

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

תמר אלון, דויד סילברמן - שה"מ, משרד החקלאות
ד"ר ייבגני קוזדוויי - השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות
אפרים צפילביץ, זיו קליינמן, אחיעם מאיר, זיוה גלעד - מו"פ בקעת הירדן
אורי אדלר - מועצת הצמחים
זכריה משה - מושב תומר

תקציר

נמטודות יוצרות עפצים מסבות נזק רב לגידולים שונים בארץ, ביניהם גם לפלפל. עונת 2015/16 היא העונה השלישית לביצוע מחקר זה - לבחינת התמודדות עם נמטודת העפצים בפלפל בבקעת הירדן.

מטרת המחקר:

בחינת דרכים להתמודדות עם הדברת נמטודת העפצים בפלפל בתנאי בקעת הירדן. במסגרת הניסוי בוצעו שלושה טיפולי חיטוי ראשיים בתכשירים אגרוצולון+מתמור, נימיץ+מתמור, מתמור בלבד (ביקורות); וחמישה טיפולי משנה בהשוואה לביקורת: 1. טרוויגו; 2. ביונס; 3. ריסוסי עלווה במנגן; 4. ויידט (2 מינונים); 5. GK (מכתשים).

תוצאות:

על פי היבול שנקטף ואינדקס העפצים, ההדברה בתכשיר אגרוצולון הייתה יעילה מאוד. יעילות ההדברה של התכשיר נימיץ פחותה מהיעילות של התכשיר אגרוצולון, אך טובה מהביקורת. הוספת טיפולי המשנה (GK והויידט) במחצית השנייה של העונה תרמו לירידה באינדקס העפצים. טיפולי המשנה האחרים, שניתנו במחצית הראשונה של העונה לא תרמו ליעילות ההדברה.

מבוא

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

1. חומר פעיל - 1-3 דיכלורופרופן (אגרוצולון) במינון 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 מחלות קרקע ועשבייה, ולכן אין צורך בשילובו בתכשיר מתמור.
3. בשנה האחרונה התכשיר Mcw-2 (נימיץ) קיבל רישוי לשמש כתכשיר לחיטוי קרקע בגידולים מסוימים במינון של 800 סמ"ק/ד'.

בניסויים שנערכו בשנתיים האחרונות ע"י צוות מחקר זה בבקעת הירדן, נמצא כי התכשירים המוכרים: פלדין (גם במינון נמוך של 40 ל'ד') ואגרוצולון, מפחיתים משמעותית נגיעות בנמטודות ומקטינים את הנזק שהן מסבות. גם תכשיר הנימיץ נמצא יעיל בהפחתת הנגיעות, לאחר שנבדק בפלפל בבקעת הירדן.

גידול הפלפל בבקעת הירדן אורך כ-10-11 חודשים, ונמצא כי בתקופת גידול ממושכת זו מתחדשת הנגיעות בשכבת הקרקע שבה נמצאת מערכת השורשים. דבר זה פוגע קשות בפוטנציאל היבול ומעלה מאוד את רמת הנגיעות לקראת העונה הבאה. לפיכך, נעשה במחקר זה ניסיון לשיפור יעילות ההדברה בעזרת טיפולי משנה משלוש קבוצות, המיושמים לפני הגידול או במהלכו:

1. נמטוציידים לקטילת נמטודות (ביונס, ויידט, ביוגרד)
 2. תכשירים מעכבי התפתחות נמטודה (קנון, זבל עוף, גופרת אמון, GK)
 3. תכשירים מעודדי צמיחה שמטרתם לסייע לצמח להתמודד עם הנזק שנגרם לשורשים (ריסוס הזנה עלוותי, טרוויגו, חומצות הומיות)
- במקביל, חברות הזרעים בודקות אפשרות לייצר זנים סבילים לנוכחות נמטודות. חשוב לזכור, הרביזיה בתכשירים מאיימת להוציא משימוש תכשירים שכיום ניתנים לשימוש. אי לכך, יש חשיבות לבחינת יישום תכשירים חלופיים במהלך עונת הגידול, שיהוו חלק מהתמודדות הוליסטית-כוללנית להדברה.
- מטרת המחקר:** בחינת דרכים להתמודדות עם הדברת נמטודת העפצים בגידול פלפל בתנאי בקעת הירדן.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

