

ד"ר שנת

א. נושא המחקר:

בחינת טיפולים חדשים לפתרון בעיות בפרחי עדעד (לימוניום) קטופים  
במהלך המשלוח ובחיי אגרטל

EXAMINATION OF NEW TREATMENTS FOR SOLVING POSTHARVEST PROBLEMS IN  
CUT FLOWERS OF LIMONIUM DURING TRANSPORT

פרוייקט מס' 409-0024-98

סוניה פילוסוף-הדס, שמעון מאיר, אידה רוזנברגר, הרמן דוידזון - המחלקה לחקר  
תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מכון וולקני;  
גבי צוברי ונאוה פיטשון - תחנת יאיר, חצבה;  
שמואל כרמלי - ביה"ס לכימיה, אוניברסיטת תל-אביב

## תקציר הדו"ח:

- 1. הצגת הבעיה (חשיבות, מטרות):** בעיות הפרח הקטוף בלימוניות כוללות: אי פתיחת פרחים, נשירת פרחים פתוחים, הפרשת נוזלים ע"י הפרחים והתחממותם בתוך קרטון המשלוח, דהייט צבע בפרחים וריח דוחה. מטרות המחקר: א. שיפור איכות פרחי לימוניות מזנים שונים באמצעות טיפולים לאחר הקטיף (תמיסות הטענה חדשות, משך קירור, מניעת ההזעה בקרטון, ולימוד צורת האריזה המיטבית בהובלה); ב. בחינת השפעת תנאי גידול שונים בערבה (גג זחית, סוגי יריעות פלסטיק, דרגת הצללה) על איכות פרחי לימוניות 'בלטלארד' בחיי אגרטל; ג. זיהוי כימי ראשוני של נדיפים בעלי ריח דוחה הנפלטים מאיברי הפרח של לימוניות 'בלרינה רוז' ולימוניות 'בלטלארד'.
- 2. מהלך ושיטות עבודה:** נבחנה ההשפעה של תמיסות הטענה ומשכי הטענה בטמפרטורות שונות, וכן של טיפולים אגרוטכניים לפני הקטיף, על חיי האגרטל, פתיחת הפרחים ומידת הרטיבות בקרטון בזן 'בלטלארד'. נבחן טיפול הטבילה במים חמים, כאמצעי להמסת הג'ל המופרש ו/ או כאמצעי להפחתת הריח הדוחה בפרחי לימוניות 'בלרינה רוז' ו'אמילי'. בוצעו סימולציות משלוח של פרחי לימוניות בלטלארד בקרטונים מגדלים שונים עם אמצעי קירור. נבחנה רגישות פרחי לימוניות 'בלטלארד' לאתילן ויעילות המעכב 1-MCP. בוצעו ניסיונות לאיתור וזיהוי הנדיפים הגורמים לריח הדוחה ב'בלטלארד' באמצעות קפילרה ואנליזה ב-GC-MS.
- 3. תוצאות עיקריות:** טיפול ההטענה ב- 10% סוכרוז נמצא נחוץ לכל זני הלימוניות. הטענה ממושכת ללא קירור שיפרה את איכות הפרחים והפחיתה הזעה בקרטון. חיי אגרטל מירביים התקבלו בפרחי 'בלטלארד' שגדלו בנוכחות גג זחית, תחת יריעת פלסטיק IR או הצללה של 25%. טיפול טבילה במים חמים שיפר איכות פרחי 'בלרינה רוז' ו'אמילי'. תוספת של סוכר באופן מתמשך בחיי האגרטל שיפרה בצורה משמעותית ביותר את איכות פרחי לימוניות 'בלטלארד' והכפילה את משך חיי האגרטל שלהם. קרטון הלימוניות מתחמם ביותר במהלך המשלוח, ולכן יש להימנע מדחיסת יתר ולהוסיף קרחומים לקרטון. זוהו מספר חומרי ריח נדיפים מפרחי לימוניות 'בלטלארד'.
- 4. מסקנות והמלצות:** לתנאים האגרוטכניים בגידול, בשילוב עם מועד קטיף, טמפרטורת המשלוח ותמיסות הטענה, יש חשיבות רבה בשיפור חיי האגרטל של פרחי לימוניות מזן 'בלטלארד'. הטענה ב- TOG-3 0.4% + 10% סוכרוז + STS 0.1% נמצאה כתמיסה המיטבית ללימוניות 'בלטלארד' ו'אמילי'. מעכב האתילן 1-MCP עשוי להחליף את השימוש ב-STS בתמיסת הטענה בזן 'בלטלארד'. יש להמליץ לצרכן על הוספת סוכר באופן מתמשך (תמיסות קריזל) להארכת חיי האגרטל של לימוניות 'בלטלארד'. רצוי לשלוח פרחי לימוניות 'בלטלארד' בקרטון קטן, מאוורר ופחות דחוס בתוספת קרחומים ולא בטרייול, בשל בעיית ההתחממות החמורה במהלך המשלוח.

