

3650 6



77

15

מינהל המחקר החקלאי

המכון לגידולי שדה וגן

נזקי מליחות בכותנה

מאת

דניאל רימון

פירסום מיוחד מס' 166

15
מכ

המחלקה לפירסומים מדעיים
מרכז וולקני בית-דגן

1980

05/£633.57; £581.526.5

נזקי מליחות בכותנה

דניאל רימון

ת ק צ י ר

בשנים 1977-1979 נערכו ניסויים בכותנה (אקאלה SJ-2) שגדלה בכלי גידול, לבדיקת ההשפעה של נזקי המליחות על הנביטה, ההתפתחות והיבולים. מטרות הניסויים היו לקבוע מדדים לאיבחון נזקי מליחות בכותנה ולאתר את רמות המליחות שבהן מתחילה הפגיעה בתהליכים הפיסיולוגיים ובפחיתת היבולים. האנאליזה הכימית של מיצויי טרפים, פטוטרות וגבעולים, לצד הנתונים המופרולוגיים והיבוליים, עשויים לסייע בידינו באיבחון פגעי מליחות גם בכותנה הגדלה בתנאי שדה.

בניסוי הראשון נבדקה השפעת ריכוזים שונים של צירוף שני המלחים NaCl ו- $MgSO_4$ על ההתפתחות עד לשלב של ראשית הפריחה. נמצא, כי למרות הדיכוי החזק של ההתפתחות בריכוזים גבוהים של 0.4 מולר, הצמחים נשארו בחיים ואף גילו מידה מוגבלת של צימוח.

בניסוי השני נערכה אבחנה בין השפעת המלח NaCl לבין השפעת המלח $MgSO_4$. נמצא, כי כאשר ההמלחה היתה לפי בסיס מולרי, נזקי המלח מגביון גפרתי היו חמורים מאוד בהשוואה לאלה של נתרן כלורי. הנזק התבטא בהרעלה שלווה בכלורוזה, בנקרוזה, בנשירת כפתורים ופרחים ובתמותה בשיעור 50%.

בניסוי השלישי הושקו הצמחים בריכוזים שונים של מי-ים, שנמהלו במי-ברז: 0%, 20%, 40% ו-60%. בכל אחד מהריכוזים הללו ניתנו שתי רמות של אשלגן חנקתי: רמה מיטבית ורמה גבוהה פי 10.

נקודת המשבר ב- NaCl נקי היתה 4.44 עד 6.66 מילימוה/ס"מ
ב- 25^0 ; ואילו במי-ים היא היתה בין 12.21 לבין 17.76
מילימוה/ס"מ ב- 25^0 , היינו בריכוז גבוה פי 3.

מ ב ו א

בישראל מצויות כמויות ניכרות של מים מליחים, שתכולת
הכלורידים בהם עולה על 400 מ"ג/ל' (=ח"מ). בשנת 1975 נוצלו
יותר מ-140 מיליון מ"ק מים מליחים, שהיוו כ-10% מכלל המים
המנוצלים במדינה (7). כמויות לא מבוטלות של מים מליחים
נוצלו למטרות חקלאיות באזורי עמק בית-שאן, עמק זבולון,
צפון מערב הנגב והערבה. מאחר שהכותנה ידועה כאחד הגידולים
העמידים בפני מליחות, נראה כי יש מקום להפנות אליה את
המים המליחים ולשחרר כמויות מקבילות של מים בעלי תכולת
מלחים נמוכה לגידולים יותר רגישים. לפי מחברים שונים מתחילה
פחיתה ביבולי הכותנה כאשר המוליכות החשמלית של עיסה רוויה
מגיעה ל-7.5 מילימוה/ס"מ ב- 25^0 . פחיתה בת 10% ובת 25% חלות
במוליכות חשמלית של 9.6 ו-13.0 מילימוה/ס"מ ב- 25^0 , בהתאמה (15).

בניסויי שדה שבהם הושקתה הכותנה במים מליחים בעלי מוליכות
חשמלית של עד 3.7 מילימוה/ס"מ לא חלה פחיתה ביבולים
בהשוואה להשקייה במי המוביל בעלימוליכות חשמלית שעד 0.98
מילימוה/ס"מ (2, 9, 14). את ההרכב הכימי של המים המליחים
המצויים באקוויפאר החופי של תצורת פלשת תיאר
Bar-Joseph et al (5):

כלל מלחים מסיסים (TDS)	2000-6000 ח"מ
כלורידים (Cl^-)	500-3000 ח"מ

גפרות (SO_4^{--}) :	300 - 1000 ח"מ
נתרן (Na^+) :	500 - 1300 ח"מ
מקדם ספיחת הנתרן (SAR):	15 - 23

בכותנה שהושקתה במים מליחים בקיבוץ עין-השלושה (מוליכות חשמלית - 5.39 מילימון/ס"מ עם 1626 ח"מ כלורידים) חלה פחיתה בשיעור 6.3% ביבול הכותן, בהשוואה ליבולים שהושגו במי המוביל הארצי (מוליכות חשמלית - 0.95 מילימון/ס"מ עם 227 ח"מ כלורידים) (4).

תוצאות אלה מצביעות על הצורך בקביעה מדויקת יותר של גבולות המליחות, מבחינה כמותית ואיכותית, שמעבר להן עשויה להתגלות פחיתה ביבולי הכותנה. בניסויי שדה גורמת המליחות להרס סטרקטורת הקרקע, נוסף לפגיעה הפיזיולוגית בצמח. לכן חשוב ללוות את ניסויי השדה בניסויים המתבצעים במצע אינרטי. מטרת ניסויים אלה היא לסייע בקביעת מדדים לאיבחון נזקי מליחות בצמח הכותנה ובאיתור רמת המליחות שמעבר לה חלה פחיתה ביבולים.

ניסויי השקיית כותנה במים מליחים כתנאים מבוקרים מעוררים קושי חדש של קביעת ההרכב הכימי של מי ההשקיה. שכן, בעבודות שונות שנסקרו על ידי Lagerwerff, 1969, (12) נמצא כי מחמת ההשפעה היוגנית הספציפית אין להתייחס לנזקי המליחות מן הבחינה האוסמוטית גרידא. כדי להתגבר על קושי זה, באופן חלקי לפחות, נערכו הניסויים המתוארים להלן במים שהומלחו בצירופים שונים של המלחים $NaCl$ ו- $MgSO_4$, או במי-ים שנמהלו בדרגות שונות עם מי-ברז. הצורך לבדוק את ההשפעה הדיפרנציאלית של כל אחד משני המלחים $NaCl$ ו- $MgSO_4$ נתעורר לאור הדיון המפורט של האפקט הסולפתי והאפקט הכלורי, המופיע בספרו של Stroganov (16) ולנוכח תפוצתם המרובה במים המליחים. השימוש במי-ים מהולים

כסימולציה למים מליחים טבעיים התבסס על ההשוואה בין ההרכב הכימי של מי האקוויפאר החופי של תצורת פלשת, כמפורט לעיל (5), לבין הרכב תמיסת מי-הים כמפורט לדוגמא אצל Boyko et al (8).

ארבעת הניסויים המתוארים להלן בוצעו בתא-צמיחה מבוקר או בחממה, ללא בקרת אקלים, בשנים 1977-1979. הואיל והשיטה היתה שונה מניסוי למשנהו מובא החומר לכל ניסוי בנפרד, עם דיון משותף לכולם.

ניסוי מס' 1. השפעת ריכוזים שונים של NaCl ו- MgSO_4 על התפתחות צמחי הכותנה עד לשלב הפריחה

ש י ט ה

הניסויים בוצעו בתא-צמיחה תוך בקרה על אור, לחות יחסית וטמפרטורה. מחמת הקשיים הטכניים בגידול הצמחים בתנאים מבוקרים עד לשלב היבול הסופי - חוסלו הניסויים כשבוע לאחר ראשית הפריחה. הניסויים בוצעו פעמיים והתוצאות שנתקבלו היו דומות. לפיכך מובאות להלן תוצאות הביצוע השני בלבד.

כמצע שימשה תערובת בנפחים שווים של חול ים, כבול הולנדי וורמיקוליט. מי ההשקיה כללו, נוסף ליסודות ההזנה המינרליים בריכוז המיטבי כמפורט ב-(3), ריכוזים שונים של שני המלחים NaCl ו- MgSO_4 :

ריכוז $\text{NaCl} + \text{MgSO}_4$ במולר	טיפול מס'
0	1
0.025	2
0.05	3
0.1	4
0.2	5
0.3	6
0.4	7

התמיסות הוכנו במי ברז ונפח מי ההשקיה לעציץ של 3 ליטרים היה 250 מ"ל, שניתנו תחילה פעם בשלושה ימים ולקראת סוף הניסוי פעם או פעמיים ביום. בתא-הצמיחה שררו תנאים של 16 שעות אור בטמפ' 31° ו-8 שעות חושך בטמפ' 22° . הזריעה של כותנה מהזן אקאלה SJ-2 היתה ב-11.1.77, ההצצה ב-15/1, דילול לצמח יחיד לעציץ ב-19/1, סיום הניסוי ב-20/3.

ההרכב הכימי של מיצוי מימי של מצעי הגידול (ביחס 15:1 גרם/מ"ל) משבעת הטיפולים מופיע בטבלה מס' 1.

תוצאות

א. פנולוגיה

- 24/2 - הופעת כפתורים בטיפולים 1 עד 4 (40 יום מההצצה).
- 6/3 - הופעת כפתורים בטיפול 5 (50 יום מההצצה).
- 13/3 - הופעת פרח ראשון בטיפולים 1 עד 4 (57 יום מההצצה).
- 15/3 - הופעת פרח ראשון בטיפול 5. בטיפול 6 הופיע מספר מועט של כפתורים בחלק מהצמחים. בטיפול מס' 7 לא הופיעו כפתורים.

טבלה מס' 1: ההרכב הכימי של תמיסות המיצוי המימי של מצעי הגידול (ביחס 15:1 גרם/מ"ל) בגמר הניסוי

pH	מיקרוואוקולנט / 1 גר' חומר יבש						מוליכות (1) חשמלית	טיפול מס'
	Mg	Ca	Cl	K	Na			
5.7	68	68	156	26	78	1.76	1	1
5.7	165	75	225	36	104	2.50	2	2
5.7	352	75	534	31	423	4.71	3	3
6.0	443	68	576	33	898	5.44	4	4
6.1	698	45	909	26	1054	7.65	5	5
6.1	833	45	1095	26	1158	9.85	6	6
6.2	1010	68	1275	28	1274	10.59	7	7

(1) מילימורה/ס"מ כ-25⁰ בתמיסות המיצוי

ב. השפעת ריכוזי המלחים על ההתפתחות המורפולוגית

תוצאות השפעת ריכוזי המלח השונים על המדדים המורפולוגיים מובאות בטבלה מס' 2. פגיעה קלה החלה מסתמנת כבר בטיפול מס' 3, והיא הלכה והחריפה ככל שריכוזי המלחים היו גבוהים יותר. אולם למרות הדיכוי החריף של ההתפתחות בריכוזים הגבוהים של 0.4 מולר, הצמחים נשארו בחיים ואף גילו מידה מוגבלת של צימוח. נראה איפוא כי סבילותו של צמח הכותנה בפני מליחות מתבטאת ביכולתו להישאר בחיים, אבל לא בהתפתחות תקינה.

ג. ההרכב הכימי של חלקי הצמח השונים

השתנות ריכוזי היונים בטרפים ובפטורות מתוארת בטבלה 3א' ו-3ב'. הנקודות העיקריות הבולטות בטבלה הן: א. עלייה הדרגתית בריכוזי הנתרן, הכלור והמגניזיום ובמידה מועטת גם הזרחה עם עלות ריכוזי המלחים בתמיסות המזון. ב. ירידה בריכוזי החנקן והאשלגן (בפטורות), עם גבור המליחות. ג. עלייה הדרגתית ביחס אניונים/קטיונים עם גבור המליחות.

השתנות ריכוזי החומצות האמיניות החופשיות והסוכרים המחזרים בטרפים מתוארת בטבלה מס' 4. ככל שריכוזי המלח גבוהים יותר עולה ריכוזם של שני רכיבים אורגאניים אלה.

השתנות תכולת החומר היבש והמוליכות החשמלית של מיצוי מימי ביחס 10:1 גרם/מ"ל בשורשים ובגבעולים מתוארת בשרטוט מס' 1. השתנות ריכוזי הסוכרים המחזרים והחומצות האמיניות החופשיות בגבעולים ובשורשים מתוארת בשרטוט מס' 2. ההבדלים הבולטים בין ההרכב הכימי של מיצוי מימי

טבלה מס' 2: חוצאות המדדים המורפולוגיים, בממוצע לצמח בודד

סילפול מס'	גובה הגבעול ס"מ	מספר המפרקים	מספר העלים	משקל טרי של הגבעול (גרם)	משקל טרי של העלים (גרם)	אורך השורש (ס"מ)	משקל טרי של השורשים (גרם)	מספר הכפתורים
1	⁽¹⁾ 60.2 a	16.5 a	16.0 a	16.1 a	54.3 a	16.0	5.3 a	7.3 ab
2	62.7 a	16.8 ab	15.2 ab	15.2 a	52.2 a	17.9	4.7 ab	8.3 a
3	59.8 a	15.2 bc	14.7 ab	13.1 b	43.8 b	15.0	4.4 ab	7.2 ab
4	51.7 b	14.2 c	13.5 b	10.0 c	33.1 c	16.5	3.8 bc	6.5 b
5	40.0 c	11.5 d	10.8 c	6.5 d	20.1 d	16.9	2.9 c	5.8 c
6	32.5 d	8.3 e	7.5 d	4.6 e	12.0 e	12.6	1.6 d	0.7 d
7	29.8 d	7.0 f	4.3 e	3.5 e	7.6 e	13.2	1.5 d	0.0 d
SE	+14.9	+0.38	+0.58	+0.71	+2.31	+1.58	+0.35	+0.43

(1) הבדל מובהק מאוד ברמת הסתברות 1% קיים בין אותם ערכים בעמודה שלצידם אותיות לא זהות.

