

דו"ח מסכם
למיזם מספר 430-0391-12

בנושא:

פיתוח והרחבת השינוע של כלל מוצרי הנוי בתובלה ימית כמיזם ייעודי משולב בעל חשיבות לאומית לחקלאות ישראל

Development and expansion of the sea transportation of ornamental products as an assigned integrated initiative of national importance to Israel's agriculture

מוגש:

לקרן המדען הראשי – מיזמים ייעודיים משולבים בעלי חשיבות לאומית לחקלאות ישראל

מאת:

שמעון מאיר, סוניה פילוסוף-הדס, סמיר דרובי, חיה פרידמן, שושנה סלים, בטינה קוכאנק, יעקב פרצלן, תמר צדקה, אילונה רוט וילנה שחר-איבנוב

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מרכז וולקני, בית דגן

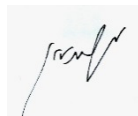
Shimon Meir, Sonia Philosoph-Hadas, Samir Droby, Haya Friedman, Shoshana Salim, Betina Kochanek, Yaacov Perzelan, Tamar Tzadka, Ilona Rot and Yelena Shahaar-Ivanov

Dept. of Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, The Volcani Center, Bet-Dagan

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

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

אוקטובר 2015



מרכז וולקני, בית-דגן

א. תקציר

הצגת הבעיה: עלות התובלה הימית היא כמחצית מעלות התובלה האווירית, לכן המעבר מתובלה אווירית לימית בייצוא של מוצרי הנוי הוא מחויב המציאות מבחינה כלכלית. לשם כך יש למצוא פתרונות לכל הבעיות העוללות לנבוע כתוצאה מהמשלוח הימי הרגיל (8 ימים) או הממושך (14 יום) של מגוון מוצרים אלה.

מטרות המחקר: המטרה העיקרית היא לפתח דרכים ושיטות להרחבת היקף התובלה הימית של מוצרי הנוי המשווקים לייצוא לאירופה. מטרות המשנה: א. פתרון בעיות במשלוח ימי של מוצרי נוי קטופים (פרחי קטיף, ענפים ועלי קישוט), צמחי עציץ חצי-מוגמרים וייחורים מושרשים; ב. ליווי וייעוץ לחקלאים ולגורמים המשווקים ליישום מוצלח של התוצאות.

מהלך ושיטות עבודה: נבחנו תנאי משלוח אופטימאליים ופותחו טיפולים למינים זונים שונים של מוצרי נוי: פרחי קטיף – פלוקס, חמניות, עופרים, ליזיאנתוס, סולידגו, דלפיניום, נוריות, כלניות, פרח שעווה, גרווילאה ואיריס אונקוציקלוס; ענפי קישוט ירוקים – פיטוספורום, זני גרווילאה כענפי קישוט, אספרגוס, אקליפטוס ומונסטרה; ייחורים מושרשים - דיפלדניה, אלמנדה ופלרגוניום; צמחי עציץ חצי-מוגמרים – פלרגוניום ומנדבילה. נבחנו טיפולי אקלום, הטענה, טבילה, ריסוס ואריזות בסימולציות משלוח שונות, ובמשלוח ניסיוני לבורסה. נבחנו רגישויות לקרה ולאתילן חיצוני.

תוצאות עיקריות: גובשו המלצות למשלוח ימי לאירופה במסלול הרגיל (8 ימים) לפרחי קטיף של פלוקס, חמניות, נוריות, עופרים, ליזיאנתוס, סולידגו ופרח שעווה. לענפי קישוט של פיטוספורום, אקליפטוס וגרווילאה נמצאו פתרונות לתובלה ימית ממושכת (14 יום). לא ניתן להמליץ עדיין על מסלול זה לכל פרחי הקטיף שנבחנו, לעלי גרווילאה 'ביילי גולד' ולענפי אספרגוס. התכשיר החדש של TDZ שעשוי להיות זמין למגדלים בקרוב, נבחן ונמצא יעיל מאוד. ניתן להפחית את נזקי הצינה בייחורי דיפלדניה ואלמנדה ע"י טיפולים מוקדמים ב-1-MCP.

מסקנות והמלצות: יש להמשיך בלימוד ובהפצת ההמלצות החדשות שפותחו למשווקים, למדריכים ולמגדלים של מוצרי הנוי ולדאוג ליישומן. יש להקפיד על הלוגיסטיקה של התובלה והמשלוח, ויישום הטיפולים המומלצים ע"י המגדלים. יש להמשיך ולבחון את הטיפולים המומלצים במשלוחי ניסיון ימיים מסחריים לבורסות באירופה. לחילופין, המוצרים ייבחנו בהדמיות מורכבות המדמות תנאי משלוח אמיתיים לפי רשמי טמפרטורה שיתקבלו ממשלוחים מסחריים.

רשימת קיצורים:

ABA = abscisic acid; AVG = aminoethoxyvinyl glycine; BA = benzyl adenine; GA₃ = gibberellic acid; GSH = reduced glutathione; LL = Long Life; 1-MCP = 1-methylcyclopropene; NAC = N-acetyl cysteine; RWC = relative water content; STS = silver thiosulfate; TDZ = thidiazuron.

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

היצוא של מוצרי הנוי הוא ענף חשוב ודינמי המגיב מהר לתנאים המשתנים ובעיקר לגורמים כמו: מתחרים, עלויות, מחירי פדיון ושערי החליפין של המטבעות. המתחרים מאפריקה, למשל, מהווים גורם חשוב, ובעיקר באתיופיה ובקניה. לכן קיים צורך לעמוד בתחרות, ואחת הדרכים היא לקצץ בעלויות המשלוח המהוות גורם משמעותי. המגמה של הרחבת היצוא בתובלה ימית והצלחה בתובלה זו הפכו לשיקול חשוב בבחירת הגידול ע"י חקלאים, כך שהייצוא של מוצרי הנוי תלוי כיום בתובלה הימית. העלייה המשמעותית בייצוא של צמחי בית וענפי קישוט ירוקים בהשוואה לירידה בייצוא של פרחי קטיף היא בהתאמה מוחלטת לאפשרות התובלה שלהם בים. גם בין פרחי הקטיף, הירידה הכמעט מוחלטת בייצוא של שני המוצרים העיקריים, ורדים וגרברות, לעומת העלייה בייצוא של פרח שעווה וליזיאנתוס, הן פועל יוצא של אפשרות היצוא של המוצרים הללו בתובלה ימית, יחד עם חוסר היכולת להתמודד עם המתחרים מארצות אחרות המשווקים פרחים אלו. למעשה, עיקר הגידולים המיוצאים כיום הם גידולים זולים יחסית או כבדים, שבהם החיסכון בעלות השינוע בשל ההובלה הימית מהווה מרכיב חשוב ברווח החקלאי. מכיוון שגידול מוצרי נוי לייצוא הוא בעל חשיבות לאומית לחקלאות ישראל, התובלה הימית, המאפשרת את הקיום של ענף זה, היא גם בעלת חשיבות לאומית רבה. יש לציין, שהמעבדות שלנו הן המובילות בעולם בנושא התובלה הימית של מוצרי נוי, הן מבחינת היקף הגידולים שכבר נבחנו, הן מבחינת המחקר המתבצע בנושא, והן מבחינת ליווי היישום המעשי-מסחרי של תוצאות המחקר.

המחקר הנוכחי עוסק במגוון של מוצרי נוי המיוצאים מהארץ: פרחים, ענפי קישוט ועלים דקורטיביים קטופים, צמחי עציץ חצי-מוגמרים וייחורים מושרשים. המטרה המרכזית היא להעביר לשינוע בתובלה ימית כמה שיותר מוצרים המשווקים כיום לאירופה במסלול של תובלה אווירית. היתרון של התובלה האווירית הוא משך הזמן הקצר עד להגעה לבורסה בהולנד או לסניפים. יחד עם זאת, למרות השמירה על שרשרת הקירור והאמצעים של קירור מהיר מאולץ בבתי-האריזה, עדיין ישנן תנודות טמפרטורה במסלול, ולכן הדמיית המשלוח המקובלת לתובלה אווירית היא אחסון ב-6 מ"צ למשך 1-2 ימים. התובלה הימית מטבעה ממושכת יותר ואורכת כ-10 ימים בממוצע לאירופה, כולל ימי איסוף מהמגדל ופרישת ימי המכירה. לאחרונה נמצאה אפשרות לתובלה במכולות לנמל רוטרדם כשהמכולה מועמסת על משאית ומגיעה במהירות לפריקה בבורסה. מסלול זה מאפשר אמנם חיסכון נוסף אך אורך כ-14 ימים. במספר ניסויים עם ענפים ירוקים ופרחי קטיף בחנו את ההיתכנות של המסלול החדש. יש לציין, שלמרות שלחלק גדול מהבעיות הבסיסיות שיתוארו להלן יש כבר פתרונות במסלול המתאים לתובלה אווירית, יש לפתח פתרונות חדשים לבעיות שמחמירות בים, או לבעיות חדשות הייחודיות לתובלה ימית. לדוגמא, החמת העלים בפיטוספורום והרקבונות המתפתחים עקב כך לא הופיעו בתובלה אווירית, ואילו כיום התופעה מהווה בעיה בתובלה הימית של מוצר זה לאירופה ולארה"ב. בנוסף יש לציין, שלמרות שהטמפרטורות הנמוכות מעכבות את התהליכים הפיסיולוגיים במוצר, עדיין מתרחשים תהליכי גדילה גם במהלך המשלוח הממושך, בעיקר כתוצאה מכך שהטמפרטורה של התובלה הימית בפועל היא 3-4 מ"צ ולא 0.5-1 מ"צ כפי שהמלצנו לרוב הגידולים. הדבר נובע מזהירות יתר מפני סכנת קרה וקפיאה הנקוטה ע"י החברות המיצאות. כדוגמא לתהליכי גדילה ניתן לציין את ההתפתחות של צימוח צעיר ואטיולנטי הרגיש לפגיעות מיכניות בענפי אקליפטוס, או את תהליך הגדילה של פקעי פריחה בשושן. במקרה זה, אם פרחי השושן הנשלחים בים היו נקטפים בשלב הפתיחה שהוגדר לתובלה אווירית - אחוז גבוה מהם היה מגיע לבורסה בשלב של תחילת פתיחה שאינו רצוי, ולכן היה צריך להגדיר שלב קטיף סגור יותר לפרחים המיועדים לתובלה ימית.

הבעיות העיקריות הפוגמות באיכות מוצרי נוי קטופים בהגיעם למכירה בבורסה ובמהלך חיי אגרטל בבית הצרכן מתבטאות באיברי הצמח, הפרח/הענף ו/או הייחור בצורות שונות: בתפרחות - הזדקנות מהירה, כמישה ו/או נשירה, אי פתיחה, דהיית צבע ופגיעות מיכניות; בעלווה - הזדקנות, הצהבה, השחרה, נזקי צינה, כמישה, נשירה ונגיעות בפתוגנים; בגבעול - הפרשות חלב, התפצלות קצה, נגיעות בפתוגנים וכיפופים בלתי

רצויים, כולל כיפוף גרביטרופי. בעיות אלה קשורות לתהליכים פיסיוולוגיים של התארכות, גדילה, הזדקנות, נשירה, רגישות לאתלן, עקת מים, הגנה מפני פתוגנים ונזקי צינה.

מטרות המחקר כפי שהופיעו בהגשה המקורית: המטרה העיקרית היא לפתח דרכים ושיטות להרחבת היקף התובלה הימית של מוצרי הנוי המשווקים לייצוא בעיקר לאירופה, הן דרך הבורסות והן בשיווק ישיר. מטרות המשנה: **א. מוצרי נוי קטופים: (1)** בחינת פוטנציאל היצוא בהובלה ימית לאירופה ו/או לארה"ב של ענפים ועלי קישוט ירוקים וצבעוניים, פרחי קטיף בעלי היקפי יצוא גדולים ופרחים חדשים מהאינטרדוקציה ומשקי המודל; **(2)** פיתוח שיטות לבקרת האווירה, הקירור והאריזה להשגת התוצאות הרצויות; **(3)** בחינת ההשפעות של כל הגורמים הסביבתיים הנ"ל ושל טיפולים שונים לאחר הקטיף על תהליכים פיסיוולוגיים ברקמה ועל התפתחות פתוגנים; **(4)** בהתאם לתוצאות, גיבוש פרוטוקולים לחקלאים לגבי הטיפולים הנדרשים לאחר הקטיף והתנאים הנאותים שיאפשרו את הובלתם המסחרית של מוצרי הנוי בהובלה ימית; **(5)** אפיון ומניעה של התפתחות ריקבון רך בגבעולים של פרחי כלנית קטופים לאחר תובלה ימית לאירופה; **(6)** פיתוח ויישום שיטת פתיחה מבוקרת חדשה בפרחי גיבסנית – שיטת "אקוודור" המביאה לשוק מוצר חדש לחלוטין מבחינת המופע; **(7)** פיתוח שיטות לשיפור האיכות בתובלה ימית של ענפי פיטוספורום ואקליפטוס מזנים שונים; **(8)** ליווי ויעוץ לחקלאים ולגורמים המשווקים ליישום מוצלח של התוצאות והגדלת ההיקפים בגידולים בהם כבר יש הצלחות. **ב. צמחי עציץ מוגמרים וחצי-מוגמרים: (1)** בחינת תנאי התובלה של גידולים חדשים הנמצאים בפיתוח במרכז הריבוי ובהרחבה של פרויקט העשבוניים הרב-שנתיים בוולקני, או שיובאו באופן עצמאי ע"י מגדלים והמופ"ים האזוריים; **(2)** פיתוח הצמחים החצי-מוגמרים בשיתוף השתלנים המייצאים ייחורים. **ג. ייחורים מושרשים ולא מושרשים: (1)** הרחבת מגוון הייחורים המושרשים המיוצאים בתובלה ימית על גבי עגלות דניות; **(2)** הרחבת התובלה של ייחורים שאינם בעייתיים, בהם תוצאות המחקר הראו שכבר ניתן לייצאם בתובלה ימית באמצעות משלוחי ניסיון ומשלוחים מסחריים.

ג. פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לתקופת הדו"ח (בשלושת שנות המחקר 2011-2013): בגלל מגבלות היקפי הדו"חות, לכל אחד מהדו"חות השנתיים וכן לדו"ח מסכם זה, צורפו נספחים במטרה לפרט את הניסויים והתוצאות שהתקבלו ולפתח דיון מקיף בתוצאות אלו.

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בשנת המחקר הראשונה - 2011:

נבחנו תנאי משלוח אופטימאליים ופותרו טיפולים למינים זנים שונים של הקבוצות הבאות של מוצרי נוי: פרחי קטיף - סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי', כלניות, נוריות, חמניות, פלוקס, איריס השושן, אדמונית, ודלפיניום; ענפי קישוט ירוקים - פיטוספורום, אספרגוס מיריוקלאדוס, אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' ומונסטרה; ייחורים מושרשים של דיפלדניה, וצמחי עציץ חצי-מוגמרים של פלרגוניום משלוש קבוצות ומנדבילה. התוצאות ויישומן נבחנו במשלוח ימי ניסיוני לבורסות בהולנד של הגידולים הבאים: נוריות, חמניות, פלוקס, פיטוספורום, אספרגוס מיריוקלאדוס, אקליפטוס 'סרג'נטי', ואקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל'.

תוצאות: גובשו המלצות למשלוח ימי לאירופה לפרחי קטיף של סולידגו, נוריות, פלוקס, חמניות, איריס השושן, ודלפיניום; לענפי קישוט של פיטוספורום, אספרגוס מיריוקלאדוס, אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' ולעלי מונסטרה; לייחורים מושרשים של דיפלדניה; ולצמחי עציץ חצי-מוגמרים של פלרגוניום מקבוצות 'בלקוני' ו'פלטוסום'. כן נמצא טיפול מבטיח לצמחי עציץ חצי-מוגמרים של פלרגוניום מקבוצת 'זונלה'. אותרו בעיות שטרם נפתרו בכלניות, בחלק מזני הנוריות, ובאקליפטוס בשלב צימוח. ניסוי המשלוח המסחרי בתובלה ימית של מגוון הפרחים וענפי הקישוט לבורסות בהולנד היה מוצלח מאוד, והתוצאות שהתקבלו בבורסה בהולנד אישרו את הממצאים שהושגו קודם לכך במעבדה בוולקני.

פירוט הנספחים והעימוד שלהם בד"ח של השנה הראשונה למחקר (2011):

- נספח 1: ניסוי מסחרי של משלוח ימי של פרחים וענפי קישוט לבורסות בהולנד 13
- נספח 2: המשך פיתוח ובחינת טיפולים לשיפור התובלה הימית של פרחי סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי'..... 36
- נספח 3: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של פרחי קטיף (חמניות, פלוקס, איריס השושן, אדמונית, דלפיניום)..... 46
- נספח 4: מניעת התפתחות ריקבון רך בגבעולים של פרחי כלנית קטופים..... 62
- נספח 5: בחינת טיפולים ותנאי יישום המאפשרים תובלה ימית של נוריות 'פריאנדין' מצבעים שונים 67
- נספח 6: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של ענפי קישוט ירוקים (פיטוספורום, אספרגוס, אקליפטוס, מונסטרטה)..... 75
- נספח 7: הרחבת השינוע בתובלה ימית של ייחורי דיפלדניה מושרשים..... 82
- נספח 8: בחינת תובלה ימית של צמחי עציץ חצי-מוגמרים..... 88

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בשנת המחקר השניה - 2012:

נבחנו תנאי משלוח אופטימאליים ופותרו טיפולים למינים זנים שונים של הקבוצות הבאות של מוצרי נוי: פרחי קטיף – פלוקס, חמניות 'סאן ריץ', עופרים, ליזיאנתוס וסולידגו 'גולדן גלורי'; ענפי קישוט ירוקים – פיטוספורום, גרווילאה 'ביילי גולד', 'רובוסטה' ו'אייבנהו', אספרגוס מיריוקלאדוס ואקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל'; ייחורים מושרשים של דיפלדניה, אלמנדה ופלאגוניום. נבחנו טיפולי אקלום להפחתת נזקי צינה לגרווילאה 'ביילי גולד' וטיפולים במעכב האתילן 1-MCP להפחתת נזקי צינה בייחורי דיפלדניה ואלמנדה.

תוצאות: גובשו המלצות למשלוח ימי לאירופה במסלול הרגיל של תובלה ימית שאורך 8 ימים לפרחי קטיף של פלוקס, חמניות 'סאן ריץ', עופרים, ליזיאנתוס, וסולידגו 'גולדן גלורי'. לענפי קישוט של פיטוספורום, אקליפטוס 'כדורי קק"ל' וגרווילאה 'רובוסטה' ו'אייבנהו' נמצאו פתרונות לתובלה ימית במסלול רוטרדם שאורך 14 יום. לא ניתן להמליץ עדיין על המסלול לרוטרדם לכל פרחי הקטיף שנבחנו, לעלי גרווילאה 'ביילי גולד' ולענפי אספרגוס מיריוקלאדוס. התכשיר החדש של TDZ שעשוי להיות זמין למגדלים בקרוב, נבחן ונמצא יעיל מאוד. ניתן להפחית את נזקי הצינה בייחורי דיפלדניה ואלמנדה ע"י טיפולים מוקדמים ב-1-MCP, ובענפי גרווילאה 'ביילי גולד' באמצעות משלוח ב-7 מ"צ (שאינו מעשי).

פירוט הנספחים והעימוד שלהם בד"ח של השנה השניה למחקר (2012):

- נספח 1: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של פרחי קטיף (פלוקס, חמניות, עופרים, ליזיאנתוס, סולידגו)..... 10
- נספח 2: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של ענפי קישוט ירוקים (פיטוספורום, גרווילאה, אספרגוס, ואקליפטוס)..... 40
- נספח 3: הפחתת נזקי צינה של ייחורי דיפלדניה ואלמנדה מושרשים במהלך השינוע בתובלה ימית:..... 56
- נספח 4: ייצוא של ייחורי פלאגוניום מושרשים בתובלה ימית 61

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בשנת המחקר השלישית - 2013:

הפירוט משולב להלן, בסעיף ד' - דיון ומסקנות לכל גידול.

פירוט הנספחים המצורפים והעימוד שלהם בד"ח של השנה השלישית למחקר (2013) - ד"ח מסכם:

- נספח 1: לימוד תהליכי הזדקנות עלים בשני זנים של פרחי פלוקס: השפעת טיפולים בחומרי צמיחה וסוכר, ובחינת יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות 22
- נספח 2: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של פרחי קטיף (פרח שעווה וגרווילאה)..... 55
- נספח 3: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של ענפי קישוט ירוקים (פיטוספורום, אספרגוס ואקליפטוס)..... 76
- נספח 4: קביעת התנאים המיטביים לייצור ייחורי פלאגוניום מושרשים המותאמים לייצוא במשלוח ימי..... 90

נספח 5: השפעת מווסתת הצמיחה: ג'ברלין ציטוקינין ומעכב ייצור האתילן STS על שיפור האיכות ועיכוב

הזדקנות העלים בצמחי פלרגוניום zonale בתנאי הדמיה לתובלה ימית.....98

נספח 6: טבלת מסכמת ומרוכזת לטיפולים בפרחים וענפי קישוט קטופים.....109

ד. דיון ומסקנות לנושאים השונים לכל תקופת המחקר עם התפתחותו:

ד.1. ניסוי מסחרי של משלוח ימי של פרחים וענפי קישוט לבורסות בהולנד

בסוף פברואר 2011 בוצע ליווי של ניסוי מסחרי של משלוח ימי להולנד, שמטרתו הייתה בחינת היעילות של טיפולים שונים, שפותחו במעבדתנו במגוון של פרחים וענפי קישוט, במשלוח מסחרי בשני מסלולים לאירופה. נבחנו שני מסלולי משלוח ימי, שנבדלו גם בצורת התובלה: תובלה במכולה דרך נמל קופר, או תובלה בחדרי הקירור המרווחים באוניה דרך נמל פורטובדו. בהגעה ליעדי הנמלים, התוצרת בשני המסלולים הוטענה על משאיות מקוררות לתובלה יבשתית, והובלה אל בורסת CCWS בהולנד. נבחנו 6 גידולים, 3 מינים של פרחי קטיף - נוריות, פלוקס וחמניות; ו- 3 מינים של ענפי קישוט ירוקים - אספרגוס מיריוקלאדוס, פיטוספורום ואקליפטוס. חיישנים מסוג Xsense, הבודקים באופן רציף טמפרטורה ולחות, הוכנסו לכל אריזה אצל המגדל. לאחר בדיקה והערכת איכות התוצרת בפריקה, הוצבו בחדר התצפית בבורסה מדגמים מכל טיפול, מכל גידול ומכל מסלול משלוח לאחר הדמייה של תובלה יבשתית באירופה, כמקובל ע"י הקניינים המפיצים את הפרחים. הוצבו שני מדגמים: במים ובתמיסת מזון פרחים 'קריזל' המכילה סוכר ובקטריוצידים. סיכום התוצאות של חיי האגרטל וצילומי המדגמים ביום 7 באגרטל נשלחו אלינו בתום הבדיקה בבורסה. פירוט הזנים והטיפולים והתוצאות המפורטות שהתקבלו לכל גידול מובאות בנספח 1 בדו"ח שנה ראשונה.

המסקנות לגבי כל אחד מהגידולים שנבחנו בניסוי משלוח זה פורטו בדו"ח לשנה הראשונה של המחקר, ופירוט כל התוצאות הובא בנספח 1 שצורף לדו"ח השנה הראשונה (23 עמודים). התוצאות המפורטות של הניסוי הוצגו בפני המגדלים וחברות היצוא בכנסים, ימי עיון ובפני הועדה לתובלה ימית שהייתה פעילה עד לשנת 2012.

ד.2. פיתוח טיפולים לתובלה ימית של פרחי קטיף שונים:

ד.2.1. פרחי סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי'

במחקר זה נבחנו הטיפולים המתאימים ביותר לשיפור איכות פרחי סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי'. נבחנו ההשפעות של טיפולי הטענה, שלבי קטיף, טיפולי טבילה באנטיטרנספירנט ושל שיפור האריזה ע"י עטיפת הפרחים בנייר עיתון בתוך הקרטון. התוצאות שהתקבלו מסבירות את חוסר העקביות בתוצאות שהתקבלו במשך השנים לגבי טיפול ההטענה העדיף לפרחי סולידגו 'טרה', והראו קשר עונתי להשפעה הנוספת של הטענה בציטוקינין BA על הטיפול ב- STS בלבד. נראה, שבתקופת הקיץ ניתן להסתפק בהטענה ב- STS + TOG-4, ובתקופת החורף מומלץ להוסיף BA בריכוז של 0.5% תכשיר TOG-L-101 לתמיסה. לזן 'גולדן גלורי' נמצא, שהטיפולים שכללו BA עיכבו באופן מובהק את הזדקנות הפרחים, וטיפול ההטענה ב- BA בלבד היה אף טוב יותר מהטיפול המשולב מבחינת השפעתו על הזדקנות הפרחים. מכאן, שלגבי פרחי סולידגו 'גולדן גלורי' התוספת של ציטוקינין BA בתמיסת ההטענה חיונית, בעיקר בשל השפעתו הדרמטית בעיכוב הזדקנות הפרחים.

מבחינת שלב הקטיף האופטימאלי, ברור לנו מבחינה מקצועית ששלב הקטיף של פרחי הזן 'טרה' צריך להיות שלב 2 בו יש בצבוע צבע צהוב בתפרחות, ולא שלב בוסר שלא נפתח באגרטל, או שלב 3 בו יש כבר פרחים פתוחים, כיוון שאז הפרחים מזדקנים עוד לפני הפגיעה באיכות העלים. לעומת זאת, שלב הקטיף האופטימאלי של פרחי הזן 'גולדן גלורי' הוא שלב בצבוע צבע ראשוני, כיוון שאין בעיה של פתיחת הפרחים באגרטל. בשני הזנים מומלץ לעטוף את הפרחים עם נייר עיתון להפחתת איבוד המים במהלך הדמיית התובלה הימית. הפחתת איבוד המים מונעת עקה, ודוחה את ההזדקנות וההחמה של העלים בחיי האגרטל.

בנוסף, נבחנה ההשפעה של הציטוקינין BA בהשוואה לשתי פורמולציות של הציטוקינין TDZ. לשתי הפורמולציות שנבחנו לא הייתה השפעה על הזדקנות העלים בפרחי סולידגו 'גולדן גלורי' שנקטפו בסתיו (סוף

2.2.ד. פלוקס

ענף פרחי הפלוקס הוא גידול מתפתח, שנמצא בעליה במהלך שלושת שנות המחקר והוא בעל חשיבות רבה. כבר התוצאות הראשונות שהתקבלו במחקר קודם הציעו בחינה ושילוב של הגידול במסגרת ניסוי המשלוח לבורסה בהולנד. התוצאות הראו בבירור, שניתן לייצא פרחי פלוקס בתובלה ימית, שכן באף ניסוי לא נמצא הבדל באיכות הפרחים ובמשך חיי האגרטה בהשוואה לתובלה אווירית. תוצאות המשלוח המסחרי הנסיוני, שהראו הצלחה יוצאת מהכלל בפרח זה, תומכות ומאשרות מסקנות אלו. טיפולי הטענה בציטוקינין BA (0.5-1% תכשיר), בנוסף לחומר המשמר STS + TOG-4, הפחיתו באופן משמעותי את הזדקנות העלים, גורם המגביל את הייצוא. כן נמצא, שתוספת סוכר לתמיסת האגרטה (תכשיר LL או 'קריזל'), חיונית לשמירת צבע הפרחים, לדחיית הזדקנות העלים, לפתיחה נמשכת של פרחים באגרטה, ואף דחתה ביומיים את נשירת הפרחים.

בהמשך המחקר התמקדנו בכיול הטיפולים במטרה להגיע לאופטימיזציה שלהם: (1) לימוד השפעת שילובים ובחינת ריכוזים של הציטוקינין BA בשילוב עם מעכב פעילות האתילן STS, על רקע חומרים משמרים שונים המבוססים על 8-הידרוקסיקויניולין ציטרט או על בסיס כלורין; (2) בחינת השפעת הוספת סוכר לתמיסת האגרטה לאחר הדמיית המשלוח בזנים חדשים בהם הנושא לא נבחן; (3) שיפור פתיחת הפרחים ומופע הצבע בזנים בהם פתיחת הפרחים באגרטה לאחר הקטיף הייתה בעייתית; (4) השוואת ההשפעה של הציטוקינין TDZ לזו של מעכבי פעילות אתילן STS על הזדקנות העלים; (5) בחינת תכשיר חדש של TDZ במטרה לאפשר את זמינותו למגדלים; (6) בחינת איכות פרחי פלוקס במסלול ממושך של תובלה ימית (14 ימים), המאפשר הגעה לנמל רוטרדם ומשם ישירות במשאית לבורסה. מסלול זה מוזיל מאוד את עלות המשלוח ומונע את התחממות הפרחים בדרך, שכן הפרחים מגיעים ישירות מהמגדל לבורסה באותה המכולה ללא פריקה בדרך.

המסקנות שהתקבלו בניסויים אלו היו: (1) פותחו שילובי הטענה אופטימליים לפרחי פלוקס המאפשרים איכות טובה לאחר תובלה אווירית, ימית ואף לשוק המקומי. הטיפול כולל הטענה בחומר המשמר TOG-4 0.2% שניתן להחליפו בתמיסת גלילאו 0.2% (המכילה בקטריוצידים) בתוספת של STS-75 0.3% המעכב את הזדקנות הפרחים ונשירתם, ובתוספת של הציטוקינין BA (50-100 ח"מ). בעתיד הציטוקינין BA יוחלף בציטוקינין TDZ כאשר התכשיר המסחרי שלו יצא לשוק, כיוון ש- TDZ נמצא יותר יעיל מ-BA. (2) הטענת הפרחים בסוכר לא הביאה תועלת, אך הספקת סוכר באופן מתמשך בתמיסת האגרטה באמצעות שימוש בתכשירי 'מזון פרחים', מומלצת ביותר. תכשירי 'מזון פרחים' מאפשרים פתיחה טובה, הם משמעותיים ביותר לגבי שימור הצבע של הפרחים, ומאריכים את משך חיי האגרטה. בחלק מהזנים שנבחנו תכשיר LL הפחית גם את הצהבת העלים, אך בזנים אחדים הוא דווקא הגביר את הצהבת העלים; (3) נמצאו הבדלים בין הזנים השונים לגבי רגישות העלים להצהבה, פתיחת פרחונים באגרטה ובהתאם לכך גם התאמה לתובלה ימית. בחינת זנים נוספים מתבקשת בהמשך המחקר, כיוון שהפלוקס הוא אחד מגידולי הפרחים הבודדים שעולה בהיקפו בשנים האחרונות ויש דרישה לזנים נוספים. העובדה שניתן לייצאו בהצלחה בתובלה ימית מהווה גורם מעודד לכך; (4) המסלול הממושך של תובלה ימית (14 ימים) המאפשר הגעה לנמל רוטרדם ומשם ישירות לבורסה, אינו מומלץ בשלב זה לפרחי פלוקס, בשל הקצב המהיר של הצהבת העלים, שלא הופחת משמעותית ע"י הטיפולים שפותחו למסלול ימי רגיל.

בשנת המחקר האחרונה התמקדנו בשאלות שעלו ממסקנות 2 ו-3 שצויינו לעיל. רצינו להבין את ההשפעות המנוגדות של תוספות סוכר באגרטה על הזדקנות העלים בזנים שונים, וכן להבין את הפיסיולוגיה של השפעת הטיפולים על הזדקנות העלים בשני זנים בהם העלים מזדקנים בקצב שונה. **פירוט הניסויים והתוצאות מופיע בנספח 1 המצורף לדו"ח זה.**

המטרות של המחקר המובא בנספח היו: 1. בחינת ההשפעה של טיפול הטענה בציטוקינין ובמעכב אתילן

על תהליכי הזדקנות ביוכימיים וחזותיים בעלים של שני זנים בעלי קצב הזדקנות שונה – 'מיס פיונה' ואייס קייפ'; 2. בחינת הצורך והתפקיד של תוספת סוכר לתמיסת האגרטל, בשילוב טיפול ההטענה בציטוקינין, בעיכוב תהליך הזדקנות העלווה בשני הזנים; 3. בחינת ההבדלים ביחסי מקור-מבלע (בין העלים לתפרחות) בין שני הזנים, כסיבה אפשרית להבדלים בקצב ההזדקנות השונה של העלים בהם.

תוצאות ומסקנות עקריות: התוצאות שהתקבלו הראו, שבמרבית מדדי ההזדקנות שנבחנו היה שוני בין שני הזנים אשר תאם את ההבדלים בקצבי ההזדקנות שלהם – 'מיס פיונה' בעל קצב איטי של הזדקנות עלים בהשוואה לזן 'אייס קייפ' בעל קצב מהיר של הזדקנות עלים. לעומת זאת, לא הובחן שינוי משמעותי באחוז תכולת המים ובקצב ייצור האתילן האנדוגני בעלים משני הזנים, וכנראה ששני תהליכים אלו אינם מהווים חלק מתהליך ההזדקנות. נוכחות הסוכר בתמיסת האגרטל, שנמצאה בעבודה קודמת כחיונית להמשך פתיחת הפרחים ושמירת הצבע, עלולה לגרום לנזקים בעלים, כפי שהתבטא בעבודה הנוכחית במדדים השונים בעיקר בזן 'מיס פיונה'. הטיפול של הטענה בציטוקינין TDZ + מעכב האתילן STS בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל היה יעיל בעיכוב הזדקנות העלים ובמניעת נזקי הסוכר רק בזן 'מיס פיונה'. נראה, שההזדקנות המהירה של העלים בפרחי הזן 'אייס קייפ' נובעת כנראה ממחסור במוטמעים עקב המבלע החזק שיוצרות התפרחות, כאשר המוטמעים מובלים אליהן. לעומת זאת, בפרחי הזן 'מיס פיונה' התפרחות אינן מהוות מבלע חזק, ולכן הזדקנות העלים בו איטית יותר.



3.2.ד. חמניות 'סאן ריץ'

מטרות המחקר הספציפיות למחקר בזן 'סאן ריץ', שנהיה הזן העקרי של פרחי חמניות לייצור וייצוא: 1) בחינת ההשפעה של טיפולי הטענה בציטוקינינים שונים לדחיית הזדקנות עלים ופרחים; 2) בחינת שלב הקטיף המיטבי לפרחי 'סאן ריץ' לתובלה ימית; 3) בחינת ההשפעה של הטענה בסוכר בריכוזים שונים; 4) בחינה של חומר משפר חדש, תמיסת גלילאו, המכילה תערובת של בקטריוצידיים; 5) כיוול תנאי ההטענה המיטביים שיאפשרו את קליטת החומרים מתמיסת ההטענה תוך כדי קירור עמוק של הפרחים.

התוצאות הראו בבירור, שהטענה ב-BA (0.5-1% תכשיר) מעכבת את הזדקנות הפרחים הלשוניים ("עלי כותרת") בתפרחת, דבר המתבטא בהחמה שלהם, ואת סגירת הפרחים, המתבטאת בהקטנת זוית הפתיחה. בנוסף, הטיפול עיכב גם את הזדקנות העלים. תוספת של סוכר לתמיסת האגרטל (מזון פרחים LL הכולל 1% גלוקוז) שיפרה את פתיחת הפרחים ודחתה גם את ההזדקנות באופן מובהק ביותר. התוצאות של ניסויים אלו תאמו במלואם את התוצאות שהתקבלו בניסוי המשלוח המסחרי להולנד, והומלץ לחקלאים טיפול הטענה בתכשיר BA בריכוז של 0.5%. כן הומלץ להוסיף תכשיר מזון פרחים (תכשיר LL או 'קריזל') לתמיסת האגרטל.

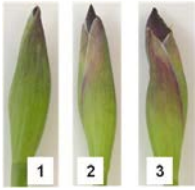
מסקנות נוספות:

שלב קטיף אופטימלי: (א) מבחינת מופע הפרחים בשלב הגעתם לבורסה (בתום הדמית המשלוח), שני שלבי הקטיף שנבחנו היו מתאימים; (ב) מבחינת הזדקנות עלי הכותרת, שלב S2 עדיף כדי למנוע את החמת הפרחים הלשוניים ולאפשר פתיחת פרחים; (ג) מבחינת פתיחת התפרחות באגרטל והזדקנות וכמישת הפרחים הלשוניים - לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין שני שלבי הקטיף.

תמיסות ההטענה המומלצות לפרחי חמניות 'סאן ריץ': נמצאו שתי תמיסות מומלצות המאפשרות משך חיי אגרטל מיטבי: (א) 5% סוכרוז + 100 ח"מ BA + גלילאו 0.2%; (ב) 5% סוכרוז + 100 ח"מ BA + TOG-6. תמיסת אגרטל: מומלץ מאוד ואפילו חיוני להציב את הפרחים בתמיסת 'מזון פרחים' LL או דומה לה, כדי לקבל משך חיי אגרטל מיטבי. השימוש בתמיסה מעכב את הזדקנות עלי הכותרת, משפר את פתיחת הפרחים ודוחה את הזדקנותם.

תנאי ההטענה המיטביים: התנאים הסטנדרטים של הטענה למשך 4 שעות ב- 20 מ"צ והמשך הטענה בקור למשך 20 או 44 שעות היו מתאימים ביותר.

שלבי פתיחה בקטיף



ד.4.2. איריס השושן (אונקוציקלוס)

משך חיי האגרטל של פרחי קטיף של איריס אונקוציקלוס מקבוצת זני המכלוא 'זיו' קצר למדי, ואינו עולה על 4 ימים משלב הפתיחה ועד לכמישה, בדומה לאיריס ההולנדי הנפוץ מאוד במסחר. בעבר השקענו מאמץ רב בפיתוח טיפולים המאפשרים את הארכת משך חיי האגרטל של פרחי איריס מכלוא, ומצאנו מספר טיפולים חיוביים באמצעות מעכבי פרוטאזות, שלא ניתן ליישם במסחר. הטיפול הייחודי ששיפר במידת מה את משך חיי האגרטל היה טיפול הטענה בציטוקינין. בנוסף מצאנו, שניתן היה לאחסן את הפרחים שנקטפו בשלב בצבוץ ראשוני (שלב קטיף 1) לתקופה ארוכה של שבועיים מבלי לפגוע באיכותם, כך שאיריס מכלוא הוא גידול המתאים ביותר לתובלה ימית, דבר המקטין באופן משמעותי את עלות המשלוח. בניסויים שביצענו במעבדתנו לבחינת האפשרות לתובלה ימית של פרחים אלו, בחנו מהם שלבי הקטיף המתאימים ביותר, וכן טיפולי הטענה בציטוקינינים שונים וביישומים שונים (הטענה, טבילה ו/או ריסוס). בנוסף, בחנו את האפשרות להוספת ציטוקינין באופן מתמשך לתמיסת האגרטל (בשלב הצרכן). התוצאות מראות, שהוספת הציטוקינין בנזיל אדנין (BA) לתמיסת האגרטל עיכבה בכ- 5 שעות את פתיחת הפרחים, והאריכה באופן משמעותי יותר את משך הזמן מפתיחה לכמישה, שהגיע ליותר מ- 80 שעות. סה"כ טיפולי ה-BA באגרטל האריכו בכיום אחד את משך חיי האגרטל, דבר שהוא משמעותי ביותר לפרח זה, וגם טיפול ההטענה ב-BA לפני המשלוח נתן תוצאה דומה. לסיכום, בקטיף נכון בשלב תחילת בצבוץ צבע וטיפול בציטוקינין אפשר להגיע ל- 6 ימי אגרטל (כולל משך הזמן שלוקח לפרח להיפתח, שגם הוא שלב בעל ערך דקורטיבי). השנה, נבחן בשיתוף עם חברת 'מרחב אגרו' תכשיר חדש שנקרא Long Life Geophytes, ומהווה תוספת של ציטוקינינים לתמיסת האגרטל. תוספת זו האריכה ביום את משך חיי האגרטל של הפרחים.

ד.5.2. עופרים = שחליים עדינים (*Lepidium virginicum*)

הצמח הוא ממשפחת המצליבים ומקורו באמריקה הצפונית והמרכזית. הצמח מפתח תחילה שושנת עלים, ועם המעבר לפריחה הוא מפריג ומפתח תפרחות זקופות וישרות. על התפרחות מתפתחים תחילה פרחים לבנים קטנים אשר מהם נוצרים פירות קטנים וירוקים בעלי הערך הדקורטיבי. הענפים נושאי הפירות הירוקים מתאימים לשמש כענף מילוי בזרי פרחים. הזן הייחודי שהובא לארץ ע"י מגדל ממושב קדימה יוצר ענפים ארוכים המגיעים לאורך של מטר. הענפים המיוצאים מהארץ נמכרים באירופה תחת השם "Green Bell", ובארץ העניקו לו את השם עופרים. בניסויים הקדמיים בהם נבחנו הענפים במסלול רגיל של תובלה אווירית מצאנו, שהגורם המגביל את משך חיי האגרטל של ענפי עופרים הוא הזדקנות העלים והפירות המתבטאת בהצהבתם. כן מצאנו בניסויים אלו (תובלה אווירית), שטיפול הטענה בתמיסה הכוללת 0.15% STS-75 + 0.15% TOG-3 הפחית באופן מובהק את הזדקנות העלים והפירות. בניסויים מסוימים מצאנו, שלעיתים הוספת 5% סוכר לתמיסת ההטענה הביאה לדחייה נוספת של הזדקנות הפירות.

תוצאות המחקר הובילו למסקנות הבאות: (1) ניתן לייצא ענפי עופרים בתובלה ימית באיכות דומה ולעיתים אף טובה יותר מאשר בתובלה אווירית; (2) תמיסת ההטענה צריכה להכיל STS (יש לכייל עדיין ריכוזים מתאימים כשהמרכיבים האחרים קבועים) ו-BA בריכוז של 50 ח"מ; (3) שתי התמיסות המשמרות TOG-3 וגלילאו היו טובות ומתאימות, אך הייתה שונות בין הניסויים שבוצעו בעונות שונות; (4) אין להוסיף סוכר LL לתמיסת האגרטל כיוון שהדבר מחמיר את ההצהבה של העלים והפירות.

ד.2.6. ליזיאנתוס

מצאנו בעבר, שטיפול הטענה משולב הכולל $50 \text{ BA} + 0.2\% \text{ TOG-4} + 5\% \text{ סוכרוז} + 0.3\% \text{ STS-75}$ הוא טיפול ההטענה המיטבי המאפשר תובלה ימית (8 ימים ב-2 מ"צ) של פרחי ליזיאנתוס, בתנאי שמרססים את הפרחים כנגד בוטריטיס ב-0.15% סוויץ'. נדרשנו לבחון את האפשרות של תובלה ממושכת של 14 יום המדמה את המסלול החדש לנמל רוטרדם. טיפול ההטענה שפורט לעיל היה טיפול הביקורת הבסיסי, כאשר הטיפול הנוסף היה ריסוס בפונגיציד פולאר, שגם הוא מיועד כנגד בוטריטיס (ורדים, פרח שעווה). הניסויים בוצעו עם שני זנים של ליזיאנתוס: 'ג'סטי' בצבע לבן ו'עומר' בצבע כחול, ונבחנו שתי הדמיות המשלוח הימית (רגילה וממושכת). התוצאות הראו, שהגורם המגביל את משך חיי האגרטל היה התפתחות בוטריטיס בפרחים, שהייתה גבוהה בשני הזנים ובשתי הדמיות המשלוח. כנראה שפולאר אינו יכול להחליף את הסוויץ' גם בהדמיית התובלה הימית הרגילה (8 ימי משלוח), ולאחר הדמיית תובלה ימית ממושכת (14 ימי משלוח) שיעור הנגיעות בבוטריטיס היה גבוה ביותר ונע בין 50-80%.

ד.2.7. דלפיניום 'אג'קיס' כחול

בהסתמך על מידע מניסויים קודמים עם זני דלפיניום אחרים, בחנו תוספת של STS לחומר המשמר במטרה למנוע נשירה ולדחות את הזדקנות פרחים, וכן תוספת של הטענה ב-5% סוכרוז לשיפור פתיחה והתפתחות הצבע. ידוע לנו, שפרחי דלפיניום הנפתחים באגרטל בתנאי אור של בית נפתחים בצבע דהוי, ללא הצבע האופייני לזן, ותוספת של "מזון פרחים" בתמיסת האגרטל עשויה לשפר את התפתחות הצבע. לכן בחנו את ההשפעה של LL בתמיסת האגרטל.

המסקנות שהתקבלו: (1) התוצאות הראו שניתן ללא קושי ליצא פרחים אלה בתובלה ימית; (2) שלב הפתיחה המתאים הוא כאשר 50% מהפרחים (בחלק התחתון של הגבעול) כבר בפתיחה או מראים צבע כחול עמוק האופייני לזן; (3) לא הייתה נשירה בזן זה, וניתן לוותר על ההטענה ב-STS; (4) הטענה ב-5% סוכר משפרת את הפתיחה ומופע הצבע; (5) תוספת סוכר לתמיסת האגרטל (תכשיר LL או 'קריזל') חיונית לקבלת פתיחה יפה ומופע צבע כחול.

ד.2.8. פרח שעווה

במחקר קודם פיתחנו טיפולים אופטימליים לפרח הקטוף שיש ליישם בשני שלבים: (1) לאחר הקטיף ועד לטיפול הטבילה יש להחזיק את הענפים בקירור בתמיסה המכילה STS + החומר המשמר - TOG-4, במטרה למנוע תגובות לעקה עד טיפול ההטענה. (2) לאחר מיון והכנת האגדים יש לטבול אותם בתמיסה המכילה שילוב של: STS, NAA, אנטיטרנספירנט (דפנדר או מגן-2001) והפונגיציד המתאים ביותר - פולאר. הטיפול המיטבי שפורט לעיל נמצא כמתאים מאוד לתובלה ימית של רוב הזנים שנבחנו של פרח שעווה. הפרחים הגיעו למשך חיי אגרטל של יותר משבועיים בניסוי משלוח ימי מסחרי ובחינת חיי האגרטל במעבדת הבורסה בהולנד לאחר הדמיה של תובלה באירופה, ושהייה בחנות פרחים לאחר התובלה הימית באנייה ובמכולה (מאיר וחוב', עולם הפרח 2008). הטיפול הנ"ל דרוש ומתאים גם לאפיקי השיווק האחרים כמו תובלה ימית ושוק מקומי, ויש ליישמו כמובן בצורה מושכלת. כלומר, ניתן לוותר על תוספת האנטיטרנספירנט כיוון שעקת מים פחות צפויה לשוק המקומי, וגם הפונגיציד לא נדרש בתקופה יבשה אם המטע מטופל באופן שוטף כנגד גורמי מחלות, אך לא ניתן לוותר בשום אופן על הטיפולים שמעכבים נשירה (אוקסין ו-STS). הטיפול שהומלץ והוכיח את עצמו יוגדר **"הטיפול המומלץ"**, והוא כולל טבילת הענפים בתמיסה שילוב של התכשירים הבאים: $0.3\% \text{ STS-75} + 4\% \text{ מגן-2001} + 0.1\% \text{ TOG-L-102}$ (המכיל אוקסין NAA) $+ 0.05\% \text{ פולאר}$. לאחר הטבילה הפרחים יוטענו בחומר המשמר TOG-4 0.2% המכיל 8 הידרוקסיקווינולין ציטראט. טיפול הטענה ב-TOG-4 0.2% בלבד ללא טיפול הטבילה

יוגדר בנספח זה כ"ביקורת".

למרות האמצעים המצוינים והמוכחים שפיתחנו בעבר לטיפול לאחר הקטיף והמונעים לחלוטין את בעיות הנשירה, המוצר נחשב כפרח בעייתי עם נשירה חמורה של עלים ופרחים. זהו אחד הגורמים שסדרי פרחים רבים בארץ (שוק מקומי) ובחור"ל נמנעים מלכלול פרח שעווה בזרים שלהם למרות האפשרויות הרבות בשימוש. יתכן והבעיות נובעות מכך שרוב המדלים לא קוטפים לתמיסה אלא ליבש ומדלגים על שלב 1 שהודגש לעיל, ולכן עד לטיפול הטבילה הענפים לא מוגנים מפני עקות.

תוצאות מפורטות של הניסויים לבחינת הבעיה הזו מובאות בנספח 2 המצורף לדו"ח זה.

סיכום ומסקנות: מהשוואה של שלושה זנים של פרח שעווה: 'אייבורי', 'עדי' והקלון 'ויקי ורוד', שנבחנו לגבי קצב הנשימה, ייצור אתילן, רגישות לאתילן ומשך חיי אגרטל לאחר סימולציות משלוח אווירי וימי, נמצאו הממצאים הבאים:

1) לא היה מתאם בין קצב ייצור האתילן האנדוגני והרגישות לאתילן חיצוני. הן קצבי ייצור האתילן והן מעקובת הייצור עם התפתחות הפרחים היו שונים בזנים השונים. בזן 'ויקי ורוד' נראתה רמה נמוכה של ייצור אתילן בשלבים הראשונים, שזינקה רק בשלב המאוחר לאחר ההאבקה. בזן 'אייבורי' הייתה רמה גבוהה בהרבה עם ירידה מסוימת לאחר ההאבקה, ובזן 'עדי' נראים שני שיאים גבוהים בפקע הקטן ובפקע לקראת הפתיחה, ובשלבים האחרים רמה נמוכה מאוד. מבחינת הרגישות לאתילן הזן 'ויקי ורוד' הוא הרגיש ביותר ואחריו 'עדי', בעוד ש'אייבורי' לא רגיש לאתילן עד 1 ח"מ, שזה ריכוז גבוה מהרמה אליה הפרחים נחשפים במהלך השינוע.

2) נמצאו הבדלים משמעותיים בקצבי הנשימה של הפרחים בשלושת הזנים: הגבוה ביותר הוא בזן 'ויקי ורוד' (100-140 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה), בזן 'עדי' קצב נשימה בינוני (כ- 80 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה), וקצב הנשימה של פרחי הזן 'אייבורי' היה נמוך באופן משמעותי (40-50 מיקרוליטר לגר' לשעה).

3) נמצא, שהיה מתאם חיובי בין קצב הנשימה לרגישות לאתילן, ומתאם שלילי בין קצב הנשימה למשך חיי האגרטל לאחר סימולציות המשלוח. מכיוון שמדד זה נבחן רק עם 3 זנים בלבד, קשה להגיע למסקנה גורפת ויש לבצע מחקר מעמיק יותר ולבחון קצבי נשימה של זנים נוספים.

4) לריסוס הצמחים באנטיטרנספירנט לפני הקטיף עשויה להיות השפעה מועילה, בעיקר בשילוב עם תמיסת 'מזון פרחים' LL בתמיסת האגרטל.

5) הוספת השקיות המשחררות את גז ה-1-MCP לגליל אריזת הענפים הפחיתה במידה מסוימת את רגישות הפרחים לאתילן חיצוני, ובעיקר כאשר הוספו 2 שקיות לגליל. נדרשים ניסויים נוספים לאימות וביסוס התוצאה ובחינת יישום אחר של השקית (הרטבה בזמן היישום).

6) במשקים בהם המטע מרוחק מבית האריזה - הקטיף ל-TOG-6 עדיף על קטיף ביבש. במקרה שנאלצים לקטוף ליבש - יש עדיפות להטעין בתמיסת 'גלילאו' לאחר טיפול הטבילה ב"טיפול המומלץ". במשקים בהם המטע סמוך לבית האריזה והזמן מהקטיף ועד לטיפול בפרח הוא קצר - לא נמצא הבדל בין קטיף ליבש או קטיף לתמיסה.

7) בזנים הרגישים לאתילן כגון 'אורכיד' נראה, שהתוספת של שקית המשחררת 1-MCP בקרטון האריזה עשויה לשפר את משך חיי האגרטל, למרות שטיפול הטבילה הכולל STS שניתן לפרחים אלו הוכח כמגן מפני חשיפה לאתילן חיצוני. לעומת זאת, בזן 'אייבורי' לא נראתה כצפוי השפעה לתוספת שקית ה-1-MCP באריזה, שכן הזן אינו רגיש לאתילן והפרחים נטבלו בתמיסה הכוללת STS שנתנה מספיק הגנה מפני אתילן חיצוני. גם לתוצאה זו נדרש אימות וביסוס בניסויים נוספים במגוון זנים ובמהלך העונה.

9.2.ד. גרווילאה

התוצאות שהתקבלו במחקרנו הקודמים הראו שטיפול טבילה של ענפי גרווילאה 'ספיידרמן'

בציטוקינינים BA או TDZ דחה את הזדקנות הפרחים, נשירתם ודהיית הצבע בהם, ושמר על טורגור ותכולת מים יחסית 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 דקסטרז 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.

השנה התמקדנו בזן חדש 'מיסטי רד', שהוא פרח מבוקש מאוד בגלל צבעו המיוחד ומבנה התפרחת, וכן בבחינת תכשיר חדש ל-TDZ שעשוי להיות זמין למגדלים. פירוט הניסויים והתוצאות שהתקבלו מובא בנספח 2 המצורף לד"ח זה.

מסקנות: טיפולי הטבילה הכוללים STS + ציטוקינינים מאפשרים 6 ימי אגרטל לאחר תובלה ימית לפרחי 'מיסטי רד', שזה משך חיי אגרטל מספקים לפרחים אלו המוגדרים כבעלי חיי אגרטל קצרים. ממצא זה חשוב, שכן פרחי זן זה יפים במיוחד, ומרחיבים את מגוון הצבע של הגידול. יישום TDZ איפשר 7-8 ימי אגרטל לאחר תובלה ימית, תלוי בסוג התכשיר. התכשיר החדש של TDZ דומה ביעילותו לתכשיר הישן 'דרופ' לגבי הנשירה אבל נופל ביעילותו לגבי מדד ההשחרות. שני התכשירים טובים יותר מהציטוקינין BA לגבי כל המדדים.