## ב. מבוא, רקע מדעי קצר ומטרות המחקר לתקופת

### הדר"ח:

פרחי הלימוניום המיוצאים מישראל מהווים כ- 50% מכלל הייצור המקומי + היבוא של פרחי לימוניום בהולנד. הזנים הנפוצים ביותר בארץ הם לימוניום היברידי 'בלטלארד' (Beltleard) ולימוניום אלטיקה 'אמילי' (Emylie), הגדלים בעיקר בנגב ובערבה בשל הדרישה לקרינה גבוהה במהלך הגידול. כן הוכנסו לגידול בערבה גם הזנים Misty white, Misty blue. לאחרונה ניסו לגדל במרכז הארץ גם לימוניום 'בלרינה רוז' (Ballerina Rose), המצטיין בפריחה ורודה ויפה, אך בשל בעיות קשות של ריח דוחה נראה שאין לגידול זן זה עתיד כפרח יצוא.

ההמלצות לטיפול בפרח הקטוף עד שנת 1996 היו: קטיף לתוך תמיסת משפר 1 0.2% למשך 6 שעות, קירור ללילה בלי מים, טבילת האגדים במים ומשלוח לח. למרות המלצות אלה הפרחים הגיעו לבורסה במצב סגור ופודים מחירים נמוכים. בעיות הפרח הקטוף בלימוניום כללו: אי פתיחת פרחים, נשירת פרחים פתוחים, הפרשת ג'ל מהגבעול, הפרשת נוזלים ע"י הפרחים והתחממותם בתוך קרטון המשלוח, דהייט צבע בפרחים וריח דוחה. מרבית הבעיות מופיעות כאשר הקרטון נחשף לטמפרטורות גבוהות במהלך המשלוח (בקיץ), או בעונות השוליים שבהן תנאי הגידול פחות טובים. פתרון הבעיות ישפר את איכותו של פרח מבוקש זה ויאפשר רצף שיווקי במרבית חודשי השנה, שכן לאיכות פרחי הלימוניום והופעתם בעת המכירה בבורסות יש השפעה מכרעת על התמורה הכספית המתקבלת.

### מטרות המחקר: א. שיפור איכות פרחי לימוניום מזנים שונים באמצעות טיפולים לאחר הקטיף

(תמיסות הטענה חדשות, משך קירור, מניעת ההזעה בקרטון, ולימוד צורת האריזה המיטבית בהובלה); ב. בחינת השפעת תנאי גידול שונים בערבה (גג זחית, סוגי יריעות פלסטיק, דרגת הצללה) על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' בחיי אגרטל; ג. זיהוי כימי ראשוני של נדיפים בעלי ריח דוחה הנפלטים מאיברי הפרח של לימוניום לימוניום 'בלטלארד' בתנאי משלוח קשים, שבעקבותיהם מופיעה בעיה זו.

## ג. פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו:

### ג - א: השפעת תנאי האריזה במשלוח ותוספת סוכר מתמשך בתמיסת האגרטל על איכות פרחי

#### לימוניום 'בלטלארד'

מאחר והתעוררו בעיות של התחממות קרטוני המשלוח של פרחי לימוניום המיוצאים מהערבה, נבחנו בניסוי זה ההשפעות של גודל קרטון המשלוח, דחיסת הפרחים, טמפרטורת המשלוח והרכב הגזים באריזה על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' מהערבה בסימולציית משלוח אווירי. הפרחים נקטפו בתחנת הניסיונות חוות יאיר בחצבה בחודש אפריל, הוטענו בתמיסת 7% סוכרוז + STS 0.1% + TOG-3 0.4% למשך 5 שעות בחוץ + 12 שעות ב- 2 מ"צ, נארזו בשני סוגי קרטונים כמפורט להלן והובלו לוולקני ללא קירור. הקרטונים הודגרו בוולקני למשך יומיים ב- 8 מ"צ כסימולציה למשלוח אווירי בתנאי אמת. לאחר הסימולציה הפרחים הוצבו בתצפית, מחציתם בתמיסת TOG-6 ומחציתם בתמיסת קריזל, למעקב אחר חיי האגרטל.

א. גודל האריזה: 2 טריוולים (100 X 57 X 42 ס"מ) - 800 פרחים כ"א; ו- 2 קרטונים רגילים (100 X 38 X 23 ס"מ) - 350 פרחים כ"א, שניהם ללא חירור.

ב. טמפרטורת האריזה: הוספת 8 קרחומים לאחד הטריוולים ו-4 קרחומים לאחד הקרטונים הרגילים. למעקב אחר שינויי הטמפרטורה במהלך סימולצית המשלוח הוכנסו לפני האריזה חיישני טמפרטורה, שניים לכל טריוול ואחד לכל קרטון. בנוסף, הטמפרטורה באזורי הקרטון השונים נדגמה בוולקני לפני פתיחת הקרטונים באמצעות חיישני טמפרטורה חיצוניים עם צינור מאריך.

ג. הרכבי הגזים באריזה: בכל קרטון או טריוול ננעצו צינורות נחושת באורכים שונים (10, 15, 25, 30 ס"מ) שיגיעו לעומקים שונים. הצינורות חוברו בקצה החיצוני לספטום, דרכו נדגמו הגזים באווירת הקרטון במהלך סימולציית המשלוח.

ד. מדדים: (1) שקילה מדגמית לפני ההכנסה לקרטונים ואחרי ההוצאה מהקרטונים של 5 אגדים לטריוול או לקרטון. שקילה א' = לפני קירי; שקילה ב' = לפני אריזה; שקילה ג' = בתום האחסון. האגדים שישקלו יסומנו, וכל אגד יוכנס לאזור שונה בתוך הקרטון או הטריוול, סה"כ ב-5 אזורים שונים (שניים קצה עליון, אחד אמצע ושניים בקצה תחתון). (2) בדיקת קצב נשימה של מדגמי פרחים שילקחו מהאגדים שיוצבו באזורים השונים. (3) הרכבי גזים באווירת הקרטונים במהלך סימולציית המשלוח שנדגמו מעומקים ומאזורים שונים בקרטונים: חמצן, פד"ח, אתילן. (4) מדדי איכות בחיי אגרטל וסגירת פרחים.