טבלה מס' 3א' - תוצאות הבדיקות הכימיות בטרפנים ובפטוטרתות, בממוצע לצמח בודד

מיקרואקוריולנט/1 גר' משקל טרי									
אשכול		זרחה		חנקת		מוליכות		חומר יבש - %	
פטריות	טרפנים	פטריות	טרפנים	פטריות	טרפנים	פטריות	טרפנים	פטריות	טרפנים
333 b	140	2.6 c	4.8 c	160.8a	84.2 a	3.1 g	2.6 f	11.9 f	(1) 13.3 e
369 a	137	3.4 b	5.3 c	155.0ab	70.8 b	3.3 f	2.5 f	12.3 e	14.4 d
356 ab	146	4.0 b	5.5 c	137.5b	55.0 c	3.6 e	2.9 e	13.0 d	15.1 c
368 a	158	4.4 b	6.6 b	134.2b	56.7 c	4.3 d	3.5 d	14.0 cd	17.0 b
290 c	137	4.6 a	7.0 a	72.5c	15.0 d	4.6 c	4.3 c	14.7 c	17.2 b
256 d	132	4.6 a	7.8 a	65.0c	10.0 d	5.4 b	5.1 b	15.4 b	17.4 a
256 d	130	4.8 a	7.7 a	65.0c	5.0 d	6.2 a	5.9 a	16.0 a	18.0 a
+9.46	+7.58	+0.33	+0.28	+6.37	+4.56	+0.70	+0.95	+0.66	+0.66
S.E.									7

(1) הכול מורבהק מאד ברמת הסתברות בת 1% קיים בין אותם ערכים ^אבמורה שלצידם אותיות לא זהות.

טבלה מס' צב: תוצאות הבדיקות הכימיות בטרפסים ובפטטריות, בממוצע לצמח בודד (המשך)

אגרוגלים / קטיוגנים טרפסים פטוטירות	מיקרואורגניזמים / גר' משקל טרי										טיפוח מספר
	ג ר ו		ט ר פ		ט ר פ		ט ר פ		ט ר פ		
	מ	פ	מ	פ	מ	פ	מ	פ	מ	פ	
0.815	18 f	61 d	33	112 abc	183 g	165 g	22 f	17 e		1	
0.852	33 e	71 d	22	112 abc	246 f	205 f	36 ef	25 e		2	
0.870	32 e	67 d	47	149 a	305 e	250 e	51 e	33 e		3	
0.903	62 d	110 bc	25	124 b	390 d	318 d	94 d	67 d		4	
0.872	76 c	121 b	65	133 ab	443 c	373 c	133 c	95 c		5	
0.952	102 b	164 a	54	81 c	534 b	485 b	174 b	199 b		6	
0.959	145 a	170 a	55	98 bc	650 a	541 a	200 a	275 a		7	
(2)	+3.86	+11.02	+2.30	+10.25	+5.91	+10.44	+5.16	+7.91			

(2) לא נערך ניתוח סטטיסטי.

טבלה מס' 4: השתנות ריכוזי החומצות האמיניות והסוכרים
המחזרים במ"ג/1 גרם משקל טרי של טרפים. יתר
הרכיבים מופיעים בטבלה מס' 3 ו-3א'. אותיות
לא זהות מציינות הבדל מובהק ברמת הסתברות
 $P = 0.01$.

טיפול מס'	חומצות אמיניות	סוכרים מחזרים
1	4.3 b	3.4 e
2	5.4 ab	4.2 d
3	5.2 ab	7.3 c
4	5.9 ab	9.0 b
5	6.9 a	10.4 a
6	6.5 a	10.3 a
7	6.3 a	10.2 a
S.E.	± 0.44	± 0.23

בשורשים ובגבעולים ממצויי הטרפים והפטוטרות (טבלאות מס' 3
ו-3א') מתבטאים בריכוזים גבוהות יותר של חומצות אמיניות,
אך לא סוכרים מחזרים, ובאחוז חומר יבש גבוה יותר בשורשים
ובגבעולים.

כדי להיווכח אם השורשים הם מעין מלכודת של יונים, המונעת
את העברתם לחלקים העל-אדמתיים של הצמח - נערכה בדיקה כימית
של ריכוזם בשורשים ובגבעולים לפי בסיס של משקל טרי (טבלה
מס' 5). מהשוואת טבלאות 3א' ו-3ב' עם טבלה 5 עולות המסקנות
הבאות:

1. ריכוזי החנקן בטרפים ובפטוטרות גבוהים בהרבה מריכוזיה
בשורשים או בגבעולים.
2. ריכוזי הזרחן בשורשים אינם מושפעים
מרמת המליחות, כפי שהם מושפעים בעלים ובגבעולים.

טבלה מס' 5: ריכוזי היונים במיקרואקווילנט/1 גרם משקל
 טרי במיצוי מימי של גבעולים ושורשים, ברמות
 המליחות השונות

רמת המליחות	האיבר	חנקה	זרחה	אשלגן	נתרן	סידן	מגנזיום	כלור	אניונים/ קטיונים
1		8.0	5	174	30	30	10	140	0.627
2		6.5	8	187	35	43	7	170	0.680
3	גבעולים	6.5	8	187	57	60	5	210	0.728
4		4.8	10	179	74	80	7	240	0.825
5		4.7	13	182	78	85	5	260	0.794
6		4.8	13	177	113	90	10	330	0.885
7		5.0	17	189	187	95	10	480	0.964
1		7.2	11	177	17	50	5	110	0.514
2		5.5	10	169	26	55	12	140	0.595
3		5.5	10	172	35	50	10	190	0.772
4	שורשים	4.9	11	167	35	35	65	200	0.715
5		3.6	12	169	52	35	60	230	0.779
6		3.2	12	167	100	35	67	330	0.935
7		3.4	10	162	204	38	110	430	0.862

3. באשלגן ובנתרן אין הבדל בין האיברים השונים.
4. הסידן מצטבר בטרפים בצורה מועדפת. 5. ברמות המליחות הגבוהות הצטברות המגניזיום בשורשים רבה יותר מאשר בגבעולים, אבל מועטה מזו שבעלים. 6. אין הבדל משמעותי בריכוזי הכלור בין האיברים השונים.

ניסוי מס' 2. אבחנה בין בזקי המליחות של NaCl ו-MgSO₄

ש ל ט ה

הניסוי בוצע פעמיים והתוצאות המובאות להלן הן של החזרה השנייה. כותנה מהזן אקאלה SJ-2, נזרעה במצע חול, כבול הולנדי, גורמיקוליט ביחסים נפחיים שווים בעציצים שנפחם 3 ליטרים, ב-6.3.79. ההצצה היתה ב-11/3 והדילול לצמח יחיד לעציץ ב-15/3. הצמחים גדלו בתנאי חממה ללא בקרת אקלים. השתנות הטמפרטורה והלחות היחסית מתוארת בניסוי מס' 3, עמוד מס' 19.

ההשקיות היו בנפח קבוע של 250 מ"ל לעציץ וניתנו בתחילה פעם ביום ובהמשך הגידול פעמיים ביום. תמיסת המזון ניתנה אחת לשבוע ביום קבוע, החל ב-18/3 וכלה ב-27/5. תמיסות המזון הכילו 10^{-3} מולר CaCl_2 ו-MgSO₄, 10^{-2} מולר KH_2PO_4 ו-KNO₃ ויסודות המיקרו כמפורט ב-(11). הניסוי כלל 4 טיפולים, בכל טיפול 12 עציצים:

טיפול מס' 1	NaCl	- 0.1 מולר (10.7 מילימוה/ס"מ)
טיפול מס' 2	MgSO ₄	- 0.1 מולר (10.0 ")
טיפול מס' 3	NaCl+MgSO ₄	- 0.05 + 0.05 מולר (11.0 מילימוה/ס"מ)
טיפול מס' 4	היקס	- מי ברז (1.2 מילימוה/ס"מ).

תמיסות ההשקיה והדישון הוכנו במי-ברז. היחס בין ריכוזי המלחים לבין המוליכות החשמלית במילימוה/ס"מ ב- 25^0 מתואר בשרטוט מס' 3. כדי לשמור על מוליכות חשמלית אחידה של תמיסות ההשקיה והדישון, נקבע ריכוז המגנזיום הגפרתי במולר ולא כנורמל.

ת ו צ א ו ת

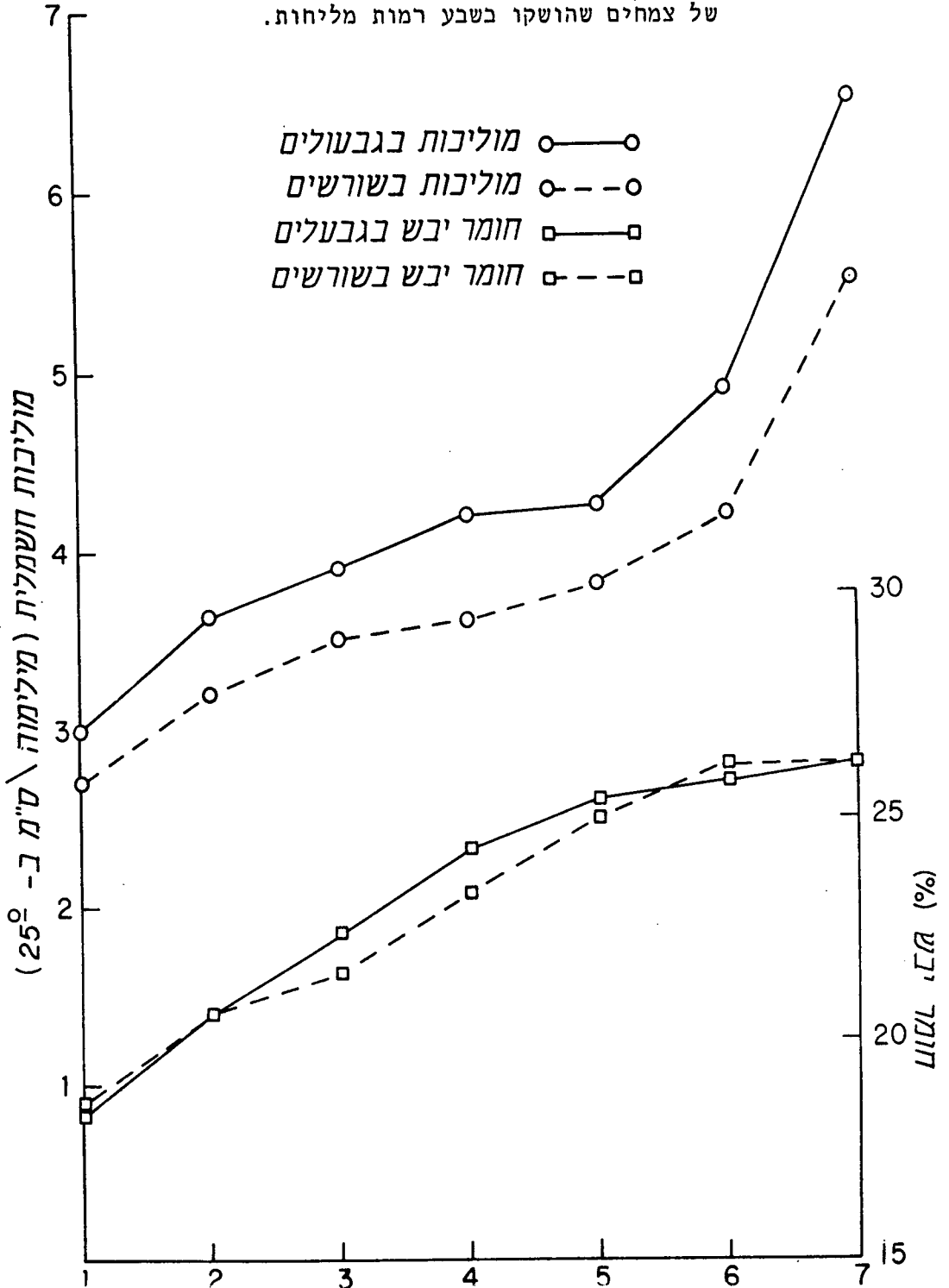
א. מצב הצמחים ביום 29/5, 79 יום מההצצה

הפריחה החלה ב-19/5, 70 יום מההצצה. מצבם המורפולוגי של הצמחים מארבעת הטיפולים בגמר הניסוי מתואר בטבלה מס' 6. ההבדלים בין נזקי ה- NaCl וה- MgSO_4 היו בולטים מאוד. בעוד שבטיפולים 1 ו-3 השוני היחיד לעומת ההיקש היה כמותי בלבד, והתבטא בפיגור בהתארכות הגבעול הראשי ובייצור עלים וגבעולים, אף כי לא גופי ריבוי-הרי בטיפול מס' 2, שכלל מגנזיום גפרתי בלבד, נתגלו סימני הרעלה קשים: כלורוזה, נקרוזה ונשירת כפתורים. בטיפול מספר 3, שבו ניתנו יחסים אקווימולריים של מגנזיום גפרתי ונתרן כלורי, באופן שנתקבל ריכוז סופי של 0.1 מולר, נעלמו לחלוטין סימני ההרעלה. הרעלת המגנזיום הגפרתי התבטאה גם בשיעור התמותה שהגיע ל-50%, בעוד שבשלושת הטיפולים האחרים לא היתה כל תמותה.

