

אוקטובר 2010

שימוש במי קולחים להשקיית בננות בגליל המערבי

דו"ח מסכם לשנות הניסוי 2000 – 2009

גל אור, מדריך בננות שה"מ, מנהל מו"פ בננות גליל מערבי וחוף הכרמל

הניסוי נערך בהשתתפות:

גל אור – שה"מ, מחוז מרכז/צפון

ד"ר עמנואל להב – מו"פ גליל מערבי

ענת לוינגרט-אייצ'יזיי - שה"מ, מחוז הצפון

חנן בן שלום – מגדלי בננות גליל מערבי

רקע

הבננות מהוות את גידול המטע העיקרי בגליל המערבי. לצידן מגדלים גם פירות אחרים כגון אבוקדו והדרים. כמעט כל התוצרת מיועדת לשוק המקומי. צריכת המים לדונם מטע בננות נחשבת גבוהה יחסית לפירות אחרים אולם צריכת המים לטון פרי נמוכה יחסית לאחרים ועומדת באזורי החוף על פחות מ-200 קוב לטון פרי. ניצול מי קולחים להשקית בננות החל כבר בתחילת שנות השמונים במטעים בודדים ועל שטחים קטנים. המטרה היתה לנצל את המחיר הנמוך של הקולחים וגם ההשקיה נתפשה כדרך להיפטר מהקולחים כגורם מזהם. לקראת סוף שנות השמונים פרץ במלוא עוזו משבר המים בישראל עקב רצף של שנים שחונות וקוצו מכסות המים השפירים. נושא ההשקיה בקולחים קיבל עדיפות בהקצאה של השקעות בעידוד של כל הגורמים. מאז חל שיפור רב באיכות הקולחים ואמינות הספקתם ובוצעו השקעות גדולות בהנחת צנרת כדי להביא את המים אל הצרכנים השונים. עקב הירידה ההדרגתית שחלה בהקצאות המים השפירים לחקלאות ברור שיש הכרח לעבור לגידול בננות בקולחים ואכן היום כ-90% משטחי הבננות בגליל המערבי מושקים בקולחים.

תקציר

מטרת המחקר היא בחינה של השפעת מנות המים להשקיה בקולחים על גידול הבננה ויבוליה תוך בקרת משטר ההזנה ומעקב אחר ההשפעה על איכות הסביבה. המחקר מחולק למעשה לשני ניסויים:

ניסוי מספר 1: השוואה בין גידול בננות במים שפירים לגידול בננות במי קולחים

ניסוי מספר 2: השוואה בין מנות מים שונות בהשקיה בקולחים על גידול הבננה.

תוצאות שני הניסויים מובאות כאן ביחד כיוון ששניהם בוצעו יחדיו באותה חלקה באותו הזמן.

הטיפולים: מים שפירים (100%), מי קולחים (100%, 120%, 140% ו-160%). הניסוי נעשה במתכונת בלוקים באקראי, 8 חזרות, בשטח 8 ד'.

במהלך שנות הניסוי לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בתאריכי הפריחה, הקטיף, משך מילוי הפרי ומספר הפריחות לדונם. נמדד רק איחור של מספר ימים במועד הפריחה והקטיף בנצרים שהושקו במים שפירים בהשוואה לאלה שהושקו במי קולחים. מספר הכפות לאשכול ביבולים ד' ו-ה' בטיפול המים השפירים גבוה ממספר הכפות שבטיפול מי קולחים 100% ו-160%, ודומה למספר הכפות במי קולחים 120% ו-140%. בשאר השנים לא היו הבדלים מובהקים במספר הכפות. משקל האשכול הממוצע בטיפול המים השפירים גבוה במקצת מזה שבמי קולחים ותואם את ההבדלים (הקטנים) במספר הכפות לאשכול ואיכויות אצבע הבננה. רק ביבול ג' העלאת מנת מי קולחים גרמה לצמצום הפערים במשקל האשכול הממוצע בין טיפול המים השפירים לטיפול מי קולחים.

בשנה האחרונה לניסוי נבדקו גם מדדים וגטטיביים של גובה הצמח והיקף הגזעול. בגובה הצמח נמצא יתרון מובהק למים השפירים על הקולחים. בהיקף הגזעול נרשם יתרון לא מובהק למים השפירים.

בבדיקות טרפים בעלה השלישי נמצא בחלקו הפנימי של הטרף ריכוז חנקן נמוך בנצרים שהושקו במי הקולחים במנה של 160% מאלו שהושקו ב-100% הן במי קולחים והן במים שפירים. ריכוזי הנתרן נמצאו גבוהים יותר בעלי הנצרים שהושקו במי קולחים הן בחלקו הפנימי והן החיצוני של הטרף.

בבדיקות הקרקע נמצאו ריכוזי הנתרן ויחס SAR, בכל חתך הקרקע הנבדק, גבוהים יותר בקרקע המושקית בקולחים בהשוואה לזו המושקית במים השפירים. ריכוזי הבורון הספוח בשכבת הקרקע העליונה (30 ס"מ) גבוה בטיפול הקולחים לעומת קרקע שהושקתה במים שפירים. ערכי ה-pH בטיפול המושקה במים השפירים נמוכים, במובהק, מאלו שבמי הקולחים בעומק הקרקע 60-90 ס"מ, בעוד שבעונות הקודמות נמצא הבדל זה בכל חתך הקרקע הנבדק. גם ריכוזי הסידן והמגניון אשר נמצאו בעונות הקודמות גבוהים יותר, בכל החתך הנבדק, בטיפול המושקה במים שפירים נמצאו כעת גבוהים יותר רק בעומק 60-90 ס"מ. בסתיו 2006 המוליכות החשמלית בטיפול המים השפירים היתה גבוהה מזו שבטיפול מי הקולחים, בעיקר בשכבת הקרקע העליונה, ואילו בסתיו 2007 ניתן לראות חזרה למגמה שבה ערכי המוליכות החשמלית וריכוזי הכלורידים בחתך הקרקע המושקית במי קולחים גבוהים יותר. ראוי לציין כי ערכי המוליכות החשמלית אינם נחשבים לגבוהים עבור בנות אולם יש עניין בעובדה שהערכים בטיפול קולחים 160% כפולים ואף יותר מטיפול השפירים. כצפוי, ריכוזי הנתרן וערכי SAR בטיפול הקולחים נמצאו גבוהים מאלו שבטיפול המושקה במים שפירים, בכל עומק החתך הנמדד אולם לא מצאנו עליה משמעותית ומסוכנת בריכוזי המלחים בקרקע עם השנים ולכן ניתן לאמור שבתנאי הניסוי, בטווח של משך חיי מטעם (10 שנים) אין סכנה של הרס הקרקע כתוצאה מהצטברות מלחים.

