



משרד החקלאות
מחוז העמקים

חוות נסיונות בבנות
עמק הירדן



סיכום תוצאות התצפיות והניסויים בבנות בעמק הירדן בעונת 2019-20



נבות גלפז, יאיר ישראלי

בהשתתפות: יובל לוי, אורטל בחשיאן, עידן אלינגולד, אבי צרפתי, אמיר קינן, גלעד הדר,
גד ארקין, אור שפירא, נורית בן הגיא, אנה לובין (ארביטי)

אוקטובר 2020

תוכן העניינים

עמוד

דברי פתיחה	3
------------------	---

ניסויים

1. השקיה במים ברמות מליחות מופחתות.	
(צמח, שתילת קיץ 2016, סיכום יבול ג')	4
2. השקיית בננות בבית רשת ובשטח פתוח בעמק הירדן תוך הסתייעות באופוטורנספירציה מחושבת.	
(צמח, שתילת קיץ 2015, דו"ח מסכם, יבולים א'-ד')	19
3. בחינת ממשק הדחת מלחים מרוכזת לצורך חסכון במנות ההשקיה.	
(דגניה א', דגניה ב', מסדה ואפיקים, שתילת קיץ 2017, דו"ח מסכם, יבולים א'-ב')	52
4. בחינת רשתות תרמיות לצורך הגנה מפני נזקי קרה.	
(דגניה ב', שתילת קיץ 2016, סיכום יבול ג')	61
5. הזנת בננות באשלגן ובחנקן בבית רשת.	
(צמח, נטיעת קיץ 2014, דו"ח מסכם, יבולים א'-ה')	72
6. הנמכת המטע באמצעות קלונים נמוכים.	
(כנרת, שתילת קיץ 2015, דו"ח מסכם, יבולים א'-ד')	95
7. בחינת רשתות רפלקטיבית לאורכי גל בתחום ה-Near Infrared.	
(תל-קציר, שתילת אביב 2020)	104

תצפיות

1. גידול בננות במצע מנותק. (צמח, שתילת אביב 2017, סיכום יבול ב')	111
2. בחינת קלונים טיוואנים עמידים חלקית למחלת פנמה.	
(צמח, שתילת קיץ 2016, דו"ח מסכם, יבולים א'-ג')	116
3. הכוונת פריחה באמצעות הזרקת אתרל. (שער הגולן, אביב 2018, סיכום יבול א')	124
מיזם ארצי "מחלת פנמה בבננה": סיכום עיקרי תוצאות שנים א'-ב'	133
סיכום הנתונים המטאורולוגיים של שנת 2019	138

דברי פתיחה

עונת 2019-20 התאפיינה בחילופים.

בתחום ההדרכה, יובל לוי סיים את תפקידו כמדריך גידול הבננות בעמק הירדן, ואת מקומו תפס אורטל בחשיאן. יובל מעביר את המקל לאורטל, מסייע בסקרים לאיתור צמחים נגועים במחלת פנמה, ומלווה את אורטל יום בשבוע בנושאי הדרכה. ליובל, תודה על הרוח הטובה, החברות, והיכולת לשתף ולחלוק בנדיבות בידע העצום שרכשת במהלך השנים. לאורטל נאחל השתלבות מהירה.

בתחום המחקר, ב-2020 הסתיים מספר רב של ניסויים: השקיית בננות בעמק הירדן תוך הסתייעות באופוטרנספירציה מחושבת (פנמן), בחינת זנים נמוכים, ממשק הדחת מלחים מרוכזת בבית רשת, והזנת בננות באשלגן ובחנקן בבית רשת. את מקום הניסויים שהסתיימו תופסים חמישה ניסויים חדשים: בחינה של קלונים טיוואנים נבחרים, עמידים חלקית למחלת פנמה, בחלקות מסחריות במשקים, השקיית בננות בעמק הירדן תוך הסתייעות באופוטרנספירציה מחושבת (פנמן) בחלקת מודל (מסדה), מירווחים ועומדים בבית רשת (בכנרת), רשתות רפלקטיביות לקרינת Infra-Red (תל-קציר), וחישוב צריכת המים בזנים נמוכים באמצעות ליזימטרים משקליים (צמח).

נכון לאוקטובר 2020, התקבל בשנת 2020 דיווח על גילוי חלקה חדשה אחת נגועה במחלת פנמה, חלקת 54 בתל-קציר. קצב ההתפשטות האיטי יחסית של המחלה מעודד, אולם ראוי להזכיר שמדובר במחלה חשוכת מרפא (כרגע), שתמשיך להתפשט בקרקעות העמק בשנים הבאות. בכדי להאט את קצב המחלה, על כולנו לנקוט בצעדים בסיסיים וזולים, אך אפקטיביים מאד, בעיקר חיטוי נעליים וגלגלים לפני הכניסה לחלקה, וביצוע סקרים תכופים בתקופה הרלוונטית.

בתחום המחקר, בנובמבר 2017 התחלנו להפעיל מיזם ארצי בנושא מחלת פנמה בבננה. ישנה התקדמות יפה בתחומי המחקר השונים המרכיבים את המיזם: חיטוי גורם המחלה, דיטקציה בצמח ובקרקע, פיתוח ממשקים לעיכוב גורם המחלה, ואקלום ופיתוח זנים עמידים. סיכום תמציתי של התוצאות העיקריות שהושגו בשנים א' ו-ב' של המחקר מופיע גם הוא בחוברת.

תודה לעוסקים במלאכת הטכנאות וכתובת החוברת: לצוות החווה על תחזוקת הניסויים ואיסוף הנתונים: עידן אלינגולד, אבי צרפתי, גלעד הדר, אמיר קינן, גד ארקננד, ליובל לוי ואורטל בחשיאן על הליווי המקצועי, לאנה לובין (ארביטי), על עזרתה בהפקת החוברת, ולצוותים במשקים בהם מתקיימים הניסויים.

בברכת יבולים כבדים ומחירים טובים,

נבות גלפז ויאיר ישראלי,

אוקטובר 2020

השקיה במים עם רמות מליחות מופחתות

(צמח, שתילת קיץ 2016, סיכום יבול ג')

רקע ותיאור הבעיה

הבננה הוא גידול רגיש במיוחד למליחות. כך, לדוגמא, בניסוי עבר שבוצע ע"י יאיר ישראלי, עמי להב וצוות החווה, נמצא שהעלאה של ה-EC במי ההשקיה, מ- 1.09 dS m^{-1} ל- 3.61 dS m^{-1} , הביאה לירידה של 31% במשקל האשכול. מי הכנרת, בהם מושקים מטעי הבננות בעמק הירדן, הם בעלי רמת מלחים גבוהה, ורצף של חורפים עם משקעים נמוכים מהממוצע הרב-שנתי, הביא להורדת מפלס הכנרת ועלייה במליחות המים, שעמדה, במאי 2018, על כ-350 מ"ג לליטר כלורידים, רמת מליחות חסרת תקדים, מאז שהחלה תפיסת מי המעיינות המלוחים, בשנות ה-60 של המאה ה-20. כמויות המשקעים הגבוהות בחורפים של 2018-19 ו-2019-20, הביאו לירידה מסוימת ברמת מליחות מי הכנרת, אולם עדיין איכותם ירודה להשקיית מטעי הבננה, עקב ריכוז המלחים הגבוה. איכותם הירודה של מי ההשקיה בעמק הירדן גורמת לכך שכ-45% ממי ההשקיה משמשים להדחת המלחים, מאזור עומק בית השורשים לשכבה עמוקה יותר, לצורך מניעת נזקי המלחת הקרקע. כתוצאה מהצורך לבצע הדחת מלחים, ולמרות החיסכון הניכר שהושג בעקבות המעבר לבתי רשת, צריכת המים בחלקות הבננות בעמק הירדן עדיין גבוהה, ועומדת על 1750-1800 קוב/דונם לשנה, ואף יותר במשקים מסוימים.

"תיקון 27 לחוק המים", שמביא לעלייה הדרגתית במחירי המים לחקלאות בעמק הירדן בשנים הקרובות, מחייב בחינת אמצעים לחסכון במים, ולשיפור היחס בין משקל פרי משווק לכמות המים הנצרכת.

בניסוי ראשוני, מצומצם בהיקפו (ליזימטרים ומיקרופלוטס), שנערך בחוות הניסיונות בצמח בין השנים 2010-2014, בניצוחם של אבנר זילבר ויאיר ישראלי, נמצא שלהשקיה במים מותפלים פוטנציאל לחסכון של כ-40%-30% ממנות המים, ולהעלאת היבולים בכ-25%-20% (חוברת סיכום ניסויים בעמק הירדן לשנים 2013-2014). התוצאות המבטיחות שהושגו בניסוי הראשוני עודדו אותנו לבחון את הפוטנציאל של השקיה במים עם רמות מליחות מופחתות (מים מותפלים, מי-כנרת, ומים מעורבים: מיהול ביחס 1:1 של מים מותפלים ומי-כנרת) להעלאת היבול ואיכות הפרי, בתנאי מטע.

לצורך כך נרכש, בסיוע יק"א, מתקן התפלה חדש, בעל נפח התפלה מקסימלי של 70 קוב ליממה, והניסוי יצא לדרך. חשוב לציין שבניסוי הנוכחי מנות ההשקיה הניתנות בכל אחד מסוגי המים זהות, ומטרת הניסוי אינה לבחון את הפוטנציאל לחסכון ישיר במנות ההשקיה באמצעות שימוש במים עם רמות מליחות מופחתות. נושא זה ייבחן בניסוי נפרד.

מטרת העבודה

בחניה לטווח ארוך ובקנה מידה גדול, בתנאי מטע, של הפוטנציאל של מים ברמות מליחות מופחתות להביא לשיפור הביצועים החקלאיים והעלאת רמת היבולים ואיכות הפרי בבננה, ושיפור יעילות ניצול המים.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: חלקה 15 בחוות מחקר הבננות בצמח, שגודלו בה בין השנים 2005-2015 אשכוליות אדומות. האשכוליות נעקרו בקיץ 2015, ולאחר מכן גודלה חיטה ונעשו עיבודי דיסקוס ומשתת. החלקה נשתלה ב-22.8.2016 בשתילי תרביית רקמה של הזן גרנד ניין בבית רשת (קריסטל 10%), במרווחי נטיעה 3 X 4 מטר, 3 שתילים לבית, 249 צמחים לדונם. שטח חלקת הניסוי 12 דונם.

מבנה הניסוי: הניסוי מתנהל במתכונת של בלוקים באקראי, 6 חזרות לטיפול, 16 בתים נמדדים בחזרה, סה"כ 96 בתים נמדדים לטיפול.

הטיפולים: לצורך הניסוי נרכש מתקן התפלה בעל כושר התפלה של 70 קוב/יום. המים נאגרים במכלי אגירה ומשם הם נשלחים בעזרת משאבות משלוח מים לחלקה. הניסוי מורכב ממים בשלוש רמות מליחות, להם הוגדרו טווחי ה-EC הבאים:

1) מים מותפלים; EC 0.15-0.25; 2) מי כנרת; EC 1-1.3; 3) מיהול מי-כנרת: מים מותפלים יחס 1:1; EC 0.6-0.8. למים המותפלים מוספים 10% מי-כנרת, לצורך החזרת מיקרו-אלמנטים הדרושים לצמח, המסולקים מהמים בתהליך ההתפלה. ההשקיה והדישון ע"פ הממשק הנהוג בחווה. מנות המים זהות בכל אחד מסוגי המים הנבחנים, כ-1750 קוב/דונם לשנה. ראוי לציין ש"מי כנרת" הם תערובת באחוזים משתנים במהלך העונה של מי כנרת ומי הירמוך.

מהלך המחקר: הניסוי נשתל כאמור באוגוסט 2016. לאחר השתילה, בשלב הביסוס הראשוני, הושקה כל שטח הניסוי במי כנרת. 5 ימים לאחר השתילה החלה ההשקיה במים ברמות המליחות השונות, ע"פ תכנית הניסוי. אירוע הקרה שהתרחש בשבוע של סוף ינואר-תחילת פברואר גרם נזקים ברמה בינונית לצמחים, אולם המטע שוקם, ואיסוף הנתונים החקלאיים לעונות 2017-18 התנהל כמתוכנן. במהלך עונת ההשקיה של 2017 חלה סתימה חלקית של הממברנות במתקן ההתפלה, בעיקר עקב ריכוזי הטיין הגבוהים המצויים במי הכנרת. החלפת הממברנות, ומעבר לשימוש במי ברז, אפשר את המשך תהליך ההתפלה לרמה המבוקשת, ללא צורך בטיפולים מורכבים. עונות ההשקיה 2018-2020 עברו חלק, ללא תקלות מיוחדות. המים ששימשו לטיפול המים המותפלים הם מי ברז, בדומה לעונת ההשקיה 2017.

איסוף וניתוח הנתונים: המעקב בניסוי כולל את ההשפעה של השקיה במים ברמות המליחות השונות על תכונות צימוח (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם). בנוסף, במהלך עונת ההשקיה מתנהל מעקב תלת-

שבועי אחר רמת המליחות של כל אחד משלושת סוגי המים, על מנת לוודא שה-EC של כל אחד מסוגי המים עומד בטווח שנקבע. רמת המליחות בקרקע בעומק 0-30 ס"מ מכומתת בתחילת ובסוף עונת ההשקיה, במעבדת שירות השדה. ריכוז יסודות המזון בעלים נקבע פעמיים בשנה, באימהות לקראת פריחה, ובנצרים בוגרים בסתיו.

מדידות TDR: רגש TDR (Time Domain Reflectometry) מודד את הזמן הלוקח לגל אלקטרומגנטי לצאת מהרגש ולהגיע לקצה השני שלו. מספר הגלים המגיע בתחום זמן ידוע מראש, וקשור באופן ישיר לכושר המוליכות החשמלית של הקרקע, המושפע מהרטיבות והמליחות שלה. כיום מדידה זו נפוצה מאוד בקביעת ערכים של אחוז הרטיבות הנפחית וקביעת רמת המוליכות החשמלית של הקרקע. לצורך מדידה זו השתמשנו ברגש TDR של חברת אקלימה בעל מוטות נירוסטה באורך 15 ס"מ המחובר לצג לקריאת הנתונים. נקודות המדידה היו במרחק 5 ס"מ ו-20 ס"מ מהטפטפת, תוך שמירה על אחוז רטיבות נפחית אחיד בכל אחד מהמרחקים, ע"מ לייצר סטנדרט מדידה שווה. הרגש הוחדר לקרקע לכל אורכו-15 ס"מ. התוצאות השונות נותחו באמצעות תוכנת JMP, במבחן Tukey.

תוצאות

סיכום תמציתי של תוצאות יבולים א' ו-ב'

טבלה 1. תכונות צימוח, פריחה, ויבול, יבולים א' ו-ב'

מובחנות	מותפלים	מעורבים	כנרת	שנה / יבול	מים עם רמות מליחות מופחתות
ל.מ.	305	303	300	2017/18 א'	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	317	312	305	2018/19 ב'	
	311	308	303	ממוצע	
ל.מ.	67.1	66.3	65.8	2017/18 א'	היקף גזעול, ס"מ
0.0425	72.7A	72.5A	69.0B	2018/19 ב'	
	69	69	68	ממוצע	
ל.מ.	02/08/2017	01/08/2017	31/07/2017	2017/18 א'	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	09/08/2018	07/08/2018	08/08/2018	2018/19 ב'	
	05-אוג	04-אוג	04-אוג	ממוצע	
				2017/18 א'	מספר ימים מפריחה לקטיף
ל.מ.	136	129	128	2018/19 ב'	
	136	129	128	ממוצע	
ל.מ.	09/11/2017	10/11/2017	13/11/2017	2017/18 א'	תאריך קטיף ממוצע
ל.מ.	07/12/2018	01/12/2018	26/11/2018	2018/19 ב'	
	23-נוב	20-נוב	19-נוב	ממוצע	
ל.מ.	265	263	260	2017/18 א'	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	306	307	327	2018/19 ב'	
	286	285	294	ממוצע	
ל.מ.	244	228	233	2017/18 א'	מספר אשכולות קטופים לדונם
ל.מ.	280	275	293	2018/19 ב'	
	262	252	263	ממוצע	
	92%	90%	87%	2017/18 א'	% אשכולות שנקטפו
	92%	90%	89%	2018/19 ב'	
	92%	90%	88%	ממוצע	

מובחנות	מותפלים	מעורבים	כנרת	שנה / יבול	מים עם רמות מליחות מופחתות
ל.מ.	11.7	11.6	11.6	2017/18 א'	מספר כפות
ל.מ.	12.4	12.3	12.5	2018/19 ב'	
	12.1	12.0	12.1	ממוצע	
0.0264	34.3A	32.8AB	32.6B	2017/18 א'	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	35.2	34.4	33.7	2018/19 ב'	
	34.8	33.6	33.2	ממוצע	
0.0519	35.6A	34.6AB	33.6B	2017/18 א'	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
0.0444	37.6A	36.9A	35.2B	2018/19 ב'	
	36.6	35.8	34.4	ממוצע	
0.0029	7551A	6630B	7094AB	2017/18 א'	יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג
ל.מ.	9828	9487	9848	2018/19 ב'	
	8690	8059	8471	ממוצע	
	17399	16117	16922		יבול שקול בפועל מצטבר ל-2 שנים, לדונם, ק"ג
0.0499	9068A	8606AB	8441B	2017/18 א'	יבול מחושב לדונם, ק"ג
ל.מ.	10721	10577	11014	2018/19 ב'	
	9895	9592	9728	ממוצע	
					אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	200	200	192	2017/18 א'	משקל, גרם
ל.מ.	205	172	169	2018/19 ב'	
	203	186	181	ממוצע	
ל.מ.	23.7	23.6	23.4	2017/18 א'	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	19.9	19.8	19.4	2018/19 ב'	
	21.8	21.7	21.4	ממוצע	
ל.מ.	12.6	12.6	12.5	2017/18 א'	היקף אצבע, ס"מ
ל.מ.	13.3	13.0	13.1	2018/19 ב'	
	13.0	12.8	12.8	ממוצע	

סיכום תמציתי של תוצאות יבול א', 2017-18

החלקה התאוששה מנזקי הקרה, ונתנה תוצאות חקלאיות טובות בעונת 2017-18. בשני מועדי הדיגום, מאי ואוקטובר, נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים ברמת מליחות הקרקע (EC, SAR, Na, Cl). הערכים המוחלטים כמעט ולא השתנו במהלך העונה, כנראה בזכות ממשק הדחת המלחים שיושם בחלקה, המונע את עליית רמת המליחות בקרקע. תמונה דומה התקבלה בבדיקות העלים: בעלי הצמחים שהושקו

במי כנרת נמצאו רמות גבוהות של נתרן וכלור ביחס למים המותפלים, בעוד שביסודות ההזנה לא נמצא הבדל בין הטיפולים השונים. במים המעורבים נמצאו ערכי ביניים של מרכיבי המליחות, הן בקרקע והן בעלים. ההבדל ברמת מליחות המים בטיפולים השונים לא השפיע על תאריך הפריחה והקטיפ. נמצאה מגמה של עלייה קלה בגובה הצמח והיקף הגזע עם הירידה בריכוזי המליחות. במשקל האשכול, נמצאה עליה מובהקת של 1.7 ק"ג בטיפול המים המותפלים לעומת מי כנרת, שגררה תוספת משקל יכול של 450 ק"ג לדונם בטיפול המים המותפלים בהשוואה למי הכנרת. טיפול המים המעורבים הראה ערכי ביניים, "כמו בספרים".

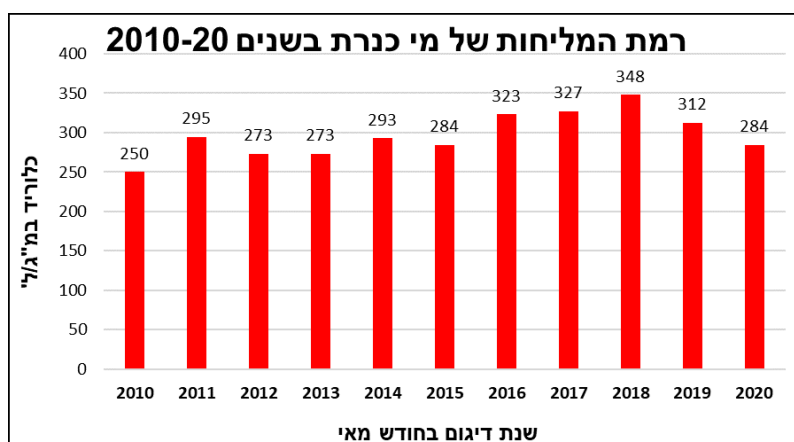
סיכום תמציתי של תוצאות יכול ב', עונת 2018-19

תוצאות יכול ב' של הניסוי דומות לאלה שנמצאו ביכול א'. בשתי עונות הגידול, ככל שרמת המליחות יורדת, ואיכות המים עולה, נתוני הצימוח ומשקל האשכול טובים יותר, אולם התוספתיות נמוכה יחסית. כך, ביכול ב', נמצאה עליה של 1.5 ק"ג במשקל האשכול בכל הקטיפים בטיפול המים המותפלים ביחס לטיפול מי כנרת, ו-2.2 ק"ג בקטיפים העיקריים, שנותנים אינדיקציה טובה לפוטנציאל המקסימום של כל טיפול.

בדיקות הקרקע, בסיום עונת ההשקיה של 2018 ותחילת עונת ההשקיה של 2019 מעידות על הבדל ניכר, לטובת טיפול ההשקיה במים המותפלים, בפרמטרים השונים הקובעים את מליחות הקרקע. אולם הבדלים ניכרים אלה בקרקע, לא הביאו להבדל דומה ברמת היסודות גורמי המליחות בעלים. ייתכן שהסיבה לכך היא שגם בטיפול השקיית מי הכנרת רמת המליחות "נסבלת", ולא גורמת להצטברות מלחים בעלים. ראוי לציין שבבדיקה המקבילה בשנה א', הערך המוחלט של רמות הנתרן והכלוריד בטיפולים השונים היה נמוך יותר, ונמצא יחס ישיר, מובהק סטטיסטית, בין רמת המליחות של המים, לרמת הנתרן והכלוריד בעלים.

סיכום תוצאות יכול ג', עונת 2019-20

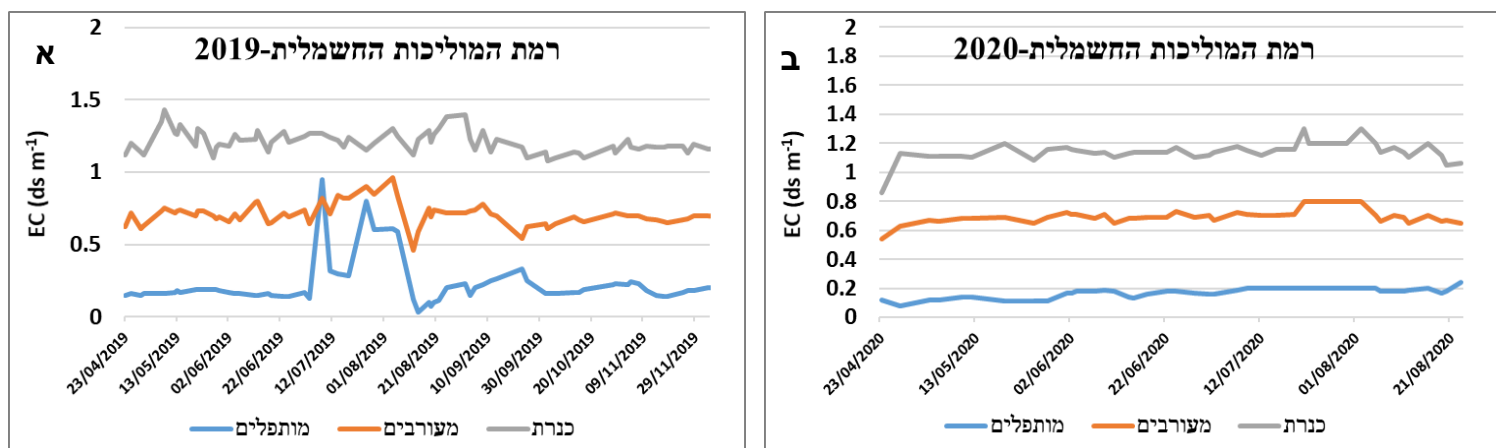
הרכב היסודות במים, בקרקע, ובעלים רמת מליחות מי כנרת בשנים 2012-2020



איור 1. רמת מליחות מי הכנרת בשנים 2012-20. באדיבות נורית בן הגיא. הדיגום, בכל השנים, התבצע בחודש מאי, בתחנת קייסון.

בשנים 2010-2018 נצפתה עליה מגמתית ברמת מליחות מי הכנרת, הנמצאת ביחס הפוך למפלס המים, עד ל-348 מ"ג כלורידים לליטר במאי 2018. שני החורפים האחרונים, 2018-19 ו-2019-20, שהיו גשומים במיוחד, הביאו לירידה משמעותית של ריכוז הכלורידים, עד ל-284 מ"ג כלורידים לליטר ב-2020 (איור 1), אולם למרות הירידה במליחות, עדיין מי כנרת הם בעלי רמת מליחות גבוהה ומזיקה לגידולים שונים, כולל הבננה, והחשש הוא שהמגמה הכללית היא של חורפים מעוטי גשמים, שתביא לעלייה נוספת ברמת המליחות של מי כנרת בשנים הבאות.

רמת המוליכות החשמלית בטיפול המים השונים



איור 2. רמת המוליכות החשמלית של המים השונים בניסוי. א'. עונת ההשקיה 2019. ב'. עונת ההשקיה 2020.

רמת מוליכות סוגי המים השונים, המשמשים להשקיית טיפולים השונים, מנוטרת אחת ליומיים-שלושה, באמצעות מד Oaklon EC של חברת Eutech instruments. באמצע עונת ההשקיה של 2019 (25.7.19-12.8.19) רמת ה-EC במים המותפלים הייתה גבוהה בהרבה מהתחום שהוגדר ($0.15-0.25 \text{ dS m}^{-1}$), עקב תקלה במכשיר ההתפלה, אולם לאחר תיקון התקלה ערכי המוליכות היו בטווח המוגדר, והמוצע לאורך עונת ההשקיה היה 0.21 dS m^{-1} , בעוד שהערך בטיפול מי כנרת היה 1.20 dS m^{-1} , והערך בטיפול המעורבים היה, כצפוי, באמצע, 0.70 dS m^{-1} (איור 2א'). בעונת ההשקיה של 2020 מערכת ההתפלה פעלה ללא דופי, וערכי ה-EC הממוצעים במים השונים לתקופה 23.4.20-23.8.20 היו 0.17, 0.69, ו-1.14, בהתאמה (איור 2ב').

ההרכב הכימי של המים בטיפולים השונים

טבלה 2. ההרכב הכימי של המים בטיפולים השונים. התוצאות המוצגות מבוססות על דגימה אחת בכל אחד משלושת מועדי הדגום. מים מותפלים-מהולים עם 10% מי כנרת. ND-הנתונים מתחת לסף הדיטקציה.

פרמטר/טיפול		דיגום 02/09/2019		דיגום 02/10/2019		דיגום 5/8/2020		ממוצע		שגיאת תקן	
		כנרת	מותפלים	כנרת	מותפלים	כנרת	מותפלים	כנרת	מותפלים	כנרת	מותפלים
EC dS m ⁻¹		1.10	0.19	0.95	0.29	0.95	0.20	1.00	0.23	0.05	0.03
Cl meq l ⁻¹		7.72	1.84	4.76	1.12	5.52	1.20	6.00	1.39	0.89	0.23
Na meq l ⁻¹		5.76	0.91	4.35	0.77	4.37	0.91	4.83	0.86	0.47	0.05
Ca+Mg meq l ⁻¹		6.04	2.52	5.38	2.06	5.06	0.88	5.49	1.82	0.29	0.49
SAR		3.32	0.81	2.65	0.76	2.75	1.37	2.91	0.98	0.21	0.20
B mg/l		0.13	0.10	0.11	0.09	0.10	0.06	0.11	0.09	0.01	0.01
N אמוני mg/l		1.56	0.60	5.10	0.54	1.14	0.35	2.60	0.50	1.26	0.08
P mg/kg		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
K-CaCl ₂ mg/l		0.30	0.06	0.24	0.06	0.295	0.06	0.28	0.06	0.02	0.00
Fe mg/l		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn mg/l		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mn mg/l		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu mg/l		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S meq l-1		1.73	0.45	2.74	0.30	1.1	0.14	1.86	0.30	0.48	0.09
N-NO ₃ /NAS mg/l				1.14	0.71	1.28	0.096	1.21	0.40	0.07	0.31

מים נדגמו ב-3 מועדים שונים בשנים 2019-20. המים המותפלים הינם מים מותפלים שמהולים ביחס של מותפלים:9 וכנרת:1. המיהול נעשה כדי להחזיר מיקרואלמנטים שריכוזם במים המותפלים נמוך מאד, וקיים חשש שמחסור בהם יביא לפגיעה בהתפתחות צמחי הבננה. מים אלה הם ששימשו כמים המותפלים בניסוי. כצפוי, רמות מרכיבי המליחות (EC, נתרן, כלוריד) היו נמוכים במידה ניכרת בטיפולי המים המותפלים, ביחס למי כנרת (טבלה 2). רמת ה-SAR הממוצעת במים המותפלים גבוהה מהמצופה, עקב ערכים נמוכים יחסית של סידן ומגנזיום בבדיקה שנערכה באוגוסט 2020, ביחס לבדיקות שנערכו ב-2019 (טבלה 2). הערכים של היסודות זרחן (P), ברזל (Fe), אבץ (Zn), מנגן (Mn) ונחושת (Cu) נמוכים מאד, בשני סוגי המים, ונמצאים מתחת לסף הדיטקציה (ND).

רמת היסוד בורון (B) דומה בשני סוגי המים, מכיוון שחלקיקי יסוד זה קטנים, ולא מסוננים החוצה במהלך ההתפלה. ברמות יסודות ההזנה חנקן ואשלגן ישנה ירידה במים המותפלים ביחס למי כנרת (טבלה 2), אולם ירידה זו מפוצה באמצעות ההדשייה.

הרכב היסודות בקרקע, סתיו 2019 ואביב 2020

טבלה 3. ערכי מדדי מליחות ויסודות שונים בקרקע, סתיו 2019, עומק דיגום: 2-30 ס"מ.
הקרקע נדגמה באוקטובר 2019.

מותפלים, דיגום סתיו 2019				
מובהקות	מותפלים	מעורבים	כנרת	טיפול
0.0019	7.60B	7.62B	7.75A	pH
<.0001	0.58C	0.81B	1.05A	EC dS m ⁻¹
<.0001	1.90C	3.45B	4.91A	Cl meq l ⁻¹
<.0001	1.90C	3.12B	4.35A	Na meq l ⁻¹
0.0032	4.36B	5.73A	6.03A	Ca+Mg meq l ⁻¹
<.0001	1.29C	1.86B	2.51A	SAR
0.1182	34.7	31.2	29.8	P mg/kg
0.5165	8.41	9.51	9.89	K-CaCl ₂ mg/1

טבלה 4. ערכי מדדי מליחות ויסודות שונים בקרקע, אביב 2020, עומק 2-30 ס"מ. הקרקע נדגמה באפריל 2020.

מותפלים, דיגום אביב 2020				
מובהקות	מותפלים	מעורבים	כנרת	טיפול
0.0001	7.52B	7.52B	7.65A	pH
0.0052	0.55B	0.62AB	0.72A	EC dS m ⁻¹
ל.מ.	1.79	1.91	2.60	Cl meq l ⁻¹
<.0001	1.39C	2.07B	2.85A	Na meq l ⁻¹
ל.מ.	4.51	4.88	5.11	Ca+Mg meq l ⁻¹
0.0002	0.93C	1.33B	1.80A	SAR
ל.מ.	35.5	27.9	31.3	P mg/kg
ל.מ.	10.5	8.8	10.4	K-CaCl ₂ mg/1

בסוף עונת ההשקיה של 2019, באוקטובר, נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים ברמת מליחות הקרקע: ה-EC בטיפול ההשקיה במים המותפלים היה 0.58 ds m⁻¹, כמעט מחצית הערך ביחס לטיפול ההשקיה במי כנרת, 1.05 ds m⁻¹, וערכי הנתרן והכלוריד היו יותר מכולים בקרקע שהושקתה במי הכנרת, ביחס לקרקע שהושקתה במים המותפלים.

בערכי ה-SAR ההפרש היה כמעט כפול, 1.29 ו-2.51, בהתאמה (טבלה 3). בכל אותם פרמטרים, נמצאו בטיפול המים המעורבים ערכי ביניים ביחס לשני סוגי מי המקור.

בערכי הזרחן נמצאה תוספת, לא מובהקת, בטיפול המים המותפלים ביחס לטיפול מי כנרת (34.7 mg/kg ו-29.8 mg/kg, בהתאמה), ואילו בערכי האשלגן, שהיו נמוכים אך תקינים בכל הטיפולים, נמצאה מגמת פחיתה בריכוז בקרקע בטיפול המים המותפלים (8.41 mg/1) ביחס לטיפול מי כנרת (9.89 mg/1).

רמת הפרמטרים השונים הקובעים את מליחות הקרקע בתחילת עונת ההשקיה של 2020 (טבלה 4), נמוכה משמעותית ביחס לסיום עונת ההשקיה של 2019 בכל סוגי המים (טבלה 3), בזכות הדחת המלחים בעונת הגשמים החולפת, שהייתה ברוכה, אולם ההדחה אינה מלאה, והמגמה שנצפתה בסוף עונת ההשקיה של 2019 התקיימה גם בתחילת עונת ההשקיה של 2020: ערכי ה-EC, נתרן, ו-SAR בטיפול השקיית מי הכנרת גבוה ביחס לטיפול השקיית המים המותפלים (טבלה 4). ערכי יסודות ההזנה אשלגן וחנקן בקרקע בתחילת עונת ההשקיה והדישון תקינים, ואינם שונים בין טיפולי ההשקיה במים מותפלים ומי כנרת. באופן מפתיע, נמצאה מגמה של פחיתה ברמתם בטיפול המים המעורבים (טבלה 4). מכיוון שזרחן לא שטיף, רמתו בקרקע לא ירדה בתחילת עונת ההשקיה של 2020, ביחס לסיום עונת ההשקיה 2019 (טבלאות 3 ו-4).

טבלה 5. ערכי מליחות קרקע, שנמדדו באמצעות מכשיר TDR. הנתונים נאספו ב-16.7.2020, ומורכבים משש מדידות בכל טיפול. המדידות נעשו במרחק 5 ס"מ ו-20 ס"מ מהטפטפת.

מדידות TDR מותפלים				
פרמטר/טיפול	כנרת	מעורבים	מותפלים	מובהקות
5-VWc1407	46.7	46.2	46.6	ל.מ.
5-PwEc1407	5491A	5293A	4795B	<.0001
20-VWc1407	41.9	41.2	40.2	ל.מ.
20-PwEc1407	6379A	6125AB	5721B	0.0083

ב-2020 ביצענו, לראשונה, מדידות במכשיר ה-TDR. היתרון של מכשיר ה-TDR על פני בדיקות המעבדה, הוא שהוא מאפשר מדידה ישירה, אמינה, פשוטה ומהירה של ה-EC בקרקע, כך שניתן בשיטה זו לבצע מדידות רבות, ללא תוספת עלות כספית, לאחר קניית המכשיר. ערכי המוליכות החשמלית בקרקע נמדדו במרחקים של 5 ו-20 ס"מ מהקרקע. הערך VWc (Volumetric water content) מייצר סטנדרט מדידה, משום שאחוז הרטיבות הנפחית בקרקע משפיע על תוצאות המוליכות החשמלית. כפי שניתן לראות בטבלה 5, אחוז הרטיבות הנפחי במרחק 20 ס"מ מהטפטפת נמוך מהנתון במרחק 5 ס"מ מהטפטפת, כמצופה, אולם בשני מרחקי המדידה אין הבדלים באחוז הרטיבות הנפחית בין הטיפולים השונים (טבלה 5).

בדומה לתוצאות שהושגו במעבדת שירות השדה, גם במדידות ה-TDR נמצא ערך המוליכות החשמלית (PwEc) הגבוה ביותר בטיפול מי כנרת, והנמוך ביותר בטיפול המים המותפלים, בשני מרחקי המדידה (טבלה 5). ראוי לציין שערך המוליכות, בכל הטיפולים, היה גבוה יותר במרחק 20 ס"מ מהטפטפת, כנראה בשל ההתפשטות הנימית של המלח, או ירידה ביעילות הדחת המלחים עם ההתרחקות מהטפטפת.

הרכב היסודות בעלים, קיץ 2019

טבלה 6. ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאימהות בפריחה בקיץ, אוגוסט 2019.
הנתונים המוצגים-% מהחומר היבש.

מובהקות	מותפלים	מעורב	כנרת	טיפול	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש או
0.0248	2.47AB	2.30B	2.55A	N	
ל.מ.	0.17	0.17	0.18	P	
ל.מ.	3.00	3.04	3.04	K	
ל.מ.	1.24	1.33	1.20	Cl	
ל.מ.	273	281	273	Na בשריפה	

בדומה לעונות הקודמות, גם בעונת 2019-20, הירידה המשמעותית ברמות הנתרן והכלוריד בקרקע שהושקתה במים המותפלים ביחס לקרקע שהושקתה במי כנרת, לא התבטאה ברמות יסודות אלה בעלים, שהיו דומות מאוד. אם זאת, בשני יסודות אלה, במפתיע, הערכים הכי גבוהים היו בטיפול המים המעורבים, ולא במי כנרת (טבלה 6). ברמת החנקן בעלים נמצאה ירידה (מובהקת) בטיפול השקיית המים המעורבים, ביחס לטיפול השקיית מי כנרת, ורמתם נמוכה מהרף התחתון הרצוי-2.4%. גם בטיפול המים המותפלים נמצאה ירידה ביחס לטיפול מי כנרת, אולם זו אינה מובהקת, ואינה בעלת משמעות חקלאית. ברמות הזרחן והאשלגן לא נמצא הבדל בין סוגי המים השונים (טבלה 6).

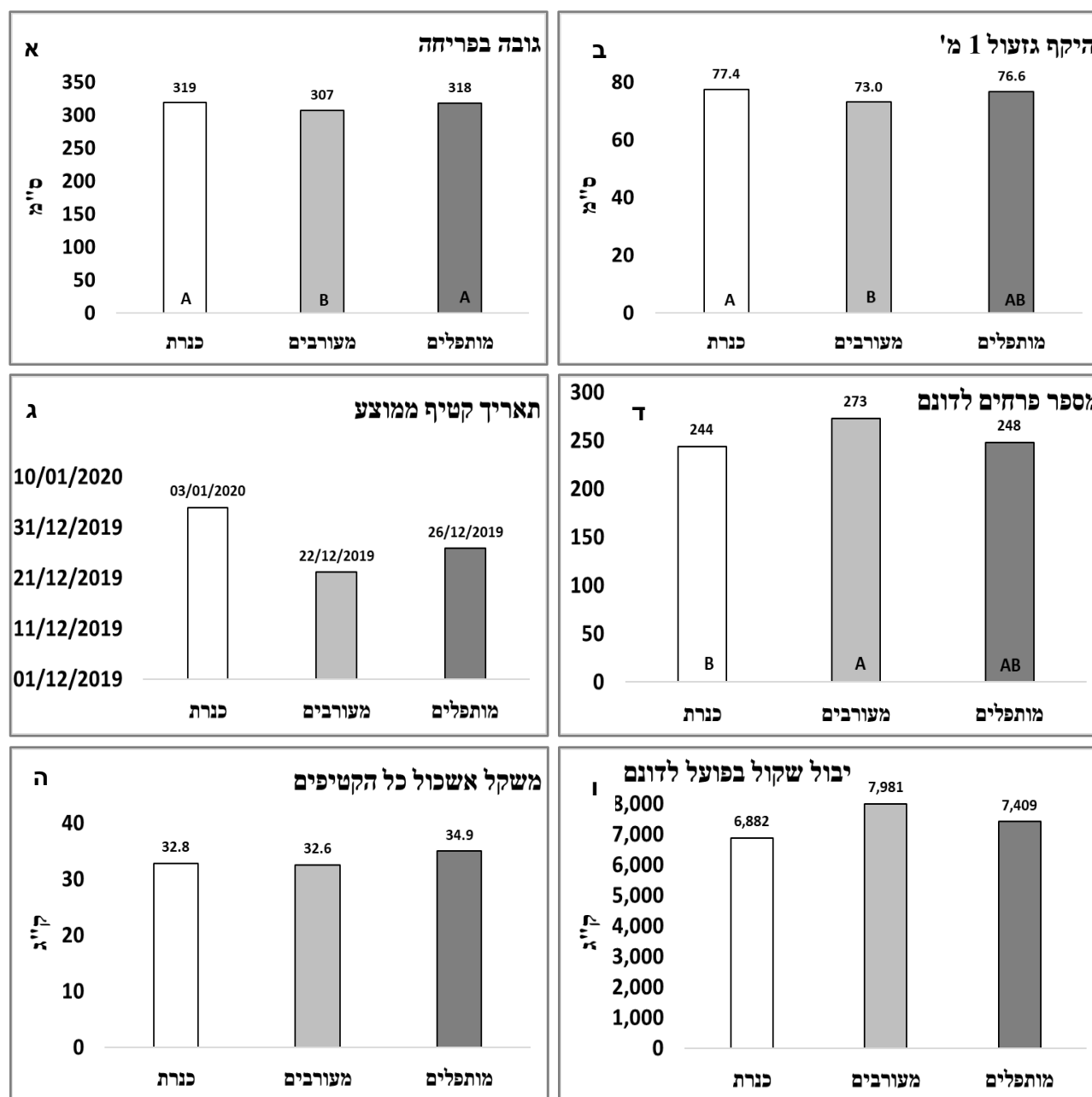
תכונות צימוח, פריחה, ויבול

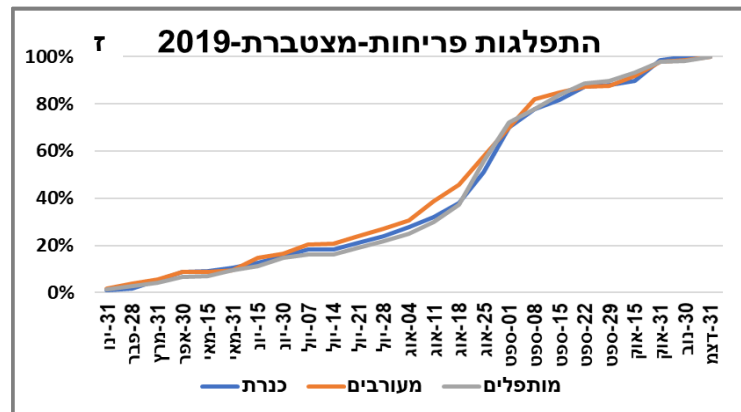
טבלה 7. תכונות צימוח, פריחה, ויבול בטיפולי ההשקיה במים עם רמות המליחות השונות.
בלוק מספר 4 הושמט מהניתוח מכיוון שנמצאו בו נתונים חסרים באופן משמעותי בטיפול המותפלים, כך שהתוצאות המוצגות מבוססות על התוצאות שנאספו ב-3 חזרות לכל טיפול.

מים ברמות מליחות מופחתות				
מובקהות	מותפלים	מעורבים	כנרת	2019/20, יבול ג'
0.0142	318A	307B	319A	גובה בפריחה, ס"מ
0.032	76.6AB	73.0B	77.4A	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	16/08/2019	11/08/2019	18/08/2019	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	132.02	132.74	138.68	ימים מפריחה לקטיף
ל.מ.	26/12/2019	22/12/2019	03/01/2020	תאריך קטיף ממוצע
0.0281	248AB	273A	244B	מספר פרחים לדונם
0.0579	212	242	210	מספר אשכולות קטופים לדונם
ל.מ.	86%	89%	86%	% אשכולות קטופים
ל.מ.	12.52	12.3	12.26	מספר כפות
ל.מ.	34.9	32.6	32.8	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
0.0641	37.8	34.9	35.0	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
0.0776	7410	7981	6882	יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג
0.0156	8653	8886	7970	יבול מחושב לדונם, ק"ג
				אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	195	182	180	משקל, גרם
ל.מ.	21.5	20.9	20.6	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	13.0	12.8	12.8	היקף אצבע, ס"מ

ביבולים א' ו-ב' נמצא מתאם בין רמת המליחות במים לתכונות הצימוח. לעומת זאת, תוצאות יבול ג' מציגות מגמה אחרת. הצמחים בטיפול המים המעורבים היו נמוכים ובעלי היקף גזעול קטן מאלה של הטיפולים האחרונים (טבלה 7 ואיורים 3א' ו-3ב'). בשונה מיבולים א' ו-ב', הצמחים בטיפול המים המותפלים היו קטנים במעט (לא מובהק) ביחס לטיפול הביקורת (טבלה 7 ואיורים 3א' ו-3ב'). גם בתאריך הפריחה והקטיף טיפול המים המעורבים היה שונה, עם הקדמה מסוימת ביחס לטיפולים האחרים (טבלה 7 ואיורים 3ג' ו-3ז'). נראה שהסיבה לתוצאות אלה נובעת ממספר הפריחות הגבוה בטיפול המים המעורבים (273 לדונם), תוספת של 29 ו-25 ביחס לטיפול מי כנרת והמים המותפלים, בהתאמה (טבלה 7 ואיור 3ד').

בדומה לשנים הקודמות, משקל האשכול הממוצע בטיפול המים המותפלים (34.9 ק"ג) היה גבוה בלמעלה מ-2 ק"ג ביחס לטיפול הביקורת, אולם, ככל הנראה עקב הצפיפות הגבוהה בטיפול המעורבים, ביכול ג' משקל האשכול לא הראה תוצאת ביניים בין שני הטיפולים ה"נקיים", אלא ירידה קלה של 0.2 ק"ג ביחס לטיפול הביקורת (טבלה 7 ואיור 3ה'). כך שהיכול בפועל בחלקה היה הגבוה ביותר בטיפול המים המעורבים, 7,981 ק"ג לדונם, גבוה ב-1,100 ק"ג לדונם מטיפול מי כנרת, וב-572 ק"ג ביחס לטיפול המים המותפלים (טבלה 7 ואיור 13). במשקל האצבע, נמצאה, בדומה לעונות א' ו-ב' תוספת, גם אם לא מובהקת סטטיסטית, לטובת טיפול המים המותפלים (195 גרם), ביחס לטיפול מי הכנרת (180 גרם).





איור 3. נתוני צימוח, פריחה ויבול, בטיפול ההשקיה בסוגי המים השונים.

דיון

בדיקות הקרקע, בסיום עונת ההשקיה של 2019 ותחילת עונת ההשקיה של 2020 מעידות על הבדל ניכר, לטובת טיפול ההשקיה במים המותפלים, בפרמטרים השונים הקובעים את מליחות הקרקע. אולם הבדלים ניכרים אלה בקרקע, לא הביאו להבדל דומה ברמת היסודות גורמי המליחות בעלים. ייתכן שהסיבה לכך היא העובדה שגם בטיפול השקיית מי הכנרת, בזכות משטר ההשקיה היומי, רמת המליחות "נסבלת", ולא גורמת להצטברות מלחים בעלים. באופן מפתיע, בעונת 2019-20 הייתה רמת החנקן בעלים בטיפול המים המעורבים נמוכה באופן מובהק ביחס לטיפול המים האחרים.

תוצאות יבול ג' בניסוי דומות לאלה שהתקבלו ביבולים א' ו-ב'. בשני היבולים הראשונים, ככל שרמת המליחות יורדת, ואיכות המים עולה, נתוני הצימוח ומשקל האשכול טובים יותר, גם אם התוספתיות נמוכה יחסית. ביבול ג' המגמה נשמרה ביחס בין טיפול המים המותפלים לטיפול מי כנרת, עם תוספת של 2.1 ק"ג למשקל האשכול בטיפול המותפלים, אולם בטיפול המים המעורבים התקבלה תמונה אחרת: בשונה מביבולים הקודמים, בהם בכל מדדי הצימוח והיבול טיפול זה הציג ערכי ביניים, ביבול ג' משקל האשכול בטיפול המים המעורבים היה נמוך ב-0.2 ק"ג ביחס לטיפול מי הכנרת. הסיבה לכך, ככל הנראה, היא מספר הפריחות והאשכולות הקטופים הרב בטיפול זה, שהיה גבוה במידה ניכרת ביחס לטיפולים האחרים, כך שהמשקל בפועל ביבול ג' היה הגבוה ביותר בטיפול זה. מכיוון שהדילול של החלקה כולה נעשה בידי המנוסות של אודי צרי, אנחנו מתקשים להסביר את מספר הפריחות החרגי דווקא בטיפול המים המעורבים. המוטיבציה לביצוע ניסוי זה הייתה התוצאות המרשימות שהושגו בניסוי הראשוני בו נבחנה ההשפעה של השקיה במים עם רמות מליחות מופחתות על צמח הבננה. בניסוי זה, שהיה מצומצם בהיקפו (ליזימטרים ומיקרופלוטס), ונערך בחוות הניסיונות בצמח בין השנים 2010-2014, בניצוחם של אבנר זילבר ויאיר ישראלי, נמצא שלהשקיה במים מותפלים פוטנציאל לחסכון של כ-30-40 ממנות המים, ולהעלאת היבולים בכ-25%-20% (חוברת סיכום ניסויים בעמק הירדן לשנים 2013-2014).

מכיוון שהייתה לנו מגבלת שטח, בניסוי הנוכחי התמקדנו בפרמטר של איכות המים כאמצעי להעלאת היבול, ולא בחנו את הפוטנציאל לחסכון במנות ההשקיה באמצעות שימוש במים ברמות מליחות מופחתות.

לאחר שלושה יבולים בניסוי בהיקף נרחב, בתנאי מטע, התוצאות שהתקבלו מעט שונות מהניסוי הראשוני. התוספת הממוצעת למשקל האשכול בטיפול המים המותפלים ביחס לטיפול מי הכנרת הוא פחות-2 ק"ג (כ-6%), וביבול השקול בפועל המצטבר ליבולים א'-ג' התוספת היא 4% בלבד (24,788 ק"ג ו-23,823 ק"ג).

האם התוספת הזעומה ליבול בניסוי הנוכחי נובעת מכך שבזכות משטר הדחת המלחים המתבצע בחלקות בעמק הירדן, ההשפעה השלילית של רמות המליחות הגבוהות של המים בעמק הירדן נמוכה יחסית?

לאור ההפרש הגדול במחיר המים המותפלים, תוספת של כ-2 ש"ח לקוב, נכון לקיץ 2020, תוצאות הניסוי הנוכחי מרמזות לכך שאין הצדקה כלכלית למעבר להשקיה במים מותפלים בעמק הירדן.

יעילות השימוש במים נקבעת על פי היחס בין רמת היבול לכמות המים ששימשו להשקיה. מכיוון שביבולים א'-ג' הושג שיפור זעום ביעילות השימוש במים בטיפול המים המותפלים, ביחס לטיפול מי כנרת, החלטנו להסב, החל מיבול ד', את הניסוי לניסוי במנות מים, במטרה לבחון את הפוטנציאל לשיפור יעילות השימוש במים, באמצעות שימוש במנת ההשקיה מופחתת בטיפולי המים עם רמות המליחות המופחתות. במאי 2020 בוצע השינוי, ומנות ההשקיה היומיות בטיפולי המים המותפלים והמים המעורבים נמוכות ב-25% ביחס לטיפול מי הביקורת. איסוף הנתונים המקיף ימשך גם ביבול ד', בתקווה לשיפור יעילות השימוש במים בזכות החלפת הגישה.

השקיית בננות בבית רשת ובשטח פתוח בעמק הירדן, תוך הסתייעות באופוטורנספירציה מחושבת

(חוות בננות צמח, נטיעת קיץ 2015).

סיכום הניסוי לאחר קטיף יבול ד' 2019/20 (יולי 2020)

(הערה: הניסוי נוהל על-ידי ד"ר שבתאי כהן וחובריו ממנהל המחקר ודו"ח רשמי על מהלכו יוגש על ידיו. דו"ח זה עוסק בהיבטים ההורטיקולטוריים בלבד ונרשם לצורך דיווח למגדלי הבננות).
שותפים מטעם צמח ניסיונות ומו"פ צפון: נבות גלפז, עידן אלינגולד, אבי צרפתי ויאיר ישראלי.

רקע

השקיית בננות בעמק הירדן מתבצעת על-פי המלצות הניתנות למגדלים מידי חודש ובהן מפורטת המנה היומית המומלצת, המשתנה מידי 10 ימים (דקדה). לוח ההשקיה הנהוג כיום מתבסס על ההשתנות בתצרוכת המים של מטע הבננות במהלך העונה, ועל הצורך בתוספת מים להדחת מלחים, כפי שנלמדו בסדרת ניסויים שנערכו בהשקיית בננות בליזימטרים ובמטע בין השנים 1980 ל-2014.

בניסויים אלה נמצא קשר הדוק בין תצרוכת המים היומית של הבננה לבין ההתאדות היומית מגיית ושטח העלווה. ההתאדות מגיית משתנה מ-2-3 מ"מ ליום בחודשי האביב המוקדמים ל-10-12 מ"מ ליום בחודשים יולי-אוגוסט; ושטח העלווה של בית של בננה משתנה בין כ-5 מ"ר באביב לבין כ-60 מ"ר בסתיו. בין תצרוכת המים לבין ההתאדות מגיית מתקיים יחס ישר, אך היחס לשטח העלווה מורכב יותר, משום שכאשר מתרבה מספר העלים ושטחם עולה גם צפיפותם, נוצרת הצללה הדדית וחלים שינויים בגורמים נוספים (למשל, הכבדה על זרימת האויר במטע), כך שתצרוכת המים אכן עולה עם העלייה בשטח העלווה אבל בחזקת 2/3 בלבד ולא ביחס ישר (ישראלי ונמרי, 1986).

התצרוכת כפי שנמדדה בניסויים הנ"ל אומתה עקרונית פעם נוספת בניסוי שנערך בניהולו של ד"ר אבנר זילבר בחוות הבננות בשנים 2011-2014; תוך שימוש בליזימטרים-שקילה משוכללים ופיתוח משוואת הקשר בין תצרוכת המים היומית והשעיתית לבין האופוטורנספירציה הפוטנציאלית לפי "פנמן" (סיכום חלקי הוצג על ידי ישראלי וחובריו, 2012).

יש להדגיש, עם זאת, שמנת המים המומלצת להשקיית הבננות אינה זהה לתצרוכת המים נטו, אלא כוללת תוספת משמעותית לצורך הדחת מלחים. הכמות הניתנת להדחת המלחים היא כ-40% מסה"כ המנה ונחיצותה הוכחה בניסויים קודמים ושוב לאחרונה בניסוי ההשקיה במים מותפלים (בהנהלת ד"ר אבנר זילבר). למרות שמנות המים הניתנות לבננה בטפטוף בעמה"י הצטמצמו מ-3600 מ"מ לשנה בשנות ה-80 ל-2200 מ"מ בשטח פתוח ו-1650 מ"מ לשנה בבית רשת (1750 מ"מ אם נביא בחשבון גם תוספות שרב והשקיה בתקופות יבשות בחורף) בימים אלה, עדיין קיים פוטנציאל לחסכון נוסף בשני תחומים: א) התאמת אספקת המים לשינויים היומיים באופוטורנספירציה הפוטנציאלית (או, במילים אחרות: התאמת המנה לשינויים היומיים במזג האוויר המשפיעים

על התצורות); (ב) סילוק או הקטנת הצורך בהדחת מלחים ע"י שיפור איכות המים; או לפחות הקטנת המנה הנדרשת להדחה (ייעול ההדחה).

