

השקית הדרים (שמוטי על לימטה) במים מלוחים באיזור החוף

ש. דסברג, ח. בילורי, א. חיימוביץ, י. ארנר, מ. ברום

נושא מס. 304-0064 (714-099)

דו"ח מחקר לתקופה מרס 1987 – מרס 1988

במימון נציבות המים – הקרן למחקרים מועדפים, המועצה לשיווק פרי הדר
מינהל המחקר החקלאי מרכז וולקני המכון לקרקע ומים, המחלקה להדרים

ב־1982 הוחל בניסוי השקיה של פרדס שמוטי במים עם מליחויות שונות. ניסוי זה נמשך וכאן מובאות התוצאות שהתקבלו ב־1987. רמות המליחות במים היו השנה 90, 290, 530 מ"ג כלור לליטר. במספר חלקות ניתנה תוספת דיסון חנקני (52 לעומת 23 ק"ג/ד' ביתר חלקות הניסוי), או דיסון אשלגני (44 לעומת 8 ק"ג/ד'). אחרי החורף הגשום של 86/87 נשטף רוב הכלור מבית השורשים, אך חלק מהנתרן לא נשטף. מאידך, בתום עונת ההשקיה היו ריכוזי הכלור והנתרן בקרקע דומים ואחידים עם העומק (10, 20, 30 מילימול/ל') בתמיסת הקרקע בהתאם למליחות המים. המליחות גרמה לירידה בצריכת המים, בעיקר משכבת הקרקע העליונה. פוטנציאל המים בקרקע (לפי טנסיומטרים) יותר גבוה בחלקות המלוחות אך הפוטנציאל האוסמוטי יורד לפי המליחות. המרכיב העיקרי בפוטנציאל המים הכללי הוא המרכיב האוסמוטי. תוספת אשלגן גרמה לעליה בריכוזי האשלגן בקרקע ובעלים ולפרי יותר גדול, אך היבול לא עלה. המליחות לא השפיעה השנה על היבול ועל מספר הפירות. גם ביבול הרב־שנתי לא היו הבדלים מובהקים. מאידך, מתוך חמש השנים של הניסוי פחת היבול עם עלית המליחות בשתי שנים. השקיה בהמטרה לעומת מתזים (הרטבה מלאה לעומת הרטבה חלקית) ותוספת אשלגן או חנקן לא שינו את תגובת העצים למליחות.

ב. מעקב אחרי השינויים הרב־שנתיים החלים בקרקע כתוצאה מהשקיה במים מלוחים. בניסוי נבחנו דרכי מימשק שונים בהשקיה ודיסון. בסוף שנת 1986, אחרי ארבע שנים, נמצאה השפעה ברורה של המליחות הגבוהה (450 מ"ג כלור לליטר) על משק המים של העצים ועל גידולם, אך היבול המצטבר לא נפגע. לאור זה

תיאור הניסוי

בפרדס שמוטי (נטיעת 1964) נערך ניסוי השקיה במים מלוחים החל מ־1982. מטרת הניסוי:

א. לימוד השפעת מליחות המים על התפתחות העצים, היבול, איכות הפרי ומשק המים של העצים.

הוחלט להמשיך בניסוי על מנת לקבל תוצאות ארוכות טווח. הניסוי נערך בגן אפרים (יכין חקל) בשטח של 20 ד' בארבע חזרות. בטבלה 1 מובאות כמויות המים, המלח והדשן שניתנו ב־1987 ב־12 טיפולי הניסוי.

טיפול ההתזה הושקו פעם בשבוע במתזי עין טל (70 ל' /ש) מתז לעץ. טיפולי ההמטרה הושקו פעם בשבועיים בממטירי נען 502, 280 ל' /ש, ממטיר לשני עצים. הדישון ניתן מאפריל עד אוגוסט במי ההשקיה (אמון חנקתי נוזלי). תוספת חנקן ניתנה במשך כל עונת ההשקיה, כמו כן תוספת אשלגן (גפרת אשלגן) בטיפולים המתאימים. ניתנו שני ריסוסים של חנקת אשלגן לכל השטח, זרחן לא ניתן כלל. רמת המלח בבאר המקומית היתה השנה 90 מ"ג/ליטר, ובטיפול ההמלחה ניתנו בממוצע 290 ו־530 מ"ג כלור לליטר במשך כל עונת ההשקיה. שנת 86/87 היתה גשומה. נמדדה כמות של 683 מ"מ גשם בפרדס.