3.3. פיתוח טיפולים לתובלה ימית של ענפי קישוט ירוקים

1.3.3. פוטוספורום

הבעיות בענף זה הן כמישת עלווה והתפתחות החמות ע"ג האזור הלבן של העלה המגוון. המסקנות מהניסויים שפורטו בנספח 6 לד"ח המחקר של השנה הראשונה היו: (1) נמצא שהטיפול המומלץ שפיתחנו, שכלל טבילה במגן-2001 + 4% + רוברל 0.2% + TOG-6 בריכוז של 1000 ח"מ, היה יעיל במניעת הכמישה של ענפי פוטוספורום במהלך חיי האגרטל לאחר הדמייה לתובלה ימית. גם טיפול ההרטבה במים שביצע המגדל, או הטענת הענפים ב- TOG-6 הפחיתו את הכמישה. לאחר 9 ימים באגרטל רק כ- 10% מהענפים משני הטיפולים הנ"ל נפסלו בשל כמישה, בהשוואה ל- 46% מענפי הביקורת; (2) טיפול הטבילה בתכשיר החדש של מי חמצן לא שיפר את איכות הענפים ואף גרם לנזק; (3) בניסויים בהם הופיעו החמות, הטיפול המומלץ שפיתחנו הפחית בצורה משמעותית את רמת החמות המתפתחות במהלך האחסון. ניתן לייחס השפעה זו לעיכוב התפתחות הפתוגנים על האזורים הלבנים בעלה המגוון; (4) גם טיפול ההטענה בנוגד החמצון NAC, בדומה לטיפול המומלץ, עיכב בצורה משמעותית את החמות בעלים במשך 14 ימי אגרטל, הן בהשוואה לביקורת והן בהשוואה לשאר הטיפולים. ניתן לייחס השפעה זו לפעילות נוגדת החמצון של החומר. יחד עם זאת, טיפול זה לא עיכב כמישה; (5) טיפול ההטענה ב- ABA שמר על מאזן מים חיובי בענף, בשל עיכוב הטרנספירציה, אך רק ביום הראשון באגרטל. בהמשך חיי האגרטל טיפול זה עיכב את קליטת המים ולכן היה גרוע יותר. כנראה שסגירת הפיוניות ביום הראשון באגרטל, מאיטה גם את הכוח המניע של הענף בקליטת המים מהתמיסה; (6) נראה לכן, שבעוד ששאר הטיפולים שנבחנו משפיעים לטובה רק על אחד המדדים של כמישה או החמת עלים בפוטוספורום, הטיפול המומלץ שפיתחנו משפיע לטובה הן בעיכוב הכמישה והן בעיכוב החמת העלווה לאחר הדמיית תובלה ימית. לכן טיפול זה נשאר כטיפול המיטבי המומלץ למגדלים.

בהמשך בחנו את הטיפולים עם נוגדי החמצון (GSH, NAC) והחומר המשמר TOG-11 או ספורקיל, המכילים יון אמוניום רביעוני, בשילוב עם האנטיטרנספירנט מגן-2001 במסלול התובלה לרוטרדם. מסלול זה נמשך 14 יום ולכן נבחנה הדמיה של תובלה למשך 14 יום בגידולים הירוקים, שזה תנאי הכרחי להיתכנות המסלול הזה. התוצאות המפורטות הובאו בנספח 2 שצורף לד"ח שנה שנייה לפרוייקט זה. התוצאות הראו, שניתן לשפר

את איכות ענפי פיטוספורום מבחינת כמישה והחמות עלווה גם לאחר הדמיית משלוח ימי ממושך של 14 יום באמצעות טיפולי הטענה ב- TOG-6 או בספורקיל. בנוסף, גם השילוב של הטענה באנטיאוקסידנטים GSH או NAC עם טבילה באנטיטרנספירנט מגן-2001, שיפר את איכות הענפים לאחר תובלה ימית ממושכת מבחינת מדדי הכמישה והחמת עלים. נראה לכן, שניתן לשנע את ענפי הפיטוספורום במסלול הימי הארוך ע"י טיפולים אלו.

אחד הטיפולים שנבחנו בשנה הראשונה למחקר היה טיפול בהורמון ABA, שנבחן בריכוז של 25 ח"מ עם תכשיר מחברת סיגמה (נספח 6 בדו"ח שנה ראשונה). בשנים האחרונות יוצר תכשיר מסחרי בעלות סבירה ליישום חקלאי בשם "פרו-טון" המשווק בארץ ע"י חברת כצ"ט ומיושם בהצלחה בכרמי ענבים. החומר הפעיל בתכשיר הוא S-ABA, ובעקבות התוצאות המבטיחות בחנו את יישום החומר בריכוזים שונים לשיפור מאזן המים והארכת משך חיי האגרטל של ענפי פיטוספורום לאחר סימולציה לתובלה ימית. טיפולי ההטענה נבחנו עם וללא שילוב של STS בתמיסה. התוספת של STS נועדה כדי לעכב את פעילות האתילן, שייצורו ברקמה מוגבר כתוצאה מהטיפול ב- ABA, וע"י כך להפחית נזקים. התוצאות המפורטות של הניסויים מובאות בנספח 3 המצורף לדו"ח זה. התוצאות שהתקבלו עם התכשיר המסחרי של ה- ABA, מאשרות את התוצאות עליהן דיווחנו בדו"ח הקודם כאשר השתמשנו ב- ABA מתוצרת סיגמה, כפי שתואר במבוא לחלק זה. התוצאות מצביעות על האפשרות של הטענת ענפי פיטוספורום בתכשיר ה- ABA בייצוא למסלולים רחוקים בהם משך התובלה הוא 12 ימים ומעלה. הטיפול ב- STS לא היה נחוץ ואפילו גרם להחמרת המופע.

בנוסף מצאנו (נספח 3), שענפי פיטוספורום רגישים לטמפרטורות צינה בתחום של 0 מ"צ. ניסויים מבוקרים הראו, שחשיפת הצמחים לצינה, אפילו רק למספר שעות במשך לילה של קרה, עלולה לקרום לנזקים בקדקוד הצמיחה ולהחמרה בתופעת החמת העלים במשלוח ובחיי האגרטל, וזאת גם בענפים שנראים לכאורה יפה בזמן הקטיף. הניסויים המבוקרים שנעשו מסבירים את הנזקים והירידה באיכות כתוצאה מאירוע הקרה של דצמבר 2013.

ד.2.3. זני גרווילאה כענפי קישוט

מטרות המחקר היו לבחון אפשרות ייצוא בתובלה ימית של שלושה זני גרווילאה בעלי עלים דקורטיביים, שיש להם פוטנציאל גבוה לשיווק כענפי קישוט אטרקטיביים: 'ביילי גולד', 'רובוסטה' ו'אייבנהו'. מכיוון שבשנים קודמות נבחנו אפשרות המשלוח של עלי 'ביילי גולד' בתובלה אווירית וימית לאירופה, ונמצא שהעלים רגישים לקור וסובלים מנזקי צינה המתבטאים בהשחרות והתייבשות. לכן נבחנו האפשרויות למשלוח של עלים אלו בתובלה ימית בטמפרטורה גבוהה יותר, עם אקלום בטמפרטורה גבוהה יותר לפני הדמיית המשלוח, ו/או בתוספת בטנה להגנה מפני נזקי צינה. התוצאות המפורטות הובאו בנספח 2 שצורף לדו"ח השני לפרוייקט זה.

מסקנות:

'ביילי גולד': הדמיית משלוח ימי ממושך ב- 2 מ"צ פגמה במופע הענף והגבירה את נזקי הצינה בצורה משמעותית. אקלום של הענפים למשך 24 שעות ב- 7 מ"צ לפני הדמיית המשלוח, או משלוח ב- 7 מ"צ שמרו על מראה עלה יפה לאחר המשלוח והפחיתו את נזקי הצינה. מאחר ומבחינה לוגיסטית לא מעשי לארגן משלוח ימי של ענפי קישוט ב- 7 מ"צ, נראה שעטיפת העלים בבטנה במהלך משלוח ב- 2 מ"צ, שערכה בצורה משמעותית את נזקי הצינה, עשויה להוות פתרון מעשי למשלוח ימי של עלים אלו. יחד עם זאת, נצפתה גם תופעה של שברים בעלה שמשחירים עם הזמן, והופעתם אינה תלויה בטמפרטורה. לא ברורה לנו עדיין סיבת התופעה, והנושא יילמד בהמשך העונה.

'רובוסטה': החומר המשמר TOG-11 המורכב מיון אמוניום רביעוני ומשטחים, עשוי לעכב כמישה באמצעות שיפור קליטת המים בענף הקטוף. נמצא שענפי 'רובוסטה' אינם סובלים מנזקי צינה, ויכולים לעמוד

יפה במשלוח ימי ממושך של 11 יום ב- 2 מ"צ. הטיפול המוצלח ביותר היה הטענה של הענפים בתמיסת TOG-11 + STS לפני המשלוח, שגם מנע את השחרות העלוה. **'אייבנהו':** נמצא שגם ענפי גרווילאה 'אייבנהו' אינם רגישים לצינה, ואין כל מניעה לשנע אותם במשלוח ימי ממושך ב- 2 מ"צ, שהיה אף עדיף על המשלוח האווירי הקצר בטמפרטורה יותר גבוהה.

ד.3.3.3. אספרגוס מיריוקלאדוס

ענפים קטופים של אספרגוס מיריוקלאדוס מבוקשים מאוד בסידורי פרחים, ונשלחים בהצלחה יחסית בתובלה ימית לאירופה (8 ימים). במשלוח הניסיון שדווח לענפים אלו בשנת המחקר הראשונה משך חיי האגרטל היה בין 8 ל- 10 ימים, כפי שנבחן במעבדה של הבורסה בהולנד, וזאת לאחר הסימולציה הנוספת של מסלול הובלת פרחים מהולנד לרחבי היבשת. יחד עם זאת, עדיין ישנן בעיות בענף זה בשל הנשירה המסיבית של העלוה המחטנית והצהבתה, ומטרות המחקר היו למצוא דרכים לפיתרון הבעיה.

תוצאות ומסקנות: (1) טיפול הטבילה במגן-2001 4% הפחית את הנשירה של עלי אספרגוס מיריוקלאדוס; (2) טיפול טבילה בלאקן (במיהול גבוה מהמומלץ 1:7) הגביר את נשירת העלים; (3) אף טיפול טבילה בחומרי הכיסוי שנבחנו לא מנע בצורה משמעותית את הצהבת העלים; (4) החומר הצמחי לא היה הומוגני מבחינת גיל הענפים, והדבר התבטא באגדים שחציים היו צהובים וחציים נותרו ירוקים בסוף חיי האגרטל. **לכן יש להקפיד על קטיף של ענפים בני אותו גיל; (5)** טיפולי טבילה בג'יברלין או בציטוקינין BA לא שיפרו בצורה משמעותית את עיכוב הצהבת העלים.

לאור ההצלחה בתובלה הימית הרגילה (8 ימים), בחנו את האפשרות של תובלה ממושכת של 14 ימים המדמה את המסלול לנמל רוטרדם באמצעות טיפולים שונים של הטענה וטבילה. התוצאות הראו שהמופע הטוב ביותר של הענפים בחיי האגרטל לאחר הדמית תובלה ימית ממושכת היה בהשפעת הטיפולים של טבילה ב- BA 0.5%, או טבילה בוירותר והטענה ב- STS 0.2%. יחד עם זאת, גם הטיפול המיטבי לא איפשר 7 ימי אגרטל באיכות סבירה, לכן, לא ניתן להמליץ עדיין על משלוח ענפי אספרגוס מיריוקלאדוס במסלול רוטרדם. בשנה האחרונה הייתה בעיה חמורה באיכות הענפים, שנבעה מאירוע הצינה בסערה הגדולה שהייתה בדצמבר 2013 ופגעה חמורות בצמחים שנחשפו לטמפרטורות נמוכות. בניסוי שבוצע כ- 10 ימים לאחר הסערה נמצא, שאיכות הענפים שנראו טוב ולכאורה עמדו בסערה (נראו יפה בקטיף) לא הייתה מתאימה לתובלה ימית, ואחוז הנשר הגיע לכ- 7% ממשקל הענף כבר ביום השלישי באגרטל. בנוסף, הענפים סבלו מהצהבה חמורה (ראה נספח 3 המצורף לדו"ח זה). לכן המלצנו למגדלים לא לקטוף ענפים למשלוח עד לחודש פברואר לפחות.

ד.4.3.4. אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל'

זהו מוצר ייחודי שפותח בארץ ולכן יש למגדלי ישראל בלעדיות. הבעיות בענף זה הן כמישת עלוה וכיפוף האמיר העליון בעיקר של הצימוח הצעיר. לסימולציה ימית רגילה (8 ימים) מצאנו שתמיסות הטענה שהכילו סוכרוז בריכוז של 5% שיפרו משמעותית את האיכות של ענפי האקליפטוס. הטיפולים שהאריכו את משך חיי האגרטל כללו: הטענה בגליצרול בריכוז של 1 mM בנוכחות TOG-6 בריכוז של 50 ח"מ, או הטענה בחומר המשמר TOG-11 בריכוז של 0.05%. טיפולים אלה הפחיתו את % הענפים הכמושים לאחר 8 ימי אגרטל. טיפולי הטענה בחומצה ציטרית בריכוז של 150 ח"מ או בגלוקוז 1% בנוכחות TOG-6, הפחיתו את נזקי ההתייבשות של הצימוח הצעיר בענף. הדבר נובע כנראה מכך, ששני טיפולים אלה שמרו על תכולת מים יחסית (RWC) גבוהה בעלים ב- 7 הימים הראשונים באגרטל. לאחר מכן, אחוז RWC ירד בענפים שהוטענו בחומצה ציטרית, אך נשמר קבוע וגבוה בענפים שהוטענו בגלוקוז.

כאשר בחנו את האפשרות של תובלה ממושכת של 14 ימים (המסלול לנמל רוטרדם) נמצא, ששלב הקטיף היה הגורם הקובע. כאשר לא היה צימוח צעיר - שתי התמיסות שבהן % פסילת הענפים היה הנמוך ביותר הן בשל צימוח צעיר מופחת או בשל העדר נזק כללי היו 1% גלוקוז (תמיסת LL) ו- TOG-6 בריכוז של 100 ח"מ. נראה לכן, שהטענה באחת משתי תמיסות אלה יכולה לאפשר משלוח ימי ממושך של ענפי אקליפטוס כדורי. כאשר הענפים נקטפו עם צימוח צעיר - אף טיפול לא איפשר את היצוא במסלול הממושך. בהדמיה לתובלה אווירית, נמצאו שני טיפולים מוצלחים שעיקבו את כל סוגי הנזקים, וכללו הטענה בתמיסת גלילאו או בתמיסת TOG-4, ואשר בהשפעתם היו יחסית פחות ענפים פסולים בהשוואה לביקורת מים לאחר 14 ימי אגרטל. בניסוי המדווח בנספח 3 המצורף לדו"ח זה בחנו שוב טיפולי הטענה שונים. מהתוצאות שהתקבלו הסקנו, שטיפולי ההטענה בגלוקוז (0.5% LL), ב- TOG-4 0.2%, או ב- TOG-11 0.1% היו הטובים ביותר, כאשר הטיפול ב- 0.5% LL היה הטוב מכולם. בהסתמך על ניסויים רבים שבוצעו בשלושת שנות המחקר ברור לגמרי, שחיי האגרטל של ענפי אקליפטוס תלויים קודם כל בכך שלא יהיה לבלוב צעיר בענפים. לא מצאנו דרך למנוע את הכמישה של הבלבוב הצעיר שחלה בתוך 3-4 ימים באגרטל, למרות שהעלווה הצעירה מוסיפה ערך דקורטיבי רב. אף אחת משיטות האריזה השונות שנבחנו לא פתרה את התופעה של הפגיעה בבלבוב הצעיר. הענפים התחממו במהלך המשלוח, כנראה בגלל קצב הנשימה המוגבר של ענפים עם לבלוב צעיר, וכתוצאה מכך גם איבוד המשקל במהלך הדמיית המשלוח היה גבוה (נספח 3).

ד.5.3. מונסטרה

הבעיה בעלה זה היא הצהבה והתפתחות רקבונות. הטיפול המומלץ שפיתחנו, שכולל טבילה בציטוקינין TOG-L-101 0.5% (BA) + פולאר 0.05% + וירותר 3%, הפחית משמעותית את ההצהבה והרקבונות בעלים, ושמר על טורגידיות של עלי מונסטרה לאחר הדמיית משלוח ימי של 8 ימים ב- 2 מ"צ ו- 14-21 יום באגרטל. מומלץ למגדלים לשמור על סדר הפעולות בטיפול: טבילה בחומרים הנ"ל, יבוש, הטענה ב- TOG-6 50 ח"מ והכנסה לקירור, והתזה של מי ברז על העלים לפני האריזה.

ד.4. ייחורים מושרשים

ד.4.1. הפחתת נזקי צינה בייחורים מושרשים של דיפלדניה ואלמנדה במהלך השינוע בתובלה ימית

שני מיני הייחורים האלו נפגעים לאחר אחסון בטמפרטורות נמוכות של 4 מ"צ יותר מאשר ב- 12 מ"צ. יחד עם זאת, אחסון הייחורים ב- 12 מ"צ אינו מתאים, כיוון שטמפרטורה זו מאיצה את ההזדקנות. נזק הצינה החמור מופיע ככתמי מים על העלים בתום האחסון, ופחות חמור מתבטא כשבוע לאחר האחסון בהצהבת העלים ובהתייבשותם. קיימים ייחורים בהם נזק הצינה מלווה בייצור אתילן ובאחרים לא, לכן נבדק קצב הייצור של אתילן בעלים מנותקים של דיפלדניה. במקביל, נבחנה דליפת מומסים מרקמת העלים והיעילות הפוטוסינתטית שלהם. נמצא, שבמהלך החשיפה לקור רק עלים צעירים מייצרים אתילן ולא עלים בוגרים, ואילו דליפת מומסים מתרחשת רק בעלים בוגרים. לעומת זאת, בשני סוגי העלים, נמצאה ירידה הדרגתית ביעילות הפוטוסינתטית ועליה הדרגתית בנשימה, שהתבטאה בייצור פחמן דו-חמצני, אם כי קצב הייצור בעלים צעירים היה הרבה יותר גבוה. תוצאות אלה מלמדות על כך, שעלים צעירים שונים מעלים מבוגרים מבחינת הפעילות המטבולית שלהם, ויהיה צורך לתת את הדעת על כך בהמשך המחקר.

במקביל, בחנו את היעילות של מעכבי חישה של אתילן, 1-MCP או STS, ושל מעכב ייצור של אתילן, AVG, במניעת נזקי הצינה בייחורי דיפלדניה. כל מעכבי האתילן הפחיתו את נזקי הצינה, כאשר 1-MCP נמצא כמעכב היעיל ביותר מבין שלושת המעכבים. במספר ניסויים מעכב זה אף הצליח להציל את הייחורים מתמותה מוחלטת.

נראה לכן, שניתן למנוע את נזקי הצינה באמצעות עיכוב חישת האתילן בעלים. ההשפעה החיובית של הטיפול ב-1-MCP בהפחתת נזקי צינה בוססה בשתי שנות מחקר עוקבות.

2.4.ד. קביעת התנאים המיטביים לייצור ייחורי פלרגוניום מושרשים המותאמים ליצוא במשלוח ימי (פירוט התוצאות בנספח 4 המצורף לדו"ח זה)

השפעת חומר הרטבה ונוטריינטים וסוג האריזה על איכות הייחורים: בשנה קודמת בחנו את השפעת חומר ההרטבה על איכות ייחורים מושרשים. היתרון של חומר זה לאחר סימולציה של משלוח ימי הייתה מאוד מוגבלת: בזנים 'ויקו' ו'דקור ביקולור' התקבלו רק ב- 5% מהייחורים יותר עלים חדשים (יחסית ל- 30%). בנוסף, דיווחנו בשנה קודמת על התוצאות הבאות: (1) הייחורים שנארזו עם המגש לשבוע ימים באחסון בחושך ובקור היו באיכות טובה יותר מאלה שהוצאו מהמגש ואוחסנו בצפיפות באריזה דומה; (2) משלוח באריזות פתוחות עטופות בניילון נצמד (הדמיה לעגלות דניות) עדיף על משלוח של אריזות סגורות בקרטון; (3) אם נאלצים לשלוח באריזות סגורות בקרטון, יש לשמור את הייחורים במגשי ההשרשה ולא להוציאם ולצופפם בתוך האריזה; (4) הייתה עדיפות להרטבת הפלגים בהשקיה 3 ימים לפני ההכנסה למשלוח, אך לא בייחורים שהושקו יומיים לפני המשלוח. בניסויים שביצענו בשנה האחרונה (ראה נספח 4) נמצא, שלמצע המכיל חומר הרטבה אין יתרון על פני מצעים אחרים מבחינת המשלוח. כמו כן, תוספת נוטריינטים למצע לא שיפרה את איכות הייחורים המושרשים. יחד עם זאת, לחומר ההרטבה היה יתרון בהשרשה של הייחורים.

האריזה של הייחורים אינה משפיעה על איכותם, וללא ספק ניתן לשווק באריזות פתוחות העטופות בניילון נצמד. יש לכך יתרון אדיר בחיסכון בכח אדם ובחומרי אריזה. לגיל הייחור (משך הזמן בהשרשה) הייתה השפעה על איכות הייחור. שבוע ושבועיים השרשה מספיקים כדי לייצר ייחור באיכות טובה, אך לאחר שלושה שבועות השרשה נגרמת פגיעה באיכות הייחורים. השרשה בנוכחות רמת הארה נמוכה פוגעת בעיקר בייחורים במהלך ההשרשה, אך הייחורים שהושרשו אינם באיכות ירודה יותר. ההורמונים אוקסין, בנזיל אדנין וג'יברלין הם בעלי פוטנציאל למניעת הזדקנות שמקורה מסימולציה האחסון, ואין הם פוגעים בהשתרשות בריכוזים שנבחנו.

5.ד. בחינת תובלה ימית של צמחי עציץ חצי-מוגמרים

1.5.ד. פלרגוניום - זנים שונים מקבוצות שונות בעציץ 7 ס"מ (פירוט התוצאות בנספחים בדו"חות קודמים)

מטרת הניסויים הייתה לבחון את הפוטנציאל של יצוא ייחורים מושרשים המבוססים בעציץ 7 ס"מ, שאמורים להיות מועתקים לעציצים גדולים יותר או להישתל ישירות באדניות בארץ היעד. נבחנו 5 זנים המייצגים את שלושת הקבוצות של צמחי פלרגוניום: הזן 'Vinco' מקבוצת Peltatum; הזנים 'Bergpalais' ו-'Glacis' מקבוצת Zonale; והזנים 'Decora pink' ו-'Decora bicolor' מקבוצת Balcony. התוצאות הראו, שהצמחים משלושת קבוצות הפלרגוניום גילו עמידות שונה לתנאי המשלוח: הקבוצה העמידה ביותר היא קבוצת ה-Balcony, שלא הופיעו בה לא הצהבות ולא רקבונות גם ימים רבים לאחר הדמיית המשלוח. הצמחים מקבוצה זו עוברים בקלות את הדמיית המשלוח הימי, ואין צורך להציע אף טיפול, שעלול רק לגרום לנזקים. גם בקבוצת ה-Peltatum צמחי הביקורת היו הטובים ביותר והוגדרו כמכירים, למרות שהופיעו בהם מעט רקבונות מספר ימים לאחר הדמיית המשלוח הימי. יתכן, שאם ההשקיה האחרונה של צמחי האם הייתה מתבצעת יום או יומיים לפני האחסון, הריקבון היה נמנע. הקבוצה הרגישה ביותר בעיקר להזדקנות, המתבטאת בהצהבות עלווה, היא קבוצת ה-Zonale, ובעיה זו מופיעה גם בייחורים שאינם מושרשים. ההבדל הוא, שבמקרה זה של ייחורים מושרשים מבוססים, טיפול ריסוס ב- 0.25% BA + 0.15% STS מאפשר הגעה ליעד עם צמחים באיכות טובה שניתנים למכירה.

2.5.2. פלרגוניום - זנים שונים מקבוצות שונות בעציצי 12 ס"מ

בניסוי העוקב ניסינו לבחון את אפשרות השינוע בים של צמחי פלרגוניום משלושת הקבוצות, שמקורם ממשלה אחרת, משתלת מיימון מניצני עוז, וצמחים מפותחים יותר – חצי-מוגמרים בעציצי 12 ס"מ. נבחנו מיני הפלרגוניום הבאים: 1) Zonale זן 'White up'; 2) Peltatum זן 'Royal pink'; 3) Balcony זן 'Villa rose'. בנוסף לטיפולים שנבחנו בניסוי עם הצמחים בעציצי 7 ס"מ, הוספנו טיפולים הכוללים ריסוס בג'ברלין. נבחנו סה"כ 13 טיפולים שונים, ולכל טיפול נבחנו 8 צמחים (חזרות). בניסוי זה הופיעו רקבונות בדרגה חמורה בצמחים מקבוצות Zonale ו-Peltatum ובודדו הפטריות אלטרנריה ופוזריום מהצמחים הנגועים. לכן הסקנו, שנדרשת תוספת של חומר פונגיצידי. לעומת זאת, הצמחים מקבוצת Balcony עברו בהצלחה מלאה את הדמיית התובלה הימית, כאשר צמחי הביקורת היו הטובים ביותר.

3.5.2. השפעת מווסתת הצמיחה: ג'ברלין, ציטוקינין ומעכב ייצור האתילן STS על שיפור האיכות ועיכוב הזדקנות

עלים בצמחי פלרגוניום zonale בעציצי 12 ס"מ בתנאי הדמיה לתובלה ימית

(פירוט התוצאות מופיע בנספח 5 המצורף לדו"ח זה)

נבחנו טיפולים שונים המבוססים על ריסוס הצמחים בחומרי צמיחה ומעכב אתילן, שהוכחו כמעכבי הזדקנות בייחורי פלרגוניום. הטיפולים שנבחנו כללו: ג'ברלין (בריכוז של 1.16×10^{-5} M), ציטוקינין (בריכוז של 0.66×10^{-4} M) ו-STS (בריכוז של 0.1125 mM). הצמחים המרוססים אוחסנו למשך 10 ימים בטמפרטורה של 4 מ"צ כסימולציה למשלוח ימי. הטיפולים הללו אינם ישימים לייחורים לא מושרשים מכיוון שעיקבו את ההשתרשות. מאחר שלצמחים החצי-מוגמרים יש כבר מערכת שורשים, המגבלה של עיכוב ההשתרשות לא הייתה תקפה. למרות זאת, בפלרגוניום מקבוצת ה'זונלה' אף אחד מהטיפולים שנבחנו לא היה יעיל במידה מספקת המאפשרת את ייצוא הצמחים האלו בתובלה ימית.

4.5.2. צמחי מנדבילה (Mandevilla) חצי-מוגמרים בעציצי 8.5 ס"מ

נבחנו שני זנים: 'sun' ו-'pretty'. מטרת הניסוי הייתה לבחון את טמפרטורת המשלוח האופטימאלית, והאם למצעי הקרקע ישנה השפעה על איכות הצמחים לאחר הדמיה לתובלה ימית. בהתחשב בכך שצמחי מנדבילה ידועים כרגישים לטמפרטורות נמוכות, נבחנו הדמיות משלוח בטמפרטורות של 7, 10 ו-12 מ"צ. נבחנו 6 מצעי קרקע שהיו מקודדים ע"י המגדל אברי משדה ניצן. נמצא, שהטמפרטורות האופטימאליות לתובלה ימית של צמחי מנדבילה חצי-מוגמרים בעציצי 8.5 ס"מ היו בין 7 ל-10 מ"צ. כן נמצא, שלהרכב מצע הקרקע הייתה השפעה מסויימת על מצב השורשים בזן 'sun', ולשמירת מופע הצמחים בשני הזנים שנבחנו. נמצא, שהצמחים מתאוששים במהלך חיי המדף לאחר הדמיית המשלוח הימי בכל הטמפרטורות שנבחנו, בניגוד למצב של נזקי צינה המאופיינים בהחמרת הנזקים לאחר המשלוח.

ה. פירוט מלא של הפרסומים המדעיים בכתב ובע"פ:

פרסומים בכתב:

סלים, ש., פילוסוף-הדס, ס., קוכאנק, ב., צדקה, ת. ומאיר, ש. (2013). פיתוח טיפולים לשיפור איכות הייצוא של פרחי סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי' בתובלה ימית. עלון ענף הפרחים, פברואר 2013, 47-57.
 סלים, ש., קוכאנק, ב., צדקה, ת. פילוסוף-הדס, ס. ומאיר, ש. (2013). בחינת זנים חדשים של פרחי גיבסנית במשטר פתיחה חדש המבוסס על טכנולוגיית 'אקוודור'. (2013). עלון ענף הפרחים, נובמבר 2013, 31-43.

סלים, ש., צדקה, ת., קוכאנק, ב., דורי, ע., שחק, ד., פילוסוף-הדס, ס. ומאיר, ש. (2014). פרחי איריס השושן (אונקוציקלוס) מקבוצת 'זיו': הארכת משך חיי האגרטל באמצעות ציטוקינין והוזלת עלות היצוא באמצעות תובלה ימית. עלון ענף הפרחים, פברואר 2014, 77-91.

פילוסוף-הדס, ס., מאיר, ש., סלים, ש., פרצלן, י., קוכאנק, ב., שחר-איבנוב, י. וצדקה, ת. (2013). מאמר סקירה: הארכת משך חיי האגרטל של מוצרי נוי קטופים – פרחים, ענפי קישוט ומוצרי עלווה. עלון ענף הפרחים, מאי 2013, 68-78.

Meir, S., Salim, S., Kochanek, B., Tzadka, T., Lahav, T. and Philosoph-Hadas, S. (2011). Sea transport of Easter Lily cut flowers: Determination of the optimal harvest stage. Agriculture 2011, 10-12.

Philosoph-Hadas, S., Bar-Tal, A., Perzelan, Y., Droby, S., Shtein, I., Salim, S. and Meir S. 2013.

Pittosporum Cut branches: Characterization and prevention of the brown spots on the variegated leaves during growth and sea transport. Acta Hort. 970: 101-113.

Meir, S., Salim, S., Kochanek, B., Chernov, Z., Tzadka, T. and Philosoph-Hadas, S. (2012). Quality improvement of cut flowers by postharvest treatments with various cytokinins. Proceedings of the 10th International Conference on Postharvest Quality of Ornamental Plants, Porto de Galinhas, Brazil. Abstract p. 25.

Meir, S., Salim, S., Zemach, H., Kochanek, B., Tzadka, T., Cohen, A., Shahak, D. and Philosoph-Hadas, S. (2013). Development of Iris Oncocyclus flowers, native to Israel and the Middle East, from the botanical garden to commercial products. Proceedings of the International Symposium on Botanical Gardens and Landscape (BGL 2013), Bangkok, Thailand. Abstract p. 41.

Philosoph-Hadas, S., Perzelan, Y., Shtein, I., Shahar-Ivanov, Y. and Meir S. (2013). Postharvest handling and preservation of special leafy ornamentals for flower arrangements. Proceedings of the International Symposium on Botanical Gardens and Landscape (BGL 2013), Bangkok, Thailand. Abstract p. 43.

פרסומים בע"פ:

תוצאות המשלוח הניסיוני לאירופה הוצגו במרכז וולקני בפני מגדלים, מדריכים ואנשי אגרקסקו באפריל 2011, וכן בפני הועדה המורחבת לתובלה ימית באגרקסקו במאי 2011.

תוצאות הניסויים בפלוקס, בעופרים, ובפרח שעווה הוצגו, בהתאמה, ע"י גב' שושנה סלים בפני המגדלים והמדריכים בשני ימי עיון שהתקיימו בבית האריזה בתל-מונד (במרץ 2013) ובמרכז וולקני (במאי 2013), וביום עיון לפרח שעווה (סיור למדריכי שה"מ ומגדלים) במאי 2014.

1. סיכום עם שאלות מנחות:

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

המטרה העיקרית היא לפתח דרכים ושיטות להרחבת היקף התובלה הימית של מוצרי הנוי המשוקים לייצוא בעיקר לאירופה, הן דרך הבורסות והן בשיווק ישיר. מטרות המשנה: א. מוצרי נוי קטופים: 1) בחינת פוטנציאל היצוא בהובלה ימית לאירופה ו/או לארה"ב של ענפים ועלי קישוט ירוקים וצבעוניים, פרחי קטיף בעלי היקפי יצוא גדולים ופרחים חדשים מהאינטרודוקציה ומשקי המודל; 2) פיתוח שיטות לבקרת האווירה, הקירור והאריזה להשגת התוצאות הרצויות; 3) בחינת ההשפעות של כל הגורמים הסביבתיים הנ"ל ושל טיפולים שונים לאחר הקטיף על תהליכים פיסיולוגיים ברקמה ועל התפתחות פתוגנים; 4) בהתאם לתוצאות, גיבוש פרוטוקולים לחקלאים לגבי הטיפולים הנדרשים לאחר הקטיף והתנאים הנאותים שיאפשרו את הובלתם המסחרית של מוצרי הנוי בהובלה ימית; 5) אפיון ומניעה של התפתחות ריקבון רך בגבעולים של פרחי כלנית קטופים לאחר תובלה ימית לאירופה; 6) פיתוח ויישום שיטת פתיחה מבוקרת חדשה בפרחי גיבסנית – שיטת "אקוודור" המביאה לשוק מוצר חדש לחלוטין מבחינת המופע; 7) פיתוח שיטות לשיפור האיכות בתובלה ימית של ענפי פיטוספורום ואקליפטוס מזנים שונים; 8) ליווי וייעוץ לחקלאים ולגורמים המשוקים ליישום מוצלח של התוצאות והגדלת ההיקפים בגידולים בהם כבר יש הצלחות. ב. צמחי עציץ מוגמרים וחצי מוגמרים: 1) בחינת תנאי התובלה של גידולים חדשים הנמצאים בפיתוח במרכז הריבוי ובהרחבה של פרויקט העשבוניים הרב-שנתיים בוולקני או שיובאו באופן עצמאי ע"י מגדלים והמופ"ים האזוריים; 2) פיתוח הצמחים החצי-מוגמרים בשיתוף השתלנים המייצאים ייחורים. ג. ייחורים מושרשים ולא מושרשים: 1) הרחבת מגוון הייחורים המושרשים המיוצאים בתובלה ימית על גבי עגלות דניות; 2) הרחבת התובלה של ייחורים שאינם בעייתיים, בהם תוצאות המחקר הראו שכבר ניתן לייצאם בתובלה ימית באמצעות משלוחי ניסיון ומשלוחים מסחריים.

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

ניסויים: בשלוש שנות המחקר נבחנו תנאי משלוח אופטימאליים ופותרו טיפולים למינים וזנים שונים של הקבוצות הבאות של מוצרי נוי: פרחי קטיף - סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי', כלניות, נוריות, חמניות, פלוקס, איריס השושן, אדמונית, שושן צחור, פרח שעווה, גרווילאה, גיבסנית, חמניות 'סאן ריץ', עופרים, ליזיאנתוס ודלפיניום; ענפי קישוט ירוקים – פיטוספורום, אספרגוס מיריוקלאדוס, אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל', מונסטרה, גרווילאה 'ביילי גולד', 'רובוסטה' ו'אייבנהו'; ייחורים מושרשים של דיפלדניה, וצמחי עציץ חצי-מוגמרים של פלרגוניום משלוש קבוצות ומנדבילה. התוצאות ויישומן נבחנו במשלוח ימי ניסיוני לבורסות בהולנד של הגידולים הבאים: נוריות, חמניות, פלוקס, פיטוספורום, אספרגוס מיריוקלאדוס, אקליפטוס 'סרג'נטי', ואקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל'. ליוונו את המדריכים, המגדלים וחברות היצוא בהדגמות, בייעוץ ובניסויי שדה.

תוצאות: גובשו המלצות למשלוח ימי לאירופה במסלול הרגיל של תובלה ימית שאורך 8 ימים לפרחי קטיף של פלוקס, חמניות 'סאן ריץ', עופרים, ליזיאנתוס, נוריות, איריס השושן, גיבסנית, עופרים, דלפיניום, פרח שעווה, גרווילאה וסולידגו 'גולדן גלורי'. לענפי קישוט של פיטוספורום, אקליפטוס 'כדורי קק"ל' וגרווילאה 'רובוסטה' ו'אייבנהו' נמצאו פתרונות לתובלה ימית במסלול רוטרדם שאורך 14 יום. לא ניתן להמליץ עדיין על המסלול לרוטרדם לכל פרחי הקטיף שנבחנו, לעלי גרווילאה 'ביילי גולד' ולענפי אספרגוס מיריוקלאדוס. התכשיר החדש של TDZ שעשוי להיות זמין למגדלים בקרוב, נבחן ונמצא יעיל מאוד.

3. מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?

תוצאות המחקר הושגו ובהצלחה. שכן בכל תקופת המחקר ובמקביל אליה התוצאות מיושמות והמחקר הביא להגדלה משמעותית של היצוא של כל מוצרי הנוי בתובלה ימית וחסכון עצום בהוצאות היצוא. יש להמשיך

בלימוד ובהפצת ההמלצות החדשות שפותחו למשווקים, למדריכים ולמגדלים של ענפי קישוט ופרחי קטיפה, ולדאוג ליישומן. יש להקפיד על הלוגיסטיקה של התובלה והמשלוח, ויישום הטיפולים המומלצים ע"י המגדלים בשטח.

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

יש להמשיך ולבחון את הטיפולים המומלצים למוצרי הנוי השונים, במשלוחי ניסיון ימיים מסחריים לבורסות באירופה. ניסויים מסחריים כאלו תוכננו אך לא יצאו לפועל בשל הקשיים הנובעים מפירוק חברת אגרקסו ופיצול היצוא ליצואנים רבים, וכן מהעדר תקציב מדינה בשנת 2012. באופן כללי הפירוק של חברת אגרקסו שהייתה מעורבת מאוד ודחפה את יישום תוצאות המחקרים, שהביאה לשולחננו את הבעיות היום יומיות לגבי יישום הטיפולים אצל המגדלים, תנאי ההובלה של הקבלנים (חברת מירס למשל בתובלה ימית לארה"ב בתנאי אווירה מבוקרת) הפחיתה מהתנופה של המחקר. למרות זאת, גם החברות המייצאות כעת מיישמות את תוצאות המחקרים שבוצעו בתקופת המחקר ובמחקרים המקדימים.

5. הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:

פרסומים בכתב:

סלים, ש., פילוסוף-הדס, ס., קוכאנק, ב., צדקה, ת. ומאיר ש. (2013). פיתוח טיפולים לשיפור איכות הייצוא של פרחי סולידגו מהזנים 'טרה' ו'גולדן גלורי' בתובלה ימית. עלון ענף הפרחים, פברואר 2013, 47-57.

סלים, ש., קוכאנק, ב., צדקה, ת. פילוסוף-הדס, ס. ומאיר ש. (2013). בחינת זנים חדשים של פרחי גיבסנית במשטר פתיחה חדש המבוסס על טכנולוגיית 'אקוודור'. (2013). עלון ענף הפרחים, נובמבר 2013, 31-43.

סלים, ש., צדקה, ת., קוכאנק, ב., דורי, ע., שחק, ד., פילוסוף-הדס, ס. ומאיר, ש. (2014). פרחי איריס השושן (אונקוציקלוס) מקבוצת 'זיו': הארכת משך חיי האגרטל באמצעות ציטוקינין והוזלת עלות הייצוא באמצעות תובלה ימית. עלון ענף הפרחים, פברואר 2014, 77-91.

פילוסוף-הדס, ס., מאיר, ש., סלים, ש., פרצלן, י., קוכאנק, ב., שחר-איבנוב, י. וצדקה, ת. (2013). מאמר סקירה: הארכת משך חיי האגרטל של מוצרי נוי קטופים – פרחים, ענפי קישוט ומוצרי עלווה. עלון ענף הפרחים, מאי 2013, 68-78.

Meir, S., Salim, S., Kochanek, B., Tzadka, T., Lahav, T. and Philosoph-Hadas, S. (2011). Sea transport of Easter Lily cut flowers: Determination of the optimal harvest stage. Agriculture 2011, 10-12.

Philosoph-Hadas, S., Bar-Tal, A., Perzelan, Y., Droby, S., Shtein, I., Salim, S. and Meir S. 2013.

Pittosporum Cut branches: Characterization and prevention of the brown spots on the variegated leaves during growth and sea transport. Acta Hort. 970: 101-113.

Meir, S., Salim, S., Kochanek, B., Chernov, Z., Tzadka, T. and Philosoph-Hadas, S. (2012). Quality improvement of cut flowers by postharvest treatments with various cytokinins. Proceedings of the 10th International Conference on Postharvest Quality of Ornamental Plants, Porto de Galinhas, Brazil. Abstract p. 25.

Meir, S., Salim, S., Zemach, H., Kochanek, B., Tzadka, T., Cohen, A., Shahak, D. and Philosoph-Hadas, S. (2013). Development of Iris Oncocyclus flowers, native to Israel and the Middle East, from the botanical garden to commercial products. Proceedings of the International Symposium on Botanical Gardens and Landscape (BGL 2013), Bangkok, Thailand. Abstract p. 41.

Philosoph-Hadas, S., Perzelan, Y., Shtein, I., Shahar-Ivanov, Y. and Meir S. (2013). Postharvest handling and preservation of special leafy ornamentals for flower arrangements. Proceedings of the International Symposium on Botanical Gardens and Landscape (BGL 2013), Bangkok, Thailand. Abstract p. 43.

פרסומים בע"פ:

תוצאות המשלוח הניסיוני לאירופה הוצגו במרכז וולקני בפני מגדלים, מדריכים ואנשי אגרקסקו באפריל 2011, וכן בפני הועדה המורחבת לתובלה ימית באגרקסקו במאי 2011. תוצאות הניסויים בפלוקס, בעופרים, ובפרח שעווה הוצגו, בהתאמה, ע"י גב' שושנה סלים בפני המגדלים והמדריכים בשני ימי עיון שהתקיימו בבית האריזה בתל-מונד (במרץ 2013) ובמרכז וולקני (במאי 2013), וביום עיון לפרח שעווה (סיור למדריכי שה"מ ומגדלים) במאי 2014.

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

רק בספריות

✓ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)

חסוי – לא לפרסם

נספח 1: לימוד תהליכי הזדקנות עלים בשני זנים של פרחי פלוקס: השפעת טיפולים בחומרי צמיחה וסוכר, ובחינת יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות

הנספח הוגש כעבודת גמר ל- 5 יחידות בביולוגיה למשרד החינוך ע"י יחיאל גד שלמה אללופ, מבית הספר החקלאי מקוה ישראל- המדור הדתי במאי 2014

תוכן העניינים:

א. תקציר	2
מבוא	4
א.1. רקע עיוני לנושא	4
א.2. שאלות חקר	5
א.3. מטרת המחקר	5
א.4. השערת החקר	5
א.5. חשיבות המחקר	5
ב. מהלך החקר, כולל חומרים ושיטות	7
ב.1. האורגניזם הנחקר	7
ב.2. המשתנים התלויים (כולל יחידות מדידה)	7
ב.3. המשתנים הבלתי תלויים	7
ב.4. הורמונים צמחיים	8
ב.5. ההורמון אתילן ועיכוב פעילותו	9
ב.6. ציטוקינינים	9
ג. שיטות ומהלך העבודה:	10
ג.1. שלבי העמדת הניסוי	10
ג.2. רכיבי חקר נוספים	10
ג.3. קביעת מדדי האיכות	34
ד. תוצאות	38
ד.1. השפעת טיפולי הטענה ותמיסות אגרטל על מדדי הזדקנות בעלים	38
ד.2. השוואת יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות בפרחי פלוקס משני הזנים	46
ה. דיון	28
סיכום:	31
ו. רשימת ספרות	53

א. תקציר

פרחי הפלוקס - שלהב מכבדי (*Phlox paniculata* L.) הם פרחי קטיפה מבוקשים המיוצאים מישראל. אחד הגורמים המגבילים את הייצוא של פרחי קטיפה אלה הוא הזדקנותה המהירה של העלווה בהשוואה לתפרחות, דבר הגורם לפגיעה משמעותית באיכות הייצוא של הענף הקטוף. הזדקנות העלים מתבטאת בהצהבתם והחמתם, בעוד התפרחות נשמרות יפה והפרחונים ממשיכים להיפתח באגרטל. אחד האמצעים המקובלים לעיכוב הזדקנות העלווה הוא טיפול בהורמונים צמחיים הנעשה בהטענה. במחקר שבוצע במעבדה במרכז וולקני נמצא, שהטענת פרחי פלוקס קטופים בציטוקינין תידיאזורון (TDZ) הייתה מאוד יעילה בעיכוב הזדקנות העלים מבלי לפגוע באיכות הפרחים, בנוסף נמצא, שיש לשלב עם הציטוקינין את מעכב פעילות האתילן, silver thiosulfate (STS) כדי למנוע את הזדקנות הפרחים ונשירתם, למרות שה- STS לא עיכב את הזדקנות העלים. הוספת סוכר לתמיסת האגרטל הייתה בעלת השפעה חיובית מובהקת ביותר בדחיית הזדקנות העלים, והשפעה זו אף האפילה לעיתים על טיפול ההטענה בציטוקינין.

מטרות העבודה: 1. בחינת ההשפעה של טיפול הטענה בציטוקינין ובמעכב אתילן על תהליכי הזדקנות ביוכימיים וחזותיים בעלים של שני זנים בעלי קצב הזדקנות שונה; 2. בחינת הצורך והתפקיד של תוספת סוכר לתמיסת האגרטל, בשילוב טיפול ההטענה בציטוקינין, בעיכוב תהליך הזדקנות העלווה בשני הזנים; 3. בחינת ההבדלים ביחסי מקור-מבלע (בין העלים לתפרחות) בין שני הזנים, כסיבה אפשרית להבדלים בקצב ההזדקנות השונה של העלים בהם.

שיטות עבודה: לבחינת השפעת טיפולי ההטענה ותמיסות האגרטל על עיכוב הזדקנות העלים; פרחים משני זני פלוקס, 'אייס קייפ' (הזדקנות עלים מהירה) ו'מיס פיונה' (הזדקנות עלים איטית), הוטענו למשך 24 שעות בתמיסה המכילה ציטוקינין TDZ + STS + חומר משמר בהשוואה לטיפול בחומר משמר בלבד (ביקורת); הפרחים נארזו בקרטון ואוחסנו בחדר קירור ב- 2 מ"צ למשך 8 ימים, כהדמיה לתובלה ימית מישראל לאירופה. הפרחים הוצבו בחדר תצפית מבוקר (20 מ"צ) בשתי תמיסות אגרטל; תמיסת "מזון לפרחים" המכילה 1% גלוקוז + בקטריוצייד (Long Life) בהשוואה לתמיסה המכילה כלורין אורגני (TOG-6). מדדי ההזדקנות והאיכות שנבדקו בעלים היו: הערכת הצהבה חזותית, רמת כלורופיל, רמת חלבונים, רמת חומצות אמינו, אחוז דליפת מומסים, משקל טרי, תכולת מים, קצב ייצור אתילן וקצב נשימה.

לבחינת יחסי מקור-מבלע; ענפי פריחה משני זני הפלוקס סווגו לשתי קבוצות, כאשר התפרחות הוסרו רק מקבוצת פרחים אחת בכל זן. נבחנה השפעת ההסרה של התפרחות על קצב ההזדקנות החזותית של העלים באגרטל ונבדקה בהם רמת הכלורופיל.

התוצאות שהתקבלו הראו שבמרבית מדדי ההזדקנות שנבחנו היה שוני בין שני הזנים אשר תאם את ההבדלים בקצבי ההזדקנות שלהם. לעומת זאת, לא הובחן שינוי משמעותי באחוז תכולת המים ובקצב ייצור האתילן האנדוגני בעלים משני הזנים, וכנראה ששני תהליכים אלו אינם מהווים חלק מתהליך ההזדקנות. נוכחות הסוכר בתמיסת האגרטל, שנמצאה בעבודה קודמת כחיונית להמשך פתיחת הפרחים ושמירת הצבע, עלולה לגרום לנזקים בעלים, כפי שהתבטא בעבודה הנוכחית במדדים השונים בעיקר בזן 'מיס פיונה'. הטיפול של הטענה בציטוקינין TDZ + מעכב האתילן STS בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל היה יעיל בעיכוב ההזדקנות העלים ובמניעת נזקי הסוכר רק בזן 'מיס פיונה'. נראה, שההזדקנות המהירה של העלים בפרחי הזן אייס קייפ' נובעת כנראה ממחסור במוטמעים עקב המבלע החזק שיוצרות התפרחות, כאשר המוטמעים מובלים אליהן. לעומת זאת, בפרחי הזן 'מיס פיונה' התפרחות אינן מהוות מבלע חזק, ולכן ההזדקנות העלים בו איטית יותר.

מבוא

א.1. רקע עיוני לנושא

תהליך ההזדקנות של עלים הוא תהליך המתוכנת גנטית, ומאופיין בסדרה של תהליכים הגורמים בסופו של דבר למות הרקמה. תהליכים אלו כוללים: פירוק הכלורופיל, שהוא הפיגמנט הירוק המרכזי בעלה, פירוק חלבונים לחומצות אמינו, פירוק ממברנות המתבטא בדליפת מומסים מהתא, וירידה במאזן המים ובמשקל הרקמה הגורמים לכמישה (לשם וחוב', 1982). אחד האמצעים המקובלים לעיכוב הזדקנות עלווה הוא טיפול חיצוני בחומרי צמיחה (לשם והלוי, 1978; יעקובי וזיו, 1999). בד"כ מיושמות שתי גישות עיקריות: שימוש בחומרי צמיחה דוחי הזדקנות כדוגמת אוקסינים, ציטוקינינים וג'יברלינים, ושימוש במעכבי פעילות של חומרי צמיחה מזרזי הזדקנות, כדוגמת אתילן. מעכבי פעילות של אתילן כוללים את יוני הכסף בתכשיר silver thiosulfate (STS) או את המעכב-1 methylcyclopropene (1-MCP) (דותן, 2007).

תוצאות ניסויים שבוצעו במעבדה במרכז וולקני במסגרת ניסיונות לשנע פרח זה לחו"ל בתובלה ימית הראו, שניתן לעכב את הנשירה וההזדקנות של התפרחות ע"י עיכוב פעולת האתילן באמצעות טיפול הטענה ב-STC, אך טיפול זה אינו מעכב את הזדקנות העלים. הטענת ענפי הפריחה של פלוקס בג'יברלינים עיכבה ביעילות את הזדקנות העלים, אך טיפול זה גרם לדהיית צבע של פרחונים פתוחים. הטענת הפרחים בציטוקינין תידיאזורון (TDZ) הייתה מאוד יעילה בעיכוב הזדקנות העלים מבלי לפגוע באיכות התפרחות, ועל בסיס ניסויים אלו פותח טיפול מיטבי לעיכוב הזדקנות העלווה ונשירת הפרחים, שכלל שילוב של הציטוקינין TDZ עם STC. בנוסף נמצא, שהוספה לתמיסת האגרטל של תמיסת "מזון פרחים" (Long Life = LL), המכילה 1% גלוקוז ובקטריוציד, הייתה בעלת השפעה חיובית מובהקת ביותר בדחיית הזדקנות העלים, והשפעה זו אף הייתה לעיתים נוספת (אדטיבית) לטיפול ההטענה של ציטוקינין + STC, כנראה בשל השילוב של ציטוקינין וסוכר (פילוסוף-הדס וחוב', 2011; מאיר וחוב' 2013).

העבודה הנוכחית כללה השוואת הזדקנות עלווה בשני זני פלוקס קטופים בעלי קצב הזדקנות שונה של העלים במהלך תובלה ימית לאירופה: הזן 'אייס קייפ' בעל קצב מהיר של הזדקנות עלים, לעומת הזן 'מיס פיונה' בעל קצב איטי של הזדקנות עלים (מאיר וחוב', 2013). ההשוואה בוצעה לאחר יישום הטיפול המיטבי שפותח במעבדה, ובחינת ההשפעה של הטיפול על מדדי הזדקנות עלים בהשוואה לפרחי ביקורת לא מטופלים. טיפול ההטענה כלל את הציטוקינין תידיאזורון (TDZ) המעכב הזדקנות עלים בפרחים שונים (Sankhla et al., 2003; צ'רנוב, 2009), את ה-STC המעכב פעילות של אתילן, הידוע כהורמון המשרה הזדקנות (לשם וחוב', 1982), וחומר משמר למניעת התפתחות בקטריות. המדדים שנבחנו בעלים כללו: הצהבה חזותית, משקל טרי, רמת כלורופיל, תכולת מים, קצב ייצור אתילן וקצב נשימה, אחוז דליפת יונים, רמת חומצות אמינו וחלבונים. ההשתנות במדדים השונים נבחנה במהלך חיי אגרטל בחדר תצפית מבוקר, בו הפרחים הוצבו לאחר הדמיית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב-2 מ"צ). ע"י בחינת ההשפעות של טיפול ההטענה הנ"ל על מדדי ההזדקנות השונים, נוכל להבין את אופן פעולתו בעיכוב ההזדקנות, וכן להציע הסבר לגבי קצבי ההזדקנות השונים של שני זני

הפלוקס. בנוסף, נבחן תפקיד הסוכר בעיכוב הזדקנות העלים, באמצעות הוספה של תמיסת "מזון לפרחים", המכילה גלוקוז ובקטריוציד, לתמיסת האגרטל. נבחנה ההשערה ששילוב הטיפולים של ציטוקינין וסוכר מגביר את כוח המבלע של העלים ולכן מעכב את הזדקנותם. יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות בשני הזנים נבחנו בניסוי בו נבדקה ההשפעה של הסרת התפרחות על קצב הזדקנות העלים. הסרת התפרחות המשמשות כמבלע, עשויה לעכב את הזדקנות העלים המשמשים כמקור לסוכרים. בניסוי זה נבחנה ההזדקנות החזותית של העלים (דרגות הצהבה) ורמת הכלורופיל בעלים. הבדלים ביחסי מקור-מבלע בין שני הזנים עשויים להסביר את ההבדלים ביניהם בקצב ההזדקנות של העלים.

