

בחינת קווי מללי חדשים ליבול, איכות ורגישות לתופעת הגירודים

מוגש להנהלת פלחה קיץ ע"י

און רבינוביץ – מו"פ צפון

אור רם – שה"מ

עמית רוזנברג – החברה לחקלאות בגליל העליון

אביה פדידה, איתמר אהרוני, אבישי עמרם – חברת "זרעים דליה"

תקציר

גידול אבטיחים לשם ייצור זרעים לפיצוח הפך בשנים האחרונות לאחד הגידולים העיקריים בגידולי השדה. זן האבטיח המקומי "מללי" הוא הזן העיקרי במזרע, הודות לזרעיו הבהירים והנוחים לפיצוח. עם זאת, הבעיה העיקרית המאפיינת זן זה היא תופעת ה"גירודים" בקליפת הזרע. מניסויים שנערכו בעבר עלה כי הימנעות מהשקיה החל משלב הפריחה הזכרית ובמהלך החנטה, ועד לקבלת פירות בקוטר של כ-10 ס"מ, מפחיתה את הבעיה באופן ניכר, אך לא תמיד מונעת אותה. בשנים האחרונות החלו כמה חברות לטפח אבטיח לפיצוח במטרה לאתר פתרון לבעיה. מטרת המבחן הייתה לבדוק זנים חדשים של אבטיח לפיצוח, הן מהיבט היבול והן מהיבט איכות הזרעים ולהשוות את רגישותם לתופעת הגירודים תחת תנאים מעודדים של התופעה ובהשוואה לזן המסחרי מללי. החלקה הושקתה בקונוע מיועד לביצוע ניסיונות השקיה במוקד המחקרים בהחולה. בתגובה לפתיחת מים מוקדמת ניכר היה שרגישות הזן מללי לתופעה הייתה גבוהה יותר גם באחוז הזרעים המגורדים וגם בחומרת הגירודים על גבי הקליפה, אם כי לא באופן מובהק, מיתר הזנים להוציא את הזן מללי שהושקה בממשק למניעת התופעה בו שני מדדים אלו היו נמוכים משאר הזנים ובאופן מובהק מהזן מללי שהושקה לעידוד התופעה. יבול הזן מללי בהשקיה מופחתת היה גבוה מיתר הזנים כולל מהזן מללי שהושקה בדומה לשאר הזנים במבחן. ההשקיה ביתר שעודדה את תופעת הגירודים גרמה לצימוח מופרז בתקופת החנטה, דחתה את חנטת הפירות וגרמה לתחרות בין ההתפתחות הווגטיבית לרפרודוקטיבית. עובדה זאת באה לידי ביטוי גם במשקל הפירות הממוצע הנמוך יחסית. בניסוי זה הוכח שוב שהשקיה שלא בעיתה בגידול מללי עלולה לגרום לתופעת הגירודים. העובדה שרגישות הזנים שונה לתופעה מבססת את ההשערה שיש בסיס גנטי לתופעה ומכך דרושה הבנה עמוקה יותר לתהליכים המעורבים בה. מחקר המשך מעמיק עשוי בהמשך לתת לחקלאים כלים טובים יותר להתמודדות עם התופעה.

מבוא ותיאור הבעיה, מטרת המחקר והתועלת הצפויה מביצועו

תופעת הגירודים בזרעי אבטיח לפיצוח מטיפוס 'מללי' היא בעיה ארוכת שנים. קיים צורך אמיתי שעולה מן השטח (החקלאים והמשווקים) למציאת פתרון שיפחית את התופעה וישפר את רווחיות הענף. גידול אבטיחים לשם ייצור זרעים לפיצוח הפך בשנים האחרונות לאחד הגידולים המרכזיים בין גידולי השדה. שטחי הגידול בשנים האחרונות השתרעו על כ-100,000 דונם בשנה. הגידול הפך מגידול שבעיקרו היה גידול בעל, לגידול מושקה במנות מים משתנות. חלק גדול מהשטחים נזרע גם בדו-גידול לאחר גידול חורף, בעיקר חיטה לתחמיץ. הגידול מושקה בטפטוף, ובקונועים. זן האבטיח המקומי, 'מללי', משמש כזן העיקרי בגלל זרעיו הבהירים והגדולים הנוחים לפיצוח. הגדלת השטחים נובעת ממספר סיבות עיקריות: 1. ביקוש גבוה לגרעינים המביא להעלאת מחירם.

2. תרומה גבוהה לקוב מים בהשוואה לרוב גידולי השדה האחרים המושקים. (3) ייעול הגידול עם הכנסת המיכון באסיף ובדייש. (4) ירידה ברווחיות גידולים אחרים.

תופעה שמלווה את ענף האבטיחים לגרעינים לפיצוח כבר שנים ארוכות, וניכר כי הוחרפה מאז המעבר לגידול מושקה, היא תופעת הגירודים בזרעים הנובעת בפגיעה ביצירת השכבה העליונה בקליפת הזרעים ברמות שונות. בזמן הקלייה נוצרת החמה של האזור המגורד ולפגיעה במראה הגרעין, כך שיכולת השיווק שלהם פחותה עד כדי בלתי אפשרית.