תוצאות ודין

א. מליחות הקרקע
בציור מס. 1 מובאים השינויים שחלו במוליכות

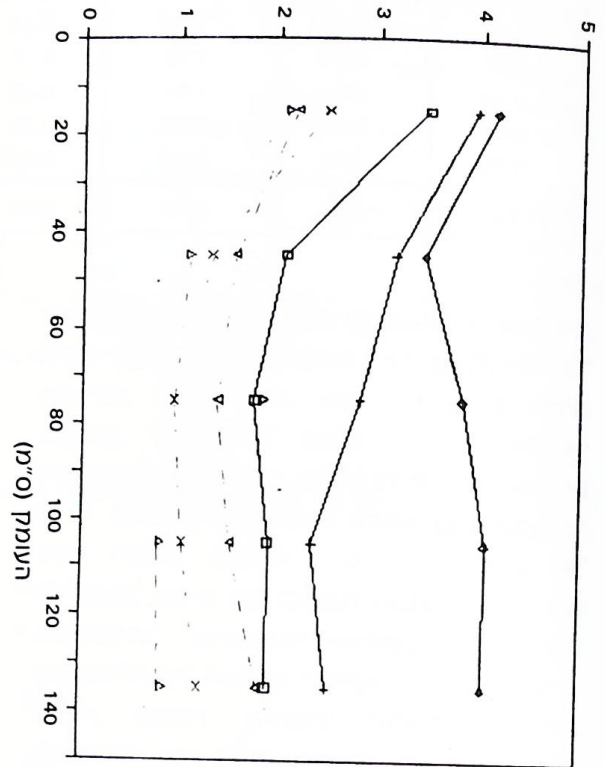
החשמלית בריכוזי הכלור והנתרן וביחס ספיחת הנתרן במשך עונת ההשקיה ברמות המליחות השונות. כאמור, החורף הקודם היה גשום ובאביב 1987 לא היו הבדלים גדולים ברמות הכלור והמוליכות בבית השורשים (0-90 ס"מ) בין טיפולי המליחות. מאידך, בסוף הקיץ עלו המוליכות והכלור עליה ניכרת לפי רמות המליחות שבמי ההשקיה. לעומת זאת, הנתרן לא נשטף ובאביב היו ריכוזי הנתרן 4.3, 6.2 ו־10.0 מילימול בממוצע בבית השורשים, בהתאם לרמות הכלור. בסוף העונה עלו ריכוזים אלה ל־9.5, 19.5 ו־27.0, בהתאמה. תופעה זו של הצטברות רב־שנתית של הנתרן בקרקע באה לידי ביטוי גם ביחס ספיחת הנתרן שערכו הממוצע באביב היה פי שלוש בחלקות Cl_3 לעומת Cl_1 . נעשה נסיון לבדוק האם הנתרן גרם לירידה ביכולת החדירה של מים לקרקע, אבל בשיטות שבהן בדקנו לא נמצאו הבדלים.

בטבלה 2 מובא השינוי בריכוזי האשלגן בקרקע כתוצאה מדישון אשלגני במשך 5 שנים. נראה שהאשלגן חדר לעומק הקרקע הנבדקת. באותה טבלה מובאות גם תוצאות בדיקות העלים מאותן חלקות (כל מספר בטבלה הוא ממוצע של ארבע חזרות) וניתן לראות שהאשלגן בקרקע בא לידי ביטוי גם בעלים.

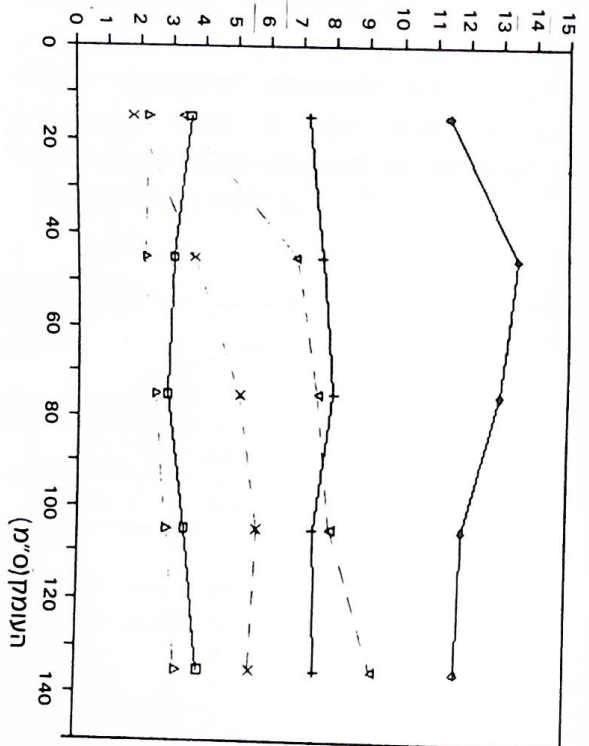
טבלה 1: כמויות המים, המלח והדשן ב־1987 בהתאם לטיפול הניסוי

