

טף: גידול חדש, בעיה ישנה: אפיון אוכלוסיות החרקים בצמחי הטף הגדלים בישראל והבנת מנגנוני התקשורת ביניהם

בן-חילף טף (*Eragrostis tef*) הוא גידול הדגן העיקרי באתיופיה ואריתראה ובאזור זה הוא עבר תהליך תירבות [1]. באתיופיה קיימים מאות זני טף שונים ונעשה בהם שימוש בעיקר להכנת מאכלים מסורתיים, ביניהם לחם הנקרא אינג'רה. צמחי הטף נחשבים כעמידים לעקות אביוטיות, ואף יכולים לצמוח בקרקעות צחיחות בהן דגניים מרכזיים כגון תירס וחיטה לא מצליחים לגדול [2]. הצמחים חד-פסיגיים, מתנוססים עד לגובה של 1.35 מטר, בעלי מנגנוני הפריה עצמית, משלימים מחזור חיים בין 3-4 חודשי גידול. הטף הוא דגן בעל זרעים קטנים מאוד בגודל של פחות מ 1 מ"מ, משקל של 0.3 מיליגרם, ולכן מין זה משתייך לקבוצה המכונה דוחן. הזרעים נחשבים למזינים מאוד כיוון שהם עשירים בחלבון, סיבים תזונתיים ונוטריינטים בנוסף, אינם מכילים גלוטן ולכן פופולריים מאוד בתזונה של חולי צליאק. בשל הערך התזונתי הגבוה של הזרעים, קיים ביקוש הולך וגובר לטף במדינות כגון בארה"ב קנדה, אוסטרליה וגרמניה. בישראל, נערכו ניסיונות לאקלום דגן זה כבר בשנות ה 30 וה- 90 של המאה הקודמת אולם ניסיונות אילו נפסקו מסיבות שונות. בשנים האחרונות עלתה הדרישה לדגן בארץ זה עקב הקושי ליבא את הטף וביקוש הולך וגובר של אוכלוסיית יוצאי אתיופיה. כמו כן, קיים צורך בהרחבת מגוון סל גידול השדה בישראל, ויצירת אלטרנטיבה לדגן מזין נטול גלוטן. מידי שנה בתקופת האביב-קיץ, מגדלים בארץ בין 2,000-3,000 דונמים של טף לזרעים ממספר זנים מוגבל [3].

כיוון שגידול טף הוא חדש בארץ, חסר ידע על סביבת הצמח וכן אוכלוסיית החרקים מזיקים לו. במחקר משותף שנערך ע"י תלמיד המחקר נתן ג'אן מקבוצת המחקר של דר' ורד צין מהמכונים לחקר המדבר (אוניברסיטת בן גוריון בנגב) וקבוצת המחקר של פרופ' יהושע סרנגה (הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, אוניברסיטה העברית), אפיינו לראשונה את אוכלוסיית החרקים המקומית שנמצאת בשדות הטף בישראל. בסקר אוכלוסיית חרקים שערכנו על שלושה זני טף RTC-144, RTC-405 ו-RTC-406, באתר מחקר בקמפוס שדה בוקר (רמת הנגב), מצאנו מאות חרקים משבע סדרות שונות: חיפושיות, זבובאים, פשפשאים, פרפראים, מרושתי-כנף, וחגבאים. חרקים מסדרת הפשפשאים היוו את החלק הגדול ביותר כ 28-34% מכלל החרקים ביניהם נמנו ציקדות וכנימות. תוצאות דומות נצפו באתרי מחקר נוספים, אחד באזור רבדים (שפלה) ושני בסמוך קיבוץ סעד (נגב מערבי). לכן, בחרנו להתמקד בכנימת הדגן האירופית (*Rhopalosiphum padi*) ולבדוק את יחסי הגומלין שלה עם צמחי הטף בתנאי גידול הבוקרים במעבדה.

