

חציל - בחינת אגרוטכניקה לגידול ולשיפור איכות הפרי בבתי צמיחה

בבקעת הירדן

חאלד עומארי, דוד סילברמן, עדי סויסה - שה"מ, משרד החקלאות וביטחון המזון
אוהד נוראל, זיוה גלעד, אפרים צפליץ, אחיעם מאיר - מו"פ בקעת הירדן
איציק אסקירה - מיקור חוץ - משרד החקלאות וביטחון המזון

תקציר

בשנים האחרונות חלה עלייה משמעותית בהיקף שטחי הגידול של חציל בבתי צמיחה בעונת החורף. בבתי צמיחה אלה מגדלים זנים פרתנוקרפיים, אשר במהלך השנים נלמד כי הם לוקים בבעיות של איכות באביב, המתבטאות בפגיעה בצבע קליפת הפרי ובקבלת פירות "סגולים" ולא שחורים, בעוד שידוע כי אחד מהמאפיינים של פרי חציל באיכות טובה הוא צבע הקליפה השחור מבריק. לפיכך, הוחלט לערוך מחקר זה שמטרתו למצוא דרכים לשיפור איכות החציל בבתי צמיחה בתנאי בקעת הירדן באמצעות שימוש באגרוטכניקות שונות לגידול חצילים. הניסוי כלל שני טיפולים, כלהלן: 1. ביקורת; 2. גיזום הצמח לגובה 0.5 מטר והעלאת ענפים חדשים. בתום שתי עונות מחקר המחקר נמצא כי גיזום הצמחים תרם באופן מובהק לאחוז גבוה יותר של יבול מסוג א', לעומת טיפול הביקורת. יחד עם זאת, סה"כ היבול המשווק מטיפול הביקורת היה גבוה יותר. טיפול הנמכה שבוצע בעונה הראשונה לא תרם להשגת המטרה.

מבוא

בשנים האחרונות חלה עלייה משמעותית בהיקף שטחי הגידול של החציל בבתי צמיחה בעונת החורף, שבהם מגדלים זנים פרתנוקרפיים, אשר החליפו את זני החציל ה"רגילים", כמו "קלאסיק", הדורשים שימוש במוסתי צמיחה לשיפור חנטה. יתרונם הגדול של הזנים הפרתנוקרפיים הוא בחיסכון בימי עבודה, הנדרשים לריסוסי מווסת הצמיחה באופן רציף ויבול רב יותר. בניגוד לגידול בשטח הפתוח, המסתכם בפרק זמן קצר יחסית, בבתי צמיחה ניתן לגדל את הצמחים במשך תקופה ארוכה, כשהשתילה מתבצעת בחודשים ספטמבר-אוקטובר, והגידול מתארך עד סוף מאי, במטרה לקבל כמות מרבית של יבול. אחד מהמאפיינים של פרי חציל באיכות טובה הוא צבע הקליפה השחור בוהק. במהלך השנים נלמד כי הזנים הפרתנוקרפיים סובלים מבעיות איכות עם עליית הטמפרטורה באביב, המתבטאת בפגיעה בצבע קליפת הפרי ובקבלת פירות "סגולים" ולא שחורים. הפגיעה בצבע הפרי באה לידי ביטוי באובדן הברק של הפרי (מדד איכות לשיווק) ובעלייה בכמות הזרעים בפרי, שני מאפיינים המפחיתים באופן משמעותי את היבול המשווק.

ידוע כי צבע הפרי מושפע מגורמים רבים, כמו קרינה (8, 7, 5), טמפרטורה (8), תנאי גידול (4, 5) וזנים (1, 2, 3, 6). בעונת הגידול 2013/14 בוצעו תצפיות באגרוטכניקות שונות של הגידול בבקעת הירדן (1, 4), בהן נראה שיפור באיכות הגידול וביבולו כאשר מיישמים שיטת הדליה הולנדית וקיטום של הצמחים באביב המוקדם.

