



מועצת הצמחים
ענף הירקות



משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שירות ההדרכה והמקצוע
אגף הירקות

סיכום מחקרים וניסויי שדה בתפוחי אדמה 2011/2012



כנס שנתי
מכון וולקני
20.12.12

הקדמה

בחוברת זו מסוכמים תוצאות מחקרים לנושאים אשר ענף תפוחי אדמה מחפש עבורם פתרון יישומי ובעלי תרומה כלכלית גבוהה. ניהול ממשק הרברה של מחלת הכימשון בתנאי חוסר וודאות לעמידות הפטריה ל מטאלקסיל (מפנוקסאם MFX) מהווה גורם בעל משקל. נמשכת בדיקת רגישות של כל תבדירי השדה לפני השימוש במפנוקסאם. זבונסוף, הוחל בפיתוח שיטה מולקולארית לאבחן בין תבדירים עמידים ורגישים על מנת לקצר את פרק הזמן שבין הבדיקה ובין ההמלצה לריסוס. מחלת הגרב האבקי גורמת עדיין לנוקים כלכליים בכל אזורי הגידול. מדווחים כאן ממצאים למחקר של מחלת הגרב האבקי. נבחנו חיטוי קרקע בעזרת מתאם סוריום וכן טיפולים בפס הזריעה באוהיו. בעיית הפירוק המואץ של מתאם סוריום, שהתעוררה כאשר מחמאים קרקע להדברת דוררת תקבל עדיפות גדולה בהתייחסות לחיטוי קרקע להדברת גרב אבקי. מדווח על פיתוח שיטה מהירה להערכת רמת הנגיעות בוורוסים בפקעות הזריעה לסתיו. יש חשיבות לדעת את רמת הנגיעות בוורוסים בזרעי תפוא"א שגדלים באביב לצורך זריעה בסתיו. במכניקה הקיימת, הבדיקה וקבלת התוצאות לוקחים עד 8 שבועות כדי לגלות את רמת הנגיעות של זרעי תפוא"א. אנו זקוקים לשיטות מהירות, כך שרק איכות טובה של זרעי תפוא"א יאוחסנו בקיץ לצורך זריעה. השיטה המדווחת - Real Time PCR - שהיא גם רגישה וגם מהירה לגילוי נגיעות של וירוסים. בחלקה אחת הייתה התאמה בין הטכניקה החדשה של Real Time PCR לבין הטכניקה הרגילה - Growing-on test. ב-2 חלקות נוספות היו הבדלים גדולים בין הטכניקות. מושקעים מאמצים נוספים לשפר את שיטת ה- Real Time PCR. בתחום ייצור זרעי תפוחי אדמה לעונת הסתיו נקיים מוורוסים, הולך ומתבסס הידע על תרומת גורמים שונים למניעת הרבקה ואילוח של הצמחים בוורוס Y של תפוחי אדמה. הגנת צמחים על ידי רשתות 50 מ"מ הוכיחה עצמה במניעת הרבקה ובשמירת רמה נמוכה של אילוח בוורוסים באופן מובהק, בעוד שלגורם דרגת הזריעה הגבוהה לא הוכחה תרומתו למניעת הגדלת האילוח שחל בעונת הגידול באביב. לנושא איתור עקות מים בהשקיית תפוחי אדמה בעזרת שימוש במצלמות תרמיות מדווחים ממצאים המסכמים שלוש שנות מחקר ברוחמה, בשיתוף אוניברסיטת מינסוטה, ארה"ב. הדברת ריזוקמוניה בגידול האורגאני מדווח על תוצאות. השימוש בשמינים אתריים ועתר, מנטה, שמן עץ התה - נראה בעל פוטנציאל. בעיית קליפות של פקעות תפוחי אדמה גרמה בעונות האחרונות לנוקים כלכליים ותוצאות המחקר המדווח כאן, שופך אור להבנת התמונה. התוצאות הראו כי במצבים של התפתחות קליפה פגומה, העברה של הפקעות לתנאי אחסון זרזה את ייצוב הקליפה בהשוואה לתנאי השדה, בהם ייצוב הקליפה עוכב משמעותית. פתרונות לשימור קרקע ומים מבוססי גידולי כיסוי (ג"כ) לגידולי שורה נבחנו בשנת 2012, בשרון ומדווחים כאן. אחת הדרכים הנלמדות בעולם להתמודדות עם סחף קרקע בגידול תפוא"א הוא חיפוי הקרקע בקש (Mulching). באביב 2012 נערך ניסוי שדה, בו נבחנו מספר גידולי כיסוי (תלתן, חטפון, קנולה, שיבולת שועל (ש"ש) וש"ש עם בקיה בהשוואה לחלקות בקורת. הממצאים המדווחים מעוררים, ושופכים אור ברור יותר על הגורמים להמשך בדיקה ומחקר.

ברכה ותודה לכל החוקרים, המדריכים, מגדלים ואנשי השדה, על שיתוף הפעולה

בהבאת מידע חדש וחדשני בחוברת זו לטובת כלל מגדלי תפוחי אדמה.

ציון דר

תוכן ענינים

עמוד

1	הקדמה
2	תוכן ענינים
4	פתוח שיטה מהירה לזיהוי גזעים עמידים למטאלקסיל של מחלת הכימיון יגאל כהן, אביה רובין, מריאנה גלפרין הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן
9	הדברת גרב אבקי בתפוח אדמה דו"ח לתכנית מס' 12-1611-132
	לאה צרור, אורלי ארליך, שרה לביוש, מרינה חזנובסקי, מנשה אהרון - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי; יונתן בינפלד, משה ולנסקי ואדם גרשבסקי - עצמונה; גיגי מהרשק - גידולי אג"ו; אורי זיג - יישובי חבל מעון; חיים קפלן - חב' לוכסמבורג
16	פיתוח שיטה להערכת נגיעות של הדבקה בוורוס PVY בפקעות של תפוז"א טרם כניסתם לאכסון בקיץ המהוות מקור לגידול סתווי של תפוז"א לתכנית מחקר מספר 10-1524-132 דו"ח לשנת 2011 ¹ ויקטור גאבה, ¹ שאם פראקאש, ¹ עמית גל-און, ¹ יהודית תם, ¹ מלי פרלסמן ² וציון דר ¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, בית דגן. ² שה"מ, משרד החקלאות
23	ייצור זרעי תפוז"א נקיים מוורוסים לעונת הסתיו מדרגות זרעים שונות, השפעת הגנת צמחים על ידי רשתות בגידול זרעי תפוז"א בעונת האביב, ממקור זרעי יבוא בדרגות זרעים שונות, על יבול הפקעות ואיכותן בסתיו העוקב 2011-2012, בזן רוזנה ובליני בנגב ובשרון צ.דר ¹ , ו.גאבה ² י. תם, ² מ. פרלסמן ² א.זיג ³ ג.דוד ⁴ 1 - משרד החקלאות שה"מ אגף הירקות, אגף הגנת הצומח. 2 - מנהל המחקר החקלאי - המחלקה לוירולוגיה בית דגן. 3 - יח"מ, 4. להב
29	הדברת ריזקטוניה בתפוז"ד אורגנים אביב 2012 דני אשל, לאה צרור, מנהל המחקר החקלאי. אורי זיג, תומר ניסן, גמיל אבו סידרא, ניצן זיג - מו"פ יח"מ.
33	נזקי קליפה פיסיוולוגיים בתפוח-אדמה דו"ח לתכנית מחקר מספר 12-0942-261 דוח לשנת 2012, מוגש להנהלת ענף ירקות עידית גינזברג ועדנה פוגלמן, דני אשל ופאולה טפר - במנולקר - מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני. אורי זיג, מפעלי יישובי חבל מעון

רונית רוד, יפית כהן, ויקטור אלחנתי, מיכאל ספרינצין, אשר לוי ורומן בריקמן – המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי
 ברוריה הויאר, הוגו למקוף וטיבור מרקוביץ' – המכון לקרקע מים ומדעי הסביבה, מנהל המחקר החקלאי
 ציון דר – שרות הדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

**Developing Potatoes growing practices for the Sharon region that soil,
 water and environme**

דוח ראשון לתכנית מחקר מספר 855-0074-11
 מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף משאבי קרקע ומים
 גיל אשל, 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, מינהל המחקר חקלאי
 יונתן אברהמס- האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
 דפנה דיסני- דפנה דיסני- בית הספר לכלכלה, אוניברסיטת תל אביב

פתוח שיטה מהירה לזיהוי גזעים עמידים למטאלקסיל של מחלת הכימסון

יגאל כהן, אביה רובין, מריאנה גלפרין

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן

מבוא

מחלת הכימסון בתפו"א ועגבניות (*Phytophthora infestans*) גורמת לנזקים כלכליים חמורים. אחד הפונגיצידים היעילים ביותר נגד המחלה הוא מטאלקסיל (מפנוקסאם MFX) הנע סיסטמית בצמח ופעילותו נמשכת שבועיים עד שלושה. ברם, הופעת עמידות למפנוקסאם בפתוגן צימצמה מאוד את השימוש בו. במאמץ משותף עם המגדלים שהחל לפני שלוש שנים, ניתנת המלצה לשימוש בחומר רק לאחר בדיקה מעבדתית באוניברסיטת בר-אילן. ב-2012, המשכנו באותה שיטה של בדיקת רגישות של כל תבדידי השדה לפני השימוש במפנוקסאם. בנוסף, המשכנו בפיתוח שיטה מולקולארית לאבחון בין תבדידים עמידים ורגישים על מנת לקצר את פרק הזמן שבין הבדיקה ובין ההמלצה לריסוס.

תוצאות

בשנת המחקר הנוכחית (מנובמבר 2011 עד נובמבר 2012) נבדקו 114 דוגמאות של כימסון מן הנגב המערבי: 73 דוגמאות מנובמבר 2011 עד סוף דצמבר 2011 ו-41 דוגמאות מינואר 2012 עד סוף אפריל 2012. דוגמאות סתיו 2012 הגיעו לראשונה למעבדה ב-13.11.2012.

מנבגי מחולל המחלה *Phytophthora infestans* נאספו מעלעל אחד או שניים מכל דוגמא ונבדקו לרגישות ל-MFX, זוויגיות, ותוקפנות. כמו-כן שימשו המנבגים להפקת DNA לבדיקות מוליקולאריות. רשימת התבדידים, תאריך איסופם ותכונותיהם מופיעים בטבלה 1.

סיכום תכונותיהם תוך השוואה לשנים קודמות מופיע בציור 1.

הרוב המכריע של התבדידים שנאספו ב-2011 וב-2012 היה מזויג A2, בעוד שמרבית התבדידים שנאספו בין השנים 2007-2009 השתייכו לזויג A1. תדירות דומה של שני הזויגים נצפתה ב-2010. נמצא אם כן שינוי דרמטי בזוויגיות (מ-A1 ל-A2) החל מ-2011 (ציור 1A).

הרוב המכריע של התבדידים שנאספו ב-2011 וב-2012 היו רגישים ל-MFX, זאת בניגוד ל-2010 בה רוב התבדידים היו עמידים ל-MFX. ב-2009, רוב התבדידים היו רגישים, וב-2007-2008 הייתה חלוקה זהה בין עמידים לרגישים (ציור 1B).

שנת 2010 הייתה ייחודית בתוקפנות התבדידים שכן רובם הכילו כ-9 גנים לתוקפנות בממוצע (חלקם הכילו את כל 11 הגנים לתוקפנות), בעוד שב-2011-2012 ירד מספר הגנים לתוקפנות ל-5 בממוצע, כמו שהיה ב-2007-2009 (ציור 1C).

20 תבדידי כימסון מ-2009-2010 עברו איפיון מולקולארי במעבדתו של Dr. David Cooke בבריטניה. השוואה בין תוצאותיו ותוצאותינו מופיעות בטבלה 2. Dr. Cooke זיהה שני גנוטיפים של

כימסון באוכלוסייה: 23A1 ו-13A2 (Blue 13). הטבלה מראה שרמת ההפרדה של תוצאותינו טובה משל Dr. Cooke.

במהלך 2012 נבדקו כ- 100 פריימרים ליכולתם לאבחון בין תבדידים עמידים ורגישים ל-MFX. 13 פריימרים נתנו אבחנה בין R ו-S (תמונה 2A, 2B). ברם, יכולת האבחנה בין תבדידים עמידים, ביניים, ורגישים-- לא הייתה מובדלת דייה (תמונה 2C).

סיכום

התוצאות מעידות על דינמיקה נמרצת ושינויים מפליגים באוכלוסיית הכימסון בארץ. האוכלוסייה הנוכחית הינה ברובה המכריע רגישה ל-MFX ומשתייכת לזוויג A2.

הקפדנות שננקטה על-ידי המגדלים שלא להשתמש ב-MFX אלא לאחר אישור מעבדתי הוכיחה את יעילותה ובכך נחסכה הוצאה של מיליוני שקלים.

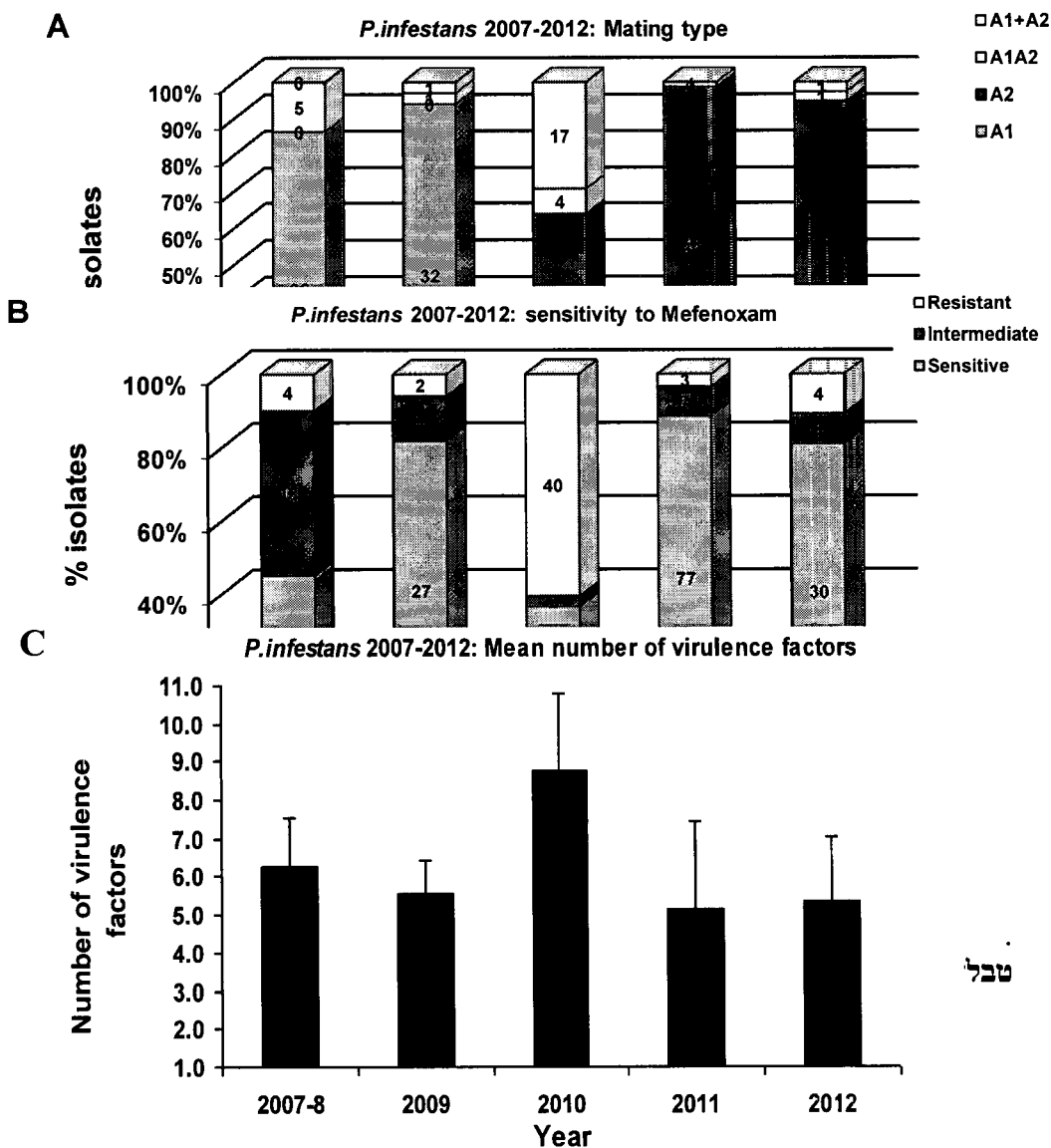
תודות

תודה לאורי זיג ולמגדלים על שיתוף הפעולה המבורך.

טבלה 1: רשימת התבדידים, תאריך איסופם ותכונותיהם

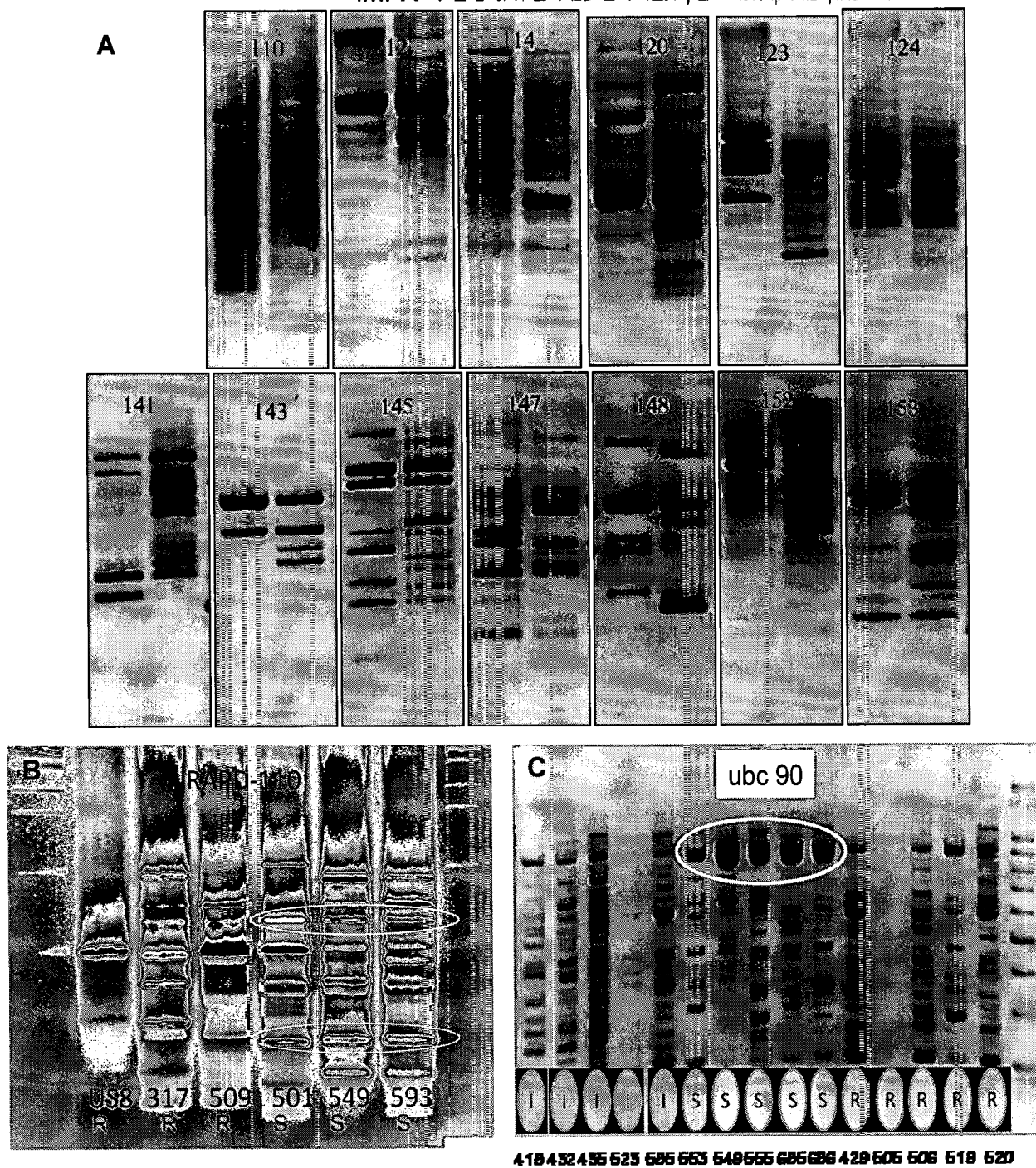
2011							2011						
Isolate	Year	Crop	Mating	MFX	Virulence	VF	Isolate	Year	Crop	Mating	MFX	Virulence	VF
586	2.11.2011	Potato	A2	S	234679	6	645	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
587	2.11.2011	Potato	A2	S	1234679	7	646	13.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5
588	7.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	647	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
589	7.11.2011	Potato	A2	S	147	3	648	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
590	7.11.2011	Potato	A2	S	1347	4	649	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
591	13.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	650	13.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5
592	14.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	651	13.12.2011	Potato	A1A2	S	13479	5
593	14.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	652	13.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5
594	15.11.2011	Potato		S	13479	5	653	19.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
595	15.11.2011	Potato		S	13479	5	654	19.12.2011	Potato	A1A2	S	13479	5
596	15.11.2011	Potato		S	13479	5	655	19.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
597	15.11.2011	Potato		S	13479	5	656	19.12.2011	Potato	A1A2	S	13479	5
598	15.11.2011	Potato		S	13479	5	657	19.12.2011	Potato	A1A2	S	13479	5
599	15.11.2011	Potato		S	13479	5	658	19.12.2011	Potato	A2	S	13479	5
600	15.11.2011	Potato		S	13479	5							
601	22.11.2011	Potato	A2	S	13479	5							
602	22.11.2011	Potato	A2	S	13479	5							
							2012						
Isolate	Year	Crop	Mating	MFX	Virulence	VF	Isolate	Year	Crop	Mating	MFX	Virulence	VF
603	22.11.2011	Potato	sterile	S	13479	5	659	5.1.2012	Tomato	A2	S	13479	5
604	22.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	660	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
605	22.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	661	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
606	25.11.2011	Tomato	A2	S	3479	4	662	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
607	25.11.2011	Potato	A2	S	3479	4	663	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
608	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	664	9.1.2012	Potato	A2	S	13479	5
609	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	665	31.1.2012	Tomato	A2	R	13479	5
610	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	666	15.12.2011	Tomato	A2	R	13479	5
611	27.11.2011	Potato	A2	I	13479	5	667	13.2.2012	Potato	A2	S	134679	6
612	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	668	28.2.2012	Potato	A1A2	S	134679	6
613	27.11.2011	Potato	A2	I	13479	5	669	28.2.2012	Potato	A2	S	149	3
614	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	670	7.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
615	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	671	7.3.2012	Potato	A1	I	123456789 11	10
616	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	672	9.3.2012	Potato	A2	S	13469 11	6
617	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	673	13.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
618	27.11.2011	Potato	A2	S	13479	5	674						
619	4.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5							
620	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	675	15.3.2012	Potato	A2	S	1	1
621	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	676	15.3.2012	Potato	A2	S	134679	6
622	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	677	15.3.2012	Potato	A2	S	134	3
623	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	678	15.3.2012	Potato	A2	S	134679	6
624	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	679	20.3.2012	Potato	A2	S	123479	6
625	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	680	20.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
626	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	681	28.3.2012	Potato	A2	S	13479	5
627	4.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5	682	5.4.2012	Potato	A2	S	1347	4
628	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	683	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
629	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	684	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
630	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	685	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
631	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	686	5.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
632	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	687	5.4.2012	Potato	A1+A2	I	12345679	8
633	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	688	15.4.2012	Potato	A1	R	12345679 11	9
634	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	689	15.4.2012	Potato	A2	I	12345679 11	9
635	4.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5	690	15.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
636	4.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	691	15.4.2012	Potato	A2	R	1234679 11	8
637	4.12.2011	Potato	A1	S	13479	5	692	15.4.2012	Potato	A1		2379	4
638	13.12.2011	Potato			13479	5	693	15.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
639	13.12.2011	Potato	sterile	S	13479	5	694	15.4.2012	Potato	A2	S	13479	5
640	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	695	15.4.2012	Potato	A1	R	135679 11	7
641	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	696	23.4.2012	Potato	A2	S	1347	4
642	13.12.2011	Potato			13479	5	697	23.4.2012	Potato	A1	S	145	3
643	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	698	23.4.2012	Potato	A1	R	13469 11	6
644	13.12.2011	Potato	A2	S	13479	5	699	23.4.2012	Potato	A2	S	13479	5

ציור 1: סיכום תכונות התבדידים תוך השוואה לשנים קודמות.