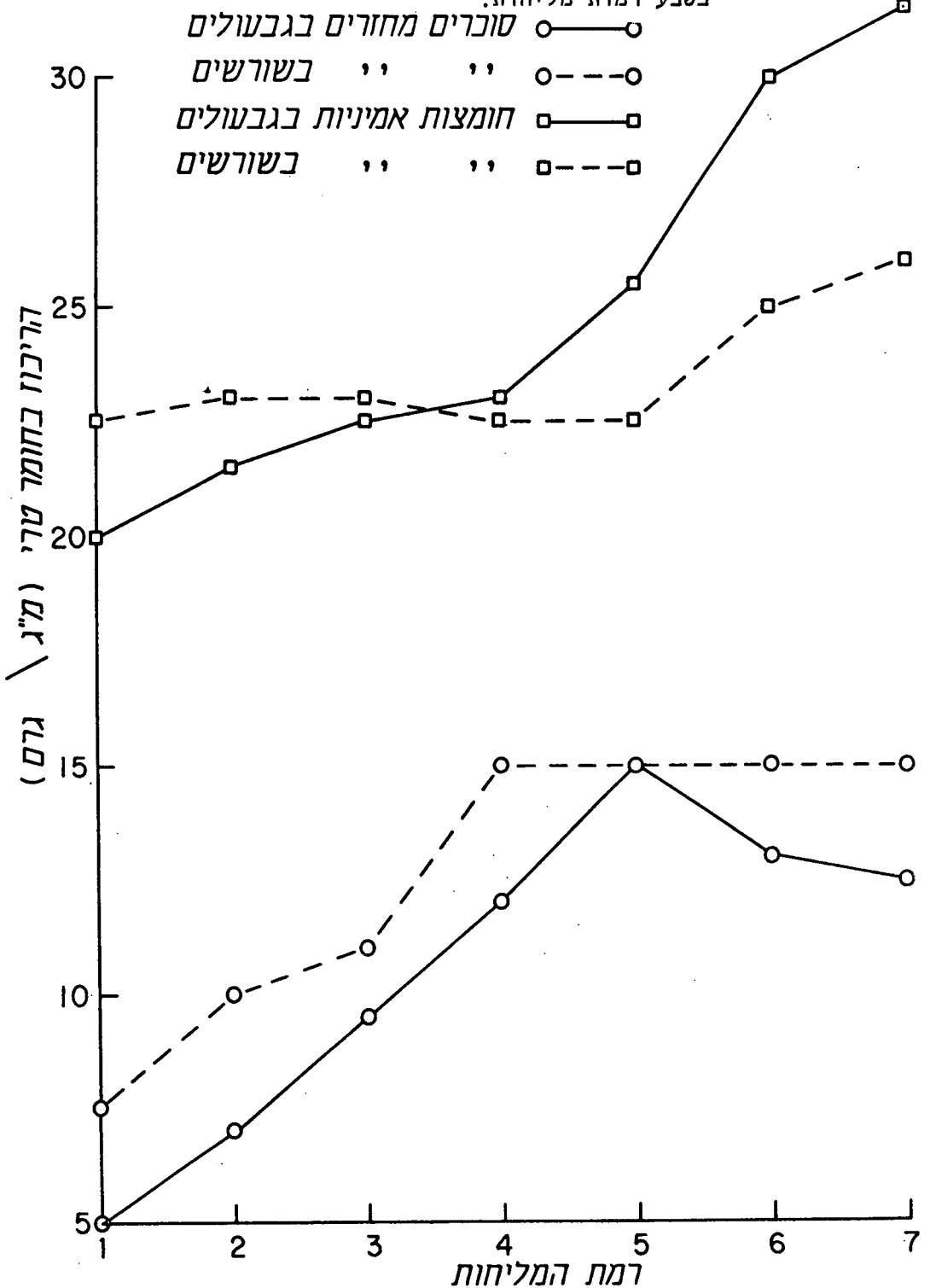
ב. ההרכב הכימי של מיצויי טרפים ופטרות

ההרכב הכימי של מיצויי הטרפים בארבעת הטיפולים מופיע בטבלה מס' 7. הנקודות החשובות הבולטות בטבלה הן:
(א) סוקולנטיות של הטרפים, המתבטאת באחוז נמוך של חומר יבש בהשפעת הנתרן הכלורי. ב. הקבלה בין ריכוזי הנתרן,

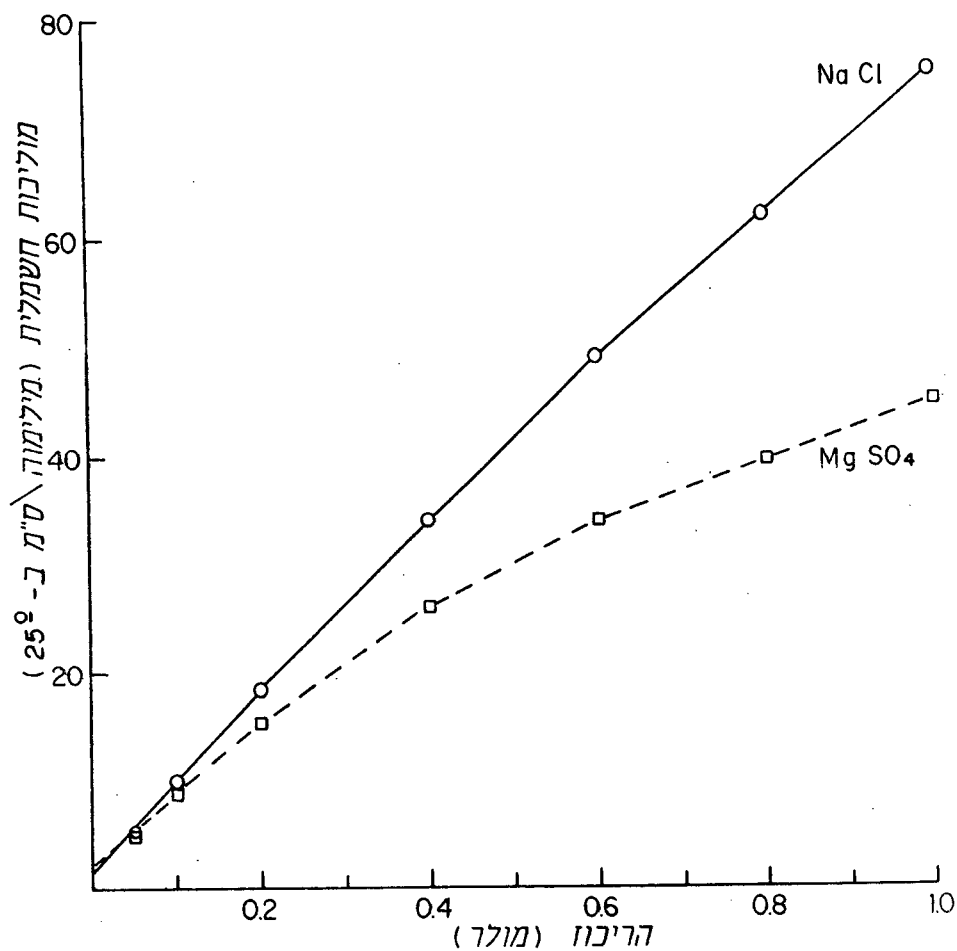
שרטוט מס' 1: המוליכות החשמלית (מילימון/ס"מ ב-25°) בגבעולים ובשורשים ואחוז החומר היבש בגבעולים ובשורשים של צמחים שהושקו בשבע רמות מליחות.



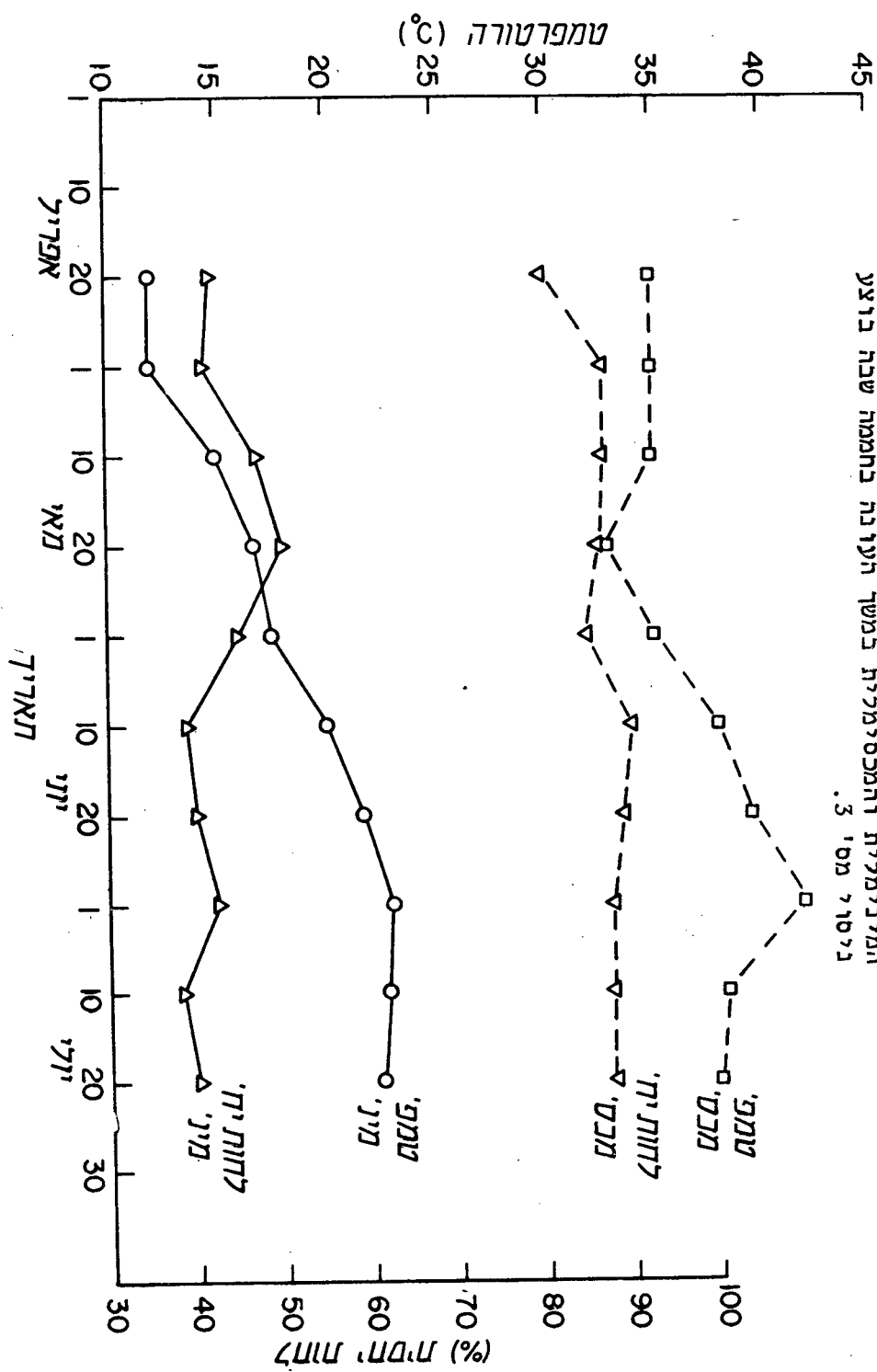
שרטוט מס' 2: ריכוז הסוכרים המחזרים והחומצות האמיניות (מ"ג/1 גרם חומר טרי) בגבעולים ובשורשים של צמחים שהושקו בשבע רמות מליחות.



שרטוט מס' 3: המוליכות החשמלית (מולימוה/ס"מ ב-25⁰) של תמיסות
נתרן-כלורי ומגניזיום-גפרתי, בריכוזים מולריים שונים.



שירות מס' 4: השתנות טמפרטורת המליניום והמכסימום והלחות היחסית המלינימלית והמכסימלית במשך העונה בחממה שבה בוצע ניסוי מס' 3.



טבלה מס' 6: התכונות המורפולוגיות של הצמחים ביום 29/5. גופי החירבורי כוללים כפתורים, פרחים והלקטים קטנים. המשקל הטרי של האיברים השונים מתייחס לממוצע לצמח בודד (±S.E.).

התכונה	1.	2.	3.	4.	היקף
גובה (ס"מ)	46.2 ± 1.5	30.8 ± 2.3	38.4 ± 1.0	83.6 ± 1.7	
מיפרקים	13.1 ± 0.2	11.3 ± 0.3	11.4 ± 1.2	14.9 ± 0.2	
עובי הגבעול (מ"מ)	7.16 ± 0.11	5.39 ± 0.30	7.04 ± 0.30	9.78 ± 0.14	
מס' גופי ריבורי	10.5 ± 0.5	3.3 ± 0.9	9.3 ± 0.6	10.4 ± 0.7	
עלים (גרם)	39.4 ± 1.5	19.2 ± 2.3	30.3 ± 2.6	57.3 ± 1.4	
גבעולים (גרם)	21.3 ± 1.1	7.9 ± 1.1	16.1 ± 2.3	46.5 ± 1.8	
גופי ריבורי (גרם)	16.5	2.6	12.5	13.3	
צמח שלם (גרם)	77.2 ± 3.9	29.5 ± 4.3	59.0 ± 6.4	117.3 ± 3.3	

הכלור והמגניון במצע לבין ריכוזם בטרפים. ג. אנטגוניזם בין
הנתרן והאשלגן. ד. אנטגוניזם בין סידן למגניון.
ה. אנטגוניזם בין כלור לחנקה.

בטבלה מס' 8 מתואר ההרכב הכימי של מיצוי הפטוטרות מארבעת
הטיפולים. המגמה שנמצאה בטבלה הקודמת, בדבר אנטגוניזם בין
היונים מאותו סימן, נמצאה בכמה מקרים גם בטבלה מס' 8.

ניסוי מס' 3. השקיית כותנה במי-ים מהולים

ש י ט ה

הניסוי נערך בתנאי חממה, ללא ויסות הלחות או הטמפרטורה,
בעונת 1979. השתנות טמפרטורת המינימום והמכסימום והשתנות
הלחות היחסית המינימלית והמכסימלית, מתוארות בשרטוט מס' 4.
הצמחים גדלו במצע מלאכותי שהורכב מנפחים שווים של שלושה
רכיבים: חול-ים, כבול-הולנדי וורמיקוליט, בדליים שנפחם
10 ליטרים. הזריעה ב-2/3; ההצצה ב-8/3; הדילול לצמח יחיד
בדלי נעשה ב-15/3. ההנבטה בוצעה במי-ברז, וטיפול ההשקיה
והדישון החלו ב-16/3.

הניסוי כלל 8 טיפולים שנחלקו ל-4 ריכוזים של מי-ים שנמהלו
במי-ברז והתפצלו לרמה מיטבית (על פי ניסויים קודמים) ולרמה
גבוהה פי 10 של אשלגן חנקתי. רשימת הטיפולים - בטבלה מס' 9.

טבלה מס' 7: ההרכב הכימי של מיצוי הטרפסים בארבעת הטיפולים. ריכוזי היונים מבוטאים במיקרוגרם/מיליגרם (+S.E.)

