

הדברת נמטודת העפצים *Meloidogyne incognita* בפלפל בעזרת תכשירים לחיטוי קרקע ונמטוצידים

תמר אלון, דויד סילברמן - משרד החקלאות, שה"מ.
ד"ר ייבגני קוזודויי - השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
אפרים ציפלבץ, אחיעם מאיר, זיוה גלעד, זיו קלינמן - מו"פ בקעת הירדן
אורי אדלר - מועצת הצמחים
זכריה משה - מושב תומר

תקציר

נמטודות יוצרות עפצים מסבות נזק רב לגידולים שונים ברחבי הארץ, וביניהם גם לפלפל. בשנים האחרונות בוצעו במגוון אזורים בארץ עבודות הבוחנות את יעילותם של התכשירים השונים בהדברת נמטודה זו. עד כה לא בוצעו בנושא עבודות מסודרות בבקעת הירדן. מטרת המחקר: בחינת דרכים להתמודדות עם הדברת נמטודת העפצים בתנאי בקעת הירדן. במסגרת הניסוי בוצעו שלושה טיפולי חיטוי ראשיים בתכשירים: פלדין, אגרוצלון + מתמור, מתמור בלבד (ביקורות); וארבעה גורמי משנה בהשוואה לביקורת: 1. קנון; 2. ביונס; 3. גופרת אמון + בוצה מיוצבת בסיד; 4. ויידט; 5. זן סביל (1005 - חברת אפעל). התכשיר Mcw-2 (נימיץ) של חברת מכתשים נבחן רק על רקע הביקורת. תוצאות וסיכום: התכשירים לחיטוי קרקע ולהדברת נמטודת העפצים: פלדין, אגרוצלון ו-Mcw-2, הוכיחו את יעילותם בהדברת הנמטודה. הוספת נמטוצידים, ביונס או ויידט, בתחילת העונה ובמהלכה לא תרמה ליעילות ההדברה. כמו כן, הוספת מלחי זרחן (קנון) במהלך העונה והוספת גופרת אמון + בוצה מיוצבת בסיד בתחילת העונה לא תרמו ליעילות ההדברה. רמת הנגיעות בנמטודת העפצים שנמצאה בזן הסביל שנבדק בניסוי הייתה דומה לרמת הנגיעות שנמצאה בזן המקובל.

מבוא

נמטודות יוצרות עפצים מסבות נזק רב לגידולים שונים בארץ, ובהם גם גידול הפלפל. הפלפל בבקעת הירדן הוא הגידול העיקרי, המיועד ליצוא ולשוק המקומי. היקף הגידול הוא כ-4000 דונם בקרקע מקומית. מתוך שטחים אלה, נמצאו כ-1500 דונם נגועים ברמות שונות בנמטודה יוצרת העפצים: *Meloidogyne incognita*. ההתמודדות עם המזיק כוללת שימוש אינטנסיבי בתכשירי חיטוי קרקע ספציפיים:

1. חומר פעיל - 1-3 דיכלורופרופן (אגרוצלון) במינון של 20 ל"ד' + חומר פעיל מתאם סודיום (מתמור) לקטילת עשבים ומחלות.
2. חומר פעיל DMDS (פלדין) במינון של 40-60 ל"ד', בהתאם לעוצמת הנגיעות. תכשיר זה מדביר גם במחלות קרקע ועשבייה, ולכן בשימוש בו אין צורך בשילוב התכשיר מתמור.
3. בשנה האחרונה קיבל התכשיר Mcw-2 (נימיץ) רישוי לחיטוי קרקע בגידולים מסוימים; המינון המותר לשימוש הוא 800 סמ"ק/ד'.

בניסויים שנערכו בשנתיים האחרונות בבקעת הירדן ע"י צוות מחקר זה, נמצא כי התכשירים המוכרים: אגרוצלון ופלדין, יעילים משמעותית בהפחתת הנגיעות בנמטודות ובהקטנת הנזק שהן גורמות. התכשיר נימיץ נבדק עדיין בגידול הפלפל בבקעת הירדן.