Sample Name	Month /Year	Bar-Ilan typing	D.Cooke typing
Pi-YC-476	Dec.2009	A1; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-477	Dec.2009	A1; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-478	Dec.2009	A1; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-479	Dec.2009	A1; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-480	Dec.2009	A1; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-481	Dec.2009	A1; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-487	March.2010	A1+A2; R; 9VF	23_A1
Pi-YC-488	March.2010	A1+A2; R; 9VF	23_A1
Pi-YC-489	March.2010	A1+A2; R; 9VF	23_A1
Pi-YC-490	March.2010	A1+A2; R; 9VF	23_A1
Pi-YC-491	March.2010	A1+A2; R; 9VF	13_A2?
Pi-YC-492	March.2010	A1+A2; R; 9VF	23_A1
Pi-YC-494	March.2010	A1+A2; S; 5VF	23_A1
Pi-YC-498	April.2010	A1+A2; R; 9VF	13_A2?
Pi-YC-501	April.2010	A1; S; 4VF	23_A1
Pi-YC-502	April.2010	A1A2; R; 9VF	13_A2?
Pi-YC-503	April.2010	A1+A2; R; 10VF	23_A1
Pi-YC-504	April.2010	A1+A2; R; 10VF	23_A1
Pi-YC-506	April.2010	A2 ; R; 10VF	13_A2?
Pi-YC-513	April.2010	A2 ; ?; 10VF	13_A2?

תמונה 2: אבחון מולקולארי בין תבדדים עמידים ורגישים ל-MFX.





הדברת גרב אבקי בתפוח אדמה

דו"ח לתכנית מס' 12-1611-132

לאה צרור, אורלי ארליך, שרה לביוש, מרינה חזנובסקי, מנשה אהרון - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי;
יונתן בינפלד, משה ולנסקי ואדם גרשבסקי - עצמונה;
גיגי מהרשק - גידולי אגיו;
אורי זיג - יישובי חבל מעון;
חיים קפלן - חב' לוכסמבורג

מבוא

מחלת הגרב האבקי בתפוח אדמה (תפוא"ד) הנגרמת ע"י *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-פטריה מממלכת הפרוטוזואה, ממשפחת ה- Plasmodiophoridae. לפתוגן צורת חיים טפילית מוחלטת (מתקיים רק בתא צמחי חי), עובדה המקשה מאד על המחקר. הוא שורד בקרקע למשך כ- 20 שנים באמצעות גופי קיימא המכונים sporosori - spore balls כשבכל אחד מהם כ- 700 ספורות. בתנאים מתאימים (פונדקאי, טמפרטורה ולחות), מכל ספורה נובטת תזואוספורה 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 והתפתחות 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 חפשיים), 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 בעיקר באביב אך בשנים האחרונות היא מופיעה גם בחורף, כאשר התנאים בחלקות הגידול מתאימים להתפתחות המחלה (טמפרטורות נמוכות יחסית בשלב יצירת הפקעות ולחות גבוהה). כמו כן, הפתוגן מועבר ומופץ ביעילות באמצעות פקעות זרעה, 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 כי קיימת גם נגיעות סמויה (עדיין לא נבדק) ולמעשה שיעור האצוות הנגועות אף גבוה מזה שזכר. כאמור, הפתוגן שורד בקרקע וגופי הריבוי שלו כנראה מופצים ע"י כלי עיבוד, רוחות, סופות חול וכן בובל (שורד מעבר במעי עיכול של בע"ח), כל אלה מקשים מאד על ההתמודדות עם הפתוגן. כאשר חלקה הינה נגועה, הצורך בחיטוי קרקע כפי הנראה הוא בלתי נמנע, פעולה הכרוכה בעלויות גבוהות והשלכות סביבתיות ובמקרים מסוימים החיטוי אינו יעיל (פירוק מואץ).

מטרת העבודה: לבדוק יעילות חיטוי קרקע וריסוס פס הזריעה להדברת המחלה.

שיטות וחומרים

הניסוי בוצע באזור החלוציות, בשטחי עצמונה (קרקע חול) בחלקה נגועה בגרב אבקי. בחלקה גודלו תפוחי אדמה פעם אחת באביב 2011, כאשר לפני כן הקרקע לא עובדה מעולם. החלקה נבחרה לניסוי מאחר ורמת הנגיעות בקרקע אשר נבדקה בשיטה מולקולארית היתה גבוהה מאד (70 spore balls לגר' קרקע). הזרעים מין אקסקיוויזה היו נקיים מגרב אבקי (עפ"י הערכה ויזואלית). מתכונת הניסוי בלוקים באקראי, 4 חזרות, כל חזרה בגודל של כ- 200 מ"ר (4 מ' רוחב לאורך 20 מ'). מועד זריעה: 9/11/2011; מועד שריפת נוף: 14/3/12; השקיה, דישון וטיפולם כנגד מחלות ומזיקים נעשו כמקובל במשק.

טיפולים:

טיפול	סמ"ק ליטר לדונם
ביקורת	
אוהיו	200 סמ"ק
אוהיו	400 סמ"ק
אוהיו	800 סמ"ק
מתמור	90 ליטר
מתמור + אוהיו	90 ליטר + 400 סמ"ק

הפרמטרים שנבדקו במהלך הניסוי כללו: דיגום שורשים להערכת מידת הנגיעות בעפצים ודיגום פקעות בת להערכת שיעור נגיעות וחומרת הנגיעות בסולם הבינלאומי המקובל. הפרמטרים שנבדקו כללו: דיגום צמחים (כולל שורשים) להערכת מידת הנגיעות בעפצים ודיגום פקעות בת להערכת שיעור נגיעות וחומרת הנגיעות בסולם הבינלאומי המקובל. המעקב החל בחלקות הביקורת בעיתוי של 50% הצצה ונמשך עד האסיף. לוי"ז הדיגומים:

1.	8.12.11 (30 ימים מזריעה - dap)	במצב של 50% הצצה	שורשים
2.	5.1.12 (dap 58)		שורשים
3.	19.1.12 (dap 72)		שורשים
4.	16.2.12 (dap 100)		שורשים ופקעות
5.	14.3.12 (dap 127)		שורשים ופקעות
6.	2.5.12 (dap 176)		פקעות בלבד

בתאריכים 16.2.12 ו- 14.3.12 נאספו 500-600 פקעות ממרכז כל חזרה ובדיגום האחרון (2/5/12) נאספו בממוצע כ- 265 פקעות מכל חזרה באופן אקראי.

תוצאות:

1. השפעת טיפולי הקרקע על שיעור הנגיעות בעפצים

צמחים מחלקת הניסוי נדגמו 30, 58, 72 ימים לאחר הזריעה ועל השורשים לא נראו עפצים, שהם סימני המחלה הראשונים. במועד השלישי כבר נמצאו פקעות בת קטנות שהיו נקיות מפצעי גרב אבקי. בבדיקת השורשים לנוכחות עפצים הנגרמים ע"י הפתוגן בתאריך 16/2/12, 100 ימים לאחר הזריעה, שיעורי נגיעות בעפצים נעו בין 27% ל- 49%, ללא ההבדלים מובהקים בין הביקורת לטיפול אוהיו. לעומת זאת, בטיפול המתאם-סודיום לא נמצאו עפצים (איור 1). כחודש מאוחר יותר, במועד שריפת הנוף, שיעור הנגיעות בעפצים כמעט הוכפל והגיע ל- 85% ו- 52% בטיפול הביקורת ואוהיו 200 סמ"קוד', בהתאמה. בטיפול אוהיו 400 ו- 800 סמ"קוד' לא היו שינויים משמעותיים. גם בטיפול מתאם-סודיום לא חל שינוי ולא נמצאו כלל עפצים בטיפולים אלה. התנאים במהלך תקופת הניסוי היו מתאימים להתפתחות עפצים ומאוחר יותר גם פצעי גרב על הפקעות, דהיינו, לחות רבה בגלל השקיה וטמפ' נמוכות (איור 5).

2. השפעת טיפולי הקרקע על שיעור הנגיעות בפקעות הבת

במועד דיגום הפקעות הראשון (16.2.12 - כחודש לפני שריפת הנוף) שיעור הנגיעות בביקורת היה כ- 64% (איור 2). בטיפול חיטוי קרקע במתאם סודיום שיעור הנגיעות היה קטן במובהק (1.4%). טיפולי פס באוהיו לא היו שונים מהביקורת. בדיגום הפקעות השני (14.3.12 - מועד שריפת הנוף), שיעור הנגיעות בביקורת עלה ל- 100%, בעוד שבטיפול אוהיו כמעט ולא היה שינוי, ובמינון אוהיו הגבוה, היתה נגיעות נמוכה יחסית לביקורת ולשני המינונים האחרים. גם בחיטויי הקרקע במתאם סודיום שיעור הנגיעות לא השתנה ונשאר כמעט אפס. בדיגום הפקעות המאוחר (2.5.12) בו נלקחו דגימות באקראי משטח כל חזרה, נמצא כי שיעור הנגיעות בטיפול אוהיו היה נמוך באופן מובהק יחסית לביקורת, אבל עדיין הנגיעות היתה גבוהה למדי. יש לציין כי שיעור הנגיעות ההתחלתי בקרקע היה גבוה מאד וכאמור, נראה כי תנאי הסביבה במהלך העונה עודדו את התפתחות המחלה (איור 4). ייתכן שטיפול פס באוהיו יתנו תוצאות אפקטיביות אם רמת המידבק בקרקע תהיה נמוכה.

3. השפעת טיפולי הקרקע על חומרת הנגיעות בגרב אבקי

הנזק הכלכלי שעלול להיגרם ע"י גרב אבקי נובע בעיקר בגלל הפגיעה באיכות ולכן חשוב ביותר להעריך את חומרת הנגיעות בנוסף לקביעת שיעור הנגיעות במחלה (איור 3). במועד דיגום הפקעות הראשון לא היו הבדלים מובהקים בין הביקורת לטיפול אוהיו בכל דרגות החומרה. במועד השני כבר מסתמן הבדל בין הביקורת לטיפול אוהיו במינון הגבוה. למותר לציין כי חיטוי קרקע במתאם סודיום היה אפקטיבי ביותר ללא פקעות נגועות בגרב אבקי.

סיכום

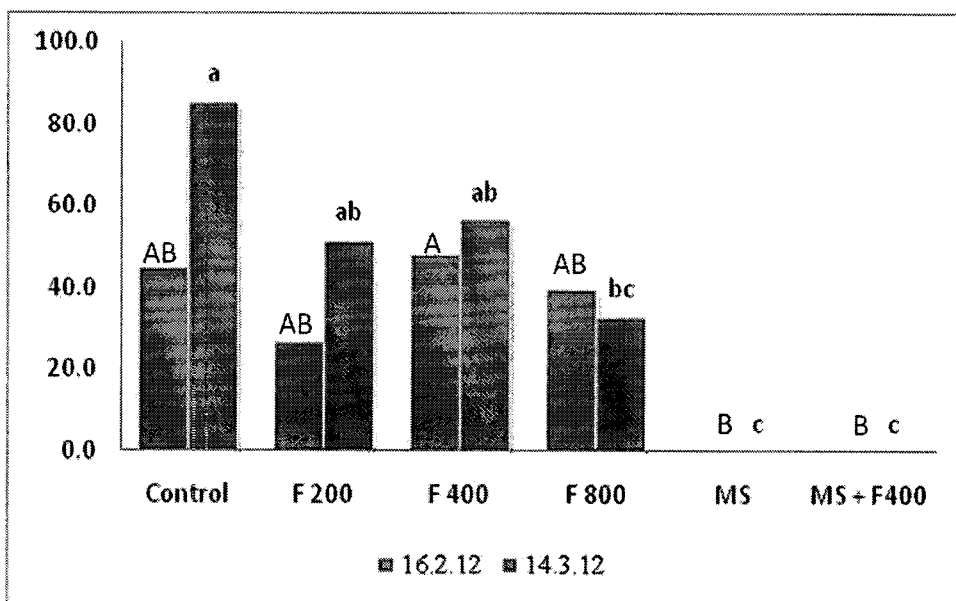
מחלת הגרב האבקי בניסוי בעצמונה (בחלקה חולית) התפרצה בצורה קשה כך שבביקורת שיעור הנגיעות הגיע ל- 100% עם חומרת נגיעות גבוהה מאד, ולמעשה היבול פסול לשיווק! רמת מידבק גבוהה מאד בקרקע (משום כך נבחרה החלקה הזו לניסוי) יחד עם תנאי סביבה מתאימים (לחות וטמפרטורות) יצרו תנאים אופטימליים או אפילו מעודדים להתפתחות המחלה.

תוצאות הניסוי מצביעות על יעילותו של חיטוי קרקע במתאם סודיום, אשר הפחית את שיעור הנגיעות בגרב אבקי באופן חד משמעי. טיפול בפס הזריעה באוהיו במינון נמוך או בינוני לא היה יעיל ואילו במינון הגבוה התקבלה הפחתה מובהקת יחסית לביקורת, אך זו לא היתה מספקת. ייתכן מאד כי טיפול בפס זריעה באוהיו יהיה אפקטיבי בהדברת מחלה כאשר רמת המידבק ההתחלתית בקרקע נמוכה.

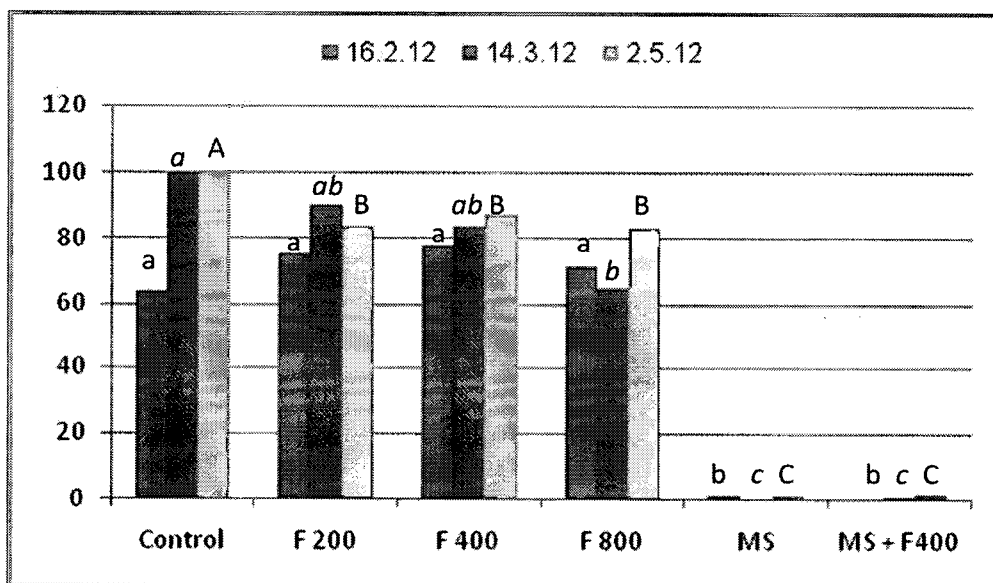
בנוסף, ממצאי הניסוי מצביעים באופן ברור על החמרה בשיעור הנגיעות ובחומרת המחלה בפקעות הבת במהלך הזמן החולף ממועד שריפת נוף ועד לאסיף, בדומה להתגברות מחלת הריזוקטוניה!

המחקר נעשה במימון מועצת הצמחים, הנהלת ענף ירקות.

איור 1: השפעת טיפולי קרקע על שיעור נגיעות (%) השורשים בעפצי גרב אבקי

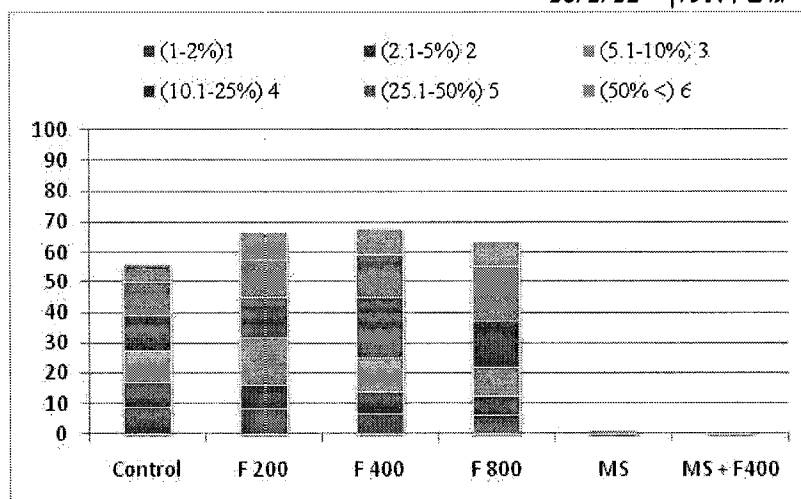


איור 2: השפעת טיפולי קרקע על נגיעות בפקעות הבת

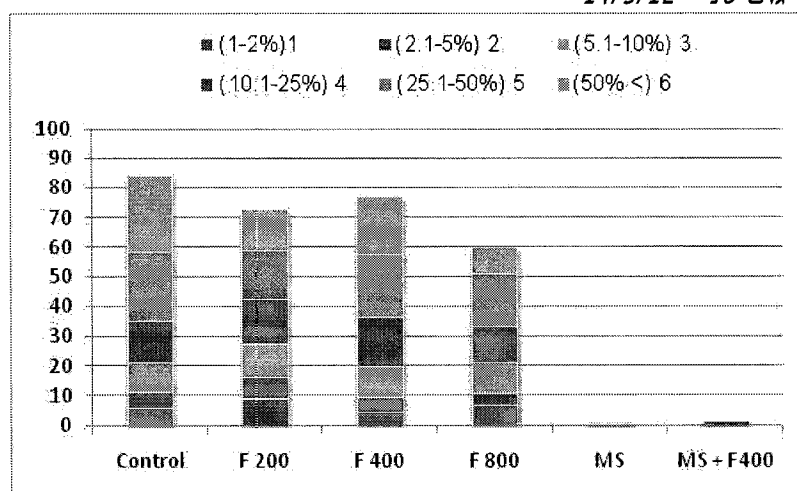


איור 3: השפעת טיפולי קרקע על עוצמת נגיעות בפקעות הבת

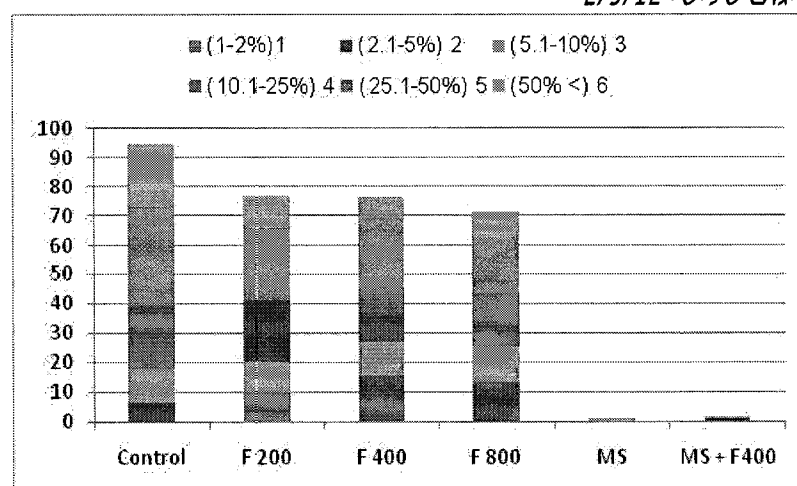
דיגום ראשון - 16/2/12



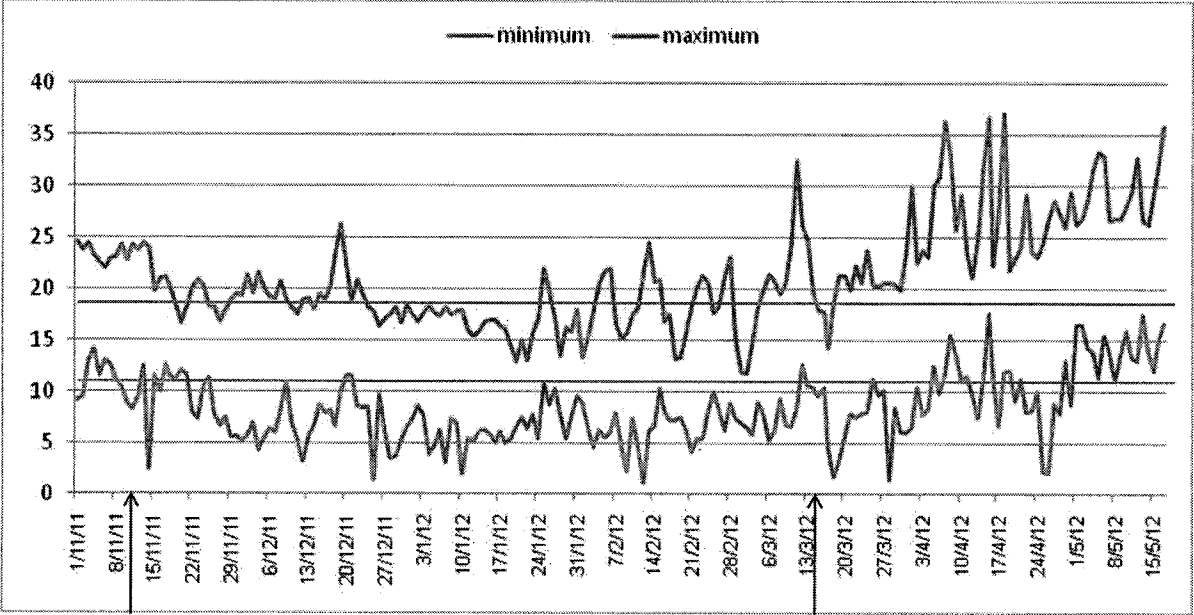
דיגום שני - 14/3/12



דיגום שלישי - 2/5/12



איור 4: נתוני טמפרטורה מתחנה מטאורולוגית סמוכה לאתר הניסוי



פיתוח שיטה להערכת נגיעות של הדבקה בוורוס PVY בפקעות של תפוז"א
טרם כניסתם לאכסון בקיץ המהוות מקור לגידול סתווי של תפוז"א

לתכנית מחקר מספר 10-1524-132

דו"ח לשנת 2011

¹ויקטור גאבה, ¹שאם פראקאש, ¹עמית גל-און, ¹יהודית תם, ¹מלי פרלסמן ²וציון

דר

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

²שה"מ, משרד החקלאות.

תקציר

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 יאוחרנו בקיץ לצורך זריעה. השיטה שאנו מפתחים ידועה כ- Real Time PCR שהיא גם רגישה וגם מהירה לגילוי נגיעות של וירוסים. בשנה זו בדקנו שיטה של (Boonham et al 2008) עם LiCl. בדקנו כמה חלקות של זרעי תפוז"א שהיו בתרדמה מעונת האביב. בחלקה אחת הייתה התאמה בין הטכניקה החדשה של Real Time PCR לבין הטכניקה הרגילה - growing-on test. ב-2 חלקות נוספות היו הבדלים גדולים בין הטכניקות. 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. בשנה הבאה אנו צריכים לבדוק מספר קולונות שונות למיצוי RNA, ושיטה פרמגנטית חדשה להפרדה של RNA ויראלי.