ספירת אפס - בסוף עונה ולפני ביצוע טיפול סניטציה (מתמור לקטילת הצמחים), בוצעה בדיקה חזותית של הצהבת עלים, המאפיינת נוכחות נמטודות. הערכת הצהבת הצמחים דורגה בסולם של 1 עד 10, כאשר 1 - ירוק ו-10 - צהוב. הוגדרה רמת צבע 6 פעמים לאורך הערוגה (כל 12 מ' משני צדי הערוגה). הנגיעות הייתה אחידה בכל השטח (ממוצע השטח 5.5). הפלפל מזן גלעד, גודל בבית רשת בקרקע מקומית; מועד השתילה: 6/8/15.

טיפולים ראשיים:

1. **ביקורת** - מתאם-סודיום 40 ל"ד'; באריך 15/7/15
 2. מתאם סודיום 40 ל"ד' בתאריך 15/7/15 + אגרוצלון 20 ל"ד' בתאריך 24/7/15
 3. מתאם סודיום 40 ל"ד' בתאריך 15/7/15 + נימיץ (800 סמ"ק לדונם) בתאריך 29/7/15
- ארבע ערוגות לטיפול, כל ערוגה 70 מ'.

טיפולי משנה (חזרו בכל טיפול ראשי)

1. **ביקורת** - ללא טיפול משנה
2. **ביונס** - 4 ק"ג/ד' להגמעה בתאריכים: 3/8/15, 12/10/15 + 2 ק"ג/ד' להגמעה בתאריכים: 11/11/15, 17/1/16, 16/12/15
3. **ריסוסי עלווה** - **MAN max** 1% בתאריכים: 8/9/15, 17/9/15, 27/9/15, 20/10/15, 2/11/15, 18/11/15, 2/12/15, 16/12/15, 5/1/16, 2/2/16, 16/2/16, 16/3/16
4. טרוויגו 600 סמ"ק/ד' להגמעה בתאריכים: 15/9, 12/8/15, 24/9/15, 15/10/15
5. **GK** - מכתשים - 1000 סמ"ק לדונם: על חיטוי ראשי בנימיץ בתאריכים: 30/9/15, 14/10/15, 27/10/15, 11/11/15
6. **ויידט** 1 ל"ד' - 4 הגמעות בתאריכים: 11/2/16, 1/3/16, 30/3/16, 19/4/16; בוצעו בערוגות שבהן בוצע חיטוי באגרוצלון ובנימיץ.

7. ויידט 2 ל'ד' - 4 הגמעות בתאריכים : 11/2/16, 1/3/16, 30/3/16, 19/4/16 ; בוצעו בערוגות שבהן בוצע חיטוי באגרועלון ובנימיץ.

מדדים לבדיקה :

1. יבול - שקילת פירות בכל קטיפ; ; סה"כ 16 קטיפים
2. בדיקות מעבדה לאינדקס נגיעות ע"י ד"ר יבגני קוזודוי מהשירותים להגנת הצומח, במועדים : דצמבר 2015, מרס 2016 ויוני 2016.
3. הערכת הצהבת צמחים בסולם דרגות של 1 עד 10, כאשר 1 - ירוק ו-10 - צהוב.

