הארכת משך האחסון של גבעולי אדמונית קטופים

מוגש לקרן המחקרים הפנימית, מיג"ל

ע"י שאול נשיץ, מנשה כהן

אוקטובר 2017

רקע

גידול של צמחי אדמונית (*Paeonia lactiflora*) מהווה ענף חקלאי מבטיח בזכות הביקוש הגבוה לפרחים קטופים בשווקי אירופה וצפון אמריקה. המגדלים הישראלים מתמקדים בהקדמת ההתעוררות על מנת לספק גבעולי פריחה טריים בחודשים ינואר – אפריל, לפני הופעת פרחים מגידול מקומי בשווקים אלה. עם זאת, קיים עניין ביצוא פרחים גם בסוף העונה ובמיוחד בחודשים יולי – ספטמבר.

ענפי הפריחה של האדמונית הינם בעלי כושר השתמרות גבוה. דיווחים בספרות מלמדים על אחסון יבש מוצלח בטמפרטורות נמוכות למשך שמונה ואף עשרה שבועות. ברם, זנים שונים של אדמונית מתאפיינים ברגישות שונה למחלות אחסון (Gast 2000, 2001). חיוניותם של הגבעולים, ובפרט זו של הפרחים, תלויה בתכולת חומרי התשמורת הפחממתיים עם העברתם לאגרטל. אחסון בטמפרטורה נמוכה, הגדלה של ריכוז ה-CO_2 והפחתת ריכוז החמצן, כולם עשויים להאט את נשימת הרקמה ובכך לעכב את התכלות חומרי התשמורת. שינוי הרכב הגזים באווירה אליה חשופים הגבעולים יכול להיעשות ע"י אחסונם באווירה מבוקרת או באמצעות עטיפתם בממברנה חדירה למחצה למולקולות הגז (אווירה מתואמת). במקרה השני, נשימת הרקמה יוצרת שיווי משקל חדש בין ריכוזי ה-CO_2 והחמצן בחלל העטוף.

בנוסף להשפעות הטמפרטורה והרכב הגזים על קצב הנשימה, וויסות המטאבוליזם של האתילן – גז הנוצר ברקמה ומעורב בתהליכי הזדקנות במרבית מיני הצמחים – עשוי להשפיע על קצב ההזדקנות הפיזיולוגית של הגבעולים. החומר 1-methylcyclopropene (1-MCP) ידוע כמעכב תחרותי של אתילן ומשמש באורח מסחרי בשיפור ההשתמרות של פירות קלימקטריים שונים וכן של פרחים מסוימים.

מאחר שאין ניסיון באחסון אדמוניות אשר גודלו בתנאי הארץ, נערך ניסוי הקדמי בו נבחן שילובים שונים של אחסון באווירה מבוקרת או מתואמת עם טיפולים בתכשיר מעכב פעולת האתילן, 1-MCP (Hoffman et al. 2010), לפני אחסון בן חודשיים וכן בהוצאה לחיי אגרטל.

מטרת המחקר

בחינה הקדמית של השפעת אחסון בקירור בתנאי אווירה שונים (אטמוספירית,מבוקרת או מתואמת) ובשילוב טיפולים ב-1-MCP לפני ואחרי האחסון על איכות הפרח ועל משך חיי האגרטל.

חומרים ושיטות

גבעולי אדמונית מן הזן 'Sarah Bernardt' נקטפו בחלקה שבמושב מירון (מרום הגליל) ב-4 במאי 2017 והובאו למעבדתנו באותו יום תוך שמירה על שרשרת קירור מיטבית במהלך ההובלה. הניסוי כלל 12 טיפולים המפורטים בטבלה 1:

טבלה 1: תיאור הטיפולים שניתנו בניסוי.

מספר הטיפול	CO_2	O_2	טיפול לפני האחסון	טיפול לאחר האחסון
*1	0.1%	21%	-	-
2	0.1%	21%	-	1-MCP
*3	0.1%	21%	1-MCP	-
4	0.1%	21%	1-MCP	1-MCP
*5	1.5%	3%	-	-
6	1.5%	3%	-	1-MCP
*7	1.5%	3%	1-MCP	-
8	1.5%	3%	1-MCP	1-MCP
9	שקיות MA**		-	-
10	שקיות MA**		-	1-MCP
11	שקיות MA**		1-MCP	-
12	שקיות MA**		1-MCP	1-MCP

*20 גבעולים הושארו בקירור למשך חודש נוסף.

**ההרכב האטמוספירי בשקיות אווירה מתואמת תלוי בקצב הנשימה של החומר הצמחי ובמידת החדירות של השקית.

ביום הקטיף כ-90% מן הפרחים נמצאו במצב פתיחה '1' והיתר במצב פתיחה '2' (תמונה 1).