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 גידול נקי מוירוסים לשתילה בעונת האביב. הרמה המדויקת של נגיעות בוורוס (בעיקר מ-PVY) של הפקעות המיובאות מאירופה מצוינת ע"י היצרניים באירופה. לפעמים 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 קימת פגיעה קשה ביבול ובאיכות מהוורוס PVY. אובדן היבול יכול להגיע למחצית היבול והוא תלוי בגזע של PVY, רגישות הזן, ואוכלוסיית הווקטור. בשל סיבות פיסילוגיות של גידול ותרדמה 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 בתאים קירור מבוקרים של 6°C מעלות ולחות של 95% למשך 3-5 חודשים מהקטיפה עד לשתילה. רמת הנגיעות בוורוס של זרעים תפוז"א המאוחסנים אינה ידועה, ולכן הנגיעות ממקור זרעים 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" 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, מקוררות ומוגנות בפני חרקים. בשנים האחרונות נעשו מאמצים רבים להחליף את שיטת ההנבטה לזיהוי של הוורוס בזרעי תפוז"א היות שהיא מחיבת מערך מסודר עם עלויות גבוהות. בדיקה ישירה של הזרעים להדבקה ויראלית באמצעות

ELISA או RT-PCR היו בלתי אמינות 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 שיטה זו לתנאי הארץ דורשת 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. זרעי תפוז"א נאספים מוקדם יותר מאשר הפקעות לאכילה. ההחלטה האם לגדל לזרעים או למאכל נעשית משיקולים כלכליים ולא תמיד בדרך של תכנון מוקדם. 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. השיטה היחידה לתת חיזוי אמין היא אימוץ השיטה היחסית חדשה של Q-RT-PCR בשיטת רגישה TAQMAN המבוססת על סמן פלורוסנטי ספציפי לרצף של PVY.

מטרות המחקר

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

שיטות ותוצאות

בדקנו כמה אלמנטים חשובים לבניית מערכת Real time PCR. תחילה בדקנו איך להכין מיצוי מתאים עם מכשיר ה-Geno/Grinder כמו כלים מתאימים, כמות רקמה מפקעת, סוגי כדורים לכתש. מדדנו את איכות המיצוי במדידות מתאימות של מכשיר ה-Nanodrop. שנית בדקנו את האנזימים המתאימים וריכוזם לשלב של RT-PCR. ולבסוף ניסינו ליעל את הראקציה של ה-Real time PCR כנתונים של ריכוזים של Primer-Probe ו dNTPs וגם את ריכוז RNA יעד.

שיטות עבודה שבוצעו בפרוייקט זה. Real Time PCR: חלקות של תפוז"א שנאספו באביב, מהניסיון של ציון דר (מצוי דו"ח נפרד) אוחסנו בחדר קור. עיבדנו תפוז"א כך: דוגמאות של 100 מ"ג הוצאו מהקצה של הניצנים ונכתשו במכשיר Geno/Grinder ע"י בופר כתישה שמכיל LiCl של (Boonham et al (2008), מיצינו RNA כ- (Boonham et al (2008) ובדקנו ריכוז ואיכות של ה-RNA בספקטרופוטומטר של ננודרופ. אחדנו מיצוי סופי של ה-RNA מ-4 פקעות ומזה לקחנו דוגמא להכנת cDNA ע"י RevertAid First Strand Synthesis kit (Fermentas). ביצענו את ה-Real Time PCR (TAQMAN-PCR) (q-RT-PCR) עם Maxima Probe qPCR master Mix, השתמשנו בפריימרים ובפרוב מסונטז כ- (Agindotan et al. (2007. עשינו 3 חזרות לכל תערובת של 4 דוגמאות במכשיר Rotor Gene Q. לכל קבוצה של 4 דוגמאות, עשינו 3 חזרות והרצנו ב-Rotor Gene Q (Qiagen). השתמשנו בביקורת בריאה ונגועה לכל הרצה של הדוגמאות ברוטור ג'ין. הדוגמאות הובחנו כנגועות עם חזרה אחת שעברה את הסף המינימלי. דוגמאות שיצאו נגועות בקריאה נמוכה נבדקו בבדיקה נפרדת שנקראת northern blot בה משתמשים ב DIG-labelled PVY probe (התמונה לא מוצגת). 100 פקעות מכל חלקה נבדקו בשיטה זו.

מעקב אחרי הגידול (Growing-on tests):

פקעות מאותה חלקות שנבטו אחרי טיפול בג'ברלין, נשתלו באדמה וגודלו בתא בטמפ' מבוקרת ל-8 שבועות. דוגמאות של עלים נדגמו מכל 4 צמחים ביחד, נכתשו ונבדקו בשיטת ELISA ל-PVY בשימוש בנוגדן של Bioreba. נבדקו בשיטה זו 100 פקעות לחלקה. לאחר מכן מס' קטן של צמחים בודדים (30) נבדקו בשיטת ה-ELISA כדי לאמת את הנגיעות הגבוהה שנתגלתה בחלקות 107 ו-109.

תוצאות של השיטות הנ"ל:

שלוש חלקות של תפוז"א נבדקו ב-Real Time (טבלה מס' 1). חלקה מס' 102 שלא נמצאה נגועה בבדיקת "מעקב אחרי הגידול" הראתה תוצאות דומות ב-Real Time (1%). את זן הבליני S גידלו בשדה הפתוח (חלקה 107) ובו הייתה נגיעות גבוהה של PVY ב"מעקב אחרי הגידול" (35%) אעפ"י שבשיטת Real Time נמצאה נגיעות של 12%. בזן רוזנה A שגדל בשדה הפתוח (חלקה 107), היתה נגיעות גבוהה של PVY ב"מעקב אחרי הגידול" (17%) לעומת בדיקה בשיטת Real Time PCR, שבו היתה נגיעות נמוכה יותר (5.4%).

טבלה מס' 1. השוואה בין "מעקב אחרי הגידול" בנגיעות פקעות ב- PVY באסיף מהאביב לעומת בדיקה ב- Real Time מאותה חלקה.

מס' חלקה	זן	"מעקב אחרי הגידול" נגיעות ב-PVY (%)	Real Time נגיעות ב-PVY (%)
102	בליני S בבית רשת	0	1
107	בליני S בשדה פתוח	35	12
109	רוזנה A בשדה פתוח	17	5.4

דיון ומסקנות

לא ברור מדוע יש שוני בין הבדיקה הכי אמינה שהיא "מעקב אחר הגידול" לבין 2 מתוך 3 תוצאות של Real Time (טבלה מס' 1). מעניין ששיטת ה- Real Time טובה לגלות רמה נמוכה של נגיעות, שהיא קשה מאוד לגילוי (חלקה 102). היה הבדל באחוזי הנגיעות בחלקות שבהן היתה רמת נגיעות גבוהה (חלקות 107 ו- 109).

ההשערות בהבדלים בין השיטות הן:

- שיטת מיצוי ה- RNA מהפקעות בשיטת LiCl של Boonham et al (2008) לא מספיק טובה ואמינה. או שלא הצלחנו למצות את כל ה-RNA, או שנגרם נזק ל RNA, או שחומרים מעכבים עברו לשלב הבא של סינתזה של cDNA.
- השערה פחות מציאותית: היו בתערובת מס' גזעים של וירוס ה- PVY ובשיטת ה- Real Time קשה לזהות את כל הגזעים. לפי אנליזה של ביו-אינפורמטיקה ע"י Primer-BLAST של NCBI-GenBank, ה- Real Time יכול לזהות את הרוב הגדול של גזעים ידועים של PVY.

המלצות להמשך

אנו צריכים לנסות לשפר את שיטת ה- Real Time PCR. בשנה הבאה נצטרך לבדוק מספר קולונות מחברות שונות להפרדת RNA ויראלי וגם טכנולוגיה פראמגנטית להפרדה של RNA ויראלי. בשנה הקרובה נעבוד בשיתוף פעולה עם הקבוצה של פרופ' מוחמד זיאדן מהשירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות.

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.

ייצור זרעי תפו"א נקיים מווירוסים לעונת הסתיו מדרגות זרעים שונות

השפעת הגנת צמחים על ידי רשתות בגידול זרעי תפו"א בעונת האביב, ממקור זרעי יבוא בדרגות זרעים שונות, על יכולת הפקעות ואיכותן בסתיו העוקב - 2011-2012, בזן רוזנה ובלניי בנגב ובשרון

צ.דר¹, ו.גאבה², י. תס², מ. פרלסמן²

א.זיג³, ג.דוד⁴

- 1 - משרד החקלאות שה"מ אגף הירקות, אגף הגנת הצומח.
- 2 - מנהל המחקר החקלאי - המחלקה לוירולוגיה בית דגן.
- 3 - יח"מ, 4. להב

מבוא: ייצור זרעי תפוחי אדמה לעונת הסתיו מבוסס כולו על חומר ריבוי ממקור ייבוא מארצות מערב אירופה. זרעי ייבוא 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 1-2% גם לצורך ייצור זרעים לעונת הסתיו. תקן זרעים בקטגוריות של SE, S, בזרעי ייבוא 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 מבוצעות בשיטת Alisa או בבדיקות PCR.

מטרת הניסוי : לבחון גידול זרעים מדרגות זרעים שונות של זרעים ממקור ייבוא, A, SE, S, תוך מעקב אחר גידולם באביב תחת הגנה של רשת 50 מש במנהרות עבירות לעומת גידול בשדה הפתוח ואפשרות לייצר זרעים נקיים יותר מווירוסים לעונת הסתיו.

שיטות וחומרים

אביב 2011 נבחנו הגורמים

גורם 1- גורם דרגת הזרעים: A, SE, S, PB₂

גורם 2- הגנה פיזית על ידי רשת 50 מש וללא הגנה

בעונת האביב 2011 הובאו פקעות זריעה ממקור צרפתי של הזן רוזנה מדרגות A ודרגה SE, ממקור הולנדי של הזן בליני מדרגות A ודרגה S. כל הזרעים נשתלו בשתי מנהרות עבירות מכוסות ברשת לבנה 50 מש באבן יהודה. במנהרה אחת נשתלו דרגות A של בליני ורוזנה, ומנהרה שניה נשתלו דרגות S של בליני, SE רוזנה. כל ארבעת הטיפולים שנשתלו תחת הגנה של רשתות במנהרות העבירות נשתלו בשדה הפתוח ללא הגנה.

טבלה 1-

מועדי הזריעה, אסיף באבן יהודה ולהב בעונת הסתיו 2010-2011

המקום	מועד זריעה	מועד קטילת נוף	מועד אסיף
להב	13-10-11	7-2-12	14-3-12
אבן יהודה	10-10-11	10-2-12	8-3-12
חלוצה	18-10-11	17-2-12	13-3-12

לאחר האסיף הזרעים הוכנסו כמקובל לקירור עד שתילתם בעונת הסתיו. במהלך אחסון הזרעים בקיץ 2011 נדגמו פקעות לבדיקת ווירוסים מכל הטיפולים לפני שתילתם בסתיו. תוצאות הבדיקות המוצגות כאן בוצעו בעבודה זו בשיטת ה-Alisa. כמו כן בדיקת נגיעות בוורוסים בפקעות מבוצעות כאן גם בזרעי ייבוא וגם בזרעים לפני שתילה בסתיו ע"י בדיקת עלים מנבטים של הפקעות בשיטת בשיטת ה-Alisa.

ראה תוצאות בטבלה 1.

כל הטיפולים הוצאו מקירור לקראת הזריעה בסתיו 2011-12 ונשתלו בשרון, בלהב וחלוצה. בשרון הזריעה בוצעה במתכונת של בלוקים באקראי בארבע עד 8 חזרות: ואילו בלהב וחלוצה הטיפולים נשתלו במתכונת של תצפית. באסיף נערך מדגם ליבול ולאיכותו. גודל הדגימה גדודית באורך 10 מטר = 10.9 מ"ר לחלקה.

תוצאות

טבלה 1 נגיעות התחלתית בזרעי ייבוא, נגיעות בעלים שנדגמו באביב, ונגיעות בפקעות (% PVY) הבת לפני שתילתם בסתיו העוקב, נגיעות בעלים שנדגמו בסתיו 2011-2012

גידול בתנאי הגנה/חוסר הגנה	טיפול הזן ודרגת הזרעים	נגיעות התחלתית זרעי ייבוא growing-on test (% PVY)	נגיעות בעלים באביב (% PVY)	נגיעות פקעות 2011-12 שתילה בסתיו growing-on test (% PVY)	נגיעות בעלים בסתיו (% PVY)
רשת 50 מש	BELLINI PB ₂	1	-	-	12
רשת 50 מש	BELLINI S	-	1.8	0	8
רשת 50 מש	ROSANA SE	1	3.2	0	1
רשת 50 מש	ROSANA A	1	1.9	4.0	11
רשת 50 מש	BELLINI A	0	0	0	0
שדה פתוח	BELLINI S	-	1.8	35	42
שדה פתוח	ROSANA SE	1	nd	14	47
שדה פתוח	ROSANA A	1	14.2	17	25
שדה פתוח	BELLINI A	0	2.3	38	41
שדה פתוח	BELLINI PB ₂	1	6.2	39	30

הפקעות מבית הרשת נאספו, הוכנסו לקירור, ונבדקו במעבדה לנגיעות בוורוסים, כולל כל ארבעת

הטיפולים שגדלו בשדה הפתוח ללא הגנה. ראה תוצאה בטבלה מס 1.

רמת הנגיעות בוורוסים

רמת הנגיעות בוורוס PVY בפקעות הזריעה ממקור ייבוא של הזנים רוזנה ובלני בשתי הדרגות A, SE, לפני שתילתם באביב, הן נמוכות מאד ומבטאות את רוח התקן לנגיעות בוורוסים של זרעי תפוחי אדמה בהולנד צרפת וישראל (עד 1%) כמצופה. דגימות עלים בשדה באביב לצורך לימוד רמת הנגיעות בוורוסים חסרת התאמה למצב הנגיעות בבנות. בדיקת הנגיעות בסתיו נמצאת יותר בהתאמה למצב הנגיעות של פקעות השתילה טרום שתילתם בסתיו. לאחר סיום הגידול בעונת האביב, פקעות הבת שנדגמו לפני השתילה בסתיו הראו באופן בולט ביותר את תרומתה של הרשת במניעת נגיעות בוורוסים. צמחים שהיו מוגנים ברשת 50 מש שמרו על נקיון מלא מוורוסים על ידי מניעת הדבקה ואילוח מכנימות עלה. תוצאה זו נכונה לשני הזנים רוזנה ובלני בשתי דרגות הזרעים. לעומת זה, גידול הצמחים בשדה פתוח ללא הגנה מכנימות עלה, אפשר הדבקה מאסיבית כך שרמת המדבק בזרעים נעה בין 14 ל-38 אחוזים, כאשר רמות הנגיעות הגבוהות נמצאו בזן בלני 35%-38%, לעומת הזן רוזנה עם נגיעות של 17%-14%. דרגת הזרעים הנקייה ביותר PB₂ לא עמדה במבחן ההדבקה בסביבה רווית כנימות עלה, והנגיעות בזן בלני בפקעות הבת בסוף עונת האביב הגיעה לרמה של 39% ונגיעות של 38% בבלני קלאס A, ובלני דרגה S נגיעות של 35%. אותם הזרעים של בלני שגדלו תחת רשת שמרו על רמה נמוכה ביותר של נגיעות בוורוסים, קרוב לרמת הנגיעות בזרעי ייבוא טרם שתילתם. באופן דומה התנהגו

הזרעים בזן רוזנה בתנאים של חוסר הגנה בשדה הפתוח, 14% מזרעים קלאס SE, ואילו קלאס A של רוזנה 17% נגיעות בPVY (טבלה 1).

בדיקות יבול טבלה 2

השפעת גורם דרגת זרעים וגורם הגנת צמחים בזן בליני על היבול ורכיביו אבן יהודה סתיו-חורף 2011-2012

גורם הגנה	יבול כללי	קטן מ- 35 מ"מ	35-50 מ"מ	גדול מ- 50 מ"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	4.25	0.08	0.49 ב	2.65	1.0 א	23.9 א
רשת 50 מש	4.36	0.07	0.78 א	3.34	0.15 ב	3.78 ב
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	**	ל.מ.	**	**
גורם דרגת זרעים						
A	4.42	0.07	0.64	3.19	0.51	11.3
PB ₂	4.11	0.09	0.65	2.64	0.73	20.0
S	4.38	0.07	0.62	3.17	0.49	10.2
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 מאד של הגורם למדד הנבדק.

טבלה 3-השפעת צירופי דרגת הניקיון של פקעות זריעה –ייבוא, באביב (בשרון) והגנתם בגידול בעזרת רשתות 50 מש על היבול והתפלגותו בעונת הסתיו העוקבת 2011- 2012 בזן BELLINI אבן יהודה

הטיפול	הגנה	קטן מ-35 מ"מ	35-50 מ"מ	יבול גדול מ-50 מ"מ	יבול כללי	סדוקות	%סדוקות
		ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
BELLINI PB ₂	שדה פתוח	0.11	0.47	1.85 ב	3.77	1.33 א	35.8 א
BELLINI PB ₂	רשת 50 מש	0.07	0.82	3.42 אב	4.46	0.13 אב	4.35 ב
Bellini S	שדה פתוח	0.09	0.53	3.33 א	4.66	0.70 אב	14.2 אב
Bellini S	רשת 50 מש	0.06	0.71	3.02 אב	4.09	0.29 אב	6.1 ב
Bellini A	שדה פתוח	0.06	0.48	2.78 אב	4.31	0.98 אב	21.8 אב
Bellini A	רשת 50 מש	0.08	0.79	3.59 א	4.52	0.03 ב	0.79 ב
	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	ל.מ.	*	*

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

טבלה 4- השפעת דרגת הניקיון של פקעות זריעה –ייבוא, באביב (בשרון) והגנתם בגידול בעזרת רשתות 50 מש על היבול והתפלגותו בעונת הסתיו העוקבת 2011- 2012 בזן ROSANA אבן יהודה

הטיפול	הגנה	קטן מ- 35 מ"מ	35-50 מ"מ	יבול גדול מ- 50 מ"מ	יבול כללי	סדוקות	%סדוקות
		ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
Rosana SE	שדה פתוח	0.07	0.52	AB3.93	4.89	AB0.36	AB7.26
Rosana SE	רשת 50 מש	0.09	0.54	AB4.0	4.84	AB0.19	BC4.18
Rosana A	שדה פתוח	0.08	0.37	B3.74	4.69	A0.48	A9.90
Rosana A	רשת 50 מש	0.12	0.54	A5.06	5.80	B0.07	C1.27

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

טבלה 5- השפעת דרגת הניקיון של פקעות זריעה –ייבוא, באביב (בשרון) והגנתם בעזרת רשתות 50 מש על היבול והתפלגותו בעונת הסתיו העוקבת 2011- 2012 בזן ROSANA להב.

הטיפול	הגנה	קטן מ- 35 מ"מ	35-50 מ"מ	יבול גדול מ- 50 מ"מ	יבול כללי	סדוקות	%סדוקות
		ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
Rosana SE	שדה פתוח	0.14	0.91	3.36	4.43	0.02	0.48
Rosana SE	רשת 50 מש	0.22	0.82	4.41	5.63	0.17	3.12
Rosana A	שדה פתוח	0.07	0.96	2.85	4.10	0.21	5.26
Rosana A	רשת 50 מש	0.19	0.83	5.40	6.68	0.25	3.48

טבלה 6-השפעת דרגת הניקיון של פקעות זריעה –ייבוא, באביב (בשרון) והגנתם בגידול בעזרת רשתות 50 מש על היבול והתפלגותו בעונת הסתיו העוקבת 2011- 2012 בזן BELLINI להב.

הטיפול	הגנה	קטן מ- 35 מ"מ	35-50 מ"מ	יבול גדול מ- 50 מ"מ	יבול כללי	סדוקות	%סדוקות
		ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	ק"ג/מ"ר	
Bellini S	שדה פתוח	0	0.48	3.26	4.70	0.96	20.50
Bellini S	רשת	0	0.32	4.22	4.70	0.15	3.35
Bellini A	שדה פתוח	0.007	0.43	4.17	5.23	0.62	11.7
Bellini A	רשת	0.09	0.45	4.53	5.30	0.21	3.47

טבלה 7-השפעת דרגת הניקיון של פקעות זריעה –ייבוא, באביב (בשרון) והגנתם בגידול בעזרת רשתות 50 מש על היבול והתפלגותו בעונת הסתיו העוקבת 2012- 2011 בון BELLINI חלוצה

הטיפול	הגנה	יבול כללי	ק"ג /מ"ר	20-35	ק"ג /מ"ר	35-45	ק"ג /מ"ר	45-50	ק"ג /מ"ר	50-80	בררה
Bellini S	רשת	6.99	0.36	0.26	0.88	3.70	1.86	2.00			
Bellini S	שדה פתוח	7.33	0.36	0.21	0.86	3.55					
Bellini A	שדה פתוח	6.61	0.23	0.32	1.13	2.65	2.23				

טבלה 8-השפעת דרגת הניקיון של פקעות זריעה –ייבוא, באביב (בשרון) והגנתם בגידול בעזרת רשתות 50 מש על היבול והתפלגותו בעונת הסתיו העוקבת 2012- 2011 בון ROSANA חלוצה

הטיפול	הגנה	יבול כללי	ק"ג /מ"ר	20-35	ק"ג /מ"ר	35-45	ק"ג /מ"ר	45-50	ק"ג /מ"ר	50-80	בררה
Rosana A	רשת	7.70	1.14	1.88	0.77	3.03	1.41				
Rosana SE	רשת	8.09	0.26	0.29	0.90	3.63	2.96				
Rosana SE	שדה פתוח	6.40	0.68	0.29	0.63	3.70	1.31				
Rosana A	שדה פתוח	6.51	0.75	0.31	0.81	3.95	1.14				

הערה- מדד הבררה ברובו סדקי גידול ועוותי צורה.

סיכום ודיון

רמת הנגיעות בוורוסים

רמת הנגיעות בוורוס PVY בפקעות הזריעה ממקור ייבוא של הזנים רוזנה ובלני בשתי הדרגות A, SE, לפני שתילתם באביב, הן נמוכות מאד ומבטאות את רוח התקן לנגיעות בוורוסים של זרעי תפוחי אדמה בהולנד צרפת וישראל (עד 1%) כמצופה. דגימות עלים בשדה באביב לצורך לימוד רמת הנגיעות בוורוסים חסרת התאמה למצב הנגיעות בבנות. בדיקת הנגיעות בסתיו נמצאת יותר בהתאמה למצב הנגיעות של פקעות השתילה טרום שתילתם בסתיו. צמחים שהיו מוגנים ברשת 50 מש שמרו על נקיון מלא מוורוסים על ידי מניעת הדבקה ואילוח מכנימות עלה. תוצאה זו נכונה לשני הזנים רוזנה ובלני בשתי דרגות הזרעים. לעומת זה, גידול הצמחים בשדה פתוח ללא הגנה מכנימות עלה, אפשר הדבקה מאסיבית כך שרמת המדבק בזרעים עלתה מאד עד 39% בון בלני אף בדרגת זרעים נקייה בזרעי ייבוא מקלאס PB₂ פרי בייסיק. לעומת זאת בון רוזנה עם נגיעות של עד 17%. אותם הזרעים של בלני שגדלו תחת רשת שמרו על רמה נמוכה ביותר של נגיעות בוורוסים, קרוב לרמת הנגיעות בזרעי ייבוא טרום שתילתם. באופן דומה התנהגו הזרעים בון רוזנה בתנאים של חוסר הגנה בשדה הפתוח, 14% מזרעים קלאס SE, ואילו קלאס A של רוזנה 17% נגיעות בPVY (טבלה 1).

ניתן לומר שגורם ההגנה של רשת הוא השומר מפני עליה ברמת הנגיעות באופן מובהק ביותר ואילו דרגת הזרעים הגבוהה מזרעי ייבוא מקלאס PB₂ פרי בייסיק, A, S לא הוכחה תרומתם בניסוי זה בתנאים של חוסר הגנת רשת לקבלת נגיעות נמוכה יותר.

