

דו"ח לתכנית מחקר מספר הצעת מחקר 857-0691-13

שנת מחקר שלישית ואחרונה

**שיפור יבול, איכות וערך בריאותי של סליקורניה (Sea Asparagus) ליצוא
באמצעות החדרת טיפוס סרקוקורניה (Sarcocornia, בן מלח) וסליקורניה
(Salicornia, פירקן).**

Improving yield, quality and health components in Salicornia by employing Sarcocornia
lines and suitable nutrition management.

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

משה שגיא המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר
שמעון פיבוניה מחלות, מו"פ רמת הנגב, רמת הנגב
שבתאי כהן ירקות, מו"פ רמת הנגב, רמת הנגב
דוד קניגסבוכ איכות תבלינים לאחר הקטיף, המחלקה לאחסון, מנהל המחקר החקלאי

Moshe Sagi, The Institute for Desert Research, Ben Gurion University, POB 653,

Beer Sheva 84105, Israel, email: gizi@bgu.ac.il

Shimon Pivonia, Ramat Hanegev, D.N. Chalutza 85515, email: ShimonP@arava.co.il

Shabtai Cohen, R&D Ramat Hanegev, D.N. Chalutza 85515, email:

sab@inter.net.il

David Kenigsbuch, Department of Postharvest Science, The Volcani Center, Bet

Dagan, POB 6, 50250 email: davke@volcani.agri.gov.il

תקציר

המטרה עיקרית בפרויקט המחקרי הינה שיפור יבול, איכותו, טעמו וערכו הבריאותי של המוצר סליקורניה ליצוא. לצורך זה נלמדו גורמי המחלות התוקפים סליקורניה/סרקוקורניה ונבחנו דרכי מניעה. כמו כן נעשה נסיון לשיפור הערכים התזונתיים. בוטריטים וכשותית הן שתי מחלות הנוף העיקריות בסליקורניה מהזן זהר. בגידול בבתי רשת ובמנהרות מאווררות נוצרים תנאים מיטביים להתפתחות מחלת הכשותית ההרסנית במיוחד. לכן ההמלצה היום היא לגדל את זהר במנהרות עבירות עם אוורור מועט ככל האפשר ואו בחממות סגורות. נמצא שיש צורך למצוא דרכים להפחית את טמפרטורת הקרקע בתחילת הגידול. חקלאים שניסו את השימוש בשיטה ברמת נגב הצלילו את המבנה ברמה גבוהה והצמחים נקלטו היטב בשתילה של תחילת ספטמבר, רמת התמותה של השתילים בחלקה מסחרית בתחילת העונה הייתה זניחה. השימוש בחיפוי קרקע מפחית גם את הסיכון להדבקת הצמחים בבוטריטים, אולם אינו מונע אותו לחלוטין. עדיין יכולה להתפתח בשדה מחלה זו בהיקף נרחב. חיפוי הקרקע בפלסטיק מביא להפחתת הלחות היחסית מעל פני הקרקע והתנאים להתפתחות מחלת הבוטריטים פחות טובים בצמחים שגדלו בקרקע מחופה לעומת קרקע לא מחופה. אולם עדיין כתלות בתנאים בעונה, חיפוי הקרקע בפלסטיק לא יספיק לעיתים למניעת המחלה. בעונות בהן יהיו תנאי לחות המאפשרים מספיק שעות במהלך היממה עם מים חופשיים על פני הצמחים, שימוש בפונגיצידיים משולב עם חיפוי קרקע יפחית את התפתחות המחלה. ריסוס בקוטל פטריות, סוויץ', יכול להוות גורם הדומיננטי בהפחתת המחלה בשילוב עם חיפוי קרקע.

בדקנו ומצאנו מגוון טיפוסים סליקורניה וסרקוקורניה לעמידות למלחים שונים במליחויות שונות מאחר והנטייה היום בקרב החקלאים הינה הפחתת מליחות מי ההשקיה. חקרנו גם את קצב איבוד המשקל הטרי מהתוצרת הקצורה בתלות ברמת המליחות. נמצא שהעדר מלח בתמיסת ההשקיה גרם לצמחים שגדלו בתמיסה זו להיות רגישים לייבוש בעוד שצמחים שגדלו במליחות הציגו מראה יותר טרי. רמת איבוד המים פחתה במתאם עם עליית המליחות בה הושקו צמחי הסליקורניה והסרקוקורניה. מכאן שהפחתת מליחות מי ההשקיה עלולה להשפיע לרעה על איכות התוצרת וחיי המדף.

בדקנו גם את ההשפעה המשולבת של הגברת ההזנה בסולפאט ורמות מליחות על היבול ותכולת מטבוליטים המכילים גפרית בצמח. נמצא שהוספת סולפאט ברמה גבוהה שיפרה את צבירת הביומאסה בסליקורניה אך לא בסרקוקורניה שצברה יותר סולפאט בהשוואה לסליקורניה. רמת הגפרית האורגנית היתה במתאם חיובי עם היבול בסליקורניה והושפעה לחיוב מהגברת רמת הסולפט למצע הגידול, אך לא בסרקוקורניה. רמת הסולפוליפידים בסליקורניה היתה גבוהה מאשר בסרקוקורניה, והתגברה עם הגברת הספקת הגפרה למצע, רק בסליקורניה שגדלה במצע עם מליחות גבוהה. הספקת גפרה לסרקוקורניה הגבירה את רמת הסולפוליפידים ב-2 רמות המליחות שנבחנו. נמצא גם שכלל רמת הגלותריון הושפעה לחיוב ממתן גפרה ולשלילה מהגברת המליחות במצע הגידול בהלופיטים. תוצאות אלה מציגות את הפוטנציאל לשיפור יבולו וערכו הבריאותי של המוצר סליקורניה באמצעות הגברת הזנת הצמח בסולפאט.

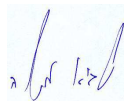
מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי

- 1. ד"ר איתן פרסמן, מינהל המחקר**
- 2. ד"ר אורי ירמיהו, מינהל המחקר, חוות גילת**
- 3. פרופ' ארי שפר, מינהל המחקר**

הצהרת החוקר הראשי:

**הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.
הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים:**

תאריך: 01/03/2017



חתימת החוקר

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר: מאמר PP2017-00107 שכותרתו:

Elucidating the novel role and the consequences of O-acetylserine-(thiol) lyases proteins acting as Lcysteine desulfhydrase in the halophytes *Salicornia* and *Sarcocornia*.

נבחן לקבלה לפרסום ב- *Plant Physiology*.

מבוא ותאור הבעיה:

צמחי הסליקורניה (*Salicornia*) והסרקוקורניה (*Sarcocornia*) הינם הלופיטים קלאסיים (ייצור ביומאסה מיטבי בתנאי מליחות) סוקולנטים חד ורב-שנתי, (לפי הסדר, ממשפחת ה-Chenopodiaceae). המוצר סליקורניה מושתת על גבעולי סליקורניה (חד שנתיים) וסרקוקורניה (רב-שנתי) המקובלים בארצות שונות בעולם כירק טרי, מאודה או מוחמץ וכמאכל לאניני טעם (Ventura et al., 2011a). הזנה בסליקורניה מקובלת באזורים שונים בעולם כתזונה אנטי דלקתית, מונעת אתרוסקלרוסיס, מפחיתה לחץ דם ומשפרת התגובה לגידולים סרטניים (Lu et al., 2010). מינים שונים של סליקורניה/סרקוקורניה נאספים לאורך חופי אירופה, ארה"ב, ויפן באופן חובבני, באופן המגביל את האספקה לשווקים וגורם למחיר גבוה. מספטמבר ועד מאי האספקה לשווקים מוגבלת מכיוון שאין גידול בר בטמפרטורות נמוכות דבר המגביר את פוטנציאל השיווק מיישראל במיוחד בתקופה זו, אך לא רק.

באזור רמת הנגב, ים המלח והערבה קיימים קידוחים ואקוויפרים לא מנוצלים ברמת מליחות של עד 30,000 מ"ג כלור לליטר. על רקע המחסור החרף במים שפירים, מצד אחד והמצאות קרקע חול דיונה ושטחי חמדות מלוחות באזורים אלה, מצד שני, החלו לאחרונה החקלאים, בעידודנו, לנצל מים מליחים וקרקע זמינה זו לגידול של סליקורניה איכותית לייצוא טרי לאירופה וארה"ב.

לאחרונה נצפו נזקים קשים לסליקורניה ממחלות הנגרמות ע"י הפטריה בוטריטיס צינראה. הגורמת לפגיעה בנוף בסליקורניה. בסרקוקורניה לא נצפתה בעיה מיוחדת של מחלות קרקע ומבין מחלות הנוף היא נמצאה עד עתה רגישה רק לבוטריטיס. כדי שניתן יהיה לפתח ממשק גידול לאספקה סדירה יש לפתח ממשק גידול שימנע את נזקי המחלות הנ"ל.

אחת הבעיות המרכזיות העומדת בפיתוח המוצרים ליצוא היא כושר השתמרותם הירוד בתנאי אחסון וחיי מדף המתבטא בריקבון וכמישה תוך ימים ספורים מהקטיף. לפיכך נדרש פיתוח שיטה לשמירת איכות המוצרים תוך התאמה פרטנית של שיטה וסוג האריזה כדי להצליח להגיע לשווקים בחו"ל עם מוצר טרי ובעל חיי מדף מספקים. בעבודה הקדמית מצאנו שלרמת מליחות מי ההשקיה יש השפעה רבה על קצב ייבוש סליקורניה וסרקוקורניה, כך שצמחים שגדלו ברמת מליחות גבוהה יותר מאבדים פחות ממשקלם בהשוואה לצמחים שהושקו במים פחות מליחים (ציור 1) ולכן ייתכן שתנאי הגידול במליחות ישפיעו על כושר ההשתמרות באחסון.

מטרות המחקר: מטרה עיקרית: שיפור יבול, איכותו, טעמו וערכו הבריאותי של המוצר סליקורניה ליצוא. **מטרות פרטניות:** א) איתור ושימוש בטיפוסים עמידים ויציבים למניעת "התעייפות" החלקות לאחר מספר קטן של קצירים בגלל נוכחות גבוהה של גורמי מחלה, ב) שיפור הערכים התזונתיים לשיווק המוצר כמזון בריא ד) זיהוי ולמוד גורמי מחלה התוקפים סליקורניה/סרקוקורניה ובחינת דרכים למניעה.