**תוצאות**: קצב הנשימה וייצור האתילן של פרחי הלימוניום לאחר הדחיסה בקרטונים השונים וסימולציית המשלוח עלו בצורה משמעותית בסדר גודל של פי 100, מקצב נשימה של 0.3 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה לפני האריזה לקצב של 30 מיקרוליטר פד"ח לגר' לשעה, וקצב ייצור אתילן של 4 ננוליטר לגר' לשעה לפני האריזה לקצב של 400 ננוליטר לגר' לשעה (טבלה 1). ההבדלים בין סוגי הקרטונים השונים לא היו גדולים: נראה שטריוול מקורר גרם להפחתת הנשימה וייצור אתילן ע"י הפרחים בהשוואה לטריוול לא מקורר, בעוד שקרטון מקורר גרם להעלאת קצבי הנשימה וייצור אתילן בהשוואה לקרטון לא מקורר (טבלה 1). באופן כללי קצב הנשימה של הפרחים בקרטון היה גבוה מקצב הנשימה שלהם בטריוול.

**טבלה 1**: טבלת טיפולים וקצבי נשימה וייצור אתילן בקרטונים השונים בתום סימולציית המשלוח

מס' קרטון	סוג הקרטון	מספר קרחומים	חיישני טמפ'	שקילת אגדים	קצב פליטת פד"ח בתום המשלוח ( $\mu\text{l} / \text{g} / \text{h}$ )	קצב ייצור אתילן בתום המשלוח ( $\text{nl} / \text{g} / \text{h}$ )	תמיסת האגרטל
1	טריוול	-	2	5	$29.4 \pm 0.04$	$490.3 \pm 0.6$	TOG-6 קריזל
2	טריוול	8	2	5	$27.3 \pm 0.01$	$369.2 \pm 4.8$	TOG-6 קריזל
3	קרטון רגיל	-	1	5	$31.2 \pm 0.04$	$299.3 \pm 1.8$	TOG-6 קריזל
4	קרטון רגיל	4	1	5	$33.1 \pm 0.03$	$367.5 \pm 0.4$	TOG-6 קריזל

**טבלה 2:** השפעת סוג הקרטון ומיקום הדגימה בקרטון על הטמפרטורה והרכב הגזים באווירה בתום סימולציית המשלוח.

**א. בטרייול**

הרכב גזים			עומק	טמפ' (מ"צ)	עומק דגימת טמפ' (ס"מ)	מיקום בקרטון	סוג
אתילן (ח"מ)	פד"ח (%)	חמצן (%)					
0.203	4.89	16.13	10	38.2	2	50 x 28	טרייול רגיל
0.182	4.41	16.55	15	44.0	7		
0.209	4.72	16.30	25	47.5	15		
0.211	5.17	15.92	10	36.6	2	25 x 28	
0.051	1.18	19.03	15	42.8	7		
0.022	0.278	19.51	25	45.8	15		
0.231	5.02	15.94	10	30.5	2	10 x 28	
0.012	0.114	19.05	15	35.8	7		
0.208	4.23	16.71	25	33.3	15		
0.174	3.74	17.03	10	24.4	2	10 x 10	
0.177	3.75	16.96	15	25.1	7		
0.091	2.04	19.36	25	27.6	15		
0.199	4.15	16.51	10	26.8	2	50 x 28	טרייול עם
0.059	1.86	18.89	15	31.6	7		

0.227	4.59	16.25	25	36.2	15		קירור
0.121	2.09	18.02	10	24.8	2	25 x 28	
0.108	1.99	18.23	15	31.2	7		
0.069	1.05	19.11	25	33.5	15		
0.120	1.97	18.11	10	20.0	2	10 x 28	
0.027	0.434	19.12	15	21.2	7		
0.065	1.18	18.78	25	19.4	15		
0.214	4.14	16.30	10	31.5	2	10 x 10	
0.245	4.5	16.11	15	33.8	7		
0.011	0.171	19.37	25	32.9	15		

**ב. בקרטון רגיל:**

הרכב גזים			עומק	טמפ' (מ"צ)	עומק דגימת טמפ' (ס"מ)	מיקום בקרטון	סוג
אתילן (ח"מ)	פד"ח (%)	חמצן (%)					
0.249	4.51	16.26	10	18.5	2	50 x 19	קרטון רגיל
0.280	4.70	16.17	15	21.5	7		
				23.8	15		
0.229	3.93	16.79	10	22.2	2	25 x 19	
0.182	3.28	17.21	15	24.4	7		

				29.9	15		
0.183	3.24	17.27	10	21.1	2	10 x 19	
0.195	3.04	17.48	15	21.3	7		
				21.1	15		
0.089	1.43	18.52	10	17.8	2	10 x 10	
0.158	1.83	18.25	15	18.1	7		
				18.7	15		
0.256	4.33	16.70	10	15.1	2	50 x 19	קרטון עם קירור
0.263	4.40	16.68	15	16.7	7		
				18.1	15		
0.233	3.79	17.02	10	16.9	2	25 x 19	
0.223	3.53	17.12	15	19.0	7		
				20.1	15		
0.108	1.51	18.39	10	15.8	2	10 x 19	
0.168	2.44	17.94	15	16.9	7		
				17.6	15		
0.115	1.79	18.49	10	14.1	2	10 x 10	
0.114	1.83	18.37	15	14.1	7		
				14.5	15		

