

# השפעת המליחות על כותנה בקרקעות שונות

מאת

ב' רמתי\* ו-ש' רביקוביץ\*\*

## ת ק צ י ר

נערך ניסוי בבית-צמיחה לבחינת השפעת המליחות על כותנה בשלוש קרקעות מטיפוסים שונים: אלוביאלית - קרקע חרסיתית, רנדזינת העמקים - חמרה-חרסית ולס - חמרה. הקרקעות הן בלתי מלחות. על-ידי הוספת נתרן כלורי הובאו הקרקעות לשלוש דרגות מליחות: קלה - 0.25%, בינונית - 0.40%, וגבוהה - 0.60% מלחים. טווח המוליכות החשמלית במלימוס"מ במיצוי העיסה הרוויה של הקרקעות היה: 2.7-9.4 באלוביאלית, 3.5-10.6 ברנדזינה ו-4.4-21.7 בלס.

השפעת ריכוז המלחים בקרקע על גידול הכותנה בלטה החל מהנביטה. עם עליית ריכוז המלחים בקרקעות פיגרה הנביטה והצמיחה ובמוליכות של 21.7 מלימוס"מ, בקרקע הלס, לא נבטה הכותנה כלל.

באשר ליבולי סיבים וגרעינים - לא היו הפרשים מובהקים בין צמחים שגדלו בקרקע האלוביאלית, בדרגות המלחות השונות, לבין אלו שגדלו בקרקע הטבעית ששימשה כביקורת, ואילו בקרקעות הרנדזינה והלס היה הפרש מובהק ביבולים ביחס לביקורת, החל מדרגת המליחות הבינונית.

השוואת היבולים בקרקעות השונות בעלות ריכוזי מלחים דומים מראה, כי רמת היבולים היתה שונה בקרקעות שונות ויש אף שבקרקע עם ריכוז מלח גבוה עלה היבול על זה שבקרקע אחרת עם ריכוז מלח נמוך יותר. גובה הריכוז הקריטי של המלחים בקרקע, הפועל קשה בצמח, שונה בקרקעות שונות. נראה כי מחוץ לריכוזי המלחים עשויות התכונות הפיסיקאליות-כימיות של הקרקע להשפיע במידה ניכרת על הצמח הגדל בקרקע מלחה. עם העלייה בדרגת המליחות בקרקעות עלו אחוזי האפר והכלור בעלי הצמחים, במיוחד באלה שגדלו בקרקע הלס.

## מ ב ו א

הכותנה נמנית עם הגידולים העמידים יחסית בפני מליחות (6, 8, 18). אולם כושר עמידותה של הכותנה, בדומה לזה של צמחים אחרים הגדלים בקרקע מלחה, מושפע מגורמים שונים, כגון ריכוז המלחים בתמיסת הקרקע והלחץ האוסמוטי הכרוך בו; תנאי האקלים וביחוד מידות החום השוררות בתקופת הגידול; תכונותיה של הקרקע, כגון מירקם, אופי מינראלי הטיט, הרכב קאטיוני-החליפין ותכונות פיסיקאליות; הרכב היונים שבתמיסת הקרקע והיחס ההדדי ביניהם; תנאי ההזנה של הצמח ותנאי ההשקיה.

לאור העובדה כי גידול הכותנה הולך ומתרחב באזוריה השונים של הארץ, מתעוררת השאלה האם אין לנצל גם את הקרקעות המלחות לגידול הנדון. דבר זה מעלה את הצורך לבחון את כושר הסתגלותה של הכותנה לתנאי מליחות בטיפוסי הקרקע השונים של הארץ. להבהרת בעיה זו נערך ניסוי בגידול כותנה בשלושה טיפוסי קרקע שהובאו לדרגות מליחות שונה על-ידי הוספת נתרן כלורי, שהוא המלח המצוי ברוב קרקעות הארץ המלחות (1, 13).

מפירסומי המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, רחובות, סידרת 1964, מס' 721. התקבל במערכת ביולי 1963.