מבוא

כבר בשנות השמונים של המאה הקודמת התחילו לגדל בנות במי קולחים בגליל המערבי. ניסוי יסוד ראשון החל בשנת 1989 בשטחי קיבוץ געתון שם בדקו את השפעת מי הקולחים על גידול הבננה. בניסוי בגעתון התברר שהשימוש בקולחים מחייב התאמות של ציוד ההשקיה והתאמות של נוהגי ההשקיה והדישון. ניסוי יסוד שני בהשקיית בנות במי קולחים נערך החל משנת 1994 בחוות הניסיונות של הבנות בגליל המערבי. בניסוי השני שופר הציוד ושונה ממשק ההשקיה והדישון ונבדקה שוב השפעת ההשקיה בקולחים. עיקר המסקנות מניסוי זה היו:

1. למרות השיפור בממשק ולמרות השיפור באיכות הקולחים יש עדיין צורך לבחון השפעות ספציפיות של בורון וכלוריד על הבננה כיוון שההשפעות של שני יונים אלה נראו כמזיקות במיוחד.
2. יש לקחת בחשבון את זמינות האשלגן, החנקן והזרחן אשר מצויים במי הקולחים ולהתחשב בערכם הדישוני.
3. בהשקיה במי קולחים יש לתת מנת מים מוגברת בהשוואה למנה המקובלת במים שפירים אך לא ברור בשלב זה מהי המנה המיטבית.

כדי שניתן יהיה לקבוע מהי מנת המים המיטבית להשקיית בנות במי קולחים בגליל המערבי בוצע ניסוי זה הבוחן את תגובת הבננה למנות מים שונות במי קולחים. כמו כן נוסף טיפול מים שפירים כדי לבצע השוואה נוספת בין קולחים ושפירים בעיקר עקב השינוי (השיפור) שחל באיכות הקולחים עם הקמת מתקני טיהור שפכים באזור.

שיטות וחומרים

מיקום ביצוע המחקר: המחקר בוצע בחוות הניסיונות לבנות בגליל המערבי.

תכונות הקרקע: הקרקע הינה גרומוסול חום צרורי עם אבנוניות משתנה ו- 19%-3% גיר כללי.

מקור וסוג הקולחים: מקור הקולחים הוא מאגר שלומי המרכז את שפכי שלומי, אזור התעשייה של שלומי ושפכי קבוץ מצובה. מקור המים משפכים ביתיים ותעשייתיים ורמת הטיהור שניונית (בריכות חמצון וחמצניות).

הרכב הקולחים: מי הקולחים והמים השפירים נדגמו כל שנה, אחת לחודש, והרכבם מוצג בטבלה 1.

פרוט הטיפולים מבנה הניסוי: הטיפולים מפורטים בטבלה 2. הניסוי נעשה במתכונת של בלוקים באקראי, ב-8 חזרות, על גבי שטח של 8 ד'.

טבלה 1. הרכב המים השפירים ומי הקולחים בקיץ 2005, 2007, 2008

המדד	מים שפירים 2008-2005	מי קולחים 2005	מי קולחים 2007	מי קולחים 2008
צח"ב BOD (מ"ג/לי)		20.0 – 5.0	5>	5>
צח"כ COD (מ"ג/לי)		70	45-40	40-30
כלל מוצקים מרחפים TSS (מ"ג/לי)		30-10>	16	24-9
pH	7.2-6.8	7.96-7.40	8.2-7.7	8.2-7.6
מוליכות חשמלית (דצ"ס/מ')	1.1-0.59	1.50-1.22	1.77-1.47	1.89-1.43
כלורידים (מ"ג/לי)	182-33	166-140	335-250	291-228
נתרן (מא"ק/לי)	2.5-0.38	6.6-4.3	10.7-8.9	8.7-7.9
סידן + מגנזיום (מא"ק/לי)	9.2-5.7	7.5-6.3	9.2-7.4	9.6-7.6
SAR	1.3-0.21	3.4-2.9	5-4.5	4.6-2.9
דו-פחמה (מ"ג/לי)	472-375	559-504	550-530	540-480
חנקן אמוניאקלי N-NH ₄ (מ"ג/לי)		22.7-19.7	22-17	38-2
חנקן חנקתי N-NO ₃ (מ"ג/לי)	3.4-1.8	5.0>	3>	2.4>
חנקן כללי N-Tot (מ"ג/לי)		35-24	22-19	46-16
זרחן כללי P-Tot (מ"ג/לי)		9.7-6.3	8.2-6.2	4.5-3.7
זרחן מסיס (מ"ג/לי)		9.7-6.2	6.7-5.3	4.1-3.4
אשלגן (מ"ג/לי)	1.7-1.3	32.0-30.0	28-25	53-22
גפרה	10.0-9.0	76-50	95-71	130-75
בורון (מ"ג/לי)	0.1-0.05	0.28-0.18	0.31-0.24	0.22-0.15

טבלה 2. טיפולי הניסוי

סוג מים	שפירים	קולחים	קולחים	קולחים	קולחים
מנת מים (%)	100%	100%	120%	140%	160%

מנות המים והדשן

בטיפול מי הקולחים נלקחו בחשבון ריכוזי החנקן המינרלי (אמון וחנקן), הזרחן הכללי והאשלגן. דשן הוסף רק להשלמת המנה. מנות הדשן הכוללות דומות בכל מנות המים. מנות המים והדשן ניתנו בהתאם לטיפולים (טבלה 3). כדאי להדגיש כי בתכולת הקולחים חלו שינויים גדולים במהלך שנות הניסוי. רמת הכלורידים ורמת הנתרן עלו באופן משמעותי בעוד רמת טיהור המים השתפרה עם השיפורים שחלו במתקני טיהור השפכים (טבלה 1). יש גם שינויים גדולים כל שנה בין האביב לסתיו בכל האמור לתכולה של מלחים שונים וערך דישוני של המים. רמת החנקן בדרך כלל גבוהה באביב ויורדת במהלך עונת ההשקיה ואילו רמת האשלגן נמוכה באביב ועולה במהלך העונה.

