



מועצת הצמחים
ענף הירקות



משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שירות ההדרכה והמקצוע
אגף הירקות

סיכום מחקרים וניסויי שדה בתפוחי אדמה 2012/2013



כנס שנתי
מכון וולקני
10.12.13

הקדמה

העבודות המוצגות כאן מכסות מגוון רחב של נושאים אשר חשיבותם ועדיפותם נקבעה על ידי מגדלים חוקרים ומדריכים. נושאים אלו הם בעלי תרומה כלכלית גבוהה לענף ולעוסקים בו. ניהול ממשק הרברה של מחלת הכימשון בתנאי חוסר וודאות לעמידות הפטריה ל מטאלקסיל (מפנוקסאם MFX) מהווה גורם בעל משקל. נמשכת בדיקת רגישות של כל תבדידי הפטריה בשדה לפני השימוש במפנוקסאם. ובנוסף, הוחל בפיתוח שיטה מולקולארית לאבחן בין תבדידים עמידים ורגישים על מנת לקצר את פרק הזמן שבין הבדיקה ובין ההמלצה לריסוס. מחלת הגרב האבקי גורמת עדיין לנזקים כלכליים בכל אזורי הגידול. מדווחים כאן ממצאים למחקר של מחלת הגרב האבקי. נבחנה יעילותם של חיטוי קרקע להדברת המחלה, השפעתם של מועדי הזריעה על המחלה והערכת מידת הרגישות למחלה של זנים שונים. מדווח על פיתוח שיטה מהירה להערכת רמת הנגיעות בוורוסים בפקעות הזריעה לסתיו. יש חשיבות לדעת את רמת הנגיעות בוורוסים בזרעי תפוז"א שגדלים באביב לצורך זריעה בסתיו. מושקעים מאמצים לנסות לשפר את שיטת ה- Real Time PCR. בתחום ייצור זרעי תפוזי אדמה לעונת הסתיו נקיים בוורוסים, הולך ומתבסס הידע על תרומת גורמים שונים למניעת הרבקה ואילוח של הצמחים בוורוס Y של תפוזי אדמה. הגנת צמחים על ידי רשתות 50 מש הוכיחה עצמה במניעת הרבקה ובשמירת רמה נמוכה של אילוח בוורוסים באופן מובהק, ובהפחתת שיעור הפקעות הסדוקות בזנים בליני ורוזנה. גורם דרגת הזריעה, תרומתו רבה יותר בתנאי גידול של הגנה תחת רשת. מחקר מתמשך לבעיית קליפות של פקעות תפוזי אדמה, שופך אור להבנת התמונה. נבדקו תנאי אחסון בטמפ ולחות שונים לבחינת ייצוב הקליפה בשני זנים. פתרונות לשימור קרקע ומים מבוססי גידולי כיסוי (ג"כ) לגידולי שורה נבחנו בשנת 2013, בשרון הפעם עם הזן מונדיאל, ומדווחים כאן.

תודות לכל העוסקים במלאכה אשר הביאו מידע חשוב זה בפני כלל ציבור מגדלי תפוזי אדמה

תוכן ענינים

עמוד

I

הקדמה

II

תוכן ענינים

זיהוי עמידות ל-Mefenoxam ב-*Phytophthora infestans* מחולל מחלת הכימסון

1

בתפוחי אדמה בשיטות ביולוגיות ומולקולאריות

יגאל כהן, אביה רובין, מריאנה גלפרין

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן

13

התמודדות עם גרב אבקי בתפוח-אדמה

דו"ח לתכנית מחקר 13-1680-132

לאה צרור, אסף רוזנברג, שרה לביוש, אורלי ארליך, מרינה חזנובסקי, מנשה אהרון - מרכז מחקר גילת,

מינהל המחקר החקלאי

אורי זיג - יישובי חבל מעון

יונתן בינפלד, משה ולנסקי, אדם גרשבסקי - עצמונה

גיגי מהרשק, גיל שגב - גידולי אג"ו

פיתוח שיטה בהתבסס על TaqMan-RT-PCR להערכת נגיעות של הדבקה בוורוס PVY

24

בפקעות של תפוז"א טרם כניסתם לאחסון בקיץ

¹ייקטור גאבה, ¹שם פאראקש ²מוחמד זידאן, ²אמה טברובסקי, ³ציון דר,¹מלי פרלסמן, ¹יהודית תם, ²אחמד אבו רס, ⁴ואורי זיג
¹המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, בית דגן.²השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות.³שה"מ, משרד החקלאות.⁴מו"פ יח"מ.

ייצור זרעי תפוז"א נקיים מוורוסים לעונת הסתיו

השפעת הגנת צמחים על ידי רשתות בגידול זרעי תפוז"א בעונת האביב
ממקור זרעי יבוא בדרגות זרעים שונות, על יבול הפקעות ואיכותן בסתיו

31

העוקב 2012-2013, בון רוזנה ובלני בוגב ובשרון

צ.דר. 1, ו.גאבה 2, י. תם 2, מ. פרלסמן 2, ג.מהרשק 3

1 - משרד החקלאות שה"מ אגף הירקות, אגף הגנת הצומח.

2 - מנהל המחקר החקלאי - המחלקה לוירולוגיה בית דגן .
3-גידולי אגו

38

ייצוב קליפה בתפוז"א – עבר הווה ועתיד
עידית גינזברג ודני אשל – מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני; אורי זיג – יח"מ

41 פיתוח ממשקים משמרי קרקע מים וסביבה עבור גידול תפוחי אדמה באזור השרון Developing soil water and environment conservation management practices for growing potatoes in the Sharon region

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף משאבי קרקע ומים

ע"י

- גיל אשל- תחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות (eshelgil@gmail.com)
- רועי אגוזי- תחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות
- ברוך רובין ויעקב גולדוסר - הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית
- ציון דר – אגף הירקות, שה"מ.
- פינחס פין- המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי
- יוסי קשתי ויצחק שגיא - המכון להנדסה חקלאית, המינהל המחקר חקלאי
- יונתן אברהמס- האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
- דפנה דיסני- בית הספר לכלכלה, אוניברסיטת תל אביב

דו"ח סופי 2013

Monitoring resistance to mefenoxam in *Phytophthora infestans* in potato by biological and molecular technologies

זיהוי עמידות ל- mefenoxam ב- *Phytophthora infestans* מחולל מחלת הכימסון בתפוז"א
בשיטות ביולוגיות ומולקולאריות

יגאל כהן, אביה א רובין, מריאנה גלפרין

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת-גן, ישראל

מבוא

כימסון היא אחת המחלות ההרסניות ביותר של תפוז"א (ועגבניות). גורם המחלה *Phytophthora infestans*, תוקף עלים, גבעולים, פקעות, ואפילו זרעים (של עגבנייה). הנזק העיקרי הוא כמישת עלים הגורמת לפחיתה ביבול וריקבון בפקעות הגורם לפחיתה ביבול ובאיכות. המחלה מתחילה עפ"ר מתפטיר הנישא בפקעות הזריעה או מנבגים המגיעים מצמחי ספיח או משדות סמוכים. יש דיווחים על הופעה ראשונית של המחלה מהדבקה מאואוספורות שוכנות-קרקה. מחזור החיים מתחיל מהופעת כתמים ראשוניים בנוף או בקודקודי הצמיחה עם צאתם מהקרקה. בתנאים מתאימים הפטריה מנביגה על שטח הפנים של הכתם (ב 100% לחות יחסית, טמפרטורה 7-25°C אופטימום 15°C). המנבגים הנוצרים מתפזרים ע"י רוח או מים. המנבגים שנחתו ע"ג הנוף של צמחים בריאים שורדים מספר שעות בהתאם לטמפרטורה, הלחות היחסית והקרינה. בנוכחות מים המנבגים משחררים זואוספורות דו-שוטניות תוך 2-3 שעות בטמפרטורה של 5-20°C. הזואוספורות מאבדות את השוטונים, יוצרות דופן ומפתחות קור נביטה החודר דרך האפידרמיס של הפונדקאי. עוצמת האינפקציה תלויה בריכוז האינקולום, בטמפרטורה, ובמשך ההרטבה של העלים. כל אחד מהפקטורים הללו עשוי לפצות על מחסור בפקטור אחר. משך ההרטבה המינימאלי הדרוש לאינפקציה הוא שעתיים. התפרצות המחלה בישראל מתרחשת בסוף אוקטובר ונמשכת עד סוף מאי. שיא המחלה מתרחש בחודשים מרץ-אפריל. גשם והמטרה מעודדים מאד את המחלה. כימסון בעגבנייה יכול להופיע גם ביולי.

הדברת המחלה

הדרך היעילה ביותר להתמודד עם המחלה היא באמצעות זנים עמידים. בגלל שהעמידות מבוססת על יחסי גן מול גן, הגנים לעמידות נעשים במהירות לבלתי יעילים עקב ההופעה של גנים חדשים לתוקפנות באוכלוסיית הפתוגן. הגזע השליט של פטריית הכימשון בארץ הוא: 13479. רוב הזנים המסחריים של תפוז"א המגודלים בארץ אינם מכילים את צירוף הגנים (R1,R3,R4,R7,R9) ולכן הינם רגישים. קווי תפוז"א ניסיוניים שפיתחנו מכילים את הקומבינציה הגנטית הנ"ל לעמידות, אך גם הם נשברים כאשר מופיעים גנים נוספים לתוקפנות בפטרייה כפי שקרה ב-2010.

הדברה כימית היא לפיכך השיטה האפשרית להילחם במחלה. ישנם יותר מ-30 תכשירים מורשים בארץ להדברת הכימשון. התכשירים היעילים ביותר הם אלה המכילים Ridomil® (חומר פעיל metalaxyl, אננטיומר פעיל mefenoxam). Ridomil הוא פניל-אמיד שמונע פעילותו של RNA polymerase I בפטרייה וכתוצאה, מעכב את גדילת התפטיר (אך לא את בקיעת הזואוספורות ולא את נביטת הציסטוספורות) וספורולציה. Ridomil הינו סיסטמי ופעילותו נמשכת כ-3 שבועות. ב-1979, שנתיים לאחר תחילת שיווקו בישראל הופיעה לראשונה עמידות ל Ridomil בכשותית המלפפון. ב-1983 הופיע לראשונה עמידות ל-Ridomil ב-*P.infestans* בתפוז"א. תבדידים עמידים של *P.infestans* שלטו באוכלוסייה הישראלית במשך 9 שנים ולא אפשרו שימוש נאות בחומר. התבדידים העמידים היו בעלי אגרסיביות גדולה משל התבדידים הרגישים. ב-1993, חל שינוי בהרכב אוכלוסיית הגזעים בארץ והופיעו מלבד תבדידים עמידים, גם תבדידים בינוניים ורגישים. הסיבה לשינוי הייתה הופעה מקבילה של תבדידים מהזווּיג ההפוך אשר איפשרו רבייה מינית, וכתוצאה ממנה הופעה של גזעים רגישים ובינוניים. בכך ניתנה לנו האפשרות לארגן מחדש את אסטרטגית ההדברה הכימית של המחלה והכנסתו לשימוש מחדש של ה-Ridomil תוך שימוש באמצעי זהירות נאותים.

הדברה אזורית, גישה חדשה להדברת כימשון

החל מ-2009, נקטנו יחד עם מגדלי הנגב המערבי בשיטת הדברה אזורית. השיטה כללה:

1. תצפיות תכופות בשדה לאיתור מוקדי כימשון ראשונים.

2. שליחת דוגמאות נגועות לאוניברסיטת בר-אילן.

3. בחינה ביולוגית של הדוגמאות ל:

א. רגישות ל- mefenoxam.

ב. זווּיגיות.

ג. גורמי אלימות.

4. היזון חוזר למגדלים על רגישות תבדידיהם ל-mefenoxam
 5. קבלת החלטה ע"י המגדלים באם להשתמש בתכשירים מכילי mefenoxam.
- השיטה האמורה הניבה תוצאות חיוביות לשביעות רצונם של המגדלים.

העובדה שבשיטה הקיימת המבוססת על מבחן ביולוגי החלטת המגדלים באשר לריסוס מעוכבת במשך 5 ימים הוחלט לגשת לפתרון הבעיה גם בשיטה מולקולארית, על-מנת לקבוע האם הם עמידים, בינוניים או רגישים ל-mefenoxam. ביצוע הבדיקה אורך יום אחד והמגדל יוכל בו ביום או למחרת לקבל החלטה באשר לאופיו של הריסוס שניתן בשטחו.

תוצאות

1. נתונים ביולוגיים

במהלך 2012 (מ- 05.01.2012 עד 31.12.2012), התקבלו במעבדתנו 112 תבדידי כימסון. תכונותיהם הביולוגיות מופיעות בטבלה 1. הנתונים מראים שרוב התבדידים היו רגישים ל-MFX (מפנוקסם), השתייכו לזוויג A2, והיו בעלי חמישה גורמי אלימות- 1,3,4,7,9. במהלך 2013 (מ- 02.01.2013 עד 26.11.2013) הגיעו למעבדתנו 49 תבדידים. מהם נבדקו 34 והיתר עדיין נמצאים בבחינה. כל התבדידים מלבד אחד היו רגישים ל-MFX, רובם השתייכו לזוויג A2 ונשאו חמישה גורמי אלימות כנ"ל.

בציורים 1,2,3 ובטבלאות 3,4,5 מובא סיכום התכונות הביולוגיות של תבדידי כימסון שנאספו במהלך 7 שנים אחרונות (מ- 2007 עד 2013). עיון בנתונים מראה עליה עקבית ומתגברת של שיעור הזוויג A2 באוכלוסייה (ציור 1) ועלייה עקבית בשיעור התבדידים הרגישים ל-MFX (מלבד 2010, ציור 2). מספר גורמי האלימות עמד על חמישה (מלבד 2010, ציור 3). טבלאות 3,4,5 מספקות את הנתונים ששימשו לציורים 1,2,3.

2. נתונים מולקולאריים

לאחר סריקת מאות פריימרים עלה בידינו לזהות אחדים המסוגלים להבדיל, על-פי פרופיל ה-DNA, בין תבדידים עמידים ל-MFX (R), בינוניים (I) ורגישים (S). תמונה מספר 4 מראה מספר פריימרים כאלה המסומנים במילה good.

סיכום

אוכלוסיית הכימשון בנגב המערבי הינה ברובה המכריע רגישה ל-MFX ולפיכך ניתן להשתמש בו בצורה יעילה נגד המחלה כפי שאכן קרה בפועל בשנים אחרונות. רוב תבדידי הכימשון שייכים לזוויג A2 ועל-כן הסבירות לרבייה מינית נמוכה (בגלל העדר הזוויג A1). זו הסיבה, כנראה, ליציבות הגנטית של האוכלוסייה בשנים האחרונות. תוקפנות הפתוגן גם היא יציבה וכוללת חמישה גורמי אלימות קבועים. התוצאות הטובות בהדברת המחלה נזקפות לזכות שיתוף הפעולה של החקלאיים בהנהגתו של אורי זיג.

טבלה 1

2012							
No	Isolate	Year	Crop	Mating	MFX	Virulence	VF
1	659	5.1.2012	Tomato	A2	S	13479	5
2	660	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
3	661	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
4	662	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
5	663	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
6	664	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
7	665	31.1.2012	Tomato	A2	R	13479	5
8	666	15.12.2011	Tomato	A2	R	13479	5
9	667	13.2.2012	Potato	A2	S	134679	6
10	668	28.2.2012	Potato	A1A2	S	134679	6
11	669	28.2.2012	Potato	A2	S	149	3
12	670	7.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
13	671	7.3.2012	Potato	A1	I	123456789 11	10
14	672	9.3.2012	Potato	A2	S	13469 11	6
15	673	13.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
16	674						
17	675	15.3.2012	Potato	A2	S	1	1
18	676	15.3.2012	Potato	A2	S	134679	6
19	677	15.3.2012	Potato	A2	S	134	3
20	678	15.3.2012	Potato	A2	S	134679	6
21	679	20.3.2012	Potato	A2	S	123479	6
22	680	20.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
23	681	28.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
24	682	5.4.2012	Potato	A2	S	1347	4
25	683	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
26	684	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
27	685	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
28	686	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
29	687	5.4.2012	Potato	A1-A2	I	12345679	8
30	688	15.4.2012	Potato	A1	R	12345679 11	9
31	689	15.4.2012	Potato	A2	I	12345679 11	9
32	690	15.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
33	691	15.4.2012	Potato	A2	R	1234679 11	8
34	692	15.4.2012	Potato	A1		2379	4
35	693	15.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
36	694	15.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
37	695	15.4.2012	Potato	A1	R	135679 11	7
38	696	23.4.2012	Potato	A2	S	1347	4
39	697	23.4.2012	Potato	A1	S	145	3
40	698	23.4.2012	Potato	A1	R	13469 11	6
41	699	23.4.2012	Potato	A2	S	13479	5

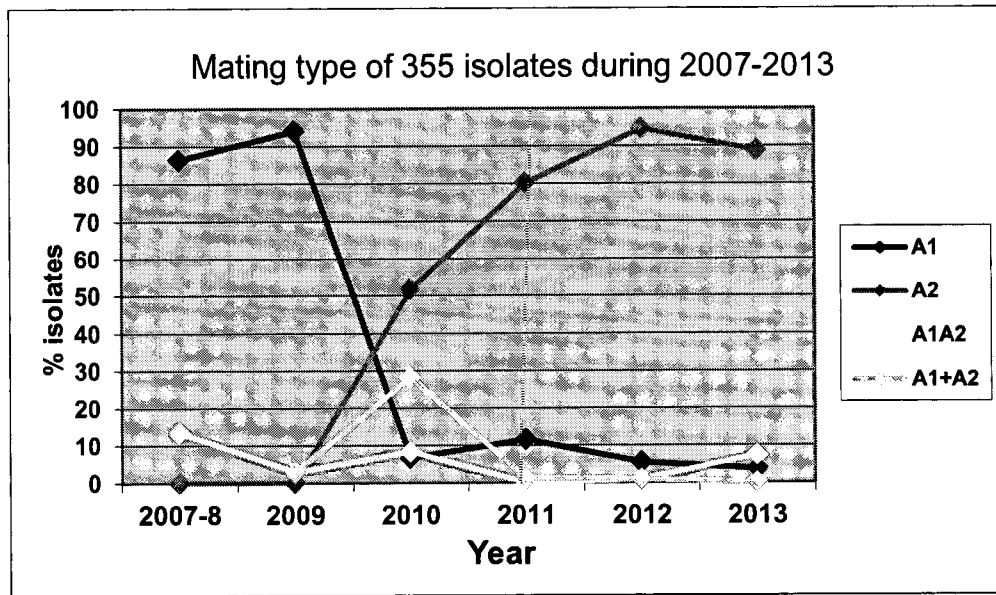
טבלה 1 - המשך

			2012				
No	Isolate	Location	Date	Mating	MFX	Virulence	VF
42	700	Eshbol	14.11.12	A2	S	123479	6
43	701	Sharur	14.11.12	A2	S	12347911	7
44	702	Talme bilu	19.11.12	A2	S	1347	4
45	703	bet kama	20.11.12	A2	S	139	3
46	704	shmar haneq	22.11.12	A2	S	14	2
47	705	shmar haneq	22.11.12	A2	S	13479	5
48	706	magen	25.11.12	A2	S	123479	6
49	707	shuval	26.11.12	A2	S	123479	6
50	708	nahal oz	26.11.12	A2	S	123479	6
51	709	nahal oz	26.11.12	A2	S	1234679	7
52	710	haluza	4.12.12	A2	S	13479	5
53	711	magen	30.11.12	A2	S	0	0
54	712	tal or	3.12.12	A2	S	13479	5
55	713	nirim	3.12.12	A2	S	13479	5
56	714	nirim	2.12.12	A2	S	13479 11	6
57	715	urim	3.12.12	A2	S	13479	5
58	716	magen	3.12.12	A2	S	13479	5
59	717	urim	3.12.12	A2	S	13479	5
60	718	haluza	3.12.12	A2	S	13479	5
61	719	magen	3.12.12	A2	S	13479	5
62	720	magen	3.12.12	A2	S	13479	5
63	721	nirim	3.12.12	A2	S	13479	5
64	722	nirim	2.12.12	A2	S	13479	5
65	723	magen	3.12.12	A2	S	13479	5
66	724	magen	3.12.12	A2	S	13479	5
67	725	magen	26.11.12	A2	S	1347	4
68	726	ora	3.12.12	A2	S	13479	5
69	727	ora	3.12.12	A2	S	13479	5
70	728	magen	2.12.12	A2	S	13479	4
71	729	Shaban	12.12.12	A2	S	13479	5
72	730	ein hashlosha	12.12.12	A2	S	13479	5
73	731	shoval	12.12.12	A2	S	13479	5
74	732	nir-yizhak	12.12.12	A2	S	13479	5
75	733	erem shalom	12.12.12	A2	S	13479	5
76	734	ein hashlosha	12.12.12	A2	S	13479	5