מטרות המחקר: שיפור איכות החציל בבתי צמיחה בתנאי בקעת הירדן, בדגש על צבע הקליפה, באמצעות שימוש באגרוטכניקות שונות לגידול חצילים.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

הניסוי בוצע בתחנת צבי שבמו"פ בקעת הירדן. השתילה נעשתה בקרקע מקומית. הזן: 206 (גדות-אגרו). שש מנהרות עבירות (2") מפתח של 10 מ', חמש ערוגות בכל מנהרה. הערוגות בכיוון צפון דרום. תאריך השתילה: 24/9/24. השתילה בשורה בודדת, שתיל כל 40 ס"מ, והעלאת שני ענפים לצמח בהדליה הולנדית. משתילה ועד 25/11/24 המבנים היו ללא כיסוי (כמקובל לאורך השבר הסורי אפריקאי בשתילות סתויות לריסון הצימוח הוגטטיבי), בסוף נובמבר המבנים כוסו בפלסטיק. בכל מבנה סומנו 5 ערוגות כחלקות קטיפ. בתחילת מרץ בכל מבנה נגזמו צמחים בשלוש ערוגות ובשתי ערוגות המשיך הגידול כרגיל (איור 1).

הטיפולים

ב-2/3/25 הופעלו בשטח שני טיפולים (איור 1):

1. ביקורת - המשך גידול החציל כמקובל לגובה ללא קיטום וללא הנמכה.
2. גיזום צמחים לגובה 40 ס"מ והעלאת שני ענפים חדשים לכל צמח (תמונה 1).

מזרח			מערב		
ביקורת	ביקורת	גיזום	גיזום	ביקורת	גיזום

איור 1: חלוקת החלקה (חזרה בכל מבנה), שתי ערוגות בצד מזרח לביקורת, שלש ערוגות במרכז ובמערב גיזום



תמונה 1: טיפול הגיזום והביקורת במועד הביצוע; (צולם ב-5/3/25 ע"י זיוה גלעד) מימין מצב צמח לאחר גיזום.

המדדים שנאספו

יבול – בעונה 24/25 קטיפ החלקה החל בתאריך 25/11/24 ונמשך עד 25/5/25. בוצע קטיפ אחת לשבוע. בחלקות שעברו גיזום הייתה הפסקה בקטיפ מ-4/3/25 עד 14/4/25 (סה"כ 35 יום). תוצאות הניסוי חושבו לפי ק"ג לצמח ונותחו סטטיסטית בתוכנת JMP, לפי מודל ה-Student LSD, ברמת מובהקות של $P < 0.05$.

יבול

הקטיף החל ב-25/11/24; בוצע אחת לשבוע ונמשך עד לתאריך 25/5/25. בטבלאות 1, א, 1ב ו-1ג' מרוכזים נתוני היבול בק"ג לצמח סך כל היבול, יבול באיכות סוג א' ויבול באיכות סוג ב'-פרי מעוות + פרי עם קליפה סגולה. בסיכום של כל חלקת טיפול חושבו שתי תקופת הקטיף. מהטבלה עולה כי בחלקות הביקורת נקטף בסך הכול יבול רב יותר.

טבלה 1: יבול והתפלגות האיכות מתחילת קטיף (25/11/24) עד הגיזום (2/3/25)

טיפול	יבול (ק"ג/צמח)			
	יבול כללי	יבול באיכות סוג א'	פרי עם קליפה בצבע סגול	פרי מעוות
ביקורת	7.6±0.23	6.6±0.25	0.16±0.013	0.82±0.06
גיזום	7.9±0.15	6.9±0.15	0.15±0.02	0.81±0.03

טבלה 1א: השפעת הטיפולים האגרוטכניים בחציל על היבול ועל התפלגות האיכות מיום הגיזום עד סוף העונה (3/3/25-25/5/25)

טיפול	יבול (ק"ג/צמח)			
	יבול כללי	יבול באיכות סוג א'	פרי עם קליפה בצבע סגול	פרי מעוות
ביקורת	א 9.1	א 4.0	א 4.8	א 0.17
גיזום	ב 4.0	ב 1.9	ב 2.0	ב 0.07

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5% במבחן Test student.