יבול ואיכות היבול-

באבן יהודה – בזן בליני לגורם הגנת הרשת היתה תרומה מובהקת בהפחתת יבול הפקעות הסדוקות ואחוז הסדוקות נגזר מכך, גם יבול הפקעות בגודל 35-50 גדל במובהק בהשפעת הגנת הצמחים על ידי רשת בעונת האביב. היבול הכללי לא הושפע במובהק על ידי גורם ההגנה. מנגד גורם דרגת הזרעים לא השפיע במובהק על היבול וכל רכיביו, לא התקבלה השפעת גומלין לשני הגורמים על כל מדדי היבול (טבלה 2).

בזן רוזנה אחוז הסדוקים הנמוך ביותר התקבל ממקור רשת 1.2% לעומת 9.9% באופן מובהק בקלאס A. הבדלים אלו נמדדו גם במדד יבול א' גדול מ-50 מ"מ, שהיו יותר גבוהים במובהק ברוזנה קלאס A ממקור בית רשתוללא הבדל סטטיסטי במדד זה ברוזנה SE. אחוז הסדוקים בדרגה SE לא נבדל סטטיסטית בין זרעים ממקור רשת למקור של שדה פתוח (טבלה 4).

בלהב – היבול עם אחוז הסדוקים הגבוה ביותר (20.5%), התקבל בזן בליני ממקור זרעים שנוצרו ללא הגנת רשת בשתי דרגות הזרעים S, A ואילו זרעים שהופקו ממקור רשת 50 מש הניבו פחות סדקי גידול בשתי הדרגות משמעותית-20.5% לעומת 3.3%, בדרגה S, 11.7% לעומת 3.4% בדרגה A. ביבול הכללי לא נראים הבדלים בין הטיפולים בזן בליני. (טבלה 6).

לעומת זה בזן רוזנה בשתי דרגות הזרעים היבול הגבוה יותר התקבל מזרעים שהופקו באביב תחת הגנה של רשת 50 מש ללא הבדלים בולטים באחוז הפקעות הסדוקות בין הטיפולים בזן רוזנה (טבלה 5).

בחלוצה

בזן בליני בחלוצה, היבול המשווק 35-80 מ"מ הגבוה ביותר התקבל בסתיו, ממקור זרעים שנוצרו בבית רשת בעונת האביב, והיבול היותר נמוך התקבל מזרעים שיוצרו בשדה הפתוח ללא הגנת רשת. (טבלה 7).

בזן רוזנה בחלוצה, היבול הכללי הגבוה יותר התקבל מזרעים שהופקו באביב תחת הגנת רשת 50 מש בהשוואה לגידול בשדה הפתוח ללא הגנה, בשתי דרגות הזרעים, SE ו-A. (טבלה 8).

מסקנות – מבין הגורמים החשובים הקובעים את הדבקת הצמחים בוורוס כפי שנבדקו בעבודה זו, נמצא שלגורם ההגנה על ידי רשת 50 מש תרומה חיובית ומובהקת במניעת הדבקה והפצה של מחלות ווירוס בתפוחי אדמה בעונת ייצור הזרעים באביב. לגורם דרגת הזרעים ממקור יבוא לא נרשמה השפעה במניעת הדבקה והפחתת נגיעות בוורוסים באופן מובהק. שיעור הנגיעות בוורוסים בפקעות הזריעה טרם שתילתם הוכיח שרמת הנגיעות בפקעות ללא הגנת הרשת היתה גבוהה ביותר כך שגורם ההגנה של רשת הוא השומר מפני עליה ברמת הנגיעות, ואילו דרגת הזרעים הגבוהה מזרעי יבוא מקלאס PB₂ פרי בייסיק, S, A לא הוכחה תרומתם בניסוי זה. תוצאה זו של נגיעות גבוהה בפקעות הזריעה ללא הגנת הרשת נמדדה בשני הזנים אם כי בזן בליני חומרת הנגיעות בוורוסים בפקעות הזריעה גבוהה ביותר עד 39% לעומת רוזנה עד 17% עצמות נגיעות גבוהות ביותר.

לגורם דרגת הזרעים המגיעים מחו"ל לא נרשמה תרומה מובהקת בהפחתת שיעור הנגיעות בוורוסים בפקעות הבת טרם שתילתם בסתיו העוקב. תרומת הרשת בלטה גם בהפחתה מובהקת של שיעור הפקעות הסדוקות מזרעים קלאס A ו-PB₂ פרי בייסיק שהופקו תחת רשת לעומת זרעים ממקור שדה פתוח. הגידול תחת הגנת הרשת גם הביא להגדלת היבול לשיווק הגדול מ-50 מ"מ שהיה גבוה יותר באופן מובהק בהשוואה לטיפולים ללא הגנה של רשת בשתי דרגות הזרעים של בליני A: ו-PB₂ פרי בייסיק. גם בזן רוזנה תוצאה זו חוזרת על עצמה כאשר אחוז הסדוקות ירד במובהק מזרעים שהופקו תחת רשת 50 מש בהשוואה לשדה הפתוח ללא הגנה, אם כי בהשוואה לזן בליני הזן רוזנה אחוז הפקעות הסדוקות בו נמוך יותר משמעותית.

הבעת תודה – למגדלים העוסקים במסירות והתמדה במלאכה. משפחת חצרוני מאבן יהודה, לגידי ואלידע מלהב, אורי זיג מיח"מ.

הדברת ריזוקטוניה בתפוא"ד אורגנים אביב 2012

דני אשל, לאה צרור, מנהל המחקר החקלאי. אורי זיג, תומר ניסן, גמיל אבו סידרא, ניצן זיג – מו"פ יח"מ.

מבוא

היקף גידול תפוא"ד אורגנים מגיע לכ 35000 טון – אחת הבעיות העיקריות המאפיינות את הגידול ומהוות חסם להרחבת שטחי הגידול היא ההתמודדות עם מחלת הריזוקטוניה. מחלת הריזוקטוניה *Rhizoctonia Solani*, המתאפיינת בקשיונות שחורים ע"ג קליפת הפקעת, היא אחת הבעיות העיקריות בגידול תפוא"ד אורגניים. הקשיונות מתאפיינים בצבע חום כהה-שחור והם בעלי מבנה שטוח או מורם. בנוסף לכך, הקשיונות, עם נביטתם, מייצרים מסה של תפטיר החודר לעומק של 5-6 שכבות תאים מתחת לשכבת הקליפה החיצונית שעוביה הוא 8-14 שכבות של תאים. לעיתים מצטברות הקשיונות יחד ונוצר מצבור של גופי קיימא המכסים חלק גדול מהפקעת.

בשנים האחרונות קיימת בעיה חמורה מאד של "כתמים חומים" על גבי קליפת הפקעות, וזו נראית לעתים כאילו יש לה קשר הדוק עם הופעת קשיונות ריזוקטוניה, אך היא מופיעה לא פעם גם ללא נוכחותן. קיימים מספר מקורות מדבק למחלה, העיקריים שבהם: פקעות זריעה נגועות, קרקע נגועה, וזבל נגוע בפתוגן. מטרת הניסיון בחינה של תכשירים שימנעו את הופעת המחלה ע"ג התוצרת המשווקת.

בשנים האחרונות נבחנו מספר תכשירים להדברת ריזוקטוניה בפקעות זריעה. ע"ס התוצאות המעודדות לגבי הפחתת רמת הנגיעות בטיפול בשמנים אתריים נבחנו שתי פורמולציות מבטיחות – מנטה, שמן עץ התה וזעתר במינונים וזמני חשיפה שונים. בנוסף היות ובעונות הקודמות ראינו שבטפולים אלו קיים אפקט של פיטוטוקסיות המשפיע על נביטת הפקעות (חלק מפקעות הזריעה נרקבו). פקעות הזריעה שטופלו בשמנים האתריים הושהו לאחר הטיפול עד הופעת נבטים בכל הזרעים ורק לאחר מכן נזרעו. בנוסף נבחנו טפולים המצטיינים בעונות האחרונות – ריזוקטול ונחשת.

מס'	טיפול	מיבון	שיטת חיטוי
1	ביקורת		
2	זעתר CC5	5cc	איוד
3	זעתר CC10	10cc	איוד
4	מנטה CC5	5cc	איוד
5	מנטה CC10	10cc	איוד
6	עץ התה CC4	4cc	איוד
7	עץ התה CC8	8cc	איוד
8	ריזוקטול	400ג"ר/טון	LV
9	ריזוקטול	100ג"ר/טון	בפס
10	נחשת	400ג"ר/טון	LV
11	נחשת	400ג"ר/דונם	בפס

טבלה 1 – רשימת הטיפולים בניסוי

בדיקות – הערכת הצצה בסיום ההצצה.

שקילת יבול והתפלגות לגודל

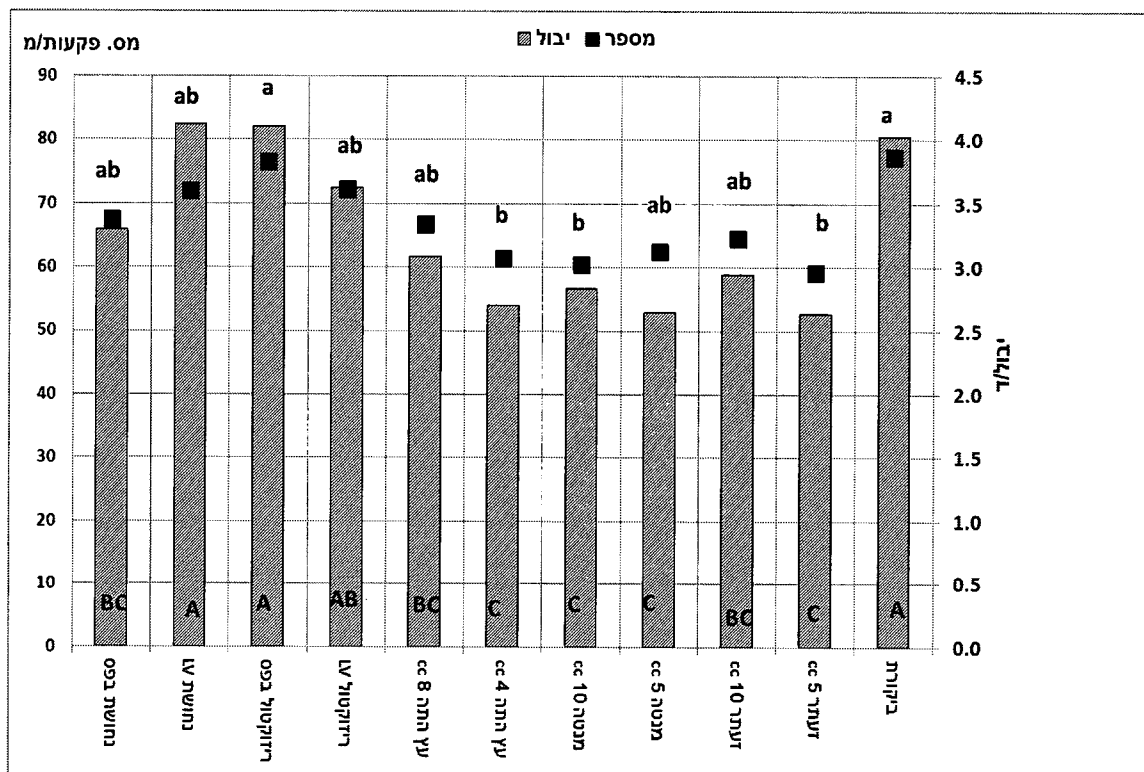
הערכת נגיעות וחלוקה לשלוש רמות נגיעות – רזוקטוניה 1 – עד 3% נגיעות, רזוקטוניה 2 – עד 15% נגיעות,

רזוקטוניה 3 – מעל 15% נגיעות.

תוצאות

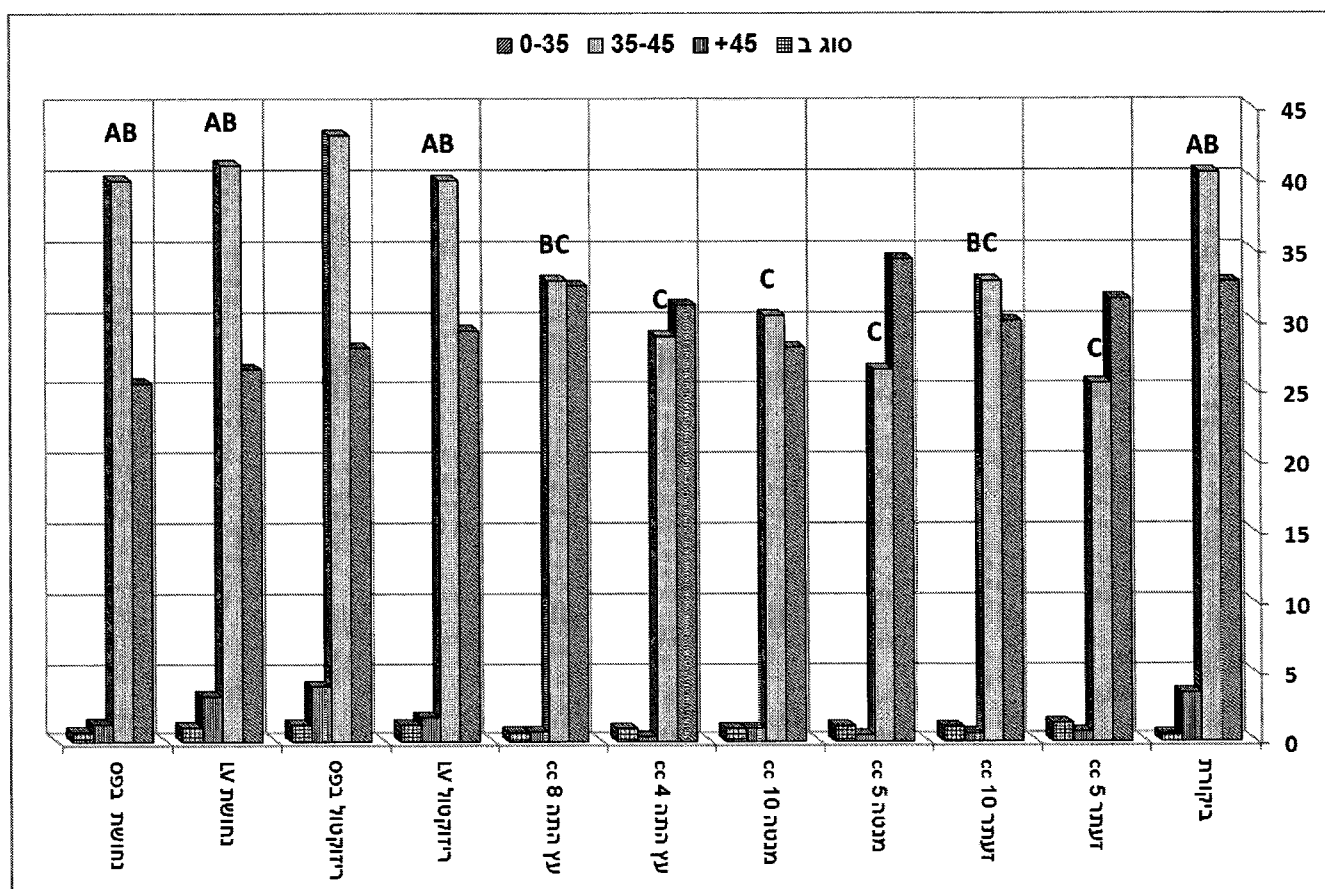
הצצה – בסיום הצצה נעשתה ספירה של מספר הזרעים שנבטו במטרה לוודא שכל הזרעים נבטו – לא נמצא הבדל בין הטפולים – הצצה מלאה בכל הטפולים.

יבול – היבול נדגם ונשקל לפי התפלגויות לגודל - 0-35 מ"מ, 35-45 מ"מ, 45-50 מ"מ, +50 מ"מ. מקטעי הגודל נספרו בהתאמה.



תרשים 1 – השפעת טיפול ההדברה על היבול הסופי שהתקבל. מוצגים נתוני יבול ומספר פקעות לפי טפולים, נתונים הנבדלים באותיות נבדלים סטטיסטית. יבול – אותיות גדולות, מספר פקעות – אותיות קטנות

מנתוני היבול עולה שהטיפול של פקעות הזריעה בשמנים אתרים גרם לפחיתה ביבול הסופי. טיפול הביקורת, ריזקטול בפס, ונחושת ביישום LV נבדלים סטטיסטית מטיפולי השמנים האתריים בהפרש של כ- 30% בין טפול הביקורת לממוצע היבול בשמנים האתריים. טפול הנחושת אינו נבדל סטטיסטית מטיפולי השמנים האתריים אך נראה שיש לו יתרון מבחינת היבול בעיקר ביישום בנפח נמוך (תרשים 1). הפחיתה ביבול מתבטאת בעיקר בפחיתה במספר הפקעות שאינה נובעת מריקבונות – ע"פ המעקב שבוצע, אחוז ההצצה בכל הטפולים היה 100%. מקור הבעיה כנראה במספר הגבעולים/מס. פקעות לגבעול. כאמור לא נספר מס. הגבעולים בטיפול, ע"פ הנתונים ניתן לראות שבטיפולי הביקורת, ריזקטול והנחושת מיקטע הגודל 35-45 היה גדול יותר בהשוואה לטפולים האחרים.



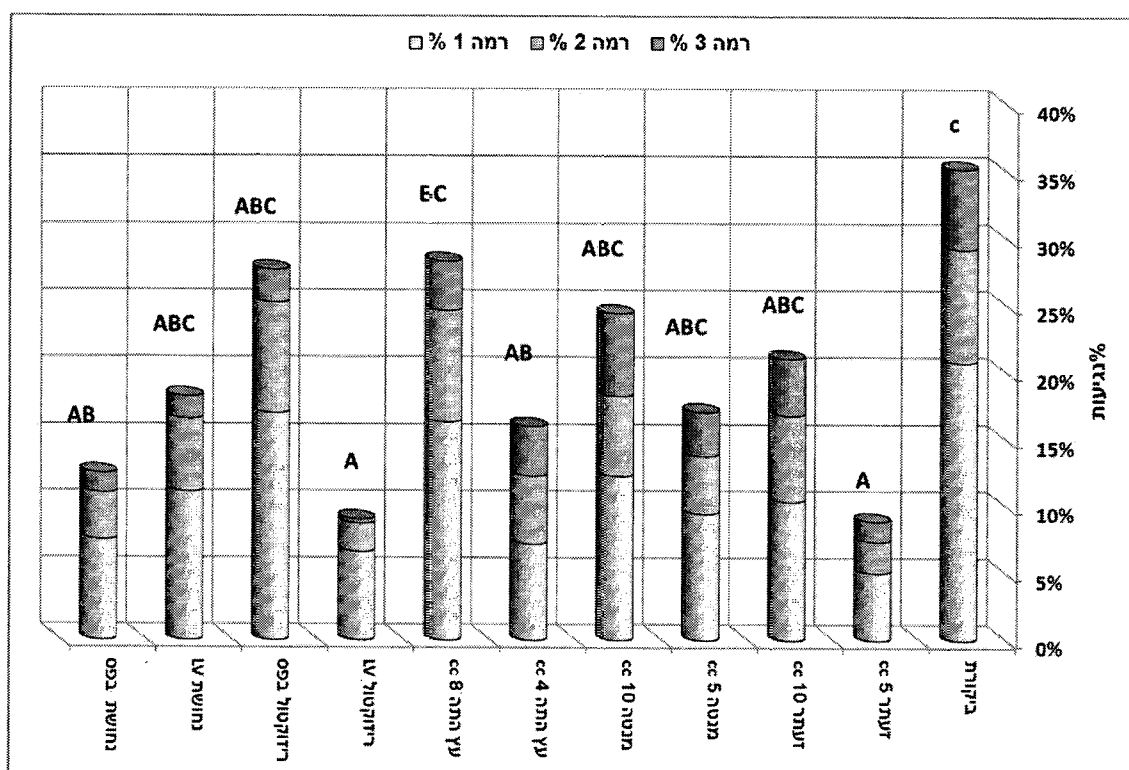
תרשים 2 – מס. מקעות לגודל לטיפול - גודל 35-45 נבדל סטטיסטית בין הטפולים.

הערכת נגיעות – מהנתונים עולה שהטפול באידוי בזעתר 5 סמ"ק, ריזוקטול ביישום בנפח נמוך, תמצית עץ התה באידוי 4 סמ"ק, ונחושת בפס נבדלים סטטיסטית מטיפול הביקורת. תרשים 3.

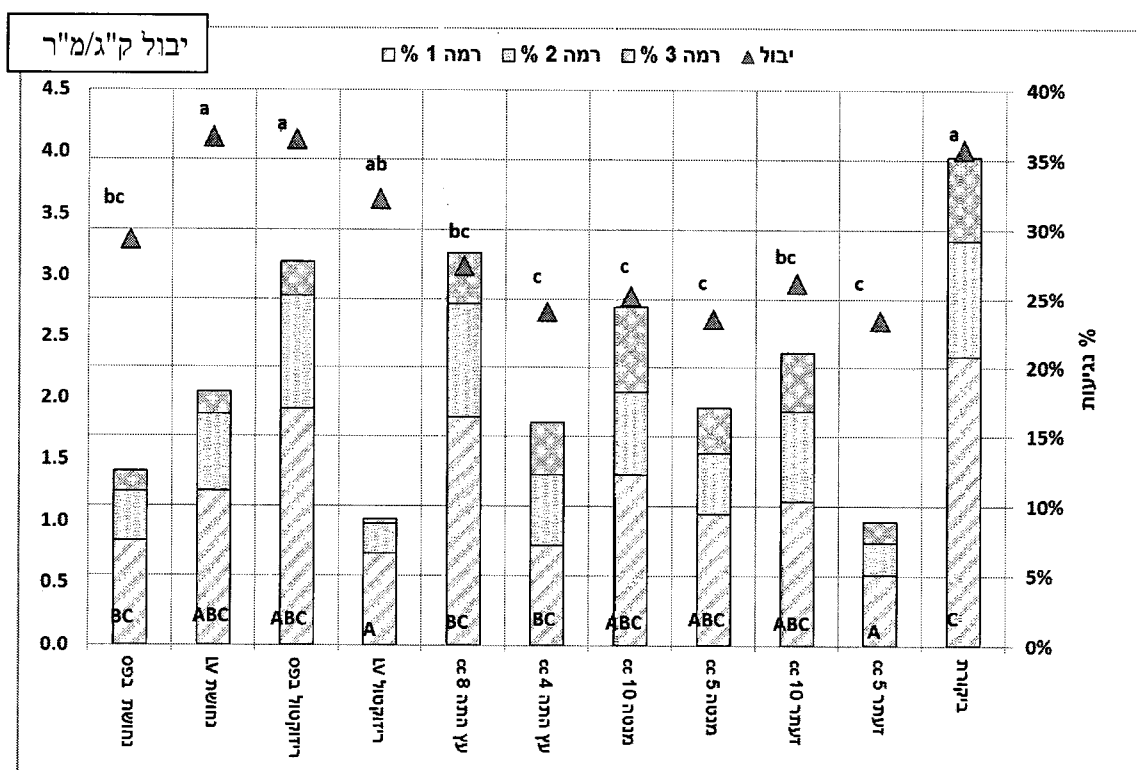
תרשים 4 – משקלל את נתוני היבול ונתוני הנגיעות מתבלט טיפול הריזוקטול ביישום בנפח נמוך – המשלב מובהקות סטטיסטית בהיבט הנגיעות והיבול.

טיפול הנחושת בנפח נמוך – אינו נבדל סטטיסטית ביבול בהשוואה לביקורת ורמת הנגיעות בריזוקטוניה הנה 13% בהשוואה לטיפול הביקורת 36%. רמת הנגיעות 2+3 (פסול ליצוא) בטפול הביקורת הנה 14% יבטיפול הנחושת 7%. הטפולים המצטיינים הצטיינו גם בנסיונות שבצענו בשנים הקודמות.

ריזוקטול – שונות גדולה בתוצאות בין השנים – בשנים מסוימות התוצאות היו דומות לתוצאות העונה הנוכחית ובשנים אחרות החומר נכשל, יתכן ומקור הבעיה בחיוניות המוצר שהנו בעצם מוצר חי – בצילוס סאבטיליס (*Bacillus subtilis*).
נחושת – יישום נחושת בתנאים הנוכחים ביח"מ אינו אפשרי בגלל בעיות בריאות של העובדים בסביבת מתקן החיטוי.
זעתר, מנטה, שמן עץ התה – נראה שהמינונים הנמוכים בשלושת סוגי השמנים האתריים נתנו תוצאות הדברה טובות יותר בהשוואה למינון הגבוה בכל אחד מהחומרים.