העבודה הנוכחית עוסקת בסעיף הראשון.

את האופוטורנספירציה הפוטנציאלית ניתן לאמוד, בעמק הירדן, בצורה יעילה למדי באמצעות גיגית התאדות סטנדרטית. במהלך השנים נלמד אצלינו היטב הקשר בין תצורות המים לבין ההתאדות מגיגית; אולם למדידת ההתאדות מגיגית יש מגבלה: היא דורשת תפעול ידני, ואינה נותנת באופן מהימן נתונים שרעיים מדויקים. כמו כן, קיים קושי בהצבת גיגית התאדות בתנאים התקניים הנדרשים, כאשר המדידה מתבצעת בתוך מטע או בתוך בית רשת. השיטה החלופית המוסכמת כיום בעולם ובארץ היא מדידת האופוטורנספירציה הפוטנציאלית, בשיטת פנמן-מונטית'. חוקרים אלה פיתחו נוסחה לחישוב כלל ההתאדות הפוטנציאלית תוך הסתמכות על נתוני טמפרטורה, לחות יחסית, קרינה ורחה. המודל מניח התאדות משטח מכוסה צמחייה בגובה דשא, שאין לה הגבלה באספקת המים. משתנים אקלימיים אלה ניתנים למדידה אוטומטית רציפה, ולחיזוי, ויש לכך יתרון משמעותי (FAO, 1996).

המטרה שלנו בניסוי היא למדוד את ההתאדות הפוטנציאלית במטע מכוסה ברשת ובמטע פתוח, להשתמש בנתונים לחישוב האופוטורנספירציה הפוטנציאלית ולבחון אם השקיה לפי משתנה זה (כאשר בכל יום אנחנו "מחזירים" את המים שנצרכו ביום הקודם, במקום להשתמש במנה קבועה המשתנה מידי עשרת) תביא לחסכון משמעותי לעומת משטר ההשקיה המשקי המקובל, מבלי לפגוע בייצור הבננה על כל היבטיו. צוות החוקרים ממנהל המחקר הציב ותפעל את תחנות המדידה ובדק את תצורות המים בשיטות נוספות, אשר ידווחו על ידי בנפרד.

הניסוי מתבצע בחלקה מחולקת לשלושה חלקים בתנאי-סביבה שונים: בית רשת עם רשת קריסטל ארוגה 10% צל; בית רשת עם רשת "פנינה" 20% צל; ומטע פתוח (שאינו מכוסה ברשת). בכל אחד מהם נבחנו השקיה עפ"י לוח ההשקיה המקובל לעומת השקיה לפי מודל פנמן.

שיטות

1. הצבת הניסוי

הניסוי מתבצע בחוות הבננות בצמח על שטח של 10.2 דונם. הבננות נטועות בשורות מצפון לדרום, במרווח 4.2 מ' בין השורות ו- 2.65 מ' בין הבתים. החלקה פוצלה ל-3 גושים, הגוש הצפוני כוסה ברשת קריסטל ארוגה 10% צל (הצללה התחלתית, כאשר הרשת נקיייה מאבק); הגוש השני (המרכזי) ברשת "פנינה" ארוגה 20% צל והשלישי, הדרומי, נותר ללא רשת (אבל עם הגנת רוח אנכית מצד מערב כמקובל במטעי בננות פתוחים בעמ"י). כל גוש מחולק ל-8 חלקות משנה, בכל אחת 4 שורות (אורך) 8 בתים בשורה; 2 שורות מרכזיות עם 6 בתים בכל אחת שימשו לאיסוף הנתונים בניסוי והשאר גבולות. בין 8 החלקות שבכל גוש הוגרל הטיפול של השקיה לפי הטבלה המשקית לעומת השקיה לפי אופוטורנספירציה מחושבת (בקיצור, "פנמן"), וכך התקבלו 8 חזרות של

השוואה בין שני משטרי ההשקיה בכל אחד מתנאי הסביבה. וסה"כ 24 השוואות. ההשוואה בין שני סוגי הרשתות והשטח הפתוח היא בגדר תצפית. במרכז כל גוש הוצבה עמדת מדידה מטאורולוגית המספקת את הנתונים לחישוב האופוטורנספירציה.

2. מהלך הניסוי

החלקה נטעה בבננות גרנד ניין מתרבית רקמה, 3 לבית, ב-17.8.2015. ההשקיה בטפטוף, 3 שלוחיות לשורה, טפטפות 2.3 ל"ש במרווח 40 ס"מ. הטיפול בחלקה מתבצע כמקובל.

מנת המים לטיפול ההשקיה המשקי נקבעת על-פי לוח ההשקיה המשקי המקובל בעמח"י. מנת המים לטיפול ה"פנמן" נקבעת מידי יום עפ"י ההתאידות המחושבת ("פנמן") של היום הקודם מוכפלת במקדם הגידול ("Crop factor") המותאם ל"פנמן" כפי שהוסבר למעלה.

ההשקיה בקיץ הראשון (=בשנת הנטיעה) הייתה לפי הלוח המשקי, שווה לכל הטיפולים (תקופת התבססות). השקיה לפי "פנמן" החלה במרץ 2016.

מדידות קרינה בצהריים בסתיו בשנה השנייה (2016) ברגש Licor 190 בגובה הנוף (5 חזרות בכל אחד מהגושים) הראו שההצללה של שתי הרשתות בתוספת האבק שנצבר בקיץ היתה במועד זה דומה, 25% עד 26% (טבלה 1).

טבלה 1: ערכי קרינה פוטוסינתטית ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, PAR), שנמדדו בצהריים בסתיו בשנה השנייה (2016) ברגש Licor 190 בגובה הנוף (כל נתון הוא ממוצע 5 חזרות בכל אחד מהגושים)

קרינה בפועל ביום 19.11.16 בשעה 11:09			
שטח פתוח	רשת 10%	רשת 20%	
ממוצע	1006	755	742
ש"ת	8	3	3
%	100	75.1	73.8

3. קרה חורף 2015/16 ו 2016/17

בחורף 2015/16 התרחשו ארבעה אירועי קרה בהם הטמפרטורה בגובה דשא ירדה מתחת ל-0 מ"צ. אירוע חמור במיוחד התרחש ב-28.1.16 כאשר המינימום בגובה דשא ירד ל-2.7°C, ובגובה 2 מ' ל-0.3°C. הפגיעה בעלווה הייתה קשה, במיוחד בשטח הפתוח. על תוצאות הפגיעה אנו למדים מקטיף יבול א' בשנת 2016/17. בחורף 2016/17 התרחשו שוב 6 אירועי קרה (29/1, 2-4/2 ו-17-18/2) אשר תוצאתם נכרה בעיקר ביבול השני (מרבית הפרי של היבול הראשון נקטף לפני הקרה). חומרת האירועים נראתה פחותה מהשנה שעברה ולא היה צפוי נזק להמשך הניסוי אך בדיעבד נוכחנו שקרה זו גרמה לפחיתה במשקל האשכול בחורף 2017/18 בעמק כולו. החל משנת 2018/19 חזרה החלקה לתפקוד רגיל כפי שניכר מתוצאות יבול ג' ויבול ד'.

4. מעקב הורטיקולטורי ובדיקות קרקע ועלים

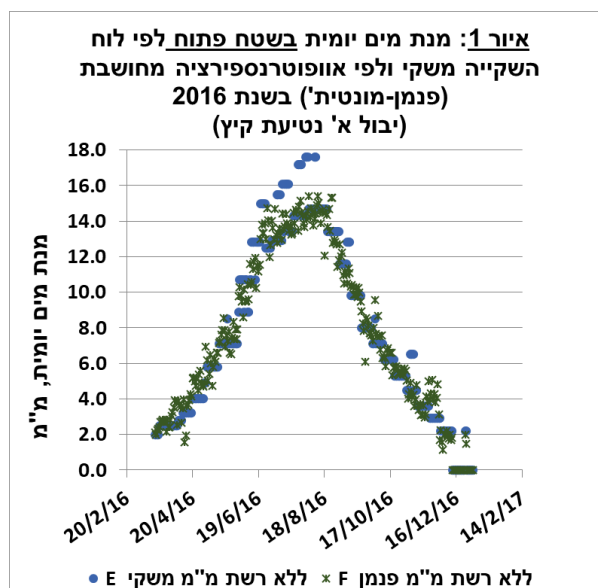
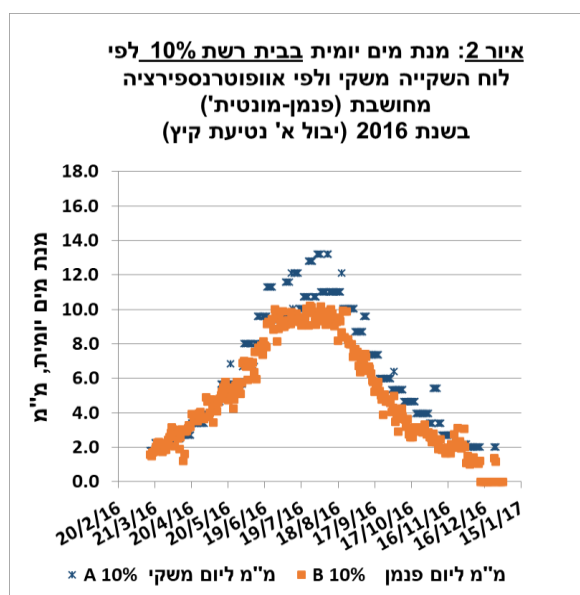
בחלקה מתבצע מעקב אחר מועד הפריחה, התכונות בפריחה (גובה, היקף הגזעול ומספר הכפות באשכול), מועד הקטיף, משקל, אורך והיקף האצבע המייצגת בקטיף, וכן משקל האשכול. כמו כן, נערך מעקב אחר הרכב הקרקע (כדי ללמוד על תהליכי המלחה אפשריים) בסתיו, במדגם שנלקח במרחק 40 ס"מ מהבית ו-10 ס"מ מטפטפת, לעומק 2-30 ס"מ, מדגם לכל חזרה ו 4 מנטלים למדגם. בשנה א' בדקנו את רמת המלחים בקרקע בטיפול ההשקיה המשקית והשקיה לפי פנמן ברשת צל 10% בלבד. לבדיקת עלים נדגם טרף עלה 3 במרכז העלה מ- 5 צמחים מייצגים לכל חזרה, מאמהות בפריחה בקיץ ומנצרים בסתיו בוגרים בסתיו, מכל הטיפולים והחזרות.

תוצאות 2016/17

החלקה התאוששה מהקרה ונתנה תוצאות חקלאיות סבירות בשנת 2016/17 (ראה להלן).

מנת המים:

מנת המים השנתית בשטח הפתוח הייתה מעט מעל 2200 מ"מ בשנת 2016 (טבלה 2); מנה מקובלת בשנת יכול ראשונה של נטיעת קיץ בעמק הירדן, ובעיקר כאשר האביב והסתיו של 2016 היו יבשים וההשקיה נמשכה מאמצע מרץ עד דצמבר. בשטח הפתוח לא נרשם הבדל בין השקיה לפי הטבלה המשקית והשקיה לפי פנמן. ההתאמה בין לוח ההשקיה המשקי ובין השקיה לפי פנמן במטע הפתוח הייתה טובה מאד בחודשים מאי עד אוקטובר, שהם עיקר עונת ההשקיה. חריגות לכאן ולכאן הופיעו בחודשי האביב והסתיו, אולם הן התאזנו והסה"כ השנתי בשתי השיטות היה זהה (איור 1).



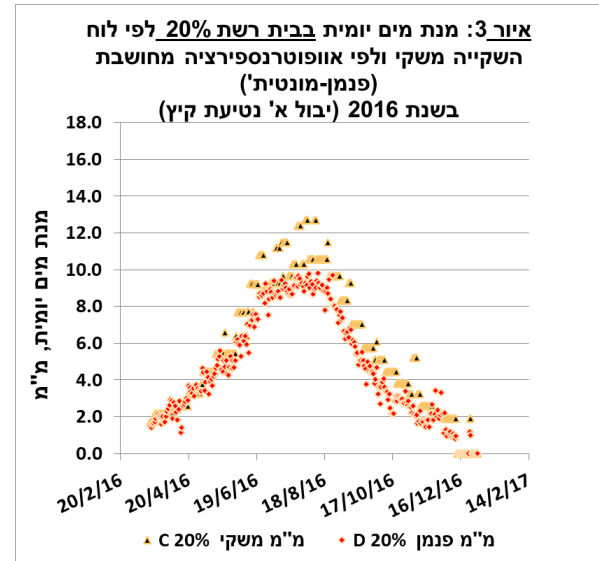
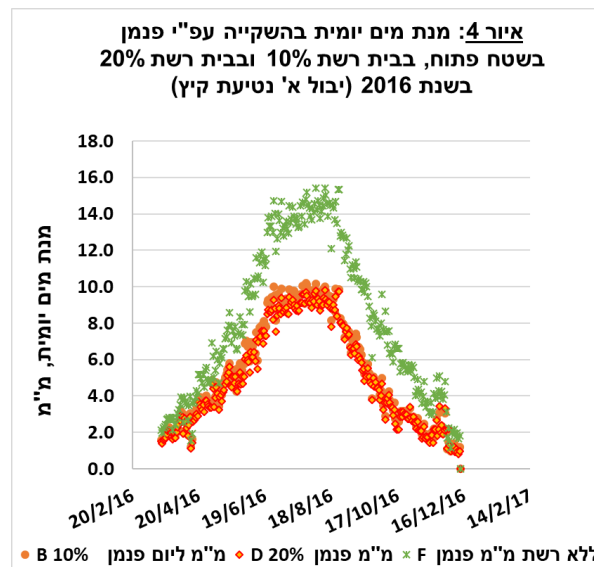
בבית רשת 10% המנה השנתית (בהשקיה משקית) הייתה 1720 מ"מ לשנה, המהווים 77% מהמנה המשקית בשטח הפתוח (טבלה 1); ואילו בהשקיה לפי אוופוטנספירציה מחושבת, המנה הייתה 1447 מ"מ לשנה, המהווים

64% מהמנה בביקורת המשקית בשטח פתוח; חסכון של 16% במנה לעומת ההשקיה המשקית באותו בית רשת (איור 2).

בבית רשת של 20% המנה השנתית המשקית הייתה 1651 מ"מ המהווים 74% מהמנה בשטח הפתוח המקביל לעומת 77% בבית הרשת של 10%; הפרש קטן שהוא בתחום שגיאת הניסוי, שכן הטבלה המשקית זהה לשני סוגי הרשתות, ואילו בהשקיה לפי "פנמן" ברשת 20% ניתנה מנה של 1367 מ"מ, המהווה 61% מהמנה המשקית בשטח הפתוח, חסכון של 17% מהמנה המשקית ברשת זו (טבלה 2, איור 3).

טבלה 2: מנות המים בשנת 2016

טיפול סביבה		בית רשת 10%		בית רשת 20%		מטע פתוח	
ציון הטיפול		A	B	C	D	E	F
טיפול השקיה		משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן
מנה שנתית ללא השקיית שרב		1645	1447	1579	1367	2151	2216
תוספת שניתנה להשקיית שרב		75.3	0	72.5	0	95.1	0
מנה שנתית 2016 מ"מ		1720	1447	1651	1367	2246	2216
מנה שנתית 2016 % מביקורת פתוח		77	64	74	61	100	99
בכל סביבה, חסכון ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי			16		17		1



המהלך העונתי של ההשקיה בשטח הפתוח ובבית הרשת בהסתמך על ההתאידות המחושבת לפי "פנמן" מתואר באיור 4. באיור מודגם ההבדל בין שטח פתוח לבית הרשת, וכן ה"פיזור" בין הימים הבודדים בכל אחד מהגושים, המעיד על השונות בין יום למשנהו, הנובעת מנתוני ה"פנמן".

לסיכום- 1) ההשקיה לפי "פנמן" לא הביאה לחסכון במים בשטח הפתוח; 2) בית רשת הביא לחסכון של 23% ממנת המים בשטח פתוח וברשת 10% ו- 26% חסכון ברשת 20% (במנה המשקית); 3) בית הרשת הביא לחסכון מוגבר של 31% (ברשת 10%) ו-39% (ברשת 20%), כאשר משקים לפי "פנמן"; 4) השתנות המנה במהלך העונה נראית מתאימה לתצורות, להוציא חודשי האביב והסתיו בהם נדרשים כנראה מעט תיקונים במקדם הגידול.

השפעת השקיה לפי "פנמן" על רמת המלחים בקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בעלים ביבול א' 2016/17

החיסכון של 16% ממנת המים בבית הרשת לא הביא לשינויים ברמת המלחים בקרקע (טבלה 3). בעלים שנדגמו מאמהות בפריחה בקיץ נרשמה רמה גבוהה יותר של כלור בטרף העלה בטיפול רשת 20%, שבו נתנה מנת המים הנמוכה ביותר. ייתכן שיש כאן רמז להמלחה. נצטרך להמשיך במעקב זה בהמשך הניסוי. לא נרשמו הבדלים משמעותיים אחרים.

טבלה 3: השפעת השקיה לפי לוח משקי ולפי "פנמן" על מליחות הקרקע בסתיו בבית רשת 10.

טיפול	EC, dS m ⁻¹	Cl, meq l ⁻¹	Na, meq l ⁻¹
משקי 10%	1.40	6.7	7.5
פנמן 10%	1.43	6.8	7.74
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

טבלה 4: ריכוז יסודות המזון בעלים באימהות בפריחה בקיץ ובנצרים בסתיו

סתיו 2016							קיץ 2016							
השפעת צפיפות הרשת				השפעת ההשקיה			השפעת צפיפות הרשת				השפעת ההשקיה			
מובה'	בקורת	רשת 20%	רשת 10%	מובה'	פנמן	משקי	מובה'	בקורת	רשת 20%	רשת 10%	מובה'	פנמן	משקי	
ל.מ.	2.83	3.01	2.81	ל.מ.	2.88	2.88	ל.מ.	2.55	2.56	2.54	ל.מ.	2.53	2.57	N
ל.מ.	0.19	0.19	0.19	ל.מ.	0.19	0.19	ל.מ.	0.16	0.17	0.17	ל.מ.	0.16	0.18	P
ל.מ.	3.38	3.25	3.31	ל.מ.	3.28	3.35	ל.מ.	3.61	3.76	3.62	ל.מ.	3.55	3.78	K
ל.מ.	0.03	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	Na
ל.מ.	1.53	1.32	1.4	ל.מ.	1.39	1.45	0.001	1.62b	1.99a	1.72b	ל.מ.	1.83	1.72	Cl
							ל.מ.	1.2	1.26	1.23	ל.מ.	0.02	0.02	Ca
							0.001	197b	224b	608a	ל.מ.	282	404	NO ₃
							ל.מ.	39.8	34.3	40.3	ל.מ.	36.9	39.4	Mn

השפעת הטיפולים על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול ב 2016/17

הפריחה בשטח הפתוח התאחרה במידה ניכרת לעומת בתי הרשת: 28 ימים מאוחר יותר מרשת 10% ו-23 ימים מרשת 20% (טבלה 5). ההפרש הזה אינו מפתיע, משום שהשטח הפתוח סבל מפיגור בגדילה כבר בקיץ שלאחר הנטיעה, ונפגע במיוחד בקרה. ברשת 20% נרשם איחור של 5 ימים לעומת רשת 10%, שאינו מובהק. חשוב לראות כיצד יושפע מועד הפריחה בשנים הבאות. בשטח הפתוח נרשמה נחיתות גם בשאר המדדים: במספר הכפות באשכול, בגובה בפריחה ובהיקף הגזעול, ובמשקל האשכול ומדדי האצבע המייצגת מכף 3. בין שני סוגי הרשתות לא נרשמו הבדלים מהותיים במדדים אלה, להוציא יתרון לרשת 10% מול 20% במשקל והיקף אצבע מייצגת (היינו: יתרון בהתמלאות הפרי). התרשמנו כאילו הגוש המרכזי של רשת 20% נפגע מהקרה יותר מהגוש הצפוני של רשת 10% אך אין לכך תימוכין בפריחה וביבול. בין טיפול ההשקיה לפי הלוח המשקי לבין טיפול ההשקיה לפי פנמן לא נרשם שום הבדל מובהק במדדי היבול (למרות ההבדל במנות המים).

טבלה 5: השפעת משטר ההשקיה (על פי הטבלה המשקית ועל פי האופוטרונספירציה הפוטנציאלית לפי פנמן) על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול ביבול א', 2016/17 (הסיכום נערך ב- 22.2.17)

שטח פתוח			רשת 20%			רשת 10%			סביבה
מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	פנמן	משקי	משטר השקיה
									2016-17 יבול א'
ל.מ.	13/08/16	16/08/16	ל.מ.	22/07/16	25/07/16	ל.מ.	16/07/16	20/07/16	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	256	263	ל.מ.	250	252	ל.מ.	259	258	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	10.2	10.5	ל.מ.	11.6	11.9	ל.מ.	11.4	11.7	מספר כפות באשכול
ל.מ.	242	247	ל.מ.	287	289	ל.מ.	287	292	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	55.2	55.1	ל.מ.	62.8	63.3	ל.מ.	62.0	63.3	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	97	95	ל.מ.	98	99	ל.מ.	86	89	ימים מפריחה לקטיף
ל.מ.	25.2	26.2	ל.מ.	34.8	33.6	ל.מ.	35.4	36.3	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
ל.מ.	25.2	26.0	ל.מ.	34.0	33.2	ל.מ.	31.9	33.7	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	6447	6849	ל.מ.	8479	8359	ל.מ.	8262	8676	יבול מחושב לדונם, ק"ג
									יבול בפועל לדונם, ק"ג
									אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	116	125	ל.מ.	187	176	ל.מ.	195	195	משקל, גר'
ל.מ.	20.2	20.7	ל.מ.	23.2	22.9	ל.מ.	22.9	23.1	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	11.0	11.2	ל.מ.	12.6	12.3	ל.מ.	13.0	12.8	היקף, ס"מ

טבלה 6: השפעת שיטת הכוונת ההשקיה בכל טיפולי הסביבה ביחד, והשפעת טיפולי הסביבה בכל שיטות הכוונת ההשקיה ביחד, על התכונות הווגטיביות, הפריחה ותוצאות היבול הראשון ב- 2016/17. השוואות אלו הן בין חלקות תצפית והניתוח הסטטיסטי נעשה במבחן t.

סוג הרשת					הכוונת השקיה			
מובהקות	בקורת	20%	10%	2016/17 יבול א'	מובהקות	פנמן	משקי	2016/17 יבול א'
0.001	15/8/2016a	23/7/2016b	18/7/2016b	תאריך פריחה ממוצע	ל.מ.	27/7/2016	30/7/2016	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	259	251	259	מספר פרחים לד'	ל.מ.	255	258	מספר פרחים לד'
0.001	10.4b	11.7a	11.5a	מספר כפות באשכול	ל.מ.	11.1	11.4	מספר כפות באשכול
0.001	244b	288a	289a	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	272	276	גובה בפריחה, ס"מ
0.001	55.1b	63.1a	62.6a	היקף גזעול 1 מ', ס"מ	ל.מ.	60.0	60.5	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
0.001	25.6b	33.6a	32.8a	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	ל.מ.	30.3	31	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
0.001	25.7b	34.2a	35.8a	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	ל.מ.	31.8	32	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
0.001	6648b	8419a	8469a	יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ.	7730	7961	יבול מחושב לדונם, ק"ג
0.001	95	98	87	תאריך קטיף ממוצע	ל.מ.	93	95	ימים מפריחה לקטיף
001.0	88b	92a	92a	אחוז קטיף עד: 22/02/17	ל.מ.	92	92	אחוז קטיף עד: 22/02/17
				אצבע מייצגת מכף :3				אצבע מייצגת מכף :3
0.001	121c	181b	195a	משקל, גר'	ל.מ.	166	165	משקל, גר'
0.001	20.4b	23.0a	23.0a	אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ.	22.1	22.2	אורך חיצוני, ס"מ
0.001	11.1c	12.5b	12.9a	היקף, ס"מ	ל.מ.	12.2	12.1	היקף, ס"מ

תוצאות 2017/18

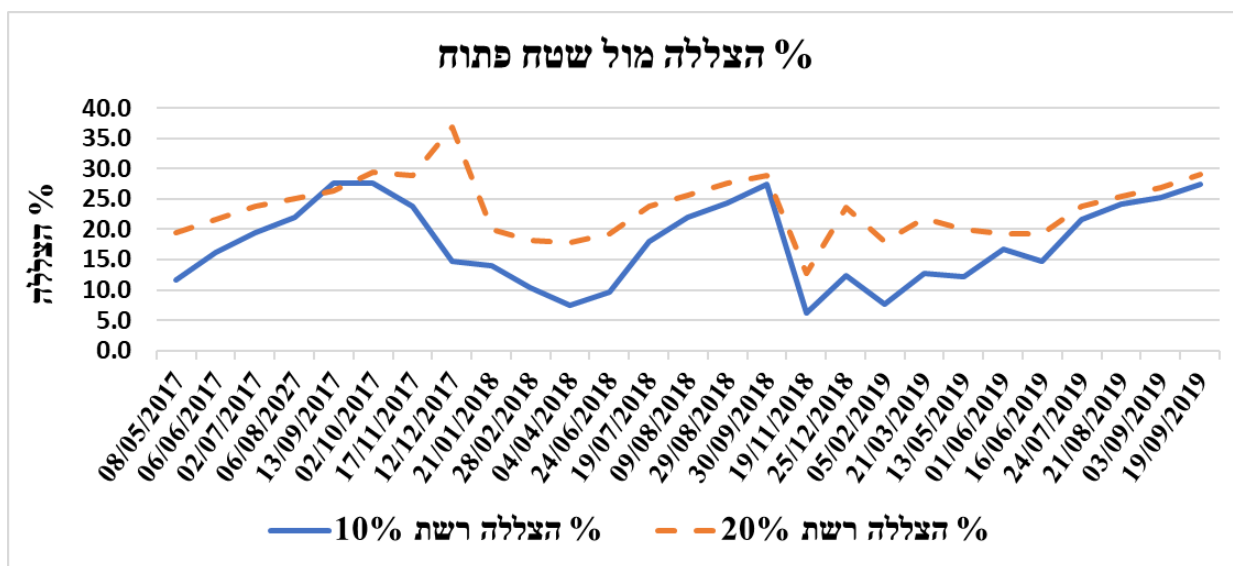
שנת 2017/18 הייתה בעלת אקלים נורמלי, ללא אירועי קרה או אירועי אקלים חריגים, אבל ניכרה בה השפעת השנה הקודמת (הקרה של פברואר 2017, שנמשכה עד 21/2/17). קרה מאוחרת משפיעה על השנה העוקבת, ומשקל האשכול בעמק הירדן ב-2017/18 היה נמוך בכמה קילוגרמים מהממוצע הרב שנתי. אירועי הקרה המאוחרים ב-2017 גרמו לפחת ונשירה בפריחות המוקדמות של שנת 2017, ולהתפתחות נמרצת של נצרים חליפים שפרחו מאוחר, חלקם במהלך סתיו מאוחר וחורף 2017/8. חלקת ניסוי זו סבלה משעור ניכר של פריחה מוקדמת מחד ופריחה מאוחרת מאידך. באשכולות אלה היה שיעור פחת גבוה והמידע שיש בידנינו עליהם הוא חסר. נשתדל לתקן זאת בשנה הבאה. למרות האמור כאן מספר האשכולות שנקטפו ונשקלו לדונם היה תקין.

קרינה

השתנות הקרינה במהלך העונה מוצגת בטבלה 7 ובאיור 5. רשת 10% נותנת הצללה בשיעור זה בחודשי האביב העולה ל- 16% ביוני, 20% ביולי וכ-28% באוגוסט-אוקטובר. עם בוא הגשם אחוז ההצללה פוחת. ברשת 20% מתרחש תהליך דומה אבל תרומת האבק בחודשי הקיץ מגדילה את ההצללה כאן בשעור נמוך יותר, וכך יוצא שברוב המדידות בחודשי שיא הקיץ הצללה ברשת 20% גבוהה רק במקצת מרשת 10%. בסתיו חוזר ההפרש לתיקנו (איור 5). גשם מאוחר באביב 2018 גרם להפרש קרינה גדול בקיץ זה.

טבלה 7: הנתונים המוצגים הם ממוצע הקרינה ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) בשנות יכול ב', ג', ד'. אחוז ההצללה חושב ביחס לקרינה בשטח פתוח (בסוגריים: תוצאה חריגה וכנראה שגוייה).

תאריך	10%	20%	שטח פתוח	% הצללה רשת 10%	% הצללה רשת 20%
08/05/2017	1617	1474	1830	11.7	19.4
06/06/2017	1552	1451	1850	16.1	21.6
02/07/2017	1390	1315	1726	19.5	23.8
06/08/2017	1352	1299	1733	22	25
13/09/2017	1180	1201	1632	27.7	26.4
02/10/2017	1110	1082	1533	27.6	29.5
17/11/2017	840	785	1103	23.8	28.8
12/12/2017	812		952	14.7	
21/01/2018	927	864	1079	14.1	19.9
28/02/2018	1350	1231	1506	10.4	18.3
04/04/2018	1648	1465	1782	7.5	17.8
24/06/2018	1726	1542	1909	9.6	19.2
19/07/2018	1549	1439	1888	17.9	23.8
09/08/2018	1426	1360	1830	22.1	25.7
29/08/2018	1322	1265	1748	24.4	27.6
30/09/2018	1084	1062	1493	27.4	28.9
19/11/2018	887	823.75	945	6.1	12.8
25/12/2018	825	718.75	942	12.4	23.7
05/02/2019	943	837.5	1020.5	7.6	17.9
21/03/2019	1197	1072	1372	12.8	21.9
13/05/2019	1413	1290	1611	12.3	19.9
01/06/2019	1215	1178	1458	16.7	19.2
16/06/2019	1291	1225	1515	14.8	19.2
24/07/2019	1299	1261	1657	21.6	23.9
21/08/2019	1322	1301	1744	24.2	25.4
03/09/2019	1296	1269	1734	25.3	26.8
19/09/2019	1085	1060	1495	27.5	29.1



איור 5: השינויים בקרינה (ובהצללה) במהלך שנים 2, 3 ו-4 לניסוי. ה PAR נמדד בגובה הנוף ברגש LiCor 190 אחת לחודש ביום ללא עננות בשעות הצהריים, בכל חזרות הניסוי (טבלה 7).

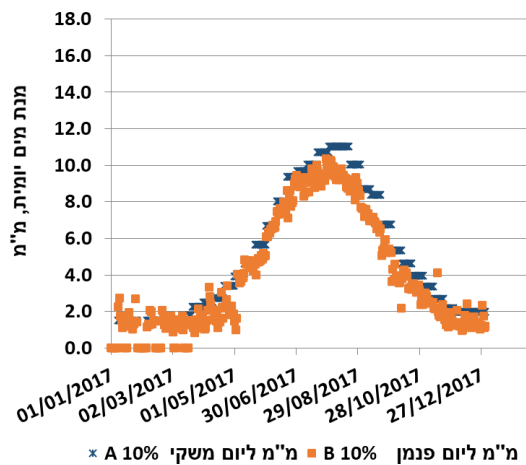
השקיה ביבול ב'

מנות המים השנתיות בטיפול המשקי ובטיפול ה"פנמן" בשטח הפתוח היו זהות (כולל השקיית השרב). הבדלים משמעותיים במנה היומית נרשמו באביב, בשיא הקיץ ובסתיו (טבלה 8, איור 6). המנה השנתית המשקית בבית רשת 10% הייתה נמוכה מהמנה בשטח פתוח ב-23% (כולל השקיית שרב). בהשקיה לפי פנמן המנה הייתה נמוכה מהשטח הפתוח ב-38%. בין המנה המשקית למנה לפי פנמן בבית רשת 10% נרשם הבדל של 19% (טבלה 8). הבדלים במנה היומית בין המשקי לפנמן נרשמו בתחילת הקיץ, בשיא הקיץ ובתקופה משיא הפריחה והלאה עד החורף. נראה כאילו הטבלה המשקית אינה מתייחסת מספיק לירידה בתצרוכת לאחר הפריחה (איור 7). בבית רשת 20% נרשמה בטיפול המשקי מנת השקיה שנתית של 1757 מ"מ (כולל השקיית שרב) (טבלה 8) שהיא 74% מהמנה בשטח הפתוח, ורק 1299 מ"מ לשנה לפי פנמן (55% משטח פתוח); חסכון של 26% בהשוואה לטיפול המשקי (טבלה 8). התבוננות באיור 8 מעידה שבמהלך העונה כולה עלתה ההשקיה בטיפול המשקי על ההשקיה לפי פנמן בבית רשת זה. ההפרש גדל במיוחד החל מסוף חודש יוני ועד החורף.

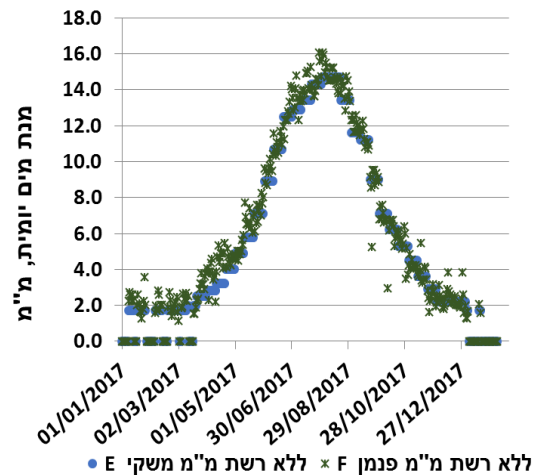
טבלה 8: מנות המים בשנת 2017 (יבול ב')

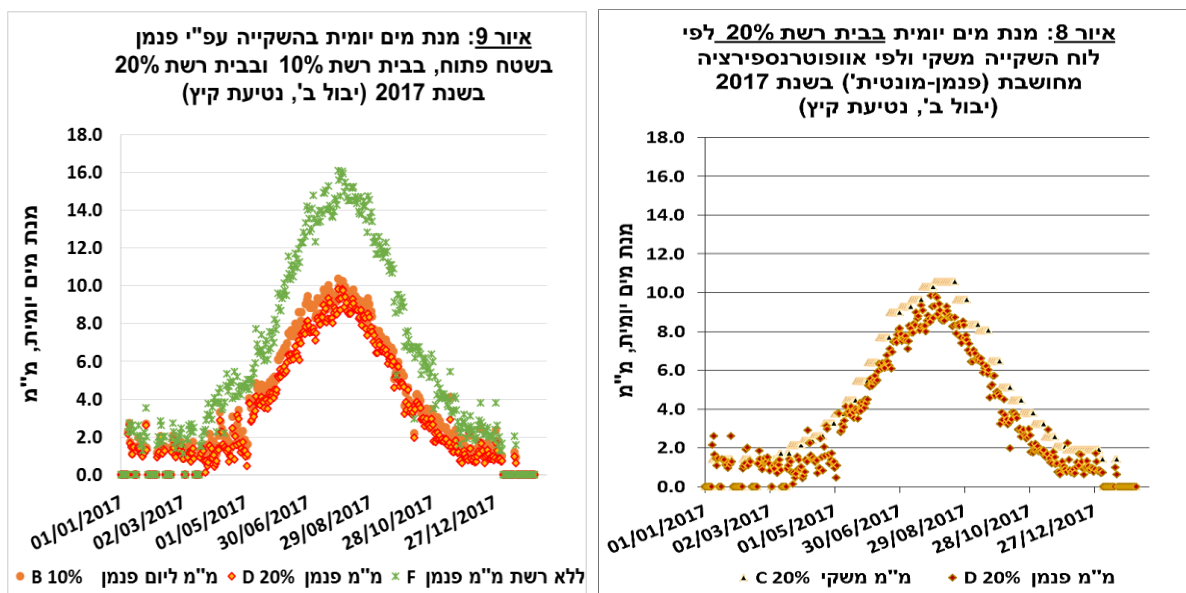
טיפול סביבה		בית רשת 10%		בית רשת 20%		מטע פתוח	
ציון הטיפול		A	B	C	D	E	F
טיפול השקיה		משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן
מנה שנתית ללא השקיית שרב		1745	1484	1675	1299	2264	2368
תוספת שניתנה להשקיית שרב		85	0	82	0	114	0
מנה שנתית 2017 מ"מ		1830	1484	1757	1299	2378	2368
מנה שנתית 2017 % מביקורת פתוח		77	26	74	55	100	99.5
בכל סביבה, חסכון ב- % בשימוש בפנמן לעומת המשקי			91		62		0.5

איור 7: מנת מים יומית בבית רשת 10% לפי לוח השקיה משקי ולפי אוופוטנספירציה מחושבת (פנמן-מונטית) בשנת 2017 (יבול ב', נטיעת קיץ)



איור 6: מנת מים יומית בשטח פתוח לפי לוח השקיה משקי ולפי אוופוטנספירציה מחושבת (פנמן-מונטית) בשנת 2017 (יבול ב', נטיעת קיץ)





השפעת משטר ההשקיה על הגידול הוגנטיבי ומועד הפריחה ביבול ב'

ההשקיה על פי פנמן לא השפיעה על הגובה בפריחה ברשת 10% ובשטח הפתוח. ברשת 20% נרשמה ירידה מובהקת של 12 ס"מ בגובה הגזעול בפריחה בהשקיה על פי "פנמן", וכן ירידה קלה אך מובהקת במספר הכפות בטיפול זה (טבלה 9). בהיקף הגזעול בפריחה לא נרשמו הפרשים מהותיים. מועד הפריחה ברשת 10% ובשטח הפתוח לא הושפע ממשטר ההשקיה. ברשת 20% הפריחה ב"פנמן" אחרה לכאורה ב-7 ימים לעומת ה"משקי", אך ההפרש איננו מובהק. מספר הפרחים לדונם בהשקיה על פי "פנמן" היה נמוך יותר ממספרם בהשקיה המשקית בכל אחד מטיפולי הסביבה, בהפרש של 32 פרחים לד' ברשת 10%, 12 ברשת 20% ו-30 בשטח הפתוח, אולם באף אחד מהמקרים לא נרשמה מובהקות (טבלה 9).

השפעת משטר ההשקיה על היבול בכל אחד מטיפולי הסביבה ביבול ב'

שיטת קביעת מנת המים לא השפיעה על משקל האשכול בקטיפים העיקריים ברשת 10% או בשטח הפתוח, אבל השפיעה לכאורה לרעה על המשקל ברשת 20%: 29 ק"ג לאשכול במנה המשקית לעומת 26.7 ק"ג בהשקיה לפי "פנמן", הפרש קרוב מאוד למובהקות ($P=0.074$). בגלל הפרישה הרחבה של הפריחה על פני כל השנה יש חשיבות מיוחדת למדד של משקל אשכול בקטיפים העיקריים, שבהם היה ייצוג לכל הטיפולים. במשקל האשכול בכל הקטיפים אין הבדלים במשקל האשכול. גם על משקל, אורך והיקף האצבע לא ניכרה השפעה לשיטת קביעת המנה.

היבול המחושב היה בין 8.7 טון לדונם ל-7.5 טון לדונם בטיפולים השונים. באף אחת מהסביבות לא נרשם הפרש מובהק בין ההשקיה המשקית להשקיה לפי פנמן, אבל בכל אחת מהן היה היבול לדונם בטיפול המשקי גבוה יותר,

ב-500 עד 700 ק"ג (טבלה 9). היבול בפועל היה כמובן נמוך יותר בכל הטיפולים, בין 7.4 ל-6.2 טון לדונם, אך גם במדד זה נרשם בכל אחת מהסביבות יתרון (שאינו מובהק) להשקיה המשקית לעומת ה"פנמן" (טבלה 9).

השפעת משטר ההשקיה ("משקית" מול "פנמן") בשלושת טיפולי הסביבה, סה"כ 12 חזרות (4 לכל

סביבה) ביבול ב'

כאשר משווים את כל 12 החזרות של ה"משקית" מול ה"פנמן" נמצא יתרון קרוב למובהק ל"משקית" במספר הפרחים לדונם (תוספת 24 פרחים, מובהקות 0.079), עלייה קלה במספר הכפות (תוספת 0.3 כף, מובהקות 0.088), יתרון (לא מובהק) של 1.4 ק"ג במשקל האשכול בקטיפים העיקריים, יתרון של 603 ק"גד ביבול המחושב ($P=0.056$) וביבול בפועל לדונם ב- 473 ק"גד ($P=0.076$). למרות שבהשוואות אלו התוצאות הן על גבול המובהקות הסטטיסטית ייתכן שיש להן משמעות משום שכולן הן בכיוון אחד (טבלה 10).

השפעת טיפולי ה"סביבה" (רשת 10%, רשת 20% ושטח פתוח "ביקורת") על התוצאות ביבול ב'

השוואה זו איננה המטרה העיקרית של הניסוי והיא מתבצעת במתכונת של תצפית, כאשר הניתוחים הם במבחן t. **טבלה 9: השפעת משטר ההשקיה (על פי הטבלה המשקית ועל פי מדידות הפנמן) על הפריחה, התכונות הווגטיביות והיבול ב' 2017/18 (יבול ב')**

שטח פתוח			רשת 20%			רשת 10%			סביבה
מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	פנמן	משקי	משטר השקיה 2017-18 יבול ב'
ל.מ.	21/08/17	18/08/17	ל.מ.	19/08/17	12/08/17	ל.מ.	08/08/17	10/08/17	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	335	365	ל.מ.	306	318	ל.מ.	331	363	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	10.7	10.8	0.009	10.8	11.4	ל.מ.	11.2	11.4	מספר כפות באשכול
ל.מ.	283	288	0.001	286	298	ל.מ.	297	297	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	67.8	68.7	ל.מ.	65.0	66.9	ל.מ.	65.8	66.2	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	120	116	ל.מ.	109	110	ל.מ.	106	101	ימים מפריחה לקטיפה

מספר אשכולות לדונם	310	290	ל.מ.	267	256	ל.מ.	316	291	ל.מ.
אחוז קטיף עד 24/4/18	85	88	ל.מ.	84	83	ל.מ.	87	87	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	30.5	29.9	ל.מ.	29.0	26.7	0.074	25.3	24.1	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	24.0	24.8	ל.מ.	25.3	24.4	ל.מ.	22.7	22.4	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	8708	8214	ל.מ.	8003	7477	ל.מ.	2828	7493	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	7444	7157	ל.מ.	6725	6235	ל.מ.	7168	6525	ל.מ.
אצבע מייצגת מכף 3:									
משקל, גר'	160	160	ל.מ.	150	154	ל.מ.	140	134	ל.מ.
אורך חיצוני, ס"מ	21.8	21.8	ל.מ.	21.1	21.0	ל.מ.	20.4	19.9	ל.מ.
היקף, ס"מ	11.9	12.0	ל.מ.	11.6	11.9	0.045	11.6	11.4	ל.מ.

בדרך כלל נרשמו הבדלים מובהקים בין טיפולי הסביבה השונים (טבלה 10). הבננות בשטח הפתוח (ללא רשת) אחרו בפריחה ב 10 ימים (לעומת רשת 10%, שבה התקבלו בד"כ התוצאות הטובות ביותר), עם גזעולים נמוכים ב 12 ס"מ, משקל אשכול נמוך ויבול לדונם נמוך בהשוואה ליבול ברשת 10% הנ"ל. ההפרש בולט במיוחד נרשם בתכונות הפרי (משקל, אורך והיקף האצבע, טבלה 10).

רשת 20% התאפיינה במיעוט מספר פרחים שפרחו ואשכולות שנקטפו לדונם לעומת שטח פתוח ולעומת רשת 10% (טבלה 10). כמו כן התאפיינה רשת 20% במשקל אשכול נמוך מרשת 10% בקטיפים העיקריים אך גבוה משטח פתוח, וביבול בפועל נמוך מהיבול ברשת 10% (הפרש 820 קג"ד, מובהק) ומהיבול בשטח פתוח (הפרש 367 קג"ד, לא מובהק).

ההפרש נובע בעיקר מהנחיתות במספר הפרחים והאשכולות שנקטפו לדונם (טבלה 10), עם הנחיתות במשקל האשכול מול רשת 10% (אך לא מול שטח פתוח).

טבלה 10: השפעת הסביבה על הפריחה, התכונות הווגטיביות והיבול ב 2017/18 (יבול ב')

מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	ללא רשת	רשת 20%	רשת 10%	סביבה 2017-18 יבול ב'
ל.מ.	16/08/17	13/08/17	0.014	19/08/17a	16/08/17ab	09/08/17b	תאריך פריחה ממוצע
0.079	324	348	0.041	350a	312b	347a	מספר פרחים לדונם
0.088	10.9	11.2	0.026	10.7b	11.1ab	11.3a	מספר כפות באשכול
ל.מ.	289	294	0.029	285b	292ab	297a	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	66.2	67.2	0.059	68.2a	65.9b	65.9b	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	112	108	0.069	118a	109ab	b103	ימים מפריחה לקטיף
ל.מ.	279	298	0.006	304a	261b	300a	מספר אשכולות לדונם
ל.מ.	86	86	ל.מ.	87	48	68	אחוז קטיף עד ל- 24/4/18
ל.מ.	26.9	28.3	0.0002	24.7c	27.9b	30.2a	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
ל.מ.	23.9	24.0	0.0016	22.6b	24.9a	24.4a	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
0.056	7728	8331	ל.מ.	7887	7740	8461	יבול מחושב לדונם, ק"ג
0.076	6639	7112	0.035	6847ab	6480b	7300a	יבול בפועל לדונם, ק"ג
							אצבע מייצגת מכף :3
ל.מ.	150	150	0.001	137b	152a	160a	משקל, גר'
ל.מ.	21.0	21.1	0.001	20.1c	21.0b	21.8a	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	11.7	11.7	0.001	11.5b	11.8a	11.9a	היקף, ס"מ

הערות:

1. ההשוואה בין ה"משקי" ל"פנמן" היא של ממוצעי 12 חזרות והניתוח בין גושים באקראי.
 2. ההשוואה בין רשת 10%, 20% וללא רשת היא של תצפית, ללא חזרות.
- הניתוח נעשה במבחן t.

סיכום השפעת משטר ההשקיה על הגדילה, ההתפתחות והיבול בשנה ב'

- למרות הנזק המצטבר של שתי שנות קרה רצופות גידלנו בחלקה מספר רב של אשכולות שנקטפו במשקל סביר. קטפנו ושקלנו כ- 85% מהאשכולות.
- השקיה לפי "פנמן" ביבול ב' ברשת 10% הביאה למנת מים מופחתת ב-19% מהשקיה משקית (לעומת 16% בשנה שעברה). בהשקיה לפי פנמן נרשמה ירידה-לכאורה ב-10% במספר הפרחים לדונם (לא מובהקת). לא נרשמה ירידה במשקל האשכול ובתכונות האצבע אבל הפחיתה במספר הפרחים לדונם הביאה לירידה ביבול לעומת הטיפול המשקי, שוב לא מובהק (טבלה 9). ייתכן שהחיסכון במים השנה הגיע לשיעור גבולי.
- ברשת 20% נרשם חיסכון של 26% ממנת המים המשקית; אולם כאן נרשם גם איחור בפריחה, ירידה כוללת במספר הפרחים (ללא קשר למנת המים) וירידה משמעותית במשקל האשכול בקטיפים העיקריים וביבול לדונם.
- בשטח הפתוח נמצאה התאמה מלאה של מנת המים בין הטבלה המשקית לבין השינויים באופוטורנספירציה על פי פנמן. לא היה חיסכון במים ולא היו הבדלים בין "משקי" ל"פנמן".
- בבית רשת 10% הפריחה והקטיפה הקדימו לעומת שטח פתוח, מספר הפרחים לדונם היה דומה, הגובה בפריחה היה גדול יותר, משקל האשכול בקטיפים העיקריים היה עדיף (ב 5.5 ק"ג) והיבול המחושב לדונם עדיף ב 700 ק"ג לערך. כמו כן נרשמה עדיפות למשקל ואורך האצבע. היתרונות האלה היו השנה בולטים בבית רשת 10% ופחות מכך (אם בכלל) בבית רשת 20%.

השפעת משטר ההשקיה על רמת המלחים בקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בעלים ב-2017/18

טבלה 11: השפעת משטר ההשקיה (לפי לוח משקי ולפי "פנמן") על מליחות הקרקע בסתיו (מרחק 10 ס"מ מטפטפת, 30-40 ס"מ מהגזעול, עומק 2-30 ס"מ, 5 מנטלים לחזרה).

סתיו 2017									
שטח פתוח			רשת 20%			רשת 10%			
מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	פנמן	משקי	מובהקות	פנמן	משקי	
ל.מ.	1.27	1.42	ל.מ.	1.61	1.33	ל.מ.	1.45	1.38	EC, dS m ⁻¹
ל.מ.	4.79	7.24	ל.מ.	8.47	6.87	ל.מ.	7.58	7.22	Cl, meq l ⁻¹
ל.מ.	7.06	7.48	ל.מ.	8.94	7.91	ל.מ.	8.28	7.62	Na, meq l ⁻¹

טבלה 12: ריכוז יסודות המזון בעלים באימהות בפריחה בקיץ ובנצרים בוגרים בסתיו (%) מחומר יבש, הנתרן כ"מ. נדגם טרף עלה 3 במרכזו משני צידי העורק המרכזי).

קיץ 2017 טרף עלה 3 מאמהות בפריחה									
רשת 10%			רשת 20%			שטח פתוח			
משקי	פנמן	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות	
N	2.74	2.76	ל.מ.	2.99	2.67	ל.מ.	2.83	2.73	ל.מ.
P	0.19	0.17	ל.מ.	0.19	0.18	ל.מ.	0.18	0.18	ל.מ.
K	3.73	3.55	ל.מ.	3.54	3.95	ל.מ.	3.49	3.66	ל.מ.
Na	337	337	ל.מ.	374	350	ל.מ.	325	275	ל.מ.
Cl	2.09	1.82	ל.מ.	1.65	1.99	ל.מ.	1.66	1.83	ל.מ.

סתיו 2017 טרף עלה 3 מנצרים בוגרים									
רשת 10%			רשת 20%			שטח פתוח			
משקי	פנמן	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות	
N	2.93	2.86	ל.מ.	2.52	2.68	ל.מ.	2.87	2.94	ל.מ.
P	0.23	0.24	ל.מ.	0.24	0.23	ל.מ.	0.21	0.22	ל.מ.
K	4.20	4.03	ל.מ.	4.22	4.26	ל.מ.	3.84	4.01	ל.מ.
Na	293	281	ל.מ.	293	316	ל.מ.	234	269	ל.מ.
Cl	0.86	0.88	ל.מ.	0.81	0.77	ל.מ.	0.94	0.96	ל.מ.

בשלב זה של הניסוי (יבול ב') לא נמצאה השפעה של טיפולי ההשקיה על הרכב המינרלים בקרקע או בעלים בקיץ ובסתיו.

השפעת טיפולי ה"סביבה" על הרכב העלים בשנת 2017/18

נכרת עלייה מובהקת ברמת הזרחן, האשלגן ובעיקר הנתרן בבית הרשת לעומת השטח הפתוח. ייתכן שיש בכך ביטוי לרמת ההדחה הנמוכה יותר בבית הרשת. בכל מקרה, הערכים שנמדדו הם בגבולות התקינים.

טבלה 13: הרכב טרף עלה מס' 3 מנצרים בוגרים בסתיו השפעת הסביבה - בית רשת מול שטח פתוח

טיפול 1	בית רשת	שטח פתוח	מובהקות
מס' חזרות	16	8	
N %	2.75	2.91	0.072
P %	0.24	0.22	0.009
K %	4.18	3.92	0.036
ח"מ Na	296	251	0.010
כלור %	0.83	0.95	0.209 (ל.מ.)

השפעת הכוונת ההשקיה - משקי מול פנמן בשלושת טיפולי הסביבה ביחד

טיפול 2	משקי	פנמן	מובהקות
מס' חזרות	12	12	
N %	2.80	2.80	0.953 (ל.מ.)
P %	0.23	0.23	0.347 (ל.מ.)
K %	4.14	4.04	0.336 (ל.מ.)
ח"מ Na	285	277	0.623 (ל.מ.)
כלור %	0.88	0.86	0.834 (ל.מ.)

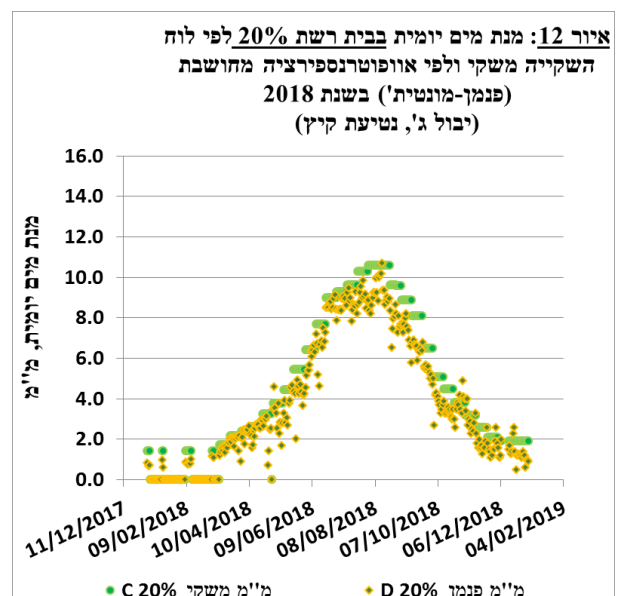
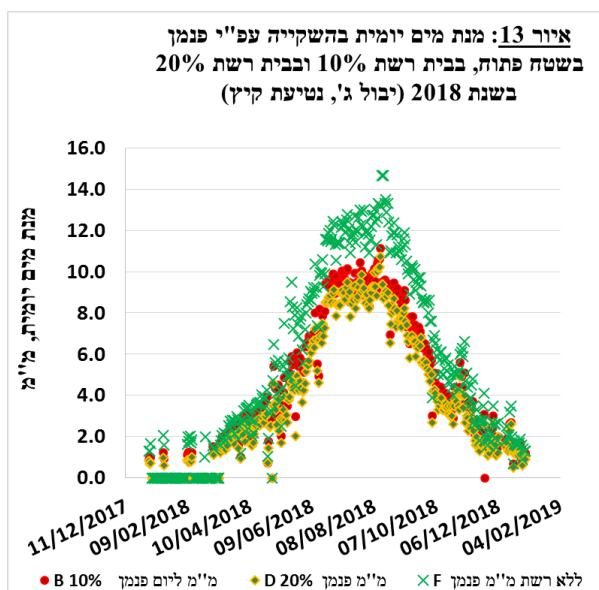
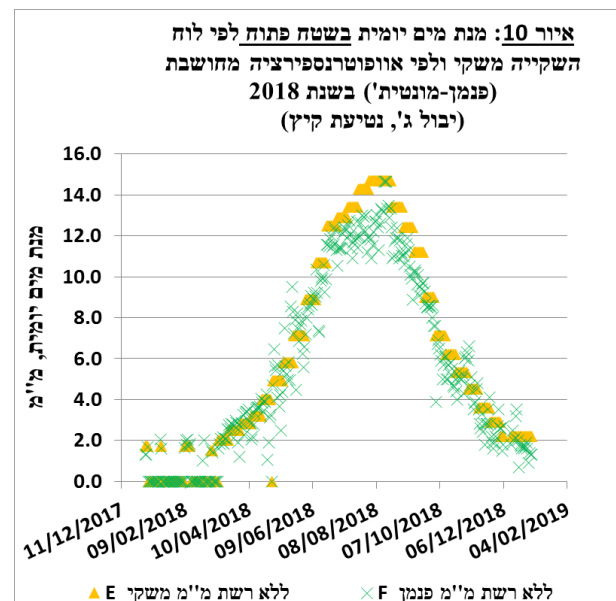
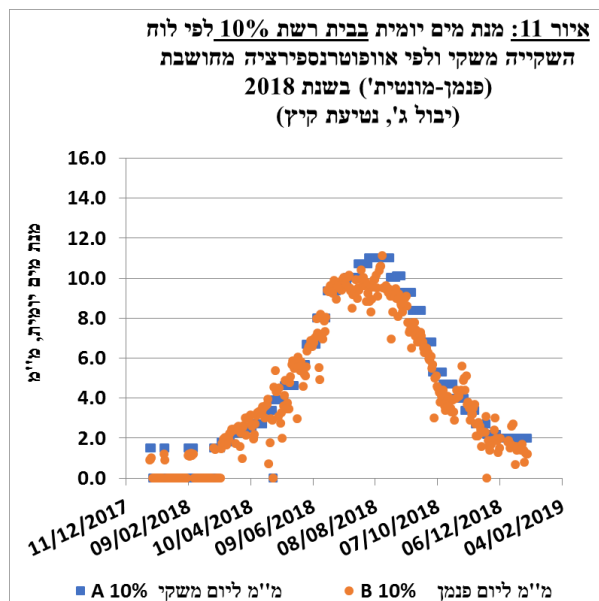
תוצאות שנת יבול ג', 2018/19

השקיה

לראשונה נרשם השנה הבדל של 9% בין מנת המים השנתית שנתנה בשטח הפתוח לפי הטבלה המשקית לעומת המנה בשטח הפתוח לפי "פנמן" (טבלה 14). המנה המשקית בשטח הפתוח הייתה כמקובל (2217 מ"מ לפני תוספת השקיות שרב); והמנה על פי פנמן הייתה נמוכה מכך (2014 מ"מ), שלא כמו בשנים הקודמות. ההפרש נוצר בתקופה יולי-אוגוסט, שהיא תקופת השיא בהשקיה (איור 12).