2.א. שאלות חקר

1. מהו אופן הפעולה של הציטוקינין תידיאזורון בשילוב עם מעכב האתילן STS בעיכוב הזדקנות העלים של פרחי פלוקס קטופים?
2. מהו תפקיד הסוכר בעיכוב הזדקנות העלים בפרחי פלוקס קטופים?
3. האם השוני ביחסי מקור-מבלע בין שני זני הפלוקס יכול להסביר את ההבדלים בין קצבי ההזדקנות השונים של העלים בהם?

3.א. מטרת המחקר

המטרה הכללית של העבודה היא הבנת תהליך הזדקנות העלווה בשני זני פלוקס בעלי קצב הזדקנות שונה באגרטל, לאחר הדמיה של תובלה ימית. לצורך זה הוגדרו מטרות המשנה הבאות: (1) בחינת ההשפעה של טיפול מיטבי שפותח לעיכוב הזדקנות העלווה בפרחי פלוקס, המבוסס על הטענה בציטוקינין ובמעכב אתילן, על תהליכי הזדקנות ביוכימיים וחזותיים של העלים בשני זנים בעלי קצב הזדקנות שונה; (2) בחינת הצורך והתפקיד של תוספת סוכר לתמיסת האגרטל, בשילוב טיפול ההטענה בציטוקינין, בעיכוב תהליך הזדקנות העלווה בשני הזנים; (3) בחינת ההבדלים ביחסי מקור-מבלע (בין העלים לתפרחות) בין שני הזנים, כסיבה אפשרית להבדלים בקצב ההזדקנות השונה של העלים בהם.

4.א. השערת החקר

טיפול הטענה בציטוקינין TDZ בשילוב עם מעכב האתילן STS יפעל ביעילות רבה בעיכוב הזדקנות העלווה. תוספת תמיסת "מזון לפרחים" (Long Life = LL) המכילה גלוקוז ובקטריוציד לתמיסת האגרטל תשפר את המופע ואיכות הפרחים.

5.א. חשיבות המחקר

פרחי הפלוקס הם פרחי קטיף מבוקשים המיוצאים מישראל. אחד הגורמים המגבילים את הייצוא של פרחי קטיף אלה הוא הזדקנותה המהירה של העלווה בהשוואה לתפרחות, דבר הגורם לפגיעה משמעותית באיכות הייצוא של הענף הקטוף. ע"י בחינת ההשפעות של טיפול ההטענה הנ"ל על מדדי ההזדקנות השונים, נוכל להבין את אופן פעולתו בעיכוב ההזדקנות, וכן להציע הסבר לגבי קצבי ההזדקנות השונים של שני זני הפלוקס. חשיבותה של העבודה היא בניסיון להבין את המנגנון הגורם לקצבי הזדקנות שונים בשני זני הפלוקס. הבנת תהליכי ההזדקנות העלים בשני הזנים, עשויה להוביל לפיתוח פיתרון חקלאי לעיכוב ההזדקנות, וע"י כך לשפר את האיכות הכללית של פרחים אלו, המבוקשים בשוקי אירופה.



תמונה 1: מופע פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') בעל קצב מהיר של הזדקנות עלים, ו'מיס פיונה' (ב') בעל קצב איטי של הזדקנות עלים.

ב. מהלך החקר, כולל חומרים ושיטות

ב.1. האורגניזם הנחקר

פרח הפלוקס, שם בוטני *Phlox paniculata*, בעברית - שלהב מכבדי, השייך למשפחת ה-Polemoniaceae, הוא פרח נוי בעל מגוון רחב של צבעים שמקורו מצפון אמריקה. ישנם זני פלוקס המתאימים לגינון וזנים שטופחו לפרח קטיפי. פרחי הקטיפי מבוקשים בגלל המופע המלא הנראה ככדור גדול של התפרחת הנובע משפע הפרחונים. פרחי הפלוקס משווקים לייצוא מסחרי מהארץ מזה כ- 20 שנה. הביקוש בשווקי אירופה לפרחי פלוקס קטופים נמצא בעליה, בהתאם לכך גם הכמות המיוצאת לאירופה עולה. היקף שטחי הגידול בארץ מגיע לכ- 500-600 דונם, והם מרוכזים בגוש תל מונד ואזור עמק חפר.

ב.2. המשתנים התלויים (כולל יחידות מדידה)

המשתנים התלויים בניסוי הוא הגורמים והמדדים הנבדקים. הם מכונים כך כיוון שהם תלויים במשתנים הבלתי תלויים. אין למתכנן הניסוי כל אפשרות לקבוע את שיעור המשתנה התלוי, אלא ע"י שינוי המשתנה הבלתי תלוי. בניסוי שערכנו כל המשתנים התלויים נבחנו בעלים וכללו:

- דרגות הצהבה חזותית
- תכולת כלורופיל
- קצב איבוד מים
- קצב דליפת יונים מהממברנה
- תכולת חומצות האמינו והחלבונים
- קצב ייצור אתילן
- קצב נשימה

המשתנים התלויים אינם ניתנים לחיזוי מראש, והם נמדדים במהלך הניסוי. בעבודה הנוכחית המשתנים התלויים מספקים לנו הערכה לגבי איכות העלים בפרחי הפלוקס בהשפעת המשתנים התלויים (המפורטים בסעיף ב.3). הזדקנות העלים המתבטאת בהצהבות והחמות, היא אחת הבעיות העיקריות של פרחי פלוקס, מכיוון שהם פרחים מבוקשים, ואחד הגורמים המגבילים את שיווקם הוא הזדקנותם המהירה של העלים בעוד שהתפרחת נשארת יפה והפרחונים ממשיכים להיפתח באגרטל.

ב.3. המשתנים הבלתי תלויים

המשתנים הבלתי תלויים הם הגורמים המשפיעים בניסוי, והם נקבעים עפ"י החלטת מתכנן הניסוי. המשתנים הבלתי תלויים שנבדקו במחקר זה היו:

STS (Silver thiosulfate) - מעכב פעילות אתילן שניתן בהטענה. השתמשנו בתכשיר המסחרי STS-75 מחברת 'גדות אגרו' (רמת-גן), המגיע כתמיסה המכילה 37.5% חומר פעיל (75 mM STS). בכדי להגיע לריכוז של 0.225 mM נלקחו 3 מ"ל מתמיסת התכשיר לנפח של 1 ליטר מים.

הציטוקינין תידיאזורון (TDZ) - הורמון צמחי הידוע כמעכב הזדקנות עלים וניתן בהטענה. התכשיר מגיע בצורת אבקה. בכדי להגיע לריכוז של $150 \mu\text{M}$ נלקחו 66 מיליגרם של האבקה לנפח של 1 ליטר מים.

TOG-4 - תכשיר של חומר משמר מחברת 'גדות אגרו' (רמת-גן). התכשיר מכיל יון אמוניום רביעוני וניתן בהטענה לפרחים בריכוז של 200 חלקי מיליון (ח"מ).

(Long Life) LL - תכשיר של "מזון לפרחים" מחברת 'גדות אגרו' (רמת-גן), התכשיר מגיע בצורת אבקה המכילה גלוקוז ותערובת של בקטריוצידיים. התכשיר ניתן בריכוז של 1% בתמיסת האגרטל של פרחי פלוקס.

TOG-6 - תכשיר של כלורין אורגני מחברת 'גדות אגרו' (רמת-גן). התכשיר מגיע בצורת אבקה המכילה כלורין בקומפלקס אורגני המשחרר יוני כלור לתמיסה בשחרור איטי. התכשיר ניתן באגרטל בריכוז של 50 ח"מ (3.6 גר' אבקה ל- 40 ליטר מים).

הגורמים הקבועים בניסוי:

- תנאי חדר תצפית: טמפרטורה של 20 מ"צ, לחות יחסית של 70% ותאורה פוטופריודית של 12 שעות בעוצמה של 14 מיקרואיינשטיין ממנורות להט ונורות פלואורסנט.
- מספר החזרות ומספר גבעולי פריחה בכל טיפול: 4 צנצנות כשבכל צנצנת 5 ענפי פריחה שהיו חזרה אחת.

ב.4. הורמונים צמחיים

הורמון צמחי הוא כינוי כולל למספר חומרים המיוצרים על ידי צמחים. ההורמונים הצמחיים מסונתזים במקום מסוים בצמח וגורמים לשלל תופעות פיסיולוגיות באיברים שונים. ההורמונים משפיעים לעיתים על הסביבה הקרובה למקום ייצורם, ולעיתים הם נודדים לחלקים אחרים בצמח. ההורמונים הצמחיים פועלים באופן מאוד ספציפי, כל הורמון צמחי גורם למגוון רחב של תופעות אשר לעיתים אינן קשורות האחת לשנייה, ולעיתים ישנה השפעת גומלין. כל ההורמונים הצמחיים שהתגלו עד כה הינם תרכובות קטנות למדי הנגזרות מנוקלאוטידיים, חומצות אמינו, טרפנים או ליפידים. בצמחים לא קיימים, ככל הנראה, הורמונים חלבוניים אך ישנם פוליפפטידיים (לשם והלוי, 1978).

ההורמונים הצמחיים מיוצרים ופועלים בכמויות נמוכות מאוד. בין ההורמונים השונים קיימים יחסי גומלין מורכבים, לעיתים הם מדכאים או מעודדים את הייצור או ההשפעה של הורמונים אחרים, ולעיתים רק פעולה משותפת של מספר הורמונים גורמת להשפעה פיסיולוגית. עקב זאת, ליחס הכמותי בין ההורמונים השונים ברקמה מסוימת בצמח יש חשיבות רבה, לעיתים יותר מאשר לכמויות המוחלטות של כל הורמון. לעיתים ההורמונים מיוצרים כחלק מההתפתחות הטבעית של הצמח, ולעיתים בתגובה לגירויים חיצוניים, כגון אור או מחסור במים.

ההורמונים הצמחיים משפיעים על תהליכים רבים בצמח, כגון: גדילה, התארכות, הבשלה וחלוקת תאים; גדילת הצמח לכיוון גירוי מסוים, כגון אור (פוטוטרופיזם / גרביטרופיזם); עידוד או עיכוב

של ייצור הורמונים צמחיים אחרים; השפעה על מיקום וסוג איברי הצמח; ניהול מאזן המים בצמח (על ידי פתיחה וסגירה של הפיוניות) (לשם והלוי, 1978; יעקובי וזיו, 1999).

להורמוני הצמח השונים יש השפעות חופפות, משלימות ומנוגדות בתהליכי ההתפתחות השונים. אף כי לכל אחד מההורמונים מבנה כימי טיפוסי, והוא יכול לעורר תגובות צמיחה ייחודיות, כל אחד מהם מסוגל להשפיע על רוב תהליכי ההתפתחות, ובכללם חלוקת התאים, צמיחת תאים והתמיינות.

ב.5. ההורמון אתילן ועיכוב פעילותו

בבקרת ההזדקנות משתתפים הורמונים צמחיים שונים, כאשר אתילן הוא בעל התפקיד החשוב ביותר. אתילן, שמיוצר בכל הצמחים, מעורב במספר תהליכים פיסיולוגיים שונים, כגון: שבירת תרדמה, הגברת פריחה והבשלת פירות. רגישות לאתילן מוגדרת כתגובה פיסיולוגית של הרקמה לאתילן ממקור חיצוני או אנדוגני. פרחים המראים שיא בנשימה ובייצור אתילן במהלך ההזדקנות מוגדרים כקלימקטרים והם רגישים גם לאתילן חיצוני. פרחים שאינם מראים תופעות אלו אינם קלימקטרים. בפרחים קלימקטרים, הזדקנות עלי הכותרת מתרחשת במקביל לייצור מוגבר של אתילן, וחשיפתם לאתילן חיצוני מזרזת את ההזדקנות המתבטאת בכמישה (לשם וחוב', 1982).

עבודה זו עוסקת בפרחי פלוקס הידועים כרגישים מאוד לאתילן. עיכוב התגובה לאתילן ברקמת הפרח מושג ע"י שימוש במעכב פעולת אתילן, STS, תמיסה המורכבת מקומפלקס אניוני של יוני כסף ותיוסולפט, $Ag(S_2O_3)_2$. החומר נמצא יעיל בעיכוב השפעות אתילן, מתפרק ברקמה ומשחרר יוני כסף פעילים. יתרון - קל ליישום חקלאי בהטענה; זול מאוד; חסרון - מכיל בהרכבו מתכת רעילה (יוני כסף) (דותן, 2007; צ'רנוב, 2009).

ב.6. ציטוקינינים

הציטוקינינים ידועים כמעכבי תהליכי הזדקנות בצמח, וכהורמונים המעורבים גם בתהליכים נוספים שונים, כגון: חלוקת תאים, שבירת תרדמה בזרעים, שבירת שלטון קדקודי, התמיינות כרומו או כלורו-פלסטידות ועידוד לבלוב ניצנים. הציטוקינינים מיוצרים בדרך כלל בקצות השורשים ונעים במערכת העצה לאתרי הפעולה. הציטוקינינים יכולים להיות מיוצרים גם באיברים אחרים כמו עלים וגבעולים (צ'רנוב, 2009).

קיימים מספר חומרים סינתטיים בעלי השפעות פיסיולוגיות המאופיינות כהשפעות של ציטוקינינים, והיכולים להתקשר לקולטן (רצפטור) של הציטוקינין זיאטין בתא. בין הנפוצים בשימוש בפרחים הם בנזילאדנין ותידיאזורון (TDZ). כיוון שהשורשים הם מקור הביוסינתזה העיקרי של ציטוקינינים, הרי כשהפרחים נקטפים וניתקים מאתר הביוסינתזה, רמת הציטוקינינים בהם יורדת באמצעות תהליכי פירוק וקשירה. מתן טיפול לאחר הקטיף בציטוקינינים סינתטיים בהטענה יכול

להאריך את משך חיי האגרטל של ענפי קטיף. לכן, טיפול בציטוקינינים חיצוניים יכול לפצות על הירידה בהספקה של ההורמון האנדוגני (צ'רנוב, 2009).

אופן הפעולה של ציטוקינינים בדחיית הזדקנות אינו ברור עדיין לגמרי, ונמצאו עדויות למספר מנגנונים. אחת האפשרויות שהוצעה היא שציטוקינינים מגבירים את כושר המבלע לסוכרים. כן הוצע שציטוקינינים מעכבים הזדקנות באמצעות עיכוב ייצור אתילן ו/או הפחתת הרגישות להורמון. השערה נוספת הייתה שציטוקינינים משפרים בצורה ישירה את מאזן המים בענף הקטוף וע"י כך ההורמון משפיע על דחיית תהליכי ההזדקנות בפרחים ומעכב את פירוק הפיגמנטים ברקמות הפרח (צ'רנוב, 2009).

ג. שיטות ומהלך העבודה:

ג.1. שלבי העמדת הניסוי

שלבי העמדת הניסוי הם כמפורט בסכמה 1. פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' ו'מיס פיונה' נקטפו בעונת הקטיף ע"י החקלאי בשלב קטיף מסחרי (פרחון אחד פתוח). הפרחים הובאו ממשלתל דביר בכפר הס, כאשר הם עטופים בנייר צלופן וארוזים בקרטונים.

לבחינת השפעת טיפולי הטענה על עיכוב הזדקנות עלים:

הובאו 200 פרחים מכל זן. הפרחים הוטענו בשני טיפולי ההטענה המפורטים בטבלה 1, למשך 4 שעות בטמפרטורת החדר (22 מ"צ) + 20 שעות בקירור (2 מ"צ). בתום ההטענה הפרחים נארזו בקרטונים והוכנסו לחדר קירור של 2 מ"צ למשך 8 ימים כהדמיה למשלוח ימי מישראל לאירופה. בתום האחסון נלקחו מדגמי עלים לבדיקת כל מדדי האיכות (זמן 0), ובהמשך נדגמו עלים לבחינת המדדים במהלך חיי האגרטל. פרחי הפלוקס שהוצאו מהאחסון הוצבו באגרטלים בחדר תצפית מבוקר בשתי תמיסות אגרטל TOG-6 או LL, כמפורט בטבלה 1. כל טיפול בוצע ב- 5 חזרות, כשבכל חזרה 10 ענפי פריחה. במהלך חיי האגרטל נבדקו בעלים מדדי איכות הכוללים: תכולת כלורופיל, תכולת מים יחסית, דליפת יונים מהממברנה, קצב ייצור אתילן ונשימה, תכולת חלבונים, תכולת חומצות אמינו, והערכה חזותית של הזדקנות עלים.

לבחינת יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות:

נלקחו 80 פרחים מכל זן. ב- 40 גבעולי פריחה הושארו התפרחות (ביקורת) וב- 40 גבעולי הפריחה הנותרים הוסרו התפרחות. הפרחים הוצבו באגרטלים בחדר תצפית בתמיסת TOG-6 עפ"י כמפורט בטבלה 2. כל טיפול בוצע ב- 4 חזרות, כשבכל חזרה 10 ענפי פריחה. במהלך חיי האגרטל נבדקה תכולת הכלורופיל בעלים.

ג.2. רכיבי חקר נוספים

ג.2.1. בניסוי שלנו הביקורת היא פנימית (כלולה כבר בניסוי עצמו). הביקורת משמשת להוכחה שאכן השינוי החל בניסוי מתרחש בגלל הגורם הנבדק - כלומר, המשתנה הבלתי תלוי. הביקורת מאפשרת לשלול הסברים חלופיים הקשורים לתהליך הנמדד. טיפול מס' 1 הוא הבקרה.

ג.2.2. גורמים קבועים: התנאים הקבועים שנשמרו.

בניסוי זה היו מספר גורמים קבועים שלא השתנו לאורך כל הניסוי כולו.

הגורמים הקבועים:

- תנאי חדר התצפית המבוקר: טמפרטורה של 20 מ"צ, לחות יחסית של 70% ותאורה פוטופריודית של 12 שעות בעוצמה של 14 מיקרואינשטיין. מספר החזרות ומספר גבעולי פריחה בכל טיפול - 5 צנצנות שבכל צנצנת 10 ענפי פריחה שהיוו חזרה אחת. ריכוז מעכב האתילן STS. ריכוז הציטוקינין TDZ.

ג.2.3. מידת המשתנים התלויים

בניסוי זה נבחנה ההשפעה של הטיפול בהורמון ציטוקינין (TDZ) בשילוב עם מעכב האתילן - STS על הזדקנות העלים של פרחי פלוקס. התבצעה בדיקה של מספר מדדי הזדקנות מרכזיים על מנת שנוכל לבחון את ההשפעה של טיפולי ההטענה ותמיסות האגרטל על קצב ההזדקנות של פרחי הפלוקס בשני הזנים שנבחנו.

מדדי ההזדקנות שנבדקו הם:

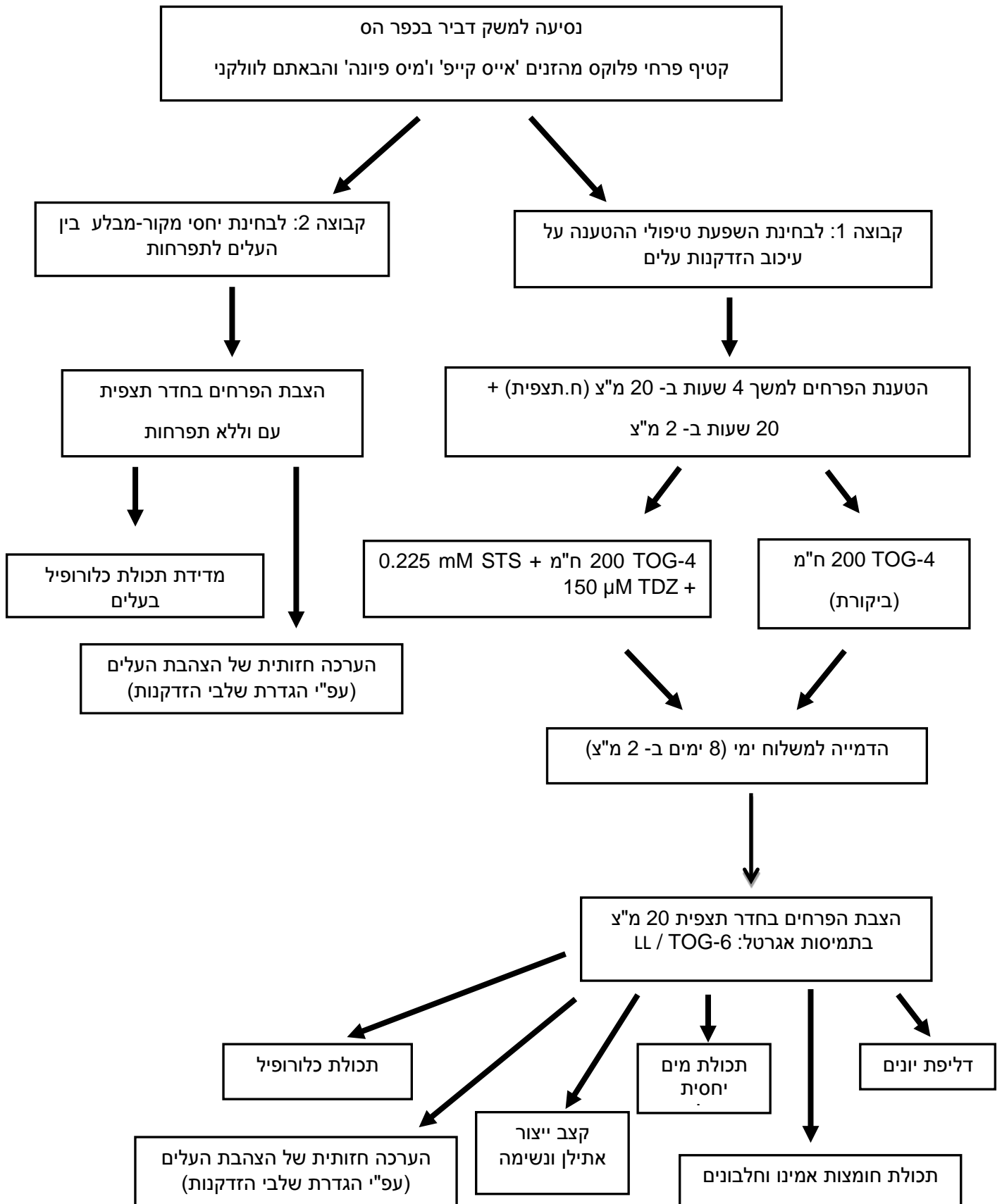
- (1) תכולת כלורופיל; (2) תכולת מים יחסית; (3) דליפת יונים מהממברנה; (4) קצב ייצור אתילן ונשימה;
- (5) תכולת החלבונים; (6) תכולת חומצות האמינו; (7) הערכה חזותית של הזדקנות עלים

טבלה 1: פירוט טיפולי ההטענה שנבחנו לעיכוב הזדקנות העלים.

מס' טיפול	טיפול הטענה	תמיסת אגרטל
T1	200 TOG-4 מ"מ (ביקורת)	50 TOG-6 מ"מ
T1-LL		1% LL
T2	150 μ M TDZ + 0.225 mM STS + 200 TOG-4 מ"מ	50 TOG-6 מ"מ
T2-LL		1% LL

טבלה 2: פירוט סוגי הטיפולים לבחינת יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות.

מס' טיפול	טיפולים	תמיסת אגרטל
1	ללא הסרת תפרחות (ביקורת)	50 TOG-6 מ"מ
2	הסרת תפרחות	50 TOG-6 מ"מ



סכמה 1: סיכום מהלך העבודה. כל מדדי ההזדקנות נבחנו בעלים.

ג.3. קביעת מדדי האיכות ג.1.3. מיצוי וקביעת תכולת כלורופיל

תהליכי ההזדקנות מאופיינים בהצהבות עלים הנגרמת כתוצאה מפירוק מולקולות הכלורופיל-הפיגמנט הירוק בעלים. לניסוי נלקחו 5 עלים בגובה 25 ס"מ מתחת לתפרחת. המיצוי בוצע כמפורט בספרות (Philosoph-Hadas et al., 1991), עפ"י סכמה 2. ממרכז כל עלה נלקחה דסקית אחת בקוטר של 0.7 ס"מ. כל דיסקית הוכנסה למבחנת אפנדורף של 2 מ"ל שהכילה 0.5 מ"ל אתנול 80%. כל הדוגמאות חוממו באמבט למשך חצי שעה ב- 100 מ"צ בתוך מבחנות הניסוי. בתום החימום הנוזלים הועברו למבחנות חדשות, ואל המשקע הוספו 0.5 מ"ל אתנול 80% למיצוי נוסף של שארית הכלורופיל. המבחנות חוממו למשך כ- 15 דקות, ולאחר מכן שני המיצויים אוחדו. מכל מיצוי נלקח מדגם של 1 מ"ל למבחנה גדולה אליה הוספו 2 מ"ל אצטון 80%. הדוגמאות נקראו בעזרת קיוטות במכשיר הספקטרופוטומטר בשני אורכי הגל הבאים: 645 ו- 663 ננומטר. ריכוז הכלורופיל בדיסקית העלה חושב לפי הנוסחה הבאה:

$$C = [20.2 \times (A_{645}) + 8.02 \times (A_{663})]$$

כאשר C = ריכוז הכלורופיל במ"ג לליטר תמיסה, והוא מחושב ע"י הכפלת הבליעה בכל אורך גל (A) בקבוע הבליעה שלו. ריכוז הכלורופיל בדיסקית (מ"ג כלורופיל לדיסקית) חושב ע"י הכפלת C בנפח המיצוי הכללי וחלוקה בשטח הרקמה שמוצתה.



סכמה 2: סכמה כללית המתארת את מהלך מיצוי הכלורופיל מהעלים וקביעת ריכוזו בספקטרופוטומטר.

ג.2.3. קביעת תכולת מים בעלים

איבוד גדול של מים מהעלים מעיד על תהליך ההזדקנות. על מנת לבדוק את אחוז תכולת המים ברקמה במהלך חיי האגרטל, נדגמו 5 עלים, ונקבע המשקל הטרי והיבש (לאחר ייבוש בתנור למשך 48 שעות בטמפרטורה של 70 מ"צ) שלהם. כל טיפול בוצע ב- 5 חזרות. עפ"י נתונים אלה נקבע % תכולת מים בעלי הכותרת לפי הנוסחה הבאה:

$$100 \times [\text{משקל טרי} / (\text{משקל יבש} - \text{משקל טרי})] = \% \text{ תכולת מים בעלים.}$$

ג.3.3. קביעת דליפת יונים מהמברנה כמדד להזדקנות

דליפת יונים מעידה על פירוק הממברנות כחלק מתהליך הזדקנות הרקמה. הבדיקה בוצעה כמפורט בספרות (Philosoph-Hadas et al., 1991). נלקחו 5 עלים מגובה של 20-25 ס"מ מתחת לתפרחת, ומכל עלה נלקחו 4 דיסקיות בקוטר של 0.7 ס"מ לכל טיפול. סה"כ 20 דיסקיות אשר הוכנסו לצלחות פטרי. הדיסקיות נשטפו פעמיים עם מים מזוקקים, והוכנסו לארלנמאיירים בנפח של 50 מ"ל, שלתוכם הוכנסו 15 מ"ל מים מזוקקים. לאחר מכן הארלנמאיירים הונחו על גבי מטלטלת למשך שעתיים. בתום הטלטול הדוגמאות הוכנסו לאוטוקלב בטמפרטורה של 120 מ"צ למשך 20 דקות. כשהתמיסה התקררה הדיסקיות הוצאו, ומוליכות התמיסה נבדקה בעזרת מד-מוליכות. אחוז דליפת יונים נקבע עפ"י המוליכות לפני ואחרי פירוק כל דפנות התאים באוטוקלב. אחוז דליפת היונים ברקמה נקבע עפ"י הנוסחה:

$$100 \times (\text{מוליכות התמיסה לאחר אוטוקלב} / \text{מוליכות התמיסה לפני אוטוקלב}) = \% \text{ דליפת יונים ברקמה}$$

ג.4.3. קביעת קצב ייצור אתילן אנדוגני וקצב נשימה

קצב מוגבר של ייצור אתילן מעיד על תחילת ההזדקנות בפרח הקטוף, בדומה לקצב נשימה מוגבר, המתבטא בפליטה מוגברת של פחמן דו-חמצני (פד"ח) - CO₂. קצב ייצור אתילן וקצב הנשימה נבדקו כמפורט בספרות (Philosoph-Hadas et al., 1991). נלקחו עלים בגובה של 20-25 ס"מ מתחת לתפרחת. כל עלה נכלא בצנצנת אטומה בנפח של 500 מ"ל למשך שעתיים, וכל טיפול בוצע ב- 5 חזרות. בתום ההדגרה דגמנו בעזרת מזרקים את האוויר החופשי בכל כלי, והדוגמאות הוזרקו למכשירי גז כרומטוגרף לקביעת ריכוז אתילן והפד"ח באווירת הכלי. ריכוז אתילן נמדד בעזרת גז כרומטוגרף מסוג Varian 3300, שהוא מכשיר רגיש המסוגל למדוד ריכוזים נמוכים ביותר של גזים (ביחידות של חלקי מיליון - ח"מ). המכשיר מצויד בגלאי להבה המפרק את החומר המורץ בקולונה ליונים, הנותנים סיגנל באינטגרטור. הגז המריץ הוא גז אינרטי - הליום, המוזרם בקצב של 60 סמ"ק בדקה. הלהבה בגלאי נוצרת כתוצאה מתגובה בין אוויר ומימן

המשחררת אנרגיה ונוצרות מולקולות של מים. הפרדת הגזים נעשית בקולונת Alumina שקוטרה 1/8 אינטש ואורכה 50 ס"מ, וגודל הגרגיר בה הוא 80-60 mesh (בטמפרטורה של 80 מ"צ). קצב ייצור האתילן בדוגמאות ביחידות של ננוליטר / ג' / שעה חושב עפ"י הנוסחה הבאה:

ריכוז האתילן (ח"מ) X נפח האוויר החופשי בכלי (מ"ל)

משקל רקמה (ג') X זמן (שעות)

ריכוז הפד"ח נקבע בעזרת גז כרומטוגרף של חברת Varian המצויד בגלאי להבה של חברת Fischer. הגז הנושא היה הליום, שהוזרם בקצב של 30 מ"ל לדקה. הפרדת הגזים נעשתה בקולונה מסוג CTR1 של חברת Alltech בטמפרטורה של 20 מ"צ. קצב הנשימה נקבע עפ"י קצב ייצור הפד"ח בדוגמאות ביחידות של מיקרוליטר / ג' / שעה, שחושב עפ"י הנוסחה הבאה:

ריכוז פד"ח (%) X נפח האוויר החופשי בכלי (מ"ל) X 10

משקל רקמה (ג') X זמן (שעות)

ג.5.3. מיצוי וקביעה של תכולת חומצות אמינו וחלבונים

מיצוי חלבון מסיס וחומצות אמינו: הבדיקה בוצעה כמפורט בספרות (Philosoph-Hadas et al., 1991). נלקחו 5 עלים מגובה של 20-25 ס"מ מתחת לתפרחת, ומכל עלה נלקחו 5 דיסקיות בקוטר של 0.7 ס"מ (סה"כ 5 חזרות לכל טיפול). הדיסקיות הוכנסו למבחנות מתברגות וסגורות בנפח של 15 מ"ל, והוספו להן 10 מ"ל אתנול 80%. הדוגמאות הורתחו למשך 30 דקות. המיצוי הכוהלי הירוק נשמר, ופיסות העלים הנותרות עברו מיצוי נוסף ב- 10 מ"ל אתנול למשך 15 דקות. שני המיצויים אוחדו ועורבבו היטב. הכהל נודף עד יובש בעזרת מאייד ואקום. למבחנות הוספו 2 מ"ל מים ו- 0.5 מ"ל כלורופורם להרחקת הפיגמנטים, והן עורבבו היטב. לאחר הפרדת הפאזות, הפאזה המימית שימשה לבדיקת חלבון מסיס (וחומצות אמינו). ל- 1 מ"ל מיצוי הוספו 0.5 מ"ל בופר ציטרט, 0.2 מ"ל נינהידרין ו- 1 מ"ל KCN או NaCN. התערובת חוממה ב- 100 מ"צ ל- 15 דקות, ולאחר מכן המבחנות קוררו במי ברז. לאחר ערבוב נקבעה הבליעה של התמיסה בעזרת ספקטרופוטומטר באורך גל של 570 ננומטר. ריכוז חומצות האמינו בדוגמא חושב לפי עקומת סטנדרט עם ריכוזים ידועים של החומצה האמינית מתיונין.

מיצוי וקביעת רמת חלבון בלתי מסיס: שאריות העלים הלבנים מהם מוצה הכלורופיל (לצורך קביעת חומצות אמינו) נכתשו בעלי ומכתש בתוך 2 מ"ל 0.01 N NaOH. אל התרחיף שנוצר הוספו 5 מ"ל תמיסה 1 N NaOH והדוגמאות חוממו למשך שעה ב- 80 מ"צ. לאחר מכן סוכרז התרחיף למשך 10 דקות במהירות של 10,000 סיבובים לדקה. הנוזל העליון שימש לקביעת החלבון הבלתי מסיס. קביעת רמת החלבונים בוצעה בשיטת Bradford (1976). ל- 0.1 מ"ל מיצוי חלבון הוספו 5 מ"ל ראגנט ברדפורד. הדוגמאות עורבבו היטב והודגרו למשך 2 דקות. הבליעה נקבעה בספקטרופוטומטר באורך

גל של 595 ננומטר. ריכוז החלבון בדוגמא חושב לפי עקומת סטנדרט עם ריכוזים ידועים של החלבון (BSA) Bovine Serum Albumin.

ג.3.5. הערכה חזותית של הזדקנות עלים

ההערכה החזותית נעשתה בעלים בגובה של 25 ס"מ מתחת לתפרחת.

נקבעו 5 דרגות הזדקנות כאשר דרגה 1 מתייחסת לעלה ירוק ללא סימני הזדקנות, ואילו דרגה 5 מתייחסת לעלה צהוב עם נקודות החמה ראשונות (תמונה 2). ההערכה החזותית של העלים בוצעה ביום 15 באגרטל מתום הדמיית המשלוח ימי.



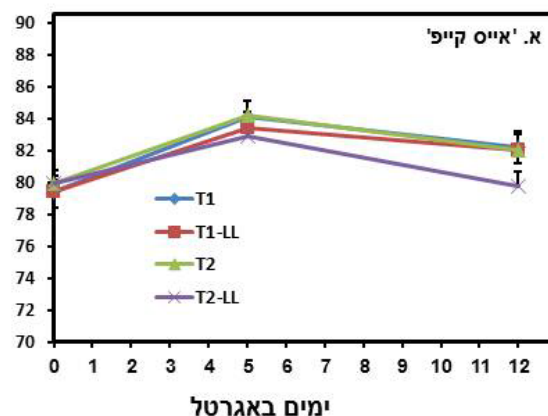
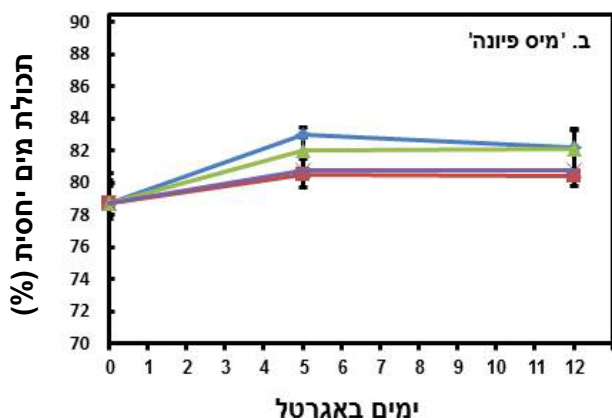
תמונה 2: דרגות הזדקנות של עלי פלוקס: 1 = עלה ירוק; 5 = עלה צהוב עם נקודות החמה ראשוניות.

ד. תוצאות

ד.1. השפעת טיפולי הטענה ותמיסת אגרטל על מדדי הזדקנות בעלים

תכולת מים גבוהה בעלה מעידה על כך שהעלה איבד פחות מים והוא טורגידי ויפה. בפרחים מזן 'אייס קייפ' (איור 1א') ניתן לראות שלאחר 5 ימים באגרטל אחוז תכולת המים בעלים בכל הטיפולים עלה בהשוואה לאחוז תכולת המים בזמן 0, ללא הבדל משמעותי בין הטיפולים. לאחר 12 ימים באגרטל, אחוז תכולת המים בעלים של פרחים מטיפולי T2-LL, שכלל TDZ + STS בשילוב עם LL באגרטל היה נמוך באופן משמעותי בהשוואה ליתר הטיפולים.

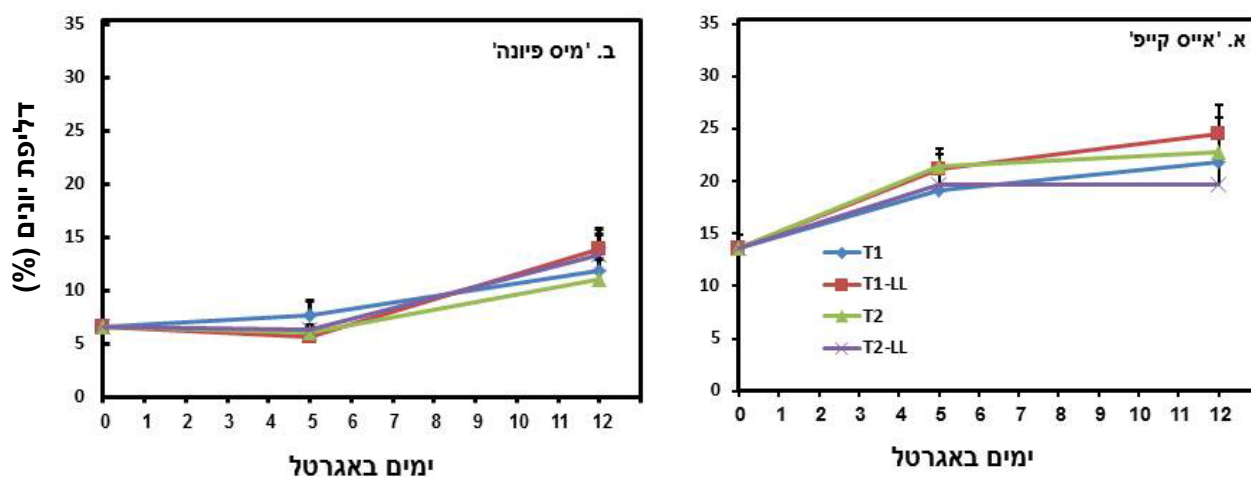
בפרחים מזן 'מיס פיונה' (איור 1ב') ניתן לראות שלא ניכר הבדל משמעותי באחוז תכולת המים של העלים בפרחים שהוטענו ב-TDZ + STS בהשוואה לפרחי הביקורת לאורך כל חיי האגרטל. לעומת זאת, בעלים של פרחים שהוצבו באגרטל בתמיסת LL אחוז תכולת המים היה נמוך יחסית במהלך כל חיי האגרטל בהשוואה לעלים של פרחים שהוצבו באגרטל בתמיסת TOG-6. גם בנוכחות LL באגרטל לא היה הבדל באחוז תכולת המים של עלים משני טיפולי ההטענה. העלייה באחוז תכולת המים בעלים של שני זני הפלוקס הייתה דומה (איור 1). נראה לכן, שנוכחות סוכר באגרטל (תמיסת LL) מורידה את אחוז תכולת המים בעלים בהשוואה לתמיסת TOG-6 בשני טיפולי ההטענה.



איור 1: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על אחוז תכולת המים בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

דליפת יונים מהווה מדד להזדקנות הרקמה, שכן אחוז דליפת יונים גבוה מעיד על פירוק הממברנה המוביל להתקדמות תהליך ההזדקנות בעלים. בפרחים מזן 'אייס קייפ' (איור 2א') ניתן לראות שאחוז דליפת היונים בעלים עלה בצורה משמעותית בכל הטיפולים מערך של 14% בזמן 0 עד לערכים של כ- 20-25% לאחר 12 ימים באגרטל. יחד עם זאת, הסתמנה מגמה של הבדלים מסוימים בין הטיפולים לאחר 12 ימים באגרטל: נוכחות סוכר (LL) באגרטל האיצה במקצת את אחוז דליפת היונים בעלים מפרחי הביקורת (טיפול T1-LL בהשוואה לטיפול T1), בעוד שטיפול ההטענה ב-ST + TDZ בשילוב LL באגרטל (טיפול T2-LL) עיכב את אחוז דליפת היונים בעלים בהשוואה ליתר הטיפולים.

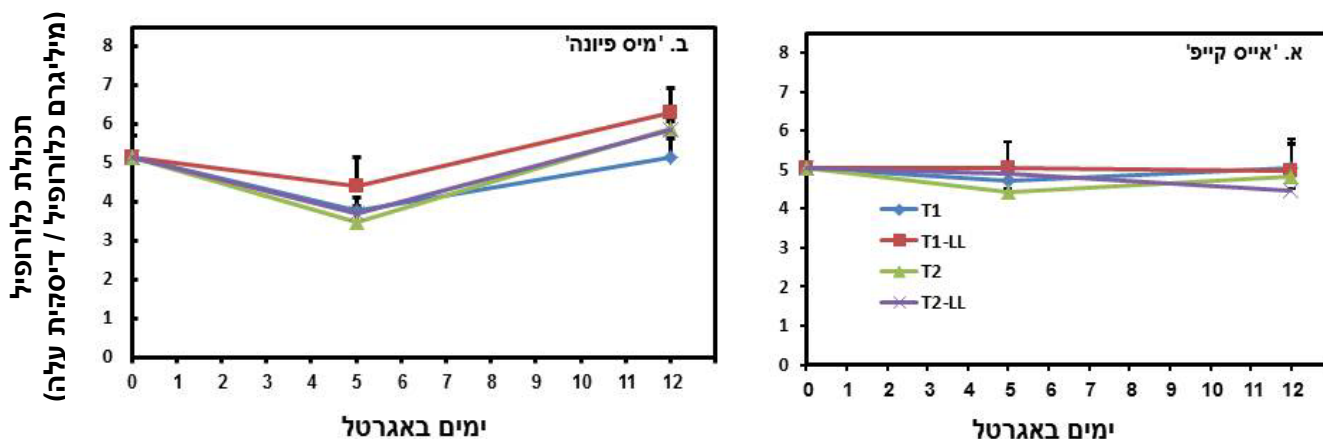
בפרחים מזן 'מיס פיונה' (איור 2ב') ניתן לראות שאחוז דליפת היונים בעלים לאחר 5 ימים באגרטל כמעט ולא השתנה בהשוואה לזמן 0 בכל הטיפולים, ולאחר מכן עלה מערך של 7% לערך של כ- 15% ביום 12. לא ניכרו הבדלים משמעותיים באחוז דליפת היונים בעלים בין כל הטיפולים שנבחנו. יש לציין שאחוז העליה בדליפת היונים בעלים במהלך 12 ימי אגרטל היה גבוה יותר בזן 'אייס קייפ' (איור 2א') שהזדקנותו מהירה, בהשוואה לעלים של הזן 'מיס פיונה' (איור 2ב') שהזדקנותו איטית. כך שמדד דליפת היונים משקף את קצבי ההזדקנות השונים של העלים בשני הזנים.



איור 2: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על אחוז דליפת היונים בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

הירידה בתכולת הכלורופיל היא מדד פיסיולוגי המראה למעשה בעקיפין ירידה ברמת הפוטוסינתזה, ומהווה את אחד המדדים העיקריים למעקב אחר הזדקנות עלווה. ניתן לראות שבפרחים מזן 'אייס קייפ' (איור 3א') תכולת הכלורופיל בעלים כמעט ולא השתנתה במהלך 12 ימים באגרטל, וכן לא נמצאו הבדלים מובהקים בתכולת הכלורופיל בעלים של פרחים שטופלו בטיפולי ההטענה או האגרטל.

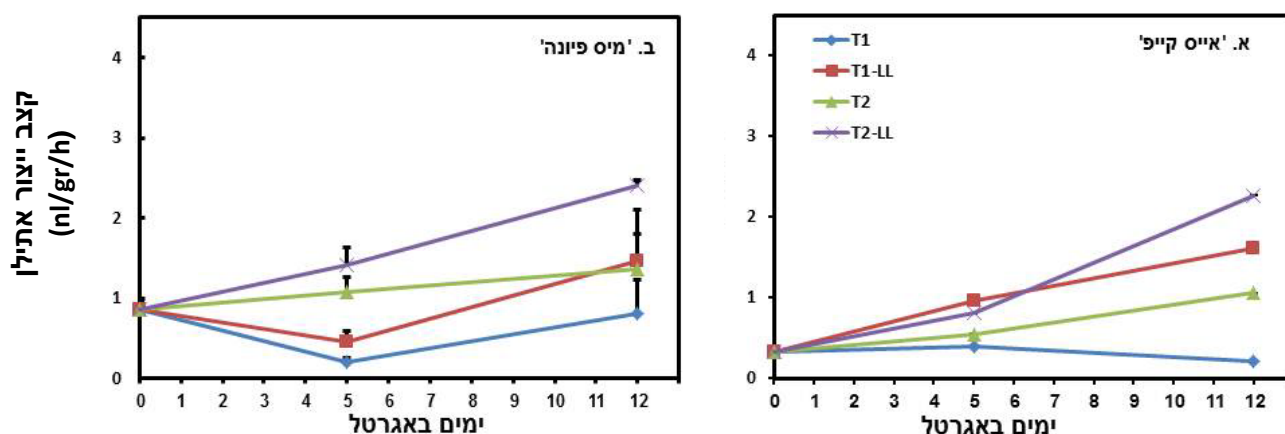
בזן 'מיס פיונה' (איור 3ב') ניתן לראות שחלה ירידה מסוימת לאחר 5 ימי אגרטל בתכולת הכלורופיל בעלים של פרחים מכל הטיפולים. לאחר 12 ימים באגרטל ניתן לראות שנוכחות סוכר באגרטל (טיפול T1-LL) שמרה על תכולת כלורופיל גבוהה יותר בעלים בהשוואה לעלים של פרחי הביקורת (טיפול T1) ושל שאר הטיפולים, עם כי לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. נראה שבאופן כללי בעלים של הזן 'מיס פיונה' נשמרה תכולת כלורופיל גבוהה יותר במהלך חיי האגרטל בהשוואה לעלים של הזן 'אייס קייפ'.



איור 3: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על תכולת הכלורופיל בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

קצב גבוה של ייצור אתילן אנדוגני מעיד על תנאי עקה העשויים להחיש את תהליך ההזדקנות בעלים. בפרחים מזן 'אייס קייפ' (איור 4א') ניתן לראות שלאחר 5 ימים באגרטל קצב ייצור אתילן היה נמוך בעלים משני טיפולי ההטענה, כשתמיסת האגרטל הייתה TOG-6 (T1 ו-T2). השילוב של שני טיפולי הטענה אלו עם סוכר באגרטל (T1-LL, T2-LL) גרם לעלייה מסוימת בקצב ייצור אתילן. לאחר 12 ימים באגרטל נמצא שקצב ייצור אתילן האנדוגני בעלים של פרחי הביקורת נשאר נמוך (T1) בהשוואה לעלים מפרחים שהוטענו ב-TDZ + STS (T2). קצבי ייצור אתילן בעלים בתגובה לטיפולים עם LL באגרטל (T1-LL, T2-LL) היו גבוהים באופן מובהק מקצבי ייצור אתילן של עלים מפרחי הביקורת. יש לציין שהקצב הנמוך ביותר של ייצור אתילן התקבל בעלים מפרחי הביקורת כשתמיסת האגרטל הייתה TOG-6 (T1).

בפרחים מהזן 'מיס פיונה' (איור 4ב') ניתן לראות שלאחר 5 ימי אגרטל קצב ייצור אתילן בעלים של פרחים שהוטענו ב-TDZ + STS היה גבוה בהשוואה לעלים מפרחי הביקורת בשתי תמיסות האגרטל (T1-LL, T2-LL). לאחר 12 ימים באגרטל ניתן לראות שקצב ייצור אתילן בעלים של פרחים שהוטענו ב-TDZ + STS (T2) היה גבוה בהשוואה ליתר הטיפולים. גם בזן זה הקצב הנמוך ביותר של ייצור אתילן התקבל בעלים מפרחי הביקורת כשתמיסת האגרטל הייתה TOG-6 (T1). באופן כללי בשני הזנים התקבלו מגמות דומות של עלייה בקצב ייצור אתילן במהלך חיי האגרטל בתגובה לטיפולים השונים.

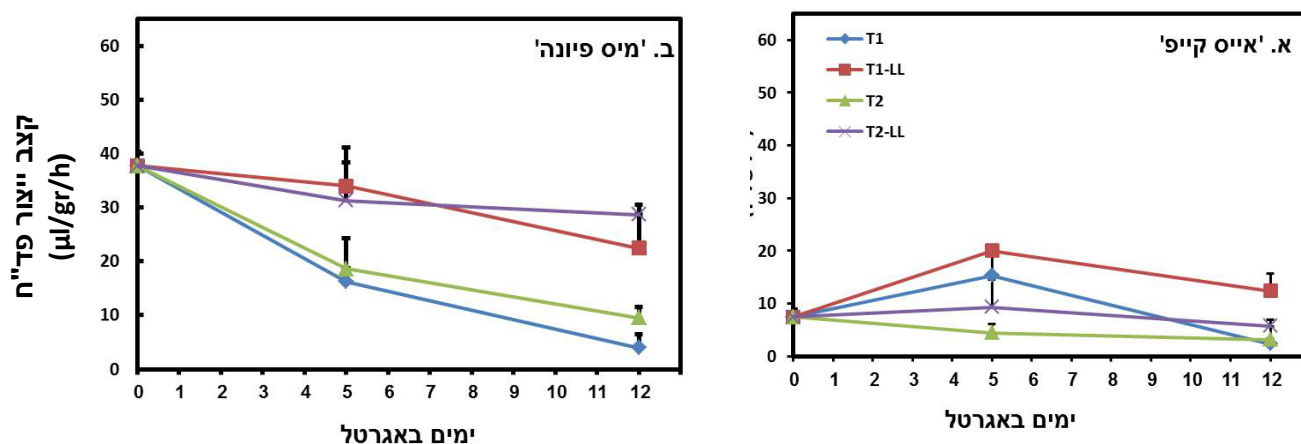


איור 4: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על קצב ייצור אתילן האנדוגני בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב-2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

קצב נשימה גבוה, שנמדד עפ"י קצב ייצור פד"ח, מעיד על החשת תהליך ההזדקנות בעלים. בפרחים מזן 'אייס קייפ' (איור 5א') ניתן לראות שלאחר 5 ימים באגרטל קצב הנשימה של העלים מפרחי הביקורת בשתי תמיסות האגרטל (T1-LL, T1) עלה בהשוואה לזמן 0, והיה גבוה יותר מקצב הנשימה של העלים מפרחים שהוטענו ב- TDZ + STS בשני תמיסות האגרטל (T2, T2-LL). לאחר 12 ימים באגרטל קצב ייצור הפד"ח בעלים של פרחי הביקורת בתמיסת אגרטל LL (T1-LL) נשאר גבוה ביחס ליתר הטיפולים. נראה לכן שטיפול ההטענה עיכב את קצב הנשימה של העלים לאורך כל חיי האגרטל.

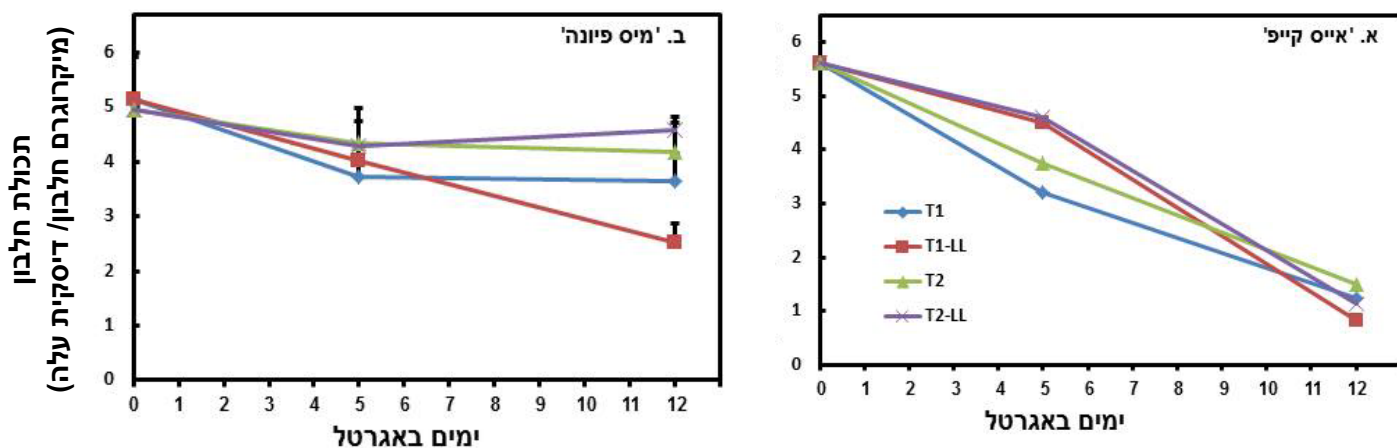
בפרחים מהזן 'מיס פיונה' (איור 5ב') ניתן לראות שקצב הנשימה ב- 5 הימים הראשונים היה גבוה בכל הטיפולים. נוכחות סוכר באגרטל (LL) הגבירה את קצב הנשימה הן בעלים מפרחי הביקורת והן בעלים מפרחים שהוטענו ב- TDZ + STS (T1-LL, T2-LL), ושמרה על קצב הנשימה הגבוה גם לאחר 12 ימי אגרטל. בעלים מפרחים שלא קיבלו סוכר בתמיסת האגרטל (T1, T2) נצפתה ירידה בקצב הנשימה לאחר 12 ימים באגרטל.

באופן כללי ניתן לראות, שקצב הנשימה של העלים בפרחי הזן 'מיס פיונה' היה גבוה בהרבה מקצב הנשימה של העלים מהזן 'אייס קייפ' בכל הטיפולים (איור 5). רק לאחר 12 יום באגרטל קצבי הנשימה של העלים מהזן 'מיס פיונה' ירדו לרמה דומה לזו של העלים מהזן 'אייס קייפ' בטיפולים ללא סוכר בתמיסת האגרטל.