הטיפול	שיטת ההשקיה	מנות המים (מ"מ)	ריכוז הכלור במים מ"ג/ליטר	דישון חנקני ק"ג/ד' לשנה	דישון אשלגני ק"ג/ד' לשנה
Cl_1	התזה	696	90	23	6
Cl_1K	התזה	695	90	23	45
Cl_1N	התזה	700	90	51	6
Cl_1S	המטרה	702	90	23	6
Cl_2	התזה	694	290	24	6
Cl_2K	התזה	696	290	24	42
Cl_2N	התזה	694	290	52	6
Cl_2S	המטרה	698	290	24	6
Cl_3	התזה	694	530	23	6
Cl_3K	התזה	690	530	23	45
Cl_3N	התזה	701	530	51	6
Cl_3S	המטרה	698	530	23	6

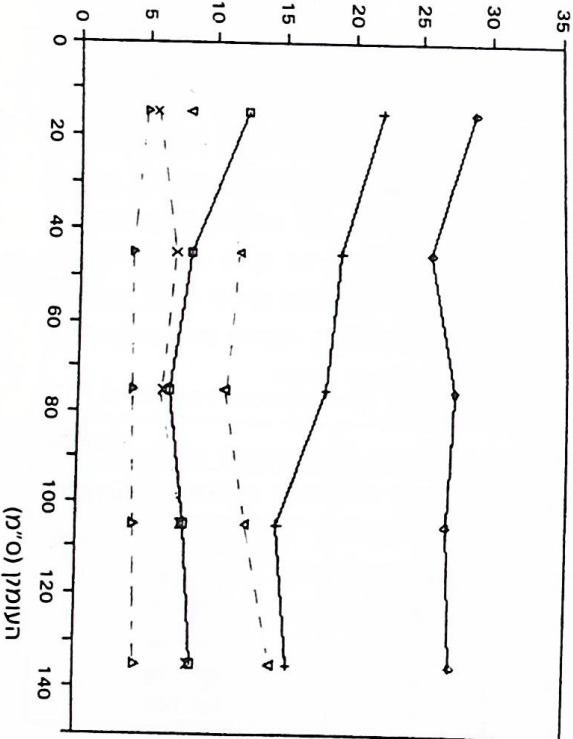
מוליכות חשמלית



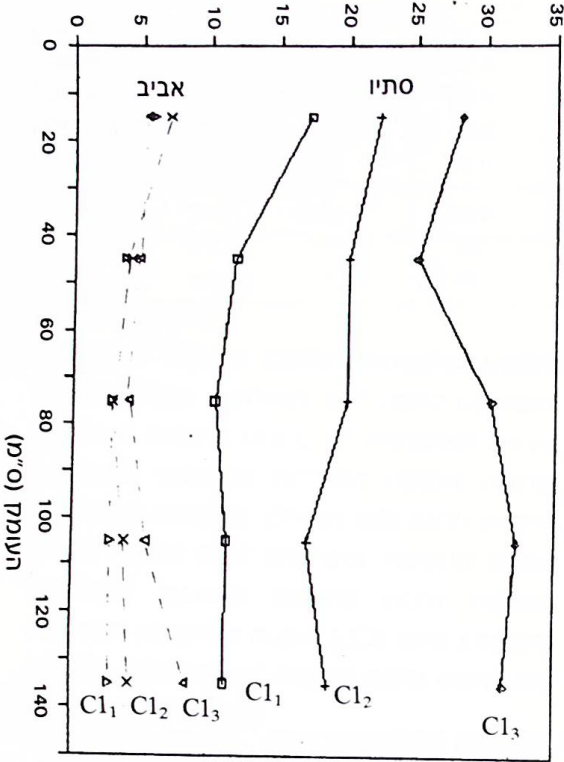
יחס ספיחת נתרן



ריכוז נתרן



ריכוז כלור (מילימול/ליטר)



טבלה 2. ריכוזי האשלגן בתמיסת הקרקע (מילימול/ל') בהשוואה לריכוזי האשלגן בעלים.