הטיפולים	חומר יבש %	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻
1. NaCl	16.4±0.6	0.46±0.04	6.1	111±	178±6.7	42±2.1	229±13	396±15.0
2. MgSO ₄	22.3	1.58±0.21	119±12.6	194±8.6	10±2.0	38±0.9	490±28	138±5.3
3. NaCl+MgSO ₄	15.9±0.6	1.69±0.55	114±9.9	179±8.9	83±5.4	23±1.7	290±13	171±9.0
4. חיקש	20.2±0.3	1.24±0.50	180±8.6	185±2.7	9±0.5	61±1.2	158±11	135±6.0

טבלה מס' 8: ההרכב הכימי של מיצוי פטטריות בארבעת הטיפולים. ריכוזי היונים מבוטאים במיקרוגרם/מיליגרם (+S.E.)

הטיפולים	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻
1. NaCl	241±23	552±28	711±87	52±5	346±22	1070±94
2. MgSO ₄	549±60	1126±150	99±27	59±7	645±52	462±56
3. NaCl+MgSO ₄	273±36	962±113	356±58	53±4	512±19	787±64
4. חיקש	232±26	806±42	42±4	72±7	441±13	325±22

טבלה מס' 9: רשימת הטיפולים

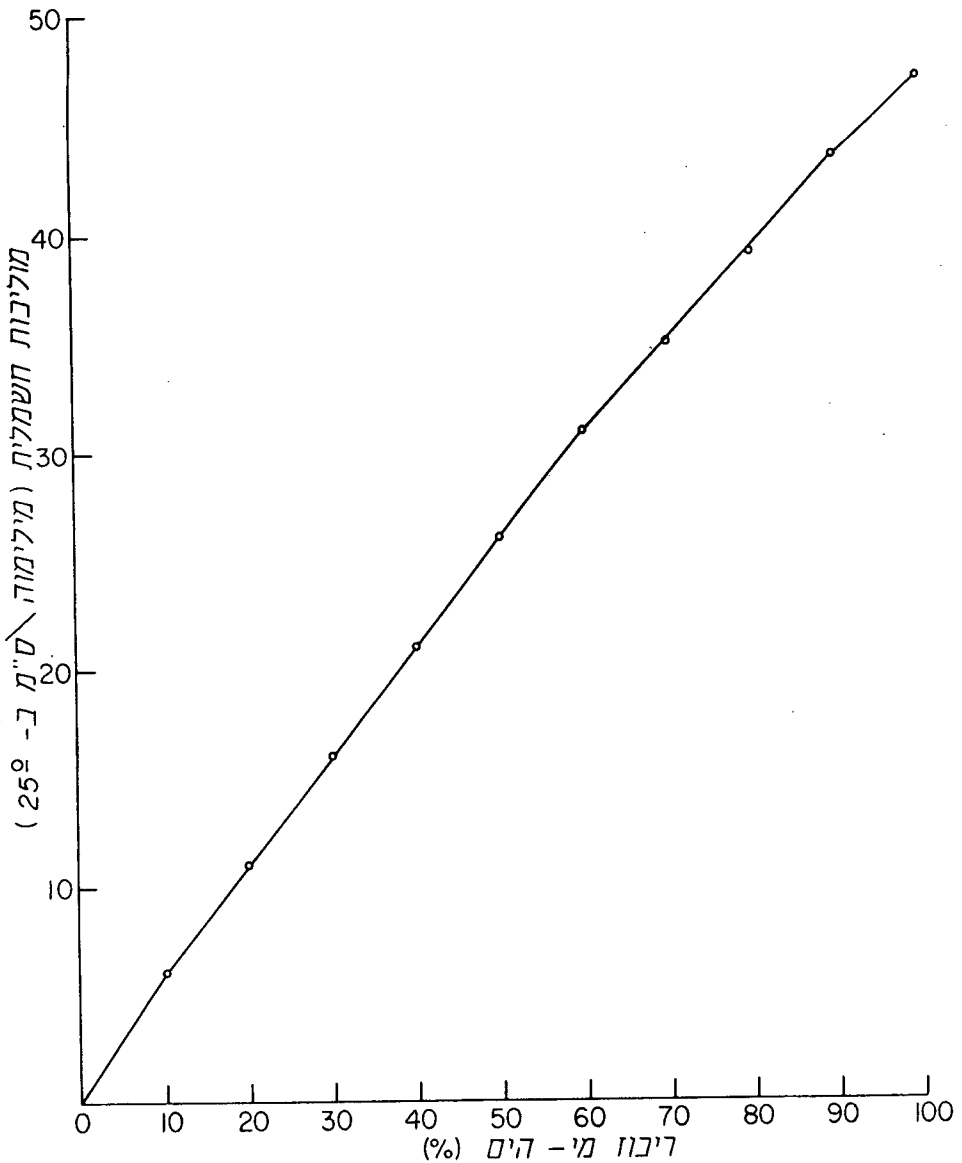
ריכוז KNO_3 Normal	ריכוז מי-הים %	טיפול מס'
0.01	0	1
0.1	0	2
0.01	20	3
0.1	20	4
0.01	40	5
0.1	40	6
0.01	60	7
0.1	60	8

בשרטוט מס' 5 מתוארת המוליכות החשמלית במילימוה/ס"מ ב- 20^0 , של מי-ים שנמהלו ביחסים שונים עם מים מזוקקים. תמיסת הדישון בנפח של ליטר לדלי ניתנה אחת לשבוע ביום קבוע וכללה: $KH_2PO_4 - 2 \times 10^{-2}$ נורמל; $CaCl_2$ ו- $MgSO_4 - 10^{-3}$ נורמל כל אחד; וכן את כל יסודות הקורט כמפורט ב-11.

בס"ה ניתנו 14 דישונים, החל ב-16/3 וכלה ב-27/6. תכיפות ההשקיות הלכה וגברה עם העונה: מרס - פעם ב-4 ימים; אפריל - פעם ב-2-3 ימים; מאי, יוני ומחצית ראשונה של יולי - כל יום, ובימים חמים קיבלו טיפולים 1 ו-2 שתי השקיות ליום.

הקטיפ וסיום הניסוי חלו באמצע יולי. לכל טיפול הוקצבו 24 צמחים שחלקם חזסלו במשך העונה לשם בדיקות מפורטות. הואיל ושיעור התמותה היה אפסי בטיפולים 1 עד 4 וגדול בטיפול 8, לא הגיעו לגמר צמחים במספר שווה. היבול נקטף מ-16 צמחים בטיפולים 1 עד 4; מ-10 צמחים בטיפולים 5 ו-6, מ-8 צמחים בטיפול 7, ומ-5 צמחים בטיפול 8.

שרטוט מס' 5: המוליכות החשמלית של מי-ים
שנמחלו במים מזוקקים ביחסים שונים. מוליכות המים
המזוקקים: 1.35 מיקרוֹמֹה/ס"מ, מוליכות מי-הברז:
1.2 מילימֹה/ס"מ, מוליכות 10% מי-ים במי-ברז:
7.0 מילימֹה/ס"מ ב-20°.



במשך עונת הגידול נערך מעקב אחרי ההתפתחות המורפולוגית, נבדק שיעור הדיות על-ידי שקילת הדלי והצמח בהפרש זמן של 24 שעות ולאחר כיסוי המצע ביריעת פלסטיק למניעת אוואפוראציה. שטח העלווה נקבע על-ידי שרטוט העלים על גבי נייר, גזירתו ושקילתו. פוטנציאל המים נקבע באמצעות תא לחץ בעלה רביעי מלמעלה.

בסוף תקופת הגידול נקטף היבול בנפרד מכל צמח, ששימש חזרה. הניפוט נעשה במנפטה גלילית ואיכות הסיבים נקבעה במכון למיון כותנה בהרצליה. כן נערך ניתוח נפרד לכל צמח לקביעת תכונותיו המורפולוגיות וההרכב הכימי של מיצוי טרפים טריים ופטוטרות מיובשות.

מחלקי הצמח השונים נלקחו מדגמים להכנת חתכים אנאטומיים, ואלה נבדקו בעיקר לגילוי השפעת המליחות על חתך הרוחב של הטרף.

תוצאות

פנולוגיה א.

- 15/4 - הופיעו כפתורים בטיפולים 2+1, במיפוק 6, כשהפסיגים מהווים מיפרק ראשון.
- 17/4 - הופיעו כפתורים בטיפולים 4+3, במיפרק 6.
- 21/4 - הופיעו כפתורים בטיפולים 6+5, במיפרק 5.
- 23/4 - הופיעו כפתורים בטיפולים 8+7, במיפרק 5.
- 9/5 - הופיעו פרחים בטיפול 3.
- 10/5 - הופיעו פרחים בטיפול 4.
- 11/5 - הופיעו פרחים בטיפולים 2+1.

12/5 - הופיעו פרחים בטיפול 5.

23/5 - הופיעו פרחים בטיפולים 6+7.

28/5 - הופיעו פרחים בטיפול 8.

ככל שרמת המליחות היתה גבוהה יותר, וככל שרמת האשלגן החנקתי היתה גבוהה יותר בכל רמת מליחות - היתה האפילות מרובה יותר. האפילות החלה מסתמנת בכפתורים ובלטה ביותר - שאת בהופעת הפרחים ובפתיחת ההלקטים.

ב-27/6 החלה פתיחת הלקטים בטיפולים 1, 3, 4, 5. מ-1 עד 20 ביולי, בטיפולים 1+2, נמשכה הפריחה ללא הפסקה, בתדירות של 1 עד 3 פרחים חדשים לצמח ליום. בטיפולים 3 עד 8 נפתחו כל ההלקטים עד 10/7; הפריחה והצימוח פסקו לחלוטין. רק ב-18/7 פסקה תקופת ה-Cut out והתחדשה הפריחה בטיפולים 3, 4, ו-5.

פתיחת ההלקטים היתה איטית באופן בולט בטיפולים שקיבלו רמה גבוהה של אשלגן חנקתי. התופעה בלטה במיוחד בטיפול 2 לעומת טיפול 1.

בטיפול ההיקש, מס' 1, ארך כל שלב פנולוגי כדלקמן:
מהצצה לכפתורים: 38 ימים,
מכפתורים לראשית פריחה: 26 ימים,
מראשית פריחה להלקט ראשון פתוח: 47 ימים.

בטיפול מס' 2, שכלל רמה גבוהה של דיסון באשלגן חנקתי, התבטאה האפילות באיחור של 10 ימים לפתיחת ההלקט הראשון וקצב פתיחת ההלקטים עד לסיום היה איטי בהשוואה לטיפול מס' 1.

כפי שצוין לעיל, היה שיעור התמותה אפסי בטיפולים 1 עד 4 והוא עלה בהדרגה ככל שריכוז מי-הים היה גבוה, בתוספת החמרה בעקבות הגברת ריכוז האשלגן החנקתי. שיעורי התמותה בטיפולים 5, 6, 7 ו-8 היו איפוא 30%, 56%, 40% ו-75%, בהתאמה.

ב. ההתפתחות המורפולוגית

במשך הגידול נערך מעקב שבועי אחרי השתנות שלוש תכונות מורפולוגיות: גובה הגבעול הראשי, מספר המיפרקים לאורך הגבעול הראשי כאשר הפסיגים מהווים מיפרק ראשון, וקוטר הגבעול הראשי בנקודה קבועה מעל לפסיגים. התוצאות מתוארות בשרטוטים מס' 6, 7, ו-8 ובטבלה מס' 10. \pm שגיאת התקן של תכונות הגבעול - גובה, מיפרקים וקוטר המופיעות בטבלה מס' 10 מתאימות לשרטוטים מס' 6, 7, ו-8.

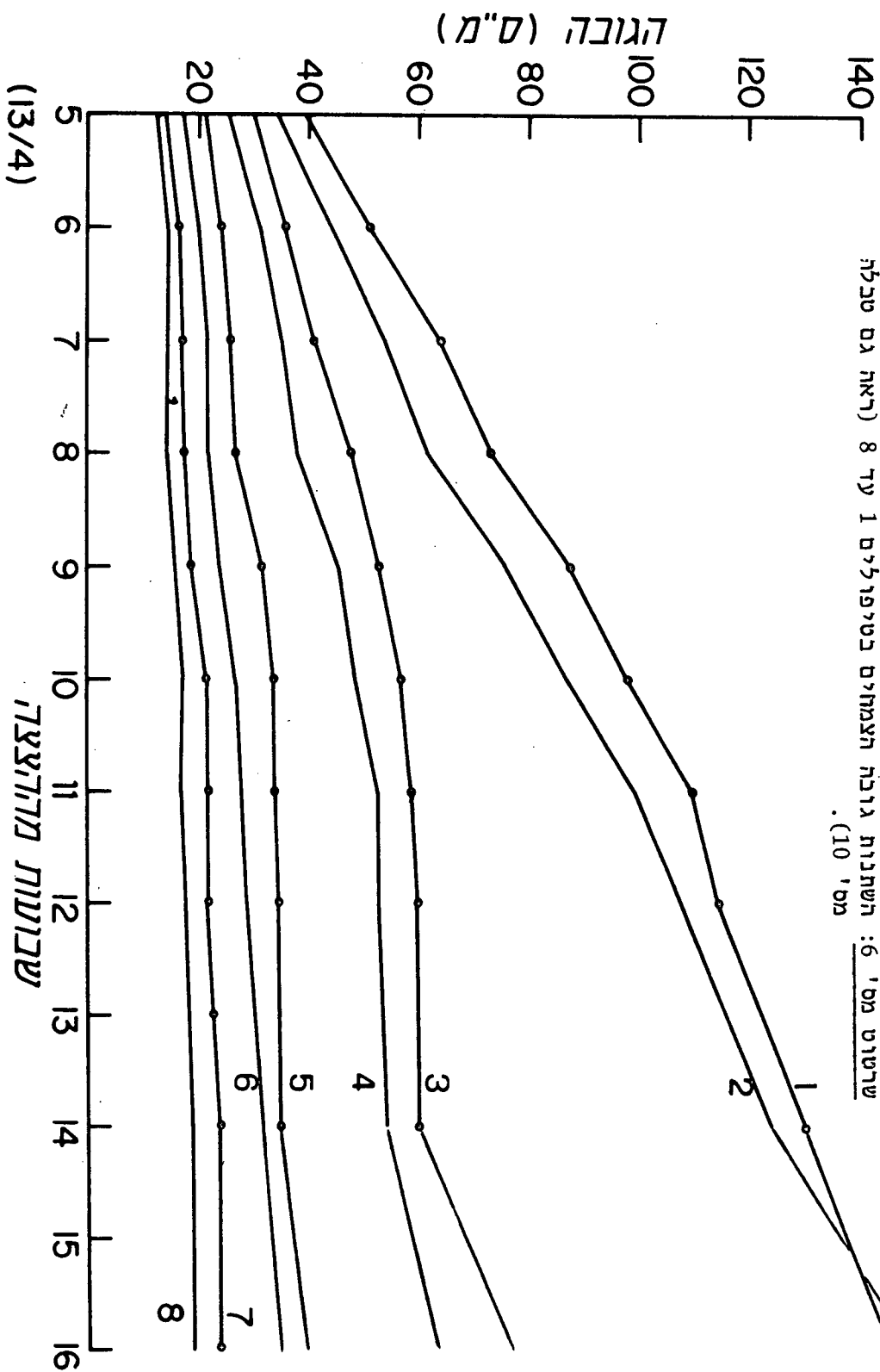
הנקודות הבולטות מעיון בתוצאות הן: א. ככל שריכוז מי-הים היה גבוה יותר, חזק יותר היה העיכוב בהתפתחות הווגטיבית. ב. הגדלת ריכוז האשלגן החנקתי הגבירה את העיכוב בהתפתחות. ג. ככל שעלה ריכוז מי-הים הלך ופחת העיכוב השולי בהתפתחות (ראה שרטוטים מס' 6, 7, 8).