איור 5: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על קצב הנשימה (שנמדד ע"י ייצור פד"ח) בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

פירוק חלבון לחומצות אמינו מעיד על תחילת תהליך ההזדקנות. בעלים של פרחים מהזן 'אייס קייפ' (איור 6א) נצפתה מגמה של ירידה תלולה בתכולת החלבון במהלך 12 ימי האגרטה בהשפעת כל הטיפולים, כאשר נוכחות סוכר באגרטה (T1-LL, T2-LL) עיכבה את הירידה בתכולת החלבון בעלים לאחר 5 ימים באגרטה. לאחר 12 ימים באגרטה. בזן 'מיס פיונה' (איור 6ב) לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים לאחר 5 ימים באגרטה. ביום 12 באגרטה ניתן לראות שהטיפול ההטענה ב-TDZ + STS ונוכחות סוכר באגרטה (T2-LL) שמר על תכולת חלבון בהשוואה לפרחי הביקורת בשילוב סוכר באגרטה (T1-LL). יש לציין, שתכולת החלבון של העלים מפרחי הזן 'מיס פיונה' נותרה גבוהה וקבועה יחסית בכל הטיפולים לאורך 12 ימי אגרטה, בעוד שבעלים של פרחי הזן 'אייס קייפ' הובחנה ירידה תלולה בתכולת החלבון בהשוואה לזמן 0 בכל הטיפולים.

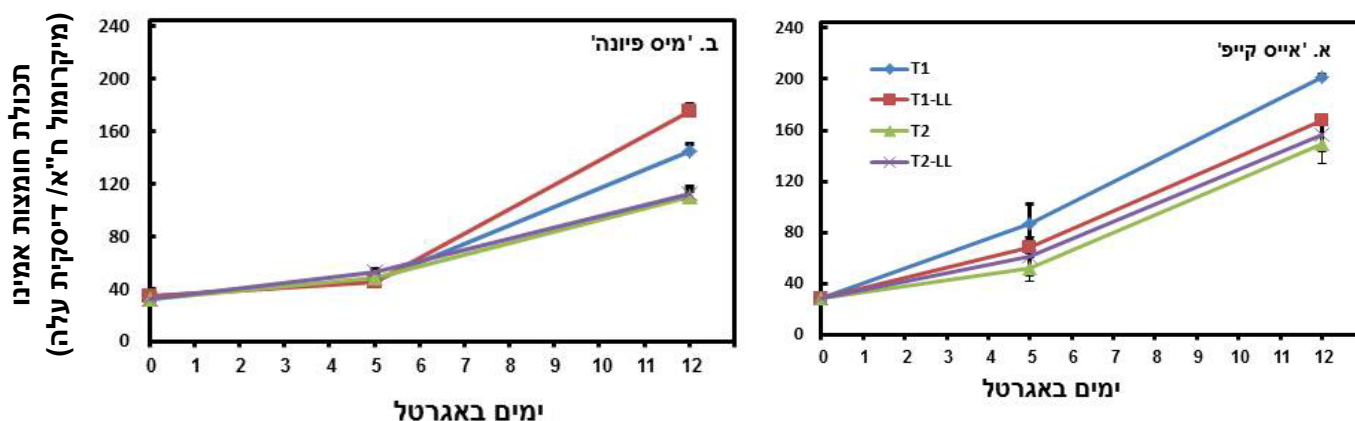


איור 6: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על תכולת החלבונים בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטה, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

פירוק החלבונים במהלך ההזדקנות מלווה בעליה מקבילה בתכולת חומצות האמינו, המרכיבות את החלבונים. ואכן ניתן לראות עליה משמעותית בתכולת חומצות האמינו בעלים משני הזנים במהלך 12 ימי אגרטל, אם כי בקצב שונה (איור 7). בפרחים מהזן 'אייס קייפ' (איור 7א') ניתן לראות שלאחר 5 ימים באגרטל חלה עליה בתכולת חומצות האמינו בכל הטיפולים בהשוואה לזמן 0, ומגמה זו נשאר דומה גם לאחר 12 ימים באגרטל. העליה הגבוהה ביותר לאחר 12 יום נצפתה בעלים של פרחי הביקורת (T1), כאשר שאר הטיפולים עיכבו עליה זו בצורה משמעותית.

בזן 'מיס פיונה' (איור 7ב') כמעט ולא היה שינוי בתכולת חומצות האמינו בעלים לאחר 5 ימי אגרטל בהשוואה לזמן 0, וגם לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. לאחר 12 ימי אגרטל נצפתה עליה בתכולת חומצות האמינו של העלים בכל הטיפולים, ועליה זו עוכבה בעלים מפרחים שהוטעו ב-TDZ + STS עם או ללא סוכר באגרטל (T2-LL, T2).

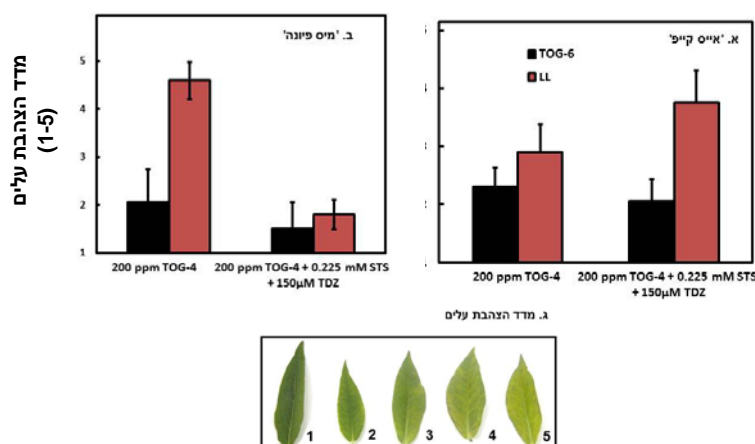
יש לציין שקצב העלייה בתכולת חומצות האמינו בעלים של פרחי הזן 'אייס קייפ' היה גבוה יותר מזה של העלים מפרחי הזן 'מיס פיונה' (איור 7), דבר שמשקף את קצבי ההזדקנות השונים שלהם.



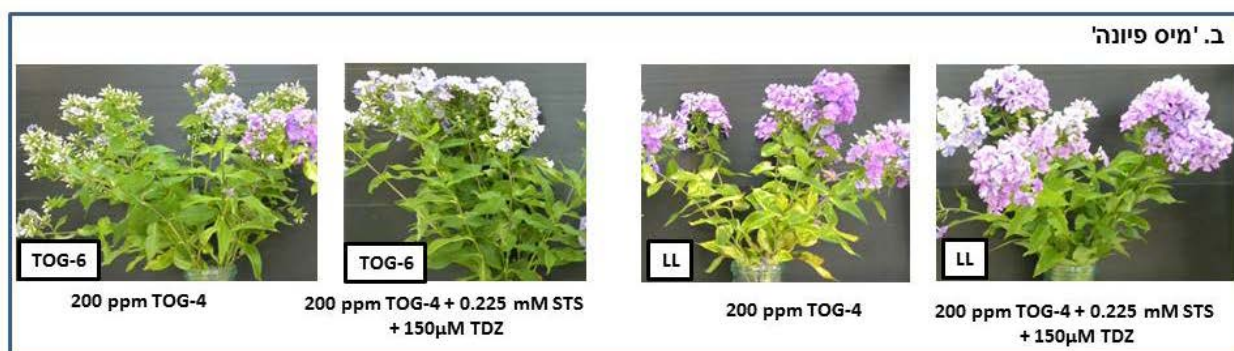
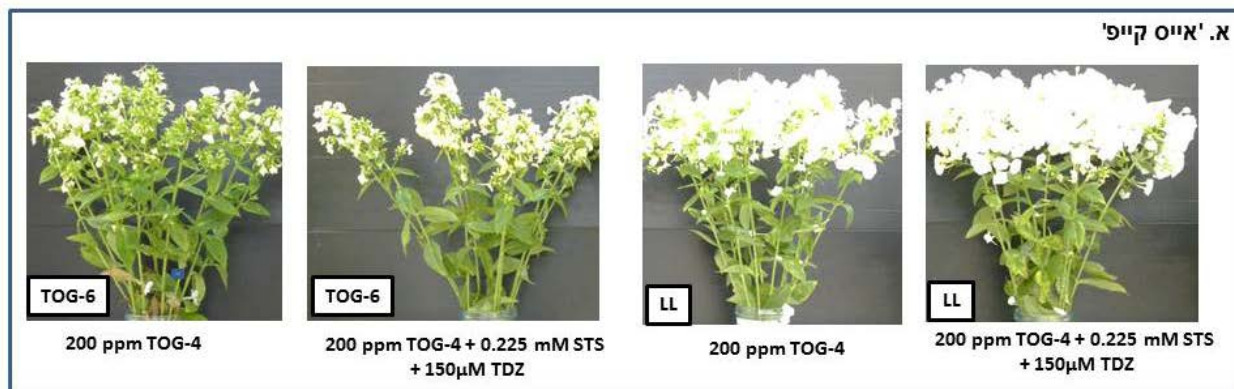
איור 7: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על תכולת חומצות אמינו בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל, לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב-2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

מדד הצהבת העלים בגובה של 25 ס"מ מתחת לתפרחת, המהווה מדד חזותי להזדקנותם, הוערך ביום 15 בחיי האגרטל, עפ"י הסולם המוצג בתמונה 2, כאשר דרגה 1 היא עלה ירוק ורענן, ודרגה 5 היא עלה צהוב. ניתן לראות שבפרחים מזן 'אייס קייפ' (איור 8א') טיפול ההטענה ב- STS + TDZ (טיפול 2) עיכב מעט אך לא בצורה משמעותית את הצהבת העלים בהשוואה לפרחי הביקורת. נוכחות סוכר בתמיסת האגרטל (LL) הגבירה את הצהבת העלים במיוחד בשילוב עם טיפול 2. קצב הזדקנות העלים של פרחי הזן 'אייס קייפ' בנוכחות LL באגרטל היה מהיר יותר והעלים נראו צהובים יותר בהשוואה לעלים של פרחים שהודגרו בתמיסת אגרטל של TOG-6 (איור 9א').

בפרחים מזן 'מיס פיונה' (איור 8ב') ניתן לראות שגם בהם לא נמצאו הבדלים משמעותיים בדרגות הצהבת העלים בין טיפולי ההטענה ללא שילוב עם LL באגרטל. תוספת סוכר באגרטל (LL) הגבירה באופן משמעותי את הצהבת העלים, אך טיפול הטענה ב- STS + TDZ (טיפול 2) עיכב באופן משמעותי את הצהבת העלים שהוגברה ע"י LL. העלים של פרחים מטיפול זה היו יפים וירוקים בהשוואה לעלים של פרחי הביקורת שכבר הזדקנו והצהיבו (איור 9ב'). נראה לכן, שטיפול ההטענה במעכב האתילן STS בתוספת הציטוקינין TDZ, ביטלה את ההשפעה המזיקה של LL על הצהבת העלים בפרחי הזן 'מיס פיונה'. יש לציין, שלתוספת LL הייתה השפעה דרמטית בדחיית הזדקנות הפרחים והפתיחה שלהם לאורך זמן ושמירת הצבע גם לאחר הזדקנות העלים, כפי שרואים לגבי שני הזנים באיור 9 וכפי שדווח בעבודות קודמות (פילוסוף-הדס וחוב' 2011; מאיר וחוב' 2013), העבודה הנוכחית התמקדה בהשפעת הטיפולים על הזדקנות העלים.



איור 8: השפעת טיפולי הטענה ב- STS + TDZ והרכב תמיסת האגרטל (LL) על מדד הצהבת העלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב'), לאחר סימולצית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ) ו- 15 ימים באגרטל. הגדרת מדד הצהבה בעלים מתוארת בתמונה ג' כאשר 1 = עלה ירוק ורענן; 5 = עלה צהוב. התוצאות מייצגות ממוצעים של 20 פרחים ± סטיית תקן.



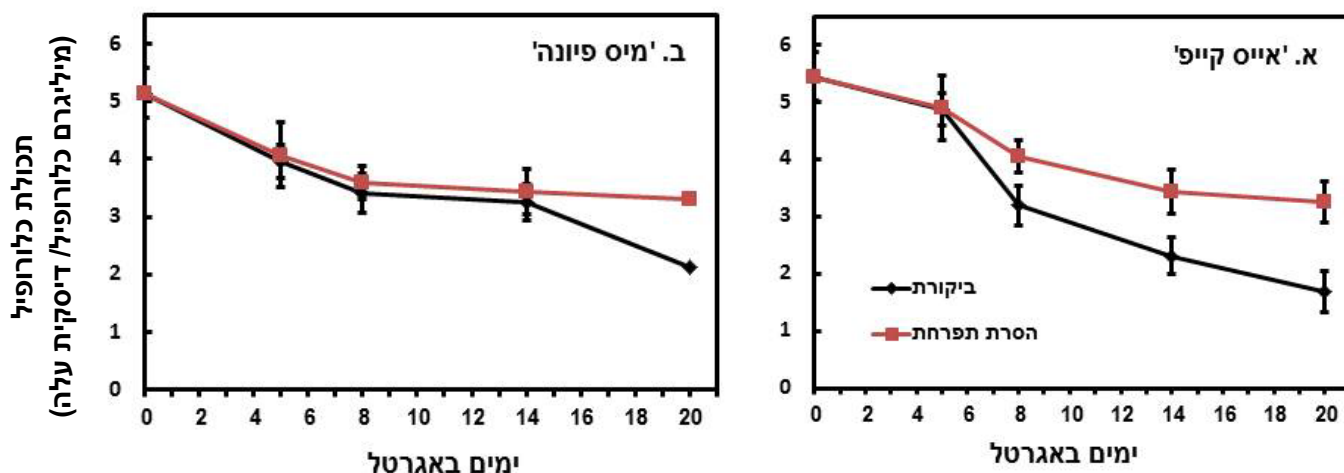
איור 9: השפעת טיפולי הטענה ב- STS + TDZ והרכב תמיסת האגרטל (LL) על המופע של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') לאחר סימולציית משלוח ימי לאירופה (8 ימים ב- 2 מ"צ) ו- 15 ימים באגרטל.

ד. 2. השוואת יחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות בפרחי פלוקס משני הזנים

לצורך בחינת ההשפעה של הפרחים והפקעים, המשמשים מבלע לסוכרים וליסודות הזנה שמקורם בעלים, על הזדקנות העלים של שני זני הפלוקס, הוסרו התפרחות מענפי הקטיפ, ונבדקה תכולת הכלורופיל בעלים וכן הצהבת העלים הוערכה חזותית עפ"י דרגות ההצהבה (תמונה 2). דוגמאות נלקחו מעלים בגובה של 25 ס"מ מענפי פריחה מהם הוסרו התפרחות בהשוואה לעלים מענפי פריחה מהם לא הוסרו התפרחות. הירידה בתכולת הכלורופיל היא מדד פיסילוגי המראה למעשה בעקיפין ירידה ברמת הפוטוסינתזה. מהתוצאות המוצגות באיור 10 א' ניתן לראות, שבפרחים מזן 'אייס קייפ' הסרת התפרחות עיכבה בצורה משמעותית את הירידה בתכולת הכלורופיל בעלים החל מהיום החמישי באגרטל בהשוואה לפרחי הביקורת.

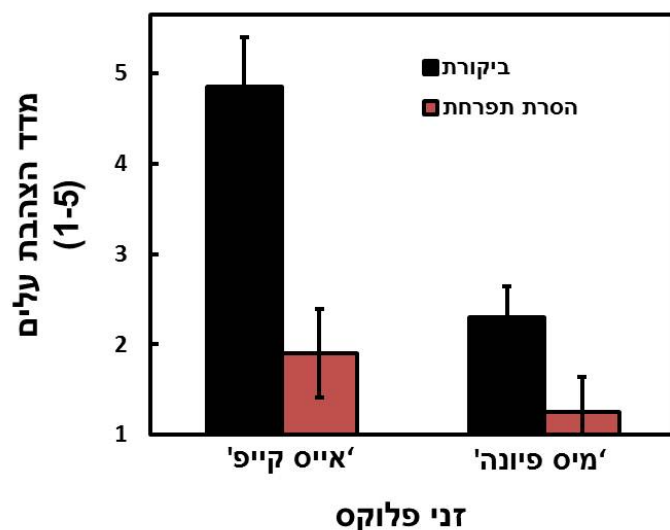
בזן 'מיס פיונה' בו הזדקנות העלים איטית יחסית (איור 10 ב') ניתן לראות, שלא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים עד ליום 14 באגרטל, ורק לאחר 20 יום באגרטל הסרת התפרחות עיכבה בצורה משמעותית את הירידה בתכולת הכלורופיל. לעומת זאת, בזן 'אייס קייפ' הסרת התפרחות עיכבה באופן מובהק את הירידה ברמת הכלורופיל, שנשארה ברמה גבוהה עד לסוף הניסוי (איור

10א'). בשני הזנים הסרת התפרחות שמרה על רמה גבוהה וקבועה יחסית של כלורופיל במהלך 20 ימי אגרטל (איור 10).

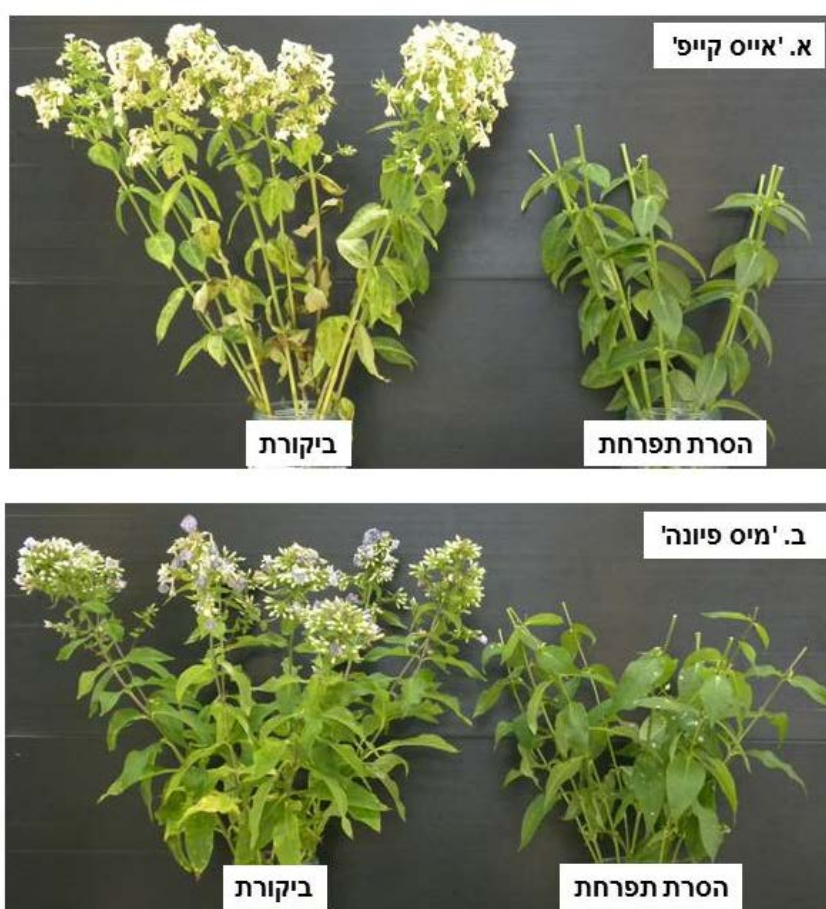


איור 10: השפעת הסרת התפרחות על תכולת הכלורופיל בעלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א') ו'מיס פיונה' (ב') במהלך חיי האגרטל. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות \pm סטיית תקן.

כדי לאמת את תוצאות תכולת הכלורופיל, מדד ההצהבה של העלים הוערך גם בצורה חזותית ביום 15 בחיי האגרטל, עפ"י הסולם המוצג בתמונה 2, כאשר דרגה 1 היא עלה ירוק ודרגה 5 היא עלה צהוב. מהתוצאות המוצגות באיור 11 ניתן לראות, שהסרת התפרחת עיכבה בצורה משמעותית את הצהבת העלים בשני הזנים, כאשר מדד הצהבת העלים בזן 'אייס קייפ' לאחר 15 יום באגרטל היה גבוה בהרבה מזה של העלים בזן 'מיס פיונה'. הבדל מובהק ומשמעותי בהצהבת העלים נמצא במיוחד בזן הרגיש 'אייס קייפ'. מהתוצאות המוצגות באיור 12 ניתן לראות את מופע העלים ביום 15 באגרטל בשני הזנים, כאשר לאחר הסרת התפרחות העלים נשארו ירוקים ויפים בהשוואה לפרחי הביקורת. בנוסף, העלים של פרחי הביקורת בזן 'אייס קייפ' נראו צהובים יותר מהעלים של פרחי הביקורת בזן 'מיס פיונה', דבר המשקף את קצבי ההזדקנות השונים שלהם.



איור 11: השפעת הסרת התפרחות על מדד הצהבת עלים של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' ו'מיס פיונה' ביום 15 באגרטל. הגדרת מדד ההצהבה בעלים מתוארת באיור 8' כאשר 1 = עלה ירוק ורענן; 5 = עלה צהוב. התוצאות מייצגות ממוצעים של 20 פרחים \pm סטיית תקן.



איור 12: השפעת הסרת התפרחות על המופע של פרחי פלוקס מהזנים 'אייס קייפ' (א) ו'מיס פיונה' (ב) לאחר 15 ימים באגרטל.

ה. דיון

בעבודה הנוכחית בוצע מחקר השוואתי בין שני זני פלוקס הנבדלים זה מזה בקצב הזדקנות העלים, כאשר העלים בזן 'אייס קייפ מזדקנים בקצב מהיר, בעוד שהעלים בזן 'מיס פיונה' מזדקנים בקצב איטי יותר לאחר הקטיף. המטרה הראשונה הייתה לעקוב במהלך חיי האגרטל אחר ההשתנות של מדדים פיסולוגיים וביוכימיים, המייצגים תהליכים מטבוליים שונים במהלך הזדקנות העלים, בפרחי קטיף שעברו הדמיית משלוח ימי מיראל לאירופה (אחסון בקרטון בחושך למשך 8 ימים ב- 2 מ"צ). המטרה השנייה הייתה לבחון האם טיפול הטענה בציטוקינין (TDZ) ובמעכב פעילות של אתילן (STS), בשילוב עם נוכחות סוכר בתמיסת האגרטל (LL), יעיל בעיכוב הזדקנות העלים בשני הזנים לאחר הדמיית המשלוח הימי. המטרה השלישית הייתה לבחון האם הבדלים ביחסי מקור-מבלע בין העלים לתפרחות בשני הזנים, עשויים להסביר את ההבדלים בקצבי ההזדקנות השונים של העלים בשני זנים אלו.

התוצאות שהתקבלו מראות, שמרבית מדדי ההזדקנות שנבחנו בעלים מפרחי הביקורת אכן משתנים בקצב שונה בשני הזנים במהלך חיי האגרטל, בהתאם לקצבי ההזדקנות שלהם. כך אחוז דליפת היונים, המעיד על התפרקות הממברנות, התחיל מערך גבוה של 14% בזמן 0 בזן 'אייס קייפ' בו הזדקנות העלים מהירה, והגיע לאחר 12 ימי אגרטל לערך של כ- 25% (איור 2א). לעומת זאת, בזן 'מיס פיונה' בו הזדקנות העלים היא איטית, אחוז דליפת היונים התחיל מערך נמוך יותר בזמן 0 (6%), וכעבור 12 ימי אגרטל הגיע לערך של 15% בלבד (איור 2ב). ההבדלים בערכי אחוז דליפת היונים בין שני הזנים בזמן 0 משקפים למעשה את הקצב השונה של תהליך ההזדקנות בעלים, שהחל ברגע הקטיף והמשיך במהלך האחסון הממושך בחושך שבוצע כהדמיה למשלוח ימי. נראה לכן, שתהליך הזדקנות העלים של הזן 'אייס קייפ' החל למעשה עוד במהלך האחסון בחושך, בעוד שתהליך ההזדקנות בעלים של הזן 'מיס פיונה' החל למעשה רק לאחר הצבת הפרחים באגרטל, בין יום 5 ל-12, שכן רק בתקופה זו הובחנה עלייה באחוז דליפת היונים (איור 2ב).

פירוק הכלורופיל מהווה גם הוא את אחד המדדים הבולטים בתהליך ההזדקנות. מהתוצאות שהתקבלו בניסוי הכלורופיל בעבודה זו (איור 3), לא נראה שינוי משמעותי בתכולת הכלורופיל בעלים במהלך חיי האגרטל, ולא היה הבדל בקצב שינויי הכלורופיל בין הזנים. נראה לכן שהתוצאות של ניסוי זה אינן משקפות את תהליך הזדקנות העלים בשני הזנים, ואין להתייחס אליהן, שכן בשני ניסויים נוספים שבוצעו בעבודה זו אכן התקבלו שינויים בתכולת הכלורופיל. יתכן והבעיה נובעת משיטת הדגימה, המבוססת על מדגם של דיסקיות מהעלים ולא דגימה של העלה כולו. כתוצאה מכך, עלולים להיווצר הבדלים בבדיקת הכלורופיל, שכן ההזדקנות אינה אחידה בכל העלה וישנם גם איים ירוקים יותר וכתמים חומים בשלבי הזדקנות מתקדמים (איור 9). לכן הערכת ההזדקנות החזותית המבוססת על כל העלים, הרבה יותר אמינה במקרה הזה. מהתוצאות המוצגות באיור 10 לגבי פרחי הביקורת, נראה שתכולת הכלורופיל בעלים אכן יורדת בהדרגה במהלך 20 ימי אגרטל, כאשר קצב הירידה בזן 'אייס קייפ' מהיר יותר מאשר בזן 'מיס פיונה'. בנוסף, גם תוצאות של עליה בממד החזותי של הצהבת

העלים ביום ה- 15 באגרטל, המשקפות למעשה ירידה בתכולת הכלורופיל, מצביעות על מגמה דומה, כאשר מדד הצהבת העלים בזן 'מיס פיונה' היה נמוך יותר מאשר בזן 'אייס קייפ' (איור 8).

פירוק החלבונים והעליה בתכולת חומצות האמינו המרכיבות אותם מהווים את אחד התהליכים הראשונים המתרחשים במהלך ההזדקנות. ואכן נראה, שפירוק החלבונים בעלים של פרחי הביקורת מהזן 'אייס קייפ' היה מהיר ביותר, ולאחר 12 ימי אגרטל תכולת החלבון ירדה מערך של 5.5 מיקרוגרם לערך של כ- 1 מיקרוגרם (איור 6א). לעומת זאת, בעלים של הזן 'מיס פיונה' המזדקנים באיטיות, תכולת החלבון כמעט ולא השתנתה במהלך 12 ימי אגרטל, וירדה מערך של 5 מיקרוגרם ל- 4 מיקרוגרם (איור 6ב). העלייה בתכולת חומצות האמינו בעלים של שני הזנים משקפת את התהליך המקביל, כאשר קצב העלייה היה מהיר יותר העלים של פרחי הביקורת מהזן 'אייס קייפ' בהשוואה לעצב העלייה האיטי בעלים של פרחי הביקורת מהזן 'מיס פיונה' (איור 7).

קצב הנשימה של העלים מעיד על חיוניותם, כאשר עם ההזדקנות קצב הנשימה הולך ויורד בשל הירידה בפעילות המטבולית. אכן נראה, שלעלים של פרחי הביקורת מהזן 'מיס פיונה' היה קצב נשימה גבוה בזמן 0 (40 מיקרוליטר לגר' לשעה), שהלך וירד עד לערך של 5 מיקרוליטר לגר' לשעה לאחר 12 ימי אגרטל (איור 5ב). לעומת זאת, קצב הנשימה של העלים של פרחי הביקורת מהזן 'אייס קייפ' היה נמוך בהרבה בזמן 0 (10 מיקרוליטר לגר' לשעה), ולא השתנה בצורה משמעותית במהלך 12 ימי אגרטל (איור 5א). התוצאות מצביעות על כך, שבעוד שהעלים של הזן 'מיס פיונה' היו עדיין חיוניים בזמן 0 מיד לאחר הדמיית המשלוח הימי, בעלים של הזן 'אייס קייפ' כבר החל תהליך ההזדקנות, כפי גם נצפה מההבדלים באחוז דליפת היונים בזמן 0 בעלים משני הזנים (איור 2).

לעומת התהליכים שתוארו לעיל, שאר המדדים שנבחנו בעבודה אינם משקפים את ההבדלים בקצבי הזדקנות העלים בפרחי הביקורת של שני הזנים. כך, אחוז תכולת המים בעלים של שני הזנים היה דומה, ולא השתנה בצורה משמעותית במהלך חיי האגרטל (איור 1). איבוד מים מהעלים משקף תהליך של כמישה. נראה לכן, שתהליך הזדקנות העלים לא אירע בשל כמישה, שכן העלים כמעט ולא איבדו מים במהלך חיי האגרטל. גם תהליך ייצור האתילן האנדוגני בעלים של פרחי הביקורת אינו משקף את ההבדלים בתהליך ההזדקנות של העלים משני הזנים, שכן קצב ייצור האתילן היה נמוך ודומה בשני הזנים, וכמעט שלא השתנה בצורה משמעותית במהלך חיי האגרטל (איור 4).

בעבודה קודמת שבוצעה במעבדה במרכז וולקני (מאיר וחוב', 2013) נמצא, שהטענת פרחי פלוקס קטופים בציטוקינין תידיאזורון (TDZ) הייתה מאוד יעילה בעיכוב הזדקנות העלים מבלי לפגוע באיכות הפרחים, בנוסף נמצא, שיש לשלב עם הציטוקינין את מעכב פעילות האתילן, STS, כדי למנוע את הזדקנות הפרחים ונשירתם, למרות שה- STS לא עיכב את הזדקנות העלים. הוספת סוכר לתמיסת האגרטל (LL) הייתה בעלת השפעה חיובית בזן 'ברייט איי', אך הגבירה את הצהבת העלים בזן 'מיס פיונה'. הטיפול בציטוקינין TDZ (שניתן בשני פורמולציות שונות) עיכב באופן מובהק ביותר את הצהבת העלים בשני הזנים גם בנוכחות הסוכר באגרטל (מאיר וחוב' 2013). התופעה הזו, של הגברת ההזדקנות ונזקים בעלים כתוצאה מהוספת סוכר בתמיסת ההטענה או האגרטל, ידועה ונחקרה באופן יסודי יותר בורדים (מאיר וחוב', 1995; Markhart et al. 1995). הנזק של הוספת סוכר לתמיסת

האגרטה מוסבר בכך, שקליטת הסוכר המגיעה בצינורות ההובלה (קסילים) בתאים של העלים אינה יעילה, כיוון שהתנועה של הסוכרים באופן טבעי היא מהעלים (המשמשים מקור) אל הפרחים (המשמשים מבלע). כתוצאה מכך, סוכרים יכולים להצטבר בין התאים של העלים ולגרום לעליה בפוטנציאל האוסמוטי באיזור זה, דבר הגורם ליציאת מים מהתאים, להזדקנות והתייבשות מקומית. לעומת זאת, בפרחים הקליטה של הסוכר טובה והסוכר משפר את פתיחת הפרחים, דוחה את הזדקנותם ומשפר בהרבה מקרים את הצבע, כפי שניתן לראות גם בעבודה הנוכחית (איור 9) ובעבודות קודמות עם פלוקס ופרחים אחרים כגון גרווילאה, דלפיניום ועוד (פילוסוף-הדס וחוב', 2011; מאיר וחוב', 2013). בעבודות קודמות שבדקו את השפעת תוספת סוכר על העלווה נמצא, שטיפולים מעכבי טרנספירציה כגון ההורמון חומצה אבציסית (ABA), אנטיטרנספירנטים ומעכב אתילן (STS), עשויים למנוע את ההשפעה השלילית של הסוכר על העלים (מאיר וחוב', 1995; Markhart et al. 1995).

בעבודה הנוכחית ניסינו לבחון האם לטיפול המיטבי שנמצא יש השפעה בעיכוב הזדקנות העלים בשני הזנים בעלי קצבי ההזדקנות השונים. לטיפולים השונים לא הייתה השפעה משמעותית על מדדי אחוז תכולת המים (איור 1), אחוז דליפת היונים (איור 2) ותכולת הכלורופיל (איור 3) בעלים של שני הזנים במהלך חיי האגרטה. יחד עם זאת, כפי שצוין לעיל, אין להתחשב בתוצאות תכולת הכלורופיל בניסוי זה (איור 3), שכן מדד הצהבת העלים (המשקף למעשה את תכולת הכלורופיל) אכן הושפע מהטיפולים השונים (איור 8). מהתוצאות שהתקבלו לגבי מדד זה נראה, שטיפול ההטענה ב-STZ + TDZ לא השפיע על מדד הצהבת העלים בזן 'אייס קייפ' לאחר 15 ימי אגרטה, אך עיכב את ההצהבה בעלים של הזן 'מיס פיונה' ומנע לחלוטין את ההשפעה השלילית של הוספת הסוכר בזן זה (איור 8). לעומת זאת, בניגוד לתוצאות שהתקבלו בעבודה הקודמת בזן 'אייס קייפ' (מאיר וחוב', 2013), בעבודה הנוכחית נוכחות סוכר באגרטה (LL) הגבירה את ההצהבה בעלים של פרחים מהזן 'אייס קייפ' בשני הטיפולים (איור 8א). יחד עם זאת, בדומה לעבודה הקודמת, גם בעבודה הנוכחית נמצא, שטיפול ההטענה ב-STZ + TDZ מנע את הנזקים הנובעים מטיפול הסוכר בעלים מהזן 'מיס פיונה' שהזדקנותם איטית, הן מבחינת ההצהבה (איור 8ב) והן מבחינת המופע (איור 9ב).

תוצאות אלו תואמות את השפעת הטיפולים על מדד תכולת החלבון (איור 6) וחומצות האמינו (איור 7) בשני הזנים, כאשר נוכחות סוכר באגרטה הגבירה את הירידה בתכולת חלבון ואת העלייה המקבילה בתכולת חומצות האמינו, אך הטיפול המשולב עיכב את התהליכים רק בזן 'מיס פיונה'. גם התוצאות שהתקבלו לגבי השפעת הטיפולים על קצב הנשימה בעלים משני הזנים מצביעות על מגמה דומה, כאשר הטיפול המשולב עיכב את הירידה בקצב הנשימה רק בזן 'מיס פיונה', אך הגביר במקצת את קצב הנשימה בזן 'אייס קייפ' (איור 5). יחד עם זאת, הטיפול המשולב הגביר את קצב ייצור האתילן האנדוגני בעלים משני הזנים (איור 4), דבר שנחשב כגורם מעודד הזדקנות. אך מאחר ונמצא בעבודה הקודמת, שהעלים אינם מושפעים מ-STZ (פילוסוף-הדס וחוב', 2011; מאיר וחוב', 2013), הדבר מרמז שהם אינם רגישים לאתילן, כך שעלייה בקצב ייצור האתילן האנדוגני שלהם אינה מהווה גורם מאיץ הזדקנות.

השפעת הסרת התפרחות בענפי הפריחה משני הזנים על הזדקנות העלים נבחנה כדי לנסות ולהסביר באמצעות יחסי מקור-מבלע את הגורם להזדקנות המואצת של העלים בזן 'אייס קייפ' בהשוואה לעלים מהזן 'מיס פיונה'. כידוע, מחסור במוטמעים בעלים עקב הובלתם לתפרחות המתפתחות, עשוי להוות את אחת הסיבות להזדקנות מהירה של העלים. התוצאות שהתקבלו בעבודה הנוכחית אכן מצביעות על הבדלים מובהקים בהזדקנות העלים משני הזנים בתגובה להסרת התפרחות. נראה בבירור שהסרת התפרחות בפרחים מהזן 'אייס קייפ' עיכבה בצורה מובהקת את הירידה החדה בתכולת הכלורופיל במהלך 20 ימי אגרטל כבר החל מיום 8, בעוד שהסרת התפרחות בפרחים מהזן 'מיס פיונה' לא השפיעה על הירידה המתונה בתכולת הכלורופיל במשך 14 ימי אגרטל, ורק ביום ה-20 התקבלה השפעה מעכבת (איור 10). תוצאות אלו חוזקו ע"י התוצאות הדומות שהתקבלו לגבי מדד הצהבת העלים (איור 11) ומופע הפרחים (איור 12) לאחר 15 ימי אגרטל. מתוצאות אלו ניתן להסיק, שההזדקנות המהירה של העלים בפרחי הזן 'אייס קייפ' נובעת כנראה ממחסור במוטמעים ויסודות הזנה עקב המבלע החזק שיוצרות התפרחות, כאשר המוטמעים מובלים אליהן. לעומת זאת בפרחי הזן 'מיס פיונה' התפרחות אינן מהוות מבלע חזק, שכן המחסור במוטמעים הורגש רק לאחר כ-15 ימים באגרטל, מאחר ורק אז הסרת התפרחות עיכבה את הזדקנות העלים.

סיכום:

ההזדקנות המואצת של העלים בפרחי הזן 'אייס קייפ' לוותה בשינויים משמעותיים במדדי ההזדקנות, שכללו עליה באחוז דליפת היונים, ירידה בתכולת הכלורופיל והחלבון ועליה בתכולת חומצות האמינו ובמדד הצהבת העלים וכן ירידה בקצב הנשימה במהלך חיי האגרטל לאחר הדמיית משלוח ימי. כל השינויים במדדים הנ"ל היו מתונים יותר בעלים של פרחים מהזן 'מיס פיונה' שהזדקנות העלים בו איטית. לעומת זאת, לא הובחן שינוי משמעותי באחוז תכולת המים ובקצב ייצור האתילן האנדוגני בעלים משני הזנים, וכנראה ששני תהליכים אלו אינם מהווים חלק מתהליך ההזדקנות. נוכחות הסוכר בתמיסת האגרטל, שנמצאה בעבודה קודמת כחיונית להמשך פתיחת הפרחים ושמירת הצבע, עלולה לגרום לנזקים בעלים, כפי שהתבטא בעבודה הנוכחית במדדים השונים בעיקר בזן 'מיס פיונה'. הטיפול של הטענה בציטוקינין TDZ + מעכב האתילן STS בשילוב עם סוכר בתמיסת האגרטל היה יעיל בעיכוב הזדקנות העלים ובמניעת נזקי הסוכר רק בזן 'מיס פיונה'. נראה, שההזדקנות המהירה של העלים בפרחי הזן 'אייס קייפ' נובעת כנראה ממחסור במוטמעים עקב המבלע החזק שיוצרות התפרחות, כאשר המוטמעים מובלים אליהן. לעומת זאת, בפרחי הזן 'מיס פיונה' התפרחות אינן מהוות מבלע חזק, ולכן הזדקנות העלים בו איטית יותר. יתכן והתפרחות בזן 'מיס פיונה' אינן מהוות מבלע חזק בשל תכולה גבוהה יותר של עמילן בהן, המשמש כמקור לסוכרים מסיסים בפרח, ולכן התפרחות אינן זקוקות להובלה של סוכרים מהעלים. הנחה זו דורשת עדיין הוכחה ניסויית.

1. רשימת ספרות

1. דותן, א. (2007). 1-methylcyclopropene (1-MCP): לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה בהפחתת רגישות לאתילן ושיפור האיכות של פרחי קטיפ. עבודת גמר לקבלת תואר "מוסמך במדעי החקלאות", הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.
2. יעקובי, ב., זיו, מ. (1999). עקרונות הפיסיולוגיה של הצמח. הוצאת ספרים ע"ש י"ל מאגנס, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
3. לשם, י.י., הלוי, א.ח. (1978). תהליכי התפתחות בעולם הצומח, הוצאת "יחדיו".
4. לשם, י.י., הלוי, א.ח., פרנקל, ח. (1982). תהליכי הזדקנות ובקרתם בעולם הצומח. הוצאת "יחדיו".
5. מאיר, ש., דוידזן, ה., ראובני, י. ופילוסוף-הדס, ס. (1995). שיפור איכות פרחי ורדים מזן יגואר ע"י טיפולי הטענה בסוכרוז בשילוב עם טבילת העלווה באנטיטרנספירנטים. דפי מידע, תשנ"ו נובמבר 1995.
6. מאיר, ש., סלים, ש., מור, י. ופילוסוף-הדס, ס. (2003). ליזיאנתוס - שיפור משך חיי האגרטל באמצעות הוספת ציטוקינין לתמיסת ההטענה המומלצת. עולם פורח, 29: 44-46.
7. מאיר, ש., פילוסוף-הדס, ס., דרובי, ס., פרידמן, ח., סלים, ש., קוכאנק, ב., פרצלן, י., צדקה, ת., רוט, א., ואיבנוב-שחר, י. (2013). פיתוח והרחבת השינוע של כלל מוצרי הנזי בתובלה ימית כמיזם ייעודי משולב בעל חשיבות לאומית לחקלאות ישראל. דו"ח שנתי למיזם 11-0391-430, הוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 64 עמודים.
8. פילוסוף-הדס, ס., מאיר, ש., דרובי, ס., פרידמן, ח., רוזנברגר, א., סלים, ש., פרצלן, י., צדקה, ת., רוט, א. (2011). הובלה ימית של ענפי קישוט ופרחי קטיפ ותיקים וחדשים פיתוח טיפולים ואריזות לשיפור האיכות וגיבוש המלצות לחקלאים. דו"ח מסכם לתכנית 10-0203-430, הוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 44 עמודים.
9. צ'רנוב, ז. (2009). לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה של ציטוקינינים בשילוב סוכר בדחיית הזדקנות פרחים בענפי קטיפ של גרווילאה (*Grevillea 'Spiderman'*). עבודת גמר לקבלת תואר "מוסמך במדעי החקלאות", הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.
10. Bradford, M.M. (1976). A Rapid and sensitive method for the quantitation of the microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
11. Markhart, H.M. and Harper M. (1995). Deleterious effects of sucrose in preservative solutions on leaves of cut roses. *HortScience* 30: 1429-1432.
12. Philosoph-Hadas, S., Meir, S. and Aharoni, N. (1991). Effect of wounding on ethylene biosynthesis and senescence of detached spinach leaves. *Physiol. Plant.* 83: 241-246.

13. Sankhla, N., Mackay, W.A. and Davis, T.D. (2003). Reduction of flower abscission and leaf senescence in cut Phlox inflorescences by thidiazuron. *Acta Hort.* 628: 837-841

נספח 2: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של פרחי קטיף (פרח שעווה וגרווילאה)

א. פרח שעווה

מבוא:

פרח שעווה נמנה על משפחת ההדסיים (*Mytaceae*) ומוצאו ממערב אוסטרליה. הגידול הובא לארץ בשנות השבעים. עם השנים הובאו זנים נוספים והגידול התפתח בהיקפו והגיע לכ- 3,500-4,000 דונם בארץ. יצוא הענפים מסתכם בכ- 60 מיליון ענף לשנה ועוד 5 מיליון לשוק המקומי, כאשר 45 מיליון ענף לייצוא משווקים דרך מסלול הבורסות. חשוב לציין, שישראל היא הספק הבלעדי של ענפי פרח שעווה לאירופה בתקופת החורף. אזורי הגידול העיקריים הם אזור לכיש, חבל הבשור והשרון, בהם מגדלים כ- 15 זנים שונים. הזנים נבדלים ביניהם בצורת הענף, צבע הפרח, גודל הפרח, צפיפות הפרחים, כמות העלווה, גודל וצבע הפקע ומועד הפריחה. מגוון זנים זה מאפשר את פרישת השיווק של פרח שעווה מישראל החל מחודש אוקטובר ועד לחודש מאי.

טיפול בפרח הקטוף: בנושא הטיפול בפרח הקטוף של פרח שעווה ביצענו בעבר עבודה מקיפה מאוד. ב- 1997 פרסמנו שני מאמרים (מאיר וחוב', דפי מידע 1997; דרובי וחוב', דפי מידע 1997) העוסקים בפתרון הבעיות של יצוא הפרחים בתנאים קשים, הן למסלול רחוק ליפן והן לאירופה בתובלה אווירית, כשתנאי הלוגיסטיקה לא היו אופטימליים. בתנאים אלו הוגדרו בעיות של עקת מים והופעת ריקבון הנובע מבוטריטיס ואלטרנריה. הפתרונות שמצאנו כללו טיפולי הטענה ב- STS + טיפולי טבילה באוקסין NAA למניעת הנשירה. הטבילה באוקסין הייתה בשילוב עם פונגיצידיים יעילים כנגד בוטריטיס (ספורטק או רוברל) ותוספת של האנטיטרנספירנט פוליקוט. כן דיווחנו, שהטענה שכללה ABA הפחיתה משמעותית את עקת המים ונשירת העלים עקב סגירת הפיוניות. על בסיס הממצאים הנ"ל פיתחנו טיפולים אופטימליים לפרח הקטוף שיש ליישם בשני שלבים: 1) לאחר הקטיף ועד לטיפול הטבילה יש להחזיק את הענפים בקירור בתמיסה המכילה STS + החומר המשמר TOG-4, במטרה למנוע תגובות לעקה עד טיפול ההטענה; 2) לאחר מיון והכנת האגדים יש לטבול אותם בתמיסה המכילה שילוב של: STS, NAA, אנטיטרנספירנט (דפנדר או מגן-2001) והפונגיצידי המתאים ביותר - פולאר. נמצא, שבנוסף לפעילותו היעילה של הפולאר כנגד בוטריטיס, הוא גם יעיל מאוד לשמירת האיכות של העלים (מאיר וחוב', עולם הפרח 2009). הטיפול המיטבי שפורט לעיל נמצא כמתאים מאוד לתובלה ימית של רוב זני פרח שעווה שנבחנו. הפרחים הגיעו למשך חי אגרטל של יותר משבועיים בניסוי משלוח ימי מסחרי ובחינת חי האגרטל במעבדת הבורסה בהולנד לאחר הדמיה של תובלה באירופה, ושהייה בחנות פרחים לאחר התובלה הימית באנייה ובמכולה (מאיר וחוב', עולם הפרח 2008). הטיפול הנ"ל דרוש ומתאים גם לאפיקי השיווק האחרים כמו שוק מקומי, ויש ליישמו כמובן בצורה מושכלת. כלומר, ניתן לוותר על תוספת האנטיטרנספירנט כיוון שעקת מים פחות צפויה לשוק המקומי, וגם הפונגיצידי לא נדרש בתקופה יבשה אם המטע מטופל באופן שוטף כנגד גורמי מחלות, אך לא ניתן לוותר בשום אופן על הטיפולים שמעכבים נשירה (אוקסין ו-STS).

הטיפול שהומלץ והוכיח את עצמו (להלן יוגדר "**הטיפול המומלץ**") כולל טבילת הענפים בתמיסה בשילוב של התכשירים הבאים: STS-75 0.3% + 4% מגן-2001 + TOG-L-102 0.1% (המכיל אוקסין NAA) + 0.05% פולאר. לאחר הטבילה הפרחים יוטענו בחומר המשמר TOG-4 0.2% המכיל 8-הידרוקסיקווינולין ציטראט. טיפול הטענה ב- TOG-4 0.2% בלבד ללא טיפול הטבילה יוגדר בנספח זה כ"**ביקורת**".

למרות האמצעים המצוינים והמוכחים שפיתחנו בעבר לטיפול לאחר הקטיף והמונעים לחלוטין את בעיות הנשירה בפרח שעווה, המוצר נחשב כפרח בעייתי עם נשירה חמורה של עלים ופרחים. זהו אחד הגורמים שסדרי פרחים רבים בארץ (שוק מקומי) ובחול"ל נמנעים מלכלול פרח שעווה בזרים שלהם למרות

האפשרויות הרבות בשימוש. כך עולה למשל מסיכומי דיון שולחן פרח שעווה, שהתקיים באוקטובר 2012: *"כדי לשמור על מקומו של המוצר בשוק יש לשפר מאוד את כל מרכיבי האיכות והאמינות. איכות הענף כוללת בתוכה את צורת הענף, פרחים ועלווה ללא מחלות ופגמים, אחידות המוצר ואחידות הצבע ומשך חיי המדף. בתוך נושא חיי המדף נראה שהבעיה העיקרית היא נשירת הפרחים והעלים, אשר עולה מתוך תלונות הקונים. יש חשיבות גבוהה לשיפור של כלל המגדלים, כי כל חקלאי ששולח תוצרת פגומה פוגע בשם הטוב של כולם."*

בנוסף, למרות הטיפול המוצלח המאפשר תובלה ימית בביטחון (ניסויים במעבדה בוולקני, במשלוחי ניסיון לאירופה ובמשלוחים מסחריים בהיקף גדול), עדיין ישנן תקלות לא מובנות גם בפרחים עמידים המטופלים ע"י מגדלים שמקפידים על הטיפול לפרטיו. דוגמה למקרה כזה מובאת בתוצאות הניסוי שבוצע בזן 'אייבורי' (ראה להלן איורים 9 ו-10). לכן, ועדת המגדלים של פרח שעווה ומדריכי שה"מ הציעו להתמקד בשנת המחקר האחרונה של הפרויקט הנוכחי באיתור ובירור דרכים לשיפור הטיפול במטע משלב הקטיף ועד ליישום הטיפול המומלץ, שהוכיח את עצמו, כיוון שהענפים עלולים לעבור עקה בשלבים אלו.

שאלות ספציפיות שנבחנו בשנת המחקר האחרונה: (1) בחינת הטיפולים המומלצים והשפעתם על שלושה זנים של פרח שעווה: 'אייבורי' ו'עדי' שגודלו בלכיש, זון חדש (מוטציה ספונטנית) שכונה באופן זמני 'ויקי ורוד'; (2) בחינת ההשפעה של טיפול ריסוס באנטיטרנספירנט לפני הקטיף במטרה למנוע עקת מים לאחר הקטיף בזן 'אייבורי'; (3) בחינת תכשיר חדש של מעכב פעילות אתילן - 1-MCP ביישום מידי לאחר הקטיף (בזן 'אייבורי'), וכן ביישום בקרטון כטיפול עזר לאחר הטיפול המומלץ ואריזת הפרחים למשלוח (בזנים 'אייבורי', 'אורכיד ורוד' ו'אורכיד חדש'); (4) בחינת החשיבות של קטיף במים לעומת קטיף יבש והשוואה של תמיסות הטענה (בזנים 'סגול בכיר', 'אייבורי', 'עדי', 'ויקי ורוד', ו'ויקי קלון 3').