טווח הטמפרטורות בטרייול לא מקורר ביום השני לסימולצית המשלוח נע בין 24-47 מ"צ, תלוי באזור הדגימה, כאשר הטמפרטורה הנמוכה נמדדה בקצה הטרייול והטמפרטורה הגבוהה - במרכזו (טבלה 2א'). הוספת הקרחונים מיתנה את עליית הטמפרטורה והיא נעה בטרייול מקורר בטווח שבין 19-36 מ"צ (טבלה 2ב'). לעומת זאת בקרטונים תנודות הטמפרטורה היו פחות קיצוניות, והן הגיעו לטווח של 17-30 מ"צ בקרטון לא מקורר, ולטווח של 14-20 מ"צ בקרטון המקורר (טבלה 2ב'). לעומת ההבדלים הניכרים בטמפרטורות, ריכוזי הגזים היו דומים בשני סוגי הקרטונים: 16-19% חמצן, 2-5% פד"ח ו- 0.1-0.28 ח"מ אתילן (טבלה 2). רק בטרייול הלא מקורר היו הבדלים ניכרים בריכוזי הפד"ח בין אזורי המדידה השונים, כאשר במרכז הטרייול בו הייתה דחיסה רבה, היה ריכוז מקסימלי (5%) ובקצוות המאווררים יותר - הצטבר ריכוז מינימלי (0.2%) (טבלה 2א'). לא התקבלו הבדלים במשקלי הפרחים כפונקציה של מיקום האריזה בקרטון או בטרייול (תוצאות לא מובאות).

**טבלה 3:** השפעת סוג הקרטון, מידת הקירור, מיקום האגד באריזה וסוג תמיסת האגרטל על איכות פרחי לימוניות 'בלטלארד' ביום 5 לחיי אגרטל.

התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות, 5 ענפים לחזרה,  $\pm$  סטיית תקן. מדד איכות: 1 = טובה; 5 = גרועה. מדד סגירת פרחים: 0 = פרחים פתוחים; 3 = פרחים סגורים.

תמיסת קריזל		תמיסת TOG-6		מיקום האגד באריזה	סוג הקרטון
מדד איכות (-5) (1)	מדד סגירת פרחים (3-0)	מדד איכות (-5) (1)	מדד סגירת פרחים (3-0)		
3.38 ± 0.2	1.7 ± 0.7	5.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	צד ימין	טריוול רגיל
3.0 ± 0.0	1.5 ± 0.9	5.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	תחתית	
3.0 ± 0.0	1.2 ± 0.9	4.75 ± 0.0	2.7 ± 0.5	עליון	טריוול עם קירור
2.5 ± 0.0	0.9 ± 0.9	4.75 ± 0.4	2.7 ± 0.5	צד ימין	
3.35 ± 0.2	1.9 ± 0.7	4.88 ± 0.2	2.9 ± 0.3	אמצע	
3.25 ± 0.3	1.2 ± 0.6	4.25 ± 0.4	2.6 ± 0.5	צד שמאל	
2.88 ± 0.18	1.1 ± 0.7	4.63 ± 0.2	2.7 ± 0.5	תחתית	
2.5 ± 0.4	0.8 ± 0.8	4.75 ± 0.0	2.8 ± 0.4	עליון	קרטון רגיל
2.85 ± 0.5	1.1 ± 0.9	4.5 ± 0.0	2.6 ± 0.5	צד ימין	
3.25 ± 0.0	1.7 ± 0.8	4.38 ± 0.5	2.6 ± 0.7	אמצע	
3.5 ± 0.0	1.7 ± 0.7	4.63 ± 0.2	2.8 ± 0.0	צד שמאל	
2.38 ± 0.2	0.8 ± 0.6	3.63 ± 0.2	1.6 ± 0.8	תחתית	
2.5 ± 0.0	0.7 ± 0.9	3.25 ± 0.4	1.5 ± 0.9	עליון	קרטון עם קירור
2.0 ± 0.0	0.4 ± 0.5	3.88 ± 0.2	2.0 ± 0.8	צד ימין	
3.0 ± 0.0	1.2 ± 0.9	3.88 ± 0.2	2.2 ± 0.6	אמצע	
2.88 ± 0.0	1.0 ± 0.8	3.88 ± 0.2	2.2 ± 0.6	צד שמאל	
2.5 ± 0.0	0.9 ± 0.7	3.63 ± 0.2	1.9 ± 0.7	תחתית	