בעבר הוצע שמשטר ההשקיה בגידול אבטיח לגרעינים משפיע על יבול הזרעים ואיכותם (כיתאין וחובריו, 2008). משטר ההשקיה עלול לפגום בהתפתחות קליפת הזרע, כנראה בשלבי התפתחותו הראשונים. התפתחות הלוקיה של קליפת הזרע הידועה כתופעת הגירודים פוגמת באיכות הזרעים לאחר הקלייה ומקנה לזרעים מופע לא אחיד ושרוף באזור הגירודים.

ניסויי שדה מסודרים לבחינת השפעת משטרי ההשקיה על יבול הגרעינים ואיכותם בוצעו על-ידי נרסון, ת. וחובריו, (1994) בנוה יער. הניסויים בוצעו בחלקות קטנות, והגידול הושקה בטיפטוף. בעבודות אלו נראה היה שיבול ואיכות מיטביים הושגו כאשר הגידול הושקה בהשקיה אופטימלית עד שלב החנטה, כ- 130 מ"מ. תוספת השקיה מעבר לתקופת החנטה הגדילה את יבול הפירות, אך הקטינה את יבול הזרעים ופגמה באיכותם. ההנחה היא שהגדלת היחס בין משקל הפרי ליבול הזרעים (אינדקס היבול), מבטא העברת מוטמעים להתפתחות הציפה, וקליפת הפרי על חשבון העברת מוטמעים לצורך יצירה תקינה של קליפת הזרעים. בנוסף, ההשקיה בעודף מגדילה את מספר הזרעים לפרי ובכך מגדילה את התחרות על המוטמעים בין הזרעים. במספר תצפיות שנערכו בעבר, ומחלקות מסחריות בהן אובחנה התופעה, היה ניתן לקשור אותה לצימוח מופרז, שהיה קשור להשקיה ביתר ו/או לדישון חנקני ביתר.

בתצפיות שדה מסודרות שבוצעו במשקי הדרום (זוהר וחובריו, 2000-2004) נראה היה שפתיחת מים מוקדמת טרם חנטה מגבירה את התופעה בהשוואה לגידול בבעל ולפתיחת מים מאוחרת. עם זאת, גידול בבעל ופתיחת מים מאוחרת פגעו ביבול הזרעים בהשוואה לפתיחת המים המוקדמת. בניסוי נוסף, נמצא כי השקיה במי קולחין במנת מים גדולה הכפילה כמעט את סה"כ אחוז הזרעים המגורדים קשה והגדילה כמעט ב- 60% את התופעה בכלל הזרעים

בשנת 2010 בניסוי השקיה בקונוע (רבינוביץ וחובריו, 2010-2013) בחוות גדש בגליל העליון נמצא שוב שללא השקיה אין גירודים. באותה חלקה בשנת 2012 בהשקיה בקונוע נמצא שתוספת דשן איננה מגבירה את התופעה. הגורמים שהגבירו את התופעה היו מנת המים ובעיקר מועד פתיחת המים. פתיחת מים מאוחרת במנת מים מופחתת לאחר חנטת הפירות העלימה כמעט את התופעה. בשנים 2012-2014 בוצעו ניסיונות השקיה ודישון בחוות הניסיונות גליל מערבי בעכו לבחינת ההשפעה על התופעה (שמש וחובריו 2012-2014). בניסויים שבוצעו בהשקיה בטיפטוף לא נמצאה השפעה לתוספת דשן על התופעה. מנת מים מוקדמת ומוגדלת בזמן פריחה נקבית הגבירה את התופעה בהשוואה למנת מים מופחתת באותו מועד.

בשנים 2015-2017 רוכזו על ידי מדריכי הגידול בדרום (נפתליהו וחובריו) נתונים על התופעה במספר רב של חלקות. מכל חלקה נדגמו כ- 40 זרעים לכימות התופעה. הממצאים הצביעו על כך שוב שבבעל התופעה זניחה, כמו גם בדו-גידול. כאשר ניתנו השקיות בעודף בתקופה הרגישה שבין פריחה זכרית לחנטים בקוטר של 15 ס"מ התופעה הוחמרה, הן בהשקיה בטיפטוף ואף יותר כאשר ההשקיה בוצעה בהמטרה או במתזים. גם באזורים אחרים בארץ בשנים אלו הוחמרה מאד התופעה בתגובה להשקיה בעודף בתקופה הרגישה כפי שצוין.

מכל האמור לעיל נראה שממשק ההשקיה הוא גורם משמעותי בהשפעה על תופעת הגירודים או מניעתה. כדי לחדד את השפעת ההשקיה צריך לחזור ולציין שבשנים בהן יש גשם בתקופה הרגישה כפי שקרה בשנת 2014 בניסוי בחוות עכו התופעה מחמירה.