כל אחד מהטיפולים כלל 35 גבעולי פריחה מכל זן שחולקו אקראית לחמש חזרות בנות שבעה גבעולים כל אחת. עשרה גבעולי פריחה נוספים מכל זן שימשו לבחינת איכות הפרח ומשך הפריחה בטרם האחסון. 20 גבעולים מטיפולי ה-RA וה-CA וה-CA הושארו באחסון חודש נוסף, בסופו הוצאו הגבעולים לחיי אגרטל ללא טיפול נוסף ב-1-MCP. בסך הכל כלל הניסוי 550 גבעולי פריחה.

הטיפולים ב-1-MCP: 35 גבעולים הוכנסו לשקית LDPE מחוררת בתוספת שקיק Smartfresh Inbox שנטבל קודם לכן במי ברז. השקיות הוכנסו לחבית בנפח 200 ליטרים שנשמרה ב-0.5°C ונאטמה מיד לאחר הכנסת הגבעולים. לאחר 24 שעות נפתחה החבית והגבעולים הועברו להמשך טיפול (אחסון או אגרטל).

אחסון: בטיפולי ה-RA וה-CA הגבעולים הוכנסו לשקיות LDPE מחוררות בעובי 40 מיקרון לשם שמירה על לחות. בטיפול ה-MA הוכנסו הגבעולים לשקיות MA עשויות פולימר מתכלה מדגם Flexfresh 1500 (Flexfresh, הולנד). השקיות הונחו בתיבות פלסטיק בגודל 18X35X50 ס"מ והוכנסו לאחד משני תאי קירור בנפח 5.5 מ"ק. בתא הראשון שררו תנאי אווירה אטמוספריים (21% חמצן, 0.1% CO_2) ובתא השני נקבע הרכב אווירה של 3% חמצן ו-1.5% CO_2. עקב תקלה במערכת בקרת הגזים נמדדו בתא המבוקר תנאי אווירה אטמוספריים במשך מרבית תקופת האחסון. טמפרטורת האחסון נשמרה על 0.5°C בשני התאים.

מיד בתום האחסון נבחנו הגורמים הבאים:

1. שלב הפתיחה של הפרח (על פי הסולם המסחרי הסטנדרטי – תמונה 1)
2. קוטר הפרח
3. נגיעות בפגעים פיזיולוגיים ובמחלות (בדיקה ויזואלית)

תמונה 1: סולם הפתיחה המסחרי הסטנדרטי המשמש לדירוג מצב הפתיחה של אדמוניות מהזן Sarah Bernhardt בבורסת הפרחים האירופית באמסטרדם.

הגבעולים נשמרו בתנאים המדמים אגרטל ביתי: מקטע באורך 10 מ"מ הוסר מבסיסו של כל גבעול באמצעות מזמרה. כל חזרה בת שבעה גבעולים הועברה לכלי שהכיל 1 ליטר מים אליהם הוספו 5 גרם סוכרוז ונתרן היפוכלוריט בריכוז סופי של 50ppm. הכלים נשמרו ב-20°C וב-65% לחות יחסית בחדר בו נקבעה פוטופריודה בת 14 שעות ביממה. חיי האגרטל נמשכו 13 ימים. בתום תקופה זו מרבית הפרחים הגיעו לשלב נשירת עלי הכותרת. מידי יומיים מערכו המדידות הבאות:

1. שלב הפתיחה של הפרח (על פי סולם שפותח לצורך הניסוי – תמונה 2)
2. קוטר הפרח

תמונה 2: סולם הפתיחה ששימש לדירוג מצב הפתיחה של אדמוניות מהזן Sarah Bernhardt במהלך חיי האגרטל.

תוצאות ודיון

איכות הגבעולים בתום האחסון

שקיות ה-MA התאפיינו בשונות גדולה בהרכב האווירה שהתפתחה בתוכן. ריכוז ה-CO_2 נע בין 1.9 ו-11% בעוד ריכוז החמצן נע בין 4.1 ו-21%. התפלגות ריכוזי ה-CO_2 והחמצן בשקיות מוצגת באיור 1.

איור 1: התפלגות ריכוזי ה-CO_2 והחמצן שהתקבלו בשקיות האווירה המתואמת (MA). N=12.

לאחר חודשיים או שלושה של אחסון לא נצפו בגבעולים או בפרחים פגעים כלשהם למעט נגיעות בבוטריטיס בגבעול אחד ואובדן טורגור מסוים שנעלם עם חידוש החתך וטבילת בסיסי הגבעולים בתמיסת האגרטל. שלב הפתיחה של הפרחים נע בין 1 ל-4. התפלגות השלבים הושפעה מטכנולוגיית האחסון: פרחים שנשאו על גבעולים ששהו באווירה מתואמת נותרו סגורים יותר במובהק מאלה שאוחסנו באווירה אטמוספירית או מבוקרת (איור 2). מנגד, משך האחסון והטיפול ב-1-MCP טרם האחסון לא השפיעו על מידת הפתיחה של הפרחים בתום האחסון (הנתונים אינם מוצגים).