יחסי הגומלין בין צמח לחרק נקבעת מגורמים רבים, ביניהם הרכב הכימי של הצמח והיכולת לתקשר עם הסביבה על מנת לדחות מזיקים ו/או ולגייס אויבים טבעיים. לכן, בדקנו האם קבלת ההחלטות של הכנימה מבוססת על תקשורת מבוססת ריח. לצורך זה, גידלנו צמחי טף בעציצים לגיל חודש ואז שמנו אותם למשך שעות בודדות במערכת סגורה המאפשרת מעבר של ריחות בלבד. כנימות בוגרות צעדו

במבחנת זכוכית בצורת Y ובחרו לאיזה כיוון ללכת בהתאם לריחות מושכים או דוחים שפלטו צמחי הטף (אולפקטומטר). תוצאות מערכת בחירה הראו כי הכנימות מעדיפות ללכת לזני הטף RTC-405 או RTC-406 כאשר הוצב זן הטף RTC-144 בצד השני של הניסוי Y, בעוד שלא נראתה העדפה בין שני זנים אילו. מכך הסקנו כי זן הטף RTC-144 משחרר חומרי ריח הדוחים את כנימת הדגן האירופאית כיוון שהיא בוחרת ללכת לזני טף אחרים על פניו. על מנת להבין את הרכב הכימי של חומרי הריח בעלי הטף, דגמנו עלים, טחנו אותם ומדדנו את הרכב בעזרת מכשיר אנליטי מסוג gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). תוצאות האנליזה הכימית של העלים הראתה כי כל שלושת הזני הטף עשירים בריחות כימיים לעומת זני חיטה ושעורה שנבדקו במעבדה כביקורת. סה"כ נמדדו 150 חומרים מקבוצות כימיות שונות, מהם זיהינו כ-105 חומרים. זן RTC-144 הראה פרופיל ריח ייחודי ושונה משני הזנים האחרים של הטף כאשר בלטו במיוחד נוכחות של חומרים ממשפחת הטרפנים ונגזרות נדיפות של חומצות שומן [4]. מתוצאות אילו אנו מסיקים כי הרכב החומרי ריח הייחודי של זן RTC-144 יכול להכריע האם כנימה תגיע לצמח ותבחר לאכול ממנו או תחליט לעבור לזן אחר. חומרי ריח אילו אף יכולים לעזור לצמחי הטף בגיוס אוכלוסיית אויבים טבעיים, דוגמת עינפז ירוק (*Chrysopa perla*) אשר הזחל שלו ניזון מכנימות. פרטים של עינפז ירוק נמצאו בסקר חרקים שנערך בשדה, אך ניסוי בחירה של אויב טבעי זה על זני טף שונים מאולחים בכנימת הדגן האירופאית טרם נערך במעבדה. לסיכום, בחלקות הניסוי של זני טף שונים בישראל נמצאו חרקים רבים ממספר סדרות אשר חלקם ידועים כמזיקים לצמחי דגן. המשיכה וההשפעה של החרקים המזיקים היא תלוית זן ומושפעת בין היתר מהיכולת של הצמח לייצר ולשחרר תערובת ריחות לתקשורת עם הסביבה. מחקר זה נערך במימון המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, מענק מספר: 16-38-0019 ו-12-01-0032.

ספרות:

- [1] S. Abbo, S. Lev-Yadun, and A. Gopher, "Agricultural origins: Centers and noncenters; a near eastern reappraisal," *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 29, no. 5, pp. 317–328, 2010.
- [2] S. Ketema, "Eragrostis tef (Zucc.) Trotter," *IPGRI, Rome*, 1997.
- [3] א. רבינוביץ, "בחינת טף בעמק החולה כגידול חדש רב-קצירי", and י. סרנגה, ש. בן-זאב לגרגרים ומספוא, "דו"ח מחקר לשנה שניה מוגש למו"פ צפון
- [4] N. M. Gyan, B. Yaakov, N. Weinblum, *et al.*, "Variation between three Eragrostis tef accessions in defense responses to Rhopalosiphum padi aphid infestation," *Frontiers in Plant Science*, vol. 11. p. 1892, 2020.



חלקה לגידול טף בקמפוס שדה בוקר.



צילום של זרעי טף, חיטה ושעורה.

