

התמודדות עם נמטודת העפצים *meloidogyne incognita* בפלפל - בחינת תכשירים ליישום במהלך הגידול

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 וביניהם גם לפלפל. בעונת 2017/18 נבדק יישום תכשירים המיועדים להתמודד עם בעיית נמטודת העפצים, *meloidogyne incognita*. מטרת המחקר: שיפור היבול של פלפל בבקעת הירדן באמצעות הפחתת פוטנציאל הנזק שנגרם מנמטודות עפצים בעזרת תכשירים שמיושמים בחלק השני של עונת הגידול. שיטות וחומרים: הניסוי בוצע על רקע של חיטוי קרקע בתכשיר פלדין, במינון 40 ל"ד'. בוצעו 13 טיפולים בתכשירים המיועדים להתמודדות עם בעיית הנמטודות והם יושמו במהלך העונה. ניתן לחלק תכשירים אלה לשלוש קבוצות: 1. נמטוצידים לקטילת נמטודות (ביו-גארד, טרוויגו, וולום, נמו, נמטוקס); 2. מעכבי התפתחות נמטודה (GK); 3. משפרי צימוח (נמטרון, פרומקס).

תוצאות:

I. מעקב לבדיקת רמת נגיעות השורשים בעפצים שנערך בחודשים בינואר ומרס מלמד על רמת נגיעות נמוכה. בדגימת חודש יוני רואים עלייה מסוימת בנגיעות אבל בסך-הכל אינדקס הנגיעות הממוצעת לא עלה על 1.25 (0-ללא נגיעות 5-נגיעות גבוהה). II. חלקות, שטופלו בתכשיר GK של חברת מכתשים במינון של 1 ל"ד' (מכתשים 1), אשר יושם פעמיים במהלך הגידול, הניבו יבול גבוה יותר במובהק מחלקות שטופלו בתכשיר נמו, במינון של 100 ג"ד' בשני יישומים (אפעל 2), מחלקות שטופלו בתכשירים נמטרון 7 ל"ד' + הומידן 10 ל"ד' (גן-מור) ומחלקת הביקורת. הביקורת. פוטנציאל היבול מחלקות בטיפול אפעל 2 היה נמוך באופן מובהק מפוטנציאל היבול של חלקות מהטיפול מכתשים 1 והטיפול אפעל 1 (נמו במינון של 100 ג"ד' בשלושה יישומים).

מבוא

הנמטודה יוצרת העפצים, *meloidogyne inchnita*, מהווה בעיה חמורה בגידולים שונים בארץ וגם הפלפל נפגע באופן חמור ממנה. בבקעת הירדן מהווה הפלפל גידול ירקות עיקרי, המיועד ליצוא ולשוק המקומי. היקף הגידול נאמד בכ-4000 דונמים בקרקע מקומית שמתוכם כ-1500 דונם נמצאו נגועים בנמטודה ברמות שונות. בשנים האחרונות ביצע צוות המחקר בבקעת הירדן עבודות הבוחנות את יעילות הדברת הנמטודה באמצעות תכשירי חיטוי קרקע לפני השתילה ושילוב תכשירים המיושמים מיד לאחר החיטוי ובמהלך הגידול. בניסויים אלה נמצא כי חיטוי הקרקע בתכשירים המוכרים, אגרוצולון/קונדור פלדין, יעילים לעומת הביקורת ללא חיטוי. לאור תוצאות אלה, יותר מגדלים מחטאים בפלדין. זאת ועוד, הוכח כי יעילותו אינה נפגעת גם במינון הנמוך המופיע בתווית (40 ל"ד'). במחקרים שלנו ובמחקרים באזורים אחרים נמצא כי תכשירי חיטוי קרקע יעילים להדברת הנמטודה בין 3-5 חודשים בלבד מיום היישום ולאחר תקופה זו רואים תופעות נזק המוכרות כתוצאה מפעילות חוזרת של הנמטודות ופוטנציאל הגידול נפגע. כדי לתת מענה לבעיה זו יושמו בעבודותינו הקודמות תכשירים, שניתן היה ליישם מיד

לאחר שתילה, על רקע חיטויי הקרקע. התוצאות הראו, כי יעילות ההדברה לא השתפרה. מכיוון שעונת הגידול בבקעת הירדן ארוכה ונמשכת 10-11 חודשים, אם הנמטודות מופיעות לאחר חצי עונה בלבד, עלול להפגע קשות פוטנציאל היבול במחצית השנייה של העונה (אביב) ומעלות פוטנציאל האילוח לעונה הבאה. מצב זה מחייב מציאת פתרון, שימנע את פוטנציאל הנזק כתוצאה מהתחדשות פעילות הנמטודות במחצית השנייה של העונה.