Cl ₃ K	Cl ₃	Cl ₂ K	Cl ₂	Cl ₁ K	Cl ₁	הטיפול השכבה (ס"מ)
1.85	0.40	2.79	0.56	1.99	0.85	0-30
0.91	0.14	1.42	0.31	1.18	0.33	30-60
0.56	0.26	1.11	0.28	0.85	0.28	60-90
0.45	0.22	0.62	0.21	0.68	0.24	90-120
0.35	0.21	0.60	0.24	0.56	0.21	120-150
0.90	0.47	0.84	0.52	0.86	0.55	% בעלים

ההשקיה כערכים חודשיים ממוצעים. מנת המים היתה אחידה בכל הטיפולים (ראה טבלה 1). ככל שצריכת המים עולה, עולה גם מתח המים בקרקע. לפוטנציאל המים בקרקע מתווסף הפוטנציאל האוסמוטי, כך שכל שריכוז המלחים עולה, עולה גם הפוטנציאל הכללי וכתוצאה מכך עקת הצמח. בטבלה 4 מרוכזים נתונים של פוטנציאל המים לפי קריאות הטנסיומטרים ושל הפוטנציאל האוסמוטי שחושב מהמוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע, בבית השורשים, באביב ובסתיו. הנתונים מראים שהמרכיב האוסמוטי יותר גדול מהמרכיב של מתח המים, בעיקר בסוף עונת ההשקיה. באביב, כשכית השורשים שטוף, הפוטנציאל הכללי גבוה (עם ערך שלילי נמוך) ואין הבדלים בין הטיפולים. בסתיו הפוטנציאל האוסמוטי יורד עם עליית המליחות, ירידה זו יותר גדולה בחלקות שהומטרו. השפעת המליחות על פוטנציאל מי הקרקע מוצגת בציור 2.

ב. משק המים
התקבלו הבדלים בצריכת המים של העצים בהתאם לרמות המליחות, כמו בשנים הקודמות. בטבלה 3 מובאים נתונים על ההתאדות היומית הממוצעת שחושבה מבידוקי רטיבות הקרקע לפני ואחרי ההשקיה. בדיקות אלה נערכו פעמיים בחודש בעזרת מפזר נוטרונים. הנתונים מראים שבחלקות שהושקו במתזים ניכרת השפעת המליחות רק בריכוז הגבוה (Cl₃) ואילו בהמטרה השפעת המליחות על הוצאת המים ניכרת כבר בריכוז הבינוני (Cl₂S).

נראה גם שהוצאת המים מהשכבות העליונות גדולה יותר בטיפולים שהושקו במים טובים (Cl₁S, Cl₁). דבר זה מעיד על האפשרות שמערכת השורשים בשכבה העליונה נפגעת בחלקות שהושקו במים מלוחים וקליטת המים פוחתת.

בציור 2 מובא מצב מתח המים בקרקע לפני

טבלה 3: התאדות ממוצעת לעונה ולפי העומק בהתאם לטיפול הניסוי

Cl ₃ S	Cl ₂ S	Cl ₁ S	Cl ₃	Cl ₂	Cl ₁	הטיפול
4.0	4.0	4.8	3.6	4.4	4.3	התאדות (מ"מ/יום)
						הוצאת מים (%/שכבה)
						0-30
34	28	40	42	38	37	30-60
23	30	29	28	20	33	60-90
17	20	15	6	12	12	90-120
11	8	7	8	13	10	120-180
15	14	8	16	17	8	

טבלה 4: הפוטנציאל הכללי ומרכיביו באביב ובסתיו לפי מליחות המים ושיטת ההשקיה (בר)