טבלה 3. מנות המים והדשן (כולל ערך דישוני בקולחים) שניתנו בניסוי בעונות 2004, 2005, 2007

קולחים	קולחים	קולחים	קולחים	שפירים	סוג מים
160%	140%	120%	100%	100%	מנת מים (%)
מיים (מ"ק/ד') 2004					
1859	1661	1461	1207	1220	
152%	136%	120%	99%	100%	ב - %
דשן 2004					
59.6	60	61	61	62	חנקן (ק"ג/ד')
131.7	132.5	132	131.8	131.6	תחמוצת אשלגן (ק"ג/ד')
24.1	24.3	24.1	23.7	22.6	תחמוצת זרחן (ק"ג/ד')
מיים (מ"ק/ד') 2005					
1799	1605	1391	1188	1172	
153%	137%	119%	101%	100%	ב - %
דשן 2005					
49.8	49.6	50.5	50.2	50	חנקן (ק"ג/ד')
111	111	111	111	108	תחמוצת אשלגן (ק"ג/ד')
27	26	26	26	22	תחמוצת זרחן (ק"ג/ד')
מיים (מ"ק/ד') 2007					
1725	1575	1357	1162	1150	
150%	137%	118%	101%	100%	ב - %
דשן 2007					
46	48	48	50	50	חנקן (ק"ג/ד')
103	105	108	110	110	תחמוצת אשלגן (ק"ג/ד')
25	25	25	25	21	תחמוצת זרחן (ק"ג/ד')

תוצאות

פריחה

במהלך כל שנות הניסוי לא מצאנו הבדלים מובהקים **בתאריך הפריחה הממוצע** (טבלה 4). אפשר לראות כי השקייה במים שפירים מביאה לאיחור מסוים בפריחה ובממוצע של תשע שנות הניסוי, איחור של ששה ימים לעומת טיפול הקולחים המקדים ביותר (140%).

לא מצאנו הבדלים מובהקים **בתאריך הקטיף הממוצע** (טבלה 5) במהלך כל שנות הניסוי. ההקדמה בפריחה של 6 ימים בנצרים שהושקו במי קולחים 140% הביאה להקדמה בקטיף של 7-10 ימים בהשוואה לכל משטרי ההשקיה האחרים. הקדמה זו מתבטאת גם **במספר הימים מהפריחה לקטיף** (טבלה 6). גם כאן ההבדלים אינם מובהקים.

טבלה 4. השפעת מנת המים וסוג המים על מועד פריחה ממוצע

מובהקות	קולחים				שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
ל"מ	2/8	5/8	2/8	30/7	4/8	יבול ב' 2001 כללי
ל"מ	28/7	5/8	15/8	12/8	9/8	יבול ג' 2002 כללי
ל"מ	10/8	18/8	15/8	16/8	17/8	יבול ד' 2003 כללי
ל"מ	8/8	7/8	6/8	3/8	13/8	יבול ה' 2004 כללי
ל"מ	15/8	17/8	17/8	13/8	21/8	יבול ו' 2005 כללי
ל"מ	19/8	12/8	12/8	14/8	16/8	יבול ז' 2006 כללי
ל"מ	19/8	11/8	17/8	28/8	27/8	יבול ח' 2007 כללי
ל"מ	29/8	14/8	27/8	31/8	27/8	יבול ט' 2008 כללי
	12/8	11/8	14/8	14/8	17/8	תאריך פריחה ממוצע 8 יבולים

טבלה 5. השפעת מנת המים וסוג המים על מספר פריחות לדונם

מובהקות	קולחים				שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
ל"מ	194	197	193	194	190	יבול ב' 2001 כללי
ל"מ	200	202	224	213	203	יבול ג' 2002 כללי
ל"מ	179	162	165	168	152	יבול ד' 2003 כללי
ל"מ	189	205	205	190	195	יבול ה' 2004 כללי
ל"מ	171	167	189	197	175	יבול ו' 2005 כללי
	933	933	976	963	916	פריחות לדונם מצטבר יבול ב'-ו'
ל"מ	176	184	178	194	184	יבול ז' 2006 כללי
ל"מ	154	157	151	146	156	יבול ח' 2007 כללי
ל"מ	156	167	176	183	170	יבול ט' 2008 כללי
	177.3	180.1	185.1	185.6	178.1	פריחות לדונם ממוצע יבול ב'-ט'