מטרת הניסוי שיפור היבול של פלפל בבקעת הירדן באמצעות הפחתת פוטנציאל הנזק, שנגרם מנמטודות עפצים בעזרת תכשירים, שיושמו במחצית השנייה של עונת הגידול.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

הניסוי מבוצע במשק זכריה/מימון במושב תומר. בסוף עונה 2016/17 נלקחו מדגמי צמחים להגדרת הנמטודה ונמצא כי הנמטודה בחלקה היא נמטודת העפצים, *meloidogyne incognita*. כמו כן, בוצעה ספירת 0 ע"י הוצאת צמחים משני צדי הערוגה, כל 10 מ' ובוצעה הערכה לרמת עפצים בשורשי הצמח. באיור 1 מפה המתארת את רמת הנגיעות של החלקה בספירת 0.

מס' ערוגה	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	
1	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
3	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
6	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
7	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
8	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
9	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
10	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
11	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

איור 1: רמת נגיעות בנמטודת עפצים בספירת 0 (נגיעות רבה, נגיעות בינונית, נגיעות נמוכה)

טיפולים שיושמו בחלקה (ע"י המגדל):

29.6 – מתמור להשמדת הצמחים, טיפול סניטציה;

12.7 – ניקוי החלקה מהצמחים; 13.7 – חריש ותיחוח; 16.7 – פריסת פוליאטילן;

17.7 - חיטוי פלאדין במינון של 40 ל"ד'; 10.8.17, שתילה של הזן אפעה (הזרע).

בשורות עמודים ובשוליים ניתנו שני טיפולים נוספים (ראה נספח 1 ו- 2 בסוף הדוח): 1. בשורות 5, 10

ו- 11 נשתלו זנים סבילים לנמטודות 2. שורה 1 - מיצוי זבל עוף

בסוף אוקטובר, שלושה חדשים אחרי יישום התכשיר פלאדין, נדגמו קרקעות מהחלקות בעומק 0-20 ס"מ ובחלק קטן מהן נראתה פעילות של נמטודות. לאור זאת חברות ההדברה קבעו את תחילת יישום התכשירים, את מועדי היישום הבאים, את המינון ואת התדירות (טבלה 1).

טבלה 1: רשימת התכשירים המיושמים בניסוי, מינון ומועד יישום

	חברה	תכשיר	מינון	מועדי יישום עונה 2017/18		
				יישום I	יישום II	יישום III
1	ביו-יום 1	ביו-גארד+ מחץ	400 סמ"ק /ד' +0.07%	25/10/17	8/11/17	28/2
2	ביו-יום 2	ביו-גארד + מחץ	400 סמ"ק / ד' + 0.07%	28/2/18	21/3/18	
3	כצ"ט	טרוויגו	600 סמק /ד'	2/11/17	30/11/17	
4	אפעל 1	נמו	100 גר"ד'	17/10/17	16/11/17	19/12
5	אפעל 2	נמו	100 גר"ד'		16/11/17	19/12
6	תפזול	נמטוקס	250 סמ"ק/ד'	25/10/17	15/11/17	21/3
7	לידור	וולום	130 סמ"ק /ד'	7/11/17		
8	ביו-בי/ אגרולאב	פרומקס	1 ליטר	17/10/17	16/11/17	17/12
9	ביו-בי/ אגרולאב	פרומקס	2 ליטר	17/10/17	16/11/17	17/12
10	מכתשים 1	gk	1 ל'ד'	2/11/17	19/11/17	
11	מכתשים 2	gk	2 ל'ד'	2/11/17	19/11/17	
12	גן-מור	נמטרון+ הומידן	7 ל'ד' / 10 ל'ד'	30/11/17	28/12/17	25/1/18
13	ביקורת					

כל טיפול הופיע בארבע חזרות, גודל חלקה 8 מ'.