זיהוי ולמוד גורמי מחלה התוקפים סליקורניה/סרקוקורניה ובחינת דרכים למניעה

בוטריטיס וכשותית הן שתי מחלות הנוף העיקריות בזהר. מחלת הכשותית תוקפת את הגידול בעוצמה חזקה בעונות המעבר בסתיו ובאביב ובעצמה פחותה במהלך החורף. בתצפיות שערכנו נמצא שהכשותית

בדרך כלל אינה מתפתחת היטב כאשר מגדלים את הסליקורניה במנהרות עבירות סגורות. בגידול בבתי רשת ובמנהרות מאווררות נוצרים תנאים מיטביים להתפתחות המחלה והיא הרסנית במיוחד. על כן ההמלצה היום היא לגדל את הזן הזה במנהרות עבירות עם אוורור מועט ככל האפשר ואו בחממות סגורות. עקב הגידול בתנאים של מנהרה עבירה נוצרים במהלך החורף תנאים מתאימים להתפתחות בוטריטיס. בניסויים שנערכים במו"פ רמת נגב אנו בודקים את האפשרות לשימוש בפלסטיק תחתון לחיפוי הקרקע כדרך להפחתת נגיעות בבוטריטיס. גידול בצורה זו מחייב הכנת שתילים מראש ולא זריעה, כפי שמקובל בגידול זה. הפחתת הנגיעות בבוטריטיס קשורה ככל הנראה למניעת מגע ישיר בין הגבעולים והקרקע הלחה ולירידה בלחות היחסית סמוך לקרקע בגובה הצמחים.

שיטות וחומרים:

במהלך הפרוייקט נערכו בתחנת הניסויים של מו"פ רמת נגב ניסויים להפחתת נזקי בוטריטיס בסליקורניה. הניסויים נערכו במבנה חממה בגודל 170 מ"ר. שתילי סליקורניה נשתלו בעומד של 30 שתילים למ"ר, גידול בערוגות ברוחב 1.5 מ' עם 3 שלוחות טפטוף לערוגה ומרווח בין טפטפות של 20 ס"מ. בכל טפטפת נשתלו שלושה צמחים. בשנת הניסוי הראשונה נבחנו שלושה טיפולים: 1. שתילה לקרקע חשופה. 2. שתילה לקרקע מחופה בפוליאטילן שקוף. 3. שתילה לקרקע מחופה בפלסטיק שחור כסף (הצד הכסוף כלפי מעלה). כל טיפול נבחן בארבע חזרות. בשנה השנייה נבחנו שני גורמים ראשיים: חיפוי הקרקע וטיפול עם פונגיצידיים כנגד בוטריטיס. גורם החיפוי כלל שלושה טיפולים: 1. שתילה לקרקע חשופה. 2. שתילה לקרקע מחופה בפוליאטילן שקוף. 3. שתילה לקרקע מחופה בפלסטיק שחור כסף (הצד הכסוף כלפי מעלה). גורם הריסוס כלל שני טיפולים: 1. ריסוס עם החומר סוויץ מיד לאחר כל קציר החל מחודש נובמבר. 2. ללא ריסוס. כל טיפול חיפוי ואו חיפוי*ריסוס נבחן בשלוש או ארבע חזרות. אורך חזרה בניסויים 4 מטר. חיפוי הקרקע היה רציף, בכל חזרה היו שלוש ערוגות כאשר הערוגה המרכזית היא הערוגה הנבחרת והערוגות מהצדדים היו שוליים. השתילה בניסויים הייתה במהלך אוגוסט-ספטמבר. בחזרה אחת בכל טיפול הוצב, בגובה של כעשרה ס"מ מהקרקע, מכשיר למדידת טמפרטורה ולחות יחסית עם אוגר נתונים מתוצרת הובו. בתחילת דצמבר פוזר בשטח בוטריטיס ממקור של צמחי סליקורניה נגועים ווילונות המבנה נסגרו על מנת לייצר תנאים נוחים להתפתחות המחלה. בתוך כשבועיים מאילוח הופיעה המחלה בשטח. נערכה ספירה של הצמחים שנפגעו מבוטריטיס.

תוצאות:

טמפרטורת הקרקע תחת פוליאטילן שקוף ואו שחור כסף היא גבוהה בחמש מעלות ויותר לעומת הטמפרטורה בקרקע חשופה. הטמפרטורה הגבוהה עלולה לעכב את התפתחות השתילים ועל כן יש לחפות את המבנה עם רמת הצללה גבוהה של 50% ויותר לקליטה טובה של השתילים. דרך נוספת להורדת טמפרטורת הקרקע ולהקלה על קליטת הצמחים היא שימוש בפלסטיק לבן.

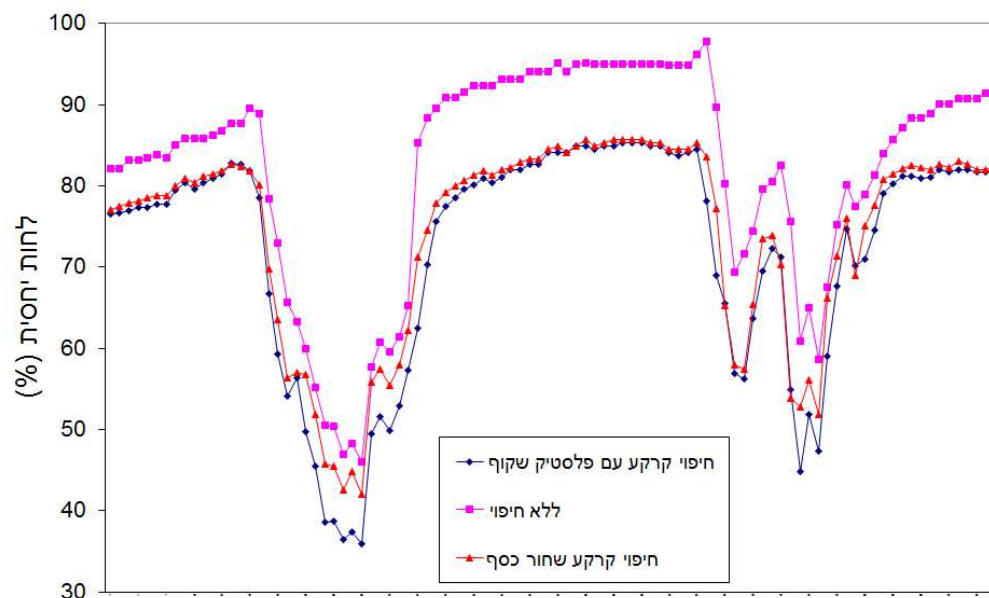
בשנה הראשונה רמת המחלה במבנה הייתה גבוהה ועד לסוף דצמבר רב הצמחים בחלקות ללא חיפוי קרקע מתו מבוטריטיס. התמותה בסוף דצמבר הייתה במוצע 70% בחלקות ללא חיפוי ופחות מ-5% בחלקות המחופות (תמונה 1). בהמשך העונה עלתה רמת תמותת הצמחים בחלקות המחופות והגיעה

לרמה של 30 עד 40% עד לסוף פברואר. תוצאות הלחות היחסית שנמדדו מעל החיפויים השונים מסבירות היטב את ההבדלים ברמות המחלה בטיפולים השונים (איור 1). הלחות היחסית הייתה גבוהה ב-עשרה אחוז ויותר בין הצמחים שמעל קרקע לא מחופה. לעומת זאת, הטמפרטורות מעל קרקע מחופה ולא מחופה היו דומות (איור 2).

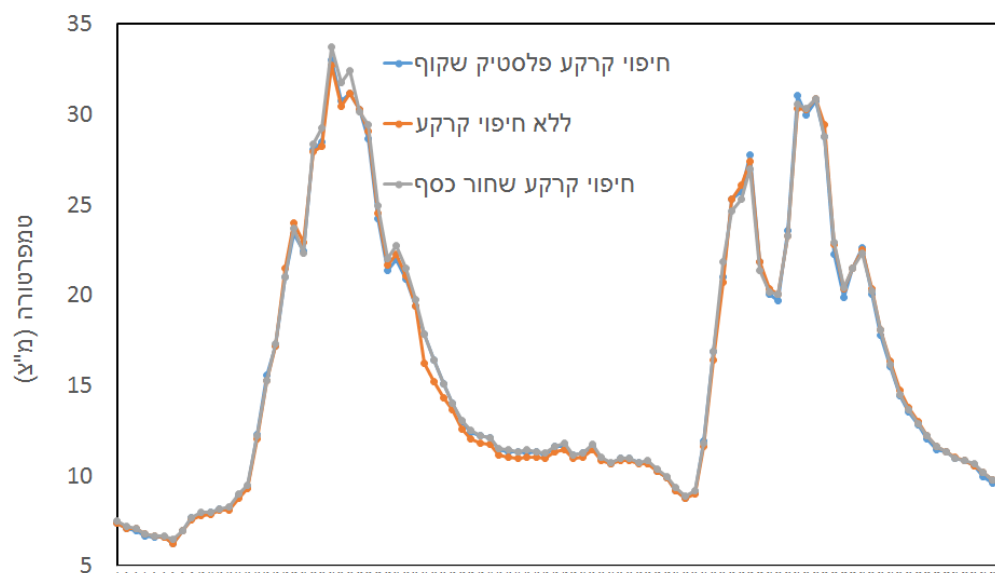
בהמשך רמת הבוטריטיס במבנה הייתה גבוהה (טבלה 1). גם כאן נמצא הבדל גדול ברמת הלחות היחסית בגובה עשרה ס"מ מעל קרקע מחופה ולא מחופה ולא נמצא הבדל בטמפרטורות. אולם בעונה זו לא היה לטיפול החיפוי השפעה רבה על דחייה ואו הפחתת הנגיעות בבוטריטיס. הריסוס היה הגורם הראשי להפחתת המחלה. שילוב של ריסוסים עם חיפוי קרקע נתן את התוצאה הטובה ביותר מבחינת הגנה מבוטריטיס. ההבדלים בין טיפול חיפוי עם פלסטיק שקוף לחיפוי עם פלסטיק שחור כסף נובעים כפי הנראה מהבדלים ברמת הכיסוי הצמחי, בפלסטיק השקוף הייתה יותר תמותה בשתילה הראשונה ולכן לקח לצמחים יותר זמן עד להגעה לכיסוי מלא. לכן במהלך החורף עדיין לא כל החלקות היו בכיסוי מלא והיו יותר מאווררות.

דיון:

על מנת שניתן יהיה להשתמש בשיטה יש צורך למצוא דרכים להפחית את טמפרטורת הקרקע תחת הפלסטיק בתחילת הגידול. חקלאים שניסו את השימוש בשיטה ברמת נגב הצלילו את המבנה ברמה גבוהה והצמחים נקלטו היטב בשתילה של תחילת ספטמבר, רמת התמותה של השתילים בחלקה מסחרית בתחילת העונה הייתה זניחה. השימוש בחיפוי קרקע מפחית את הסיכון להדבקת הצמחים בבוטריטיס, אולם אינו מונע אותו לחלוטין. עדיין יכולה להתפתח בשדה מחלה בהיקף נרחב. חיפוי הקרקע בפלסטיק מביא להפחתת הלחות היחסית מעל פני הקרקע. והתנאים להתפתחות בוטריטיס פחות טובים בצמחים שגדלו בקרקע מחופה לעומת קרקע לא מחופה. אולם עדיין כתלות בתנאים בעונה, לעיתים חיפוי הקרקע בפלסטיק לא יספיק למניעת המחלה. בעונות בהן יהיו תנאי לחות המאפשרים מספיק שעות במהלך היממה עם מים חופשיים על פני הצמחים, הרטיבות לא תהווה גורם מגביל להתפתחות המחלה. בעונות כאלו שימוש בפונגיצידיים משולב עם חיפוי קרקע יפחית את התפתחות המחלה. בעונה השנייה ריסוס בקוטל פטריות, סוויץ', היה הגורם הדומיננטי בהפחתת המחלה ושילוב של ריסוס עם חיפוי קרקע נתן את התוצאה הטובה ביותר.