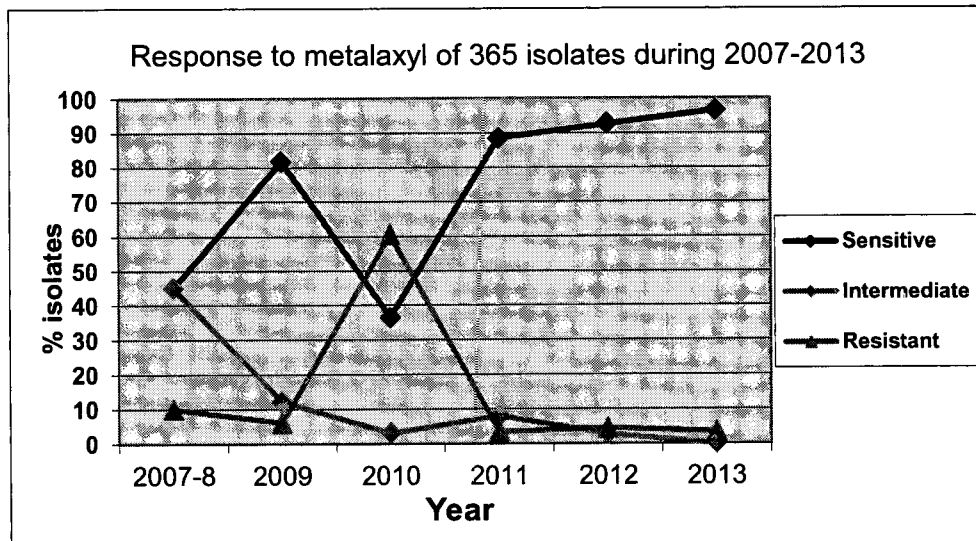
טבלה 1 – המשך

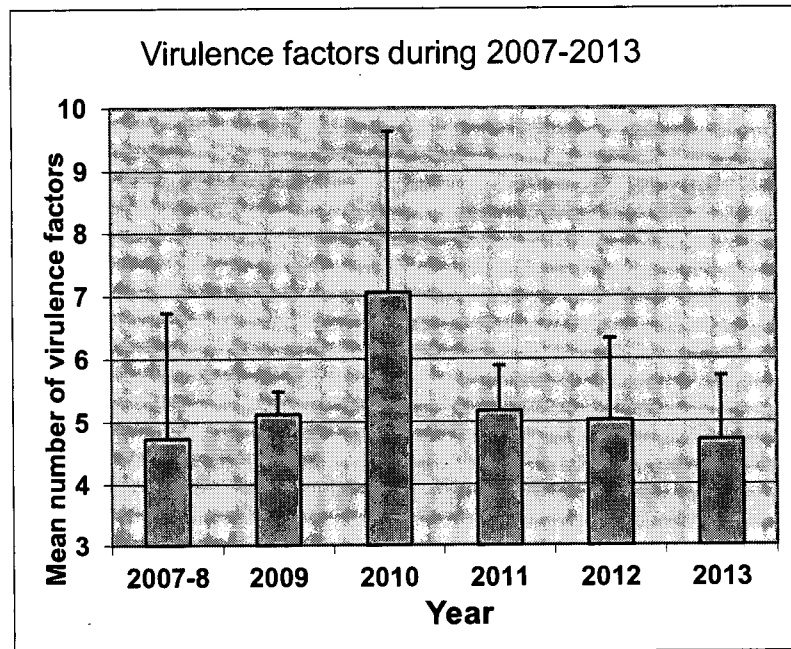
2012							
No	Isolate	Location	Date	Mating	MFX	Virulence	VF
77	735	ein hashloshe	12.12.12	A2	S	13479	5
78	736	haluza	12.12.12	A2	S	13479	5
79	737	haluza	12.12.12	A2	S	13479	5
80	738	kisufim	12.12.12				
81	739	givati	18.12.12	A2	S	379	3
82	740	agan 2	18.12.12	A2	S	13479	5
83	741	ora	18.12.12	A2	S	13479	5
84	742	haluza	18.12.12	A2	S	13479	5
85	743	ora	18.12.12	A2	S	13479	5
86	744	magen	18.12.12	A2	S	13479	5
87	745	ora	18.12.12	A2	S	13479	5
88	746	haluza	18.12.12	A2	S	13479	5
89	747	ein hashloshe	18.12.12	A2	S	1347	4
90	748	magen	18.12.12	A2	S	13479	5
91	749	ein hashloshe	18.12.12	A2	S	13479	5
92	750	ora	18.12.12	A2	S	13479	5
93	751	nirim	18.12.12	A2	S	13479	5
94	752	urim	18.12.12	A2	S		
95	753	bet kama	23.12.12	A2	S	13479	5
96	754	bet kama	23.12.12	A2	S	13479	5
97	755	bet kama	23.12.12	A2	S		
98	756	mishan	26.12.12	A2	S	47	2
99	757	zikim orgaic	26.12.12	A2	S		
100	758	netiv 10	26.12.12	A2	S		
101	759	biu br7	27.12.12	A2	S	134789	6
102	760	shachen	31.12.12	A2	S	13479	5
103	761	shachen	31.12.12	A2	S	13479	5
104	762	haluza	31.12.12	A2	S	13479	5
105	763	haluza	31.12.12	A2	S	13479	5
106	764	nirim	31.12.12	A2	S	13479	5
107	765		31.12.12	A2	S	139	3
108	766	shachen	31.12.12	A2	S	13479	5
109	767	shachen	31.12.12	A2	S	13479	5
110	768	ego tikva	31.12.12	A2	S	13479	5
111	769		31.12.12	A2	S	13479	5
112	770		31.12.12	A2	S	13479	5

				2013		
No	Isolate	Location	Date	Mating type	MFX	Virulence
1	771	shachen	2.1.2013	A2	S	13479
2	772	shachen	2.1.2013	A2	S	13479
3	773	shachen	2.1.2013	A2	S	13479
4	774	patish	2.1.2013	A2	S	13479
5	775	ora	5.2.13	A2	S	13479
6	776	even yehuda	5.2.2013	A2	S	13479
7	777	havazelet	7.2.2013	A2	S	13479
8	778	haluza	7.2.2013	A2	S	13479
9	779	ein hashlosa	14.2.2013	A2	S	13479
10	780	ein hashlosa	14.2.2013	A2	S	13479
11	781	ora	14.2.2013	A2	S	13479
12	782	nir oz	14.2.2013	A2	S	13479
13	783	kerem shalom	14.2.2013	A2	S	13479
14	784	sufa	14.2.2013	A2	S	13479
15	785	haluza	14.2.2013	A2	S	13479
16	786	nir oz	20.2.2013	A2	S	
17	787	ora	20.2.2013	A1	S	
18	788	haluza	20.2.2013		S	
19	789	ora	20.2.2013		S	
20	790	nir eliyahu	1.3.2013	A2	S	
21	791	nirim	13.3.2013	A1A2	S	4
22	792		13.3.2013	A2	S	
23	793	haluza	13.3.2013	A2	S	
24	794	shuval	13.3.2013	A2	S	13479
25	795	kisufim	13.3.2013	A1A2	R	
26	796	nirim	13.3.2013	A2	S	
27	797	ein hashlosa	13.3.2013	A2	S	3479
28	798	haluza	19.3.2013	A2	S	1236710
29	799	magen	19.3.2013	A2		479
30	800	kfar giladi	11.6.2013	A2	S	13479
31	802					
32	803	haluza	17.11.2013	A2	S	13479
33	804	ego	17.11.2013	A2	S	13479
34	805	shachen	17.11.2013	A2	S	13479
35	806	nicola	24.11.2013			
36	807	rozana	26.11.2013			
37	808	vivaldi	26.11.2013			
38	809	sifra	26.11.2013			
39	810	nieta	26.11.2013			
40	811	brigitte	26.11.2013			
41	812	kolibri	26.11.2013			
42	813	nieta	26.11.2013			
43	814	mozart	26.11.2013			
44	815		26.11.2013			
45	816	sifra	26.11.2013			
46	817	sana	26.11.2013			
47	818	dita	26.11.2013			
48	819	sifra	26.11.2013			
49	820	smith komet	26.11.2013			



תמונה 2





טבלה 3

Mating type of 355 isolates collected in Israel during 2007-2013

Year	isolates	A1	A2	A1A2	A1+A2	sterile
2007-8	37	32	0	5		0
2009	34	32	0	1		
2010	60	4	33	4		2
2011	86	10	69	0		6
2012	111	6	105	1	1	0
2013	27	1	24	2	0	0
Total	355	85	231	13	1	8

טבלה 4

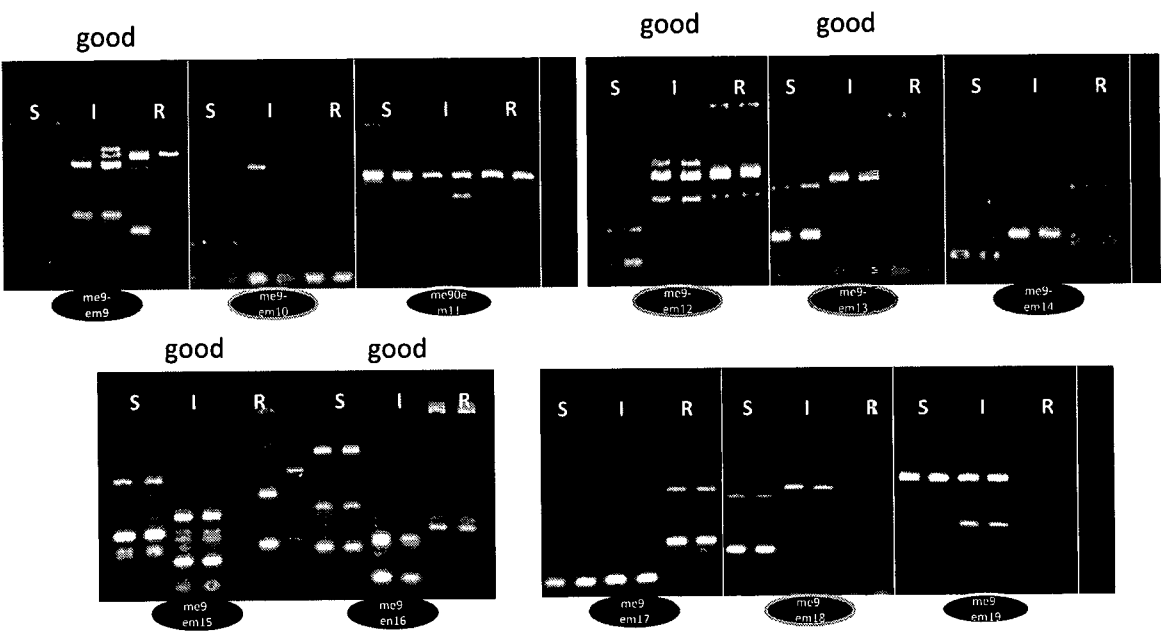
Resistance to Mefenoxam of 365 isolates collected in Israel
during 2007-2013

Year	isolates	Sensitive	Intermediate	Resistant
2007-8	40	18	18	4
2009	33	27	4	2
2010	66	24	2	40
2011	87	77	7	3
2012	110	102	3	5
2013	29	28	0	1
Total	365	276	34	55

טבלה 5

Mean number of virulence factors in isolates collected in Israel during
2007-2013

Year	Mean	SD
2007-8	6.28	1.28
2009	5.59	0.82
2010	7.69	2.43
2011	5.17	1.39
2012	5.04	1.34
2013	4.71	1.01



התמודדות עם גרב אבקי בתפוח-אדמה

דו"ח לתכנית מחקר 13-1680-132

לאה צרור, אסף רוזנברג, שרה לביוש, אורלי ארליך, מרינה חזנובסקי, מנשה אהרון -
מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי
אורי זיג - יישובי חבל מעון
יונתן ביננפלד, משה ולנסקי, אדם גרשבסקי - עצמונה
גיגי מהרשק, גיל שגב - גידולי אג"ו

מחלת הגרב האבקי בתפוח-אדמה עלולה לגרום לנזקים כלכליים כבדים כתוצאה מהפחתה ניכרת באיכות הפקעות, עד כדי פסילתן לשיווק. עבודה זו נועדה לבדוק את יעילותם של חיטויי קרקע להדברת המחלה, ללמוד את השפעתם של מועדי הזריעה על המחלה ולהעריך את מידת הרגישות למחלה של זנים שונים.

מבוא

מחלת הגרב האבקי בתפוח-אדמה (תפוא"ד), הנגרמת על-ידי *Spongospora subterranae* f. sp. עלולה לגרום לנזקים כלכליים כבדים כתוצאה מהפחתה ניכרת באיכות הפקעות, עד כדי פסילתן לשיווק. בנגיעות מתונה מופיעים פצעים הפורצים את הקליפה כלפי חוץ, ובנגיעות גבוהה מופיעים עיוותים וגידולי משנה. הפתוגן הינו אורגניזם ירוד דמוי-פטרייה מממלכת הפרוטוזואה, ממשפחת ה-Plasmodiophoridae. לפתוגן צורת חיים טפילית מוחלטת (מתקיים רק בתא צמחי חי). הוא שורד בקרקע למשך כ-20 שנים באמצעות גופי קיימא המכונים spore balls - sporosori, כשבכל אחד מהם כ-700 ספורות. בתנאים מתאימים (פונדקאי, טמפרטורה ולחות), מכל ספורה נובטת זואוספורה ראשונית (primary zoospore), המתפתחת לפלסמודיום ראשוני, לאחר מכן לזואוספורנגיום, ממנו נובטות זואוספורות משניות (secondary zoospore) החודרות לשורשים, לסטולונים ולפקעות. תנאי הסביבה הינם הגורם המכריע לגבי התבטאות/התפתחות המחלה, בעיקר טמפרטורה (שחרור זואוספורות - 5-25 מ"צ, הדבקת פקעות - 11-14 מ"צ, יצירת עפצים - 17-20 מ"צ), לחות גבוהה (נוכחות מים חופשיים), חוסר אוורור/ניקוז הקרקע (ריכוז חמצן נמוך). גם מחזורי הרטבה-ייבוש וחוזר חלילה (כפי שנהוג במשטר השקיה) מעודדים את התפתחות המחלה, כך שגם בקרקע חולית נוצרים תנאים להתבטאות המחלה. בארץ, המחלה מופיעה הן באביב והן בחורף, כאשר התנאים בחלקות הגידול מתאימים להתפתחותה. הפתוגן מועבר ומופץ ביעילות באמצעות פקעות זריעה, ולמעשה מגיע לארץ מדי שנה באמצעות זרעי יבוא המגיעים לעונת האביב (בעיקר מסקוטלנד). בסקר רב-שנתי מצאנו כי בממוצע כ-30% מהאצוות היו נגועות בגרב אבקי על-פי בדיקה ויזואלית; ייתכן שקיימת גם נגיעות סמויה ולמעשה שיעור האצוות הנגועות אף גבוה יותר. כאמור, הפתוגן שורד בקרקע, וגופי הריבוי שלו כנראה מופצים על-ידי כלי עיבוד, רוחות, סופות חול וכן בזבל

(שורד מעבר במערכת עיכול של בעלי-חיים). כל אלה מקשים מאוד על ההתמודדות עם הפתוגן.

כאשר החלקה נגועה, הצורך בחיטוי קרקע הינו כפי הנראה בלתי נמנע, פעולה הכרוכה בעלויות גבוהות ובהשלכות סביבתיות, כאשר במקרים מסוימים החיטוי אינו יעיל (פירוק מואץ של מתאם סודיום).

מטרות העבודה : (א) לבדוק יעילות חיטוי קרקע להדברת המחלה ; (ב) ללמוד את השפעתם של מועדי הזריעה על המחלה ; (ג) להעריך את מידת הרגישות של זנים שונים למחלה ; (ד) לבדוק יעילות של טיפולי זרעים למניעת הפצת המחלה.

יעילות חיטוי קרקע להדברת המחלה

ניסוי שדה בוצע באזור החלוציות, בשטחי עצמונה (קרקע חול), בחלקה נגועה קשה בגרב אבקי. פקעות זריעה מהזן אקסקוזה היו נקיות בבדיקה ויזואלית. מתכונת הניסוי היתה בלוקים באקראי בארבע חזרות. חיטוי קרקע : 14.10.12 ; הורדת פלסטיק : 4.11.12 ; זריעה : 15.11.12 ; שריפת נוף : 5.3.13. השקיה, דישון וטיפולים כנגד מחלות ומזיקים נעשו כמקובל במשק. הפרמטרים שנבדקו במהלך הניסוי כללו : דיגום שורשים להערכת מידת הנגיעות בעפצים ודיגום פקעות בת להערכת שיעור נגיעות וחומרת הנגיעות בסולם הבינלאומי (0-6) המקובל.

טבלה 1 : רשימת הטיפולים

טיפול	חומר פעיל	ליטר/ק"ג לדונם
ביקורת		
אגרודריפ	33% כלורופיקרין + 1,3 66% דיכלורופרופן	30
אגרודריפ	33% כלורופיקרין + 1,3 66% דיכלורופרופן	50
כלורופיקרין	99% כלורופיקרין	20
כלורופיקרין	99% כלורופיקרין	40
מתמור	51% מתאם סודיום (אדיגן 60 ל"ד')	43
מתמור	51% מתאם סודיום (אדיגן 90 ל"ד')	62

גודל חזרה : כלורופיקרין : 24 מ' X 3 ערוגות (ערוגה מרכזית עם פלסטיק) ; 20 MS מ' X 12 מ' טיפולי כלורופיקרין בוצעו בהזרקה תוך כדי פריסת פלסטיק (VIF). טיפולי מתמור נעשו בהמטרה.

תוצאות: השפעת חיטוי קרקע על שיעור הנגיעות בפקעות הבת ובשורשים

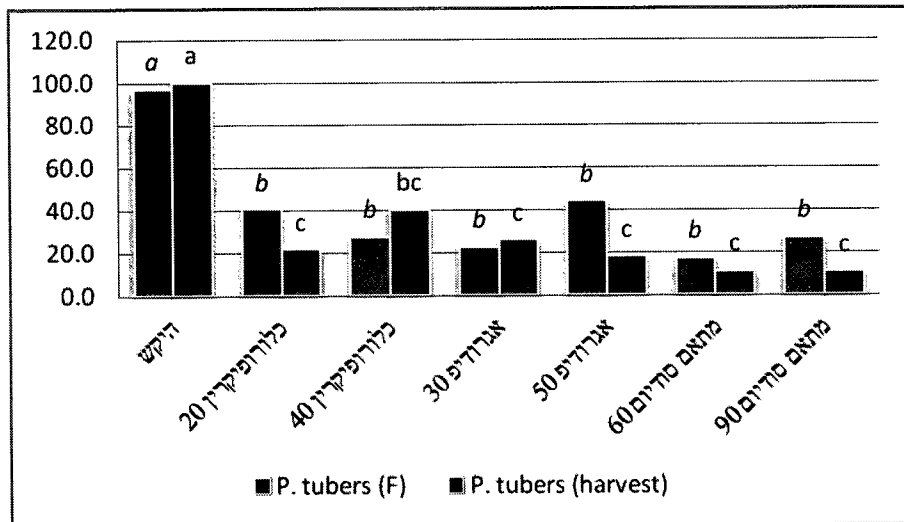
בכל טיפולי החיטוי התקבלה הפחתה מובהקת בשיעור הפקעות הנגועות ובחומרת הנגיעות (איור 1 ו-2 בהתאמה). ההפחתה נראתה הן במועד שריפת נוף והן באסיף (כ3- שבועות מאוחר יותר). בניסוי הנוכחי לא נצפתה עלייה בשיעור הנגיעות בפרק הזמן שחלף משריפת נוף לאסיף, בעוד שבשנה שעברה עלו שיעור הנגיעות ואף חומרתה בשלושת השבועות הללו. בטיפול כלורופיקרין במינון גבוה (40 ל"ד') היו תוצאות פחות טובות בהשוואה למינון הנמוך (20 ל"ד'), גם בהתייחס לשיעור הנגיעות וגם בהתייחס לחומרת הנגיעות (חומרה בדרגה 6, שהיא הדרגה הגבוהה ביותר בסולם ההערכה, בעוד שבטיפולים

האחרים הגיעה החומרה לדרגה 4 בלבד) (איור 2). הסיבה לכך אינה ברורה עדיין. בטיפול הכלורופיקרין נעשה יישום התכשיר ובזמן-חיפוי פלסטיק רק בערוגה מרכזית מתוך 3 ערוגות. פקעות בת נאספו גם בערוגות הצדדיות, בהן יושמו התכשירים, אך ללא חיפוי פלסטיק. כפי שניתן לראות באיור 3, יישום כלורופיקרין ללא פלסטיק אינו יעיל דיו. אמנם התקבלה הפחתה מובהקת יחסית לביקורת, אך ההפחתה בטיפול עם אותו תכשיר, אך עם חיפוי פלסטיק, הייתה משמעותית הרבה יותר, כפי שנצפה כבר בעבר עם תכשירי כלורופיקרין דומים. בחיפוי פלסטיק הפרקציה הגאזית כלואה בקרקע, ולכן מוגברת יעילות החיטוי. בטיפול מתאם סודיום התקבלה הפחתה מובהקת וטובה בשני המינונים. ממצאים קודמים הצביעו על יעילות נמוכה בהפחתת המחלה במינון נמוך (60 ל"ד' אדיגן או 43 ל"ד' מתמור). לעתים דווח על חוסר הדברה גם במינון גבוה. כל אלה בחלקות שהקרקע בהם נבדקה, ולא נמצאה אינדיקציה לפירוק מואץ. ייתכן שהתופעה קשורה בתנאי החורף החמים יחסית.