מדדים שנאספים במהלך הניסוי: 1. קטיפי כל חלקה אחת לשבועיים 2. הועברו שורשי צמחים מכל החלקות לבדיקת נגיעות במעבדתו של ד"ר ייבגני קוזודוי. 31/5/18, 12/3/18, 7/1/18.

תוצאות

בסוף אוקטובר נשלחו מכל חלקות הניסוי דוגמאות שהכילו קרקע + שורשים מעומק 0-20 ס"מ, לבדיקת נוכחות זחלי נמטודה אינפקטיביים (טבלה 2).

טבלה 2: רמת נגיעות זחלי נמטודה אינפקטיביים בקרקע עומק 0-20 ס"מ (31/10/17)

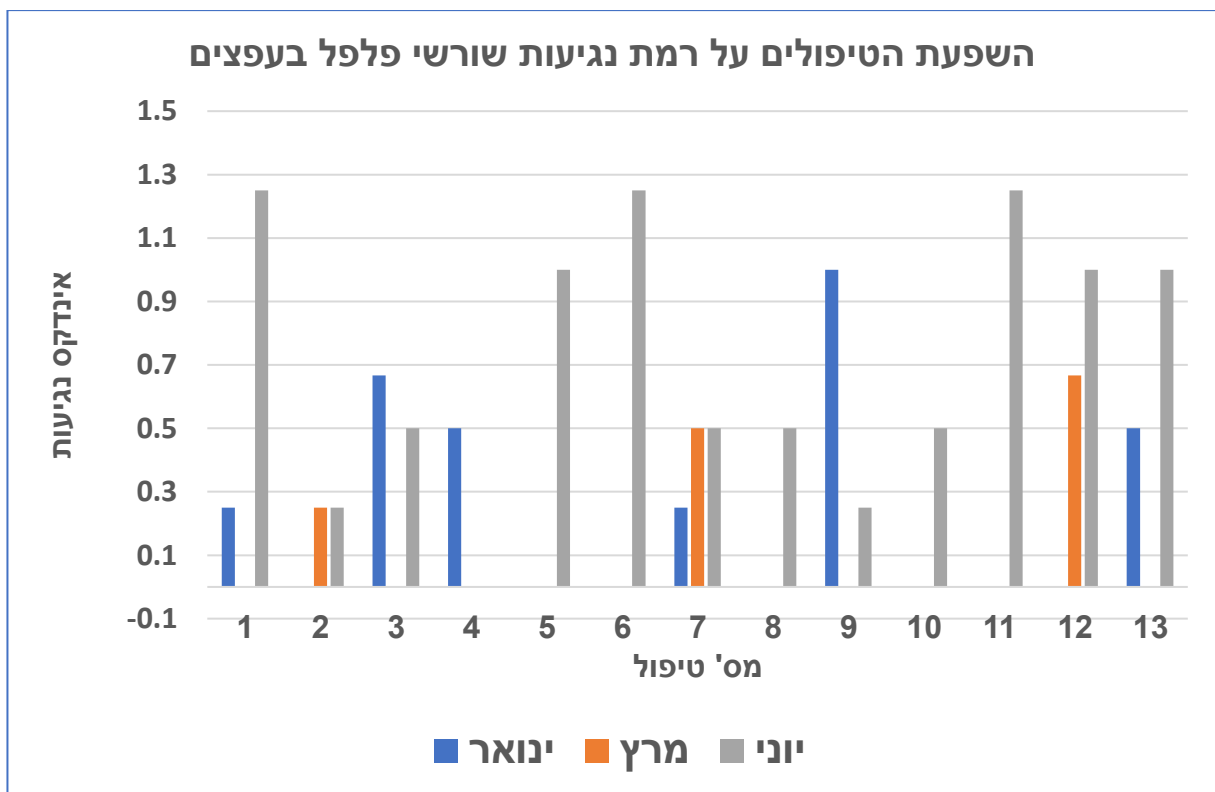
מס' זחלים אינפקטיביים/חלקה	רמת נגיעות	מס' חלקות	% חלקות
0	ללא נגיעות	48	92.3
2	נמוכה	2	3.8
10	בינונית	1	1.9
50	גבוהה	1	1.9