איור 1: השפעת חיפוי הקרקע על הלחות היחסית בגובה צמחי הסליקורניה (10-15 ס"מ) מעל פני הקרקע במהלך שתי יממות בתחילת דצמבר.



איור 2: השפעת חיפוי הקרקע על הטמפרטורה בגובה צמחי הסליקורניה (10-15 ס"מ) מעל פני הקרקע במהלך שתי יממות בתחילת דצמבר.

טבלה 1: רמת צמחי הסליקורניה שמתו מבוטריטים כתלות בטיפול חיפוי הקרקע וכתלות בריסוסים עם החומר סוויץ' שניתנו לאחר כל קציר, בערך אחת לחודש, החל מחודש נובמבר.

27/03	19/02	03/02	מועד ריסוס	חיפוי
52%	38%	27%	ללא ריסוס	חשוף
50%	44%	36%	ללא ריסוס	שחור כסף
31%	7%	2%	ללא ריסוס	שקוף
18%	5%	3%	מרוסס	חשוף
6%	1%	0%	מרוסס	שחור כסף
4%	2%	2%	מרוסס	שקוף



תמונה 1: תמותות בסליקורניה מבוטריטים, מראה כללי בסוף דצמבר 2012.



תמונה 2: תמותת סליקורניה מבוטריטים בחלקה לא מחופה.



תמונה 3: מראה חלקת סליקורניה לאחר קציר, הגדלה על חיפוי קרקע עם פלסטיק שחור כסף.

איפיון הטיפוסים השונים בתגובה לעקות מליחות ויובש

חמרים ושיטות:

חמר צמחי:

סליקורניה פרסיקה (*Salicornia persica*, RN, N and DS) שכללה את הטיפוסים RN, N, ו-DS, ו-סליקורניה ביגלווי (*S. bigelovii*) שכללה את הטיפוסים FB ו-4H וסליקורניה רב שנתית (סרקוקורניה) מהטיפוסים VM, IS, ו-EL השתתפו בניסויים.

תנאי הגידול:

הצמחים גדלו בתנאים בחממה מבוקרת בטמפ מקסימאלית של 30 מ"צ. תאורה קבועה שימשה בתוספת לתאורת היום לקיום אורך יום של 18 שעות. הזרעים הונבטו בעציצים של חצי ליטר שמולאו בפרלייט טופלו בריזולקס למניעת התפתחות פטריות. העציצים מוקמו במיכלים עם מים להנבט הצמחים שלאחר נביטתם הוזנו בתמיסת חצי הוגלנד.

לאיתור הבדלים בתגובת הטיפוסים השונים למליחות גוברת של נתרן כלורי, אשלגן כלורי וגפרת הנתרן, 20 הצמחים שנשארו לאחר הנביטה בכל עציץ נחשפו לעלייה הדרגתית של המלחים השונים בקצב של 50 מילימולר עד להגעה לרמה מקסימאלית של 500 מילימולר. הניסוי בוצע ב-5 עציצים בכל חזרה, ב-5 חזרות. נמדדו מספר ענפים ביוםסה טרייה ולאחר ייבוש בתנור 70 מ"צ עד שהמשקל לא השתנה.

למידת השינויים בתכולת המים היחסית בגבעולי הסליקורניה, 6 ס"מ עליונים נחתכו לקיעת תכולת המים היחסית ב3 חזרות. מידת נקבע המשקל הטרי שלאחריו הועברו הענפים למים מזוקקים למשך 24 שעות ב-12 מ"צ שלאחריהן נוגבו בזהירות ונשקלו שנית לקביעת המשקל הטורגידי. המשקל היבש נקבע לאחר ייבוש ב-70 מ"צ כנזכר לעיל. תכולת המים היחסית נקבעה כדלקמן:

$$\% RWC = [(FW - DW) / (TW - DW)] \times 100$$
 according to Barrs and Weatherley (1962).
תכולת מים יחסית

לבדיקת קצב ההתייבשות במוצר הנקצר בסליקורניה שהושקתה בנתרן כלורי השתמשנו שוב בחומר קצור של 6 הס"מ העליונים בגבעולים שהושארו בטמפרטורת החדר ונשקלו בפרקי זמן שונים עד 14 שעות שלאחר הקציר. כמו כן נקבע משקלם היבש של הגבעולים לאחר חימום ב-70 מ"צ בתנור עד לפרק הזמן בו לא חל כל שינוי במשקל החומר. איבוד המים ב-% חושב כדלקמן: $[(FW - DW) / FW] \times 100\%$. הניסוי נערך ב-3 חזרות.

Statistical analysis

All data obtained were subjected to single or multi-factorial analysis of variance using the JMP software, (6th version) followed by the comparisons of means using Tukey-Kramer honestly significant difference (HSD) at 5% significance level.

תוצאות

תגובת סליקורניה וסרקוקורניה למליחות שנגרמה ע"י נתרן כלורי, אשלגן כלורי וגפרת הנתרן.

הגברת המליחות גרמה להגברת הגדילה בכל הטיפולים במיוחד ב-100 וגם 200 מילימולר. הגברת הגדילה לוותה בהגברת ההסתעפות (Figs 1, 2). הגבעולים היו כלורוטים כשהמליחות נבעה מנתרן כלורי, ירוקים וירוקים/צהובים בהזנה של גפרת הנתרן ואשלגן כלורי (Fig 1). במליחות הגבוהה בהזנה בנתרן כלורי הצמחים היו ירוקים כמו הביקורת והיו עדיפים על הטיפולים האחרים בהם הובחנה הקטנת העובי, נבילה והגברת האנטוציאן כביטוי למצב עקה (בהזנה בגפרת האשלגן ואשלגן כלורי, Fig 1).

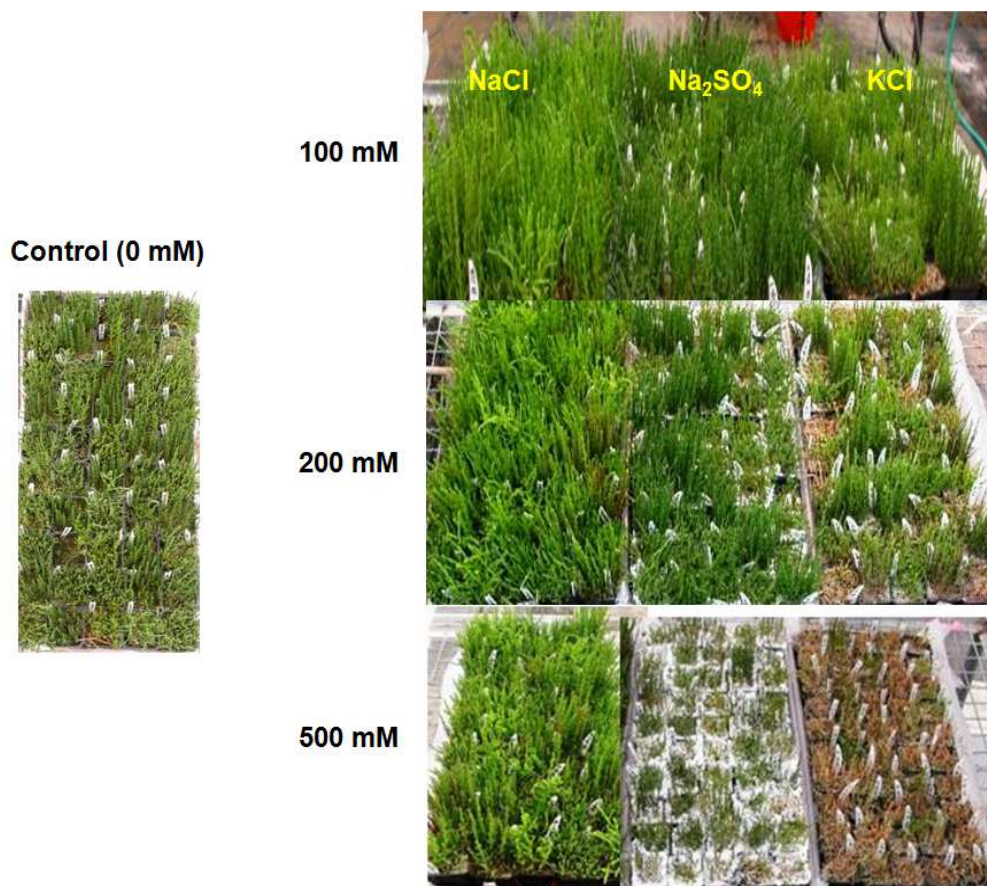


Fig. 1: Effect of NaCl, Na₂SO₄ and KCl levels (0, 100, 200 and 500 mM) on plant performance of *Salicornia* and *Sarcocornia* ecotypes after 3 months of treatment.

השפעת הטיפולים על ההסתעפויות בטיפוסים השונים

מספר הענפים גדל עם גיל הצמחים ועם מספר הקצירים והיה גבוה יותר בצמחים שהושקו ב-100 ו-200

מילימולר נתון כלורי. בדרך כלל ההסתעפות גברה בסליקורניה בהשוואה לטיפוסי הסליקורניה (Fig)