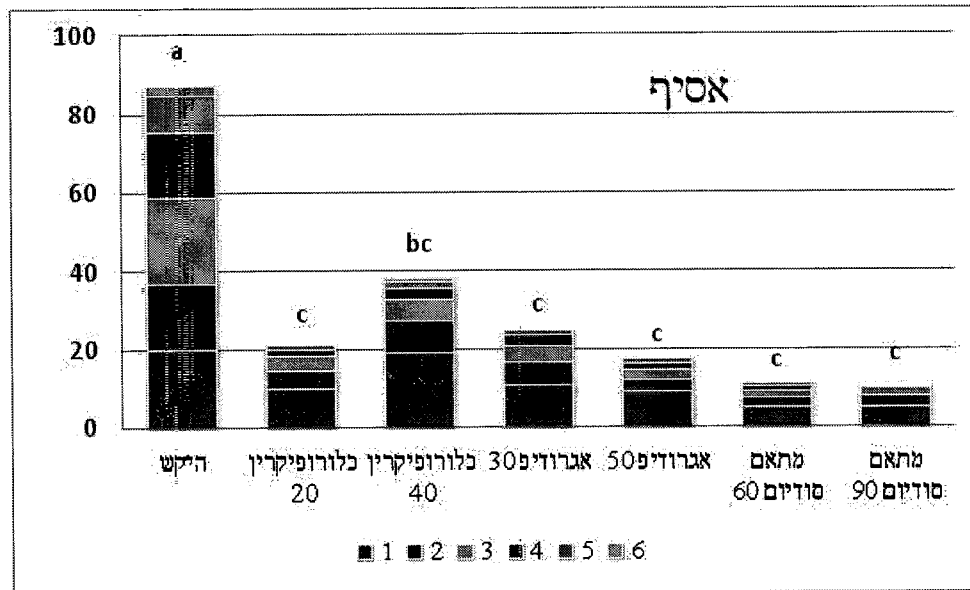
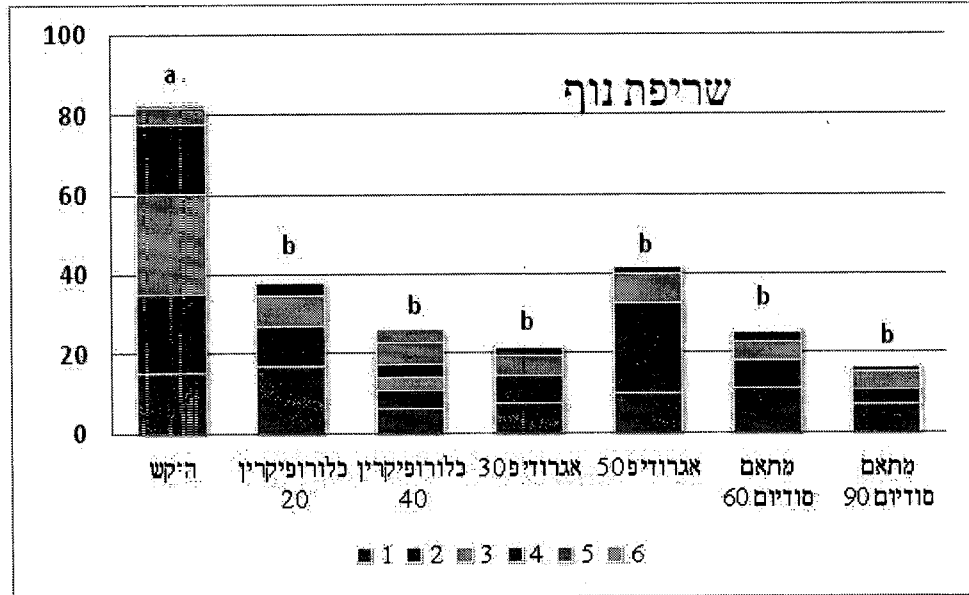
בתאריך 19.2.13 נאספו 5 צמחים מכל חזרה של הביקורות, בסך-הכול 20 צמחים, וכן פקעות הבת של אותם צמחים, והוערכה הנגיעות בעפצים על גבי השורשים והנגיעות הקלאסית של פצעי גרב אבקי על פני הפקעות. נמצאו עפצים בשורשי הצמחים שנדגמו וכן נגיעות בפקעות הבת (איור 4). במדגם של 20 הצמחים לא נמצא מתאם בין נגיעות בפקעות לבין עפצים בשורשים, ונראה כי יש צורך במדגם גדול יותר.

איור מס' 1: השפעת חיטוי הקרקע על שיעור נגיעות פקעות בת בגרב אבקי (%)

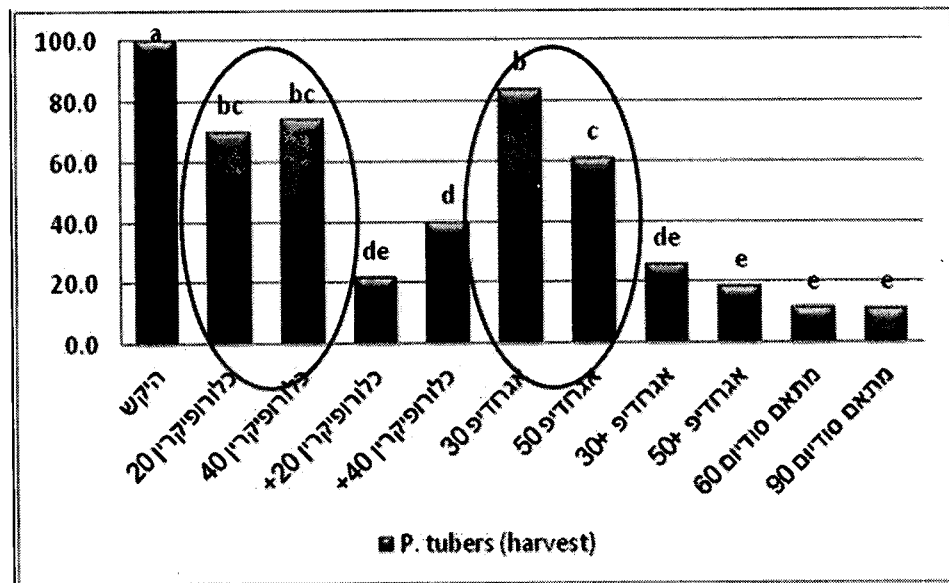
(F = אחרי שריפת הנוף ; harvest = באסיף)



איור מס' 2: השפעת חיטויי הקרקע על חומרת הנגיעות (סולם 0-6) בפקעות בת

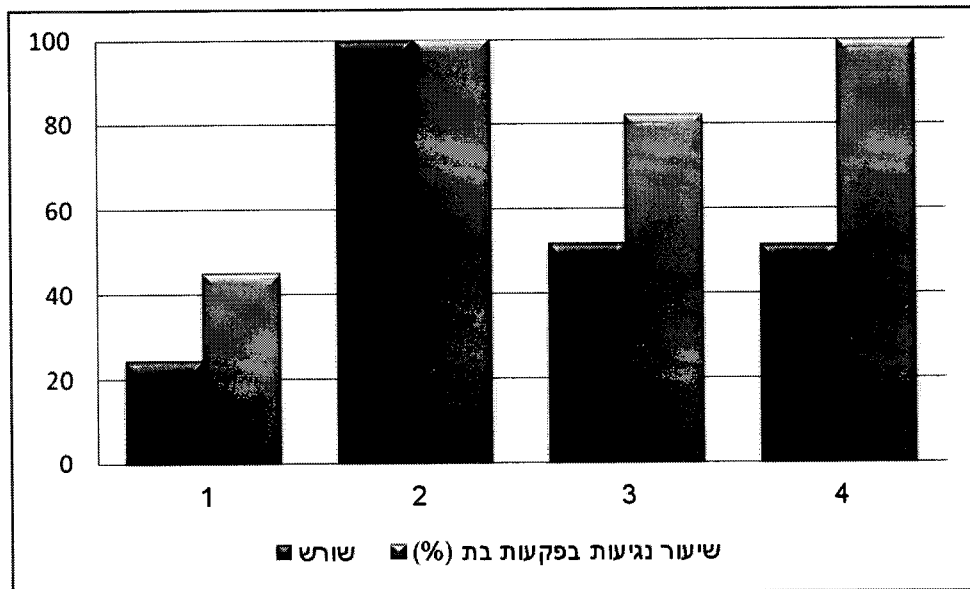


איור מס' 3: השפעת חיטוי קרקע עם וללא פלסטיק (מוקף עיגול), בטיפול כלורופיקרין, על שיעור הנגיעות בפקעות בת



איור מס' 4: שיעור נגיעות שורשים בעפצי גרב אבקי ושיעור פקעות בת נגועות בפצעי גרב (%)

5 צמחים מכל חזרה בביקורת



השפעת מועדי זריעה על גרב אבקי ורגישות זנים למחלה

ניסויי שדה לבחינת מועדי זריעה וזנים נערך בשטחי אג"ן, בחלקה נגועה מאוד בגרב אבקי. גודל כל חזרה היה ערוגה לאורך 5 מ' ב-4 חזרות. פקעות הזריעה של הזנים שנבחנו היו נקיות מגרב אבקי על-פי בדיקה ויזואלית.

הטיפולים:

- מועדי הזריעה: I - 7.10.12 ; II - 25.10.12 ; III - 15.11.12.
- זנים: אנאבל, שרלוט, דיטה, מריס פיר, מוצרט, ניקולא, רוזנה, סיפרה, ואלור, וינסטון, ויואלדי.

זריעה	שריפה	אסיף
I 7.10.12	107 dap 22.1.13	135 dap 19.2.13
II 25.10.12	89 dap 22.1.13	117 dap 19.2.13
III 15.11.12	110 dap 5.3.13	138 dap 2.4.13

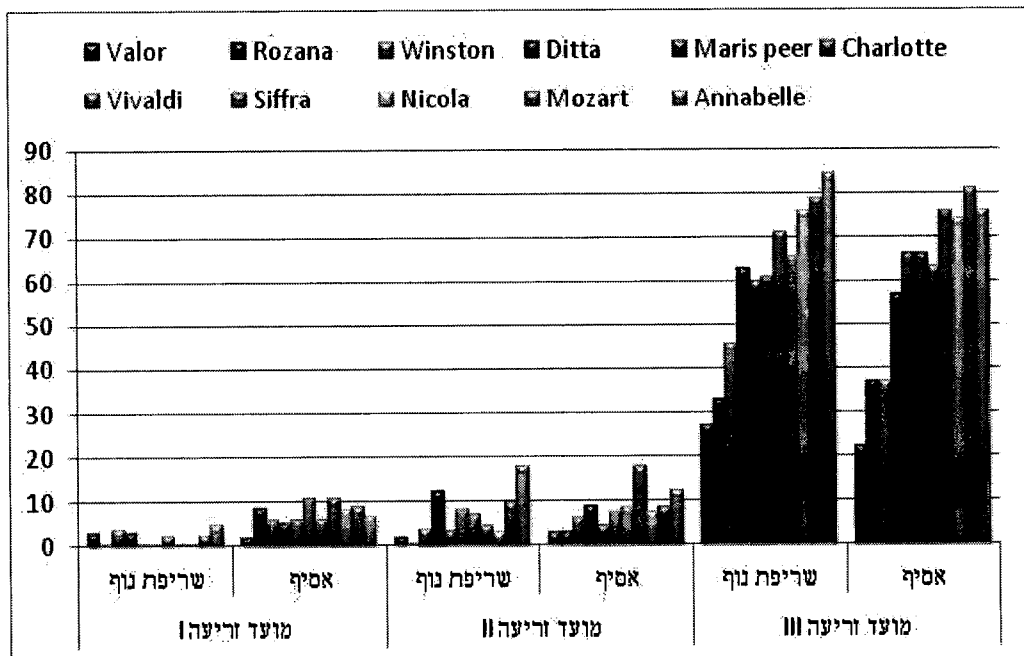
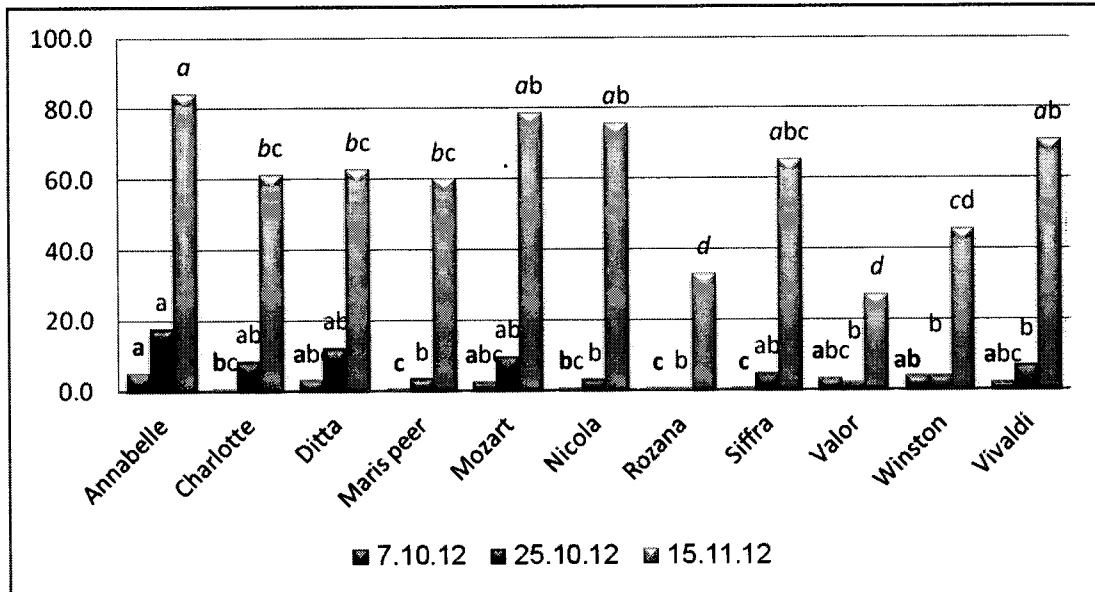
(מועד II רוסס בטעות מוקדם מדי, במועד שריפת נוף של מזרע I)

תוצאות: מועדי הזריעה ורגישות הזנים

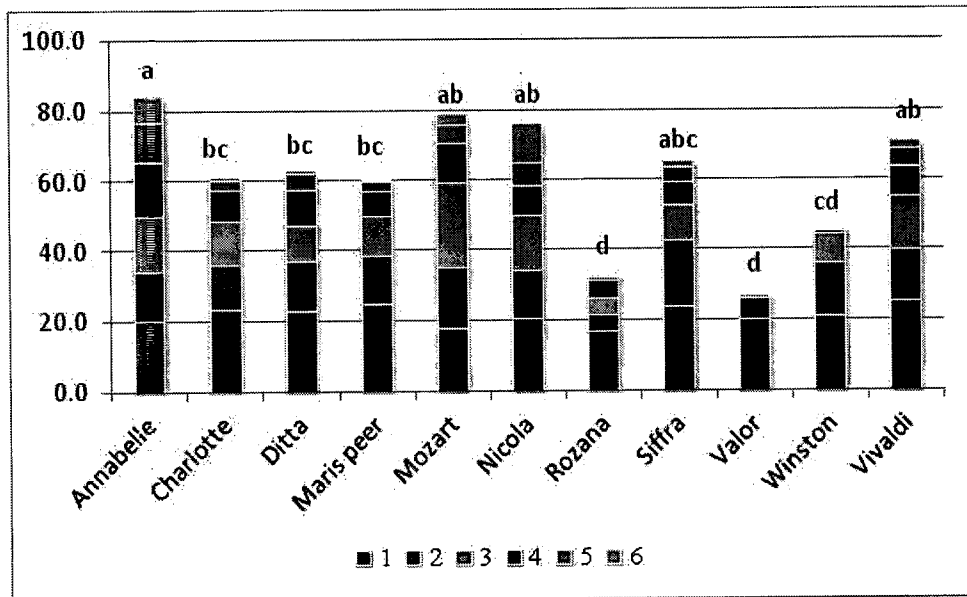
שיעורי הנגיעות בפקעות הבת במזרע הראשון (7.10.12) היו נמוכים מאוד (כ-5%) (איור 5). גם חומרת הנגיעות במזרע זה הייתה נמוכה מאוד (רוב הזנים בדרגה 1 ומעט בדרגה 2) (תוצאות לא מוצגות). במועד הזריעה השני (25.10.12) עלה שיעור הנגיעות והגיע עד 15%. חומרת הנגיעות עלתה מעט, ובזנים מסוימים הגיעה גם לדרגה 4 (תוצאות לא מוצגות). לעומת זאת, במועד הזריעה השלישי (15.11.12) היה שיעור הנגיעות גבוה מאוד והגיע עד ל-80%, וכך גם עלתה חומרת הנגיעות ובמספר זנים הייתה בדרגה הגבוהה ביותר (איור 6). מתוך הנתונים של שיעורי הנגיעות וחומרתה ניתן ללמוד על מידת הרגישות של הזנים שנבחנו. ניתן לסווג את הזנים אנאבל, מוצרט, ניקולא, סיפרה, ויואלדי, שרלוט, מאריס פיר ודיטה בקטגוריה של זנים רגישים מאוד (בסדר רגישות יורד), ואת הזנים וינסטון, רוזנה וואלור בקטגוריה של זנים סבילים.

בבדיקת שורשים של צמחים מהזנים השונים נמצאו עפצים בכל הזנים, ללא הבדלים מובהקים ביניהם, אולם שיעור העפצים היה נמוך (20%-30%) בזנים: וינסטון, ואלור ורוזנה (איור 7).

איור מס' 5: השפעת מועדי זריעה על שיעור נגיעות פקעות בת בגרב אבקי (%) בזנים השונים

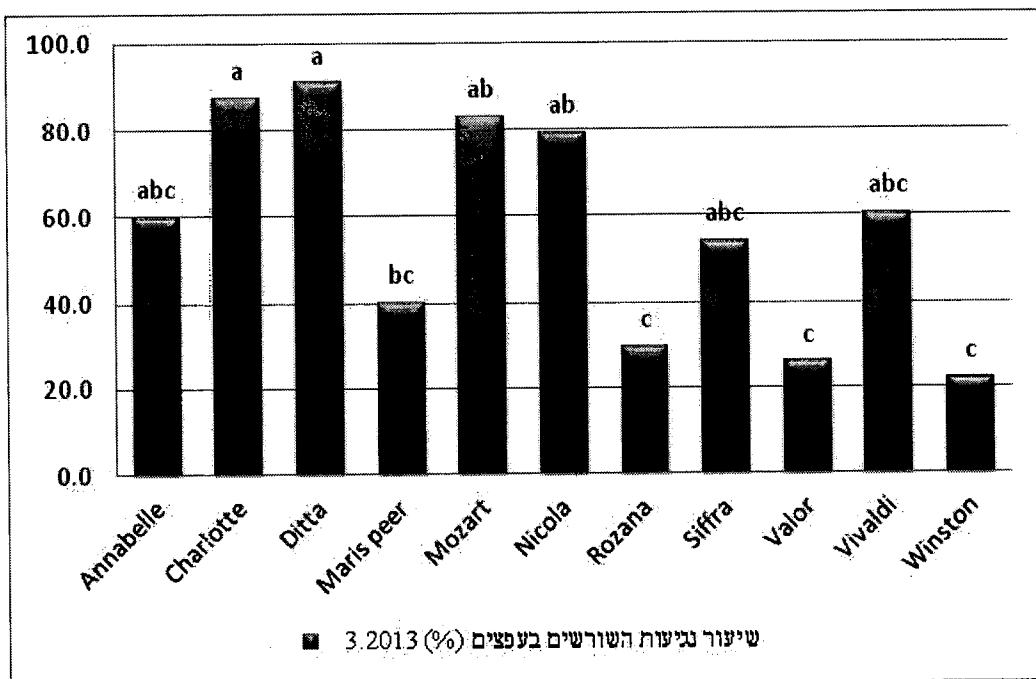


איור מס' 6: חומרת הנגיעות בפקעות בת בזנים השונים (בסולם 0-6) במועד זריעה III
(15.11.12)



איור מס' 7: שיעור נגיעות (%) השורשים בעפצים של גרב אבקי, מועד זריעה III
(15.11.12)

דיגום שורשים נעשה בתאריך 3.3.2013



יעילות של טיפולי זרעים למניעת הפצת המחלה

נבחנו מספר תכשירים במטרה להעריך את יעילותם בהפחתת המחלה הנישאת ע"י הזרעים. הניסוי התבצע בגד"ש חלוצה בחלקה חולית. בדגימות קרקע שנלקחו לבדיקת נגיעות בגרב אבקי נמצאה נגיעות נמוכה מאוד, החלקה חוטאה ב- 60 ליטר אדיגאן סופר בכדי להבטיח כי הקרקע נקיה מגרב אבקי ומקור הנגיעות הינו המידבק הנישא בזרעים. בניסוי נזרעו פקעות מהזן ברוק עם רמת נגיעות של 19% מסה"כ הפקעות. הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי ב- 5 חזרות, כל חזרה שתי ערוגות $5 \times$ מטר. החלקה נזרעה בתאריך 15/11/12 בתוך חלקה מסחרית כשהטיפול בחלקה היה ע"פ הטיפול המשקי, שרפת נוף נעשתה בגיל 110 יום והאסיף 25 יום מאוחר יותר.