טבלה 14: מנות המים בשנת 2018

טיפול סביבה		בית רשת 10%		בית רשת 20%		מטע פתוח	
ציון הטיפול		A	B	C	D	E	F
טיפול השקיה		משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן
מנה שנתית ללא השקיית שרב		1711	1569	1633	1389	2217	2014
תוספת שניתנה להשקיית שרב		16.5	0	15.6	0	18.5	0
מנה שנתית 2018 מ"מ		1728	1569	1649	1389	2236	2014
מנה שנתית 2018 % מביקורת מטע פתוח		77	71	74	63	100	91
בכל סביבה, חסכון במים ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי			8		15		9



חסכון של 8% במנת המים בהשקיה על פי פנמן נרשם גם בבית הרשת 10% (טבלה 14), נמוך בצורה בולטת מהחסכון בשנים קודמות שהגיע ל 16%-19%. גם כאן עיקר ההפרש בין הטבלה המשקית ל"פנמן" נרשם בתקופה יולי-נובמבר (איור 15). ברשת 20% החיסכון היה 15% (טבלה 14), אף הוא נמוך מהערכים של השנים הקודמות. באיור 5 ניתן לראות שמהלך הקרינה בבתי הרשת היה השנה שונה מהעבר וזהו חלק מההסבר. במנת המים נשמר הפרש של כ- 25% בין בתי הרשת לשטח הפתוח (טבלה 14) מעט צנוע בהשוואה לשנים הקודמות.

השפעת הטיפולים על הגדילה, ההתפתחות והיבול בשנה ג' (2018/19):

באף אחד מהמדדים הצמחיים ומדדי היבול, האשכול והאצבע לא נרשמה השפעה מובהקת בין השקיה לפי הטבלה המשקית והשקיה לפי "פנמן". רמזים שנראו בעבר לנחיתות מסוימת בחיסכון בהשקיה נעלמו בשנה זו (טבלה 16). בשטח הפתוח נרשם הפרש בולט בין השקיה משקית להשקיה על פי "פנמן" במשקל אשכול, יכול מחושב לדונם ויבול בפועל לדונם, אולם ללא מובהקות (יש לזכור שמדובר בתצפית). גם בתכונות האצבע המייצגת לא נרשמו הפרשים מובהקים (טבלה 16). ביבול ג' החיסכון במים בהשקיה לפי פנמן בבתי הרשת היה כאמור צנוע יותר, אבל לא נרשמו השפעות שליליות על צמיחה ויבול.

טבלה 15: השפעת משטר ההשקיה (השקיה על פי הטבלה המשקית לעומת השקיה על פי מדידות הפנמן) על הפריחה, התכונות הווגטיביות והיבול בשנה ג' לניסוי, 2018/19

רשת 10%			רשת 20%			שטח פתוח			סביבה
משקי	פנמן	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות	משטר השקיה 2018-19 יבול ג'
21/08/18	09/08/18	ל.מ.	07/08/18	10/08/18	ל.מ.	10/08/18	15/08/18	ל.מ.	תאריך פריחה ממוצע
264	272	ל.מ.	273	283	ל.מ.	290	279	ל.מ.	מספר פרחים לדונם
11.8	12.6	ל.מ.	12.1	12.1	ל.מ.	11.9	11.5	ל.מ.	מספר כפות באשכול
312	323	ל.מ.	316	309	ל.מ.	309	297	ל.מ.	גובה בפריחה, ס"מ
75.7	76.7	ל.מ.	74.0	73.9	ל.מ.	73.2	71.0	ל.מ.	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
143	136	ל.מ.	135	136	ל.מ.	144	148	ל.מ.	ימים פריחה קטיף
228	240	ל.מ.	238	253	ל.מ.	249	247	ל.מ.	מספר אשכולות לדונם
87	88	ל.מ.	87	89	ל.מ.	86	88	ל.מ.	אחוז קטיף עד ל- 2/6/19

משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	31.0	30.6	ל.מ.	30.0	29.7	ל.מ.	29.9	27.6	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	32.1	30.8	ל.מ.	31.2	30.3	ל.מ.	29.7	27.5	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	8467	8352	ל.מ.	8266	8354	ל.מ.	8630	7668	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	7351	7370	ל.מ.	7191	7478	ל.מ.	7403	6795	ל.מ.
אצבע מייצגת מכף 3:									
משקל, גר'	167	168	ל.מ.	174	165	ל.מ.	163	165	ל.מ.
אורך חיצוני, ס"מ	20.6	20.6	ל.מ.	20.7	20.7	ל.מ.	19.7	20.5	ל.מ.
היקף, ס"מ	12.4	12.3	ל.מ.	12.4	12.3	ל.מ.	12.4	12.4	ל.מ.

בהשוואה בין החלקות בתנאי הסביבה השונים נמצא (כצפוי) שמשקל האשכול בשטח הפתוח היה נמוך באופן מובהק מהמשקל בבית הרשת (ב-10%) (28.6 ק"ג לעומת 31.5 ק"ג (טבלה 16)), והשטח הפתוח הראה נטייה (ללא מובהקות) ליותר צמחים לדונם, צמחים נמוכים יותר, פחות כפות באשכול ומשקל אצבע נמוך יותר. בין רשת 10% לרשת 20% לא נרשמו הבדלים מהותיים (טבלה 16), אך יש לציין שגם ברשת 10% הקרינה באוגוסט-אוקטובר הייתה נמוכה וקרובה לזו שברשת 20% (איור 5).

טבלה 16: השפעת הסביבה על הפריחה, התכונות הווגטטיביות והיבול ג' 2018/19

מובהקות	פגמן	משקי	מובהקות	ללא רשת	רשת 20%	רשת 10%	סביבה 2018-19 יבול ג'
ל.מ.	11/08/18	13/08/18	ל.מ.	13/08/18	09/08/18	15/08/18	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	278	276	ל.מ.	285	278	268	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	12.1	11.9	ל.מ.	11.7	12.1	12.2	מספר כפות באשכול
ל.מ.	310	312	ל.מ.	303	313	317	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	73.9	74.3	ל.מ.	72.1	73.9	76.2	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	137	140	ל.מ.	140	135	138	תאריך קטיף ממוצע
ל.מ.	247	239	ל.מ.	248	245	234	מספר אשכולות לדונם
ל.מ.	89	87	ל.מ.	87	88	88	אחוז קטיף עד ל- 02/06/2019
ל.מ.	29.5	30.7	ל.מ.	28.7	30.8	30.8	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
ל.מ.	29.3	30.7	0.0073	28.6b	29.9ab	31.5a	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	8125	8454	ל.מ.	8149	8310	8409	יבול מחושב לדונם, ק"ג
ל.מ.	7214	7315	ל.מ.	7099	7334	7361	יבול בפועל לדונם, ק"ג
							אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	166	168	ל.מ.	164	170	168	משקל, גר'
ל.מ.	20.6	20.3	ל.מ.	20.1	20.7	20.6	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	12.3	12.4	ל.מ.	12.4	12.4	12.3	היקף, ס"מ

השפעת משטר השקיה והסביבה על רמת המלחים בקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בעלים ביבול ג' -2018/19

לא נמצא הפרש במלחים בקרקע (EC, כלור ונתרן) בין החלקות המושקות לפי הטבלה המשקית לחלקות מושקות על פי "פנמן" (טבלה 17) וכן לא נרשם הפרש בין רשת 10% לרשת 20%.

גם בבדיקות הרכב העלים (עלה מס' 3 מאמהות בפריחה בקיץ) נרשמו ערכים תקינים ללא הפרשים מהותיים בין הטיפולים (טבלה 18).

טבלה 17: השפעת משטר ההשקיה (לפי לוח משקי ולפי "פנמן") על מליחות הקרקע בסתיו 2018 (מרחק 10 ס"מ מטפטפת, 30-40 ס"מ מהגזעול, עומק 2-30 ס"מ, 5 מנטלים לחזרה).

	רשת 10%	רשת 20%	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות
EC, dS m^{-1}	1.28	1.26	ל.מ.	1.27	1.27	ל.מ.
Cl, meq l^{-1}	5.36	5.74	ל.מ.	5.34	5.75	ל.מ.
Na, meq l^{-1}	6.40	6.90	ל.מ.	6.55	6.75	ל.מ.

טבלה 18: ריכוז יסודות המזון בעלים באמהות בפריחה בקיץ 2018 (% מחומר יבש, הנתרן בח"מ. נדגם טרף עלה 3 במרכזו משני צידי העורק המרכזי).

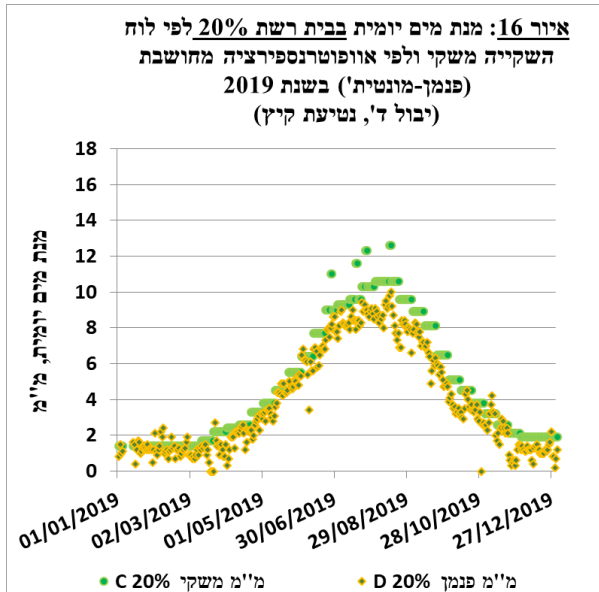
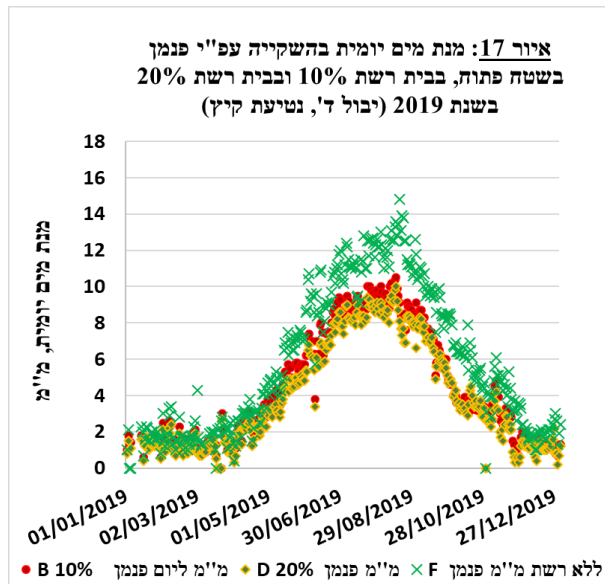
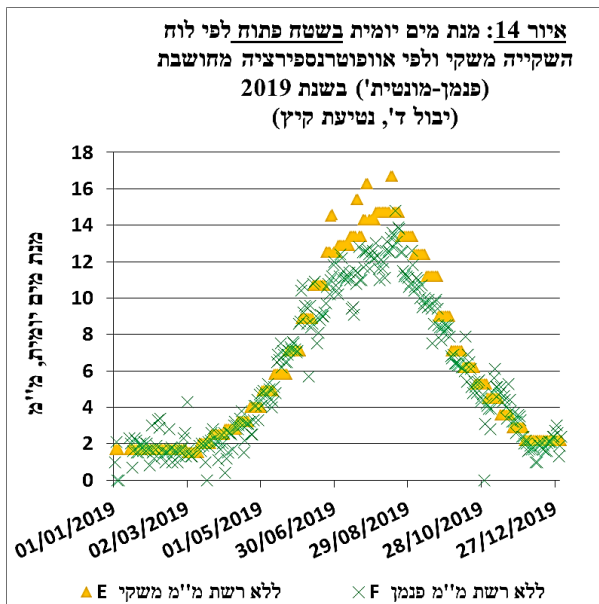
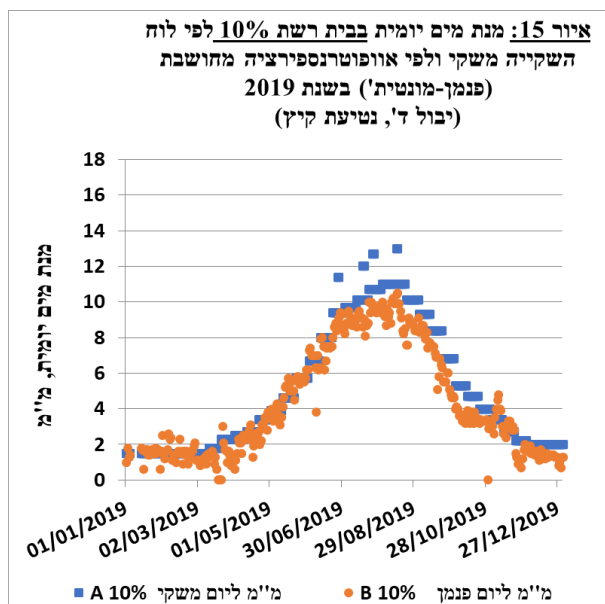
	רשת 10%	רשת 20%	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות
N	2.44	2.40	ל.מ.	2.41	2.43	ל.מ.
P	0.18	0.17	ל.מ.	0.18	0.17	ל.מ.
K	3.55	3.29	ל.מ.	3.57	3.27	ל.מ.
Na	249	322	ל.מ.	298	273	ל.מ.
Cl	1.70	1.82	ל.מ.	1.72	1.80	ל.מ.

תוצאות שנת יבול ד', 2019/20

השקיה

טבלה 19: מנות המים בשנת 2019

טיפול סביבה		בית רשת 10%		בית רשת 20%		מטע פתוח	
ציון הטיפול		A	B	C	D	E	F
טיפול השקיה		משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן
מנה שנתית 2019 מ"מ		1628	1415	1634	2013	2159	1928
מנה שנתית 2019 % מביקורת פתוח		75	66	76	16	100	89
בכל סביבה, חסכון ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי			15.9		19.2		10.7



השפעת הטיפולים על ההתפתחות הצמחית והיבול (בשנה ד'):

טבלה 20: השפעת משטר ההשקיה (השקיה על פי הטבלה המשקית לעומת השקיה על פי מדידות הפנמן) על הפריחה, התכונות הווגטיביות והיבול בשנה ד' לניסוי, 2019/20

שטח פתוח			רשת 20%			רשת 10%			סביבה
מובה'	פנמן	משקי	מובה'	פנמן	משקי	מובה'	פנמן	משקי	משטר השקיה 2019-20 יבול ד'
ל.מ.	22/08/2019	13/08/2019	ל.מ.	17/08/2019	04/08/2019	ל.מ.	12/08/2019	17/08/2019	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	278	290	ל.מ.	241	248	ל.מ.	252	258	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	11.3	11.6	0.027	11.5	12.2	ל.מ.	11.9	11.7	מספר כפות באשכול
ל.מ.	288	290	ל.מ.	302	311	ל.מ.	301	302	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	69.9	72.0	ל.מ.	72.8	74.9	ל.מ.	72.9	72.8	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	01/01/2020	24/12/2019	ל.מ.	04/01/2020	18/12/2019	ל.מ.	18/12/2019	28/12/2019	תאריך קטיפה ממוצע
ל.מ.	132	134	ל.מ.	141	136	ל.מ.	129	133	ימים מפריחה לקטיפה
ל.מ.	73%	75%	ל.מ.	81%	78%	0.047	86%	73%	אחוז קטיפה עד ל 6 ביוני
ל.מ.	28.9	29.8	ל.מ.	32.7	33.1	ל.מ.	32.5	30.9	משקל אשכול קטיפים עקריים, ק"ג
ל.מ.	27.4	28.2	ל.מ.	29.6	30.2	ל.מ.	30.4	29.8	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג

יבול מחושב לדונם, ק"ג	7660	7670	ל.מ.	7492	7091	ל.מ.	8150	7576	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	5587	6583	ל.מ.	5913	5755	ל.מ.	6116	5546	ל.מ.
אצבע מייצגת מכף 3:									
משקל, גר'	163	166	ל.מ.	165	169	ל.מ.	160	153	ל.מ.
אורך חיצוני, ס"מ	20.4	20.4	ל.מ.	20.5	20.7	ל.מ.	20.0	19.9	ל.מ.
היקף, ס"מ	12.4	12.4	ל.מ.	12.4	12.6	ל.מ.	12.3	12.4	ל.מ.

טבלה 21: השפעת הסביבה על הפריחה, התכונות הווגטיביות והיבול בשנה ד' 2019/20

סביבה 2019-20 יבול ד'	רשת 10%	רשת 20%	ללא רשת	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות
תאריך פריחה ממוצע	14/08/2019	10/08/2019	17/08/2019	ל.מ.	11/08/2019	17/08/2019	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	255ab	244b	284a	0.0132	265	257	ל.מ.
מספר כפות באשכול	11.8	11.8	11.4	ל.מ.	11.8	11.6	ל.מ.
גובה בפריחה, ס"מ	302ab	307a	289b	0.0171	301	297	ל.מ.
היקף גזעול 1 מ', ס"מ	72.9	73.8	70.9	ל.מ.	73.2	71.9	ל.מ.
תאריך קטיף ממוצע	23/12/2019	27/12/2019	28/12/2019	ל.מ.	23/12/2019	29/12/2019	ל.מ.
מספר ימים מפריחה לקטיף	131	138	133	ל.מ.	134	134	ל.מ.
אחוז קטיף עד ל- 24/06/2020	79%	80%	74%	ל.מ.	75%	80%	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	31.7ab	32.9a	29.4b	0.009	31.3	31.4	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	30.1a	29.9a	27.8b	0.0152	29.4	29.1	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7665	7291	7863	ל.מ.	7767	7445	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	6085	5834	5831	ל.מ.	5872	5961	ל.מ.

אצבע מייצגת מכף							3:
משקל, גר'	164	167	156	ל.מ.	162	162	ל.מ.
אורך חיצוני, ס"מ	20.4	20.6	20.0	ל.מ.	20.3	20.3	ל.מ.
היקף, ס"מ	12.4	12.5	12.3	ל.מ.	12.4	12.5	ל.מ.

מנות המים שניתנו בשנה הרביעית לניסוי (2019/20) לפי מדידות ה"פנמן" היו נמוכות מהמנה המשקית ב-11% בשטח הפתוח; ב 16% ברשת 10% וב-19% ברשת 20%. לא נרשמו הבדלים מובהקים בין השקיה לפי "פנמן" וההשקיה המשקית במדדי צמיחה ויבול בבתי הרשת ובשטח הפתוח (טבלה 20). מספר הפרחים לדונם בשטח הפתוח עלה על המספר בבתי הרשת (טבלה 21), אך משקל האשכול בשטח הפתוח היה נמוך מהמשקל בבתי הרשת (טבלה 21), כך שהיבול היה דומה (ההשוואה בין הסביבות השונות היא בגדר תצפית). בין חלקות הפנמן למשקי (בשלוש הסביבות ביחד) לא נרשמו הבדלים מובהקים (טבלה 21), אבל בכמה מדדים חשובים ישנו רמז ליתרון ולטיפול המשקי.

השפעת משטר ההשקיה והסביבה על רמת המלחים בקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בעלים בשנה הרביעית

לניסוי -2019/20

טבלה 22: השפעת משטר ההשקיה (לפי לוח משקי ולפי "פנמן") על מליחות הקרקע בסתיו 2019 (מרחק 10 ס"מ מטפסת, 30-40 ס"מ מהגזעול, עומק 2-30 ס"מ, 5 מנטלים לחזרה).

	רשת 10%	רשת 20%	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות
EC, dS m ⁻¹	1.27	1.17	ל.מ.	1.28	1.16	ל.מ.
Cl, meq l ⁻¹	6.12	5.63	ל.מ.	6.28	5.47	ל.מ.
Na, meq l ⁻¹	6.37	5.91	ל.מ.	6.45	5.84	ל.מ.

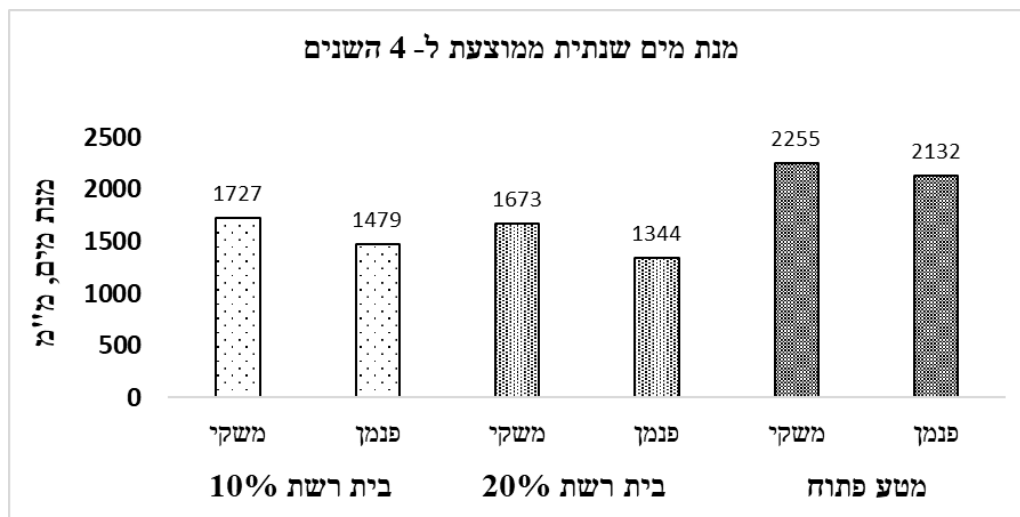
טבלה 23: ריכוז יסודות המזון בעלים באימהות בפריחה בקיץ 2019 (% מחומר יבש, הנתרן בח"מ. נדגם טרף עלה 3 במרכזו משני צידי העורק המרכזי).

	רשת 10%	רשת 20%	מובהקות	משקי	פנמן	מובהקות
N	2.43	2.46	ל.מ.	2.41	2.48	ל.מ.
P	0.16	0.17	ל.מ.	0.17	0.17	ל.מ.
K	3.31	3.46	ל.מ.	3.40	3.38	ל.מ.
Na	310	316	ל.מ.	322	304	ל.מ.
Cl	1.89	1.85	ל.מ.	1.86	1.88	ל.מ.

משטר ההשקיה ובתי הרשת לא השפיעו על מליחות הקרקע ועל יסודות המזון בעלים בשנה הרביעית לניסוי: לו הייתה השפעה כזו, היינו אמורים להבחין בה לאחר 4 שנות ניסוי.

דיון מסכם עם סיומן של 4 שנות ניסוי

מנות המים שנתנו במהלך 4 שנות הניסוי



איור 18: מנות המים (במ"מ, או מ"ק לדונם) שניתנו בטיפול הניסוי בממוצע ל-4 השנים

מנת המים השנתית הממוצעת (ל-4 שנים) שניתנה במטע הפתוח (ללא כסוי רשת) לפי לוח ההשקיה המשקי הייתה 2255 מ"מ לשנה, קרוב מאוד למנה המשקית המתוכננת של 2200 מ"מ לשנה (הכוללת כ-100 מ"מ להשקיות שרב). המנה בהשקיה יומית שניתנה במטע הפתוח לפי אוופוטרנספירציה מחושבת (בקיצור "פנמן") כפי שנמדדה ביום הקודם, הייתה נמוכה מהנ"ל ב-5% בממוצע, כאשר בשנתיים הראשונות לא נרשם הבדל כלל ובשנים ג ו-ד נרשם הבדל של כ-10% (ראה בטבלת ההשקיה המפורטת בכל שנה). ההתאמה הקרובה למדי בין מנות המים לפי לוח ההשקיה המשקי (שמשתנות כל 10 ימים) לבין מנות המים לפי לוח ההשקיה "פנמן" (המשתנות מידי יום) בשטח הפתוח מעידה שלוח ההשקיה המשקי מייצג נאמנה את ההשתנות העונתית של כלל הגורמים המשפיעים על תצרוכת המים של הבננה בשטח פתוח, עם אפשרות לחיסכון קל במנת המים כתוצאה ממעקב אחר ההשתנות היומית בהתאדות המחושבת לפי "פנמן".

בהשקיה בבית רשת ההפרשים בין המנה לפי הלוח המשקי המשתנה כל 10 ימים והמנה על פי "פנמן" המשתנה בכל יום גדולים יותר. המנה המשקית השנתית הממוצעת בבית רשת 10% לפי הלוח המשקי הייתה 1727 מ"מ (איור 18) שהם 77% מהמנה המשקית בשטח פתוח, קרוב מאוד להפרש המתוכנן של 25% שנקבע בניסויי השקיה בעבר. המנה לפי "פנמן" בבית הרשת 10% הייתה 1479 מ"מ בלבד, 66% מהמנה המשקית בשטח פתוח, 69% מהמנה לפי פנמן בשטח הפתוח ו-86% מהמנה באותו בית רשת לפי הטבלה המשקית, היינו: חיסכון שנתי ממוצע של 14% ממנת המים הנהוגה כיום.

המנה השנתית הממוצעת בבית רשת 20% הייתה 1673 מ"מ לשנה לפי הלוח המשקי, 76% מהמנה בשטח פתוח, ובהשקיה לפי פנמן 1344 מ"מ בלבד, 61% מהמנה המלאה בשטח פתוח ו-80% מהמנה לפי הלוח

המשקי באותו בית רשת, היינו: חיסכון שנתי ממוצע של 20%. השאלה היא, כמובן, אם לחיסכון זה במנת המים היה "מחיר".

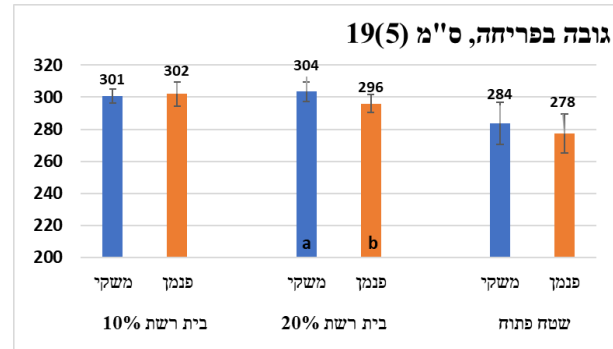
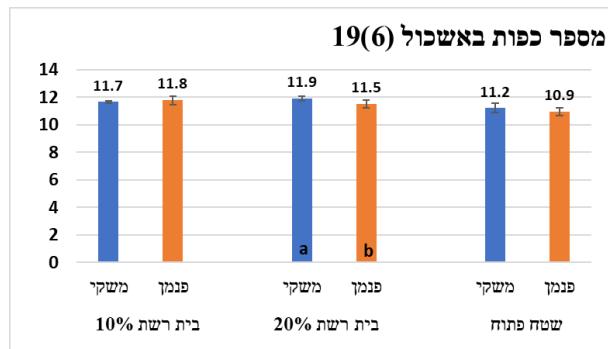
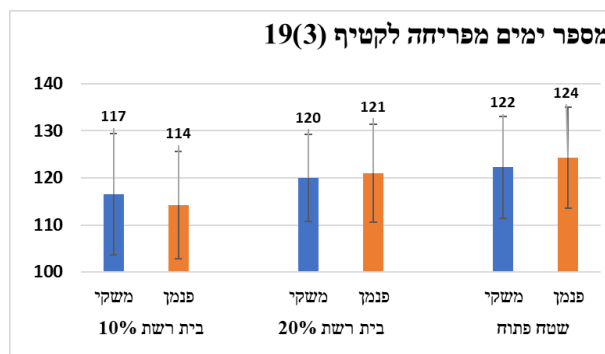
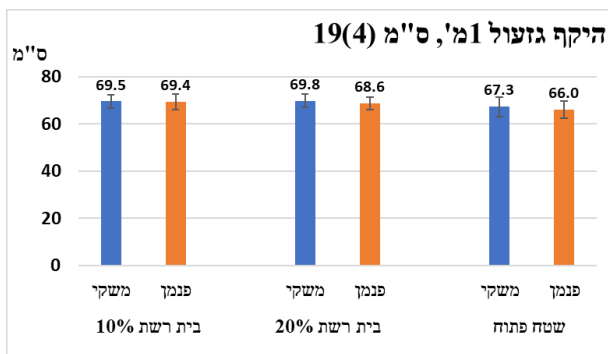
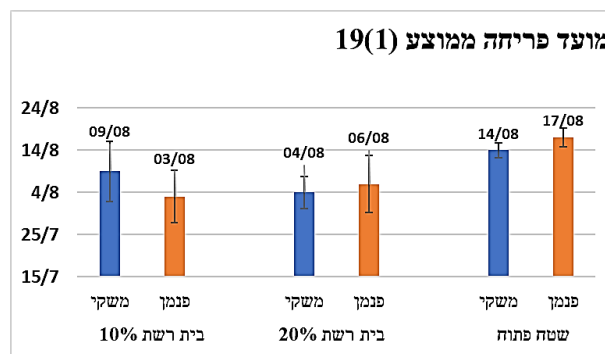
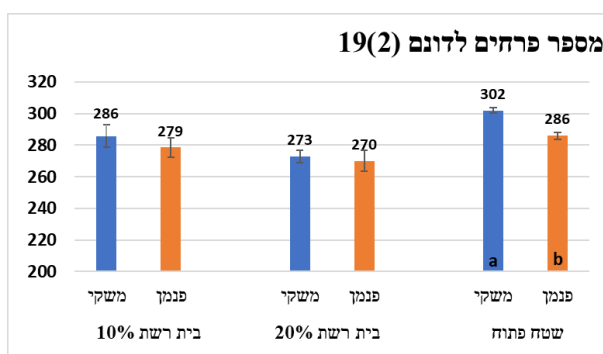
להשקיה לפי "פנמן" לא הייתה השפעה שלילית על ריכוז המלחים בקרקע או על רמת יסודות המזון בעלים (נתוני השנה הרביעית, שבה ניתן היה לצפות לראות השפעות מצטברות כאלו, ניתנים בטבלאות 22 ו-23). השפעת ההשקיה לפי "פנמן" על מדדי הצמיחה וההנבה בממוצע ל-4 שנות הניסוי ניתנת בטבלה 24 ובאיורים 19(1) עד 19(11). ירידה מובהקת כתוצאה מהשקיה לפי פנמן נרשמה במספר הפרחים וביבול המחושב לדונם בשטח הפתוח (איורים 19(2) ו 19(10)), ובגובה בפריחה ובמספר הכפות באשכול בבית הרשת 20% (טבלה 24 ואיורים 19(5) ו 19(6)). בנוסף לכך ראוי לציין שבמספר הפרחים לדונם, בהיקף הגזעול, במשקל האשכול בקטיפים העיקריים, במשקל האשכול בכל הקטיפים וביבול המחושב לדונם היו כל הערכים שהתקבלו בטיפול ההשקיה המשקית גבוהים (מספרית) מאלה שהתקבלו בהשקיה לפי פנמן בכל שלושת טיפולי הסביבה. ההפרשים האלה לא היו מובהקים, אבל בכולם הייתה לכאורה נטייה לעדיפות ללוח ההשקיה המשקי.

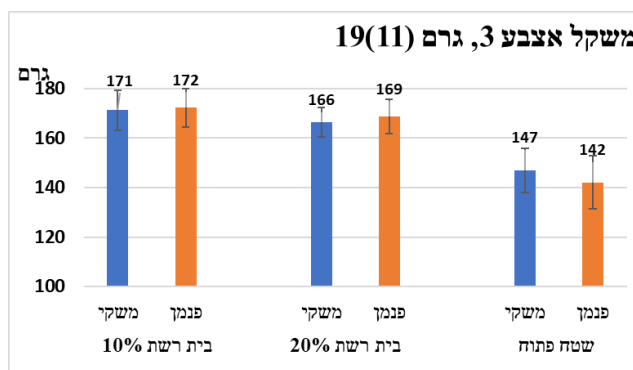
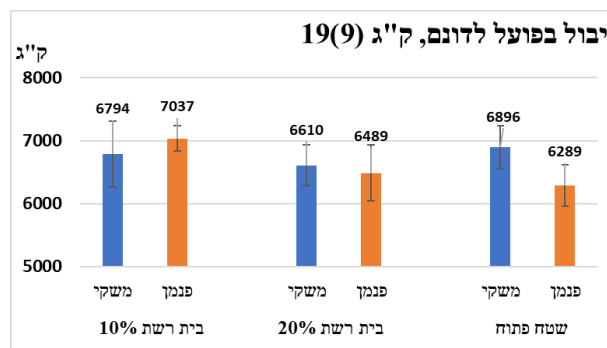
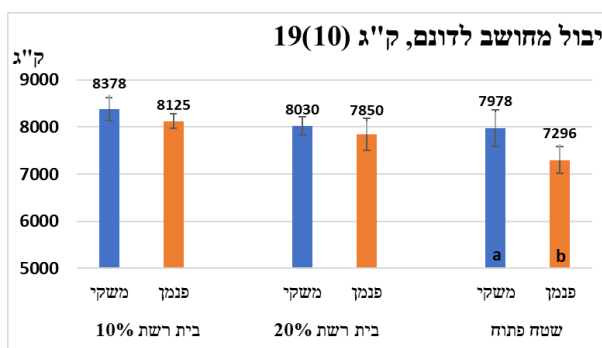
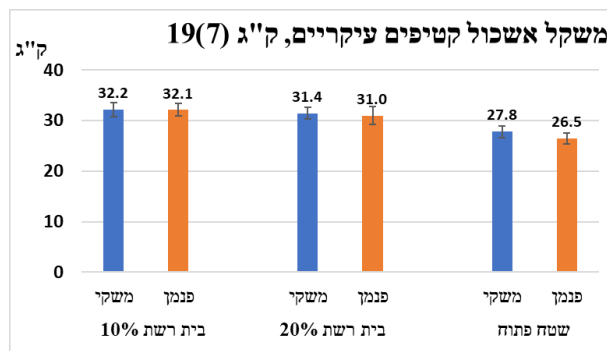
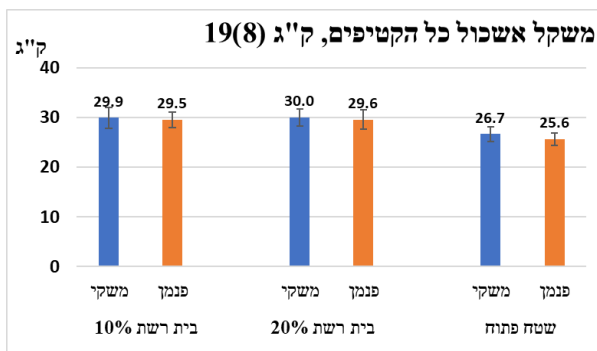
טבלה 24: השפעת השקיה לפי לוח מים משקי בו משתנות המנות כל 10 ימים להשקיה לפי הלוח לאחר שהוסב לשימוש במקדם "פנמן" המאפשר לתת מנה יומית על פי מדידות היום הקודם, בממוצע ל-4 שנות הניסוי

טיפול סביבה	בית רשת 10%		בית רשת 20%		מטע פתוח	
	A	B	C	D	E	F
ציון הטיפול	משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן
טיפול השקיה	משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן
תאריך פריחה ממוצע	אוג-09	אוג-03	אוג-04	אוג-06	אוג-14	אוג-17
מספר פרחים לדונם	286	279	273	270	302a	287b
מספר כפות באשכול	11.7	11.8	11.9a	11.5b	11.2	10.9
גובה בפריחה, ס"מ	301	302	304a	296b	284	278
היקף גזעול 1 מ', ס"מ	69.5	69.4	69.8	68.6	67.3	66.0
ימים פריחה-קטיפה	117	114	120	121	122	124
משקל אשכול (ק"ג) קטיפים עיקריים	2.23	32.1	31.4	31.0	27.8	26.5

משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	29.9	29.5	ל.מ.	30.0	29.6	ל.מ.	26.7	25.6	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	8378	8125	ל.מ.	8030	7850	ל.מ.	7978a	7296b	0.0101
יבול בפועל לדונם, ק"ג	6794	7037	ל.מ.	6610	6489	ל.מ.	6896	6289	ל.מ.
משקל אצבע 3, גרם	171	172	ל.מ.	166	169	ל.מ.	147	142	ל.מ.

השפעת משטר ההשקיה על מדדי הצמיחה והיבול בממוצע 4 שנים





איור 19: ממוצע 4-שנתי של השפעת משטר ההשקיה (משקי מול "פנמן") בשלושה תנאי סביבה שונים. טיפולי משטר ההשקיה חזרו בכל טיפול סביבה ב-4 חזרות. הפרשים מובהקים סומנו באותיות באנגלית (a ו b) בתוך העמודות באיור.

קיימות מספר מגבלות לשימוש באופוטורנספירציה מחושבת בהשקיית בננות בבתי רשת: להצטברות האבק על גבי הרשת במהלך העונה השפעה משמעותית על הערכים הנמדדים במכשיר. האבק אכן משפיע על חדירות הרשתות לקרינה ובדרך זו משפיע גם על הצמחים ועל תצרוכת המים עצמה, אבל כמות האבק שונה מאוד בין בתי רשת שונים, תלויה במיקום בתוך בית הרשת (סמוך לדרך או רחוק ממנה), ובנוכחות דרכי אבק ותנועה בשטח, וכמובן בסוג הרשת. למדידה בתוך בית רשת ישנן מגבלות טכניות נוספות, כמו שינויים הנגרמים עם הזמן ברשת עצמה ושינויים מקומיים בצפיפות ובכיסוי העלווה במטע, היכולים לעוות תוצאות.

-הפעלה נכונה של תחנת מדידה מחייבת השגחה מתמדת ושמירה על ניקיון ותקינות הרגשים (בעיקר רגש הקרינה).
-ולבסוף נזכיר, שהאופוטורנספירציה הפוטנציאלית היא רק גורם אחד במשוואת תצרוכת המים. כ-40% ממי
ההשקיה משמשים להדחת מלחים, ולמליחות מי ההשקיה חשיבות רבה במשוואה. גורם נוסף הוא שטח העלווה
במטע, המשתנה עם הגיל, העונה, הזן, מרווחי הנטיעה, מדיניות הדילול וכיוצא באלה. ועוד נזכיר את הגורם
הקרקעי: מי ההשקיה אינם מסופקים ישירות לצמח. הם מוזרמים לקרקע, נעים בה ונאגרים, ומשם קולטים אותם
שורשי הצמח. שלל הגורמים האלה מובאים בחשבון בעת תכנון הנחיות ההשקיה ומוטל עלינו למצוא את הדרך
המיטבית לשילובם.

הנאמר לעיל נועד להדגיש שהניסוי המוצלח הזה אינו "סוגר" נושא אלא להיפך: פותח פתח להמשך חקר ולמידה.
הניסוי מדגים שבמדידת האופוטורנספירציה הפוטנציאלית באופן רציף במטע טמון פוטנציאל ליעול ההשקיה.
היישום המעשי של ממצאים אלה דורש המשך מחקר ולמידה.

ספרות:

1. ישראלי, י. ונמרי, נ., (1986). בחינת תצרוכת המים של הבננה בעמ"י באמצעות ליזימטר עודפים. *עלון הנוטע* 40: 826-817, 957-949.
2. ישראלי, י., שפירא, א. לוי, י., אלינגולד, ע., נמרי, נ., חודי, ג'י., אלמליח, ל. וגולן, א. (2012). מדידת תצרוכת המים היומית והשעתית של הבננה באמצעות ליזימטר שקילה (חוות בננות, נטיעת אביב 2011). בתוך: *סיכום ניסויים ותצפיות בבננות בעמ"י בשנים 2011-2012*, עמודים 20-34.
3. זילבר, א. וחובריו, (2013). השקיית בננות במים מותפלים: פוטנציאל לחיסכון במים ולשיפור ביבול. *עלון הנוטע* 69: 42-47.
4. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage paper* 56

בחנינת ממשק הדחת מלחים מרוכזת לצורך חסכון במנות ההשקיה

(דגניה א', דגניה ב', מסדה, ואפיקים, שתילת קיץ 2017)

רקע ותיאור הבעיה

הבננה הוא גידול רגיש במיוחד לנזקי מליחות. השקיית חלקות הבננות בעמק הירדן במי הכנרת, שהם בעלי רמת מליחות גבוהה יחסית, מחייבת הדחת מלחים לשכבת קרקע עמוקה, ע"מ להקטין את נזקי המליחות לשורשי הבננה. במשטר ההדחה הנוכחי, כ-45% ממנת ההשקיה, כ-800 קוב/דונם לשנה, מיועדת להדחת המלחים. שיעורי ההדחה ה"נדיבים" מהווים עול כבד מבחינת כספית, ומקשים על תפעול המטע, בשנים של מחסור במים וקיצוצים אפשריים בהקצבת מנות המים. בניסוי שנערך בין השנים 2009-2012 בחלקת שטח פתוח בשער הגולן, נבחנה ההנחה שניתן להשיג הדחה יעילה של המלחים תוך חיסכון במים, באמצעות ממשק הדחה מרוכזת. תוצאות המחקר העלו שבאמצעות שימוש בממשק ההדחה המרוכזת ניתן לחסוך 20% ממנות ההשקיה, מבלי לפגוע בביצועי החלקה. הצורך האקוטי בשנת 2017 להוריד את מנות המים המשמשות להשקיית חלקות הבננות, לאור המחסור במים, ומחירי המים המאמירים, הניע אותנו לחזור על הניסוי בתנאי בית-רשת, בתקווה לקבל תוצאות דומות לאלה שהושגו בניסוי הקודם.

מטרת העבודה

בחנינה של הפוטנציאל לחסכון במנות ההשקיה, באמצעות יישום ממשק של הדחת מלחים מרוכזת.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: הניסוי התבצע ב-5 משקים שונים. ע"פ הפירוט הבא:

משק	שם החלקה	שטח טיפול הדחת מלחים (משקית דונם)	שטח טיפול הדחת מלחים (מרוכזת דונם)	מועד שתילה
דגניה ב'	יורם צפון	16.1	11.3	14/08/2017
אפיקים	אברשה	24.4	23.3	10/08/2017
תל קציר	555	23.6	13.5	20/08/2017
מסדה	79	22	14	02/08/2017
דגניה א'	קרנטין מרכז	6	6	14/08/2017

מועד השתילה, המרווחים, מספר הצמחים לבית, ומספר השתילים לדונם שונים בין משק למשק, אולם זהים בין שני הטיפולים (ממשקי הדחת המלחים) בכל אחד מהמשקים.

מבנה הניסוי: הניסוי התנהל ב-5 משקים שונים, כל משק מהווה חזרה אחת, המחולקת לטיפול הדחה משקית, וטיפול הדחה מרוכזת. הטיפולים ממוקמים בחצרות צמודות, כך שמבנה והרכב הקרקע בכל חזרה (משק) צפויים להיות דומים. ההשקיה של כל אחד מהטיפולים מבוצעת באמצעות טקט נפרד. בכל חזרה (משק) 16 בתים נמדדים לטיפול, סה"כ 80 בתים נמדדים לטיפול. הצמחים מהם נאספים הנתונים הם מהפריחה המרכזית בפועל בכל אחד מהמשקים.

הטיפולים: בניסוי נבחנו 2 ממשקי הדחת מלחים: (1) ההדחה המשקית, בה בכל אחד מימי ההשקיה כ-45% ממנת ההשקיה משמשת להדחת מלחים, (2) הדחה מרוכזת: 6 ימים בשבוע ההשקיה היא בשיעור של 70% מהמנה המומלצת בבית רשת וביום מסוים וקבוע בשבוע מתבצעת הדחה מרוכזת, בה נעשה שימוש בשליש מהכמות שנחסכה בשאר הימים, כך שמושג חיסכון נטו של 20% במנת ההשקיה הכוללת. לאור המגמה של נחיתות לטיפול ההדחה המרוכזת ביבול א', יעד החסכון בשנה ב' עודכן ל-15%.

דוגמא מספרית למנות ויחס ההשקיה בשני הממשקים בשבוע נתון:

מנת ההשקיה במ"מ יום בשבוע	ממשק הדחה משקית	ממשק הדחה מרוכזת	יחס מנת ההשקיה: הדחה מרוכזת/הדחה משקית (%)
ראשון	11	7.7	70
שני	11	7.7	70
שלישי	11	7.7	70
רביעי	11	7.7	70
חמישי	11	7.7	70
שישי	11	7.7	70
שבת	11	15.4	140
סיכום שבועי	77	61.6	80

מהלך המחקר: חלקות הניסוי השונות נשתלו במהלך אוגוסט 2017. במהלך שלב התבססות השתילים, נעשה שימוש בממשק ההדחה המשקי בשני סוגי הטיפולים. הפעלת טיפולי ההדחה השונים החלה באפריל 2018.

איסוף הנתונים: התבצע איסוף נתונים חקלאיים מלא: תכונות צימוח (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם). בנוסף, בסוף עונת ההשקיה רמת יסודות ההזנה והיסודות שקובעים את מליחות הקרקע בממשקי ההדחה השונים כומתה. ריכוז יסודות המזון בעלים נקבע באימהות לקראת פריחה.

תוצאות

סיכום תמציתי של תוצאות יבול א', עונת 2018-19

טבלה 1. תכונות הצימוד, פריחה, והיבול בממשקי הדחת המלחים השונים. יבול א', עונת 2018-19.

הדחת מלחים											
מובהקות	כל המשקים		מסדה		דגניה ב'		דגניה א'		אפיקים		2018/19 יבול א'
	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	
ל.מ.	278	283	231	236	278	281	310	310	296	304	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	64.6	66.6	56.2	59.3	64.5	65.1	68.5	69.8	69.1	72.1	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	03/06/18	05/06/18	29/04/18	03/05/18	12/06/18	10/06/18	20/06/18	19/06/18	14/06/18	22/06/18	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	80	79	77.0	72.7	84.3	82.8	82.0	85.4	76.6	76.0	ימים מפריחה לקטיפה
ל.מ.	22/08/18	25/08/18	15/07/18	15/07/18	04/09/18	01/09/18	11/09/18	12/09/18	29/08/18	08/09/18	תאריך קטיפה ממוצע
ל.מ.	247	245	221	200	232	232	274	280	262	268	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	229	226	221	200	232	214	256	274	208	214	מספר אשכולות קטופים לדונם
ל.מ.	93%	93%	100%	100%	100%	92%	93%	98%	80%	80%	% אשכולות קטופים
ל.מ.	11.5	11.7	7.3	8.1	12.3	12.2	13.4	13.1	12.8	13.2	מספר כפות
ל.מ.	35.0	36.3	25.6	27.2	35.9	36.8	41.7	40.7	36.6	40.6	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	8078	8287	5671	5436	8342	7884	10673	11134	7625	8696	יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג
ל.מ.	8754	9056	5671	5436	8342	8541	11417	11376	9586	10871	יבול מחושב לדונם, ק"ג
											אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	182	179	206	192	169	164	186	176	167	185	משקל, גרם
ל.מ.	20.1	19.9	20.6	20.0	19.4	19.5	20.7	19.7	19.5	20.3	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	13.1	12.9	13.3	13.1	13.0	12.6	12.9	12.6	13.1	13.4	היקף אצבע, ס"מ

הניסוי בממשק הדחת המלחים נערך במתכונת מיוחדת: הוא החל ב-5 משקים שונים, כך שכל משק מהווה חזרה אחת על שני סוגי הדחת המלחים הנבחנים בניסוי. מטבע הדברים הייתה שונות בין המשקים השונים בפרמטרים רבים: איכות הקרקע והמים, תנאי האקלים, ממשק הגידול והדילול, ועוד. בכל הקיבוצים נמצאה שונות קטנה בהרכב הקרקע בין שתי החצרות בהן בוצעו שני ממשקי ההדחה השונים, אולם בקיבוץ תל-קציר נמצאה שונות

גדולה ברמת היסודות בקרקע בין שתי החצרות, ובפרמטרים חקלאיים שונים, ולכן בסוף שנת הניסוי הראשונה הניסוי הופסק במשק זה.

אולם למרות השוני בין החצרות (המשקים השונים) בניסוי, ניתן היה לזהות מגמות (לא מובהקות סטטיסטית): בסיום עונת ההשקיה הראשונה של הניסוי, באוקטובר 2018, נמצאה מגמת המלחה קלה (לא מובהקת) בקרקע של טיפול ההדחה המרוכזת, ביחס לטיפול ההדחה המשקית, אולם זו לא הביאה לעלייה בריכוז הנתרן והכלוריד בעלים. הצמחים בטיפול הדחת המלחים המרוכזת היו קטנים מעט מאלה של טיפול ההדחה המשקית, ונמצאה פחיתה של 1.3 ק"ג במשקל האשכול. לאור זאת, החלטנו שבשנה ב' של הניסוי, החל באפריל 2019, יעד החיסכון במנות ההשקיה בטיפול ההדחה המרוכזת ירד מ-20% ל-15%, במטרה לקבל חסכון משמעותי במים, מבלי לשלם מחיר ביבול.

תוצאות יבול ב', עונת 2019-20

מנת ההשקיה במשקים השונים

טבלה 2. מנות ההשקיה בפועל ב-2019. הנתונים בקוב לדונם, כפי שנלקחו משעוני המים של המשקים השונים. תקופת ההשקיה-אפריל-דצמבר 2019.

משק	הדחה משקית (קוב/דונם)	הדחה מרוכזת (קוב/דונם)	% חסכון הדחה מרוכזת/משקית
דגניה א'	1114	958	14.0
דגניה ב'	812	685	15.6
מסדה	1098	937	14.6
אפיקים	1070	907	15.2

הרכב היסודות במים, בקרקע ובעלים

הרכב היסודות במים

טבלה 3. ערכי מדדי מליחות ויסודות שונים במי ההשקיה במשקים השונים. המים נדגמו מראש ההשקיה בחלקות הניסוי השונות באפריל 2019. התוצאות המוצגות מבוססות על מדגם יחיד.

מקור המים	EC dS m ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	Na meq l ⁻¹	Ca+Mg meq l ⁻¹	SAR
אפיקים	1.1	4.88	4.12	7.02	2.2
מסדה	1.2	6.64	5.68	5.92	3.3
דגניה א'	1.17	6.04	5.44	5.8	3.19
דגניה ב'	1.17	6.28	5.44	5.8	3.19
מי כנרת	1.22	8.7	6.52	6	3.77

המים המסופקים להשקיית מטעי המשקים השונים מורכבים מתמהיל שונה של מי הכנרת ומי הירמוך, כך שכל משק מקבל מים באיכות שונה.

בדיגום שנעשה באפריל 2019 מצאנו שאיכות המים של אפיקים טובה משל שלושת המשקים האחרים, שבהם איכות המים דומה. רמת הכלוריד והנתרן במי ההשקיה של אפיקים נמוכה יחסית, ורמות הסידן והמגנזיום גבוהות יחסית, כך שה-SAR (יחס ספיגת נתרן) במשק זה נמוך יחסית, 2.2, בהשוואה לשאר המשקים, בהם טווח ה-SAR הוא 3.19-3.3. בכל המשקים מליחות המים נמוכה מזו של מי כנרת, בזכות מיהול במי הירמוך, שבתחילת העונה הם בעלי רמת מליחות מופחתת. חשוב לציין שאיכות המים משתנה לאורך העונה, כתלות ברמת המליחות של מי הכנרת ומי הירמוך, ויחס המהילה ביניהם.

כימיה של הקרקע

טבלה 4. ערכי מדדי מליחות ויסודות הזנה בקרקע, סתיו 2019. הקרקע נדגמה באוקטובר 2019. שכבת הדיגום: עומק 2-30 ס"מ. הנתונים המוצגים: ממוצעים בכל אחד מהמשקים השונים, וממוצע של כל המשקים.

ממוצע כל המשקים			מסדה		דגניה ב'		דגניה א'		אפיקים		דיגום סתיו, 2019
מובהקות	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	פרמטר/טיפול
ל.מ.	7.80	7.83	7.90	7.90	7.80	7.90	7.90	7.60	7.70	7.80	pH
ל.מ.	1.22	1.20	1.30	1.40	1.11	0.99	1.10	1.31	1.30	1.17	EC dS m ⁻¹
ל.מ.	5.43	5.02	5.44	6.28	4.80	4.32	4.68	6.60	5.16	4.52	Cl meq l ⁻¹
ל.מ.	5.53	5.53	6.33	7.43	5.10	4.37	4.86	5.35	5.84	4.98	Na meq l ⁻¹
ל.מ.	7.20	7.44	7.20	7.34	7.18	5.62	6.40	9.08	8.96	6.74	Ca+Mg meq l ⁻¹
ל.מ.	2.93	2.88	3.33	3.88	2.69	2.61	2.72	2.51	2.76	2.71	SAR
ל.מ.	66.0	74.0	26.7	59.7	50.9	45.8	71.7	67.5	147	90.8	P mg/kg
ל.מ.	8.94	8.56	5.86	6.70	7.81	5.49	7.35	9.81	13.2	13.7	K-CaCl ₂ mg/l

הניסוי התבצע כאמור ב-4 משקים שונים, שכל אחד מהם משמש כחזרה יחידה. בכל משק מתבצעים שני ממשקי ההדחה: הדחה משקית והדחה מרוכזת. הניתוח הסטטיסטי נעשה על תוצאות ההדחה המשקית בארבעת החזרות (כל אחד מהמשקים), בהשוואה לתוצאות ההדחה המרוכזת בארבעת החזרות (כל אחד מהמשקים). בסוף עונת ההשקיה של שנת 2019, נמצאה מגמה, לא מובהקת סטטיסטית, הן ברמת המשק הבודד, והן בהשוואת כלל המשקים, של המלחה קלה מאד בטיפול ההדחה המרוכזת, ביחס לטיפול ההדחה המשקית. בהשוואת תוצאות כלל המשקים, ה-EC בטיפול ההדחה המרוכזת היה 1.22 dS m⁻¹, ובטיפול ההדחה המשקית מעט נמוך יותר, 1.20 dS m⁻¹. ערכי הכלוריד היו גבוהים יותר גם הם בטיפול ההדחה המרוכזת, אולם ברמת הנתרן לא נמצא הבדל (טבלה 3).