גידול הפלפל בבקעת הירדן נפרש על פני 10-11 חודשים, ונמצא כי בתקופת גידול ממושכת זו מתחדשת הנגיעות בשכבת הקרקע שבה נמצאת מערכת השורשים. הדבר פוגע קשות בפוטנציאל היבול ומעלה מאוד את רמת הנגיעות לקראת העונה הבאה. בהתאם לזאת, נבדק בניסויים שילוב של תכשירים שהם נמטוציידים (ביונס ויידט) או תכשירים אחרים המקשים על פעילות הנמטודות במהלך עונת הגידול (קנון, אמוניה + בוצה מיוצבת), וכן נבחנו זנים סבילים לנוכחות נמטודות המפותחים ע"י חברות הזרעים. יתר על כן, הרביזיה בתכשירים מאיימת לאסור את השימוש בתכשירים המקובלים כיום, ולכן חשוב לבחון תכשירים חלופיים במהלך עונת הגידול, שיהוו חלק מההתמודדות ההוליסטית-כוללנית להדברה.

מטרת המחקר: בחינת דרכים להתמודדות עם נמטודות העפצים בתנאי בקעת הירדן בגידול פלפל.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

גידול בבית רשת; קרקע מקומית; זן גלעד; מועד שתילה: 6/8/14.

טיפולים ראשיים

1. אגרוצולון 20 ל"ד' (יישום ב-15/7/14)
 2. פלדין 40 ל"ד' (יישום ב-9/7/14)
 3. ביקורת
- לשניים מהטיפולים הראשיים, אגרוצולון וביקורת, הוסף בתאריך 3/7/15 מתאם סודיום (מתמור) במינון 40 ל"ד' למניעת מחלות קרקע ועשבים.
- Mew-2 (נימיץ) במינון של 800 סמ"ק/ד' ניתן רק בערוגות ביקורת יישום ב-22/7/14.

טיפולי משנה (חזרו בכל טיפול ראשי)

1. ביקורת ללא טיפול משנה
2. ביונס 4 ק"ג לדונם בכל הגמעה - 29/7/14 (לפני שתילה), 20/10/14, 4/2/15
3. קנון 1 ל"ד' בכל הגמעה - 12/8/14, 22/9/14, 3/11/14, 22/12/14, 4/2/15, 18/3/15
4. ויידט 1 ל"ד' בכל הגמעה - 10/8/14, 26/8/14, 10/9/14, 22/9/14, 18/2/15
5. גופרת אמון + בוצה מיוצבת בסיד - לפי 100 ק"ג דונם גופרת אמון + 10 מ"ק/ד' בוצה - פוזר ב-22/7/14
6. זן סביל (1005 - חברת אפעל)

לו"ז הפעילות בניסוי

- 22/6/14 - סניטציה במתאם סודיום (תכשיר מתמור), 15 ל"ד' + 10 קוב מים
- 27/6/14 - ניקוי החלקה מצמחים
- 29/6/14 - חריש
- 30/6/14 - תיחוח, פרישת טפטוף וחיפוי יריעת פוליאאתילן
- 3/7/14 עד 21/7/14 - חימום קרקע במהלך 18 יום (ב-21/7/14 הסרת פוליאאתילן)
- 3/7/14 - בדיקה נמטולוגית של הקרקע (ספירת אפס), שבה נאספה דוגמת קרקע (חצי ק"ג בכל דוגמה) משכבה של 20 ס"מ (לאחר ניקוי שכבת קרקע יבשה בעובי 5 ס"מ) משלושה אזורים בחלקה: 3 דוגמאות במרכז, 3 בצפון החלקה ו-3 בדרומה (על פי ההנחיות של ד"ר יבגני קוזדוי מהשירותים להגנת הצומח).

מדדים לבדיקה

1. הערכת הצהבת צמחים בסולם של 10-1 (1 - ירוק, 10 - צהוב).
2. בדיקות מעבדה להערכת הנגיעות וספירת זחלים ב-50 גרם קרקע, שבוצעו ע"י ד"ר יבגני קוזודוי מהשירותים להגנת הצומח בשלושה מועדים: דצמבר 2014, מרס 2015 ויוני 2015.
3. מדידת היבול - שקילת פירות בכל קטיף; ובסך הכול ב-18 קטיפים.