איור21: התפלגות דרגות הפתיחה של פרחי אדמונית מהזן Sarah Bernhardt לאחר אחסון בן חודשיים או שלושה באווירה אטמוספרית (RA), מבוקרת (CA) או מתואמת (MA). N=650.

השונות שהתקבלה בהרכב האווירה שנוצרה בשקיות האווירה המתואמת אפשרה בחינה ספציפית של השפעת האווירה על פתיחת הפרחים במהלך האחסון. שלב הפתיחה הממוצע נמצא ביחס הפוך לריכוז ה-CO_2 (איור 3). השונות בריכוז החמצן בין השקיות היתה נמוכה מאשר השונות בריכוז ה-CO_2 ולא הסבירה את העיכוב בפתיחת הפרחים במידה מובהקת. לפיכך יש להסיק כי העליה בריכוז ה-CO_2 היא שגרמה לעיכוב נשימת הגבעולים שתוצאתו עיכוב בפתיחת הפרחים.

איור 3: השפעת ריכוז ה-CO_2 באווירת שקיות MA על שכיחות פרחי אדמונית מהזן Sarah Bernhardt שנמצאו בשלב פתיחה "1" לאחר אחסון בן חודשיים ב-0.5 מ"צ. N=140. העמודות מציינות שגיאות תקן.

מהלך חיי האגרטל

מרבית הפרחים נפתחו באורח הדרגתי במהלך חיי האגרטל. עם זאת, שיעור מסוים של פרחים נותר סגור גם לאחר 13 ימים באגרטל. שיעור הפרחים התקינים עמד על 80-95% במרבית הטיפולים, טיפול מקדים ב--1 MCP הביא לעליה (לא מובהקת) בשיעור הפרחים התקינים כאשר הגבעולים אוחסנו באווירה אטמוספרית או מבוקרת, אך אותו טיפול הביא להשפעה הפוכה כאשר בעקבותיו בא אחסון באווירה מתואמת (טבלה 2). משך האחסון לא השפיע על תקינות הפרחים (הנתונים אינם מוצגים).

טבלה 2: השפעת שילוב הטיפול ב-1-MCP טרם האחסון וטכנולוגיית האחסון על שכיחות פרחי אדמונית תקינים מהזן Sarah Bernhardt. אותיות שונות מייצגות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

Pre-storage 1-MCP	Storage type	Normal opening proportion ± SE
+	RA	0.91 ± 0.03 a
+	CA	0.91 ± 0.03 a
-	MA	0.86 ± 0.04 ab
-	CA	0.83 ± 0.04 ab
-	RA	0.81 ± 0.04 ab
+	MA	0.69 ± 0.06 b

שיעור הפרחים התקינים ירד עם העליה בריכוז ה-CO_2 בשקיות האווירה המתואמת (איור 4); בריכוז של 11% כמעט מחצית מהפרחים נותרו סגורים לאחר העברתם לאגרטל.

איור 4: השפעת ריכוז ה-CO_2 באווירת שקיות MA על שכיחות פרחי אדמונית מהזן Sarah Bernhardt שנפתחו במהלך חיי האגרטל לאחר אחסון בן חודשיים ב-0.5 מ"צ. N=140. העמודות מציינות שגיאות תקן.

קצב הפתיחה של הפרחים התקינים הושפע מטכנולוגיית האחסון, כאשר גבעולים ששהו באווירה מתואמת נהנו מחיי אגרטל ארוכים במובהק (13.9 ימים בממוצע) מאשר כאלה ששהו באווירה אטמוספירית או מבוקרת (11.9 ימים, איור 5). גם משך הפתיחה המלאה היה גדול יותר בטיפול האווירה המתואמת מאשר בטיפולים האחרים (3.7 ימים לעומת 3.1 ימים, בהתאמה). משך האחסון השפיע אף הוא על קצב פתיחת הפרחים באגרטל: בעוד אחסון בן חודשיים לא פגם במשך חיי האגרטל, חודש נוסף של אחסון זרז את קצב פתיחת הפרחים באורח מובהק וקיצר את חיי האגרטל מ-13.8 ל-11.4.ימים (P<0.0001) בטיפולים המקבילים. טיפולי ה-1-MCP לפני האחסון ו/או אחריו לא השפיעו על מהלך חיי הארטל.