העובדות עד כאן תומכות בהנחה שהתפתחות מהירה של הפירות והזרעים מיד לאחר החנטה עלולים לגרום לתופעה. יש לציין שכפי שמצאנו בניסויי השדה, עיקר הזרעים המגורדים נמצאו בפירות הגדולים. אלו בדרך כלל הפירות הראשונים. הם אלו שמגיבים מהר מאד ובתקופה מאד קצרה לרטיבות בקרקע. בתקופה קצרה זאת התנודות ברטיבות נמוכות. לא נמצא עד כה קשר בין שיטות ההשקיה ומחזורי ההשקיה בתקופה זאת, כנראה בגלל העובדה שהיא מאד קצרה כ- 7-10 ימים מחנטה. יתכן שהדפורמציה בקליפת הזרעים מקורה מכאן גם מהקצב המהיר של יצירתן תחת התנאים שצינו. על סמך מה שסוכם עד כה בתצפיות הרבות וניסויי השדה נוסחו מספר המלצות גידול לחקלאים שמטרתן בעיקר להימנע מהשקיה בתקופה הרגישה כדי לשמור על איכות הזרעים. בשנים האחרונות חברת "זרעים דליה" מנסה לטפח קווים של אבטיח לפיצוח שלבד מהגדלת היבול והתאמת הזרעים לפיצוח, יהיו בעלי רגישות מופחתת לתופעת הגירודים. בעמק החולה מגדלים כ- 10000 דונם מללי מדי שנה. עיקר גידול המללי מבוצע בהשקיה בקונועים. חלק ניכר מהגידול מבוצע בקרקעות הכבול והאגס, בהם מי התהום גבוהים. שילוב של השקיה לא במועד המתאים עם מי תהום גבוהים וזמינים להתפתחות וגטטיבית נמרצת של הצמחים גורמים לא פעם לתופעת הגירודים בעוצמות גדולות, עד כדי דחיית קניית היבול על ידי הסוחרים. בחינת הקווים החדשים בהשוואה למללי תחת השקיה בקונוע במשטר השקיה מעודד לגירודים בהשוואה לממשק המקובל, עשוי לתת תשובה טובה לחקלאים בכלל ובעמק החולה בפרט, על הממשק וקווי האבטיח המועדפים לגידול.

מטרת המחקר להשוות את רגישות קווי האבטיח החדשים לזרעים לפיצוח לתופעת הגירודים לזן מללי המסחרי תחת תנאים מעודדים בהשקיה בקונוע בעמק החולה.

שיטות וחומרים

הניסוי בוצע במוקד המחקרים בהחולה בקרקע כבול, בחלקה המושקית בקונוע ייעודי לניסויי שדה. הניסוי בוצע במתכונת של מבחן חד גורמי במתכונת בלוקים באקראי ב- 4 חזרות. במבחן נכללו 6 זנים של אבטיח לפיצוח כולל מללי שהושקו בהשקיה "מעודדת" גירודים, ומללי שהושקה בהשקיה "מונעת" גירודים כדי לבחון האם ממשק ההשקיה שננקט בחלקה אכן עווד את התופעה.

אגרוטכניקה:

החלקה נזרעה על כרב גידול קודם של תירס לתחמיץ. להכנת החלקה לזריעה בוצעו העיבודים: דיסוק, יישור בארגז מחליק עם מעגלה, וסימון ערוגות. הזריעה התבצעה בתאריך 2.05.2022 במזרעה משקית מסוג מונוסם. עומד הזריעה היה 3.5 זרעים למטר שורה. כל חלקת ניסוי הייתה ברוחב 3 ערוגות (5.8 מ') ובאורך 10 מ'.

למניעת הצצה עשבייה רוססו החומרים טרבوترקס 200 סמ"ק לדונם בשילוב רילקס 150 סמ"ק לדונם. החומרים הוצנעו בהשקיית ההנבטה ב- 4.05 במנה של 30 מ"מ. ההצצה הייתה ב- 11.05. עומד הצמחים לאחר ההצצה נראה אחיד מאד. ב- 15.05 היה אירוע של רוח מזרחית ("שרקיה") קיצוני בעמק החולה, שגרם לנזק בצמחים מסחף קרקע בחלק מחלקות הניסוי, בצד המערבי של החלקה. לצורך עידוד הצמחים שנפגעו הושקתה החלקה מספר פעמים כפי שיפורט בהמשך.

ב- 1.06 בוצע ריסוס מוגן בין שורות הגידול להדברת גומא הפקעים "סעידה" בחומר בסטה במינון 500 סמ"ק לדונם. בסוף הגידול בוצעו 2 ריסוסים להקמלת הנוף כדי לחשוף את הפירות לקראת קטיפה. הריסוס בוצע בחומר רגלון במינון 300 סמ"ק לדונם בנפח של כ- 40 ליטר לדונם. ב- 22.09 התבצע אסיף ידני של כל הפירות מקטעים מסומנים מראש בכל חלקת ניסוי, 4 מטר מ- 2 הערוגות המרכזיות, כ- 16 מ"ר. הפירות נשקלו בחלקה והועברו לדייש במדושה להפקת זרעים השייכת לאודי זבולוני מכפר חסידים.