תוצאות

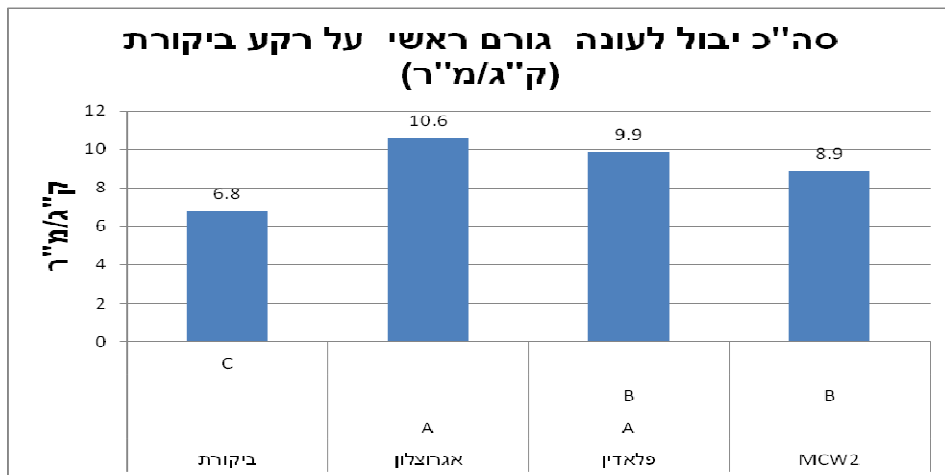
1. הערכת נגיעות לפני שתילה - נאספה דוגמת קרקע משכבה של 20 ס"מ משלושה אזורים בחלקה. בדוגמאות אלו נמצאה הנמטודה יוצרת עפצים *Meloidogyne incognita* - larva. נמטודות נמצאו בכל שטחי הניסוי, אך פוטנציאל הנגיעות הגבוה ביותר נמצא במרכז החלקה ובאזור אחד בצפון החלקה (טבלה 1).

טבלה 1: מספר הנמטודות ב-1 ג' קרקע

מס' נמטודות	אזור דגימה
600	דרום 1
120	דרום 2
10	דרום 3
1500	מרכז 1
5700	מרכז 2
1200	מרכז 3
4500	צפון 1
20	צפון 2
220	צפון 3