במהלך העונה הועברו צמחים לד"ר ייבגני קוזודוי, המעבדה לנמטולוגיה בשירותים להגנת הצומח לשם הערכת נגיעות של שורשי צמחים בעפצים. מעקב אחר רמת נגיעות השורשים בעפצים בינואר ובמרס מלמד על רמת נגיעות נמוכה. בדגימת חודש יוני נראית עלייה מסוימת אך בסך הכל אינדקס הנגיעות הממוצע לא היה מעל 1.25 (0-ללא נגיעות 5-נגיעות גבוהה), (טבלה 3, איור 2).

כדי שנוכל לבצע ניתוח סטטיסטי בוצע "תירגום" של ערכי אינדקס העפצים לערכי % כיסוי שורשים בעפצים. בכל מקרה בבדיקת יוני לא נמצא הבדל מובהק באחוז כיסוי השורשים בעפצים בהשפעת הטיפולים (טבלה 3).

טבלה 3 : השפעת הטיפולים על אינדקס עפצים (0-5) ואחוז כיסוי שורשי צמח בעפצים, בשלושה מועדי דיגום של שורשים בעומק 20-0 ס"מ, (0 - נגיעות נמוכה; 5 - נגיעות גבוהה)

רמת נגיעות בעפצים בשורשי הצמחים						חברה	שם התכשיר	מס' טיפול
5/6/18		16/3/18		7/1/18				
% כסוי שורשי צמח בעפצים	אינדקס 1-5	% כסוי שורשי צמח בעפצים	אינדקס 1-5	% כסוי שורשי צמח בעפצים	אינדקס 1-5			
14 a	1.25	0 a	0	1 b	0.25	ביו-גארד + מחץ	ביו-יום 1	1
1 a	0.25	1 a	0.25	0 b	0	ביו-גארד + מחץ	ביו-יום 2	2
3.5 a	0.5	0 a	0	3.5ab	0.66	טרוויגו	כצ"ט	3
0 a	0	0 a	0	3.5 ab	0.5	נמו	אפעל 1	4
13.5 a	1	0 a	0	0 b	0	נמו	אפעל 2	5
23.5 a	1.25	0 a	0	0 b	0	נמטוקס	תפזול	6
1.5 a	0.5	3.5 a	0.5	1 b	0.25	וולום	לידור	7
2 a	0.5	0 a	0	0 b	0	פרומקס	ביו-בי/אגרולאב	8
0.5 a	0.25	0 a	0	13.5 a	1.0	פרומקס	ביו-בי/אגרולאב	9
2 a	0.5	0 a	0	0 b	0	gk	מכתשים 1	10
16 a	1.25	0 a	0	0 b	0	gk	מכתשים 2	11
13.5 a	1	3.5 a	0.66	0 b	0	הומידון+נמטרון	גן-מור	12
5 a	1	0 a	0	3.5 ab	0.5		ביקורת	13



איור 2: השפעת הטיפולים על אינדקס עפצים בשורשי צמחי פלפל, בדיקות בינואר מרץ יוני 2018.

במהלך העונה בוצעו 12 קטיפים ובוצעו שקילות מכל חלקה בכל קטיפ, בטבלה 4 מוצג היבול של כל טיפול
טבלה 4: השפעת הטיפולים על היבול (ק"ג/מ"ר)

מס' טיפול	שם החברה	שם התכשיר	יבול למ"ר 6/5/18 בק"ג עד
10	מכתשים 1	gk	9.27 a
4	אפעל 1	נמו	8.95 ab
1	ביו-יום 1	ביו-גארד + מחץ	8.72 abc
2	ביו-יום 2	ביו-גארד + מחץ	8.69 abc
6	תפזול	נמטוקס	8.66 abc
9	ביו-בי/ אגרולאב	פרומקס	8.65 abc
7	לידור	וולום	8.44 abc
3	כצ"ט	טרוויגו	8.32 abc
8	ביו-בי/ אגרולאב	פרומקס	8.24 abc
11	מכתשים 2	gk	8.22 abc
12	גן-מור	הומידן+נמטרון	7.99 bc
13	ביקורת		7.93 bc
5	אפעל 2	נמו	7.82 c