לאחר הדייש הזרעים שהופקו בכל חלקה, יובשו בסככה למשך כשבוע, ונשקלו לקביעת היבול. הזרעים נלקחו למיון בחברת "זרעים דליה". מכל חלקה בוצע דיגום לקביעת איכות הזרעים, התפלגות הגודל, ורגישות הזנים לתופעת הגירודים על ידי ספירת הגרעינים המגורדים במדגם והערכת עוצמת הגירודים.

טבלה 1. הזנים בניסוי

שנים במבחני הזנים	מוסד הטיפוח / הריבוי	קוד / שם הזן
ביקורת	הזרע	מללי
	הזרע	מללי - בהשקיית חסר
	זרעים דליה	38 א'
2	זרעים דליה	45 ב'
2	זרעים דליה	47 ב'
2	זרעים דליה	48 ב'
1	זרעים דליה	י.ק.

"מללי": הזן המסחרי מללי שהושקה לעידוד תופעת הגירודים

"מללי -": הזן המסחרי מללי שהושקה בחסר למניעת תופעת הגירודים.

השקיות ופנולוגיה

9.05 – 12 מ"מ

ב- 15.05 פגיעה בצד המערבי של החלקה משרקיה – 140 קמ"ש במזרח העמק.

16.05 – 25 מ"מ כל החלקה

19.05 – 15 מ"מ

22.05 – 15 מ"מ הקטעים שנפגעו ברוח

26.05 - 15 מ"מ הקטעים שנפגעו ברוח

31.05 – 30 מ"מ הקטעים שנפגעו ברוח.

ב- 10.06 עם תחילת הפריחה הזכרית בוצע ניטור בכל החלקה. בניטור נמצא שבממוצע, הפריחה הזכרית הופיעה בין הפרקים 2-6, לצמחים היו 10-13 פרקים, אורך השריגים היה בין 50 ס"מ (פגוע) – ל- 100 ס"מ. אורך הפרק האחרון - 10 ס"מ, והכיסוי הצמחי היה בין 50% - 80%.

ב- 12.06 – בוצעה השקיה דיפרנציאלית ראשונה במנה של 35 מ"מ. בהשקיה זאת הושקו כל החלקות לבד מהזן מללי בממשק "למניעת גירודים".

ב- 14.06 התחילה פריחה נקבית בחלקה.

ב- 19.06 הושקתה החלקה ב- 40 מ"מ והוכנס כוורות בשולי החלקה לעידוד הפריה וחנטה. ביום זה בוצע "ניסיון לניטור" נוסף של מצב הצמחים. בגלל עודף צימוח מוקדם היה קשה להיכנס לתוך

החלקות ללא פגיעה בצמחים. לכן בוצעה הערכה בלבד. הצימוח הגיע לכיסוי של 100%, בצמחים שנבדקו נמצאו 15 פרקים, אורך השריגים הגיע ל- 100 ס"מ ואף יותר, ואורך הפרק האחרון היה כ- 10 ס"מ. ב- 24.06 הפירות הראשונים שחנטו הגיעו לקוטר של 10 ס"מ – "כדור טניס". ב- 27.06 הושקתה החלקה ב- 30 מ"מ, וב- 5.07 בוצעה ההשקיה האחרונה במנה של 25 מ"מ. סה"כ בטיפול ל"גירודים" הושקו כ- 215 מ"מ מתוכם 130 מ"מ בהשקיה הדיפרנציאלית. החלקות של הזן מללי בהשקיה המופחתת למניעת "גירודים" הושקו כ- 80 מ"מ רק בתחילת הגידול בחלקות הניסוי שלא נפגעו ברוח ו- 120 מ"מ בחלקות שנפגעו ברוח. מתחילת הפריחה הזכרית ועד סוף הגידול חלקות אלו לא הושקו. יש לציין שבאזור זה בו מוקם הניסוי יש מי תהום גבוהים, כך שצמחי האבטיח בטיפול זה, שלא הושקו במשך יותר מחודש ידעו כנראה לנצל גם את מים אלו.

ניתוחים סטטיסטיים: בוצעו בתוכנת JMP16. בגלל מיעוט חזרות ההשוואה בין הטיפולים במדדים השונים שנבחנו בוצעה במבחן Student's t.

תוצאות

למרות נזקי הרוח במספר חלקות, בעזרת התגובה המהירה עם ההשקיות הדחופות באופן נקודתי בחלקות אלו, הצמחים ברובן הצליחו להתאושש. בסימון הקטעים המיועדים לאסיף ב- 4.06 נראה שהעומד בחלקה אחיד (טבלה 2) לבד בזן 38 א' שחלקה אחת שלו נפגעה קשה יותר מהרוח.