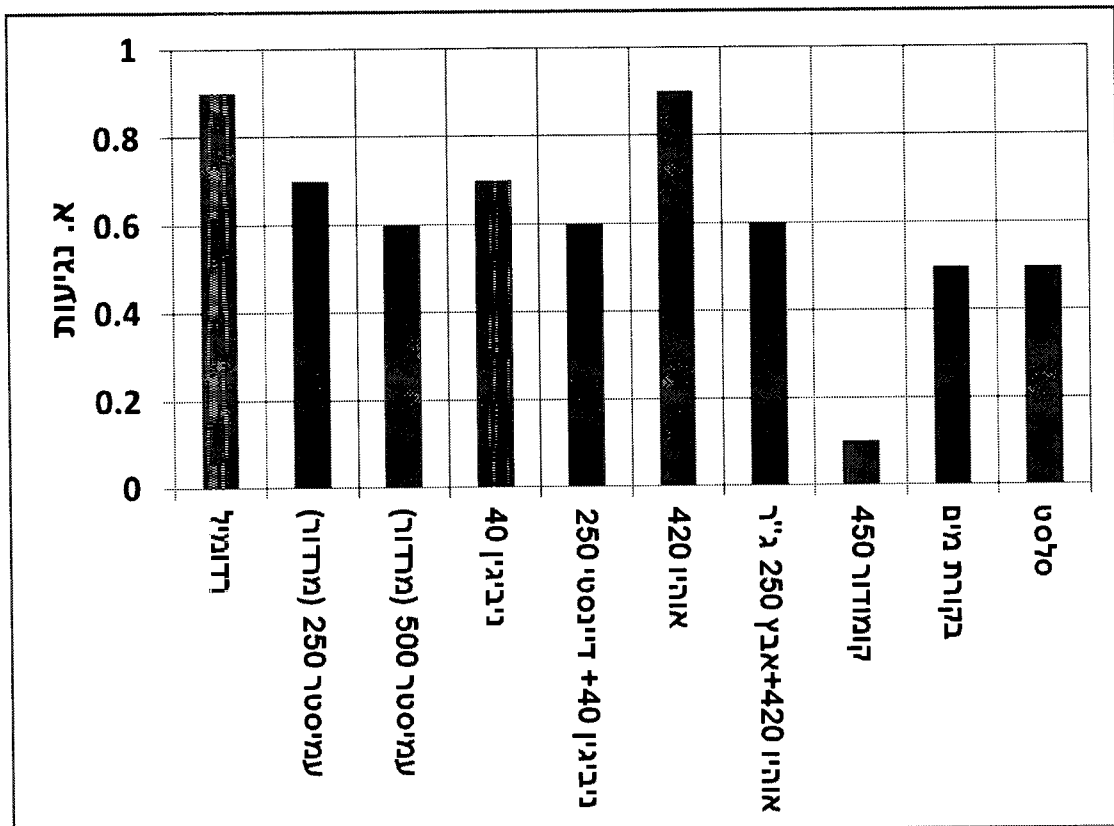
טבלה 2: רשימת הטיפולים

טיפול
רדומיל
מרדור 250 סמ"ק/טון
מרדור 500 סמ"ק/טון
ניביגין 40 סמ"ק/טון
ניביגין 40 סמ"ק/טון + דיינסטי 250 סמ"ק/טון
אוהיו 420 סמ"ק/טון
אוהיו 420 סמ"ק/טון+אבץ 250 ג"ר/טון
קומודור 450 סמ"ק/טון
בקורת מים
סלסט 200 סמ"ק/טון

תוצאות: יעילות טיפולי זרעים

למרות רמת הנגיעות הגבוהה יחסית בזרעים (19%) הנגיעות בגרב אבקי בפקעות הבת היתה בשיעור נמוך מאוד, גם בחלקת ההיקש (איור 8). תוצאות ניסוי זה מחזקות ממצאים קודמים, שכנראה מקור המדבק העיקרי להתפתחות המחלה הנה הנגיעות בקרקע, ומשלא נמצאו תנאי האקלים המתאימים להתפרצות מחלה, גם ברמות נגיעות יחסית גבוהות בזרעים, עדיין קיים סיכוי שרמות הנגיעות בתוצרת יהיו נמוכות.

איור מס' 8: נתוני נגיעות בזרעים בטיפולים השונים



סיכום

מחלת הגרב האבקי בניסויים בעצמונה ובאגיו (בחלקות חוליות) התפרצה באופן קשה, עם שיעורי נגיעות וחומרת מחלה גבוהים. רמת מידבק גבוהה מאד בקרקע (משום כך נבחרה החלקה הזו לניסוי) יחד עם תנאי סביבה מתאימים (לחות וטמפרטורות) יצרו תנאים אופטימליים או אפילו מעודדים להתפתחות המחלה, עד כדי מצב של יבוק פסול לשיווק! תוצאות הניסוי בעצמונה (קרקע נגועה, זרעים נקיים) מצביעות על יעילות של חיטוי קרקע במתאם סודיום ובכלורופיקרין עם חיפוי פלסטיק.

הניסוי באגיו (קרקע נגועה, זרעים נקיים) מצביע על חשיבות מועד הזריעה ורגישות הזנים השונים. בזריעות מוקדמות ניתן להתחמק מנזק פוטנציאלי של המחלה, למרות נגיעות בקרקע. התנאים בזריעות אמצע נובמבר הם אלה המתאימים ואפילו מעודדים את התפתחות המחלה. רגישותם של הזנים השונים נלמדה על רקע של נגיעות גבוהה מאוד. מידע זה מאפשר למגדלים לבחור באופן מושכל את הזנים לזריעות בחלקות השונות, לכוון את מועדי הזריעה ובמידת הצורך להשתמש באפשרות של חיטוי קרקע.

בניסוי בחלוצה (טיפול בזרעים) לא אובחנה נגיעות משמעותית – ממצא זה בהתייחס לתוצאות הניסויים האחרים מלמד שכנראה גורם המדבק העיקרי הנו הנגיעות בקרקע, ומשלא נמצאו תנאי האקלים המתאימים להתפתחות גרב אבקי גם ברמות נגיעות גבוהות יחסית קיים סיכוי שהמחלה לא תתבטא באופן משמעותי.

תוצאות סדרת הניסויים שבוצעו בעונה האחרונה בנוסף לניסיונות אחרים שבוצעו בשנים האחרונות מלמדות על החשיבות הרבה בפיתוח כלי אמין שיאפשר חיזוי רמת הנגיעות בקרקע. כיום אנחנו נמצאים בשלבים מתקדמים של בחינה ומעקב אחר המתאם בין תוצאות בדיקות מעבדה בהן נקבעת רמת הנגיעות בקרקע (באנליזת RT-PCR) לתוצאות בפועל של שיעור הנגיעות בפקעות הבת. במספר רב של בדיקות שבצענו בשנתיים האחרונות נמצא מתאם טוב בין תוצאות בדיקות המעבדה לתוצאות בפועל, אך יש להמשיך ולבדוק את אמינות השיטה לפני תחילת היישום המעשי.

המחקר נעשה במימון המדען הראשי במשרד החקלאות וענף ירקות במועצת הצמחים.

פיתוח שיטה בהתבסס על TaqMan-RT-PCR להערכת נגיעות של הדבקה בוורוס

PVY בפקעות של תפוז"א טרם כניסתם לאחסון בקיץ.

מוגש למועצת הצמחים ענף הירקות

ע"י

1ויקטור גאבה, 1שם פאראקש 2מוחמד זידאן, 2אמה טברובסקי, 3וציון דר,

1מלי פרלסמן, 1יהודית תם, 2אחמד אבו רס, 4ואורי זיג

¹המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, בית דגן.

²השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות.

³שה"מ, משרד החקלאות.

⁴מו"פ יח"מ.

ויקטור גאבה, המחלקה לפתולוגיה של צמחים, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

Victor Gaba, Dept. of Plant Pathology and Weed Research, ARO The Volcani Center,
P.O. Box 6, Bet Dagan. E-mail: ypgaba@volcani.agri.gov.il

June 2013

יוני 2013

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

תקציר

הצגת הבעיה:

יש חשיבות לדעת את רמת הנגיעות בזרעי תפוז"א שגדלים באביב לצורך זריעה בסתיו. היבול בסתיו תלוי ברמת הנגיעות בתחילת העונה. בטכניקה הקיימת, לוקח 6-8 שבועות כדי לגלות את רמת הנגיעות של זרעי תפוז"א. אנו זקוקים לשיטות מהירות, כך שרק איכות טובה של זרעי תפוז"א יאוחסנו בקיץ לצורך זריעה.

מהלך השיטות עבודה:

השיטה שאנו מפתחים ידועה כ- Real Time PCR שהיא גם רגישה וגם מהירה לגילוי נגיעות של וירוסים. בשנה זו בדקנו את השיטה של Agindotan et al. (2007) עם כמה שינויים בהכנת תמיסת ה-RNA לפי הטכניקה של זידאן וחבריו שבדו"ח 2012.

תוצאות עיקריות:

בדקנו 3 חלקות של זרעי תפוז"א שהיו בתרדמה מעונת האביב. בכל שלושת החלקות הייתה התאמה בין הטכניקה החדשה של Real Time PCR לבין הטכניקה הרגילה – בדיקת המשך גידול.

מסקנות והמלצות:

אנו צריכים לנסות לשפר את שיטת ה- Real Time PCR. בשנה הבאה אנו צריכים לבדוק מספר קולונות שונות למיצוי RNA, ושיטה פרמגנטית חדשה להפרדה של RNA ויראלי.

המלצות להמשך:

בשנה הבאה אנו חייבים לבדוק את השיטה על כמה חלקות של תפוז"א מהשדה.

מבוא ותיאור הבעיה

גידול תפוז"א בישראל הוא הגדול בהיקפו בארץ, מסתכם ב- 500,000 טון לעונה על שטח של 160,000 דונם. יצור תפוז"א מבוסס על יבוא של זרעי תפוז"א ממדינות באירופה. כ- 23,000 טונות של פקעות של תפוז"א מיובאים לארץ כמקור נקי מוירוסים לשתילה בעונת האביב. למרות שרמת הסבילות לנגיעות בוורוס (בעיקר מ-PVY) בפקעות המיובאות מאירופה היא מתחת ל 1% אנו מוצאים אי התאמה בין רמת הנגיעות הנמוכה המוצהרת ע"י היבואן לבין רמת הנגיעות בשטח. גידול האביב בארץ מתחיל במרבית האזורים בינואר. וחשוף להדבקה בוירוסים של תפוז"א עד לאסיף באביב. הגידול הסתווי של תפוז"א בארץ מקורו מזרעים שנחשפו להדבקה בחודשי האביב, ולכן במועד גידול זה מתרחשת הדבקה בוירוס PVY באמצעות כנימות העלה המתבטאת בפגיעה קשה ביבול ובאיכות. הפגיעה יכולה לגרום לאובדן יבול עד למחצית היבול. רמת הפגיעה ביבול תלויה בפרמטרים שונים הכוללים גזע של PVY, רגישות הזן, ואוכלוסיית הווקטור. בשל סיבות פיסיוולוגיות של הגידול הנובעות מכניסת הפקעות לתרדמה אין אפשרות להשיג פקעות של תפוז"א חופשיות מוירוס מאירופה לעונת הגידול הסתווי בארץ (ספטמבר-אוקטובר). ולכן חקלאים בארץ מגדלים לעצמם זרעי תפוז"א בעונת האביב. זרעים אלו נאספים ביוני ומאוחסנים בקיץ לצורך שתילה בספטמבר-נובמבר כל שנה. כ- 40,000 טון של זרעי תפוז"א מאוחסנים בתאי קירור מבוקרים של 6°C מעלות ולחות של 95% למשך 3-5 חודשים מהקטיפה עד לשתילה. מאחר ורמת הנגיעות בוורוס של זרעי תפוז"א המאוחסנים אינה ידועה, לכן הנגיעות הגבוהה ממקור הזרעים גורמת לאובדן רב של היבול בגידול הסתווי. נמצא, שבדיקת נגיעות בעלים טרם הוצאת הזרעים באביב לאחסון, אינה אמינה, כך שאין מתאם בין רמת הנגיעות לבין הנזק שמתקבל בעונת הגידול הסתווי (דר. אריה רוזנר מידע אישי). הגישה המקובלת לבחון נגיעות ב-PVY מבוססת על הנבטת חלקי פקעות "Growing-on" (בדיקת המשך גידול) הנמשכת כ-6 שבועות ובדיקת הצימוח החדש בשיטת ה-ELISA. שיטה זו מבוצעת ע"י מוסדות הפיקוח הבין לאומיים (NAK בהולנד, CSL באנגליה ו-SASA בסקוטלנד) בחממות מבוקרות, מוגנות מחרקים, לאפיון נגיעות של זרעים ממקור אירופאי בחודשים אוקטובר-דצמבר. לצורך זיהוי יעיל ואמין של הוירוסים בישראל מפקעות שנאספו בגידול האביבי דרושה בדיקה דומה שתבוצע לאורך הקיץ (יוני-אוגוסט). לצורך כך דרושים תנאי גידול מבוקרים של חממות מותאמות, מקורות ומוגנות בפני חרקים. בשנים האחרונות נעשו מאמצים רבים להחליף את שיטת ההנבטה לזיהוי של הוורוס בזרעי תפוז"א היות שהיא מחייבת מערך מסודר עם עלויות גבוהות. בדיקה ישירה של הזרעים להדבקה ויראלית באמצעות ELISA או RT-PCR נמצאו ברמת דיוק נמוכה למרות הניסיונות הרבים שנעשו ע"י מדענים רבים. לאחרונה פותחה מערכת של Real-Time RT-PCR (Q-RT-PCR) ישירה של פקעות כנגד פתוגנים שונים כולל PVY ע"י הרשויות האירופאיות (NAK, CSL, SASA), ומקומות נוספים בעולם. שיטת ה-Q-RT-PCR היא רגישה פי 1000 מהשיטות האחרות והתוצאות מתקבלות לאחר 5 ימים מהדגימה. פיתוח ניהול בדיקה ישנים של שיטה זו לתנאי הארץ דורש כיוול מדויק של כל מרכיבי המערכת. ראוי לציין, שהשימוש ב-Q-RT-PCR עבור זיהוי פתוגנים שונים נעשה באופן שגרתי במחלקה לפתולוגיה במנהל המחקר החקלאי ובשירותים להגנת הצומח. מאחר וזרעי תפוז"א נאספים מוקדם יותר מאשר הפקעות לאכילה לכן ההחלטה האם להקצות את הפקעות לזרעים או למאכל מתבססת על שיקולים כלכליים ולא תמיד בדרך של תכנון מוקדם. כמוכן, לצורך בדיקת נגיעות דרוש איסוף של זרעים

בשלב מוקדם יחסית טרם שריפת הנוף בשביל לקבל הערכה אמינה של רמת הנגיעות בוירוסים. היכולת לזהות את רמת הנגיעות בשלבים יחסית מוקדמים תאפשר תכנון יעודי של החלקות כך שחלקה שנמצאה עם נגיעות גבוהה גידולה יוארך לצורך מאכל. עלכן לתת חיזוי אמין למצב הנגיעות יש לאמץ את שיטת Q-RT-PCR (המבוססת על סמן פלורוסנטי מסוג TaqMan ספציפי לרצף של PVY) שהיא בעלת רמות רגישות ודיוק גבוהים.

מטרות המחקר

לגלות שיטה של נגיעות כמותית של PVY בקבוצות של זרעי תפוז"א בתרדמה אחרי האסיף באביב.

שיטות וחומרים

- השתמשנו ב 3 שיטות במקביל על מנת למדוד רמת הדבקת וירוסים בפקעות תפוז"א מעונת האביב.
1. בדיקת המשך גידול: בבדיקה זו הנבטנו פקעות בתערובת אדמה בקופסאות נמוכות, השקיה במים ודישון לפי הצורך, בבית רשת או בתא גידול בתנאים מבוקרים. אחרי כ- 6 שבועות מהנביטה אפשר לקחת מהעלים דוגמאות לבדיקת נוכחות PVY בשיטת ELISA ע"י שימוש בנוגדנים מחברת Bioreba. בניסויים הראשונים שאנו מדווחים כאן (טבלה 1 ו- 2), איגדנו 4 דוגמאות בכל קבוצה והשתמשנו בטכניקה סטטיסטית כדי לחשב אחוז נגיעות PVY. אחרי מספר נסיונות, שלא דווחו כאן, לא היינו מרוצים מטכניקה זו ולכן איגדנו 2 דוגמאות מכל צמח לקבלת תוצאות אמינות יותר. (טבלה 3).
 2. Real Time PCR: טכניקה זו השתפרה מהדו"ח הקודם של שנת 2011. מקבוצות של 10 פקעות (2- 3 גר') מיצו RNA, ע"י כתישה ב10 מ"ל בופר כתישה של Bioreba בתוספת חומצה אסקורבית 2%, בשקית כתישה של Bioreba. התערובת הוכנסה לערכת AccuPrep Viral RNA (Bioneer), לקבלת RNA נקי.
- השתמשנו בערכת Fermentas RevertAid First Strand cDNA Synthesis לפי הוראות היצרן. הכנו cDNA מכל דוגמא ע"י שימוש בפריימרים של-oligo(dT)₁₈. הכנו את הגדיל הראשון של CDNA במכשיר PCR בצורה כזו: 5 דקות ב65°C, 60 דקות ב42°C וסיימנו את הראקציה ב5 דקות ב- 70°C. עשינו RT בנפח של 20 µL עם 4 µL של בופר X5 DNT, 100 µM של פריימר OLIGO (DT)₁₈, 200 יחידות של מעכב RNASE ו200 יחידות של RevertAid M-MuLV reverse transcriptase.
- השתמשנו בערכת Fermentas Maxima Probe qPCR Master Mix (2×) לפי הוראות היצרן. בצענו ראקציות ב TIME REAL PCR בנפח 25 µL שמכיל 2.5 µL של CDNA לא מהול, 12.5 µL של Maxima Probe qPCR Master Mix (2×), 0.3 µM forward (5' - GGGTTTAGCGCGTTATGCC - 3') and reverse (5' - TCTTGTGTACTGATGCCACCG - 3') פריימרים ספציפיים לגנים ו- 0.2 µM Taqman Probe (Sigma, St. Louis, USA) (5'/6-FAM/CAGTGAGGGCTAGGGAA-(GCGCACA/BHQ-1/3') Rotor-Gene 6000 thermal נעשה במכשיר REALTIME PCR.

40 C° 95 PCR הייתה 10 דקות ב-95 C° (cycler (Corbett Research, Brisbane, Australia). תכנית ה-

מחזוריים של 15 שניות ב-95 C° ו-60 שניות ב-60 C°.

3. RT-PCR נעשה כמו בדו"ח של זידאן וחבריו (2012).

תוצאות

רמת הנגיעות בכל הזנים ובכל הרגות הייתה נמוכה מאוד. (טבלה מס' 1). קיבלנו לבדיקה 3 זנים של תפוז"א, מהחומר שבטבלה 1, (מריס פיר, רוזנה, בליני) שגדלו בחבל מעון בעונת האביב. כל זן חולק ל-2 קבוצות. קבוצה אחת הנבטנו לבדיקת המשך גידול והחלק השני נבדק לנגיעות ב-PVY בשיטת Real Time PCR (טבלה 2). בשיטת הבדיקה השתמשנו בגדלים שונים של דוגמאות ולכן קשה לעשות השוואה בין התוצאות של שתי הבדיקות. כשאנו לוקחים בחשבון את השוני בין הסטטיסטיקות, שתי שיטות הבדיקה תואמות (טבלה 2). בקבוצות של 4 דוגמאות הדיוק של התוצאות יותר גבוה מעבודה בקבוצות של 10 דוגמאות. הדיוק ב-Real Time PCR הוא גם יותר: 8 דוגמאות נגועות (בקבוצות של 10) מתוך 10 דוגמאות שנבדקו, נותן לנו יחס סטטיסטי של רמת נגיעות 14.9% (תמונה מס' 1). תוצאה קרובה מאוד למה שראינו בבדיקת המשך גידול של זן בליני (טבלה 2). אם מתוך קבוצות של 10 דוגמאות קיבלנו 9 דוגמאות נגועות, זה נותן לנו יחס סטטיסטי של רמת נגיעות 20.6%, לזנים מריס פיר ורוזנה (טבלה 2). זה הגבול לדיוק בטכניקה שלנו ב-Real Time PCR. השיטה לעשות 10 קבוצות של 10 פקעות לא יכול להבדיל בין 20% ל-100%. בכל מקרה רמת נגיעות של 20% היא גבוהה יותר ממה שאנו רוצים לקבל לזרעים בעונת הסתיו.

בדיקות במערכת של RT-PCR הרבה פחות מתאים לתוצאות של בדיקת המשך גידול (טבלה 3).

דיון ומסקנות

מצאנו שיש קשר בין התוצאות של בדיקת Real Time PCR מבוסס על (Agindotan et al. 2007).

עם שיפור של זידאן וחבריו 2012. התוצאות של בדיקה זו אמינה ביחס לתוצאות שקיבלנו בעבר

ושנבדקו בשיטת (Boonham et al 2008).

המלצות להמשך

בשנה הבאה אנו חייבים לבדוק את השיטה על כמה חלקות של תפוז"א מהשדה.

טבלה מס' 1. תוצאות מבדיקת המשך גידול בזרעי תפוז"א מיבוא מאירופה. זרעי תפוז"א נבטו בבית רשת,

ונלקחו עלים לבדיקת נגיעות ב-PVY ב-ELISA בערך 6 שבועות אחרי נביטה.

זן	דרגה	רמת נגיעות PVY (%)
רוזנה	A	0
רוזנה	SE	0
בליני	A	0
בליני	SE	3
מריס פיר	לא ידוע	0

טבלה מס' 2. רמת נגיעות תפוז"א באביב 2013 מאסיף מחבל מעון. קבוצות של פקעות (א) שנבטו בחדר גידול בתנאים מבוקרים ודוגמאות עלים נלקחו לבדיקת נוכחות PVY בשיטת ELISA 6 שבועות אחרי הנביטה, או (ב) פקעות בתרדמה שאוחסנו ב-4 ונבדקו ב- REAL TIME PCR להדבקה ב- PVY.