תרשים 3 - נתוני נגיעות ביבול - טפולים הנבדלים באותיות נבדלים סטטיסטית



תרשים 4 - תרשים משולב יבול ונגיעות - טפולים הנבדלים באותיות נבדלים סטטיסטית. יבול אותיות קטנות, נגיעות - אותיות גדולות.

תודות להרצל ולצוות גד"ש חלוצה על עזרתם והסבלנות במהלך ביצוע הניסוי

נזקי קליפה פיסולוגיים בתפוח-אדמה

דוח לשנת 2012, מוגש להנהלת ענף ירקות

ע"י

עידית גינזברג ועדנה פוגלמן חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני
דני אשל ופאולה טפר-במנולקר חקר תוצרת חקלאית לאחר קטיף, מינהל המחקר החקלאי, מכון
וולקני
אורי זיג מפעלי ישובי חבל מעון

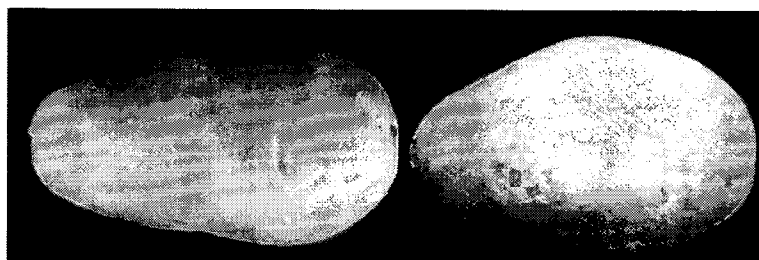
תקציר

לאיכות קליפת פקעת של תפוח"א חשיבות בהגנה בפני איבוד מים ומחלות במהלך הגידול ובאחסון, ולמראה הקליפה חשיבות שיווקית גבוהה. בשנים האחרונות מתגברת תופעה של ירידה באיכות הקליפה של פקעות תפוח"א עד כדי פסילת יכול בהיקף נרחב, עם נזקים כלכליים משמעותיים. בשנת מחקר זו נבדקה איכות הקליפה וייצובה בזנים ניקולה (לבן) ורוזאנה (אדום) במועדים שונים משריפת נוף. 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 זריזה את ייצוב הקליפה בהשוואה לתנאי השדה, בהם ייצוב הקליפה עוכב משמעותית, איכותה נפגמה והיא התפוררה בהפעלת לחץ מכני. על פי אנליזה היסטולוגית מוצע כי איכות ירודה של הקליפה נובעת מהתפתחות לא תקינה של תאי הקליפה כתוצאה מעקה שמקורה בהשארות הפקעות בשדה. התאים נראים ממוטטים ואין לדפנותיהם את הזהירה הפלורוסנטית האפיינית. מוצע לחזור על הניסויים שנה נוספת כדי לאשר את תוצאות שנה זו, ולהגדיל את היקף הניסויים לרמה של תצפית מסחרית.

מבוא

לאיכות קליפה של תפוח-אדמה (תפוח"א, *Solanum tuberosum* L.) תרומה רבה בהגנת הפקעת בפני איבוד מים ומחלות במהלך הגידול ובאחסון; התפתחות קליפה יציבה (skin-set) הינה קריטית לאיסוף מכני של היבול ולכושר שימור באחסון. ולבסוף, למראה הקליפה חשיבות שיווקית גבוהה: הצרכן דורש קליפה חלקה ומבריקה ללא סדקים וחספוסים, ומזנים אדומים נדרש שימור הגוון האדום של הקליפה. תפוח"א רגיש לתנאי הגידול ומצבים של שינויי אקלים או הארכת הגידול מעבר לעונה האופטימלית פוגעים בהתפתחות הפקעת ובאיכות הקליפה. בשנים האחרונות מתגברת תופעה של ירידה באיכות הקליפה של פקעות תפוח"א עד כדי פסילת יכול בהיקף נרחב, עם נזקים כלכליים משמעותיים. המחקר המוצע מתמקד בנזקי קליפה המושרים ע"י גורם אביוטי, כגון תנאי גידול תת-מייטביים או חשיפה לעקה, מאחר ומבחינים ביולוגיים שללו מעורבות פתוגנים.

הזן רוזאנה הינו דוגמא לזן אדום הרגיש במיוחד לנזקי קליפה: 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 נהשף בשר הפקעת (הקורטקס) (תמונה 1). התופעה מעניינת במיוחד משום שהמגדלים דיווחו כי בעיות הקליפות מחמירות לאחר שריפת הנוף. הזן ניקולה הינו דוגמא לבעיות קליפות בזנים הלבנים. שני הזנים הללו מגודלים בהיקף מסחרי משמעותי ואיפיון והתמודדות עם התופעה של נזקי קליפה, יתרום לא רק לזנים הספציפיים הללו אלא לכלל הגידול.



נזקי קליפה
רוזאנה

1. תמונה
בפקעות

מגידול אביבי (שריפת נוף בתחילת מאי 2012). מימין, פקעות עם קליפה פגומה ומתפוררת בהשוואה לקליפה אדומה וחלקה האופיינית לזון (משמאל).

כהכנה לתכנית נמנו מספר גורמים שיכולים להיות מעורבים בתופעה, לדוגמה: (1) פרק הזמן שבו הפקעות ממתונות בקרקע עד לאסיף – שריפת נוף מאוחרת והמתנה ממושכת להתייצבות קליפה מובילות למצב בו הפקעת "ממתינה לאסיף" בקרקע זמן ממושך לאחר שיא הגידול, דבר היכול להוביל לבעיות איכות; (2) גיל פסיולוגי של פקעות הזריעה – פקעת-אם הנזרעת במצב של הזדקנות יוצרת צמחים פחות חיוניים, דבר המשפיע על התפתחות פקעות הבת בהמשך הגידול; (3) עקות גידול – הארכת משך הגידול כדי להגיע ליבול כלכלי חושפת את הצמח לגלי חום ופוגעת באיכות הקליפה. דווח כי גידול במים מליחים מוביל לקליפות. סופות חול וברד בחורף מחלישות את הצמח ופוגעות בהתפתחות הפקעות. בנוסף על כך, ברור שאיכות הקליפה וסבילות הצמח לגורמי גידול שאינם מיטביים הינם תלויים בזן תפוז"א. בשנת מחקר זו התמקדנו באיפיון היסטולוגי של התופעה, ובמעקב אחר התפתחותה מרגע שריפת הנוף ועד לאסיף, בתנאי שדה ובתנאי איחסון.

מטרות המחקר

איפיון גורמים המשרים נזקים פיסיוולוגיים בקליפה של תפוז"א במהלך הגידול במטרה לפתח פרוטוקול שיאפשר קבלת קליפה איכותית, ויעלה את כושר שימור הפקעות באחסון.

פרוט עיקרי הניסויים

שיטות

דגימות של תפוזי אדמה מהזנים רוזאנה וניקולה הובאו לבדיקה במכון וולקני מחלקות שונות של חבל מעון במספר מועדים. ניקולה הובא מנירים ורוזאנה מנחל עוז ומסעד. מועדי הדגום היו במרווחים של 0, 15, 30 ו- 45 ימים מהקמלת הנוף. המועד האחרון הינו אחרי האסיף המסחרי וזאת כדי לבחון את השפעת השהייה הממושכת בקרקע במצבים בהם לא מושגת התייצבות קליפה כמקובל. בכל מועד דיגום נאספו 100 פקעות בשלוש חזרות ביולוגיות. בשל בעיות טכניות בדיקת הפקעות התקיימה 2-4 ימים לאחר הגעת הדגימות. בפרק זמן זה הוחזקו הפקעות ב- 20 מ"צ ולחות יחסית של 95%. איכות הקליפה ודרגת ייצוב הקליפה נבדקו באמצעות שולחן מטלטל עם משטח מסורג. הפקעות מוקפצות על המתקן במשך 30 שניות ולאחר מכן ממוינות לחמש קבוצות על פי דרגת הקליפות. בדרגה 1 – פקעות עם קליפה יציבה (ללא כל פגיעה מהטיפול), בדרגה 5 – פקעות קליפות בהן הקורטקס חשוף בשיעור של מעל 50% משטח הפקעת. עבור כל דגימה נקבע שיעור הפקעות עבור כל דרגת קליפות. בכל מועד נבדקו באופן זה 30 פקעות מכל חזרה ביולוגית. שאר הפקעות הוחזרו לאחסון (20 מ"צ RH=95%), ו- 30 פקעות מתוכן נבדקו שבועיים וארבעה שבועות לאחר מכן במקביל לפקעות טריות שהגיעו מהשדה. ניסוי זה אפשר להשוות את קצב התייצבות הקליפה בשדה לעומת התייצבות בתנאי אחסון, עבור אותה דגימה. כמו כן הניסוי אפשר לעקוב אחר שינויים באיכות הקליפה – קליפה באיכות ירודה נשברת ומתפוררת בעקבות טיפול הטלטול. רמת הקליפות של כל דגימה חושבה על פי סכום המכפלות של דרגת הקליפות באחוז הפקעות בדרגת קליפות זו. רמת קליפות הפקעות לטיפול נקבעה ע"י חישוב ממוצע של ערכי הקליפות משלושת החזרות הביולוגיות.

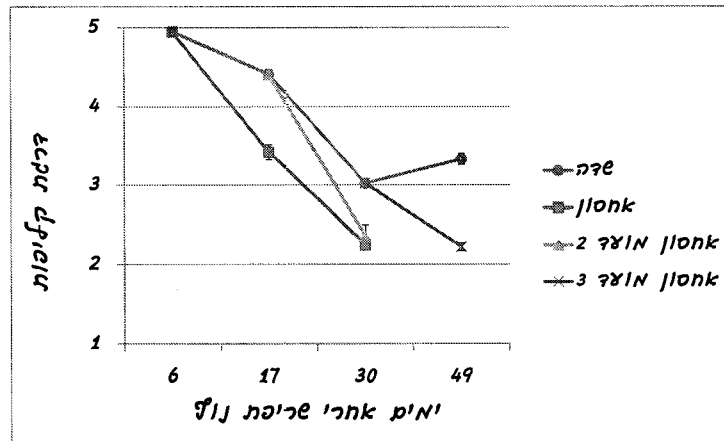
במקביל, נלקחו דגימות קליפה מפקעות בעלות קליפה באיכות ירודה ופקעות בעלות קליפה איכותית לבדיקה היסטולוגית של מורפולוגיית הקליפה. הדגימות קובעו בפרפין, נצבעו בטולאודין בלו ונבחנו במיקרוסקופ אור ומיקרוסקופ UV.

תוצאות

ניסוי 1: התייצבות

בזן ניקולה (גירם)

של הזן ניקולה הגיעו כ- לאחר שריפת נוף קליפות גבוהה (איור בדגימות עוקבות 11 ו- 24 ימים לאחר נמצא כי הפקעות עדיין (דרגה של 4 ו- 3.5, בהתאמה; קו כחול, לעומת זאת, 1).



קליפה

דגימות
20 יום

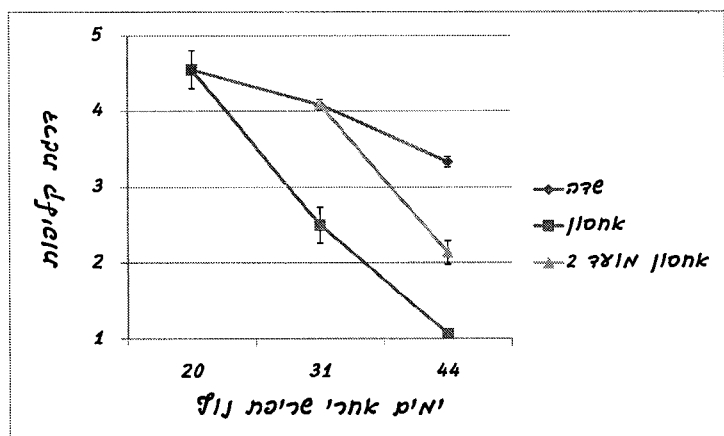
ובדרגת
(1).

מהשדה
מכן
קליפות

איור

בפקעות מאותה חלקה שאוחסנו מיום הדגימה ועד סוף הניסוי הקליפה התייצבה במלואה (קו אדום). יתרה על כך, גם בפקעות שאוחסנו במועד 31 יום לאחר שריפת נוף התקבלה התייצבות קליפה טובה יותר מהביקורת שהושארה בשדה (קו ירוק, איור 1).

התייצבות קליפה של זן ניקולה שהועברו סמוך לשריפת הנוף (קו בהשוואה לפקעות שהושארו בשדה התייצבות קליפה



איור 1
בפקעות
לאחסון
(אדום)

(כחול).

הושגה גם בפקעות שהועברו לאחסון באמצע הניסוי (קו ירוק). אינדקס קליפות: 1 = קליפה יציבה; 5 = קליפות מלאה. הערכים הם ממוצע של שלוש חזרות.

ניסוי 2: התייצבות ואיכות קליפה בזן רוזאנה (נחל עוז)

פקעות רוזאנה נדגמו שישה ימים לאחר שריפת הנוף, וכצפוי, היו קליפות לחלוטין (איור 2). במהלך השבועות העוקבים נמדדה התייצבות קליפה גם בפקעות שנאספו מהשדה (קו כחול) וגם בפקעות שנשמרו באחסון (קו אדום), אם כי תנאי האחסון אפשרו קצב התייצבות מהיר יותר. אחסון פקעות שנאספו מהשדה 17 יום לאחר שריפת הנוף, זרז את קצב התייצבות הקליפה בהשוואה לפקעות שהושארו בשדה (קו ירוק) בהתאם למגמה שנצפתה בניסוי הראשון עם פקעות ניקולה. השהייה ממושכת של הפקעות בקרקע שבועיים נוספים (עד 49 יום לאחר שריפת נוף) הובילה לירידה באיכות הקליפה ובעקבות טיפול הטלטול הקליפה התפוררה מפני שטח הפקעת (מקטע אחרון של קו כחול, איור 2); אולם, כאשר דגימה מקבילה נשמרה באחסון, הושגה התייצבות קליפה כמעט מלאה (קו סגול).

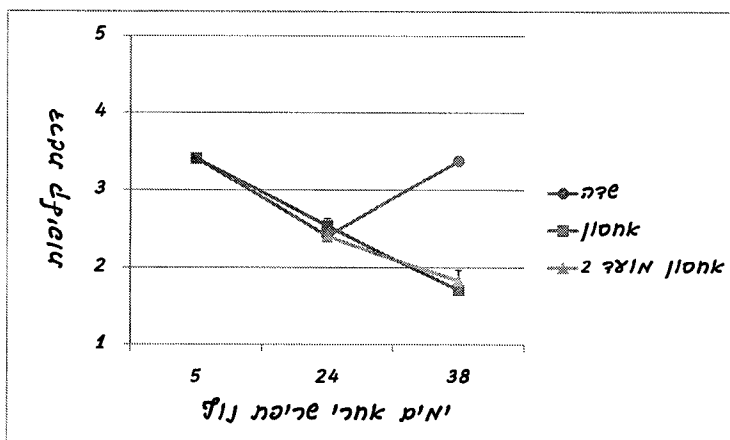
איור 2. התייבבות קליפה בפקעות של זן רוזאנה מנחל עוז שהועברו לאחסון סמוך לשריפת הנוף (קו אדום) בהשוואה לפקעות שהושארו בשדה (כחול). התייבבות קליפה הושגה גם בפקעות שהועברו לאחסון באמצע הניסוי (קו ירוק או סגול). אינדקס קליפות: 1 = קליפה יציבה; 5 = קליפות מלאה. הערכים הם ממוצע של שלוש חזרות.

ניסוי 3: התייבבות ואיכות קליפה בזן רוזאנה (סעד)

פקעות רוזאנה נדגמו חמישה ימים לאחר שריפת הנוף, והראו קליפות חלקית בדרגה של 3.5 (איור 3). לאחר 19 יום נמדדה התייבבות קליפה גם בפקעות שנאספו מהשדה (קו כחול) וגם בפקעות שנשמרו באחסון (קו אדום) (מועד 24 יום לאחר שריפת הנוף, איור 3). אולם, בהמשך הניסוי, בתקופה שבין 24 ל-38 יום אחרי שריפת הנוף, חלה ירידה באיכות הקליפה של פקעות שהושארו בשדה לעומת פקעות שנשמרו באחסון בפרק זמן זה (קו אדום וירוק).

איור 3. התייבבות קליפה בפקעות של זן רוזאנה מסעד שהועברו לאחסון סמוך לשריפת הנוף (קו אדום) בהשוואה לפקעות שהושארו בשדה (כחול). התייבבות קליפה הושגה גם בפקעות שהועברו לאחסון באמצע הניסוי (קו ירוק). אינדקס קליפות: 1 = קליפה יציבה; 5 = קליפות מלאה. הערכים הם ממוצע של שלוש חזרות.

ההבדל באיכות קליפה פקעות שנשמרו בתנאי אחסון בהשוואה לפקעות שהמתינו לאסיף בשדה במועד 38 יום משריפת ממוחש בתמונה 2. לפקעות מהשדה קליפה ומחוספסת בעלת גוון (א), בהשוואה לפקעות מאותה חלקה שנשמרו בתנאי אחסון שלהן הייתה קליפה אדומה



של
נוף
גסה
חום

אפיינית לזן (ב). לאחר טיפול בשולחן מטלטל הקליפה של פקעות מאחסון הייתה פגועה קלות (ד) בעוד שזו של פקעות מהשדה נקרעה ובשר הפקעת נחשף (ג).

תמונה
2. מראה
קליפה
של
פקעות
מזן
רוזאנה
שהמתינו
בשדה
38 יום
לאחר
שריפת
נוף (א),
בהשווא
ה
לפקעות
שנשמרו
בתנאי

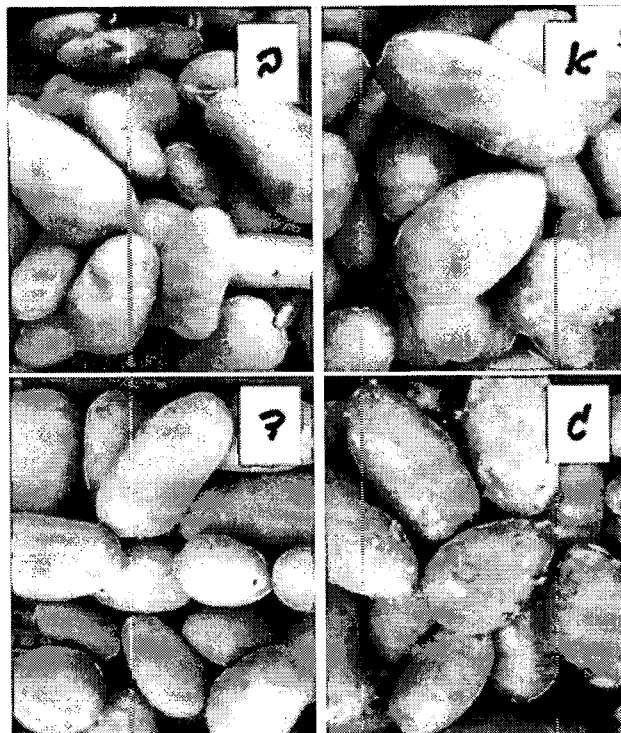
קליפת פקעות

לפני

אחרי

lonk

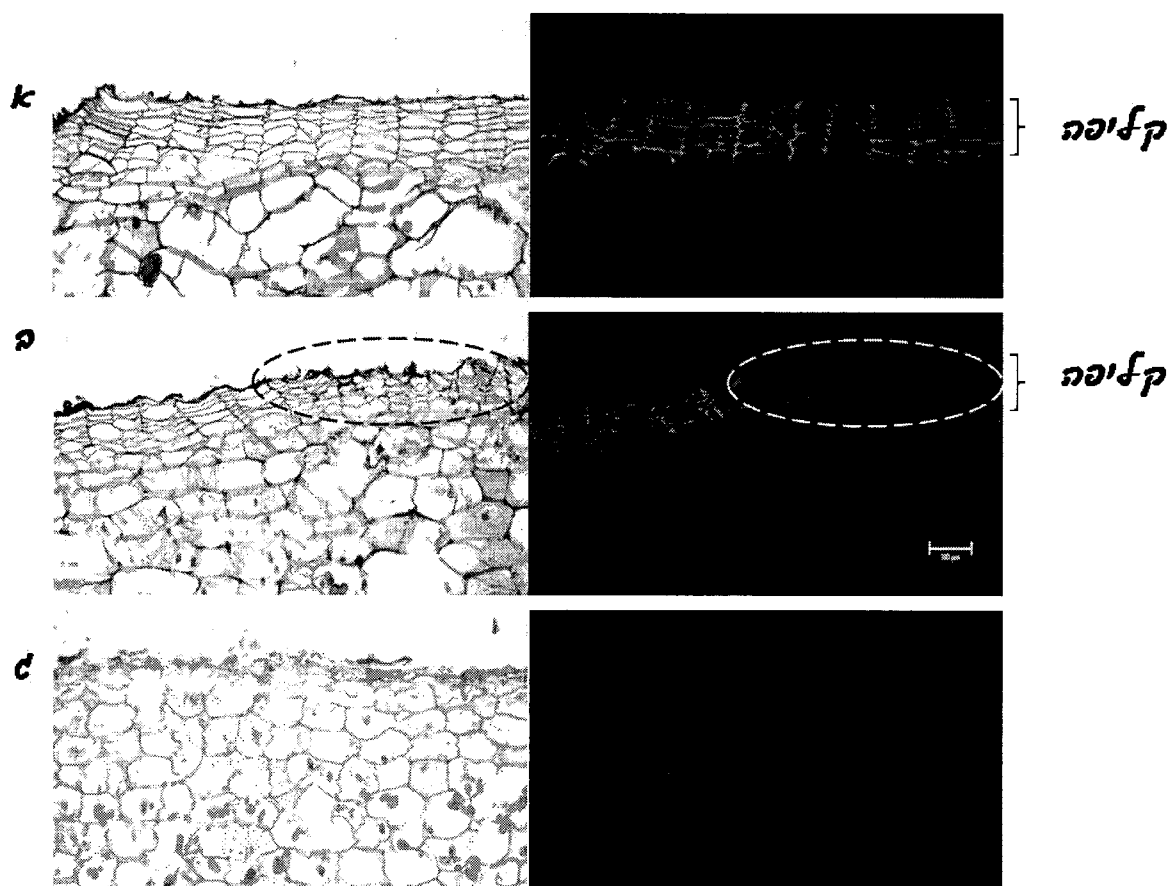
עד



אחסון (ב) לפני טיפול בשולחן מטלטל, ואחרי טיפול טלטול (ג ו- ד בהתאמה).

ניסוי 4: היסטולוגיה של הקליפה

אנליזה היסטולוגית של קליפה פגומה בזן רוזאנה (תמונה 3) מראה כי תאי הקליפה אינם מסודרים במבנה עמודי-תאים האפייני לרקמה וכי דפנותיהם חסרי זהירה פלורסנטית עצמית (פנל ב), בהשוואה לקליפה איכותית (פנל א). באזורי פקעת ללא קליפה לא נראה תהליך הגלדה (פנל ג).