טבלה 2: עומד צמחים למטר שורה

עומד צמחים	זן
3.7 A	45 ב'
3.6 AB	48 ב'
3.5 AB	מללי
3.5 AB	מללי -
3.4 AB	י.ק
3.3 AB	47 ב'
3.2 B	38 א'

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$

בזמן האסיף ב- 22.09 נספרו ונשקלו כל הפירות בכל קטע בתוך כל חלקת ניסוי. על בסיס ספירת הפירות ומספר הצמחים למטר חושב מספר הפירות לצמח, מספר הפירות למ"ר ומשקל פרי ממוצע לכל זן (טבלה 3). בזן 47 ב' מספר הפירות לצמח ומכאן גם למ"ר היה נמוך משמעותית מרב הזנים באופן מובהק ולכן פירותיו היו גדולים יותר מרב הזנים, להוציא את הזן מללי שהושקה בממשק מעודד הגירודים. ביתר הזנים החדשים משקל הפירות היה נמוך כולל בזן "מללי –". יש לציין שהזן 47 ב' נבדל מיתר הזנים בצבע הציפה הצהוב שלו.

טבלה 3 : מדדי פרי - מספר פירות לצמח, מספר פירות למ"ר ומשקל פרי ממוצע

זן	מספר פירות לצמח		זן	מספר פירות למ"ר		זן	משקל פרי ממוצע (ק"ג)	
יק	1.2	A	יק	4.3	A	47 ב	2.0	A
38 א	1.2	A	מללי -	4.3	A	מללי	2.0	A
מללי -	1.2	A	48 ב	4.3	A	מללי -	1.7	AB
48 ב	1.1	A	38 א	3.9	A	38 א	1.4	BC
מללי	1.0	AB	45 ב	3.6	AB	45 ב	1.3	CD
45 ב	0.9	AB	מללי	3.3	AB	48 ב	1.3	CD
47 ב	0.5	B	47 ב	1.9	B	יק	1.0	D

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$

לאחר ייבוש הזרעים חושב היחס בין משקל הזרעים למשקל הפירות, משקל הזרעים לפרי בודד, ובמיון שבוצע בחברת "זרעים דליה" נקבע גם משקל האלף של הזרעים (טבלה 4). אחוז המשקלי של הזרעים היה דומה בכל הזנים אך שונה (לא מובהק) בהשוואה לזן יק. ניתן לציין שעל סמך תוצאות עבר בדרך כלל החלק היחסי המשקלי של הזרעים בפירות במשקל של 2 ק"ג ופחות גבוה מ- 2%. ייתכן שבתנאי הניסוי גם ההפריה של הפרחים נפגעה, אולי בגלל הצימוח מאד נמרץ של הצמחים בתגובה להשקיה בעודף שנועדה לעודד את תופעת הגירודים. בנוסף, בזן זה משקל האלף נמצא גם נמוך יותר בהשוואה לזן מללי בשני טיפולי ההשקיה ובהשוואה לזן 47 ב'.

טבלה 4 : מאפיינים משקליים של הזרעים – משקל זרעים לאבטיח, אחוז משקלי ומשקל אלף.

זן	משקל זרעים לאבטיח (גרם)		זן	אחוז משקלי - משקל זרעים ביחס למשקל הפרי		זן	משקל אלף (גרם)	
מללי -	30.8	A	48 ב	1.89	A	47 ב	158.3	A
47 ב	27.9	A	מללי -	1.84	A	38 א	150.3	AB
מללי	26.4	A	38 א	1.83	A	45 ב	148.3	AB
38 א	25.9	AB	45 ב	1.82	A	מללי -	145.0	BC
48 ב	24.0	AB	מללי	1.79	A	48 ב	144.3	BC
45 ב	23.4	AB	יק	1.77	A	מללי	140.0	BC
יק	17.7	B	47 ב	1.39	A	יק	136.7	C

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$

מספר הזרעים לפרי היה הגבוה ביותר בזן "מללי" – אם כי לא במובהק מאשר בזנים 47 ב' ו- 38 א' ו- 48 ב', אך במובהק בהשוואה לזנים 45 ב' ו- יק. 2 (טבלה 5).

טבלה 5. מספר זרעים מחושב לפרי

מספר זרעים לפרי		זן
213.3	A	מללי ללא גירודים
189.7	AB	מללי
175.2	AB	ב' 47
172.4	AB	א' 38
167.3	AB	ב' 48
157.8	B	ב' 45
130.3	B	י.ק 2

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$

על פי מיון הזרעים לפי גודל בנפות, נמצא ככלל שהזרעים קטנים, ועל כן לא נמצאו כמעט זרעים בגודל סוג א' (טבלה 6). בזנים "מללי"-ו- 47ב' נמצא אחוז הזרעים סוג א' הגבוה ביותר בהשוואה ליתר הזנים. מכאן נמצאו בהם מעט זרעים בסוג ב'. בזנים האחרים ההתפלגות של גודל הזרעים הייתה הפוכה בהתאם.