טבלה 1ב: השפעת הטיפולים האגרוטכניים בחציל על היבול ועל התפלגות האיכות מיום התחלת קטיף בחלקות הגיזום (14/4/25) עד סוף העונה (25/5/25)

טיפול	יבול (ק"ג/צמח)			
	יבול כללי	יבול באיכות סוג א'	פרי עם קליפה בצבע סגול	פרי מעוות
ביקורת	א 6.7	א 1.7	א 4.9	0
גיזום	ב 3.4	א 1.7	ב 1.7	0

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5% במבחן Test student.

טבלה 1ג: השפעת הטיפולים האגרוטכניים בחציל על סה"כ היבול ועל התפלגות האיכות בעונה 24/25

טיפול	יבול (ק"ג/צמח)			
	יבול כללי	יבול באיכות סוג א'	פרי עם קליפה בצבע סגול	פרי מעוות
ביקורת	א 16.7	א 10.9	א 5.0	0.99
גיזום	ב 11.9	ב 8.9	ב 2.2	0.89

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5% במבחן Test student.

בטבלה 2 שלהלן מוצג אחוז הפרי באיכות סוג א' מסך היבול, אחוז הפרי המעוות ואחוז הפרי שקליפתו סגולה. אחוז היבול מסוג א' היה גבוה יותר בחלקת הגיזום מאשר בחלקת הביקורת. אחוז הפרי שקליפתו סגולה היה נמוך יותר במובהק בחלקות הגיזום מזה שבחלקת הביקורת.

טבלה 2: השפעת הטיפולים על אחוז החציל מסוג א' ומסוג ב'

טיפול	יבול כללי ק"ג/צמח	% מסה"כ היבול	
		פרי מעוות	פרי בעל קליפה בצבע סגול
ביקורת	א 16.7	ב 6.0	א 30.1
גיזום	ב 11.9	א 7.5	ב 18.3

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5% במבחן Test student.

דיון

במחקר המסוכם בדוח זה היה בכוונתנו לאתר אגרוטכניקה לגידול חציל פרתנוקרפי בבית צמיחה בחורף בבקעת הירדן, כך שתגדיל את אחוזי הפרי מסוג א', המשווק באביב ובתחילת הקיץ, עם עליית הטמפרטורות. הבעיה העיקרית שבה נתקלים המגדלים באביב מתבטאת באיכות הפרי. איכות החציל המשווק נמדדת בעיקר בעוצמת צבע הקליפה. להגדרת פרי כסוג א' נדרש צבע קליפה שחור (סגול כהה), וכשצבעו נוטה לסגול בהיר - הוא אינו ראוי לשיווק. מרכיבי הצבע בקליפת החציל הם סוגים שונים של אנטוציאנינים, המשמשים כמנגוני הגנה לצמחים ופירות ורגישים לגורמי אקלים כמו טמפרטורה וקרינה (מצבי עקה).

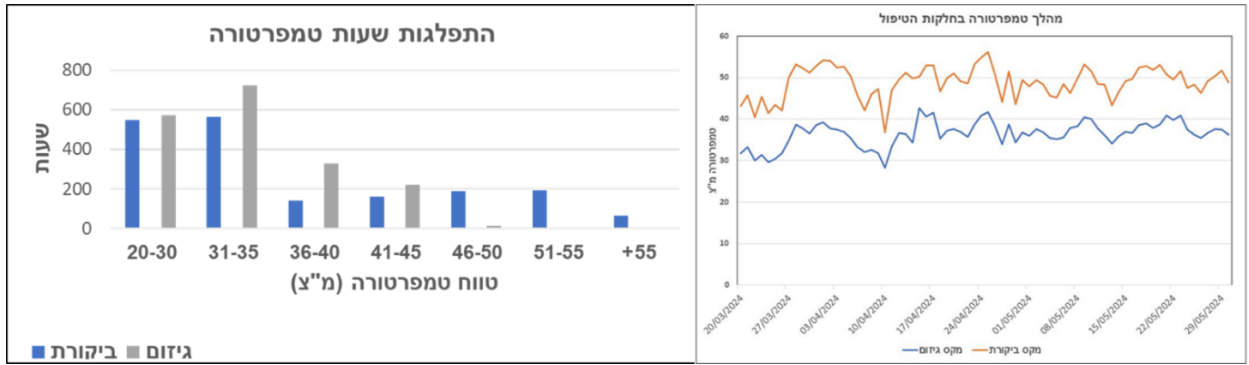
בעונה הראשונה של המחקר (23/24) נבחנו שלושה טיפולים: ביקורת, גיזום והנמכת השתילים (תמונה 2). מסיכומי היבול נמצא כי בכמות הפרי מסוג א' לא נראו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, אף שבטיפול הגיזום לא נקטפו פירות במשך 28 יום. בחינת אחוזי היבול מסוג א' מעידה על יתרון ברור לטיפול הגיזום. גם אחוז הפרי בעל הקליפה הסגולה שהתקבל בטיפול הגיזום, היה נמוך במובהק מהביקורת ומטיפול ההנמכה. משום שטיפול ההנמכה לא תרם לשיפור האיכות, ובנוסף נדרשים בו יותר ימי עבודה - הוחלט כי בעונה של המחקר (24/25) יבוצע רק טיפול גיזום בתחילת חודש מרס.