מדדי יבול

בכל שנות הניסוי (למעט יבול ט' 2008/9) היה **משקל האשכול הממוצע** (טבלה 7), גבוה באשכולות שהושקו במים שפירים ב-1.3 עד 2.1 ק"ג ממשקל האשכולות שהושקו במי קולחים. הפרש זה נמצא מובהק רק ביבול ג' (2002/3). האשכולות הקטנים ביותר נמדדו בנצרים שהושקו ב-100% מי קולחים. העלאה במנת המים מ-120% ל-160% לא השפיעה. במשך כל השנים לא נמצאו הבדלים מובהקים בין סוגי המים ומנות מי הקולחים **במספר הפריחות לדונם** (טבלה 8) וגם **במספר האשכולות המשווקים** (טבלה 9). רק ביבול ג' (2002/3) נמצא הבדל מובהק בין מי קולחים 100% ל-120%, כאשר התוספת של 20% במנת המים הביאה לתוספת של 42 אשכולות משווקים לדונם. בהתאם למספר האשכולות המשווקים לדונם (טבלה 9) ומשקל האשכול הממוצע (טבלה 7), **חושב היבול לדונם** (טבלה 10). בממוצע הרב שנתי נמצאו הבדלים מרביים של כ-200 ק"ג/ד' בין הנצרים שהושקו במים שפירים לבין אלה שהושקו ב-100% מי קולחים. תוספת של מי קולחים כמעט ולא השפיעה על היבול. רק ביבול ג' (2002/3) נמצאה השפעה מובהקת כאשר במנת מי קולחים של 100% שווקו 3.8 טון/ד' לעומת 4.48-5.16 טון/ד' במשטרי ההשקיה האחרים. בסיכום הרב שנתי מסתמן יתרון קטן להשקיה במים השפירים שמתבטא במשקל האשכול וחסרון באחור מסוים במועד הפריחה והקטיף. ההשקיה במי קולחים 100% הביאה כמעט תמיד לתוצאות הגרועות ביותר. תוספת המים שיפרה אך לא במידה משמעותית.

איכות הפרי

נתוני איכות הפרי: **מספר הכפות** (טבלה 11), **אורך האצבע** (טבלה 12), **הקף האצבע** (טבלה 13) ו**משקל האצבע** (טבלה 14) מסבירים את ההשפעות שנמדדו במשקל האשכול (טבלה 8). האשכולות הכבדים יותר בנצרים שהושקו במים שפירים בהשוואה לכל טיפולי הקולחים נגרמו על ידי מספר כפות רב יותר (מובהק ביבולים ד' ה'), אצבע ארוכה יותר ובעלת הקף גדול יותר ואצבע כבדה יותר (מובהק ביבול ג').

טבלה 6. השפעת מנת המים וסוג המים על מספר הכפות באשכול

מובהקות	קולחים				שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
0.002	11.12 b	11.60 ab	11.63 ab	11.00 b	11.95 a	יבול ד' 2003 אמהות
0.027	12.23 b	12.46 ab	12.4 b	12.28 b	13.05 a	יבול ה' 2004 אמהות
	11.68	12.03	12.01	11.64	12.5	מס כפות ממוצע יבול ד'-ה'
ל"מ	13.20	13.00	12.90	13.00	12.90	יבול ו' 2005 אמהות
ל"מ	12.97	12.98	13.13	12.96	13.2	יבול ז' 2006 אמהות
ל"מ	12.98	13.07	12.88	13.03	13.13	יבול ח' 2007 אמהות
	12.50	12.63	12.60	12.45	12.85	מס כפות ממוצע יבול ד'-ח'

טבלה 7. השפעת מנת המים וסוג המים על תאריך הקטיף הממוצע

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100	100	מנת המים (%)
ל"מ	1/12	12/12	24/12	22/12	7/12	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	22/1	24/1	25/1	3/2	26/1	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	19/1	11/1	20/1	7/1	20/1	יבול ה' 2004/5 כללי
ל"מ	6/2	1/2	31/1	25/1	29/1	יבול ו' 2005/6 כללי
ל"מ	12/2	26/1	8/2	18/2	20/2	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	11/2	31/2	1/2	27/2	16/2	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	2/3	1/2	28/2	26/2	10/2	יבול ט' 2008/9 כללי
	26/1	20/1	28/1	31/1	27/1	ממוצע יבולים ג'-ט

טבלה 8. השפעת מנת המים וסוג המים על מספר ימים מפריחה לקטיף

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100	100	מנת המים (%)
ל"מ	134	137	134	140	136	יבול ב' 2001/2 כללי
ל"מ	125	131	131	136	126	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	155	157	158	165	155	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	157	154	159	151	157	יבול ה' 2004/5 כללי
ל"מ	176	164	169	180	179	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	173	163	165	180	173	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	188	174	185	185	175	יבול ט' 2008/9 כללי
	158	154	157	162	157	ימי מילוי, ממוצע יבולים ב'-ט'

טבלה 9. השפעת מנת המים וסוג המים על משקל האשכול (ק"ג)

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100	100	מנת המים (%)
ל"מ	37.6	36.4	37.8	37.0	37.4	יבול ב' 2001/2 כללי
0.015	27.0 ab	26.6 ab	26.2 ab	24.6 b	28.1 a	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	38.3	39.6	39.7	38.6	42.9	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	35.8	36.1	36.2	35.7	38.0	יבול ה' 2004/5 כללי
	37.2	37.4	37.9	37.1	39.4	משקל אשכול ממוצע יבול ב'-ה'
ל"מ	35.8	36.1	36.2	35.7	38.0	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	37.2	37.2	36.6	36.4	38.5	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	39.5	38.0	39.0	38.3	38.9	יבול ט' 2008/9 כללי
	36.3	36.0	36.2	35.5	37.4	משקל אשכול ממוצע יבול ב'-ט'

טבלה 10. השפעת מנת המים וסוג המים על משקל האצבע (גרם)

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
0.001	163.0 b	166.8 b	162.7 b	151.4 c	183.3 a	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	195.10	198.01	194.38	193.72	196.25	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	190.16	185.01	187.81	184.87	188.38	יבול ה' 2004/5 כללי
	182.75	183.27	181.63	176.66	189.31	משקל אצבע ממוצע יבולים ג'-ה'
ל"מ	189.6	191.8	189.9	188.5	188.8	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	192.9	195.4	191.2	189.7	194.6	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	192.8	187.8	189.6	191.3	187.2	יבול ט' 2008/9 כללי
	187.3	187.5	185.5	183.2	189.8	משקל אצבע ממוצע יבולים ג'-ט'

טבלה 11. השפעת מנת המים וסוג המים על אורך האצבע (ס"מ)