תוצאות

1. יבול

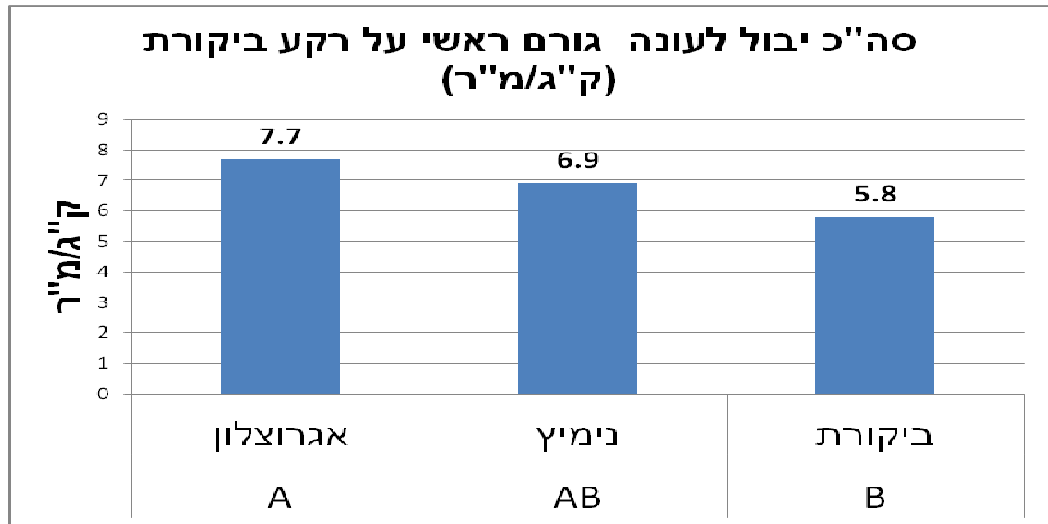
במהלך העונה בוצעו 16 קטיפים החל מתאריך 11/11/15 ועד 26/5/16. היבול נשקל לפי הטיפולים. בוצע ניתוח דו-גורמי של סך כל היבול, ולא נמצאה אינטראקציה בין הגורמים הראשיים והמשניים. בטבלה 1 שלהלן מוצגות תוצאות היבול של הגורמים הראשיים והמשניים, ועולה כי החיטוי באגרועלון הניב יבול גבוה במובהק לעומת היבול בחלקות הנימיץ והביקורת. היבול בחלקות המטופלות בנימיץ היה גבוה במובהק מהיבול בחלקות הביקורת. לא נמצאה השפעה של טיפולי המשנה על פוטנציאל היבול (טבלה 1).

טבלה 1. סך כל היבול בטון לדונם מחלקות הניסוי

יבול ט'ד'	טיפול - גורם ראשי
6.0 C	ביקורת (מתאם סודיום)
7.9 A	אגרועלון + מתאם סודיום
6.9 B	נימיץ + מתאם סודיום
טיפול - גורם משני	
6.8 A	היקש
6.9 A	ביונס
6.8 A	ריסוסי עלווה
7.2 A	טרוויגו

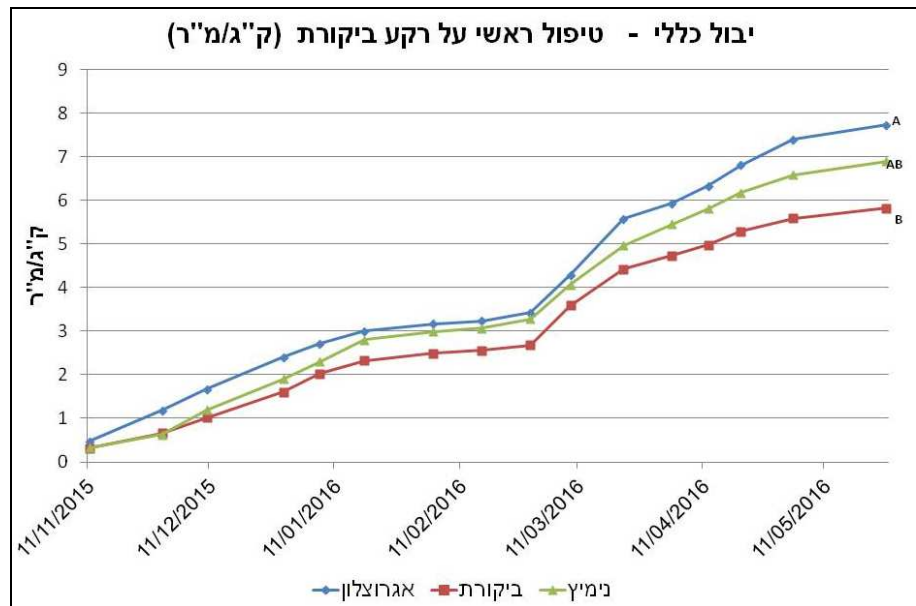
*אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