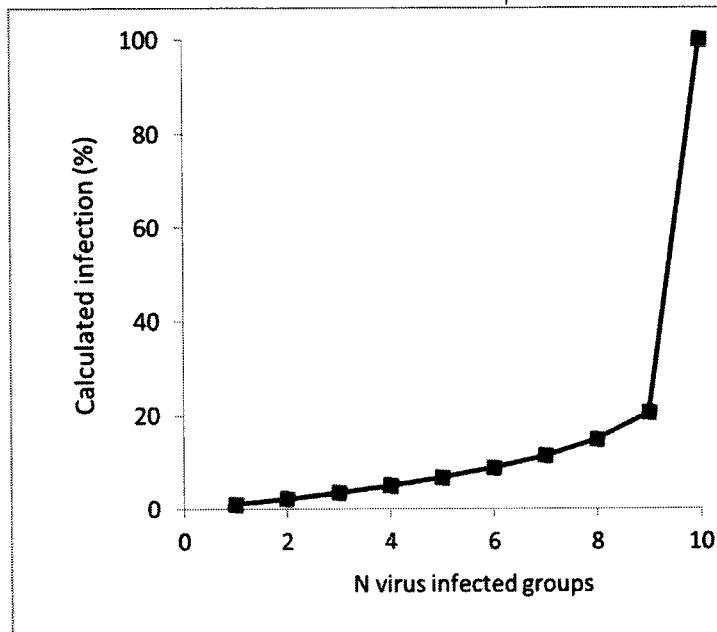
CI range - תחום בתוכו נמצאת בהסתברות מסוימת התוצאה הנכונה (בסטטיסטיקה)

Real Time PCR		בדיקת המשך גידול		זן
CI range	רמת נגיעות (%) PVY	CI range	רמת נגיעות (%) PVY	
8-45	20.6	19-78	45	מריס פיר
6-31	14.9	4-25	11	בליני
8-45	20.6	34-100	100	רוזנה

טבלה מס' 3. רמת נגיעות של תפוז"א בעונת האביב 2013 באסיף מאבן יהודה ע"י מר ציון דר. פקעות (א) שנבטו בחדר גידול בתנאים מבוקרים ודוגמאות עלים נלקחו לבדיקת נוכחות PVY בשיטת ELISA 6 שבועות אחרי הנביטה, או (ב) פקעות בתרדמה שאוחסנו ב-4°C ונבדקו ב- RT-PCR שגרתי להדבקה ב- PVY.

רמת נגיעות (%) PVY		תנאי גידול	דרגה	זן	קבוצה
RT-PCR	בדיקת המשך גידול				
	20	בבית רשת	A	רוזנה	101
	7		SE	רוזנה	102
	34		A	בליני	103
	8		SE	בליני	104
	57	בשדה פתוח	A	רוזנה	105
	32		SE	רוזנה	106
5	91		A	בליני	107
5	50		SE	בליני	108

תמונה מס' 1. סימולציה של הסטטיסטיקה שהשתמשנו במשוואה $Y = \ln(100/100-X)$, מספר הקבוצות הנגועות (מתוך 10 קבוצות) כאשר בכל קבוצה 10 תפוא"א ($N \text{ virus infected groups} = X$) נותן נגיעות מחושבת ($\text{calculated infection } [\%] = Y$). ברמת נגיעות גבוהה קשה להבדיל בתחום של 20%-100% הדבקה.



ספרות

Agindotan et al. (2007) Simultaneous detection of potato viruses, PLRV, PVA, PVX and PVY from dormant potato tubers by TaqMan® real-time RT-PCR. J Virol Meth 142, 1–9.

Boonham et al (2008) Direct detection of plant viruses in potato tubers using real-time PCR. Methods in Molecular Biology 508: 1-10.

זידאן וחבריו. 2012. דו"ח למגדלי תפוא"א.

ייצור זרעי תפוז"א נקיים מוורוסים לעונת הסתיו

השפעת הגנת צמחים על ידי רשתות בגידול זרעי תפוז"א בעונת האביב, ממקור זרעי יבוא בדרגות זרעים שונות, על יכול הפקעות ואיכותן בסתיו העוקב 2012-2013, בזן רוזנה ובליני בוגב ובשרון

צ.דר¹, ו.גאבה², י. תס², מ. פרלסמן²

ג.מהרשק³

- 1 – משרד החקלאות שה"מ אגף הירקות, אגף הגנת הצומח.
- 2 - מנהל המחקר החקלאי - המחלקה לוירולוגיה בית דגן.
- 3-גידולי אגו

תקציר

מבין הגורמים שנבדקו המשפיעים על שיעור הנגיעות בוורוסים בתנאי האביב, על היבול הכללי, ועל יכול הפקעות הסדוקות בעונת הסתיו, נמצא שלגורם ההגנה על ידי רשת וגם גורם דרגת הזרעים תרמו להפחתת הנגיעות של פקעות הבת בוורוסים. השיעור הנמוך ביותר של נגיעות בוורוס התקבל מדרגת הזרעים הגבוהה, שגודל תחת הגנה של רשת בשני הזנים רוזנה ובליני. נמצא שלגורם הגנת הצמחים על ידי רשתות התרומה הרבה והמשמעותית ביותר בהפחתת יכול הפקעות הסדוקות בעונת הסתיו. לגורם דרגת נקיון הזרעים ממקור יבוא יש השפעה בולטת גם בהפחתת הנגיעות אך לא התקבלה השפעה מובהקת על שיעור הפקעות הסדוקות מגורם זה.

מבוא:

זהו ניסוי המשך לבדיקת ייצור זרעים בעונת האביב לעונת הסתיו בזנים בליני ורוזנה שהתקיים בעונות 2010-2011, 2011-2012, ונמשך בעונת 2012-2013, בו נבדקו הגורמים הקובעים את איכות הזרעים בהיבט של מחלות ווירוס. זרעי יבוא מאושרים על פי שלטונות הגנת הצומח בארץ הייצור, מחולקים לקטגוריות על פי דרגת ניקיונם ממחלות ווירוס ומחלות נוספות. מקובל להשתמש בזרעים מאושרים מדרגות A אשר רמת הניקיון לוורוסים המותרת עד 2-1% גם לצורך ייצור זרעים לעונת הסתיו. תקן זרעים בקטגוריות של SE, S, בזרעי יבוא מתיר סבילות בתחום של 0.025% עד 0.05% לוורוסים ואילו לדרגה E הסבילות היא 0.1% עד 0.5%. התקן לדרגות זרעים מקלאס A עד 2% הבדיקות של פקעות הזריעה מבוצעות בשיטת Alisa או בבדיקות PCR.

מטרת הניסוי: המטרה המרכזית של עבודה זו היא לבחון גורמי גידול המונעים או מפחיתים לרמה נמוכה את הנזק ממחלות ווירוס בתהליך גידול חלקות תפוחי אדמה לזרעים באביב. לבחון גידול זרעים מדרגות זרעים שונות של זרעים ממקור יבוא, SE, A, תוך מעקב אחר גידולם באביב תחת הגנה של רשת 50 מש במנהרות עבירות לעומת גידול בשדה הפתוח, ואפשרות לייצר זרעים נקיים יותר מוורוסים לעונת הסתיו. המשך בדיקת הזרעים בסתיו 2012-2013 נעשה בשרון ובאורים.

שיטות וחומריםאביב 2012 נבחנו הגורמים

גורם ראשון – שתי רמות בדרגת זרעי ייבוא: 1.דרגות: A, 2. SE
גורם שני- שתי רמות בהגנת צמחים מפני כנימות עלה-1.הגנה פיזית על ידי רשת 50 מש, 2. ללא הגנה.

בעונת האביב בתאריך 25 לינואר 2012, באבן יהודה, נשתלו פקעות זריעה ממקור צרפתי של הזן רוזנה מדרגות A ודרגה SE, ופקעות זריעה ממקור הולנדי של הזן בליני מדרגות A ודרגה SE. כל הזרעים נשתלו, בשתי מנהרות עבירות מכוסות ברשת לבנה 50 מש. במנהרה אחת נשתלו דרגות A של בליני ורוזנה, ומנהרה שניה נשתלו דרגות SE של בליני, ורוזנה. כל ארבעת הטיפולים שנשתלו תחת הגנה של הרשתות במנהרות העבירות נשתלו בשדה הפתוח ללא הגנה. בגיל 99 ימים, בתאריך 3 למאי 2012 נקטל הנוף בכל הטיפולים בשדה הפתוח וכן בבתי הרשת.

טבלה 1-

מועדי הזריעה, אסיף באבן יהודה ואורים בעונת הסתיו 2012-2013

המקום	מועד זריעה	מועד קטילת נוף	מועד אסיף
אבן יהודה	10-10-12	15-2-13	5-3-13
אורים	31-10-12	17-2-13	6-3-13

לאחר האסיף ב-4 ליוני 2012, הזרעים הוכנסו כמקובל לקירור עד שתילתם בעונת הסתיו בחודש אוקטובר 2012. במהלך אחסון הזרעים בקיץ 2012 נדגמו פקעות לבדיקת ווירוסים מכל הטיפולים לפני שתילתם בסתיו. תוצאות הבדיקות המוצגות כאן בוצעו בעבודה זו ע"י בדיקת עלים מנבטים של הפקעות בשיטת בשיטת ה-Alisa. (ראה תוצאות בטבלה 1).

כל הטיפולים הוצאו מקירור לקראת הזריעה בסתיו 2012-13 ונשתלו בשרון, ובאורים. בשרון הזריעה בוצעה במתכונת של בלוקים באקראי בארבע עד 8 חזרות: ואילו באורים הטיפולים נשתלו במתכונת של תצפית. באסיף נערך מדגם ליבול ולאכיותו. גודל הדגימה גדודית באורך 10 מטר = 10.9 מ"ר לחלקה.

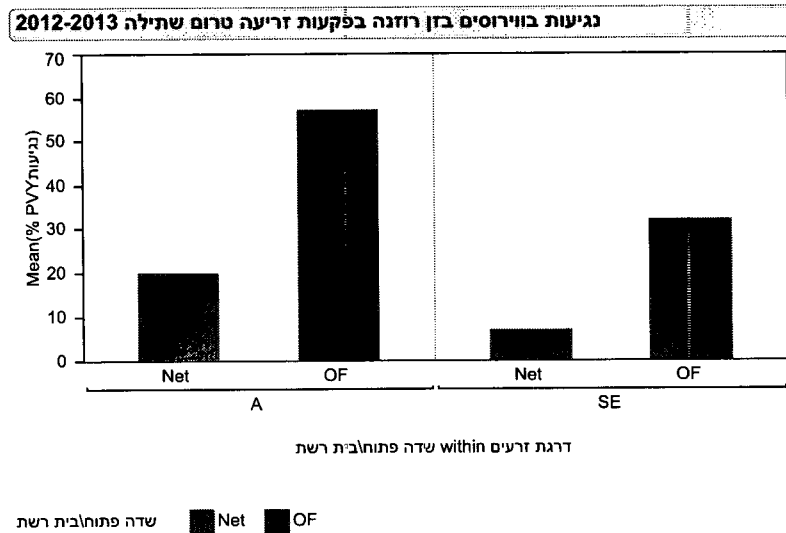
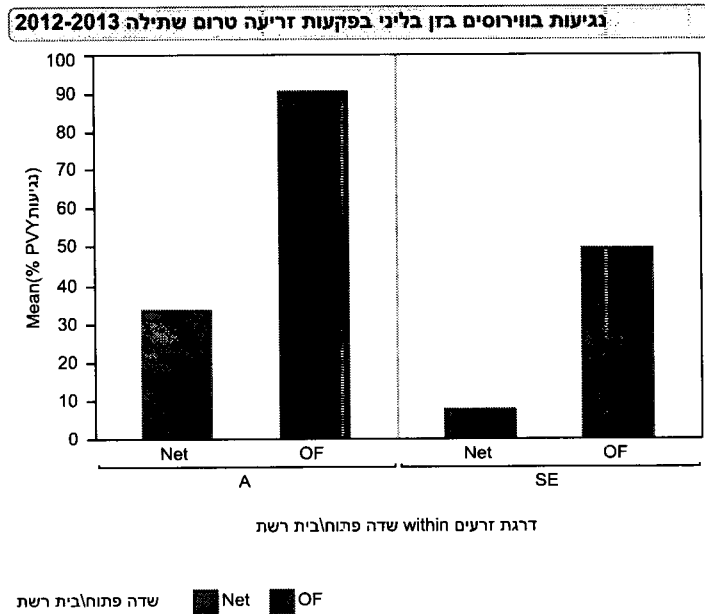
תוצאות

טבלה 2 רמת הנגיעות של פקעות הבת בסוף האביב לאחר גידולם בשדה הפתוח-(% PVY) בית רשת מכוסה 50 מש באבן יהודה, לפני שתילתם בסתיו העוקב, 2012-2013

נגיעות PVY %	נגועים	מספר דגימות	שדה פתוח/בית רשת	דרגת זרעים	הזן	מספר חלקה
20	17	86	Net	A	Rosanna	101
7	6	89	Net	SE	Rosanna	102
34	30	89	Net	A	Bellini	103
8	7	86	Net	SE	Bellini	104
57	25	44	OF	A	Rosanna	105
32	11	44	OF	SE	Rosanna	106
91	29	32	OF	A	Bellini	107
50	16	32	OF	SE	Bellini	108

הפקעות מבית הרשת נאספו, הוכנסו לקירור, ונבדקו במעבדה לנגיעות בוורוסים, כולל כל ארבעת הטיפולים שגדלו בשדה הפתוח ללא הגנה.

ציור 1 – נגיעות בוורוסים בפקעות הבת בון בליני טרום שתילה בהשפעת הגנה על ידי רשת ובהשפעת דרגת הזרעים



ציור 2 – נגיעות בוורוסים בפקעות הבת בון רוזנה טרום שתילה בהשפעת הגנה על ידי רשת ובהשפעת דרגת הזרעים

רמת הנגיעות בוירוסים בפקעות הבת טרום שתילתן:

גם גורם ההגנה על ידי רשת וגם גורם דרגת הזרעים תרמו להפחתת הנגיעות של פקעות

הבת בוירוסים. השיעור הנמוך ביותר של נגיעות בוירוס התקבל מדרגת הזרעים הגבוהה SE

שגודל תחת הגנה של רשת בשני הזנים רוזנה ובלני, לדרגת נגיעות בפקעות הבת בשיעור

של 7-8 אחוזים. זאת לעומת דרגה A המוגן ברשת בה שיעור הנגיעות הגיע ל-20%

ברוזנה ו-34% בזן בלני. גורם השדה הפתוח ללא הגנת צמחים הגביר עוד יותר הנגיעות ל-

91% בזן בלני, ולנגיעות של 50% בדרגה SE

ובזן רוזנה מ-20% ל-57% בדרגה A ומ-7% ל-32% בדרגה SE

שני הגורמים תרמו להפחתת הנגיעות. הגנת הצמחים ברשת תרמה להפחתת הנגיעות

בוירוסים בפקעות הבת בצורה בולטת יותר, בדרגות הנקיות יותר והגבוהות- SE

בדיקות יבול

היבול הכללי לא הושפע במובהק בהשפעת שני הגורמים הנבדקים בזנים בלני ורוזנה :

הגנה על ידי רשת לעומת שדה פתוח, וגורם דרגת הזרעים. תוצאה זו נכונה לאבן יהודה

והן לאורים בעונת הסתיו 2012-2013. משקל היבול עם סדקי גידול בזן רוזנה, היה גבוה

יותר ממקור זרעים שגדלו בשדה הפתוח לעומת הגנה על ידי רשת תוצאה זו נכונה לאבן

יהודה והן לאורים (טבלאות 4-6).

בזן בלני באבן יהודה לא נרשם הבדל בהשפעת שני הגורמים הנבדקים על שיעור הסדקים

בפקעות, לעומת זה באורים בזן בלני משקל הפקעות הסדוקות היה רב יותר בזרעים

שגודלו ללא הגנה בשדה הפתוח (11.6%) וכן יבול הפקעות במקטע הגודל 35-50 מ"מ היה

גדול יותר בהשפעת הגנת הרשת 50 מש. גורם דרגת הזרעים לא השפיע באופן מובהק על

משקל הפקעות הסדוקות בשני הזנים לשני האתרים הנבדקים (טבלאות 3-5).

השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן בליני על היבול ורכיביו

טבלה 3

אורים-אגו סתיו-חורף 2012-2013

גורם הגנה	מספר פקעות	יבול כללי	קטן מ-35 מ"מ	35-50 מ"מ	גדול מ-50 מ"מ	סדוקות	%סדוקות
	למ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
שדה פתוח	45.75	4.76	0.17	1.09 ב	3.49	0.56 א	11.6 א
רשת 50 מש	43.25	4.32	0.16	1.38 א	2.76	0.04 ב	0.8 ב
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	ל.מ.	*	*
גורם דרגת זרעים							
A	44.0	4.3	0.18	1.31	2.80	0.15	3.1
SE	45.0	4.78	0.16	1.15	3.46	0.45	9.3
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
ה"ג	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

* מציין השפעה מובהקת של הגורם למדד הנבדק.

הערה-מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים במובהק- $P=0.05$

השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן רוזנה על היבול ורכיביו
אורים-אגו סתיו-חורף 2012-2013

טבלה 4

גורם הגנה	מספר פקעות	יבול כללי	קטן מ-35 מ"מ	35-50 מ"מ	גדול מ-50 מ"מ	סדוקות	%סדוקות
	למ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
שדה פתוח	42.5	4.87	0.2	0.88 ב	3.77 א	0.3 א	6.37 א
רשת 50 מש	45.7	4.59	0.2	1.15 א	3.23 ב	0.06 ב	1.25 ב
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	*	*	*
גורם דרגת זרעים							
A	44.25	4.6	0.2	0.99	3.47	0.2	4.0
SE	44.0	4.78	0.21	1.04	3.52	0.17	3.6
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
ה"ג	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

* מציין השפעה מובהקת מאד של הגורם למדד הנבדק.

הערה-מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים במובהק- $P=0.05$

טבלה 5
 השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן בליני על היבול ורכיביו-
 אבן יהודה -סתי-חורף 2012-2013

גורם הגנה	יבול כללי	קטן מ- 35מ"מ	35-50מ"מ	גדול מ- 50מ"מ	סדוקות	%סדוקות
	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
שדה פתוח	3.4	0.15	1.49	1.74	0.01	0.5
רשת 50 מש	3.37	0.16	1.55	1.65	0.0	0.0
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
גורם דרגת זרעים						
A	3.24	0.17 א	1.42	1.63	0.01	0.26
SE	3.54	0.13 ב	1.63	1.77	0.009	0.27
מובהקות	ל.מ.	*	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
ה"ג	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	ל.מ.	ל.מ.

* מציין השפעה מובהקת של הגורם למדד הנבדק.

הערה-מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים במובהק- $P=0.05$

טבלה 6
 השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן רוזנה על היבול ורכיביו
 אבן יהודה -סתי-חורף 2012-2013

גורם הגנה	יבול כללי	קטן מ- 35מ"מ	35-50מ"מ	גדול מ- 50מ"מ	סדוקות	%סדוקות
	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
שדה פתוח	3.68	0.2	1.2	2.0	0.27 א	7.6 א
רשת 50 מש	3.39	0.19	1.27	1.75	0.15 ב	4.3 ב
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	*
גורם דרגת זרעים						
A	3.32	0.17	1.32	1.63	0.19	5.6
SE	3.75	0.22	1.16	2.12	0.24	6.4
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
ה"ג	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

* מציין השפעה מובהקת של הגורם למדד הנבדק.

הערה-מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים במובהק- $P=0.05$

טבלה 5 השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן בליני על היבול ורכיביו-
אבן יהודה -סתי-חורף 2012-2013

גורם הגנה	יבול כללי	קטן מ- 35מ"מ	35-50מ"מ	גדול מ- 50מ"מ	סדוקות	%סדוקות
	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
שדה פתוח	3.4	0.15	1.49	1.74	0.01	0.5
רשת 50 מש	3.37	0.16	1.55	1.65	0.0	0.0
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
גורם דרגת זרעים						
A	3.24	0.17 א	1.42	1.63	0.01	0.26
SE	3.54	0.13 ב	1.63	1.77	0.009	0.27
מובהקות	ל.מ.	*	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
ה"ג	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	ל.מ.	ל.מ.

* מציין השפעה מובהקת של הגורם למדד הנבדק.

הערה-מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים במובהק - P=0.05

טבלה 6 השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן רוזנה על היבול ורכיביו
אבן יהודה -סתי-חורף 2012-2013

גורם הגנה	יבול כללי	קטן מ- 35מ"מ	35-50מ"מ	גדול מ- 50מ"מ	סדוקות	%סדוקות
	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
שדה פתוח	3.68	0.2	1.2	2.0	0.27 א	7.6 א
רשת 50 מש	3.39	0.19	1.27	1.75	0.15 ב	4.3 ב
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	*
גורם דרגת זרעים						
A	3.32	0.17	1.32	1.63	0.19	5.6
SE	3.75	0.22	1.16	2.12	0.24	6.4
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
ה"ג	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

* מציין השפעה מובהקת של הגורם למדד הנבדק.

הערה-מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים במובהק - P=0.05

סיכום ומסקנות :

מבין הגורמים שנבדקו המשפיעים על שיעור הנגיעות בוורוסים בתנאי האביב, על היבול הכללי, ועל יכולת הפקעות הסדוקות, נמצא שלגורם הגנת הצמחים על ידי רשתות התרומה הרבה והמשמעותית ביותר, בהפחתת הנגיעות בוורוסים בפקעות הבת ובהפחתת יכולת הפקעות הסדוקות בעונת הסתיו. לגורם דרגת נקיון הזרעים ממקור ייבוא יש השפעה בולטת גם בהפחתת הנגיעות אך לא התקבלה השפעה מובהקת על שיעור הפקעות הסדוקות מגורם זה .