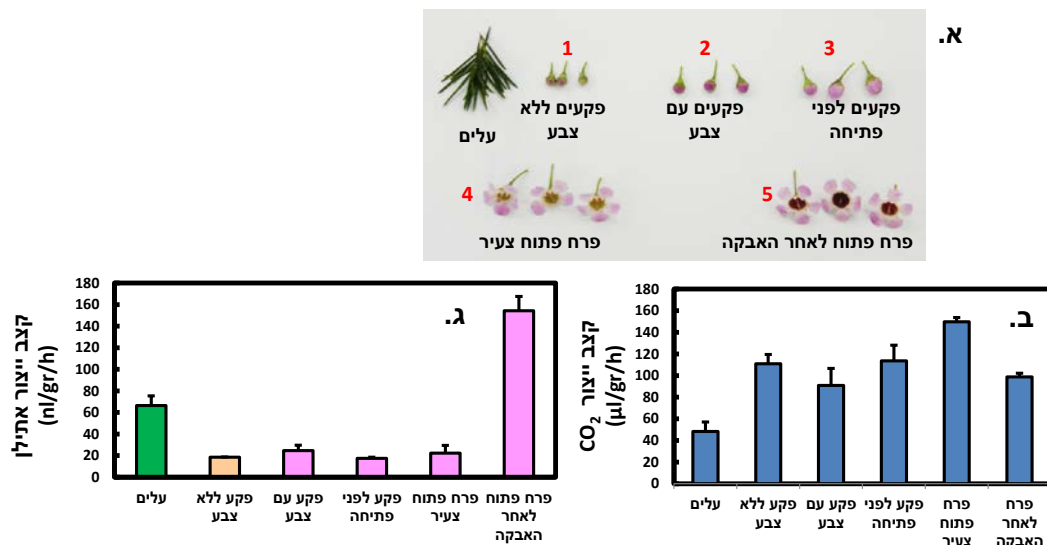
ניסויים, תוצאות ומסקנות:

א.1. בחינת זן חדש 'ויקי ורוד' – רגישות לאתילן ואפשרות ייצוא בתובלה ימית

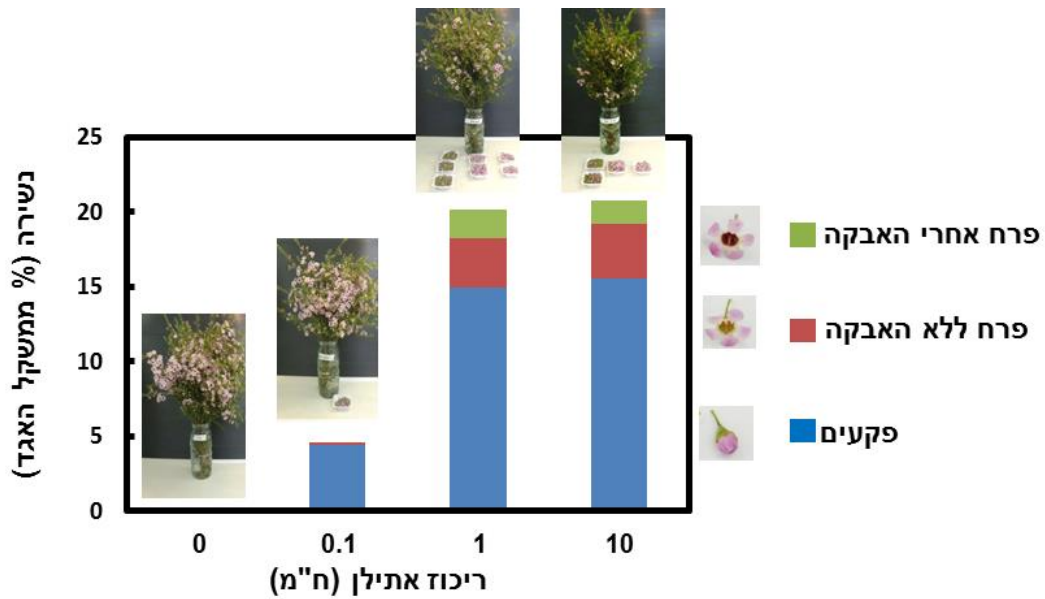
הזן החדש שכונה באופן זמני 'ויקי ורוד' מצטיין ביופיו ובפרחיו הוורודים הגדולים. כאיפיון ראשוני נבחנו קצבי הנשימה וייצור אתילן ע"י עלים ופרחים בשלבי התפתחות שונים, רגישות לחשיפה לאתילן חיצוני בריכוזים שונים למשך 24 שעות, והאם "הטיפול המומלץ" מגן על הפרחים מהחשיפה לאתילן חיצוני. נמצא, שקצב הנשימה של הפרחים לא משתנה במיוחד במהלך התפתחות הפרח למעט השיא בשלב הפרח הפתוח, שהיה כפול מקצב הנשימה של העלים (איור 1). לעומת זאת, קצב ייצור האתילן היה גבוה יותר בעלים מאשר בפרחים לבד מהעלייה המשמעותית של ייצור האתילן לאחר האבקת הפרחים (איור 2), שזו תופעה ידועה בפרחים שונים המשרה את הזדקנותם. בפרח שעווה הפרחים לאחר ההאבקה יכולים להישאר אפילו חודשים על הצמח, שכן הזדקנותם אינה מלווה בשינויים דרמטיים לבד מהשתנות הפיגמנטציה באזור קערת הצוף במרכז הפרח. יש לציין, שלמרות קצב ייצור האתילן הגבוה בעלים, לא נצפתה נשירת עלים גם לאחר חשיפת הענפים ל- 10 ח"מ אתילן. נראה, שהעלים בזן זה רגישים לנשירה רק כאשר הם מזדקנים ו/או לאחר עקת מים במהלך חיי האגרטל. לעומת זאת, הפרחים ובעיקר הפקעים הגדולים שלפני פתיחה, רגישים לאתילן, ונראתה נשירה משמעותית כבר לאחר חשיפה לאתילן חיצוני בריכוז נמוך של 0.1 ח"מ (איור 2). העלאת ריכוז האתילן ל- 1 ח"מ החמירה מאוד את עוצמת הנשירה, שכנראה הגיעה לרוויה מבחינת הרגישות לאתילן בריכוז זה, שכן הנשירה לא גברה עם העלאת ריכוז האתילן ל- 10 ח"מ (איור 2). יש לציין, ש"הטיפול המומלץ" שכלל טבילה בתמיסה הכוללת STS, היה יעיל ביותר במניעת נשירת הפרחים גם לאחר חשיפתם לריכוז אתילן של 1 ח"מ (איור 3). התוצאות המובאות באיור 4 מראות בבירור, שהטיפול המומלץ לכשעצמו והן בשילוב עם LL בתמיסת האגרטל מפחיתים באופן משמעותי וסינרגיסטי את הנשירה. הטיפול המומלץ היה דומה בהשפעתו ל- LL בעיכוב הנשירה בפרחים שהוצבו באגרטל ללא הדמיית משלוח (איור

4א), אך היה יעיל בהרבה מאשר LL בשתי סימולציות המשלוח (איורים 4ב', 4ג'). למרות זאת, בניגוד לממצאים קודמים בניסויים עם זנים אחרים, הטיפול המומלץ לכשעצמו לא האריך את משך חיי האגרטל בזן זה לאחר כל הסימולציות שנבחנו (איור 5). זה נובע כנראה מכך, שגם נשירה של פקעי פרחים ופרחים ביום 5, שהגיעה בהשפעת הטיפול המומלץ ללא LL לתחום של 1.5-2% בלבד, מהווה אחוז נשירה גבוה שתורם לקיצור משך חיי האגרטל. משך חיי האגרטל הבסיסי של הפרחים (בפרחי ביקורת ו- TOG-6 באגרטל) היה 7 ימים, וירד ל- 5 ימים בשתי סימולציות המשלוח (איור 5). להוספת תמיסת "מזון פרחים" (LL) המכילה גלוקוז לתמיסת האגרטל הייתה ההשפעה המובהקת ביותר על משך חיי האגרטל, שהגיע לכמעט 10 ימים ללא המשלוח, ל- 8 ימים לאחר סימולציה של תובלה אווירית ול- 6-7 ימים בלבד לאחר התובלה הימית. מופעי הפרחים באגרטל בהשפעת הטיפולים השונים ממחישים את ההשפעה של LL על טורגידיות הענפים, אשר נראים שמוטים בתמיסת TOG-6 בכל הסימולציות (איור 6). רואים ברור שהטיפול המומלץ עיכב את נשירת הפרחים, שנראים דחוסים וצפופים גם בתמיסת TOG-6 לאחר 7 ימים באגרטל (איורים 6א' ו- 6ב'), בהתאם לתוצאות שהוצגו באיור 4. ההשפעה של נוכחות LL באגרטל על שמירת המשקל של האגדים מתוארת בתוצאות המובאות באיור 7א' לאחר סימולציה של תובלה אווירית, ובאיור 7ב' לאחר סימולציה של תובלה ימית.

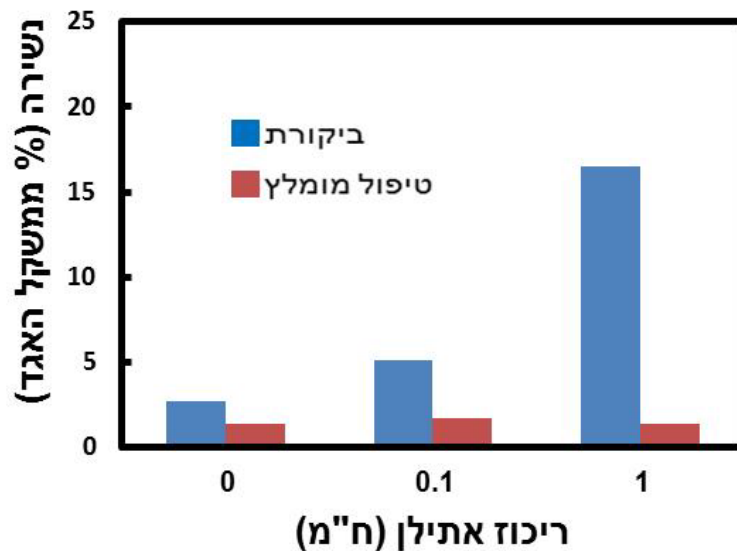
לסיכום נראה, שהזן החדש 'ויקי רוד' אינו מתאים לתובלה ימית, והתוספת של LL באגרטל חיונית לגביו, כפי שמומלץ לכל זני פרח השעווה. הזן רגיש מאוד לאתילן חיצוני הגורם לנשירה, ולכן הטבילה ב-STs חיונית למניעת נשירה מחשש לחשיפה לאתילן חיצוני גם בריכוז נמוך של 0.1 ח"מ.



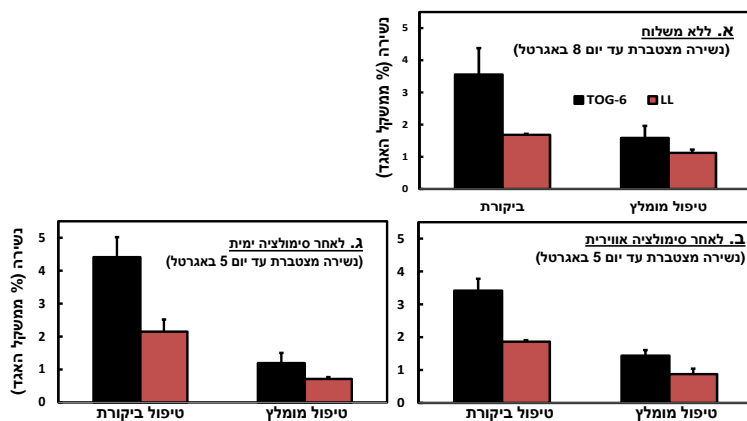
איור 1: המופע של עלים, פקעים ופרחים פתוחים בשלבי התפתחות שונים של פרח שעווה מהזן 'ויקי רוד' (א'), וקצבי הנשימה (ייצור פד"ח) (ב') וייצור אתילן (ג') באיברים אלו. הפרחים נקטפו ביום קודם והודגרו בתמיסת כלורין TOG-6 בחדר התצפית (20 מ"צ) עד למועד הדגימה. לבדיקת קצבי הנשימה וייצור אתילן, האיברים השונים נשקלו והודגרו בארלנמאיריים אטומים של 50 מ"ל למשך שעתיים, עד לדגימת האווירה לגז כרומוטוגרף. התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 4 חזרות.



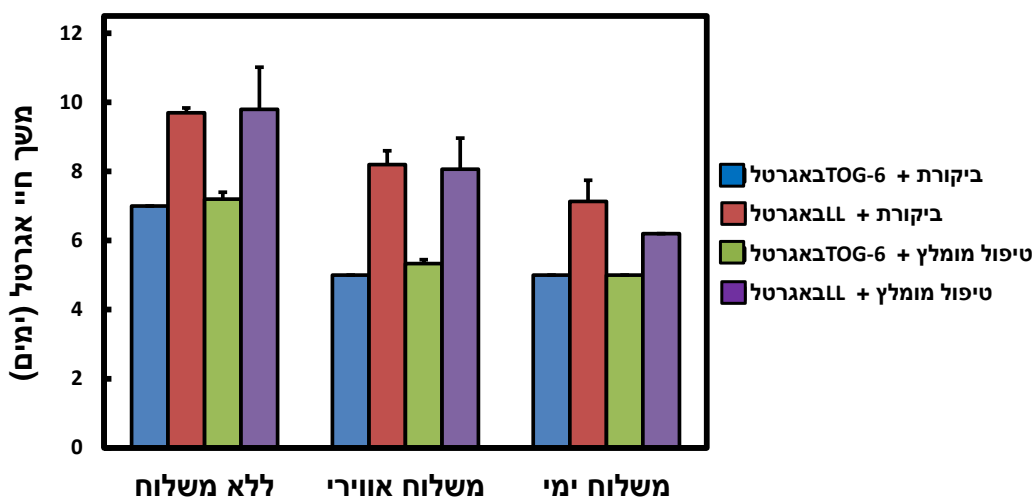
איור 2: השפעת חשיפה של ענפי פרח שעווה מהזן 'ויקי ורוד' לאתילן בריכוזים שונים (0, 0.1, 1 ו-10 ח"מ) למשך 24 שעות ב-20 מ"צ על נשירת פרחים בשלבי התפתחות שונים. הנשר נאסף בתום החשיפה לאתילן לאחר טלטול קל ומויין ל-3 קבוצות: פקעים, פרחים שלא עברו האבקה ופרחים שעברו האבקה ובהם יש פיגמנטציה באזור הצוף. הערכת הנשר בוטאה כאחוז משקל הנשר מהמשקל הכולל של האגד.



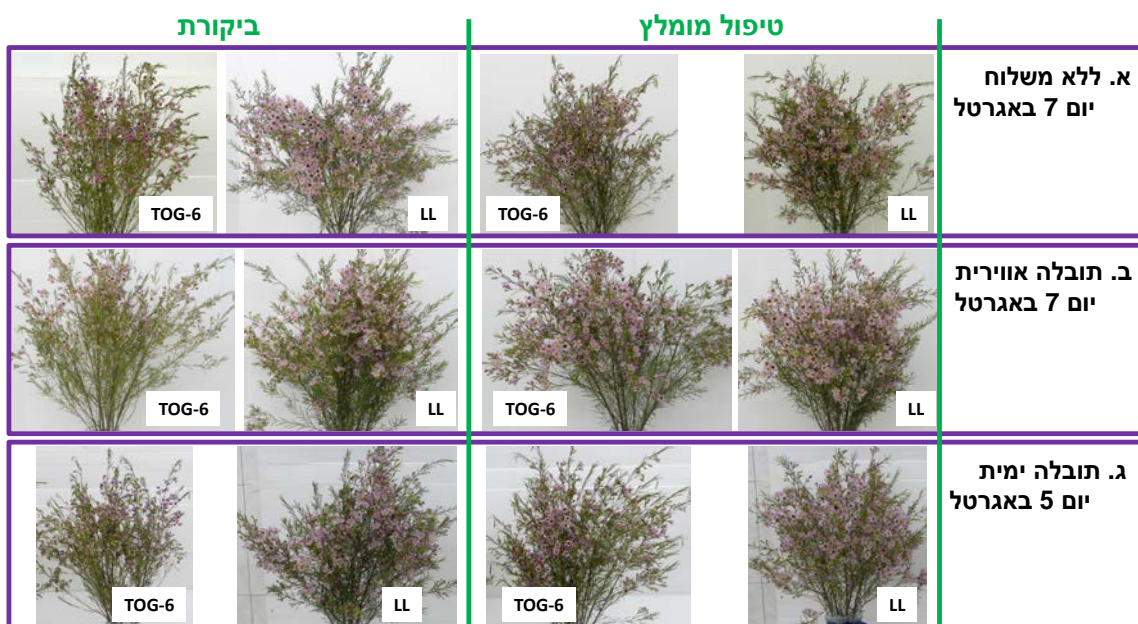
איור 3: השפעת הטבילה (הטיפול המומלץ) של ענפי פרח שעווה מהזן 'ויקי ורוד' על רגישותם לאתילן חיצוני. ענפי הפריחה נטבלו בטיפול המומלץ, הועברו לתמיסת TOG-4 ונחשפו לאתילן חיצוני בריכוזים שונים (0, 0.1, 1 ח"מ) למשך 24 שעות ב-20 מ"צ. ענפי הביקורת הוטענו ב-TOG-4 בלבד בזמן החשיפה לאתילן. לאחר החשיפה לאתילן הפרחים הועברו לאגרנטל בתצפית בתמיסת כלורין TOG-6 והנשר של פרחים ופקעים נאסף במשך 3 ימים ונשקל כמתואר באיור 2. אחוז הנשר מוצג כ- % נשירה מצטבר במשך 3 ימים מתום הטיפול באתילן (שהוגדר כיום 1).



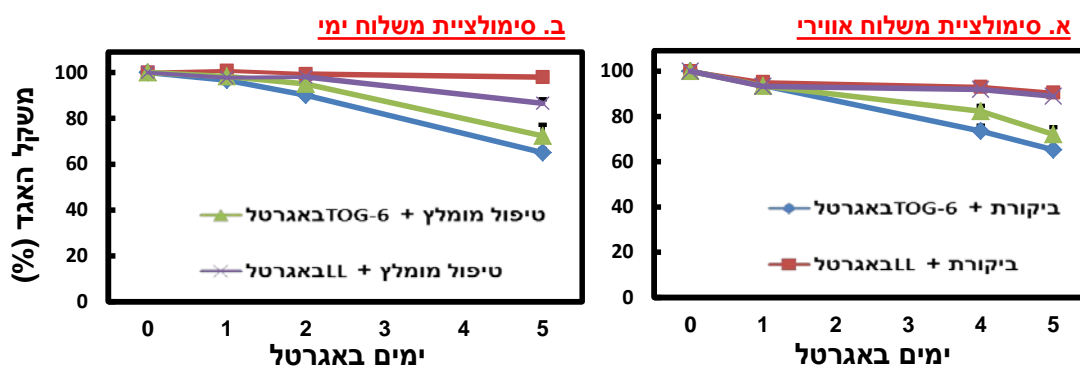
איור 4: השפעת הטיפול המומלץ ותוספת "תמיסת מזון" LL לתמיסת האגרטל על % הנשירה של פקעים ופרחים של פרח שעווה מהזן 'ויקי ורוד' במשך 8 ימים באגרטל ללא סימולציית משלוח (א), ובמשך 5 ימים לאחר סימולציה של תובלה אווירית (ב) או תובלה ימית (ג). הפרחים נארזו בדחיסה ונעטפו בריעה למניעת איבוד מים. הסימולציה לתובלה אווירית הייתה יומיים ב- 6 מ"צ ולתובלה ימית - 8 ימים ב- 2 מ"צ. בתום סימולציות המשלוח, מכל טיפול נלקחו 30 ענפים, 15 ענפים הוצבו ב- TOG-6 ו- 15 ענפים ב- LL ב- 3 חזרות של 5 ענפים באגרטל. התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 3 חזרות.



איור 5: השפעת הטיפול המומלץ ותוספת "תמיסת מזון" LL לתמיסת האגרטל על משך חיי האגרטל של פרח שעווה מהזן 'ויקי ורוד' ללא משלוח ולאחר סימולציות של תובלה אווירית וימית. סוף משך חיי האגרטל התבסס על מופע כללי של הענף: נשירה, טורגידיות והזדקנות העלים. הניסוי בוצע כמפורט באיור 4. התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 3 חזרות.



איור 6: השפעת הטיפול המומלץ ותוספת "תמיסת מזון" LL לתמיסת האגרטל על המופע של פרחי שעווה מהזן 'ויקי ורוד' לאחר 7 ימים באגרטל ללא סימולציית משלוח (א'), לאחר סימולצייה של תובלה אווירית ו- 7 ימים נוספים באגרטל (ב'), ולאחר סימולצייה של תובלה ימית ו- 5 ימים נוספים באגרטל (ג'). פרטי הניסוי מתוארים באיור 4.



איור 7: השפעת הטיפול המומלץ ותוספת "תמיסת מזון" LL לתמיסת האגרטל על שינויים במשקל האגד של פרחי שעווה מהזן 'ויקי ורוד' במהלך 5 ימים באגרטל לאחר סימולצייה של תובלה אווירית (א') או ימית (ב'). במועדים המצויינים בגרף חושב המשקל של כל אגד כאחוז מהמשקל ההתחלתי של האגד (100%), שנקבע בתחילת חיי האגרטל. פרטי הניסוי מתוארים באיור 4.

א.2. בחינת הזנים 'אייבורי' ו'עדי' - רגישות לאתילן ואפשרות היצוא שלהם בתובלה ימית

במסלול לרוטרדם (מסלול ממושך של 12 ימי תובלה)

בדומה לממצאים שהתקבלו לגבי הזן 'ויקי ורוד' (איור 1), גם בזן 'עדי' קצב נשימת הפרחים היה גבוה יותר מזה של העלים ולא נמצאו הבדלים בקצבי הנשימה של הפרח בשלבי ההתפתחות השונים (איור 8א). לעומת זאת, בזן 'אייבורי' לא היה הבדל בקצבי הנשימה של העלים בהשוואה לפרחים, וקצבי הנשימה היו נמוכים בכ- 40% בממוצע בהשוואה לזן 'עדי' (איור 8א). ניתן לראות בבירור, שיש הבדלים משמעותיים בקצבי הנשימה של הפרחים בשלושת הזנים: הגבוה ביותר הוא בזן 'ויקי ורוד' בתחום של 100-140 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה (איור 8ב), בזן 'עדי' - בסביבות 80 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה, ובזן 'אייבורי' קצב נשימה נמוך באופן משמעותי - 40-50 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה (איור 8א).

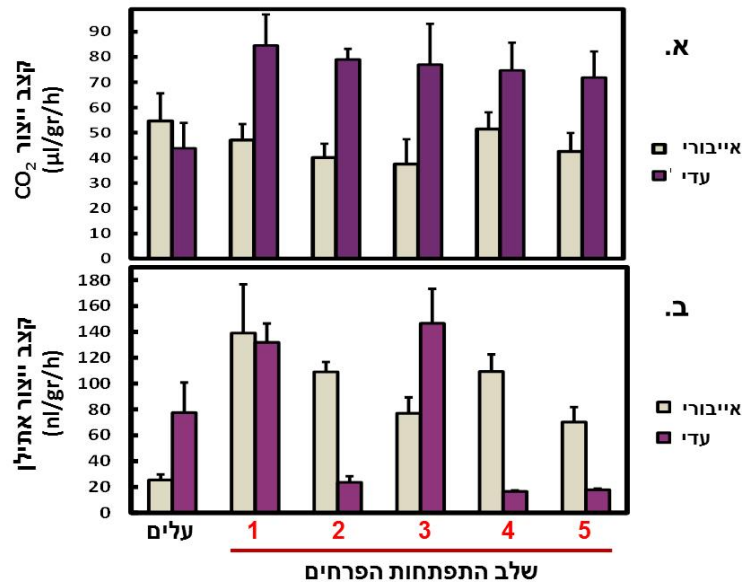
לגבי ייצור האתילן התמונה שונה לחלוטין, הן ברמות הייצור והן במעקובת של ייצור האתילן בשלבים האחרונים של התפתחות הפרח. בזן 'ויקי ורוד' היה קצב נמוך של ייצור אתילן בשלבי ההתפתחות הראשונים, שזינק רק בשלב המאוחר לאחר ההאבקה (איור 8ג). בזן 'אייבורי' היה קצב ייצור אתילן גבוה בהרבה, עם ירידה מסוימת לאחר ההאבקה (איור 8ב), ואילו בזן 'עדי' נצפו שני שיאים גבוהים של ייצור אתילן בפקע הקטן ובפקע לקראת הפתיחה, ובשלבים האחרים היה קצב ייצור אתילן נמוך מאוד (איור 8ב).

הזן 'אייבורי' נמצא בלתי רגיש לאתילן בתחום ריכוזים של עד 1 ח"מ למשך 24 שעות ב- 20 מ"צ. הזן 'עדי' נמצא רגיש לאתילן, והנשירה גברה ככל שריכוז האתילן עלה בתחום הריכוזים שנבדק (איור 9). הרגישות של הזן 'עדי' הייתה פחותה והגיעה רק לכ- 11% לאחר 3 ימים (איור 9), בהשוואה לזן 'ויקי ורוד', בו הנשירה הגיעה ל- 20% כבר בתום החשיפה לאתילן (איור 2). גם בזן 'עדי' "הטיפול המומלץ" הגן לחלוטין מפני האתילן החיצוני ולא נראתה כל נשירה גם לאחר 3 ימים בענפים שטופלו (איור 9).

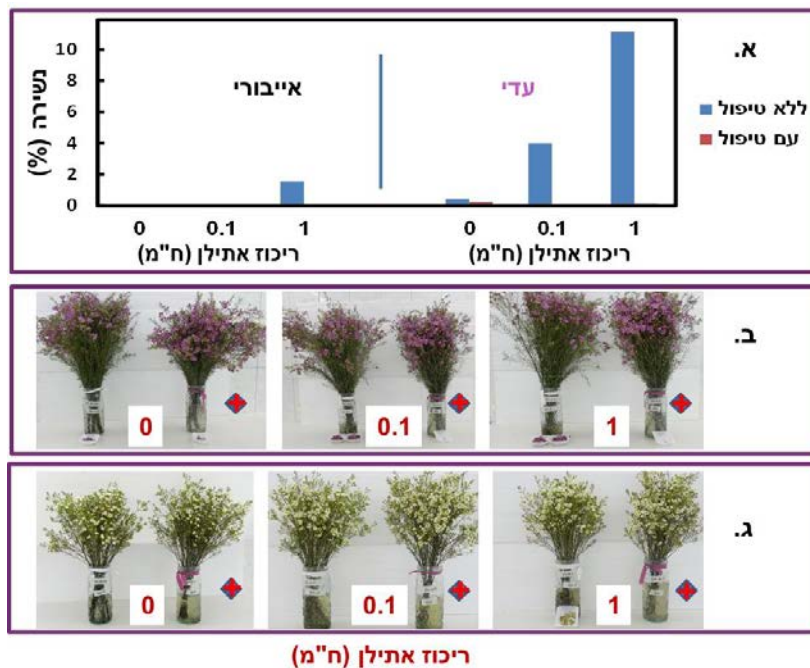
למרות ההגנה המושלמת מפני אתילן חיצוני ע"י הטיפול המומלץ, לאחר סימולציית התובלה הימית נצפתה נשירה שהגיעה לכמעט 0.5% בזן 'אייבורי' לאחר סימולציית תובלה ימית רגילה, ולכ- 1% לאחר התובלה הימית הממושכת (איור 10). בזן 'עדי' עוצמת הנשירה הייתה כפולה בשתי סימולציות המשלוח (איור 10). לתוספת "מזון פרחים" באגרטל לא הייתה בניסוי זה השפעה על הנשירה.

משך חיי האגרטל לאחר שתי הסימולציות לא היה מספק בשני הזנים: בתמיסת TOG-6 באגרטל בזן 'אייבורי' משך חיי האגרטל הגיע רק ל- 5 ימים בתובלה הימית הרגילה ול- 6 ימים בתובלה הימית הממושכת (איור 11). נוכחות LL בתמיסת האגרטל האריכה את משך חיי האגרטל בעיקר לאחר התובלה הימית הרגילה. הזן 'עדי' הגיע רק ל- 4 ימי אגרטל בשתי הסימולציות, ללא קשר להרכב תמיסת האגרטל (איור 11). יש לציין, שתוצאות אלו הן חריגות ולא מאפיינות ניסויים קודמים שבוצעו במעבדתנו ואף בדיקות חיי האגרטל שבוצעו במעבדה של הבורסה בהולנד (אותו המגדל ואותם הטיפולים), וניסויים נוספים המדווחים בהמשך. בניסוי משלוח של זנים יותר רגישים מאלו: 'אורכיד' ו'סגול' התקבלו 16 ימי אגרטל (פילוסוף-הדס וחוב' 2011). עובדה זו מצביעה על בעייתיות מסוימת ביישום הטיפול אצל המגדל בניסוי זה, או על עקה אפשרית בטווח הזמן מהקטיף ועד למיון ולטיפול הטבילה, ואולי ספציפית בתנאי העברת הפרחים מהמגדל לחדרי הקירור בוולקני. לצערנו, מסיבות טכניות לא בוצעו מעקב ובדיקות של טמפרטורת הענפים באריזה בשלבים אלו.

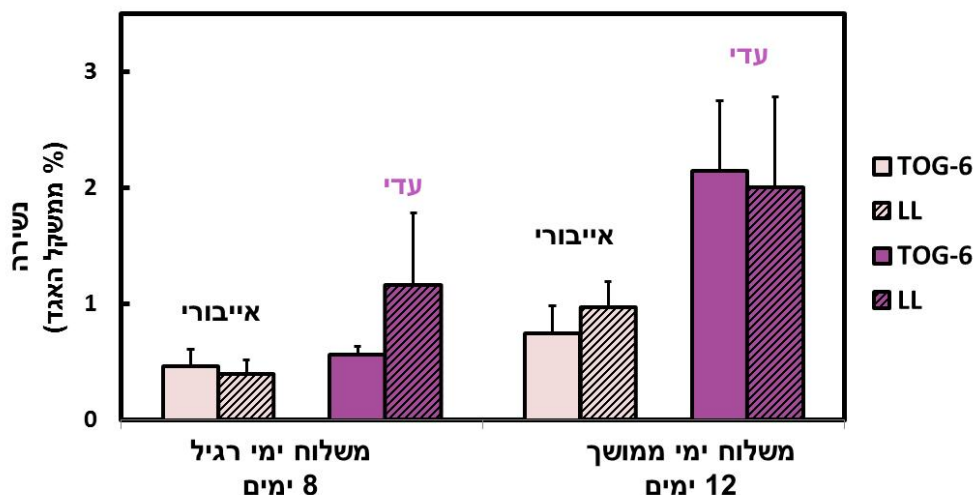
תוצאות אלו היוו את אחד הגורמים לגיבוש תוכנית הניסויים המתוארת בהמשך. שבוצעו בעזרת מדריכי שה"מ והמגדלים, במטרה לאתר כשלים ולענות על הבעיות היישומיות שהועלו.



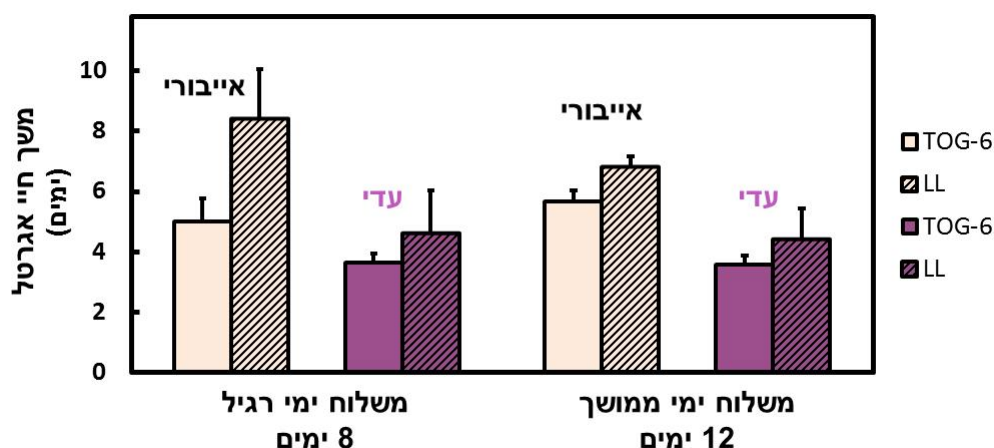
איור 8: קצב הנשימה (ייצור פד"ח) (א') וקצב ייצור אתילן (ב') בעלים ובפרחים בשלבי התפתחות שונים של הזנים 'איבורי' ו'עדי'. השלבים השונים של התפתחות הפרח 1-5 נדגמו כמתואר באיור 1א' בפרחים מהזן 'ויקי ורוד'. פרטי הניסוי הם כמתואר באיור 1. התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 4 חזרות.



איור 9: השפעת ה"טיפול המומלץ" על רגישות ענפי פרח שעווה מהזנים 'איבורי' ו'עדי' לאתילן חיצוני בריכוזים שונים (א') ועל מופע האגדים לאחר 3 ימים בזן 'עדי' (ב') ובזן 'איבורי' (ג'). ענפי פרח שעווה נחשפו לאתילן בריכוזים שונים (0, 0.1, ו-1 ח"מ) למשך 24 שעות ב-20 מ"צ והוצבו לאחר מכן בחדר תצפית בתמיסת אגרטל שהכילה כלורין אורגני (TOG-6). הנשר נאסף בתום החשיפה לאתילן לאחר טלטול קל ובמשך יומיים נוספים מהשולחן. התוצאות בגרף א' מתארות את אחוז הנשר המצטבר לאחר 3 ימים. סימן + אדום מימין לאגרטלים (ב', ג') מציין שהענפים טופלו ב"טיפול המומלץ" במשק המגדל (טיפול משקי לתובלה הימית), בהשוואה לפרחי הביקורת ללא הסימון +.



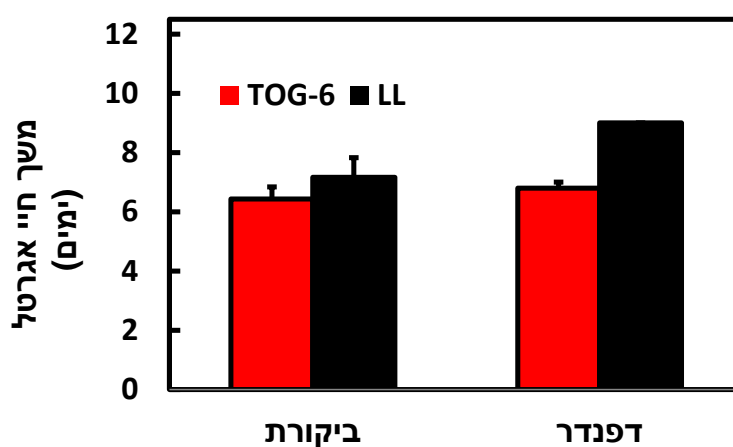
איור 10: השפעת ה"טיפול המומלץ", משך סימולציית המשלוח ותוספת "תמיסת מזון" LL לתמיסת האגרטל על אחוז הנשירה המצטברת במשך 3 ימי אגרטל לאחר סימולציות התובלה הימית בענפי פרח שעווה מהזנים 'אייבורי' ו'עדי'. כל הענפים טופלו ב"טיפול המומלץ" במשק המגדל, ולאחר יום בקירור כשהם מוטענים ב- TOG-4, הם נארזו והובאו לוולקני לסימולציות התובלה הימית ב- 2 מ"צ. בתום סימולציות המשלוח הענפים הוצבו בחדר תצפית בתמיסת אגרטל שהכילה כלורין אורגני (TOG-6) או תמיסת סוכר (LL) ונשקל משקל הנשר של פקעים ופרחים. התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 4 חזרות (5 ענפים באגרטל).



איור 11: השפעת הטיפול המומלץ, משך סימולציית המשלוח ותוספת "תמיסת מזון" LL לתמיסת האגרטל על משך חיי האגרטל של ענפי פרח שעווה מהזנים 'אייבורי' ו'עדי' ולאחר סימולציות של תובלה ימית. הניסוי בוצע כמפורט באיור 9. התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 4 חזרות (5 ענפים באגרטל).

א.3. בחינת אמצעים לשיפור האיכות של פרח שעווה לאחר תובלה ימית, עם דגש על השלבים שלפני הקטיף ועד ליישום של "הטיפול המומלץ"

עקת מים בשלב שלפני טיפולי הטבילה היא בעיה חמורה במשקים בהם המטע מרוחק מבית האריזה. הענפים במטעים כאלו נקטפים ומועמסים על עגלות נגררות ומוסעים אל בית האריזה להמשך מיון עד לביצוע טיפולי הטבילה וההטענה. במשקים מסוימים הענפים מוכנסים לחדרי הקירור כערמה לפני המיון (אחסון יבש). בתנאים אלו, ובעיקר בימים חמים, הענפים יכולים לאבד ממשקלם. עקת המים עלולה לגרום לייצור אתילן אנדוגני, וזאת בנוסף לאתילן החיצוני שהענפים יכולים להיחשף אליו ושמקורו מגזי הפליטה של הטרקטורים למשל. התוצאות המובאות באיור 12 מראות, שלריסוס הצמחים באנטיטרנספירנט לפני הקטיף עשויה להיות השפעה מועילה בעיקר בשילוב עם תמיסת 'מזון פרחים' LL בתמיסת האגרטל.

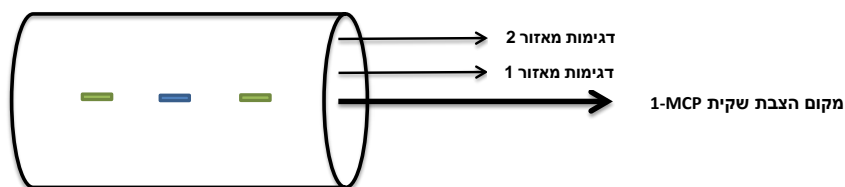


איור 12: השפעת ריסוס באנטיטרנספירנט דפנדר לפני הקטיף על משך חיי אגרטל של ענפי פרח שעווה מהזן 'אייבורי' לאחר סימולציה של תובלה אווירית. הצמחים רוססו בשדה באנטיטרנספירנט 3 ימים לפני הקטיף והוטענו בתמיסת TOG-4 לפני הקירור וסימולציית המשלוח ללא טיפול הטבילה, במטרה למנוע את ההשפעה הדומיננטית של טיפול הטבילה. בתום סימולציית המשלוח הענפים הוצבו בחדר תצפית בתמיסת אגרטל שהכילה כלורין אורגני (TOG-6) או תמיסת סוכר (LL). התוצאות מייצגות ממוצעים ושגיאות תקן של 4 חזרות.

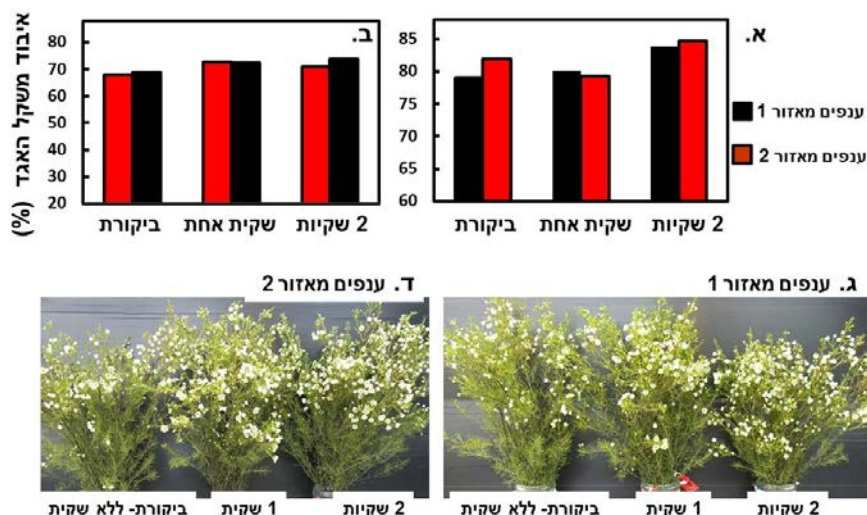
גישה נוספת למניעת נזקי עקה בשלבים מהקטיף ועד ליישום טיפול הטבילה נבחנה בעזרת תכשיר חדש המאפשר שחרור איטי של מעכב פעילות האתילן, 1-MCP (מחברת 'רימי'). החומר האבקתי ארוז בשקיות המשחררות את ה-1-MCP כאשר השקית סופגת לחות מהסביבה. הניסוי המתואר באיור 13 בוצע במשק בו המטע מרוחק מבית האריזה. במשק זה המגדל נוהג לעטוף את הענפים כגליל בעזרת רשת וכך מוביל אותם לבית האריזה לתוך חדרי הקירור (אחסון יבש) עד למיון והמשך הטיפול לפי ההמלצות.

התוצאות המובאות באיור 14 מראות, שהוספת השקיות המשחררות 1-MCP לגליל הענפים הפחיתה במידה מסוימת את רגישות הפרחים לאתילן חיצוני, בעיקר כאשר הוספו 2 שקיות לגליל. הדבר מתבטא באיבוד משקל קטן יותר בענפים משני אזורי הדיגום לאחר חשיפתם לאתילן (איור 14א), ובצפיפות הפרחים הרבה ביותר בענפים אלו לאחר 5 ימי אגרטל. אנשי חברת 'רימי' הציעו להרטיב מעט את שקיות ה-1-MCP כאשר מכניסים אותן לגליל כדי לשחרר בשלב הראשון כמות גדולה יותר של 1-MCP לשיפור השפעתו. בצורה זו השחרור של הגז 1-MCP יהיה מהיר ולא בשחרור איטי כפי שהתכשיר תוכנן. ניסוי כזה יבוצע בעונה הבאה. המדגם של 20 ענפים שיועד לבדיקת חיי האגרטל הוכנס לתמיסת אגרטל של LL. בתנאים אלו, ללא סימולציית משלוח, משך חיי האגרטל היה יותר מ-11 יום בכל הטיפולים (תוצאות לא מובאות), כך שלא ניתן היה ללמוד בתנאים אלו על ההשפעה של טיפול ה-1-MCP על משך חיי האגרטל בניסוי זה.

מס' טיפול	מס' שקיות 1-MCP	אזור המדגם ברשת
1	ביקורת ללא שקית	אזור 1
2	1 שקית	אזור 1 אזור 2
3	2 שקיות	אזור 1 אזור 2



איור 13: סכמה המתארת את הניסוי של הוספת שקיות המשחררות 1-MCP לגליל האריזה של הענפים בהובלה מהמטע לבית האריזה: מספר השקיות, מיקומן בגליל, ואיזור לקיחת דוגמאות הענפים מהגליל. השקיות סופקו באדיבות חברת 'רימי'. כל שקית מכילה 0.625 גרם אבקת 1-MCP (0.14% חומר פעיל). המלבן הכחול מסמל את המיקום של שקית יחידה באריזה, והמלבנים הירוקים מסמלים את המיקום של שתי שקיות. אזור דגימה 1 של הענפים היה קרוב יותר לשקיות, בעוד שאזור דגימה 2 היה בשולי הגליל. לאחר שהענפים הארוזים בגליל הובאו לבית האריזה הם הוכנסו לקירור למשך 24 שעות, ולאחר מכן נלקחו דוגמאות הענפים אל המעבדה בוולקני. המדגמים של 10 ענפים נחשפו ל-5 ח"מ אתילן למשך 24 שעות, ולאחר מכן הועברו לאגרטלים בתמיסת TOG-6. הענפים נשקלו לפני החשיפה לאתילן ולאחריה, ואיבוד המשקל מבטא בעיקר את אחוז הנשירה.

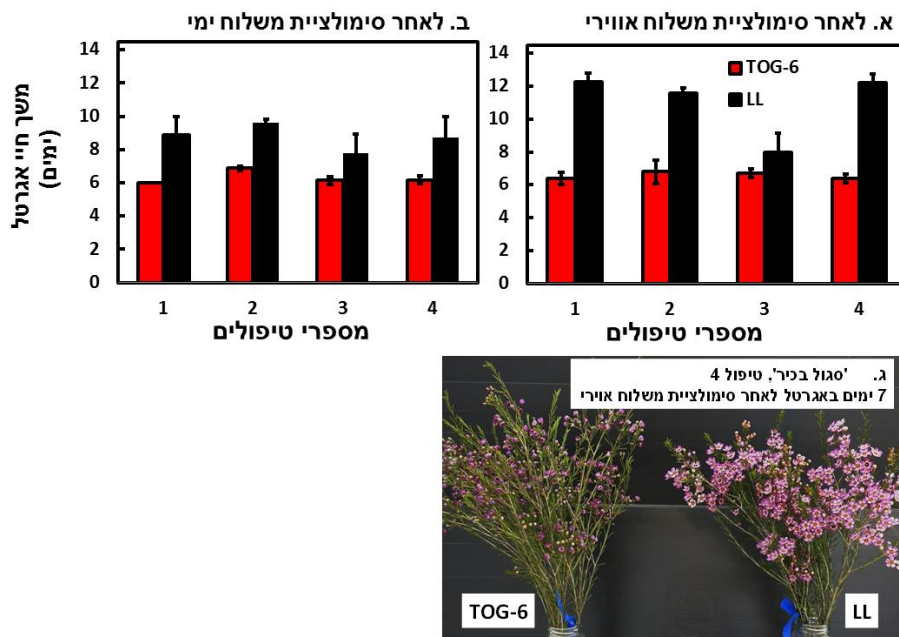


איור 14: השפעת הוספת שקיות משחררות 1-MCP לגלילי אריזת הענפים של פרח שעווה מהזן 'אייבורי' ומיקום הענפים באריזה על נשירת פרחים ופקעים לאחר חשיפת הענפים ל-5 ח"מ אתילן למשך 24 שעות (א') ולאחר 5 ימי אגרטל (ב'), ועל מופע הענפים שנדגמו מאזור 1 הסמוך לשקית (ג') או מאזור 2 המרוחק מהשקית (ד') לאחר 5 ימי אגרטל. הניסוי בוצע כמפורט באיור 13.

טבלה 1: טבלת טיפולים לניסוי לבחינת השאלות: קטיף למים או ליבש, הטענה מידית בקירור או בבית אריזה (ביא"ר), ובמקרה של קטיף יבש הטענה ב- TOG-4 או בגלילאו. הניסוי בוצע עם הזן 'סגול בכיר' שגודל בכפר חוגלה. כל הענפים קיבלו את טיפול הטבילה "טיפול מומלץ", ולאחר האריזה והקירור הועברו לוולקני לסימולציות לתובלה אווירית (יומיים ב-6 מ"צ) או ימית (9 ימים ב-2 מ"צ). בתום סמולציות המשלוח ענפי הפריחה הוצבו באגרטל בתמיסת TOG-6 או בתמיסת LL.

מס' טיפול	טיפול
1	קטיף למים והעברה לקירור ב- TOG-6, טבילה – "מומלץ" והטענה בתמיסת TOG-4 0.2%
2	קטיף למים והעברה לביא"ר ב- TOG-6, טבילה – "מומלץ" והטענה בתמיסת TOG-4 0.2%
3	קטיף ביבש והעברה לקירור ביבש, ב טבילה – "מומלץ" והטענה בתמיסת TOG-4 0.2%
4	קטיף ביבש והעברה לקירור ביבש, ב טבילה – "מומלץ" והטענה בתמיסת גלילאו 0.1%

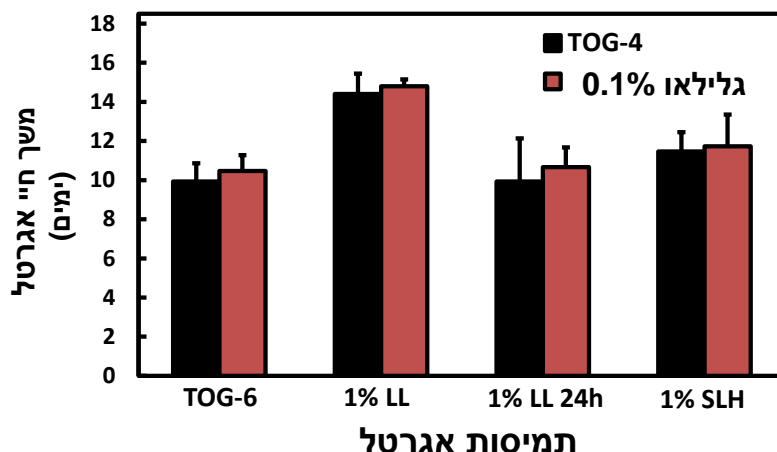
התוצאות המובאות באיור 15 מראות, שכאשר הפרחים הוצבו ב- TOG-6 לא היה הבדל בין הטיפולים (קטיף ביבש או ל- TOG-6, הטענה ב- TOG-4 או בגלילאו, ואף סימולציה לתובלה ימית מול אווירית), ומשך חיי האגרטל היה רק 6 ימים. לתמיסת LL הייתה השפעה מובהקת על משך חיי האגרטל, וממצא זה תומך בממצאים קודמים מניסויים רבים מאוד שכבר ביצענו בגידול זה. יחד עם זאת, כאשר תמיסת האגרטל הכילה LL, הקטיף למים היה עדיף על קטיף ביבש. אם הטענה הייתה בתמיסת גלילאו (המכילה את הבקטריוצידים והדטרגנטים שב- LL אך ללא סוכר) - חל תיקון משמעותי ומשך חיי האגרטל של ענפים שנקטפו ביבש היה דומה לזה של ענפים שנקטפו ל- TOG-6. התובלה הימית הפחיתה ב- 2-3 ימים את משך חיי האגרטל בתמיסת LL בהשוואה לתובלה אווירית, אך הייתה עדיין בטווח המתאים לתובלה ימית - כ- 9 ימים (איור 15ב').



איור 15: השפעת הטיפולים המפורטים בטבלה 1 על משך חיי האגרטל של ענפי פרח שעווה מהזן 'סגול בכיר' לאחר סימולציית של תובלה אווירית (א') או ימית (ב'), ועל המופע של ענפי פריחה שטופלו בטיפול 4 לאחר סימולציית משלוח אווירי ו-7 ימים באגרטל (ג'). התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות (5 ענפים באגרטל) \pm שגיאת תקן. איור 14'ג' מתאר את ההשפעה המובהקת של LL באגרטל על מופע הפרחים שטופלו בטיפול 4 כמפורט בטבלה 1. המספרים בציר ה-X באיורים א' וב' מציינים את מספר הטיפול כמפורט בטבלה 1.

טבלה 2: טבלת טיפולים לניסוי לבחינת השאלות: הטענה ב- TOG-4 או בגלילאו, בחינת תמיסת האגרטל, והאם מספיק לאחר המשלוח להכניס את הפרחים ל- LL בשלב המדמה את הפריקה ועד המכירה בבורסה. הניסוי בוצע עם הזן 'סגול בכיר' שגודל בכפר חוגלה. כל הענפים נקטפו לתמיסת TOG-6, קיבלו את טיפול הטבילה "טיפול מומלץ" ולאחר האריזה והקירור הועברו לוולקני לסימולציה לתובלה אווירית (יומיים ב- 6 מ"צ). בתום סימולציית המשלוח ענפי הפריחה הוצבו באגרטל בתמיסות שונות כמפורט בטבלה. LL קבוע – תמיסת האגרטל הכילה LL במשך כל חיי האגרטל; 24 שעות – הפרחים הודגרו בתמיסת LL למשך 24 שעות, ולאחר מכן הועברו ל- TOG-6.

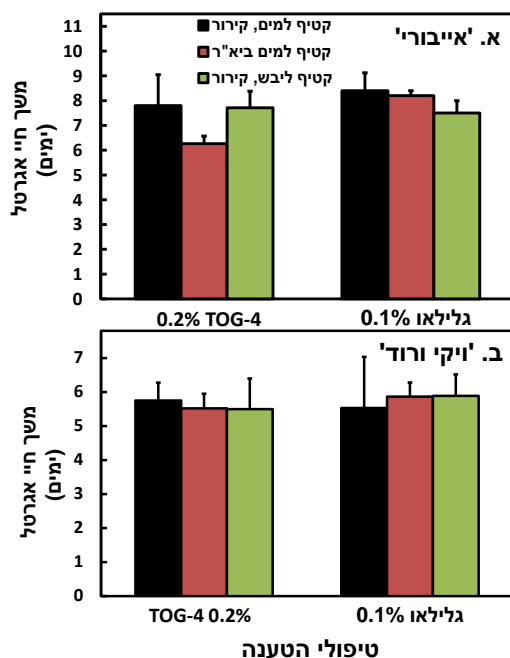
מס' טיפול	טיפול מקדים אצל המגדל	טיפול הטענה מחוץ למקרר, קירור 12 שעות לפני האריזה	תמיסת אגרטל
1	קטיף ל- TOG-6,	TOG-4	TOG-6
2	העברה למקרר,	TOG-4	1% LL קבוע
3	מיון, טבילה	TOG-4	1% LL למשך 24 שעות
4	ב"טיפול המומלץ"	TOG-4	1% SLH (LL חדש)
5	קטיף ביבש,	גלילאו 0.1%	TOG-6
6	העברה למקרר, מיון,	גלילאו 0.1%	1% LL קבוע
7	טבילה ב"טיפול המומלץ"	גלילאו 0.1%	1% LL למשך 24 שעות
8		גלילאו 0.1%	1% SLH (LL חדש)



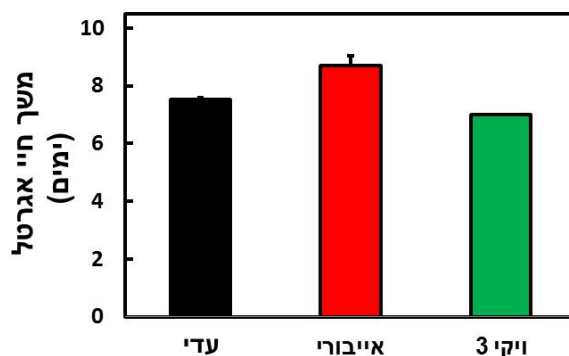
איור 16: השפעת טיפולי ההטענה ותמיסות האגרטל המפורטים בטבלה 2 על משך חיי האגרטל של ענפי פרח שעווה מהזן 'סגול בכיר' לאחר סימולציית תובלה אווירית. הענפים נקטפו ל- TOG-6 ונטבלו בטיפול המומלץ לפני סימולציית המשלוח. התוצאות מייצגות ממוצעים של 3 חזרות (5 ענפים לאגרטל) \pm שגיאת תקן.

התוצאות המובאות באיור 16 מראות, שכאשר הפרחים נקטפו ל- TOG-6 לא היה הבדל בין תמיסות ההטענה TOG-4 לעומת גלילאו, בדומה למה שהתקבל בניסוי הקודם (איור 15). שוב רואים את ההשפעה המובהקת של LL בשיפור משך חיי האגרטל, אך התמיסה צריכה להיות נוכחת לכל משך חיי האגרטל ולא מספיק רק ל- 24 שעות. תמיסת האגרטל החדשה שנבחנה, SLH הייתה פחות טובה מה- LL הרגיל, אם כי הייתה טובה יותר מאשר TOG-6.

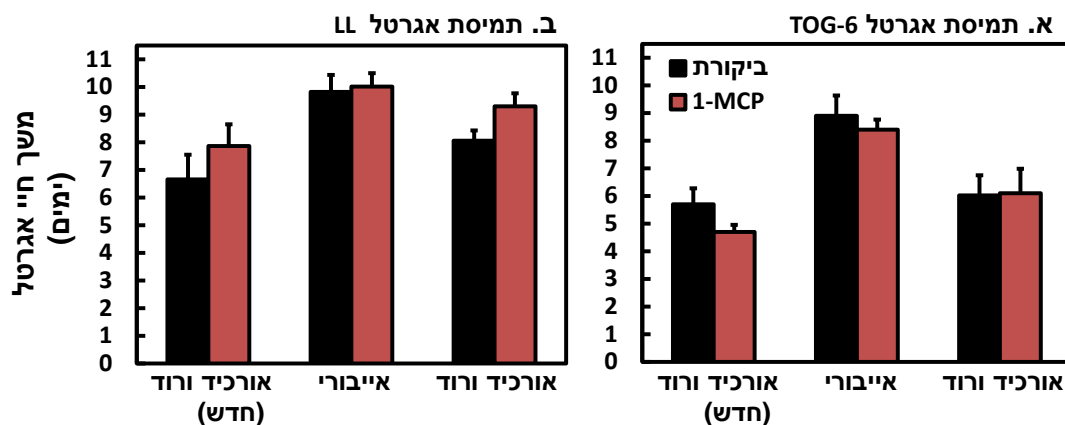
בניסוי נוסף, שבוצע עם הזנים 'אייבורי' ו'ויקי ורוד' ושנועד לבחון שוב מהן תמיסות ההטענה המתאימות לפרח השעווה - TOG-4 או גלילאו, נבחנה השפעת תמיסות ההטענה 'נטו' ללא טיפול טבילה מומלץ, עם TOG-6 בתמיסת האגרטל לאחר סימולציה של תובלה אווירית. התוצאות עם שני הזנים הראו, שלא היה הבדל בין שתי תמיסות ההטענה, ולא היה הבדל משמעותי בין קטיף ל- TOG-6 לקטיף יבש (איור 17). יש לציין שבמקרה זה, הקטיף בוצע במשק בו המטע אינו מרוחק מבית האריזה. בתנאים "בסיסיים" אלו (ללא טיפולי הטבילה, לאחר סימולציה לתובלה אווירית ותמיסת TOG-6 באגרטל) רואים, שמשך חיי האגרטל של פרחי הזן 'אייבורי' מגיע ל- 8 ימים, והוא ארוך יותר מאשר משך חיי האגרטל של הזן 'ויקי ורוד' המגיע רק לכ- 6 ימים (השוואת איורים 17א' ל- 17ב'). באותם תנאים, ללא סימולציית משלוח כלל (הטענה, קירור והצבה ב- TOG-6 בחדר תצפית), לא היה הבדל גדול במשך חיי האגרטל של הזן 'אייבורי' (כ- 9 ימים) ושל הזנים 'ויקי קלון 3' ו'עדי' (כ- 7 ימים) (איור 18).