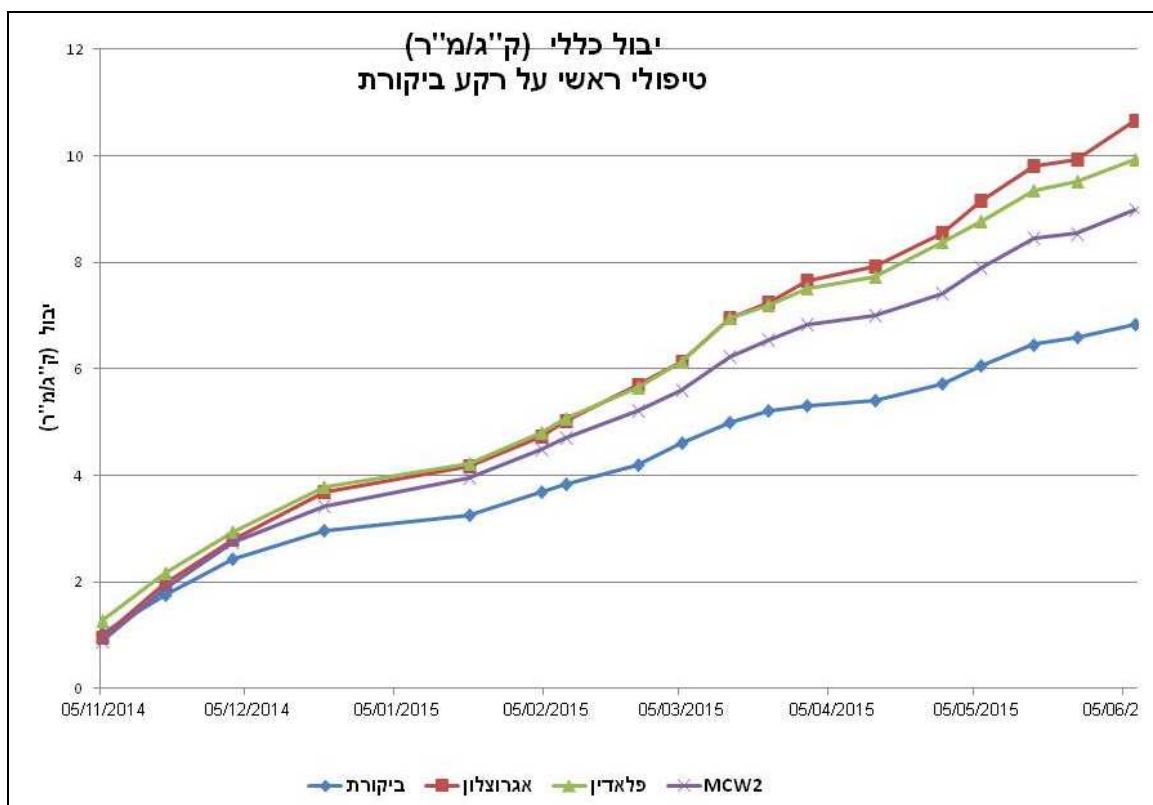
2. יבול

במהלך העונה, החל מתאריך 17/11/14 ועד 16/6/15, בוצעו 18 קטיפים. היבול נשקל לפי הטיפולים. הזרמת Mcw-2 (נימיץ) בוצעה רק בחלקות הטיפול הראשי של הביקורת. כדי לאמוד את יעילות תכשירי החיטוי, בוצע ניתוח סטטיסטי של היבול בכל טיפולי חיטוי הקרקע (אגרולון, פלדין ונימיץ), בהשוואה לביקורת. ניתוח זה מצביע על כך שהיבול בחלקות שטופלו בשלושת תכשירי החיטוי היה גבוה יותר מחלקות הביקורת באופן מובהק סטטיסטית. היבול מהחלקה המטופלת ב-Mcw-2 (8.9 ט"/ד') היה נמוך באופן מובהק מהיבול מהחלקות שטופלו באגרולון (10.6 ט"/ד'); ובאופן בלתי מובהק מהיבול מהחלקות שטופלו בפלדין (9.9 ט"/ד') (איור 1).



איור 1: סך כל היבול (ק"ג/מ"ר) שהתקבל בטיפולי תכשירי חיטוי הקרקע, בהשוואה לביקורת

איור 2 מציג את פוטנציאל היבול המצטבר שנקטף מהטיפולים הראשיים, בהשוואה לביקורת. מאיור 2 עולה כי הפער בין טיפולי התכשירים לבין הביקורת ניכר כבר באמצע חודש דצמבר והלך והתרחב במהלך העונה.



איור 2: יבול מצטבר (ק"ג/מ"ר) על רקע הביקורת

בניתוח פוטנציאל היבול (ניתוח דו-גורמי) לא התייחסנו ליבול של הזן הסביל, כיוון שלא ניתן להשוות בין היבולים של זנים שונים. בוצע ניתוח דו-גורמי של סך כל היבול (משום שלא נמצאה אינטראקציה בין הגורמים הראשיים והמשניים, מוצגות תוצאות היבול של הגורמים הראשיים בלבד). בשני טיפולי החיטוי, אגרזולון ופלאדין, התקבל יבול גבוה של 10 ט"ד', ובטיפול הביקורת התקבל יבול נמוך: 7.2 ט"ד'. ההבדל היה מובהק סטטיסטית ברמה של 5%. לא נמצאה השפעה של טיפולי המשנה על פוטנציאל היבול (טבלה 2).

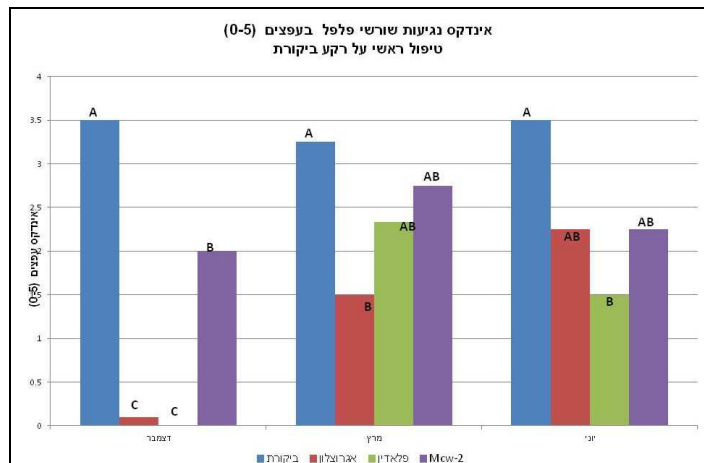
טבלה 2: סך כל היבול מחלקות הניסוי (טון לדונם)