Forest shield bug (*Oncacontias vittatus*)



Green shield bug (*Palomena prasina*)



Bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi*)



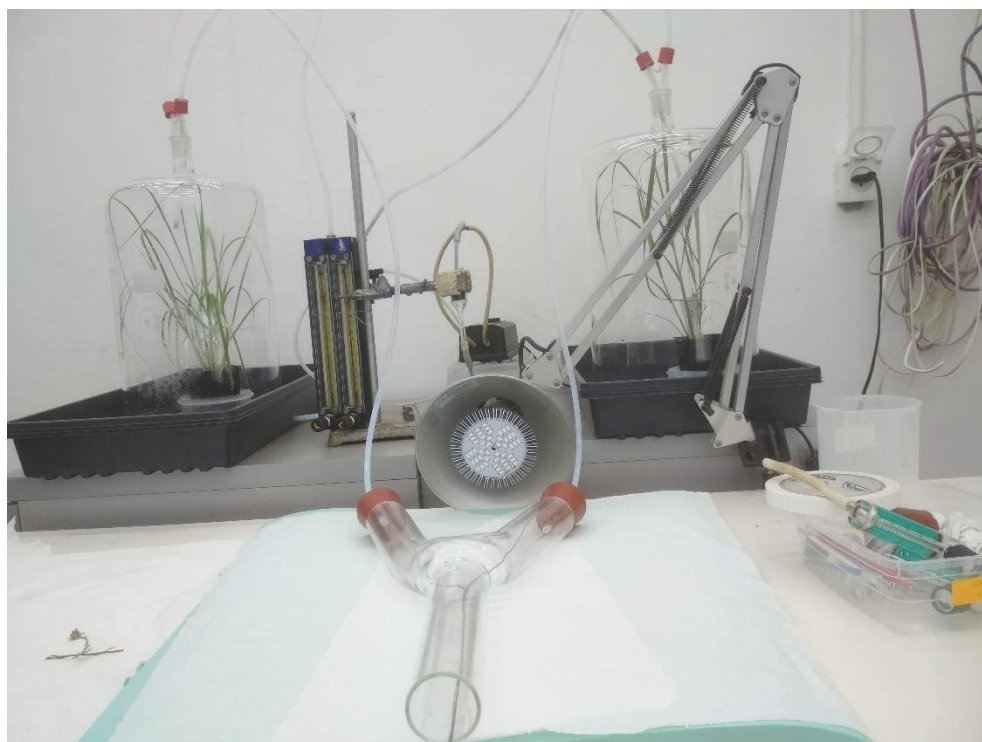
Green lacewings (*Chrysopa perla*)



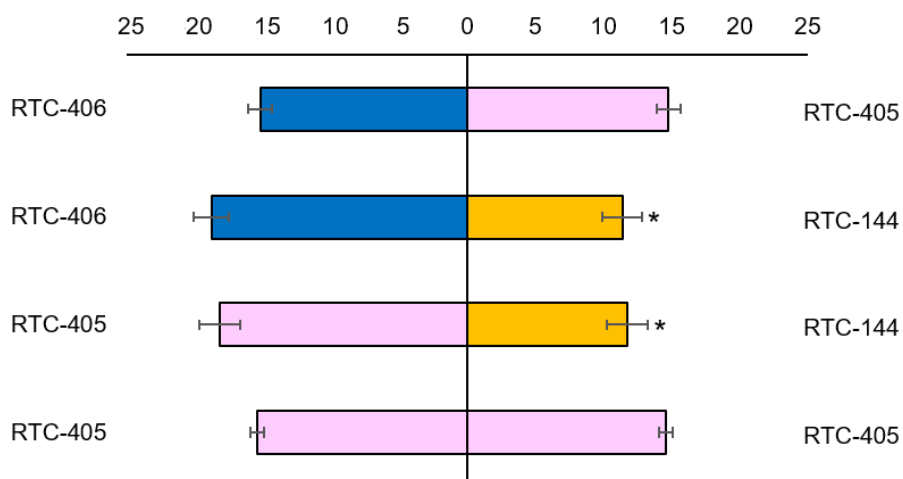
תמונות של חרקים שונים שנאספו בשדה הטף באתר המחקר ברבדים.



תלמיד מחקר נתן ג'אן.



מערכת "בחירה" מבוססת ריח בלבד (אולפקטומטר). כנימת דגן אירופאית הונחה במרכז מבחנת Y סגורה. לכנימה הוצגו ריחות מצמחים שונים והיא בחרה לאן ללכת בהתאם לריח המוצג מהצמח.



תוצאות מערכת "בחירה" הראו כי זן RTC-144 מפיץ חומרים הדוחים את כנימת הדגן האירופאית והיא בוחרת ללכת לזנים האחרים על פניו.