איור 17: השפעת קטיף לתמיסת TOG-6 וטיפולי ההטענה על משך חיי האגרטל של ענפי פרח שעווה מהזנים 'אייבורי' (א') ו'ויקי ורוד' (ב') לאחר סימולציית תובלה אווירית. בתום סימולציית המשלוח הענפים הוצבו בתמיסת אגרטל של TOG-6. התוצאות מייצגות ממוצעים של 3 חזרות (5 ענפים לאגרטל) \pm שגיאת תקן.



איור 18: השוואת משך חיי האגרטל הבסיסי של שלושה זנים של פרח שעווה שהובאו מאותו המשק בכפר חוגלה. הענפים משלושת הזנים נקטפו בבוקר לתמיסת TOG-6, הובאו אל המקרר בתוך שעתיים, ואחר הצהרים הוטענו ב- 0.2% TOG-4 והוכנסו למקרר בלילה. למחרת בבוקר הענפים נארזו ושהו בקרטון במקרר ליום נוסף, הובאו לוולקני והוכנסו לאגרטלים בחדר תצפית בתמיסת TOG-6. התוצאות מייצגות ממוצעים של 3 חזרות (5 ענפים לאגרטל) \pm שגיאת תקן.



איור 19: השפעת תוספת שקית המשחררת באופן איטי 1-MCP לאריזת הקרטון במשך הסימולציה לתובלה ימית על משך חיי האגרטל של 3 זנים של פרח שעווה - 'אורכיד ורוד', 'אייבורי' ו'אורכיד ורוד' (קלון חדש עם פרחים גדולים) שהוכנסו לתמיסת אגרטל של TOG-6 (א') או LL (ב'). הענפים עברו את הטיפול המשקי שכלל את הטבילה "טיפול מומלץ" והטענה ב- TOG-4 בקירור עד לאריזה. בתום סימולציה לתובלה ימית בחדר הקירור של המגדל (8 ימים ב- 4 מ"צ), מדגמי הענפים הובאו לוולקני והוכנסו לאגרטלים בחדר תצפית בתמיסת כלורין (TOG-6) או בתמיסת LL. התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות (5 ענפים לאגרטל) \pm שגיאת תקן.

תוצאה מבוססת שחוזרת שוב על עצמה מראה, שמשך חיי האגרטל של כל הזנים היה ארוך יותר בתמיסת LL באגרטל מאשר בתמיסת TOG-6. מהבחינה הזו אין חידוש בתוצאות (איור 19). התוצאה המעניינת מתייחסת להשפעה החיובית של תוספת שקית ה-1-MCP לקרטון בשני זני ה'אורכיד ורוד' שהוצבו בתמיסת LL באגרטל. הזן 'אורכיד' ידוע כזן רגיש לאתילן בדומה לזן 'עדי', ולמרות שטיפול הטבילה הכולל STS הוכח כמגן מפני חשיפה לאתילן חיצוני בזנים הרגישים לאתילן (איורים 3 ו-9) נראה, שהתוספת של 1-MCP עשויה לשפר את משך חיי האגרטל (איור 19). התוצאה מעניינת גם כיוון שהקרטון אינו אטום לגמרי, אך כנראה שהלחות שמצטברת ומרטיבה את השקית משחררת את הגז 1-MCP שנשאר באווירת הקרטון למשך זמן המספיק כדי להיקלט בפרחים הדחוסים באריזה. בזן 'אייבורי' לא נראתה כצפוי השפעה לתוספת שקית ה-1-MCP באריזה (איור 19), שכן הזן אינו רגיש לאתילן והפרחים נטבלו בתמיסה הכוללת STS שנותנת הגנה מספקת.

סיכום ומסקנות:

מהשוואה של שלושה זנים: 'אייבורי', 'עדי' והקלון 'ויקי ורוד' שנבחנו לגבי קצב הנשימה, ייצור אתילן, רגישות לאתילן ומשך חיי אגרטל לאחר סימולציות משלוח אווירי יומי נמצאו הממצאים הבאים:

(1) לא היה מתאם בין קצב ייצור האתילן האנדוגני והרגישות לאתילן חיצוני. גם קצבי ייצור האתילן וגם מעקובת הייצור עם התפתחות הפרחים היו שונים בזנים השונים. בזן 'ויקי ורוד' נראתה רמה נמוכה של ייצור אתילן בשלבים הראשונים, שזינקה רק בשלב המאוחר לאחר ההאבקה. בזן 'אייבורי' הייתה רמה גבוהה בהרבה עם ירידה מסוימת לאחר ההאבקה, ובזן 'עדי' נראים שני שיאים גבוהים בפקע הקטן ובפקע לקראת הפתיחה, ובשלבים האחרים רמה נמוכה מאוד. מבחינת הרגישות לאתילן הזן 'ויקי ורוד' הוא הרגיש ביותר ואחריו 'עדי', בעוד ש'אייבורי' לא רגיש לאתילן עד 1 ח"מ, שזה ריכוז גבוה מהרמה אליה הפרחים נחשפים במהלך מסלול השינוע.

(2) נמצאו הבדלים משמעותיים בקצבי הנשימה של הפרחים בשלושת הזנים: הגבוה ביותר הוא בזן 'ויקי ורוד' (100-140 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה), בזן 'עדי' קצב נשימה בינוני (כ- 80 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה), וקצב הנשימה של פרחי הזן 'אייבורי' היה נמוך באופן משמעותי (40-50 מיקרוליטר לגר' לשעה).

3) נמצא, שהיה מתאם חיובי בין קצב הנשימה לרגישות לאתילן, ומתאם שלילי בין קצב הנשימה למשך חיי האגרטל לאחר סימולציות המשלוח. מכיוון שמדד זה נבחן רק עם 3 זנים בלבד, קשה להגיע למסקנה גורפת ויש לבצע מחקר מעמיק יותר ולבחון קצבי נשימה של זנים נוספים. לריסוס הצמחים באנטיטרנספירנט לפני הקטיף עשויה להיות השפעה מועילה, בעיקר בשילוב עם תמיסת 'מזון פרחים' LL בתמיסת האגרטל.

הוספת השקיות המשחררות את גז ה-1-MCP לגליל אריזת הענפים הפחיתה במידה מסויימת את רגישות הפרחים לאתילן חיצוני, ובעיקר כאשר הוספו 2 שקיות לגליל. נדרשים ניסויים נוספים לאימות וביסוס התוצאה ובחינת יישום אחר של השקית (הרטבה בזמן היישום).

במשקים בהם המטע מרוחק מבית האריזה - הקטיף ל- TOG-6 עדיף על קטיף ביבש. במקרה שנאלצים לקטוף ליבש - יש עדיפות להטעין בתמיסת 'גלילאו' לאחר טיפול הטבילה "הטיפול המומלץ". במשקים בהם המטע סמוך לבית האריזה והזמן מהקטיף ועד לטיפול בפרח הוא קצר - לא נמצא הבדל בין קטיף ליבש או קטיף לתמיסה.

בזנים הרגישים לאתילן כגון 'אורכיד' נראה, שהתוספת של שקית המשחררת 1-MCP בקרטון האריזה עשויה לשפר את משך חיי האגרטל, למרות שטיפול הטבילה הכולל STS שניתן לפרחים אלו הוכח כמגן מפני חשיפה לאתילן חיצוני. לעומת זאת, בזן 'אייבורי' לא נראתה כצפוי השפעה לתוספת שקית ה-1-MCP באריזה, שכן הזן אינו רגיש לאתילן והפרחים נטבלו בתמיסה הכוללת STS שנתנה מספיק הגנה מפני אתילן חיצוני. גם לתוצאה זו נדרש אימות וביסוס בניסויים נוספים במגוון זנים ובמהלך העונה.

ספרות מצוטטת (פרח שעווה)

דרובי, ס., מאיר, ש., פילוסוף-הדס, ס., חורב, ב., ראובני, י., וסתיו ד. (1997). פרח שעווה: טיפולים להפחתת הריקבון והנשירה בענפי קטיף בתנאי משלוח קשים. דפי מידע, תשנ"ז (8) עמ' 60-62, 68.
מאיר, ש., פילוסוף-הדס, ס., דרובי, ס., ראובני, י., חורב, ב., דוידזון, ה. וסתיו ד. (1997). שיפור מאזן המים בפרחי שעווה המיוצאים ליפן בתנאי משלוח קשים. דפי מידע, תשנ"ז (7) עמ' 56-61.
מאיר, ש., יחזקאל, א., שחורי, ד., ישעיהו, א., דרובי, ס., רוזנברג, א., סלים, ש., פרצלן, י., צדקה, ת., שרון, י., ופילוסוף-הדס, ס. (2008). עולם הפרח, פברואר-מרץ 2008 עמ' 38-50.
מאיר, ש., פילוסוף-הדס, ס., קוכאנק, ב., צדקה, ת., טולפין, ש. ושקד, א. (2009). סיכום הידע המצטבר בפיתוח טיפולים ותנאים מיטביים לתובלה ימית לאירופה של צמחי עציץ. עולם הפרח, אוקטובר-נובמבר 2009, עמ' 46-50.
פילוסוף-הדס, ס., מאיר, ש., דרובי, ס., פרידמן, ח., רוזנברג, א., סלים, ש., פרצלן, י., צדקה, ורוט, א. (2011). הובלה ימית של ענפי קישוט ופרחי קטיף ותיקים וחדשים: פיתוח טיפולים ואריזות לשיפור האיכות וגיבוש המלצות לחקלאים. דו"ח מסכם לתוכנית מחקר 0-430-0203 שהוגש למדען הראשי, 44 עמ'.

תודות:

תודה למדריך שה"מ, יחיאל שטיינמן, שהיה שותף לניסויים ולדיונים. תודות למגדלים: דרור נקש ממושב לכיש, מואב גפני מכפר הס, גלעד וג'קי כלב ממושב חוגלה וויקי הלטאי מכפר הס, על עזרתם ושיתוף הפעולה בביצוע הניסויים.

ב. גרווילאה 'מיסטי רד'

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 (25-15 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 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 בשנים האחרונות הייתה 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.

במחקרנו הקודמים נבחנה ההשפעה של מספר טיפולים בזן המסחרי העיקרי גרווילאה 'ספיידרמן', שנבחנו גם לתובלה ימית, ובזנים מבטיחים נוספים, באמצעות לימוד 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 ההיתכנות להובלה ימית לאירופה של מיני/זני גרווילאה שיראו פוטנציאל לכך (כמו גרווילאה 'ספיידרמן'); (6) לימוד מנגנון הפעולה של הטיפול המוצלח שפיתחנו להארכת משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן', שמבוסס על טיפולים בציטוקינינים בשילוב עם טיפולים בסוכרים בתמיסת האגרטל; (7) לימוד מפורט של אופן היישום המתאים ביותר של ציטוקינינים בפרחי גרווילאה 'ספיידרמן' בהובלה אווירית וימית; (8) בחינת יישום ציטוקינינים להארכת משך חיי האגרטל של מיני/זני גרווילאה חדשים לאחר תובלה אווירית.

התוצאות שהתקבלו ופורסמו (1-4) הראו, שטיפול טבילה של ענפי גרווילאה 'ספיידרמן' ב-BA או TDZ דחה את הזדקנות הפרחים, נשירתם ודהיית 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-3 או TOG-4 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.

יישום הציטוקינינים בטבילה של ענף הפריחה או של התפוחת 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 התפוחות, 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 וקרוננואידיים) 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. לכן נבחנה גם השפעת הציטוקינין על האנזים אינברטאז, המפרק סוכרוז לגלוקוז ופרוקטוז. טיפול הטבילה בציטוקינין הגביר רק את הפעילות של אינברטאז הדופן במשך 3 ימים באגרטל, וגרם לירידה בפעילות האינברטאזות של הווקואולה והציטוזול. הטיפול בסוכרוז עיכב בימים 1-3 והגביר בימים 6-10 באגרטל את הפעילות של שלושת סוגי האינברטאזות. גובש פרוטוקול המאפשר תובלה ימית לאירופה של פרחי גרווילאה 'ספיידרמן'.

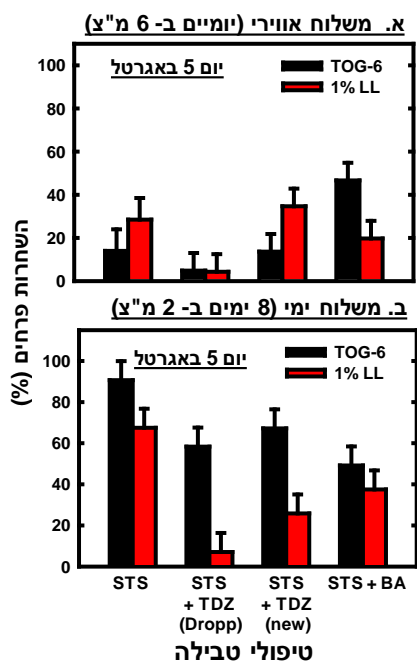
למרות שההשפעה הזו של TDZ הייתה ידועה לנו כבר מזה כמה עונות גידול, התמקדנו באופן מעשי ביישום הציטוקינין BA כיוון ש-BA היה זמין למגדלים בעוד ש-TDZ לא היה זמין. החברות המסחריות שינו את הפורמולציה של תכשיר ה-TDZ הקודם, Droop, והכינו תכשיר נוזלי אליו הוסיפו גם הרביצידיים, שלא התאים לטיפול בפרח קטוף. רק כשהושג לאחרונה TDZ גולמי ניתן היה לפתח תכשיר ללא הרביצידיים, שיתאים ליישום בפרחים. התכשיר הניסיוני הראשון של TDZ הוכן ע"י חברת 'גדות אגרו' (הוגדר להלן כ"תכשיר חדש"), והוא נבחן בהצלחה בהשוואה לתכשיר Droop הישן שיש בידנו ובהשוואה לציטוקינין BA בגידולים: פוקס, ליזיאנתוס וסולידגו (ד"ח שנה ב'). בנספח הנוכחי התכשיר החדש נבחן בזן חדש של גרווילאה - 'מיסטי רד' בסימולציות לתובלה אווירית וימית, והתוצאות של ניסויים אלו מובאות להלן.

התוצאות המסוכמות באיור 20 מראות, שהטבילה בתכשיר TDZ הישן ('דרופ') היתה היעילה ביותר לעיכוב ההשחרות של הפרחים. התכשיר היה יעיל בעיכוב ההשחרות גם ללא ההשפעה האדיטיבית עם LL באגרטל לאחר תובלה אווירית (איור 20א). לעומת זאת, לאחר סימולציה לתובלה ימית, נראית ההשפעה האדיטיבית של תכשיר ה'דרופ' עם LL באגרטל (איור 20ב). בניגוד לתוצאות אלו, שני התכשירים של TDZ היו יעילים במידה דומה בעיכוב הנשירה של הפרחים לאחר שתי סימולציות המשלוח, וגם ל-BA הייתה השפעה בעיכוב הנשירה אך במידה מועטה יותר (איור 21). מבחינת מדד האיכות המשולב המתבטא במשך חיי האגרטל ניתן לראות, שנוכחות LL באגרטל היא חשובה, בעיקר לאחר תובלה אווירית (איור 22א), אך גם לאחר תובלה ימית בענפים שהוטענו בתכשיר TDZ הישן ('דרופ') (איור 22ב).

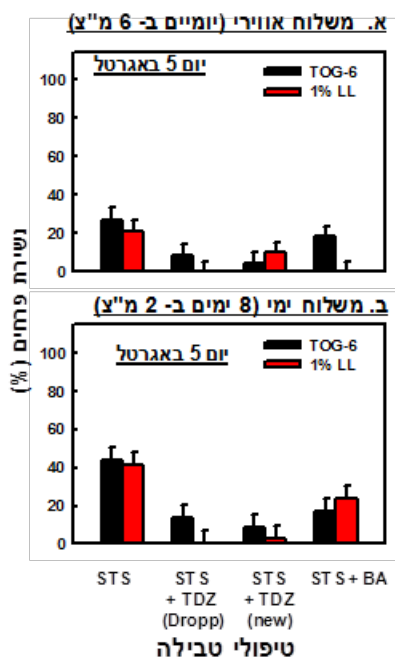
לסיכום: טיפולי הטבילה הכוללים STS + ציטוקינינים מאפשרים 6 ימי אגרטל לאחר תובלה ימית לפרחי הזן 'מיסטי רד' (איור 22ב), שזה משך חיי אגרטל מספקים לפרחים אלו המוגדרים כבעלי חיי אגרטל קצרים. פרחי זן זה יפים במיוחד ומרחיבים את מגוון הצבעים של הגידול. יישום TDZ מאפשר 7-8 ימי אגרטל לאחר תובלה ימית, תלוי בסוג התכשיר של TDZ. התכשיר החדש של TDZ זהה ביעילותו לתכשיר הישן 'דרופ' בעיכוב הנשירה, אך נופל ממנו ביעילותו לגבי הפחתת מדד ההשחרות. שני התכשירים טובים יותר מהציטוקינין BA לגבי כל המדדים.

טבלה 3: טבלת טיפולים המפרטת את התמיסות בהן נטבלו ענפי הפריחה של גרווילאה מהזן 'מיסטי רד' שגודלו במטע בכפר ידידיה. טבילת הענפים הייתה רגעית כ-10 שניות, ולאחריה הענפים הוטענו בתמיסת TOG-4 0.2% למשך 4 שעות ב-20 מ"צ והמשך ההטענה היה ב-2 מ"צ עד למחרת. ענפי הפריחה נארזו ואוחסנו למשך יומיים ב-6 מ"צ כסימולציה לתובלה אווירית, או למשך 8 ימים ב-2 מ"צ כסימולציה לתובלה ימית.

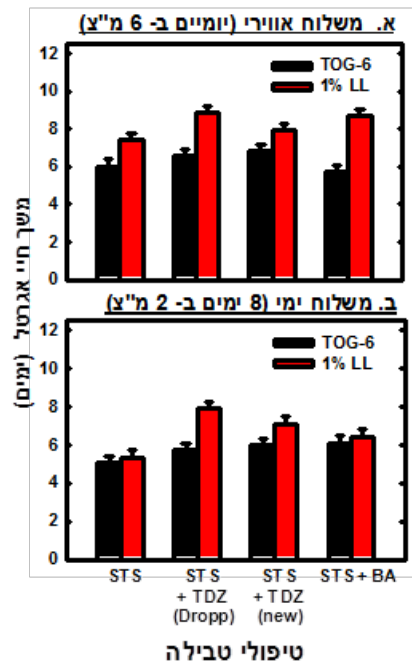
מס' טיפול	טיפול טבילה (תמיסות)
1	0.3% STS-75
2	150 µM TDZ (Droop) + 0.3% STS-75
3	150 µM TDZ (new formulation) + 0.3% STS-75
4	0.5% TOG-L-101 (BA)+ 0.3 %STS-75



איור 20: השפעת טיפולי טבילה ב- STS בתוספת ציטוקינינים שונים וסוג תמיסת האגרטל על השחרות תפרחות גרווילאה מהזן 'מיסטי רד' ביום 5 באגרטל לאחר סימולציה של תובלה אווירית (א) או ימית (ב). בתום סימולציות המשלוח ענפי הפריחה הוצבו בחדר תצפית בתמיסת TOG-6 או בתמיסת LL, ו- % השחרות הפרחים חושב עפ"י מספר הפרחים המושחרים מכלל התפרחת. התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות (כל חזרה 5 פרחים באגרטל). הטווח המסומן מעל העמודות מייצג LSD - ההבדל בין הממוצעים המהווה הבדל מובהק ברמה של $P = 0.05$.



איור 21: השפעת טיפולי טבילה ב- STS בתוספת ציטוקינינים שונים וסוג תמיסת האגרטל על נשירת פרחי גרווילאה מהזן 'מיסטי רד' ביום 5 באגרטל לאחר סימולציה של תובלה אווירית (א) או ימית (ב). בתום סימולציות המשלוח ענפי הפריחה הוצבו בחדר תצפית בתמיסת TOG-6 או בתמיסת LL, ו- % נשירת הפרחים חושב עפ"י משקל הפרחים שנשרו ביחס למשקל התפרחת. התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות (כל חזרה 5 פרחים באגרטל). הטווח המסומן מעל העמודות מייצג LSD - ההבדל בין הממוצעים המהווה הבדל מובהק ברמה של $P = 0.05$.



איור 22: השפעת טיפולי טבילה ב- STS בתוספת ציטוקינינים שונים וסוג תמיסת האגרטל על משך חיי האגרטל של פרחי גרווילאה מהזן 'מיסטי רד' לאחר סימולציה של תובלה אווירית (א') או ימית (ב'). בתום סימולציות המשלוח ענפי הפריחה הוצבו בחדר תצפית בתמיסת TOG-6 או בתמיסת LL, וסוף חיי האגרטל נקבע עפ"י נשירה ו/או השחרה של כל הפרחים בתפרחת. התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות (כל חזרה 5 פרחים באגרטל). הטווח המסומן מעל העמודות מייצג LSD - ההבדל בין הממוצעים המהווה הבדל מובהק ברמה של $P = 0.05$.

ספרות מצוטטת (גרווילאה)

1. מאיר, ש., פילוסוף-הדס, ס., סלים, ש., צ'רנוב, ז., פרצלן, י., צדקה, ת., ריוב, י., תמרי, י., ורן, י. (2008). בחינת טיפולים לאחר הקטיף להארכת חיי האגרטל ושיפור האיכות של פרחי גרווילאה חדשים בעלי פוטנציאל יצוא. דו"ח למחקר 430-0054 שהוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, אפריל 2008, 55 עמ'.
2. צ'רנוב זויה (2009). לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה של ציטוקינינים בשילוב סוכר בדחיית הזדקנות פרחים בענפי קטיף של גרווילאה. עבודת גמר למסטר המוגשת לפקולטה לחקלאות ברחובות. נובמבר 2009, 72 עמ'.
3. 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.
4. 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.

נספח 3: פיתוח טיפולים לתובלה ימית של ענפי קישוט ירוקים (פיטוספורום, אספרגוס,

ואקליפטוס)

א. פיטוספורום

1.1. בחינת טיפולי הטענה ב- ABA להפחתת עקת המים בתובלה ימית ובחיי אגרטל

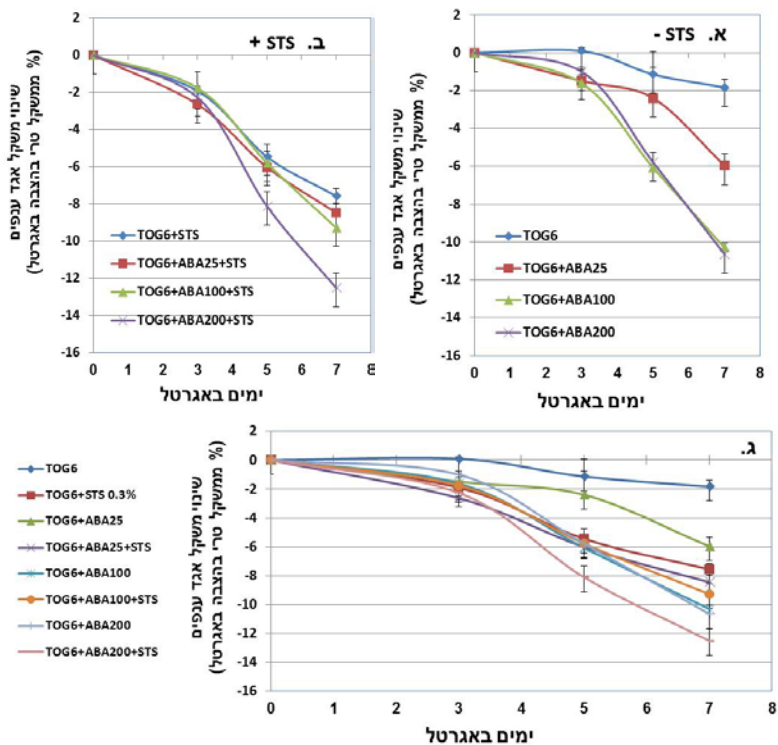
הבעיות בענף זה הן כמישת עלווה והתפתחות החמות ע"ג האזור הלבן של העלה המגוון. בשנים קודמות במחקר זה נמצא שהטיפול המומלץ שפיתחנו, שכלל טבילה במגן 2001 4% + רוברל 0.2% + TOG-6 בריכוז של 1000 ח"מ, היה יעיל במניעת הכמישה של ענפי פיטוספורום במהלך חיי האגרטל לאחר הדמיה לתובלה ימית. גם טיפול ההרטבה במים שביצע המגדל, או הטענת הענפים ב- TOG-6 הפחיתו את הכמישה. לאחר 9 ימים באגרטל רק כ- 10% מהענפים משני הטיפולים הנ"ל נפסלו בשל כמישה, בהשוואה ל- 46% מענפי הביקורת. בהמשך המחקר המשכנו לחפש ולבחון טיפולים נוספים המבוססים על גישות נוספות כמפורט בגוף דו"ח המחקר. עד כה נמצא, ששאר הטיפולים שנבחנו מעכבים רק את אחד המדדים של כמישה או החמת עלים, בעוד שהטיפול המומלץ שפיתחנו משפיע לטובה הן בעיכוב הכמישה והן בעיכוב החמת העלווה לאחר הדמיית תובלה ימית. לכן טיפול זה נשאר כטיפול המיטבי המומלץ למגדלים.

אחד הטיפולים שנבחנו בשנה הראשונה למחקר היה טיפול בהורמון ABA, שנבחן בריכוז של 25 ח"מ עם תכשיר מחברת סיגמה (נספח 6 בדו"ח שנה ראשונה). טיפול ההטענה ב- ABA שמר על מאזן מים חיובי בענף בשל עיכוב הטרנספירציה, אך רק ביום הראשון באגרטל. בהמשך חיי האגרטל טיפול זה עיכב את קליטת המים ולכן היה גרוע יותר. כנראה, שסגירת הפיוניות ביום הראשון באגרטל, מאיטה גם את הכוח המניע של הענף בקליטת המים מהתמיסה. בשנים האחרונות יוצר תכשיר מסחרי בעלות סבירה ליישום חקלאי בשם "פרו-טון" המשווק בארץ ע"י חברת כצ"ט ומיושם בהצלחה בכרמי ענבים. החומר הפעיל בתכשיר הוא S-ABA, ובעקבות התוצאות המבטיחות בחנו את יישום החומר בריכוזים שונים לשיפור מאזן המים והארכת משך חיי האגרטל של ענפי פיטוספורום לאחר סימולציה לתובלה ימית. טיפולי ההטענה נבחנו עם וללא שילוב של STS בתמיסה כמפורט בטבלה 1. התוספת של STS נועדה כדי לעכב את פעילות האתילן, שייצורו ברקמה מוגבר כתוצאה מהטיפול ב- ABA, וע"י כך להפחית נזקים.

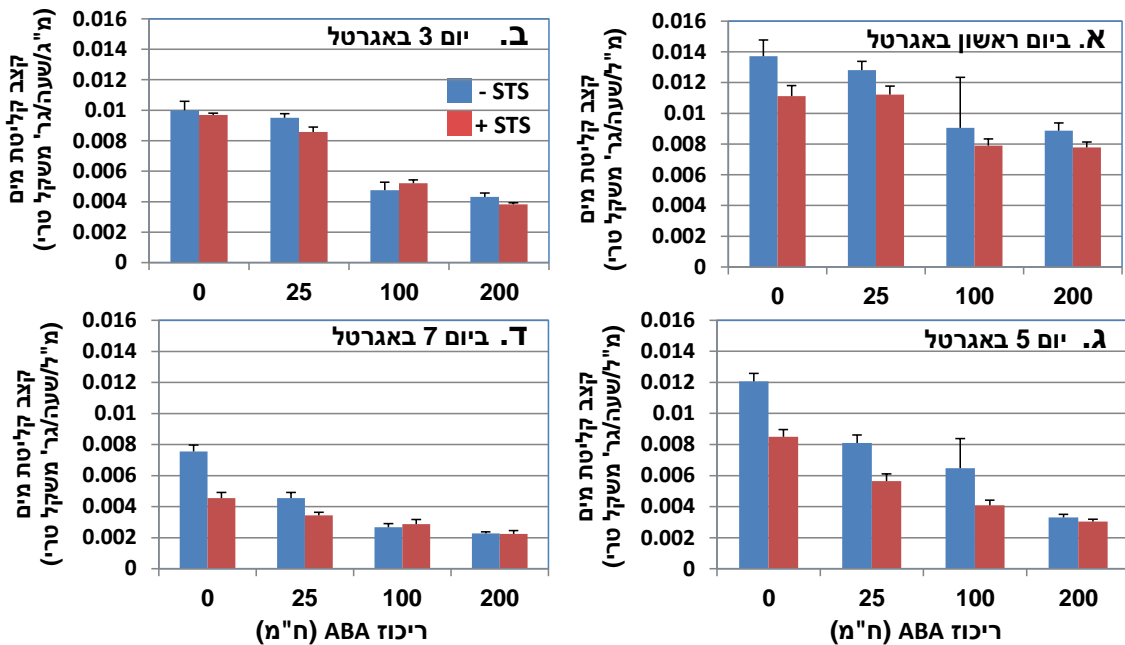
טבלה 1: פירוט טיפולי ההטענה לענפי פיטוספורום המכילים ריכוזים שונים של ABA עם וללא STS 0.3%.

כל התמיסות הכילו 50 ח"מ כלורין אורגני (TOG-6). הענפים הובאו לוולקני ועברו מיון נוסף שכלל את הסרת העלים בהם נראו התחלות של החמות. הענפים הוטענו בתמיסות במשך 16 שעות ב- 20 מ"צ ולאחר מכן קוררו למשך 8 שעות בתמיסות ההטענה, נארזו באריזת 'רולדה' בקרטון ועברו סימולציה של תובלה ימית (9 ימים ב- 2 מ"צ). לאחר הסימולציה חודש החתך והענפים הוצבו באגרטל בחדר התצפית ב- TOG-6. כל טיפול כלל 5 חזרות וכל חזרה כללה 10 ענפים באגרטל.

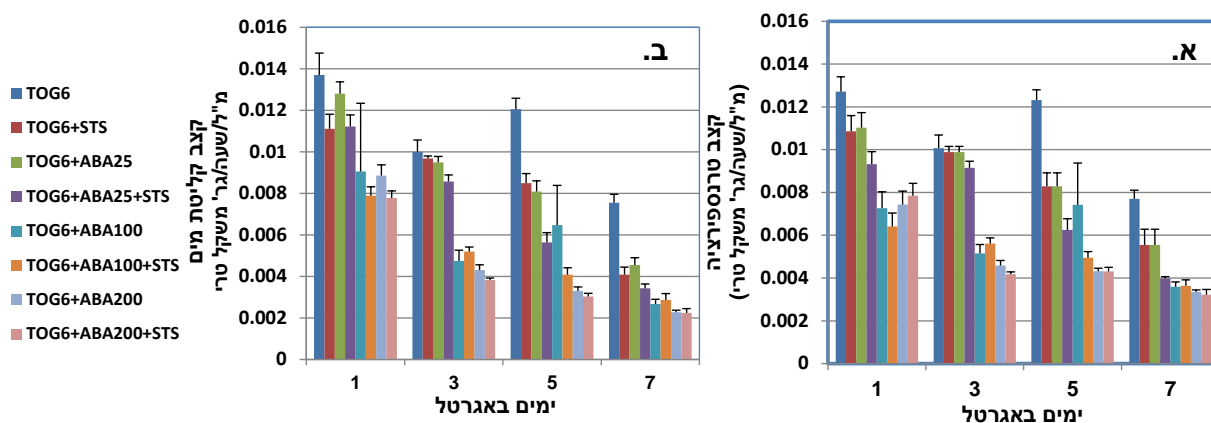
מס' טיפול	תמיסת הטענה
1	TOG 6
2	TOG 6 + STS 0.3%
3	TOG 6 + 25ppm ABA
4	TOG 6 + 25ppm ABA + STS 0.3%
5	TOG 6 + 100ppm ABA
6	TOG 6 + 100ppm ABA + 0.3% STS
7	TOG 6 + 200ppm ABA
8	TOG 6 + 200ppm ABA + 0.3% STS



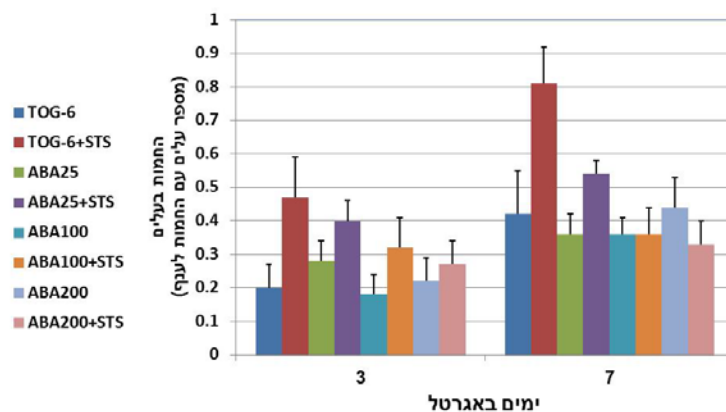
איור 1: השפעת טיפולי ההטענה בריכוזים שונים של ABA ללא STS (א') או במשולב עם STS (ב') או כל שמונת הטיפולים (ג') על שינוי המשקל של ענפי פיטוספורום במשך 7 ימים באגרטה לאחר הדמיה של תובלה ימית. הענפים טופלו כמפורט בטבלה 1. השינוי במשקל האגד נקבע כל 3-2 ימים כ- % ממשקל האגד הטרי ביום 0. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (10 ענפים לחזרה) \pm SE.



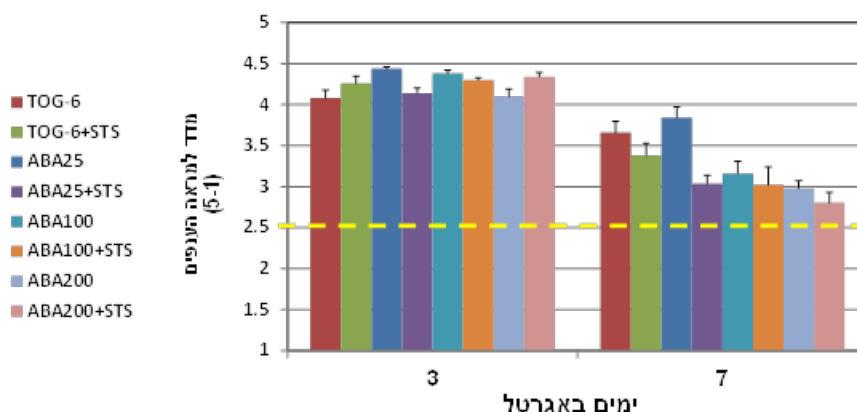
איור 2: השפעת טיפולי ההטענה בריכוזים שונים של ABA עם או ללא STS על קצב קליטת המים ע"י ענפי פיטוספורום בימים 1 (א'), 3 (ב'), 5 (ג') ו-7 (ד') באגרטה לאחר הדמיה של תובלה ימית. הענפים טופלו כמפורט בטבלה 1. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (10 ענפים לחזרה) \pm SE.



איור 3: השפעת טיפולי ההטענה בריכוזים שונים של ABA עם או ללא STS על קצב קליטת המים (א') וקצב הטרנספירציה (ב') בענפי פיטוספורום במהלך 7 ימים באגרטל לאחר הדמיה של תובלה ימית. הענפים טופלו כמפורט בטבלה 1. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (10 ענפים לחזרה) \pm SE. יש לציין שהנתונים לגבי קליטת המים תואמים את הנתונים שהובאו באיור 2. חזרה על הנתונים בפורמט הזה נועדה להמחיש את ההתאמה המלאה בין קצבי קליטת המים והטרנספירציה.



איור 4: השפעת טיפולי ההטענה בריכוזים שונים של ABA עם או ללא STS על התפתחות החמות בעלים במשך 7 ימים באגרטל לאחר הדמיה של תובלה ימית. הענפים טופלו כמפורט בטבלה 1. עוצמת ההחמות נקבעה עפ"י מספר עלים עם החמות לכל ענף באגד. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (10 ענפים לחזרה) \pm SE.



איור 5: השפעת טיפולי ההטענה בריכוזים שונים של ABA עם או ללא STS על מדד המראה של ענפי פיטוספורום בימים 3-7 באגרטל לאחר הדמיה של תובלה ימית. הענפים טופלו כמפורט בטבלה 1. מדד המראה נקבע בסולם של 1-5, כאשר 5 = ענף טרי, טורגידי ומבריק; 1 = ענף כמוש וללא ברק. הקו המקווקו הצהוב בערך של 2.5 במדד זה מייצג את ערך הסף לפסילת הענפים. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (10 ענפים לחזרה) \pm SE.



איור 6: השפעת טיפולי ההטענה על מופע ענפי פיטוספורום ביום 7 באגרטל לאחר סימולציה של תובלה ימית (9 ימים ב-2 מ"צ). מוצגים ענפי הביקורת (טיפול 1 בטבלה 1) (א'); ענפים שהוטענו עם ABA בריכוז של 25 ח"מ (טיפול 3 בטבלה 1) (ב'); וענפים שהוטענו עם ABA בריכוז של 200 ח"מ (טיפול 7 בטבלה 1) (ג').

תוצאות ודין:

מכיוון ש-ABA הוא הורמון המעורב בסגירת הפיוניות ומפחית את הטרנספירציה כאשר צמחים נמצאים בתנאי עקה, ציינו שיישום ABA יפחית את איבוד המים וישמור על המשקל הטרי של הענפים. התוצאות המובאות באיור 1א' מראות תמונה הפוכה לחלוטין: דווקא ענפי הביקורת שמרו היטב על משקלם, בעוד שהענפים שהוטענו ב-ABA איבדו יותר ממשקלם בתלות בריכוז. אומנם לא היה הבדל בין 100 ל-200 ח"מ ABA ללא נוכחות STS (איור 1א'), אך נוכחות STS לכשעצמה החמירה את איבוד המים (איור 1ב') ואיבוד המשקל החמיר ב-200 ח"מ ABA. העובדה ש-STS בעצמו החמיר את איבוד המשקל (איור 1ג') תואמת תוצאות קודמות שהתקבלו במעבדתנו עם ענפי דודוניה, בהם טיפול במעכבי פעילות האתילן, STS או 1-MCP החמיר את איבוד המים, ואילו חשיפה לאתילן הפחיתה את איבוד המים.

התוצאות המתארות את קצב קליטת המים ע"י הענפים (איור 2) תואמות את הירידה במשקל הענפים: רואים בבירור ירידה בקצב קליטת המים במהלך חיי האגרטל בהשפעת כל הטיפולים (איורים 2, 3א'), וכן ירידה בקצב קליטת המים ככל שריכוז ABA עולה, וברוב המקרים גם בנוכחות STS בתמיסת ההטענה (איורים 2, 3א'). גורם חשוב בירידה בקצב קליטת המים הוא הירידה בקצב הטרנספירציה הנגרמת ע"י טיפולי ה-ABA בהתאמה לריכוזים (איור 3ב'). הטרנספירציה היא הכוח המניע את קליטת המים ע"י הענף, וככל שקצב הטרנספירציה יורד גם קצב קליטת המים יורד בהתאמה. במידה והערכים שווים לא תהיה ירידה במשקל הענפים. כמובן שבמהלך חיי האגרטל ישנם גורמי התנגדות נוספים לקליטת המים, כגון חדירת אוויר וסתימת צרורות ההובלה ע"י מיקרואורגניזמים.

בניסוי זה לא הייתה התפתחות משמעותית של החמת העלים, שהייתה דומה בכל הטיפולים והגיעה לערך של פחות מעלה לשני ענפים (איור 4), למעט טיפול 2 שכלל הטענה ב-STS ללא ABA ובו כמעט בכל ענף היה עלה אחד עם סימני החמה. נראה גם שנוכחות STS בכל תמיסות ההטענה החמירה במקצת את החמת העלים (איור 4). בכל מקרה, גורם זה לא השפיע על המראה הכללי של הענפים, והגורמים העיקריים לגבי הערכת מראה הענפים היו כמישת עלים, טריות הענף והברק שלו. ניתן לראות שגם לאחר 7 ימים באגרטל מדד המראה של הענפים בכל הטיפולים היה גבוה (איור 5), והענפים נראים עדיין יפה (איור 6). יחד עם זאת ניתן לראות, שהענפים שהוטענו ב-25 ח"מ ABA (איור 6ב') נראים הטריים ביותר וקיבלו כמעט ערך 4 במדד המראה (איור 5), בעוד שהענפים שהוטענו ב-200 ח"מ ABA (איור 6ג') הם על סף כמישה וקיבלו ערך 3 במדד המראה (איור 5). בענפים מטיפולי זה גם הובחנה נשירה של עלים על השולחן (איור 6ג'), שהתגברה בימים הבאים באגרטל. כך שמבחינת מדד המראה בלטו לטובה ענפי הביקורת ומעט יותר הענפים

שהוטענו ב- 25 ח"מ ABA (איורים 5 ו- 6). ניתן לראות באיור ב' שהעלים בענפים מטיפול זה יפים ומבריקים גם ביום 7 באגרטל.

תוצאות אלו, שהתקבלו עם התכשיר המסחרי של ה- ABA, מאשרות את התוצאות עליהן דיווחנו בדו"ח הקודם כאשר השתמשנו ב- ABA מתוצרת סיגמה, כפי שתואר במבוא לחלק זה. התוצאות מצביעות על האפשרות של הטענת ענפי פיטוספורום בתכשיר ה- ABA בייצוא למסלולים רחוקים בהם משך התובלה הוא 12 ימים ומעלה. הטיפול ב- STS לא היה נחוץ ואפילו גרם להחמרת המופע.

א.2. נזקי צינה המתבטאים בהגברה של החמות עלים בענפי פיטוספורום לאחר סימולציית משלוח

תופעת החמות בעלים, המתרכזת באזור הלבן של העלה המגוון, יכולה להופיע כבר בשדה. לאחר הקטיף אפשר להסיר עלים עם החמות במיון לפני האריזה, אולם לא תמיד הפגיעה באה לביטוי בצורה ברורה ולעיתים ההחמה איננה ניתנת לזיהוי בעין בזמן המיון והאריזה ועלולה להתפתח רק מאוחר יותר. בנוסף לפגיעה במראה הענף, על אזור ההחמה עלולים להתפתח גורמי ריקבון כמו פטריות פתוגניות עד כדי פסילת המשלוח. תופעה זו נצפתה בתחילה במשלוחים ליעדים רחוקים כמו ארה"ב, ובשנים אחרונות היא מופיעה גם במשלוחים ימיים לאירופה שנמשכים בין 10 ל- 12 יום.

הסיבה להופעת החמות בעלים איננה ברורה, אך נמצא קשר בין החמות לבין מצבי עקה בשדה. בתחילת שנת 2013 בחורף, לאחר מספר ימים שבהם הטמפרטורה החיצונית ירדה לסביבת 0 מ"צ, הובאו למרכז וולקני ענפים פגועים. בבדיקה לאחר מספר ימים בחיי אגרטל נמדדה עליה במספר העלים עם החמות. כדי לאשר ממצאים אלו, בוצע ניסוי בפברואר 2013 במרכז וולקני, שבו צמחי פיטוספורום בעציצים נחשפו באופן מלאכותי לטמפרטורה של 0 מ"צ למשך 3 שעות, והוחזרו לאחר מכן לבית רשת, לטמפרטורות הסביבה הממוצעות בעונת החורף בתנאי אור טבעי. לאחר שבוע נראו נזקים בלבולב הצעיר (איור 7א), וכן נרשמה עליה במספר העלים עם החמות - ממוצע של 5 עלים בצמחי הביקורת לעומת מעל ל- 40 עלים בצמחים שנחשפו ל- 0 מ"צ. איור 7ב' מדגים את תופעת ההחמה המוגברת. יש לציין, שחשיפה לאור לאחר שהייה בטמפרטורת צינה מחמירה את נזקי הצינה ותהליכי החמצון ברקמה ופוגעת ביעילות הפוטוסינתטית.



איור 7: נזקי צינה בצמחי פיטוספורום שנחשפו למשך 3 שעות לטמפרטורה של 0 מ"צ והועברו לאחר מכן לתנאי סביבה רגילים בוולקני (חודש מרץ). לאחר שבוע נראתה פגיעה בלבולב הצעיר (חיצים צהובים ב- א') והחמרה בהחמות בעלים (חיצים תכולים ב- ב').

א.3. הערכת מידת הנגיעות בענפי פיטוספורום לאחר הדמיית משלוח ימי בעקבות אירוע הסערה חריג של

דצמבר 2013

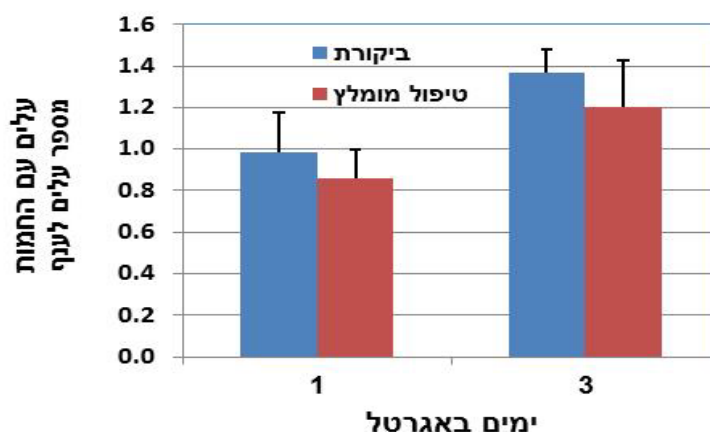
בשבוע השני של חודש דצמבר 2013 חל אירוע סערה חריג, שכלל גשמים עזים במשך מספר ימים וטמפרטורות נמוכות אף מתחת ל- 0 מ"צ באזור המרכז. בתקופה זו היו שלגים בהרים הגבוהים, בירושלים

ועוד. ענפי פיטוספורום הובאו למרכז וולקני מחלקה במשק דן שחורי במזור ב- 23.12.2013. יש לציין שמועד זה היה לאחר מספר ימים ולילות קרים במיוחד, כלומר חשיפה מצטברת לקרה במשך זמן ממושך. הובאו כ- 160 ענפים שנקטפו בבוקר אותו יום מצמחים לאחר לילה שבו הטמפרטורה ירדה לסביבת 0 מ"צ. נראתה בענפים פגיעה בצימוח הצעיר שהשחיר והיה צורך להסירו, וכן הוסרו העלים שהופיעו בהם החמות. מדגם של 80 ענפים קיבלו את הטיפול המומלץ למשלוחי יצוא בפיטוספורום, שכלל טבילה בתמיסה של מגן-2001 + 4% + רוברל 0.2% + TOG-6 0.1%, ו-80 ענפים שימשו כביקורת ללא כל טיפול טבילה. כל הענפים הוגמנו בתמיסת TOG-6 (כלורין אורגני) בקירור (3 מ"צ). לאחר 24 שעות הענפים נארזו בעטיפת פוליאאתילן (רולדה) בקרטון ואוחסנו למשך 11 יום ב- 2 מ"צ כהדמיה למשלוח ימי לאירופה.

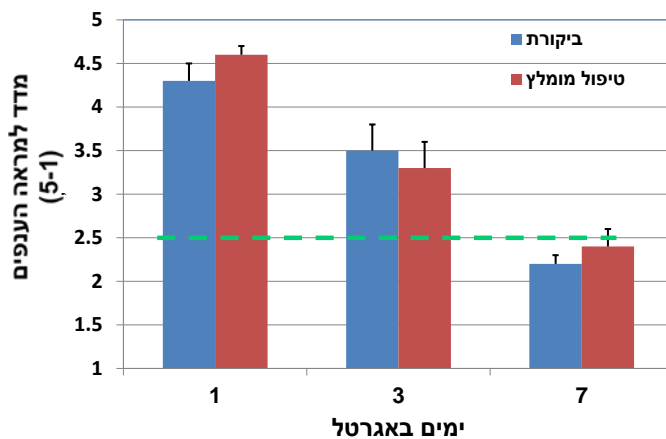
בתום הדמית המשלוח, הענפים הוצבו באגרטים בתמיסת TOG-6 בחדר תצפית (20 מ"צ) למעקב אחר האיכות במהלך חיי האגרטל. מהתוצאות המוצגות באיור 8 ניתן לראות התפתחות משמעותית של החמות בעלים, כאשר כבר ביום השלישי באגרטל הממוצע לענף היה 1.5 עלים עם החמות. הטיפול המומלץ הפחית במקצת את החמות, אך לא בצורה משמעותית (איור 8), כנראה כיון שהנזק החל כבר בשדה עוד לפני הקטיף.

הערכת מראה הענפים משקפת הן את טורגידיות הענפים והן את התפתחות החמות בעלים. מהתוצאות המוצגות באיור 9 ניתן לראות, שביום 7 כל האגדים היו פסולים עם הערכת מראה הפחותה מערך של 2.5. הטיפול המומלץ שיפר במקצת את ערכי מדד מראה הענפים בעיקר בימים 1 ו-7, אך גם שיפור זה לא תרם להארכת משך חיי האגרטל מעל ל-7 ימים (איור 9). ההחמה התפתחה כבר באחסון (איור 10א'), החמירה באגרטל (איור 10ב'), והגיעה לרמות חמורות במיוחד לאחר 10 ימים (איור 10ג').

יש לציין, שבניגוד לממצאים אלו של פסילת ענפים כבר לאחר 7 ימי אגרטל (איור 9), ברוב הניסויים שביצענו עם ענפי פיטוספורום הם נפסלו רק לאחר שבועיים ויותר בחיי אגרטל, כולל בניסויי משלוח להולנד בהם הענפים עברו סימולציה מחמירה לאחר התובלה הימית. לכן, ניתן לקבוע בפסקנות, שאירוע הסערה פגע באיכות הענפים, והומלץ למגדלים לא לקטוף ענפים לייצוא לפחות למשך חודש וחצי לאחר הסערה. בנוסף, המלצנו לבצע בדיקה עצמית אצל המגדלים לפני חידוש הייצוא.



איור 8: התפתחות החמות בעלים במהלך חיי אגרטל לאחר סימולציה של תובלה ימית (11 ימים ב- 2 מ"צ) בענפי פיטוספורום שנקטפו לאחר אירוע הסערה של דצמבר 2013. עוצמת החמות נקבעה עפ"י מספר עלים עם החמות לכל ענף. התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כאשר כל חזרה כללה 16 ענפים.



איור 9: שינויים במדד המראה במהלך חיי אגרטל לאחר סימולציה של תובלה ימית (11 ימים ב- 2 מ"צ) של ענפי פיטוספורום שנקטפו לאחר אירוע הסערה של דצמבר 2013. מדד המראה נקבע בסולם של 1-5, כאשר 5 = ענפים רעננים, טורגידיים ומבריקים; 1 = ענפים כמושים וללא ברק. הקו המקווקו הירוק בערך של 2.5 במדד זה מייצג את ערך הסף לפסילת הענפים. התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כאשר כל חזרה כללה 16 ענפים.



איור 10: מופע ענפי פיטוספורום שנקטפו לאחר אירוע הסערה של דצמבר 2013, לאחר הדמיה של תובלה ימית לאירופה (11 ימים ב 2 מ"צ) ויום אחד (א'), או שבוע (ב') או 10 ימים (ג') נוספים באגרטל.

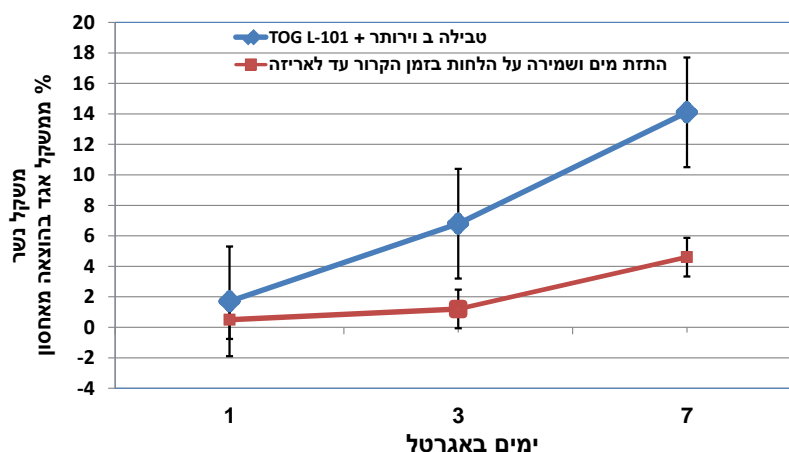
ב. אספרגוס מיריוקלאדוס

ב.1. נזקי צינה המתבטאים בהגברה של הצהבה ונשירה חמורה של עלים לאחר הדמיה של תובלה ימית בענפי אספרגוס מיריוקלאדוס שעברו את אירוע הסערה של דצמבר 2013

בניגוד לפיטוספורום שנחשב (אולי בטעות) כעמיד בפני אירועי קרה, אספרגוס מיריוקלאדוס ידוע כרגיש לקרה. לכן, ניסוי זה, שבוצע במקביל לניסוי הפיטוספורום (סעיף א.3.), נועד לאשר ולכמת את הבעיה בענפי אספרגוס מיריוקלאדוס שעברו את אירוע הסערה של דצמבר 2013. למעשה, את עיקר הנזקים ניתן היה כבר לאתר בצמחים בשטח. הענפים שהובאו לבדיקה במעבדה היו ענפים שנראו לכאורה טוב יותר, ונשאלה השאלה האם הם ראויים לייצוא. לאחר המיון הענפים חולקו לשתי קבוצות, שטופלו בשני אופנים מומלצים: 1. טבילה בשמן וירותר בתוספת הציטוקינין BA (תכשיר TOG-L-101); 2. הרטבה ע"י התזת מים בזמן הקירור ושמירה על הלחות בקירור עד לאריזה. הענפים משני הטיפולים נארוזו באריזת רולדה ששומרת לחות, ואוחסנו למשך 11 יום ב-2 מ"צ כהדמיה לתובלה ימית לאירופה.