כדי לאמוד את יעילות טיפולי חיטוי קרקע, בוצע ניתוח סטטיסטי של היבול לפי טיפולי החיטוי (אגרועלון ונימיץ) בהשוואה לביקורת. ניתוח זה מצביע כי החלקות שטופלו באגרועלון הניבו יבול גבוה יותר (7.7 ט'ד') מחלקות הביקורת (5.8 ט'ד'), הבדל מובהק סטטיסטית. היבול שהתקבל מחלקה המטופלת בנימיץ (6.9 ט'ד') היה נמוך מחלקות שטופלו באגרועלון, אך גבוה מהיבול שהתקבל מחלקות הביקורת, ובכל מקרה ההבדל לא היה מובהק סטטיסטית (איור 1).



איור 1. סה"כ היבול (ק"ג/מ"ר) שהתקבל בטיפולים הראשיים ובביקורת *אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

באיור 2 מוצג פוטנציאל היבול המצטבר שנקטף בחלקות הטיפולים הראשיים לעומת הביקורת. מאיור זה עולה כי הפער בין טיפולי התכשירים לביקורת בא לידי ביטוי כבר בחודש ינואר, ומאז הוא הולך וגדל במהלך העונה. הפחיתה ביבול בטיפול הנימיץ ניכרת מחודש מרס.

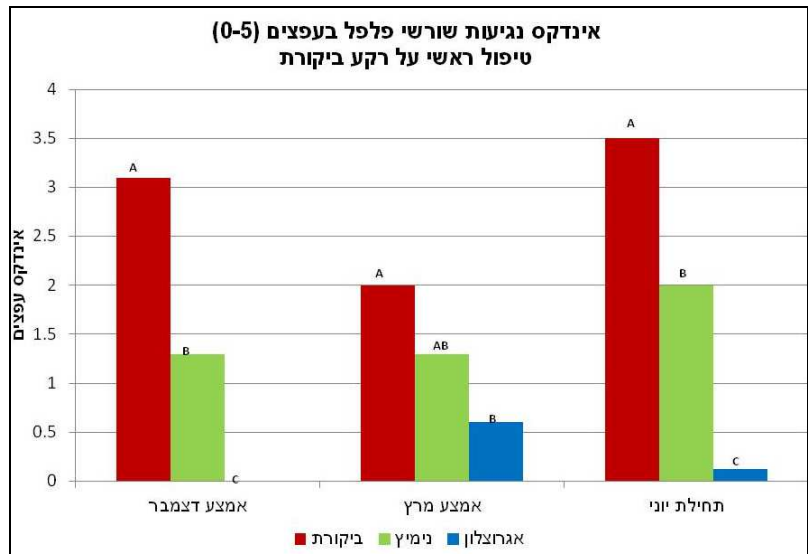


איור 2. יבול מצטבר (ק"ג/מ"ר) לעומת הביקורת *אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

3. בדיקות מעבדה - אינדקס עפצים בשורשי פלפל

במהלך העונה הועברו שורשים של צמחי פלפל, אחד מכל חזרה, לבדיקת נגיעות ע"י די"ר יבגני קוזודוי במעבדת נמטודות של השירותים להגנת הצומח. בהשוואת רמת הנגיעות של שורשי הפלפל בעפצים בצמחים משני תכשירי חיטוי הקרקע (אגרזולון ונימיץ) לעומת הביקורת, נמצא מתאם לפוטנציאל היבול (איור 3). סימפטומים ראשוניים, כמו הצהבת עלים אופיינית לנגיעות בנמטודה, נראו כבר בחודש דצמבר, כלומר לאחר כ-4 חודשים מחיטוי הקרקע. בבדיקות שנמסרו בחודש דצמבר, נמצאה בחלקות המטופלות בנימיץ רמת נגיעות נמוכה בצורה מובהקת מרמת הנגיעות בטיפול האגרזולון הייתה נמוכה בצורה