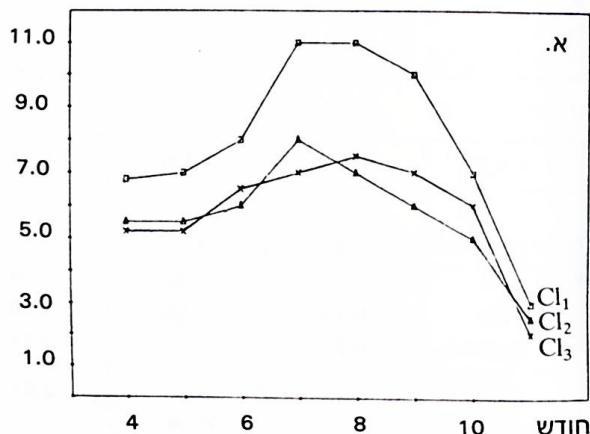
הטיפול					
Cl_3S	Cl_2S	Cl_1S	Cl_3	Cl_2	Cl_1
אביב 1987					
-0.05	-0.07	-0.20	-0.05	-0.05	-0.07
-0.56	-0.62	-0.43	-0.58	-0.54	-0.50
-0.61	-0.69	-0.63	-0.63	-0.59	-0.57
סתיו 1987					
-0.11	-0.11	-0.24	-0.06	-0.07	-0.10
-1.55	-1.19	-0.90	-1.36	-1.05	-0.87
-1.66	-1.30	-1.14	-1.42	-1.12	-0.97

* לפי הטנסיומטרים בעומק 30, 60, 90 ס"מ

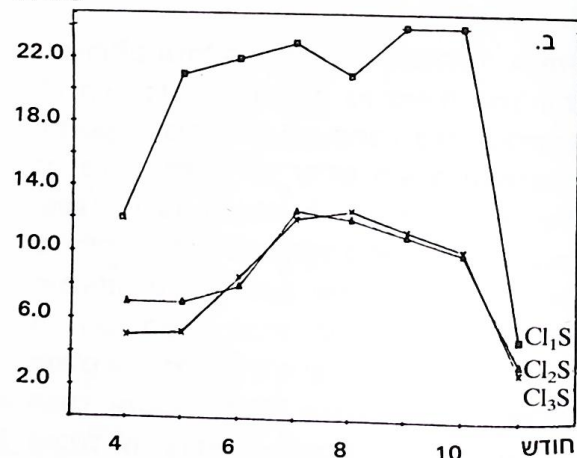
** מחושב מהמוליכות החשמלית הממוצעת של תמיסת הקרקע בעומק 0 - 90 ס"מ.

ציור 2: מתח המים בקרקע לפני ההשקיה (ממוצעים חודשיים)
א. מתזים ב. המטרה

סנטיבר



סנטיבר



ג. בדיקות עלים ושורשים
בטבלה 5 סוכמו בדיקות העלים שנדגמו, כמו בכל שנה, בסוף אוקטובר. תוצאות הבדיקות האלה תואמות את הטיפול בעצים. כאשר ניתנו תוספות חנקן ואשלגן, עלה ריכוזם בעלים. גם ריכוז הכלור עלה במקצת בהתאם לרמת המליחות, אבל לא לרמה קריטית. כנת החושח ידועה כמונעת קליטת כלורידים. חדירת הנתן היתה עוד פחותה מזו של הכלור. רמת החנקן לא היתה גבוהה השנה, אך עדיין בתחום הרצוי. רמת האשלגן בחלקות שלא קיבלו דישון אשלגני היתה נמוכה. רמת הזרחן, למרות שלא ניתן דישון זרחני, נשארה בתחום הרצוי.

בדיקות השורשים ורכוז בטבלה 6. לא נמצאה התאמה בין ריכוז השורשים לבין הוצאת המים לפי הטיפולים, אך יש התאמה בין חלוקת השורשים לבין הוצאת המים באופן כללי. בדיקה זו קובעת רק את משקל השורשים ליחידת נפח קרקע, אך לא את פעילותם. קליטת הכלוריד והנתן בשורשים בחלקות המלוחות היתה נמוכה, בדומה למצב בבדיקות העלים.