גם ברמת ה-SAR, הפרמטר המייצג בצורה הטובה ביותר את נזקי ההמלחה בקרקע, נמצאה תוספת קלה בטיפול ההדחה המרוכזת ביחס ל-SAR בטיפול ההדחה המשקית (2.93 ו-2.88, בהתאמה). הרמה הממוצעת של הזרחן בסוף עונת ההשקיה גבוהים יותר בקרקע של טיפול ההשקיה המרוכזת, בעוד שברמת האשלגן המגמה הפוכה, אולם גם פערים אלה אינם מובהקים סטטיסטית (טבלה 3). השוואת הפרמטרים השונים הקובעים את רמת המליחות בקרקע, בטיפולי ההדחה המשקית וההדחה המרוכזת בכל אחד מהמשקים בנפרד, חושפת תמונה מעורבת. כך, רמת ה-EC באפיקים ובדגניה ב' בטיפול ההדחה המרוכזת גבוה ביחס לטיפול ההדחה המשקית, בעוד שבדגניה א' ובמסדה המגמה הפוכה.

ה-SAR גבוה בשלושה משקים, דגניה א', דגניה ב', ואפיקים בטיפול ההדחה המרוכזת ביחס לטיפול ההדחה המשקית, בעוד שבמסדה ערך ה-SAR גבוה יותר בהדחה המשקית. נראה שהמגמה המעורבת בפרמטרים הנמדדים בין המשקים השונים נובעת ממרכיבים שונים, ביניהם הבדלים בסוג הקרקע, בממשק הדישון, הכימיה של המים, וכו'.

הרכב היסודות בעלים

טבלה 5. ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאימהות בפריחה בקיץ, אוגוסט 2019. הנתונים הינם ב-% בחומר יבש.

פרמטר/טיפול	אפיקים		מסדה		דגניה א'		דגניה ב'		כל המשקים		טווח תקין
	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	
N	2.45	2.34	2.16	2.32	2.61	2.34	2.23	2.35	2.36	2.34	2.4-2.6
P	0.16	0.18	0.16	0.16	0.19	0.17	0.19	0.20	0.18	0.18	0.17-0.19
K	3.13	3.10	3.43	2.82	3.38	2.85	3.03	3.38	3.24	3.04	3.2-3.4
Cl	1.55	1.82	2.08	2.14	1.48	2.03	1.81	1.64	1.73	1.91	נמוך מ-1.7-תקין
Na	0.0322	0.0322	0.0322	0.0273	0.0371	0.0273	0.0322	0.0322	0.0334	0.0297	נמוך מ-0.1-תקין

ברמות הנתרן והכלוריד בעלים נמצאו מגמות הפוכות. בעוד שברמת הנתרן נמצאה מגמה של פחיתה בטיפול ההדחה המרוכזת, המגמה בכלוריד הייתה הפוכה (טבלה 4). ברמות של יסודות ההזנה חנקן ואשלגן נמצאה פחיתה קלה בעלים של טיפול ההדחה המרוכזת, ביחס לעלי טיפול ההדחה המשקית, ואילו ברמת הזרחן לא נמצא הבדל בין הטיפולים. בכל מקרה, באף אחד מהפרמטרים ההבדלים לא היו מובהקים סטטיסטית. ריכוז החנקן במרבית הבדיקות היה נמוך מעט מהסף התחתון המומלץ (2.4%), ובחלק מהמשקים ריכוז האשלגן היה נמוך משמעותית מהסף התחתון המומלץ (3.2%), ואילו ברמת הזרחן הערכים בכל המשקים היו בטווח הרצוי (0.17%), או מעט פחות (0.16%, טבלה 4).

תוצאות צימוד, פריחה, ויבול

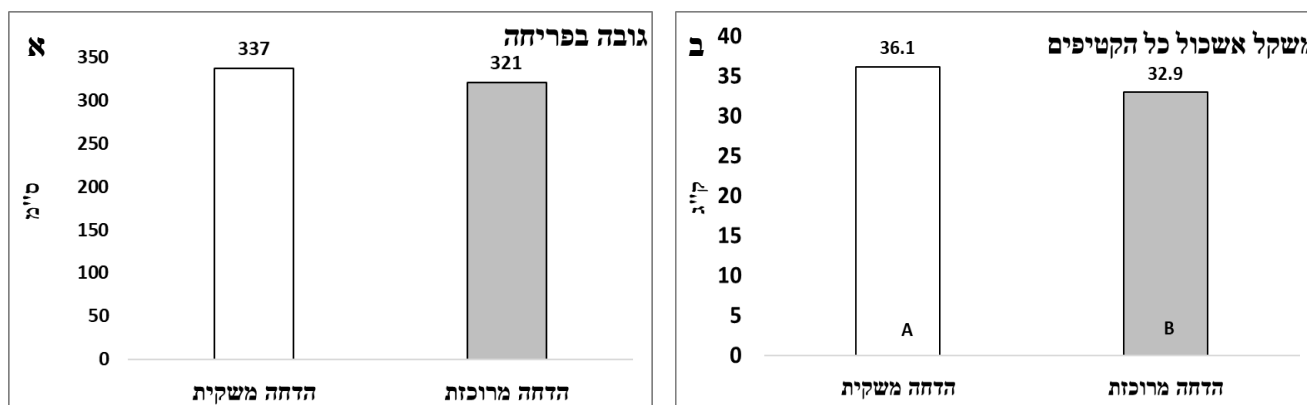
טבלה 6. תכונות הצימוד, פריחה, ויבול בממשקי הדחת המלחים השונים. יבול ב', עונת 2019-20.

הדחת מלחים											
מובהקות	כל המשקים		מסדה		דגניה ב'		דגניה א'		אפיקים		2019/20 יבול ב'
	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	הדחה מרוכזת	הדחה משקית	
0.0057	321	337	316	329	322	337	322	345	323	336	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	78.1	80.7	76.3	80.0	81.0	80.8	76.9	82.1	78.3	79.9	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	24/08/19	26/08/19	12/08/19	10/08/19	20/08/19	21/08/19	31/08/19	05/09/19	03/09/19	05/09/19	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	166	169	133	134	142	151	214	219	175	171	ימים מפריחה לקטיף
ל.מ.	06/02/20	10/02/20	23/12/19	21/12/19	09/01/20	19/01/20	01/04/20	11/04/20	25/02/20	23/02/20	תאריך קטיף ממוצע
	62%	63%	82%	81%	53%	41%	43%	62%	69%	68%	% אשכולות קטופים
ל.מ.	13.1	13.1	13.2	13.6	13.4	13.0	12.8	13.3	12.8	12.3	מספר כפות
0.065	32.9	36.1	37.4	41.8	32.9	34.9	30.2	35.8	31.2	31.9	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג

אצבע מייצגת מכף 3:

0.0048	165	175	171	184	173	180	154	165	162	170	משקל, גרם
0.0324	21.1	21.8	20.6	21.0	21.8	22.2	20.3	21.4	21.8	22.4	אורך חיצוני, ס"מ
0.0273	12.2	12.6	12.4	12.6	12.3	12.6	12.0	12.6	12.1	12.4	היקף אצבע, ס"מ

התוצאות המוצגות הן ממוצע טיפולי ההדחה המשקית וההדחה המרוכזת בכל אחת מהחזרות (המשקים השונים) השונות, וממוצע כל החזרות, ע"פ ממשק ההדחה. מטבע הדברים ישנה שונות בין בין התוצאות בחזרות השונות, אולם המגמה עקבית: בכל המשקים נמצאה נחיתות לטיפול ההדחה המרוכזת ביחס להדחה המשקית. הצמחים בטיפול ההדחה המרוכזת קטנים ביחס לטיפול ההדחה המשקית (גובה 321 ס"מ לעומת 337 ס"מ, היקף גזעול 78.1 ס"מ, לעומת 80.6 ס"מ, טבלה 6 ואיור 1א'). בתאריך הפריחה, הקטיף, וימי המילוי לא נמצא כל הבדל בין שני סוגי ההדחה. במשקל האשכול נמצאה נחיתות של 3.2 ק"ג בטיפול ההדחה המרוכזת, 32.9 ק"ג לעומת 36.1 ק"ג (טבלה 6 ואיור 1ב'), שנבעה בעיקר מפחיתה במשקל האצבע (טבלה 6).



איור 1. גובה בפריחה ומשקל אשכול. התוצאות המוצגות הן ממוצע של כלל החזרות בניסוי (המשקים השונים).

דיון

ביבול א' הסתמנה נחיתות לטיפול הדחת המלחים המרוכזת. הצמחים בטיפול זה היו קטנים מעט מאלה של טיפול ההדחה המשקית, ונמצאה פחיתה של 1.3 ק"ג במשקל האשכול. לאור זאת, החלטנו שבשנה ב' של הניסוי, החל באפריל 2019, יעד החיסכון במנות ההשקיה בטיפול ההדחה המרוכזת ירד מ-20% ל-15%, במטרה לנסות לקבל חסכון משמעותי במים, מבלי לשלם מחיר ביבול. למרות הירידה ברמת החסכון במים בממשק ההדחה המרוכזת, ולמרות שבפרמטרים שונים הקשורים להמלחה בקרקע ובעלים נמצאה מגמה קלה מאד, לא מובהקת סטטיסטית, של המלחה בטיפול זה, הנחיתות של טיפול הדחת המלחים המרוכזת ביבול ב' עלתה ביחס לשנה ב', והתבטאה בפחיתה של 3.2 ק"ג ביחס לממשק ההדחה המשקית. לאור התוצאות הגרועות, בשני יבולים, החלטנו להפסיק את הניסוי. מדוע בניסוי, שהתקיים בשטח פתוח, ממשק ההדחה המרוכזת לא הביא לפגיעה בצימוח וביבול לאורך ארבעה יבולים, ובניסוי הנוכחי, שהתקיים תחת בית רשת, נמצאה נחיתות ברורה לטיפול זה? ההסבר לפיו בניסוי זה ירדנו מתחת ל"קו השחור" של מנת ההשקיה בעמק הירדן, שבירידה ממנה נגרם נזק לצמחים, הנובע משילוב של ירידה במנת ההשקיה בממשק ההדחה המרוכזת, בתוספת לכ-25% הפחתה במנת ההשקיה על רקע המעבר לגידול תחת בית רשת? להערכתי לא, מכיוון שבניסוי ההשקיה המדייקת ע"פ נוסחת פנמן תחת בית רשת, המבוססת על חישוב ההתאדות היומית, מנת ההשקיה בשנת יבול ב' הייתה 1513 קוב לדונם (לעומת 1865 קוב לדונם בטיפול המשקי), ולא נמצאה פגיעה במדדי צימוח ופרי, למרות החסכון הניכר, בשיעור של 18%, במנת ההשקיה. הסבר אחר לפגיעה שנגרמה בשתי עונות יבול בממשק ההדחה המרוכזת, הינו שלמרות שברמת ה"מאקרו", בסוף עונת ההשקיה, לא נמצא שינוי משמעותי במדדים שונים של מליחות הקרקע, ברמת ה"מיקרו", היומיומית, נגרמה פגיעה לצמחים עקב הפחתת מנות ההשקיה היומית ב-30% בשישה ימים בשבוע, שגרמה להיווצרות תנאי עקה בבית השורשים, ולנזק מצטבר לתפקוד צמחי הבננה, למשל באמצעות פגיעה במוליכות ההידראולית של השורשים, וכתוצאה מכך לפגיעה משמעותית בצימוח וביבול. לעומת זאת, בניסוי ההשקיה המדייקת ע"פ נוסחת פנמן,

המבוססת על חישוב ההתאדות היומית, החסכון במים הושג על ידי הפחתת מנות ההשקיה בימים בהם הדיות היומית, וכתוצאה מכך דרישות המים של הצמחים, נמוכה יותר, ולכן החיסכון במנת ההשקיה היומית לא מכניס את הצמח לתנאי עקה. תוצאות המחקר הנוכחי מרמזות לכך שמשטר ההדחה תחת רשת, שפותח בעבר, מותאם היטב לתנאי עמק הירדן.

בחינת רשתות תרמיות לצורך הגנה מפני נזקי קרה

(דגניה ב', קיץ 2016, יבול ג')

רקע ותיאור הבעיה

הבננה הוא גידול שמקורו באזורים טרופיים, בהם נשמרת טמפ' מינימום מתונה לאורך כל השנה, ולכן הוא רגיש במיוחד לנזקי קרה, המוגדרת כאירוע אקלימי בו יורדת הטמפ' אל מתחת לנקודת הקיפאון של המים ברקמות הצמח. נזקי הקרה בבננה כוללים פגיעה באימהות ובנצרים, שמחייבת פעולות של שיקום המטע, ובמקרים של פגיעה קשה אף את חיסולו, ופגיעה בפרי, עד כדי נשירת האשכול וחוסר יכולת לשווקו. לנזקי הקרה השפעה משמעותית על ענף הבננות: המחסור בפרי מביא לעליית מחירים לרמות שבטווח הארוך עשויות לגרום נזק לענף, עקב סכנת הייבוא, ועלייה משמעותית ברמת הפרמיות של הביטוח, וירידה ברמת הכיסוי. כך, לדוגמא, מחירי הפרמיות על נזקי טבע (מסלול ג') עלה בהדרגה מ-100 שח/דונם לשנה בעונת 2013-4, ל-186 שח/דונם לשנה בעונת 2016-17.

ב-54 שנות איסוף נתונים בחוות הניסיונות בצמח, ב-19 שנים התרחשו אירועי קרה, כך שבממוצע אחת לשלוש שנים מתרחשת שנת קרה, אולם בארבעה חורפים רצופים (2013-4 עד 2016-17) חווינו אירועי קרה משמעותיים, שיא שלילי חדש של רצף אירועי קרה, והחשש הוא שעקב שינויי האקלים הגלובליים החורפים נעשים שחונים וקרים יותר, בין היתר עקב הפחיתה בעננות, שמהווה גורם ממתן לקרה קרינתית.

ניסיונות עבר להגנה על מטעי הבננות כללו שימוש באמצעים שונים: חימום המטע באמצעות הבערת לבני דלק או צמיגים, הסעת החלפת אוויר קר באוויר חם משכבה עליונה באמצעות טורבינות רוח ומסוקים, והמטרה במתזים.

האמצעי היחיד שנמצא יעיל הוא שימוש במסוקים, אולם הוא לא נכנס לשימוש עקב העלויות הגבוהות. בחורף 2015 הקמנו תצפית בקיבוץ יחיעם שבגליל המערבי, שמטרתה בחינת יכולתן של רשתות תרמיות מסוג אלומינט, שנמצאו בעבר כיעילות בהגנה מקרה בבתי צמיחה, להגן על מטעי הבננות מפני קרה. רשתות אלומינט הן רשתות פוליאיתילן מצופות אלומיניום. ציפוי האלומיניום מונע את יציאת קרינת infra-red הנפלטת מעצמים חמים (קרקע וצמחים) לרקיע במהלך קרה קרינתית, ואף מחזיר את הקרינה כלפי מטה (רפלקציה), ובכך מעלה את הטמפ' במבנה יחסית לסביבה החיצונית, ושומר על חום הצמחים והקרקע. תוצאות השנה הראשונה של התצפית ביחיעם הצביעו על פוטנציאל גבוה של רשת אלומינט ברמת הצללה 50% בהגנה מפני נזקי קרה, ולכן החלטנו להתחיל בחורף 2016-17 ניסוי מקיף בנושא בחלקת המשולש של דגניה ב', אחת החלקות הקרות בעמק, שחוסלה בעקבות נזקי הקרה של ינואר 2016.

מטרת העבודה

בחניה לטווח ארוך של הפוטנציאל של רשתות תרמיות מסוגים שונים בהגנה על מטעי הבננות מפני נזקי קרה, ולימוד השפעתן על הפיזיולוגיה של הבננה, והיציאה של המטע מהחורף.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: חלקת המשולש של דגניה ב' חוסלה באביב 2016, לאחר שנת גידול אחת, בעקבות נזקי הקרה של ינואר 2016. השמדת הצמחים והעיקרים ששרדו את הקרה נעשתה ע"י הזרקת נפט ושימוש בדקרים. לא נעשו עיבודי קרקע כלשהם לקראת שתילת השנטוע. החלקה נשתלה מחדש ב-16.8.2016 בשתילי תרבות רקמה של הזן גרנד ניין בבית רשת (קריסטל, 10% הצללה ברשת נקיה). הבתים בשתילת השנטוע מוקמו בין הבתים של החלקה שחוסלה, הצבה בסגול, במרווחים של 3 X 3 מטר, זוגות ושלוש צמחים לבית, לסירוגין. 278 שתילים לדונם.

מבנה הניסוי: כלקח מתוצאות חורף 2016-17, נפרדנו מממשקי הפרישה הדינמיים של רשתות האלומינט, ובמקומם הכנסנו בחורף 2017-18 את רשתות הפנינה 50%, והכסופה 50%, שנבחנו במבנה תצפית בחורף 2016-17, והראו פוטנציאל גבוה להגנה מקרה. גם בחורף 2018-19 נבחנו במתכונת של ניסוי ארבעה טיפולים:

(1) רשת אלומינט 50% בפרישה קבועה בתקופה המועדת לקרות.

(2) רשת פנינה 50% בפרישה קבועה בתקופה המועדת לקרות.

(3) רשת כסופה 50% בפרישה קבועה בתקופה המועדת לקרות.

(4) רשת קריסטל 10% (טיפול הביקורת).

כל אחד מהטיפולים בוצע ב-4 חזרות בנות דונם אחד כל אחת (סה"כ 16 דונם). בכל טיפול 4 חזרות, 16 בתים בחזרה, סה"כ 64 בתים במעקב בכל טיפול. לקראת סוף נובמבר 2019 נפרשו הרשתות השונות, כמסך תרמי, מתחת לרשת הקריסטל 10%. הרשתות התרמיות הוסרו בסוף מרץ 2020, והמטע נותר מוגן ע"י רשת קריסטל 10%, כמקובל בעמק הירדן. הרשתות התרמיות תפרשנה מחדש בסוף נובמבר 2020.

איסוף וניתוח הנתונים: המעקב בניסוי כולל את ההשפעה של הרשתות השונות על תכונות וגטיביטיות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יכול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויכול מצטבר לדונם).

מדידת ערך F_v/F_m , המייצגת את הפוטנציאל הפוטוסינתטי בעלה, בוצעה באמצעות מכשיר MINI-PAM-II-fluorometer של חברת Walz באופן הבא: פיסה ברוחב 30 ס"מ נחתכה ממרכזו עלה מספר 3 של נצרים בגובה אחיד, והועברה בצידנית לחדר חשוך למשך כשעתיים. מדידת פלורסנציה נעשתה לפני ובתגובה להארה ($< 7,000$ micromol). חישוב היחס בין המדידה לפני ההארה ואחריה נותן את ערך F_v/F_m . מספר עלים נמדדים תחת כל חזרה: 5, המדידה נעשתה על 3 נקודות שונות בכל עלה, 15 מדידות לחזרה, סה"כ 60 לכל סוג רשת.

מדידות טמפ' וקרינה: מדידת טמפ' עלה נעשתה ידנית, באמצעות אקדח אינפרא אדום בין השעות 5:30-6:30 בבוקר, בשני סבבים. המדידה בוצעה על נצרים נוסחתי בגודל ממוצע. העלים הנמדדים היו במנח אופקי חשוף ככל הניתן לרקיע, בגובה של כ-2 מטר.

טמפ' גזעול: המדידה התבצעה בין השעות 5:30-6:30 בבוקר בעזרת רגש החדרה מנירוסטה המכיל תרמוקפל מסוג T, המחובר לדטה לוגר מסוג testo 735-1 - 3-Channel temperature measuring instrument אופי המדידה: החדרת הרגש לגזעול בגובה מטר לעומק 5 ס"מ בהסטה קלה ממרכז הגזעול. הצמחים שנדגמו היו נצרים נוסחתיים בגודל אחיד.

התוצאות נותחו באמצעות תוכנת JMP, מבחן Tukey.

תוצאות

טבלה 1. תכונות הצימוח, פריחה, והיבול בטיפולי הרשתות השונים, יבולים א' ו-ב'. ביבול א' רק רשתות קריסטל 10% ואלומינט 50% נבחנו במבנה של ניסוי בלוקים באקראי. ביבול ב' נוספו רשתות הפנינה 50% וכסופה 50%.

רשתות תרמיות, דגניה ב'	שנה / יבול	קריסטל 10%	אלומינט 50%	פנינה 50%	כסופה 50%	מובהקות
גובה בפריחה, ס"מ	2017/18 א'	308	323			0.0203
	2018/19 ב'	333	333	329	339	ל.מ.
	ממוצע	321	328			
היקף גזעול, ס"מ	2017/18 א'	67.2	71.7			0.0167
	2018/19 ב'	75.8	74.5	74.8	78	ל.מ.
	ממוצע	72	73			
תאריך פריחה ממוצע	2017/18 א'	30/07/2017	23/07/2017			0.0409
	2018/19 ב'	30/07/2018	03/08/2018	26/07/2018	30/07/2018	ל.מ.
	ממוצע	30-יול	28-יול			
מספר ימים מפריחה לקטיף	2017/18 א'	77	78			
	2018/19 ב'	134	138	129	129	ל.מ.
	ממוצע	106	108			
תאריך קטיף ממוצע	2017/18 א'	15/10/2017	09/10/2017			
	2018/19 ב'	26/11/2018	20/11/2018	10/11/2018	19/11/2018	ל.מ.
	ממוצע	נוב-05	אוק-30			
מספר פרחים לדונם	2017/18 א'	318	304			
	2018/19 ב'	318	306	290	273	
	ממוצע	318	305			
מספר אשכולות קטופים לדונם	2017/18 א'	314	300			
	2018/19 ב'	304	297	266	257	ל.מ.
	ממוצע	309	299			

רשתות תרמיות, דגניה ב'	שנה / יבול	קריסטל 10%	אלומינט 50%	פנינה 50%	כסופה 50%	מובהקות
% אשכולות שנקטפו	2017/18 א'	99%	99%	99%		
	2018/19 ב'	96%	97%	92%	94%	ל.מ.
	ממוצע	98%	98%			
מספר כפות	2017/18 א'	11.6	13.3			0.0058
	2018/19 ב'	11.7	11.6	12.3	12.5	ל.מ.
	ממוצע	11.7	12.5			
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	2017/18 א'	30.6	34.1			0.0034
	2018/19 ב'	31.5	30.5	32.9	32.8	ל.מ.
	ממוצע	31.1	32.3			
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	2017/18 א'	32.1	35.7			0.0004
	2018/19 ב'	32.5	32.0	33.0	33.3	ל.מ.
	ממוצע	32.3	33.9			
יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג	2017/18 א'	9628	10234			ל.מ.
	2018/19 ב'	9576	9066	8715	8428	ל.מ.
	ממוצע	9602	9650			
יבול שקול בפועל מצטבר, יבולים א'-ב', לדונם, ק"ג		19204	19300			
יבול מחושב לדונם, ק"ג	2017/18 א'	9732	10352			ל.מ.
	2018/19 ב'	10020	9332	9511	8938	ל.מ.
	ממוצע	9876	9842			
אצבע מייצגת מכף 3:						
משקל, גרם	2017/18 א'	172	186			ל.מ.
	2018/19 ב'	221A	191B	211AB	191B	0.0144
	ממוצע	197	189			
אורך חיצוני, ס"מ	2017/18 א'	21.8	21.2			ל.מ.
	2018/19 ב'	23.7	22.3	21.9	22.3	ל.מ.
	ממוצע	22.8	21.8			
היקף אצבע, ס"מ	2017/18 א'	12.4	12.8			ל.מ.
	2018/19 ב'	13.4	12.9	13.2	12.8	
	ממוצע	24.0	20.8			

סיכום תמציתי של תוצאות יבולים א' ו-ב'

חורף 2016-17:

בסוף נובמבר 2016 הוצבו בחלקת הניסוי, בממשק של מסך תרמי, במבנה ניסוי, רשתות אלומינט 50% בשלושה ממשקים (פרישה קבועה במהלך החודשים המועדים לקרה, פרישה דינמית על בסיס יומי, ופרישה דינמית על סמך התרעת קרה). בנוסף, נבחנו במסגרת תצפית רשתות נוספות ברמת הצללה 50%: פנינה, כסופה, שחורה ואדומה. שני ממשקי הפרישה הדינמית נפסלו מייד לאחר תחילת הניסוי, עקב קושי תפעולי ועלויות כח אדם גבוהות. בחורף 2016-17, במהלך השבוע האחרון של ינואר-הראשון של פברואר, התרחשו אירועי קרה בארבעה ימים שונים, בהם ירדה הטמפ' בגובה גראס בחוות הניסיונות בצמח מתחת ל-0 מ"צ. בבוקר ה-2.2.17 נמדדה בגובה גראס בחלקת הניסוי טמפ' מינימום של 2- מ"צ.

טמפ' האוויר והקרקע תחת רשת האלומינט 50% הייתה גבוהה ב-עד 1.8 מ"צ ביחס לרשת הקריסטל 10%. טמפ' העלה תחת כל הרשתות התרמיות הייתה גבוהה משמעותית ביחס לרשת הקריסטל. בלטה לטובה רשת הפנינה 50%, עם טמפ' העלה הגבוהה ביותר, 3 מעלות יותר מברשת הקריסטל 10%. לצמחים שגדלו תחת רשת קריסטל 10% נגרם נזק ויזואלי משמעותי. רשתות אלומינט 50%, כסופה 50% ופנינה 50% הקנו הגנה טובה לצמחים, והנזק בצמחים שגדלו תחתיהן היה קטן מאד. הרשתות שחורה 50% ואדומה 50% הקנו הגנה פחותה מפני הקרה. המדידות הפיזיולוגיות שנערכו ביום שלאחר אירוע הקרה, וחודשיים לאחר מכן, העידו על פגיעה קשה במדדים שונים שקשורים לתפקוד המערכת הפוטוסינתטית ומצב משק המים מיד לאחר אירוע הקרה תחת רשת 10%, בהשוואה לרשתות התרמיות השונות. למרות ההתאוששות היחסית במדדים אלה תחת רשת קריסטל 10%, גם חודשיים לאחר אירוע הקרה, באפריל 2017, לא נסגרו הפערים מהרשתות התרמיות, והמדדים הפיזיולוגיים היו נמוכים יותר תחת רשת זאת.

סיכום תמציתי של יבול א' (עונת 2017-18)

תוצאות יבול א' במטע הושפעו מהטמפ' הנמוכות ומאירועי הקרה של חורף 2016-17. הצמחים שזכו להגנת הרשת התרמית אלומינט 50% היו גבוהים וחסונים יותר ביחס לצמחים שגדלו תחת הרשת המשקית, ותועדה הקדמה של שבוע במועד הפריחה והקטיף. משקל האשכול בטיפול הרשת התרמית היה גבוה ב-3.5 ק"ג ביחס לרשת המשקית, והיבול השקול בפועל היה גבוה ב-600 ק"ג לדונם. העלייה במשקל האשכול נובעת בעיקר משיפור משמעותי במספר הכפות (13.3 לעומת 11.6), ובמידה פחותה מעלייה במשקל האצבע.

סיכום תמציתי של יבול ב' (עונת 2018-19)

שנת היבול השנייה בחלקה הייתה הראשונה בה נבחנו, במבנה של ניסוי, רשתות הפנינה 50% וכסופה 50%. רשתות אלה נוספו לרשת האלומינט 50%, שנבחנה כבר מיבול א' של החלקה. חורפים 2017-18 ו-2018-19, שהיו חמים יחסית וללא אירועי קרה, לא אפשרו לבחון את התועלת של הרשתות התרמיות בהגנה מנזקי קרה, אולם אפשרו לבחון את בחינת השפעתן על תכונות הצימוח, פריחה, ויבול, בחורפים שבהם לכאורה אין בהן צורך.

למרות שתוצאות שנה ב' מצביעות על מגמות ברורות, במרבית התכונות, למעט משקל האצבע, לא נמצאה מובהקות בתוצאות, ככל הנראה עקב שונות גדולה בתנאים בחלקה (גרדיאנט חזק מזרח-מערב).
המגמות שנמצאו:

לא נמצאה נחיתות לטיפול הרשתות התרמיות בתכונות הצימוח (גובה והיקף גזעול) ביחס לרשת המשקית. הגדילו לעשות צמחי טיפול הרשת הכסופה 50%, עם צמחים חסונים במיוחד. מדיניות הדילול של המשק המארח הביאה למספר רב של אשכולות קטופים בחלקה, כתוצאה ממספר רב של אשכולות שהתקבלו מה'חליפים', וליכול כבד. היתרון הניכר במספר האשכולות הקטופים, הביא לכך שהיכול הכולל בטיפול הרשתות קריסטל 10% ואלומינט 50% כבד מזה של טיפולי הרשתות פנינה 50% וכסופה 50%, למרות שמשקל האשכול בטיפול הרשתות האחרונות היה גבוה יותר. תוצאה זו נובעת, ככל הנראה, מנחיתות במספר החליפים ברשתות הפנינה 50% והכסופה 50%, ביחס לרשתות האחרות. לסיכום, נמצאה מגמה, לא מובהקת, של נחיתות במספר הפריחות והאשכולות הקטופים בטיפול רשתות פנינה 50% וכסופה 50%, ביחס לטיפול הרשתות קריסטל 10% ואלומינט 50%, שהובילה לפחיתה ביכול. במועד הקטיפה נמצאה הקדמה בכל טיפולי הרשתות התרמיות בהשוואה לרשת המשקית, כשבטיפול רשת הפנינה 50% נמצאה הקדמה של 16 יום.

סיכום תוצאות יבול ג' (עונת 2019-20)

טמפרטורת עלה וגזעול תחת הרשתות השונות

טבלה 2. טמפ' (במ"צ) עלה וגזעול תחת הרשתות השונות

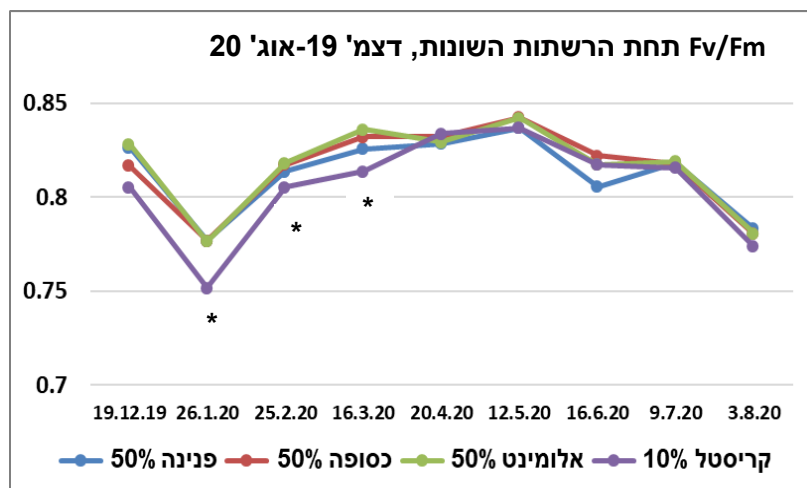
גזעול, 26.1.20	עלה, 26.1.2020	עלה, 25.1.2020	
5.02	0.84	1.86	קריסטל 10%
5.47	2.62	2.27	אלומינט 50%
5.43	2.20	2.34	פנינה 50%
5.44	2.46	2.48	כסופה 50%
0.0603	0.0681	0.114	מובהקות

המדידות התבצעו לפנות בוקר, לאחר שני הלילות הקרים ביותר בחורף 2019-20, שהיו ה-25-26/12/2019, בהן טמפרטורת מינימום בגראס הייתה 1.7 מ"צ ו-2.2 מ"צ, בהתאמה. בכל המדידות הטמפ' תחת רשת הקריסטל 10% הייתה נמוכה, על סף המובהקות הסטטיסטית, ביחס לשלושת סוגי הרשתות התרמיות, בעוד שהטמפ' ברשתות התרמיות עצמן הייתה דומה מאד. בשני מועדי המדידה טמפ' העלה הייתה נמוכה ביחס לרשתות התרמיות. בבוקר של ה-26.1.20 הפרש המקסימלי היה 1.78 מ"צ (אלומינט 50%). בטמפ' הגזעול נמצאה גם כן טמפ' נמוכה יותר תחת רשת הקריסטל, בשיעור צנוע של כ-0.4 מ"צ אולם על סף המובהקות הסטטיסטית, ביחס לרשתות התרמיות.

פלורסנציה תחת הרשתות השונות

ערך Fv/Fm מייצג את היעילות הקוואנטית הפוטנציאלית המקסימלית של מערכת ה-photosystem II, במידה וכל מרכזי הראקציה היו פתוחים. מדידת יחס Fv/Fm היא השיטה המקובלת היום להערכת פוטנציאל הפוטוסינטזה של הצמח.

יחס Fv/Fm נמדד תחת הרשתות השונות, בתחילת כל חודש. בחודשי החורף, דצמבר עד מרץ, נמצאה מגמה, מובהקת סטטיסטית, של פחיתה בערך זה, המרמזת לפגיעה ביעילות הפוטוסינטזה, בצמחים שגדלו תחת הרשת המשקית, בהשוואה לרשתות התרמיות (איור 1). ההפרש הגדול ביותר ביחס Fv/Fm בין הרשת המשקית לרשתות התרמיות נמצא במדידה שנערכה ב-26.1.2020, מייד לאחר הלילות הקרים ביותר בחורף 2019-20, שהיו ה-25-26/12/2019, בהן טמפרטורת מינימום בגראס הייתה 1.7 מ"צ ו-2.2 מ"צ, בהתאמה. בשבועות העוקבים חלה התאוששות בתפקוד המערכת הפוטוסינתטית תחת כל הרשתות, והפערים קטנו, ובאפריל 2020, זמן קצר לאחר הסרת הרשתות התרמיות בחלקה, לא נמצא הבדל בערכי ה- Fv/Fm בטיפולי הרשתות השונים. במדידת אוגוסט 2020 נמצאה ירידה משמעותית בערכי Fv/Fm בכל הטיפולים, המרמזת לנזק הנגרם מעודף חום, ומעניין יהיה לראות אם מגמה זו תימשך עד ההקלה בעומס החום. במדידות שבוצעו לאחר הסרת הרשתות התרמיות, בחודשים אפריל-אוגוסט, לא נמצא הבדל בערכי Fv/Fm בין הטיפולים השונים, כמצופה.



איור 1. ערך Fv/Fm תחת הרשתות השונות בניסוי, בתקופה שבין דצמבר 2019-אוגוסט 2020. הרשתות התרמיות נפרשו ב-20.11.2019, והוסרו ב-20.3.2020. המדידות נערכו אחת לחודש, והתוצאות המוצגות מייצגות ממוצע של 16 עלים: 4 עלים לחזרה, 4 חזרות בכל טיפול. תאריכי מדידה בהם נמצאה מובהקות סטטיסטית ברמה של $p < 0.05$ מסומנים בכוכבית. הלילות של ה-25-26.1.2020, שקדמו למדידה מיום 26.1.20, היו הקרים ביותר בחורף 2019-20.

תכונות צימוח, פריחה ויבול

טבלה 2. תכונות הצימוח, פריחה, והיבול בטיפולי הרשתות השונים, יבול ג'.

רשתות תרמיות, דגניה ב'					
מובהקות	כסופה 50%	פנינה 50%	אלומינט 50%	קריסטל 10%	2019/20, יבול ג'
גובה בפריחה, ס"מ	345	342	336	334	ל.מ.
היקף גזעול 1 מ', ס"מ	84.4	83.4	82.1	82.6	ל.מ.
תאריך פריחה ממוצע	07/08/2019B	04/08/2019B	19/08/2019A	09/08/2019AB	0.0119
ימים מפריחה לקטיף	135	144	137	141	ל.מ.
תאריך קטיף ממוצע	20/12/2019	27/12/2019	04/01/2020	28/12/2019	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	222AB	234AB	207B	250A	0.0314
מספר אשכולות קטופים לדונם	181	205	191	219	ל.מ.
% אשכולות קטופים	81%	88%	93%	88%	ל.מ.
מספר כפות	13.1	13.0	13.0	13.3	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	34.4	31.4	32.1	32.2	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	37.1A	34.2B	34.3AB	34.6AB	0.0299
יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג	6179	6436	6132	7048	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7616AB	7366AB	6627B	8055A	0.0178
אצבע מייצגת מכף 3:					
משקל, גרם	186	179	185	188	ל.מ.
אורך חיצוני, ס"מ	22.5	22.3	22.6	22.8	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.5	12.4	12.6	12.6	ל.מ.

חורף 2018-19, שקדם לקטיף יבול ג', היה נוח, ללא אירועי קרה. טמפ' המינימום השנתית בגובה גראס הייתה 1.7 מ"צ, ב-25.12.2019, והתנאים האקלימיים באביב ובקיץ 2019 היו נוחים לצמחי הבננה, ואפשרו התפתחות טובה של המטע. הצמחים היו גבוהים (בטווח של 334-345 ס"מ בטיפולי הרשתות השונים), ובעלי גזעול רחב (82.1-84.4 ס"מ). בדומה ליבול ב', גם ביבול ג' הצמחים בטיפול רשת הכסופה 50% היו הגדולים ביותר, אולם השנה, בניגוד לשנה הקודמת, ניכרה מגמה של תוספת גובה ובהיקף הגזעול בטיפול רשת הפנינה 50%, ביחס לרשתות האלומינט 50% והרשת המשקית, קריסטל 10% (טבלה 2, איור 2א').

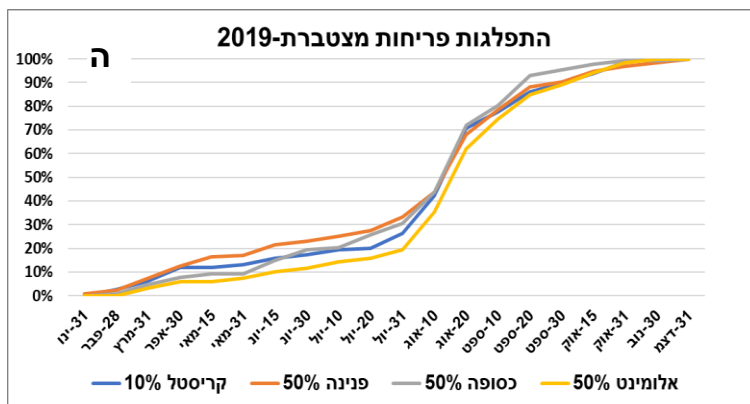
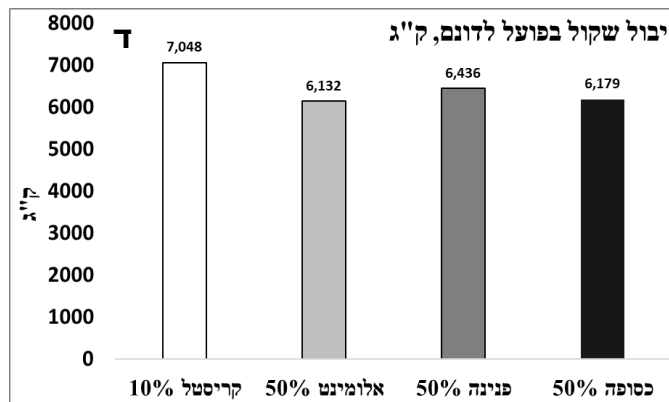
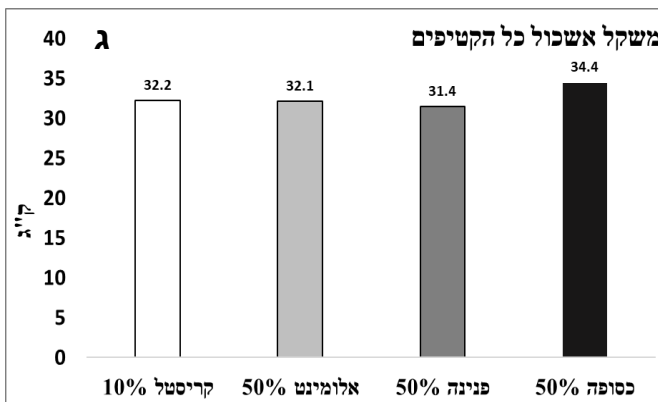
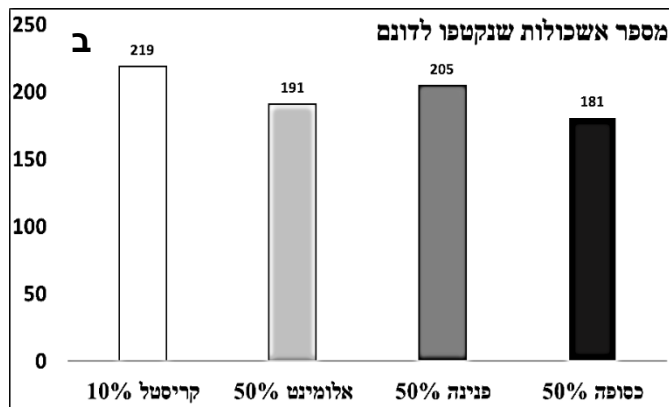
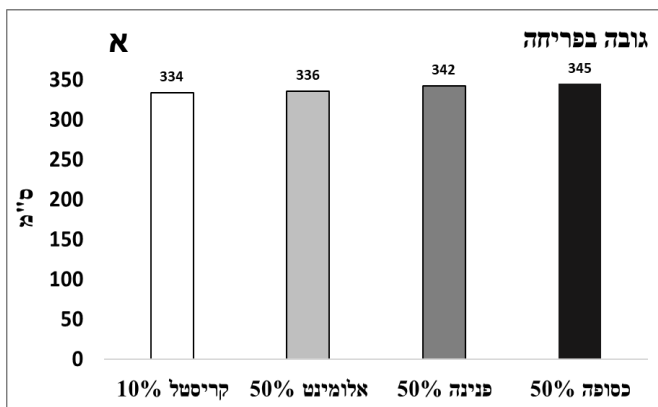
במועד הפריחה נמצא איחור בן 15 יום בטיפול רשת האלומינט 50% ביחס לטיפול ה"זריז" ביותר, רשת הפנינה 50%. רשתות הקריסטל 10% והכסופה 50% הראו ערכי ביניים (טבלה 2 ואיור 1ה'). אולם העיכוב בפריחה לא גרר עיכוב משמעותי במועד הקטיפ בטיפול זה, עקב קצב מילוי פרי מהיר יחסית (טבלה 2).

במספר הפריחות לדונם נמצאה מגמת נחיתות לטיפולי הרשתות התרמיות. בטיפול רשת האלומינט 50% נמצאה פחיתה של 43 אשכולות (18%) ביחס לרשת המשקית (207 ו-250, בהתאמה), כשבטיפולי הפנינה 50% וכסופה 50% התקבלו ערכי ביניים (234 ו-222, בהתאמה). מספר האשכולות הקטופים לדונם היה נמוך יחסית, ונשמרה העליונות של טיפול הקריסטל 10%, ביחס לרשתות התרמיות (טבלה 2 ואיור 2ב').

משקל האשכול בטיפול רשת הכסופה 50% היה גבוה מזה של שאר טיפולי הרשתות, עם 34.4 ק"ג, וטווח של 31.4-32.2 ק"ג בשאר הרשתות. במשקל האשכול בפריחות המרכזיות הפער אף גדל, והגיע לתוספת של כ-2.5 ק"ג ביחס לשאר הרשתות (טבלה 2 ואיור 1ג').

ביבול השקול בפועל, נתון שמורכב ממספר האשכולות הקטופים ומשקלם, נמצאה נחיתות לרשתות התרמיות ביחס לרשת המשקית, בשיעור של 916 ק"ג ו-869 ק"ג לדונם (רשתות כסופה 50% ו-אלומינט 50%, בהתאמה), ו-612 ק"ג לדונם בטיפול הרשת פנינה 50% (טבלה 2 ואיור 2ד'). ראוי לציין שאחוז האשכולות הקטופים הנמוך יחסית בטיפול הרשת הכסופה (81%) פגע ביבול השקול בפועל, כך שסביר להניח שהיבול בפועל בטיפול זה היה גבוה יותר באחוזים ספורים.

במשקל האצבע נמצאה נחיתות קלה (9 גרם, 5%) לרשת הפנינה בהשוואה לטיפול הקריסטל 10%, בעוד שמשקל האצבע בטיפולי רשתות כסופה 50% ואלומינט 50% היה דומה לזה של הרשת המשקית (טבלה 2).



איור 2. תכונות הצימוח, פריחה, והיבול בטיפולי הרשתות השונות.

דיון

שלושת החורפים האחרונים - 2017-18, 2018-19, ו-2019-20, שהיו חמים יחסית וללא אירועי קרה, לא אפשרו לבחון את התועלת של הרשתות התרמיות בהגנה מנזקי קרה, אולם אפשרו לבחון את בחינת השפעתן על תכונות הצימוח, פריחה, ויבול, בחורפים שבהם לכאורה אין בהן צורך.

בדומה ליבול ב', התוצאה הבולטת ביותר ביבול ג' היא פחיתה במספר הפריחות והאשכולות הקטופים תחת הרשתות התרמיות, ביחס לרשת המשקית, נתון שגרר פחיתה ביבול השקול בפועל. סביר להניח שתוצאה זו נגרמת עקב נזקי הצללה הנגרמים לנצרים, למרות שהרשתות פרושות רק בחודשים המועדים לקרה (דצמבר-מרץ), בהם, לכאורה, לא מתרחשת התפתחות משמעותית של הצמחים בשטח.

מלבד הפגיעה במספר הפריחות והאשכולות במטע, לא נצפו ביבול ג', כמו גם ביבול ב', השפעות שליליות לפרישת הרשתות התרמיות בחורף על תכונות הצימוח, היבול ואיכות הפרי השונות: מועדי הפריחה והקטיפה, משקל האשכול, וגודל האצבע.

במהלך חורף 2019-20 התגלו קרעים בהיקף משמעותי ברשתות הפנינה 50%, בדומה למה שראינו בניסוי מקביל שמתבצע בגליל המערבי. הדבר נובע מחולשה אינהרנטית של הרשתות הסרוגות. הפתרון, שפותח ע"י חברת גניגר, הוא חיזוק הרשתות התרמיות באמצעות מעבר לייצור בתצורה ארוגה. בחלקת הניסוי בגליל המערבי נפרשו בחורף 2019-20 רשתות תרמיות 50% ארוגות, והן עמדו יפה ברוחות החורף של אזור זה. בחורף 2020-21 תפרש רשת פנינה 50% חדשה (בתצורה הישנה, הסרוגה), שתספק על חשבון חברת גניגר.

לאחר שצברנו מידע מקיף על הביצועים החקלאיים תחת הרשתות התרמיות השונות בחורפים נטולי אירועי קרה, החל בעונת 2020-21 הרשתות תפרשנה בעונה המועדת לקרה (סוף נובמבר עד סוף מרץ), אולם איסוף נתונים יתקיים רק במידה ויתרחש אירוע קרה.

תודות: לגיא גלעד ולצוות המטע של קיבוץ דגניה ב', על שיתוף הפעולה בהעמדת הניסוי.

הזנת בננות באשלגן ובחנקן בבית רשת נטיעת קיץ 2014

רשם: יאיר ישראלי

רקע

לוח הדישון של בננות בעמ"י מבוסס בעיקרו על ניסויים שנערכו בבננות שגדלו בשטחים פתוחים ועל מעקב מתמשך אחר תוצאות בדיקות עלים וקרקע הנערכות מידי שנה במטעים מסחריים ובשטחי ניסוי, אולם כרגע נמצא ענף הבננות לקראת השלמת המעבר לגידול בבתי רשת. הסביבה החדשה משפיעה על העומד, על קצב הגידול ועל היבול, כמו גם על צריכת המים והאווטרנספירציה. יש לצפות, אם כן, גם להשפעה אפשרית על קליטת יסודות מזון מהקרקע ועל צריכת המזונות. עלייה ביבול מביאה, כמובן, לעלייה בכמות יסודות המזון המוסעים מהמטע. בבתי הרשת שכיחה תופעה של הופעת צריבות בשולי עלים המתגברות במיוחד לקראת מועד קטיף הפרי. בדיקות עלים מדגמיות שנעשו במקרים כאלה הצביעו על מחסור אפשרי באשלגן (מלווה, לעיתים, בהצטברות מלחים). בהוראת שעה הומלץ למגדלים להגביר את הדישון באשלגן לרמה של 45 ק"ג לשנה (במקום 30 ק"ג לשנה בעבר) אולם המלצה זו מצפה לאישור ניסויי.

בשנים 2009-2013 בוצע בחוות הבננות ניסוי הזנה בו נבחנו 4 רמות חנקן בשתי רמות זרחן (ואשלגן קבוע). הניסוי הצביע על הצורך להתמקד במנות חנקן שבין 20 ל-30 ק"ג חנקן צרוף לשנה ודישון ברמה מינימלית של זרחן (ישראלי וחובריו, 2014). הניסוי הנוכחי נועד להשלים ולבצע את בחינת מנות הדשן האשלגני.

מטרות הניסוי

בחינת מנת האשלגן הנדרשת לדישון בננות בבית רשת במישור של עמ"י ויחסי גומלין אפשריים עם מנת החנקן.

שיטות

הניסוי מבוצע בחלקה ששטחה 10 ד' בחוות הבננות בצמח ונבחנו בו מנות אשלגן של 0, 20, 40 ו-60 ק"ג K_2O לדונם לשנה (ממקור של אשלגן כלורי) על רקע של דישון ב-20 או ב-30 ק"ג N (ממקור של אמון חנקתי) ומנת זרחן שנתית אחידה של 4 ק"ג P_2O_5 לדונם לשנה. הדישון ניתן לכל טיפול בנפרד במנה יומית משתנה לפי השתנות צרכי המטע במהלך השנה.

תכנית הניסוי בגושים באקראי בחלקות מפוצלות, כאשר שתי רמות החנקן ניתנות בטיפולים העיקריים ב-3 חזרות ו-4 רמות אשלגן בטיפולי המשנה ב-6 חזרות לכל רמה וסה"כ בניסוי 24 חלקות. בכל חלקה (חזרה) 5 שורות * 6 בתים, הבתים בהיקף משמשים גבולות ונמדדים 12 הבתים הפנימיים בכל חזרה. מרווח הנטיעה 2.85×4.2 מ' (11.13 מ"ר לבית) ובדונם 89.85 בתים (עם 3 צמחים נושאי פרי בבית).

המעקב כולל בדיקות קרקע ועלים אחת לשנה וכן מעקב מפורט אחר ההתפתחות, ההנבה ואיכות הפרי כמקובל בניסויי שדה בבננות.

מהלך הניסוי

החלקה נטעה כמתוכנן בשתילי תרבית רקמה מהזן גרנד ניין באוגוסט 2014. הדישון בקיץ הראשון ניתן באופן אחיד לכל הטיפולים כדי לאפשר התפתחות התחלתית אחידה. מתחילת 2015 הוחל בדישון דיפרנציאלי לפי הטיפולים המפורטים לעיל. יש לציין שהחלקה נחשפה לאירוע קרה משמעותי בחורף הראשון שלאחר השתילה (2014/15), אירוע שהוא בעייתי במיוחד בנטיעות קיץ. ב- 10/1/15 ירדה הטמפרטורה בסוכה המטאורולוגית ל- 0.3° ובמדחום חשוף גולה סמוך לפני הקרקע (Grass) ל- -1.5° . טמפרטורה מתחת ל-0 נרשמה במדחום זה למשך יותר מ-5 שעות. עלוות הצמחים נצרכה באופן קשה, אך צמיחת הלולבים התחדשה לאחר מכן והמטע אמנם ניזוק, אבל התאושש. נראה שהרשת למרות היותה שקופה (12% צל) מספקת הגנה מסוימת. אירועי קרה חמורים התרחשו גם בחורף 2015/16, שני לילות קרה בדצמבר 2015 (באירועים מוקדמים כאלה הצמחים נפגעים במיוחד משום שטרם עברו תהליך של הקשה) ושני לילות קרה נוספים בינואר 2016. גם משנת קרה שנייה זו המטע התאושש באופן סביר, אם כי ברור שהייתה לה השפעה מסוימת על היכול. למרבה הצער גם בחורף 2016/17, בחודשים ינואר ופברואר נרשמו 3 לילות קרה (שנה שלישית ברציפות בחלקה זו ורביעית בעמק הירדן!). אירוע קרה זה השפיע על הנצרים ליכול ג', שעמדו לפרוח במהלך 2017, ופגע במשקל האשכול בעונת 2017/18.

שנת 2017/18 בה נקטף יבול ג' הייתה שונה לשם שינוי. החורף היה נוח מבחינת טמפרטורות, ואפילו נוח מדי: בשנה כזו נצרים שהיו בסתיו בגודל תקין נוטים להקדים בפריחה יתר על המידה. בבתי רשת מסחריים אשכולות מוקדמים כאלה רצויים בתנאי שהפרי הוא באיכות סבירה, משום שהם נקטפים ביולי אוגוסט כשהביקוש בשוק בד"כ גבוה. בחלקות ניסוי הפריחה המוקדמת מכניסה שונות והיא בלתי רצויה, אולם בפועל נקטף מספר סביר של אשכולות בעונה המרכזית והיכול שנשקל בפועל היה מעל 6.5 טון לדונם.

בשנת 2018/19 קטפנו את היכול הרביעי, שהיה יכול ראוי של 7.9 טון לדונם (שקול בפועל) ומשקל אשכול של 30.9 ק"ג. היינו: החלקה התאוששה מפגיעות הקרה והתוצאות אמורות לייצג את השפעת הטיפולים ללא הפרעות. בשנת 2019/20 נקטף היכול החמישי בחלקה, בשיעור של 6.5 טון לדונם משווקים בפועל, בדומה לשנת 2017/18 אך פחות מאשר ב 2018/19. ההפרש נובע מירידה באחוז האשכולות המשווקים מתוך סה"כ האשכולות שפרחו (רק 83% מהאשכולות נקטפו ונשקלו, לעומת 90% בשנה הקודמת) וירידה במשקל האשכול ל- 28.6 ק"ג. ירידה כזו נרשמה בשנה זו במרבית המטעים בעמה"י והיא נובעת כנראה מסיבות אקלימיות. ניתן השנה (2020) לסכם 5 שנות יבול ולהוציא מהן מסקנות.