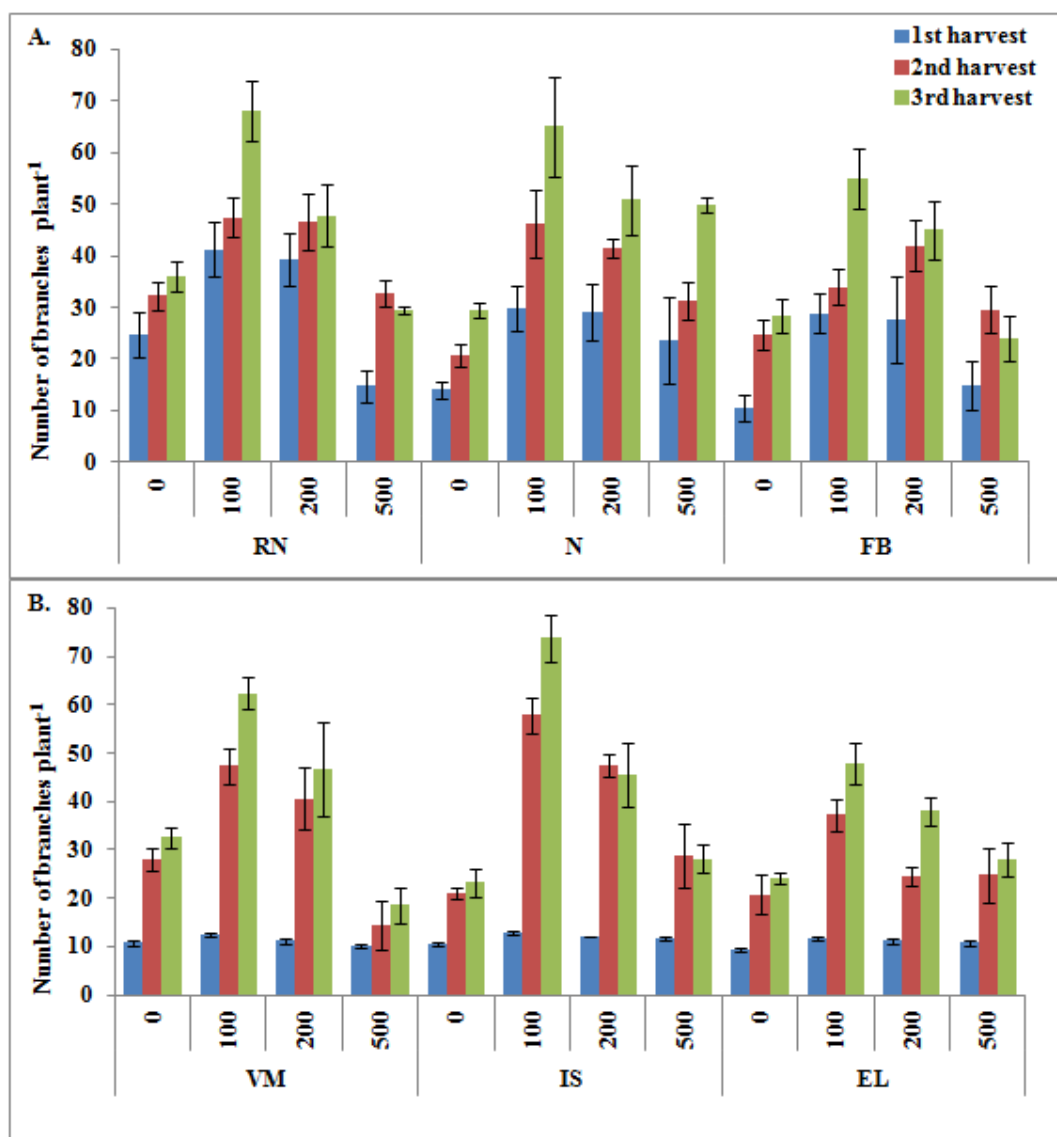


Fig. 2: Effect of NaCl concentrations (0, 100, 200 and 500 mM) – A, and harvesting on the shoot branching (re-growth) of *Salicornia* (RN, N and FB) and *Sarcocornia* (VM, IS and EL) – B, ecotypes at three different harvests. The bars represent standard error of the mean for five replicates (n = 5).

צבירת משקל טרי

צבירת הביומאסה גברה עם עליית המליחות ל-100 מילימולר, ופחתה מעט עם העליה ל-200 מילימולר ופחתה בשיעור ניכר יותר מעבר ל-200 מילימולר (Figs 3, 4, 5). מבין סוגי המליחים, הרי שנתרן כלורי היה עדיף על גפרת הנתרן ואשלגן כלורי. גם במליחות הגבוהה של 500 מילימולר הסליקורניה והסקוקורניה צברו ביומאסה גם בקציר הרביעי בעוד ששימוש במליחים האחרים גרם לתמותה ברוב הטיפוסים (Figs 3, 4, 5). מעניין שגם השקיה ללא מליחות וגם במים שהכילו 500 מילימולר צבירת הביומאסה היתה הנמוכה מכולם (Fig. 3, 4 and 5).

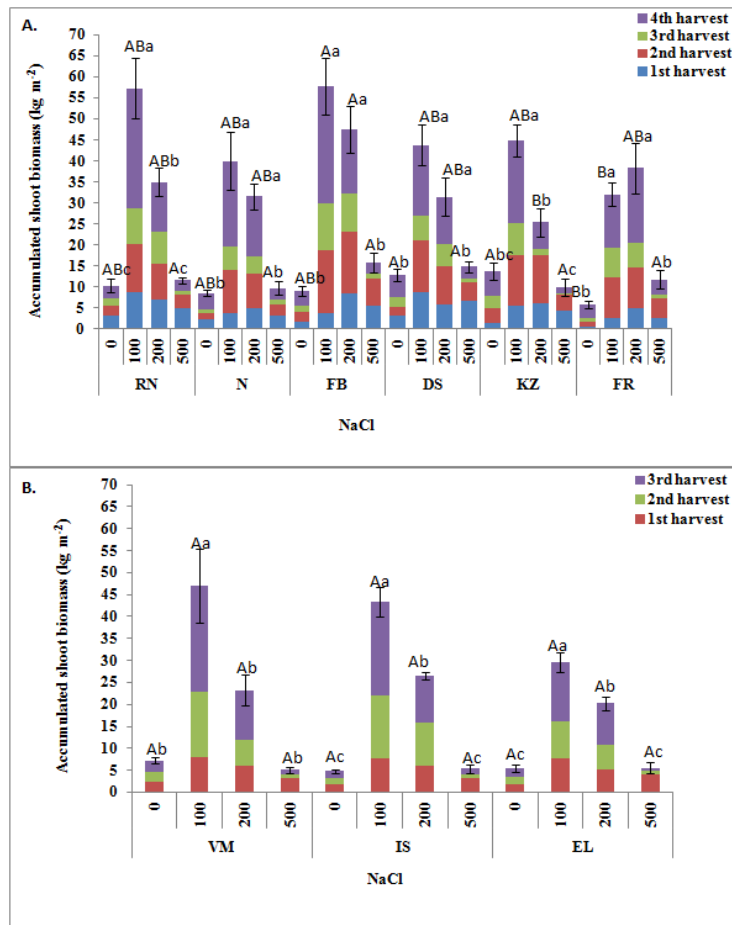


Fig. 3: Accumulated fresh shoot biomass of *Salicornia* – RN, N, FB, DS, KZ and FR (A) and *Sarcocornia* – VM, IS and EL (B) ecotypes in response to NaCl with 0, 100, 200 and 500 mM concentrations. Four and three harvests were performed on *Salicornia* and *Sarcocornia* ecotypes, respectively grown with NaCl. Harvesting was carried out for at least once every month. Different letters indicate significant differences ($p < 0.001$). Upper case letters show significant difference between ecotypes, while the lower case letters show the significant difference between salinities within each ecotype. Bars represent the standard error ($\pm$ SE) of the mean for five replicates ($n = 5$).

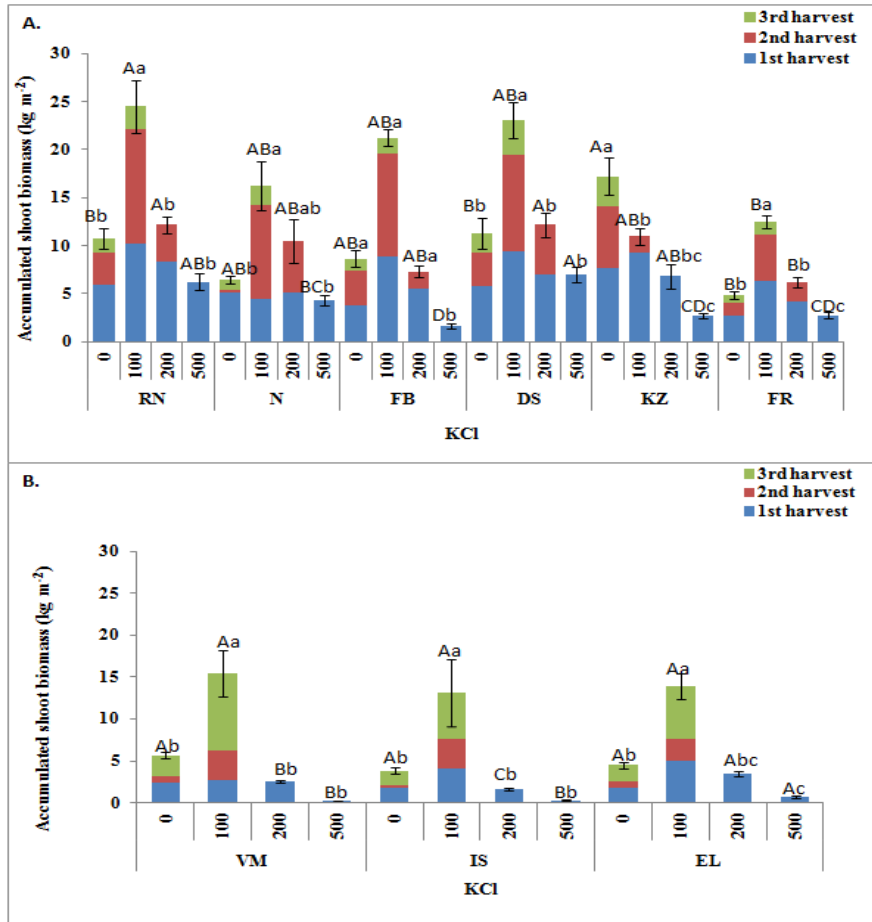


Fig. 4: Accumulated fresh shoot biomass of *Salicornia* – RN, N, FB, DS, KZ and FR (A) and *Sarcocornia* – VM, IS and EL (B) ecotypes in response to KCl with 0, 100, 200 and 500 mM concentrations. Three harvests were performed on both ecotypes. Harvesting was carried out for at least once every month. Different letters indicate significant differences ($p < 0.001$). Upper case letters show significant difference between ecotypes, while the lower case letters show the significant difference between salinities within each ecotype. Bars represent the standard error ($\pm$ SE) of the mean for five replicates ($n = 5$).