\* האגף לקרקע ומים, מכון וולקני לחקר החקלאות; \*\* האגף למדע הקרקע, הפאקולטה לחקלאות.

הניסוי נערך בבית-צמיחה, בעציצים שקוטנם 20 ס"מ וגובהם 24 ס"מ. הקרקעות שנסו לניסוי הן:

- קרקע אלוביאלית מנהלל שבעמק יזרעאל.
- קרקע רנדזינת העמקים ממסילות בעמק בית-שאן.
- קרקע לס מגילת בנגב הצפוני.

בטיפוסי קרקע אלו שבהם נפוץ גידול הכותנה מצויה מליחות.

בטבלות 1 ו-2 רשומים ההרכב המכאני וכמה נתונים על ההרכב הכימי והתכונות הפיסיקאליות של הקרקעות.

ט ב ל ה 1

הרכב מכאני, משקל סגולי, משקל נפחי, קיבול המים בשרה ונקודת הכמישה בקרקעות.

סוג הבדיקה			
קרקע לס	קרקע רנדזינה	קרקע אלוביאלית	
18.0	42.3	61.6	הרכב מכאני: חרסית ( $0.002 < \text{מ"מ}$ ) (אחוזים) סילטה ( $0.02-0.002 \text{ מ"מ}$ ) חול דק ( $0.2-0.02 \text{ מ"מ}$ ) חול גס ( $2.0-0.2 \text{ מ"מ}$ )
29.9	25.7	23.2	
47.6	25.1	14.4	
4.5	6.9	0.8	מירקם משקל סגולי משקל נפחי קיבול מים בשדה (אחוזים) נקודת כמישה (אחוזים)
חמרה	חמרה-חרסית	חרסית	
2.57	2.44	2.38	
1.4	1.1	1.0	
18.5	23	35	
7.4	16.3	23.5	

ט ב ל ה 2

מלחים מסיסים, כלור, חומר אורגאני, גיר ו-pH בקרקעות.

סוג הבדיקה			
קרקע לס	קרקע רנדזינה	קרקע אלוביאלית	
0.11	0.16	0.12	מלחים מסיסים (%) כלור (%) חומר אורגאני (%) גיר (%) pH
0.004	0.004	0.004	
0.67	2.6	1.9	
14.5	53.7	18.0	
8.0	7.8	7.5	

לפי הרכבה המכאני הקרקע האלוביאלית היא קרקע חרסיתית, קרקע הרנדזינה - חמרה חרסית והלס הוא מסוג החמרה. בקרקע האלוביאלית של נהלל האיליט והמונטמורילוניט הם מינרלי הטיט העיקריים, ברנדזינת העמקים - המונטמורילוניט והקלציט ובקרקע הלס - המונטמורילוניט (2). לפי בר שד וחבריו (4) מרובה בקרקע הלס האטפוליגי, נוסף למונטמורילוניט - האורגאני בקרקע האלוביאלית וברנדזינה אחוז גבוה במיוחד ועולה על 50. אחוז החומר בחומר אורגאני. ה-pH של הקרקעות הוא 1.9 ו-2.6, בהתאמה. לעומתן קרקע הלס עניה הקרקעות שנבחרו לניסוי הן בלתי מלוחות ואחוז המלחים בהן נע בין 0.11 ל-0.16%. על-ידיו הוספת נתון כלורי הן הובאו לשלוש דרגות מליחות: קלה עם 0.25%, בינונית עם 0.4%, וגבוהה עם 0.6% מלחים מסיסים בקרקע. לביקורת שימשו הקרקעות כפי שהן.



זן הכותנה ששימש לניסוי היה אקלה 42-4. כל טיפול נערך בשש חזרות. לקרקעות הוספו  
 בשנים בשעורים הבאים: גפרת אמון, לפי חישוב של 8.4 ק"ג N לדונאם, זרחה חד-סידנית -  
 6.4 ק"ג  $P_2O_5$  לדונאם וגפרת האשלגן - 6.5 ק"ג  $K_2O$  לדונאם.  
 הדשן החנקני ניתן בשתי מנות שוות: האחת עם הזריעה והשנייה כעבור ששה שבועות. הזריעה  
 נעשתה באמצע חודש אפריל.