השפעת המליחות על המבנה האנאטומי של העלה כפי שהיא מתגלית בחתכי רוחב, מתוארת בשרטוט מס' 9 ובטבלה מס' 10א'.

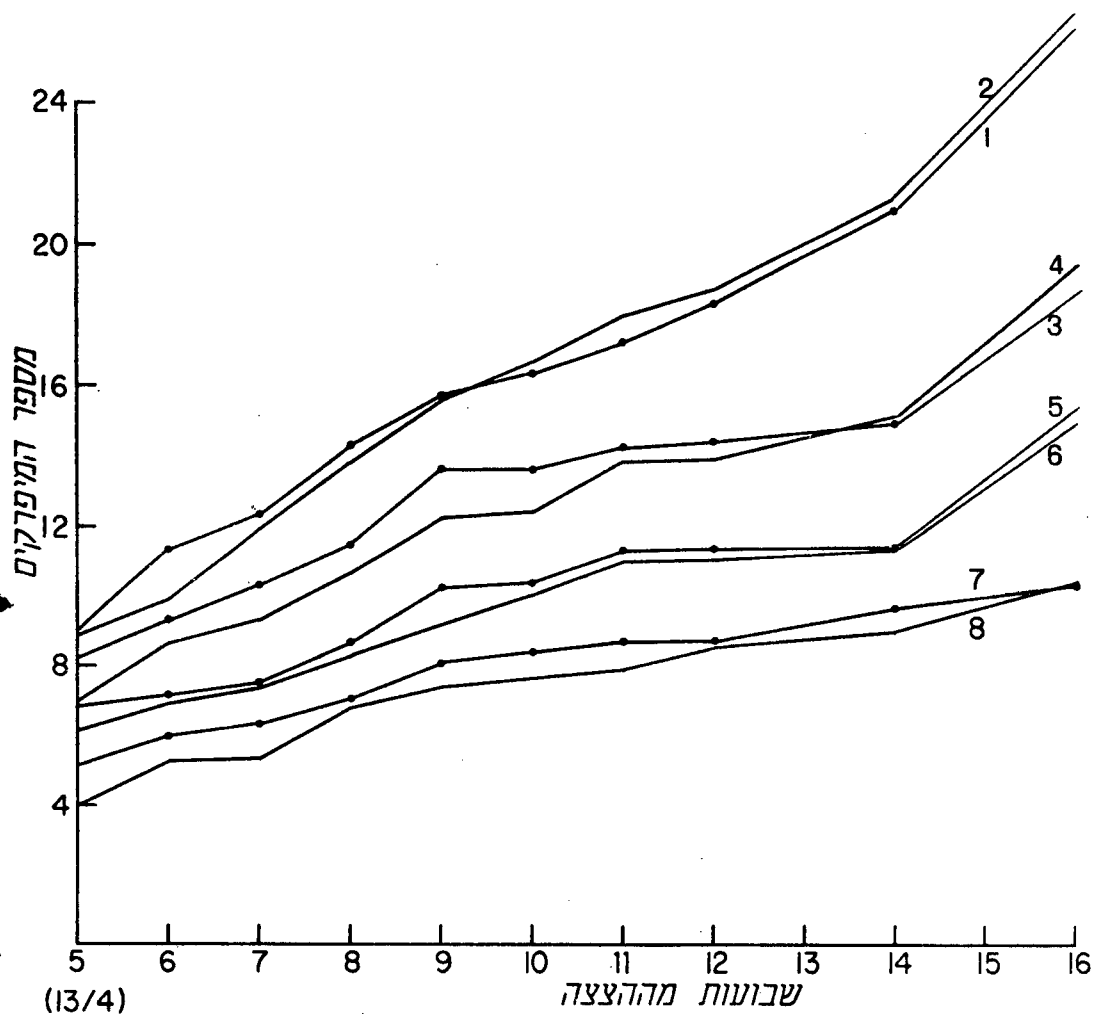
שתי הנקודות הבולטות בטבלה הן: א. סוקולנטיות של הטרף והעורק הראשי (באיזור בלוטת הצופן) המתבטאת בהתעבות גוברת והולכת ככל שריכוז מי-הים יותר גבוה; ב. קוטר צר יותר של הטרכיאות בצמחים שהושקו במי-ים.

טבלה מס' 10: התכונות המורפולוגיות של הצמחים עם גמר הניסוי: אורך המונופודיות הראשי, ענף צימוח 1 ו-2, מספר המיפרקים במונופודיות הראשי כשהפסטיגים מהווים מיפרק ראשון; קוטר הגבעול בנקודה קבועה מעל לפסטיגים ומשקל טרי של הטרפיים בממוצע לצמח בודד ($P = 0.05$).

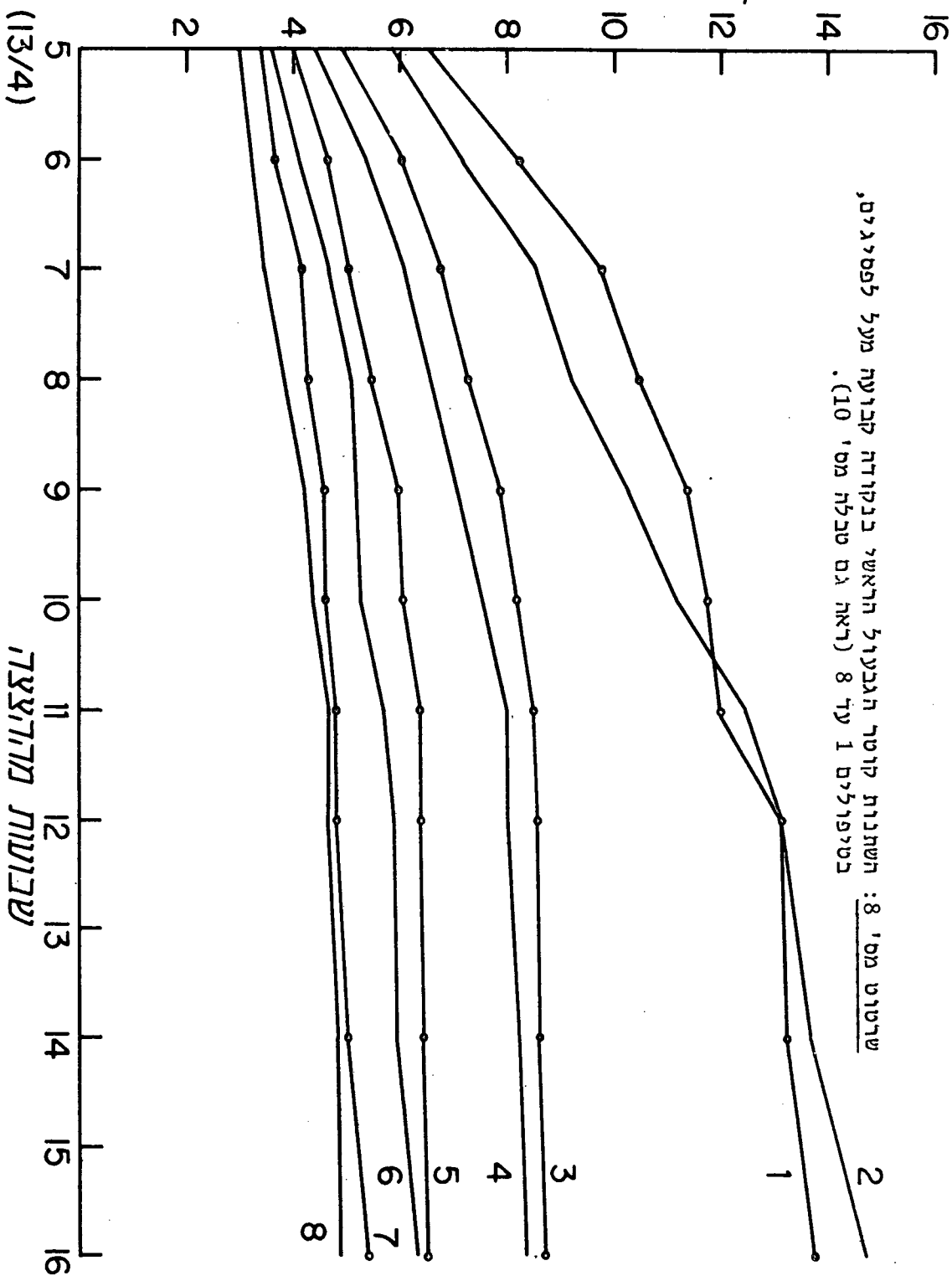
טיפול מס'	גבעול ראשי ס"מ	ענף צימוח 1 ס"מ	ענף צימוח 2 ס"מ	מספר המיפרקים	קוטר מ"מ	הגבעול ומשקל גרם	הטרפיים
1	a 145.4	a 57.5	b 53.9	a 25.5	a 14.87	b 218.3	b
2	a 148.3	a 59.9	a 73.6	a 25.8	a 15.15	a 241.5	a
3	b 76.8	b 9.3	c 9.4	b 19.4	b 9.32	c 116.7	c
4	b 62.6	b 8.0	c 6.3	b 18.7	c 8.74	d 95.6	d
5	c 40.3	c 1.2	c 2.0	c 15.3	d 7.03	e 39.3	e
6	c 35.0	c 0.7	0.7	c 15.0	d 6.60	e 38.1	e
7	c 23.8	0	0	d 10.3	e 5.46	e 16.6	e
8	c 19.0	0	0	d 10.7	e 4.55	e 16.2	e
S.E.	+5.5	+1.8	+2.5	+0.25	+0.17	+4.7	i



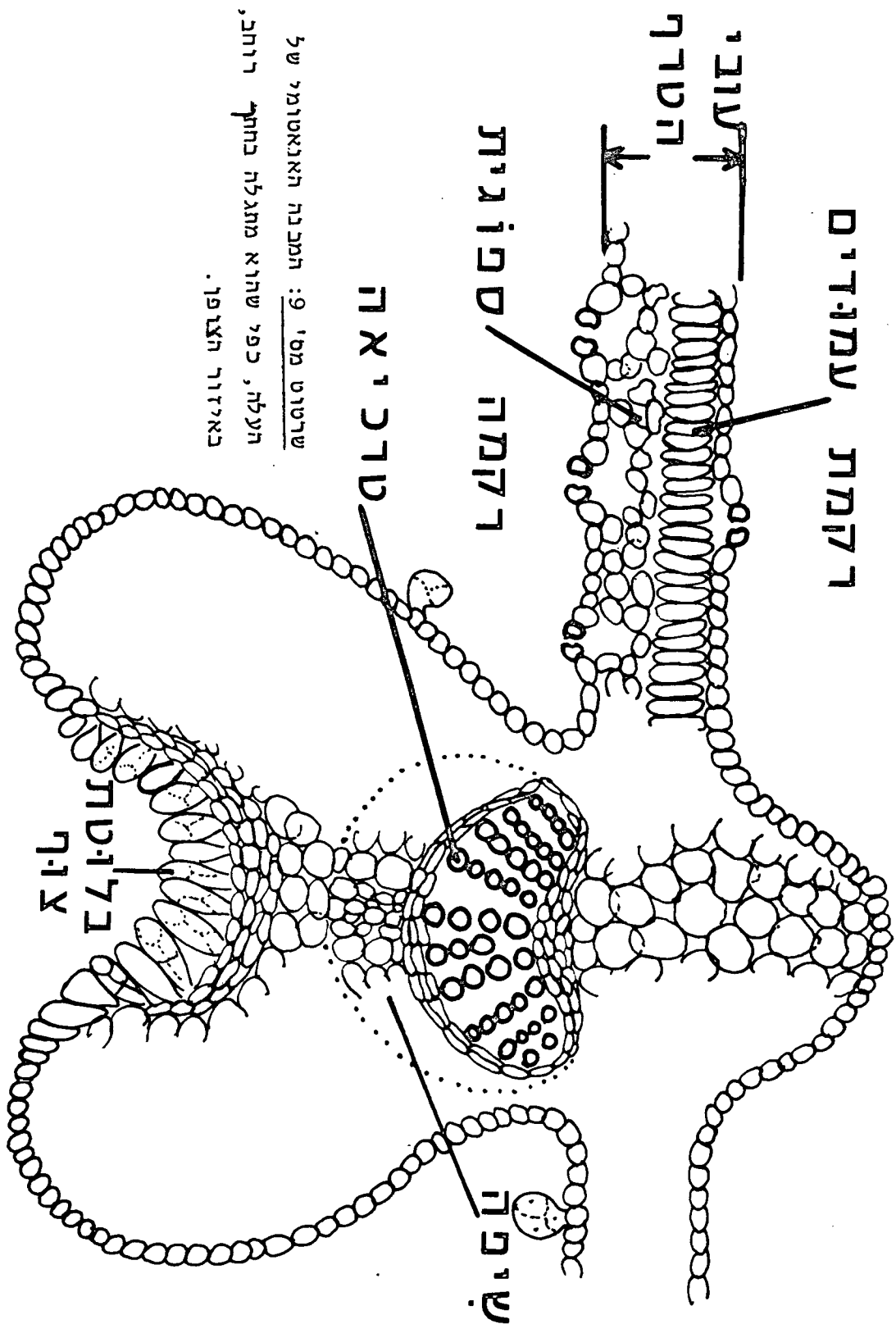
שרטוט מס' 7: השתנות מספר המיפרקים בגבעול הראשי בטיפולים 1 עד 8
(ראה גם טבלה מס' 10).