טבלה 6. מדדי האיכות של הזרעים - אחוז פחת, אחוז סוג א', אחוז סוג א' ואחוז סוג ב'.

אחוז סוג ב'		זן	אחוז סוג א'		זן	אחוז סוג א'		זן	אחוז פחת		זן
29.3	A	י.ק	0.58	A	ב' 47	88.4	A	מללי -	8.5	A	ב' 47
23.5	AB	ב' 45	0.20	AB	מללי	85.1	AB	ב' 47	8.4	A	י.ק
19.8	BC	א' 38	0.11	B	ב' 45	81.7	BC	ב' 48	7.2	AB	מללי
19.5	BC	מללי	0.04	B	א' 38	80.5	BC	מללי	6.1	AB	ב' 45
18.3	BC	ב' 48	0.04	B	ב' 48	80.2	BC	א' 38	5.9	AB	א' 38
14.9	CD	ב' 47	0.00	B	י.ק	76.5	CD	ב' 45	5.6	B	מללי -
11.6	D	מללי -	0	B	מללי -	70.7	D	י.ק	5.2	B	ב' 48

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$.

- הערה: אחוז פחת - פחת רוח במזרה זרעים קטנים מנפה 7 מ"מ.
 אחוז סוג ב' - זרעים מעל נפה 7 מ"מ ומתחת לנפה 8 מ"מ.
 אחוז סוג א' - זרעים מעל נפה 8 מ"מ.
 אחוז סוג א' - זרעים מעל נפה 10 מ"מ.

היתרון של הזן מללי ברב רכיבי היבול: מספר זרעים לפרי, משקל האלף שלהם, מכאן משקל הזרעים לפרי, מספר פירות לצמח ולמ"ר והתפלגות גודל הזרעים, הביא לכך שיבול הזרעים בזן זה היה גבוה יותר מאשר בשאר הזנים, כולל ב- 45 ק"ג יותר לדונם מאשר בזן מללי בהשקיה בעודף (כ- 132 ק"ג לדונם ו- 87 ק"ג לדונם בהתאמה). יתרון זה בא לידי ביטוי כמובן בהתפלגות היבול על

פי המיון לגודל הזרעים. בזן זה היה היבול של זרעים מסוג א' הגדול ביותר, ויבול סוג ב' מהנמוכים ביותר (טבלה 7).

טבלה 7. יבול הזרעים הכללי ויבול על פי התפלגות לגודל.

זן	יבול כללי (ק"ג/ד')	זן	יבול סוג א' (ק"ג/ד')	זן	יבול סוג א'א (ק"ג/ד')	זן	יבול סוג ב' (ק"ג/ד')
מללי -	131.9 A	מללי -	116.6 A	מללי	13.4 A	י.ק	21.4 A
ב' 48	97.9 AB	ב' 48	80.1 AB	י.ק	0.2 AB	ב' 45	20.3 AB
א' 38	97.7 AB	א' 38	78.8 BC	א' 38	0.1 AB	א' 38	18.9 AB
מללי	87.2 AB	מללי	70.3 BC	ב' 47	0.1 AB	ב' 48	17.8 AB
ב' 45	83.3 B	ב' 45	63.1 BC	ב' 48	0.0 AB	מללי	16.9 AB
י.ק	74.6 B	י.ק	53.2 CD	ב' 45	0.0 AB	מללי -	15.4 AB
ב' 47	57.7 B	ב' 47	48.3 D	מללי -	0.0 B	ב' 47	9.4 B

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$.

ביצוע הניסוי שמטרתו הייתה להשוות את הרגישות לתופעת הגירודים בזנים החדשים הצליח. ההשקיה מתחילת פריחה זכרית גרמה כצפוי לאחוז גרעינים מגורדים גבוה באופן מובהק בזן מללי בהשקיה בעודף בהשוואה לזן מללי בהשקיה המופחתת, 29.7% ו- 9% בהתאמה (טבלה 8). ביתר הזנים נמצאה רגישות ביניים לתופעה, בין 24% בזן ב' 48 ל- 11.7% בזן י.ק. עובדה זאת מצביעה למרכיב גנטי בתופעה. השונות ברגישות בין הזנים עשויה להיות בסיס לטיפוח זנים עם סבילות גבוהה יותר לתופעה מאשר בזן המסחרי מללי. חומרת הגירודים בערכים של 1-5 בדומה לאחוז הזרעים המגורדים נמצאה גבוהה יותר בזן המסחרי מללי בהשוואה לזן מללי בתגובה להשקיה המופחתת (2.7 ו- 1.2 בהתאמה). הבדל לא גדול בחומרת הגירודים נמצא בין יתר הזנים.