טבלה 5: בדיקות עלים במיצוי מימי באוקטובר 1987

Cl %	Na %	Mg %	Ca %	K %	P %	N-NO ₃ מ"מ	הטיפול
0.15	0.13	0.23	2.03	0.55	0.058	50	Cl ₁
0.15	0.15	0.23	1.65	0.86	0.050	33	Cl ₁ K
0.17	0.16	0.21	2.14	0.72	0.057	225	Cl ₁ N
0.21	0.15	0.25	1.93	0.58	0.055	43	Cl ₁ S
0.17	0.15	0.24	1.94		0.055		ממוצע Cl ₁
0.18	0.14	0.27	2.15	0.52	0.056	56	Cl ₂
0.22	0.17	0.26	2.01	0.84	0.058	58	Cl ₂ K
0.21	0.16	0.28	2.17	0.64	0.055	142	Cl ₂ N
0.22	0.15	0.27	2.43	0.49	0.057	49	Cl ₂ S
0.21	0.16	0.27	2.19		0.057		ממוצע Cl ₂
0.30	0.19	0.28	2.20	0.47	0.054	34	Cl ₃
0.38	0.21	0.23	1.95	0.90	0.060	49	Cl ₃ K
0.30	0.17	0.32	2.32	0.82	0.054	122	Cl ₃ N
0.42	0.24	0.24	2.23	0.58	0.056	75	Cl ₃ S
0.35	0.20	0.27	2.18		0.056		ממוצע Cl ₃

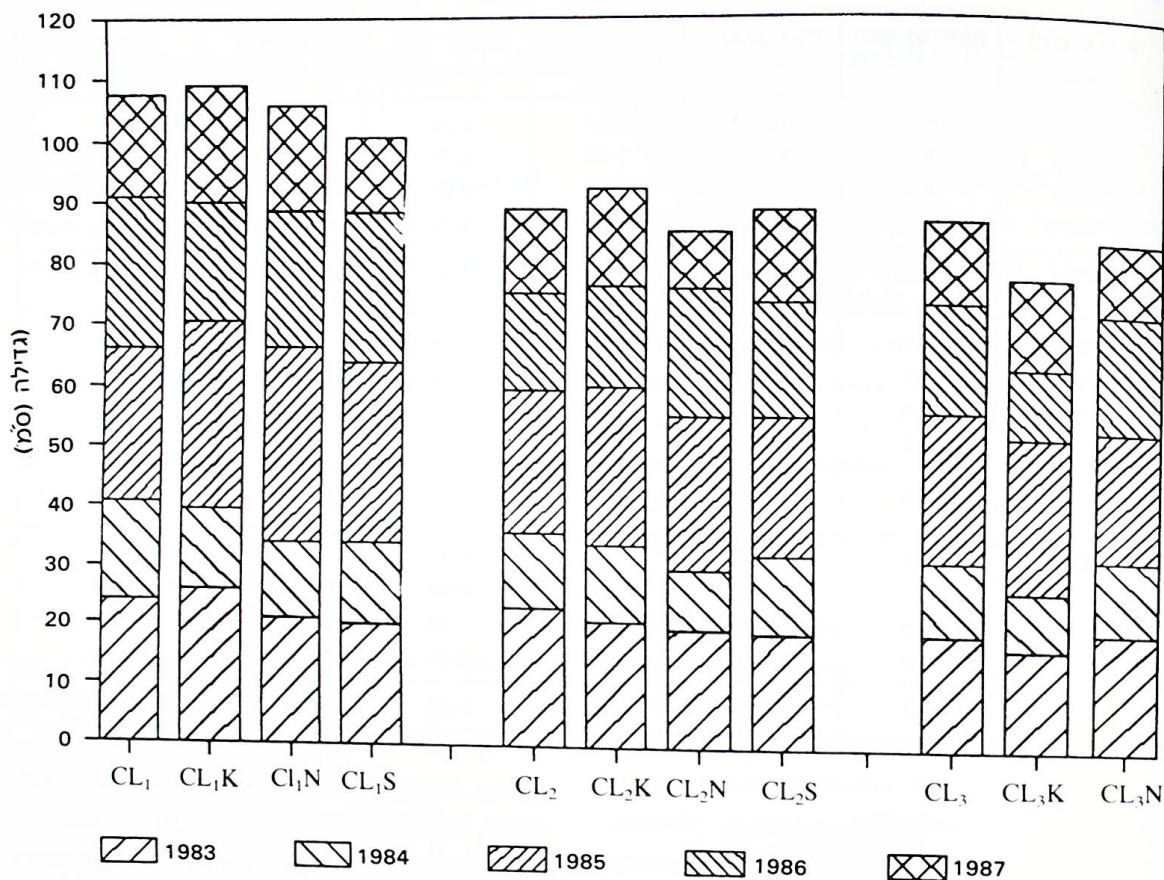
טבלה 6: ריכוז שורשים בקרקע (ק"ג/מ"ק) ותכולת מינרלים (%)
בטיפול המליחות השונים, גן-אפרים 1987