תמונה 3. מבנה קליפה של פקעות מזון רוזאנה. דגימות של פני שטח הפקעת קובעו בפארפין ונבחנו במיקרוסקופ אור לבחינת המבנה המורפולוגי של הקליפה (פנל שמאלי), ובמיקרוסקופ UV לבדיקת הזהירה האוטופלורסנטית של תאי הקליפה (פנל ימני). הקליפה מאורגנת במבנה של עמודי תאים מלבניים בעלי זהירה כחולה תחת UV. (א) קליפה אפיינית לזון, (ב) מקטע קליפה פגומה עם תאים חסרי זהירה אוטופלורסנטית (מוקף באליפסה), (ג) אזור פקעת חסר קליפה. בר = 100 מיקרון

דיון

תוצאות מראות כי הן לגבי הזן הלבן ניקולה והן לגבי הזן האדום רוזאנה, אחסון פקעות קליפות ב- 20 מ"צ עם 95% לחות יחסית יכול לזרז תהליכים של ייצוב קליפה, בהשוואה למצב בו הפקעות נשמרות בקרקע עד לאסיף. עבור הזן רוזאנה, המתנה ממושכת של הפקעות בקרקע אף פוגמת באיכות הקליפה, דבר שמונע את ייצוב הקליפה ואף מוביל להתפוררות קליפה קיימת. איכות ירודה של הקליפה ברוזאנה מתבטאת בסידור לא אפייני של תאי הקליפה והרכב דופן התאים כפי שמתבטא בחוסר זהירה פלורסנטית עצמית. יתכן שמבנה קליפה פגום זה וחוסר הצמדות של הקליפה לבשר הפקעת מובילים לגוון הכסוף של הקליפה ולאיבוד הגוון האדום הנראה.

המסקנה משנת מחקר זו היא שבתקופות בהן ישנן בעיות קליפה חמורות, העברת הפקעות לתנאי אחסון עדיפה על פני השארתן בקרקע בהמתנה לייצוב קליפה. יש לציין כי הניסוי נערך עם מספר פקעות מצומצם ולא בסדר גודל מסחרי.

הערכת מצב המים בשדות תפוז'א באמצעות צילומים תרמיים

רונית רוד, יפית כהן, ויקטור אלחנתי, מיכאל ספרינצין, אשר לוי ורומן בריקמן – המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי
ברוריה הויאר, הוגו למקוף וטיבור מרקוביץ' – המכון לקרקע מים ומדעי הסביבה, מנהל המחקר החקלאי
ציון דר – שרות הדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

רקע

חישה מרחוק באמצעות צילומים תרמיים יכולים להיות אינדיקציה למצב המים בצמח. הקשר בין טמפרטורת הצמחייה ומצב המים ומנגנון הטרנספירציה ידוע מזה מספר עשורים (Ehrler, 1973; Fuchs, 1990). על בסיס קשר זה מבוסס מדד עקת המים בצומח (crop water stress index - CWSI). יישום המדד באופן גורף בשדות מסחריים באמצעות צילום בכלל וצילום אוויר בפרט, מציב שני אתגרים מרכזיים: זיהוי אמין של טמפרטורת הצמחייה וקביעת ערכי הסף (טמפרטורות מאקסימום ומינימום) המיוחסות למצבי הקיצון של נוף יבש ונוף מאדה באופן חופשי (בהתאמה). השילוב בין מידע מתמונות בתחום הנראה (RGB) עם תמונות בתחום התרמי מאפשר הפרדה בין צמחייה לרקע וכך יכול לסייע לביטוי אמין של טמפרטורת הנוף, אולם הוא מחייב שימוש בשני סוגי מצלמות ומושפע מהבדלים מרחביים בין שני סוגי התמונות. לגבי טמפרטורות הקיצון (רפרנסים) הוצעו מספר גישות: רפרנסים אמיתיים, רפרנסים מלאכותיים ורפרנסים מחושבים באמצעות משוואות של מאזן האנרגיה. במחקר המוצג נבחנה יעילות גישות שונות לחישוב מדד ה-CWSI ממקורות שונים והוצג השימוש בערך סף מינימום סטטיסטי המבוסס על התצולם התרמי בלבד.

חומרים ושיטות

חישוב מדד עקת המים (CWSI) בגישות שונות: חישוב CWSI נעשה באופן הבא (Idso et al., 1981):

$$(1) \quad CWSI = \frac{Tl - Twet}{Tdry - Twet}$$

כאשר Tl הוא טמפרטורת העלה (נוף הצומח), $Twet$ ו- $Tdry$ הם ערכי הרפרנסים של עלה/נוף מאדה באופן חופשי ועלה/נוף יבש בהתאמה).

במחקר זה $Tdry$ נקבע ל- $T_{air} + 5^{\circ}C$ מאחר ונמצא שערך זה מתאים להערכת טמפרטורת מקסימום עבור גידולים שונים (Alchanatis et al., 2010; Ben-Gal et al., 2009; Möller et al., 2007). השימוש בערכי $Twet$ וחילוף טמפרטורת הצמחייה (Tl) נבחן לפי גישות שונות. $Twet$ נבחן לפי שלוש הגישות הבאות:

- (1) אמפירי - ערך *Twet* נקבע כטמפרטורת משטח ייחוס מלאכותי (artificial wet reference) (Meron et al., 2003) (surface AWRS).
- (2) תיאורטי - ערך *Twet* חושב בהסתמך על מאזני אנרגיה בין משטחי העלים לשכבת האוויר העוטפת אותו (Jones, 1999; Ben-Gal et al., 2009).
- (3) סטטיסטי - ערך *Twet* נקבע כממוצע של 5% הנמוכים מכלל שטח הצמחייה הנבחנת (במקרה הנדון, שטח הניסוי).

חילוך טמפרטורת הצמחייה (*TI* בנוסחה 1) נבחן בשתי שיטות:

- (1) שילוב צילומים בתחום התרמי והנראה: באמצעות מדד צומח שחושב מצילום ה-*RGB* ששימש להבחנה בין הצמחייה לרקע וסימון פיקסלים המיוחסים רק לצמחייה על גבי תמונת התרמית. המדד (VI_{RGB}) מבוסס על שילוב בין שני מדדי צומח ידועים (NDVI - Rouse et al, 1973; SIPI - (Peñuelas et al., 1995):

כאשר *red, green, blue* הם ערכי החזר הקרינה בכל אחד מערוצי התמונה בתחום הנראה (תמונת *RGB*). כאשר נעשה שימוש בצילום אוויר בו יש עירוב בפיקסל, תמונת ה-*RGB* בעלת הרזולוציה הגבוהה יותר (בהשוואה לתרמי), משמשת לקביעת אחוז הצמחייה בכל פיקסל (*unmixing*) ולתיקון ערכי הטמפרטורה המיוחסים לצמחייה בלבד (יקרא בהמשך *RGB+unmix*).

(2) צילום תרמי: ההפרדה בין הצמחייה (*TI*) לרקע (בעיקר קרקע) נעשתה באמצעות נתוני התמונה התרמית בלבד, לפי המתואר אצל Meron et al. (2010). מבין כלל ערכי התמונה התרמית, הפיקסלים המיוחסים לצמחייה האם אלו שעונים על הכלל הבא:

$$(3) \quad T_{air} - 10^{\circ}C < TI < T_{air} + 7^{\circ}C$$

כאשר *Tair* הוא טמפרטורת האוויר שנמדדה בזמן הטיסה. בהמשך, מתוך כלל הפיקסלים הללו חושב ממוצע הטמפרטורה של 33% מהערכים הנמוכים ביותר (יקרא בהמשך *TI* סטטיסטי).

מערך הניסוי ומדידות: הניסוי נערך בשתי עונות אביב 2011-12, בשדות של קיבוץ רוחמה, בתפוא"א מין *Solanum tuberosum* L. cv. Desiree. מערך הניסוי כלל שלוש רצועות של רמות השקיה שונות בטפטפות, 50%, 70% ו-100% מהכמות שניתנה בשדות מסחריים (לפי התאדות מגיית) מתחילת עונת ההשקיה ועד כ-100 ימים מזריעה. מ-100 ימים מזריעה קבלו כל החלקות השקיה רגילה וכך הטיפולים סיימו עם 75%, 85% ו-100% מהשקיה מסחרית. כל רצועה הייתה 18 מ' X 180 מ' וכללה שלוש חזרות.

בארבעה מועדים במהלך עונת הגידול (מ-52 ימים ועד 91 ימים מזריעה) נמדדה מוליכות פיוניות בעלה (*LI-COR® 1600 leaf porometer*) בשעות 1130-1430 מארבעה צמחים שונים. המדידה נלקחה מעלה מואר צעיר שהגיע למלוא גודלו (עלה 4-5). במקביל נאספו נתונים מטאורולוגיים מתחנה שהוצבה בשדה בגובה של 1 מ' מעל לצמחייה (ממוצעים לדקה של דגימות כל 10 שניות - *A data logger* - (Campbell Scientific, Logan, UT, USA).

צילומים קרקעיים תרמיים ובתחום הנראה (RGB) נעשו באותם מועדים לאורך עונת הגידול, בשעות 1130-1430. צילומי אוויר באותה מתכונת נעשו בשני מועדים במקביל לצילומים הקרקעיים. הרזולוציה של התמונות התרמיות נמוכה מאלו של תמונות ה-RGB. בתמונות הקרקעיות הרזולוציה של הצילומים התרמיים ובתחום הנראה היא 2 ו-0.2 ס"מ בהתאמה ובתצלומי האוויר היא 35 ו-5 ס"מ. בסוף העונה נאספו דגימות יבול מכל חזרה ונבדק הקשר בין כמויות המים ליבול ולחומר יבש. כמו כן נבדק הקשר עם מוליכות פיוניות ומדד העקה CWSI בכל אחד מן המועדים.

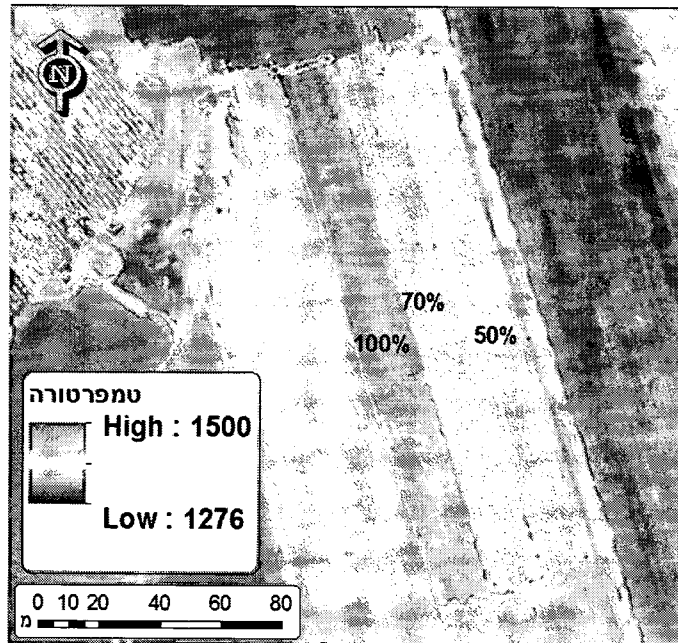
טבלה 1. סיכום הגישות השונות שנבחנו לחישוב ה-CWSI

צילום	סוג CWSI	ערך TI	ערך Twet	מה נדרש לניתוח?			תחנה מטאו'
				צילום תרמי	צילום RGB	רפרנס מלאכותי	
קרקעי	CWSIe-ground	מצילום תרמי ו-RGB	אמפירי	✓	✓	✓	✓ ³
אוויר	CWSIe-RGB	מצילום תרמי ו-RGB (unmix)	אמפירי	✓	✓	✓	✓ ³
	CWSIe-TIR	מצילום תרמי ¹	אמפירי	✓	✓	✓	✓ ³
	CWSIe-TIRs	סטטיסטי מצילום תרמי ²	אמפירי	✓		✓	✓ ³
	CWSIt-TIRs	סטטיסטי מצילום תרמי ²	תיאורטי (מטאו')	✓			✓ ⁴
	CWSIs-TIRs	סטטיסטי מצילום תרמי ²	סטטיסטי (תרמי)	✓			✓ ³

¹ - ערך ממוצע לצמחיה בשטח טיפול; ² - ממוצע של 33% מהערכים הנמוכים ביותר של התפלגות טמפ' הצומח משטח הניסוי / השדה כולו; ³ - טמפ' אוויר בלבד לחישוב Tdry; ⁴ - טמפ' אוויר, קרינה, מהירות רוח ולחות יחסית לחישוב Twet ו-Tdry.

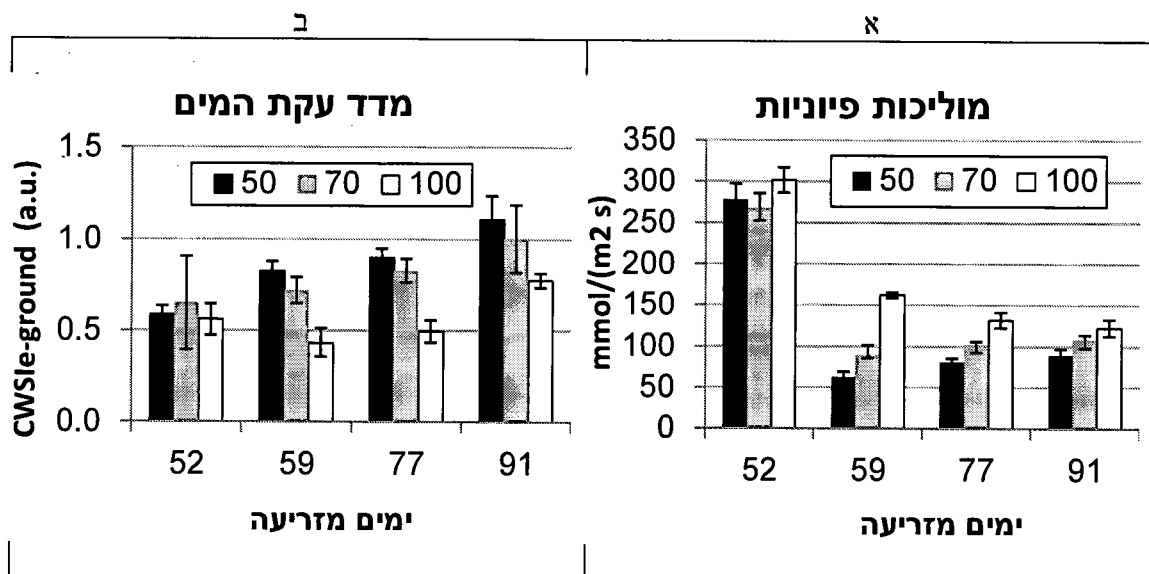
תוצאות ודיון

איור 1 מציג צילום תרמי של אזור הניסוי. ניתן לראות את ההבדל בין הטיפולים בצורה ברורה: מעבר טמפרטורות גבוהות, בינונית ונמוכות בטיפולים שקיבלו 50%, 70% ו-100% מהתאדות מגיית בהתאמה. יש לציין כי הצילום לא עבר עיבוד ועל-כן ישנם גם פיקסלים לא מעטים של קרקע במיוחד בטיפול שקיבל 50% מגיית כך שההבדל בין הטיפולים חד יותר.



איור 1. צילום תרמי של שדות תפוז"א ברמות השקיה שונות, 77 ימים מזריעה (5/5/2011), קיבוץ רוחמה

איור זה מדגיש את החשיבות שיש לצילום תרמי על פני מדידות נקודתיות. למרות שמדובר בשטח קטן יחסית תחת טיפולים מבוקרים מתקבלת שונות מרחבית משמעותית בתוך כל טיפול. צילום כזה בין השאר יכול לסייע באינטרפרטציה של מדידות נקודתיות של פוטנציאל מים בקרקע. למשל, הוא יכול לומר אם המדידות של פוטנציאל מים בקרקע נלקחו מאזור במצב מים ממוצע או מאזור בעודף או בחוסר מים יחסית לשדה כולו.

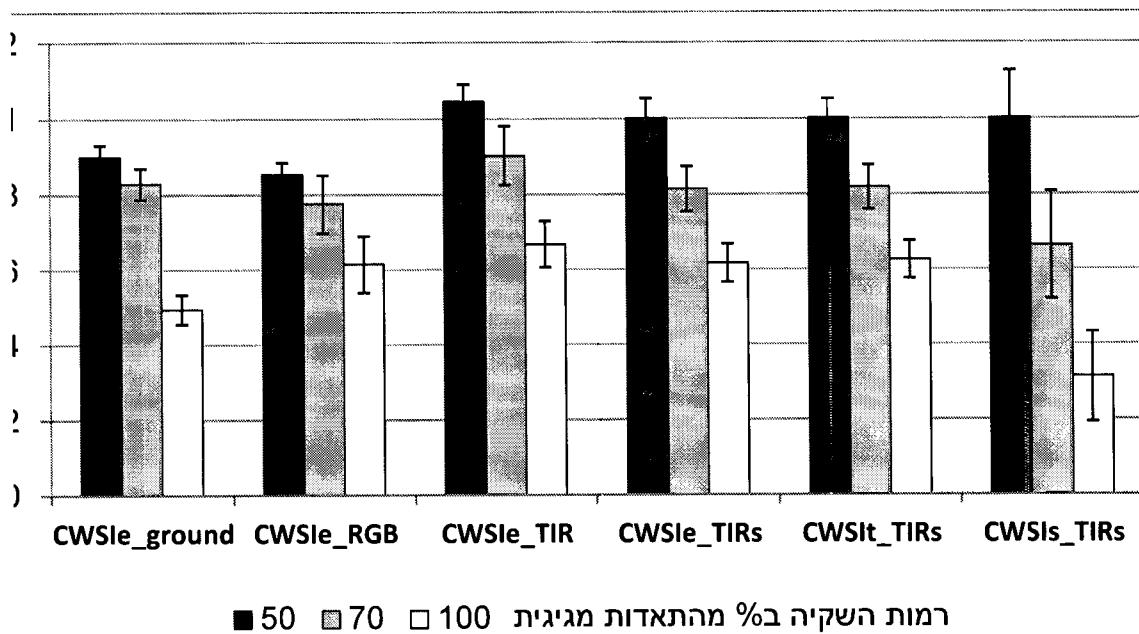


איור 2. ערכי מוליכות פיוניות (א) ומדד עקת המים התרמי CWSIe-ground (ב) בארבעה מועדים לאורך הגידול. קווי שגיאה ב- $p=0.05$, 50, 70 ו- 100 הם רמות ההשקיה ב-% מהתאדות מגיית

איור 2 מציג את תגובת שתילי תפוז"א לטיפול המים במשך עונת הגידול של 2011. הערכים הגבוהים שנתקבלו במדידות מוליכות הפיוניות בשלבים הראשונים לגידול (איור 2א, 52 יום מזריעה) מעידים על-כך שבכל רמות ההשקיה הצמחים לא סבלו מחוסר מים. הצמחים היו קטנים והקרקע הייתה עדיין רטובה

מגשמים. בהמשך נמצאו הבדלים מובהקים במוליכות הפיוניות בין רמות ההשקיה ובהתאם לכך גם בין ערכי מדד העקה שחושבו על בסיס צילומים קרקעיים (הבדלים מובהקים בין שלושת הטיפולים ב-59 ו-77 ימים מזריעה ובין טיפול 50% ובין שני הטיפולים האחרים ב-91 ימים מזריעה). בנוסף, נמצאו מתאמים גבוהים בין CWSIe-ground ובין מוליכות פיוניות בשלושת המועדים המאוחרים ($0.78 \leq R^2$) (≤ 0.92).

איור 3 מציג את סוגי ה-CWSI השונים (טבלה 1) שחושבו לאחד מארבעת המועדים (77 יום מזריעה).



איור 3. ערכים ממוצעים ל-CWSI בגישות שונות לפי המופיע בטבלה 1. CWSIe_ground מבוסס על צילום קרקעי (מתורן בגובה 10 מ' מעל לצמחייה). כל שאר הערכים מבוססים על צילום אווירי (כ-400 מ' מעל לצמחייה). קווי שגיאה הם מרווח ביטחון $p=0.05$.

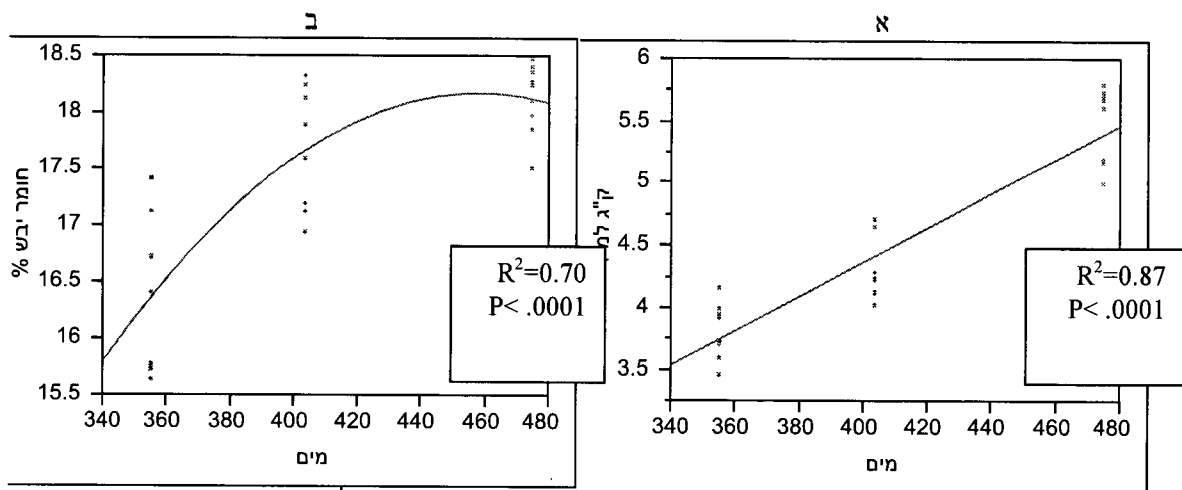
ערכי CWSIe_TIR המבוסס על הצילום האווירי בשלושת רמות ההשקיה ללא שילוב הצילום בתחום הנראה, גבוהים מערכי CWSIe_ground שחושבו מהצילום הקרקעי. זאת, מאחר וישנו עירוב בפיסקל והטמפרטורה המתקבלת מהצילום האווירי לחישוב המדד, מבטאת גם את החלק של הקרקע. עיבוד המשלב את הצילום בתחום הנראה הביא להפחתת השפעת הקרקע וכך ערכי CWSIe_RGB דומים יותר לערכי CWSIe_ground.

השימוש בצילום בתחום הנראה להפרדה בין הצמחייה לקרקע מצריך שימוש בשני סוגי מצלמות, מגדיל את מורכבות הניתוח ובהווה לא ניתן לבצע את הניתוח הזה באופן אוטומטי. לכן, נבחנה האפשרות של שימוש בצילום התרמי בלבד לחילוף טמפרטורת הצמחייה (Tl סטטיסטי בטבלה 1). על פי גישה זו, ערכי המדדים הללו ירדו בהשוואה למצב שבו לא טופלה בעיית העירוב עם הקרקע (CWSIt_TIRs, CWSIs_TIRs ו-CWSIe_TIRs בהשוואה ל-CWSIe_TIR בהתאמה).

לאחר הקביעה כי Tl סטטיסטי המחושב מהצילום התרמי בלבד יכול לייצג בצורה מספקת את טמפרטורת הנוף נבחנו שלוש גישות לחישוב או למדידה של $Twet$ המיוצגות בערכי המדד. הגישה האמפירית CWSIe_TIRs, התאורטית CWSIt_TIRs והגישה הסטטיסטית CWSIs_TIRs (איור 3). בהשוואה

ביניהן ניתן לראות כי אין הבדל בין ערכי המדד לפי הגישה האמפירית והתיאורטית. הגישה האמפירית המחייבת שימוש במשטח מלאכותי רטוב לקביעת ערך סף מינימאלי אינה מעשית בשדות מסחריים. לעומתה הגישה התיאורטית נראית מעשית יותר מכיוון שהיא מחייבת הצבת תחנה מטאורולוגית בלבד. לעומת זאת ערכי המדד שהתקבלו מהגישה הסטטיסטית סוטים מהערכים של הגישה האמפירית: ערכי המדד של הטיפול 70% וטיפול 100% נמוכים באופן משמעותי. הסיבה לכך נעוצה בעובדה שערכי ה-Twet הסטטיסטי נמצאו גבוהים באופן משמעותי מאלו של המשטח המלאכותי (גישה אמפירית) ומזו המחושבת באופן תיאורטי. יכול להיות שזה נובע מכך שבאזור הניסוי לא היו אזורים שנהנו מהשקיה עודפת כי הצילום צולם לפני השקיה. מכיוון שבהשוואה לשאר המדדים חישוב המדד לפי הגישה הסטטיסטית ניתן לבצע באופן אוטומטי ומהיר יחסית יש לבחון את הגישה הזו בעונה נוספת ובשדות מסחריים.