ייצוב קליפה בתפ"א – עבר הווה ועתיד

עידית גינזברג ודני אשל – מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני; אורי זיג – יח"מ

הקדמה

התופעה של חוסר יציבות קליפה (קליפות) בפקעות תפוחי אדמה (תפ"א) מטרידה את הענף מזה מספר שנים. היא כוללת מצבים של חוסר ייצוב קליפה מספק לאחר הקמלת הנוף, התפוררות קליפה בעקבות עקה כלשהי במהלך הגידול, וכן קליפות משנית באחסון. תופעת הקליפות נובעת מקריעה והפרדות של קליפת הפקעת מבשר הפקעת (הקורטקס) וחשיפתו במהלך לחץ מכני, כגון אסיף בקומבין ייעודי. פגיעה בשלמות הקליפה חושפת את הפקעת למחלות ולאיבוד טורגור הנובע מאיבוד מים. בנוסף, קליפת ההגלדה המתפתחת באזור הפציעה, שונה בצבע ובמרקם מהקליפה ה"טבעית" של הפקעת – תופעה הבולטת במיוחד בזנים אדומים. במאמר מוסגר, ניסיון רב שנים הראה כי זנים אדומים רגישים יותר לבעיות קליפה וקליפות והסיבה לכך אינה ברורה עדיין.

תהליך ייצוב הקליפה לאחר הקמלת הנוף הינו איטי ומחייב המתנה של לפחות שלושה שבועות עד לאסיף. במצב זה הפקעות חשופות למזיקי קרקע ולנזקי חום המפחיתים את איכות המוצר. ובנוסף, על המגדל חלות הוצאות גידול שאינן תורמות להגדלת היבול אלא לשימורו. אלא שבשל האסיף והמיון המכניים הפקעות חשופות לנזקי פציעה באם הקליפה אינה מיוצבת, מכאן שבאמצעים הקיימים לא ניתן לדלג על שלב ייצוב הקליפה. מאמר זה סוקר בקצרה את הגישות המחקריות לפתרון הבעיה בעבר ובהווה, ומציע נושאים להמשך מחקר. התכניות מומנו בזמנו ע"י מדען משרד החקלאות ולאחרונה ע"י הנהלת הענף.

פסיולוגיה של ייצוב קליפה

קליפת הפקעת נוצרת משכבת תאים מריסטמטיים המצויים בבסיס הקליפה ונקראים 'פלוגן'. כל עוד הפקעת גדלה, תאי הפלוגן מתחלקים כדי ליצור עוד ועוד קליפה. בשלב זה דפנות תאי הפלוגן דקות, נקרעות בקלות וגורמות להפרדת הקליפה מהפקעת. כאשר הפקעת מפסיקה לגדול, אם בשל הזדקנות הצמח או בשל הקמלת הנוף, תאי הפלוגן נכנסים למצב של "מנוחה", דפנותיהם מתעבות, נוצרים קשרים בין מולקולות הפקטין שבדפנות תאים שכנים, והקליפה "נדבקת" לפקעת. תהליך זה בו הקליפה עוברת ממצב קליף למצב בו אינה ניתנת להפרדה מהפקעת נקרא 'התייצבות קליפה'. לקליפה יציבה ואיכותית חשיבות רבה בשמירת איכות הפקעת לאחר האסיף במניעת החמה, הורקה, צבירת אלקלואידים, הפחתת איבוד מים, עמידות למחלות ועמידות לנזקים מכניים במהלך האסיף, השינוע והאחסון.

עבר

יישום קוטלי נוף בסוף תהליך הגידול משרה את ייצוב הקליפה אולם לעיתים התהליך איטי והפקעות נשורות טמונות בקרקע למשך כשלושה עד חמישה שבועות מיישום הטיפול בהתאם לסוג הקרקע, לחות וטמפרטורת הקרקע, והזן. ההשהיה הממושכת של הפקעות בקרקע מפחיתה את איכותן מאחר והיא מובילה לעלייה בנגיעות במחלות קליפה (כתמי כסף, ריזוקטוניה וקוליטוטריכום) ומאריכה את משך הזמן בו חשופות הפקעות לטמפרטורות קרקע גבוהות הגורמות בנוסף, לירידה באחוז החומר היבש כתוצאה מהגברת תהליכי נשימה. לפני שנים ספורות ערכנו מספר ניסויי שדה בכדי לבחון האם תכשירים ואמצעים שונים להקמלת/הסרת נוף יכולים להשפיע על פעילות התאים יוצרי הקליפה ולקצר את משך ההמתנה לייצוב הקליפה. במהלך מחקר תלת-שנתי נערך מעקב אחר קצב התייצבות הקליפה בזנים 'דזירה' ו'ניקולה' לאחר הרס נוף בגישות של: (א) הסרת נוף מכנית, כגון כיסוח במזמרה או חשיפה קצרה של הנוף לטמפרטורות גבוהות באמצעות 'משלהבת'; (ב) הקמלת נוף כימית עם מספר קוטלי

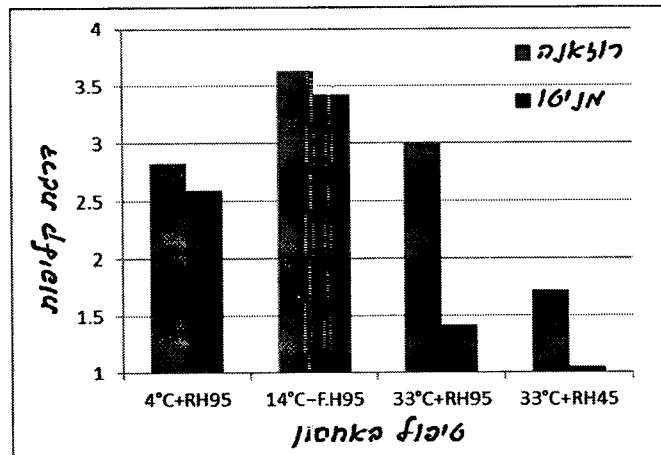
עשבים בעלי מנגנון פעולה שונה, ו- (ג) שילוב של כיסוח חלקי עם חצי מינון של קוטל עשבים. התכשירים שנוסו כללו: רגלון [חומר פעיל Diquat, מעכב הולכת אלקטרוניים בפרוטוסיסטם]; ספוטלייט [fluroxypyr, מעכב סינתזת כלורופיל]; פוריבל [metoxuron, מעכב הולכת אלקטרוניים בפרוטוסיסטם]; ובסטה [glufosinate, מעכב את האנזים glutamine synthetase וכתוצאה נגרמת הרעלת אמוניה בצמח], או שילוב של כיסוח חלקי של הנוף (10 ס"מ מעל פני הקרקע) ויישום מחצית ההתוויה של רגלון. תוצאות המחקר הראו כי לא נמצאה גישה עדיפה המקצרת את משך התייצבות הקליפה, וכי השינויים המשמעותיים שהתקבלו נבעו מהגורם העונתי ומההבדל בין הזנים. מאחר והשהיה ממושכת של הפקעות בקרקע בהמתנה לייצוב קליפה הובילה לפגיעה באיכות הקליפה, הומלץ להמתין בין הקמלת הנוף והאסיף משך זמן שלא יעלה על 21 ימים עבור גידול דזירה באביב ו- 28 ימים עבור ניקולה בחורף.

הווה

לאחרונה נושא ייצוב הקליפה עלה בדחיפות בעקבות בעיות קליפות חמורות בזן רוזאנה. הזן רוזאנה הינו דוגמא לזן אדום הרגיש במיוחד לנזקי קליפה בגידול האביבי: באזורים נרחבים של הקליפה מתפתח לעיתים מרקם מחוספס גס, בגוון חום, במקום המופע האופייני של קליפה אדומה, חלקה ומבריקה. הקליפה אינה יציבה או שהיא מתפוררת וכתוצאה נחשף הקורטקס. התופעה מעניינת במיוחד משום שהמגדלים דיווחו כי בעיות הקליפות מחמירות לאחר שריפת הנוף.

בהתאם, איכות הקליפה וייצובה בזנים ניקולה (זן מודל לזנים לבנים) ורוזאנה נבדקה במועדים שונים משריפת נוף. אולם הגישה המחקרית הינה שונה מזו שבעבר. הפעם נבדק האם ניתן להשלים את תהליך ייצוב הקליפה של פקעות קליפות בתנאי אחסון ולקצר בכך את משך השהיית הפקעות בקרקע, ובנוסף, האם ניתן לזרז את קצב ייצוב הקליפה בתנאי אחסון מסוימים בהשוואה לידוע היום. לפיכך, נערכה השוואה בין פקעות שהושארו בשדה בהמתנה לייצוב קליפה, לפקעות שנאספו לפני התייצבות קליפתן ונשמרו במקביל בתנאי אחסון (20 מ"צ ו- 95% לחות יחסית). התוצאות הראו כי במצבים של התפתחות קליפה פגומה, העברה של הפקעות לתנאי אחסון זרזה את ייצוב הקליפה בהשוואה לתנאי השדה. עבור פקעות שהמתינו בשדה לייצוב קליפה, איכות הקליפה נפגמה והיא התפוררה בהפעלת לחץ מכני. על פי אנליזה היסטולוגית הוצע כי איכות ירודה של הקליפה נובעת מהתפתחות לא תקינה של תאי הקליפה כתוצאה מעקה שמקורה בהשאת הפקעות בשדה. התאים נראים ממוטטים ואין לדפנותיהם את הזהירה הפלורוסנטית האופיינית.

בניסוי נוסף נבחנו תנאי אחסון אחרים לייצוב הקליפה: נבדק קצב ייצוב הקליפה בטמפרטורות של 4, 14 ו- 33 מ"צ ולחות יחסית של 95%, וכן בטמפרטורה של 33 מ"צ ולחות יחסית נמוכה של 45% (תמונה 1). הניסוי נערך עם הזנים רוזאנה ומניטו. תוצאות הראו כי: (א) טמפרטורת אחסון נמוכה מעכבת ייצוב קליפה, (ב) יש הבדל בין הזנים בתגובה לטמפרטורה גבוהה באחסון, (ג) שילוב של טמפרטורה גבוהה ולחות יחסית נמוכה מעודדים ייצוב קליפה; או לחילופין, לחות גבוהה עודדה קליפות.



תמונה 1. ייצוב קליפה ברוזאנה ומניס בעקבות תנאי אחסון שונים של פקעות קליפות. אינדקס קליפות: 1= קליפה יציבה; 5= קליפות מלאה.

עמיד

בבואנו לפתח פרוטוקול מסחרי יש לציין כי לא ניתן לאסוף פקעות מיד לאחר הקמלת הנוף מאחר והן קליפות מאד. טיפולי האחסון יהיו ישימים כאשר ישנה התייצבות קליפה חלקית, ואז המשך התהליך נעשה בתנאים מבוקרי במהלך האחסון. באופן זה תתאפשר הפחתה במשך שהיית הפקעות בקרקע ושמירה על איכות הקליפה.

סקירה כוללת של המחקרים שנערכו מציעה שני כיווני מחקר מקבילים. באחד, המשך כיוול תנאי אחסון בהם ניתן לזרז ייצוב קליפה בהשוואה לתנאי השדה. עד כה ערכנו ניסויים בקנה מידה מצומצם. כאשר יכולו תנאי האחסון האופטימליים, יהיה צורך לבחון אמצעי זה בתנאי אחסון מסחרי.

כיוון מחקר משלים יתמקד בפעילות של התאים יוצרי קליפה ברמה הכימית והאנזימתית, כדי לאפיין תהליכים המעורבים בייצוב קליפה ואת גורמי הגידול המשפיעים עליהם. תנאי אחסון מבוקרים שיזרזו או יעכבו את ייצוב הקליפה ישמשו כמסגרת לכיוון מחקרי זה. השילוב של שתי הגישות הנ"ל יאפשר ללמוד על מנגנון ייצוב הקליפה ויסייע לפתח גישות מושכלות לקיצור משך ההמתנה לאסיף הפקעות.

דוח ראשון לתכנית מחקר מספר 855-0074-11

פיתוח ממשקים משמרי קרקע מים וסביבה עבור גידול תפוחי אדמה באזור השרון

Developing soil water and environment conservation management practices for growing potatoes in the Sharon region

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף משאבי קרקע ומים

ע"י

- גיל אשל- תחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות (eshelgil@gmail.com)
- רועי אגוזי- תחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות
- ברוך רובין ויעקב גולדוסר - הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית
- ציון דר – אגף הירקות, שה"מ.
- פינחס פין- המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי
- יוסי קשתי ויצחק שגיא - המכון להנדסה חקלאית, המינהל המחקר חקלאי
- יונתן אברהמס- האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
- דפנה דיסני- בית הספר לכלכלה, אוניברסיטת תל אביב

תקציר

מטרת המחקר לבחון פתרונות לשימור קרקע ומים מבוססי גידולי כיסוי (ג"כ) לגידולי שורה ללא פגיעה ברווחיות הגידול ואיכותו. בשנה זו נערך ניסוי שדה במושב משמרת ובו נבחנו שני ג"כ (חטפון, ושיבולת שועל (ש"ש)) בהשוואה לשני סוגי חלקות ביקורת: ערוגות חשופות וגדודיות חשופות. כשלושה ימים לאחר זריעת תפ"א היה אירוע גשם חריג של יותר מ-220 מ"מ גשם ב-4 ימים ובממשקים שכללו גידולי כיסוי כמעט ולא היו נזקי סחף קרקע. בעזרת חיפוי צמחי הצלחנו לשמור על יכולת החידור של הקרקע ובהתאם להקטין את הנגר וסחף קרקע. הש"ש היה גידול הכיסוי הטוב ביותר והפחית את מספרי, מיני ומסת העשבים הרעים לעומת החיטפון וטיפול הביקורת.

ביבול תפ"א לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים, עם יתרון קטן לחיפוי בש"ש. השנה נצפתה כמות גדולה של רגבי אדמה במהלך איסוף היבול בקומביין. ולדברי המגדל רגבים אלו הכבידו במיון בבית אריזה, ואף נצפתה פגיעה באיכות היבול. בשנה הבאה נעקוב אחרי בעייה זו ביותר שומת לב כדי לבדוק מה מקור הבעייה ודרך להתמודד איתה.

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים בשלב זה המלצות לחקלאים

*חתימת המחקר

מבוא

בגידולי שורה חורפיים כמו תפוז"א, רגישות הקרקע לסחף גדולה מאוד מכיוון ש: (1) העיבודים הרבים גורמים להרס מבנה הקרקע וחמצון מואץ של חומר אורגני; (2) מבנה הערוגות יוצר ריכוז נגר בנתיבי זרימה; (3) פני השטח המתוחמים של הערוגות חסרי כל מבנה ובעלי אוגר זניח. בעיית סחיפת הקרקעות הקשה באזור השרון בגידולי שורה בכלל, ובתפוז"א בפרט, זוהתה זה מכבר, ומחקרים שונים הציגו פתרונות לבעיה המבוססים על בניית סכרונים בתלמים (שיטות פיזיקאליות) ושימוש במייצבי קרקע (שיטות כימיות), אך פתרונות אלו לא הצלחו להיכנס לממשק החקלאי מסיבות אגרוטכניות וכלכליות.

לשם גידול תפוז"א אביביים (זריעת ינואר-פברואר) בשרון, רוב החקלאים מעבדים ומכינים את הקרקע כבר באוקטובר, מכינים ערוגות זריעה (ברוחב 1.93 מ'), ושומרים את הקרקע חשופה עד לזריעה. ממשק זה מקטין את חדירות הקרקע למים ומגדיל באופן ניכר שיעורי סחף הקרקע, כך שלעיתים קרובות החקלאים צריכים להכין ולתקן את הערוגות ו/או הגדודיות פעם נוספת (או יותר) בעונה, הן לפני הזריעה והן במהלך עונת הגידול להצנעת פקעות שנחשפו. מעבר לנזק הישיר שנגרם לחקלאי, הקרקע הנסחפת סותמת את מערכות הניקוז ויוצרת הצפות ונזקים עקיפים נוספים לסביבה. בנוסף, ג"כ ידועים כממשק ידידותי להדברת עשבים. בממשק זה הדברת העשבים מושגת על ידי תחרות, הצללה ואללופטיה של ג"כ על נבטי העשבים הרעים.

מטרות המחקר: המטרה המרכזית של המחקר היא לבחון פתרונות לשימור קרקע ומים מבוססי ג"כ לגידולי שורה ללא פגיעה ביבול, באיכותו וברווחיותו. המטרות הפרטניות הן:

1. פיתוח הממשק החקלאי של גידול תפוז"א בתוך שאריות ג"כ (לא מוצנע) או בעקבות ג"כ (מוצנע) תוך כדי מעקב אחר קצב גידול הפקעות, משק המים (צריכה, תכולת רטיבות הקרקע), תכולת חומרי הזנה, מזיקים ומחלות.

2. אפיון כמותי של כמויות והרכב הנגר וסחף הקרקע בטיפולים השונים במהלך עונת הגשמים (במהלך גידול ג"כ, לפני ואחרי זריעת תפוז"א) ורגישות פני הקרקע לסידוק לאחר ייבוש נוף תפוז"א.

3. אופטימיזציה של ג"כ בתחילת עונת הגשמים, מבחינת שימור קרקע, דיכוי עשבים רעים, עיבוד ממשק הרטיבות וחומרי הזנה בקרקע, השתלבות מיטבית עם הזריעה, הגידול, והאיסוף של תפוז"א.

4. פיתוח והתאמת מזרעת תפוז"א לתנאי אי-פליחה כולל בחינת פולחים ומנגנון הכיסוי.

5. בחינת ממשק גידולי כיסוי על הדברת עשבים רעים כחלופה לממשק הקיים המבוסס על מתן קוטלי עשבים.

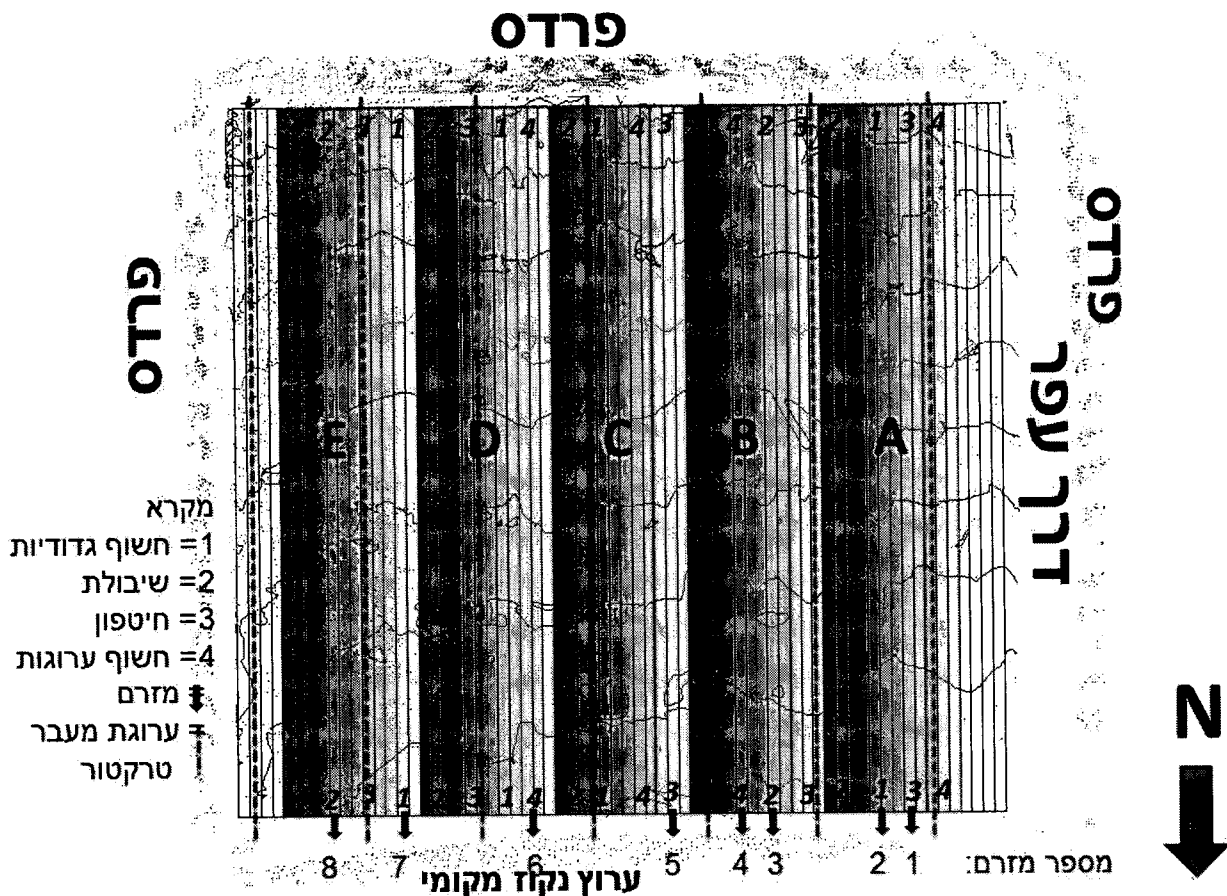
6. הערכת עלות-תועלת כלכלית ביחס לטיפולים שיבחנו, בכלל זה עלויות ותועלות ישירות ועקיפות, הנובעות משינויים במערכת האגרונומית והסביבתית.