טבלה 8. אחוז זרעים מגורדים וחומרת הגירוד

זן	אחוז זרעים מגורדים	זן	חומרת הגירוד
מללי	29.7 A	מללי	2.7 A
ב' 48	24.0 AB	ב' 45	2.5 AB
א' 38	20.3 AB	י.ק 2	2.2 AB
ב' 45	16.0 AB	מללי -	2.2 AB
ב' 47	14.0 AB	ב' 47	1.8 AB
י.ק.	11.7 AB	ב' 48	1.8 AB
מללי -	9.0 B	א' 38	1.2 B

אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$.

הערה: 0 - חומרה נמוכה מאוד / הגירוד קטן ומקומי.

5 - חומרה רבה / הגירוד גדול ומכסה את מרבית קליפת הזרע.

במבחן הזנים המקביל שבוצע בקיץ 2022 בגד"ש גיניגר בו ננקטה מדיניות השקיה במטרה למנוע גירודים, אכן לא נמצאו כמעט גירודים בקליפות הזרע בזנים השונים. בניסיון להשוות את התפתחות הצמחים כבסיס להבנת ההבדלים השתמשנו בצילומי הלווין סנטינל 2 ובניתוח מדד ה-NDVI המתאר את השתנות הכיסוי הצמחי עם הזמן. הצילומים והניתוחים מוגשים באופן חופשי ברשת על ידי הראל גרינבלט מהאגף למיכון בשה"מ במשרד החקלאות (איורים 1 - 3).

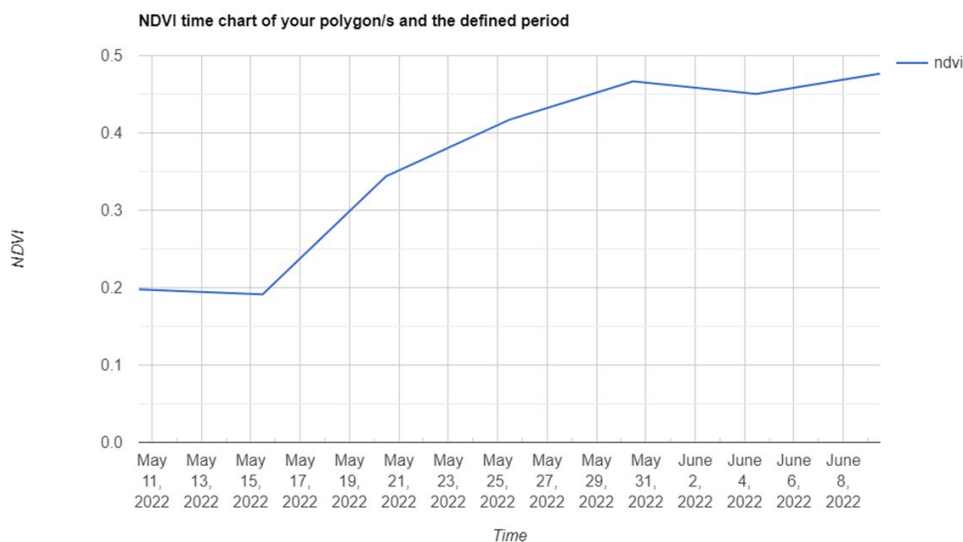
איור 1. בחינת השתנות NDVI בחלקה בעזרת הכלי ברשת החינמי שפיתח הראל גרינבלט על בסיס הפלטפורמה של Google earth engine



איור 2. השתנות ערך NDVI בחלקה על בסיס צילומים של סנטינל 2 כל 5 ימים.

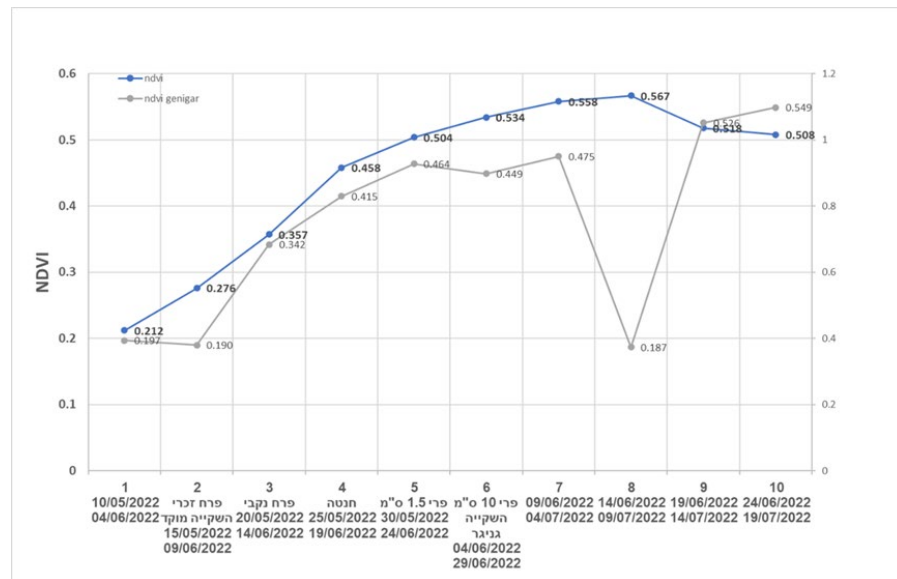


איור 3. השתנות ערך NDVI בחלקה בגניגר על בסיס צילומים של סנטינל 2 כל 5 ימים.