מובהקת מרמת הנגיעות של שורשי הצמחים בטיפול הנימיץ. בדיגום של חודש פברואר חלה ירידה באינדקס עפצים בביקורת. בדיגום זה אינדקס עפצים בטיפול באגרזולון היה נמוך במובהק מהביקורת. בדיגום האחרון חלה שוב עלייה באינדקס עפצים (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 מורות על הבדל מובהק ברמה של 5%. במטרה להעריך את תרומת תכשירי המשנה נבדקה השפעתם על אינדקס עפצים. ירידה מובהקת באינדקס עפצים נצפתה רק בחלקות שבהן ניתן התכשיר GK: 1.75 לעומת 3.5 בחלקות ביקורת (טבלה 2).

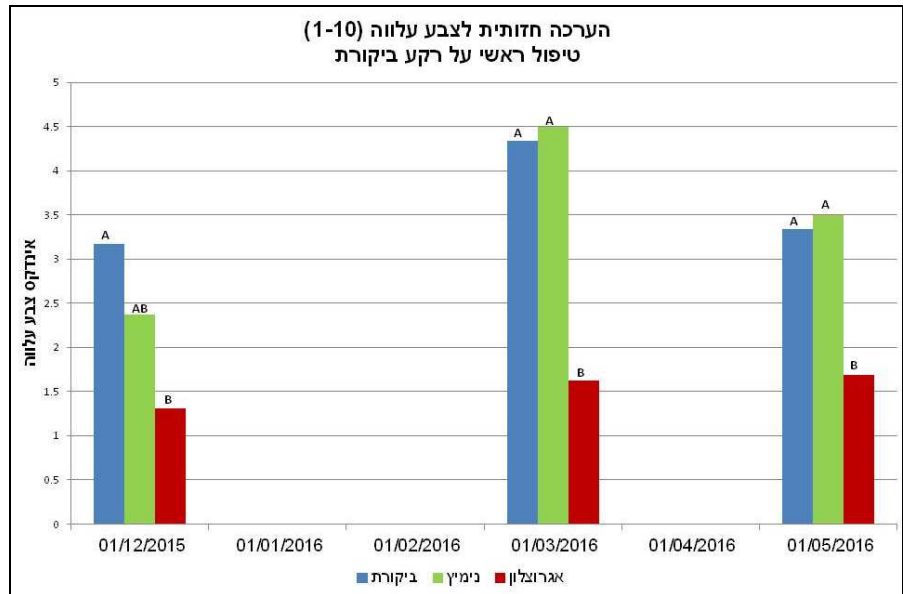
טבלה 2. אינדקס העפצים בטיפולי GK

אינדקס עפצים 5-1		טיפול
יוני	דצמבר	
1.7 ב	0.66 ב	GK+ביקורת
1.75 ב	1.75 אב	GK+נימיץ
3.5 א	3.1 א	ביקורת (מתאם סודיום)
1.75 ב	1.0 ב	נימיץ

כמו כן, נראה כי בחלקות שטופלו בתכשיר ויידט בשליש השני של העונה במינון הגבוה (2 ל"ד') הייתה ירידה באינדקס עפצים בחודש מאי ל-0 מ-0.75 בבדיקות שבוצעו בחודש דצמבר.

4. הערכת הצהבות של צמחי פלפל

נגיעות שורשי צמח הפלפל בנמטודות מתבטאת, כאמור, גם בהצהבת הנוף. במהלך העונה בוצעו שלוש הערכות צבע נוף הצמחים בתאריכים: 1/12/15, 20/3/16, 24/5/16. ניתן לראות מתאם בין רמת ההצהבות (איור 4) לאינדקס הנגיעות (איור 3) ולרמות היבול (איור 1).