פירוט עיקרי הפעילות בשנת הדו"ח

- **הקמת חלקות המחקר:** חלקת המחקר הוקמו בקרקע חמרה בקרבת מושב משמרת שבשרון. הניסוי תוכנן במבנה של בלוקים באקראי, ארבע טיפולים בחמישה בלוקים

סה"כ 20 חלקות. כל חלקה כללה 3 ערוגות באורך של 100 מטר, מכאן ששטח כל חלקה היה כ- 600 מ"ר, ועבור כל טיפול – 3,000 מ"ר (איור 1). לצורך המחקר בחרנו חלקה עם שיפוע אחיד ולצורך תכנון הניסוי ערכנו סקר טופוגרפי וסקר קרקע (מפורט בהמשך).

- זריעת גידולי הכיסוי: גידולי הכיסוי נזרעו ב - 23 לחודש ספטמבר באמצעות דריל אי פליחה של Great Plains ברוחב 2 מ' שהושאל מאהרון ימיני ושהותאם לזריעה על פני שטח בעלי מפלסים שונים (ערוגה ופסי דריכת הטרקטור) כפי שתואר בדוח הראשון. כל חלקה כללה שלוש ערוגות באורך 100 מטר. הרכב הטיפולים: חיטפון, שיבולת שועל (ש"ש), בעומדי זריעה של 8.0, 7.5 ק"ג לדונם בהתאמה. כן נכללו שני טיפולי ביקורת: ערוגות, וגדודיות חשופות.



איור 1: מפה של הטיפולים בשנת המחקר השנייה: מספרים 1-4 מצגים את הטיפול (1-חשוף גדודיות; 2-ש"ש; 3-חיטפון; 4-ערוגות חשוף), האותיות A-E מייצגות את שם הבלוק.

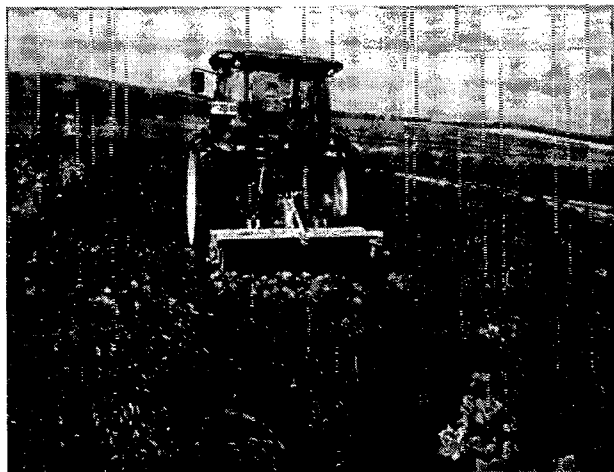
- סקר טופוגרפי: לשם בחירת חלקת המחקר ערכנו סיור שבסופו בחרנו חלקה עם שיפועים אחידים באופן יחסי. לצורך הגדרת חלקות הניסוי נערך סקר טופוגרפי

מפורט באמצעות סורק ליזר קרקעי (Scan Station C10, Leica LTD) שממנו הופקה מפת שיפועים ברזולוציה של 1 ס"מ של החלקה והדרכים הגובלות בה. על בסיס מפה זו חילקנו את השטח ל- 5 בלוקים שכל אחד כלל את ארבעת הטיפולים. כמו כן תוכננה ובוצעה סוללה שבצידה תעלה על מנת להרחיק נגר וסחף היוצאים מהפרדס במעלה החלקה בצד הדרומי (איור 1).

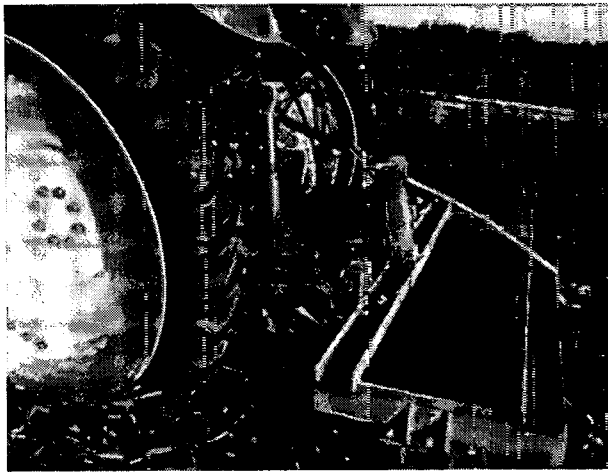
- **מידות גשם** : מדידות הגשם התבססו על מד גשם רושם מסוג כסלה שהותקן בשולי החלקה ולגיבוי בסמיכות לכסלה הותקן גם מד גשם זעיר. ראוי לציין שבקרבת החלקה (כקילומטר וחצי צפונית מזרחית) ישנה תחנה מטאורולוגית של משרד החקלאות ששמשה לגיבוי (תל מונד/מחוז מרכז (<http://www.meteo.co.il/>)).
- **מידות נגר** : בחודש אוקטובר 2012 התקנו שמונה מזרמים מסוג HS (שניים בכל טיפול) שנבנו על פי המודל שפותח בזמנו ע"י US Soil Conservation Service. בראש כל מזרם הותקן מד מפלס אולטרא-סוני (Ultrasonic Distance Sensor P43-F4Y-2D-1D0- 330E PIL-Sensoren GmbH, Germany) בחתך הקריטי (30 ס"מ מסף הגלישה) ברמת דיוק של 1 מ"מ. המפלס נרשם באוגר נתונים (HOB0-U12, Onset Computer Corporation, USA) כל 15 שניות.
- **מידות קצבי סחף קרקע** : קצבי סחף הקרקע היוצא מהטיפולים נקבע ע"י מדידה נפחית של כמות הסחף שפינינו בדליים מאגן ההשקטה שלפני המזרם לאחר כל סופת גשמים. על מנת להפוך את נפח הסחף לעובי נגר חולק נפח הנגר בשטח החלקה התורמת. חשוב לציין כי הקצבים הם בהערכה בחסר, כמות הסדימנטים שיצאו כחומר מרחף עם הנגר לא נמדדה.
- **מעקב צמחי כיסוי ועשבים רעים** : נערך מעקב כמותי (ספירות עשבים) ואיכותי (מיון טקסונומי) אחר רמת השיבוש בעשבים רעים ואחר גידול והתפתחות ג"כ מספר פעמים במהלך התקופה עד הצאת התפוא"א ובמהלך גידול התפוא"א. ספירות העשבים וזיהויים וכן עומד ג"כ בוצעו ע"י הנחת חישוק בשטח של 0.25m^2 וספירת העשבים וג"כ בתוך החישוק פעמיים בכל חלקה. ב- 28.12.2011 התבצע דיגום ביומסה של גידולי הכיסוי ע"י חיתוך צמחי הכיסוי בגובה הקרקע בשטח החישוק המוזכר למעלה. נקבע המשקל הירוק של הצמחים ולאחר יבוש בתנור ב- 60° למשך 5 ימים ונקבע משקלם היבש.
- **השכבת והמתת גידולי הכיסוי** : השנה ניסינו להשכיב את גידול הכיסוי בעזרת מעגלה שלרוחבה רותכו רצועות ברזל אשר תפקידה להשכיב תוך כדי שבירה רציפה של גבעול גידול הכיסוי (איור 2). השכבת הגידול נערכה ב- 17/12/2012 ויממה לאחר השטח הניסוי רושם בגלייפוסט+קרפנטרזון (גלייפורורה - 360 ג"ל/ גלייפוסט+ 5 ג"ל/ קרפנטרזון) במינון 300 סמ"ק לדונם ע"י מרסס משקי כדי למנוע מגידולי הכיסוי להתחדש. ב- 1.1.2013 נזרעו תפוא"א מזן מונדיאל, לאחר שיום קודם חלקות הביקורת בלבד עברו תיחוח כמו בממשק רגיל של גידול תפוא"א. נסיון זריעה ראשון לתוך הקש של גידולי הכיסוי נכשל מכיוון שהדיסקים של המזרעה לא הצליחו לחתוך את

הגבעולים והפולחים נסתמו ולכן היה צורך לכסח את גידולי הכיסוי כנגד כיוון ההשכבה של המעגלה ורק אז ניתן היה לזרוע.

ב.



א.



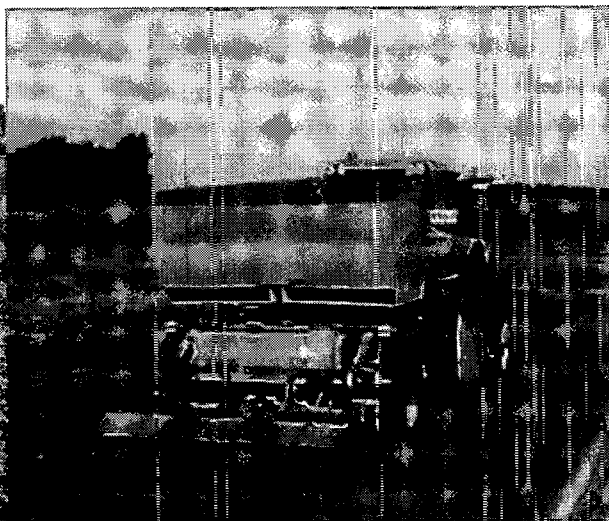
איור 2: מהלך רשכת גידול הכיסוי עם מעגלה ייעודית: א. מראה צד של המעגלה, ב. מראה כללי מאחור

- **זריעת תפוז"א:** כל חלקות הביקורת תוחחו ב 31/12/2012 ויום למחרת (ב- 1/1/2013) נזרעה הביקורת המשקית בגדודיות (איור 3א). יומיים מאוחר יותר, נזרעו שאר החלקות במזרעה אשר הסבנו במיוחד עבור מחקר זה (איור 3ב). כל חלקות הניסוי כולל חלקות הביקורת נזרעו בתפוחי האדמה מזן מונדיאל (פקעות בגודל 35-45 מ"מ) שעברו חיטוי באוויר.

ב.



א.



איור 3: מהלך זריעת תפוז"א: א. זריעה משקית בגדודיות, ב. זריעה בערוגות מזרעת "אי פליחה" לתוך השלף.

פעולות נוספות: חלקות הביקורת בגדודיות תוללו פעמים לארר הזריעה (24/1/2013 ו- 11/2/2013). ושלושה שבועות לאחר הזריעה רוסס שטח הניסוי במונעי ההצצה

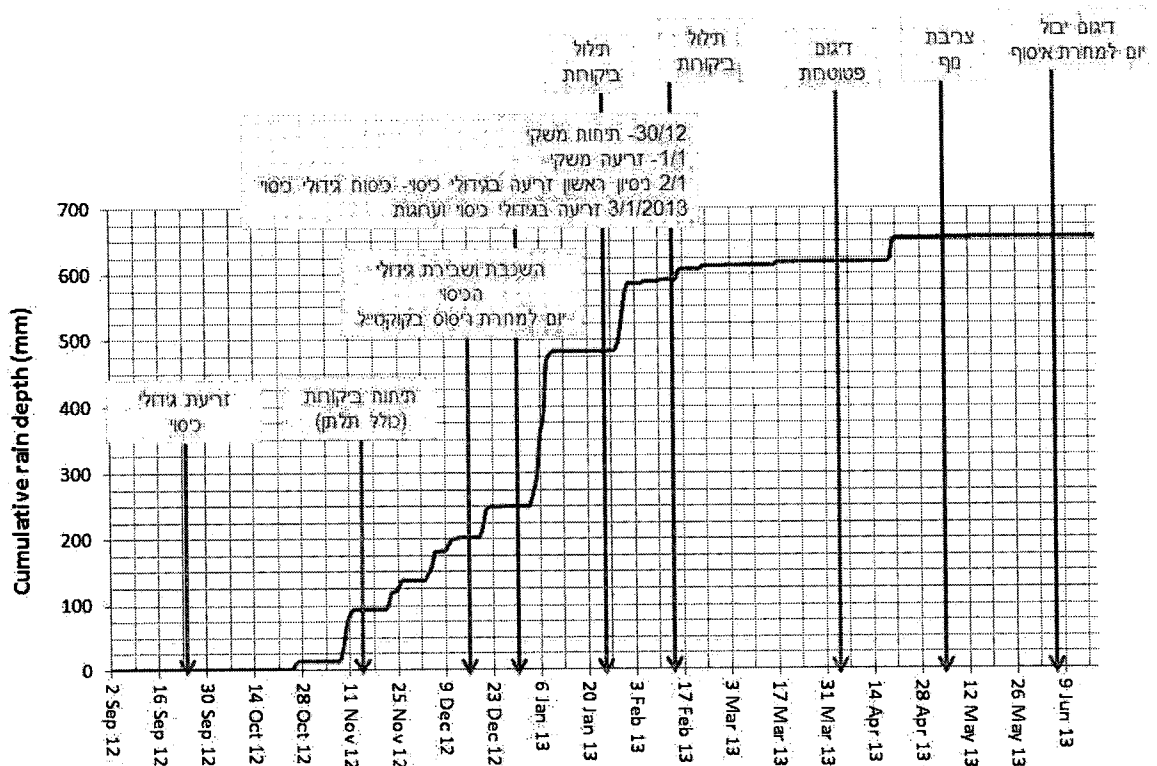
מטריבוזין (סנקור גר 70% ג'ד' + (לינורקס אר 50% 100 ג'ד'. בסוף ינואר נעשה עישוב ידני של צמחי חלמית מצויה (*Malva nicaeensis*) וענבי שועל (*Solanum nigrum*) ששרדו את הריסוסים, המעגלה והכיסוח. ב- 13.2, התבצע ריסוס בקלטודים (סלקט סופר תמ 116 ג'ל'י) 70 ג'ד' ע"י מרסס גב כנגד ספיח החיטפון.

- בתאריך 4/4/2012 ערכנו דיגום פטוטרות לבדיקת מחסור בחומרי הזנה. לאחר 120 ימים מזריעה, בתאריך 6/5/2013 נוף תפוא"א הומת בעזרת דיאקווט (במינון 500 סמ"ק/ד'. בתאריך 6/6/2013 ערכנו דיגום יבול באמצעות איסוף ידני של 2 השורות לאורך 2.5 מטר ערוגה בערוגה המרכזית של כל חלקה. לאחר האיסוף היבול מוין ונשקל לפי 3 גדלים (35, < 50-35, > 50 מ"מ). התוצאות נותחו באמצעות התוכנה הסטטיסטית JMP ver 8.0.

- איסוף יבול תפוא"א: בתאריך 7/6/2013 יבול כל החלקות נאסף באמצעות קומבין תפוא"א חד שורתי תוצרת Grimme שהותאם במיוחד לניסוי זה לאיסוף יבול מערוגות במקום מגדודיות (בדומה לשנה ראשונה) ובביקורות על גדודיות בקומבין זהה שלא עבר הסבה.

פרוט עיקרי תוצאות בשנת הדווח:

אפיון הגשם: שנה זו היתה גשומה מעל הממוצע לאזור וסה"כ נמדדו 667 מ"מ גשם בחלקת הניסוי. הממטרים החלו בשנה זו בסוף חודש אוקטובר, ועד אמצע חודש דצמבר ירדו כ 270 מ"מ שהתפרסו באופן אחיד על תקופה זו. בתחילת חודש ינואר, כיום לאחר סיום זריעת תפוא"א היתה סופת גשמים שהתמשכה כ ארבעה ימים של 220 מ"מ. בסוף חודש ינואר היתה עוד סופת גשמים משמעותית של עוד 100 מ"מ גשם. חודש פברואר ומרץ היו יבשים יחסית כ-50 ו-5 מ"מ בהתאמה. והסופה האחרונה היתה באמצע חודש אפריל כ 36 מ"מ.



איור 4: הגשם המצטבר כפי שנמדד בחלקת בניסוי ומהלך הפעולות האגרונומיות שנערכו בחלקת הניסוי.

השפעת הטיפולים על הנגר וסחרף:

בחינה מעמיקה של הסופה המשמעותית ביותר בניסוי בין ה-4 ל-8 לחודש ינואר מצביעה על מספר תוצאות מאוד מעניינות. חשוב לציין כי שני הטיפולים של קרקע החשופה (גדודית וערוגה) תוחחו לפני הסופה לצורך זריעת תפוז"א, זאת אומרת שלא היה איטום פיזיקאלי בתחילת הסופה.

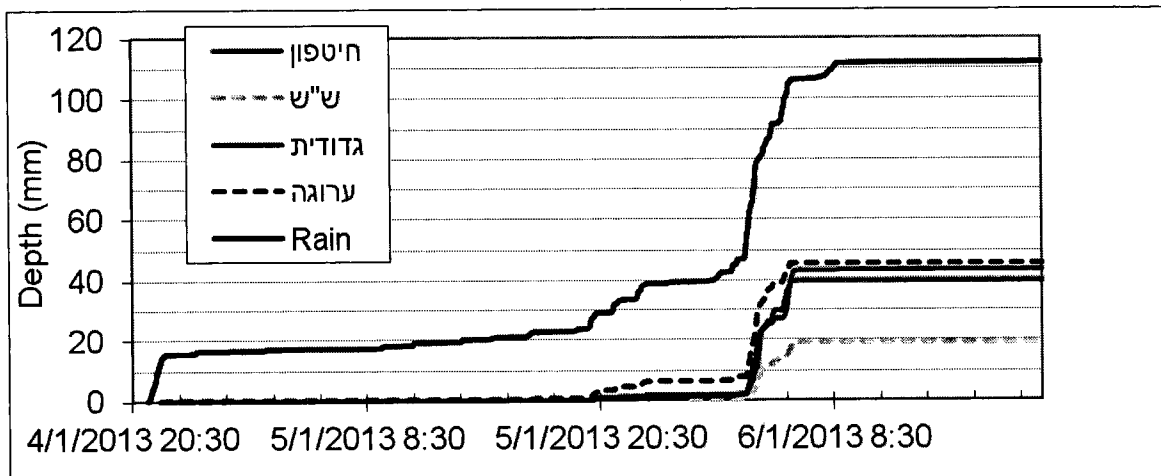
בחלקה הראשון של הסופה הערוגות התחילו ליצר נגר אחרי 20 מ"מ גשם. ואילו הגדודיות רק לאחר 30 מ"מ. הטיפולים עם החיפוי הצמחי התחילו ליצר נגר רק אחרי 45 מ"מ, כאשר הסופה התחילה להיות מאוד עוצמתית וירדו כ-64 מ"מ במשך שעתיים וחצי. בקטע זה של הסופה, עובי הנגר שיצא מהטיפולים השונים היא 38, 35, 43 ו-19 מ"מ עבור ערוגה, גדודית, חיטפון וש"ש בהתאמה (איור 5א).

במשך היומיים הבאים ירדו עוד 32 מ"מ בעוצמות נמוכות, ולמעשה בכל הטיפולים כמעט ולא נמדד נגר.

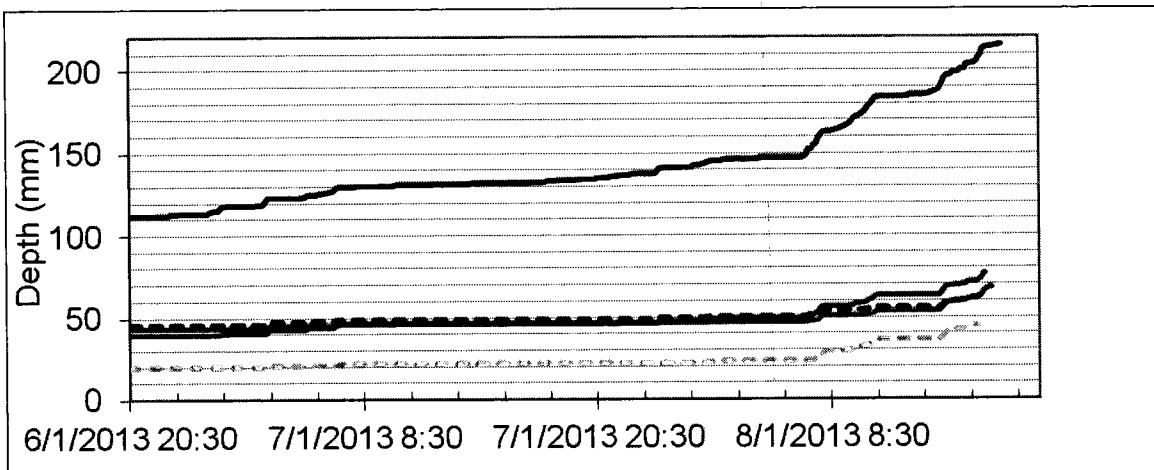
החלק השני של הסופה שיצר נגר היה בבוקר ה-8 לינואר, שבו ירדו שוב 66 מ"מ בכ-10 שעות (עוצמה קטנה פי חמש מהחלק הראשון של הסופה) ובשלב זה עובי הנגר שנמדד הוא 15, 22, 16, 15 מ"מ עבור ערוגה, גדודית, חיטפון וש"ש בהתאמה (איור 5ב).

ההבדל בסחיפת הקרקע בסופה של תחילת חודש ינואר היו מאוד בולטים. בעוד שבטיפולים של קרקע חשופה נשארו סימני סחיפה והתערצות בולטים ואגני ההשקטה

התמלאו כולם בסחף (איור 6א), בטיפולים עם חיפוי צמחי כמעט ולא נראו סימני סחיפה בשורות ובאגני ההשקטה שלפני המזרם כמעט ולא הצטבר סחף קרקע (איור 6ב). גם בכמות הסחף המצטברת נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים של קרקע חשופה (גדודית וערוגה) שבהם מדדנו סחף מצטבר מהחלקה בעובי 3.5 ו 4.5 מ"מ בהתאמה. בשני הטיפולים עם גול כיסוי עובי הסחף היה קטן בסדר גודל 0.1 ו- 0.3 מ"מ עבור ש"ש וחיטפון בהתאמה (איור 7).



ב.