קוטר הגבעול (מ"מ)



שרטוט מס' 8: השתנות קוטר הגבעול הראשי בנקודה קבועה מעל לפסגה, בטיפולים 1 עד 8 (ראה גם טבלה מס' 10).



שרטוט מס' 9: המבנה האנטומי של
העלה, כפי שהוא מתגלה בחתך רוחב,
באיזור האצטרן.

טבלה מס' 10א': בדיקה מיקרוסקופית של חתכים אנאטומיים

בעלה מס' 4 (בדרך כלל) מלמעלה: עובי הטרף,
רקמת העמודים, הרקמה הספוגית, טרכיאה בודדת
בעורק הראשי והעורק הראשי. כל הערכים מבוטאים
במיקרונים (10^{-3} מ"מ), \pm S.E.

מס' - %	עובי הטרף	רקמת העמודים	הרקמה הספוגית	טרכיאה בעורק	עורק ראשי
0	213 \pm 18	98 \pm 10	80 \pm 5	33 \pm 1	1250 \pm 50
20	483 \pm 60	200 \pm 30	240 \pm 30	25 \pm 0.8	1525 \pm 100
40	773 \pm 80	332 \pm 35	408 \pm 75	25 \pm 0.8	1850 \pm 50
60	793 \pm 55	362 \pm 33	421 \pm 32	22 \pm 1.5	1910 \pm 52

ג. ההשפעות הפיסיולוגיות של רמות המליחות השונות

בטבלה מס' 11 מתואר מצבם המורפולוגי של הצמחים מטיפולים
1, 3, 5 ו-7 בראשית עונת הגידול (26/4). במקביל לפיגור
בהתפתחות, שהלך והחמיר עם עליית ריכוז מי-הים, פחתה הדיות
שחושבה במיקרוגרם ל-1 ס"מ² (שטח טרף) בדקה ופחת פוטנציאל
המים בעלה, כפי שנקבע בשעה 08.00 ובשעה 12.00.

בטבלה מס' 12 מתואר קצב הדיות במיקרוגרם ל-1 ס"מ² (שטח טרף)
בדקה, במרוצת 24 שעות באמצע העונה (12/6). התוצאות מצביעות
בבירור על דיכוי הדיות ככל שריכוז מי-הים היה גבוה יותר.
הדיכוי בדיות בא לידי ביטוי הן בחישוב שנעשה לגבי הצמח
השלם והן לגבי יחידת שטח של טרף. השפעת ריכוזי מי-הים על
פוטנציאל המים בעלה ועל שיעור הדיות לקראת סיום הגידול (6/7)

טבלה מס' 11: התכונות המורפולוגיות של צמחים מטיפולים 1, 3, 5, 7 בתאריך 26.4.79, בממוצע לצמח בודד. הדירות - כפי שנקבעה בשתי שקילות עוקבות בהפרש של 24 שעות, שהראשונה בהן הייתה כ-25/4 בשעה 13.00. טמפרטורה: מינ. 12⁰ מכס. 35⁰. לחות יחסית: מינ. 38% מכס. 83%. הדירות מחושבת במיקרוגרם ליחידת שטח טרף של 1 ט"מ². פוטנציאל המים בעלה רביעי מלמעלה: ק"ו/ט"מ², שנמדד פעמיים ביום, בשעה 08.00 ובשעה 12.00 (+S.E.).

טיפולי מס'	משקל טרי של הגוף גרם	מספר הכפתורים	ט			ר			דירות: גרם x-6 x-1 דקה	פוטנציאל המים (-)
			משקל טרי	חומר יבש %	שטח שטח ט"מ ²	משקל טרי	חומר יבש %	שטח שטח ט"מ ²		
1	113.4	12	51.4	21.5	1048	261	(+16)	261	5.1	13.5 (+0.5)
3	50.0	8	28.0	19.5	605	130	(+5)	130	6.0	14.0 (+2.5)
5	20.0	4	12.4	18.5	383	70	(+10)	70	7.0	21.0 (+2.5)
7	10.0	1	7.2	17.9	275	49	(+7)	49	8.0	27.0 (+2.0)

טבלה מס' 12: שיעור הדיות מצמחים שלמים בטיפולים מס' 1, 3, 5 ו-7, כפי שנקבע במרוצת 24 שעות החל ב-12/6 שעה 09.15 ועד ל-13/6 באותה שעה (+S.E.)
טמפרטורה: מינ. 22^0 , מכס. 40^0 ; לחות יחסית: מינ. 50%, מכס. 96%.

טיפול! גרם לצמח		לשטח הטרף	
מס' ביממה		$1 \times$ דקה	$2 \times$ ס"מ
1	2020 (+149)	790	
3	293 (+ 80)	302	
5	113 (+ 24)	87	
7	110 (+ 26)	80	

מתוארת בטבלה מס' 13. ההבדל בין הצמחים, בשתי תכונות אלה היה בולט מאוד והתבטא בירידה בפוטנציאל המים והדיות יחד עם פחיתה באחוז החומר היבש בעלים מחמת הסוקולנטיות של הטרפים, ככל שריכוז מי-הים היה גבוה יותר.

בדיקה נוספת נערכה ב-15/7, לאחר שהצמחים שהו בחדר ממוזג במשך 24 שעות, בטמפרטורה של 25^0 ובלחות יחסית של 63%, שנשארו קבועות למדי גם בתקופת המדידה. התוצאות המתוארות בטבלה מס' 14 מצביעות על תכונה אחת בלבד, שבה לא היה אפשר להבחין בהבדל בין הטיפולים השונים: הטורגידיות היחסית. אשר לשאר התכונות שנבדקו, נמצא הבדל משמעותי בין הטיפולים השונים: הדיות, פוטנציאל המים בעלה, אחוז החומר היבש בטרפים ובפטטורות והמשקל הכללי של העלה הבודד פחתו עם עלות ריכוז מי-הים. משקל טרי ויבש של יחידת שטח של טרף (1 ס"מ²) גדלו כתוצאה מהסוקולונטיות שהתפתחה בעוצמה הולכת וגוברת ככל שעלה ריכוז מי-ים.

טבלה מס' 13: פוטנציאל המים בעלה רביעי מלמעלה, בשעה 12.00, שעה אחת אחרי ההשקייה, בתאריך 6/7, שיעור הדיות הממוצע לצמח בודד, בגרם ל-24 שעות (\pm SE) ואחוז החומר היבש בטרפים.

טיפול מס'	פוטנציאל המים ק"ג/ס"מ ²	דיות לצמח: ¹ גרם \times יממה	חומר יבש % בטרפים
1	$\frac{-12.3}{(\pm 0.5)}$	$\frac{1585}{(\pm 125)}$	<u>20.4</u>
2	$\frac{-12.7}{(\pm 0.6)}$		<u>20.7</u>
3	$\frac{-20.8}{(\pm 2.4)}$	$\frac{223}{(\pm 12)}$	<u>11.1</u>
4	$\frac{-22.2}{(\pm 0.4)}$		<u>10.8</u>
5	$\frac{-26.4}{(\pm 1.6)}$	$\frac{120}{(\pm 12)}$	<u>10.6</u>
6	$\frac{-28.5}{(\pm 0.5)}$		<u>11.0</u>

טבלה מס' 14: הדירות בשקיללה מהירה, טורגידיות יחסית של העלה הרביעי מלמעלה, פוטנציאל המים בעלה, משקל טרי של 1 ט"מ² ומשקל יבש של 1 ט"מ² טרפים, ב-6 צמחים מטיפולים 1, 3, 5 ו-7 כפי שנקבעו ביום 15.7.79, בתנאי החדר, בלחות יחסית 63% ובטמפרטורה 25⁰ (±S.E.).

התכונה	ט ר פ ל מ י			
	1	3	5	7
טורגידיות יחסית	0.962 (+0.013)	0.971 (+0.009)	0.949 (+0.018)	* -
דירות (מיקורגורם × דקה × ⁻¹ ט"מ ⁻²)	224 (+56)	200 (+38)	121 (+45)	* -
פוטנציאל (-ק"ג × ט"מ ⁻²)	-10.3(+0.3)	-14.3(+0.4)	-18.8(+0.9)	-28.5(+1.17)
משקל טרי (גרם × ⁻³ ט"מ ⁻²)	24 (+1.1)	52 (+3.4)	58 (+3.1)	60 (+2.83)
משקל יבש (גרם × ⁻³ ט"מ ⁻²)	4.2 (+0.3)	5.0 (+0.4)	5.5 (+0.4)	6.6 (+0.5)
טרפים % חומר יבש	22.5	11.6	11.4	11.0
פוטניות % חומר יבש	20.8	21.4	8.3	9.0
משקל יבש עלה בודד (גרם ⁻³)	547	316	296	198

* לא נבדק

בגמר הגידול (18/7) נערכה בדיקה מפורטת של התכונות הפיסיולוגיות של קטעי גבעול מהבסיס עד לאמיר. תכונות אלה כללו את הטורגידיות היחסית, המוליכות החשמלית המבטאת את ריכוז היונים הדיפוזיים, ריכוז החומצות האמיניות ואחוז החומר היבש (טבלה מס' 15).

הנקודות העיקריות הבאות לידי ביטוי בטבלה הן:

1. בטיפולים 1, 3 ו-5 (אבל לא בטיפול 7), הלכה הטורגידיות היחסית ופחתה מהבסיס כלפי האמיר, ביוצרה בכך מפל יניקה.

2. בדרך-כלל עלתה המוליכות החשמלית מהבסיס לאמיר ומטיפול 1 לטיפול 7.

3. ריכוז החומצות האמיניות החופשיות עלה מהבסיס לאמיר ומטיפול 1 לטיפול 7.

4. אחוז החומר היבש הלך ופחת מהבסיס לאמיר ובטיפול מי-הים (3, 5, 7), לעומת טיפול ההיקש מס' 1. הצמחים מטיפול 7 היו סוקולנטיים מאוד, וייתכן שאפשר לקשור תכונה זו עם היעדר מפל בטורגידיות היחסית מבסיס הגבעול לאמירו.

תוצאות בדיקת הטרפים והפטוטרות מתוארות בטבלאות מס' 16 ו-17. הנקודות העיקריות הנובעות מעיון בטבלאות אלו הן:

1. עליה בסוקולונטיות, המתבטאת ב-% חומר יבש, נמוך ככל שריכוז מי-הים גבוה.

טבלה מס' 16: בדיקת הטרופים: אחוז חוזר חשבוני של תמיסת המצוי במילימטר /
 ס"מ ב-25°, ריכוז היונים השונים במיקרוגרם/ליטר/1 גרם משקל טרי וריכוז
 החומצות האמיניות במ"ג/1 גרם משקל טרי. (S.E.).

סידור מס'	חומר יבש %	מוליכות חשמלית	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	חומצות אמיניות
1	21.5 (0.1)	3.47 (0.09)	0.578 (0.064)	60 (4)	204 (6)	14 (0.9)	93 (3)	187 (17)	173 (16)	13 (0.5)
2	23.4	3.60	0.635	43	244	17	68	174	153	11
	(0.4)	(0.21)	(0.052)	(5)	(15)	(1.6)	(6)	(22)	(7)	(0.6)
3	13.6 (0.2)	5.36 (0.14)	1.227 (0.094)	204 (87)	149 (7)	228 (7.5)	34 (1)	204 (15)	645 (10)	9 (0.5)
4	13.1 (0.2)	5.94 (0.12)	1.170 (0.151)	103 (12)	207 (7)	252 (8)	21 (1)	170 (10)	641 (13)	8 (0.5)
5	12.2 (0.3)	5.40 (0.08)	1.365 (0.162)	158 (17)	127 (4)	266 (12)	22 (2)	252 (15)	698 (23)	5 (0.1)
6	13.5	6.00	0.583	122	174	283	20	280	683	6
	(0.35)	(0.35)	(0.110)	(20)	(15)	(55)	(3)	(15)	(58)	(0)
7	13.7	7.48 (0.27)	2.016 (0.316)	136 (14)	140 (8)	416 (24)	18 (1)	380 (20)	844 (31)	10 (0.4)
8	12.5 (0.29)	7.73 (0.29)	1.458 (0.325)	177 (52)	184 (16)	424 (40)	12 (1)	370 (18)	825 (52)	8.8 (1.1)

טבלה מס' 17: בדיוק פטורטות: מוליכות חשמלית של תמיסת המיצוי במלימולר/ס"מ ב- 25° וריכוזי היונים השונים במיקרוואולנט/1 גרם משקל יבש. בטורקיים: \pm S.E.