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

סיכום ודיון

התכשיר אגרוזלון לחיטוי קרקע ולהדברת נמטודות העפצים נמצא יעיל בהדברת הנמטודה. יעילות ההדברה של תכשיר חיטוי הקרקע נימיץ נמוכה מעט מיעילות ההדברה של התכשיר אגרוזלון. יעילות ההדברה התבטאה גם בפוטנציאל היבול. החלקות שטופלו באגרוזלון הניבו יכול גבוה יותר (7.7 ט"ד') מחלקות הביקורת (5.8 ט"ד'), הבדל מובהק סטטיסטית. היבול שהתקבל בחלקה המטופלת בנימיץ (6.9 ט"ד') היה נמוך מחלקות שטופלו באגרוזלון וגבוה מהיבול בחלקות הביקורת. נמצא מתאם בין רמות היבול לרמת הנגיעות בעפצים כפי שמבוטא באינדקס עפצים.

השפעת טיפולי נמטוצידים (קוטלי נמטודות או מעכבי התפתחות):

חיטוי הקרקע גורם לקטילה של הנמטודות בעומק של 30-40 ס"מ בקרקע, בהתאם ליכולת התנועה של התכשיר. משנים עברו נלמד כי לאחר 3-4 חודשים מתחילה נדידה של נמטודות מעומק הקרקע לכיוון מערכת השורשים, ולכן נראה לנו כי נכון יותר לטפל בנמטוצידים בחלקה השני של העונה. **טיפול ביונס** שניתנו בחלק הראשון של העונה (מהשתילה ועד חודש ינואר) לא תרמו ליעילות ההדברה. **ויידט** - טיפולי וויידט ניתנים בתחילת העונה (בהתאם לתוויית) בשל הדרישה לימי המתנה עד קטיף. בכוונה לבדוק את התיאוריה של עליית הנמטודות בחלקה השני של העונה לאזור מערכת השורשים, בדקנו מתן ויידט במחצית השנייה של העונה ללא התחשבות בימי המתנה במטרה לבחון את הרעיון שהוצג. בעונה זו, שבה ניתן ויידט מאוחר במינון גבוה (2 ל'ד'), נראתה תרומה לירידה באינדקס העפצים, מה שלא התקבל בעונה הקודמת שבה טיפול וויידט ניתן בתחילת העונה. ההשפעה על אינדקס עפצים לא התבטאה בתוספת יבול, ולכן יש לחשוב מחדש אם זוהי נכון העיתוי של עליית הנמטודות ואם המינון ותדירות הטיפולים היו מספקים. ייתכן שכדי לראות השפעה על פוטנציאל היבול, יש להקדים את מתן הטיפול.

GK – טיפולי GK שניתנו בתחילת העונה, שמרו על אינדקס עפצים נמוך עד סוף העונה גם בטיפולי הביקורת, לכן גם במקרה זה מתחייבת חשיבה מחודשת לגבי מועדים, מינונים ומרווחים של יישום התכשיר, במטרה לשפר את פוטנציאל ההדברה, כך שיתבטא גם בעלייה ביבול. בתנאי הניסוי לא התקבלה תמורה מטיפולי המשנה האחרים שניתנו במטרה לשפר את הצימוח.

נקודות להמשך בדיקה

1. בחינת יעילות שילוב נמוטוצידים נוסף לתכשירי החיטוי. הדבר מחייב בדיקה מחודשת של המינון, העיתוי ומרווח מתן התכשיר, כך שיתרמו לשיפור יעילות ההדברה.
2. יש מקום לבחון תכשירים נוספים, כמו ביוגרד וחומצות הומית (נבחנו בתצפית בעונה זו), האמורים לעודד צימוח של מערכת שורשים במטרה להתגבר על פגיעת הנמוטודות.
3. בחינת יעילות תכשירים נוספים לריסוס עלוטי (מנגן+ברזל) כדי לסייע לצמח להתמודד עם בעיות קליטה הנובעות מנוכחות עפצים על השורשים.

הבעת תודה

לזכריה משה, המגדל שבחלקתו בוצע הניסוי, על שיתוף הפעולה והסבלנות בתיאומים לנציגי חברות ההדברה: אבידע מ"לוכסמבורג", ליאור ישראלי מ"אדמה - מכתשים"; עופר וחמי מ"גדות", חוזי "כצ"ט", ירון יוטל "דשן-גת", דויד שריד "ביו-יום", חברת "אפעל" - אספקת אגרוצלון למועצת הצמחים ולקק"ל על השתתפותם במימון הניסוי