תוצאות

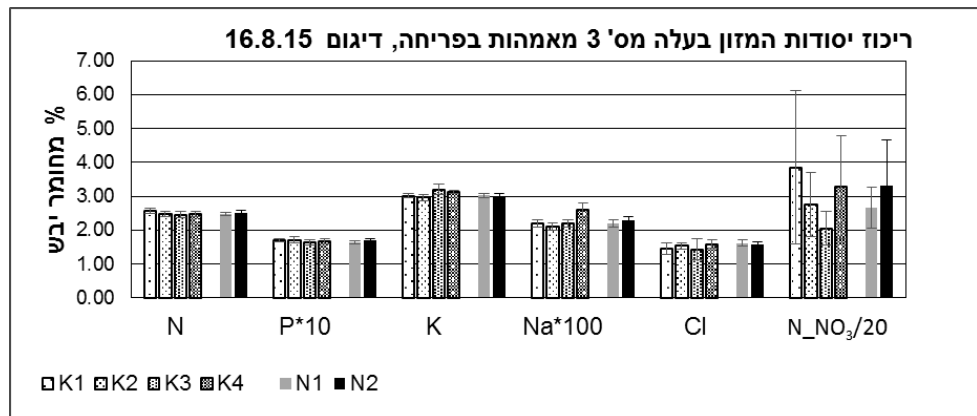
השפעת הטיפול על הרכב יסודות המזון בעלים

הרכב העלים ביבול א'

החלקה איחרה בפריחה בקיץ 2015 (יבול א') ומדגמי עלים נלקחו מאימהות בפריחה בחודש אוגוסט (שיא פריחה). לא נרשמו הפרשים מובהקים בין הטיפולים באף אחד מיסודות המזון שנבדקו (טבלה 1, איור 1). רמת יסודות המזון בחלקה בכללותה הייתה בגבולות התקין אבל עם נטייה לערכים נמוכים מעט, בחנקן ובעיקר באשלגן. ההפרשים בין הטיפולים אינם מובהקים אבל ישנה נטייה לערכי אשלגן נמוכים יותר בטיפולים K^1 ו- K^2 (0 ו- 20 ק"ג K_2O לשנה) לעומת המנות הגבוהות יותר. בנוסף היינו עדים בחלקה להופעה של סימני מחסור זמני באשלגן בתקופת שיא הפריחה, סימנים שנעלמו מאוחר יותר ועשויים להצביע על מחסור זמני ביסוד זה (אך בלא שניתן היה להצביע על הבדל בין הטיפולים). ערכי החנקן היו נמוכים מעט (הערך הרצוי הוא 2.6%) אך החנקן הנטרתי היה תקין. לא היה סימן להבדל בין הטיפולים בחנקן. האשלגן היה נמוך בטיפולים K^1 ו- K^2 וגבוה יותר בטיפולים K^3 ו- K^4 (הערך הרצוי הוא 3.2%), בכיוון הצפוי, אך ללא מובהקות. הכלור והנתרן היו תקינים.

טבלה 1: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאימהות דור ראשון בפריחה, אוגוסט 2015.
הנתונים ב-% בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני		רמת דשן אשלגני							טיפול	
מובהקות	N^2	N^1	מובהקות	K^4	K^3	K^2	K^1			
ל.מ.	2.52	2.47	ל.מ.	2.48	2.46	2.48	2.57	N	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש או מ"ג לק"ג	
ל.מ.	0.17	0.16	ל.מ.	0.16	0.16	0.17	0.17	P		
ל.מ.	3.01	3.02	ל.מ.	3.12	3.20	2.96	3.01	K		
ל.מ.	0.023	0.022	ל.מ.	0.026	0.022	0.021	0.022	Na		
ל.מ.	1.59	1.62	ל.מ.	1.58	1.43	1.54	1.45	Cl		
ל.מ.	66.0	53.2	ל.מ.	65.6	40.9	55.1	76.9	N_{NO_3}		



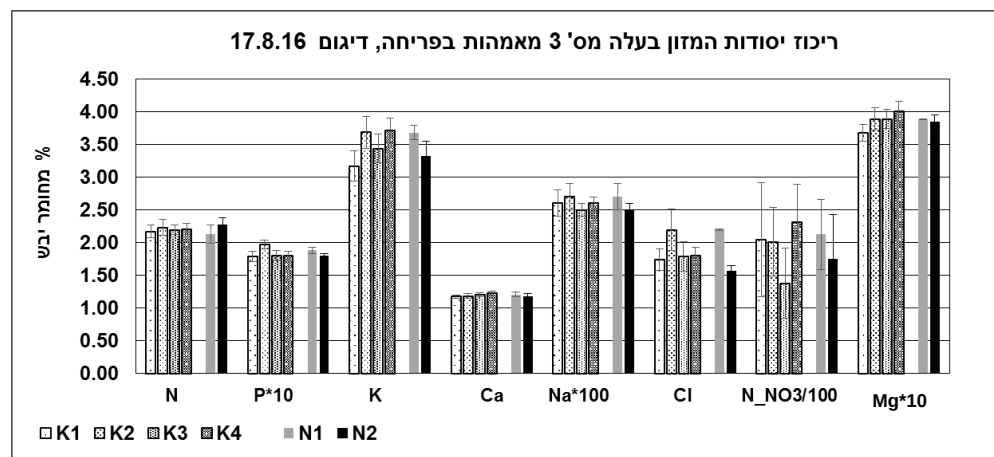
איור 1: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאימהות בפריחה בדור א' באחוז מחומר יבש (בחנקת במ"ג לק"ג), דיגום 16.8.2015. ערכי הנתרן הוכפלו פי 100, ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקת חולקו ב-20 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

הרכב העלים ביבול ב'

בשנה השנייה (2016/17) לא נרשמה השפעה לטיפול החנקן (טבלה 2, איור 2) על רמת החנקן בעלי האימהות בפריחה. ערכי החנקן הכללי בעלה היו נמוכים מהרצוי באופן בולט אך ערכי הניטרט היו תקינים. ניתן היה לצפות שעל רקע חנקן נמוך תהיה השפעה ברורה לתוספת חנקן (30 קג"ד N במקום 20) אך לא כך היה. באשלגן, לעומת זאת, ישנה שוב עדות להשפעה מסוימת של הטיפולים: ערכי K נמוכים בטיפול ללא תוספת אשלגן וערכים גבוהים יותר בטיפולים האחרים (טבלה 2). ערכי הכלור שנמדדו בדיגום זה היו גבוהים מהרצוי. הסיבה אינה ידועה לנו. כדי לוודא שאיננו מדלגים על מידע חשוב דגמנו גם עלה 3 מנצרים בסתיו. התוצאות ניתנות בטבלה 3 ואיור 3. רמת החנקן הכללי בעלה ורמת האשלגן היו תקינות "לפי הספר" אך לא נמצאה כל התאמה לטיפול ההזנה. ברמת הניטרט נמצאה תגובה לדישון החנקני. אמנם לא מובהקת (השונויות במדידות הניטרט גדולה מאוד) אבל בכיוון הנכון. מניסיונו בעבר אנו יודעים שהנצרים בסתיו מהווים מבלע חזק ליסודות המזון הנלקחים מעלי צמח האם, והם מראים סימני מחסור רק במצב קיצוני.

טבלה 2: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאימהות בשיא פריחה בשנה שניה, אוגוסט 2016. הנתונים ב-% מחומר יבש להוציא N_NO3 הניתן במ"ג לק"ג.

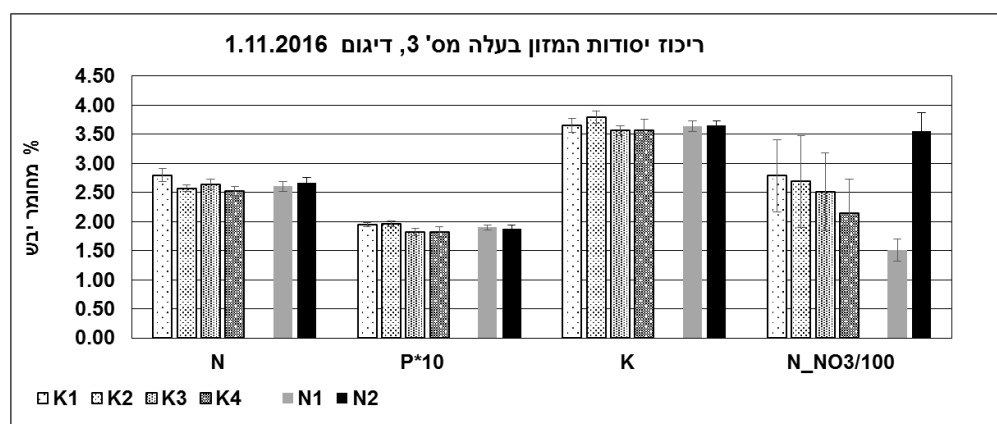
רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני							
N ²		N ¹	מובהקות		K ⁴	K ³	K ²	K ¹	טיפול	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש או מ"ג לק"ג
ל.מ.	2.28	2.13	ל.מ.	2.21	2.19	2.23	2.17	N		
ל.מ.	0.18	0.19	ל.מ.	0.18	0.18	0.2	0.18	P		
ל.מ.	3.32	3.68	ל.מ.	3.72	3.43	3.68	3.17	K		
ל.מ.	1.19	1.21	ל.מ.	1.23	1.2	1.18	1.18	Ca		
ל.מ.	0.39	0.39	ל.מ.	0.40	0.39	0.39	0.36	Mg		
ל.מ.	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	0.03	0.03	Na		
ל.מ.	1.56	2.2	ל.מ.	1.8	1.8	2.2	1.7	Cl		
ל.מ.	174	212	ל.מ.	231	137	201	204	N_NO ₃		



איור 2: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה בשנה השניה (באחוז מחומר יבש, ובחנקה מ"ג לק"ג), דיגום 17.8.16. ערכי הנתרן הוכפלו פי 100, ערכי הזרחן והמגנזיום הוכפלו פי 10 וערכי החנקה חולקו ב-100 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

טבלה 3: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מנצרים מפותחים בשנה ב' בסתיו (נצרים, נובמבר 2016). הנתונים ב- % בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני							
מובהקות			מובהקות			מובהקות			טיפול	
N^2	N^1		K^4	K^3	K^2	K^1				
ל.מ.	2.66	2.61	ל.מ.	2.53	2.64	2.58	2.80	N	מינרלים	
ל.מ.	0.19	0.19	ל.מ.	0.18	0.18	0.20	0.20	P	בעלה, אחוז	
ל.מ.	3.65	3.64	ל.מ.	3.57	3.57	3.79	3.65	K	מחומר יבש	
ל.מ.	355	152	ל.מ.	215	251	269	279	N_{NO_3}	או מ"ג לק"ג	



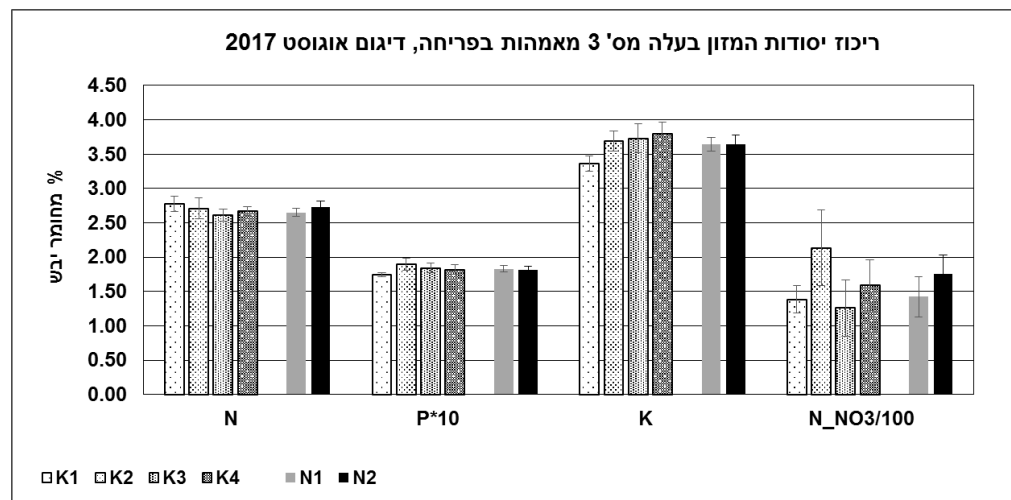
איור 3: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מנצרים ליבול ג' בסתיו (באחוז מחומר יבש, ובחנקה מ"ג לק"ג), דיגום 1.11.16. ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקה חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

הרכב העלים ביבול ג'

בשנה השלישית רמת החנקן הכללי בעלה מס' 3 מאימהות בפריחה בקיץ הייתה מיטבית, ללא סימן להשפעת הטיפולים (טבלה 4, איור 4). בניטרט הייתה נטייה לערך גבוה יותר במנה הגבוהה. באשלגן הריכוז בעלי האימהות היה אף הוא מיטבי אך ניכר ריכוז נמוך יותר בטיפול הביקורת ללא תוספת אשלגן. בטיפולים האחרים (20, 40 ו-60 קג"ד K_2O לשנה) הרמה הייתה תקינה ואחידה לערך. בדיגום עלי הנצרים ליבול ד' בסתיו קיבלנו לראשונה תגובה מובהקת למנות האשלגן, כאשר ללא תוספת אשלגן קבלנו ריכוז של $3.46\% K$ בחומר יבש בעלה ואילו בדישון השנתי המירבי, 60 ק"ג K_2O לשנה, ריכוז של 3.89% , הפרש מובהק מאוד. במנות הנמוכות יותר התקבל ריכוז ביניים. התוצאה מעידה שהדשן אכן נקלט ומגיע לעלה, אלא שגם הריכוז הנמוך, של 3.46% , נחשב מספיק ותקין לחלוטין. יותר מכך: קיבלנו תוצאה מובהקת גם להבדלים בריכוזי החנקן בעלים של טיפולי האשלגן, אך בכיוון ההפוך: ככל שהאשלגן בעלה גבוה יותר, החנקן נמוך (טבלה 5, איור 5). ההבדלים אינם גדולים מאוד והחנקן בסתיו בכל המקרים גבוה מערך הסף של 2.6% , אך לכאורה אנחנו רואים ניגוד (אנטגוניזם) בין שני היסודות. זו כמובן מסקנה חפזה הנובעת מתוצאה של שנת מדידה אחת, ואין היא באה אלא כדי לעורר את הסקרנות לקראת השנים הבאות.

טבלה 4: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאמהות בפריחה ליבול ג' בקיץ, אוגוסט 2017.
הנתונים ב- % בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

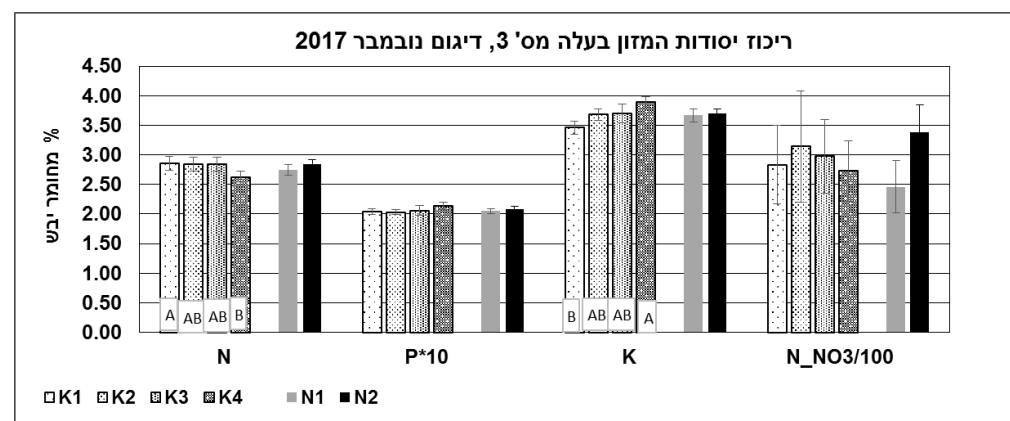
רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני						
מובהקות	N ²	N ¹	מובהקות	K ⁴	K ³	K ²	K ¹	טיפול	
ל.מ.	2.73	2.65	ל.מ.	2.67	2.61	2.71	2.78	N	מינרלים בעלה, אחוז
ל.מ.	0.18	0.18	ל.מ.	0.18	0.18	0.19	0.17	P	מחומר יבש או מ"ג לק"ג
ל.מ.	3.64	3.64	ל.מ.	3.79	3.73	3.69	3.36	K	
ל.מ.	176	143	ל.מ.	159	126	214	138	N_NO ₃	



איור 4: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה שנה שלישית (באחוז מחומר יבש, ובחנקה מ"ג לק"ג), דיגום אוגוסט 2017. ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקה חולקו ב-100 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

טבלה 5: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מנצרים מפותחים ליבול ד' בסתיו, נובמבר 2017. הנתונים ב- % בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני					טיפול	
מובהקות	N^2	N^1	מובהקות	K^4	K^3	K^2	K^1		
ל.מ.	2.84	2.74	0.021	2.62b	2.84ab	2.84ab	2.86a	N	מינרלים
ל.מ.	0.21	0.21	ל.מ.	0.21	0.21	0.20	0.20	P	בעלה, אחוז
ל.מ.	3.70	3.67	0.023	3.89a	3.70ab	3.68ab	3.46b	K	מחומר
ל.מ.	338	246	ל.מ.	273	298	314	283	N_{NO_3}	יבש או מ"ג לק"ג



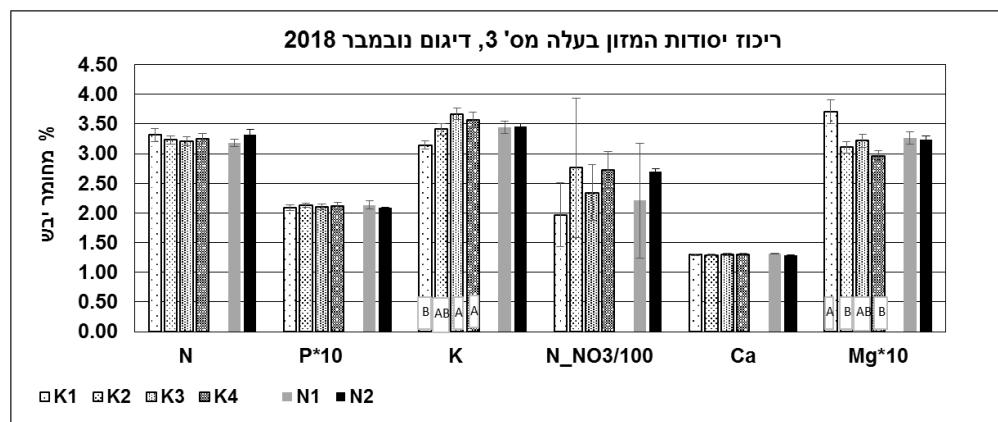
איור 5: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 בנצרים ליבול ד' בסתיו (באחוז מחומר יבש, ובחנקה מ"ג לק"ג), דיגום נובמבר 2017. ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקה חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

הרכב העלים ביבול ד'

בשנה הרביעית נדגמו עלים מנצרים מפותחים בסתיו (טבלה 6, איור 6). כמו בשנה הקודמת נמצא גם השנה הפרש מובהק ברמת האשלגן בין טיפול 0 אשלגן לטיפולים 40 ו-60 קג"ד לשנה; אולם גם ברמת הדישון הנמוכה ריכוז האשלגן בעלה (3.14%) אינו מצביע על מחסור ביסוד זה. בין שתי רמות החנקן לא נרשם בבדיקות העלים הפרש מהותי, ובשתי המנות רמת החנקן בעלה משביעת רצון. לריכוז המגנזיום הגבוה בטיפול האשלגן הנמוך אין משמעות משום שרמת המגנזיום תקינה בכל הטיפולים. ייתכן שזוהי תוצאת האנטגוניזם בין יסודות אלה.

טבלה 6: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מנצרים מפותחים לקראת יבול ה' בסתיו, נובמבר 2018.
הנתונים ב- % בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני							
מובהקות			מובהקות			K ⁴			טיפול	
N ²	N ¹									
ל.מ.	3.32	3.18	ל.מ.	3.25	3.21	3.23	3.31	N	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש או מ"ג לק"ג	
ל.מ.	0.21	0.21	ל.מ.	0.21	0.21	0.21	0.21	P		
ל.מ.	3.45	3.44	0.01	3.57a	3.67a	3.41ab	3.14b	K		
ל.מ.	269	221	ל.מ.	273	234	276	197	N_{NO_3}		
ל.מ.	1.28	1.31	ל.מ.	1.30	1.30	1.30	1.30	Ca		
ל.מ.	0.32	0.33	0.01	0.30b	0.32ab	0.31b	0.37a	Mg		



איור 6: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מנצרים לקראת יבול ה' בסתיו (באחוז מחומר יבש, ובחנקן מ"ג לק"ג), דיגום נובמבר 2018. ערכי הזרחן והמגנזיום הוכפלו פי 10 וערכי החנקן חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

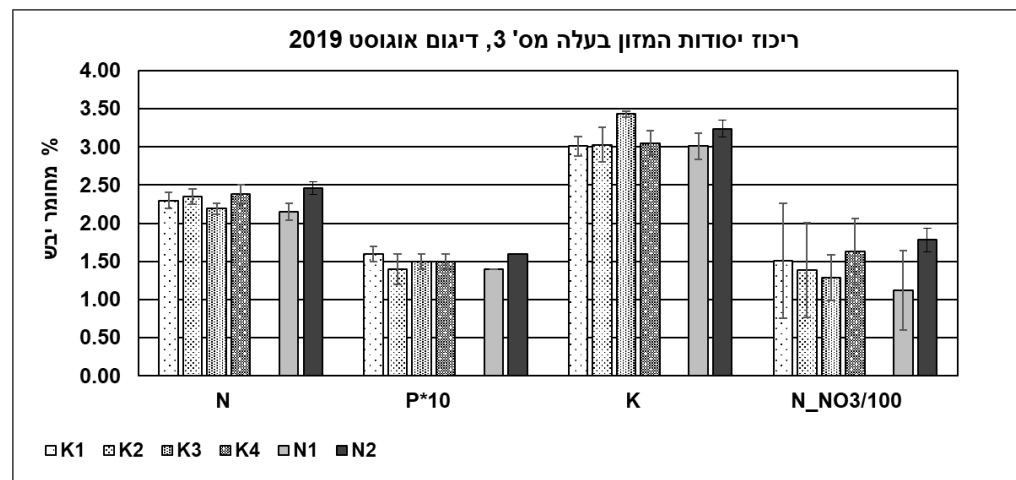
הרכב העלים ביבול ה'

ביבול ה' נלקחו דיגומי עלים מאמהות בפריחה בלבד (אוגוסט 2019) והתוצאות הפעם לא הראו השפעה מובהקת של מנות האשלגן: המנה של 40 קג"ד K_2O לשנה הראתה 3.43% אשלגן בעלה מס' 3; והמנות האחרות הראו רמה נמוכה של אשלגן, 3.01% בטיפול ללא דישון באשלגן אבל 3.05% בלבד בטיפול במינון הגבוה של 60

קג"ד K_2O (טבלה 7). בדישון החנקתי, לעומת זאת, נרשמה עלייה בחנקן הכללי ובחנקן הניטרטי בעלה (קרוב מאוד למובהקות; טבלה 7). לא נדגמו עלים בנצרים בוגרים בסתיו בשנה זו.

טבלה 7: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאמהות בפריחה ליבול ה' בקיץ, אוגוסט 2019.
הנתונים ב- % בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני							
מובהקות	N^2	N^1	מובהקות	K^4	K^3	K^2	K^1	טיפול		
0.0772	2.46	2.15	ל.מ.	2.38	2.19	2.35	2.30	N	מינרלים	
0.0531	0.16	0.14	ל.מ.	0.15	0.15	0.14	0.16	P	בעלה,	
ל.מ.	3.24	3.01	ל.מ.	3.05	3.43	3.03	3.01	K	אחוז	
ל.מ.	178	112	ל.מ.	163	129	139	151	N_{NO_3}	מחומר	
									יבש או	
									מ"ג לק"ג	



איור 7: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה בשנה החמישית (באחוז מחומר יבש, ובחנקן מ"ג לק"ג), דיגום קיץ 2019. ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקן חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

השפעת הטיפולים על ריכוז יסודות המזון בקרקע ועל המליחות

לא נמצאה במהלך הניסוי השפעה של טיפולי הדישון על מליחות הקרקע ועל רמת הכלור והנתרן בקרקע. בשנה החמישית נמצאו ערכים גבוהים מעט של כלור ונתרן במינון של 40 קג"ד K_2O (טבלה 8) אך הממצא נראה מקרי (בטיפול של 60 קג"ד דשן אשלגני הערכים היו רגילים).

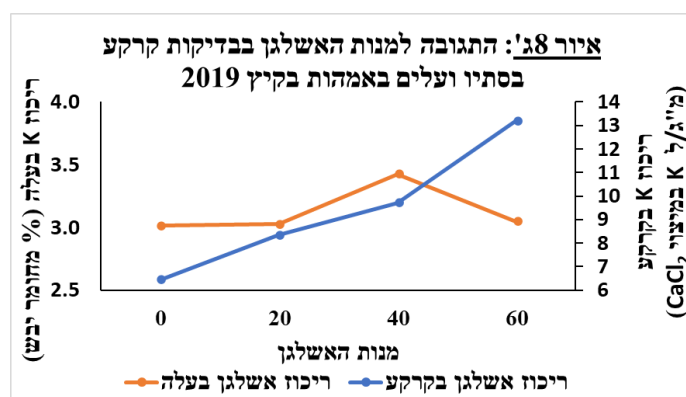
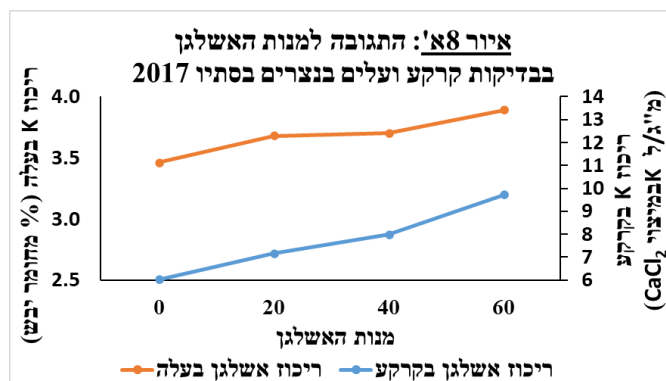
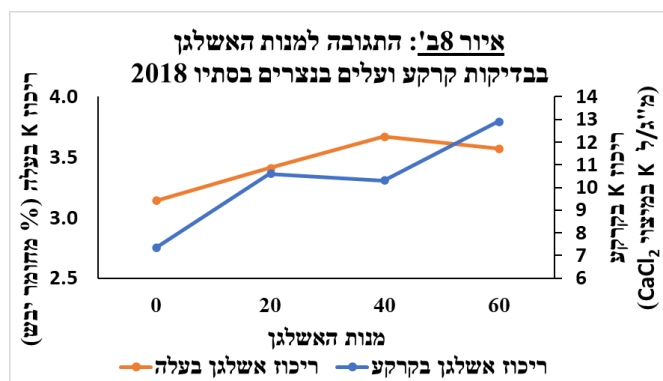
למשטר ההזנה לא הייתה השפעה על ריכוז המזונות בקרקע עם סיום העונה הראשונה בסתיו 2015 (טבלה 8). בסתיו 2016 נרשמה רמה נמוכה של אשלגן בקרקע בטיפול שלא דושן באשלגן באופן מובהק, וזאת בהתאמה לנטייה לאשלגן נמוך בעלי האימהות בקיץ בטיפול זה. ראינו בכך משום איתות על הבדלים צפויים בעתיד, ואמנם

ביבול השלישי, בסתיו 2017, מצאנו קשר ברור בין הדישון באשלגן לבין ריכוז האשלגן במיצוי הקרקע (טבלה 8).

טבלה 8: תוצאות בדיקות קרקע בסתיו ב-5 שנות הניסוי. הדיגום נעשה במרחק 20 ס"מ מהטפטפת בקרבת הבית, לעומק 2-30 ס"מ, 5 מינטלים לחזרה בכל החזרות בניסוי.

סתיו 2016						סתיו 2015					טיפול
Ca+Mg meq l ⁻¹	K-CaCl ₂ mg/l	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	K-CaCl ₂ mg/l	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	
6.35	6.51b	18.7	6.53	4.65	1.00	4.91	15.1	7.15	3.08	0.88	K ¹
6.90	7.89a	19.0	6.65	5.14	1.06	5.40	15.3	8.32	4.04	1.06	K ²
7.16	7.77a	19.8	7.31	5.57	1.14	5.77	17.1	7.96	3.90	1.02	K ³
6.90	8.14a	17.8	5.98	4.20	0.99	6.19	15.5	7.55	3.75	0.97	K ⁴
ל.מ.	0.0489	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'
6.96	7.58	19.1	6.73	5.00	1.05	5.47	16.3	7.56	3.66	0.95	N ¹
6.69	7.57	18.5	6.51	4.78	1.04	5.67	15.2	7.92	3.72	1.01	N ²
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'
/											
סתיו 2018						סתיו 2017					טיפול
Ca+Mg meq l ⁻¹	K-CaCl ₂ mg/l	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	K-CaCl ₂ mg/l	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	
6.66	7.33b	24.6	6.10	5.05	1.11	6.0b	19.0	6.3	5.0	1.1	K ¹
6.93	10.6a	24.6	5.59	4.94	1.08	7.2b	18.8	6.7	5.8	1.2	K ²
6.55	10.3ab	24.2	5.78	4.85	1.07	8.0ab	18.9	6.3	5.3	1.1	K ³
6.88	12.9a	24.4	5.87	5.06	1.11	9.7a	19.4	6.3	5.4	1.1	K ⁴
ל.מ.	0.0015	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	0.0012	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'
6.97	10.4	23.3	6.06	5.34	1.13	6.9	17.7	6.5	5.4	1.1	N ¹
6.55	10.2	25.7	5.61	4.62	1.06	8.6	20.4	6.3	5.4	1.1	N ²
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'
						סתיו 2019					טיפול
						K-CaCl ₂ mg/l	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	
						6.5b	28.7	4.7	5.0	1.1	K ¹
						8.3b	27.9	4.9	5.1	1.2	K ²
						9.7ab	28.6	5.7	7.0	1.3	K ³
						13.2a	32.9	4.8	5.3	1.1	K ⁴
						0.005	0.09	0.06	0.05	ל.מ.	מובה'
						9.2	27.6	4.8	5.3	1.1	N ¹
						9.7	31.5	5.2	5.9	1.2	N ²
						ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'

למעשה, קיבלנו בשנה השלישית תגובה חיובית לדישון באשלגן בקרקע ובעלים כאחד (איור 8א'), ובשנה הרביעית (סתיו 2018, איור 8ב') והחמישית (סתיו 2019, איור 8ג') קיבלנו שוב תגובה מובהקת וליניארית לעליית האשלגן בקרקע כתוצאה מהדישון (טבלה 8), ועלייה ליניארית באשלגן בעלים בנצרים בסתיו בשנה הרביעית. יש לציין שקיימת עקביות בתגובה למנות הדשן בקרקע ובעלים: הריכוזים של האשלגן בטיפולים הקיצוניים בקרקע ובעלים גם יחד נרשמו כמובהקים בשנת הניסוי השלישית והרביעית; אך כאמור: גם בלא תוספת אשלגן לא נרשם עד כה מחסור, ובשנה החמישית בעלים מאימהות בפריחה לא נרשם הבדל באשלגן בין הטיפולים הקיצוניים כנ"ל (טבלה 7).



איור 8: השפעת מנת הדשן האשלגני על ריכוז האשלגן בקרקע ובעלה בשנות יבול ג', ד' ו-ה'

השפעת משטר ההזנה על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול

טבלה 9: השפעת הזנה באשלגן וחקןן על בננות בבית רשת: פריחה, תכונות וגטיביות ויבול.

	N		K ₂ O					
יבול א' – 2015/16								
ק"ג לדונם לשנה	0	20	40	60	מובהקות	20	30	מובהקות
מועד פריחה	11/08/2015	12/08/2015	13/08/2015	12/08/2015	ל.מ.	12/08/2015	12/08/2015	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	262	262	263	267	ל.מ.	263	264	ל.מ.
גובה בפריחה, ס"מ	269b	276a	274ab	271ab	0.0381	272	273	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	59.4	61.5	60.0	59.7	ל.מ.	60.1	60.1	ל.מ.
מספר כפות	10.0	9.5	10.2	10.3	ל.מ.	.105	.96	ל.מ.
תאריך קטיף	18/12/2015	18/12/2015	18/12/2015	21/12/2015	ל.מ.	19/12/2015	19/12/2015	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	28.1	28.9	28.3	28.2	ל.מ.	28.2	28.5	ל.מ.
מספר אשכולות לדונם	231	229	221	239	ל.מ.	238	222	ל.מ.
אחוז קטיף	88%	87%	84%	90%	ל.מ.	90%	84%	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7389	7600	7486	7550	ל.מ.	7434	7531	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	6497	6623	6239	6738	ל.מ.	6696	6304	ל.מ.
משקל אצבע, גר'	190	197	195	193	ל.מ.	193	194	ל.מ.
אורך אצבע, ס"מ	22.8	22.9	22.9	22.8	ל.מ.	22.9	22.8	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.7	12.9	12.8	12.8	ל.מ.	12.8	12.9	ל.מ.
יבול ב' – 2016/17								
ק"ג לדונם לשנה	0	20	40	60	מובהקות	20	30	מובהקות
מועד פריחה	04/08/2016	03/08/2016	02/08/2016	03/08/2016	ל.מ.	04/08/2016	02/08/2016	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	276	263	269	271	ל.מ.	268	272	ל.מ.
גובה בפריחה, ס"מ	293.0	303.1	298.7	298.8	ל.מ.	299.7	297.1	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	67.0b	69.6a	67.2b	67.9ab	0.0024	67.8	68.1	ל.מ.

מספר כפות	12.1	12.4	12.1	12.3	ל.מ.	12.2	12.3	ל.מ.
תאריך קטיף	12/11/2016	14/11/2016	11/11/2016	13/11/2016	ל.מ.	12/11/2016	11/11/2016	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	28.6	29.8	29.4	30.0	ל.מ.	29.5	29.3	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7900	7840	7906	8137	ל.מ.	7905	7979	ל.מ.
משקל אצבע, גר'	184.6	187.4	182.2	191.2	ל.מ.	188.8	183.9	ל.מ.
אורך אצבע, ס"מ	22.6	22.9	22.7	23.2	ל.מ.	23.1	22.6	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.7	12.8	12.7	12.8	ל.מ.	12.8	12.7	ל.מ.

יבול ג' – 2017/18

ק"ג לדונם לשנה	0	20	40	60	מובהקות	20	30	מובהקות
מועד פריחה	04/08/2017	01/08/2017	01/08/2017	01/08/2017	ל.מ.	03/08/2017	31/7/2017	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	272	286	290	278	ל.מ.	279	284	ל.מ.
גובה בפריחה, ס"מ	294b	296b	295b	302a	0.053	294	300	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	66.7b	67.3ab	66.1b	68.8a	0.004	66.6	67.9	ל.מ.
מספר כפות	10.8b	11.0ab	11.0ab	11.2a	0.019	10.9	11.1	ל.מ.
תאריך קטיף	02/12/2017	24/11/2017	25/11/2017	25/11/2017	ל.מ.	29/11/2017	23/11/2017	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	28.1	27.8	28.5	29.1	ל.מ.	28.4	28.3	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	27.1	26.3	27.0	27.6	ל.מ.	27.2	26.6	ל.מ.
מספר אשכולות משווקים לדונם	246	254	254	238	-	252	245	-
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7352	7514	7795	7635	ל.מ.	7575	7558	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	6672	6687	6847	6561	ל.מ.	6863	6520	ל.מ.
משקל אצבע, גר'	171	170	174	170	ל.מ.	173	170	ל.מ.
אורך אצבע, ס"מ	21.9	21.7	22.0	21.8	ל.מ.	21.9	21.9	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.5	12.7	12.6	12.5	ל.מ.	12.6	12.6	ל.מ.

יבול ד' – 2018/19								
ק"ג לדונם לשנה	0	20	40	60	מובהקות	20	30	מובהקות
מועד פריחה	30/07/2018	29/07/2018	30/07/2018	27/07/2018	ל.מ.	01/08/2018	25/07/2018	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	271	274	276	298	ל.מ.	280	289	ל.מ.
גובה בפריחה, ס"מ	287	297	307	300	ל.מ.	296	300	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	.667	67.4	69.0	.686	ל.מ.	67.8	68.2	ל.מ.
מספר כפות	11.6	11.6	12.3	11.9	ל.מ.	11.9	11.7	ל.מ.
תאריך קטיף	20/11/2018	17/11/2018	23/11/2018	18/11/2018	ל.מ.	22/11/2018	18/11/2018	ל.מ.
ימים מפריחה לקטיף	121	119	121	122	ל.מ.	120	122	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	32.6	32.6	34.4	33.4	ל.מ.	32.0	31.7	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	30.2	31.4	31.6	30.6	ל.מ.	30.7	31.1	ל.מ.
מספר אשכולות משווקים לדונם	249	246	251	261	ל.מ.	252	259	ל.מ.
אחוז קטיף 10.6.2019	92	90	91	88	ל.מ.	90	90	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	8157b	8596ab	8684ab	9105a	0.0418	8620	8958	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	7523	7688	7913	7956	ל.מ.	7758	8050	ל.מ.
משקל אצבע, גר'	179	184	180	179	ל.מ.	185	180	ל.מ.
אורך אצבע, ס"מ	20.0	20.6	20.3	20.2	ל.מ.	20.3	20.3	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.8	13.0	12.9	12.8	ל.מ.	12.9	12.8	ל.מ.

יבול ה' – 2019/20								
ק"ג לדונם לשנה	0	20	40	60	מובהקות	20	30	מובהקות
מועד פריחה	03/08/2019	09/08/2019	07/08/2019	07/08/2019	ל.מ.	07/08/2019	06/08/2019	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	261	269	273	290	ל.מ.	269	278	ל.מ.

גובה בפריחה, ס"מ	283	289	291	290	ל.מ.	283	293	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	66.7	68.7	70.5	69.0	ל.מ.	67.3	70.0	0.063
מספר כפות	11.3	11.3	11.7	11.5	ל.מ.	11.3	11.6	ל.מ.
תאריך קטיף	01/12/2019	14/12/2019	11/12/2019	16/12/2019	ל.מ.	08/12/2019	15/12/2019	ל.מ.
ימים מפריחה לקטיף	120	127	127	131	ל.מ.	123	131	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	31.0	29.6	31.1	31.1	ל.מ.	29.6	31.7	0.088
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	27.7	27.8	29.5	29.3	ל.מ.	28.1b	29.1a	0.022
מספר אשכולות משוקים לדונם	217	231	227	232	ל.מ.	226	231	ל.מ.
אחוז קטיף עד 23/6/2020	83%	86%	83%	80%	ל.מ.	84%	83%	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7214	7488	8079	8524	0.082	7567	8084	ל.מ.
יבול בפועל לדונם, ק"ג	6027	6454	6713	6822	ל.מ.	6329	6679	ל.מ.
משקל אצבע, גר'	171	160	164	164	ל.מ.	166	162	ל.מ.
אורך אצבע, ס"מ	20.7	20.3	20.8	20.7	ל.מ.	20.6	20.6	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.6	12.4	12.5	12.4	ל.מ.	12.5	12.4	ל.מ.

יבול א' 2015/16:

ביבול הראשון לא ניתן היה להצביע על הבדלים משמעותיים בין הטיפולים בצימוח הווגטיבי, בפריחה וביבול. ההפרש המובהק היחיד הייתה תוספת קלה בגובה בפריחה במנות האשלגן הבינוניות (טבלה 9). משקלי האשכול שקבלנו היו סבירים בהתחשב באירוע הקרה של חורף 2014/15 (לאחר הנטיעה בקיץ) ובחורף 2016/17 (במהלך התפתחות הפרי והקטיף), משקלי האצבעות היו טובים מאוד והיבולים תקינים.

יבול ב' 2016/17:

גם ביבול ב' ההבדלים בין הטיפולים היו קטנים. בטיפול החנקן לא ניכר אפילו רמז להבדל כלשהו. בטיפול האשלגן נמצאה נחיתות מובהקת לביקורת ללא דישון אשלגני בהיקף הגזעול ורמז לנחיתות בגובה בפריחה. רמז לנחיתות נרשם גם במשקל האשכול (ללא מובהקות), אולם לא נרשם הבדל במדדים חשובים כמו מועד הפריחה,

משקל ואורך אצבע מייצגת, מספר פרחים לדונם ויבול לדונם (טבלה 9). ככלל, משקל האשכולות בחלקה והיבול לדונם היו תקינים למרות אירועי הקרה.

יבול ג' 2017/18:

בטיפול החנקן שוב לא נמצאה השפעה מובהקת אך ניכרת לכאורה מגמה של עדיפות ל- 30 קג"ד חנקן במדדים של גובה, היקף גזעול, מועד הפריחה, מועד הקטיפה ומספר הכפות. בכל אלה נרשם יתרון קטן (ובלתי מובהק) של טיפול זה.

בטיפול האשלגן נמשכת המגמה של נחיתות מובהקת לטיפול של 0 אשלגן בגובה בפריחה והיקף הגזעול ונוספה גם נחיתות מובהקת במספר הכפות, אך אין עדיין תמונה ברורה בנושא משקל האשכול והיבול.

יבול ד' 2018/19:

ביבול ד' לא נרשם (שוב) כל הפרש מובהק בין שתי רמות הדישון בחנקן (20 ו-30 קג"ד N לשנה); במקביל לחוסר השפעה על רמות החנקן בעלים ובקרקע.

בין רמות האשלגן השונות (0, 20, 40 ו-60 קג"ד K_2O לדונם לשנה) נרשם הפרש מובהק ביבול המחושב לדונם, שהיה 9105 קג"ד במנה של 60 קג"ד לעומת 8157 ברמה של 0 קג"ד, היינו- תוספת של כ-1 טון פרי לדונם. הפרש דומה נרשם גם במדדי יבול נוספים (טבלה 9), אך ללא מובהקות סטטיסטית.

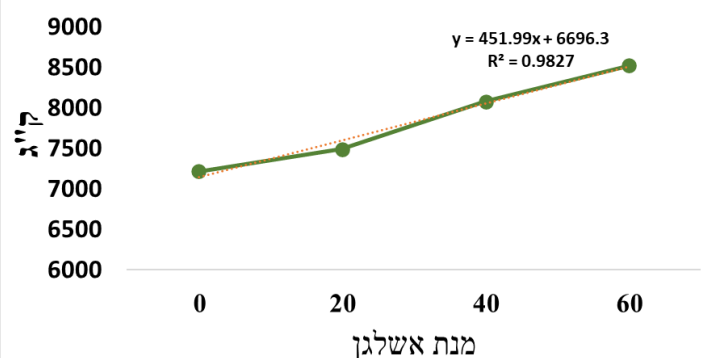
יבול ה' 2019/20:

ביבול ה' נרשם לראשונה הפרש מובהק של 1 ק"ג לאשכול במשקל האשכול במנת החנקן של 30 קג"ד לשנה בכל הקטיפים והפרש דומה וקרוב למובהק במשקל האשכול בקטיפים העיקריים (טבלה 9), אבל ההפרש הזה היה קטן מכדי השפעה על היבול לדונם. חשוב לציין שלא נרשמה השפעה על מועד הפריחה והקטיפה, המדדים המושפעים בד"כ לראשונה מרמת אספקת החנקן.

לרמת האשלגן בעלה לא הייתה השפעה מובהקת בניתוח שונות (המובהקות הייתה 0.082 בלבד), אבל ניכר עקום ברור של עלייה ביבול לדונם עם העלייה במנת האשלגן עם קו מגמה מובהק מאוד (איור 9) והוא מצטרף לתמונה דומה שנרשמה בשנה שעברה (יבול ד').

השפעת מנת האשלגן כאן היא מצורפת, השפעה על המשקל ועל מספר הפרחים לדונם, ששניהם תורמים ליבול המחושב לדונם.

יבול מחושב לדונם, יבול ה' 2019/20



איור 9: הקשר בין מנת האשלגן השנתית (ק"ג/ד"ל) ליבול השנתי המחושב לדונם בשנת 2019/20 (יבול ה').

סיכום 5 שנות ניסוי (נרשם יולי 2020)

השפעת טיפולי הדישון על ריכוז האשלגן בקרקע (טבלה 10)

בטיפול הביקורת, ללא מתן דשן אשלגני, נרשמה עלייה התחלתית קלה בריכוז האשלגן ולאחר מכן נשמרה במהלך הניסוי רמה קבועה של אשלגן בקרקע, ריכוז של 6-7 מ"ג לליטר במיצוי CaCl_2 באזור בית השורשים. בטיפול הדישון באשלגן נרשמה עלייה הדרגתית והתייצבות לאחר 4-5 שנים, כאשר במינון של 60 ק"ג K_2O לדונם לשנה מתקבל הריכוז הגבוה ביותר בקרקע בשנה החמישית, 13.2 מ"ג אשלגן לליטר במיצוי CaCl_2 , פי שניים (בערך) מהביקורת. ממוצע הטיפולים ב-4 שנות הניסוי (משנה ב' עד ה') מראה מתאם גבוה ($R^2=0.95$) ומובהק בין מנת הדשן האשלגני וריכוז האשלגן בקרקע (איור 10).

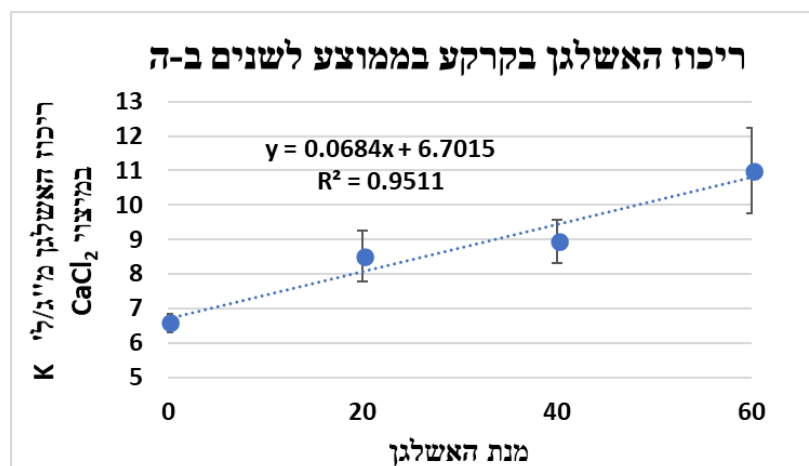
ראוי לציין שהמחשבה כאילו ההתרחקות (בזמן) ממועד הגשת הזבל האחרונה (לפני השתילה) תתבטא בירידה בריכוז האשלגן בבית השורשים אינה מקבלת חיזוק מנתוני הניסוי: גם ללא תוספת אשלגן (K1) רמת האשלגן בקרקע נשארה קבועה למדי והשינויים משנה לשנה היו קטנים (טבלה 10).

טבלה 10: ריכוז האשלגן (מ"ג/ל" K במיצוי CaCl_2) בקרקע בעומק

30-2 ס"מ מרחק 20 ס"מ מהטפטפת בקרבת הבית במהלך 5 שנות

הניסוי בטיפולי האשלגן השונים

שנת יבול	מועד	K1 0 ק"ג/ד"	K2 20 ק"ג/ד"	K3 40 ק"ג/ד"	K4 60 ק"ג/ד"	מובה'	שיפוע
א	סתיו 2015	4.91	5.40	5.77	6.19	ל.מ.	קיים
ב	סתיו 2016	6.51b	7.89b	7.77a	8.14a	0.049	קיים
ג	סתיו 2017	6.0b	7.20b	8.00ab	9.70a	0.001	קיים
ד	סתיו 2018	7.33b	10.6a	10.3ab	12.9a	0.002	קיים
ה	סתיו 2019	6.45b	8.34b	9.72ab	13.2a	0.005	קיים
ממוצע שנים ב'-ה'		6.57	8.50	8.95	11.0		
ש"ת		0.28	0.74	0.63	1.24		



איור 10: השתנות ריכוז האשלגן בקרקע (במיצוי CaCl₂) בממוצע לשנים ב'-ה'.

השפעת טיפולי הדישון על ריכוז האשלגן בעלים (טבלה 11)

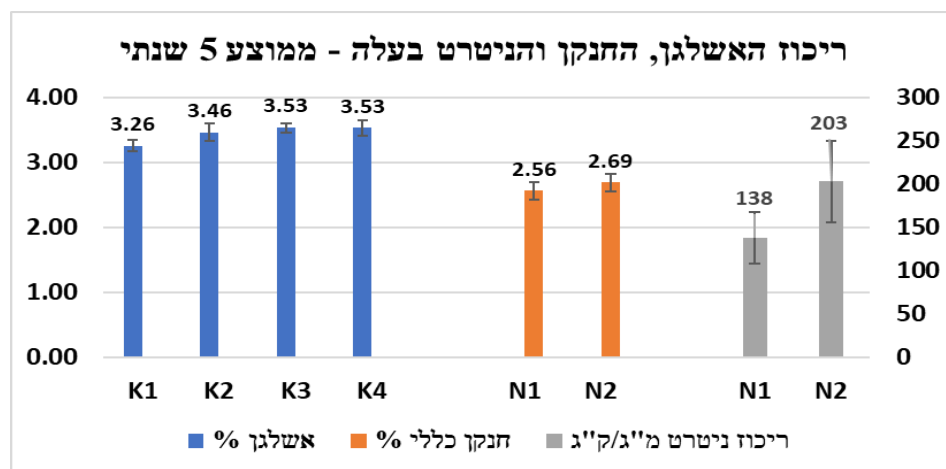
תוספת האשלגן בדשן באה לידי ביטוי ברור בריכוז האשלגן בעלים, אבל גם בטיפול הביקורת ללא תוספת אשלגן לא ירד ריכוז האשלגן בעלה לרמה של מחסור ממשי, והריכוז בשנה הראשונה והחמישית היה זהה (טבלה 11). הריכוז הגבוה ביותר נרשם בדרך כלל בטיפול הגבוה של 60 ק"ג ד K₂O לשנה, אבל יש לציין שההפרש בינו ובין הטיפולים של 20 ו-40 היה בד"כ קטן. ההבדל העיקרי היה, על פי רוב, בין הטיפולים שקיבלו אשלגן לבין טיפול הביקורת שלא קיבל אשלגן כלל (טבלה 11 ואיור 11). נדגיש כבר עתה שהריכוז של האשלגן בעלה בטיפול הביקורת (3.26% בממוצע ל-5 השנים) הוא מעל רמת הסף הנדרשת, לכאורה, ליסוד זה! היינו: בתנאי הקרקע והמים של עמ"י נשמרת רמת אשלגן הנחשבת כריכוז סף תקין בעלה גם ללא תוספת דישון.

השפעת טיפולי הדישון על ריכוז החנקן בעלים (טבלה 11 ואיור 11)

באף אחד מהדיגומים לא נרשמה השפעה מובהקת של תוספת החנקן (30 ק"ג ד לשנה במקום 20) על הריכוז בעלה, אבל למרות זאת, בכל הדיגומים ללא יוצא מהכלל במשך 5 השנים, הייתה רמת החנקן הכללי בעלה גבוהה יותר במנת הדשן הגבוהה (ממוצע 5 שנים $N 2.56\% \pm 0.14$ במנה של 20 ק"ג ד N ו $2.69\% \pm 0.13$ במנה של 30 ק"ג ד). דומה המצב בהשפעה על ריכוז הניטרט בעלה: 138 ± 29 מ"ג/ל במינון הדשן הנמוך ו 203 ± 47 מ"ג/ל במינון הגבוה בממוצע ל-5 השנים. ההפרש היה חיובי בכל השנים, אבל בלתי מובהק, בגלל השונות הרבה (טבלה 11, איור 11).

טבלה 11: ריכוז האשלגן והחנקן בעלים במהלך 5 שנות הניסוי

ריכוז ניטרט בעלה מ"ג/ק"ג			ריכוז חנקן כללי בעלה (%)			ריכוז האשלגן בעלה (%)								
מובה'	N2 30 קג"ד	N1 20 קג"ד	מובה'	N2 30 קג"ד	N1 20 קג"ד	שיפוע	מובה'	K4 60 קג"ד	K3 40 קג"ד	K2 20 קג"ד	K1 0 קג"ד	הצמח שנדגם	מועד	שנת יבול
ל.מ.	66	53	ל.מ.	2.52	2.47	חלש	ל.מ.	3.12	3.20	2.96	3.01	אמהות בפריחה	8/2015	א
ל.מ.	39	39	ל.מ.	2.28	2.13	חלש	ל.מ.	3.72	3.43	3.68	3.17	אמהות בפריחה	8/2016	ב
ל.מ.	355	152	ל.מ.	2.66	2.61	אין	ל.מ.	3.57	3.57	3.79	3.65	נצרים בסתיו	11/2016	ב
ל.מ.	176	143	ל.מ.	2.73	2.65	קיים	ל.מ.	3.79	3.73	3.69	3.36	אמהות בפריחה	8/2017	ג
ל.מ.	338	246	ל.מ.	2.84	2.74	קיים	0.023	3.89a	3.70ab	3.68ab	3.46b	נצרים בסתיו	11/2017	ג
ל.מ.	269	221	ל.מ.	3.32	3.18	קיים	0.010	3.57a	3.67a	3.41ab	3.14b	נצרים בסתיו	11/2018	ד
ל.מ.	178	112	0.077	2.46	2.15	חלש	ל.מ.	3.05	3.43	3.03	3.01	אמהות בפריחה	8/2019	ה
	203	138		2.69	2.56			3.53	3.53	3.46	3.26	ריכוז ממוצע ב-5 שנות הניסוי		
	47.0	29.5		0.13	0.14			0.12	0.07	0.13	0.09	ש"ת		



איור 11: השפעת הטיפולים על ריכוז האשלגן בעלה (%), החנקן הכללי (%) והניטרט (מ"ג/ק"ג) בעלה בממוצע ל-5 שנות הניסוי

השפעת טיפולי הדישון על מדדי הצמיחה והיבול

פרטי ההשפעה על מדדי היבול השונים שנה אחר שנה מופיעים בדו"ח המפורט (טבלה 9). בחרנו, בסיכום זה, להתייחס למספר מדדים מייצגים: מספר הפרחים לדונם, הגובה בפריחה, מספר הכפות, משקל האשכול (בכל הקטיפים) והיבול הכולל (המחושב) לדונם (איור 12 וטבלה 12).

השפעת מנת הדשן האשלגני

בשנה הראשונה לניסוי לא נרשמה השפעה כלל. בשנים הבאות נוצרו הבדלים במוצע שנים ב'-ה': מספר הפרחים לדונם עלה באופן ליניארי ומובהק בהתאם לטיפול האשלגן מ-270 פרחים לדונם לשנה ל-284 $[y=4.675x+264.4, R^2=0.96]$ (טבלה 12 ואיור 12). בדומה לכך נרשמה עלייה בגובה בפריחה (מ-289 ס"מ בביקורת ל-298 במנת האשלגן הגבוהה, משקל האשכול עלה מ-28.4 ק"ג ל-29.4 ק"ג והיבול הממוצע לדונם ל-4 השנים עלה מ-7656 קג"ד בטיפול הביקורת ל-8350 קג"ד במנת האשלגן הגבוהה. התוספת ביבול בהתאמה למנת האשלגן (טבלה 12) מובהקת ביותר והיא ליניארית לחלוטין $[R^2 = 0.9981, y = 234x + 7410.4]$ (איור 12).