הצמחים הושקו כל 2-3 ימים עד לרטיבות השווה לקיבול המים בשדה של הקרקעות.  
 הטמפרטורה היומית הממוצעת בתקופת הגידול היתה כ-30 מ"צ.  
 הבדיקה המכאנית נעשתה לפי שיטת בים (19); החומר האורגאני נבדק לפי שולנברגר,  
 בשינוי של טיוריין (16); ה- pH נקבע בעיסה רוויה של הקרקע, באמצעות אלקטרודה זכוכית;  
 ההתלכדות (אגרגציה) - לפי יודר, במודיפיקציה של רוסל (14); קיבול קאטיונים חליפים -  
 לפי באואר וחבריו (5); הנתרן נקבע בעזרת פוטומטר להבה. נתוני המוליכות מתייחסים למיצוי  
 העיסה הרוויה של הקרקע, וכן הלחץ האוסמוטי, שנקבע לפי נקודת הקפאון.

### תוצאות ניסוי

#### נביטה וגידול

ריכוז המלח בתמיסת הקרקע הוא המשפיע בעיקר על גידול והתפתחות הצמח. בקרקעות  
 בהן אחוז המלחים שווה, אך השונות בקיבול המים שלהן, יהיה ריכוז המלחים בתמיסת הקרקע שונה.  
 ערכי המוליכות החשמלית במיצוי העיסה הרוויה של הקרקע, המבטאים את ריכוז המלחים  
 בקרקעות, מצביעים על ההבדלים בריכוזי המלחים בטיפוסי הקרקעות השונות, בדרגות מליחות  
 שוות (טבלה 3).

#### טבלה 3

מוליכות חשמלית ולחץ אוסמוטי בקרקעות הניסוי,  
 בדרגות שונות של מליחות

pH	כמות המים בעיסה רוויה של הקרקע (%)	לחץ אוסמוטי (אטמוספרות)	מוליכות חשמלית (מילימhos) ס"מ ב-25 מ"צ	מלחים מסיסים בקרקעות (%)	המקום	טיפוס הקרקע
7.5 7.5 7.4 7.4	85.0	0.24 1.2 1.9 3.4	0.68 2.7 5.0 9.4	0.12 0.25 0.40 0.60	נהלל	אלוביאלית
7.9 7.7 7.7 7.6	54.5	0.34 1.3 2.5 4.2	0.94 3.5 6.6 10.6	0.16 0.25 0.40 0.60	מסילות	רגדוניה
7.9 7.7 7.6 7.4	37.5	0.48 2.2 4.8 9.8	0.79 4.4 11.5 21.7	0.11 0.25 0.40 0.60	גילת	לס

השפעת ריכוז המלח בקרקע על גידול הכותנה הובחנה החל משלב הנביטה. באחוז מלחים  
 שווה, נבטה הכותנה בראשונה בקרקע האלוביאלית שהמוליכות החשמלית בה היתה הנמוכה מבין  
 קרקעות הניסוי, לאחריה נבטו הצמחים בקרקע הרגדוניה, ולאחרונה - בקרקע הלס בעלת  
 המוליכות החשמלית הגבוהה ביותר. עם עליית ריכוז המלחים בקרקע, באותו טיפוס, הלכה

והתאחרה הנביטה, אולם בעוד שבקרקעות האלוביאלית והרנדזינה נבטו הצמחים בכל ריכוזי המלחים בהם לא עלתה המוליכות החשמלית על 10.6 מילימוס/ס"מ הרי בקרקע הלס, הם נבטו בריכוז של 11.5 מילימוס/ס"מ, אולם בריכוז הגבוה של המלחים, במוליכות חשמלית של 21.7 מילימוס/ס"מ, לא נבטה הכותנה כלל.