יבול ט'/ד'	טיפול - גורם ראשי
7.2 B	ביקורת (מתאם סודיום)
10.4 A	אגרוזלון + מתאם סודיום
10.0 A	פלדין
טיפול - גורם משני	
9.0 A	היקש
9.2 A	גופרת אמון + בוצה מיוצבת
9.3 A	ביונס
8.9 A	קנון
9.5 A	ויידט

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

3. בדיקות מעבדה - אינדקס עפצים בשורשי פלפל

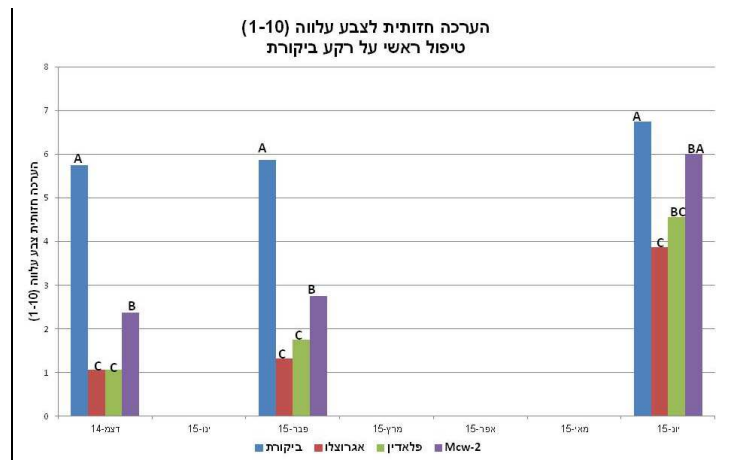
במהלך העונה הועברו שורשים של צמחי פלפל, אחד מכל חזרה, לבדיקת נגיעות במעבדת הנמטודות של השירותים להגנת הצומח. בהשוואת רמת הנגיעות בנמטודת העפצים בשורשים בין שלושת הטיפולים בתכשירי חיטוי הקרקע (אגרוזלון, פלדין ונימיץ), בהשוואה לביקורת, נמצא מתאם לפוטנציאל היבול (איור 3). הסימפטומים הראשוניים, כמו הצהבת עלים האופיינית לנגיעות בנמטודה, נראו כבר בחודש דצמבר, לאחר ארבעה חודשים מחיטוי הקרקע. בבדיקות שנמסרו בחודש דצמבר נמצאה רמת נגיעות נמוכה במובהק בחלקות המטופלות ב-Mcw-2 (נימיץ) לעומת רמת הנגיעות בטיפולי הביקורת. רמת הנגיעות בטיפולי פלדין ואגרוזלון הייתה נמוכה במובהק מרמת הנגיעות של שורשי צמחים שטופלו ב-Mcw-2. במהלך העונה עלתה רמת הנגיעות בשורשים בכל הטיפולים (איור 3).



איור 3: אינדקס עפצים (0-5) בשלושה מועדי דיגום של שורשים בעומק 0-20 ס"מ - נגיעות נמוכה; 5 - נגיעות גבוהה. אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%. לא נמצאה השפעה של טיפולי המשנה על נגיעות שורשי הפלפל בנמטודת העפצים. רמת הנגיעות שורשי הפלפל של הזן הסביל הייתה דומה לרמת הנגיעות שבזן הרגיל.

4. הערכת הצהבות של צמחי פלפל

נגיעות שורשי צמח הפלפל בנמטודות מתבטאת גם בהצהבת הנוף. במהלך העונה בוצעו שלוש הערכות צבע של נוף הצמחים (בתאריכים 7/6/15, 4/2/15, 21/12/14). ניתן לראות מתאם בין רמת ההצהבות (איור 4) לאינדקס הנגיעות (איור 3) ולרמות יבול (איור 1).



איור 4: הערכה חזותית לצבע צהוב או ירוק (1 - ירוק; 10 - צהוב) אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

סיכום ודיון

התכשירים לחיטוי קרקע ולהדברת נמטודות העפצים - פלדין, אגרוזולון ו-Mcw-2 - נמצאו יעילים בהדברת הנמטודה. אינדקס הנגיעות מראה שבמשך העונה נשמרה רמת נגיעות גבוהה מאוד בביקורת (3.5 מתוך 5), כאשר בטיפול החיטוי רמת הנגיעות הייתה נמוכה בהשוואה לביקורת עד סוף העונה (בממוצע 2 מתוך 5). יעילות ההדברה התבטאה גם בפוטנציאל היבול: 10-9 ט"ד' בטיפול החיטוי קרקע, בהשוואה ל-7 ט"ד' בביקורת.