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

מטבלה 4 עולה כי חלקות שטופלו בתכשיר GK של חברת מכתשים במינון של 1 לי"ד' (מכתשים 1) אשר יושם פעמיים במהלך הגידול הניבו יבול גבוה יותר במובהק מחלקות מטופלות בתכשיר נמו, במינון של 100 ג'ד' בשני יישומים (אפעל 2), מחלקות שטופלו נמטרון 7 לי"ד'+הומידן 10 לי"ד' (גן-מור) ומחלקת הביקורת. פוטנציאל היבול מחלקות בטיפול אפעל 2 היה נמוך באופן מובהק מפוטנציאל היבול של חלקות מהטיפולים מכתשים 1 והטיפולים אפעל 1 (נמו במינון של 100 ג'ד' בשלושה יישומים). עם זאת, על רקע נגיעות נמוכה ביותר גם בסוף העונה (טבלה 3) קשה לייחס את ההבדלים ברמות היבול ליעילות פעילות התכשירים.

סכום ודיון

בגידול פלפל, בקרקעות נגועות בנמטודת העפצים בבקעת הירדן נוהגים לבצע הדברה בעזרת תכשירים לחיטוי קרקע לפני שתילה (אגרוצלון/קונדור, פלאדין). מקובל, (על פי דיווחי חקלאים לאורך השנים ובעיקר על פי תוצאות ניסויים שנערכו בעונות קודמות) שתכשירי חיטוי הקרקע יעילים להדברת הנמטודה בין 3-5 חודשים בלבד מיום היישום. לאחר תקופה מתחילים להופיע בצמחים סימפטומים האופייניים לפעילות של הנמטודה באזור השורשים כמו הצהבת עלים אופיינית בקודקודי הצמוח. בעונה ארוכה מתמשכת כמו זו הנהוגה בבקעת הירדן, האורכת 10 חודשי גידול, ייתכן כי תוספת טיפול בתכשירים הניתנים ליישום במהלך העונה היא פרקטיקה אפשרית למניעת הנזק הצפוי לפוטנציאל היבול. כיום, מקובל ליישם תכשירים כאלה מיד לאחר שתילה עוד בטרם נצפו הסימפטומים האופייניים להתעוררת הנמטודה לפעילות מחודשת.

בעבודה זו נבחנה יעילות יישום התכשירים על רקע חיטוי התכשיר לחיטוי קרקע, פלדין 40 לי"ד', (תכשיר המיועד לקטילת נמטודות יוצרות עפצים, מחלות קרקע ועשבייה). יישום התכשירים בוצע רק לאחר שנבדקה ונמצאה פעילות מחודשת של הנמטודה, בסוף אוקטובר 2017 (שלושה חודשים מחיטוי הקרקע), ולא מיד לאחר השתילה.

את התכשירים המיועדים להתמודדות עם בעיית הנמטודות המיושמים במהלך העונה ניתן לחלק לשלוש קבוצות:

1. נמטוצידים לקטילת נמטודות (ביו-גארד, טרוויגו, וולום, נמו, נמטוקס, פרומקס)

2. מעכבי התפתחות נמטודה (GK)

3. משפרי צימוח (נמטרון)

מינון ותדירות יישום התכשירים בוצע בהתאם לשיקול הדעת של החברות.

מינון ותדירות יישום התכשירים בוצע בהתאם לשיקול הדעת של אנשי החברות.

יש לציין, שבספירת 0 בסיום עונה 2016/17, שבוצעה לפני עקירה וחיטוי, נמצאה נגיעות בינונית ומעלה (עפצים ברורים במערכת השורשים) ב-44 חלקות מתוך 52 חלקות. אך, עם זאת בדיקות לאינדקס עפצים בשורשי הצמח, שבוצעו שלוש פעמים במהלך העונה הצביעו על רמת נגיעות נמוכה ביותר. גם בדיקות חודש יוני בהם עלתה רמת הנגיעות, רק ב-22 חלקות מתוך 52 חלקות היו עפצים ברמות נגיעות שונות. לאור התוצאות נראה, שחיטוי הקרקע בתחילת העונה הדביר ביעילות את הנמטודה בשטח. אי לכך קשה להסביר את מקור תוספת היבול בחלק מהטיפולים בהשוואה לביקורת, האם נבעה בהכרח מפגיעה מסוימת באוכלוסיית הנמטודות או לדוגמה מעידוד צימוח.