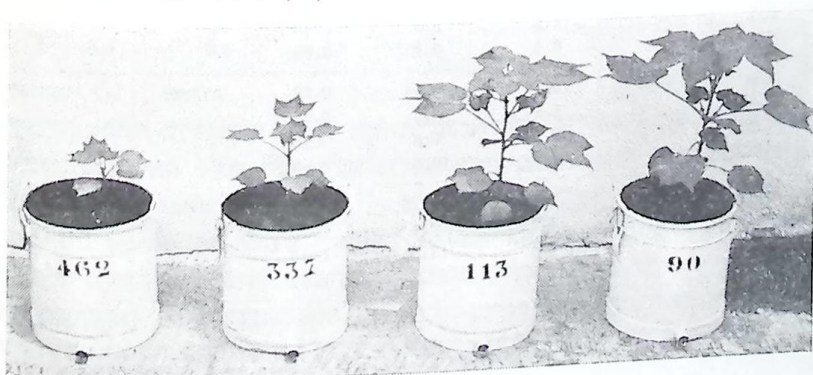
חוקרים שונים מציינים כי חל עיכוב בנביטת צמחים הגדלים במצע מלוח (3, 9, 15). פנסקוי מצביע על תופעת פיגור בנביטת הכותנה בקרקעות מלוחות (12). הדעה המקובלת היא כי דיכוי הנביטה במצע מלוח נגרם בעיקר עקב הלחץ האוסמוטי הגבוה שבו (10, 17). בניסוי הנוכחי דוכאה נביטת הכותנה בלחצים אוסמוטיים של 4.2 ו-4.8 אטמוספרות, ובלחץ אוסמוטי של 9.8 אטמוספרות לא נבטה הכותנה כלל.

התפתחות הצמחים לאחר הנביטה הושפעה גם היא מריכוז המלחים בתמיסות הקרקע. עם עליית ריכוז המלחים באותו טיפוס קרקע הלכו ופחתו גובהו של הצמח, גודל עליו ומשקלו. כאשר אחוז המלחים בקרקעות השונות הוא שווה, היתה התפתחות הצמחים בקרקע האלוביאלית הטובה ביותר (תמונות 1, 2, 3 וטבלה 4). בקרקע זו המוליכות החשמלית היא, כאמור, הקטנה ביותר.



0.6                      0.4                      0.25                      0.12 (ביקורת)  
אחוז המלחים בקרקע

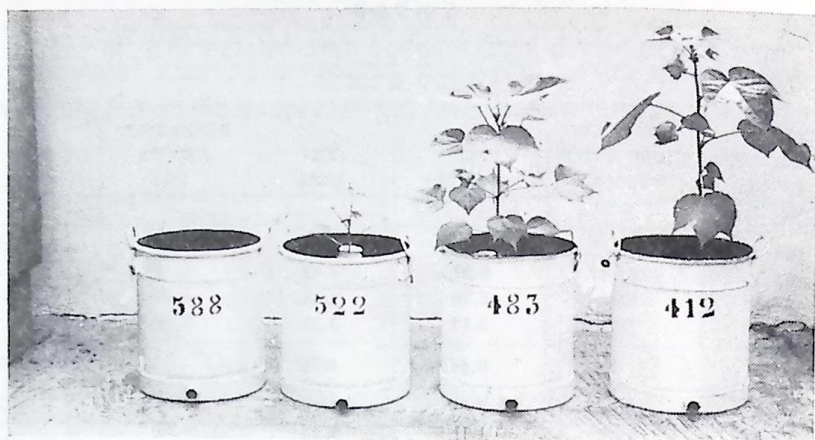
תמונה 1: התפתחות צמחי הכותנה בקרקע האלוביאלית



0.6                      0.4                      0.25                      0.16 (ביקורת)  
אחוז המלחים בקרקע

תמונה 2: התפתחות צמחי הכותנה בקרקע הרנדזינה





0.6                      0.4                      0.25                      0.11 (ביקורת)  
אחוז המלחים בקרקע

תמונה 3: התפתחות צמחי הכותנה בקרקע הלס

#### ט ב ל ה 4

משקל צמחי הכותנה \* בקרקעות, בדרגות מליחות שונות

אחוזים ביחס למשקל הצמחים בקרקע האלוביאלית	אחוזים ביחס למשקל הצמחים בקרקע הביקורת	משקל צמחים לעציץ (גרמים)	מלחים מסיסים בקרקעות (%)	טיפוס הקרקע
100	100	7.8	0.12	אלוביאלית
100	83.3	6.5	0.25	
100	68.0	5.3	0.40	
100	57.7	4.5	0.60	
74.4	100	5.8	0.16	רנדזינה
76.9	86.2	5.0	0.25	
73.6	67.2	3.9	0.40	
62.2	48.3	2.8	0.60	
75.6	100	5.9	0.11	לס
76.9	84.8	5.0	0.25	
41.5	37.3	2.2	0.40	
—	—	—	0.60	

\*ללא הלכטים.

#### יבולי סיבים וגרעינים של הכותנה

יבולי הסיבים וגרעיני הכותנה רשומים בטבלה 5.

מהנתונים נראה כי קיים שוני רב בהשפעת ריכוזי המלחים על יבולי הכותנה בקרקעות השונות. בקרקע האלוביאלית לא היו הפרשים מובהקים בטווח מוליכות חשמלית של 0.68–9.4 מילימוס/ס"מ. לא כן בקרקע הרנדזינה, שבה לא נמצאו הפרשים מובהקים ביבולים רק בטווח של 0.94–3.5 מילימוס/ס"מ. אולם בדרגת המליחות הבינונית, עם מוליכות חשמלית של 6.6 מילימוס/ס"מ, חלה כבר ירידה ניכרת ביבול וההפרש בינו לבין זה של קרקע הביקורת היה מובהק ביותר. בדרגת המליחות הגבוהה (10.6 מילימוס/ס"מ) היה היבול זעום.

גם בקרקע הלס לא היה הפרש ביבול בין טיפול המליחות הקלה, כשהמוליכות היא בשיעור 4.4 מילימוס/ס"מ, לבין הביקורת. אולם במוליכות של 11.5 מילימוס/ס"מ, בדרגת המליחות

ט ב ל ה 5

יבולי סיבים וגרעינים של כותנה בקרקעות שונות, בדרגות מליחות שונות  
(גרמים לעציץ)

מלחים מסיסים בקרקעות (%)	יבול סיבים	יבול גרעינים	אחוזים ביחס ליבולי הסיבים בקרקע- הביקורת	אחוזים ביחס ליבולי הגרעינים בקרקע- הביקורת	טיפוס הקרקע
0.12	5.08	6.50	100	100	אלוביאלית
0.25	4.44	6.21	95.5	87.4	
0.40	4.48	5.99	92.2	88.2	
0.60	3.98	5.47	84.2	78.4	
	0.30	0.44			שגיאת התקן
0.16	5.42	7.09	100	100	רנדזינה
0.25	4.13	6.16	86.9	76.2	
0.40	2.05	3.16	44.6	37.8	
0.60	1.36	1.94	27.4	25.1	
	0.25	0.36			שגיאת התקן
0.11	3.35	4.47	100	100	לס
0.25	3.38	4.26	95.3	100.9	
0.40	1.88	2.56	57.3	56.1	
0.60	—	—	—	—	
	0.11	0.12			שגיאת התקן

הבינונית (0.4%), היה היבול ירוד. דומה כי קיים ריכוז מלחים קריטי לצמח השונה בטיפוסי הקרקע השונים.

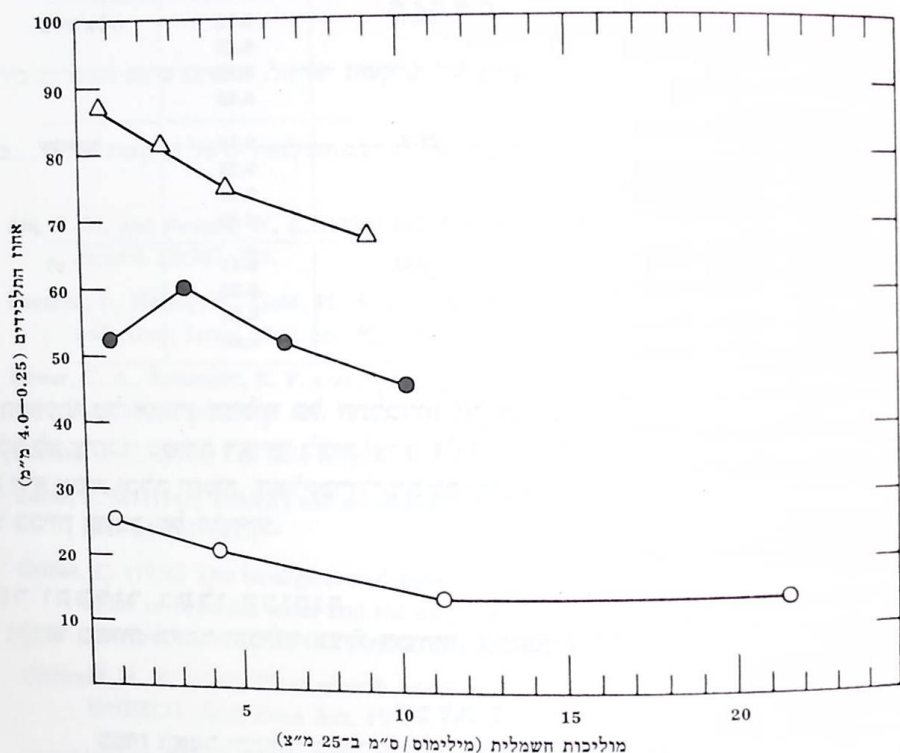
השוואת היבולים בקרקעות השונות, בתנאים של מוליכות חשמלית דומה, מעידה כי בריכוז מלחים דומים, היו היבולים בהן שונים. במוליכות חשמלית של 5.0 מילימוס/ס"מ, בקרקע האלוביאלית, היה יבול הסיבים 4.48 גרם לעציץ ואילו בלס, במוליכות של 4.4 מילימוס/ס"מ, הגיע היבול רק לכדי 3.38 גרם לעציץ. הוא הדין ברמת היבולים – בקרקע האלוביאלית, במוליכות חשמלית של 9.4 מילימוס/ס"מ ובקרקע הרנדזינה, במוליכות של 10.6 מילימוס/ס"מ שיבוליהם היו 3.98 ו-1.36 גרם לעציץ, בהתאמה. יתר על-כן – כפי שנראה בטבלה 5 יש ואפילו במוליכות חשמלית גבוהה יותר, בקרקע אחת, היה יבול הסיבים גבוה יותר מאשר בקרקע אחרת עם מוליכות חשמלית נמוכה יותר. נראה כי רמת היבולים הושפעה לא רק מריכוזי המלחים בקרקעות, אלא גם מגורמי קרקע אחרים הפועלים בעת ובעונה אחת על הצמח.

מחקרים רבים מצביעים על הלחץ האוסמוטי הגבוה כגורם העיקרי לירידה ביבולי הצמחים הגדלים במצע מלוח. המסקנות הנובעות מהשפעת דרגת המוליכות החשמלית על גידולו ויבולו של הצמח בניסוי זה מתייחסות גם להשפעת הלחץ האוסמוטי, הואיל וריכוז המלחים בתמיסת הקרקע הוא הקובע אותו בעיקר. ניתן, איפוא, להגיע לאותן המסקנות הנובעות מהמוליכות החשמלית בקרקע, שהשפעת הלחץ האוסמוטי על הצמח שונה בקרקעות השונות. תוצאה זו היא בהתאם לדעתם של איטון (7) וקלי (11), הסוברים כי אין לראות בלחץ האוסמוטי בתמיסת הקרקע גורם מכריע הקובע את גידול הצמח בקרקע מלחה.

מיבנה הקרקעות ושיעור הנתרן החליף בהן

נוסף להשפעת ריכוז המלחים בקרקע על התפתחות הצמח, נבדקו בניסוי הנוכחי שני גורמים נוספים שמיוחסת להם השפעה על גידולו והתפתחותו של הצמח: מיבנה הקרקעות ואחוז הנתרן

החליף בכלל קאטיוני החליפין שבקרקות. מיבנה טוב מאפשר איורור הקרקע, יוצר תנאים נאותים להתפתחות ופעילות מיקרוביולוגית ומסייע להיקלטות חומרי המזון שבקרקע ע"י הצמח. מאידך ריבוי הנתרן החליף בקרקע גורם לפיזור הקולואידים בה ומביא לאיטומה של הקרקע לאוויר ומים, דבר הפוגע בצמח. להערכת מיבנה הקרקעות נקבעה בהן כמות התלכידים היציבים במים (ציור 1).



ציור 1: שיעור ההתלכדות בקרקעות הניסוי

△ קרקע אלוביאלית

● קרקע רנדזינה

○ קרקע לס

בציור זה מתבלטת רמתה הגבוהה של ההתלכדות היציבה במים בקרקע האלוביאלית, בדרגות המליחות השונות; במקום השני לפי כמות התלכידים היציבים מצוייה קרקע הרנדזינה ולבסוף קרקע הלס, בעלת ההתלכדות הירודה. יש להניח כי המיבנה הטוב של הקרקע האלו-ביאלית היה גורם מסייע לגידול הכותנה בתנאי מליחות. באשר לנתרן החליף ניתן לראות מטבלה 6 כי בקרקעות האלוביאלית והרנדזינה היה אחוז ביחס לכלל הקאטיונים דומה, בדרגות מליחות בינונית וגבוהה. בקרקע הלס כפי שהיא וכן לאחר המלחתה עד דרגה קלה ובינונית עולה אחוז הנתרן החליף על זה שבשתי הקרקעות האחרות, אולם ברמת המליחות הגבוהה היה אחוזו קרוב לזה שבקרקע האלוביאלית, באותה דרגת מליחות. כאמור, נמצאו הבדלים מוחשיים ביבולי הכותנה בקרקעות השונות שהומלחו בדרגות שונות. ניתן לחשוב, איפוא, כי לאחוזי הנתרן החליף בקרקעות, בתחומים שבניסוי, לא היתה השפעה ניכרת על גידול הכותנה.



# ט ב ל ה 6

קיבול קאטיונים ונתרן חליף בקרקעות, בדרגות מליחות שונה.

טיפוס הקרקע	מלחים מסיסים בקרקעות (%)	קיבול קאטיונים חליפים (מל"ג אקוויאלנטים ב-100 גראם קרקע)	נתרן חליף	
			מל"ג אקוויאלנטים ב-100 גראם קרקע	אחוז ביחס לכלל הקאטיונים
אלוביאלית	0.12	53.7	1.1	2.1
	0.25		1.8	3.4
	0.40		3.0	5.6
	0.60		5.7	10.6
רנדזינה	0.16	28.2	1.1	3.9
	0.25		1.3	4.6
	0.40		1.4	5.0
	0.60		2.7	9.6
לס	0.11	18.61	1.3	6.9
	0.25		1.6	8.6
	0.40		1.8	9.7
	0.60		2.1	11.3

השפעתו של הנתרן החליף על התלכדות הקרקעות לא התבלטה בניסוי הנוכחי. מינון הקרקע לא עורער במידה ראויה לציון (ציור 1). ירידת העקומות של אחוזי התלכידים היציבים במים היא אטית וקלה יחסית. האלקטרוליטים שבתמיסת הקרקע, ויתכן גם הגיר הרב בקרקעות פעלו בכיוון יצובה של הקרקע.

האפר והכלור בעלי הכותנה נקבעו כמויות האפר והכלור בעלי הכותנה. התוצאות מסוכמות בטבלה 7.

# ט ב ל ה 7

כמות האפר והכלור בעלי הכותנה בקרקעות, בדרגות מליחות שונות (אחוזים ביחס לחומר היבש)

טיפוס הקרקע	מלחים מסיסים בקרקעות (%)	אפר בעלים (%)	כלור בעלים (%)	אחוז הכלור באפר
אלוביאלית	0.12	21.4	0.36	1.68
	0.25	22.6	1.2	5.30
	0.40	22.8	1.6	7.01
	0.60	23.4	2.4	10.26
רנדזינה	0.16	18.9	0.71	3.76
	0.25	19.4	1.3	6.70
	0.40	19.2	1.7	8.85
	0.60	—	2.1	—
לס	0.11	15.3	0.73	4.77
	0.25	18.1	1.3	7.18
	0.40	20.9	2.8	13.4
	0.60	לא נבט	לא נבט	

התוצאות מראות כי אחוזי האפר בעלי הכותנה שגדלה בקרקע האלוביאלית הם הגבוהים ביותר. עם הגדלת המליחות בקרקע זו היתה עלייה קלה באפרם של עלי הצמחים, לעומת עליה ניכרת למדי באפר העלים של הצמחים בקרקע הלס.



תכולת הכלור בעלים עלתה גם היא עם עליית המליחות בכל סוגי הקרקע. העלייה הרבה ביותר של הכלור בעלים, הן בכמותו והן באחווז ביחס לאפר, נמצאה בכותנה שגדלה בקרקע הלס, בדרגת המליחות הגבוהה.

## פ פ ר ו ת

1. רביקוביץ, ש' (1960) קרקעות ישראל. מיוגן של קרקעות ישראל. האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות, רחובות.
2. רביקוביץ, ש', פינס, פניה, ובן-יאיר, מ' (1959) הרכב הקולואידים של קרקעות ישראל. „כתבים” ט' (א'-ב'): 3-13.
3. Ahi, S. M. and Powers, W. L. (1938) Salt tolerance of plants at various temperatures. *Plant Physiol.* 13:767-789.
4. Barshad, I., Halevy, E., Gold, H. A. and Hagin, J. (1956) Clay minerals in some limestone soils from Israel. *Soil Sci.* 81:423-427.
5. Bower, C. A., Reitmeier, R. F. and Fireman, M. (1952) Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Sci.* 73:251-261.
6. Durand, J. H. (1958) Les Sols Irrigables. D.H.E.R. Alger.
7. Eaton, F. M. (1942) Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants. *J. agric. Res.* 64:387-399.
8. Grillot, C. (1956) The biological and agricultural problems presented by plants tolerant of saline or brackish water and the employment of such water for irrigation. Utilization of saline water. UNESCO. Arid Zone Res. IV:9-35.
9. Hayward, H. E. (1956) Plant growth under saline conditions. Utilization of saline water. UNESCO. Arid Zone Res. IV:37-71.
10. ——— and Wadleigh, C. H. (1949) Plant growth on saline and alkali soils. *Advanc. Agron.* 1:1-38.
11. Kelley, W. P. (1951) Alkali Soils. Reinhold Publ. Corp., New York.
12. Penskoj, J. K. (1956) Soleustoichivost khlopchatnica i ego vliianie na sesonnuiu dinamiku solei v usloviach Kura-Araskinskoi nismennosti. *Pochvovedenie* 8:86-91.
13. Reifenberg, A. (1947) The Soils of Palestine. Thomas Murby & Co., London.
14. Russel, M. B. (1949) Methods of measuring soil structure and aeration. *Soil Sci.* 68:25-35.
15. Shive, J. W. (1916) The effect of salt concentration on the germination of seeds. Annu. Rep. N. J. agric. Exp. Sta. No. 37.
16. Tiurin, I. V. (1936) Organicheskoe Veshetvo Pochv. Gossisdat, Moscow.
17. Tulaikov, N. M. (1922) Solontsi ikh Uluchshenie i Ispolovanie. Gossisdat, Moscow.
18. U. S. Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Handb. U.S. Dep. Agric.* No. 60.
19. Wright, C. H. (1939) Soil Analysis. Thomas Murby & Co., London.