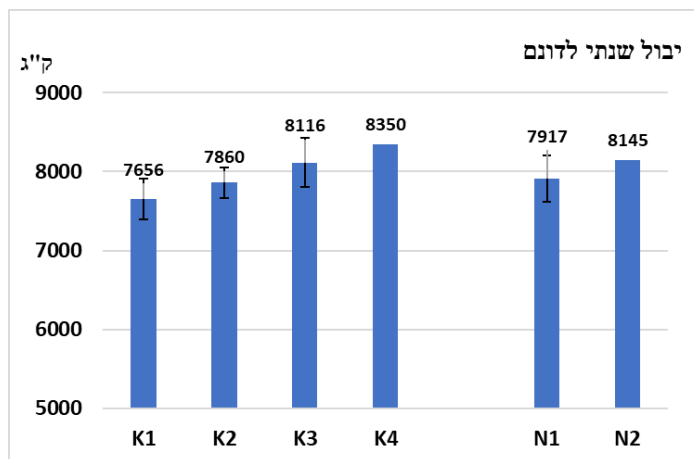
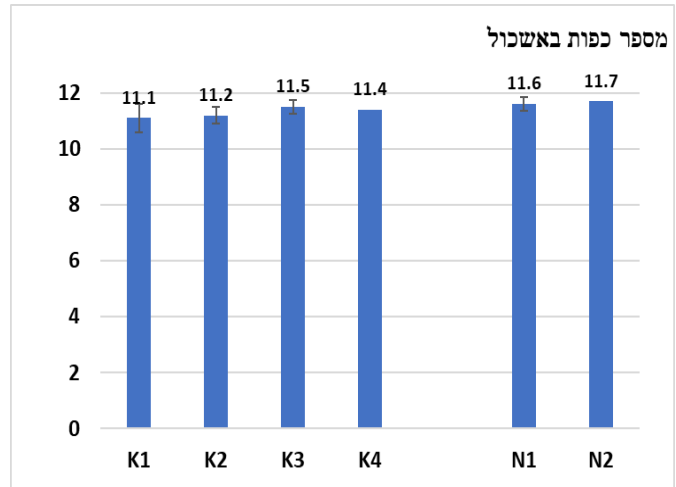
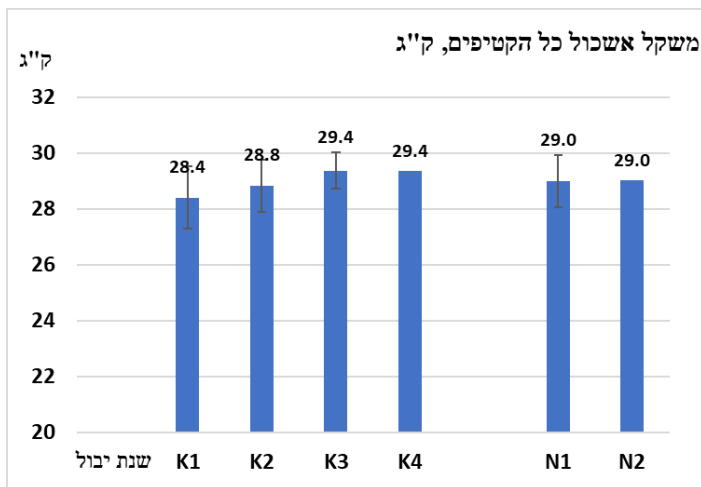
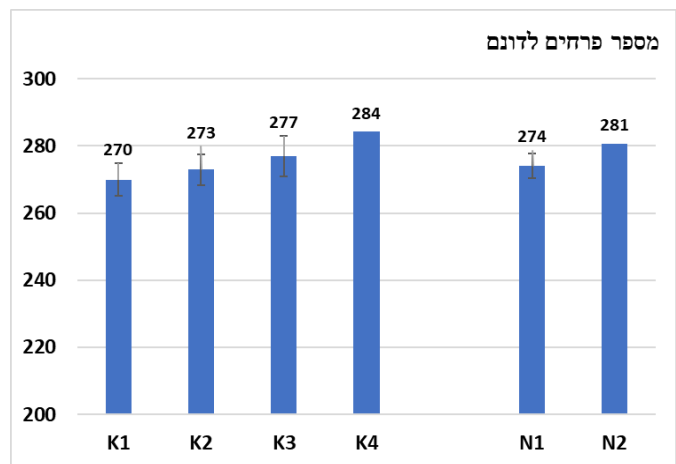
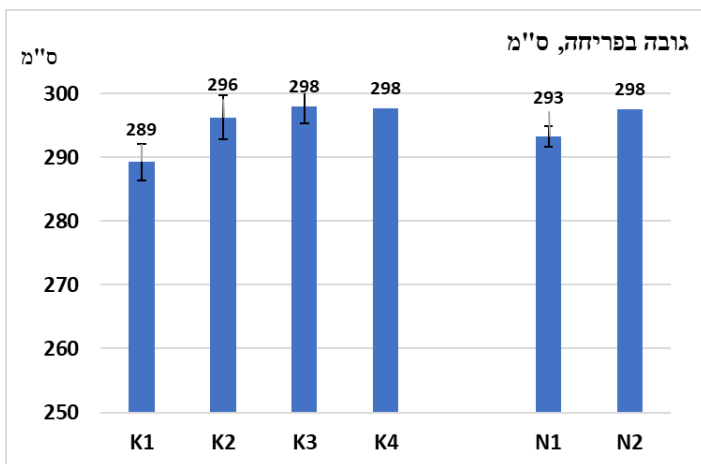
האם התוספת ביבול מכסה את מחיר הדשן? הדבר ניתן לבדיקה על ידי המגדל: מדובר בתוספת של 203 ק"ג פרי לדונם לשנה מעל טיפול הביקורת (0 אשלגן) במינון הנמוך של K_2O , תוספת 460 ק"ג פרי במינון הבינוני ו-694 קג פרי לשנה לדונם במינון הגבוה, בתמורה להוספת 20, 40 ו-60 ק"ג K_2O לדונם לשנה (טבלה 13).

השפעת מנת החנקן

החנקן משפיע בדרך כלל בבננה על צימוח יותר מאשר ישירות על היבול, אולם בניסוי זה לא נמצאה השפעה מובהקת על מועד הפריחה. אמנם, החל מהיבול השני הקדימה לכאורה הפריחה ברמת החנקן הגבוהה, אבל ההקדמה הייתה זעומה ולא מובהקת. גם במספר הפרחים לדונם ובגובה בפריחה לא נרשמה השפעה מובהקת. במשקל האשכול לא נרשמה השפעה במרבית שנות הניסוי (טבלה 12). בשנת היבול החמישית נרשמה תוספת מובהקת, 29.1 ק"ג לאשכול במנת החנקן הגבוהה לעומת 28.1 ק"ג בנמוכה אבל במוצע ל-4 שנים לא הייתה השפעה. ביבול המחושב לדונם לא נמצאה תגובה מובהקת להגדלת מנת החנקן באף אחת משנות הניסוי, ובסה"כ ב-5 שנות ניסוי נרשם ממוצע של 7832 קג"ד במנת החנקן הנמוכה ו-8022 במנת החנקן הגבוהה, הפרש זעום של 180 קג"ד שאינו מובהק. ההשפעה המובהקת היחידה של מנת החנקן הגבוהה הייתה בתוספת קלה אך מובהקת בגובה בפריחה (טבלה 12).

טבלה 12: השפעה רב שנתית של טיפולי האשלגן (4 רמות של K₂O) והחנקן (2 רמות N) על הצמיחה והיבול (בטבלה רוכזו נתונים נבחרים מתוך טבלה 9 לשנות יבול ב'-ה' וחושבה המובהקות הרב-שנתית. המובהקים הודגשו)

	שנת יבול	K1 0 קג"ד	K2 20 קג"ד	K3 40 קג"ד	K4 60 קג"ד	מובהקות	N1 20 קג"ד	N2 30 קג"ד	מובהקות
מספר פרחים לדונם	ב	276	263	269	271	ל.מ.	268	272	ל.מ.
	ג	272	286	290	278	ל.מ.	279	284	ל.מ.
	ד	271	274	276	298	ל.מ.	280	289	ל.מ.
	ה	261	269	273	290	ל.מ.	269	278	ל.מ.
	ממוצע	270	273	277	284	0.071	274	281	ל.מ.
גובה בפריחה	ב	293	303	299	299	ל.מ.	300	297	ל.מ.
	ג	294	296	295	302	0.053	294	300	ל.מ.
	ד	287	297	307	300	ל.מ.	296	300	ל.מ.
	ה	283	289	291	290	ל.מ.	283	293	ל.מ.
	ממוצע	289b	296a	298a	298a	0.0019	293	297	0.056
מספר כפות באשכול	ב	12.1	12.4	12.1	12.3	ל.מ.	12.2	12.3	ל.מ.
	ג	10.8b	10.0ab	11.0ab	11.2a	0.019	10.9	11.1	ל.מ.
	ד	11.6	11.6	12.3	11.9	ל.מ.	11.9	11.7	ל.מ.
	ה	11.3	11.3	11.7	11.5	ל.מ.	11.3	11.6	ל.מ.
	ממוצע	11.1c	11.2b	11.5a	11.4ab	0.0005	11.6	11.7	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים	ב	28.6	29.8	29.4	30.0	ל.מ.	29.5	29.3	ל.מ.
	ג	27.1	26.3	27.0	27.6	ל.מ.	27.2	26.6	ל.מ.
	ד	30.2	31.4	31.6	30.6	ל.מ.	30.7	31.1	ל.מ.
	ה	27.7	27.8	29.5	29.3	ל.מ.	28.1b	29.1a	0.022
	ממוצע	28.4	28.8	29.4	29.4	0.064	28.9	29.0	ל.מ.
יבול לדונם (מחושב) (ק"ג)	ב	7900	7840	7906	8137	ל.מ.	7905	7979	ל.מ.
	ג	7352	7514	7795	7635	ל.מ.	7575	7558	ל.מ.
	ד	8157b	8596ab	8684ab	9105a	0.0418	8620	8958	ל.מ.
	ה	7214	7488	8079	8524	0.082	7567	8084	ל.מ.
	ממוצע	7656c	7859bc	8116ab	8350a	0.0007	7917	8145	ל.מ.



איור 12: ממוצע 4 שנתי של השפעת טיפולי האשלגן (0, 20, 40 ו-60 קג"ד K_2O) והחנקן (20 ו-30 קג"ד N) על תכונות עיקריות של צמיחה ויבול בבננות בעמ"י. מובהקויות – ראה בטבלה 12.

טבלה 13: סיכום 4 שנות ניסוי דישון באשלגן, יולי 2020. הקשר הכמותי בין מנת האשלגן והיבול

מנת האשלגן השנתית, ק"ג K ₂ O לדונם	תוספת יבול ממוצעת לשנה מעל לטיפול הביקורת ללא דישון באשלגן (ק"ג פרי לדונם)	תוספת ק"ג פרי לק"ג K ₂ O לדונם לשנה
0	0	0
20	203	10.15
40	460	11.50
60	694	11.57

מסקנות

- לא ניתן להתעלם מהתגובה הברורה לתוספת האשלגן המתבטאת בעליית ריכוזו בקרקע, עליית ריכוזו בעלים, בשיפור במדדים של צמיחה ובעלייה ליניארית ביבול, שבו נרשמה תוספת של 10-11 ק"ג פרי לכל 1 ק"ג K₂O בטווח דישון שבין 0 ל-60 ק"ג K₂O לדונם לשנה. עלות 1 ק"ג אשלגן כלורי (60% K₂O) במשביר לחקלאי ביולי 2020 היא 1.96 ש"ח ועלות 1 ק"ג K₂O תהייה 3.27 ש"ח. תמורתם נקבל כ-11 ק"ג פרי. נראה כדאי.

יש, אומנם, לזכור שגם ללא תוספת אשלגן הגענו ליבול של 7.65 טון בננות לדונם לשנה (ממוצע 4 שנים) ותוספת הדשן הביאה אותו ל- 8.35 טון לדונם, עלייה ב-0.694 טון לדונם או עלייה ב- 9% ביבול. השפעת האשלגן נראית ליניארית לגמרי בתחום הזה (בין 0 ל-60 ק"ג) וההחלטה על הדישון היא כלכלית. הגזמה במנת האשלגן עלולה להביא להפרת איזון ולמחסור בסידן ו/או מגניון, אך בדיקות העלים אצלינו לא העידו על מצב כזה.

לגבי הדישון בחנקן, התשובה שהתקבלה בניסוי פחות ברורה. עם זאת, ומאחר שהחנקן שטיפ ואין לצפות לאספקת חנקן לאורך ימים מהקרקע ללא דישון מסודר, נראה שהמנה של 30 ק"ג ד אינה מוגזמת ולא נוכל לוותר עליה.

ספרות:

ישראלי וחובריו, 2014. הזנת בננות בבית רשת בחנקן וזרחן. סיכום לאחר קטיפ יבול ד'. ב"סיכום ניסויים ותצפיות בבננות בעמדה"י בשנים 2013-2014", הוצ. צמח ניסיונות ומו"פ צפון נוב. 2014.

הנמכת המטע באמצעות קלונים נמוכים

(כנרת, קיץ 2015)

רקע ותיאור הבעיה

בצד היתרונות הרבים, המעבר לבתי רשת הביא לתופעה לא רצויה: עלייה בשיעור של כ-50 ס"מ בגובה צמחי הזן המשקי, גרנד ניין. הגובה הרב של צמחי הבננה הגדלים בבתי רשת, 5.5-5.7 מטר, גורר תוספת עלויות למגדלים עקב: (1) הצורך להקים ולתחזק בתי רשת גבוהים יותר, (2) תוספת בעלויות כוח אדם הנגזרות מפעולות הדורשות הגעה פיזית לאשכול הגבוה, (3) הגברת ההצללה ההדדית מביאה להקטנת העומד, וכתוצאה מכך להקטנת מספר האשכולות ליחידת שטח. לפיכך, הנמכה משמעותית של מטע הבננות, מבלי לפגוע ברמת היבול ובאיכות הפרי, הוא יעד מרכזי של ענף הבננות. במסגרת התכנית נבחנו קלונים נמוכים מצטיינים המצויים בארץ. בעבר נבחנו קלונים נמוכים שונים בעמק הירדן: גל, עדי, זליג (חברת סיכום הניסיונות 2013-2014). אולם למרות הפוטנציאל החיובי שנמצא לזנים אלה, הם לא נכנסו עד כה לשימוש נרחב בעמק, או באזורים אחרים בארץ. במסגרת המחקר נבחנו קלונים חדשים של זנים אלה, שנבחנו כעת בפעם הראשונה.

מטרת התוכנית

הנמכת המטע באמצעות שימוש בקלונים מקומיים נמוכים מצטיינים, לצורך חסכון בכח אדם ובתשומות.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: הניסוי נשתל ב-18.8.15 בחלקת 'צמח' של קיבוץ כנרת שנחה מאז 2008, תחת רשת קריסטל 10%. מרווחי הנטיעה הם 3 X 3.5 מטר. 2 או 3 צמחים לבית, לסירוגין (238 צמחים לדונם). ההשקיה מתבצעת באמצעות שלוש שלוחות לשורה, טפטפות 1.6 ליטר/שעה במרווח 50 ס"מ.

מבנה הניסוי: הניסוי כולל ארבעה זנים: גרנד ניין, גל, זליג, ועדי (קלון 9018). הצמחים התקבלו מחברת "רה"ן תרבויות רקמה". כל זן נבחן בשש חזרות, במבנה של בלוקים באקראי. כל חזרה כוללת ארבע שורות, ארבעה בתים בכל אחת משתי השורות הפנימיות במעקב, סה"כ 8 בתים לחזרה, ו-48 בתים לזן.

איסוף וניתוח הנתונים: המעקב בניסוי כולל תכונות ווגטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם). התוצאות נותחו באמצעות תוכנת JMP, מבחן Tukey.

סיכום תמציתי של תוצאות יבולים א'-ד'

טבלה 1. תכונות צימח, פריחה, ויבול בזנים השונים-יבולים א'-ד'

מובהקות	זליג	גל	עדי	גרנד ניין	שנה / יבול	
<0.001	266B	283AB	238C	290A	2016/17 א'	גובה בפריחה, ס"מ
<0.001	270B	300A	240C	300A	2017/18 ב'	
<0.001	272C	316A	241D	298B	2018/19 ג'	
<0.001	275B	298A	243C	304A	2019/20 ד'	
	271	299	241	298	ממוצע	
0.0543	70.1A	69.3AB	66.3B	68.5AB	2016/17 א'	היקף גזעול, ס"מ
ל.מ.	68.4	70.8	71.5	71.6	2017/18 ב'	
<0.001	67.2B	73.6A	69.7B	68.9B	2018/19 ג'	
ל.מ.	69.3	72.8	68.4	73.0	2019/20 ד'	
	68.8	71.6	69.0	70.5	ממוצע	
0.0146	07/08/2016B	06/08/2016B	18/08/2016A	06/08/2016B	2016/17 א'	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	03/08/2017	28/07/2017	09/08/2017	08/08/2017	2017/18 ב'	
ל.מ.	20/07/2018	22/07/2018	31/07/2018	28/07/2018	2018/19 ג'	
ל.מ.	14/08/2019	10/08/2019	07/08/2019	02/08/2019	2019/20 ד'	
	03-אוג	01-אוג	08-אוג	02-אוג	ממוצע	
0.0002	04/09/2016BC	19/09/2016AB	25/09/2016A	29/08/2016C	2016/17 א'	תאריך קטיף ממוצע
0.0121	14/12/2017B	19/12/2017B	19/01/2018A	30/12/2017AB	2017/18 ב'	
ל.מ.	03/11/2018	29/10/2018	14/11/2018	07/11/2018	2018/19 ג'	
ל.מ.	28/12/2019	13/12/2019	22/12/2019	13/12/2019	2019/20 ד'	
	01-נוב	30-אוק	10-נוב	26-אוק	ממוצע (שנים א, ג, ד בלבד)	
0.014	367A	314B	363A	369A	2016/17 א'	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	266	282	250	272	2017/18 ב'	
0.0193	290AB	242B	296A	248AB	2018/19 ג'	
ל.מ.	300	274	306	260	2019/20 ד'	
	306	278	304	287	ממוצע	
					2016/17 א'	מספר אשכולות קטופים לדונם
0.0216	238AB	252A	218B	242AB	2017/18 ב'	
0.0085	284AB	230B	294A	238B	2018/19 ג'	
ל.מ.	284	262	294	254	2019/20 ד'	
	269	248	269	245	ממוצע	
					2016/17 א'	% אשכולות קטופים
ל.מ.	90%	89%	87%	89%	2017/18 ב'	
ל.מ.	98%	95%	99%	96%	2018/19 ג'	
ל.מ.	95%	96%	96%	98%	2019/20 ד'	
	94%	93%	94%	94%	ממוצע	
ל.מ.	11.9	11.8	12.1	12.3	2016/17 א'	מספר כפות
ל.מ.	11.6	11.8	12.1	11.9	2017/18 ב'	
ל.מ.	12.3	13.1	13.0	12.6	2018/19 ג'	
ל.מ.	11.7	12.6	12.3	12.3	2019/20 ד'	
	11.9	12.3	12.4	12.3	ממוצע	
0.0009	29.0B	33.4A	31.4AB	29.6B	2016/17 א'	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	29.4	29.3	30.4	29.4	2017/18 ב'	
<0.001	29.6C	33.6A	31.7B	31.0BC	2018/19 ג'	
ל.מ.	26.8	29.4	28.7	27.8	2019/20 ד'	
	28.7	31.4	30.6	29.5	ממוצע	

שנה / יבול	גרנד ניין	עדי	גל	זליג	מובהקות
2016/17 א'	29.1	28	29.9	27.4	ל.מ.
2017/18 ב'	31.4	31.9	32.8	31	ל.מ.
2018/19 ג'	32.7B	34.3AB	35.8A	31.7B	0.0052
2019/20 ד'	29.6	30.8	31.5	28.9	ל.מ.
ממוצע	30.0	30.9	31.9	29.2	
2016/17 א'	7948	7740	7938	8008	ל.מ.
2017/18 ב'	7110	6615	7388	6976	ל.מ.
2018/19 ג'	7342B	9318A	7724AB	8392AB	0.0171
2019/20 ד'	7081	8421	7674	7586	ל.מ.
ממוצע	7370	8024	7681	7741	
יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג					
יבול שקול בפועל מצטבר ל-4 יבולים, לדונם, ק"ג	29481	32094	30724	30962	
2016/17 א'	10962	11408	10483	10588	ל.מ.
2017/18 ב'	7979	7576	8257	7761	ל.מ.
2018/19 ג'	7645B	9379A	8128AB	8567AB	0.0327
2019/20 ד'	7241	8767	8050	8010	ל.מ.
ממוצע	8457	9283	8730	8732	
יבול מחושב לדונם, ק"ג					
אצבע מייצגת מכף 3:					
2016/17 א'	148A	136B	158AB	147AB	0.0101
2017/18 ב'	173	178	181	177	ל.מ.
2018/19 ג'	177	161	185	170	ל.מ.
2019/20 ד'	156	146	153	151	ל.מ.
ממוצע	164	155	169	161	
2016/17 א'	20.3A	20.3AB	21.2AB	20.0B	0.0191
2017/18 ב'	21.6C	22.7A	22.2AB	21.7BC	<0.001
2018/19 ג'	21.4	21.3	21.9	21.6	ל.מ.
2019/20 ד'	20.0	19.9	19.9	19.7	ל.מ.
ממוצע	20.8	21.1	21.3	20.8	
2016/17 א'	11.8A	11.5B	12.0AB	11.8AB	0.0216
2017/18 ב'	12.6	12.6	12.7	12.6	ל.מ.
2018/19 ג'	12.9	12.6	13.1	12.7	ל.מ.
2019/20 ד'	12.4	12.1	12.3	12.1	ל.מ.
ממוצע	12.4	12.2	12.5	12.3	
היקף אצבע, ס"מ					

יבול א', עונת 2016-17

נתוני יבול א' בחלקת הניסוי הושפעו מהעונה המיוחדת שקדמה לקטיפ: שתי קרות משמעותיות במהלך החורף, ואביב חם באופן מיוחד. גורמים אלה הביאו לפריחה מוקדמת של החלקה, כשהאמהות קטנות יחסית, והרצה מהירה של שתילים חליפים. נמצא גרדיאנט גובה בקרב הזנים הנבחנים: גרנד ניין <גל <זליג <עדי. מגדיל לעשות הזן עדי, הנמוך ב-52 ס"מ לעומת הגרנד ניין. הזנים גל ועדי פיצו על נחיתות מסוימת במספר הפריחות והאשכולות, כנראה עקב האיחור בפריחה בדור האמהות, באשכול כבד יותר, כך שהיבול השקול בפועל בכל הזנים דומה מאד.

יבול ב', עונת 2017-18

בדומה ליבול א', גם ביבול ב' נמצאו הזנים עדי וזליג נמוכים משמעותית מהזן גרנד ניין. קומת הזן עדי כה נמוכה, שניתן לעשות את הפעולות הנדרשות על מרבית האשכולות מבלי להיעזר בסולם, בעוד שלזן זליג קומת ביניים, כך שלצורך הגעה למרבית האשכולות יש צורך בסולם, אולם העבודה מהירה ויעילה יותר ביחס לעבודה על אשכולות הגרנד ניין. הקלון של הזן גל הנבחן בניסוי זה אינו נמוך.

יבול ג', עונת 2018-19

תוצאות יבול ג' מחדדות את המגמות שנצפו ביבולים הקודמים: צמחי העדי והזליג נמוכים משמעותית מצמחי הגרנד ניין, בעוד שהזן גל עובר "הגבהה" עם השנים, וביבול ג' צמחיו היתמרו 18 ס"מ מעל צמחי הזן המשקי. התוצאה הבולטת ביותר ביבול ג' בחלקה היא מספר רב של פריחות ואשכולות קטופים בזנים הנמוכים עדי וזליג, שהביא לתוספת משמעותית ביבול ביחס לזן המשקי, גרנד ניין, שבעונה זו היה בעל היבול הנמוך ביותר מבין הזנים שנבחנו בניסוי.

סיכום תוצאות יבול ד', עונת 2019-20

טבלה 2. תכונות צימוח, פריחה, ויבול בזנים השונים. יבול ד', 2019-20

זנים נמוכים כנרת					
יבול ד', 2019-20	גרנד ניין	גל	זליג	עדי	מובהקות
גובה בפריחה, ס"מ	304A	298A	275B	243C	<0.001
היקף גזעול, ס"מ	73.0	72.8	69.3	68.4	ל.מ.
תאריך פריחה ממוצע	02/08/2019	10/08/2019	14/08/2019	07/08/2019	ל.מ.
תאריך קטיפה ממוצע	13/12/2019	13/12/2019	28/12/2019	22/12/2019	ל.מ.
מספר פרחים לדונם	260	274	300	306	ל.מ.
מספר אשכולות קטופים לדונם	254	262	284	294	ל.מ.
% אשכולות קטופים	98%	96%	95%	96%	ל.מ.
מספר כפות	12.3	12.6	11.7	12.3	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	27.8	29.4	26.8	28.7	ל.מ.
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	29.6	31.5	28.9	30.8	ל.מ.
יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג	7081	7674	7586	8421	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7241	8050	8010	8767	ל.מ.
אצבע מייצגת מכף 3:					
משקל, גרם	156	153	151	146	ל.מ.
אורך חיצוני, ס"מ	20.0	19.9	19.7	19.9	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.4	12.3	12.1	12.1	ל.מ.

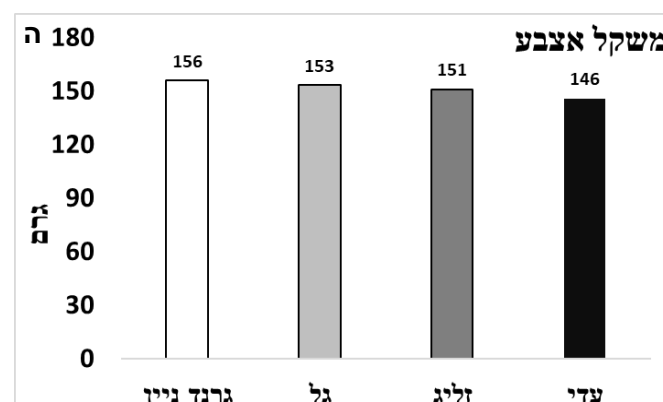
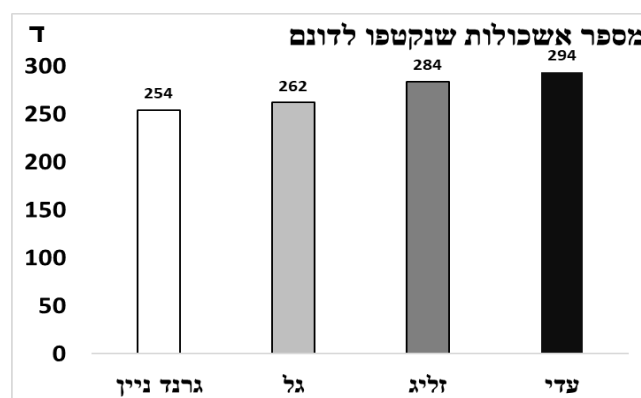
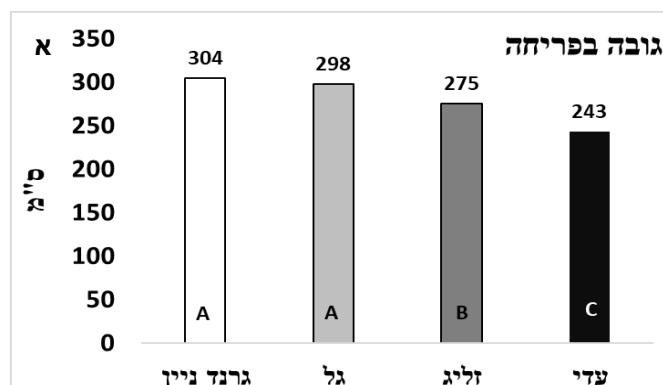
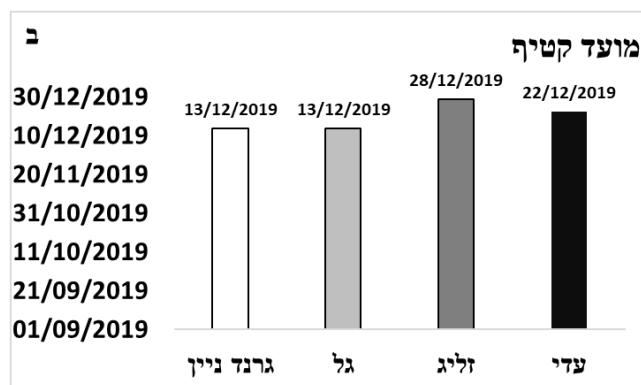
גם ביבול ד', צמחי הזנים עדי וזליג נמוכים משמעותית מהזן המשקי, ב-61 ס"מ וב-29 ס"מ, בהתאמה. הזן גל נמוך ב-6 ס"מ, בשונה מיבול ג', בו צמחי זן זה היו גבוהים במעט ביחס לזן המשקי (טבלאות 1, 2 ואיור א1).

היקף הגזעול בזנים הנמוכים, עדי וזליג, היה 68.4 ס"מ ו-69.3 ס"מ, בהתאמה, נמוך בהשוואה ל-73.0 ו-72.8 בזנים הגבוהים, גרנד ניין וגל, בהתאמה. במועדי הפריחה והקטיף נמצאה מגמת איחור, לא מובהקת, של כל הזנים הנבחרים, ביחס לזן המשקי (טבלה 3).

בכל הזנים הנבחרים נמצאה תוספת במספר הפריחות, וכתוצאה מכך במספר אשכולות קטופים לדונם, ביחס לגרנד ניין (טבלה 2). בזן עדי נמצאה תוספת של 40 אשכולות (סה"כ 294), ובזן זליג 30 (סה"כ 284). התוספת בזן גל הייתה נמוכה יותר, 8, וסה"כ 262 (טבלה 1, איור 1ב'). ראוי לציין שהתוספת במספר הפריחות בזנים עדי וזליג ביחס לגרנד ניין לא הוגבלה למועדי פריחה ספציפיים, כך שתוספת האשכולות מקורה בעליה הן במספר האמהות, והן במספר שתילי הביניים, שהניבו אשכולות חליפים (טבלה 4).

במשקל האשכול נמצאה תוספת של 1.6 ק"ג ו-0.7 ק"ג בזנים גל ועדי ביחס לגרנד ניין (27.8 ק"ג), בעוד שבזן זליג נמצאה מגמה של פחיתה של 1 ק"ג ביחס לזן המשקי (טבלה 2, איור 1ג'). השילוב של התוספת במספר האשכולות הקטופים ובמשקל האשכול בזן עדי הביאה לתוספת יכול משמעותית לדונם, בשיעור של 1340 ק"ג ביחס לגרנד ניין (7081 ק"ג לדונם יכול שקול בפועל). בזנים גל וזליג, עקב מגמה מעורבת במדדי משקל האשכול ומספר האשכולות הקטופים, התוספת ביחס לזן המשקי הייתה נמוכה יותר, 593 בזן גל, ו-505 בזן זליג (טבלה 2, איורים 1ג', 1ד', 1ה').

במשקל האצבע נמצאה ביבול ד' נחיתות לא מובהקת לזנים הנמוכים ביחס לזן המשקי (משקל אצבע-155.7 גרם), בשיעור 10 גרם (עדי) ו-5 גרם (זליג). משקל האצבע של הזן גל היה דומה לזה של גרנד ניין, 153.1 גרם (טבלה 2, איור 1ו').



איור 1. נתוני צימוח, פריחה ויבול, בזנים השונים

טבלה 3: התפלגות הפריחות בזנים השונים, אחוז מצטבר.

עדי	זליג	גל	גרנד ניין	מועד פריחה
4.5%	2.0%	0.7%	3.1%	ינו-31
8.4%	5.3%	3.6%	9.2%	פבר-28
11.0%	7.3%	6.5%	11.5%	מרץ-31
18.2%	11.9%	13.0%	15.3%	מאי-31
22.1%	15.2%	17.4%	19.8%	יוני-15
25.3%	17.9%	21.0%	22.9%	יוני-30
27.9%	20.5%	23.9%	27.5%	יולי-10
31.2%	29.8%	32.6%	35.1%	יולי-20
38.3%	37.1%	44.2%	45.8%	יולי-31
44.8%	49.0%	58.0%	53.4%	אוג-10
63.0%	61.6%	71.0%	69.5%	אוג-20
67.5%	68.2%	73.2%	71.8%	אוג-31
74.7%	72.8%	74.6%	78.6%	ספט-10
78.6%	76.8%	80.4%	84.7%	ספט-20
80.5%	82.1%	82.6%	86.3%	ספט-30
91.6%	90.7%	90.6%	95.4%	אוק-31
98.1%	98.0%	99.3%	100.0%	נוב-30
100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	דצמ-31

טבלה 4: התפלגות הפריחות בזנים השונים, מספר פריחות למועד פריחה.

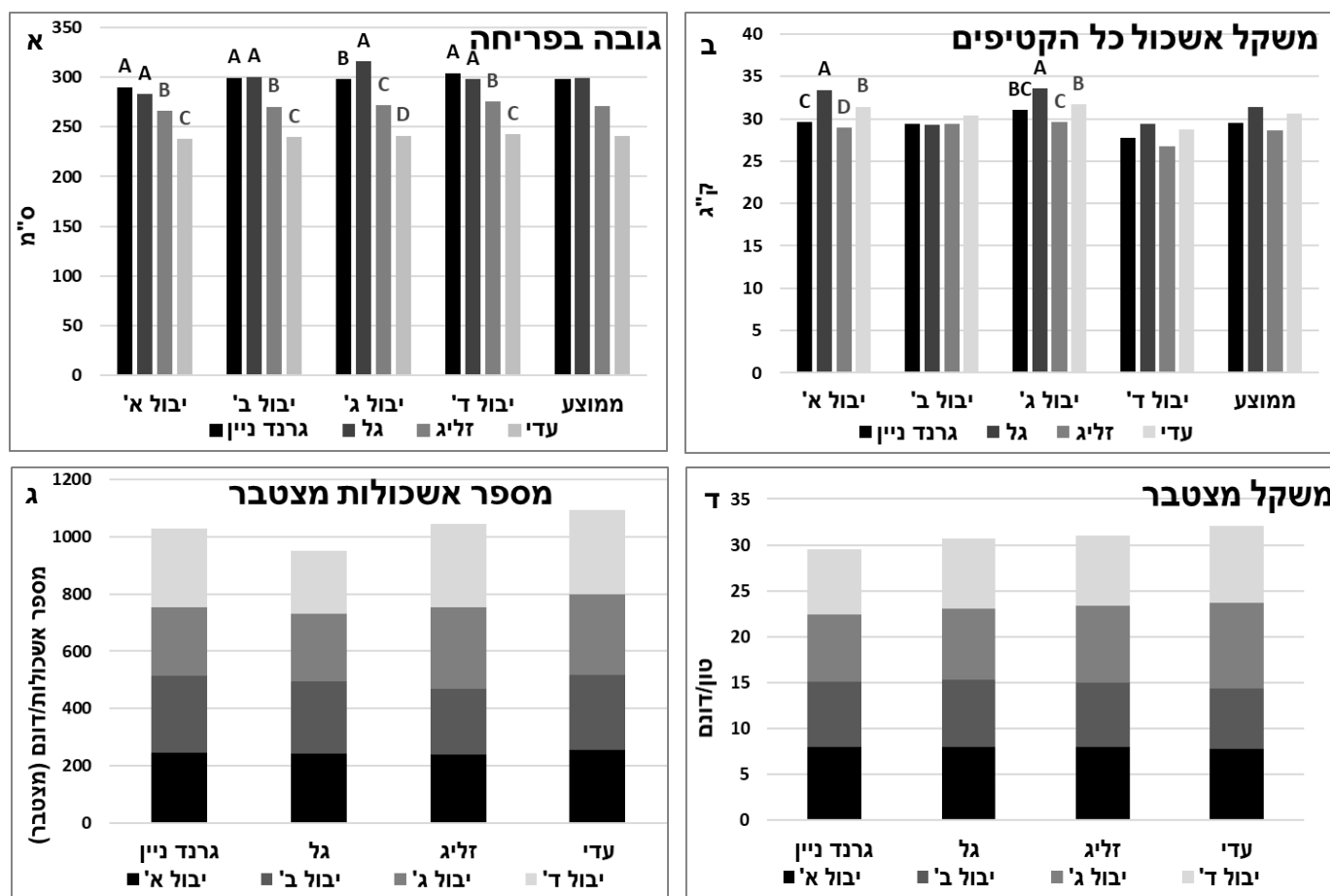
עדי	זליג	גל	גרנד ניין	התפלגות פריחות, מספרית
7	3	1	4	ינו-31
6	5	4	8	פבר-28
4	3	4	3	מרץ-31
11	7	9	5	מאי-31
6	5	6	6	יוני-15
5	4	5	4	יוני-30
4	4	4	6	יולי-10
5	14	12	10	יולי-20
11	11	16	14	יולי-31
10	18	19	10	אוג-10
28	19	18	21	אוג-20
7	10	3	3	אוג-31
11	7	2	9	ספט-10
6	6	8	8	ספט-20
3	8	3	2	ספט-30
17	13	11	12	אוק-31
10	11	12	6	נוב-30
3	3	1		דצמ-31

סיכום רב שנתי של תוצאות הניסוי (יבולים א'-ד')

הזנים עדי וזליג היו נמוכים משמעותית בכל ארבעת מחזורי היבול מהזן המשקי. הזן עדי היה נמוך במוצע ב-27 ס"מ, והזן עדי היה נמוך במיוחד, ב-58 ס"מ ביחס לגרנד ניין. בזן גל נמצאה מגמה מעורבת בשנים השונות, אולם במוצע הרב-שנתי גובהו דומה לזה של הזן המשקי (טבלה 1 ואיור 2א'). היקף הגזעול הממוצע הרב-שנתי בזנים גל ועדי היה דומה לזה של הגרנד ניין, בעוד שזליג מסתמן כזן 'רזה', בעל היקף גזעול ממוצע קטן ב-2.7 ס"מ ביחס לזן המשקי (טבלה 1).

במועדי הפריחה והקטיפה לא נמצאה מגמה של הקדמה בזנים הנמוכים ביחס לגרנד ניין. הזן גל איחר לפרוח ב-6 ימים, ולהיקטף ב-14 יום, ככל הנראה עקב מוצאו, מהזן זיו, שמשתייך לקבוצת הזנים "קוונדיש ענק". בכל ארבעת היבולים משקל האשכול בזנים גל ועדי היה זהה או גבוה יותר מזה של גרנד ניין. הממוצע הרב-שנתי של משקל האשכול בזנים גל ועדי היה 31.4 ק"ג ו-30.6 ק"ג, בהתאמה, גבוה ב-1.9 ק"ג ו-1.1 ק"ג ביחס לאשכולות הגרנד ניין. משקל האשכול הממוצע בזן זליג היה נמוך מעט בכל השנים ביחס לזן המשקי, ובממוצע הרב-שנתי נמצא פחיתה של 0.8 ק"ג (טבלה 1 ואיור 2ב'). נמצאה מגמה לנחיתות במשקל האצבע בזן עדי, עם פחיתה רב-שנתית ממוצעת של 8.3 גרם (5%). בזן זליג נמצאה פחיתה שולית בשיעור 2.6 גרם (1.5%) במשקל האצבע, ובזן גל נמצאה תוספת קלה של 5.6 גרם (3.5%).

מספר הפריחות הממוצע הרב-שנתי, וכתוצאה מכך מספר האשכולות הקטופים, היה גבוה יותר בכל הזנים הנבחרים ביחס לגרנד ניין. בזנים עדי וזליג נמצאה תוספת של 24 (10%) אשכולות לדונם לעונה. מספר האשכולות הקטופים בזן גל היה דומה לזה של הזן המשקי, 248 ו-245, בהתאמה (טבלה 1 ואיור 2ג'). המכפלה של מספר האשכולות הקטופים במשקלם, נותנת את היבול המצטבר השקול בפועל בחלקה. היבול המצטבר הרב-שנתי בשלושת הזנים הנבחרים גבוה מזה של גרנד ניין (29,481 ק"ג יבול מצטבר לדונם). היבול המצטבר הגבוה ביותר נשקל בזן עדי, עם יבול מצטבר של 32,094 ק"ג לדונם, תוספת של 2613 ק"ג לדונם (8.8%) ביחס לגרנד ניין, ולאחריו זליג, עם תוספת של 1,480 ק"ג (5.0%), וגל, עם תוספת של 1240 ק"ג (4.2%) (טבלה 1 ואיור 2ד').



איור 2. נתונים רב-שנתיים, יבולים א'-ד'. 2א'. גובה בפריחה. 2ב'. משקל אשכול (כל הקטיפים). 2ג'. מספר אשכולות קטופים (מצטבר). 2ד'. משקל (מצטבר).

דיון

הניסוי הסתיים לאחר איסוף נתוני יבול א'-ד'. הקלונים של הזנים זליג ועדי שנבחנו במסגרת המחקר, היו לאורך כל שנות המחקר נמוכים משמעותית מהגרנד ניין. ראוי לציון הזן עדי, שבמוצע רב-שנתי היה נמוך ב-58 ס"מ ביחס לזן המשקי. הקלון של הזן גל שנבחן בניסוי היה דומה בגובהו לזה של הגרנד ניין. הדבר נובע, ככל הנראה, מתהליך הסלקציה שהזן עבר מאז שהתגלה, בשנת 1977. הפרמטר המרכזי בתהליך הסלקציות היה משקל האשכול, וכך, עם השנים, הזן גל הלך ואיבד את תכונת הקומה הנמוכה, כך שהקלון שנבחן בניסוי זה הינו בעל אשכול כבד, אבל לא נמוך. הניסוי התבצע בחלקה של קיבוץ כנרת, שמשטר הדילול שלו הוא הרצת המטע, וקבלת מספר רב של פריחות, באמצעות שתילי חליפים. במשטר דילול זה, יש יתרון לזנים זריזים, הפורחים מוקדם, ובכך מאפשרים קבלה של שתילים חליפים. בזנים זליג ועדי נמצאה תוספת משמעותית של פריחות, ואשכולות קטופים ליחידת שטח, במיוחד ביבולים ג' ו-ד', בהשוואה לגרנד ניין, אולם לפחות בנוגע לזן עדי הסיבה אינה ככל הנראה זריזות. ביבול א' נמצא פיגור במועד הפריחה בזן זה, וגם בשנים הבאות, התוספת במשקל הפריחות והאשכולות נמצאה במועדי פריחה שונים, המאפיינים הן את דור האימהות, והן את דור שתילי הביניים. כך שייתכן שהתוספת במספר האשכולות שנמצאה בזנים אלה נובעת מממדיהם הצנועים (גובה ושטח עלה), שאיפשר למדלל להגדיל את מספר האימהות ושתילי הביניים בבית ביחס לזנים הגדולים יותר. השילוב של תוספת משמעותית במספר האשכולות הקטופים, ותוספת במשקל האשכול, הביא לכך שהיבול המצטבר ביבולים א'-ד' בחלקה בזן עדי היה גבוה ב-2.6 טון לדונם ביחס לזן המשקי. בזנים האחרים נרשמה גם כן תוספת יבול, אולם היא הייתה צנועה יותר: בזן זליג 1.5 טון לדונם, ובזן גל 1.2 טון לדונם. אשכולות הזן גל היו הכבדים ביותר, אולם תוספת האשכולות הקטופים ביחס לזן המשקי הייתה קטנה יחסית, ואילו בזן זליג נמצאה תוספת משמעותית יותר במספר האשכולות הקטופים, אולם משקל האשכול היה נמוך מעט מזה של הזן המשקי. באורך האצבע, נמצאה נחיתות קלה לזנים הנמוכים ביחס לזן המשקי. אורך הוא מרכיב מרכזי באיכות הפרי, ויש לו השפעה ניכרת על התמורה למגדל, ולכן הגדלת האצבע בזנים אלה נדרשת, הן באמצעות הקפדה על הסרת כפות, והן באמצעות ביצוע סלקציות לצורך פיתוח קלונים בעלי אצבע ארוכה יותר.

לסיכום, לאחר איסוף נתוני ארבעה יבולים, נמצאה תוספת יבול משמעותית לקלון 9108 של הזן הנמוך עדי ביחס לגרנד ניין. השילוב של התוספת ביבול, ופוטנציאל לחסכון משמעותי בהוצאות עבודה ומבנה בית הרשת, ובמנות ההשקיה (עקב שטח עלים מופחת), הופכים את הזנים הנמוכים לאטרקטיביים, ובהחלט מומלץ למשקים להכנס לבחינה של הזנים הנמוכים עדי וזליג בחלקות.

תודות: לאלכס קפלן וצוות המטע של קיבוץ כנרת על שיתוף הפעולה בניסוי.

בחנינת רשתות רפלקטיבית לאורכי גל בתחום ה-Near Infrared

(תל-קציר, שתילת אביב 2020)

רקע ותיאור הבעיה

הבננות מקורן באזורים טרופיים, ולפיכך היא מותאמת לחיים בתנאים האקלימיים השוררים באזורים אלה. השילוב של תנאים סביבתיים טובים, מאפשר גידול והנבה אופטימאליים. בארץ בכלל, ובעמק הירדן בפרט, שוררים תנאים תת-אופטימאליים להתפתחות הבננה בחודשי הקיץ. כך, בעמק הירדן, שילוב של טמפ' גבוהה, הנושקת לעיתים קרובות ל-40 מ"צ מלמטה ולמעלה, עם לחות נמוכה יחסית, פוגעים בהתפתחות הצמחים, בתהליכי יצירת והתפתחות האשכול, וכתוצאה מכך לפחיתה ביבול.

התנאים הסביבתיים השוררים בקיץ בעמק הירדן פוגעים באופן מיוחד ביבול א' של שתילות אביב, מכיוון שההתמיינות לפריחה מתרחשת בד"כ ביולי-אוגוסט. האשכולות המתקבלים ביבול א' בעמק הירדן קלים במספר ק"ג ביחס לאשכולות המתקבלים באזורי החוף, כנראה עקב נחיתות בתנאים הסביבתיים: טמפרטורת האוויר הגבוהה יותר, והלחות הנמוכה יותר.

בשנים האחרונות ניתן דגש רב במערכת המחקר של ענף הבננה על סוגי רשתות בעלות תכונות פיזיקליות ייחודיות, במטרה לשפר את המיקרואקלים בבית הרשת, לצורך העלאת היבול וחסכון במים, למשל רשתות תרמיות בצבעים שונים, ורשתות פנינה באחוזי הצללה שונים.

רשת רפלקטיבית ל-NIR היא רשת עם תוסף TiO_2 , שעברה מודיפיקציה, וחוסמת כניסת אור Near Infrared, שהינו קרינה באורכי גל בטווח של 750-2,500 nm, התורמים להעלאת האנרגיה (וחימום) המטע, אולם לא אפקטיביים לביצוע פוטוסינתזה. ביריעות פלסטיק בהן שולב התוסף, נמצאה הפחתה של 6 מ"צ בטמפ' המקסימום במהלך הקיץ בחממת עגבניות, ותוספת משמעותית ביבול.

הרשתות הרפלקטיביות ל-NIR, באחוזי הצללה 22%-ו-30%, יוצרו במיוחד לצורך המחקר ע"י חברת גניגר.

מטרת העבודה

בחנינה בתנאי עמק הירדן של רמת הביצועים החקלאיים של צמחי הבננה תחת רשתות רפלקטיביות לקרינת NIR.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת ומבנה התצפית: חלקת הניסוי נשתלה ב-17.4.2020 בחלקה 58 של תל-קציר, קרקע בתולה, במתכונת תצפית. בשטח התצפית נפרשו שלושה סוגי רשתות, בסמוך זו לזו: NIR22%, NIR30%, והרשת המשקית, קריסטל-לנו 10% הצללה. ממדי כל רשת: 50 x 48 מטר, שטח כולל: 2.4 דונם.

מרווח הנטיעה הוא 4*2.7 מ' (10.8 מ"ר לבית), 92.5 בתים לדונם, שלשות, סה"כ 278 צמחים לדונם. המדידות מתבצעות על צמחים בשתי השורות האמצעיות בכל סוג רשת, 20 בתים נמדדים, סה"כ 60 צמחים נמדדים בכל

אחד מהטיפולים. ההשקיה מבוצעת באמצעות 3 שלוחות לשורה, טפטפות 1.6 ל"ש במרווח 40 ס"מ. ממשק הגידול הוא כמקובל בתל-קציר.

איסוף הנתונים וניתוח התוצאות: המעקב בניסוי כולל תכונות ווגטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יכול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויכול מצטבר לדונם).

השנה נרכש ע"י מו"פ צפון מכשיר למדידת חילוף גזים. המכשיר, של חברת LICOR מדגם Li 6800 מאפשר מדידה מהירה של חילוף הגזים בשדה תוך שמירה על התנאים סביבתיים בתוך תא המדידה קרוב ככל האפשר למציאות בשדה. חילוף גזים בין האטמוספירה לבין עלי הצמחים מוגדר כקיבוע פחמן דו חמצני מהאטמוספירה אל תוך הצמח ליצירת פחמימות (פוטוסינתזה) ואובדן אדי מים מהעלה לאטמוספירה (טרנספירציה או צריכת המים של הצמח). המדידה מתבצעת בעלה כאשר הוא מחובר לצמח בתא מדידה עם שטח של 9 סנטימטר רבוע ונמשכת בערך דקה. החלק העליון של תא המדידה שקוף כך שפיסת העלה הכלואה בתוכו חשופה לאור השמש הקיים באותו רגע ללא שינוי משמעותי. הטמפרטורה והלחות היחסית בתוך תא המדידה נקבעים ע"י המשתמש כך שייצגו את התנאים המטאורולוגיים בשדה. המדידות שמתבצעות כוללות קצב קיבוע פחמן דו חמצני (פוטוסינתזה), קצב איבוד המים (טרנספירציה), טמפרטורת העלה ושטף הקרינה הפוטוסינתטית הנופלת על העלה (PPFD). במדידה המוצגת שנערכה ב-20.07.2020 התבצעו 3 סבבי מדידה. נמדדו 6 צמחים מכל טיפול (רשת פנינה 23%, רשת קריסטל 10% ורשת פנינה 30% סה"כ 18 צמחים) עלה אחד מכל צמח. נבחרו עלים פעילים (עלה 3 עד 6) שפנו בשעת המדידה ישירות אל השמש ונעשה מאמץ לא לשנות את הזווית בה הם פונים אל השמש על מנת לאפשר מדידה תחת קרינה מייצגת. הצמחים שנמדדו הם חלק מאוכלוסיית הצמחים שבמעקב רציף בתצפית ולגביהם מוצגים נתוני צימוח. סבבי המדידה החלו ב-9:00, 11:00 ו-13:00 ונמשכו כחצי שעה.

מדידת הקרינה תחת הרשתות השונות נעשתה בצהרי היום (בין 11:00 ל-12:00) של ימים בהירים, באמצעות מד קוואנטום של חברת LI-COR, המודד את הקרינה הפוטו אקטיבית (PAR), בה נעשה שימוש בתהליך הפוטוסינתזה. בכל אחד ממועדי המדידה בוצעו 6 מדידות תחת כל סוג רשת. אחוז ההצללה חושב על ידי חלוקת רמת הקרינה תחת כל סוג רשת, ברמת הקרינה בשטח פתוח.

מדידת טמפ' האויר נעשתה באמצעות הובואים של חברת Onset, דגם HOBO-Pendant MX2201. ההובואים, שניים בכל סוג רשת, הוצבו בגובה 2 מטר מפני הקרקע, מוגנים ע"י סוכה מטאורולוגית תקנית. בכל דקה נלקח נתון טמפ', אולם הנתון שמשמש לחישוב הנתונים הוא ממוצע 10 דקות.

הצילום מהאוויר שמוצג בדיווח על הניסוי נעשה בעזרת רחפן מסוג: Dji Mavic Air. הצילומים הינם בפורמט סטילס MP12, מגובה 80-100 מטר.

תוצאות ביניים

הניסוי נשתל באפריל 2000, ולכן הנתונים המוצגים מייצגים תקופה בת 4 חודשים.

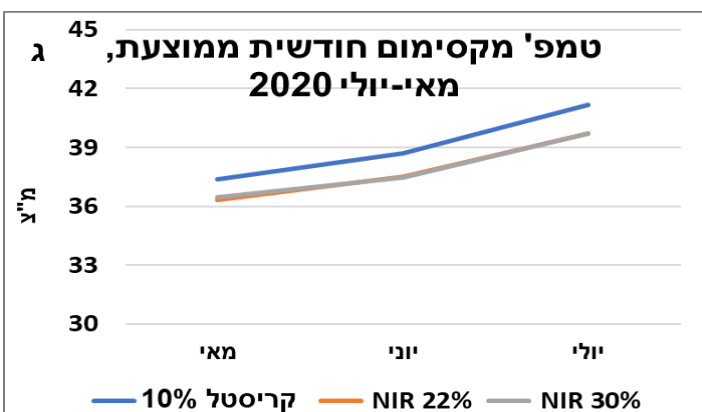
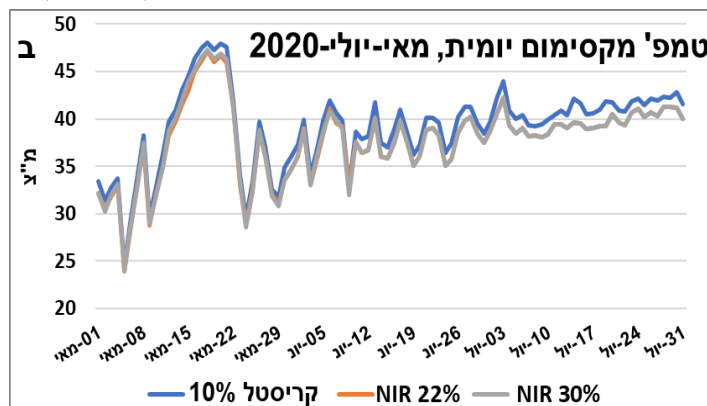
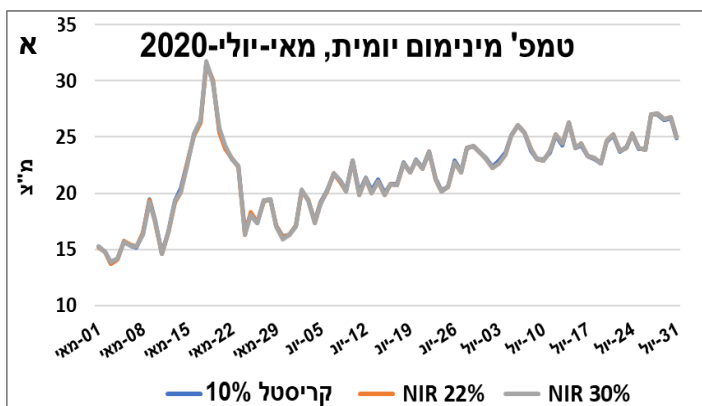
התוצאות המלאות יובאו בחוברת הסיכום של עונת 2020/21.