בעונה 24/25 במשך 35 יום לא נקטפו פירות מחלקת הגיזום. בשונה מהעונה הקודמת, בעונה זו כמות יבול סוג א' לצמח בטיפול הביקורת הייתה גבוהה במובהק מטיפול הגיזום 10.9 ק"ג/צמח לעומת 8.9 ק"ג/צמח בטיפול הגיזום. כמו כן, סה"כ כמות היבול בביקורת הייתה גבוהה במובהק, 16.7 ק"ג/צמח לעומת 11.9 ק"ג/צמח בטיפול הגיזום. השוואת פוטנציאל היבול שנקטף מ-14/4-25/5/25, חודשיים בהם נקטף פרי מחלקות לאחר גיזום ומחלקות הביקורת, מראה כי נקטפה אותה כמות יבול סוג א' משני הטיפולים. בנוסף, מחלקות הביקורת נקטפה כמות רבה יותר במובהק של פרי בעל קליפה סגולה. אחוזי היבול מסוג א' מעיד על יתרון ברור לטיפול הגיזום. ואחוז הפרי בעל הקליפה הסגולה שהתקבל בטיפול הגיזום, היה נמוך במובהק מהביקורת.

לפי הנתונים שנאספו בשתי שנות המחקר אנו רואים כי גיזום הצמח מאפשר לו לייצר פירות איכותיים רבים יותר המתאימים להגדרות פרי סוג א', בעלי קליפה בצבע שחור מבריק.

להערכתנו, יש כאן חיבור בין מספר גורמים המשפיעים לטובה. 1. תנאי טמפרטורה נוחים יותר בסביבת הצמח הגזום. 2. צמח "צעיר" יותר. 3. עומס פרי בצמח הלא גזום תורם לקבלת פרי בעל איכות נמוכה יותר. 4. צמח שעבר גיזום אינו עמוס בפרי ולכן מסוגל להפנות את המשאבים שלו לטובת יצירת פירות איכותיים יותר.

בעונה 23/24 הוצבו מכשירי "גרופיט" בגובה הצמחים (גיזום בגובה 0.5 מ', ביקורת בגובה 2.0 מ') לשם מעקב אחר מהלך הטמפרטורה במבנה בחלקות הגזומות ובחלקות הביקורת. באיור 2 שלהלן מוצגות טמפרטורות המקסימום היומיות בחלקות המטופלות, ובאיור 3 מוצגות השעות שבהן נמדד כל טווח טמפרטורה. משני איורים אלה עולה כי טמפרטורת המקסימום בחלקת הביקורת הייתה גבוהה ב-13 מ"צ במוצע ליום מהטמפרטורה בחלקות שבהן בוצע גיזום. יש לציין, לא נמדדו הבדלים בטמפרטורת המינימום. איור 3 מראה כי בחלקת הביקורת נמדדו 444 שעות, שבהן שררה טמפרטורה הגבוהה מ-45 מ"צ, לעומת 12 שעות כאלה בחלקות הגיזום.