Cl ₃ S	Cl ₂ S	Cl ₁ S	Cl ₃	Cl ₂	Cl ₁	הטיפול
						השכבה ס"מ
3.65	3.41	3.41	3.89	3.74	3.90	0-30
1.91	1.20	2.90	1.89	1.88	1.64	30-60
1.50	0.73	1.48	1.20	0.64	1.74	60-90
0.47	0.22	0.35	0.61	0.17	0.60	90-120
0.50	0.38	0.31	0.57	0.47	0.50	כלוריד
0.20	0.21	0.15	0.33	0.20	0.24	נתן
0.18	0.34	0.24	0.27	0.30	0.22	אשלגן

היבולים וגודל הפרי מובאים בטבלה 7. השנה לא היו הבדלים מובהקים בין טיפולי המליחות והדישון, והיבול הכללי היה קרוב ל-7 טונות לדונם. גם ביבול ממוצע של שלוש השנים האחרונות (1985, 1986 ו-1987) לא ניכרת השפעה של מליחות. יש לציין שאשתקד ב-1986 היו השפעות מובהקות של המליחות ושל תוספת אשלגן על היבולים. השנה ניכרת השפעה מובהקת של אשלגן על גודל הפרי לפי שני מדדים, משקל הפרי הבודד ומספר התיבות הארוזות ל-1000 פירות (טבלה 7). בבדיקות לאיכות הפרי לא נמצאו

ד. גידול יבולים ואיכות פרי
בציור 3 מובא הגידול המצטבר של העץ, כפי שנמדד בהיקף הזרועות העיקריים של כל עץ. מדידות אלה תורגמו לתוספת גידול לעץ בסמ"ר. במדידות השנתיות אין הבדלים ברורים בין הטיפולים אך בגידול המצטבר של העצים יש שלוש קבוצות ברורות לפי רמת המליחות. תוספת מלח מדכאת את גידול העץ, גם ברמה הבינונית (טיפול Cl₃S לא הופעל בהתחלת הניסוי, ולכן אין נתונים על גידול מצטבר). תוספת אשלגן או חנקן לא שינתה את גידול העצים.

ציון 3: גידול מצטבר (סמ"ר לעץ) לפי טיפולי ההשקיה



טבלה 7: השפעת המליחות על היבולים ועל גודל הפרי

מספר תיבות ל-1000 פירות	משקל פרי, ג' 1987	מספר פירות 1987	יבול פירות, טונה/ד'		הטיפול
			ממוצע 87-85	1987	
7.8	174	1012	6.80	7.36	CL ₁
10.8	235	686	6.90	6.72	CL ₁ K
9.4	203	841	6.98	7.11	CL ₁ N
8.6	191	844	6.64	6.72	CL ₁ S
9.1	201	846	6.84	6.98	ממוצע CL ₁
8.5	185	818	6.26	6.31	CL ₂
9.8	212	859	7.22	6.90	CL ₂ K
9.0	192	862	6.88	7.59	CL ₂ N
7.2	158	1041	6.67	6.86	CL ₂ S
8.6	188	895	6.76	6.92	ממוצע CL ₂
7.0	158	997	6.49	6.57	CL ₃
10.0	220	751	6.88	6.89	CL ₃ K
7.9	174	1028	7.22	7.45	CL ₃ N
7.5	169	999	7.14	7.04	CL ₃ S
8.1	180	943	6.93	6.99	ממוצע CL ₃
K>0	K>0	ל"מ	ל"מ	ל"מ	מובהקות

טבלה 8: השפעת איכות המים והדשן על איכות הפרי

טיפול	יחס רוחב לאורך פרי	עובי קליפה במשוואה (מ"מ)	אחוז חומצה	כ.מ.מ. (%)	יחס הבשלה	כלור במיץ מוקק
C1 ₁	0.95	6.74	1.41	12.77	9.0	38.2
C1 ₁ K	0.92	6.73	1.62	13.53	8.3	47.9
C1 ₁ N	0.96	6.86	1.58	12.93	8.2	39.2
C1 ₁ S	0.92	6.17	1.47	13.30	9.0	49.6
ממוצע	0.94	6.63	1.52	12.97	8.5	43.8
C1 ₂	0.92	6.24	1.59	12.98	8.2	45.7
C1 ₂ K	0.92	6.66	1.67	13.26	7.9	53.7
C1 ₂ N	0.94	6.84	1.56	13.13	8.4	59.3
C1 ₂ S	0.96	6.59	1.45	13.77	9.5	55.2
ממוצע	0.94	6.58	1.57	13.29	8.5	53.5
C1 ₃	0.95	6.42	1.48	13.95	9.4	63.0
C1 ₃ K	0.95	6.60	1.61	13.10	8.1	109.6
C1 ₃ N	0.96	7.15	1.54	13.37	8.7	83.6
C1 ₃ S	0.95	6.58	1.43	13.14	9.2	75.7
ממוצע	0.95	6.69	1.52	13.39	8.8	83.0



