

שימוש במי קולחים להשקיית בננות בגליל המערבי דו"ח מסכם לשנות הניסוי 2000 – 2008

The use of reclaimed wastewater for irrigation of bananas in the Western Galilee

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולצוות שימוש במי קולחים

עמנואל להב – מו"פ גליל מערבי

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

חנן בן שלום – מגדלי בננות גליל מערבי

חורחה טרצ'יצקי – שירות השדה, שה"מ

יונתן אברהמס – שימור קרקע, מחוז הצפון

בשיתוף עם: גל אור – שה"מ, מחוז מרכז/צפון

אוקטובר 2008

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. 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 ומספר הפריחות לדונם. 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 במים שפירים 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.

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 הסיידן 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

מטרות המחקר

ניסוי יסוד בהשקיית בנות במי קולחים נערך החל משנת 1994 בחוות הניסיונות של הבנות בגליל המערבי. עיקר המסקנות היו:

1. בהשקיה בקולחים יש לתת מנת מים מוגברת בהשוואה למנה המקובלת במים שפירים אך לא ברור בשלב זה מהי המנה המיטבית.

2. יש לקחת בחשבון את זמינות האשלגן, החנקן והזרחן אשר מצויים במי הקולחים ולהתחשב בערכם הדישוני.

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.

פרטי הניסוי

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"ב 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).

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 (%)
1859	1661	1461	1207	1220	מים (מ"ק/ד') 2004
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')
1799	1605	1391	1188	1172	מים (מ"ק/ד') 2005
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')
1725	1575	1357	1162	1150	מים (מ"ק/ד') 2007
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 העונות, מיבול ב' עד יבול ח', לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במספר הפריחות לדונם (טבלה 5). בסיכום מצטבר של 5 עונות ראשונות נמצא שמספר הפריחות המצטבר הגבוה ביותר היה בטיפול מים מושבים 120% והנמוך ביותר במים שפירים 100%. העלאת מנות המים במי הקולחים לא הביאה לעליה במספר הפריחות לדונם (טבלה 5). ביבול השנתיים האחרונות בניסוי (יבול ז', ח'), נמצא הפרש קטן ולא מובהק של עד 11 פריחות לדונם בלבד בין הטיפול הנמוך, מי קולחים 100%, עם 146 פריחות לדונם לעומת הטיפול הגבוה ביותר, מי קולחים 140% (טבלה 5). היתרון של טיפול קולחים 120% במספר הפריחות לדונם מהעונות הראשונות הולך ונמוג בהמשך.

גם בתאריך הפריחה הממוצע אין הבדלים מובהקים בין הטיפולים במהלך כל שנות הניסוי. אפשר לראות כי טיפול השפירים נוטה לאיחור מסוים בפריחה בהיותו המאוחר ביותר בארבע השנים האחרונות ובממוצע של שמונה השנים אחר בחמישה ימים לעומת טיפולי הקולחים (טבלה 4).

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

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100		
					100	מנת המים (%)
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	9/8	8/8	10/8	28/7	12/8	יבול ו' אמהות 2005
	5/8	8/8	9/8	5/8	11/8	תאריך פריחה ממוצע 5 יבולים
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
	9/8	9/8	11/8	9/8	14/8	תאריך פריחה ממוצע 7 יבולים

טבלה 5. השפעת מנת המים וסוג המים על מס' פריחות לדונם

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100		
					100	מנת המים (%)
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
	180.4	182.0	186.4	186.0	179.3	פריחות לדונם ממוצע יבול ב'-ח'

מדדי יבול

מספר הכפות באשכול ביבול ד' וביבול ה' היה הגבוה ביותר בטיפול המים השפירים בהשוואה לרוב טיפולי הקולחים (טבלה 6). ביבולים הבאים לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

במהלך כל עונות הניסוי לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בתאריך הקטיף הממוצע ומספר ימי המילוי (טבלאות 7, 8). במשקל האשכול, ביבול ג', נמצא הבדל מובהק בין טיפול המים השפירים למי הקולחים 100% (טבלה 9) בהתאמה לממצאי איכות האצבע ומספר הכפות לאשכול. ביתר השנים לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקל האשכול. במהלך כל עונות הניסוי הראשונות משקל האשכול הממוצע במים השפירים היה גבוה ב-1.5 עד 2.0 ק"ג ממשקל האשכולות במים המושבים והפרש זה נשמר גם בשנים האחרונות לניסוי. הבדל זה תואם את ההבדלים במספר הכפות ובאיכות האצבע. העלאת מנות המים לא תרמה לעליה במשקל האשכול, פרט ליבול ג'. משקל האצבע ביבול ג', בטיפול המים השפירים, היה גבוה באופן מובהק ממשקל