מינוני התכשיר פלדין כרשום בתווית הם 40-60 ל"ד', בהתאם לרמת הנגיעות. בניסוי בעונת 2013/14 נבחן התכשיר לפי המינון הגבוה (60 ל"ד'). חשוב להדגיש כי בעונה זו [2014/15], למרות רמת הנגיעות הגבוהה בחלקה (טבלה 1), הוחלט לבחון את תכשיר הפלדין לפי המינון הנמוך 40 ל"ד'. השימוש במינון הנמוך לא פגם ביעילות ההדברה, כפי שבאה לידי ביטוי בפוטנציאל היבול ובאינדקס הנגיעות. חשוב להדגיש כי חיטוי בפלדין אינו מצריך חיטוי נוסף במתמור.

בעונה הבאה ייבחנו שוב תכשירי חיטוי קרקע: אגרוזולון, פלדין במינון נמוך (40 ל"ד') והתכשיר Mcw-2 (נימיץ) כגורמים ראשיים.

הוספת נמטוצידים, ביונס או ויידט, בתחילת העונה ובמהלכה לא תרמה ליעילות ההדברה. הוספת מלחי זרחן (קנון) במהלך העונה והוספת גופרת אמון + בוצה מיוצבת בסיד בתחילת העונה לא שיפרו את יעילות ההדברה.

לאחר 4 חודשים מהשתילה הופיעו בכל הטיפולים הסימפטומים הראשוניים לנגיעות בנמטודות. עוצמת הסימפטומים בתחילת העונה ובמהלכה הייתה גבוהה יותר בטיפול הביקורת מטיפול החיטוי. הנגיעות התבטאה בפגיעה משמעותית בהתפתחות הצמח ובהצהבת הצמח כולו, ולא רק של הצימוח הצעיר.

מעריכים כי חלה נדידה של זחלי נמטודות כלפי מעלה, ובעקבותיה נפגעו השורשים והצהיב הנוף. לאור תוצאות הניסוי, ניתן לבצע חישוב כלכלי זהיר המעריך את תרומת החיטוי: תוספת יבול בטיפול החיטוי בהשוואה לביקורת בכמות של 2.8 טון לדונם הצטברה בתקופה שבין דצמבר לאמצע יוני (6 חודשי קטיף). בהנחת מחיר ממוצע לעונה זו של 3.5 ש"ח/ק"ג, תוספת ההכנסה הצפויה היא לפחות 9000 ש"ד'. ההוצאות בגין החיטוי כפי שתוארו הן עד 1500 ש"ד'.

1. בעונה זאת הראנו כי ניתן להשתמש בתכשיר פלדין במינון הנמוך, כלומר לחסוך בעלויות החיטוי.
2. נמצא כי לתכשיר נימיץ יעילות טובה בהדברת נמטודת עפצים בפלפל.
3. תוצאות הטיפול בנמטוציידים במהלך העונה מחייבות בדיקה מחודשת לגבי המינון והעיתוי של מתן החומר כדי לשפר את יעילות ההדברה.

נקודות להמשך בדיקה :

1. המשך בחינת יעילות פלדין במינון נמוך יותר, בהתאם לתווית (40 ל"ד')
2. בחינת יעילות שילוב נמטוציד נוסף בתכשירי החיטוי
3. בחינת הנמטוציד ויידט במועדים אחרים
4. בחינת יעילות תכשירי הזנה לריסוס עלוותי במטרה לסייע לצמח להתמודד עם בעיות קליטה שנובעות מנוכחות עפצים על השורשים

הבעת תודה

לזכריה משה - המגדל שבחלקתו בוצע הניסוי, על שיתוף הפעולה והסבלנות בתיאומים.
לנציגי חברות ההדברה: מוישיק מ"אפעל", עופר מ"רימי", אבידע מ"לוקסמבורג",
ליאור ישראלי מ"אדמה - מכתשים", עופר וחמי מ"גדות", לירז רשתי מ"דשנים".