השפעות משמעותיות של טיפולי הכלור, החנקן וההמטרה (טבלה 8). מאידך, בולטת מאוד השפעתו של האשלגן על אחוז החומצה בכל רמות הכלור. כמו כן יש קשר ישיר בריכוז הכלור במיץ לריכוזו במי ההשקיה, אף על פי שערכים אלה נחשבים נמוכים. הגדלת מימדי הפרי ע"י אשלגן נמצאה ביחס ישר לאחוז החומצה במיץ.

סיכום

ניסוי ההשקיה במים מליחים נמשך זו השנה השישית. בשנים מתוך חמש שנות היבול נמצאה הפחתה של היבול בהשפעת עלית המליחות, אך השנה לא היו הבדלים ביבולים. תוספת אשלגן, אשר השפיעה על היבול אשתקד בכל רמות המליחות, השפיעה השנה רק על גודל הפרי ועל רמת האשלגן בעלים ובקרקע. הוספת חנקן השפיעה על ריכוז החנקן בעלים אך לא על היבולים. לא נמצאו הבדלים ברמת היבול כתוצאה משיטות ההשקיה – המטרה והתזה. צריכת המים היתה דומה בשתי השיטות אך פחתה עם עלית המליחות בתמיסת הקרקע.

הבעת תודה

המחקר מומן על ידי המועצה לשיווק פרי הדור והקרן למחקרים מועדפים. השתתפו בביצוע הניסוי: נסים שרבני, ברכה ארצי ויצחק קפלן. בדיקות המים, הקרקע והעלים בוצעו על ידי לאה רומנו, חנה מיוזובניק וזיוה הרשקוביץ ממעבדת שירות השדה רעננה.

תודה מיוחדת לחברת יכין חקל שהעמידה לרשותנו את חלקת הפרדס, ליגאל קולודני, למר שמשוני ולנחום דרור על שיתוף הפעולה והסיוע בביצוע הניסוי. כמו כן תודתנו נתונה לחברת ים המלח אשר תרמה את המלח הדרוש בהתאם לתכנית הניסוי.

The effect of saline irrigation water on Shamouti orange production in the coastal plain

S. Dasberg*, H. Bielorai*, A. Haimowitz*, Y. Erner** and M. Brum***

Abstract

Salinity effects on yield and fruit quality of Shamouti orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) grafted on sweet lime - sour orange rootstock was studied in a long-term experiment started in 1982.

The irrigation water were salinized by adding NaCl and in 1987 season the water qualities were C₁-90, C₂-290 and C₃-530 mg C₁ L⁻¹ applied weekly by microsprayers or bi-weekly by sprinklers. The seasonal water amount was approximately 700 mm. The effect of high applications of potassium and nitrate in minimizing the salinity hazard was also studied.

The salt accumulation in the soil was correlated with the different water qualities being approximately 10, 20, and 30 milimol in the soil solution for sodium and chloride at the end of the irrigation season.

The accumulative yield and quality were similar in all treatments for the 1983-1987 period. However, in 1984 and 1986 yield reduction was observed, being 80, 73 and 68 mg/ha and 85, 73 and 67 mg/ha in the treatments C₁, C₂, C₃ in the two years, respectively.

Growth of the main branches (cross section) was retarded by the highest salinity treatment (530 mg C₁ L⁻¹). Water uptake was reduced by high salinity mainly from the upper layer, probably by the increase in osmotic potential. Addition of potassium increased the potassium concentration in the soil and in the leaves and increased fruit size. The effects of salinity on number of fruits and yield in 1987 were not significant.

* Institute of Soils and Water, Volcani Center, Bet Dagan.

** Dept. of Citriculture, ARO, Bet Dagan.

*** Extension Service, Ministry of Agriculture.