השפעת כל התנודות בטמפרטורות ובהרכבי הגזים שתוארו לעיל על איכות הפרחים בחיי אגרטל מסוכמת בטבלה 3. באופן בולט נראה שאיכות כל הפרחים שהוצבו בתמיסת TOG-6 בחיי אגרטל הייתה פחותה בהשוואה לאיכות הפרחים שהוצבו בתמיסת קריזל. בימים הראשונים באגרטל נראה שנוכחות הקריזל מיסכה למעשה את ההבדלים באיכות הפרחים שנגרמו ע"י תנאי האריזה, ורק מן היום ה- 5 ואילך ניתן היה לראות הבדלים בין טיפולי האריזה השונים גם בפרחים שהוצבו בקריזל. טיפול האריזה המיטבי היה קרטון עם קירור (טבלה 3), ולפרחים מקרטון זה שהוצבו בקריזל היה משך חיי אגרטל ארוך ביותר שהגיע ל- 11 יום. גם למיקום האגד בקרטון הייתה השפעה על האיכות, כאשר מיקום במרכז גורם לאיכות גרועה בעוד שמיקום בקצוות תורם לשימור האיכות (טבלה 3). בטרייול המקורר לעומת זאת, לא הייתה השפעה למיקום האגד על איכות הפרחים. בטרייול הלא מקורר נבחנו רק אגדים משני אזורים, כיון שמרבית האגדים האחרים היו רקובים מיד עם פתיחת הטרייול, כנראה בשל הטמפרטורה הגבוהה ודיסות היתר ששררו בו. נראה לכן שעדיף לשלוח פרחי לימוניום 'בלטלארד' בקרטון קטן ולא בטרייול, בשל התחממות היתר הנגרמת בתנאי המשלוח האווירי הלא אופטימליים.

**ג - II: בחינת השפעת חומרי צמיחה על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד'**



בסדרת ניסויים זו נבחנו ההשפעות של הוספת ג'יברלין לתמיסת ההטענה, או חשיפת הפרחים לאתילן ולמעכב הפעילות שלו 1-MCP, על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' במהלך חיי האגרטל.

**א. השפעת ג'יברלין:** הג'יברלין דווח בעבר כמשפר חיי אגרטל של לימוניום מזנים אחרים, ואף משתמשים בו בגידול, אך הוא לא נבחן בפרחי לימוניום 'בלטלארד'. הפרחים נקטפו בתחנת הנסיונות חוות יאיר בחצבה בחודש מאי, והובאו לוולקני לאחר הטענה בתמיסות השונות המפורטות להלן. ההטענה כללה 5 שעות הטענה בשטח+ המשך הטענה בקירור (2-4 מ"צ) לעוד 12 שעות. בתום ההטענה הפרחים נארזו בקרטון ועברו סימולציית משלוח של יומיים ב- 6 מ"צ בקרטון בוולקני. לאחר הסימולציה הפרחים הוצבו בתצפית בתמיסת TOG-6 למעקב אחר חיי האגרטל.

**טבלה 4:** השפעת הוספת ג'יברלין לתמיסת ההטענה על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' ביום 5 לחיי האגרטל.

התוצאות מייצגות ממוצעים של 4 חזרות (5 ענפים לחזרה)  $\pm$  סטיית תקן. מדד איכות: 1 = טובה; 5 = גרועה. מדד סגירת פרחים: 0 = פרחים פתוחים; 3 = פרחים סגורים.

מדד סגירה ביום 5 (3-0)	מדד איכות ביום 5 (5-1)	תמיסת ההטענה	מס' טיפול
3.0 $\pm$ 0	5.0 $\pm$ 0	0.4% TOG-3	1.
3.0 $\pm$ 0	5.0 $\pm$ 0	0.4% TOG-3 + 10 <sup>-4</sup> M GA <sub>3</sub>	2.
2.2 $\pm$ 0.3	3.9 $\pm$ 0.1	0.4% TOG-3 + 10% sucrose	3.
3.0 $\pm$ 0	5.0 $\pm$ 0	0.4% TOG-3 + 10% sucrose + 10 <sup>-4</sup> M GA <sub>3</sub>	4.
3.0 $\pm$ 0	5.0 $\pm$ 0	1% VITAX-limonium	5.
3.0 $\pm$ 0	5.0 $\pm$ 0	1% VITAX-limonium + 10 <sup>-4</sup> M GA <sub>3</sub>	6.
1.9 $\pm$ 0.9	3.3 $\pm$ 0.7	1% VITAX-limonium + 10% sucrose	7.
1.8 $\pm$ 0.8	3.9 $\pm$ 0.9	1% VITAX-limonium + 10% sucrose + 10 <sup>-4</sup> M GA <sub>3</sub>	8.
0.9 $\pm$ 0.4	3.2 $\pm$ 0.3	0.2% BB-9 + 10% sucrose	9.

**תוצאות:** מהתוצאות המסוכמות בטבלה 4 נראה בבירור שלג'יברלין לא הייתה כל השפעת מיטיבה על איכות הפרחים, ובחלק מהמקרים אף גרעה מאיכות הפרחים (טיפולים 4, 8). בניסוי זה שוב מודגם הצורך בסוכרוז בתמיסת ההטענה (טיפולים 3, 7, 9), כאשר טיפול 7 היה הטוב ביותר ומשך חיי האגרטל הגיע בהשפעתו ללמעלה מ- 7 ימים.

**ב. השפעת אתילן ו-1-MCP:** בד"כ יש צורך בהוספת STS לתמיסת ההטענה של פרחי לימוניום, והוא אכן נכלל בהרכב תמיסת VITAX-limonium שנתנה את התוצאות הטובות ביותר בזן 'בלטלארד'. יחד עם זאת, הוספת STS לתמיסת TOG-3 לא תמיד באה לידי ביטוי בשיפור האיכות. לכן נבחנו רגישות הפרחים לאתילן, וכן יעילותו של מעכב האתילן כתחליף אפשרי ל-STS.