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
0.001	21.06 abc	21.42 ab	20.67 bc	20.20 c	21.92 a	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	23.05	23.26	23.25	23.14	23.11	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	23.52	23.35	23.11	23.33	23.49	יבול ה' 2004/5 כללי
	23.20	22.67	22.34	22.22	22.84	אורך אצבע ממוצע יבולים ג'-ה'
ל"מ	23.7	23.8	23.7	23.7	23.7	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	23.7	23.8	23.7	23.5	23.7	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	23.7	23.4	23.5	23.7	23.4	יבול ט' 2008/9 כללי
	23.1	23.2	23.0	22.9	23.2	אורך אצבע ממוצע יבולים ג'-ט'

טבלה 12. השפעת מנת המים וסוג המים על היקף האצבע (ס"מ)

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
0.005	12.60 b	12.66 b	12.63 b	12.43 b	13.04 a	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	13.30	13.30	13.38	13.32	13.27	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	13.57	13.38	13.39	13.43	13.51	יבול ה' 2004/5 כללי
	13.16	12.11	13.13	13.06	13.27	היקף אצבע ממוצע יבולים ג'-ה'
ל"מ	13.8	13.8	13.8	13.7	13.7	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	13.7	13.9	13.6	13.6	13.8	יבול ח' 2007/8 כללי
	13.4	13.4	13.4	13.3	13.5	היקף אצבע ממוצע יבולים ג'-ח'

טבלה 13. השפעת מנת המים וסוג המים על מספר האשכולות המשווקים לדונם

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
0.062	171 ab	168 ab	198 a	156 b	176 ab	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	163	159	152	160	143	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	175	189	187	173	179	יבול ה' 2004/5 כללי
ל"מ	167	171	154	168	167	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	156	154	146	151	152	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	140	144	154	163	151	יבול ט' 2008/9 כללי
	161.9	164.2	165.2	161.9	161.3	מספר אשכולות ממוצע יבול ג'-ט'

טבלה 14. השפעת מנת המים וסוג המים על אחוזי פחת

קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
160	140	120	100		
7%	6%	9%	10%	7%	יבול ה 2004/5 אמהות
9%	16%	9%	0%	15%	יבול ה 2004/5 חליפים
8%	8%	9%	9%	8%	יבול ה 2004/5 כללי
5%	7%	13%	13%	9%	יבול ז' 2006/7 כללי
9%	12%	13%	10%	11%	יבול ט' 2008/9 כללי
7.3%	9%	11.7%	10.7%	9.3%	% פחת ממוצע יבול ה', ז', ט'

טבלה 15. השפעת מנת המים וסוג המים על היבול המשווק לדונם (ק"ג)

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
ל"מ	7,320	7,150	7,240	7,180	7,100	יבול ב' 2001/2 כללי
0.003	4,620 a	4,480 a	5,160 a	3,810 b	4,950 a	יבול ג' 2002/3 כללי
ל"מ	6,190	6,248	6,050	6,161	6,103	יבול ד' 2003/4 כללי
ל"מ	6,249	6,785	6,755	6,169	6,800	יבול ה' 2004/5 כללי
	24,378	24,663	25,205	23,320	24,953	יבול מצטבר לדונם ב'-ה'
ל"מ	6391	6581	5796	6323	6309	יבול ז' 2006/7 כללי
ל"מ	5781	5764	5341	5497	5878	יבול ח' 2007/8 כללי
ל"מ	5523	5485	6001	6280	5870	יבול ט' 2008/9 כללי
	6011	6070	6049	5917	6144	יבול ממוצע לדונם ב'-ט'

תכולת יסודות בעלים

בדיקות עלים נערכו כאמור בכל שנה בסתיו ונבדקו 3 טיפולים – שפירים 100%, קולחים 100% וקולחים 160%. נביא כאן תוצאות של שתי שנים בלבד אולם שנים אלה מייצגות נאמנה את כל שנות הניסוי. בשנת 2004 נבדקו הטרפים בעלה השלישי ונבדקו בנפרד חלקו הפנימי וחלקו החיצוני של הטרף. ריכוז החנקן בחלקו הפנימי של הטרף היה נמוך בנצרים שהושקו במי הקולחים במנה של 160% מאלו שהושקו ב-100% הן במי קולחים והן במים שפירים (טבלה 16). ריכוזי נתרן נמצאו גבוהים יותר בטיפולים המושקים במי קולחים הן בחלקו הפנימי והן החיצוני של הטרף (טבלאות 16, 17). בשנת 2007 נבדקו שוב בנפרד החלק הפנימי והחלק החיצוני של הטרף בעלה השלישי (טבלאות 18, 19). בדומה לתוצאות 2004, רמות הכלוריד נמצאו בתחום הגבוה בטיפולי הקולחים ובתחום הבינוני בטיפול המים השפירים, באופן עקבי אך לא מובהק. הבדלים מובהקים בין הטיפולים נמצאו בריכוז האבץ והמנגן. יש לציין את ההבדל בין ריכוזי הבורון והמנגן בחלק הפנימי לעומת החלק החיצוני של הטרף (טבלאות 16, 17 וטבלאות 18, 19) נראה בבירור שקיים הפרש ריכוזים רב בין חלקי העלה.

טבלה 16. השפעת מנת המים וסוג המים על ריכוז היסודות בחלקו הפנימי של טרף עלה 3 (סתיו 2004)

(התוצאות על בסיס חומר יבש)

מובהקות	ש"ת	קולחים 160	קולחים 100	שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
0.0154	0.031	ב 2.77	א 2.93	א 2.90	(%) N
ל"מ	0.0093	0.212	0.218	0.215	(%) P
ל"מ	0.096	3.85	3.88	3.80	(%) K
ל"מ	0.080	0.75	0.78	0.75	(%) Ca
ל"מ	0.007	0.33	0.35	0.33	(%) Mg
<0.0001	0.0003	ב 0.001	ב 0.001	א 0.008	(%) Na
ל"מ	0.069	1.29	1.27	1.19	(%) Cl
ל"מ	0.49	14.1	14.3	13.6	B (ח"מ)
ל"מ	0.35	8.0	8.8	8.4	Cu (ח"מ)
ל"מ	0.40	12.6	13.3	13.3	Zn (ח"מ)
ל"מ	7.55	146.0	133.0	145.6	Mn (ח"מ)
ל"מ	6.42	92.0	103.2	102.2	Fe (ח"מ)