היות ושני הניסויים לא נזרעו באותו זמן, כדי להביא את המעקב אחר התפתחות הצמחים לבסיס פנולוגי משותף, על פי ניסיון קודם הוערכה התפתחות הצמחים בגניגר ובמיוחד המועדים הרגישים, שהם הפריחה הזכרית הנקבית החנטה והתפתחות הפירות לגודל "כדור טניס" (איור 4). ניתן לראות שבמוקד המחקרים קצב השתנות מדד ה-NDVI היה גבוה יותר מאשר בגניגר, וכלל הצימוח היה גבוה יותר בכל העונה להוציא את סוף הגידול בו העלווה של הצמחים במוקד המחקרים התחילה להראות סימני הזדקנות ואילו בגניגר העלווה הראתה סימני התחדשות בסוף חודש יוני. צריך לציין שבגלל החלקה הקטנה יחסית במוקד המחקרים לא ניתן כמובן היה להפריד בצילומי הלווין בין החלקות על פי משטר ההשקיה. השטח של הזן מללי שהושקה בחסר היה כרבע מכלל החלקה, כך שבעצם קצב הצימוח האמיתי ביתר הזנים היה גבוה יותר מכפי שנראה בהדמאת הלווין. ממצאים אלו מחזקים את ההשערה הרווחת שצימוח מהיר בתקופה הרגישה של חנטת הפירות עלולה לגרום לתופעת "הגירודים".

איור 4. השוואת השתנות ערך NDVI בשתי החלקות על בסיס פנולוגי.



סיכום

1. ההשקיה ביתר דחיתה את התפתחות הפירות ופגעה ביבול הכללי בזן מללי וכנראה גם בזנים האחרים.
2. מספר הפירות הנמוך לצמח פגע קשה ביבול הזן 47 ב'.
3. בזן מללי בהשקיה בחסר נמצא שהיבול הכללי היה הגבוה ביותר.
4. התפלגות יבול הגרעינים על פי גודל שיקפה את היבול הכללי והתפלגות הגודל היחסית.
5. בניסוי הוכחנו שוב שלממשק ההשקיה יש השפעה על תופעת הגירודים באבטיח מללי.
6. מתוצאות הניסוי נראה ברור שיש קשר גנטי לתופעה.
7. כדי למצוא את הזנים המתאימים ו/או להמשיך לטפח זנים חדשים יש להבין את התופעה באופן בסיסי.
8. רק מחקר רב תחומי שישלב פיזיולוגיה של הצמח, גנטיקה וטיפול של דלועים, כלים אנטומיים מתקדמים ואגרונומיים יוכל לנסות להתמודד עם "פיצוח" הבעיה.
9. אבטיח מללי הוא גידול השלחין עם ההיקף בשטח הגדול ביותר בגד"ש וזאת הבעיה מספר אחת בגידול.
10. על סמך האמור לעיל ברור לכל שיש לסייע להשגת האמצעים הדרושים להתמודדות עם הבעיה.

רשימת ספרות

- H. Nerson, Y. Burger, R. Berdugo. (1994) High plant density and irrigation increase watermelon yield grown for seed consumption. Adv. Hort. Sci. 8: 101-105
- חיים נרסון, יוסף בורגר, רמה ברדוגו, סיגל פחימה (1994). אבטיח ממללי לזרעונים: השפעות העומד ומשטר ההשקיה. גן שדה ומשק, גיליון ספטמבר.
- זוהר. ד, וחובריו, (200-2004). סיכומי תצפיות בבחינת השפעת השקיה על יבול ותופעת הגירודים באבטיח מללי, מצגות בדיווחים למגדלים בכנסים לסיכומי עונה בגידולי פלחה קיץ.

רבינוביץ, א, וחובריו (2010-2013). סיכומי מחקרים לבחינת השפעת השקיה ודישון על תופעת הגירודים באבטיח מללי. הוגש לארגון עובדי הפלחה והנהלת ענף פלחה קיץ.
שמש, ד, וחובריו (2012-2014). סיכומי מחקרים לבחינת השפעת השקיה ודישון על תופעת הגירודים באבטיח מללי. הוגש לארגון עובדי הפלחה והנהלת ענף פלחה קיץ.
נפתליהו, ע, וחובריו (2015-2018) סקרים לבחינת מועדי פתיחת מים ומנות מים על תופעת הגירודים באבטיח מללי. מצגות לדיווח למגדלים בכנסים לסיכומי עונה בגידולי פלחה קיץ.

תודות

לחברת "זרעים דליה" - על העמדת הזנים והעזרה בביצוע המחקר.
לארגון עובדי הפלחה על מימון הניסוי.