סידור מס'	מוליכות חשמלית	NO_3^-	PO_4^{3-}	K^+	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cl^-
1	1.20 (0.01)	5.89 (0.31)	332 (20)	1547 (25)	1157 (16)	216 (6)	261 (11)	3507 (229)
2	1.15 (0.02)	10.37 (2.24)	260 (38)	1788 (44)	1466 (28)	220 (13)	124 (8)	3758 (96)
3	1.81 (0.02)	16.73 (2.95)	1089 (60)	1292 (32)	3137 (58)	109 (4)	297 (18)	5687 (210)
4	1.86 (0.06)	276.2 (93)	1036 (102)	1451 (62)	1777 (97)	121 (6)	300 (23)	4215 (240)
5	2.08 (0.02)	480 (103)	1829 (89)	1245 (61)	2150 (85)	170 (9)	268 (12)	8071 (266)
6	2.24 (0.06)	550 (0)	1350 (50)	1436 (0)	2217 (174)	163 (3)	163 (22)	9375 (77)
7	2.38	1225 (325)	1800 (206)	865 (213)	3337 (346)	150 (10)	263 (73)	9200 (300)
8	2.50	1830	1800	1128	3466	140	285	9500

2. עליה במוליכות החשמלית בהקבלה לריכוז מי-הים יש לציון, כי המיצוי בטרפים נעשה לפי היחס 1 גרם משקל טרי/10 מ"ל מים מזוקקים; בעוד שבפטורות היה היחס - 1 גרם משקל יבש/100 מ"ל חומצת חומץ 1%. הגברת ריכוז האשלגן החנקתי בתמיסת המזון העלתה במידת מה את המוליכות החשמלית בכל המקרים.
3. ככל שעלה ריכוז מי-הים, עלה ריכוז החנקות. בפטורות היתה התגובה חדה יותר, גם ביחס לריכוז האשלגן החנקתי בתמיסות המזון.
4. ככל שעלה ריכוז מי-הים, עלה ריכוז הזרחה החופשית. העלאת ריכוז החנקת, בכל רמה של מי-ים, הורידה במידת מה את ריכוז הזרחה. בין שני יונים אלה נמצא איפוא אנטגוניזם.
5. בריכוז האשלגן חלה נטייה קלה בלבד לפחיתה, עם עלות ריכוז מי-הים.
6. ככל שעלה ריכוז מי-הים, חלה עליה בריכוז הנתרן. האנטגוניזם בינו לבין האשלגן היה מועט מאד יחסית לאנטגוניזם בין האניונים.
7. בריכוז הסידן חלה פחיתה עם עלות ריכוז מי-הים.
8. בריכוז המגנזיום חלה עליה קלה, בעיקר בטרפים, עם עלות ריכוז מי-הים.
9. בריכוז הכלור חלה עליה ניכרת עם עלות ריכוז מי-הים.

בדרך כלל יש התאמה במגמות שנסתמנו בניסוי זה לבין אילו שנחגלו בניסויים מס' 1 ו-2. מובן שבניסוי הנוכחי, רמת היונים גבוהה יותר, מפאת גיל הצמחים. את העליה ברמת החנקות בריכוזי מלח גבוהים בניסוי הנוכחי אפשר להסביר על רקע העיכוב בגידול ללא עיכוב מקביל בקליטת היונים.

בטבלה מס' 18 מתואר היחס המשקלי לפי בסיס אקוילנטי בין האניונים והקטיונים (ללא גפרה) בטרפים ובפטוטרות, בקבוצות השונות.

טבלה מס' 18: היחס אניונים/קטיונים לפי בסיס של משקליהם האקוילנטיים (ללא גפרה) בטרפים ובפטוטרות

פוטוטרות	טרפים	טיפול מס'
1.208	0.468	1
1.120	0.391	2
1.405	1.382	3
1.515	1.146	4
2.708	1.285	5
2.834	1.065	6
2.649	1.029	7
2.616	1.014	8

מהטבלה אפשר להסיק, כי כושרה של מערכת השורשים לבלום חדירה של קטיונים, בעיקר - מגניון וסידן, אם כי לא נתרן, מרובה מכושרה לבלום חדירת אניונים, כמו כלור וזרח. מסיבה זאת חלה עליה ביחס אניונים/קטיונים ככל שעלה ריכוז מי-הים. את העליה בריכוזי החנקת בטיפולים המלוחים אפשר, כאמור לעיל, להסביר

בצמצום חריף של הצימוח, שהביא כנראה להצטברות חנקה לא מחוזרת, אם כי לא להצטברות חומצות אמיניות חופשיות.

ד. השפעה על יכול הכותן ואיכות הסיבים

השפעת הטיפולים השונים על יכול הכותן, והסיבים ועל מספר ההלקטים, בממוצע, לצמח בודד מתוארת בטבלה מס' 19.

בטבלה אפשר לראות, כי הגברת ריכוז האשלגן החנקתי בתמיסות המזון, לרבות מי-הברז, הפחיתה את יכול הכותן והסיבים ואת מספר ההלקטים לצמח. ככל שעלה ריכוז מי-הים, גברה הפחיתה ביכול, אולם גם כאן באה לידי ביטוי סבילות צמחי הכותנה למליחות, שכן אפילו בריכוז של 60% מי-ים נתקבל יכול כלשהו של סיבים. מובן שיכולים כה ירודים כמו אלה שנתקבלו בטפולים 3 עד 9 הינם חסרי משמעות מבחינה כלכלית, אבל הערכים עשויים לסייע בכיול רמות המליחות בתמיסות הקרקע וברקמות הצמח, לשם איבחון הנזקים גם בתנאי שדה.

השפעת ריכוזי מי-הים על תכונות האיכות של הסיבים - אורך, אחידות האורך, חוזק ועדינות - מתוארת בטבלה מס' 20.

בטבלה אפשר לראות, כי ככל שעלה ריכוז מי-הים החמירה הפגיעה באיכות הסיבים. הפגיעה החמורה ביותר חלה באורך הסיבים. ייתכן שפגיעה זו נבעה מהפחתת לחץ הטורגור בתוך הסיב המתפתח, מחמת ערכים אוסמוטיים גבוהים של מוהל ההלקט. הפחיתה המקבילה שחלה במיקרונייר ובחוזק, בריכוזים הגבוהים של מי-הים - 40% ו-60% מעידה, קרוב לוודאי, על עיכוב בתהליכי ההבשל המתבטאים בין השאר בהתעבות הדופן.

טבלה מס' 19: משקל הכותן והסיבים ומספר ההלקטים בממוצע
 לצמח בודד (ערכים שאינם מסומנים באותיות זהות
 נבדלים זה מזה ברמת מובהקות $P=0.05$, לפי מבחן
 תחום של Duncan).

טיפול מס'	כותן גרם	סיבים גרם	הלקטים
1	a 70.2	a 26.8	a 18.1
2	b 36.2	b 14.9	b 14.0
3	c 20.0	c 8.1	c 4.1
4	c 15.2	c 6.4	c 3.6
5	d 7.6	d 3.2	d 2.2
6	d 6.5	d 2.5	d 1.5
7	e 1.4	e 0.5	d 1.3
8	e 1.6	e 0.6	d 1.0
S.E.	± 1.8	± 0.9	± 0.4

טבלה מס' 20: תכונות האיכות של הסיבים (המובהקויות נערכו
 לפי מבחן תחום של Duncan, $P=0.05$).

טיפול מס'	חוזק 10^3 psi	עדינות יחידות מיקרונייר	אורך 2.5% אינץ'	אורך 50% אינץ'	אחידות האורך %
1	a 90.9	a 4.48	a 1.164	a 0.538	a 45.7
2	ab 89.0	a 4.50	a 1.140	a 0.527	a 45.7
3	b 88.6	a 4.63	b 1.084	b 0.487	a 44.7
4	b 87.2	a 4.44	c 1.006	c 0.446	a 44.3
5	b 87.3	ab 4.27	c 0.997	c 0.447	a 44.2
6	b 88.0	ab 4.40	c 1.010	b 0.450	a 44.0
7	b 87.0	c 3.20	c 1.004	bc 0.440	b 43.0
S.E.	± 0.7	$\pm .10$	± 0.0012	± 0.001	± 0.4

ניסוי מס' 4. השפעת המליחות על הנביטה והתארכות התת-פסיג

אחוזי הנביטה ואורך השורשון, 4 ימים לאחר העברת הזרעים
לצלחות פטרי בתנאי טמפרטורה 20/30 יום/לילה, מתוארים בטבלה
מס' 21.

טבלה מס' 21: % הנביטה ואורך השורשון, 4 ימים לאחר העברת
הזרעים (אקאלה SJ-2) לצלחות פטרי בטמפרטורות
20/30 יום/לילה.

התמיסה	הריכוז *	% הנביטה	אורך השורשון מ"מ
NaCl	0.05	60.0	16.3
+	0.1	43.3	13.1
MgSO ₄	0.15	10.0	5.7
	0.20	0	0
S.E.			+2.4
מי-ים	0	86.7	17.0
	10	60.0	20.3
	20	46.7	22.8
	40	48.7	19.8
	60	13.3	3.8
	80	0	0
S.E.			+2.4

התמיסה	הריכוז מולר	% הנביטה	אורך השורשון מ"מ
NaCl	0	73.3	16.2
	0.1	36.7	12.4
	0.2	20.0	9.2
	0.3	0	0
S.E.			+2.0
MgSO ₄	0	83.3	20.0
	0.05	83.3	14.4
	0.1	83.0	11.6
	0.15	40.0	8.7
	0.2	40.0	8.0
	0.25	16.7	4.6
	0.3	0	0
S.E.			+1.5

* ריכוז המלחים NaCl + MgSO₄
במולר; ריכוז מי-הים ב-%.

העיכוב בנביטה על-ידי NaCl חמור במקצת מזה שעל-ידי MgSO_4 . בשני המקרים חל עיכוב חזק בנביטה כשהריכוז היה 0.2 מולר או צירוף של 0.1 + 0.1 מולר של שני המלחים. במי-ים התחיל להסתמן עיכוב רק ב-10%. כשהריכוז היה מועט מ-10% לא היה כל עיכוב בנביטה ובהתארכות השורשון.

אורכי התת-פסיג, 72 שעות לאחר העברת הנבטים לתמיסות מלחים בריכוזים שונים ובתנאי טמפרטורה 20/30 יום/לילה ולחות יחסית קרובה ל-100% - מתוארים בטבלה מס' 22 ובשרטוט מס' 10.

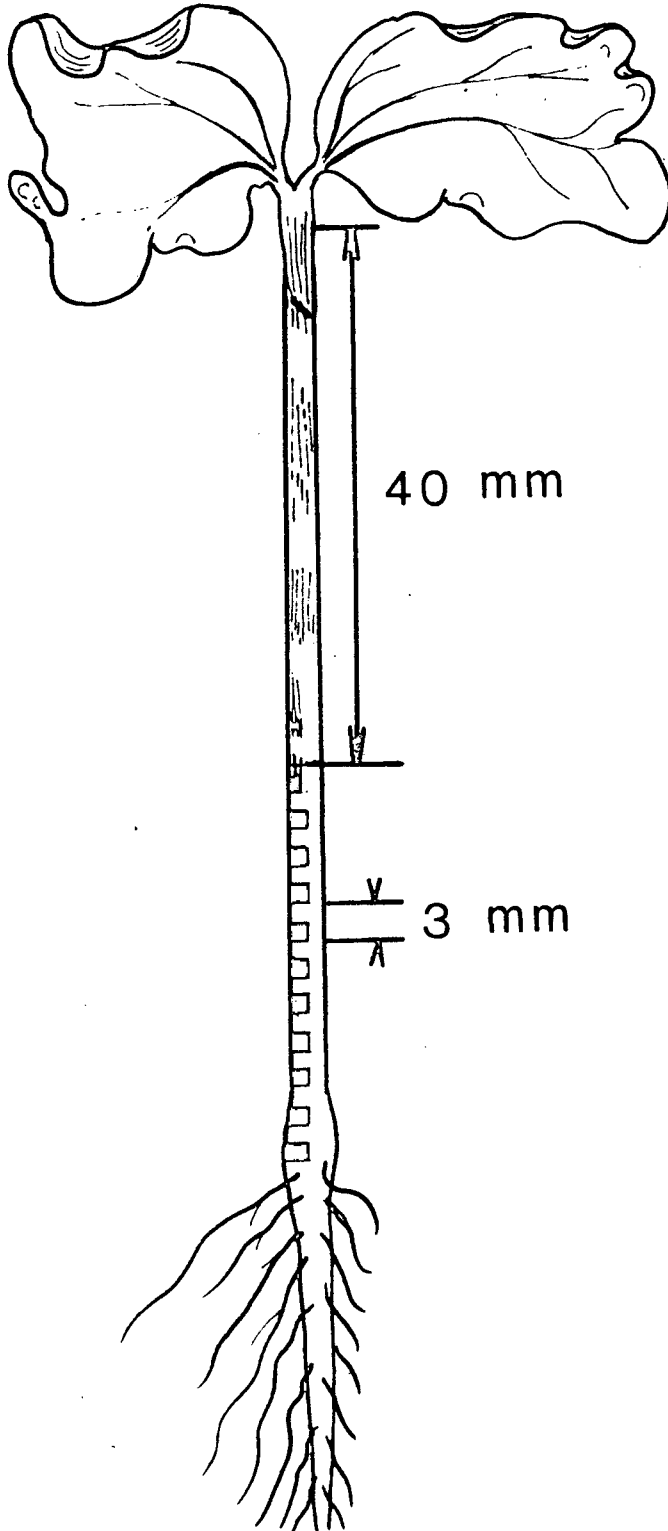
טבלה מס' 22: אורכי התת-פסיג, 72 שעות לאחר העברת הנבטים לתמיסות מלח. העברת הנבטים חלה כאשר התת-פסיג היה כפוף.

מוליכות חשמלית*	אורך מ"מ	מי-ים %
3.33	88.8	5
6.66	89.1	10
8.00	84.6	15
12.21	72.9	20
17.76	37.3	30
	+3.5	

מוליכות חשמלית*	אורך מ"מ	NaCl מולר
0.005	81.2	0
2.22	73.1	0.02
4.44	52.6	0.04
6.66	37.8	0.06
	+2.5	

* המוליכות החשמלית - במילימון/ס"מ ב- 25^0 .

שרטוט מס' 10: נבט כותנה, 48 שעות לאחר סימון התת-פסיג בקטעים שאורכם 3 מ"מ. הקטע העליון התארך במשך 48 שעות כדי פי 4 מאורכו המקורי. כתוצאה מכך, החווירו הפסים ונמרחו. החלק התחתון נשאר ללא שינוי.



התוצאות המופיעות בטבלה מצביעות על נקודות משבר שונות בתמיסת NaCl ובתמיסות מי-ים: 0.02 עד 0.04 מולר במקרה הראשון, לעומת 20% עד 30% במקרה השני. לפי בסיס של מוליכות חשמלית, נקודת השבירה ב-NaCl היתה בין 4.44 לבין 6.66 מילימולה/ס"מ ב- 25^0 ; ואילו במי-ים היא היתה בין 12.21 לבין 17.76 מילימולה/ס"מ, היינו - בריכוז גבוה פי 3!