רמת ההצללה וטמפרטורת האויר תחת הרשתות השונות

תמונה 1: צילום מרחפן של חלקת הניסוי. התמונה צולמה ב-2.9.2020. הרשתות הפרושות בחלקה: בצד שמאל: NIR 22%, במרכז: קריסטל 10%, בצד ימין: NIR 30%.



טמפרטורת אויר תחת הרשתות השונות: טמפ' האויר בגובה 2 מטר נמדדה באופן רציף מייד לאחר השתילה. בעוד שבטמפ' המינימום היומית לא נמצאו הבדלים בין הרשתות השונות, בטמפ' המקסימום היומית נמצאה הפחתה משמעותית בטמפ' האויר תחת רשתות ה-NIR, ביחס לרשת הקריסטל 10%, בחודשים השונים (איור 1א', 1ב'). כך, טמפ' האויר המקסימלית הממוצעת בחודשים מאי, יוני ויולי הייתה נמוכה תחת רשתות ה-NIR ב-1 מ"צ, 1.2 מ"צ, ו-1.4 מ"צ, בהתאמה, ביחס לרשת המשקית (איור 1ג').

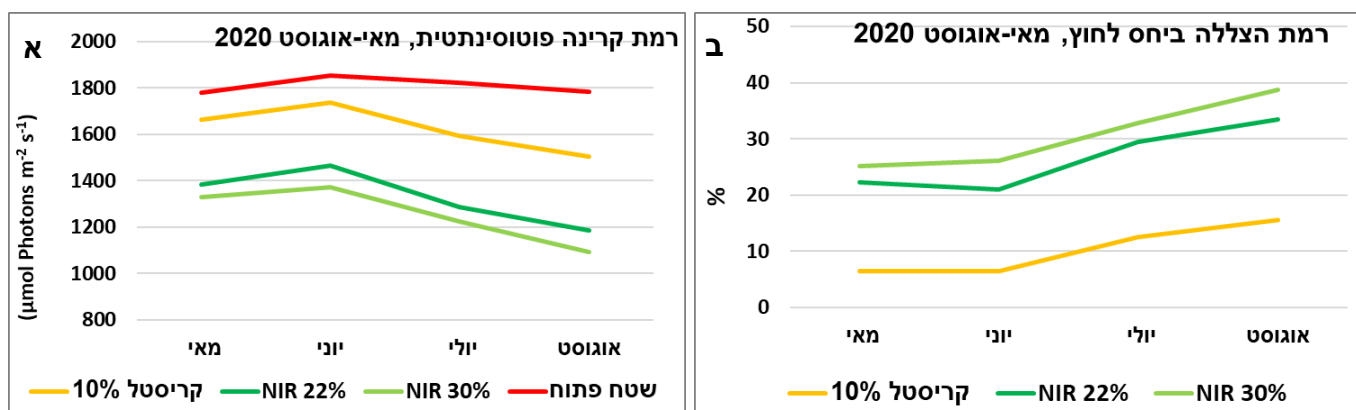


איור 1. טמפ' מינימום ומקסימום תחת הרשתות השונות בגובה שני מטר.

1א. טמפ' מינימום יומית. 1ב. טמפ' מקסימום יומית. 1ג. טמפ' מקסימום חודשית ממוצעת. התוצאות המוצגות הן ממוצע של שתי מדידות תחת כל סוג רשת.

רמת ההצללה והקרינה הפוטוסינתטית תחת הרשתות השונות

רמת הקרינה הפוטוסינתטית (PAR) תחת הרשתות השונות נמדדה מידי חודש, לאחר שתילת החלקה. רמת הקרינה הפוטוסינתטית בשטח הפתוח הייתה דומה בכל אחד מחודשי המדידה, אולם תחת הרשתות השונות היא הלכה וירדה במהלך תקופת המדידות, עקב הצטברות האבק (איור 2א'), ורמת ההצללה ביחס לחוץ עלתה. כך, רמת ההצללה שנמדדה במאי, זמן קצר לאחר פרישת הרשתות, הייתה 7.5% (קריסטל 10% הצללה), 22% (NIR 22% הצללה), ו-25% (NIR 30% הצללה), וכצפוי, בעקבות הצטברות אבק, עלתה בתחילת אוגוסט ל-16%, 33% ו-39%, בהתאמה (איור 2ב').



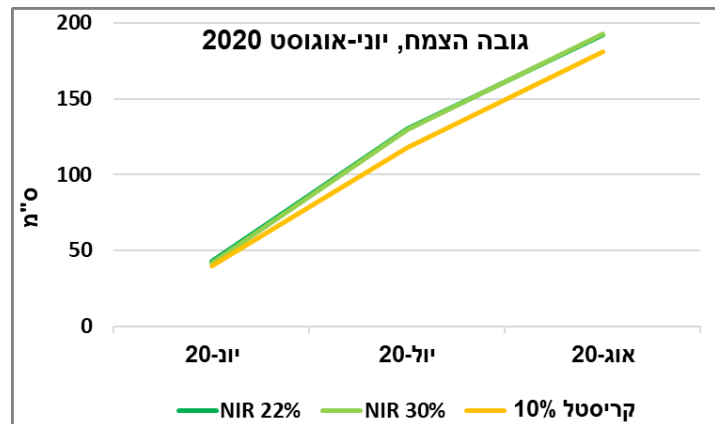
איור 2. רמת הקרינה הפוטוסינתטית (PAR) ורמת ההצללה ביחס לחוץ, תחת הרשתות השונות.

2א'. רמת הקרינה הפוטוסינתטית (PAR): הקרינה כפי שנמדדה באמצעות רגש קונטום Licor 190 שהוצב בקצה מוט בגובה 4 מטר. התוצאות מבוססות על 6 מדידות תחת כל סוג רשת. 2ב'. רמת ההצללה ביחס לחוץ: הנתונים מוצגים כאחוז מהקריאה בשטח הפתוח.

מדידות פיזיולוגיות

גובה הצמח

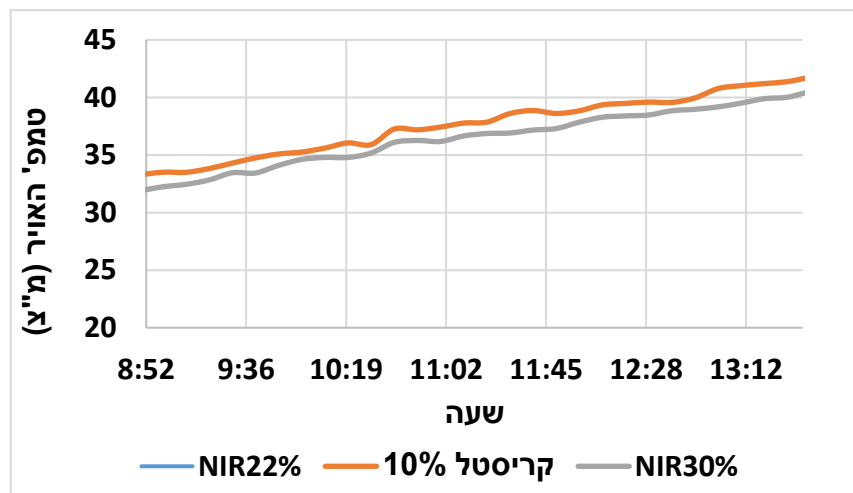
החלקה נשתלה באפריל 2020, וגובה הצמחים נמדד בתחילת כל חודש. כבר ביולי, חודשיים וחצי לאחר השתילה, החל להפתח פער משמעותי, בן 12 ס"מ, לטובת הצמחים הגדלים תחת רשתות ה-NIR, שנשמר גם במדידות אוגוסט (איור 3). יש לציין שההתרשמות היוזואלית היא שגם היקף הגזעול תחת רשתות אלה גדול יותר ביחס לרשת הביקורת, כך שנראה שהצמחים תחת רשתות ה-NIR חסונים יותר מאלה שגדלים תחת הרשת המשקית.



איור 3. גובה הצמח תחת הרשות השונות. מספר צמחים נמדדים לטיפול: 18. המדידות התבצעו בתחילת כל חודש.

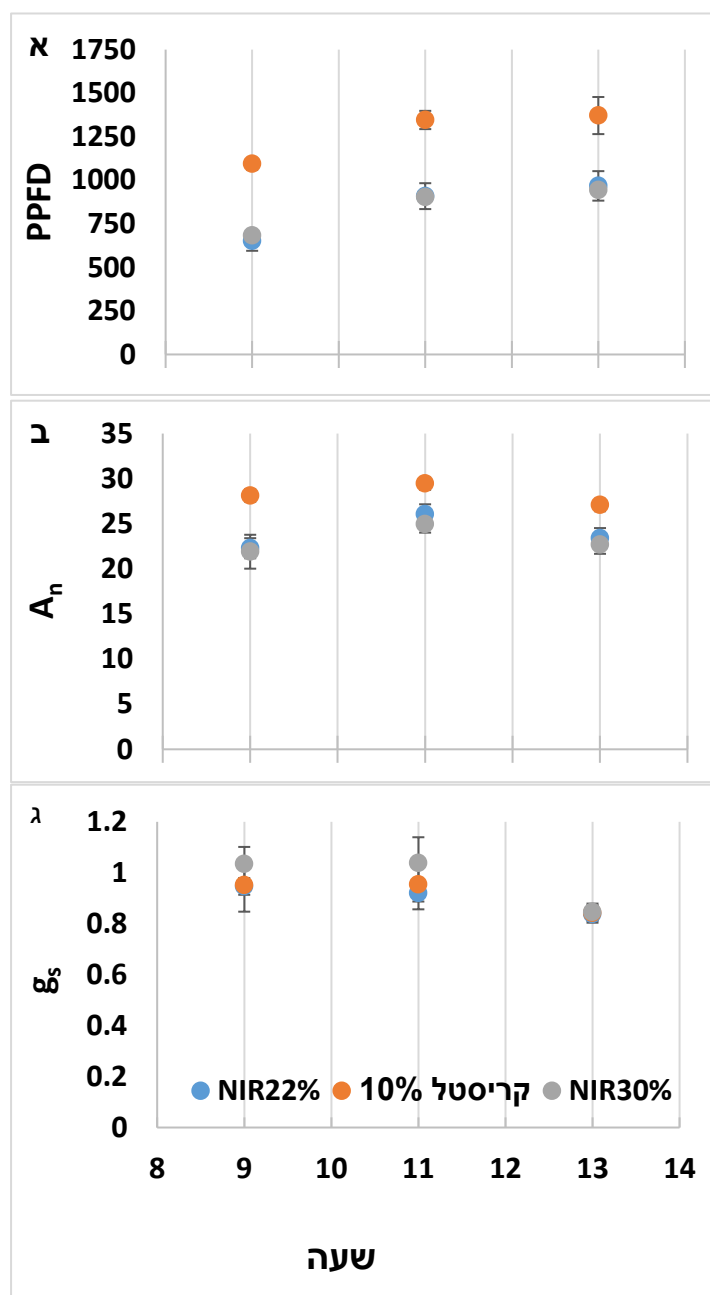
מדידות פיזיולוגיות: חילוף גזים

השפעת סוג הרשת על טמפרטורת האוויר בשעות המדידה כפי שנמדדה באמצעות חיישני HOBO מוצגת באיור 4. טמפרטורת האוויר בצל תחת רשתות ה-NIR הייתה נמוכה ב-1.2 מעלות צלזיוס במוצא משעה 9:00 עד שעה 13:30 לעומת האוויר תחת רשת הקריסטל 10%.



איור 4. טמפרטורת האוויר בשעות המדידה ב-20.07.20.

מדידות חילוף הגזים מוצגות באיור 5. הגרף העליון (א) מתאר את שטף הקרינה הפוטוסינטטית הנופל על העלה במשך זמן המדידה (PPFD במיקרומול פוטונים למטר מרובע לשנייה). שטף הקרינה תחת רשתות ה-NIR נמוך ב-30% עד 40% יחסית לקרינה תחת רשת הקריסטל 10%. ערך הפוטוסינטזה (A_n) במיקרומול פחמן דו חמצני למטר מרובע עלה לשנייה) תחת רשת הקריסטל היה גבוה יותר ב-17% עד 22% מאשר ברשתות ה-NIR (גרף ב). מוליכות הפיוניות לאדי מים (g_s במילימול מים למטר מרובע עלה לשנייה) מוצגת בגרף ג. התוצאות מראות שמוליכות הפיוניות גבוהה מאד תחת כל הרשתות לאורך כל שעות המדידה. בשעות הבוקר מוליכות הפיוניות מעט גבוהה יותר תחת רשת ה-NIR 30%.



איור 5. א'. שטף הקרינה הפוטוסינטטית בעת המדידה; **ב'.** קצב פוטוסינטזה; **ג'.** מוליכות הפיוניות לאדי מים. כל נקודה מייצגת ממוצע וסטיית תקן של 6 עלים שונים מ-6 צמחים שונים באוכלוסיה הנמדדת בתצפית.

השפעת סוג הרשת נבחנה בניסוי במתכונת של תצפית, כך שאין ביכולתנו לקבוע בודאות כי סוג הרשת הוא הגורם המשפיע על ההבדלים בתוצאות חילוף הגזים ויתכן שהסיבה להבדלים קשורה לגורם אחר. יחד עם זאת שטף הקרינה הפוטוסינטטית בשעת המדידה (איור 5א') מתאים לתכונות הרשת, ורשתות ה-NIR מקטינות את שטף הקרינה הנופלת על העלה לעומת רשת הקריסטל פחות או יותר בהתאם לאחוזי ההצללה המוגדרים ע"י היצרן. שטף הקרינה הוא הגורם המניע את תהליך הפוטוסינטזה ובהעדר הבדל משמעותי במוליכות הפיוניות (איור 5ג') התוצאות שמראות קצב פוטוסינטזה מוגבר תחת רשת הקריסטל לעומת רשתות ה-NIR נראות הגיוניות (איור 5ב'). מוליכות הפיוניות גבוהה מאד תחת כל הרשתות מעידה על משק מים תקין גם בשעות הצהריים כאשר הטמפרטורות גבוהות (איור 4).

דיון

מטרת המחקר היא בחינת רשתות בעלות תכונות פיזיקליות יחודיות, במטרה ליצור מיקרו אקלים משופר בחלקה, לצורך העלאת היבול וחסכון במנות ההשקיה. במסגרת המחקר נבחנו רשתות רפלקטיביות ל-NIR, שהן בעלת פוטנציאל לקירור המטע, בשני אחוזי הצללה, 22%, ו-30%. החלקה נשתלה באפריל 2020. כבר אחרי 4 חודשי גידול, ניכרים הבדלים בחלקה: הצמחים תחת רשתות ה-NIR גבוהים וחסונים יותר ביחס לצמחים שגדלים תחת הרשת המשקית. שני גורמים סביבתיים שונים תחת רשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית: רמת הקרינה נמוכה במידה ניכרת, ובטמפ' המקסימום נמצאה ירידה של כ-1.5 מ"צ, כך שסביר להניח שהשינוי באחד מגורמים אלה, או השילוב ביניהם, אחראי לגידול המשופר של הצמחים תחת רשתות אלה. ההתמיינות לפריחה התרחשה להערכתנו במהלך חודש יולי, ואנחנו מקווים שהפחתת עומס החום ו/או הקרינה בתקופה זו תביא לתוספת במשקל האשכול.

תודות

תודה לגילי שיריון ולצוות של קיבוץ תל-קציר על אירוח הניסוי, ושיתוף הפעולה הלבבי. תודה לד"ר אור שפירא שביצע את המדידות הפיזיולוגיות בעזרת מכשיר ה-LICOR, ואף סיכם את העבודה במסגרת הדיווח על הניסוי.

גידול במצע מנותק

(צמח, שתילת אביב, 2017)

רקע ותיאור הבעיה

אחד הפתרונות המקובלים כיום בעולם להתמודדות עם "מחלת פנמה" הוא מעבר לגידול באזורים בהם הקרקע נקייה מגורם המחלה. אופציה כזאת לא קיימת באזורי הגידול המסורתיים בישראל, עקב מחסור בקרקעות. גידול במצע מנותק הוא ממשק מקובל בבתי צמיחה בהם מגדלים ירקות ופרחים, ומאפשר שליטה טובה בהנגשת הדישון וההשקיה למערכת השורשים, חיטויי קרקע יעילים, וקבלת יכולים כבדים במועדי שיווק הרצויים. מעבר לגידול בננות במצע מנותק הוא אסטרטגיה שעשויה לאפשר המשך גידול באזורי הבננה בארץ, גם במקרה של אילוח נרחב של הקרקע בחלקות הקיימות. מערכת השורשים של הבננה שטחית, ומרוכזת בעומק 0-30 ס"מ, כך שגידול, וקבלת תוצאות איכותיות בערוגות רדודות, אפשרי. במהלך התוכנית יפותח פרוטוקול גידול, ותוערך הכלכליות, של צורת גידול זו.

מטרת התוכנית

פיתוח פרוטוקול גידול במצע מנותק של בננות, לצורך גידול במצע נקי מגורמי מחלה, שליטה משופרת במועדי הקטיפה, והעלאת היבול.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: הניסוי ממוקם בחוות צמח, במתחם ניסויי המכלים, תחת רשת קריסטל 10%.

מבנה הניסוי: בשטח הניסוי הוצבו שלוש ערוגות עשויות פוליאתילן (יצרן: מפל), אורך כל ערוגה 20 מטר. ממדי הערוגות (רוחב*עומק): 20X100 ס"מ. כל ערוגה חולקה לשתי יחידות באורך 10 מטר, שמולאו בטוף 0-8 מ"מ (יצרן: מרום גולן). שתילי גרנד-ניין נשתלו בשלושה מועדי שתילה: 16.4.18, 18.6.18, ו-15.8.18 בשתילות אפריל ואוגוסט מקור השתילים הוא משתלות ראש הנקרה, ואילו בשתילות יוני נשתלו פלאגים שמקורם במשתלות גינוסר. בכל מועד שתילה, נבחנו שני מרווחי שתילה: 0.8 מטר ו-1 מטר. השקיה: שתי שלוחות, טפטפת 1.6 ליטר לשעה, מרווחים: 40 ס"מ, 6-10 פולסים יומיים, 1-5 ליטר לצמח לפולס, כתלות בתנאים האקלימיים ובמצב התפתחות הצמח. דישון: גופר 5-2-5 (+3, מכיל מיקרואלמנטים), לפי 60-100 ppm חנקן.

איסוף וניתוח הנתונים: הניסוי נערך במבנה של תצפית בכל אחד ממועדי השתילה. בשלב א' התבצעה השוואה בין סוגי מצע וממדי ערוגה שונים. בשלב ב' התבצעה השוואה בין מרווח ה-0.8 מטר למרווח ה-1 מטר, בשלושה מועדי שתילה: אפריל, יוני ואוגוסט. התכונות הנמדדות הן גובה הצמח והקף גזעול בפריחה, מועד פריחה וקטיפה, מספר כפות ומשקל האשכול.

התוצאות מנותחות במבחן t באמצעות תוכנת JMP.

תוצאות

סיכום תמציתי של תוצאות שלב א'-עונת 2017-18 - סוגי מצע וממדי ערוגה שונים.

טבלה 1. תכונות הצימוח, פריחה, והיבול בטיפולים השונים (יבול א', עונת 2017-18)

מצעים מנותקים					
מובהקות	טוף 40*30	פרלייט 40*30	טוף 100*20	פרלייט 100*20	2017-18, יבול א'
0.0007	02/10/2017ab	10/10/2017a	23/09/2017b	01/10/2017ab	תאריך פריחה ממוצע
0.0047	8.63b	8.14b	9.70a	9.0ab	מספר כפות באשכול
<.0001	192b	190b	232a	226a	גובה בפריחה, ס"מ
<.0001	45.4b	44.0b	53.5a	55.1a	היקף גזעול 1 מטר, ס"מ
<.0001	14.8b	14.0b	21.9a	20.3a	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
	100	100	100	100	% האשכולות שנקטפו
ל.מ.	05/04/2018	04/04/2018	02/04/2018	09/04/2018	תאריך קטיף ממוצע

בשלב א' נבחנו שני פרמטרים: ממדי הערוגה, וסוג המצע. נמצא שלממדי הערוגה השפעה חזקה מאד על ביצועי הבננה. הצימוח והיבול בערוגה הרדודה והרחבה (100*20), היו חזקים בהרבה בהשוואה לצימוח והיבול בערוגה העמוקה והצרה (40*30). תוצאה זו נובעת, ככל הנראה, מהתאמת מערכת השורשים של הבננה, שהיא מסועפת ורדודה, לערוגה הרדודה והרחבה. בנוגע לפרמטר השני, סוג המצע, התקבלה מגמה, אם כי לא מובהקת, בשני סוגי הערוגות, של התפתחות טובה יותר במצע הטוף, ככל הנראה בזכות קיבול מים ודשן משופרים בהשוואה למצע הפרלייט. לכן, לשלב ב' של הניסוי, נבחרו מצע טוף, בערוגה הרדודה והרחבה.

סיכום תוצאות שלב ב'-עונת 2019-20- מרווחי ומועדי שתילה.

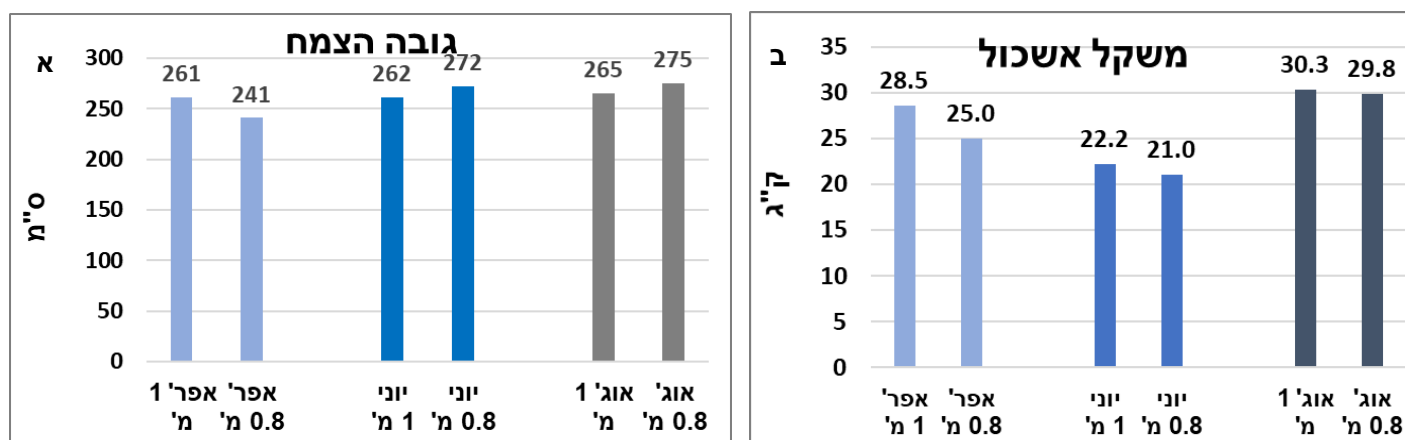
טבלה 2. תכונות הצימוח, פריחה, והיבול במועדי מרווחי השתילה השונים: שתילת אפריל, יוני, אוגוסט, מרווחים 0.8 ו-1 מטר, עונת 2019-20. מספר אשכולות שקולים (בכל אחד מהמרווחים): שתילת אפריל-16, שתילת יוני-23, שתילת אוגוסט-21. ניתוח הנתונים בוצע בנפרד לכל מועד שתילה. הנתונים המוצגים הם עבור יבול ב' במועד שתילה אפריל, ויבול א' במועדי שתילת יוני ואפריל.

מצעים מנותקים, מרווחי ומועדי שתילה									
שתילת אפריל 2018 (יבול ב')			שתילת יוני 2018 (יבול א')			שתילת אוגוסט 2018 (יבול א')			2019/20
מרווח שתילה 1 מטר	מרווח שתילה 0.8 מטר	מובהקות	מרווח שתילה 1 מטר	מרווח שתילה 0.8 מטר	מובהקות	מרווח שתילה 1 מטר	מרווח שתילה 0.8 מטר	מובהקות	
261A	241B	0.0557	262	272	ל.מ.	265	275	ל.מ.	גובה בפריחה, ס"מ
66A	58.8B	0.0175	63.4	65.3	ל.מ.	61.1	61.3	ל.מ.	היקף גזעול, ס"מ
03/08/19B	20/08/19A	0.0054	05/08/19	17/07/19	ל.מ.	16/08/19	25/07/19	ל.מ.	תאריך פריחה ממוצע
94	95	ל.מ.	111	122	ל.מ.	103	93	ל.מ.	ימים מפריחה לקטיף
05/11/19B	23/11/19A	0.0130	24/11/19	16/11/19	ל.מ.	27/11/19	26/10/19	ל.מ.	תאריך קטיף ממוצע
10.7	9.88	ל.מ.	10.1	9.75	ל.מ.				מספר כפות
28.5	25.0	ל.מ.	22.2	21.0	ל.מ.	30.3	29.8	ל.מ.	משקל אשכול, ק"ג

לאחר שבשלב א' של הניסוי בחנו ממדי ערוגה וסוגי מצעים שונים, ובחרנו בערוגה בממדי 20*100 ס"מ, ומצע טוף 0-8, בשלב ב' נבחנו מרווחי ומועדי שתילה שונים.

מרווחים: מועד השתילה היחיד בו נמצאו הבדלים מובהקים בפרמטרים השונים של צימוח, פריחה ויבול, הוא אפריל. במועד זה, בכל הפרמטרים, למעט ימים מפריחה לקטיף, נמצאה נחיתות למרווח ה-0.8 מטר ביחס למרווח ה-1 מטר. הצמחים היו גבוהים וחסונים יותר במרווח ה-1 מטר (טבלה 2 ואיור 1א), נמצא עיכוב בן 17 יום במועד הפריחה, ומשקל האשכול במרווח ה-0.8 מטר היה קטן ב-3.5 ק"ג ביחס למרווח ה-1 מטר (טבלה 2 ואיור 1ב). במועדי שתילה יוני ואוגוסט נמצאה היפוך בממדי הצמח: נמצאה תוספת בגובה הצמח והיקף במרווח ה-0.8 מטר. בנוסף, נמצאה במרווח ה-0.8 מטר מגמה של הקדמת פריחה וקטיף, ופחיתה קלה במשקל האשכול (טבלה 2 ואיור 1ב), אולם תוצאות אלה אינן מובהקות.

מועד שתילה: ממדי הצמח היו דומים במועדי השתילה השונים, למעט מרווח 0.8 מטר במועד אפריל, בו נמצאה נחיתות משמעותית בגובה הצמח והיקף הגזעול (טבלה 2). במשקל האשכול, בשני המרווחים, נמצא מדרג: מועד אוגוסט < מועד אפריל < מועד יוני. אולם בעוד בעוד שבמשקל האשכול במרווח ה-0.8 מטר נמצא הפרש של 4.8 ק"ג בין מועדי השתילה אפריל ואוגוסט (25 ק"ג ו-29.8 ק"ג, בהתאמה), במרווח ה-1 מטר משקל האשכול היה דומה במועדים אלה (28.5 ק"ג, ו-30.3 ק"ג), בזכות אשכולות גדולים במרווח זה במועד שתילת אפריל (טבלה 2 ואיור 1ב'). ראוי לציין שבמועד שתילת אפריל הנתונים המוצגים הם עבור יכול ב', בעוד הנתונים המוצגים של מועד שתילת אוגוסט הם עבור יכול א'.



איור 1. 1א. גובה הצמח, 1ב. משקל האשכול (כל הקטיפים).

טבלה 3. השוואת תכונות פריחה, ויבול, חלוקה לאימהות וחליפים, מועד שתילת אוגוסט 2018

חליפים		אימהות		שתילת אוגוסט 2018
מרווח 0.8 מטר	מרווח 1 מטר	מרווח 0.8 מטר	מרווח 1 מטר	
12/11/2019	31/10/2019	25/06/2019	20/06/2019	תאריך פריחה ממוצע
28/05/2020	06/05/2020	10/09/2019	07/09/2019	תאריך קטיף ממוצע
3	5	14	12	מספר אשכולות קטופים
		20	42	% אשכולות חליפים מכלל האשכולות
19	19	32	35	משקל אשכול, ק"ג

הנתונים המוצגים בטבלה 2 כוללים את כלל הצמחים שנתונים נאספו לגביהם בעונת 2019-20. ניתוח הנתונים, לאחר חלוקה של הצמחים במועד שתילה אוגוסט 2018 לאימהות וחליפים (טבלה 3), מאפשר תובנות חדשות נוספות בנוגע למרווחי השתילה השונים. מועד הפריחה של דור האימהות, בשני המרווחים, היה מוקדם יחסית לחלקות מטע, 20.6.19 (מרווח 1 מטר), ו-25.6.19 (מרווח 0.8 מטר), כנראה בזכות טמפ' קרקע גבוהה יותר במצעים המנותקים. בעוד שבמועדי הפריחה והקטיף בדור האימהות לא נמצא הבדל בין טיפולי המרווחים השונים,

בדור החליפים נמצאה מגמה איחור במדדים אלה במרווח ה-0.8 מטר ביחס למרווח ה-1 מטר, שהתבטא בפיגור של 22 יום במועד הקטיפה. במרווח ה-1 מטר התקבל אחוז כפול של אשכולות חליפים, ביחס למרווח ה-0.8 מטר. במשקל האשכול נמצאה תוספת בת 3 ק"ג במשקל האשכול במרווח ה-1 מטר, בעוד שבדור החליפים משקל האשכול היה זהה בין המרווחים השונים.

דיון

בשלב ב' של המחקר נבחנו שני פרמטרים, מועד שתילה ומרווח שתילה. אשכולות שתילת יוני הניבו, בשני מרווחי השתילה, אשכולות קטנים ביחס למועדי השתילה האחרים. תוצאה זו יכולה לנבוע ממועד התמיינות תת-אופטימלי, אולם אפשרות נוספת נובעת מתנאי הניסוי. במרווח זה, עקב הקושי להשיג שתילים סטנדרטיים, נשתלו שתילי פלאגים, שהתקשו, בשלבי הקליטה הראשוניים, להתמודד עם התנאים הקשים של קיץ בעמק הירדן. בשני מועדי השתילה האחרים, משקל האשכול היה סביר, ודומה למשקל האשכול במטע. מניתוח הנתונים במועד שתילת אוגוסט ע"פ חלוקה לשני דורות, דור האימהות ודור הבנות, שנתנו אשכולות חליפים, עולה מגמה של השפעה שלילית של מרווח השתילה הגבוה על מספר, וקצב התפתחות צמחי דור החליפים, כך שמספר האשכולות הקטופים ביבול א' היה זהה בשני מרווחי השתילה.

בעקבות תוצאות שנה ב', בקיץ 2020 נתמקד במועד שתילת הקיץ. ייבחנו 3 מועדי שתילה (15 באוגוסט, 25 באוגוסט, ו-5 בספטמבר) ובכל מועד שתילה ייבחנו 2 מרווחים (0.8 מטר ו-1 מטר).

בחינת קלונים טיוואנים עמידים חלקית למחלת פנמה

(צמח, קיץ 2016)

רקע ותיאור הבעיה

מחלת פנמה נגרמת ע"י הפטרייה שוכנת הקרקע *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (Foc). הנבגים הנובטים של Foc חודרים למערכת השורשים, הפטרייה מתרבה ומתפתחת בצינורות ההובלה, וחודרת לאברי הצמח השונים, תוך שחרור רעלנים. הבננה הנגועה מייצרת בצינורות ההובלה הנגועים ג'ל צמיג. כתוצאה מכך הצמח נובל, מתייבש בהדרגה ולבסוף מת. הכלמידוספורות, נבגי-קיימא בעלי דופן תא כפול ועבה במיוחד של הפטרייה, שורדים בקרקע עשרות שנים גם ללא נוכחות הבננה. עד היום טרם נמצא טיפול כימי/פיזיקלי/ביולוגי יעיל להדברת הפטרייה ו/או הנבגים בקרקע, עקב עמידותם הרבה, והעומק הרב בו הם מצויים. כתוצאה מכך, קרקעות רבות מאולחות בפטרייה ננטשות או שמתקיים מעבר לגידולים אלטרנטיביים לבננה. ב-1989 התגלה בטיוואן גזע חדש וקטלני של Foc, Tropical Race 4 (TR4), התוקף את הזנים ממשפחת הקבנדיש. הפטרייה התפשטה תוך שנים ספורות למדינות שונות בדרום-מזרח אסיה (אינדונזיה, מלזיה, פקיסטן, סין, פיליפינים, הודו, לאוס, וייטנאם ועוד), אוסטרליה, אפריקה (מוזמביק), ואף לשכנותינו, ירדן ולבנון. מחלת פנמה התגלתה בארץ בקיץ-סתיו 2016. צמחים נגועים התגלו בחלקה בחוף הכרמל ובשתי חלקות בעמק הירדן. נכון לאפריל 2018 לא דווח על הימצאות צמחים נגועים בחלקות נוספות, אולם קיים חשש כבד שהמחלה התפשטה לחלקות נוספות בארץ, ושצמחים נגועים יתגלו בעתיד. חשש זה מבוסס על: (1) כושר ההתפשטות הגבוה של המחלה באמצעות קרקע, מי השקיה ונגר, כלי-עבודה, בגדים ונעליים, וגלגלים מאולחים בפטרייה, (2) העובדה שמטעי הבננות בארץ שתולים באופן כמעט בלעדי בזנים ממשפחת הקבנדיש, הרגישים ל-TR4, (3) גורם המחלה נמצא ככל הנראה בקרקעות החלקות הנגועות במשך תקופה ארוכה לפני גילוי הצמחים הסימפטומטיים, ובמשך תקופת הזמן מהאילוח ועד לאיתור הסימפטומים, לא ננקטו צעדים למניעת גורם המחלה לחלקות אחרות. הפתרון המוחלט היחיד למחלה הוא שימוש בזנים עמידים, אולם עד כה טרם דווח על זנים בעלי עמידות מלאה וביצועים חקלאיים טובים. במהלך 2016 ייבאנו לארץ 3 קלונים טיוואנים סבילים ל-TR4 (105, 119, 218). קלונים אלה הם סבילים ולא עמידים, ומשמעות הדבר שהפטרייה מסוגלת לחדור לצמח ולהתרבות בתוכו, אולם הצמח מצליח לתפקד למרות נוכחותה. במרבית המקרים, אחרי 4-5 מחזורי גידול, ריכוז הפטרייה בקרקע ובצמחים עולה, והנזק שנגרם מהפתוגן מביא לכך שהמטע אינו כלכלי יותר, ויש צורך לשנטעו. הקלונים הטיוואנים מגודלים באזורי נגיעות המחלה בעולם, אולם טרם נבחנו במזרח התיכון, בו שוררים תנאים שונים מבאזורים בהם הם גדלים כרגע. לכן, יש צורך לבחון את התאמתם לגידול בתנאי הארץ ברמת הצימוד, היבול, ואיכות הפרי, ולפתח פרוטוקול גידול המותאם לתנאי הארץ. הקלון המבטיח ביותר הוא קלון 218, שהוא הקלון העיקרי המגודל כיום באזורים נגועים בגורם המחלה, בזכות גודל אשכול ואיכות פרי טובים. קלון 119 נחשב לעמיד ביותר מבין השלושה, אולם הוא נחות בהשוואה

לקלון 218 בתכונות יבול ואיכות פרי. קלון 247 הוא קלון נוסף בקבוצת הקלונים הטיוואנים הסבילים למחלת פנמה, אולם הוא פחות מוכר מקלונים 105, 119, ו-218. בעקבות המלצה של פרופ' אלטוס פיליון מדרום אפריקה, מהחוקרים המובילים כיום בחקר מחלת פנמה בבננה, הובא קלון זה לישראל באיחור של שנה ביחס לשאר הקלונים, וביצעו החקלאיים נבחנים במסגרת מחקר זה.

מטרת העבודה

בחינה בתנאי עמק הירדן של רמת הביצועים החקלאיים של ארבעה קלונים טיוואנים סבילים למחלת פנמה.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

קלסטרם ממקור תרבות רקמה של הקלונים הטיוואנים מסדרת GCTCV: 105, 119, 218, הובאו לארץ מהבנק הגנטי בלובן, בלגיה בינואר 2016. הזנים השונים רובו והושרשו בצמח תרבות, והוקשו בחוות מתתיהו. שתילים מוקשים נשלחו לקרנתינה בבית-דגן באפריל 2016, שם הם עברו בהצלחה בדיקות מעבדה וסריקה ויזואלית לוידוא ניקיון מגורמי מחלה. לאחר קבלת האישור מהשירותים להגנת הצומח, ביוני 2016, הועברו שתילי הקלונים הטיוואנים, שרובו במעבדות צמח, להקשחה במשתלות גינוסר, שסיפקו גם את שתילי הזן גרנד ניין. ראוי לציין ששתילי הקלונים הטיוואנים, ובמיוחד שתילי קלון 218, היו קטנים משמעותית מאלה של זן הביקורת.

באיחור של שנה, ב-2017, יובא קלון טיוואני נוסף, 247. קלון זה עבר את המסלול השגרתי של ריבוי במעבדת צמח תרבות, קרנטינה של השתילים בתחנת ההסגר, ונשתל, להערכה ראשונית, בחוות מחקר הבנות בצמח.

חלקת ומבנה התצפית: חלקת הניסוי נשתלה ב-2.9.16 בחלקת המשולש בחוות ניסיונות הבנות בצמח, במתכונת של תצפית, 60 שתילים מכל אחד מהקווים הבאים: קלונים 105, 119, 218, והזן המשקי גרנד-ניין. מרווח הנטיעה 4*3 מ' (12 מ"ר לבית), 83 בתים לדונם. הבתים מורכבים מצמדים, סה"כ 166 צמחים לדונם. ההשקייה והדישון כמקובל בעמק הירדן.

60 צמחי קלון 247 (2 לבית) נשתלו ב-15.8.2018 גם הם בחלקת המשולש. בנוסף, נשתלו 75 צמחי גרנד ניין (3 לבית), כביקורת. מרווח הנטיעה 4*3 מ' (12 מ"ר לבית), 83 בתים לדונם. בנובמבר 2019 נלקח חומר צמחי של 247 לריבוי במעבדה, ומספר הצמחים לבית בקלון זה ירד ל-1, כך שהנתונים המובאים בהקשר לזן זה נועדו להתרשמות ראשונית בלבד, וללימוד הפוטנציאל שלו.

איסוף הנתונים וניתוח התוצאות: המעקב בניסוי כולל תכונות ווגטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם). התוצאות נותחו במבחן t, כמקובל בניתוח מחקרים שנערכים במבנה תצפית.

תוצאות

קלון 218

טבלה 1: תכונות צימוח, פריחה, ויבול - קלון 218 וגרנד ניין, יבולים א' ו-ב'

קלונים טיוואנים-218	שנה / יבול	218	גרנד ניין
גובה בפריחה, ס"מ	2017/18 א'	230	237
	2018/19 ב'	330a	290b
	ממוצע	280	264
היקף גזעול, ס"מ	2017/18 א'	51.0b	53.7a
	2018/19 ב'	72.2a	63.5b
	ממוצע	62	59
תאריך פריחה ממוצע	2017/18 א'	12/10/2017b	19/09/2017a
	2018/19 ב'	14/08/2018	28/07/2018
	ממוצע	12-ספט	24-אוג
תאריך קטיף ממוצע	2017/18 א'	24/03/2018b	13/01/2018a
	2018/19 ב'	14/11/2018	20/11/2018
מספר כפות	2017/18 א'	9.14a	9.44a
	2018/19 ב'	13.0a	12.0b
	ממוצע	11.1	10.7
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	2017/18 א'	19.1b	23.6a
	2018/19 ב'	29.3	30.5
	ממוצע	24.2	27.1

סיכום תמציתי של תוצאות יבול א' (עונת 2017-18)

שתי ילי הקלונים הטיואנים היו קטנים במידה ניכרת ביחס לשתי ילי הגרנד ניין, ולכן יבול א' בחלקת התצפית שימש להתרשמות כללית בלבד, וכמטע אם לחומר ריבוי. עקב נזקי הקרה של פברואר 2017, ומועד השתילה המאוחר, החלקה פרחת באיחור ניכר, הצמחים היו קטנים, והאשכולות בהתאם. צמחי הקלונים הטיואנים פרחו ונקטפו באיחור ניכר ביחס לגרנד ניין. הגדיל לעשות קלון 119, עם כמעט 3 חודשי איחור בקטיף! הקלונים 105 ו-119 נפסלו להמשך הערכה, עקב משקל אשכול ופרי נמוכים. קלון 218, למרות שהראה נחיתות במרבית הפרמטרים ביחס לגרנד ניין נבחר להמשך הערכה, עקב אמונתנו שהנחיתות נובעת בעיקרה מנקודת ההתחלה הבעייתית-נחיתות בגודל הצמח במועד השתילה.

סיכום תמציתי של תוצאות יבול ב' (עונת 2018-19)

ביבול ב' מימשו צמחי קלון 218 את הפוטנציאל שלהם, כיאה לזן המשתייך למשפחת ה"קוונדיש ענק". הצמחים היו גבוהים ב-40 ס"מ, והיקף הגזעול ב-8.7 ס"מ, ביחס לצמחי זן הביקורת. צמחי קלון 218 פרחו שבועיים וחצי לאחר צמחי הגרנד ניין, אולם בתאריך הקטיפה נמצאה הקדמה בת 6 ימים. ניתוח הנתונים כלל הן את אשכולות צמחי האם, והן את אשכולות החליפים, שמטבע הדברים נקטפים מאוחר יותר, כך שבמועד הקטיפה הייתה הטייה לרעת הזן המשקי, מכיוון שלזן 218 היו פחות חליפים מהזן המשקי, הזריז יותר. במשקל האשכול נמצאה נחיתות קלה ולא מובהקת לקלון 218, בשיעור 1.2 ק"ג, ביחס לגרנד ניין.

סיכום תוצאות יבול ג' (עונת 2019-20)

קלון 218

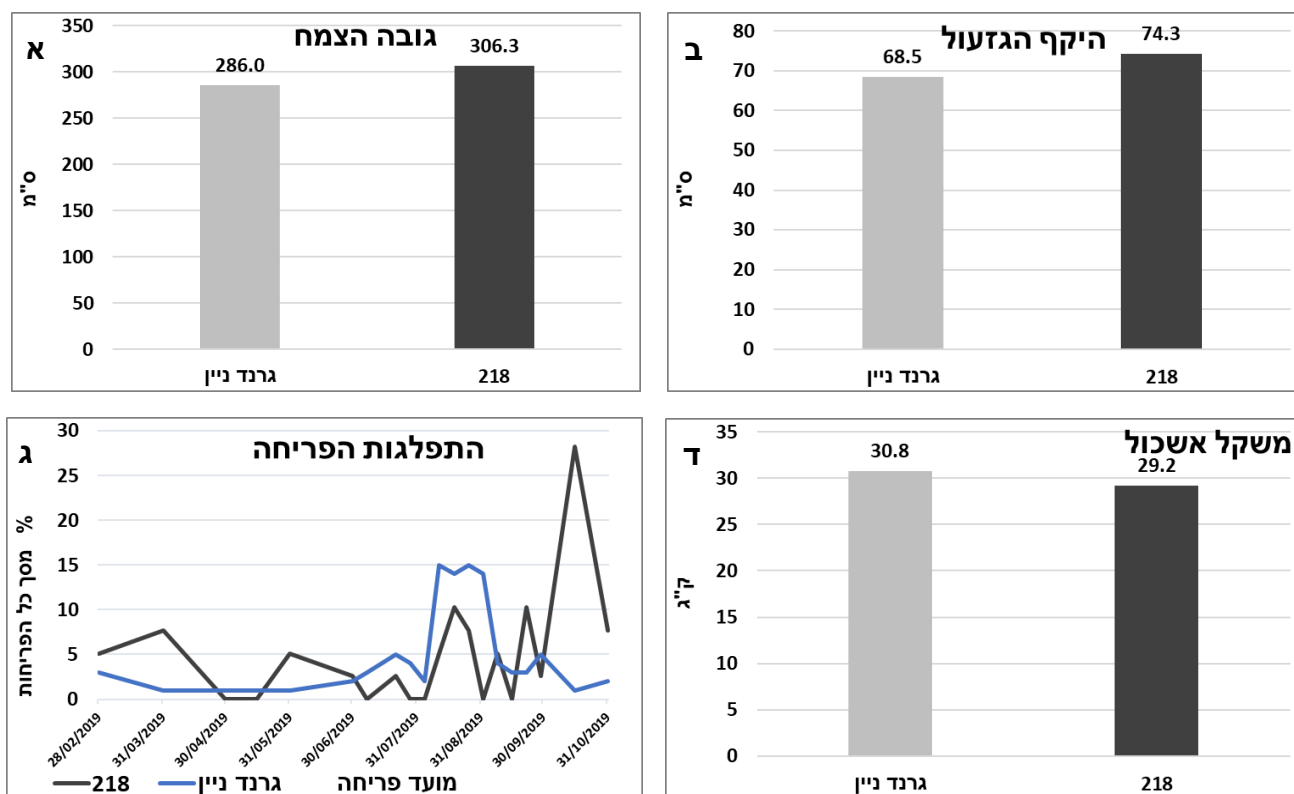
טבלה 2: תכונות צימוח, פריחה, ויבול - קלון 218 וגרנד ניין, יבול ג'.

קלונים טיוואנים-218			
מובהקות	גרנד ניין	218	2019/20, יבול ג'
0.0419	286b	306a	גובה בפריחה, ס"מ
0.0239	68.5b	74.3a	היקף גזעול, ס"מ
ל.מ.	16/08/2019	06/08/2019	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	05/01/2020	21/12/2019	תאריך קטיפה ממוצע
0.0171	11.5b	12.6a	מספר כפות
ל.מ.	30.8	29.2	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
			אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	168	160	משקל, גרם
ל.מ.	21.2	20.0	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	12.6	12.5	היקף אצבע, ס"מ

גם בשנה ג' נמצאה תוספת גובה בצמחי קלון 218 ביחס לצמחי הגרנד ניין, אולם התוספת הייתה מתונה יחסית, 20 ס"מ, לעומת התוספת בשיעור של 40 ס"מ שנמצאה בשנה ב' עקב "הנמכת הקומה" של קלון 218 (330 ס"מ ביבול ב', ו-306 ס"מ בשנה ג', טבלאות 1 ו-2, איור 1א). הגזעול של קלון 218 רחב ב-5.9 ס"מ (9.2%) ביחס לזן המשקי (טבלה 2 ואיור 1ב).

במועד הפריחה נמצאה הקדמה של 10 ימים ביחס לגרנד ניין (טבלה 2), אולם נתון זה מוטה ולא משקף את המציאות, משום שהוא מהווה ממוצע של כלל הפריחות בחלקה הן של אימהות והן של החליפים, שאחוזם מכלל הפריחות גבוה בהרבה בזן גרנד ניין. הפריחות המרכזיות בזן המשקי היו 1.8, 2.8, 3.8 ו-1.9, בהן פרחו 58% מכלל הפריחות, בעוד שהפריחה המרכזית בקלון 218 הייתה 1.10, עם 28% מכלל הפריחות, ו-48% מהפריחות התרכזו ב-2.9, 3.9, 1.10, ו-2.10 (איור 1ג).

בדומה ליבול ב', במשקל האשכול נמצאה לקלון 218 נחיתות קלה, לא מובהקת, של 1.6 ק"ג במשקל האשכול ביחס לגרנד ניין (טבלה 2 ואיור 1ד'). בדומה לשנה ב' במספר הכפות נמצאה תוספת מובהקת של 1.1 כפות, אולם במשקל האצבע נמצאה פחיתה של 8 גרם (5%) ביחס לזן המשקי (טבלאות 1 ו-2).



איור 1. תכונות צימח, פריחה ויבול-קלון 218 וגרנד ניין. מספר צמחים נמדדים: קלון 218-52, גרנד ניין-110.

דיון

לאחר סיכום תוצאות יבול א', בו נבחנו הקלונים הטיוואנים 105, 119, ו-218, החלטנו להתמקד בקלון האחרון בלבד, עקב משקל אשכול ופרי נמוכים בקלונים 105 ו-119. תוצאות יבול ג' מדגישות את המגמה שנמצאה ביבול ב': כיאה לצמחים ממשפחת ה"קוונדיש הענק", צמחי 218 גבוהים וחסונים מאלה של הגרנד ניין. מאפיין נוסף של זנים ממשפחת ה"קוונדיש הענק" הוא איטיות, ואכן גם בתנאי עמק הירדן נצפה איחור בפריחה בקלון 218. במשקל האשכול והאצבע נמצאה נחיתות קלה לקלון 218 ביחס לזן המשקי, אולם תוספת כף ביחס לגרנד ניין, ביבולי ב' ו-ג', מרמזת לפוטנציאל הטוב של קלון זה בהקשר לרמת היבול ואיכות הפרי.

עקב מבנה הניסוי: תצפית, כשכל זן מופיעה בחזרה אחת בלבד, מספר הצמחים הקטן, והעובדה שמספר הצמחים הנמדדים בכל זן שונה, היכולת להסיק מסקנות לגבי חלק מהפרמטרים הנמדדים, בעיקר מועד פריחה וקטיף, ורמת היבול, היא מוגבלת.

כדי להעמיק את הכרותנו עם קלון 218, נשתלו בקיץ 2019 צמחי קלון 218 ב-3 חלקות בעמק הירדן, וחלקה נוספת נשתלה באביב 2020. שטח כל חלקה 2 דונם, ואיסוף נתונים מלא מתבצע בחלקות אלה החל ב-2020. איסוף הנתונים על קלון 218 בחלקת המשולש בחוות מחקר הבננות בצמח הסתיים בעונת 2019-20. לסיכום, התכונות המרכזיות של קלון 218 בעמק הירדן דומות לאלה שדווחו באזורים טרופיים: זן איטי, גבוה, עם איכות פרי טובה. בשנים הקרובות ננסה לשמור על היתרונות, ולשפר את החסרונות, במטרה לפתח וריאנט מקומי משופר, עם ביצועים טובים בתנאי הארץ.

קלון 247

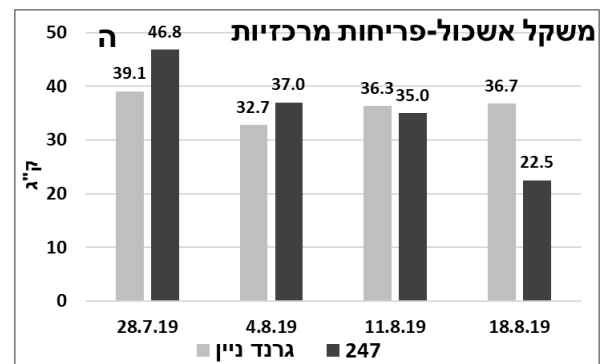
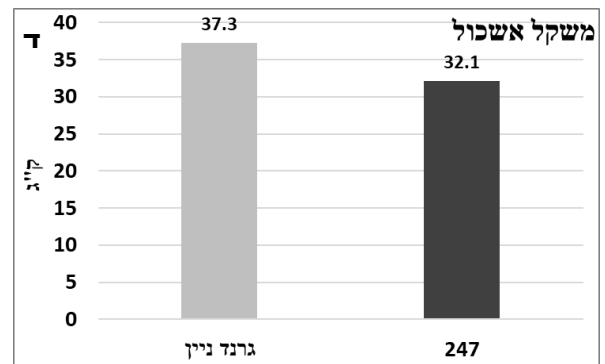
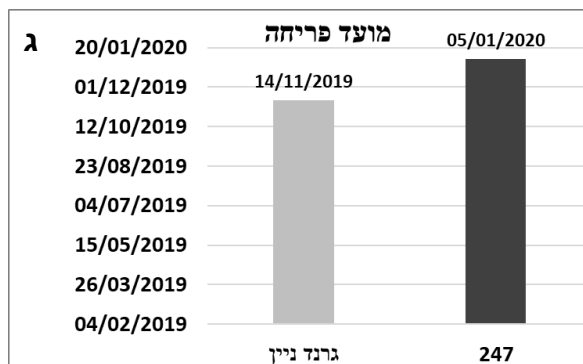
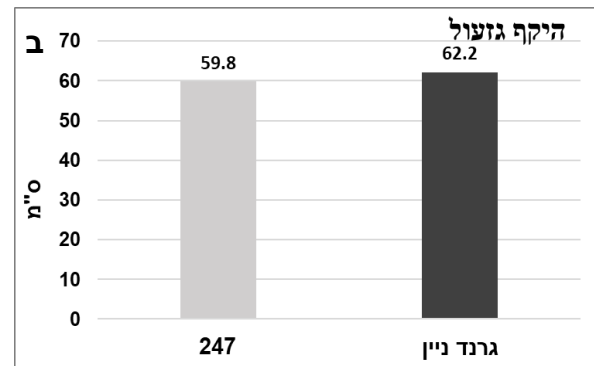
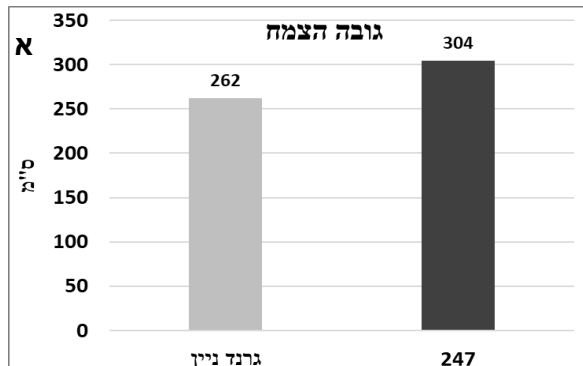
תוצאות

טבלה 3. תכונות צימוח, פריחה, ויבול, קלון 247 וגרנד ניין, יבול א'. מספר צמחים נמדדים: קלון 247-25, גרנד ניין-62. עקב מבנה התצפית, וההבדל המשמעותי במספר הצמחים לבית ומספר הצמחים הנמדדים, בכל זן, מובאים ממוצעי התכונות, ללא ניתוח סטטיסטי.

קלונים טיוואנים-247			
מובהקות	גרנד ניין	247	2019/20, יבול א'
גובה בפריחה, ס"מ	262	304	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	62.2	59.8	ל.מ.
תאריך פריחה ממוצע	31/07/2019	23/08/2019	ל.מ.
תאריך קטיף ממוצע	14/11/2019	05/01/2020	ל.מ.
מספר כפות	13.2	11.4	ל.מ.
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	37.3	32.1	ל.מ.
משקל אשכול פריחות מרכזיות, ק"ג	37.3	37.8	ל.מ.