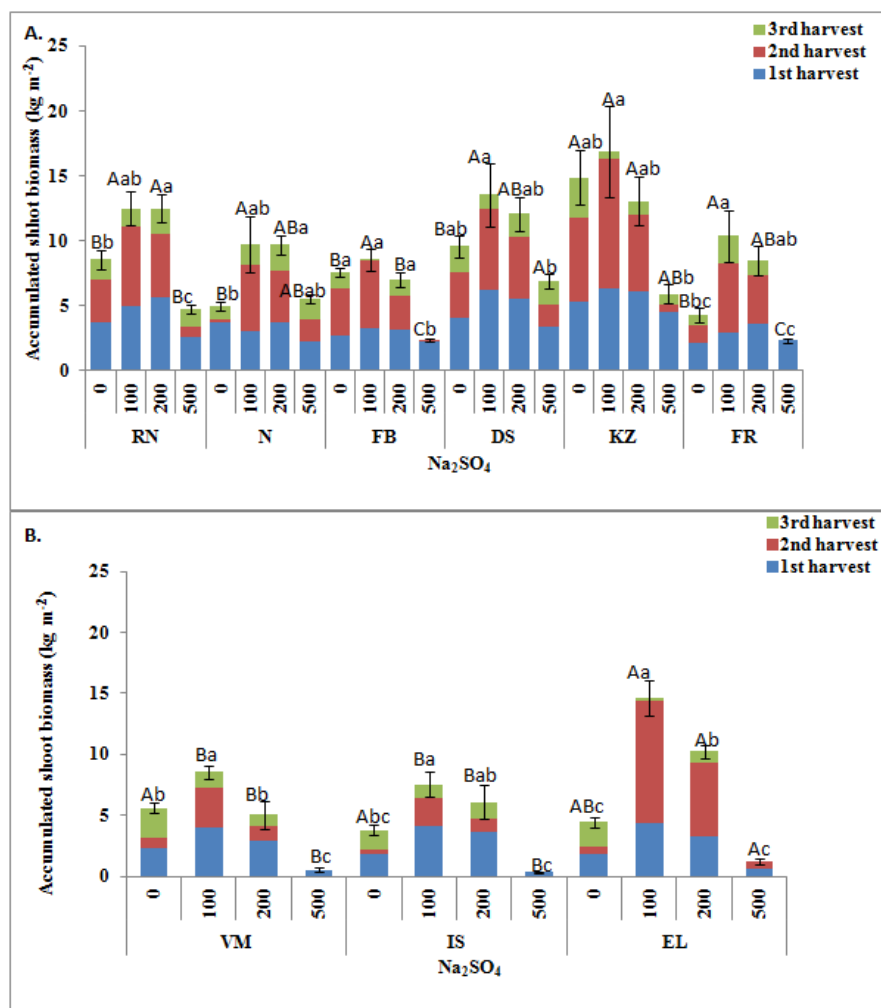


Fig. 5: Accumulated fresh shoot biomass of *Salicornia* – RN, N, FB, DS, KZ and FR (A) and *Sarcocornia* – VM, IS and EL (B) ecotypes in response to Na₂SO₄ with 0, 100, 200 and 500 mM concentrations. Three harvests were performed on both ecotypes. Harvesting was carried out for at least once every month. Different letters indicate significant differences ($p < 0.001$). Upper case letters show significant difference between ecotypes, while the lower case letters show the significant difference between salinities within each ecotype. Bars represent the standard error ($\pm$ SE) of the mean for five replicates ($n = 5$).

צבירת חומר יבש היתה רבה יותר בטיפוסי הסליקורניה בהשוואה לסרקוקורניה והראתה הגברה ב-100 מילימולר נתרן כלוריבהשוואה להעדר מליחות ואו מליחויות גבוהות מ-100 מילימולר (Fig. 6).

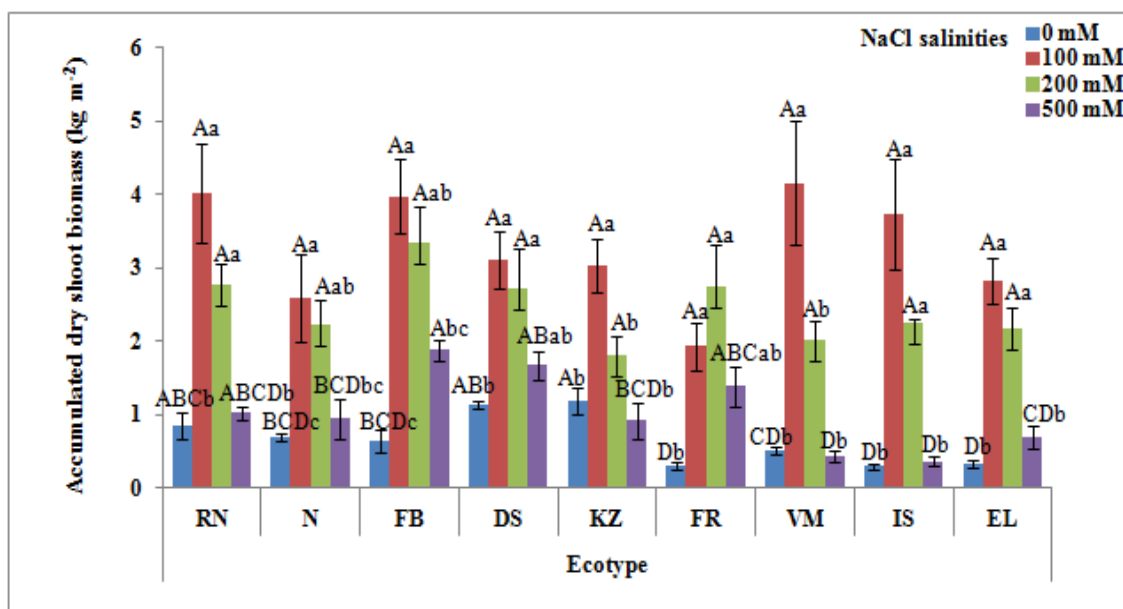


Fig. 6: Accumulation of dry shoot biomass of *Salicornia* – RN, N, FB, DS, KZ and FR and *Sarcocornia* – VM, IS and EL ecotypes in response to NaCl salinities - 0, 100, 200 and 500 mM. The total dry biomass was evaluated based on the percentage (%) dry weight of the fresh biomass. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$). The upper case letters indicate statistical differences between ecotypes. The lower case letters show statistical differences between salinity levels within each ecotype. The bars represent the standard error ($\pm$ SE) of the mean for five replicates ($n = 5$).

השפעת מליחות על תכולת המים והתייבשות התוצרת

שימוש בנתרן כלורי לא השפיע באופן מובהק על תכולת המים היחסית בגעולי סליקורניה, בעוד שבסקוקורניה תכולת המים גברה עם עליית רמת נתרן כלורי במי ההשקיה והציגה תכולת מים גבוהה יותר במליחות מי השקיה גבוהה מ-100 מילימולר (Fig. 7).

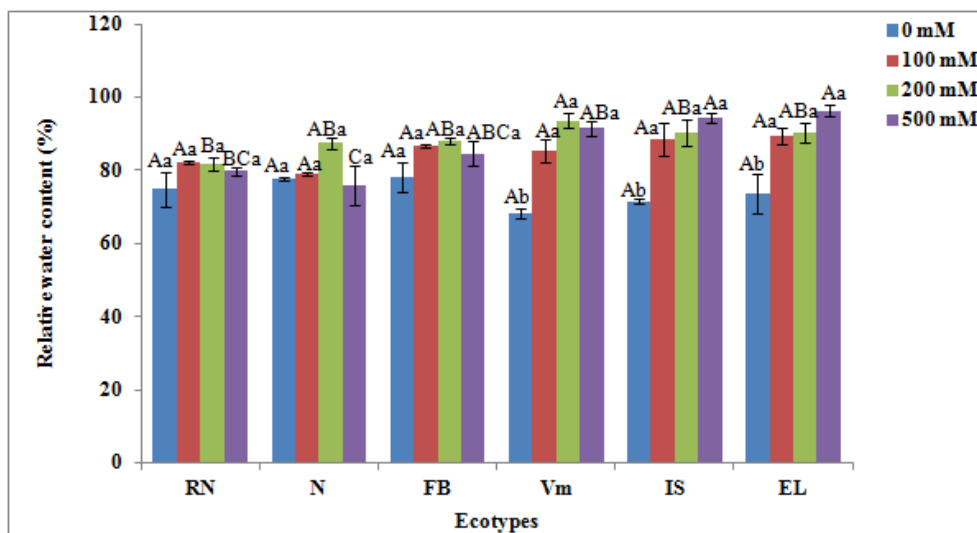


Fig. 7: Relative water content (RWC) of *Salicornia* – RN, N and FB and *Sarcocornia*- VM, EL and IS ecotypes in response to different concentrations (0, 100, 200 and 500 mM) of NaCl. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$). The upper case letters indicate statistical differences between ecotypes. The lower case letters show statistical differences between salinity levels within each ecotype. Bars represent standard error ($\pm$ SE) of mean for three replicates ($n = 3$). The data are representable of three different experiments.

העדר מלח בתמיסת ההשקיה גרם לצמחים שגדלו בתמיסה זו להיות רגישים לייבוש בהציגם גבעולים רזים ומיובשים בעוד שצמחים שגדלו במליחות הציגו מראה יותר טרי וסוקולנטי שהיה ברור יותר בטיפוסי הסרקורניה ומיוחד בטיפוס EL (Fig. 8). רמת איבוד המים פחתה במתאם עם עליית המליחות בה הושקו צמחי הסליקורניה והסרקורניה (Fig. 9 and 10). בתחיל הייבוש איבוד המים היה רב (1-8 ש) ולאחר מכן (12-24 ש) פחת (Fig. 9 and 10). מבין טיפוסי הסליקורניה RN הציג את איבוד המים המירבי כשלאחרי FB, בעוד ש-N איבד פחות בהשוואה לאחרים ב-8 שעות הייבוש הראשונות בהעדר נתון כלורי במי ההשקיה. גבעולים שניקצרו מצמח סליקורניה שהושקו ב-100 מילימולר נתון כלורי הציגו איבוד מים מוגבר ב RN ומופחת ב N לאחר 24 שעות (Fig. 9). לא הובחנו הבדלים בטיפוסי סרקורניה בהשפעת השקיה במליחות, וטיפוסי הסרקורניה התנהגו באופן דומה בתגובתם להשפעת מליחות כך שאיבודו הרבה מים בהעדר מלח במי ההשקיה אך הפחיתו את האיבוד עם הגברת המליחות (Fig. 10).



Fig. 8: The appearance of *Salicornia* (RN) and *Sarcocornia* (EL) ecotypes grown at 0, 100, 200 and 500 mM NaCl concentrations after 24 hours of drought treatment.

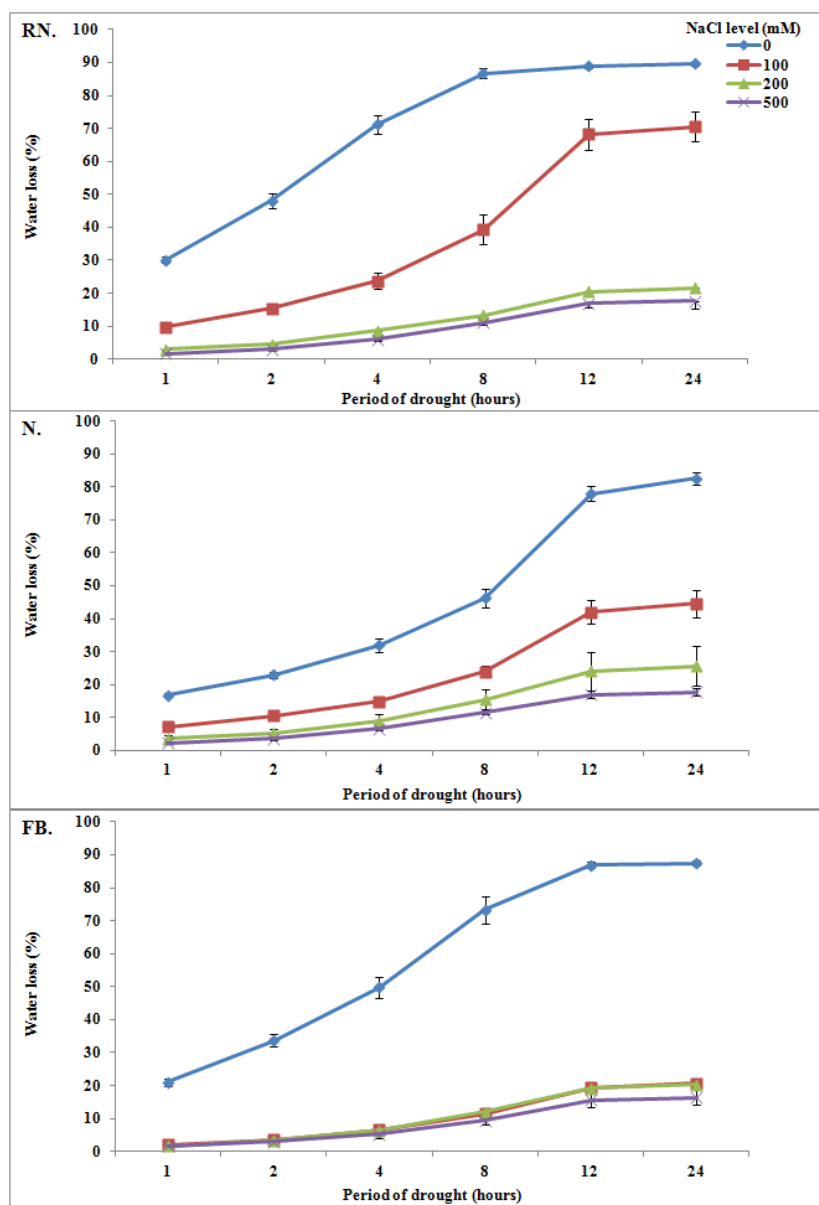


Fig. 9: Percent (%) water loss of Salicornia (RN, N and FB) ecotypes grown at 0, 100, 200 and 500 mM NaCl after 24 hrs of drought exposure. Bars represent the standard error of the mean ($\pm$ SE) for three replicates ($n = 3$). The results presented herein are representative of three different experiments.

