לגר' משקל יבש מהווה פחות מ-10% מכלל הפחמימות שכן תכולת הסוכרים המסיסים (גלוקוז + פרוקטוז + סוכרוז) היא כ-22 מ"ג לגר' משקל יבש (איור

17) וזאת בלי לקחת בחשבון את הסוכרים הלא מזוהים (איור 18). בנוסף, תכולת העמילן לא השתנתה משמעותית במשך 8 ימי אגרטל ולא הייתה השפעה לטיפול טבילה ב-TDZ ו/או לתוספת סוכר באגרטל. תוצאות אלו מצביעות על כך שפרחי גרוויליאה אינן אוגרים עמילן כמאגר לסוכרים בזמן הפתיחה של הפרחים. בכל זאת מעניין שבטיפול המשולב של TDZ + סוכר הייתה עליה ברמת העמילן בימים 10-12 (איור 17A).

בבדיקת רמות סוכרוז נמצא שבפרחי הביקורת חלה ירידה לאחר היום השלישי באגרטל (איור 17B). טיפול ב-TDZ (הקו הירוק) לא השפיע על תכולת הסוכרוז בפרח לעומת זאת נוכחות סוכרוז באגרטל (הקו האדום) העלתה את תכולת הסוכרוז בפרח עד היום השלישי באגרטל ורק לאחר מכן חלה ירידה אך עדין תכולת הסוכרוז הייתה גבוהה יותר מאשר בביקורת (ביום 8). השילוב של TDZ עם סוכרוז (הקו הצהוב) הקדים את העלייה בתכולת הסוכרוז שהייתה גבוהה ביותר ביום השלישי באגרטל, לאחר מכן חלה ירידה חדה לשפל היום השמיני באגרטל ולאחר מכן נראתה שוב עליה מובהקת.

רמות גלוקוז ופרוקטוז (איור 17C ו-17D) הראו מגמות השתנות דומות מאוד. בטיפול הביקורת (הקו השחור) ובטיפול הטבילה ב-TDZ (הקו הירוק) נראתה עליה מתונה בסוכרים אלו עד יום 3, אחריו חלה ירידה עד ליום השלישי באגרטל. הירידה בסוכרים אלו הייתה חדה יותר בטיפול הטבילה ב-TDZ שנשארה נמוכה עד ליום העשירי באגרטל. תכולת החד סוכרים בטיפול המשולב של TDZ + סוכרוז לא הייתה שונה מהותית מהטיפול ב-TDZ למעט העלייה שנצפתה ביום העשירי. בטיפול הוספת סוכרוז לאגרטל (הקו האדום) תכולת החד סוכרים הייתה יציבה ביותר ואף נצפתה עליה בתכולתם ביום השמיני.

בהרצת מיצוי הסוכרים ב-HPLC התקבלו 3 שיאים נוספים שלא זוהו ולא התאימו לסטנדרטים שנבחנו. האומדן של תכולת חומרים אלו היא יחסי ונעשה לפי שטח השיא:

בתכולת חומר A (איור 18A) לא היה שינוי במהלך חיי האגרטל ולא הייתה השפעה של הטיפולים למעט העלייה שנמצאה ביום העשירי בפרחי הטיפול המשולב (TDZ + סוכרוז – הקו הצהוב). השינויים בתכולת חומר זה היו מאוד דומות למה שתואר לגבי עמילן (איור 17A) – ירידה לשפל ביום 6 או 8 ולאחר מכן עליה.

תכולת חומרים B ו-C ירדה בפרחי הביקורת לאחר היום השלישי (קו שחור איורים 17B ו-17C). השפעת TDZ הייתה מנוגדת לשני החומרים: היא העלתה את חומר B ביום השלישי וזרזה את הירידה בחומר C. הוספת סוכרוז (הקו האדום) שמרה על התכולה של חומר B והעלתה את הרמה של חומר C עד היום השלישי באגרטל. השינוי בתכולת חומרים אלה בפרחי הטיפול המשולב (TDZ + סוכרוז) היה דומה ביותר לשינויים בתכולת גלוקוז ופרוקטוז (איור 17).

3.4.3. ב. אינברטאז

בניסוי זה נבחנה פעילותם של שלושת סוגי האינברטאז בהשפעת הטיפולים השונים במהלך חיי האגרטל. פעילות האינברטאז החומצי - הוקואולי, עלתה בפרחי הביקורת לשיא ביום השלישי ואחר כך ירדה. טיפול הטבילה ב-TDZ לא השפיע על מעקובת השינוי ורק העלייה בפעילות הייתה פחותה מאשר בטיפול הביקורת. בפרחים שטופלו בסוכרוז באגרטל (לבד או בשילוב עם TDZ) לא הייתה עליה עד היום השלישי, והייתה יציבות בפעילות האנזים עד היום השמיני ולאחר מכן ירידה (איור 19A). ניתן לסכם שתוספת סוכרוז באגרטל עיכבה את העלייה בפעילות האינברטאז החומצי.

בפרחי הביקורת השינוי באינברטאז הבסיסי – הציטוזולי היה דומה מאוד לשינוי

באינברטאז החומצי וגם כאן נמצאה עליה בפעילות עד היום השלישי ואח"כ ירידה (איור 19B). כל

הטיפולים (TDZ, סוכרוז והשילוב) מנעו את העלייה בפעילות האנזים ביום השלישי באגרטל, בטיפול הסוכרוז

נמצאה יציבות בפעילות האנזים ובשני הטיפולים שכללו טבילה ב-TDZ נמצאה ירידה מתמשכת בפעילות האנזים עד לפסילת הפרחים.

הפעילות של אינברטאז דופן התא נשארה יציבה בפרחי הביקורת במשך שמונת הימים (קו השחור איור 19C). טיפול ההטענה ב-TDZ העלה באופן מובהק את פעילות האנזים ביום השלישי ולאחר מכן הייתה ירידה בפעילות (הקו הירוק). הוספת סוכרוז לתמיסת האגרטל העלתה את פעילות האנזים לאחר היום השלישי באגרטל שנשארה גבוהה עד היום העשירי. לעומת זאת הפעילות של האנזים בפרחי הטיפול המשולב (הקו הצהוב) לא הייתה שונה מהפעילות של פרחי הביקורת עד ליום השמיני ולאחר מכן הייתה ירידה בפעילות עד לפסילת הפרחים לאחר היום ה-13 באגרטל.