**ניסוי 1:** בחינת השפעת אתילן ו-1-MCP ללא תמיסת הטענה. פרחי לימוניום 'בלטלארד' נקטפו בתחנת הנסיונות חוות יאיר בחצבה בחודש ינואר, והובאו לוולקני ללא הטענה מוקדמת. הפרחים הוכנסו

לתמיסת TOG-6 בחדר תצפית ליום אחד, ולאחר מכן הועברו לתמיסת קריזל (המכילה 1% גלוקוז + בקטריוציד). מחצית מהפרחים נחשפו בתחילת ההדגרה בקריזל ל- 0.2 ח"מ 1-MCP ב- 20 מ"צ למשך שעותיים בתאים אטומים בנפח של 200 ליטר, ומחצית הודגרו באותם תאים באוויר. לאחר הטיפול ב- 1-MCP כל הפרחים נחשפו באותם התאים לריכוזי אתילן שונים (0.024, 1.64, 2.84, 5.2 ח"מ) למשך 12 שעות ב- 20 מ"צ. בתום טיפולי האתילן הפרחים הוצבו בתמיסת קריזל בחדר תצפית למעקב אחר מדדי איכות בענף (סגירת פרחים, צבע עלים וגבעולים).

**תוצאות:** נראה שאתילן חיצוני בכל הריכוזים גרם לסגירת הפרחים ואף להצהבת הגבעולים והעלים, בפרט שהפרחים לא עברו הטענה מוקדמת בסוכר (טבלה 5, טיפולים 1-4). נוכחות המעכב 1-MCP מנעה חלקית את הסימפטומים הנ"ל, ויעילותו הייתה מירבית בטיפול 6 (טבלה 5). יש לכן לבחון את יעילותו של המעכב בריכוזי אתילן נמוכים יותר ולאחר הטענה מוקדמת בסוכר.

**טבלה 5:** השפעת חשיפה לריכוזי אתילן שונים, עם וללא 1-MCP, על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' ללא הטענה ביום 4 בחיי אגרטל.

התוצאות מייצגות ממוצע של 5 ענפים  $\pm$  סטיית תקן. מדד סגירת פרחים: 0 = פרחים פתוחים; 3 = פרחים סגורים.

מס' טיפול	טיפול ב- 1-MCP (0.2 ח"מ)	ריכוז אתילן מוזרק (ח"מ)	מדד סגירת פרחים ביום 4 (0-3)	צבע גבעולים ועלים
1	-	0.024	3.0 $\pm$ 0	ירוק
2	-	1.64	3.0 $\pm$ 0	צהוב
3	-	2.84	2.7 $\pm$ 0.4	צהוב
4	-	5.20	3.0 $\pm$ 0	צהוב
5	+	0.024	2.0 $\pm$ 0.7	ירוק
6	+	1.64	1.9 $\pm$ 0.8	ירוק
7	+	2.84	2.4 $\pm$ 0.7	ירוק
8	+	5.20	2.6 $\pm$ 0.5	צהוב

**ניסוי 2:** בחינת השפעת 1-MCP, עם ובלי אתילן, על איכות פרחי לימוניום בהשוואה לטיפול הטענה ב-STG. פרחי לימוניום 'בלטלארד' נקטפו בתחנת הנסיונות חוות יאיר בחצבה בחודש פברואר, והובאו לוולקני ללא הטענה מוקדמת. הפרחים הוטענו בתמיסת TOG-3 + 0.4% + 10% סוכרוז למשך 24 שעות, ומחציתם נחשפה בתחילת ההטענה ל- 0.2 ח"מ 1-MCP ב- 20 מ"צ למשך שעותיים כמתואר לעיל. בתום חשיפה זו כל הפרחים נחשפו באותם התאים לריכוזי אתילן שונים (0, 0.5, 1.0, 2.0 ח"מ) למשך 12 שעות ב- 20 מ"צ. בתום טיפולי האתילן הפרחים הוצבו בתמיסת קריזל בחדר תצפית למעקב אחר מדדי איכות בענף (פתיחת פרחים, צבע, כמישה, נשירה וכו'). טיפול הביקורת (טיפול 9) עבר הטענה של 24 שעות בתמיסת TOG-3 + 0.4% + 10% סוכרוז + 0.1% STG, והוצב לאחר מכן ישירות בחדר תצפית בתמיסת קריזל, ללא חשיפה ל- 1-MCP.

**תוצאות:** גם בניסוי זה ניתן לראות בבירור שפרחי לימוניום 'בלטלארד' רגישים לאתילן, שכן ככל שעלה ריכוז האתילן החיצוני לו נחשפו הפרחים, כן עלה מדד הסגירה של הפרחים ופחת מספר הפרחים הפתוחים בענף ביום הראשון בחיי אגרטל, כאשר ביום ה-5 לחיי אגרטל מגמה זו נשארת כמעט ללא שינוי (טבלה 6, טיפולים 1-4). לעומת זאת, בולטת השפעתו החיובית של מעכב פעטלת האתילן, 1-MCP, שכן בכל הטיפולים בהם הוא היה נוכח מדד סגירת הפרחים היה נמוך בצורה משמעותית, ו-1% פתיחת הפרחים הגיע ל-80% למרות שהפרחים נחשפו לריכוזי אתילן גבוהים (טבלה 6, טיפולים 5-8). מגמה זו נשמרה גם לאחר 5 ימי אגרטל. באופן כללי ניתן לראות שאיכות הפרחים שטופלו ב-1-MCP הייתה גם טובה יותר מאיכות פרחי הביקורת שהוטענו ב-STs (טיפול 9). בפרחים אלה נרשם אמנם מדד הסגירה הנמוך ביותר, אך % הפתיחה הכולל הגיע רק ל-40% בהשוואה ל-80% בפרחים שטופלו ב-1-MCP

**טבלה 6:** השפעת חשיפה לריכוזי אתילן שונים, עם וללא 1-MCP, על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' במהלך חיי אגרטל לאחר הטענה בסוכר בהשוואה להטענה בסוכר + STs.