האצבע בטיפולי הקולחים. בין טיפולי הקולחים נתקבל ביבול ג' משקל האצבע הגבוה ביותר בטיפול מי הקולחים 140% והנמוך ביותר בהשקיה במי קולחים 100% (טבלאות 10-12). ביבולים ד' ה' לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקל האצבע בין הטיפולים. האצבע הארוכה ביותר ביבול ג' נתקבלה בטיפול המים השפירים בהשוואה לטיפולי הקולחים 100% ו-120%. בין טיפולי מי הקולחים האצבע הקצרה ביותר נתקבלה בטיפול 100%. ביבולים ד' ו-ה' לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. היקף האצבע הגדול ביותר ביבול ג' נתקבל בטיפול מים שפירים בהשוואה למי הקולחים. ביבולים ד' ו-ה' לא נתקבלו הבדלים בין הטיפולים.

ביבול ג', מספר האשכולות המשווקים לדונם הגבוה ביותר היה בהשקיה במי קולחים 120% לעומת מי קולחים 100% (טבלה 13). באותה שנה אחוזי הפחת בטיפול מי קולחים 100% עמדו על 27% לעומת 11% במי קולחים 120% (טבלה 14). בהתאם למספר האשכולות המשווקים לדונם (טבלה 13) ומשקל האשכול נמצאה ביבול ג' השפעה מובהקת על היבול המשווק כאשר במנת מי קולחים של 100% שווקו 3.8 טון/ד' בלבד לעומת 4.48 עד 5.76 טון/ד' בטיפולים האחרים. ביבולים ד' ו-ה' לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים (טבלה 15).

בסיכום כל השנים מסתמן יתרון קל לטיפול השפירים על טיפולי הקולחים. בין טיפולי הקולחים מסתמנת נחיתות קלה לטיפול 100% לעומת הטיפולים האחרים.

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

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100	100	מנת המים (%)
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	13	13	13.1	13	13.2	יבול ז' 2006 אמהות
ל"מ	12.98	13.07	12.88	13.03	13.13	יבול ח' 2007 אמהות
	12.5	12.6	12.6	12.5	12.8	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
	3/1	5/1	12/1	10/1	7/1	יבולים ג'-ה'
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
	19/1	14/1	21/1	27/1	24/1	ת. קטיף ממוצע יבולים ג'-ח'

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

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
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
	153	151	153	159	154	ימי מילוי, ממוצע יבולים ב'-ח'

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

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים מנת המים (%)
	160	140	120	100		
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
	35.7	35.7	35.7	35.0	37.1	משקל אשכול ממוצע יבול ב'-ח'

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
	186.2	187.4	185.2	181.6	190.3	משקל אצבע ממוצע יבולים ג'-ח'

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

מובהקות	קולחים				שפירים 100	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
	23.0	23.1	22.9	22.8	23.2	אורך אצבע ממוצע יבולים ג'-ח'

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

מובהקות	קולחים				שפירים 100	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 המשוקים

לדונם

מובהקות	קולחים				שפירים 100	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
	166.4	168.2	167.4	161.6	163.4	מספר אשכולות ממוצע יבול ג'-ח'

טבלה 14. השפעת מנת המים וסוג המים על אחוזי פחת

קולחים				שפירים	סוג המים
160	140	120	100	100	מנת המים (%)
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
6.5%	7.5%	11%	11%	8.5%	% פחת ממוצע יבול ה', ז'

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

מובהקות	קולחים				שפירים	סוג המים
	160	140	120	100	100	מנת המים (%)
	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
	6091	6168	6057	5857	6190	יבול ממוצע לדונם ב'-ח'

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
ליימ	0.0093	0.212	0.218	0.215	(%) P
ליימ	0.096	3.85	3.88	3.80	(%) K
ליימ	0.080	0.75	0.78	0.75	(%) Ca
ליימ	0.007	0.33	0.35	0.33	(%) Mg
<0.0001	0.0003	ב 0.001	ב 0.001	א 0.008	(%) Na
ליימ	0.069	1.29	1.27	1.19	(%) Cl
ליימ	0.49	14.1	14.3	13.6	B (ח"מ)
ליימ	0.35	8.0	8.8	8.4	Cu (ח"מ)
ליימ	0.40	12.6	13.3	13.3	Zn (ח"מ)
ליימ	7.55	146.0	133.0	145.6	Mn (ח"מ)
ליימ	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 (%)
ליימ	0.030	3.27	3.36	3.31	(%) N
ליימ	0.0050	0.234	0.236	0.233	(%) P
ליימ	0.097	3.19	3.10	3.08	(%) K
ליימ	0.077	0.64	0.73	0.67	(%) Ca
ליימ	0.005	0.38	0.38	0.39	(%) Mg
0.0027	0.0008	ב 0.001	ב 0.001	א 0.006	(%) Na
ליימ	0.0433	0.940	0.943	0.843	(%) Cl
ליימ	7.37	91.8	80.3	66.7	B (ח"מ)
0.0489	0.24	ב 8.6	א 9.6	אב 9.1	Cu (ח"מ)
ליימ	0.40	15.1	15.0	15.2	Zn (ח"מ)
ליימ	35.03	358.0	329.0	332.0	Mn (ח"מ)
0.0158	3.96	ב 110.2	אב 124.0	א 131.2	Fe (ח"מ)