טבלה 17. השפעת מנת המים וסוג המים על ריכוז היסודות בחלקו החיצוני של טרף עלה 3 (סתיו 2004)

(התוצאות על בסיס חומר יבש)

מובהקות	ש"ת	קולחים 160	קולחים 100	שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
	0.030	3.27	3.36	3.31	(%) N
	0.0050	0.234	0.236	0.233	(%) P
	0.097	3.19	3.10	3.08	(%) K
	0.077	0.64	0.73	0.67	(%) Ca
	0.005	0.38	0.38	0.39	(%) Mg
0.0027	0.0008	ב 0.001	ב 0.001	א 0.006	(%) Na
	0.0433	0.940	0.943	0.843	(%) Cl
	7.37	91.8	80.3	66.7	(ח"מ) B
0.0489	0.24	ב 8.6	א 9.6	אב 9.1	(ח"מ) Cu
	0.40	15.1	15.0	15.2	(ח"מ) Zn
	35.03	358.0	329.0	332.0	(ח"מ) Mn
0.0158	3.96	ב 110.2	אב 124.0	א 131.2	(ח"מ) Fe

טבלה 18. השפעת מנת המים וסוג המים על ריכוז היסודות בחלקו הפנימי של טרף עלה 3 (סתיו 2007)

(התוצאות על בסיס חומר יבש)

מובהקות	קולחים 160	קולחים 100	שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
	2.85	2.96	3.00	(%) N
	0.210	0.214	0.222	(%) P
	4.65	4.23	4.16	(%) K
	0.42	0.54	0.71	(%) Ca
	0.31	0.35	0.33	(%) Mg
	1.39	1.37	1.15	(%) Cl
	19.0	16.6	16.5	(ח"מ) B
	7.9	7.7	7.8	(ח"מ) Cu
<0.05	א 15.8	אב 14.3	ב 12.95	(ח"מ) Zn
<0.05	ב 151	אב 159	א 196	(ח"מ) Mn
	109	109	117	(ח"מ) Fe

טבלה 19. השפעת מנת המים וסוג המים על ריכוז היסודות בחלקו החיצוני של טרף עלה 3 (סתיו 2007)

(התוצאות על בסיס חומר יבש)

מובהקות	קולחים 160	קולחים 100	שפירים 100	סוג המים מנת המים (%)
	3.18	3.32	3.25	(%) N
<0.05	ב 0.22	אב 0.23	א 0.24	(%) P
	3.73	3.53	3.76	(%) K
<0.05	ב 0.36	אב 0.53	א 0.83	(%) Ca
<0.05	ב 0.33	א 0.39	א 0.39	(%) Mg
	0.98	1.01	0.82	(%) Cl
	78	99	105	B (ח"מ)
	8.6	8.6	8.6	Cu (ח"מ)
<0.05	א 18.6	אב 16.1	ב 13.8	Zn (ח"מ)
	275	315	384	Mn (ח"מ)
	127	134	132	Fe (ח"מ)

בדיקות קרקע

באביב 2003 נדגמו כל טיפולי הניסוי אך מאחר ועיקר ההבדלים הינם בין הטיפולים הקיצוניים : מים שפירים ומי קולחים במנה המשקית (100%) ובמנה המוגברת (160%). נדגמו בהמשך רק שלושה טיפולים אלו. בסתיו 2004 לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במוליכות החשמלית וריכוז הכלוריד בעיסה הרוויה (טבלה 20). ריכוזי הנתרן ויחס SAR, בכל חתך הקרקע הנבדק, נמצאו גבוהים יותר בטיפולי הקולחים בהשוואה למים השפירים כמו בעונות ובשנים הקודמות. בניגוד לעונות הקודמות בהן נמצאו ריכוזי בורן גבוהים יותר בטיפולים המושקים במי קולחים, הרי שבסתיו 2004 לא נמצאו הבדלים במתכונת הבורן בקרקע המושקית במי קולחים לבין זו המושקית במים שפירים. ערכי ה-pH בקרקע המושקית במים שפירים נמוכים, במובהק, מאלו שבמי הקולחים בעומק הקרקע 60-90 ס"מ בעוד שבעונות הקודמות נמצא הבדל זה בכל חתך הקרקע. גם ריכוזי הסידן והמגניזיום אשר נמצאו בעונות הקודמות גבוהים, בכל החתך הנבדק, בקרקע המושקית במים שפירים נמצאו כעת גבוהים, במובהק, רק בעומק 60-90 ס"מ בהשוואה לקרקע המושקית במי קולחים (טבלה 20).

בבדיקות קרקע בסתיו 2006 המוליכות החשמלית בטיפול המים השפירים היתה גבוהה מזו שבטיפולי מי הקולחים, בעיקר בשכבת הקרקע העליונה. אין התאמה בין ערכי המוליכות לריכוז הכלוריד כפי שנמצא באביב, אלא התאמה לריכוזי החנקן החנקתי. בסתיו 2007, ניתן לראות חזרה למגמה ההפוכה, שבה ערכי המוליכות החשמלית וריכוז הכלורידים בחתך הקרקע הנמדד גבוהים יותר בטיפולי הקולחים לעומת טיפול השפירים וההבדל הוא בשלוש שכבות הקרקע הנמדדות. ראוי לציין כי ערכי המוליכות החשמלית אינם נחשבים לגבוהים עבור בננות אולם יש עניין בעובדה שהערכים בטיפול קולחים 160% כפולים ואף יותר