איור 2: טמפרטורת המקסימום היומית בחלקות המטופלות (20/3-30/5/24) **איור 3:** סך כל השעות שבהן שררו טווחי טמפרטורה (מ"צ) שונים, לפי טיפולים, בתקופה שבין 4/3/24 ועד 30/5/24

למרות הפוטנציאל הטמון בגיזום הצמחים באביב להעלות את אחוז הפרי הראוי לשיווק, יש לציין את המגבלות של השיטה. קודם כל, יש בהכרח הפסקת שיווק של כחודש ימים בחודש במרס וחלק מאפריל כתלות במוזג האויר, ניתן לקצר תקופה זו אם נמנע מהורדת פריצות תחתונות כשלושה שבועות לפני הגיזום המתוכנן, מסתמן שיש פגיעה בסה"כ כמות היבול סוג א' מעבר לכך שיש פגיעה ברורה בסה"כ כמות היבול. לכן, יש חשיבות להמשיך לחפש פתרונות נוספים במטרה לתרום לשיפור האיכות באביב, במיוחד המשך חיפוש זנים מתאימים יותר.



תמונה 2: טיפולי הניסוי בעונה 23/24. (צלום זיוה גלעד)

1. אחיעם מ', גלעד ז', סילברמן ד' (2022). מבחן זני חציל פרתנוקרפיים לגידול בחממה בבקעת הירדן. מו"פ בקעת הירדן - סיכום מחקרים, עונת 2021/22. אתר המו"פ: <http://www.mop-bika.org.i>
2. אורי אדלר, דוד סילברמן, גואל חדד, תמר אלון, זיוה גלעד, מאיר אחיעם, אפרים ציפילביץ (2015). בחינת עומדים של חציל פרתנוקרפי בחורף בבתי צמיחה בבקעת הירדן 2014/15. מו"פ בקעת הירדן - סיכום מחקרים, עונת 2014/15. אתר המו"פ: <http://www.mop-bika.org.i>
3. אורי אדלר, דוד סילברמן, גואל חדד, תמר אלון, זיוה גלעד, מאיר אחיעם, אפרים ציפילביץ (2015). מבחן זני חציל פרתנוקרפיים לגידול חורף בבתי צמיחה בבקעת הירדן. מו"פ בקעת הירדן - סיכום מחקרים, עונת 2014/15. אתר המו"פ: <http://www.mop-bika.org.i>
4. חדד י', סילברמן ד', אלון ת', אחיעם מ', ציפילביץ א', גלעד ז', אדלר א', אסקירה י' (2014). בחינת אגרוטכניקה להארכת עונת הגידול של חציל פרתנוקרפי בבקעת הירדן, סיכום תצפיות במו"פ בקעת הירדן 2013/14. אתר המו"פ: <http://www.mop-bika.org.i>
5. ליאור אברהם, דוד סילברמן, שלי גנץ (שה"מ); שלמה אילני, איציק אסקירה (מועצת הצמחים); חנה אלון, אביתר איתיאל, שבתאי כהן, אלק סולפוי, ליאנה גנות (מו"פ דרום); אלי פליק, חגי יסעור (מנהל המחקר החקלאי). הקשר בין כמות הקרינה המצטברת ליבול ולאיכותו של הפלפל. מו"פ דרום, דוח מס' 167-2015.
6. G. Yang, L. Li, M. Wei, J. Li, and F. Yang, 2022, SmMYB113 Is a Key Transcription Factor Responsible for Compositional Variation of Anthocyanin and Color Diversity Among Eggplant Peels, <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.843996>
7. S. UZUN, 2007. Effect of light and temperature on the phenology and maturation of the fruit of eggplant (*Solanum melongena*) grown in greenhouses. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2007, Vol. 35: 51-59 0014-0671/07/3501-0051
8. Y. Zhang, Y. Sun, H. Zhang, Q. Mai, B. Zhang, H. Li, Z. Deng. 2021, The degradation rules of anthocyanins from eggplant peel and antioxidant capacity in fortified model food system during thermal treatments. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100701>