מהתוצאות המוצגות באיור 11 ניתן לראות, שבניסוי זה טיפול ההתזה היה טוב יותר מאשר טיפול הטבילה מבחינת השפעתו על הפחתת הנשירה, יחד עם זאת, גם בטיפול זה שיעור של כ-5% נשירה עד יום 7 הוא מצב לא מתקבל על ידי צרכנים, כיון שמשמעותו היא הצטברות של נשר רב על השולחן, כמוצג באיור 12א'. בנוסף, ניתן לראות ענפים רבים שהצהיבו באגרטל בתוך 5 ימים בשני הטיפולים (איור 12). הן בהצהבה והן בנשירה המסיבית, מדד המראה של הענפים ביום 7 באגרטל היה בדרגה של 0.7 בשני הטיפולים (איור 13), שמבטא כבר איכות ענפים ירודה מעבר לסף הפסילה המקובל בדרגת מראה של 1.5 בסולם של 0-3.

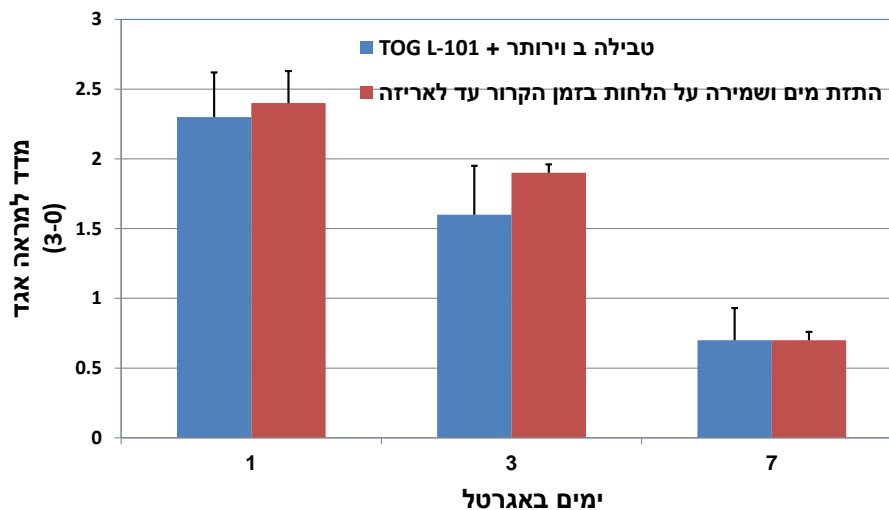
המסקנה מהניסוי היא שענפי אספרגוס מיריוקלאדוס רגישים מאוד לצינה. וגם אם הענפים נראים על הצמח באיכות סבירה יחסית, הם אינם ראויים לקטיף מסחרי, ויש לבדוק את המופע שלהם באגרטל לפני הייצוא.



איור 11: נשירת עלים במהלך חיי האגרטל בענפי אספרגוס מיריוקלאדוס שנקטפו לאחר אירוע הסערה של דצמבר 2013, טופלו בשתי האפשרויות שהומלצו ועברו הדמיה לתובלה ימית. הערכים מבטאים את האחוז המצטבר של משקל הנשר במהלך 7 ימי אגרטל ביחס למשקל ההתחלתי של האגד. התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כאשר כל חזרה כללה 16 ענפים.



איור 12: מופע ענפי אספרגוס מיריוקלאדוס ביום 5 באגרטל בחדר התצפית לאחר טיפול ההתזה במים (א') או לאחר טיפול הטבילה בוירותר בתוספת הציטוקינין TOG-L-101 (ב'). הענפים נקטפו לאחר אירוע הסערה של דצמבר 2013, טופלו בשני הטיפולים המפורטים לעיל ואוחסנו להדמיה של תובלה ימית. בפינה השמאלית של כל איור מופיעה ערמת הנשר שהצטבר במשך 5 ימים באגרטל.



איור 13: שינויים במדד המראה במהלך חיי אגרטל לאחר סימולציה של תובלה ימית (11 ימים ב- 2 מ"צ) של ענפי אספרגוס מיריוקלאדוס שנקטפו לאחר אירוע הסערה של דצמבר 2013. מדד המראה נקבע בסולם של 0-3, כאשר 3 = ענפים ירוקים וטורגידיים; 0 = ענפים צהובים עם נשירה מסיבית של עלים. הענפים נפטלו כאשר מדד המראה ירד מתחת לערך הסף של 1.5. התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כאשר כל חזרה כללה 16 ענפים.

ג. אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל'

ג.1. בחינת תמיסות הטענה למשלוח ימי

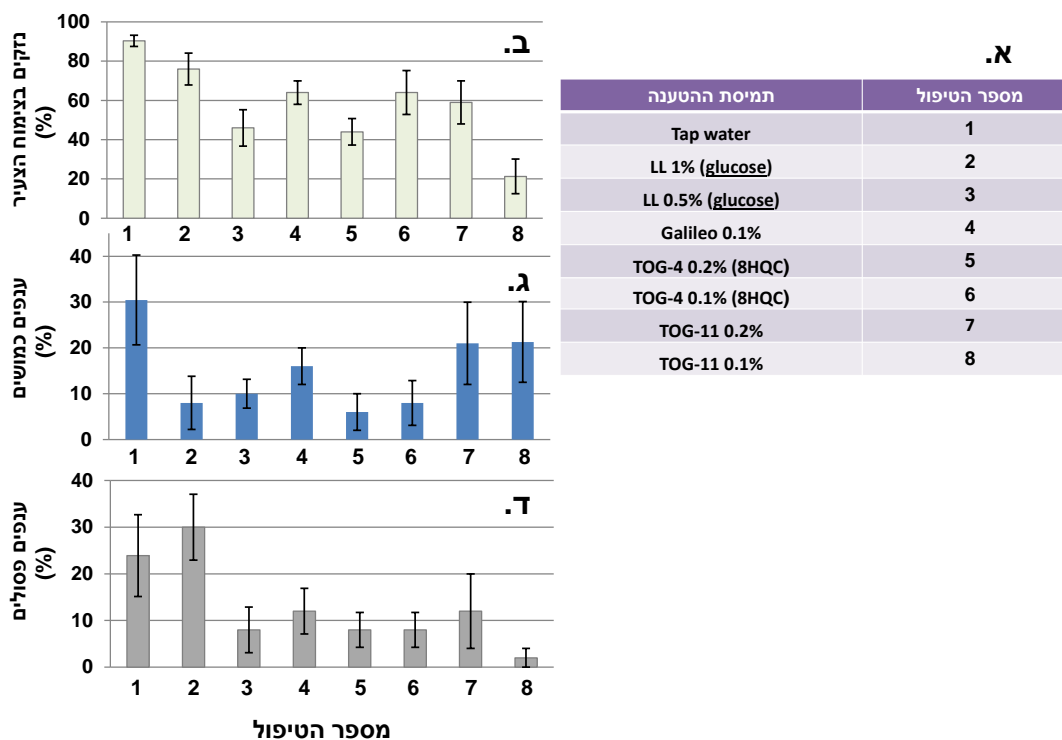
הקלון 'מסמרי קק"ל' של האקליפטוס הכדורי הוא מוצר ייחודי שפותח בארץ, ולכן יש למגדלי ישראל בלעדיות בשיווק מוצר זה. הבעיות בענף זה הן כמישת עלווה וכיפוף האמיר העליון בעיקר של הצימוח הצעיר. בשנים קודמות מצאנו, שתמיסות הטענה שהכילו סוכרוז בריכוז של 5% שיפרו משמעותית את האיכות של ענפי האקליפטוס הכדורי לאחר סימולציה ימית רגילה (8 ימים). הטיפולים שהאריכו את משך חיי האגרטל כללו: הטענה בגליצרול בריכוז של 1 mM בנוכחות TOG-6 בריכוז של 50 ח"מ, או הטענה בחומר המשמר TOG-11 בריכוז של 0.05%. טיפולים אלה הפחיתו את % הענפים הכמושים לאחר 8 ימי אגרטל. טיפולי הטענה בחומצה ציטרית בריכוז של 150 ח"מ או בגלוקוז 1% בנוכחות TOG-6, הפחיתו את נזקי ההתייבשות של הצימוח הצעיר בענף. הדבר נובע כנראה מכך, ששני טיפולים אלה שמרו על תכולת מים יחסית (RWC) גבוהה בעלים ב- 7 הימים הראשונים באגרטל. לאחר מכן, אחוז RWC ירד בענפים שהוטענו בחומצה ציטרית, אך נשמר קבוע וגבוה בענפים שהוטענו בגלוקוז.

כאשר בחנו את האפשרות של תובלה ימית ממושכת של 14 ימים (המסלול לנמל רוטרדם) של ענפי אקליפטוס כדורי נמצא, ששלב הקטיף היה הגורם הקובע. כאשר לא היה צימוח צעיר - שתי תמיסות ההטענה שהפחיתו את % פסילת הענפים הן בשל צימוח צעיר מופחת או בשל העדר נזק כללי היו 1% גלוקוז (תמיסת LL) ו- TOG-6 בריכוז של 100 ח"מ. נראה לכן, שהטענה באחת משתי תמיסות אלה יכולה לאפשר משלוח ימי ממושך של ענפי אקליפטוס כדורי. כאשר הענפים נקטפו עם צימוח צעיר - אף טיפול לא איפשר את היצוא במסלול הממושך. בהדמיה לתובלה אווירית, נמצאו שני טיפולים מוצלחים שעיקבו את כל סוגי הנזקים, וכללו הטענה בתמיסת גלילאו או בתמיסת TOG-4, ואשר בהשפעתם היו יחסית פחות ענפים פסולים בהשוואה לביקורת מים לאחר 14 ימי אגרטל.

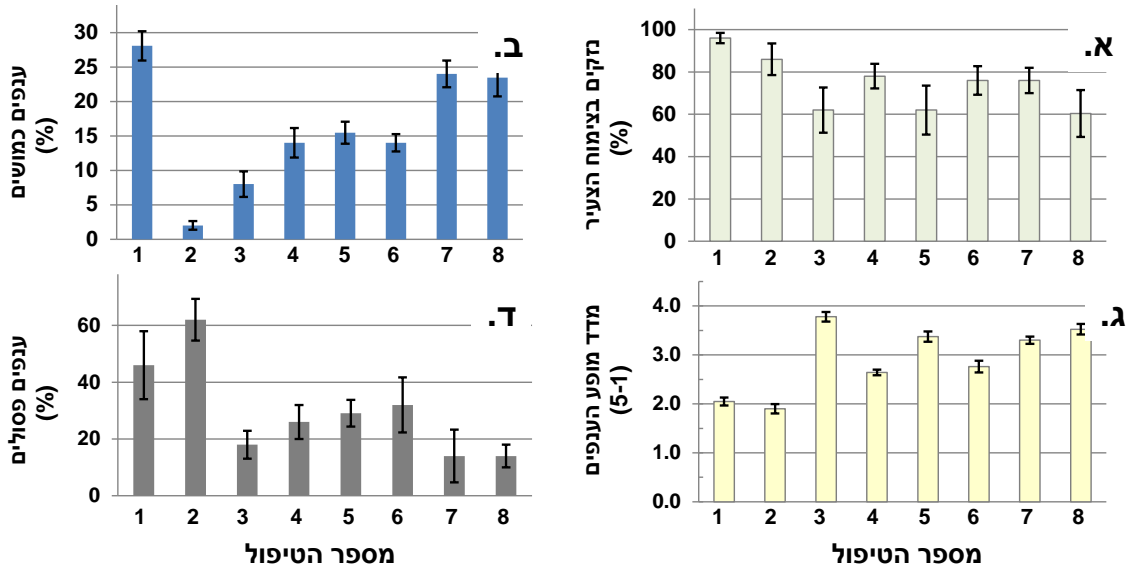
תוצאות מניסוי נוסף שבחן את ההשפעות של טיפולי הטענה שונים (איור 15א) על מדדי איכות באגרטל לאחר הדמיה של תובלה ימית (8 ימים ב- 2 מ"צ) מובאות להלן. ניתן לראות בבירור, שטיפולים 3, 5, ו- 8 היו הטובים ביותר מבחינת הפחתת % הנזקים בצימוח הצעיר ביום השביעי (איור 15ב); טיפולים 2, 3, 5 ו- 6 היו הטובים ביותר מבחינת שמירה על מאזן המים בענף שהתבטא ב- % נמוך של ענפים כמושים (איור 15ג), וטיפולים 3, 5, 6, ו- 8 היו הטובים ביותר מבחינת הפחתת אחוז הענפים הפסולים (איור 15ד). באופן דומה ניתן לראות שוני בהשפעת תמיסות ההטענה על המדדים השונים גם ביום העשירי באגרטל (איור 16). מדד המופע הכללי (איור 16ג) מבטא שיקלול של כלל מדדי האיכות בענף (איור 14), ובהתאם לכך את % הענפים הפסולים. מתוצאות אלו ניתן להסיק, שטיפולי ההטענה 3, 5 ו- 8 היו הטובים ביותר, כאשר טיפול 3 – 0.5% LL היה הטוב מכולם (איור 17). יש להדגיש, שמשך חיי האגרטל של הענפים בניסוי זה היה ארוך יחסית, כאשר בטיפולים המוצלחים נפסלו רק 2 ענפים מתוך 10, כנראה בזכות זה שבענפים כמעט ולא היה לבלוב צעיר (איור 17).



איור 14: הגדרת מדדי המופע בענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קקל' עפ"י ציון משוקלל הכולל כמישה, נזק בצימוח צעיר ונגיעות בעלים. המדדים נקבעו עפ"י סולם מ-1-5, כאשר 1 = ענף כמוש, עם עלים נגועים וכיפוף הצימוח הצעיר; 5 = ענף טורגידי ללא נזק או נגיעות.



איור 15: השפעת טיפולי ההטענה שניתנו לענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קקל' (א') על % הנזקים בצימוח הצעיר (ב'), % הענפים הכמושים (ג') ו- % הענפים הפסולים (ד') לאחר הדמיית משלוח ימי (8 ימים ב-2 מ"צ) ו-7 ימים נוספים באגרטל. אחוז הנזקים בצימוח הצעיר נקבע עפ"י מספר הענפים עם נזק בצימוח צעיר מכלל מספר הענפים עם צימוח צעיר באגד. התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כשכל חזרה כללה 10 ענפים באגרטל.



איור 16: השפעת טיפולי ההטענה שניתנו לענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' על % הנזקים בצימוח הצעיר (א'), % הענפים הכמושים (ב'), מדד מופע הענפים (ג') ו- % הענפים הפסולים (ד') לאחר הדמיית משלוח ימי (8 ימים ב- 2 מ"צ) ו- 10 ימים נוספים באגרטל. טיפולי ההטענה מפורטים באיור 15א'. אחוז הנזקים בצימוח הצעיר נקבע כמפורט באיור 15. מדד מראה הענפים הוערך בסולם של 1-5, כאשר 5 = ענף טורגידי ללא נזק בצימוח הצעיר; 1 = ענף כמוש עם נזק בצימוח צעיר (איור 14). התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כשכל חזרה כללה 10 ענפים באגרטל.

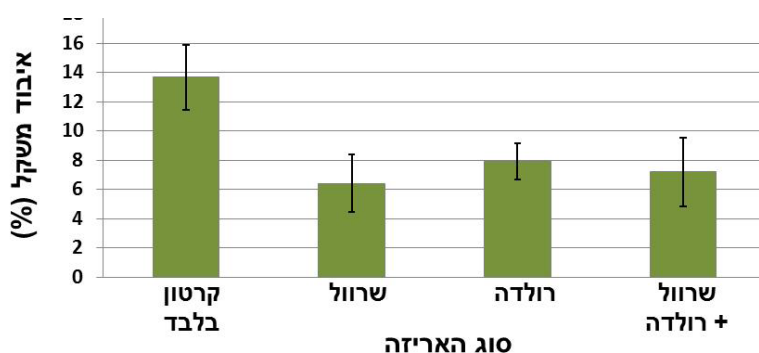
איור 17: השפעת טיפולי ההטענה שניתנו לענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' כמפורט באיור 15א' על



מופע הענפים לאחר הדמיית משלוח ימי ו- 10 ימים נוספים באגרטל. יש לשים לב שבענפים אלה אין הרבה צימוח צעיר ולכן משך חיי האגרטל שלהם היה ארוך. הכוכבים מציינים את הטיפולים בהם המופע של הענפים הוא היפה ביותר (טיפולים 3, 5 ו- 8).

ג.2. בחינת אריזות מתאימות לתובלה ימית של ענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל'

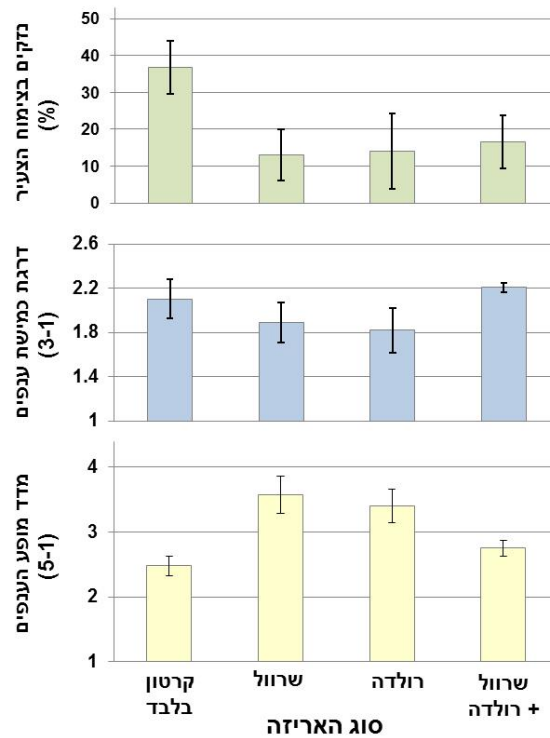
נבחנו ארבעה סוגי אריזות כמפורט באיור 18 במהלך הדמיה לתובלה ימית ממושכת (13 יום ב-2 מ"צ). יש לציין, שטמפרטורת חדר האחסון הייתה אמנם 2-3 מ"צ, אך הטמפרטורות באריזות היו למעשה שונות: בקרטון בלבד רשם הטמפרטורה התקלקל, אך בתנאים אלו בד"כ הטמפרטורה דומה לטמפרטורת הסביבה. הטמפרטורות במרכזן של שלושת אריזות הפוליאתילן השונות היו בפועל גבוהות יותר והגיעו לתחום של 5.5-6.5 מ"צ. יש להדגיש, שבניסוי זה היה בענפים הרבה מאוד צימוח צעיר, שהיה כנראה הגורם לקצב נשימה גבוה באריזות, שגורם לטמפרטורה גבוהה יותר של 5.5-6.5 מ"צ. כנראה שזה היה גם הגורם לאיבוד המשקל הגבוה שהגיע ל- 6%-8 בענפים העטופים בפוליאתילן ולכ- 14% בענפים החשופים בקרטון. ענפים כאלה אינם מתאימים לקטיף (גם לשוק המקומי) למרות שהם יפים מאוד בזמן הקטיף (איור 19), בגלל רגישות הצמיחה הצעירה וכמישתה המהירה באגרטל. אלו היו גם המסקנות מדו"חות קודמים. אין ספק, שגם האחוז הגבוה של איבוד המשקל בכל האריזות (איור 18) והצימוח הצעיר (איור 19) הם הגורמים לאיכות הירודה לאחר הדמיית משלוח ו-4 ימים בלבד באגרטל (איור 20), ולאחוז הפסילות הגבוה שהצטבר עד היום השביעי באגרטל (איור 21). לכן, יש להיזהר מהסקת מסקנות לגבי אריזה אופטימלית מניסוי זה, ויש ללמוד שוב את הנושא עם ענפים ללא צימוח צעיר המתאימים לקטיף וליצוא.



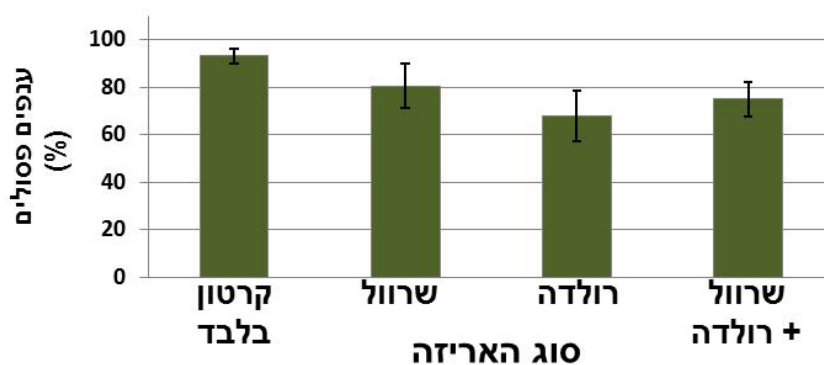
איור 18: השפעת סוגי האריזה על אחוז איבוד המשקל של ענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' במהלך ההדמיה של התובלה הימית (13 יום ב-2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות (אגדים) כשכל אגד כלל 10-13 ענפים, לבד מהאריזה בשרוול + רולדה שהייתה ב-3 חזרות של 8 ענפים באגד.



איור 19: המופע של ענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' שנארזו באריזות שונות כמתואר באיור 18 בעת ההוצאה מהאחסון להדמיית תובלה ימית (13 יום ב-2 מ"צ). כל העלים עם הפיגמנטציה הסגולה הם עלים צעירים וצמיחה צעירה.



איור 20: השפעת סוג האריזה של ענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' על אחוז הנזקים בצימוח הצעיר (א'), דרגות כמישת הענפים (ב') ומדד מופע הענפים (ג') לאחר הדמייה לתובלה ימית ו- 4 ימים נוספים באגרטל. אחוז הנזקים בצימוח הצעיר נקבע כמפורט באיור 15. דרגת כמישת הענפים נקבעה בסולם של 3-1, כאשר 1 = אין כמישה; 2 = כמישה חלקית, עד מחצית מהענפים באגד; 3 = כמישה בכל הענפים. מדד מופע הענפים הוערך בסולם של 5-1 כמפורט באיורים 14 ו- 16. התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כשכל חזרה כללה 10-13 ענפים באגרטל, לבד מהאריזה בשרוול + רולדה שהייתה ב- 3 חזרות של 8 ענפים לחזרה.



איור 21: השפעת סוג האריזה של ענפי אקליפטוס 'כדורי מסמרי קק"ל' בהדמיה לתובלה ימית על האחוז המצטבר של ענפים פסולים ב- 7 ימי אגרטל לאחר הדמיית המשלוח הימי (13 יום ב- 2 מ"צ). התוצאות מייצגות ממוצעים \pm SE של 5 חזרות כשכל חזרה מבטאת % ענפים פסולים ממדגם של 10-13 ענפים באגרטל, לבד מהאריזה בשרוול + רולדה שהייתה ב- 3 חזרות של 8 ענפים לחזרה.

נספח 4: קביעת התנאים המיטביים לייצור ייחורי פלרגוניום מושרשים המותאמים ליצוא במשלוח ימי

תקציר

מרבית הייחורים של פלרגוניום המיוצרים בארץ הם ייחורים לא מושרשים, אך לפי הערכות שונות ניתן יהיה לשלוח ייחורים מושרשים כנראה למזרח אירופה וגם לארצות המובילות בגידול פלרגוניום, לא רק בשולי העונה. מטרתה של העבודה ככלל, היא לפתח פרוטוקולים לגידול, טיפול ומשלוח של ייחורי פלרגוניום מושרשים. נבחנה השפעת גיל הייחור, תוספת נוטריינטים וחומר הרטבה למצע הגידול, עוצמת הארה, אופן המשלוח, וטיפולם הורמונליים לפני המשלוח על איכות הייחורים המושרשים. תוצאות עיקריות: למצע המכיל חומר הרטבה אין יתרון על פני מצעים אחרים מבחינת המשלוח. כמו כן תוספת נוטריינטים למצע לא שיפרה את איכות הייחורים המושרשים. יחד עם זאת, לחומר הרטבה היה יתרון בהשרשה של הייחורים. האריזה של הייחורים אינה משפיעה על איכות הייחור, וללא ספק ניתן לשווק באריזות פתוחות העטופות בניילון נצמד. יש לכך יתרון אדיר בחסכון בכח אדם ובחומרי אריזה. לגיל הייחור (משך הזמן בהשרשה) הייתה השפעה על איכות הייחור. שבוע ושבועיים השרשה מספיקים לייצר ייחור באיכות טובה, אך שלושה שבועות גורמים לפגיעה באיכות הייחורים. השרשה בנוכחות רמת הארה נמוכה פוגעת בעיקר בייחורים במהלך ההשרשה, אך הייחורים שהושרשו אינם באיכות ירודה יותר. ההורמונים אוקסין, הציטוקינין בנזיל אדנין וג'יברלין הם בעלי פוטנציאל למניעת הזדקנות שמקורה מסימולציית האחסון, ואין הם פוגעים בהשתרשות בריכוזים שנבחנו.

מבוא

תחום ייצור הצמחים לגינון ולמרפסת הולך וגדל בעולם בשנים האחרונות, וצמחי הפלרגוניום תופסים חלק נכבד משוק זה. ההערכה היא, שהסחר העולמי במוצר זה מגיע לכ- 6 ביליון דולר לשנה. בישראל מגדלים צמחי אם של פלרגוניום בעיקר לייצור של ייחורים לא מושרשים, וזאת בגלל אופי ההתקשרויות עם המטפחים הגדולים בחו"ל. מרבית ההשרשות מתבצעות באירופה במהלך תקופת החורף. בשנים האחרונות חלה ירידה ברווחיות של ייחורים לא מושרשים, וייצורם זולג לאפריקה. לאור זאת, אנו עדים לשינויים החלים בארץ בתחום ייצור ייחורי הפלרגוניום, וקיימת מגמה של הגדלת הייצור של ייחורים מושרשים. לישראל יש יתרון על פני אירופה בייצור של ייחורים מושרשים בזכות היכולת לגדלם ללא חימום וקיומן של עוצמות אור גבוהות יותר מאשר באירופה. לאור זאת, ניתן יהיה למצוא קניינים חדשים גם במזרח אירופה וגם במערבה, שיזהו את הפוטנציאל הקיים בישראל ויקנו ייחורים מושרשים במהלך כל העונה ולא רק בשולי העונה, כפי שקיים היום בקנה מידה קטן יחסית.

לפני כארבע שנים התחלנו לבחון אפשרות ייצוא של ייחורי פלרגוניום מושרשים בעגלות דניות במשלוח ימי, יחד עם אגרקסקו, והתקבלו תוצאות ראשוניות המראות, שניתן ליישם תובלה זו למשלוח ייחורים מושרשים. אופן תובלה זה מוזיל באופן משמעותי את היצוא. לדעתנו, תובלה בעגלות דניות לייחורים היא מאוד מגושמת וקשה לתמרון ולאחרונה נמצאו בשוק אריזות המאפשרות שיווק באריזות פתוחות, שהן הרבה יותר נוחות ליישום בהשוואה לעגלות הדניות. למרות ההצלחה הראשונית במשלוח ייחורים מושרשים, לא ידועים תנאי ההארה וההזנה האופטימליים במהלך ההשרשה הדרושים לייצור ייחור איכותי. כמו כן לא ידועה מה השפעת המצע, ורמת הרטיבות בו על האיכות. בנוסף, עדיין לא קיים מספיק ידע על הטמפרטורה האופטימלית למשלוח של קבוצות הזנים השונות של פלרגוניום, או האם קיימים טיפולים לפני משלוח שיכולים לשפר את האיכות. מטרת המחקר המוצע בזאת היא לשפר את האגרוטכניקה לגידול ייחורים כדי שיהיו עמידים לעקת המשלוח, ולפתח פרוטוקולים לטיפולם לפני המשלוח ובמהלכו, שישמשו את המגדלים.

2. מטרות המחקר

א. לבחון את השפעת תנאי הגידול (הזנה, תנאי הארה) של הייחור על איכותו; ב. לבחון את המצע המתאים ביותר, ואת רמת הרטיבות האופטימלית לפני משלוח; ג. לפתח טיפולים לפני המשלוח לעיכוב ההזדקנות של עלוות הייחור (ציטוקינין וג'יברלין כמעכבי הזדקנות וחומרים מעכבי ייצור או תגובה לאתילן) או למניעת התייבשותו (חומצה אבציסית). בשנה האחרונה נבחנו: א. השפעת פלאגים שונים על ההשתרשות; ב. השפעת סוג האריזה על האיכות; ג. השפעת עוצמת ההארה על איכות ייחורים; ד. השפעת גיל הייחור על האיכות; ה. השפעת טיפולים הורמונליים לפני המשלוח על איכות הייחורים.

ניסויים ותוצאות:

א. השפעת חומר הרטבה, נוטריינטים וסוג האריזה על איכות הייחורים:

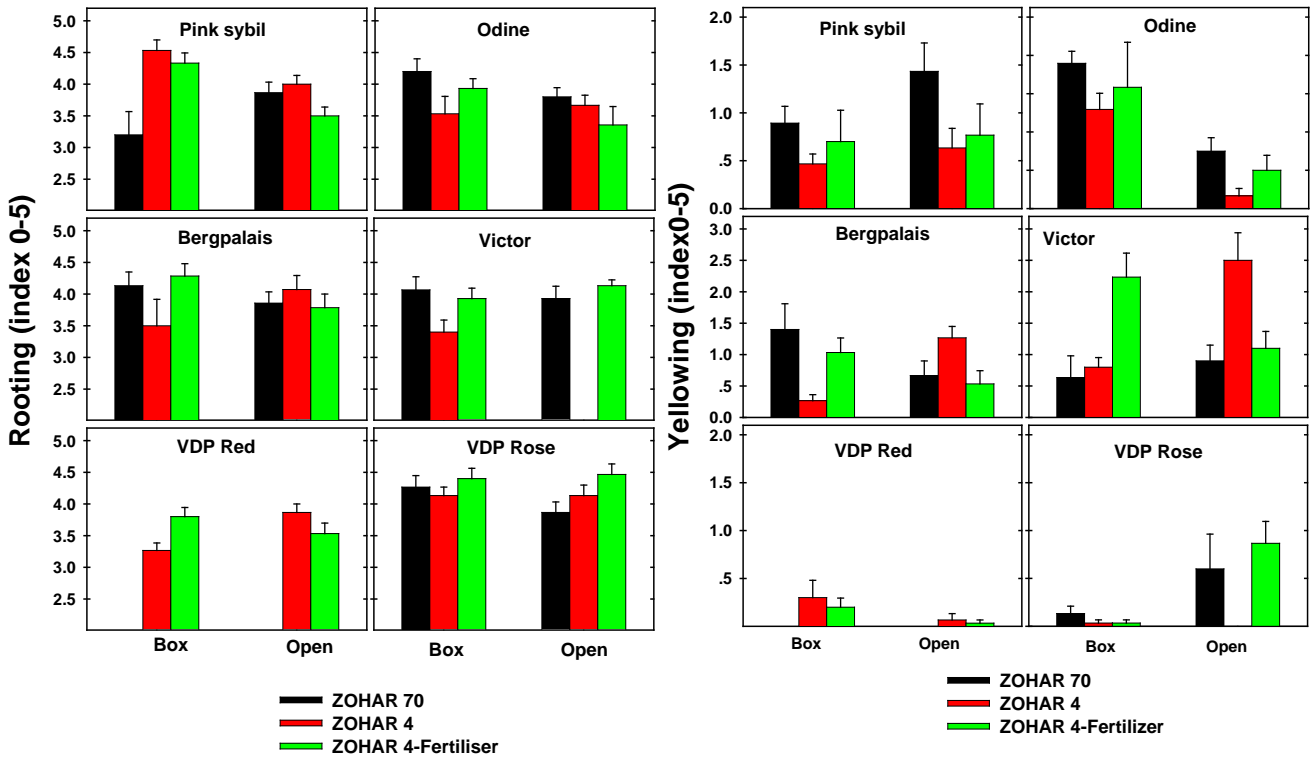
בשנה קודמת בחנו את השפעת חומר ההרטבה על האיכות של ייחורים מושרשים. היתרון של חומר זה לאחר סימולציה של משלוח ימי הייתה מאוד מוגבלת - בזנים "ויקו" ו"דקורה ביקולור" - התקבלו רק ב- 5% מהייחורים (יחסית ל 30%) יותר עלים חדשים. בשנה הנוכחית ביקשנו לבדוק את השפעת תכונות המצעים השונים (טבלה 1) על איכות הייחורים שהושרשו לאחר סימולציה של משלוח ימי (איורים 1 ו- 2).

סימולציית המשלוח בוצעה באריזות סגורות (box) ובאריזות פתוחות (open) (אריזות המחקות עגלה דנית). לביצוע הניסוי נלקחו שישה זנים, 2 מכל קבוצה של פלרגוניום: זונלה (Z), פלטום (זוחל) (P), וקבוצת ה- VDP (V): Glacis (Z), Bergapalais (Z), Wico (P), Tommy (P), Decora Pink (V), Decora Bicolor (V). הייחורים נשתלו בשלושה סוגי מצע (טבלה 1). תכונות המצעים השונים מסוכמות בטבלה 1. מצע זוהר 70 מכיל חומר הרטבה, ואכן רמת הרטיבות במצע זה הייתה גבוהה יותר מאשר במצעים האחרים. מצע זוהר 4 היה המצע העני ביותר בנוטריינטים.

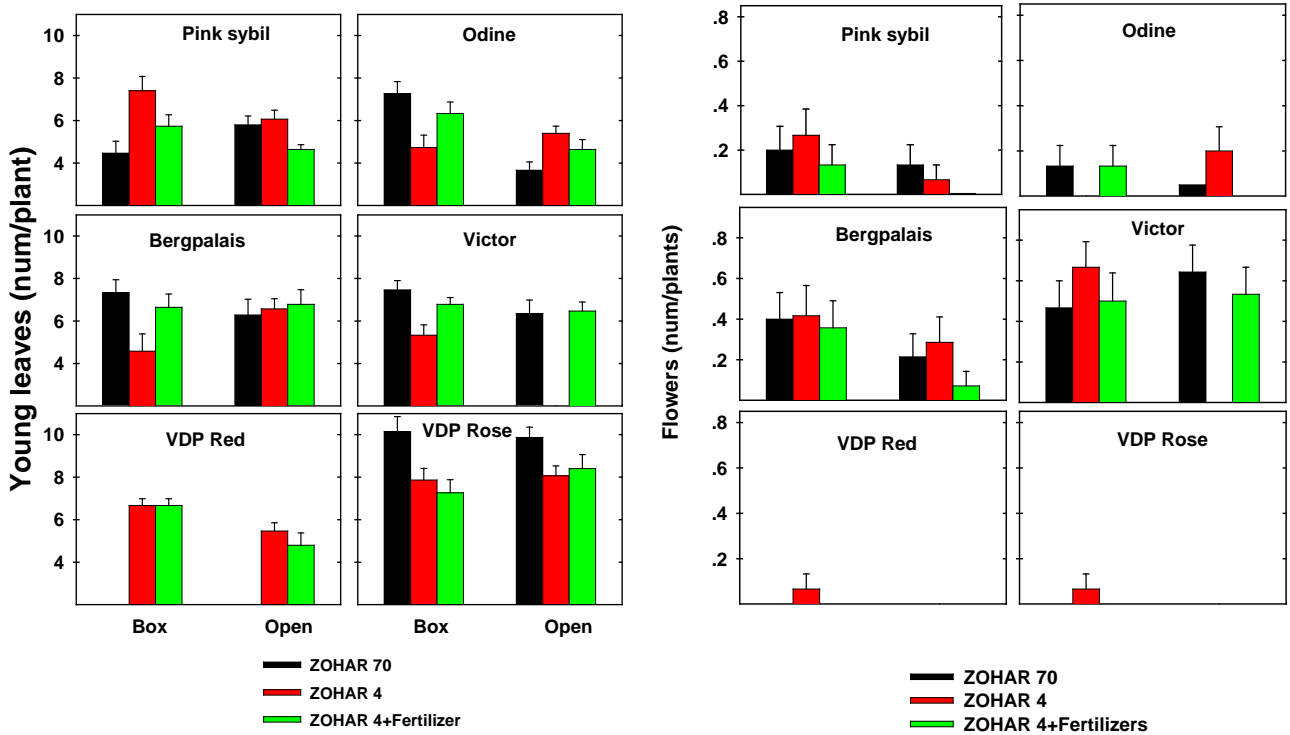
טבלה 1: תכונות המצעים השונים ששימשו להשרשה. הבדיקה בוצעה במעבדה לשירות שדה בחדרה. הפלאגים התקבלו מ"טוף מרום הגולן".

סוג המצע			יחידות	סוג הבדיקה
זוהר 4 + דשן (שניר 14)	זוהר 4	זוהר 70		
252.1	261.4	302.9	%	רטיבות
5.2	5.2	5.0		pH
1.02	0.57	1.3	dS/m	מוליכות חשמלית
139.5	116.8	85.7	mg/l	כלוריד
1.70	1.22	1.50	meq/l	נתרן
2.40	1.74	5.80	meq/l	סידן+מגנזיום
0.52	0.28	1.53	meq/l	מגנזיום
18.3	3.7	89.2	mg/l	חנקתי במיצוי N
47.20	4.10	35.20	mg/l	P במיצוי
4.90	2.09	4.30	meq/l	K במיצוי
1.00	0.60	0.50	meq/l	דו פחמימה
0.3	0.6	0.5	mg/kg	ברזל
<0.1	N.D	<0.1	mg/kg	אבץ
N.D	N.D	<0.9	mg/kg	מנגן
		N.D	mg/kg	נחושת
1.4	0.8	1.6	mg/l	NNH ₄ במיצוי
1160	1570	1499		זלתא F
4.47	2.24	2.53		PAR
1.55	1.31	0.00		SAR
מנגן=0.229 mg/kg	אבץ=0.075 mg/kg - מנגן=0.229 mg/kg	0.094 mg/kg- נחושת		ערך סף הגילוי של הבדיקות <

נראה, שבייחורים שהושרשו במצע זוהר 70 המכיל חומר הרטבה לאחר שעברו סימולציה של משלוח ימי, יש יותר הצהבה, יחסית לייחורים מושרשים במצעים האחרים, במיוחד בזנים מקבוצת הפלטטום (איור 1). לעומת זאת, חומר ההרטבה בהחלט לא פוגע בכושר ההשתרשות בעציצים לאחר סימולציה של אחסון (איור 1). גם כאשר בוחנים את מספר העלים שיש בכל ייחור או את מספר הפרחים נראה, שמצע זוהר 70 לא התבלט בחסרונותיו (איור 2).



איור 1: השפעת סוג המצע ותנאי האריזה על כושר ההשתרשות (שמאל) ועל ההצהבה (ימין) של הייחורים מזנים שונים המייצגים 3 קבוצות של פלרגוניום, לאחר סימולציית משלוח ימי. סימולציית המשלוח כללה אחסון למשך 10 ימים בטמפרטורה של 4 מ"צ, ופעמיים במהלך הסימולציה הייחורים הועברו למשך יום ל-10 מ"צ. הסימולציה בוצעה במכלים סגורים או באריזות פתוחות המוקפות בנילון נצמד. לאחר סימולציית המשלוח הייחורים הושרשו בחממת ההשרשה במינהל למשך שלושה שבועות עד לדרגת השרשה ממוצעת של 4 (כאשר השורשים ממלאים חלק גדול מהפלאג). רק ייחורים בדרגה 4-5 הועברו להמשך גידול בעציצים, שהכילו טוף בתוספת אוסמוקוט, בטמפרטורת גידול של 25 מ"צ. בחינת ההצהבה וההשתרשות בוצעו שבוע ושבועיים לאחר ההעברה לעציצים. העדר עמודות בגרפים מייצג העדר נתונים. דרגות ההשתרשות הוערכו בסולם של 0-5, כאשר 0 = ייחור לא מושרש; 5 = השתרשות מלאה. דרגות הצהבת העלים הוערכו בסולם של 0-5, כאשר 0 = עלים ירוקים; 5 = עלים צהובים. התוצאות מייצגות ממוצעים של 15 ייחורים \pm SE.

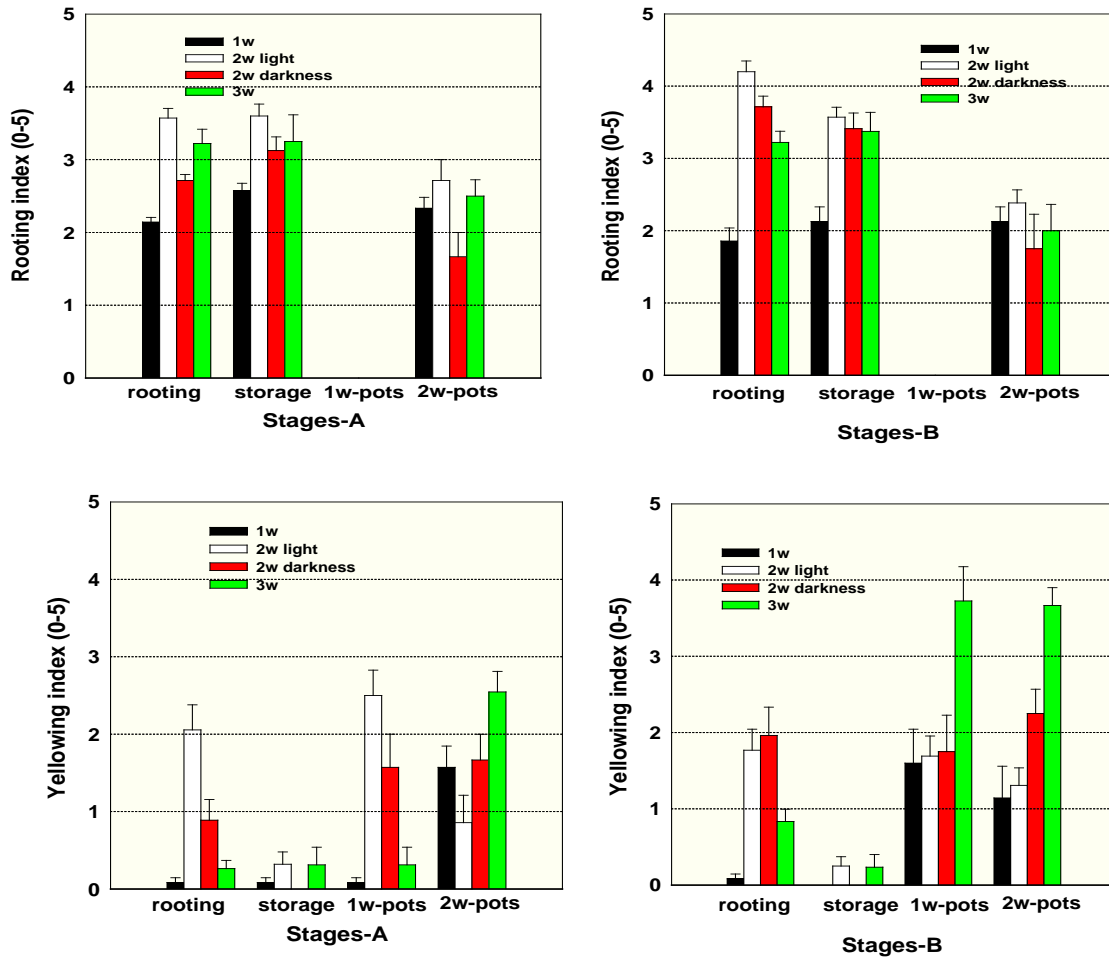


איור 2: השפעת סוג המצע ותנאי האריזה על גדילה של עלים חדשים (שמאל) ועל פריחה (ימין) בייחורי פלדגוניום מזנים שונים לאחר סימולציה של משלוח ימי. פרטי הניסוי מתוארים באיור 1.

ב. השפעת גיל הייחור ועוצמת ההארה על איכות הייחורים המושרשים לאחר סימולציית משלוח:

לא ברור אם לגיל הייחור (ממועד התחלת ההשרשה ועד למועד סימולציית המשלוח) יש השפעה על איכות הייחורים לאחר סימולציית המשלוח. כדי לענות על השאלה הזו, ייחורים הושרשו למשך שבוע, שבועיים, ושלושה, ולאחר מכן עברו סימולציה של משלוח ימי קשה (הסבר באיור 1), בארגזים המדמים משלוח בעגלות דניות, ואח"כ נשתלו בעציצים, ובוצע מעקב אחרי ההצהבה והשרשה (איור 3). בניסוי זה נבחנה גם השפעת ההשרשה בתנאי הצללה למשך שבועיים על איכות הייחורים. איור 3 מתאר את תוצאות הניסוי. נראה, שכעבור שבועיים התקבלה השתרשות כמעט מלאה (דרגה קרובה ל- 4) והיא לא השתנתה כתוצאה מהארכת משך ההשרשה. גם בהצללה וגם בעוצמת הארה גבוהה יותר התקבלה השרשה דומה. ראוי לציין, שאיכות ההשרשה בעציצים נבחנה לפי מדד שונה מזה של ייחורים בפלאג ההשרשה, ולכן סך כל ההשתרשות היה נמוך יותר לאחר שבועיים בהשוואה להשתרשות בפלאג. נראה, שגם אם אחרי שבוע רמת ההשתרשות הגיעה לדרגה 2, לאחר העברה לעציצים רמת ההשתרשות (שנבדקה לאחר שבועיים) הדביקה את ההשתרשות של ייחורים מבוגרים יותר.

ראוי לציין, שזן B הרבה יותר רגיש מזן A הן בהצהבה והן בריקבון (איור 3 וטבלה 2). הן בתום ההשרשה והן בתום האחסון חלק גדול מהייחורים היה רקוב. מתוך נתוני הריקבון ניתן לראות, שאחוז הייחורים הרקובים עבור שני הזנים לאחר שבוע השרשה היה הרבה יותר נמוך בהשוואה לאחר השרשה של שבועיים ושלושה, והשרשה של שבועיים בהחשכה הגבירה באופן משמעותי את אחוז הייחורים הרקובים. מתוך בחינת אחוז ההצהבה נראה בבירור (איור 3 גרפים תחתונים), שייחורים שהושרשו למשך שלושה שבועות היו הרבה יותר רגישים לתהליכי ההזדקנות המתרחשים במהלך סימולציית המשלוח בהשוואה לייחורים שהושרשו למשך שבוע או שבועיים, במיוחד לאחר שבועיים בעציצים. לכן חשוב מאוד בהכנת הייחורים למשלוח לא להאריך את משך ההשרשה לשלושה שבועות.



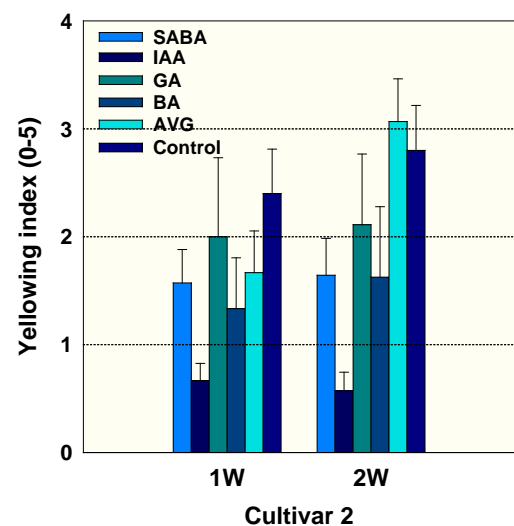
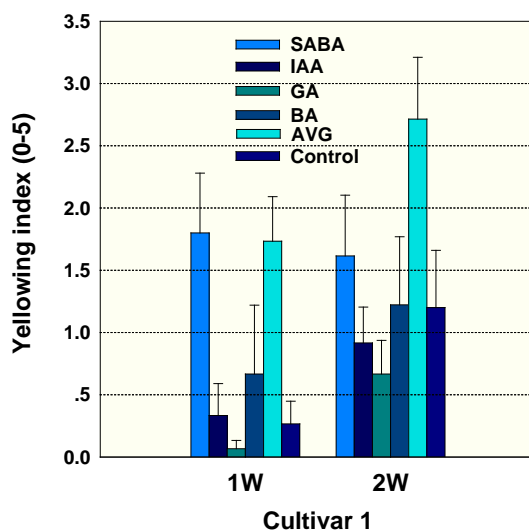
איור 3: השפעה של גיל הייחור על איכות הייחורים לאחר סימולציית משלוח ולאחר שבועיים בעציצים. לניסוי נלקחו שני זנים ממשפחת הזנולה ממשלת "עסיס" בחודש מאי. הייחורים נשתלו בתערובת של כבול וקוקוס (תערובת גן) והושרשו בחממת המינהל. עוצמת ההארה הייתה 190 מיקרואינשטיין בחלק ללא הצללה ובחלק המוצלל (darkness) עוצמת ההארה הייתה 60 מיקרואינשטיין (עוצמת ההארה בחוץ הייתה 1550 מיקרואינשטיין ובתוך החממה על שולחן ההשרשה ללא כיסוי - 400 מיקרואינשטיין). בתום ההשרשה נמדדה איכות ההשרשה ומידת הצהבה של הייחורים והם הוכנסו לסימולציית משלוח ימי כמתואר לעיל (איור 1). בתום האחסון נמדד שוב מדד הצהבה וההשרשה, והייחורים הועברו לעציצים המכילים טוף (+אוסמוקוט). הועברו רק ייחורים בעלי עוצמת ההשרשה הגבוהה ביותר באותו טיפול. כעבור שבוע הוערכה דרגת הצהבה, וכעבור שבועיים הוערכו דרגות הצהבה וההשרשה. הערכות הצהבה וההשרשה בוצעו על הייחורים הלא רקובים. A ו-B מייצגים שני זנים שונים.

טבלה 2: השפעת משך ההשרשה (גיל הייחור המושרש) על אחוז הייחורים הרקובים לאחר ההשרשה ולאחר האחסון. A ו- B מייצגים שני זנים שונים. תנאי הניסוי היו כמתואר לעיל. נתוני הריקבון היו הרבה יותר גבוהים מאשר עבור ייחורים מסחריים, כנראה בגלל תנאי השרשה פחות טובים.

Age	cultivar	Following rooting	Following storage
		(% decay)	
1W	B	14.63	0.00
	A	10.26	6.25
2W light	B	11.90	11.11
	A	8.11	12.50
2W darkness	B	25.71	44.44
	A	2.78	17.39
3W	B	17.14	18.75
	A	27.27	6.67

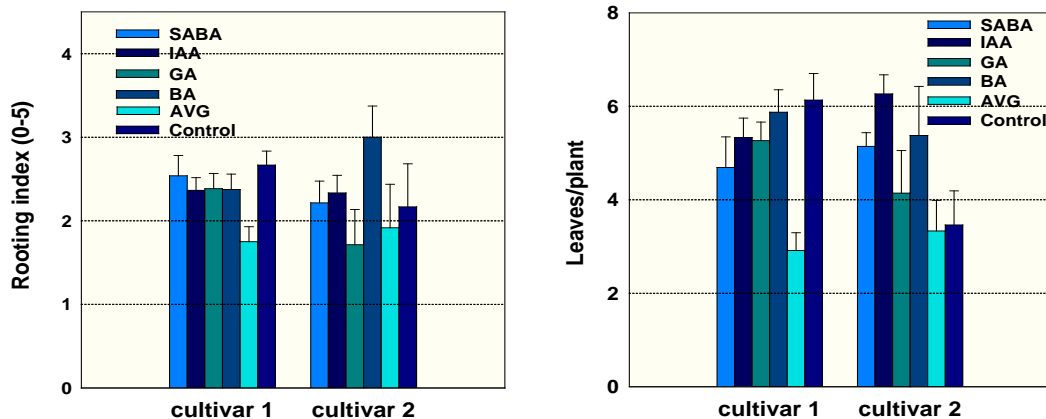
ג. השפעת טיפולים הורמונליים לפני המשלוח על איכות הייחורים:

אחת הדרכים לשנות את תגובת הייחורים לעקה היא באמצעות טיפולים הורמונליים שונים. ההורמונים ציטוקינין (BA) וג'יברלין (GA) ידועים זה מכבר כמעכבי הזדקנות עלוה בצמחים שונים. AVG מעכב את ייצור האתילן, והועלתה הסברה שהוא עשוי גם לעכב את ההצהבה. החומר SABA הוא תכשיר מסחרי של חומצה אבציסית (ABA), והועלתה הסברה שיתכן והחומר עשוי למנוע התנדפות על ידי סגירת הפיוניות, וכתוצאה מכך למנוע איבוד מים, ולשפר את איכות הייחור. ההורמון אוקסין נבחן גם הוא בהסתמך על ממצאינו הקודמים, לפיהם לצמחים עם שורשים, החשופים להחשכה מתמשכת יש חסר באוקסין.



איור 4: השפעת הורמונים שונים על מדד הצהבת העלים בייחורי פלרגוניום לאחר סימולציה של אחסון והעברה לעציצים. ייחורים מושרשים של שני זני זנולה (השרשה למשך שבועיים) הובאו ממשלת "עסיס". הייחורים טופלו בהורמונים השונים: SABA - 400 ח"מ, אוקסין (IAA) ובנזיל אדנין (BA) - 1 מיקרומולר, ג'יברלין (GA) - 1 ח"מ, AVG - 200 ח"מ. לאחר הריסוס הייחורים הושארו בחוץ לייבוש למשך כשלוש שעות ולאחר מכן הועברו לארגזים שנעטפו בניילון נצמד לחיקוי עגלות דניות. הייחורים הוחזקו למשך 13 יום בסימולציית אחסון ימי, כאשר פעמיים במשך התקופה בוצעה העברה מ- 4 מ"צ ל- 10 מ"צ. לאחר האחסון בזן 1 אחוז הרקבונות הגיע ל- 10% ובזן 2 ל- 30% ולא נמצאו הבדלים בולטים בין הטיפולים. רמת ההשתרשות בפלאגים הייתה בין 2.6 לבין 3.2 בממוצע עבור זנים 2 ו- 1, בהתאמה. לניסוי נבחרו ייחורים בעלי מדד השתרשות גבוה מ- 3, והייחורים והוחזקו למשך שבועיים. הערכת ההצהבה בוצעה לאחר שבוע ושבועיים.