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

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 (%)
לי"מ	3.18	3.32	3.25	(%) N
<0.05	ב 0.22	אב 0.23	א 0.24	(%) P
לי"מ	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
לי"מ	0.98	1.01	0.82	(%) Cl
לי"מ	78	99	105	B (ח"מ)
לי"מ	8.6	8.6	8.6	Cu (ח"מ)
<0.05	א 18.6	אב 16.1	ב 13.8	Zn (ח"מ)
לי"מ	275	315	384	Mn (ח"מ)
לי"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 בורון גבוהים יותר בטיפולים המושקים במי קולחים, הרי שבסתיו 2004 לא נמצאו הבדלים במתכונת הבורון 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 והמגניון 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 שבטיפול 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 בנות אולם יש עניין בעובדה שהערכים בטיפול קולחים 160% כפולים ואף יותר מטיפול המים השפירים. ריכוזי 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 ומגניון בטיפול המושקה במים שפירים גבוהים מזה שבטיפולים המושקים במי קולחים (מובהק ברוב השכבות). בסתיו 2007 מתהפכת התמונה וריכוזי הסידן והמגניון נמוך יותר בטיפול המים השפירים לעומת טיפולי הקולחים. בסתיו 2006 נמצאו ריכוזי בורון במיצי גבוהים (מובהק) בטיפול המים השפירים, וריכוז בורון ספוח נמוך יותר (לא מובהק). בסתיו 2007 נראה שריכוזי הבורון במיצי בטיפול השפירים שווים בקירוב לטיפולי הקולחים ואילו הבורון הספוח נמצא גבוה יותר בטיפולי הקולחים. בריכוזי הזרחן בסתיו 2007 נראית מגמה של ריכוזי זרחן גבוהים יותר בטיפול 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)
ל"מ	1.56	91.8	89.2	89.5	רוויה (%) 30
ל"מ	1.73	88.8	88.2	88.8	60
ל"מ	1.844	87.9	87.3	87.1	90
ל"מ	0.042	7.58	7.58	7.46	pH 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
ל"מ	0.324	1.59	1.70	1.18	מוליכות חשמלית 30
ל"מ	0.174	0.81	1.08	1.06	(דצס"מ) 60
ל"מ	0.121	0.67	0.93	0.91	90
ל"מ	2.215	8.20	6.44	3.38	כלוריד 30
ל"מ	0.829	3.06	3.88	3.26	(מא"ק/לי) 60
ל"מ	0.681	2.16	3.32	3.16	90
0.0061	0.953	א 7.14	א 7.32	ב 1.93	נתרן 30
0.0037	0.493	א 4.26	א 4.97	ב 1.70	(מא"ק/לי) 60
0.0140	0.522	א 3.56	א 4.16	ב 1.42	90
< 0.001	0.228	א 3.34	א 3.12	ב 0.82	SAR 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
ל"מ	2.662	9.90	11.60	10.96	סידן ומגניז 30
ל"מ	1.697	4.48	6.96	10.42	(מא"ק/לי) 60
0.0256	0.906	ב 4.04	אב 5.92	א 8.46	90
ל"מ	0.0239	0.07	0.07	0.05	בורן 30
ל"מ	0.014	0.02	0.03	0.03	(מ"ג/לי) 60
ל"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

סיכום

במהלך כל שנות הניסוי לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בתאריכי הפריחה ומספר הפריחות לדונם. מספר הכפות ביבולים ד' ו-ה' באשכולות שבטיפול המים השפירים נמצא גבוה ממספר הכפות באשכולות שהושקו במי קולחים 100% ו-160%, ודומה למספר הכפות במי קולחים 120% ו-140%. משקל האשכול הממוצע במים שפירים היה 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. 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. כל זאת, באיכות מי קולחים, 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 קולחים 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 קולחים לעומת קרקע שהושקתה במים שפירים. ערכי ה-pH בטיפול המושקה במים השפירים נמוכים, במובהק, מאלו שבמי קולחים בעומק הקרקע 60-90 ס"מ בעוד שבעונות הקודמות נמצא הבדל זה בכל חתך הקרקע הנבדק. גם ריכוזי הסיידן 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 קולחים, 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 קולחים נמצאו גבוהים מאלו שבטיפול המושקה במים שפירים, בכל עומק החתך הנמדד.