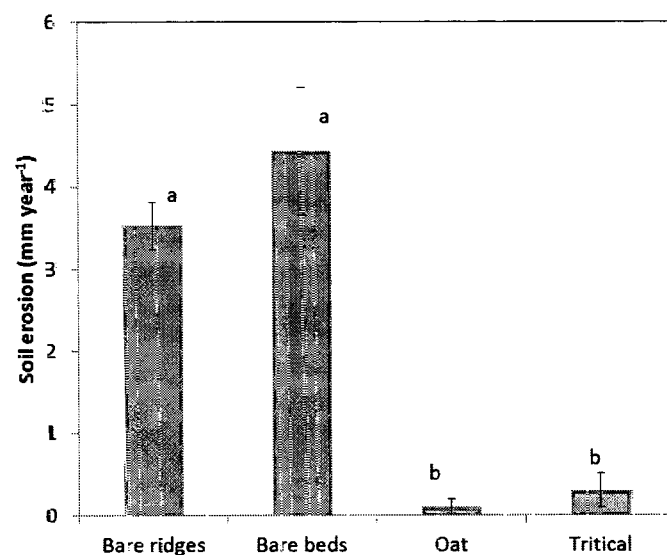
איור 5: עובי הגשם והנגר המצטבר בארבעת הטיפולים בסופת הגשם שבין 4-8 לחודש ינואר, הסופה המשמעותית ביותר בשנת הגשמים בשנת המחקר. לצורך נוחיות הסופה חולקה לשני חלקים א-ב.

א.

ב.



איור 6: מראה הטיפולים לאחר סופת גשם של 220 מ"מ מספר ימים לאחר הוריעה: א. בקורת ערוגות חשופות. ב. טיפול של ש"ש (אין כמעט סמני סחף קרקע).

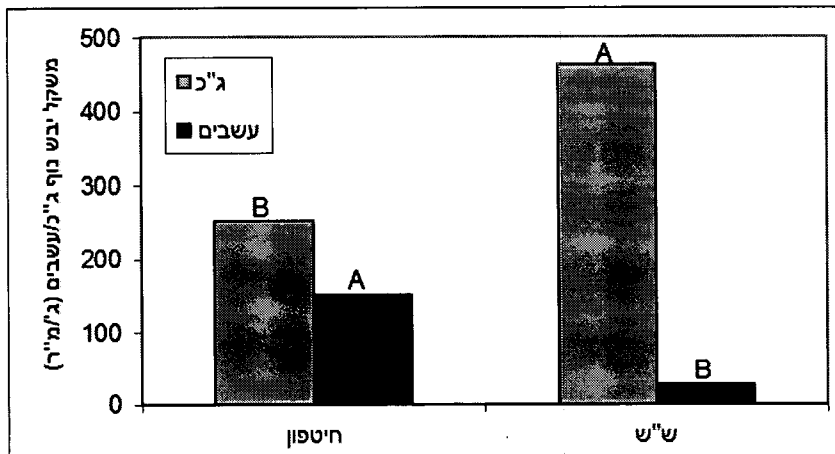


איור 7: קצבי עובי סחף הקרקע הממוצע שנמדד בטיפולים השונים בחורף 2012-2013. הקצבים הם הערכה בחסר, כי לא נמדדה כמות הסדימנטים שיצאו כחומר מרחף עם הנגר. עמודות בא"ת הצבע שבראשן אותיות לא זהות שונות באופן מובהק ע"פ מבחן

Tukey-Kramer HSD, $p=0.05$

התפתחות גידולי הכיסוי והשפעת הטיפולים על עשבים רעים

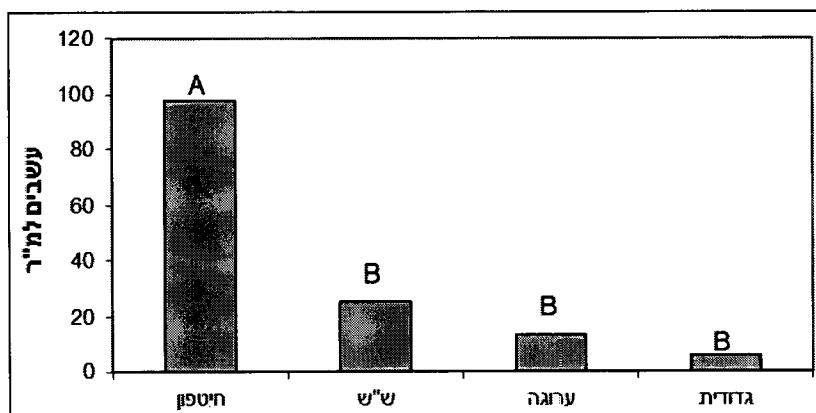
מדד נוסף לשיבוש בעשבים מלבד ספירת עשבים הוא הביומסה הצמחית: הנוף שגידולי הכיסוי ושל העשבים בטיפולים השונים יובש בתנור ונשקל כדי לקבל משקל יבש. המשקל היבש של הש"ש היה גבוה באופן מובהק מהחיטפון, כמו כן משקל העשביכ בש"ש היה נמוך באופן מובהק מבחיטפון 52 יל"ז, (איור 6).



איור 6: משקל הנוף היבש של ג"כ ושל העשבים בטיפולים השונים 52 יל"ז ג"כ, משמרת 2012-2013. עמודות באותו הצבע שבראשן אותיות לא זהות שונות באופן מובהק ע"פ מבחן Student's-t, $p=0.05$. טיפול הביקורת לא מופיע מכיוון שבוע לפני שקילת העשבים חלקות הביקורת עברו תיחוח.

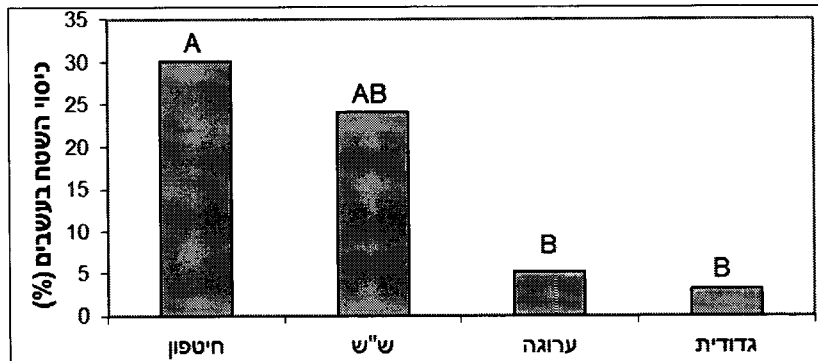
ערכי הקרינה הפוטוסינתטית תחת נוף גידולי הכיסוי שנמדדו 52 ימים לאחר זריעת תפוא"א הראו כי בחיטפון נמדדו 13 מיקרומול פוטונים למ"ר לשניה לעומת 5 מיקרומול פוטונים למ"ר לשניה בש"ש. מתחת לנוף הש"ש היתה פחות קרינה פוטוסינתטית באופן מובהק לעומת החיטפון. עומד החיטפון היה נמוך מעומד הש"ש באופן מובהק, 67.73 צמחים למ"ר בחיטפון לעומת 118.4 צמחים למ"ר בש"ש. כמו כן גובה צמחי הש"ש היה מובהק מהגובה של צמחי החיטפון, 86.6 ס"מ בחיטפון לעומת 97.2 ס"מ בש"ש. כדי לאפיין את רמת השיבוש בעשבים, נספרו העשבים בטיפולים השונים (איורים 7+8) ואופיינו מיני העשבים בטיפולים השונים (טבלאות 1+2). בש"ש היו 4 עשבים למ"ר לעומת 21.6 ו- 24.24 עשבים למ"ר בחיטפון ובביקורת בהתאמה (איור 7). בש"ש היו רק 3 מיני עשבים: רגלת הגינה, חלמית מצויה וענבי שועל, לעומת 6 ו- 8 מיני עשבים בחיטפון ובביקורת בהתאמה, למרות שהביקורת עברה תיחוח כחודש לפני ספירת העשבים (טבלה 1). לפני זריעת התפוא"א הביקורת עברה תיחוח נוסף, בזמן גידול התפוא"א היו שני טיפולי ביקורת אחד על גדודית כמו בגידול משקי מקובל של תפוא"א וטיפול ביקורת נוסף על ערוגה כמו טיפולי ג"כ שגדלו בניסוי על ערוגות. 3 שבועות לאחר זריעת התפוא"א שטח הניסוי רוסס במטריבוזין+לינורון. הביקורת שגודלה על גדודית היתה הכי פחות משובשת בעשבים עם 5.86 עשבים למ"ר אח"כ הביקורת שגודלה על ערוגה עם 13.33 עשבים למ"ר ואחריה ש"ש וחיטפון עם 25.3 ו- 97.6 עשבים למ"ר בהתאמה 60 ימים לאחר זריעת התפוא"א (איור 8). 60 ימים לאחר זריעת התפוא"א היו יותר מיני עשבים בטיפולי הג"כ לעומת טיפולי הביקורת, 6 ו- 5 מינים בש"ש ובחיטפון בהתאמה לעומת 4 ו- 1 בגדודית ובערוגה בהתאמה (טבלה 2).

מרוור	חלמית	גומא	קייצת	אספסת	באשן	ענבי	ירבוז	רגלת	
הגיונות	מצויה	הפקעים	מסולסלת	מצויה		שועל	מופשל	הגינה	
0.0 b	0.5	0.0	0.0 b	3.2 ab	3.7 a	3.2	2.7	8.0a	חיטפון
0.0 b	1.1	0.0	0.0 b	0.0 b	0.0 b	2.7	0.0	0.3 b	ש"ש
1.9 a	0.1	5.2	1.7 a	5.6 a	0.0 b	1.9	1.5	3.3 b	ביקורת

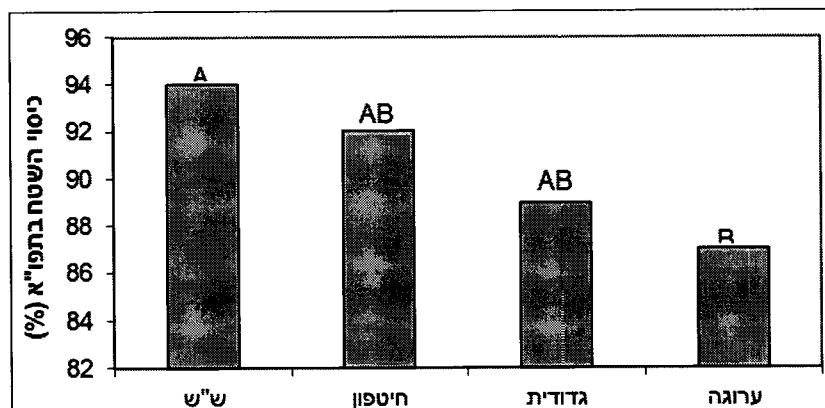


כף אוז הגינות	גומא הפקעים	מרור הגינות	ענבי שועל	ירבוז מופשל	רגלת הגינה	
0.0	12.8	5.1 a	18.9	9.9	50.9	חיטפון
3.5	9.9	0.5 b	8.8	1.1	1.3	ש"ש
0.0	0.0	0.0 b	0	0.0	13.1	ערוגה
0.0	1.6	2.1 ab	1.9	0.0	0.3	גדודית

110 ימים לאחר זריעת התפוז"א כאשר היה קושי לספור את העשבים בתוך התפוז"א התבצעה הערכת שיבוש בעשבים לפי כיסוי החלקה בעשבים (איור 9), בנוסף ניתנה הערכת כיסוי של התפוז"א (איור 10). חלקות ג"כ היו משובשות יותר בעשבים מאשר חלקות הביקורת. בביקורת על גודרית היה 3% כיסוי בעשבים ובביקורת על ערוגה 5% לעומת 24%-30% בש"ש ובחיטפון בהתאמה (איור 9). בטיפול הש"ש התפוז"א כיסוי הכי טוב את השטח ונראו במצב הטוב ביותר לעומת שאר הטיפולים. כיסוי השטח בצמחי תפוז"א היה 94%, 92%, 89%-87% בש"ש, חיטפון, גודרית וערוגה בהתאמה.



איור 9: השיבוש בעשבים בטיפולים השונים 110 יל"ז התפוז"א, משמרת 2012-2013. עמודות שבראשן אותיות לא זהות מובהקות ע"פ מבחן Tukey-Kramer HSD, $p=0.05$.

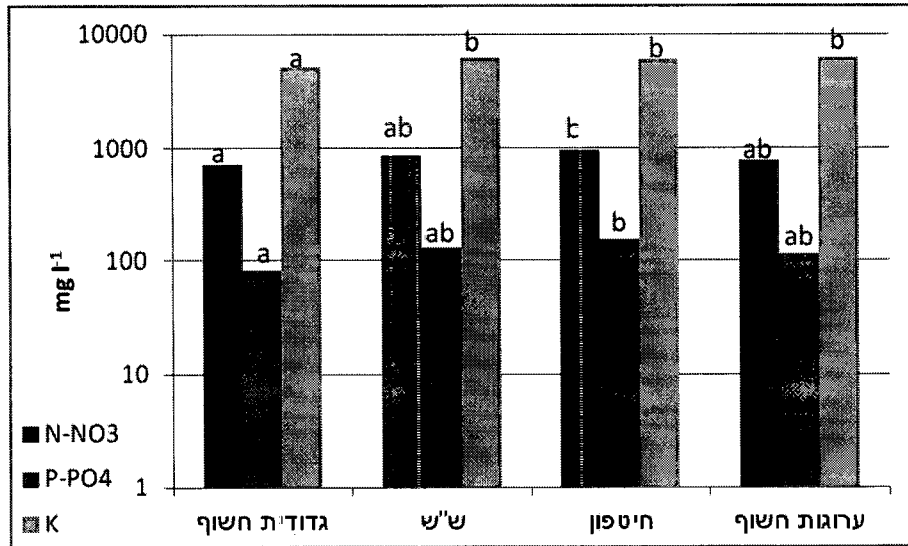


איור 10: כיסוי השטח ע"י תפוז"א 110 יל"ז התפוז"א, משמרת 2012-2013. עמודות שבראשן אותיות לא זהות מובהקות ע"פ מבחן Tukey-Kramer HSD, $p=0.05$.

השפעת הטיפולים על רמת יסודות הזנה בפטוטרת:

תוצאות יסודות ההזנה במוהל פטוטרת תפוז"א 90 יום מזריעה מראות יתרון מובהק בריכוז הזרחן, הניטרט והאשלגן בחיטפון בהשוואה לממשק המקובל בגודרית (איור 11). גם בש"ש הערכים של שלושת יסודות ההזנה גבוהים יותר, אך לא שונים באופן מובהק מגודרית חשופה עבור ניטרט וזרחן. חשוב לציין שכל הערכים של יסודות ההזנה שנמדדו

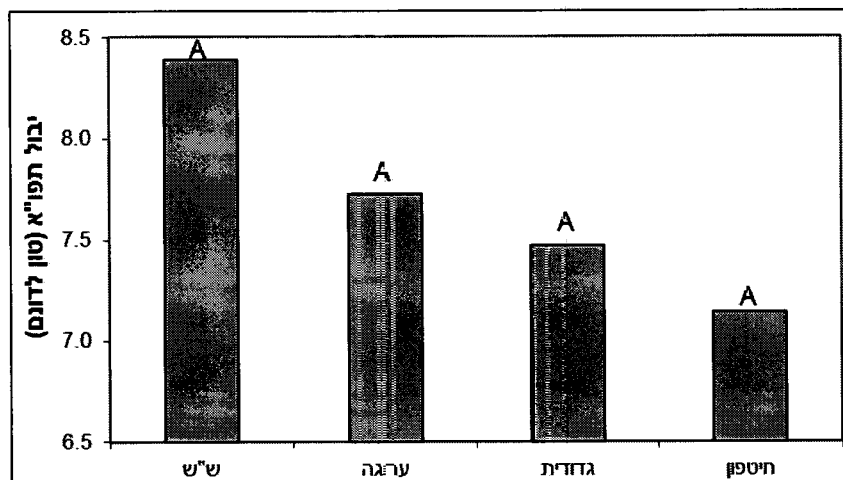
בכל הטיפולים אינם מצביעים על מחסור. בשנה הבאה נערוך מעקב מפורט יותר אחר עקום התגובה של הטיפולים לדישון.



איור 11: ריכוז יסודות הזנה במוהל הפטוטרת של תפוז"א 90 יום ממועד הזריעה. 2012-2013. עמודות באותו הצבע שבראשן אותיות לא זהות שונות באופן מובהק ע"פ מבחן $p=0.05$, Tukey – Kramer HSD.

השפעת הטיפולים על יבול תפוז"א:

השנה היו בחלקת הניסוי קרחות שהתפרסו על כל הטיפולים, כנראה כתוצאה מארוויניה באזורים עם ניקוז לקוי. כמו כן נמצאה שונות גבוהה בתוך כל טיפול, כנראה שחוסר אחידות בזריעה היא אחד הגורמים לכך. הגדודיות נתנו את התוצאה הנמוכה ביותר מבחינת 'בובות' ו'סדקים', מה שאילי מצביע על עקה מסוימת בגידול על ערוגות. היבול של שנה זו היה גבוהה ונע בין 7 ל 8 ק"ג למ"ר המקביל ל- 7-8 טון לדונם, יכולים זהים לגידול משקי של זן זה בשרון. תחת גידול הכיסוי חטפון היבול היה הנמוך ביותר, ואילו תחת ש"ש הגבוה ביותר, למרות שההבדלים לא היו מובהקים (איור 12)



איור 12: היבול בטיפולים השונים, 152 יל"ז התפוז"א, משמרת 2012-2013. עמודות שבראשן אותיות לא זהות מובהקות ע"פ מבחן $p=0.05$, Tukey – Kramer HSD.

סיכום תוצאות השנה השנייה של המחקר

גם השנה, גידולי הכיסוי הראו יתרון בולט בהקטנת סחף קרקע וניפחי הנגר. השנה כשלושה ימים לאחר זריעת תפ"א היה אירוע גשם חריג של יותר מ 220 מ"מ גשם ב-4 ימים ובממשקים שכללו גידולי כיסוי כמעט ולא היו נזקי סחף קרקע. בעזרת חיפוי צמחי הצלחנו לשמור על יכולת החידור של הקרקע ובהתאם להקטין את הנגר וסחף קרקע ש"ש היה גידול הכיסוי הטוב ביותר במשמרת 2012: הוא פיתח נוף שבמשקלו היבש היה פי 2 מאשר המשקל היבש של החיטפון והפחית את המשקל היבש של העשבים הרעים פי 5 לעומת טיפול החיטפון. הש"ש הפחית את מספר העשבים פי 4 עד פי 5 טוב יותר מאשר החיטפון והתפתחו בו רק 3 מיני עשבים רעים לעומת 6 מינים בחיטפון ו- 8 מינים בביקורת ללא ג"כ.

כמו כן נמצא יתרון מובהק בריכוז הזרחן, הניטרט והאשלגן בחיטפון במוהל הפטוטורות 90 יום מזריעה בהשוואה לממשק המקובל בגודדיות גם בש"ש הערכים של שלושת יסודות ההזנה גבוהים יותר, אך לא שונים באופן מובהק. חשוב לציין שכל הערכים של יסודות ההזנה שנמדדו בכל הטיפולים אינם מצביעים על מחסור. בשנה הבאה נערוך מעקב מפורט יותר אחר עקום התגובה של הטיפולים לדישון תוצאות יסודות.

היבול של שנה זו היה גבוה ונע בין 7 ל 8 ק"ג למ"ר המקביל ל- 7-8 טון לדונם, יבולים זהים לגידול משקי של זן זה בשרון. תחת גידול הכיסוי חטפון היבול היה הנמוך ביותר, ואילו תחת ש"ש הגבוה ביותר, למרות שההבדלים לא היו מובהקים סטטיסטית. מבחינת איכות, הגודדיות נתנו את התוצאה הנמוכה ביותר מבחינת בובות וסדקים, מה שאולי מצביע על עקה מסוימת בגידול על ערוגות.

בעייה אגרוטכנית שנצפת השנה ולא הופיע בשנה הראשונה, כמות גדולה של רגבי אדמה שהופיעו באיסוף היבול בקומביין. לדברי המגדל, רגבים אלו הכבידו על המיין בבית אריזה ואף נצפתה פגיעה באיכות היבול. בשנה הבאה נעקוב אחרי בעייה זו ביותר שומת לב כדי לבדוק מה מקור הבעייה ודרך להתמודד איתה.

תודות: לכל אלו שעזרו ותרמו מזמנם וצידום להצלחת המחקר: לרון אלבו וצוות העובדים שלו ממושב משמרת על מתן עזרה ואכסנייה במשקו לניסוי. לצוות המעבדה לעשבים רעים בפקולטה לחקלאות ובמיוחד לאלעד חיות, הדר קוזייקרו וגלעד שליו, לאהרון ימיני על השאלת הדרייל, לחברת יעדים על השאלת מזרעת התפ"א וביחוד לאודי ומישלה על יצירתיות והירתמות בלתי מסויגת לפרוייקט, תודה מיוחדת לאינג' שאהין עוינאת על העזרה המקצועית הבלתי מסויגת במחקר ומר אורי שפר, משתלם מהחוג לגאוגרפיה באוניברסיטת חיפה, על העזרה הרבה במדידות הסחף.

Hayut, E., Goldwasser, Y., Eshel, G. and Rubin, B. (2013). Growing cover crops to prevent soil erosion decrease weed infestation and increase potato yields. Joint workshop of the EWRS groups: Novel and Sustainable Weed Management in Arid and Semi-Arid Ecosystems and Weed Mapping. Chania, Crete, Greece. Page 41.