החלקה שימשה בראש ובראשונה לצרכי ריבוי קלון 247. בנובמבר 2019 נלקח חומר צמחי של 247 לריבוי במעבדת תרבות הרקמה, ומספר הצמחים לבית בקלון זה ירד ל-1, כך שהנתונים המובאים בהקשר לזן זה נועדו להתרשמות ראשונית בלבד, וללימוד הפוטנציאל שלו. קלון 247, כמו שאר הקלונים הטיוואנים, משתייך לקבוצת ה"קוונדיש הענק". ואכן, כבר ביבול א', צמחיו התמרו 42 ס"מ מעל צמחי הגרנד ניין (טבלה 3 ואיור 2א'). לעומת קלון 218 שצמחיו גבוהים וחסונים, צמחי יבול א' של קלון 247 גבוהים ורזים יחסית, עם היקף גזעול 59.8, לעומת 62.4 ס"מ בזן המשקי (טבלה 3 ואיור 2ב'). במועדי הפריחה והקטיף נמצא עיכוב של 3 ו-7 שבועות, בהתאמה (טבלה 3 ואיור 2ג'). משקל האשכול בכל הקטיפים היה נמוך ב-5.2 ק"ג ביחס לגרנד ניין (טבלה 3 ואיור 2ד'), אולם בפריחות המרכזיות בחלקה (18.8.19-28.7.19) משקל האשכולות של קלון 247 היה גבוה מזן של

הזן המשקי ב-0.5 ק"ג (טבלה 3), כשבמועד פריחה 28.7.19 משקל האשכול הממוצע היה 46.8 ק"ג (6 אשכולות, איור 2ה')!



איור 2. תכונות צימוח, פריחה ויבול, קלון 247 וגרנד ניין. מספר צמחים נמדדים: קלון 247-25, גרנד ניין-62.

דיון

למרות שהחלקה שימשה בראש ובראשונה כחלקת אם לריבוי קלון 247, וההיקף הקטן (25 צמחי 247 נמדדים), ניתן לזהות מספר מגמות: צמחי קלון 247 גבוהים למדי, אולם בשונה מצמחי קלון 218 החסונים, בחלקת הניסוי היקף הגזעול של צמחי 247 היה נמוך מזה של צמחי הגרנד ניין, כך שקלון 247 מסתמן כקלון גבוה, אף יותר מקלון 218, ורזה. בדומה לקלון 218 ניכרה מגמה של איטיות, שהתבטאה באיחור משמעותי במועדי הפריחה והקטיפה, בהשוואה לזן המשקי. בפריחות המרכזיות משקל האשכול והאצבע היו גבוהים מאד. כך שנכון לנתונים המוגבלים הנמצאים ברשותנו, קלון 247 מסתמן כקלון איטי, גבוה, בעל פוטנציאל למשקל ואיכות פרי טובה, ובשנים הקרובות ננסה לפתח וריאנט מקומי משופר של קלון זה. בקיץ 2019 נשתלו צמחי קלון 247 ב-3 חלקות בעמק הירדן, וחלקה נוספת נשתלה באביב 2020. בחלקות אלה ייאסף מידע מפורט על ביצועי הקלון בחלקות מסחריות. איסוף הנתונים על קלון 247 בחלקת המשולש בחוות מחקר הבנגות בצמח הסתיים בעונת 2019-20.

הכוונת פריחה באמצעות הזרקת אתרל

(שער הגולן, אביב 2018)

המחקר נהגה, בוצע וסוכם ע"י אודי והלל צרי

רקע ותאור הבעיה

בננות שעה"ג נוטעים מסורתית נטיות קיץ ומקבלים יכול גבוה בחודשי החורף, בשיא העונה. בנובמבר 2017 העלתה הצעה לפתח בשעה"ג שיטת נטיעה שתכוון חלק מהפרי לחודשי הקיץ: יוני-יולי-אוגוסט. כלומר: התמיינות סתוית, פריחה במרץ-אפריל וקטיפה בקיץ בחודשי יוני-אוגוסט. התפילה מוכרת ומגדלים רבים אווזין בה. שיטות שונות משרתות אותה. הכוונה לפיזור היבול, סיכונים וההכנסה לאורך השנה ולקבל מחירים גבוהים מהמוצע. חסרונותיה של השיטה נחשפים בחורף קר והאביב לח וטיב הפרי נפגע.

מטרת העבודה

בשנות השלושים חקר דניאל זיו ז"ל את מהלך ההתפתחות של שתילי הבננות בזן הננס: מהלך חיים, דורות, מהלך פריחה וטיב. בעבודה זו נמצא שהיבול הטוב הוא מכפלה של מספר אשכולות לדונם במשקל אשכול ממוצע. התברר גם שהאשכול הגדול מתמייין באביב בטמפ' ממוצעות ופורה בסוף יולי תחילת אוגוסט. אשכולות אלו נקטפים באוק'-נוב'. זוהי "הנוסחה". הרבה אשכולות (לדונם) גדולים מניבים יכול גדול. המגדל מתבקש לבחור שתילים שיתנהגו לפי לוח הזמנים המתואר.

לאחר זמן התפתח הרעיון לפזר את הפריחה על מנת להתחמק מעודפי הפרי שנוצרו בשוק בתאריכים ה"קלסיים". במהלך החיפושים אחרי שיטות ואמצעים לפריסת היבול נבדק גם השימוש באתרל שעקב אחרי "חילון" ו"חניקה". הכל במטרה לדכא את התפתחותו של קודקוד הצמיחה המרכזי של צמח הבננה ולקבל שתילים-בנים שימיהו להתפתח להניב.

ענף הבננות של שעה"ג פנה לצוות הניסיונות ונוסדה תצפית כלהלן:

מהלך המחקר ושיטות העבודה

לצורך פריסת תאריכי פריחה/ קטיפה שונים נעשה במטע אביב שניטע בשעה"ג באמצע אפריל, שימוש בשני תאריכי נטיעה ובטכניקת הזרקת אתרל. איפיונים: גרנד-ניין, מרווחי נטיעה 4.0 על 2.5 מטר, 100 בתים לדונם, 2/3 שתילים לבית לסירוגין. רשת צל 10%. כל טיפול-חזרה 2 שורות, 4 בתים לשורה, 16 בתים נמדדים. הטיפול השוטף במטע – כנהוג בשעה"ג. הזרקת אתרל בריכוז של 0.2% לצמח אם גורמת לעצירת הגידול שלו ומתניעה מנגנון שהצמח "התקוע" מייצר ומאיץ שתילים חדשים שמתפתחים במהירות רבה.

הטיפולים:

1. סימון a. שני צמחים לבית, שתילה 15/4/2018, דקירה של צמח אחד בבית בתאריך 1/7/2018. לאם שנדקרה גודלו שלושה שתילים, פריחה צפויה במרץ-אפריל 2019. הצמח השני ללא אתרל – יפרח (ספט') וייקטף (מרץ-אפר' 2019) עם החלקה המסחרית.
2. סימון b. שני צמחים לבית, שתילת 15/6/2018, דקירה של צמח אחד מהשניים ב-15/9/2018, (שלוש בנות לדקור) פריחה ספטמבר-אוקטובר 2018. הצמח שלא יקבל אתרל יפרח באוק' 2018 ויקטף באפר'-מאי 2019. עבור הטיפול השני (נטיעה ביוני) הושארו 4 בלוקים ללא נטיעה ושתלו בהם בננות באמצע יוני 2018.
3. סימון c. ביקורת, נטיעה מסחרית: שני צמחים לבית, נטיעת אביב 15/4/2018, כמו כל החלקה. בכל טיפול שתי חזרות.

המדידות:

1. מדידות צמחיות: גובה נצרים בסתיו, תאריכי פריחה של האימהות והבנים (דור 2). תאריכי קטיף, משקל אשכול, נתוני אצבע, יכול נישקל ויבול מחושב. ניתוח סטטיסטי נעשה ע"י עידן אלינגולד.
2. הכנסה: בנוסף למדדים צמחיים נאספו נתוני המכירה של הפרי. בשער הגולן, נרשמים על ת"מ פרטי הקטיף (חלקה, כמות, סוג וכיו"ב) בתוכנת דנסופט. כל קילו שנקטף קיבל את המחיר שלו. ההכנסה הצטברה לכל טיפול בהתאם למחיר במועד הקטיפים.

מפת התצפית:

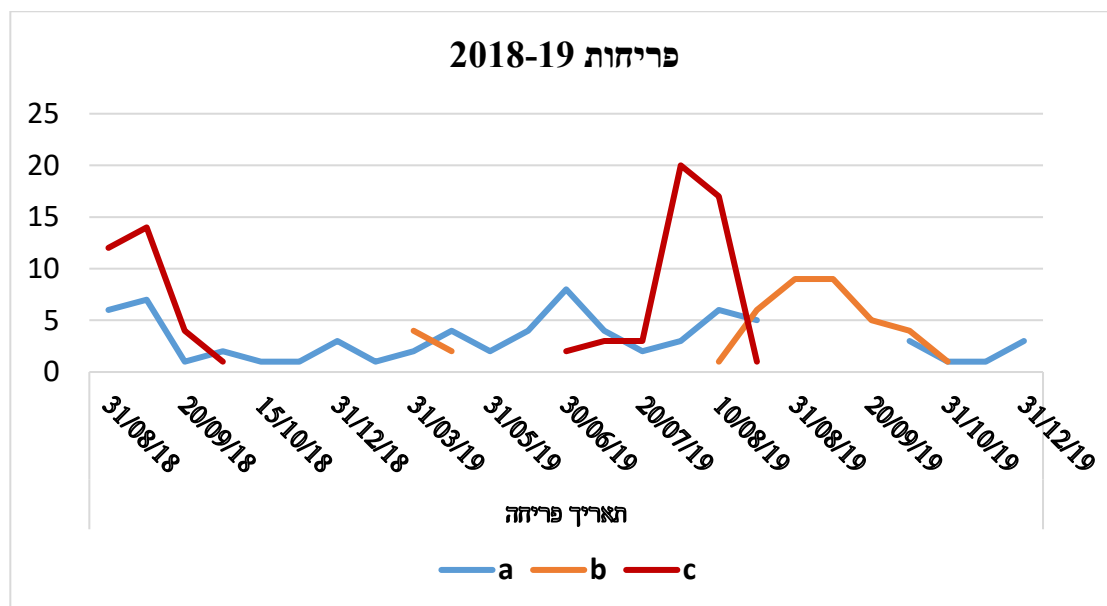
שורה 1	שורה 2	שורה 3	מפעל גולן
	X	X	ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
			ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	ביקורת
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	יוני+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל
	X	X	אפריל+אתרל

תוצאות:

1. לא נמצאו הבדלים מובהקים במדדים (לא מוצגים): מספר כפות לאשכול, מידות אצבע מייצגת, גובה שתילים בסתיו.

2. במשקל אשכול נמצאו הבדלים:

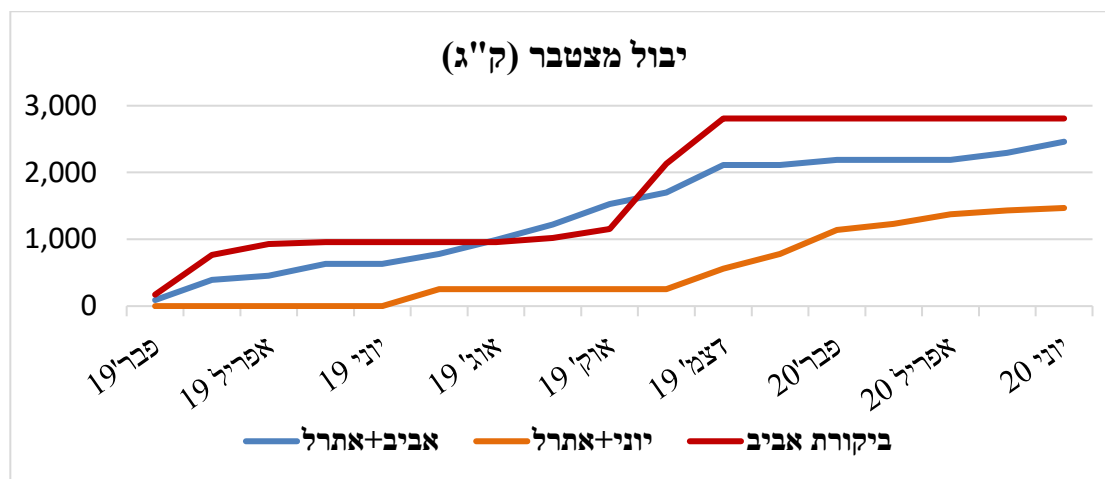
טיפול	Mean(bw)	מובהקות
A	35.8	AB
B	35.0	C
C	40.3	A
F<Prob	0.0451	



איור 1: פריחות לתאריכים

טבלה 1: יבול מצטבר.

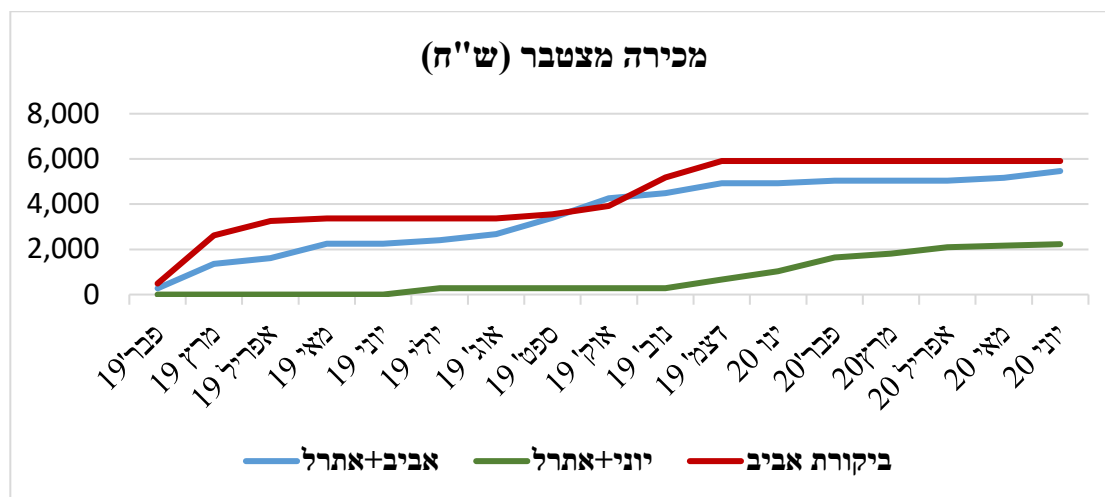
אשכול ק"ג מצטבר			
טיפול	אביב+אתרל	יוני+אתרל	ביקורת אביב
פבר'19	91	0	172
מרץ'19	394	0	766
אפריל'19	457	0	928
מאי'19	635	0	957
יוני'19	635	0	957
יולי'19	781	256	957
אוג'19	990	256	957
ספט'19	1,224	256	1,019
אוק'19	1,526	256	1,155
נוב'19	1,700	256	2,131
דצמ'19	2,110	561	2,808
ינו'20	2,110	781	2,808
פבר'20	2,188	1,142	2,808
מרץ'20	2,188	1,229	2,808
אפריל'20	2,188	1,375	2,808
מאי'20	2,296	1,434	2,808
יוני'20	2,461	1,469	2,808



איור 2:

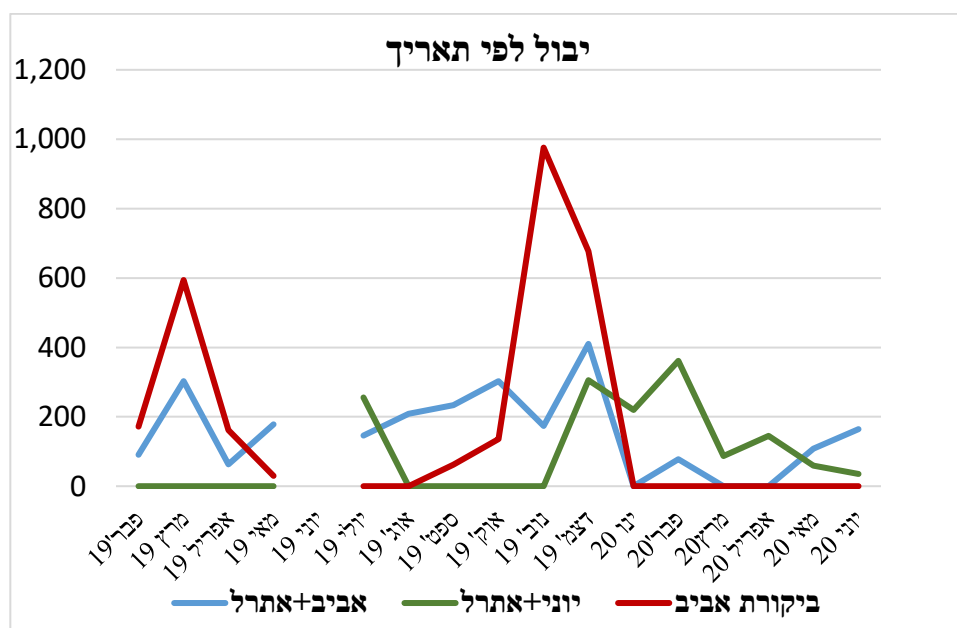
טבלה 2: מכירה מצטבר

מכירה נח מצטבר			
טיפול	אביב+אתרל	יוני+אתרל	ביקורת אביב
פבר'19	275	0	487
מרץ'19	1,359	0	2,615
אפריל'19	1,612	0	3,261
מאי'19	2,246	0	3,367
יוני'19	2,246	0	3,367
יולי'19	2,406	282	3,367
אוג'19	2,677	282	3,367
ספט'19	3,393	282	3,556
אוק'19	4,261	282	3,924
נוב'19	4,479	282	5,183
דצמ'19	4,929	671	5,907
ינו'20	4,929	1,035	5,907
פבר'20	5,032	1,640	5,907
מרץ'20	5,032	1,815	5,907
אפריל'20	5,032	2,091	5,907
מאי'20	5,167	2,165	5,907
יוני'20	5,464	2,229	5,907



איור 3:

ניתן לראות שהביקורת (c) מניבה בנובמבר- דצמבר יכול יפה ומרוכז (מסורתי). הקיטוע של טיפול הביקורת (c) משקף את ההתנהלות הקבועה של נטיעה צעירה: יכול מרוכז מאד ואחריו הפסקה עד להופעת הדור השני; מרוכז גם הוא. עם זאת אביב + אתרל (a) עולה בהכנסות באופן רצוף; תוך כדי פיזור היבול וההכנסות. ההבדל הינו בעיקר במחיר הממוצע לק"ג. המחיר משתנה בקשר להשפעות בלתי ניתנות לחיזוי.



איור 4: יכול לפי חודשים

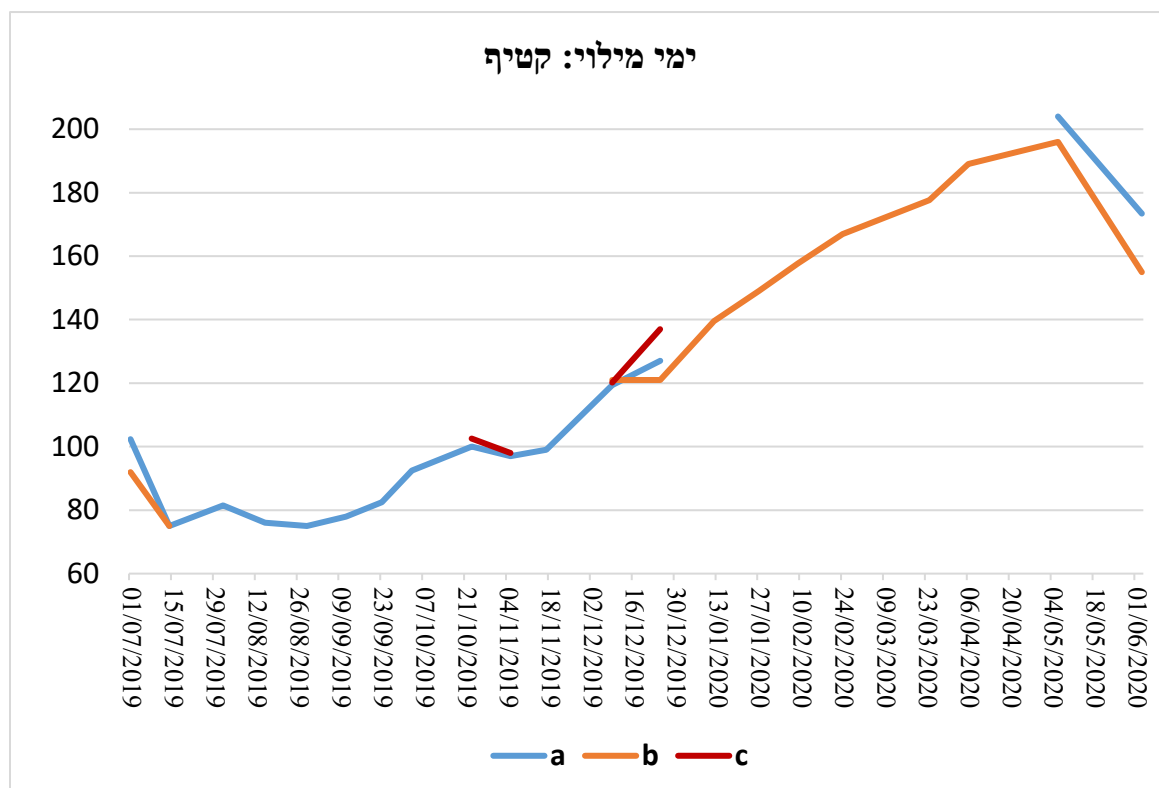
ההבדלים במשקל האשכול נובעים מהפריסה של הקטיפה. הביקורת (אדום) נקטפה בריכוז גבוה בחודשים ספט'- דצמ' 2019. באותם מועדי קטיפה היה משקל אשכול בטיפול אביב+אתרל (a) 38.9 ק"ג ובביקורת, טיפול (c) 36.7 ק"ג.

3. הכנסה.

הכנסות	טיפול	סה"כ הכנסות	מחיר ממוצע
אפריל+אתרל	a	5,464	2.22
יוני+אתרל	b	2,229	1.52
ביקורת	c	5,907	2.10
סה"כ		13,599	2.02

הטיפול של נטיעת יוני ואתרל בספטמבר 2018 אינו מצטרף לטיפולים האחרים ומראה נחיתות ברורה. נטיעת אביב עם אתרל נותנת תוצאה סופית קרובה לביקורת התפרוסת שיווק רחבה (שטוחה) במידה רבה.

4. ימי מילוי. מספר ימי מילוי הושפע בראש וראשונה מתקופת השנה. בקיץ נדרשים כ-100-95 ימים מפריחה לקטיף ובנובמבר (אורך יום בשילוב עם טמפ' נמוכה) מעל 200.



איור 5:

5. פיזור קטן (ריכוז גדול) של הפריחה בביקורת (טיפול c).
6. פיזור גדול של פריחה באביב +אתרל (טיפול a).
7. פיזור קטן (ללא) בגל הפריחה הראשון של נטיעת יוני ואחרי כן, בחורף 2019 אביב 20 מספר גדול של ימי מילוי כתלות בעונה.

8. הפרש של 443 ק"ג (6.6%) לאורך שנתיים, לטובת הביקורת (c) על פני אביב + אתרל (a).
9. לא נאספו חלק מהנתונים וחסרים פרטים על אשכולות יוני+אתרל.

דיון

לצורך פריסת הפריחה על פני השנה נוסו שני טיפולים מול ביקורת של נטיעת אביב מקובלת. טיפול אחד (a), שנועד להקדים, היה לעצור בעזרת אתרל את הגידול של צמח שניטע באפריל ולגרום לבניו להיקטף בחודשי הקיץ. פריסת הפריחה והקטיף של הטיפול הזה ענתה על הציפיות והתאימה לכוונת הדרג הפוקד. איכות פרי טובה ומחירים טובים הותירו הכנסה יפה לדונם. נראה כי יש ברעיון זה כדי לגוון את סל הסיכויים של המגדל.

השני (b), עצר בעזרת אתרל צמח שניטע ב-15 ביוני (אחד משניים בכל בית). ע"י פעולה זו האיץ את נצרי עד שיפרחו ויקטפו בעונה המרכזית של השיווק. השתיל שניטע ביוני ולא טופל – אמור לפרוח בסתיו ולהיקטף באביב-קיץ; אחרי נטיעת האביב הרגילה. בפועל טיפול זה לא ענה על הציפיות וגם לא התנהג כבעבר בנטיעות מסחריות בשנים קודמות.

הביקורת (c), הייתה נטיעת אביב רגילה ומהלכה – רגיל. הפריחה והקטיף שלה באו בהתפרצות מרוכזת של היבול הראשון ובדומה גם היבול השני. בפועל נוצרה פריסה, להלן:

- הראשונים פרחו, בסוף אוגוסט 2018 השתילים "הרגילים" שנטעו ב-16/4/18; טיפול c ואלו מטיפולי a שלא טופלו באתרל; אחד בבית. היות והבתים הללו נשתלו בזוגות גדלו מהר יחסית למקובל והם מקדימים בצורה בולטת את המטע המסחרי הרגיל.
 - אחריהם במרץ 2019, פרחו השתילים "רגילים" שנטעו ביוני טיפול b. הבנים המטופלים פרחו בסוף שרשרת הפריחות סביב אוג'-ספט' 2019.
 - בהמשך פרחו הבנים של הצמחים שניטעו באפריל וטופלו באתרל. נוצר רצף של פריחה של הבנים אחרי אמותיהם.
 - הדור השני של נטיעת אפריל הרגילה טיפול c, פרח ביולי – אוגוסט 2019 כפי שמקובל ב"שנה שניה".
 - אחרונים פרחו ה"בנים" של נטיעת יוני של אימהות שטופלו באתרל טיפול b.
- עקומת הפריחות הרצופה עד סוף 2019 מלמדת שטיפולי c, נטיעת אביב "פשוטה", נותן ריכוזי פרי לפי הנוסחה. טיפול a אביב+אתרל נותן פריסה שווה פחות או יותר לאורך רב העונה. היות ובתום שנתיים התקבל יבול מצטבר דומה נראה שאין חיסרון לטיפול a בו נדקר באתרל אחד מתוך שניים בבית. ההכנסות שהתקבלו ליבולים של הטיפולים השונים הצטברו לפי המחירים לאורך השנה. את ההכנסה הגבוהה ביותר הביא טיפול (c) הביקורת, נטיעת אביב רגילה, 200 שתילים לדונם.

טיפול אביב + אתרל נתן תוצאה קרובה בעיקר מפני שנפרס (אימהות ובנים) לאורך רב השנה כולל הקיץ. צריך לציין שעקומת המחירים משתנה בשנים האחרונות בחדות בטווח זמנים קצר. לפיכך פריסת השיווק לאורך זמן שיכלול גם קיץ צריכה להיבחן על פני מספר שנים.

סיכום ומסקנות

חלק גדול ממטעי הבננות בעמק הירדן נטועים באביב או בקיץ ומוכוונים (יבול שני של נטיעת אביב ויבול ראשון של נטיעת קיץ) להנבה חודשי הסתיו המאוחרים – אוקטובר עד ינואר. בשער הגולן מצליחים שנים רבות לקבל יבול גבוה בשיטה המתאימה ל"נוסחה" הזו. לאחרונה התבקשה בדיקה של פריסת היבול לאורך זמן רב. בעזרת הצוות של חוות ניסיונות הועמדה תצפית שכללה שלשה טיפולים: נטיעת אביב עם טיפול באתרל, נטיעת יוני עם טיפול באתרל וביקורת – נטיעת אביב רגילה. בתום שנתיים מתברר שבצד התנהגות צפויה "קלסית" של נטיעת אביב (יבול ראשון ושני) קבלנו פריסה טובה, לאורך תקופה ארוכה, של פרי בעזרת טיפול באתרל של חלק מהצמחים. מידותיה הצנועות של התצפית המתוארת גרמו לפגמים באיסוף הנתונים של הצוות של שעה"ג. נדמה שיש סיבה טובה לחזור ולפרוס ניסיון מלא ומסודר על מנת להעמיק את הידע והמסקנות ממנו.

תודות

לחוקר ד"ר נבות גלפז. חוות ניסיונות: עידן אלינגולד, אבי צרפתי, אמיר קינן, גלעד הדר ואורטל בחשיאן, ליובל לוי, שהעלה את הרעיון לדקירת אביב. נדב מירב, מרה"נ אשר פיתח את ה"חילון" לחניקה (הרעיון של עצירת קודקוד הצמיחה המרכזי של הצמח אשר "מקפיץ" את היורשים) והמשיך והגיע עם צוות רה"נ לפיתרון של דקירה באתרל. תודות לצוות הבננות של שער הגולן, אשר תרם רבות וחבריו ראויים לכל תודה. תודה נוספת מיוחדת לעידן שניתח את התוצאות (Jump).

סיכום ביניים של עיקרי תוצאות מיזם מחלת פנמה בבננה, שנים א'-ב'

מבוא: ענף הבננות בישראל הוא ענף יציב ורווחי. הוא הגדול מבין בענפי המטע בישראל, ברמת היצרנות, עם 150-170 אלף טון פרי לשנה, ומכירות בהיקף של 330-370 מיליון ש"ח/שנה בשער המטע. מחלת פנמה בבננה נגרמת ע"י הפטרייה שוכנת הקרקע *Fusarium oxysporum f. sp. Cubense*. ב-1989 התגלה גזע חדש וקטלני של מחלת פנמה, Tropical Race 4 (TR4) באינדונזיה ומלזיה. הפטרייה התפשטה תוך שנים ספורות למדינות שונות בדרום מזרח אסיה (טאיוואן, פקיסטן, סין, פיליפינים, הודו, מיאנמר, ועוד), אוסטרליה, אפריקה (מוזמביק) והמזרח התיכון (ירדן, לבנון, עומן), והביאה להשמדתם של מטעים בהיקף עצום ברחבי העולם. ב-2016 התגלו בארץ שלושה מטעים נגועים במחלת פנמה, ונמצאת במגמת התפשטות. נכון לאוקטובר 2020 אותרו צמחים נגועים בעשר חלקות שונות. עד היום טרם נמצא טיפול כימי/פיזיקלי/ביולוגי להדברת הפטרייה ו/או הנבגים בקרקע, ולא קיימים זנים מסחריים, בעלי עמידות מלאה לגורם המחלה, כך שמחלת פנמה מהווה איום קיומי על ענף הבננה בישראל.

מיזם מחלת פנמה: בנובמבר 2017 החל לפעול מיזם בנושא מחלת פנמה בבננה. במסגרת המיזם מבוצעים מחקרים ע"י שמונה קבוצות מחקר שונות, בעלות מומחיות במגוון רחב של תחומים: מחקר וגידול צמח הבננה, תרבית רקמה, מחלות צמחים בכלל ופוזריום בפרט, חיטוי וטיוב קרקע, עריכה גנומית, ביואינפורמטיקה, וביולוגיה מולקולרית. המיזם הינו מחקר אינטגרטיבי: בביצוע כל אחד מהמחקרים שותפים מספר חוקרים, מומחים בתחומם, ופגישות לצורך סיעור מוחות מתקיימים על בסיס קבוע. תקופת הפעלת המיזם היא נובמבר 2017-נובמבר 2020. גובה התקציב הוא 6 מיליון ש"ח, במימון משותף למגדלי הבננות והמדען הראשי של משרד החקלאות.

מטרת המיזם: רכישת ידע בסיסי, ופיתוח פרוטוקולים ותוצרים לטווח הקצר והבינוני, שיאפשרו למגדלי הבננות בארץ להמשיך לקיים את הענף ברווחיות טובה, גם בנוכחות מחלת פנמה. המיזם מתרכז בארבעה תחומים מרכזיים הקשורים בהתמודדות עם מחלת פנמה, בהם קיימים פערי ידע: (1) בחינה ופיתוח של זנים עמידים למחלה, (2) זיהוי, אבחון, ואפידמיולוגיה של TR4 בתנאי הארץ, (3) חיטוי, ובחינה ופיתוח של תנאים סופרסיביים (ביוטים וא-ביוטיים) למחולל המחלה ו-4) גידול במצע מנותק.

חוקרי המיזם:

ייבוא ובחינה של זנים עמידים מהעולם, ופיתוח של זנים מקומיים עמידים למחלה: ד"ר עמית גל-און (מנהל המחקר החקלאי), פרופ' אבי לוי (מכון וויצמן למדע), ד"ר נבות גלפז (מיג"ל-מו"פ צפון), ד"ר סטנלי פרימן (מנהל המחקר החקלאי).

זיהוי, אבחון, ואפידמיולוגיה של פטריית ה-TR4 בתנאי הארץ: ד"ר סטנלי פרימן (מנהל המחקר החקלאי), ד"ר יעל מלר הראל (השרותים להגנת הצומח), ד"ר דרור מיניץ (מנהל המחקר החקלאי).

חיטוי, ובחינה ופיתוח של תנאים סופרסיביים (ביוטים וא-ביוטיים) למחולל המחלה: פרופ' אברהם גמליאל (מנהל המחקר החקלאי), ד"ר דרור מיניץ (מנהל המחקר החקלאי), ד"ר עומר פרנקל (מנהל המחקר החקלאי). גידול במצע מנותק: ד"ר נבות גלפז (מיג"ל-מו"פ צפון).

עיקרי התוצאות שהושגו בשנים א'-ב' של המיזם:

יעד 1. בחינה ופיתוח של זנים עמידים ל-TR4: יעד זה מורכב מ-2 חלקים: א') פיתוח זנים עמידים למחלת פנמה בבננה, באמצעות עריכה גנומית, ב') ייבוא, בחינה וסלקציות, לצורך פיתוח קלונים מקומיים מצטיינים בעלי עמידות למחלת פנמה.

1א'. פיתוח זנים עמידים באמצעות עריכה גנומית בבננה: לצורך איתור גני מטרה לעריכה גנומית, נקבעה בשנה א' של המחקר רמת העמידות של 34 זני בננה שונים לגורם מחלת פנמה, באמצעות אילוח, בתנאי מעבדה, של הצמחים בפטריית הפוזריום TR4, והערכה ויזואלית של חומרת תסמיני המחלה, ואחוזי השרידות. 4 זנים, שנמצאו כעמידים במיוחד, ו-3 שנמצאו כרגישים במיוחד, אולחו ב-TR4, ושורשיהם נדגמו ב-4 נקודות זמן (0.5, 9, 24, 96 שעות) לאחר, האילוח לצורך ביצוע אנליזה (RNAseq) לקביעת רמת הנוכחות של כל אחד מ-30,000 הגנים של הבננה בשורשים המאולחים, ואיתור שינויים גנטיים בגנים אלה.

נמצא מספר רב של גנים בעלי רמת ביטוי דיפרנציאלית בין הזנים העמידים לזנים הרגישים. רמתם של גנים אלה ברקמת השורש עלתה או ירדה בזנים העמידים, ביחס לזנים הרגישים, בתגובה לאילוח ב-TR4. נמצא ייצוג ייתר לקבוצת הגנים המעורבים ביצירת דופן התא, בעיקר ליגנין, תוצאה המרמזת לכך שמניעת חדירה, או מעבר של הפטרייה מתא לתא, הוא מרכיב מרכזי בעמידות לגורם המחלה של הזנים העמידים.

באנליזת הרצף של כל אחד משבעת הזנים, נמצאו 1982 שינויים גנטיים (המכונים SNPs), ב-988 גנים, המשותפים לכל 4 הזנים העמידים, ושונים מ-3 הזנים הרגישים, ונמצא ייצוג גבוה של רצפטורים וגני RGA-גנים שמעורבים במנגנוני הגנה בפני פתוגנים.

רשימה קצרה של 9 הגנים המועמדים המבטיחים ביותר להקניית עמידות לגורם מחלת פנמה הועברה לאנשי העריכה הגנומית, לצורך פיתוח זנים מקומיים עמידים למחלת פנמה. סקר ספרות העלה שגנים אלה נמצאו בעבר כמעורבים בהקניית עמידות לפתוגנים בכלל, ולפטטריות בפרט, במיני צמחים שונים, ממצא שמחזק את הרלוונטיות שלהם לצורך פיתוח זנים עמידים למחלת פנמה.

פיתוח תשתיות לעריכה גנומית: עריכה גנומית היא "הנדסה גנטית דור ב'". טכנולוגיה חדשנית זו, המכונה גם CRISPR, מאפשרת שינוי תכונות נבחרות באורגניזמים, באמצעות שינוי מדויק של הרצף של גן מטרה, לצורך שיבוש או שיפור פעילותו. עריכה גנומית היא כיום השיטה המקובלת והמועדפת בעולם לפיתוח זני בננה מסחריים עמידים למחלת פנמה. פותחו למעלה מ-5 קווים נפרדים של תרחיפי תאים עובריים, ממקור של תפרחות זכריות, שהם חומר המוצא הצמחי לעריכה הגנומית של גנים נבחרים. ניסויים ראשונים בעריכה גנומית של שני גנים נבחרים (הניסויים כוללים הכנת קונסטרקטים והחדרה (טרנספורמציות) שלהם לתרחיף התאים העובריים) החלו בראשית 2020, ובהמשך נבצע עריכה לחמישה גנים נוספים. אנחנו מצפים שבשנת 2021 יהיו בידינו צמחונים שעברו עריכה בגנים נבחרים, ועמידותם לגורם מחלת פנמה תבחן בתנאי מעבדה.

1ב'. ייבוא, בחינה וסלקציות, לצורך פיתוח קלונים מקומיים מצטיינים בעלי עמידות למחלת פנמה:

לא קיימים, נכון ליולי 2020, זנים מסחריים בעלי עמידות מלאה לגורם המחלה. המשאב הגנטי היחיד הקיים כיום להתמודדות עם המחלה הוא סדרה של קלונים טיוואנים עמידים חלקית (סבילים) לגורם מחלת פנמה, שכרגע מהווים את הפתרון הגנטי היחיד למחלה. בשנת 2016 יובאו לארץ 3 הקלונים הנחשבים למוצלחים ביותר בסדרה, והם נבחנו בחלקות תצפית בעמק הירדן ובגליל המערבי. הקלונים 105 ו-119 אינם מתאימים לתנאי הארץ, עקב גובהם הרב ואשכול ופרי קטנים. לאחר סיכום תוצאות יבולים א'-ג', קלון 218 מסתמן כזן בעל פוטנציאל חקלאי טוב: הוא אמנם גבוה ואיטי, אולם משקל האשכול ואיכות הפרי טובים, ודומים לאלה של הזן המשקי, גרנד ניין. לפיכך, בשנה ב' של המיזם התחלנו בתהליך של ברירה של צמחים מצטיינים, לצורך פיתוח קלונים מקומיים מצטיינים של קלון 218. הקריטריונים לסלקציה הם גובה מתון, פריחה מוקדמת, ואשכול כבד.

קלון נוסף, 247, נשתל באיחור של שנתיים ביחס לקלונים האחרים. זהו קלון גבוה, אף יותר מקלון 218, ורזה יחסית, אולם הוא בעל אשכול גדול ואצבע ארוכה. בדומה לקלון 218, גם קלון 247 איטי ביחס לגרנד ניין, ובהמשך, בדומה לקלון 218, נעסוק בפיתוח טיפוסים משופרים: זריזים יותר, בעלי קומה מופחתת, ואשכול כבד.

יעד 2. זיהוי, אבחון, ואפידמיולוגיה של TR4 בתנאי הארץ: יעד זה מורכב משני חלקים. 2א': זיהוי ואבחון גורם המחלה בצמחים, בקרקע, ובמים, ו-2ב': אפידמיולוגיה של המחלה בתנאי הארץ.

2א'. זיהוי ואבחון גורם המחלה בצמחים, בקרקע, ובמים: נכון לאוקטובר 2020, דווח על צמחים נגועים בחלקות הבאות: שפיה, עין גב (4 חלקות שונות), דגניה ב', שער הגולן, גשר, בית זרע ותל-קציר. במסגרת המיזם, הוכנסה לשימוש בארץ

בדיקה מעבדתית מהירה ואמינה, בשיטת PCR, לאיתור גורם המחלה בצמח. צמחים סימפטומטיים למחלה מועברים מיידית לבית-דגן, לצורך וידוא המצאות גורם המחלה. שיטת וידוא נוספת, באמצעות VCG, אפשרה להוכיח שאכן האוכלוסייה בארץ קלונאלית בהשוואה לתבדידים אחרים שהתקבלו מחו"ל. בשתילי מלכודת של בננה, שהונחו בתעלות ניקוז המנקזות מי גשם מחלקות נגועות בגורם המחלה, לא התגלתה פטריית TR4, תוצאה המרמזת לכך שלא הייתה הפצה של גורם המחלה במים מחלקות שנבדקו. פיתוח פרוטוקול לאיבחון מעבדתי מדויק ומהיר של TR4 בקרקע טרם פורסם בעולם, ונמצא לקראת סיום. לצורך כך פותח פרוטוקול להפקת דנ"א מהקרקע, ואבחון ספציפי ורגיש לרמות נמוכות ביותר של פטריית ה-TR4 באמצעות שיטת Real-Time PCR. החוקרים הצליחו לבצע אבחון כמותי של הפטרייה בדגימת קרקע שמקורה בבית גידול בגורם המחלה, והוכיחו שהפטרייה מצויה גם בשכבת 60-90 ס"מ.

2ב'. אפידמיולוגיה של המחלה בתנאי הארץ: בעזרת תבדידים מסומנים בצבען מולקולרי, המכונה GFP, של האיזולט המקומי של TR4, נמצא שתפטר הפטרייה חדר למערכת השורשים של הזנים הרגישים והעמידים, אך בזנים העמידים נמצא רק בחלק החיצוני של השורשים, ללא חדירה לשאר חלקי הצמח, בעוד שבזנים הרגישים נמצאה חדירה לתוך השורש. תוצאה זו מרמזת לכך שעיוי דופן התא הוא מכניזם מרכזי בהקניית עמידות ל-TR4. 10 מינים שונים של עשבים רעים שנפוצים במטעי הבננה בארץ אולחו בפטריית TR4. נמצא שכל השורשים, ורוב הגבעולים, של עשבי הבר הודבקו ע"י הפתוגן, והם מהווים מקור פוטנציאלי להפצת המחלה. שימוש בשיטות של ריצוף של הגנום של תבדידים של TR4 ממדינות שונות, העלה שהווריאנט של TR4 שנמצא בארץ קרוב גנטית לתבדידים מהמזרח התיכון, ולא לתבדידים שמקורם בדרום מזרח אסיה, כך שמקור ההפצה של גורם המחלה בארץ הוא אחת משכנותינו, ירדן או לבנון, ולא מאזורים מרוחקים בעולם.

יעד 3. חיטוי ודיכוי מחולל המחלה: יעד זה מורכב ממספר יעדי משנה:

פיתוח אמצעים לחיטוי כלים ואמצעי שינוע: נבחנו מספר תכשירים להשמדת גופי הריבוי של הפטרייה. שלושה תכשירים (TOG, בקטרון, ספורקיל) שכולם תכשירים פעילי שטח על בסיס אמוניום רביעוני, נמצאו יעילים בקטילה במשך חשיפה קצר (15 שניות), ובריכוז של 1%. תכשירים אלה מתאימים לשימוש מידי על ידי המגדלים.

נבנה אבטיפוס של מתקן לחיטוי כלי רכב שמבוסס על אגן הטבילה שמשמש לשטיפה ראשונית של הגלגלים, ומערכת ריסוס שמבטיחה כיסוי של כל גחון הרכב, בריכוז קבוע, של חומר חיטוי טרי. יעילותו הגבוהה של מתקן החיטוי בהדברת פוזריום הודגמה על נבגי פוזריום של עגבניה. על בסיס האבטיפוס הותקן בחוות המחקר בצמח, במאי 2020, מתקן לחיטוי בהתזה, ומתקנים נוספים, בגליל המערבי ובמעברי הגבול עם ירדן, נמצאים בשלבי תכנון והקמה.

קטילת שורשים להפחתת הפצה של הפטרייה באמצעות חומר צמחי נגוע: מצאנו שקוטלי עשבים מעורבים בנפט קוטלים ביעילות את צמחי הבננות ומאפשרים צמצום של הפצת גורם המחלה באמצעות חומר צמחי נגוע. התכשיר גרלון יעיל

במיוחד בקטילה. בהמשך המחקר יתמקד בשילוב התכשיר עם פונגיצידים כדי לקטול את הפטרייה ברקמות הצמחים בהם יושם קוטל העשבים.

קטילת הפטרייה בקרקע באמצעות תכשירי חיטוי: התכשירים המקובלים לחיטוי קרקע, מתאם סודיום ו-DMDS (פלדין), נמצאו יעילים בקטילת הפטרייה במערכות מבוקרות. שילוב חיטוי סולרי משפר את הקטילה. גם שילוב של תוספים אורגנים ממקורות שונים עם חימום במשטר חיטוי סולרי תורם לקטילה יעילה של הפטרייה.

דיכוי גורם מחלת פנמה בעזרת ביופחם: במהלך שנת המחקר פותחה שיטה יעילה לאילוח הצמחים בפטריית ה-TR4 דרך הקרקע. במחקר נבדקו שני סוגי ביופחם, שמקורם בענפי אורן, ובשבבי אקליפטוס, בריכוזים של 1% ו-3%. ביופחם משבבי אקליפטוס בריכוז 1% הראה הפחתה הדירה ומובהקת סטטיסטית בחומרת המחלה בהשוואה לטיפול ללא ביופחם ונבחר להמשך המחקר.

דיכוי גורם מחלת פנמה בעזרת חיידקים מעכבים ומיקוריזה: בודדו מאות חיידקים מקרקעות של מטעי בננה, וצמחי בננה, ויעילותם בעיכוב פטריית ה-TR4 נבחנה בצלחות פטרי. 38 מהחיידקים, שנמצאו היעילים ביותר, נבחרו למחקר המשך לבחינת עיכוב של גידול גורם המחלה, והפחתת הסימפטומים של המחלה, בצמחים שנשתלו בקרקע מאולחת. בנוסף, נבחנו מספר קונסורציה (שילוב של מספר חיידקים שונים) של חיידקים. המחקר מתמקד כעת במספר חיידקים וקונסורציה נבחרים, שהראו את הפוטנציאל הגבוה ביותר.

נמצאו מיני מיקוריזה שמצליחים להפחית באחוזי תמותת שתילים אך אין טיפול שמפחית ב-100%.

באוגוסט 2020 החל ניסוי שדה בחלקה מאולחת בעמק הירדן, שמטרתו בחינת יעילות הדברת פטריית ה-TR4 בצמחים ובקרקע, ויעילות דיכוי הפטרייה באמצעות ביופחם וחיידקים.

יעד 4. גידול במצע מנותק: נבחנו שלושה משתנים: ממדי הערוגה, סוג המצע, ומועד השתילה. השילוב שהניב את התוצאות הטובות ביותר הינו ערוגה בממדי 20 ס"מ (עומק) X 100 ס"מ (רוחב), מצע טוף 0-8, ומועד שתילת אוגוסט. בשילוב זה התקבלו, ביבול א', אשכולות במשקל 30 ק"ג, ונמצאה זירוז משמעותי של קצב הגדילה, ככל הנראה בזכות חימום הקרקע.

סיכום הנתונים המטאורולוגיים של שנת 2019

במסגרת סיכום הנתונים המטאורולוגיים של שנת 2019, מובאים הממוצעים החודשיים של פרמטרים מטאורולוגיים שונים. הנתונים נאספו בתחנה של השירות המטאורולוגי, הממוקמת בשטח פתוח (לא תחת רשת) בחוות מחקר הבנות בצמח.

הערכים המוצגים הם ממוצע חודשי, המתבסס על הערכים היומיים, שזמינים באתר של צמח ניסיונות.

מדידת הטמפ' התבצעה בגובה 2 מטר, בסוכה סטנדרטית.

טמפ' מינימום בגראס נמדדה בגובה 5 ס"מ, גולה חשופה. במחקר קודם, נמצא שערכי טמפ' מינימום במדידת גראס מייצגים בצורה הקרובה ביותר את טמפ' העלה.

חישוב דרך רוח יומית התבצע בצורה הבאה: מכפלה של מהירות הרוח הממוצעת (מטר/שניה) * 3.6 * 24. נתון זה מבטא את כמות הרוח היומית הממוצעת.

חישוב התאדות יומית מגיית מחושבת נעשה באמצעות שימוש בגיית סטנדרטית, בשטח פתוח.

חישוב התאדות יומית מגיית בבית רשת נעשה תחת רשת קריסטל לנו 10%, בגובה 4 מטר.

ערכי ההתאדות מחושבת מבוססים על נוסחת פנמן-מונטית' סטנדרטית, ומחושבים על סמך נתוני קרינה, טמפ', רוח ולחות.

טבלה 1: נתונים מטאורולוגיים ממוצעים לשנת 2019

טבלת נתונים ממוצעים לשנת 2019											
חודש	טמפ' ממוצעת (מ"צ)	טמפ' מקסימום (מ"צ)	טמפ' מינימום (מ"צ)	טמפ' גראס מינימום (מ"צ)	מהירות רוח ממוצעת (מטר/שניה)	סה"כ דרך רוח יומית (ק"מ)	התאדות מגיית סטנדרטית (מ"מ)	התאדות מגיית בבית רשת (מ"מ)	התאדות יומית מחושבת (מ"מ)	לחות יחסית (%)	קרינה יומית מצטברת (MJ/m ²)
ינואר	13.2	18.9	8.1	6.9	2.5	218.7	2.5	1.3	1.8	73.4	10.4
פברואר	14.4	20.1	9.5	8.4	2.3	195.2	3.3	2.0	2.3	77.1	12.8
מרץ	15.0	21.4	9.6	8.7	2.2	189.7	3.7	2.2	2.7	84.8	15.3
אפריל	18.3	25.3	11.9	11.0	2.3	195.1	5.4	3.6	3.9	74.1	20.4
מאי	25.1	34.7	17.1	15.9	2.4	207.1	8.1	5.9	6.2	54.7	26.3
יוני	28.8	36.9	18.7	21.2	2.8	238.4	9.3	5.6	7.0	56.6	27.2
יולי	30.0	38.2	20.8	22.4	3.2	278.0	10.4	5.8	7.6	56.8	28.1
אוגוסט	30.3	38.1	24.3	23.2	3.1	269.7	9.3	6.6	7.0	58.9	24.9
ספטמבר	28.3	36.2	22.0	20.9	2.7	236.8	7.8	5.6	5.7	60.6	21.4
אוקטובר	25.9	33.2	19.8	18.3	2.2	188.4	5.8	2.7	4.0	59.6	16.1
נובמבר	21.7	28.8	15.3	13.0	2.1	185.2	5.4	2.3	3.2	41.7	12.7
דצמבר	14.3	20.5	9.4	8.0	2.1	185.0	2.1	0.9	1.6	73.9	8.8

טבלה 2: נתונים מטאורולוגיים ממוצעים רב-שנתיים לשנים 2000-2019

טבלת נתונים ממוצעים רב שנתיים לשנים 2000-2019											
חודש	טמפ' ממוצעת (מ"צ)	טמפ מקסימום (מ"צ)	טמפ מינימום (מ"צ)	טמפ גראס מינימום (מ"צ)	מהירות רוח ממוצעת (מטר/שניה)	סה"כ דרך רוח יומית (ק"מ)	התאדות מגיגית סטנדרטית (מ"מ)	התאדות מגיגית בבית רשת (מ"מ)	התאדות יומית מחושבת (מ"מ)	לחות יחסית (%)	קרינה יומית מצטברת (MJ/m ²)
ינואר	12.9	18.4	8.1	6.5	2.1	267.1	2.1	1.5	2.1	75.1	10.3
פברואר	14.0	20.0	8.7	7.0	2.1	280.4	2.7	2.1	2.7	73.4	12.5
מרץ	16.7	23.8	10.5	8.8	2.2	281.2	4.0	3.1	4.2	70.7	17.0
אפריל	20.3	28.1	13.5	11.8	2.4	311.3	6.0	4.6	5.7	63.3	21.4
מאי	24.5	32.9	17.2	15.4	2.6	351.5	8.1	5.9	6.8	58.2	25.3
יוני	27.9	36.2	20.5	19.1	2.9	390.7	9.7	6.7	7.2	58.8	27.8
יולי	30.2	38.1	23.6	22.3	3.0	349.3	10.2	6.3	6.9	59.5	27.2
אוגוסט	30.6	38.4	24.2	23.0	2.9	335.8	9.4	5.5	5.7	61.3	24.8
ספטמבר	28.4	36.1	21.9	20.4	2.5	285.2	7.7	4.2	4.2	61.5	20.8
אוקטובר	24.8	32.3	18.5	16.5	2.1	236.2	5.5	2.8	2.8	60.7	15.4
נובמבר	19.6	26.2	13.9	11.7	2.0	231.3	3.8	2.0	2.0	61.3	12.0
דצמבר	14.7	20.6	9.9	8.0	2.0	240.7	2.3	1.4	1.7	70.8	9.7

טבלה 3: הפרשים בין הנתונים הממוצעים לשנת 2019 והערכים הרב שנתיים

טבלת הפרשים בין הנתונים הממוצעים לשנת 2019 והערכים הרב שנתיים											
חודש	טמפ' ממוצעת (מ"צ)	טמפ מקסימום (מ"צ)	טמפ מינימום (מ"צ)	טמפ גראס מינימום (מ"צ)	מהירות רוח ממוצעת (מטר/שנייה)	סה"כ דרך רוח יומית (ק"מ)	התאדות מגיגית סטנדרטית (מ"מ)	התאדות מגיגית בבית רשת (מ"מ)	התאדות יומית מחושבת (מ"מ)	לחות יחסית (%)	קרינה יומית מצטברת (MJ/m ²)
ינואר	0.28	0.44	0.00	0.43	0.42	-48.38	0.40	-0.18	-0.24	-1.71	0.09
פברואר	0.43	0.03	0.77	1.33	0.12	-85.23	0.58	-0.09	-0.74	3.68	0.34
מרץ	-1.64	-2.34	-0.87	-0.09	0.00	-91.49	-0.36	-0.86	-1.49	14.11	-1.68
אפריל	-2.02	-2.85	-1.61	-0.81	-0.10	-116.20	-0.53	-1.05	-1.74	10.87	-1.01
מאי	0.56	1.73	-0.12	0.44	-0.21	-144.38	-0.01	0.07	-0.58	-3.50	1.09
יוני	0.97	0.66	-1.78	2.04	-0.10	-152.29	-0.46	-1.02	-0.25	-2.17	-0.69
יולי	-0.23	0.11	-2.76	0.07	0.20	-71.31	0.15	-0.45	0.73	-2.62	0.87
אוגוסט	-0.24	-0.26	0.03	0.21	0.25	-66.11	-0.13	1.11	1.35	-2.44	0.10
ספטמבר	-0.08	0.10	0.10	0.46	0.25	-48.37	0.10	1.39	1.52	-0.91	0.60
אוקטובר	1.00	0.98	1.25	1.72	0.08	-47.79	0.30	-0.14	1.29	-1.10	0.71
נובמבר	2.15	2.61	1.45	1.32	0.15	-46.19	1.60	0.23	1.22	-19.60	0.70
דצמבר	-0.41	-0.10	-0.49	-0.01	0.11	-55.69	-0.24	-0.50	-0.01	3.12	-0.92

טבלה 4: מספר שעות מתחת לטמפ', מדידת גראס, חורף 2019-20

מספר שעות מתחת לטמפ', מדידת גובה 2 מ' סטנדרט, חורף 2019-20									
חודש	<2°C	<3°C	<4°C	<5°C	<6°C	<7°C	<8°C	<9°C	<10°C
נובמבר									
דצמבר					1	9	24	54	105
ינואר			1	11	25	43	62	101	146
פברואר				1	10	23	32	47	105
מרץ							7	20	30
אפריל									15
מאי									
מצטבר	0	0	1	12	36	75	125	222	401