התוצאות מייצגות ממוצע של 5 ענפים  $\pm$  סטיית תקן. מדד סגירת פרחים: 0 = פרחים פתוחים; 3 = פרחים סגורים.

מס' טיפול	טיפול ב-1-MCP (0.2 ח"מ)	ריכוז אתילן מוזרק (ח"מ)	מדדי איכות ביום 1		מדדי איכות ביום 5	
			% פתיחה	מדד סגירת פרחים (3-0)	% פתיחה	מדד סגירת פרחים (3-0)
1.	-	0	40	0.8 $\pm$ 0.4	30	1.8 $\pm$ 1.3
2.	-	0.5	30	1.8 $\pm$ 1.0	30	1.8 $\pm$ 1.3
3.	-	1.0	10	2.6 $\pm$ 0.5	10	2.6 $\pm$ 0.5
4.	-	2.0	10	2.2 $\pm$ 0.4	10	1.8 $\pm$ 0.8
5.	+	0	80	0.6 $\pm$ 0.5	70	1.0 $\pm$ 0.7
6.	+	0.5	80	1.2 $\pm$ 0.4	80	0.8 $\pm$ 0.4
7.	+	1.0	80	1.0 $\pm$ 0.0	80	0.8 $\pm$ 0.4
8.	+	2.0	80	0.8 $\pm$ 0.4	70	0.6 $\pm$ 0.5
9. STs	-	-	40	0.4 $\pm$ 0.2	40	0.4 $\pm$ 0.2

(טבלה 6). נראה לכן שטיפול ב-1-MCP לאחר הטענה בסוכר שומר גם על אחוז גבוה של פתיחת

פרחים בהשוואה לטיפול ב-STs, גם על רקע של רמת אתילן גבוהה באווירה.

**ניסוי 3:** בחינת יעילות 1-MCP כתחליף ל-STs בפרחי לימוניום 'בלטלארד' בנוכחות ובהעדר תמיסת קריזל בחיי אגרטל. פרחי לימוניום 'בלטלארד' נקטפו בתחנת הנסיונות חוות יאיר בחצבה בחודש אפריל, והובאו לוולקני ללא הטענה מוקדמת. הפרחים הוטענו בתמיסת TOG-3 + 0.4% + 10% סוכרוז או 0.4% TOG-3 + 10% סוכרוז + 0.1% STs למשך 24 שעות. מחצית מהפרחים מכל תמיסת הטענה נחשפה באמצע ההטענה (לאחר 14 שעות) ל-0.2 ח"מ 1-MCP ב-20 מ"צ למשך שעתיים כמתואר לעיל. בתום ההטענה מחצית מהפרחים מכל טיפול הטענה או 1-MCP הוצבו בחדר תצפית בתמיסת TOG-6 והמחצית השניה הוצבה בתמיסת קריזל, למעקב אחר מדדי איכות בענף.

**תוצאות:** ללא STS בתמיסה, ל-1-MCP הייתה השפעה חיובית מובהקת על איכות פרחי לימוניום, שכן בפרחים שנחשפו למעבב זה היה מדד סגירת פרחים ומדד איכות כללית נמוכים יותר, והדבר בא לידי ביטוי הן בנוכחות קריזל והן ללא קריזל במהלך חיי האגרטל (טבלה 7, טיפולים 1, 2). יחד עם זאת נראה, שהשיפור באיכות הפרחים שהושג באמצעות קריזל ממסך את השיפור שהושג בהשפעת 1-MCP. ואכן, ההשפעה החיובית של ה-1-MCP בלטה הרבה יותר בהמשך חיי האגרטל (תוצאות לא מובאות). מהשוואת טיפול 1 לטיפול 3 גם בולטת בניסוי זה נחיצותו של מעבב פעולה של אתילן, במקרה זה - STS. מהשוואת טיפולים 2 ו-3 ניתן לראות בבירור שמסתמנת מגמה של עדיפות לטיפול ה-1-MCP (טיפול 2) בהשוואה לטיפול ב-STS (טיפול 3), בשתי תמיסות האגרטל (טבלה 7). תוצאות אלה מחזקות את ממצאי ניסוי 2 בנושא זה. יחד עם זאת נראה שהטיפול המיטבי היה השילוב של שני מעכבי האתילן (טיפול 4), שנתן את

**טבלה 7:** השפעת מעכבי פעולה של אתילן (1-MCP ו-STS) ונוכחות סוכר בתמיסת האגרטל על איכות פרחי לימוניום 'בלטלארד' לאחר יומיים באגרטל.

התוצאות מייצגות ממוצע של 10 ענפים  $\pm$  סטיית תקן. מדד סגירת פרחים: 0 = פרחים פתוחים; 3 = פרחים סגורים. מדד איכות: 1 = טובה; 5 = גרועה.

מדד איכות (5-1)	מדד סגירת פרחים (3-0)	תמיסת האגרטל	חשיפה ל-1-MCP	תמיסת הטענה (ליום אחד)	מס' טיפול
2.5 $\pm$ 0.0	1.4 $\pm$ 0.8	TOG-6	-	10% סוכרוז + 0.4% TOG-3	1
1.9 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 0.1	קריזל			
1.4 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	TOG-6	+	10% סוכרוז + 0.4% TOG-3	2
1.1 $\pm$ 0.2	0.3 $\pm$ 0.1	קריזל			
1.7 $\pm$ 0.7	0.6 $\pm$ 0.5	TOG-6	-	10% סוכרוז + 0.4% TOG-3 + 0.1% STS	3
1.5 $\pm$ 0.0	0.6 $\pm$ 0.5	קריזל			
1.1 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	TOG-6	+	10% סוכרוז + 0.4% TOG-3 + 0.1% STS	4
1.1 $\pm$ 0.2	0.1 $\pm$ 0.0	קריזל			

התוצאות הטובות ביותר בתמיסת קריזל מבחינת מדד סגירת הפרחים ותוצאות דומות לטיפול ב-1-MCP מבחינת מדד האיכות (טבלה 7). נראה לכן ש-1-MCP עשוי להוות תחליף נאות לשימוש ב-STS בפרחי לימוניום 'בלטלארד'.

### ג - III: השפעת טמפרטורת האחסון של מספר זני לימוניום על הרכב הנדיפים בפרחים וגבעולים

לאחר ששיטת אנליזת הנדיפים ב-GC-MS כויילה לגבי לימוניום 'בלטלארד' בניסויים שבוצעו בשנה שניה ע"י ד"ר שמואל כרמלי באוניברסיטת ת"א, נבחנה בשנה שלישית השפעת טמפרטורת האחסון על הרכב הנדיפים בגבעולים ופרחים של זני לימוניום שונים שהובאו מאזורי מאזורי גידול שונים.

הפרחים הובאו מ- 3 אזורים גידול: הפקולטה לחקלאות ברחובות, מושב לימן בגליל המערבי, ומושב חצבה בערבה. הפרחים נקטפו בחודש יוני והובלו לוולקני מאתר הגידול ללא מים, בקרטון. הזנים שנבחנו: 'בלטלארד' (בית-רשת, פקולטה); 'בלרינה רוז' (חממה, פקולטה); 'סאן גלו' (שטח פתוח, במושב לימן); 'בלטלארד' (חממה, חצבה); 'מיסטי לבן' (חממה, חצבה); 'מיסטי כחול' (חממה, חצבה). ענפי הקטיף הופרדו לפרחים ולגבעולים, וכל סוג רקמה (1.5 גר) נדחס לתוך מבחנה בקוטר 40 מ"מ, שנסגרה הרמטית בפקק גומי. המבחנות הועברו לשמואל כרמלי באוניברסיטת ת"א לאנליזה קפילרית של הנדיפים ב-GC-MS, לאחר שאוחסנו בטמפרטורות שונות (2, 20, 30, 40 מ"צ) למשך יומיים. תנאי ספיחה אופטימליים: מחט SPME מצופה בפולידימתילסילוקסן בעובי של 100 מיקרומטר; חשיפה למשך 10 דקות לאוירת המבחנה, תוך כדי חימומה באמבט מים ל- 50 מ"צ. תנאי הכרומוטוגרמה: 4 דקות / 35 מ"צ; עלייה ל- 270 מ"צ בקצב של 5 מ"צ לדקה.

**תוצאות:** לא נמצאו כל הבדלים בהרכב הנדיפים שנפלטו מזני הלימוניום השונים שהודגרו בטמפרטורות האחסון השונות. באופן כללי התקבלו כרומוטוגרמות הדומות לאלה שהתקבלו בשנה השניה לאחר הדגרה בקור. יתכן ומשך ההדגרה היה קצר מידי מכדי שישפיע על הרכב הנדיפים, או לחילופין שטמפרטורת ההדגרה מגבירה אולי את כמות הנדיפים הנפלטת אך אינה משפיעה על הרכבם.

#### **ד. מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו:**

1. מעכב האתילן 1-MCP עשוי להחליף את השימוש ב-STC בתמיסת ההטענה בזן 'בלטלארד'.
2. יש להמליץ לצרכן על הוספת סוכר באופן מתמשך (תמיסות קריזל) להארכת חיי האגרטל של לימוניום 'בלטלארד'.
3. רצוי לשלוח פרחי לימוניום 'בלטלארד' בקרטון קטן, מאוורר ופחות דחוס בתוספת קרחומים ולא בטרייול, בשל בעיית ההתחממות החמורה במהלך המשלוח.
4. במקביל למחקר היישומי, בוצע בפרויקט זה גם מחקר בסיסי יותר, בניסיונות לאיתור וזיהוי הנדיפים השונים הגורמים לריח הדוחה. ניתן לראות שוני מובהק בין הנדיפים הנפלטים מתפרחות ומגבעולים של לימוניום 'בלטלארד'. אנליזה ב-GCMS של דוגמאות אלה אפשרה לנו לזהות את מרבית הנדיפים שהופיעו בכרומוטוגרמות של חלקי הצמח השונים. מחקר ייחודי זה עשוי לתרום בעתיד לפתרון בעיות דומות בפרחים נוספים, ואף ליצור בסיס לכימות מדד הריח הנחוץ להערכת יעילותם של טיפולי המניעה השונים.