השפעת כמות המים על היבול - קיים מתאם ליניארי גבוה מובהק בין כמות המים ליבול הכללי ורמת מתאם בינונית אך מובהקת בין כמות המים לאחוז החומר היבש (איור 4).



איור 4. קשר בין כמויות מים ליבול כללי (א) וחומר יבש (ב) – פקעות תפוז"א מזן דזירה, אביב 2011 (קיבוץ רוחמה)

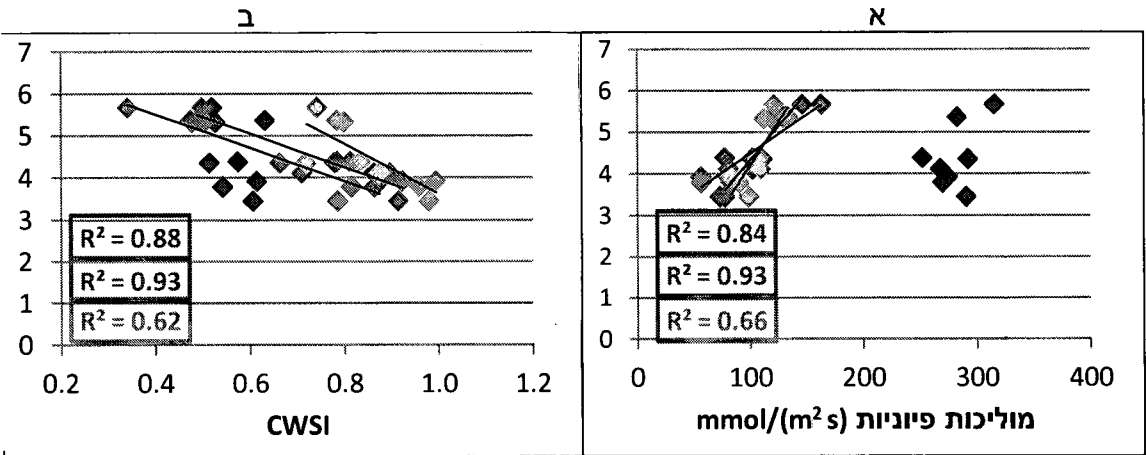
ניתוח מפורט לרכיבי היבול מצביע על כך, שקיימת השפעה מובהקת לכמות המים על משקל הפקעות הכללי ועל משקל הפקעות הגדולות – כל המקטע שמעל 45 מ"מ הושפע במובהק בין שלושת רמות של המים. משקל הפקעות הקטנות מ-45 מ"מ לא הושפע באופן מובהק מכמויות המים. כמו כן אחוז החומר היבש בפקעות הושפע במובהק וירד כתוצאה מירידת כמות המים ל-75% בהשוואה לכמויות של 85% ו-100% (טבלה 2).

טבלה 2. השפעת כמות המים בהשקית תפ"א על היבול ורכיביו בון דזירה (ק"ג למ"ר) - רוחמה, אביב 2011

כמות מים מ"מ	טיפול	יבול כללי – ק"ג למ"ר	גדול מ 65 מ"מ	55-65 מ"מ	45-55 מ"מ	35-45 מ"מ	קטן מ 35 מ"מ	אחוז חומר יבש
474.5	100%	א 5.44	א 1.85	א 2.22	ב 1.15	0.17	0.03	א 18.12
403.4	85%	ב 4.27	ב 0.85	ב 1.78	אב 1.40	0.20	0.03	א 17.66
355	75%	ג 3.81	ב 0.44	ג 1.36	א 1.68	0.27	0.04	ב 16.36
מובהקות		*	*	*	*	ל.מ.	ל.מ.	*

הערה:מספרים המלווים באות זהה באותה עמודה אינם נבדלים באופן מובהק $p=0.05$, על-פי מבחן Tukey-Kramer HSD
קשר בין מדדי צומח וממד העקה ליבול- נמצאו קשרים ליניאריים מובהקים בין המדדים מוליכות פיוניות

וממד העקה לבין כמויות היבול כבר ב-59 יום מזריעה (איור 5). למרות שמוליכות פיוניות הינה מדידה ישירה של מצב המים בעלה וצילומים תרמיים מהווים אינדיקציה שינוינית ניתן לראות כי אין הבדל ברמת המיתאמים. לשימוש בממד העקה (CWSI) ישנו יתרון בולט על פני השימוש במוליכות פיוניות, מאחר ומאפשר קבלת תמונת מצב של כלל שטח השדה בתנאי טרנספירציה אחידים. קשרים דומים נמצאו בעונת 2010. כמו כן, הקשרים הללו מועילים בקביעת ערכי הסף להשקיה לפי מדד העקה לאורך העונה. ניתן לראות כי במועד השני והשלישי ערך הסף להשקיה הוא 0.5, כלומר ערך המדד שהתקבל לטיפול 100% השקיה יום לפני השקיה. במועד השלישי ערך הסף גבוה יותר ועומד על 0.7. ערכי סף דומים התקבלו מנתונים של עונת 2010. ערכים אלו ייבחנו גם לאור הנתונים של עונת 2012. בעתיד יש לבחון את היכולת לכוון השקיה לפי תצלומי אוויר.



איור 5. קשר בין יבול ובין מוליכות פיוניות (א) ובין מדד העקה התרמי (ב) במועדים השונים (סגול- 52 ימים מזריעה; כחול- 59 ימים מזריעה; אדום- 77 ימים מזריעה; ירוק- 91 ימים מזריעה).

מסקנות

מהתוצאות של עונת 2011 נראה כי ניתן להפיק מפות שונות במצב המים בקנה מידה של השדה המסחרי מצילומים תרמיים מוטסים. עוד נראה שחישוב מדד העקה בהתבסס על צילום תרמי בלבד ומדידה של תנאים מטאורולוגיים הינו מעשי לשדות מסחריים. יחד עם זאת יש לבחון שוב כיצד נקבעת טמפרטורת המינימום. השימוש ב- CWSIs-TIRs מתבסס על ההנחה שקיים איזור מושקה היטב (השקיה עודפת)

ולא מתאים ליישום בשטחים מצומצמים כדוגמת ניסוי. מנגד, השימוש ב-CWSIt-TIRs מבוסס על חישוב מורכב שיש לפשט אותו.

תודות

תודה מיוחדת למגדלים מקיבוץ רוחמה, גדי הדר ורונו פאר-כהן על העמדת הניסויים ועל הקפדה ואכפתיות יוצאים מן הכלל. תודה לצוות של המכון להנדסה חקלאית שסייע רבות באיסוף הנתונים.

מקורות מצוטטים

- Alchanatis, V., Cohen, Y., Cohen, S., Möller, M., Sprinstin, M., Meron, M., Tsipris J., Saranga, Y., and Sela, E. 2010. Evaluation of different approaches for estimating and mapping crop water status in cotton with thermal imaging. *Precision Agriculture*. 11: 27-41.
- Ben-Gal, A., Agam, N., Alchanatis, V., Cohen, Y., Yermiyahu, U., Zipori, Y., Presnov, E., Sprinstin, M., and Dag, A. 2009. Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery. *Irrigation Science* . 27: 367-376.
- Ehrler, W.L. 1973. Cotton leaf temperatures as related to soil water depletion and meteorological factors. *Agronomy Journal* 65: 404-409.
- Fuchs, M. 1990. Infrared measurement of canopy temperature and detection of plant water-stress. *Theor Appl Climato*. 42(4): 253-261.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter Jr., P.J., Moran, M.S., Reginato, R.J., and Hartfield, J.L. 1981. Normalising the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteor.* 24: 45-55.
- Jones, H.G. 1999. Use of infrared thermometry for estimation of stomatal conductance as a possible aid to irrigation scheduling. *Agricultural and Forest Meteorology*. 95: 139-149.
- Meron, M., Tsipris, J., Orlov, V., Alchanatis, V., and Cohen, Y. 2010. Crop water stress mapping for site-specific irrigation by thermal imagery and artificial reference surfaces. *Precision Agriculture*, 11:148-162.
- Möller, M., Alchanatis, V., Cohen, Y., Meron, M., Tsipris, J., Naor, A., Ostrovsky, V., Sprinstin, M., and Cohen, S. 2007. Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. *Experimental Botany*. 58(4): 827-838.
- Peñuelas J., Baret F., and Filella I., 1995, Semi-empirical indices to assess carotenoids, chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance, *Photosynthetica*, 31:221-230.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., and Deering, D.W. 1973. Monitoring vegetation systems in great plains with ERTS (p. 309-317). *In: Proceedings of NASA, Spec. Publ. 3rd Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*, 1, 351.

פיתוח ממשקים משמרי קרקע מים וסביבה עבור גידול תפוחי אדמה באזור השרון
Developing Potatoes growing practices for the Sharon region that soil, water and environme

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- 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. קרקעות החמרה בשרון ידועות ביתרונן האגרנומי, הנובע בעיקר מהרכבן המכאני ה"קל", תאחיזת מים סבירה וניקוז מהיר המאפשרים עיבוד נוח של גידולי שורש ופקעת עתירי הכנסה, כמו גזר בטטה ותפוז"א. עם זאת, הרכב מכאני זה הינו אחד הגורמים העיקריים לרגישותן הרבה של קרקעות אלו לסחיפה, בעיקר בהיותן חשופות לאירועי גשם בעוצמה גבוהה. אחת הדרכים הנלמדות בעולם להתמודדות עם סחף קרקע בגידול תפוז"א הוא חיפוי הקרקע בקש (Mulching) ממקור חיצוני או מקומי (ג"כ שנזרע מבעוד מועד). לממשק ג"כ יתרונות אגרנומיים נוספים כאשר מהחשובים ביניהם הוא טיוב הקרקע ודיכוי עשבים רעים. בשנה זו נערך ניסוי שדה במושב משמרת ובו נבחנו מספר ג"כ (תלתן, חטפון, קנולה, שיבולת שועל (ש"ש) וש"ש עם בקיה בהשוואה לחלקות בקורת ממשק מקומי (שמירה על הערוגות ע"י ריסוס קוטלי עשבים (ק"ע) ובקורת בהן לא נעשתה הדברה. כבר בשנת המחקר הראשונה התגברנו על רוב הבעיות האגרנומיות: מזריעת גידולי כיסוי, כיסוח, זריעת תפוז"א ואיסוף בקומביין. כצפוי, בעזרת חיפוי צמחי הצלחנו לשמור על יכולת החידור של הקרקע ובהתאם להקטין את הנגר וסחף קרקע. ג"כ הדגניים מנעו כמעט לחלוטין התבססות של עשבים לפני ואחרי זריעת התפוז"א למעט מרור הגינה שהציץ גם מתוך הקש של כל גידולי הכיסוי. מבחינת יכולת תפוז"א לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים.

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים בשלב זה המלצות לחקלאים

מבוא

בגידולי שורה חורפיים כמו תפוז, 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 בשרון בגידולי שורה בכלל, ובתפוז בפרט, זוהתה זה מכבר, וחוקרים ניסו להתמודד עם הבעיה בשיטות פיזיקאליות (בניית סכרונים בתלמים) וכימיות (שימוש במייצבי קרקע) אך פתרונות אלו לא צלחו להיכנס לממשק החקלאי מסיבות אגרוטכניות וכלכליות.

לשם גידול תפוז 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.

ג"כ ידועים כממשק ידידותי להדברת עשבים. בממשק זה הדברת העשבים מושגת על ידי תחרות, הצללה ואלולופטיה 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 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) ורגישות פני הקרקע לסידוק לאחר ייבוש נוף תפוז.

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.

4. פיתוח והתאמת מזרעת תפוז 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 : חלקות המחקר הוקמו במושב משמרת שבשרון. החלקות כולן בקרקע חמרה ותוכננו במבנה של בלוקים באקראי, שבעה טיפולים בארבע בלוקים. שטח כל חזרה - 400 מ"ר, סך הכל לטיפול - 1600 מ"ר. לצורך המחקר בחרנו חלקה עם שיפוע אחיד ולצורך תכנון הניסוי ערכנו סקר טופוגרפי וסקר קרקע (מפורט בהמשך).
- זריעת גידולי הכיסוי : גידולי הכיסוי נזרעו ב - 12 לחודש אוקטובר 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) (איור 1). כל חלקה כללה ארבע ערוגות באורך 50 מטר. הרכב הטיפולים : תלתן, חיטפון, שיבולת שועל (ש"ש), בקיה עם ש"ש, וקנולה בעומדי זריעה של 3.5, 8.0, 7.5, 7.0 ו-0.4 ק"ג לדונם בהתאמה. כן נכללו שני טיפולי ביקורת : ביקורת עשבייה מקומית ללא הדברה וביקורת קרקע שנשמרה חשופה בעזרת הדברה כימית (איור 2).

א.



ב.



איור 1. זריעת גידולי הכיסוי : א. זריעת גידולי הכיסוי על הערוגות והמעברים (פסי דריכת הטרקטור) ב. מראה החלקות לאחר הנביטה ניתן לראות היטב את הנביטה גם בפסי הדריכה.



- המספרים 1-7 מציגים את הטיפול)
1-תלתן ; 2-חיטפון ; 3-ש"ש ; 4-
בקיה+ש"ש 5-קנולה ; 6-עשבייה
מקומית ; 7-קרקע חשופה).
- האותיות A-D: מייצגות שם בלוק.
- חלקות הצבועות בצהוב נזרעו
בפקעות של תפוז"א שעברו חיטוי
באוויר ואילו בירוק בקומדור
שניהם תוצרת חברת לוכסמבורג.
- ▼ מזרם

איור 2. מפה סכמאטית של הטיפולים בשנה א'.

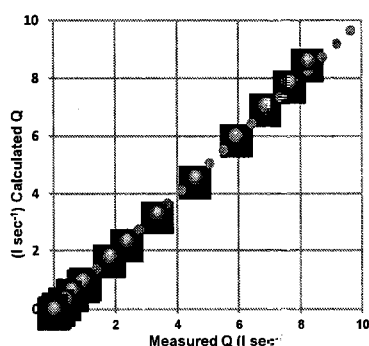
- 50 -



ג



א



ד



ב

איור 3. א- מהיך התקנת המזרס בחלקות המחקר ובניית סוללות עפר לסכירה וניתוב הנגר לתוך תעלת המזרס, כאשר בחלק התחתון של התמונה מוצג מראה עליון של ארגו שבו מותקנים מכשיר מדידת המפלס, אוגר הנתונים ומקור המתח. **ב-** מראה צד של המזרמים הכולל ברכת השקטה (והשקעה של חלק מהסחף) למי הנגר לפני כניסתם לתעלת המזרס. סוללות העפר מדופנות בפוליאתילן שחור לשם חיזוקם הפיזי. **ג-** מראה התחית מוצא המזרס כאשר הקרקע יוצבה באמצעות יריעת דשא סינטטי למניעת נזקי היתירות מאנרגית המים היוצאים מהמזרס. **ד-** היחס בין ספיקה מדודה לספיקה מחושבת כפי שנמדד בכיול המזרס במעבדה.

- **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 לייזר קרקעי (Scan Station C10, Leica LTD) שמבצע הופקה מפת שיפועים ברזולוציה של 1 ס"מ של חלקה והדרכים הגובלות בה. על בסיס מפה זו חילקנו את השטח ל-4 בלוקים שכל אחד כלל את שבעת הטיפולים. כמו כן הוגדרו כיווני הניקוז בכל בלוק לשם מניעת חדירת נגר מחלקה לחלקה.

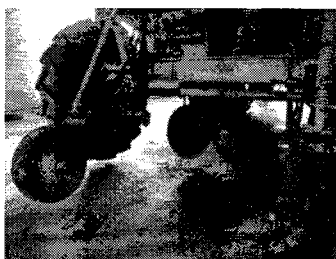
- **מעקב צמחי ביסוי ועשבים רעים:** נערך מעקב כמותי (ספירות עשבים) ואיכותי (מיון טקסונומי) אחר רמת השיבוש בעשבים רעים ואחר גידול והתפתחות ג"כ מספר פעמים במהלך התקונה עד הצאת התפוא"א ובמהלך גידול התפוא"א. ספירות העשבים וזיהויים וכן עומד ג"כ בוצעו ע"י הנחת חישוק בשטח של $0.25m^2$ וסכירת העשבים וג"כ בתוך 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.

- **המתת גידולי הכיסוי:** המתת גידול הכיסוי כללה כיסות וריסוס. ב 22/1/2012 ג"כ כוסחו באמצעות מרסקת גזם אחורית של אוריאל ובניו שהושאל למטרה זו על ידי היצרן. נערכה

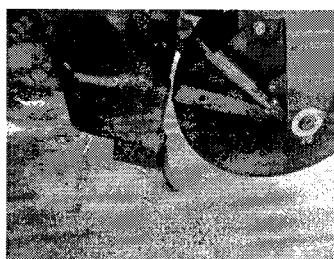
סידרה של ריסוסים לצורך המתה של ג"כ: 13.2.12 - ריסוס באמצעות מרסס מפוח גידולי שדה של דגניה בנפח תרסיס של 17 לי' ד' - דוקטלון 1.5%, משטח 90 0.1%, לינורקס 100 ג' לד' (הלינורקס ניתן כטיפול קדם הצצה סלקטיבי לתפוז"א); על מנת להשלים את הריסוס הראשון שלא עבד היטב ב-27.2.12 נערך ריסוס שני בו ניתן ראונדאפ-200 סמ"ק ד' בתוספת גליגן - 30 ג' ד' ומשטח 0.5% DX; גם את הריסוס השני שרדו בקיה, קנולה וש"ש שהתחדשו; ב-16.4.12 ניתן ריסוס סלקטיבי של דגנול (קוטל דגניים בררני) במינון 50 סמ"ק לדונם באמצעות מרסס גב מוטורי בכדי לפגוע סלקטיבית בספיח של חיטפון וש"ש בתוך גידול התפוז"א.

- **בנית מזרעת אב טיפוס לזריעת תפוז"א בממשק אי פליחה:** לצורך הניסוי הסבנו מזרעת כפות תוצרת Grimme כדי שאפשר יהיה לזרוע את התפוז"א אל תוך ג"כ. ההסבה כללה: א. הוספת מערכת לחיתוך גבעולי ג"כ לפני הפולחים של המזרעה והחלפת הפולחים הרגילים של המזרעה כדי שהפולח ירים את הקרקע ולא ידחוק אותה לצדדים (איור 3 א). ב. החלפה והתאמה של מנגנון כיסוי התלמים והידוק הקרקע בתוך ג"כ (איור 3 ב).

ב.



א.



איור 4. א. מראה צד של דיסק חיתוך והפולח החליפי: **ב.** מראה אחורי צידי של גלגל הידוק ושני דיסקי הכיסוי מימין ומשמאל לתלם (ישנו גם דיסק כיסוי השמאלי שאינו נראה היטב בתמונה).

- **זריעת תפוז"א:** ב- 8-10/2/2012 נזרעו כל חלקות הניסוי כולל חלקות הביקורת בתפוזי האדמה מזן Winston (פקעות בגודל 45-55 מ"מ) באמצעות מזרעה שהוסבה במיוחד לניסוי זה. למעשה בניסוי זה כל הטיפולים נזרעו על ערוגות (בשונה מהגידול המשקי ההופך כל ערוגה לשתי גדודיות). ראוי לציין כי ארבעת חלקות הביקורת של קרקע חשופה תוחחו ימים בודדים לפני הזריעה בדומה לממשק המקובל. כמו כן חשוב לציין שנכנס פרמטר לא מתוכנן לניסוי והוא פקעות שעברו חיטוי שונה: למעשה 2/3 מהפקעות עברו חיטוי בתכשיר אוהיו של חברת לוכסמבורג ו-1/3 מהפקעות עברו חיטוי בקומודור של חברת לוכסמבורג (איור 2). בגלל שהקומודור נמצא לא יעיל והיתה פגיעה קשה בביקורות למעשה לא יכולנו להשתמש בחלקות שטופלו בקומודור בניתוח הסטטיסטי של היבולים.
- **פעולות נוספות:** בתאריך 19/4/2012 ערכנו דיגום פטוטורות לבדיקת מחסור בחומרי הזנה; ב-30/4/2012 ערכנו הערכת יבול; בתאריך 14/5/2012 נוף תפוז"א הומת בעזרת ריסוס בסטה 250 סמ"ק ד'. בתאריך 30/5/2012 ערכנו דיגום יבול באמצעות איסוף ידני של 2 השורות

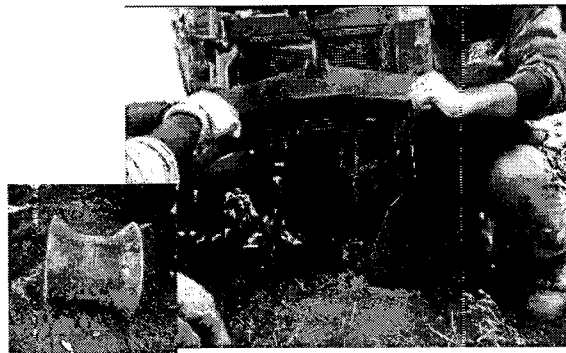
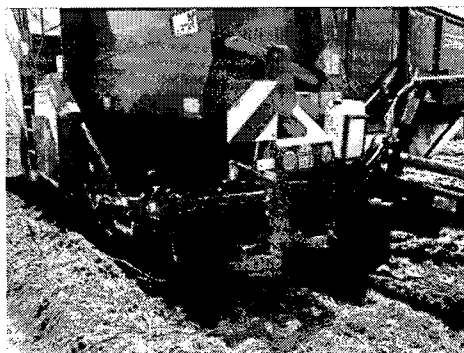
לאורך 2.5 מטר ערוגה בכל חלקה. לאחר האיסוף היבול מוין ונשקל לפי 3 גדלים (50, >50

35, <35 מ"מ). התוצאות נותחו באמצעות התוכנה הסטטיסטית JMP ver 8.0.

- איסוף יבול תפוזי: בתאריך 10/6/2012 יבול כל החלקות נאסף באמצעות קומבין תפוזי חד שורתי תוצרת Grimme שהותאם במיוחד לניסוי זה לאיסוף יבול מערוגות במקום מגדודיות (איור 5).

ב.

א.



איור 5. א. החלפת גלגל המוליך (דיאבלו- בתמונה הקטנה) של הקומבין בתוף כדי שיוכל להוליך את המחר של הקומבין על הערוגה: ב. הקומבין בפעולה על ערוגה עם שאריות גידול הכיסוי.

פרוט עיקרי תוצאות בשנת הדווח:

אפיון הגשם: במשך עונת הגשם של שנת המחקר הראשונה אוקטובר 2011- ספטמבר 2012 מדדנו 488 מ"מ גשם ש-45 מהם לפני תחילת המחקר בחודש אוקטובר. עומד המשקעים בחורף זה הינו כ- 85% מהממוצע הרב שנתי (575 מ"מ) שנמדדו באזור בשנים 1981-2010. הגשם המדווח בתקופת המחקר (נובמבר מרץ) ירד ב- 53 ימי גשם (של 0.5 מ"מ לפחות) כאשר העוצמה המקסימאלית ל- 5 דקות בין 32 ל- 47 מ"מ לשעה למשך 5 דקות (טבלה 1).

טבלה 1: סיכום עונת הגשמים.