מהתוצאות המוצגות באיור 4 נראה, שבזן 1 טיפול ה-GA היה היעיל ביותר ואילו בזן 2 טיפול האוקסין היה היעיל ביותר בעיכוב ההצהבה. טיפול האוקסין היה יעיל בעיכוב ההצהבה גם בזן 1 בעיקר כאשר הבדיקה בוצעה לאחר שבועיים (איור 4). טיפולי האוקסין אף הגדילו את מספר העלים החדשים לייחור ולא פגעו בהשרשה (איור 5). טיפולי BA הפחיתו הצהבה בעיקר בזן 2 (איור 4) וגם שיפרו את מספר העלים בעיקר בזן 2 (איור 5) לעומת הורמונים אלו, הן SABA והן AVG הגבירו את ההצהבה בזן 1 (איור 4).



איור 5: השפעת הורמונים שונים על מדד ההשרשה (שמאל) ועל מספר העלים (ימין) בייחורי פלרגונים לאחר סימולציה של אחסון והעברה לעציצים. פרטי הניסוי הם כמפורט באיור 4. הערכת מספר העלים ודרגות ההשרשה בוצעו שבועיים לאחר ההעברה לעציצים.

4. סיכום ומסקנות

מטרתו של המחקר היא לפתח פרוטוקולים לגידול ולמשלוח של ייחורים מושרשים של פלרגונים. **השפעת המצע:** בשנה הראשונה ובשנה השנייה בחנו מספר סוגים של פלאגים: פלאג יצוק (גיפי), פלאג המכיל כבול קוקוס ופרלייט עם וללא נוטריינטים (זוהר 4 - ללא נוטריינטים, שניר 14 - עם נוטריינטים (50 מג' לליטר פי גי מיקס סטרטר) שווה לזוהר 4 + נוטריינטים), פלאג המכיל כבול וקלקר עם וללא נוטריינטים (שניר 1), ופלאג זוהר 70, המכיל חומר הרטבה (חומר מסחרי המורכב מדטרגנט הנקרא פיבר סורב המקטין את ההידרופוביות של החומר האורגני בכבול). למרות שינויים ברמת ההזנה וברמת הרטיבות של המצע, לא נמצאו הבדלים בולטים בין השפעות הפלאגים השונים על איכות הייחורים. יתכן ולגיפי היה חסרון מסוים ולפלאג המכיל חומר הרטבה היה יתרון בהשרשה הראשונית, אבל לא על הייחורים המושרשים.

השפעת עוצמת ההארה: לא נמצאה השפעה משמעותית של עוצמת ההארה של הייחורים במהלך ההשרשה על איכותם לאחר סימולציית משלוח, אך ללא ספק רמת הרקבון בייחורים שגדלו בהחשכה הייתה הרבה יותר גבוהה מזו של ייחורים שגדלו בהארה (כעשירית מעוצמת האור שיש בחוץ). בעבר בדקנו את השפעת ההצללה (30%) של צמחי האם על איכות הייחורים הלא מושרשים ולא נמצאה השפעה.

השפעת גיל הייחור: השרשה למשך שבוע, גם אם ההשרשה עדיין לא מושלמת, או שבועיים, מביאה לייחורים מושרשים באיכות דומה, והרבה יותר טובה מהאיכות של ייחורים שהושרשו למשך שלושה שבועות. לממצא זה חשיבות רבה כי החקלאי יכול לשלוח בתובלה ימית ייחורים שהם רק בשלב של התחלת ההשתרשות, והוא צריך להיזהר מלשלוח ייחורים מבוגרים. זה כמובן יקטין את עלויות המשלוח.

השפעת אופן האחסון: נבחנו שני סוגי סימולציה באריזות סגורות כאשר כל המגש נכנס לאריזה, ובאריזות פתוחות עטופות בניילון נצמד. האריזה של הייחורים בקופסה פתוחה המחקה משלוח בעגלות דניות לא פגעה באיכות הייחורים ובמקרים מסוימים אף הייתה יותר טובה. משלוח בארגזים ייחודיים היוצרים משטח שניתן לעטוף אותו בניילון נצמד בהחלט יכול להחליף את המשלוח בקרטונים סגורים ולהקטין ע"י כך את העלויות

בצורה משמעותית.

השפעת טיפולים הורמונליים לפני סימולציית המשלוח: טיפולים באוקסין, ג'יברלין או ציטוקינין הפחיתו את הצהבות העלים, אם כי לא באופן עקבי, בשני הזנים שנבחנו בייחורים שהושרשו למשך שבועיים. AVG ו- ABA החמירו את הצהבות.

נספח 5: השפעת מווסתי הצמיחה ג'ברלין, ציטוקינין ומעכב פעילות האתילן STS, על שיפור איכות ועיכוב ההזדקנות בצמחי פלרגוניום zonale בתנאי הדמיה להובלה ימית

לקוח מהעבודה שהוגשה ע"י תלמידי בית ספר ויצו נהלל - נועה גרוס, תומר שרון ודניאל מונויינקו במסגרת פרויקט נוער שוחר מדע

העבודה בוצעה בהנחיית צוות מחקר ממרכז וולקני - שושנה סלים, בטינה קוכאנק, ד"ר סוניה פילוסוף-הדס וד"ר שמעון מאיר.

א. מבוא:

צמחי העציץ של פלרגוניום מסוג ZONALE משווקים כמוצרים חצי מוגמרים המסיימים את התפתחותם אצל הקניין. הצמחים משווקים בעציצים גדולים (בנפחים שונים בהתאם למוצר ולעיצוב), שהם בעלי נפח הובלה ומשקל גבוהים יחסית, דבר המייקר את הוצאות המשלוח. השוק של צמחים אלה הוא בעיקר ייצוא למדינות מערב אירופה ונמצא בעלייה מתמדת. מרבית הייצוא מתבצע כיום בדרך האוויר, גורם המגביל את גודל העציצים האפשרי לשיווק ואת כמותם בשל העלות הגבוהה של המשלוח. בנוסף, בשנה האחרונה התעוררה בעיה חדשה של מחסור בנפח ההובלה הזמין באוויר בשל חוסר האיזון של המטענים המיוצאים מהארץ ומיובאים אליה. לכן, הובלה ימית של המוצרים הנפחיים הנ"ל מהווה תנאי הכרחי להמשך הפיתוח של ענף צמחי העציץ לייצוא. המחקר בו עסקנו חשוב, משום שמשך ההובלה ימית ארוך מאוד והצמחים נמצאים בתנאים של חושך, צפיפות וסיכוי רב לפגיעות חיצוניות בצמח, דבר שפוגע באיכותם. מטרת המחקר הייתה ללמוד כיצד ניתן לייצא צמחי עציץ אלו בצורה הזולה ביותר (במשלוח ימי) תוך שמירה על איכות הצמח.

צמח הפלרגוניום הוא עציץ מבוקש מאוד באירופה, ואחד הגורמים המגבילים את ייצוא עציצי הפלרגוניום הוא הזדקנותה המהירה של העלווה, שמתבטאת בהצהבת עלים וריקבון שפוגעים במראה הכללי של הצמח. בעבודתנו בדקנו כיצד ישפיעו טיפולים במווסתי הצמיחה ציטוקינין, ג'ברלין ומעכב פעילות האתילן STS, על האיכות של צמחי פלרגוניום שאוחסנו בתנאים המדמים תנאי הובלה ימית. בחרנו בטיפולים הנ"ל מאחר וידוע כי למווסתי צמיחה אלו יש השפעה חיובית בשמירת איכות הצמח ומניעת הזדקנותו. המדדים/משתנים התלויים שנבחרו למעקב אחר איכות הצמח הם: מראה כללי של הצמח, ריקבון, הערכה חזותית של מידת הזדקנות הצמח, הצהבת עלים ותכולת הכלורופיל.

ב. שאלות המחקר:

1. כיצד ישפיעו טיפולים בהורמונים צמחיים (ציטוקינין, ג'ברלין) ובמעכב פעילות האתילן (STS) על צמחי פלרגוניום Zonale חצי מוגמרים שישוהו למשך 10 ימים בתנאי תובלה ימית?
2. כיצד ישפיעו טיפולים בהורמונים צמחיים (ציטוקינין, ג'ברלין) ובמעכב פעילות האתילן (STS) על קצב הייצור של אתילן אנדוגני בעלים?

ג. מהלך המחקר/ חומרים ושיטות:

האורגניזם שנבדק: האורגניזם שנבדק בניסוי הוא הצמח פלרגוניום. לפלרגוניום 3 קבוצות עיקריות, פלרגוניום peltatum, פלרגוניום balcony ופלרגוניום zonale. בניסוי שלנו עבדנו עם פלרגוניום zonale שהוא הקבוצה הרגישה ביותר:

המשתנים התלויים:

המשתנה התלוי בעבודתנו היה, למעשה, איכות הצמח. בדקנו זאת ע"י הערכה איכותית של: הצהבת עלים, ריקבון עלים, הערכת הזדקנות ומראה כללי וגם ע"י בצוע מדידות באופן כמותי: תכולת כלורופיל, וייצור אתילן אנדוגני.

בניסוי זה, נבחנה היעילות של טיפולי ריסוס בחומרי צמיחה/מוסטי צמיחה ובמעכב פעילות האתילן STS, על צמחי פלרגוניום חצי מוגמרים המיוצאים במשלוח ימי של 10 ימים בתנאים קשים. לשם כך, בוצעה בדיקה של מספר מדדי איכות מרכזיים על מנת שנוכל לבחון האם טיפולי הריסוס מעכבים את הזדקנות העלווה בזמן המשלוח. איזה מבין ההורמונים הצמחיים הוא היעיל ביותר מבין הטיפולים, והאם STS תרם או גרע בהשוואה לטיפול ההטענה בציטוקנין או בג'ברלין.

המדדים שנבדקו באופן איכותי:

- הצהבת העלים (הערכה חזותית/איכותית).
- הריקבון בעלים (הערכה חזותית/איכותית).
- הערכה חזותית/איכותית של הזדקנות העלים.
- הערכת המראה הכללי של הצמח/העלים.

המדדים שנבדקו באופן כמותי:

- תכולת הכלורופיל בעלים (פרוט אופן הביצוע: בהמשך).
- קצב ייצור אתילן אנדוגני (ככול שהצמח מייצר יותר אתילן באופן עצמאי כך הוא מזדקן יותר מהר, כך שאם רמת ייצור האתילן האנדוגני גבוהה, הצמח מזדקן יותר מהר ויהיו לזה השלכות לגבי המראה שלו - הצהבה ונשירה של עלים וכו').
- קצב הנשימה.

חזרות ודיגום:

בניסוי שלנו היו חמישה טיפולים (כמפורט להלן בטבלה), כאשר כל טיפול כלל 20 עציצי פלרגוניום (20 חזרות).

סה"כ גודל מדגם: 100 עציצי פלרגוניום.

מס' הטיפול	סוגי טיפולי הריסוס
-1	ביקורת- ריסוס במים
-2	ג'ברלין $1.16 \times 10^{-5} \text{ M GA}_3$
-3	ציטוקנין $0.6 \times 10^{-4} \text{ M BA}$
-4	מעכב האתילן - STS 0.1125 mM
-5	ביקורת ללא אחסון

צמחי הפלרגוניום רוססו בחומרים השונים עד מצב של נגירה רק לפני הכנסתם לאחסון. הכמויות: ג'יברלין 4 ח"מ (0.1 מ"ל תכשיר טיבג / לליטר מים), BA (2.5 מ"ל תכשיר BA / לליטר מים), STS (1.5 מ"ל תכשיר STS / לליטר מים).

הערכה חזותית/ איכותית של הזדקנות העלים:

ההערכה החזותית נעשתה בעצמים שבחרנו באופן אקראי. נקבעו 5 דרגות הזדקנות בסולם של 0-4, שבו דרגה 0 = צמח ללא הצהבות עלווה, ודרגה 4 = צמח באיכות גרועה ביותר כאשר כל העלים צהובים.

הערכה חזותית/ איכותית של 'מראה כללי':

הערכה חזותית של 'מראה כללי' של כל עציץ התבצעה עפ"י סולם של 3 דרגות כמתואר באיור למטה. דרגה 1 = צמח יפה ללא הצהבות וריקבון; דרגה 3 = צמח באיכות גרועה מאוד כאשר עליו נראים סימני הצהבה וריקבון מתקדמים.



1
עציץ יפה

2

3
הצהבות וריקבנות

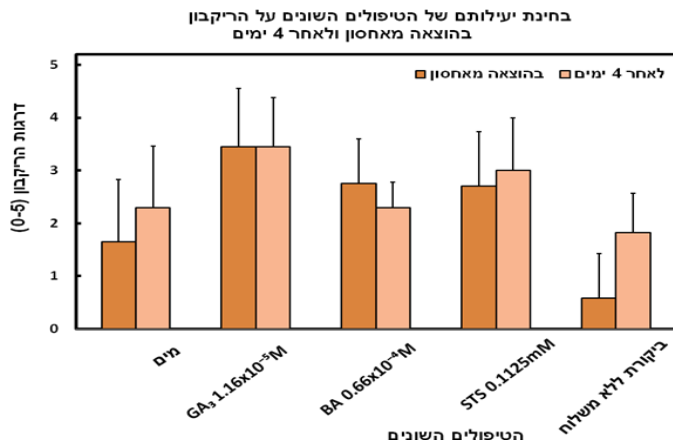
הערכה חזותית/ איכותית של ריקבון:

הערכה חזותית של הריקבון נעשתה בעצמים שנבחרו באופן אקראי. נקבעו 6 דרגות ריקבון בסולם של 0-6, שבו דרגה 0 = צמח ללא ריקבון בכלל, ודרגה 5 = צמח באיכות גרועה עם רמת ריקבון חמורה, כמתואר בתמונה למטה.

ללא ריקבון



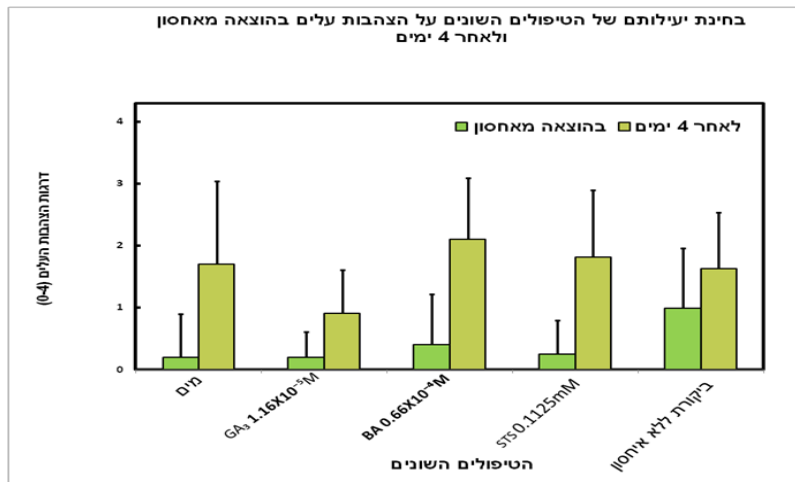
ריקבון חמור



ד. תוצאות:

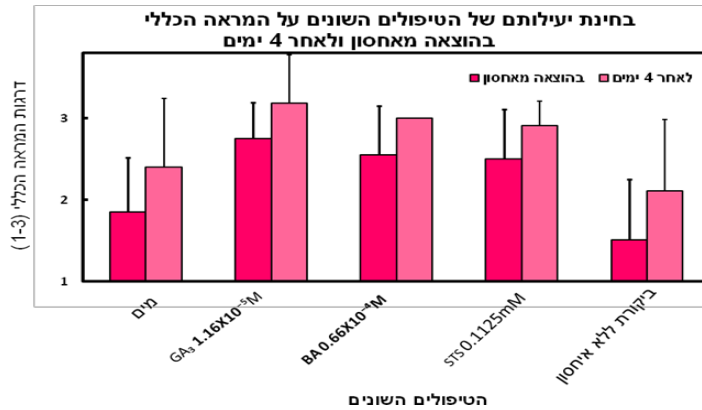
איור 1: השפעת הטיפולים על דרגות הריקבון לאחר סימולציית המשלוח וארבעה ימי מדף. הערכת דרגות הריקבון: 0 = עציץ ללא ריקבונות ואילו 5 = עציץ מלא ריקבונות.

ניתן לראות כי מבין הטיפולים שהיו בהדמיית משלוח - הג'יברלין GA_3 היה פחות יעיל במניעת ריקבון לאחר ההוצאה מהאחסון (לאחר 10 ימים) וגם לאחר 4 ימים במדף, והטיפול בציטוקינין (BA) היה הכי יעיל במניעת ריקבון. בכל אופן, בצמחי הביקורת שרוססו במים (ללא מווסת צמיחה) היה הכי פחות יעיל. יש לציין כי בצמחי הביקורת, ללא מווסת צמיחה וללא הדמיית משלוח, מצב הצמחים היה הכי טוב.



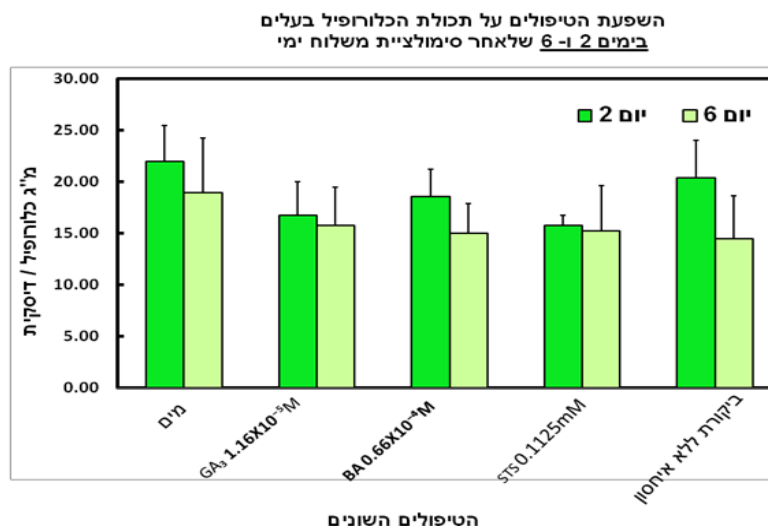
איור 2: השפעת הטיפולים על דרגות הצהבת עלים לאחר סימולציית המשלוח וארבעה ימי מדף. דרגות הצהבת העלים: 0 = עציץ ללא הצהבות עלים ואילו 4 = עציץ עם עלים צהובים.

ניתן לראות שהג'ברלין GA_3 הועיל בצורה הטובה ביותר למניעת הצהבת עלים בניסוי גם לאחר ההוצאה מהאחסון וגם לאחר 4 ימים.



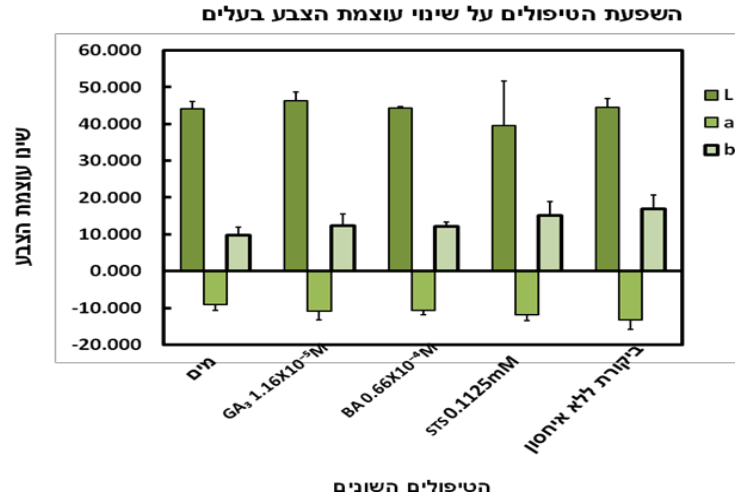
איור 3: השפעת הטיפולים על דרגות המראה של הצמחים לאחר סימולציית המשלוח וארבעה ימי מדף. דרגות המראה הכללי: דרגה 1 = עציץ בעל מראה כללי יפה מאוד ואילו 3 = עציץ בעל מראה כללי חמור בעל הצהבות עלים וריקבונות.

ניתן לראות שבהיבט זה (מראה כללי), הג'ברלין GA_3 לא הועיל הן לאחר ההוצאה מהאחסון והן לאחר 4 ימים במדף. בצמחי הביקורת, אחסון בתנאי הדמיית משלוח ללא טיפול/ עם מים, וללא אחסון/ הדמיית הובלה ימית, המראה הכללי של הצמחים היה הכי טוב - גם לאחר ההוצאה מהאחסון וגם לאחר 4 ימים.



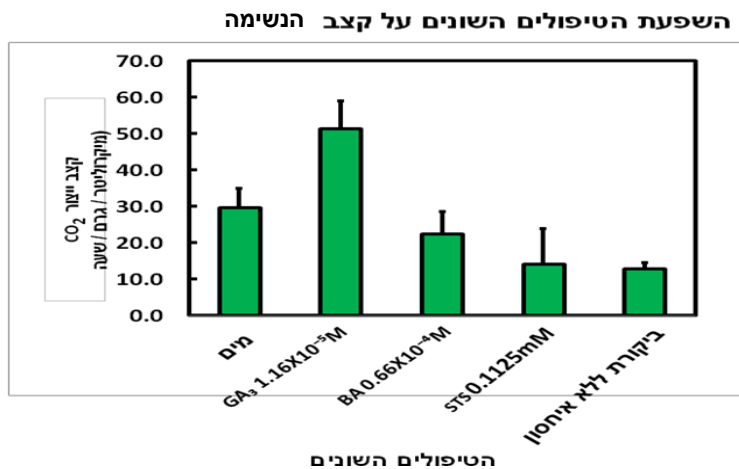
איור 4: השפעת הטיפולים על תכולת הכלורופיל בעלים לאחר סימולציית המשלוח וארבעה ימי מדף. ניתן לראות את ריכוז הכלורופיל בעלים ביחידות של מ"ג כלורופיל לדיסקית.

גרף זה מתאר את תכולת הכלורופיל בעלים, וניתן לראות שאין הבדלים משמעותיים בין הטיפולים השונים. תכולת הכלורופיל הגבוהה ביותר נמצאה בעציצי הביקורת שרוססו במים.



איור 5: השפעת הטיפולים על מדדי הצבע בעלים לאחר סימולציית המשלוח וארבעה ימי מדף. מדידה כמותית של עוצמת הצבע הצהוב בעלים בוצעה במכשיר קולורימטר מסוג Minolta CR-300 עם מעבד נתונים Minolta DP 301. התוצאות מוצגות כקואורדינטות a,b על מערכת צירים תלת-מימדית על פי לוח הצבעים CIL-L*a*b, שבה הגוונים a,b מיוצגים בצירים X,Y והבהירות, L, מיוצגת בציר Z.

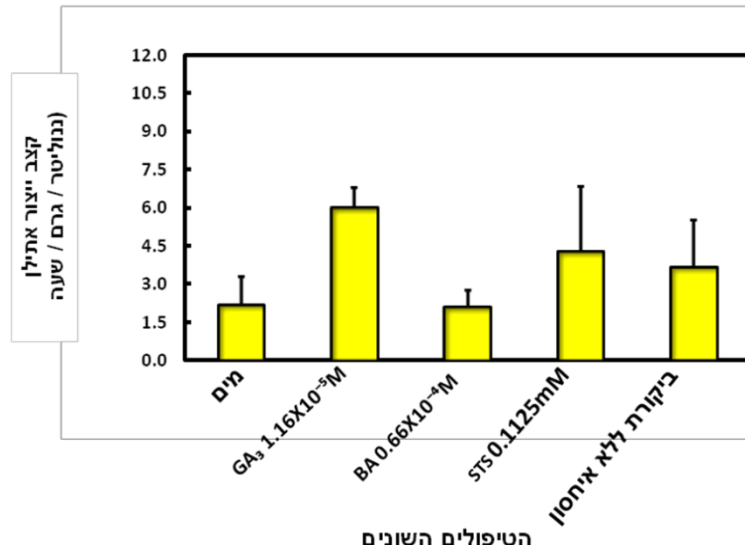
גרף זה מתאר את שינוי עוצמת הצבע בעלים בהשפעת כל אחד מהטיפולים וניתן לראות, שאין הבדלים משמעותיים בין הטיפולים



איור 6: השפעת הטיפולים על קצב הנשימה של העלים לאחר סימולציית המשלוח.

גרף זה מתאר את קצב ייצור ה- CO_2 לשעה בהשפעת כל אחד מהטיפולים השונים, וניתן לראות שקצב ייצור ה- CO_2 הגבוה ביותר נמצא בצמחים שרוססו בג'יברלין GA_3 ואילו בביקורת, ללא אחסון, ישנו ייצור איטי של CO_2 .

השפעת הטיפולים השונים על קצב ייצור האתילן



איור 7: השפעת הטיפולים על קצב ייצור האתילן בעלים לאחר סימולציית המשלוח.

גרף זה מתאר את קצב ייצור האתילן בהשפעת כל אחד מהטיפולים השונים, וניתן לראות שקצב ייצור האתילן הגבוה ביותר נמצא בצמחים שרוססו בג'יברלין GA_3 , ואילו בצמחים שרוססו במים או בציטוקינין BA קצב ייצור האתילן היא הנמוך ביותר.

ה. דיון ומסקנות:

בעבודתנו רצינו לבדוק כיצד ניתן לעכב את הזדקנות הצמח שנשלח בהובלה ימית על מנת שיגיע ליעד שלו בצורה המיטבית, מכיוון שידוע שהובלה ימית היא ארוכה ובתנאים קשים לצמח (טמפרטורה נמוכה, חושך וכו'), כך שבמהלכה יכול הצמח להיפגע. חשיבות המחקר היא למצוא את הדרך בה הצמח המיוצא יגיע באיכות טובה ליעדו. זהו ההיבט היישומי בעבודתנו. בהיבט הביולוגי, עקבנו אחר השפעתם של מווסתי צמיחה שונים (ג'יברלין, ציטוקינין, STS המעכב פעילות אתילן) והשפעתם על איכות הצמח ועיכוב הזדקנות. לשם כך בדקנו את השפעת הטיפולים השונים על מדדי איכות והזדקנות שכללו: הצהבת עלים, ריקבון הצמח, תכולת כלורופיל וקצבי ייצור אתילן ונשימה.

צמח הבוחן שלנו הוא פלרגוניום מסוג 'Zonale' המשווק כמוצר חצי מוגמר בעציץ, כלומר כצמח מושרש שעוד לא הניב פרחים. הצורך לבדוק את הנושא של דרכים לעיכוב הזדקנות הצמח נובע מכך, שהובלה באוויר מגבילה את גודל וכמות העציצים האפשריים לשיווק בשל העלות הגבוהה של השינוע. בשנים האחרונות גבר הביקוש בחו"ל לצמחי עציץ שונים ובשל שיקול כלכלי, מעדיפים להוביל אותם בהובלה ימית. כאמור, הובלה זו זולה יותר ואין הגבלה בכמות ובגודל של העציצים. הבעיה היא, שהובלה ימית נמשכת יותר זמן ובתנאים שאינם מיטיבים לצמח, ולכן יש חשש לפגיעות באיכות הצמח, הפגיעות מתבטאות בכמה אופנים:

1. הזדקנות הצמח - אשר נובעת ממשך ההובלה הארוכה.
 2. הצהבת עלים - אשר נובעת מחוסר באור למשך תקופה ארוכה ומהזדקנות מואצת של הצמח.
 3. רקבונות בעלים אשר פוגעים באיכות הצמח המיוצא.
- בעבודתנו השתמשנו בטיפולים שונים שאמורים לתת מענה לכל הבעיות הנ"ל, הטיפולים כללו:
1. טיפול בג'יברלין - מטרתו הייתה לעכב את הזדקנות העלים בצמח, ובנוסף לעכב את הירידה האופיינית ברמת הכלורופיל שחלה בתאים מזדקנים וגורמת לעלים להראות צהובים.
 2. טיפול במעכב פעילות האתילן STS - מטרתו הייתה לעכב את פעולת האתילן שמאיץ את הזדקנות הצמח.
 3. טיפול בציטוקינין - שהשפעתו העיקרית הייתה זירוז תהליך חלוקת התא שגורם לצמח להתפתח במרחב, לשמור על פעילותם של העלים באמצעות דחיית הזדקנותם, ולהשפיע על תקינותם של תהליכים אחרים האופייניים לצמח השלם.

מתוך התוצאות שקיבלנו בנוגע למדדים האיכותיים שבדקנו, נראה כי מהגרף המתאר את דרגת הריקבון (איור 1), ניתן לראות שדווקא בטיפול ללא מווסתי הצמיחה (ריסוס מים) מצב הצמחים היה טוב יותר בהשוואה לצמחים שעברו טיפול במווסתי צמיחה, זאת למרות שכל הצמחים המטופלים הנ"ל היו בתנאים של הדמיית משלוח.

קבוצת הצמחים שלא טופלה במווסתי צמיחה ולא עברה הדמיית משלוח הייתה במצב הטוב ביותר. תוצאות אלו לא תאמו להשערותינו, מאחר שדווח שהג'יברלין משפיע בצורה הטובה ביותר במניעת הזדקנות, שאחד מהתופעות שלה היא ריקבון [5,6,7,8]. באיור 1 נראה כי בצמחים שטופלו בג'יברלין מידת הריקבון הייתה הגבוהה ביותר. כמו כן ציפינו, שצמחים שטופלו במווסתי הצמיחה האחרים: ציטוקינין (BA) ו-STS מעכב האתילן יראו במצב טוב יותר בהשוואה לביקורת - צמחים שרוססו במים/ללא מווסתי צמיחה [2,3,4,7]. ההסבר לכך עשוי להיות בתדירות הבדיקות, ו/או בריכוזים השונים והכמויות השונות בהם השתמשנו לריסוס הצמח. מאיור 2, המתאר את דרגת הצהבת העלים ניתן לראות, שג'יברלין עכב את הצהבת העלים והטיפולים השונים הראו השפעה די דומה.

מאיור 3 המתאר את דרגת המראה הכללי של הצמחים, ניתן לראות כי הטיפול במווסתי הצמיחה לא עזר למראה כללי יפה, אלא להפך. אך בצמחי הביקורת, שכללו ריסוס במים והדמיית משלוח וביקורת ללא משלוח, מראה הצמחים היה הכי טוב. מאיור 4, המתאר את תכולת הכלורופיל בעלים, ניתן

לראות כי אין הבדלים משמעותיים בין הטיפולים השונים. מאיור 5, המתאר את עוצמת הצבע בעלים, ניתן לראות שעוצמות הצבע בעלים היו זהות, אך יש לציין כי בבדיקה זו הייתה חריגה גדולה בצמחים שרוססו ב-STS משום שסטיית התקן הייתה גדולה מאוד, לכן אין תוצאה חד-משמעית. ניתן לראות, שהג'ברלין גרם לייצור מוגבר של אתילן אנדוגני (איור 6), ולכן השימוש בו לא היה מוצלח. לעומת זאת, בצמחי הביקורת ללא אחסון ובצמחים שרוססו במעכב האתילן STS, נמצא קצב ייצור האתילן האנדוגני הנמוך ביותר. ייתכן ונחוצ טיפול משולב של ג'ברלין + STS כדי להגיע לתוצאות יעילות יותר בעיכוב ההזדקנות.

בנוגע לשאלת המחקר הראשונה (העוסקת במניעת תהליכי הזדקנות ע"י מווסתי הצמיחה בהם השתמשנו), שיערנו כי הטיפול בהורמונים צמחיים מסוג ציטוקינין וג'ברלין ימנע ריקבון והזדקנות בתנאי הובלה ימית. התוצאות שקיבלנו בעבודתנו, סותרות השערה זו, משום שבטיפול הג'ברלין הייתה רמת ריקבונות גבוהה מאוד יחסית לכל הטיפולים ולביקורות, וגם הטיפול בציטוקינין לא הוריד את רמת הריקבונות באופן משמעותי בהשוואה לביקורת. לכן, נמליץ כי בעבודות דומות שייעשו בהמשך, יבדקו את הטיפולים הללו בריכוזים אחרים – גבוהים ונמוכים מאלו שנבדקו, או ירססו בתדירות שונה.

מתוך עבודות דומות שנעשו בעבר [2,4,5], בשילוב התוצאות שקיבלנו, אנו למדים כי לכל דבר יש ערך אופטימלי, שכאשר חורגים ממנו הוא הופך ממועיל למזיק. ייתכן, שבעבודתנו השתמשנו בריכוזים ו/או כמויות גבוהות מדי של מווסתי הצמיחה. לכן, אנו נציע שבעבודות הבאות יבדקו מינונים או ריכוזים שונים של החומרים או אף תדירות ריסוס שונה [2]. בנוסף, ייתכן כי טיפול משולב של שני חומרים או יותר ייתן תוצאות טובות יותר [6].

לגבי שאלת המחקר השנייה, הנוגעת לנושא ייצור האתילן האנדוגני של הצמח, ראינו כי בהתאם להשערותנו, הציטוקינין פעל באופן היעיל ביותר מבין כל הטיפולים, אך בהשוואה לצמחי הביקורת שרוססו במים, הייתה זהות בין התוצאות. לכן, הציטוקינין לא היה יעיל בהשוואה לביקורת. שאר הטיפולים לא השפיעו באופן משמעותי על קצב ייצור האתילן האנדוגני. לכן, שוב נמליץ, בעבודות דומות שייעשו בהמשך, לבדוק השפעת ריכוזים, כמויות ותדירות של הריסוס במווסתי הצמיחה השונים בהם השתמשנו בעבודה זו (ג'ברלין, ציטוקינין ומעכב פעילות אתילן-STS). כמו כן, ייתכן ויהיה אפקט אחר לשילוב של שני טיפולים יחד או אף יותר. מתוך העבודה שנעשתה ע"י מאיר ושות' [6] נראה כי שילוב של הטיפולים ג'ברלין ו-STS או ג'ברלין, STS וציטוקינין, הביא לתוצאות טובות יותר מבחינת עיכוב התייבשות עלים והצהבתם (בהשוואה לטיפול של כל גורם בנפרד).

1. סיכום:

נבחנו טיפולים שונים המבוססים על ריסוס הצמחים בחומרי צמיחה ומעכבים שהוכחו כמעכבי הזדקנות בייחורי פלרגוניום. הטיפולים שנבחנו כללו: ג'ברלין (בריכוז - $1.16 \times 10^{-5} M$), ציטוקינין (בריכוז - $0.66 \times 10^{-4} M$) ו-STS (בריכוז - 0.1125 mM). הצמחים המרוססים אוחסנו בסימולציית משלוח של 10 ימים בטמפרטורה של $4 \text{ מ}^{\circ}\text{C}$. הטיפולים הללו אינם ישימים לייחורים לא מושרשים

מכיוון שעיקבו את ההשתרשות. מאחר והצמחים החצי-מוגמרים כוללים כבר מערכת שורשים - המגבלה של עיכוב ההשתרשות לא הייתה תקפה. למרות זאת, בפלרגוניום מקבוצת ה'זונלה' אף אחד מהטיפולים שנבחנו לא היה יעיל במידה מספקת כדי לאפשר את ייצוא הצמחים בתובלה ימית.

ז. ביבליוגרפיה:

1. דותן, א. (2007). MCP-1: לימוד ההשפעה ומנגנון הפעולה בהפחתת רגישות לאתילן ושיפור האיכות של פרחי קטיף. (עבודת גמר מאסטר)
2. לובובסקי, ע., לינדנבוים, ח., גורפינקל, י. (2003). השפעת ריסוס בג'ברלין על יבול הזן "סנופלייקס". עולם הפרח (נובמבר).
3. לשם, י.י., הלוי, א.ח. ופרנקל, ח. (1982). תהליכי הזדקנות ובקרתם בעולם הצומח. הוצאת יחדיו.
4. מאיר, ש., ראובני, י., דוידזון, ה., פילוסוף-הדס, ס. (1994). פלרגוניום: טיפולים לדחיית הזדקנות העלווה של ייחורים תוך שמירה על כושר ההשתרשות. "דפי מידע" יוני 1994, עמ' 22-25.
5. מאיר, ש., ראובני, י., דוידזון, ה., פילוסוף-הדס, ס. (1995). השפעת טיפולי ג'ברלין ומורין על איכות ייחורי פלרגוניום לאחר אחסון ומשלוח. (דפי מידע" דצמבר 1995, עמ' 26-31).
6. מאיר, ש., פילוסוף-הדס, ס., סלים, ש., תמרי, ג. (2004). טיפולי ריסוס בג'ברלין וברוברל לפני הקטיף להארכת משך חיי האגרטל. עולם הפרח: ינואר.
7. מזלתיים, א. (2007) עבודת גמר בנושא: השפעת אוקסין וג'ברלין על צמיחת שורשים. בהנחייתו של פרופ' עמרם אשל.
8. ג'ברלין – מתוך האתר חוקרים חקלאות - <http://www.edugal.org.il/hokrim/concept/mu010.htm>
9. ציטוקינין – מתוך האתר חוקרים חקלאות - <http://www.edugal.org.il/hokrim/concept/mu319.htm>
10. פלרגוניום – מתוך האתר חוקרים חקלאות - <http://www.edugal.org.il/hokrim/organism/or042.htm>

נספח 6: טבלה מרוכזת המסכמת את הטיפולים שפותחו לפרחי קטיף וענפי קישוט במשך 8 שנות מחקר לתובלה ימית.

הטיפולים המומלצים פותחו לתובלה ימית ומתאימים גם לתובלה אווירית. כאשר המסקנה היא שהגידול הספציפי אינו מתאים לתובלה ימית - הטיפולים שפותחו מומלצים לתובלה אווירית בלבד.

שם הגידול (א-ב)	שם בוטני	הטיפול הנדרש לאחר הקטיף (סוגי חומרים פעילים ותנאים מיוחדים)	הטיפול המומלץ לאחר הקטיף (סוגי תכשירים וריכוזי חומרים)*	נחיצות של תוספת סוכר בתמיסת האגרטל**	התאמה לתובלה ימית***
אגרטום	<i>Ageratum houstonianum</i>	יון אמון רביעוני בתוספת ציטוקינין	הטענה ב- 0.1% TOG-11 + 0.25% TOG-L-101 או ב- 0.25% TOG-L-101 + 0.3% אלמוג	-	לא מתאים
אדמונית	<i>Paeonia lactiflora</i>	כלורין או אלומיניום סולפט	הטענה ב- 50 TOG-6 או 0.2% TOG-10	-	לא מתאים
אכילאה	<i>Achillea filipendulina</i>	יון אמון רביעוני, או יון אמון רביעוני יחד עם 8-HQC ותיאבנדזול	הטענה ב- 0.05% TOG-11 או ב- 0.15% TOG-3	-	מתאים
אכילאה (עם עלים)	<i>Achillea filipendulina</i>	איוד ב- 1-MCP (STS) לא יעיל) לאחר האיוד הטענה בכלורין + ציטוקינין	איוד ב- 0.4 1-MCP ח"מ ב- 20 מ"צ למשך שעותיים, הטענה ב- 0.5% TOG-L-101 + 50 TOG-6 ח"מ	-	לא מתאים
אכינופס (קיפודן)	<i>Echinops bannaticus</i>	הטענה ב- בג'ברלינים (4 + 7) או בציטוקינין תידיאזורון (TDZ).	הטענה בנובוג'יב בריכוז 20 ח"מ	-	לא מתאים
אמריליס היפאסטרום	<i>Amarillis Hippeastrum</i>	הטענה בכלורין; אריזה בקרטון בשכבה אחת	הטענה ב- 50 TOG-6 ח"מ.	-	מתאים
אספרגוס מיריוקלאדוס	<i>Asparagus myriocladus</i>	וירותר + חיטוי בכלורין (ריכוז גבוה) והתזת מים	טבילה של הענפים בוירותר 0.5% + 0.1% TOG-6 הטענה ב- 50 TOG-6 ח"מ והתזת מים בקירור תוך כדי הטענה	-	מתאים
אספרגוס וירגטוס	<i>Asparagus virgatus</i>	צביעת הענפים בתמיסת צבע; הטענה ב- 8-HQC	צביעה בתמיסת 'לאקן' במיחול של 1:25 הטענה ב- 0.1% TOG-4, אריזה ללא בטנה	-	מתאים
אסקלפיאס	<i>Asclepias tuberosa</i>	הטענה ממושכת של 12 שעות ב- 20 מ"צ ב- STS + 8-HQC + סוכרוז	הטענה באלמוג 0.3% + 3% סוכרוז או 0.2% TOG-4 + 0.2% STS-75 + 3% סוכרוז	נחוץ	מתאים

מתאים	נחוץ	הטענה 0.5% Long Life או 0.2% TOG-4 או 0.1% TOG-11	הטענה בגלוקוז או 8-HQC או יון אמון רביעוני; ענפים ללא לבלוב צעיר	<i>Eucalyptus gomphocephala</i> 'Kaduri-Kkl'	אקליפטוס כדורי 'מסמרי קק"ל'
מתאים	-	הברקה : טבילה בשמן קיצי - וירותר 1-1.2% או אולטרפיין 1-1.2%; או בחומר ההברקה של חברת לאקן במיהול 1:5. הטענה בקירור בתמיסת TOG-6 50 ח"מ.	טבילה בפונגיציד פולאר 0.05% למניעת רקבונות + הברקה. ניתן לשלב בין החומרים.	<i>Aralia</i>	ארליה
מתאים	נחוץ	0.2% TOG-4 + 0.3% STS-75 או אלמוג 0.3%	8-HQC + STS	<i>Eremurus x isabellinus</i> (<i>E. x shelfordi</i>)	ארמורוס
מתאים	נחוץ	הטענה 0.15% TOG-3 + 0.15% STS-75 + 5-7% sucrose	פתיחת פרחים במשך 3 ימים באור וב- 25-28 מ"צ; לאחר מכן המשך הטענה בקירור עד האריזה.	<i>Gypsophila spp.</i>	גיבסנית 30-50% פתיחה בקטיף (זנים שונים)
מתאים לזנים מסוימים	נחוץ	יום 1 - 0.2% STS-75 + 4 GA ₃ ח"מ + .ח. ציטרית (pH = 4) ימים 2-4 - גלילאו 0.1% + סוכרוז 5% ימים 5-7 - TOG-3 0.15% + סוכרוז 5% יום 8 קירור ב- 2 מ"צ עד האריזה באותה התמיסה - TOG-3 0.15% + סוכרוז 5%	פתיחת פרחים במשך 7-8 ימים באור ב- 25 מ"צ. החלפת תמיסות עם הרכבים שונים במהלך הפתיחה.	<i>Gypsophila spp.</i>	גיבסנית 5-10% פתיחה בקטיף (זנים שונים)
לא מתאים	-	הטענה ב- TOG-10 0.2% או TOG-6 50 ח"מ	אלומיניום סולפט או כלורין	<i>Gerbera jamesonii</i>	גרברה
מתאים לזנים מסוימים	נחוץ מאוד	טבילה בתמיסה 0.3% STS-75 + 0.5% TOG-L-101 + 0.2% סוויץ'; הטענה ב- TOG-4 0.2%	טבילה ראשונית ב- STS + ציטוקינין + סוויץ' כנגד פטיות; המשך הטענה ב- 8-HQC	<i>Grevillea spp.</i>	גרווילאה (זנים שונים)
לא מתאים	נחוץ	0.2% TOG-4 + 0.3% STS-75 + 3-5% sucrose או אלמוג 1% ובתוספת 3-5% סוכרוז	הטענה ב- STS + יון אמון רביעוני או 8-HQC + סוכרוז	<i>Delphinium elatum</i> , <i>Delphinium x belladonna</i>	דלפיניום אלטום או בלה- דונה
מתאים	-	טבילה בפונגיציד פולאר 0.05% הטענה בתמיסת TOG-6 50 ח"מ	טבילה בפונגיציד והטענה בכלורין	<i>Myrtus communis</i>	הדס
לא מתאים	נחוץ	0.1% TOG-11 + 0.1% STS-75 + 5% sucrose	הטענה ביון אמון רביעוני + STS וסוכר	<i>Veronica longifolia</i>	ורוניקה
מתאים	נחוץ מאוד	50 ppm TOG-6 + 1% TOG-L-101	כלורין + ציטוקינין	<i>Helianthus annuus</i> 'Sun rich'	חמניות

מתאים	נחוץ מאוד	0.2% TOG-4 or 50 ppm TOG-6 + 5% sucrose	כלורין או 8-HQC + סוכרוז	<i>Trachelium caeruleum</i>	טרכליום
מתאים	-	50 ppm TOG-6	כלורין	<i>Kochia</i>	כוחיה
לא מתאים	-	50 ppm TOG-6 + 0.5% TOG-L-101 + קולטאר 0.1%	טבילת הגבעול בכלורין לחיטוי + ציטוקינין BA לדחיית הזדקנות + מעכב צמיחה (קולטר או מג'יק) למניעת התארכות עוקץ הפרח.	<i>Anemone coronaria</i>	כלנית
מתאים	נחוץ מאוד	0.1% TOG-3 + 5% sucrose	הטענה ביון אמון רביעוני + 8-HQC + תיאבנדזול + סוכרוז	<i>Leucadendron 'Safari sunset'</i>	לאוקדנדרון ספארי סנסט
מתאים	נחוץ מאוד	0.2% TOG-5 + 5% sucrose	הטענה ביון אמון רביעוני בתוספת משטחים בריכוז מוגבר + סוכרוז	<i>Leucospermum patersonii</i>	לאוקוספרמום
מתאים	נחוץ מאוד	0.2% TOG-4 + 0.3-0.5% STS-75 + 5% sucrose או 1% אלמוג + 5% סוכרוז	הטענה ב- 8-HQC + STS + סוכרוז	<i>Antirrhinum majus</i>	לוע הארי
מתאים	נחוץ	0.2% TOG-4 + 5% sucrose או 0.15% TOG-3 + 5% sucrose	הטענה ביון אמון רביעוני או 8-HQC בתוספת סוכרוז	<i>Liatris spicata or L. pycnostachya</i>	ליאטריס
מתאים לחלק מהזנים	נחוץ מאוד	<u>טבילה בסוויץ' 0.2% הטענה ב-</u> 0.2% TOG-4 + 0.5% TOG-L-101 + 0.1% STS-75 + 3-5% sucrose	לפני ההטענה יש לטבול רגעית את האגדים בתמיסת סוויץ' 0.2% ומיד לאחר מכן להטעיןם בתמיסת הטענה הכוללת + 8-HQC + ציטוקינין BA + STS + סוכרוז	<i>Eustoma grandiflorum</i>	ליזיאנתוס (זנים שונים)
מתאים	נחוץ מאוד	<u>הטענה ב-</u> 0.3% TOG-3 + 0.3% STS-75 + 10% sucrose	הטענה ממושכת (12-24 שעות) בטמפרטורת הסביבה ביון אמון רביעוני + 8-HQC + תיאבנדזול + STS + סוכרוז.	<i>Limonium</i>	לימוניום (זנים שונים)
מתאים	-	<u>טבילה באחד מחומרי הברקה:</u> בשמן קייצי - וירותר 0.4%; או "ברק" במיהול 1:4; או טבילה בחומר הברקה "מבריק" במיהול 1:5; <u>הטענה:</u> TOG-6 50 ח"מ + GA ₃ 50 ח"מ	טבילה בחומר הברקה והטענה בכלורין + ג'יברלין (GA ₃)	<i>Aspidistra elatior</i>	מגינית
מתאים	-	<u>טבילה</u> 0.5% TOG-L-101 + פולאר 0.05% + וירותר 3% <u>הטענה</u> TOG-6 50 ח"מ	טבילה בציטוקינין BA + הפונגיציד פולאר + וירותר; ייבוש והטענה בכלורין; הכנסה לקירור והתזת מי ברז לפני האריזה	<i>Monstera deliciosa</i>	מונסטרה

מתאים	נחוץ	טבילה ב- 0.3% STS-75 הטענה ב- 0.4% TOG-5 + 0.3% STS-75 + 0.004% Hydranol-50	טבילה מיידית ב- STS והטענה בתמיסה המכילה יון אמון רביעוני בתוספת משטחים בריכוז מוגבר + STS + אוקסין (2,4-D)	<i>Viburnum tinus</i>	מורן החורש
מתאים לחלק מהזנים	נחוץ	TOG-6 + 0.5% TOG-L-101 + 0.3% STS-75 + 50 GA ₃ ח"מ	+ STS + ציטוקינין + ג'יברלין (GA ₃)	<i>Ranunculus asiaticus</i>	נורית
מתאים	נחוץ	הטענה ב- 50 ppm TOG-6	הטענה בכלורין ובפונגיציד	<i>Ornithogalum dubium</i>	נץ חלב דוביום
מתאים	-	50 ppm TOG-6	כלורין	<i>Ornithogalum thyrsoides</i>	נץ חלב ערבי
מתאים	-	טבילה באנטיטרנספירנט: 4% מגן 2001 ספורטק 0.2% או אוקטב 0.1% הטענה ב- 0.5% STS-75 + 0.1% TOG-4	טבילה באנטיטרנספירנט + פונגיציד; הטענה ב- 8-HQC + STS	<i>Cocculus hirsutus</i>	סהרון
מתאים	-	0.2% TOG-4 + 0.5% TOG-L-101 + 0.1% STS-75	הטענה ב- 8-HQC + ציטוקינין + STS	<i>Solidago canadensis</i>	סולידגו
מתאים	-	50 ppm TOG-6 + 50 ppm GA ₃	כלורין + ג'יברלין (GA ₃)	<i>Limonium statice</i>	עדעד
מתאים	לא נחוץ	0.1% TOG-3 + 0.5% TOG-L-101 + 0.3% STS-75 או אלמוג 1%	הטענה ב- STS ובציטוקינין BA, יום אמון רביעוני	<i>Lepidium virginicum</i>	עופרים (גרין בל)
מתאים	-	טבילה באנטיטרנספירנט מגן 2001 בריכוז 4% + 0.2% רוברל נוזלי + 1000 ח"מ כלורין (TOG-6, 180g in 100 liter) הטענה ב- 50 ppm TOG-6	טבילה בכלורין ובפונגיציד בשילוב עם אנטיטרנספירנט; הטענה בכלורין לאחר הייבוש במהלך הקירור עד האריזה.	<i>Pittosporum tobira</i>	פיטוספורום
מתאים	-	טבילה במבריק לאקן 16% הטענה ב- 50 ppm TOG-6 אריזה ב- 11 מ"צ למניעת נזקי צינה	טבילה בחומר הברקה; הטענה בכלורין; אריזה ב- 11 מ"צ וקירור איטי ב- 2 מ"צ.	<i>Philodendron Xanadu</i>	פילודנדרון קסנדו
מתאים לחלק מהזנים	נחוץ מאוד	הטענה ב- 0.2% TOG-4 + 0.3% STS-75 + 0.5% TOG-L-101 + 3% sucrose	הטענה ב- 8-HQC + STS + ציטוקינין + סוכרוז הציטוקינין המועדף באופן מובהק לעיכוב הזדקנות עלים הוא TDZ, שייכנס לשימוש כאשר יהיה חומר מסחרי במטרה לעכב הזדקנות עלים.	<i>Phlox paniculata</i>	פלוקס (זנים שונים)

מתאים	נחוץ מאוד	טבילה ב- מגן-2001 4% + פולאר 0.05% + 0.1% TOG-L-102 + 0.3% STS-75 הטענה ב- 0.2% TOG-4	טבילה באנטיטרנספירנט + STS + פונגיציד + אוקסין ;NAA לאחר ייבוש הטענה ב- 8-HQC	<i>Chamelaucium uncinatum</i>	פרח שעווה (זנים שונים)
לא מתאים	נחוץ	0.2% TOG-4 + 0.3% STS-75	הטענה ב- 8-HQC + STS	<i>Campanula</i>	קמפנולה
מתאים	-	טבילה בפונגיציד רוברל נוזלי 0.2% או פולאר 0.05% למניעת רקבונות + 1000 ח"מ כלורין (TOG-6, 180 g/100 liter) + אחד מחומרי ההברקה: וירותר 0.5%; או אולטרפיין 0.5%; או שמן וירול 0.5%; או "מבריק" (מחברת לאקן) במיהול 1:5 הטענה ב- 50 ח"מ TOG-6	טבילה בפונגיציד וחיטוי בכלורין + חומר הברקה. הטענה בכלורין לאחר הייבוש במהלך הקירור עד האריזה.	<i>Ruscus aculeatus</i>	רוסקוס
	-	0.2% TOG-4 + 25 ppm GA ₃ או 0.2% TOG-3 + 25 ppm GA ₃	הטענה ב- 8-HQC + ג'ברלין (GA ₃) או ביון אמון רביעוני + 8-HQC + תיאבנדזול + ג'ברלין (GA ₃)	<i>Lilium longiflorum</i>	שושן לונגיפלורום
לא מתאים	-	0.2% TOG-4 + 0.2% STS-75	הטענה ב- 8-HQC + STS	<i>Lupinus</i>	תורמוס

* תוצאות המחקר מתייחסות לתובלה ימית. הטיפולים מומלצים גם לתובלה אווירית לקבלת חיי אגרטל מיטביים. הטיפולים מתייחסים לריכוז התכשיר המצוין ולא חומר פעיל. ההטענה בתנאים של 4 שעות בתנאי חוץ (מחסן) והמשך הטענה בקירור לפחות לעוד 12 שעות עד האריזה (שתעשה גם כן בחדר הקירור), אלא אם צויין אחרת.

** תוספת של סוכר ("מזון פרחים") בתמיסת האגרטל משפרת את האיכות של רוב הפרחים. כאן מצוינים המקרים בהם התוספת נחוצה או חיונית (נחוצה מאוד) כדי לקבל משך חיי אגרטל מספק לאחר תובלה אווירית או ימית.

*** כאשר תוצאות המחקר הראו שלא נמצא טיפול המאפשר תובלה ימית לגידול המסוים.