בעבודותינו הקודמות וגם מהכרת מאפייני פעילות הנמטודה באזורים ובגידולים שונים, מתחדשת פעילות הנמטודה החל מסוף החורף ותחילת האביב כאשר קטיף חלקות הפלפל בבקעת הירדן נמצא בעיצומו וימשך לפחות חמישה חודשים נוספים. בתקופה זו מתאפשר פוטנציאל נזק גבוה ליבול האביבי קייצי. ייתכן, שיישום תכשירים בעלי פעילות נמטוצידית ו/או הזנתית בשלב זה תאפשר מזעור פוטנציאל הנזק. יש אפשרות, שבמחקר זה יישום התכשירים עם תחילת הפעילות המתחדשת של הנמטודה, בראשית חודשי החורף, היה מוקדם מידי ובעצם השפעתו הסתיימה לפני עלייה משמעותית ברמת הנמטודה. למרות זאת לא ראינו ביטוי לפוטנציאל נזק משמעותי גם בסוף העונה וניתן לשייך זאת ליישום אופטימאלי של התכשיר לחיטוי קרקע, שניתן לפני שתילה, למאפייני העונה, אקלים נוח לצמחים בריאים וחזקים, ופחות נוח להתעצמות אוכלוסיות של נמטודה.

נספח 1

התמודדות עם נמטודות העפצים באמצעות טיפולי מיצוי זבל עוף

בחלקה נגועה בנמטודות העפצים יושם טיפול הגמעה במיצוי זבל עוף של חברת J.B, על רקע חיטוי קרקע בפלדין במינון 40 ל"ד'. שלוש חלקות, שאורך כל אחת מהן 6 מ', טופלו במיצוי זבל עוף. ניתנו שישה טיפולים אחת לשבוע, החל מתאריך 20/11/17, במינון של 30 סמ"ק למ"ר. שלוש חלקות נותרו ללא טיפול לצורך השוואה. במהלך העונה בוצע קטיף ושקילת היבול, ובהם לא נמצאה כל השפעה של הטיפולים. בשני הטיפולים נקטף יבול זהה: 7.7 ק"ג למ"ר, שהיה זהה גם לזה שנקטף מחלקות הביקורת בניסוי צמוד. בבדיקות, שבוצעו בחודשים ינואר, מרס ויוני לא נמצאו עפצים בשורשי צמחים מהחלקות המטופלות ומהחלקות שלא טופלו.

נספח 2

בחינת זנים סבילים לנמטודות

במסגרת הניסוי נשתלו בחלקות עמודים ושוליים (ערוגות 5, 10 ו-11) זנים, שהחברות מצהירות כי הם סבילים לנמטודות. השתילה נעשתה על רקע חיטוי בפלדין 40 ל"ד' בתחילת העונה. הזנים שנבדקו הם: 10213 - חברת אפעל, 3327SVPB - חברת א.ב. זרעים, יאזיר - חברת זרעים גדרה. במהלך העונה נקטף כל הפרי מכל הערוגה ונשקל סך כל היבול. הזנים 10213 ו-3327SVPB הניבו 7.3 ק"ג/מ"ר, והזן יאזיר הניב 6.7 ק"ג/מ"ר. רמת היבול שנקטפה בניסוי הייתה זהה לרמת היבול שנקטפה מחלקות הביקורת בניסוי הצמוד.

בבדיקות לנוכחות עפצים בשתילי הצמחים לא נמצאה נגיעות בכל הבדיקות.

תודות

למשק משה (זכריה וירון) ומיימון ממושב תומר
לחברות : כצט, מכתשים, אפעל, תפזול, לידור, ביו-יום, ביו-בי/אגרולב, גן מור, זרעים גדרה, א.ב. זרעים, J.B.
לקרן שה"מ, למועצת הצמחים - שולחן פלפל ולקק"ל - על השתתפותם במימון הניסוי