בד בבד עם עיכוב התארכות התת-פסיג חלה פחיתה בפוטנציאל המים של הפסיגים; אולם פחיתה זו לא הגיעה, בממוצע, ליותר מ-7.0 ק"ג/ס"מ². נזקי המליחות לנבטים התבטאו בכך, שהשורש הראשי החל להתנוון, ובאיזור צוואר-השורש הופיע גוון חום-אדמדם שהתפתח לליזיס של הרקמות. אותם נבטים בודדים שלא נפגעו מהמלח ושמרו על חיות מלאה - הגיעו עד לערכים של 11- ק"ג/ס"מ². ברוב המקרים נמצא, כי הנבטים מסוגלים לשאת מעמס של עד 7 ק"ג/ס"מ² ולאחר מכן חלה בהם פגיעה שגרמה את מותם.

ד י ו ן

כפי שנאמר במבוא, מטרות הניסויים שתוארו לעיל היו לקבוע מדדים לאיבחון נזקי מליחות בכותנה ולאתר את רמות המליחות שבהן מתחילה הפגיעה בתהליכים הפיסיולוגיים והירידה ביבולים. האנאליזה הכימית של מיצויי טרפים, פטוטרות וגבעולים, לצד הנתונים המורפולוגיים והיבוליים, עשויים לסייע בידינו לאיבחון פגעי מליחות בכותנה הגדלה בתנאי שדה.

נזקי המליחות מושפעים גם מתנאי הקרקע והלחות היחסית. ככל שהלחות היחסית גבוהה יותר - נזקי המליחות פוחתים. לפי

Hoffman et al 1971, נתקבלו היבולים הגבוהים ביותר בלחות יחסית של 65% (11). בניסויים שתוארו בעבודה הנוכחית שרו בתאי-הצמיחה תנאי לחות יחסית של 65%-70% ואילו בחממה השתנתה הלחות ממנימום של כ-40% בצהריים למכסימום של כ-90% אחרי חצות. הואיל ובשדה תנאי הקרקע והאקלים הם בעלי תנודות חריפות למדי - יש מקום להשלים את מדדי האיבחון, כפי שהם מתוארים כאן, על-ידי בדיקות בשטח. מהשוואת ריכוזי ה- Na^+ וה- Cl^- בפטטרות, כפי שנמצאו בניסוי מס' 3 למימצאים שהועלו בבדיקת פטטרות של ניסוי השקיית כותנה במים מליחים בעין-השלושה (4) עולה כי בניסוי הנוכחי היתה רמתם גבוהה בצורה משמעותית ביותר. הריכוזים של שאר היונים היו באותם תחומים של סדר-גודל.

בניסוי מס' 3, שבו הושקו הצמחים בריכוזים שונים של מי-ים, חלה פחיתה בת 72% בטיפול בו הושקו הצמחים בריכוז 20%. לפי Bernstein (6) חלה פחיתה בת 10%, 25% ו-50% ביבולי הכותנה כאשר המוליכות החשמלית של עיסה רוויה במילימוה/ס"מ ב- 25^0 היתה - 12, 16 ו-18, בהתאמה. בניסוי מס' 3 היה יכול הכותן הגולמי לצמח בודד בארבעת הטיפולים הראשונים: 36.2, 70.2, 20.0 ו-15.1 גרם בהתאמה. המוליכות החשמלית של מי-ים בריכוז 20% (טיפול מס' 3) היתה מעל ל-12 מילימוה/ס"מ. אם נניח שמצב הרטיבות במצע היה ברמת "עיסה - רוויה", לפחות בחלק משעות היום, הרי הפחיתה ביבולים בניסוי מס' 3, היתה מרובה מזו שתוארה על ידי Bernstein (6). הפחיתה ביבולים היתה לפי הסדר, בטיפולים 1 עד 8 כדלקמן: 0%, 48%, 72%, 78%, 89%, 91%, 98% ו-98%. מחברים שונים, כגון Stroganov (16), Bernstein (6) ואחרים, מצביעים על ליקויי הזנה מינרלית הנובעים מעיכוב בקליטת יונים חיוניים כמו NO_3^- , K^+ או Ca^{++} , בתנאי מליחות, מחמת האנטגוניזם (13). לפיכך פוצל בניסוי מס' 3 טיפול ההשקיה במי-ים לשתי רמות של דישון אשלגן-חנקתי. בכל המקרים נמצא,

כי תוספת מנת הדשן החמירה את מצב הצמחים ולא שיפרה את המאזן היוני. מתוצאות הניסוי הנוכחי אפשר להסיק שהנזק בתוספת האשלגן החנקתי נבע מעיכוב אוסמוטי ומרעילות ספציפית של ריכוזי חנקה גבוהים. גם בניסוי-שדה, בעין-השלושה נמצא כי תוספת אשלגן חנקתי לחלקות שהושקו במים מליחים לא שיפרה את המצב (4). בעשב רודוס נמצא, כי שילוב של שלושה גורמים - טמפרטורה גבוהה, רמות חנקן גבוהות ורמות מלח גבוהות - מקשה על ההתחדשות אחרי הקציר. ככל שרמת המליחות עלתה - פחתה תצרוכת החנקן ליצירת מירב היבול ופחתה צבירת החנקה החופשית בנצר (1). בניסוי מס' 3 בעבודה הנוכחית מצאנו הצטברות יוני חנקה עקב עיכוב בצימוח.

הסבילות המרובה של צמחי הכותנה למים מליחים התבטאה בשתי תופעות: א. גם בריכוז גבוה של מי-ים, בשיעור 60%, נותרו מספר צמחים בחיים ואף הניבו הלקט אחד לצמח. ב. ככל שריכוז המלח היה גבוה יותר, עברו הצמחים אדאפטציה מרובה יותר מבחינה מורפולוגית, אנאטומית ופיסיולוגית. מבחינה אנאטומית נתקבלו עלים וגבעולים סוקולנטיים ומבחינה פיסיולוגית אפשר היה להבחין בדיכוי חזק בדיות. במסגרת העבודה הנוכחית לא נכנסנו לרמת מבנה העל בו חלים שינויים כמו ריבוי מיטוכונדריות, מבנה הכלורופלסטידות והצטברות גבישים של אוכסלת הסידן (10). מהתנהגות הצמח השלם כתנאי מליחות אפשר איפוא להסיק, כי ככל שריכוז המלח גבוה יותר - חמורה יותר הפגיעה בהתפתחות הווגטיבית וביבולים. הסבילות של צמח הכותנה אינה מאפשרת לו הנבט יבולים גבוהים ברמות מליחות גבוהות מ-8-10 מילימולה/ס"מ, לפי בסיס של עיסה רוויה; אולם היא מתבטאת בכושר הסתגלות, המונע תמותה והופעת סימני הרעלה. עם זאת, קיימת חשיבות בהכרת היחס בין היונים השונים, שכן בעבודה הנוכחית ראינו עד כמה מרובה רגישותו של צמח הכותנה למלח כמו מגביון גפרתי, לעומת מלח כמו נתרן כלורי. נזקי המליחות, ברמות הגבוהות

התבטאו גם בפגיעה משמעותית ביותר באורך הסיב. העיכוב בהתארכות הסיב נבע, קרוב לוודאי, מהורדת פוטנציאל המים במוהל ההלקט ופחיתת הטורגור בתוך הסיב.

הבעת תודה

המחבר מודה לדוד סופר, אילנה קגנובסקי, לביאה אלטחן ושושנה קאן, על עזרתם המסורה בביצוע הניסויים.

ס פ ר ו ת

1. גוגנהיים י', 1973, השפעות משולבות של חנקן ומליחות על צמיחת עשב רודאס (*Chloris gayana* Kunth.), עבודת גמר, המחלקה לבוטניקה, אוני' תל-אביב.
2. רימון ד', דור צ', שחורי י', 1975, האפשר לנצל מים מליחים להשקית כותנה? "השדה" נ"ה: 861-863.
3. רימון ד', סופר ד', 1977, הערכת המצב התזונתי של צמחי כותנה בראשית פריחה על-ידי בדיקות עלים, פרסום מיוחד מס' 92, המחלקה לפרסומים מדעיים, מרכז וולקני, בית-דגן.
4. רימון ד', דור צ', מגל צ', פצוק ד', 1980, השקית כותנה במים מליחים - עין-השלושה, 1979, פרסום מיוחד מס' 154, המחלקה לפרסומים מדעיים, מרכז וולקני, בית-דגן.
5. Bar-Joseph¹ and Columbus, N., 1975, Western Negev - exploitation of brackish water for agricultural use, in: Brackish Water Symposium, Ben-Gurion Univ. Negev, Beer-Sheva, edited by A. Issar, pp. 67-75.

6. Bernstein, L., 1964, Salt tolerance of plants, Special publication, Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 20402.
7. Bonne, J., Grinwald, Z., 1975, Source, consumption and use of brackish water in Israel, in: Brackish Water Symposium, Ben-Gurion Univ. Negev, Beer Sheva, edited by A. Issar, pp.77-85.
8. Boyko, H., Boyko, E., 1968, Plant growing with sea water and other saline waters in Israel and other countries. In: Saline Irr. for Agric. Fores. edited by H. Boyko, Dr. W. Junk, N.V. Pub. Hague, pp. 85-92.
9. Frenkel, H., Shainberg, I., 1975, Irrigation with brackish water-chemical and hydraulic changes in soils irrigated with brackish water under cotton rotation, in: Brackish Water Symposium, Ben-Gurion Univ. Negev, Beer-Sheva, edited by A. Issar, pp. 175-183.
10. Gausman, H.W., Baur, P.S., Porterfield, M.P., Cardenas, R., 1972, Effect of salt treatments of cotton plants (*Gossypium hirsutum* L.) on leaf mesophyll cell microstructure, Agron. J. 64:133-136.
11. Hoffman, G.J., Rawlins, S.L., 1971, Growth and water potential of root crops as influenced by salinity and relative humidity, Agron. J. 63: 877-880.
12. Lagerwerff, J.V., 1969, Osmotic growth inhibition and electrometric salt-tolerance evaluation of plants, Plant and Soil 31: 77-96.

13. Leggett, J.E., 1968, Salt absorption by plants, Ann. Rev. Plant Physiol. 19: 333-346.
14. Twersky, M., Pasternak, D., Borovic, I. 1975, Effect of brackish water irrigation on yield and development of cotton, in: Brackish Water Symposium, Ben-Gurion Univ. Negev, Beer-Sheva, edited by A. Issar, pp. 135-142.
15. Shainberg, I., Oster, J.D., 1978, Quality of irrigation water, Publication No. 2, International Irrigation Information Center, Volcani Center, Bet-Dagan, p. 39.
16. Strogonov, B.P., 1964, Physiological basis of salt tolerance of plants, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.

Chemical analysis of the blades, petioles and stem extract might be of help in the development of standard levels which shall be helpful in the discrimination of salinity damage in cotton.

In the fourth trial the effect of salinity on germination and hypocotyl elongation was tested. These two processes were affected more seriously by NaCl than by MgSO_4 . With either salt, a strong inhibition in germination developed when the concentration was 0.2 Molar, or 0.1 + 0.1 Molar when the two salts were combined. With diluted sea water inhibition began at the 10% concentration. At a lower concentration there was no inhibition in germination or in root and hypocotyl elongation. On the basis of electrical conductivity, the critical point appeared at 4.44 - 6.66 mmho/cm at 25° with NaCl; with sea water, the critical point was 12.21 - 17.76 mmho/cm at 25°, i.e., at a three times higher concentration.

on an equimolar ratio, the damage caused by MgSO_4 was more serious than that caused by NaCl . The damage was revealed as poisoning symptoms, e.g. chlorosis, necrosis, squares and flowers abortion, and a high mortality rate ($\sim 50\%$).

In the third trial, the plants were irrigated with different concentrations of sea water diluted with tap water: 0%, 20%, 40% and 60%. Each of the sea water concentration treatments was split into two levels of KNO_3 : an optimal one and ten times higher than optimal. It was found that the higher the sea water concentration, the stronger was the growth retardation and yield decrease. The addition of KNO_3 at a high level affected more seriously the salinity damage. The tolerability of cotton plants toward brackish water was revealed in two phenomena: (a) Even at the 60% sea water concentration some plants did survive and yielded one boll per plant. (b) The higher the salt concentration, the more extreme was the morphological, anatomical and physiological adaptation of the plants. Anatomically, the leaves were succulent, and physiologically a low water potential with a strong transpiration depression developed.

On the basis of $\text{NaCl} + \text{MgSO}_4$, it seemed that developmental processes were harmed when the electrical conductivity of irrigation water was above 4 mmho/cm at 25° . On the basis of diluted sea water, when the electrical conductivity was above 12 mmho/cm at 25° , there was a decrease of $\sim 70\%$ in the cotton yield.

SALINITY DAMAGES IN COTTON

Daniel Rimon*

S u m m a r y

During the years 1977-1979 four trials were performed with cotton (Gossypium hirsutum L. cv. Acala SJ-2) grown in pots under controlled conditions, to study the detrimental effects of salinity on germination, development and yields. The aims of the trials were to determine the parameters of diagnosing salinity damage in cotton plants and to identify the salinity level at which physiological processes are affected adversely and yields are reduced. Chemical analyses of blades, petioles and stem extracts, in addition to morphological and yield data, might help in diagnosing salinity damages also in cotton grown in the field.

In the first trial, the effect of different concentrations of both NaCl and MgSO_4 on plant development up to the first flower stage was studied. In spite of conspicuous growth retardation at high salinity levels up to 0.4 Molar, the plants remained alive and even grew at a very reduced rate.

In the second trial, we differentiated between the effect of NaCl and of MgSO_4 . When salinity concentrations were

* Div. of Industrial Plants, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan.

AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION
INSTITUTE OF FIELD AND GARDEN CROPS

Salinity Damage in Cotton

by

Daniel Rimon

SPECIAL PUBLICATION NO. 166

Division of Scientific Publications
The Volcani Center, Bet Dagan,
Israel

1980