חודש	מס' ימי גשם	עוצמת גשם מרצית מ"מ 5 ד ¹	גשם מצטבר מ"מ	מס' אירועי זרימת נגר
אוקטובר*	3	-	45	-
נובמבר	8	47	116	4
דצמבר	5	44	29	1
ינואר	19	47	141	4
פברואר	12	40	105	1
מרץ	9	32	52	1
סה"כ	56		488	11

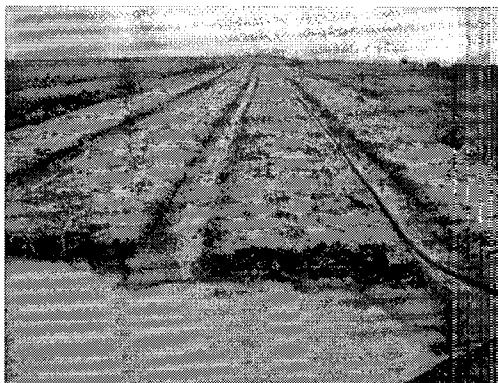
* נתוני חודש אוקטובר נלקחו מתחנה מטאורולוגית תל-מונד

השפעת הטיפולים על הנגר וסחף:

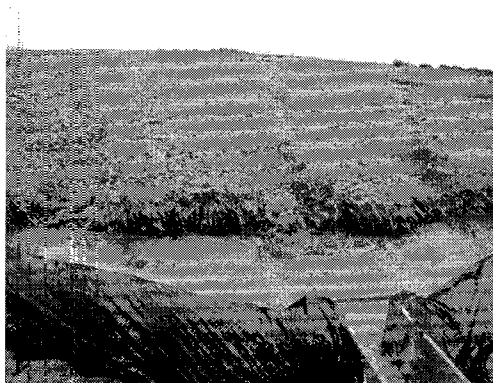
כבר בסופת הגשם הראשונה נצפו הבדלים בולטים בין הטיפולים השונים (איור 6). הידרוגף הנגר של הביקורת עם קרקע חשופה נראה כמעט כתמונת ראי לזה של הגשם. למעשה ניתן לראות כי הקרקע החשופה מייצרת נגר כאשר עוצמת הגשם היא מעל 5 מ"מ לשעה, ערך זה זהה לערכי חידור סופיים שמודדים לקרקעות חמרה חשופה בהדמיית גשם במעבדה. הביקורת של עשבייה

מקומית דומה מאוד בתגובה ההידרולוגית לתלתן ואילו הקנולה הגיבה בנגר רק בעוצמה של גשם מעל 30 מ"מ לשעה (איור 6ג).

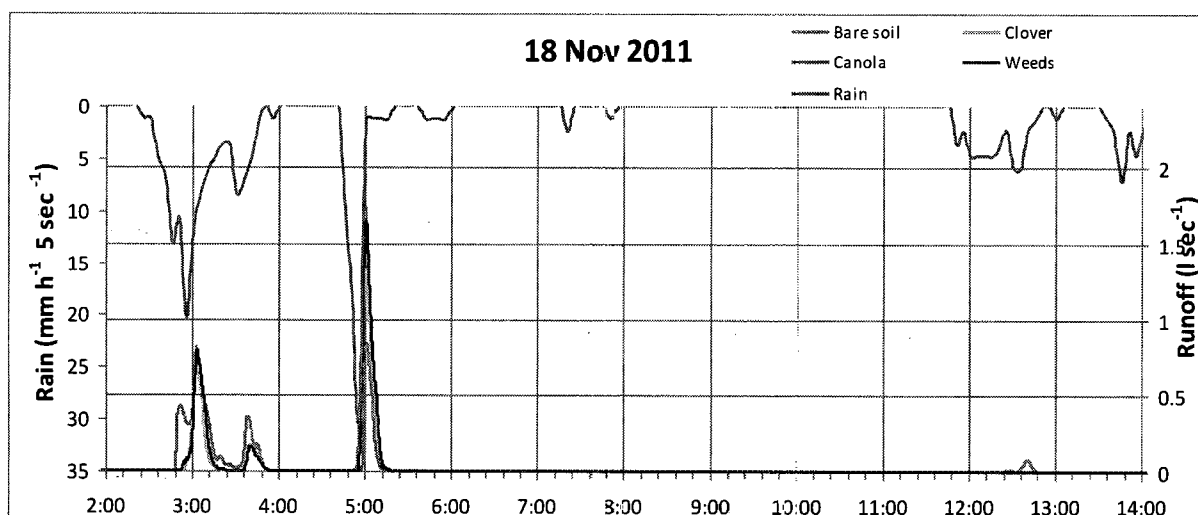
ב.



א.

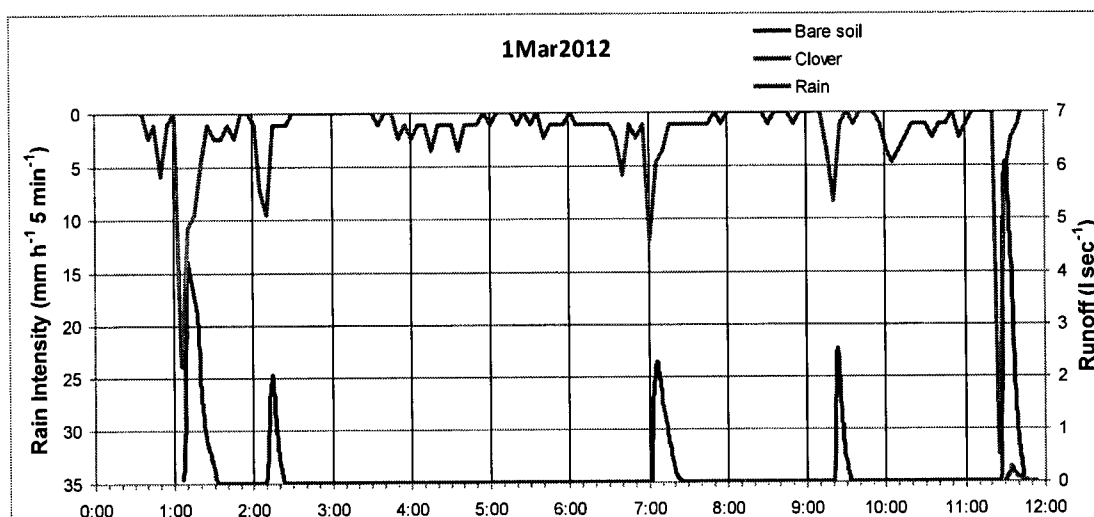


ג.



איור 6. מראה הטיפולים ב 18 לנובמבר: א. ש"ש + בקיה (ניתן לראות שאין סמני זרימה) ב. ביקורת קרקע חשופה (ניתן לראות היטב את כמויות הנגר וסחף הקרקע) ג. קצבי הגשם וקצבי הנגר לאורך מקטע של סופה שיצרה תגובה זו.

באירוע הגשם המשמעותי האחרון בשנה זו, בתחילת חודש מרץ, התנהגות הקרקע החשופה היתה זהה מאוד לזו שנצפתה בתחילת העונה ועוצמת גשם מעל 7 מ"מ לשעה יצרה נגר למרות שהקרקע עברה תיחוח לפני זריעת תפוז"א (כשלושה שבועות לפי: כן, במועד זה תפוז"א עדין לא הציצו). כל שאר הטיפולים בסופה זו לא יצרו נגר למעט התלתן שיצר מעט נגר בגשם שעוצמתו עלתה על 32 מ"מ לשעה (איור 7).



איור 7. קצבי הגשם וקצבי הנגר לאורך מקטע של סופה ב-1 למרץ 2012.

באופן כללי ניתן לומר כי חלקות הביקורת של קרקע חשופה נתנו הכי הרבה נגר לאורך כל עונת המדידה (טבלה 2) כאשר יחסי גשם נגר נעו בין 15-68% תלוי בעוצמות הגשם. בחלקות התלתן והביקורת של עשבייה מקומית נמדדה ספיקה זהה עם יחסי גשם נגר בין 12-46%. הקנולה יצרה נגר רק בתחילת העונה. חיטפון וש"ש נתנו נגר זניח. בחלקות ש"ש + בקיה לא נמדד נגר לאורך כל תקופת המחקר. ממשק זה נתן חיפוי הקרקע מלא ראשון, ולאורך כל העונה ולכן גם עוצמות גשם של עד 47 מ"מ לשעה לא יצרו נגר, בדומה לניסויי הדמיה של קרקע חמרה מחופה במעבדה.

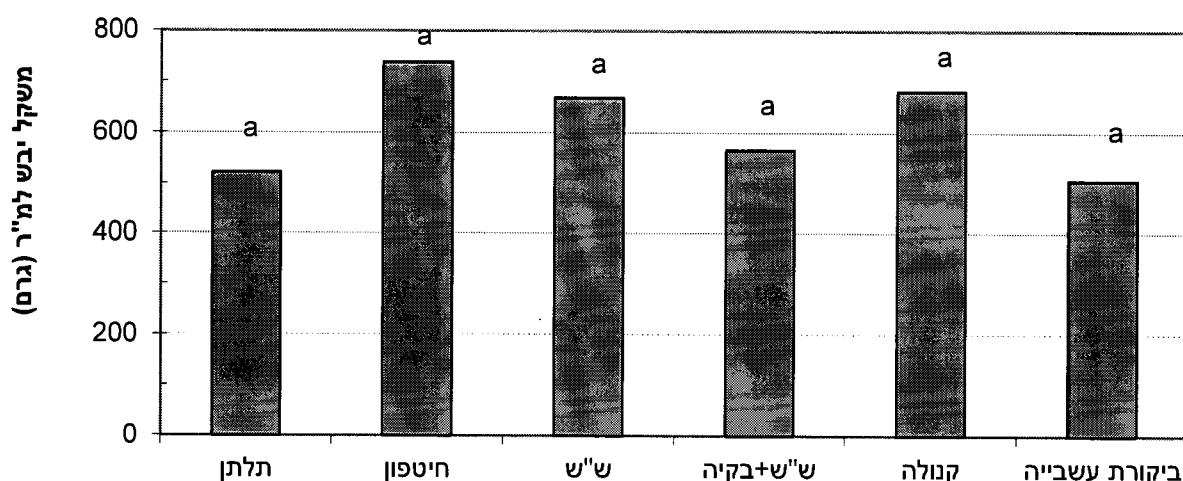
טבלה 2: נפחי הנגר שנמדדו לאורך שנת הניסוי הראשונה בטיפולים השונים

תאריך	תלתן	חיטפון	ש"ש	ש"ש + בקיה	קנולה	עשבייה מקומית	קרקע חשופה
15/11/2011	260					251	747
16/11/2011	218					362	598
17/11/2011	1010	56			328	1260	1977
19/11/2011	162					223	694
24/12/2011							131
01/01/2012							161
06/01/2012							562
22/01/2012							1213
27/01/2012							584
01/02/2012	83	65	5			44	1809
01/03/2012	100						595

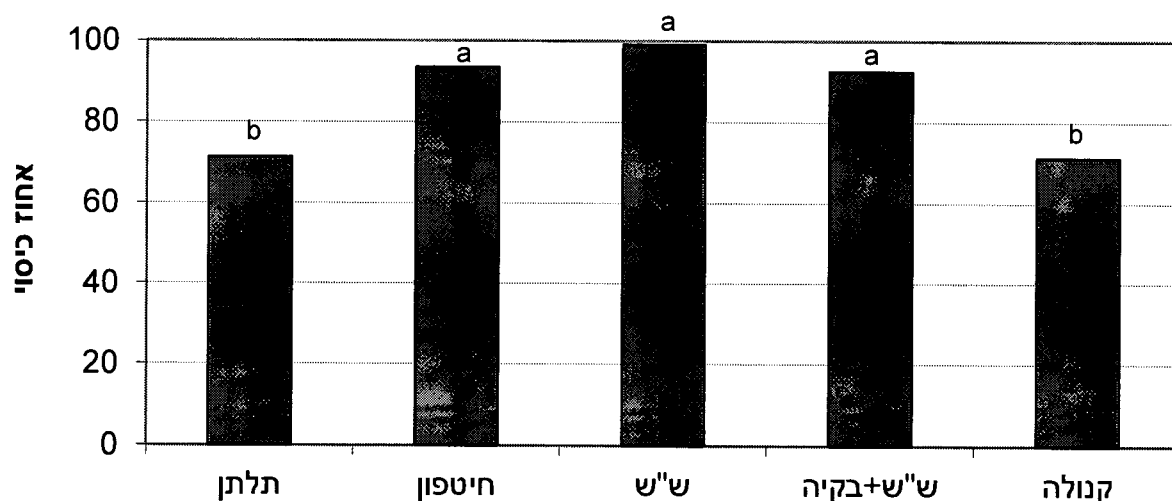
התפתחות גידולי הכיסוי והשפעת הטיפולים על עשבים רעים:

הטיפולים הדגניים שנזרעו בעומד גבוה והתבססו במהירות היו מוצלחים יותר מהגידולים האחרים מבחינת הדברת עשבים לאורך כל הניסוי, לפני זריעת התפוא"א וגם לאחריה. לא היו

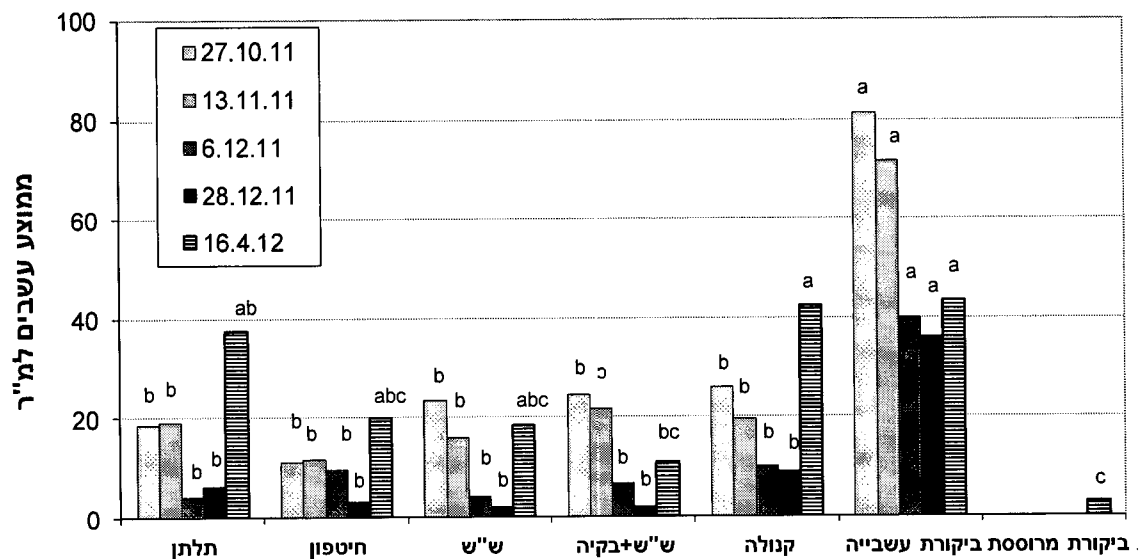
הבדלים במסה הצמחית העל קרקעית של ג"כ (איור 8) אך אחוז הכיסוי של ג"כ הדגניים היה גבוה במובהק משאר הגידולים (איור 9). שאריות הקש של הטיפולים הדגניים שלתוכם נזרעו פקעות התפוז"א דיכאו כמעט לחלוטין הצצה של עשבים רעים למעט מרור הגינה (*Sonchus oleraceus*) שהיה העשב העיקרי בשדה בכל מהלך הניסוי. יש לזכור שזרעיו של עשב זה מרחפים ברוח וקרוב לודאי שהגיעו מחלקות הביקורת ומחוץ לחלקת הניסוי. גידולי הכיסוי הפחיתו בצורה מובהקת את כמות העשבים לכל אורך תקופת הניסוי. הפחתת העשבים על ידי ג"כ התגברה עם הזמן והגיעה לשיאה חודשיים וחצי לאחר זריעתם ב- 28.12.11. במועד זה טיפולי הש"ש+בקיה והש"ש הפחיתו את כמות העשבים פי 18 לעומת הביקורת, 2 עשבים למ"ר בטיפולי הש"ש והש"ש+ בקיה ו- 3 עשבים למ"ר בחיטפון לעומת 36 עשבים למ"ר בביקורת העשבייה, בעוד טיפולי התלתן והקנולה הפחיתו את כמות העשבים פי 6 ופי 4 בהתאמה. גם לאחר התבססות תפוז"א ניכרה השפעתם המדכאת על העשבים, ובמיוחד של ג"כ הדגניים (איור 10). רק פרטים בודדים של ענבי שועל, רגלת הגינה וכף אווז האשפתות הצליחו להתפתח בתוך התפוז"א שנזרע על גידולי הכיסוי (תוצאות לא מובאות).



איור 8. מסה על קרקעית (משקל יבש נוף למ"ר) של גידולי הכיסוי ב- 28.12.2012.



איור 9. אחוז כיסוי של ג"כ השונים ב- 28.12.2011.



איור 10. ממוצע עשבים למ"ר במ"ר בטיפולים השונים לאורך תקופת הניסוי. כל התצפיות נערכו לפני זריעת תפוז"א מלבד התצפית האחרונה מ-16 לאפריל שנערכה 64 ימים לאחר הזריעה.

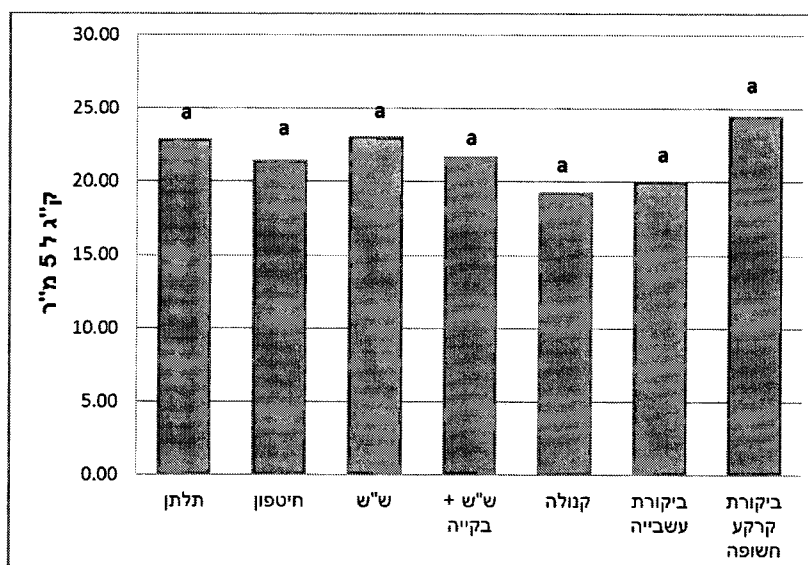
באיורים 8-10 עמודות באותו צבע שבראשן אותיות לא זהות מובהקות ע"פ מבחן Tukey –

p=0.05, Kramer HSD

השפעת הטיפולים על יבול תפוז"א:

ליבול של שנה זו צריך להתייחס בזהירות מכמה סיבות:

- התווסף לניסוי פרמטר לא מתוכנן שהוא חימר חיטוי הפקעות מה שיצר למעשה את הצורך להוציא מהסטיסטיקה את כל הטיפולים שקיבלו את החיטוי בקומודור, ולכן מספר החזרות שהיו לנו לכל טיפול היה רק שלוש.
 - השונות הטבעית בשטח (קרקע, רום, ועוד) - מצאנו שונות יחסית גדולה בכל טיפול אך בגלל מספר חזרות קטן ותפרוסת לא אחידה בבולקים (מהסיבה הראשונה) למעשה לא ניתן היה להפריד משתנה זה בניתוח הסטיסטי.
 - זריעה מאוחרת של תפוחי האדמה (שבוע שני של פברואר) עקב קשיים טכניים בפיתוח האב-טיפוס של מזרעת תפוחי אדמה מתחת לגידולי כיסוי.
- ממוצע יבול תפוז"א נע בין 20-25 ק"ג ל-5 מ"ר (איור 11), ערכים אילו מקבילים ל-4-5 טון לדונם בהתאמה, שזהו יבול נמוך במקצת לזן ווינסטון באזור השרון (5-6 טון לדונם). בכל מקרה, לא נמצא הבדל מובהק ביבול בין הטיפולים.



איור 11. יבול תפוז"א בק"ג ל 5 מ"ר בכל אחד מהטיפולים בשנת המחקר הראשונה. עמודות שבראשן אותיות לא זהות מובהקות ע"פ מבחן Tukey – Kramer HSD, $p=0.05$.

סיכום התוצאות של השנה הראשונה של המחקר

כבר בשנת המחקר הראשונה התגברנו על רוב הבעיות האגרוטכניות: מזריעת גידולי כיסוי, כיסוח, זריעת תפוז"א ואיסוף בקומביין. כצפוי, בעזרת ג"כ הצלחנו לשמור על יכולת החידור של הקרקע ובהתאם להקטין את הנגר וסחף קרקע. חיפויים שונים מגיבים שונה: ככול שחיפוי הקרקע יהיה מוקדם יותר בעונה, כך נזקי הנגר והסחף יפחתו. גידולי הכיסוי הדגניים מנעו כמעט לחלוטין התבססות של עשבים לפני ואחרי זריעת התפוז"א למעט מרור הגינה שהציץ גם מתוך הקש של כל גידולי הכיסוי. מרור הגינה במשמרת כנראה עמיד לגלייפוסט (נבחן עכשו במעבדה) מה שמסביר את התפתחותו בשדה. בנוסף לכך הביקורות הלא מרוססות היוו מקור להפצת זרעים לכל החלקות. בטיפול גידולי הכיסוי נמצאה פגיעה נמוכה יותר של פטריית הארוונייה בפקעות שחוטאו בקומודור, כנראה מתנאי איורור טובים יותר תחת גידולי כיסוי. מבחינת יבול תפוז"א לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים והיבול הכללי של החלקה היה נמוך כנראה עקב זריעה מאוחרת של תפוזי האדמה.

א.



ב.



איור 12. תפוז"א בשלף של חיטפון: א. 55 ימים מזריעה ב. 80 ימים מזריעה.

בשנה הבאה נחזור על הניסוי בחלקת תפוז"א אחרת של אותו חקלאי בשרון, הטיפולים שימשיכו לשנה הבאה הם: ש"ש, חיטפון, תלתן וביקורת משקית. מספר החזרות יעלה מ-4 ל-5 וכך נוכל לקבל תוצאות מובהקות יותר ביבול מה שלא קיבלנו השנה. בנוסף, שטח כל חלקה יגדל מ-400 מ"ר ל-700 מ"ר כאשר כל טיפול יהיה ברוחב 3 ערוגות לכל אורך השדה כך שנוכל לבצע גם דגימות היבול כולו באמצעות קומביין. ב-2011-12 התבצע כיסוח לצורך סיום גידולי הכיסוי ולאחר מכן ריסוס, כנראה שהריסוס לא עבד יפה מכיוון שלא היתה מספיק עלווה שתקלוט את הריסוס. התבצעו שני ריסוסים של מספר חומרים מכיוון שריסוס אחד לא נתן תוצאה מספיקה בהדברת גידולי הכיסוי, לכן אם נרסס את גידולי הכיסוי כאשר הם לא הגיעו לביומסה גדולה מדי כנראה יהיה קל יותר להדביר אותם. כמו כן יהיה מרווח זמן גדול יותר בין גידולי הכיסוי לזריעת התפוז"א דבר שימנע ריסוס חומרים לאחר זריעת התפוז"א, ימנע תחרות אפשרית על מים ונוטריינטים בין גידולי הכיסוי לתפוז"א, יפחית חשש לאללופתיה מצד הגידולי כיסוי ויקטן הסיכוי שהם יהיו עדיין אלסטיים וייתקעו במזרעה. בנוסף ייבדק מעבר במעגלה ייעודית לשבירת קני הדגניים לשיפור המתת גידול הכיסוי.

תודות: לכל אלו שעזרו ותרמו מזמנם וציודם להצלחת המחקר: לרון אלבז וצוות העובדים שלו ממושב משמרת על מתן עזרה ואכסנייה במשקו לניסוי שכל מי ששמע על פרטיו הרים גבה....., לאהרון ימיני על השאלת הדרייל, לחברת אוליאל ובניו על השאלת המרסקת, יעדים על השאלת מזרעת התפוז"א וביחוד לאודי ומישלה על יצרתיות והירתמות בלתי מסויגת לפרוייקט, וכמובן לכל השותפים והסטודנטים שלקחו חלק במחקר. תודה מיוחדת לאינג' שאהין עוינאת על העזרה המקצועית הבלתי מסויגת במחקר.

פרוט מלא של הפרסומים המדעיים – בשלב זה אין