מטיפול המים השפירים. ריכוז הנתרן וערכי SAR בטיפולי הקולחים נמצאו גבוהים מאלו שבטיפול המושקה במים שפירים, בכל עומק החתך הנמדד. ראוי לציין את הערכים הגבוהים של הנתרן בטיפול הקולחים 160% במיוחד בשכבה העליונה של הקרקע. בסתיו 2006 ריכוזי סידן ומגנזיום בטיפול המושקה במים שפירים גבוהים מזה שבטיפולים המושקים במי קולחים (מובהק ברוב השכבות). בסתיו 2007 מתהפכת התמונה וריכוזי הסידן והמגנזיום נמוך יותר בטיפול המים השפירים לעומת טיפולי הקולחים. בסתיו 2006 נמצאו ריכוזי בורון במיצוי גבוהים (מובהק) בטיפול המים השפירים, וריכוז בורון ספוח נמוך יותר (לא מובהק). בסתיו 2007 נראה שריכוזי הבורון במיצוי בטיפול השפירים שווים בקירוב לטיפולי הקולחים ואילו הבורון הספוח נמצא גבוה יותר בטיפולי הקולחים. בריכוז הזרחן בסתיו 2007 נראית מגמה של ריכוזי זרחן גבוהים יותר בטיפולי הקולחים בשכבות העמוקות, בהשוואה לטיפול המים השפירים, מגמה דומה נרשמה גם בסתיו 2006.

טבלה 20: השפעת מנת המים וסוג המים על יסודות ההזנה והמלחים בקרקע, סתיו 2004.

מובהקות	ש"ת	קולחים		שפירים	סוג המים
		160	100	100	מנת המים (%) מדד עומק (ס"מ)
					רוויה (%)
לי"מ	1.56	91.8	89.2	89.5	30
לי"מ	1.73	88.8	88.2	88.8	60
לי"מ	1.844	87.9	87.3	87.1	90
					pH
לי"מ	0.042	7.58	7.58	7.46	30
0.0135	0.031	א 7.63	ב 7.54	ב 7.54	60
0.0332	0.0213	א 7.56	אב 7.53	ב 7.47	90
					מוליכות חשמלית (דצס"מ')
לי"מ	0.324	1.59	1.70	1.18	30
לי"מ	0.174	0.81	1.08	1.06	60
לי"מ	0.121	0.67	0.93	0.91	90
					כלוריד (מא"ק/לי)
לי"מ	2.215	8.20	6.44	3.38	30
לי"מ	0.829	3.06	3.88	3.26	60
לי"מ	0.681	2.16	3.32	3.16	90
					נתרן (מא"ק/לי)
0.0061	0.953	א 7.14	א 7.32	ב 1.93	30
0.0037	0.493	א 4.26	א 4.97	ב 1.70	60
0.0140	0.522	א 3.56	א 4.16	ב 1.42	90
					SAR
< 0.001	0.228	א 3.34	א 3.12	ב 0.82	30
< 0.001	0.129	א 2.84	א 2.68	ב 0.72	60
0.0005	0.2146	א 2.48	א 2.44	ב 0.66	90
					סידן ומגנזיום (מא"ק/לי)
לי"מ	2.662	9.90	11.60	10.96	30
לי"מ	1.697	4.48	6.96	10.42	60
0.0256	0.906	ב 4.04	אב 5.92	א 8.46	90
					בורון (מ"ג/לי)
לי"מ	0.0239	0.07	0.07	0.05	30
לי"מ	0.014	0.02	0.03	0.03	60
לי"מ (0.087)	0.0044	0.03	0.02	0.01	90

טבלה 21: השפעת מנת המים וסוג המים על יסודות ההזנה והמלחים בקרקע, סתיו 2006.

מובהקות	ש"ת	קולחים		שפירים	סוג המים	
		160	100	100	מנת המים (%) מדד עומק (ס"מ)	
0.0273	0.057	א 7.52	ב 7.43	ב 7.25	pH	
ל"מ	0.045	7.52	7.49	7.42		
0.0292	0.026	א 7.59	א 7.60	ב 7.49		
ל"מ	0.171	0.94	1.21	1.33	30	מוליכות חשמלית (דצס"מ')
ל"מ	0.071	0.92	1.02	1.10	60	
ל"מ	0.075	0.83	1.12	1.03	90	
0.0001>	0.537	א 8.24	א 8.16	ב 2.46	30	נתרן (מא"ק/לי')
0.0001>	0.300	א 7.37	א 7.25	ב 2.22	60	
0.0001>	0.305	א 6.69	א 7.67	ב 2.13	90	
0.0178	1.505	ב 8.04	ב 9.20	א 15.4	30	סידן ומגניזיום (מא"ק/לי')
0.0040	0.916	ב 7.22	ב 7.90	א 13.0	60	
0.0096	1.028	ב 6.46	ב 9.10	א 12.5	90	
0.0001>	0.156	א 4.10	א 3.84	ב 0.90	30	SAR
0.0001>	0.111	א 3.90	א 3.64	ב 0.86	60	
0.0001>	0.135	א 3.76	א 3.60	ב 0.84	90	
ל"מ	0.701	3.91	5.30	3.64	30	כלוריד (מא"ק/לי')
0.0582	0.390	3.02	4.39	3.01	60	
0.0713	0.607	2.88	5.04	3.17	90	

טבלה 22: השפעת מנת המים וסוג המים על יסודות ההזנה והמלחים בקרקע, סתיו 2007.

קולחים		שפירים	סוג המים
160	100	100	מנת המים (%) מדד עומק (ס"מ)
7.84	7.53	7.79	30
7.75	7.54	7.57	60
7.75	7.67	7.62	90
1.56	0.79	0.57	30
1.05	0.70	0.49	60
1.09	0.65	0.46	90
10.34		1.50	30
8.18		1.27	60
8.10		1.65	90
8.44	9.71	5.74	30
5.52	8.99	4.86	60
6.52	9.33	4.36	90
5.1	5.96	0.9	30
4.92	4.74	0.82	60
4.5	5.24	1.1	90
9.38	5.66	1.35	30
5.58	5.84	1.13	60
6.26	5.74	1.06	90
0.17	0.23	0.13	30
0.11	0.15	0.13	60
0.09	0.12	0.11	90
0.54	0.67	0.34	30
0.39	0.26	0.29	60
0.32		0.30	90
14.86	4.90	6.44	30
9.18	4.32	5.12	60
5.66	5.28	3.18	90
29.79	13.92	19.66	30
24.41	7.86	19.93	60
20.52	5.36	12.89	90
105.9	33.58	51.98	30
61.68	26.86	22.18	60
38.68	22.85	11.22	90