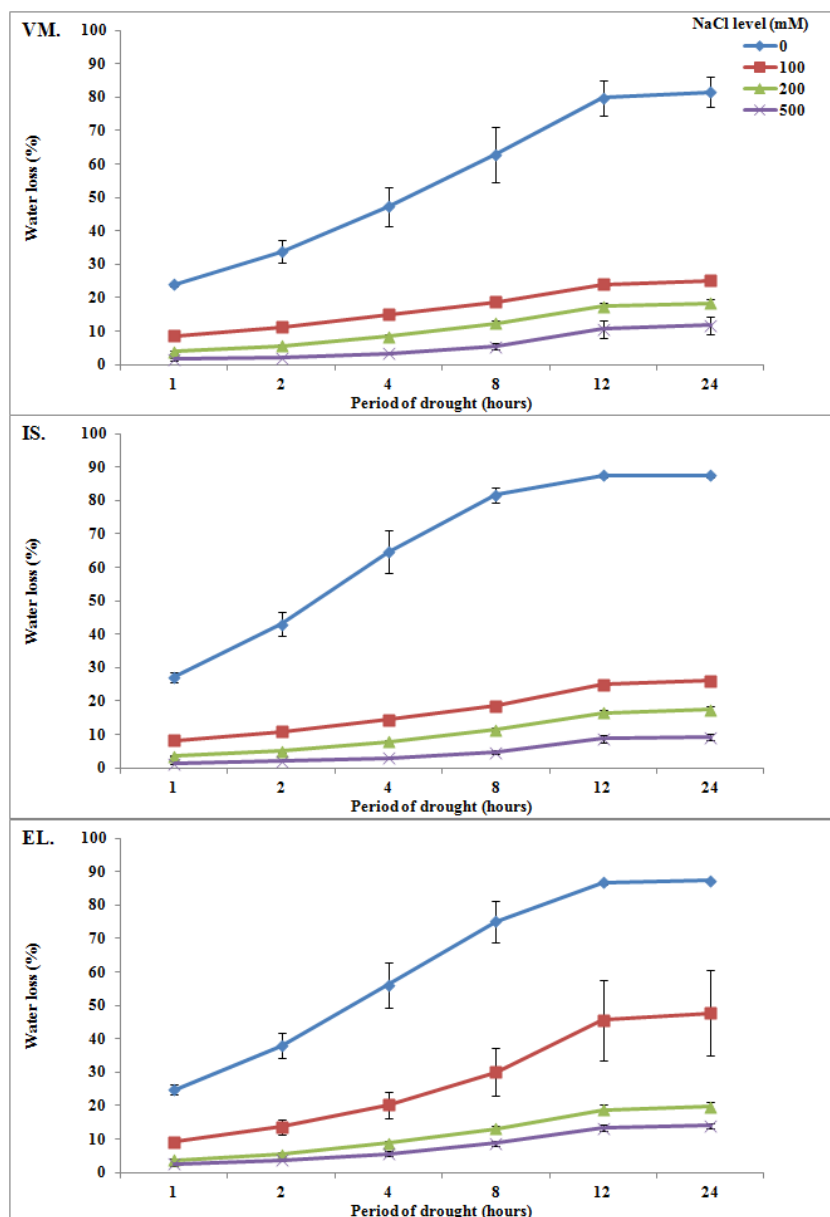


Fig. 10: Effect of NaCl concentration on the water loss of *Sarcocornia* (VM, IS and EL) ecotypes after 24 hrs of drought exposure. Bars represent the standard error of the mean for three replicates (n = 3). The results presented herein are representative of three different experiments.

הגברת יבול ואיכות הסליקורניה באמצעות הזנה בגפרית

חמרים ושיטות:

השתמשנו בטיפוסי סליקורניה וסרקוקורניה *Salicornia herbacea* (RN) and *Sarcocornia fruticosa* (VM) כפי שהתשמנו בעבר (Ventura and Sagi, 2013).

הניסויים בוצעו בתנאים מבוקרים בחדרי גידול בשדה בוקר בטמפ של 25°C, לחות יחסית של 75-85% ותאורה של $100 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ light intensity במצע MS 0.5 ולאחר שבוע העברו למצע דומה בתוספת 50 או 100 מילימולר נתרן כלורי, עם או בלי תוספת של 10 מילימולר סולפט בתצורה של גפרת הנתרן. קביעת צבירת הביומאסה בוצעה שבועיים עד שלושה לאחר מכן ובוטאה כ-g per plant per day.

קביעת המטבוליטים סולפט, סולפיד, סולפיט, ציסטאין תיוסולפט וכלל הגפרית בוצעה כפי שתארנו בעבר (Brychkova *et al.*, 2012; Brychkova *et al.*, 2013a; Yarmolinsky *et al.*, 2013) Yarmolinsky *et al.* (2014).

Lipid extraction for LC-MS analysis

Salicornia leaves were extracted according to (Hummel *et al.*, 2011) with some modifications. 100 mg of frozen plant material was homogenized on a Mixer Mill for 2 min at 20 Hz with two metallic beads. Lipids were extracted using 1 mL of pre-cooled (-20°C) methanol: methyl-tert-butyl-ether (MTBE) (1:3, v/v) mixture, spiked with the mix of internal standards: $0.4 \mu\text{g/mL}$ PE 17:0/17:0, $0.1 \mu\text{g/mL}$ PC 17:0/17:0, 0.15 nmol/mL ceramide/sphingoid mixture and $0.0267 \mu\text{g/mL}$ d5-TAG mixture. After shaking at 200 rpm at 4°C for 10 min, samples were sonicated for 30 min. Phase separation was induced by adding 500 μL of UPLC-grade water: methanol (3:1, v/v) and centrifuging at 13,000 rpm and 4°C for 5 min. The upper organic phase (600 μL) was transferred to a new tube. The second extraction was done with 500 μL of MTBE. After sonication and centrifugation, the upper organic phase (700 μL) was combined with the organic phase from the first extraction. The combined organic phase was dried in a Speed Vac Concentrator and stored at -80°C . Before analysis the residue was resuspended in 300 μL of mobile phase B (see below), sonicated and centrifuged. The supernatant was transferred to an autosampler vial and an aliquot of 3 μL was subjected to UPLC-MS (Ultra performance liquid chromatography - mass spectrometry) analysis. LC-MS data were processed using TargetLynx (Version 4.1, Waters Corp., MA, USA). Abundance of SQDG was normalized to the internal standards phosphatidylcholine 34:0.

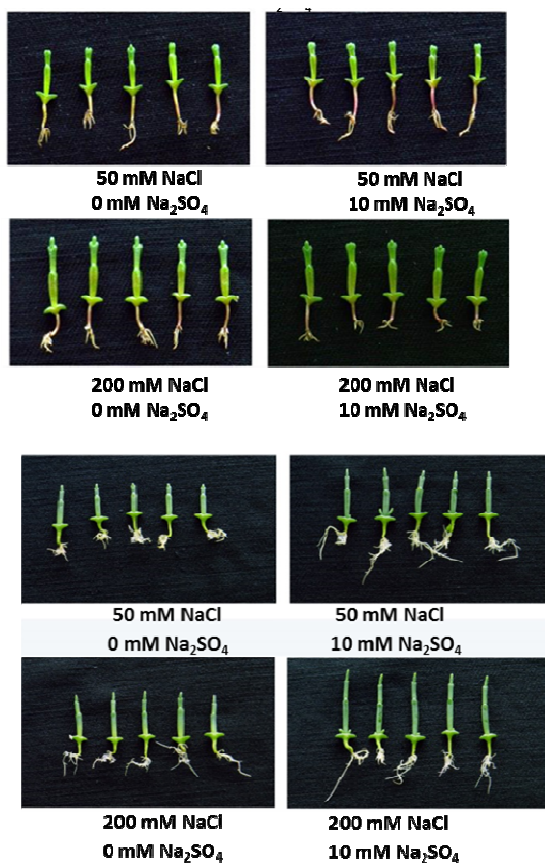
Statistical analysis.

All data obtained were subjected to single or multi-factorial analysis of variance using the JMP software, (6th version) followed by the comparisons of means using Tukey-Kramer honestly significant difference (HSD) at 5% significance level.

תוצאות:

השפעת מליחות וסולפט על צבירת ביומאסה:

צבירת ביומאסה בסליקורניה וסרקוקורניה הושפעה לחיוב עם הגברת המליחות (ציור 1). למרות הדמיון הרב בין 2 צמחים אלה, ניכרו הבדלים בתגובתם לתוספת גפרה למצע הגדילה. סליקורניה הגיבה בחיוב לתוספת גפרה ע"י הגדלת צבירת הבימאסה בכשליש ב-2 רמות המליחות. לעומתה הסרקוקורניה הגיבה בהפחתת צבירת הביומאסה בכחמישית ברמת המליחות הנמוכה, וללא שינוי ברמת המליחות הגבוהה כאשר הגברנו את רמת ההזנה בגפרה (ציור 1).