איור 5: מהלך הפתיחה של פרחי אדמונית מהזן Sarah Bernhardt לאחר אחסון בן חודשיים באווירה אטמוספרית (RA), מבוקרת (CA) או מתואמת (MA). N=550.

התמשכות הפריחה בהשפעת האווירה המתואמת באה על חשבון גודל הפרח: בטיפול זה, קוטר הפרח הממוצע בפתיחה מלאה היה קטן יותר ($P<0.01$) מאשר בטיפולי האחסון האחרים (איור 6). אנו משערים כי התמשכות הפריחה בטיפול האווירה המתואמת (איור 5) גורמת לניצול יתר של חומרי תשמורת פחממתיים עוד לפני שלב הפתיחה המלאה, מה שמביא למגבלת מוטמעים בשלב זה.

איור 6: קוטר הפרח בדרגות הפתיחה השונות של פרחי אדמונית מהזן Sarah Bernhardt לאחר אחסון בן חודשיים באווירה אטמוספרית (RA), מבוקרת (CA) או מתואמת (MA). N=550.

איור 7 מציג את ממצאיו העיקריים של מודל סטטיסטי המתאר את השפעותיהם היחסיות של המשתנים השונים בניסוי על משך חיי האגרטל.

איור 7: השפעותיהם היחסיות של משך האחסון (A), טיפול טרם האחסון ב-1-MCP (B), טכנולוגיית האחסון (C) וטיפול ב-1-MCP לאחר האחסון (D) על משך חיי האגרטל (עד נשירת עלי הכותרת) של פרחי אדמונית מאוחסנים מהזן Sarah Bernhardt. N=650. אותיות שונות מייצגות הבדלים מובהקים בין טיפולים.

מעניין לציין את היעדר ההשפעה של טיפולים ב-1-MCP בשלבים שונים של הטיפול בגבעולים (איורים 7B, 7D). ממצא זה עומד בסתירה לדיווח קודם על קיצור חיי האגרטל בהשפעת טיפול דומה (Hoffman et al. 2010).

סיכום

תוצאות המחקר הנוכחי מדגימות את כושר ההשתמרות הגבוה של גבעולי אדמונית טריים. נראה כי ניתן לאחסן את החומר הצמחי במשך חודשיים מבלי לפגום במהלך הפריחה של הגבולים לאחר הוצאתם מאחסון (איור 7A). דווקא טיפולים המעכבים את הנשימה במהלך האחסון מעבר להשפעת הטמפרטורה הנמוכה (כמו ריכוזי CO_2 גבוהים, במיוחד אם קדם לאחסון טיפול ב-1-MCP – טבלה 2, איור 4) עלולים לגרום לריבוי פרחים שאינם נפתחים ולירידה בקוטר הפרח הפתוח (איור 6). מאידך, טיפולים כאלה עיכבו את פתיחת הפרחים במהלך האחסון (איורים 1, 2) ובכך הדגימו פוטנציאל להגדיל את התמורה למגדל. נראה שהטיפול האופטימלי לשם אחסון גבעולי אדמונית למשך חודשיים יכלול את העלאת ריכוז ה-CO_2 באווירת האחסון במידה מתונה – 4-5%. ריכוז זה מאפשר קבלת שיעור גבוה של פרחים סגורים בתום האחסון, אך גם שיעור גבוה של פרחים שיפתחו במהלך חיי האגרטל.

אחסון מבוקר יעיל מחייב צבירת נפח גבוה של גבעולים בחדר האחסון או בניית חדרי אחסון מבוקרים בנפחים קטנים. מאידך, מניפולציה של אווירת האחסון באמצעות אווירה מתואמת מחייבת כלי קיבול קשיחים שעשויים להחזיק אווירה יציבה לאורך זמן ובעלת שונות נמוכה (בניגוד לשקיות ששימשו בניסוי הנוכחי). יש לבחון את כושר ההשתמרות של גבעולי Sara Bernhardt, כמו גם זני אדמונית אחרים, לאחר אחסון במיכלים מתאימים. כמו כן, יש לבחון את השפעת אווירת האחסון על השתמרות הגבעולים למשך תקופות ארוכות מחודשיים. יתכן כי יש בידינו הכלים לספק גבעולים איכותיים בסוף עונת הקטיף האירופית.

ספרות

Gast K. (2000). Disease Incidence in Fresh-cut Peony Flowers after Long-term Cold Storage. HortScience 85: 405.

Gast, K. (2001). Methyl jasmonateand long termstorage of fresh cut Peonyflowers. ActaHortic. 543, 327-330.

Hoffman, G.D., Mattinson, D.S. and Fellman, J.K. (2010). 1-MCP shortens Peony vase life. ActaHortic. 857, 169-178