מדדים וגטיביים

גובה הצמח והיקף הגזעול הם מדדים וגטיביים אשר יש להם יחס ישיר עם המדדים הרפרודוקטיביים (משקל האשכול והיבול) בתנאי שהתנאים הסביבתיים מאפשרים מיצוי של הפוטנציאל הצמחי. הגובה וההיקף רגישים יחסית להבדלים בין הטיפולים ולכן נהוג להשתמש בהם בניסויים. בשנת הניסוי האחרונה החלטנו לבדוק את שני המדדים למרות שלא נבדקו בעבר. התוצאות מראות (טבלה 23) יתרון מובהק למים השפירים על מי הקולחים בגובה הצמח ועל יתרון לא מובהק בהיקף הגזעול בהשוואה של מנות מים זהות. בהשוואה בין מנות המים מתקבל יתרון לא מובהק לכמויות המים הקטנות יותר גם בגובה וגם בהיקף. היתרון במדדים הוגטיביים לא בא לידי ביטוי במדדי היבול. בהקשר זה יש להדגיש כי הניסוי נערך בשטח פתוח ללא בית רשת.

טבלה 23. השפעת מנת המים וסוג המים על גובה הצמח והיקף הגזעול

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100	100	מנת המים (%)
0.0001 >	B 301.0	B 298.8	B 309.6	B 312.2	A 332.5	גובה הצמח, יבול ט' 2008/9
0.0069	B 75.9	B 75.7	AB 78.6	AB 79.3	A 81.7	היקף גזעול, יבול ט' 2008/9

דיון מסקנות וסיכום

במהלך שנות הניסוי לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בתאריכי הפריחה, הקטיף, משך מילוי הפרי ומספר הפריחות לדונם. נמדד רק איחור של מספר ימים במועד הפריחה והקטיף בנצרים שהושקו במים שפירים בהשוואה לאלה שהושקו במי קולחים. מספר הכפות לאשכול ביבולים ד' ו-ה' בטיפול המים השפירים גבוה ממספר הכפות שבטיפול מי קולחים 100% ו-160%, ודומה למספר הכפות במי הקולחים 120% ו-140%. בשאר השנים לא היו הבדלים מובהקים במספר הכפות. משקל האשכול הממוצע בטיפול המים השפירים גבוה במקצת מזה שבמי הקולחים ותואם את ההבדלים (הקטנים) במספר הכפות לאשכול ואיכויות אצבע הבננה. רק ביבול ג' העלאת מנת מי הקולחים גרמה לצמצום הפערים במשקל האשכול הממוצע בין טיפול המים השפירים לטיפול מי הקולחים.

חשוב להדגיש כי ברוב שנות המחקר נשמרה המגמה (גם אם לא מובהקת) שבה נראה כי השקיה במי קולחים במנת המים המומלצת בשפירים (100%) היתה נחותה בהשוואה למים השפירים. קרי, קיים צורך במנת מים מוגברת בהשקיה במי קולחים. מאידך לא נמצא יתרון למנות הקולחים הגדולות (140% - 160%) לעומת טיפול קולחים 120%. כל זאת, באיכות מי הקולחים, הקרקע ותנאי האקלים שבהם נערך המחקר (גליל מערבי) וייתכן כי תוצאות שונות תתקבלנה בצירוף תנאים אחר.

בבדיקות טרפים העלה השלישי, נמצא בחלקו הפנימי של הטרף ריכוז חנקן נמוך בנצרים שהושקו במי הקולחים במנה של 160% מאלו שהושקו ב-100% הן במי קולחים והן במים שפירים. ריכוזי הנתרן נמצאו גבוהים יותר בעלי הנצרים שהושקו במי קולחים הן בחלקו הפנימי והן החיצוני של הטרף.

בבדיקות הקרקע נמצאו ריכוזי הנתרן ויחס SAR, בכל חתך הקרקע הנבדק, גבוהים יותר בקרקע המושקית בקולחים בהשוואה לזו המושקית במים השפירים. ריכוזי הבורון הספוח בשכבת הקרקע העליונה (30 ס"מ) גבוה בטיפול הקולחים לעומת קרקע שהושקתה במים שפירים. ערכי ה-pH בטיפול המושקה

במים השפירים נמוכים, במובהק, מאלו שבמי הקולחים בעומק הקרקע 60-90 ס"מ בעוד שבעונות הקודמות נמצא הבדל זה בכל חתך הקרקע הנבדק. גם ריכוזי הסידן והמגניון אשר נמצאו בעונות הקודמות גבוהים יותר, בכל החתך הנבדק, בטיפול המושקה במים שפירים נמצאו כעת גבוהים יותר רק בעומק 60-90 ס"מ. בסתיו 2006 המוליכות החשמלית בטיפול המים השפירים גבוהה מזו שבטיפול מי הקולחים, בעיקר בשכבת הקרקע העליונה. ואילו בסתיו 2007 ניתן לראות חזרה למגמה שבה ערכי המוליכות החשמלית וריכוז הכלורידים בחתך הקרקע המושקית במי קולחים גבוהים יותר. ראוי לציין כי ערכי המוליכות החשמלית אינם נחשבים לגבוהים עבור בנות אולם יש עניין בעובדה שהערכים בטיפול קולחים 160% כפולים ואף יותר מטיפול השפירים. כצפוי, ריכוזי הנתרן וערכי SAR בטיפול הקולחים נמצאו גבוהים מאלו שבטיפול המושקה במים שפירים, בכל עומק החתך הנמדד אולם לא מצאנו עליה משמעותית ומסוכנת בריכוזי המלחים בקרקע עם השנים ולכן ניתן לאמור שבתנאי הניסוי, בטווח של משך חיי מטען 10 שנים) אין סכנה של הרס הקרקע כתוצאה מהצטברות מלחים.