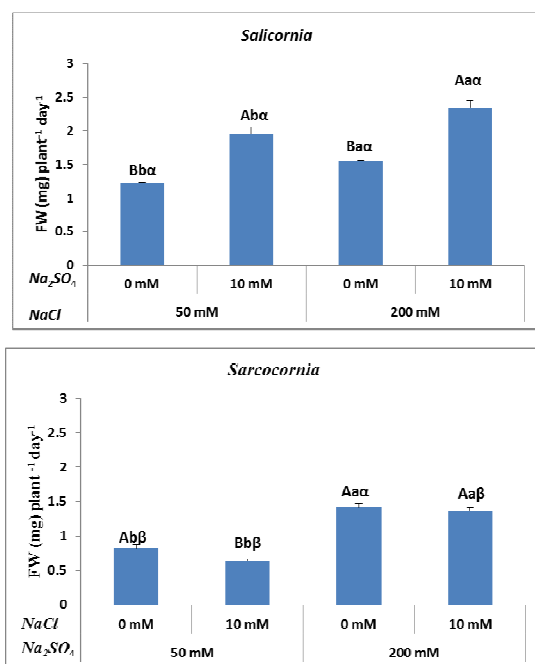


Figure 1: Effect of NaCl (50, 200 mM) and Na₂SO₄ (0, 10 mM) levels on biomass accumulation of *Salicornia* (left) and *Sarcocornia* (right). *Salicornia* (left) and *Sarcocornia* (right) photos in the treatments just before harvesting is presented in the upper inserts, while the biomass accumulation is presented in the lowest inserts. *Salicornia* and *Sarcocornia* plants were treated for 14 and 21 days respectively and then were harvested and the biomass was detected. Bars represent standard error ($\pm$ SE) of the mean for 30 plants ($n = 30$). Biomass was calculated as growth of plant per day. Values denoted with different letters are significantly different according to the Tukey-Kramer HSD test, $P < 0.05$ (JMP 8.0 software, <http://www.jmp.com/>). Different uppercase letters indicate significant difference within the plant species in response to sulfate treatment. Different lower case letters indicate significant difference within the plant species in response to salinity treatment. Different Greek letters indicate significant difference between the plant species in response to salinity and sulfate treatments (Student's t test; JMP 8.0 software; <http://www.jmp.com/>).

השפעת המליחות ותוספת גפרה על שיעור המטבוליטים בצמח המכילים גפרית

בטבע גפרית נקלטת ע"י הצמח בתצורתה המחומצנת ביותר כאניון הגפרה ומחוזרת בשלבים שונים עד לקבלת סולפיד, כשלב לפני ייצור ציסטאין באמצעות o-אצטיל סרין ליאז (ביחד עם סרין). רמת הגפרה פחתה פחתה ב-2 ההלופיטים עם הגברת המליחות, כאשר הגברת רמת הגפרה במצע הגידול הגבירה גם היא את רמת הגפרה בצמחים במיוחד בסרקוקורניה (Fig. 2A,B). סולפיד שנוצרת בצעד השני של חיזור הגפרה, יכולה להיות רעילה לצמח מעל רמת סף המשתנה בין צמח לצמח. הגדלת המליחות הגבירה את רמת הסולפיד בסלקורניה בעוד שבסרקוקורניה רמת הסולפיד פחתה (Fig. 2C, D). הגברת יישום הגפרה לא השפיעה על רמת הסולפיד בסלקורניה במליחות נמוכה והפחיתה את רמתה במליחות גבוהה (Fig. 2, C). לעומתה, בסרקוקורניה שגדלה

במליחות נמוכה, הגברת הגפרה הגבירה את רמת הסולפיט ולא השפיעה עליה במליחות הגבוהה (Fig. 2, D).

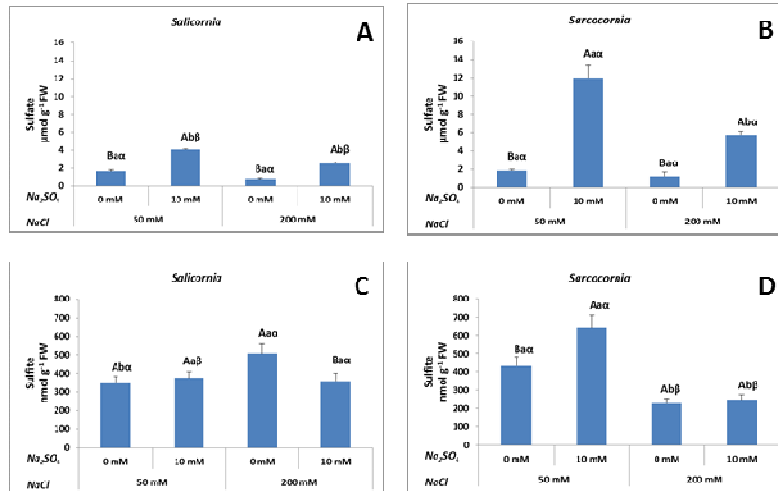


Figure 2. Effect of Sulfate and Salinity on sulfate and sulfite content in *Salicornia* and *Sarcocornia*. Sulfate level is presented in *Salicornia* (A) and *Sarcocornia* (B). Error bars indicate SE ($n=3$). The data are from three independent experiments. Sulfite level is presented in *Salicornia* (C) and *Sarcocornia* (D). The values are means $\pm$ SE ($n=12$). The data are from three independent experiments. Values denoted with different letters are significantly different according to the Tukey-Kramer HSD test, $P < 0.05$ (JMP 8.0 software, <http://www.jmp.com/>). Different uppercase letters indicate significant difference within the plant species in response to sulfate treatment. Different lower case letters indicate significant difference within the plant species in response to salinity treatment. Different Greek letters indicate significant difference between the plant species in response to salinity and sulfate treatments. (Student's t test; JMP 8.0 software; <http://www.jmp.com/>)

הגברת מליחות הפחיתה את רמת הסולפיט בסליקורניה אך לא בסרקוקורניה, בעוד שבמליחות הנמוכה רמת הסולפיט לא נבדלה משמעותית בין 2 ההלופיטים (Fig.3, A and B). הפחתה משמעותית ברמת הסולפיט הובחנה רק בסליקורניה כאשר הוגברה רמת הגפרה במצע עם מליחות מופחתת, ואילו במליחות הגבוהה תוספת הגפרה לא שינתה משמעותית את רמת הסולפיט ב-2 ההלופיטים (Fig.3, A and B).

כללית, רמת התיוסולפט גברה עם הגדלת רמת הגפרה במצע ב-2 הצמחים בהיותה מובהקת סטטיסטית רק בסליקורניה שגדלה במליחות גבוהה והיתה גבוהה בסליקורניה בהשוואה לסרקוקורניה במליחות גבוהה ללא קשר לרמת הגפרה במצע (Fig. 3 C and D).

ליפיד הממברנות מושפעים מתנאי הסביבה ולכן נבדקה השפעת מליחות ורמת הגפרה על רמת סולפוליפידים (SQDG) בהלופיטים אלה. התוצאות נורמלו לפי סטנדרט פנימי phosphatidylcholine 34:0 והוצגו ביחידות ארביטריות. רמת הסולפוליפידים בסליקורניה היתה גבוהה מאשר בסרקוקורניה, והתגברה עם הגברת הספקת הגפרה למצע, רק בסליקורניה שגדלה במצע עם מליחות גבוהה. הספקת גפרה לסרקוקורניה הגבירה את רמת הסולפוליפידים ב-2 רמות המליחות שנבחנו (Fig.3, E and F).

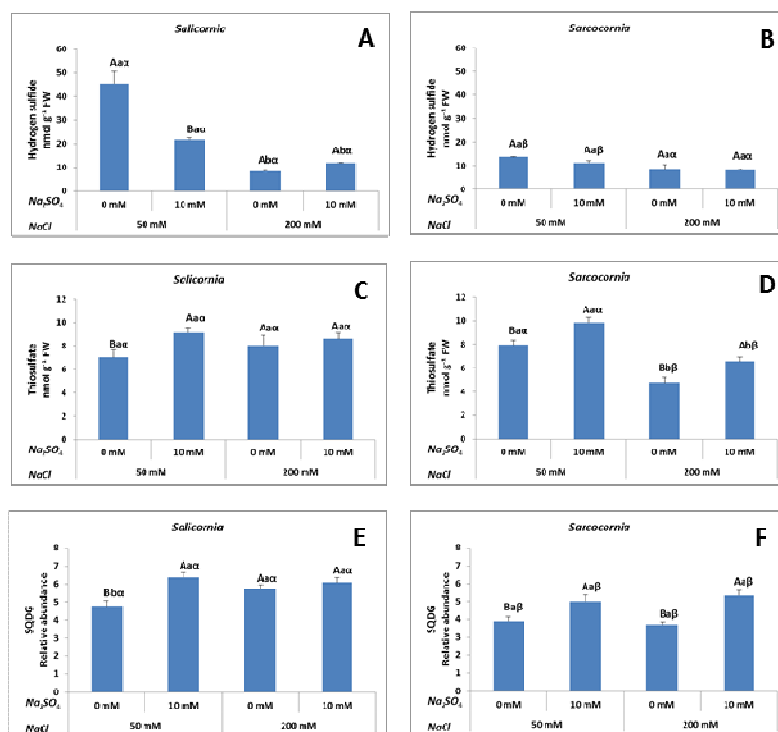


Figure 3. Effect of Sulfate and Salinity application on sulfide, thiosulfate and SQDG content in *Salicornia* and *Sarcocornia*. Sulfide concentration is presented in *Salicornia* (A) and *Sarcocornia* (B). Error bars indicate SE ($n=6$). The data are from three independent experiments. Thiosulfate concentration in *Salicornia* (C) and *Sarcocornia* (D). The values are means $\pm$ SE ($n=12$). The data are from one of three independent experiments that yielded essentially identical results. Relative abundance of SQDG in *Salicornia* (E) and *Sarcocornia* (F). Abundance of SQDG was normalized to the internal standards phosphatidylcholine 34:0. Error bars indicate SE ($n=4$). Values denoted with different letters are significantly different according to the Tukey-Kramer HSD test, $P < 0.05$ (JMP 8.0 software, <http://www.jmp.com/>). Different uppercase letters indicate significant difference within the plant species in response to sulfate treatment. Different lower case letters indicate significant difference within the plant species in response to salinity treatment. Different Greek letters indicate significant difference between the plant species in response to salinity and sulfate treatments.

רמת הציסטאין החופשי בסליקורניה לא הושפעה ממליחות או רמת הגפרה במצע, אך רמת הציסטאין פחתה משמעותית בסרקוקורניה בהשפעת מליחות גבוהה והיתה נמוכה בהשוואה לסליקורניה והוגברה ע"י מתן גפרה במצע בתנאי מליחות נמוכה יחסית (Fig.4A, B). כלל גלותתיון הושפע לחיוב ממתן גפרה ולשלילה מהגברת המליחות במצע (Fig.4, C and D).

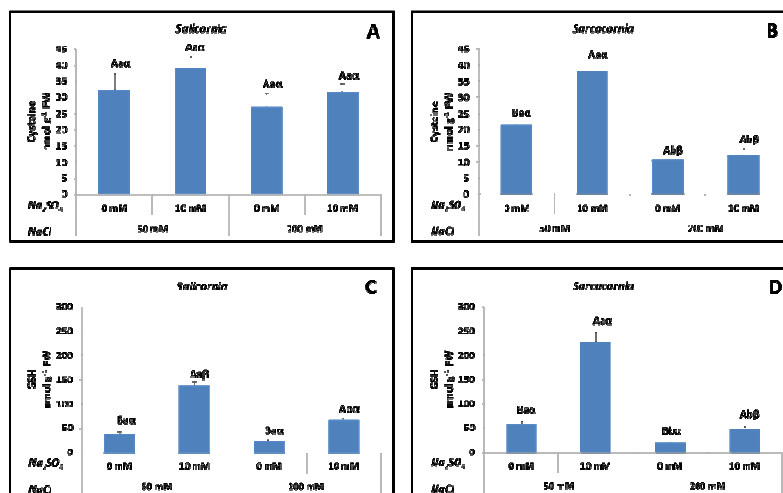


Figure 4: The effect of Na₂SO₄ and NaCl levels on Cys and GSH content in the shoots of *Salicornia* and *Sarcocornia*. Cys level in *Salicornia* is presented in (A) and *Sarcocornia* in (B). Error bars indicate SE ($n=18$). The data are from six independent experiments. GSH concentration in *Salicornia* is presented in (C) and *Sarcocornia* in (D). The values are means $\pm$ SE ($n=12$). The data are from one of five independent experiments that yielded essentially identical results. Different uppercase letters indicate significant difference within the plant species in response to sulfate treatment. Different lower case letters indicate significant difference within the plant species in response to salinity treatment (Tukey-Kramer HSD test, $P < 0.05$, JMP 8.0 software, <http://www.jmp.com/>). Different Greek letters indicate significant difference between the plant species in response to salinity and sulfate treatments. (Student's t test; JMP 8.0 software; <http://www.jmp.com/>)

רמת סך הגפרית בצמח הסליקורניה היתה גבוהה בדרך כלל מבסקוקורניה (מלבד במליחות נמוכה ללא תוספת גפרה) (Fig.9, A), פחתה בהשפעת הגברת מליחות והתגברה בהשפעת מתן גפרה ב-2 ההלופיטים (Fig. 5 A and B). יש לציין במיוחד שרמת הגפרית האורגנית בצמח היתה במתאם חיובי עם צבירת היבול ב-2 ההלופיטים (Compare Fig.1, lowest inserts to Fig. 5 C and D). רמה זו התגברה עם הגברת רמת הגפרה במצע הסליקורניה אך לא בסרקוקורניה. הגברת המליחות, לעומת זאת, השפיעה לשלילה על רמת הגפרית האורגנית בסליקורניה שנחשפה לרמת גפרה גבוהה, ובסקוקורניה שנחשפה לרמה נמוכה של גפרה (Fig.5, C and D).

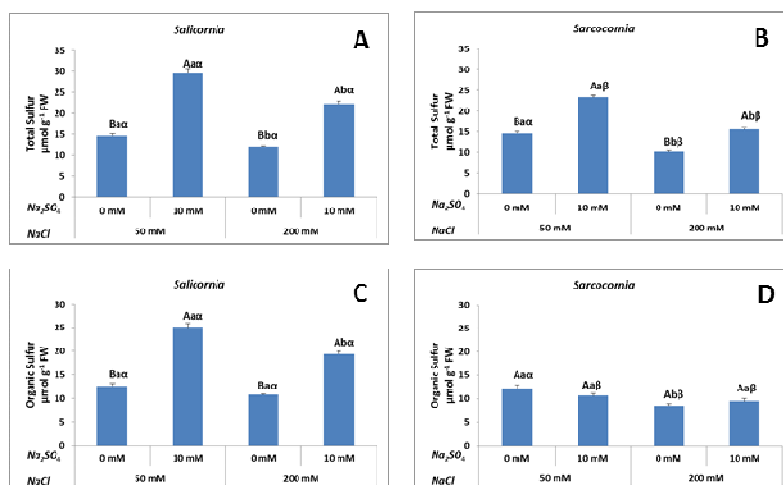


Figure 5: The effect of Na₂SO₄ and NaCl levels on total and organic sulfur content in the shoots of *Salicornia* and *Sarcocornia*. Total S content in *Salicornia* is presented in (A) and *Sarcocornia* in (B). Error bars indicate SE ($n=6$). The Organic S-compounds were calculated by the subtraction of total sulfur content from the known inorganic S-metabolites content in *Salicornia* (C) and *Sarcocornia* (D). The values are means $\pm$ SE ($n=6$). Different uppercase letters indicate significant difference within the plant species in response to sulfate treatment. Different lowercase letters indicate significant difference within the plant species in response to salinity treatment (Tukey-Kramer HSD test, $P < 0.05$, JMP 8.0 software, <http://www.jmp.com/>). Different Greek letters indicate significant difference between the plant species in response to salinity and sulfate treatments. (Student's t test; JMP 8.0 software; <http://www.jmp.com/>)

הערות לסיכום

1. כתוצאה מפרויקט המדען הראשי במשרד החקלאות 857-0691-13 שסיימונו בבסוף 2016,

מייצרים כיום ברמת הנגב, נאות הכיכר ובקעת הירדן למעלה מ-500 טון סליקורניה לייצוא בשווי של כ-8 מליון שקל תוך ניצול חקלאי של מים וקרקע שאינם שמישים לחקלאות קונבנציונאלית בגלל מליחותם. פרויקט זה (857-0691-13), בא לפתור בעיות הגנת הצומח שהחלו להופיע אצל המגדלים, כמו גם להגביר את איכות המוצר וע"י כך להרחיב את היצוא. ההצעה אושרה להגשה בסכום של 200 אלף לשנה ל-3 שנים, אך יחד עם אישורה בוועדת השיפוט (צומצם ל-150 אלף לשנה) התקציב צומצם (פעם נוספת) ותוקצב ל-120 אלף שקל לשנה. מטרות התוכנית המקורית שאושרה הן: 1. פתרון בעיות בהגנת הצומח של הגידול הקשורות למחלות, מתבצע ע"י ד"ר שמעון פיבוניה (מופים רמת נגב וערבה), 2. שיפור חיי מדף ע"י ד"ר דודי קניגסבוך (מנהל המחקר) ו-3. שיפור איכות ויבול באמצעות הזנה עשירה בגפרית ע"י משה שגיא (אבג). מובן שהקיצוץ הדרסטי לא איפשר לעמוד בכל המטרות המקוריות במלואן. כפי שמופיע בדוח המסכם למעלה,

נמצא שבאמצעות החדרת טיפוס סרקורניה (סליקורניה רב-שנתית) ושיטות הדברה והגנה נוספות אנו מתגברים על הבעיות בהגנת הצומח. הראנו גם שהגברת המליחות הינה במתאם חיובי עם אורך חיי מדף. באמצעות הזנה מוגברת בגפרית אנו מראים הגברה בייצור ביומאסה עשירה יותר במרכיבים של גפרית אורגנית מה שמגביר את האטרקטיביות הבריאותית של המוצר. מבין הטיפוסים המקומיים של סרקורניה (בעלי עמידות גבוהה יחסית למחלות אך גידול איטי בחורף) עדיין לא הצלחנו לאתר טיפוסים שיגיבו להעשרה בגפרית בדומה לטיפוס הסליקורניה.

2.

3. הפרוייקטים שמומנו ע"י המדען עד כאן. איפשרו הכנסות מיצוא למדינה ע"י החדרת גידול חקלאי ליצוא לפריפריה תוך שימוש במים וקרקע שוליים. הפרוייקטים איפשרו לנו לייצר גם את הפירסומים הבאים:

המצוטטים רבות באופן יחסי:

Ventura Y, Wuddineh WA, Ephrath Y, Shpigel M and **Sagi M.** (2010) Molybdenum as an essential element for improving total yield in seawater-grown *Salicornia europaea* L. Sci Hortic **126**: 395–401. $IF= 1.396$, $JR^{**}=Q2$, $TC=4$.

Ventura, Y., Wuddineh, WA., Myrzabayeva, M., Alikulov, Z., Goldberg, I-K., Shpigel, M., Samocha, T. M. and **Sagi, M** (2011) Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crops. Sci. Hortic. 128: 189-196. $IF= 1.396$, $JR^{**}=Q2$, $TC=12$.

Ventura, Y., Wuddineh, WA., Shpigel, M., Samocha, T. M., Klim, B.C. Cohen, S., Shemer, Z., Santos, R., **Sagi, M.** (2011) Effects of day length on flowering and yield production of *Salicornia* and *Sarcocornia* species. Scientia Horticulturae 130 (3), 510-516 $IF= 1.396$, $JR^{**}=Q2$, $TC=4$.

Ventura, Y. and **Sagi, M.** (2013) Halophyte crop cultivation: the case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. Environ. Exp. Bot. **92**: 144–153, DOI: 10.1016/j.envexpbot.2012.07.010. $IF= 2.578$, $JR=Q1$, $TC=1$.

Ventura, Y., Eshel, A., Pasternak, D and **Sagi, M** (2015) The development of halophyte-based agriculture: past and present. Annals of botany 115 (3), 529-540.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
המטרה עיקרית במחקר הינה שיפור יכולו וערכו הבריאותי של המוצר סליקורניה ליצוא.
לצורך זה נזהה ונלמד את גורמי המחלות התוקפים סליקורניה/סרקוקורניה ובחינת דרכים למניעה. כן נמשיך לאתר
טיפוסים עמידים לגורמי מחלה.
עיקרי התוצאות.
נמצא שהשימוש בחיפוי קרקע מפחית את הסיכון להדבקת הצמחים בבוטריטיס, אך אינו מונע אותו לחלוטין.
השילוב של חיפוי קרקע וריסוס מפחית את שיעור הנגיעות עד לרמה של אחוזים בודדים.
הוספת 10 מילימולר סולפאט שיפרה את צבירת הביומאסה בסליקורניה אך לא בסרקוקורניה שצברה יותר סולפאט
רמת הגפרית האורגנית היתה במתאם חיובי עם היבול בסליקורניה והושפעה לחיוב מהגברת רמת הסולפט למצע
רמת הסולפוליפידים בסליקורניה היתה גבוהה מאשר בסרקוקורניה, והתגברה עם הספקת הגפרה, רק בסליקורניה
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?
תוצאות אלה מציגות את הפוטנציאל לשיפור יכולו וערכו הבריאותי של המוצר סליקורניה באמצעות הגברת הזנת
הוצג פתרון יישומי להפחתת שיעור הבוטריטיס. הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות במחקר המשך
1. איתור של טיפוס סליקורניה חד ורב שנתית (סרקוקורניה) להרחבת מאגר הטיפוסים המגיבים באופן חיובי
בגפרית. 2. תילמד תגובה מדויקת יותר להזנה מוגברת בגפרית לייצור ביומאסה, חלבון מוגבר ועשיר וייצור
פרופיל מטבולי מפורט כדי להדגים הייתרון ההזנתי של המוצר ותאפשר הרחבת היצוא כמזון בריא
3. בדומה לגפרית תתבצע הזנה בסלניום בסליקורניה כך תועשר רמת הסלניום בסליקורניה במרכיב החלבוני והאחר
והאחר בצמח ויוצג הפרופיל המטבולי המפורט כדי לאפשר הגברת הייצור של הסליקורניה כמרכיב המשפר
בריאות!
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
נשלח מאמר לפירסום, נקווה שב-2017 נפרסם.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? - כן

*יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים