

דו"ח לתכנית מחקר מספר 10-0647-857

פיתוח סליקורניה כמזון איכותי לשיפור איכות ויבול בע"ח ולחיסכון ביבוא גרעינים

תוך ניצול קרקעות שוליים ומים מלוחים מאד

Development of *Salicornia* as a high quality food to reduce the cost of imported grains and enhance the performance and quality of cattle products, using highly saline water

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף הירקות

ע"י

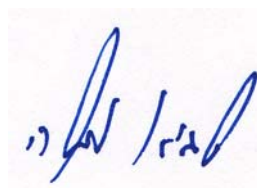
משה שגיא - אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, פיתוח ממשק בגידולים חדשים בתנאי מליחות, חוקר ראשי.
יהושע מירון – המחלקה לחקר בקר וצאן, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן - חוקר בתחום הזנת מעלי גירה.

Moshe Sagi - The Institute for Desert Research, Ben Gurion University, POB 653, Beer Sheva 84105, Israel, email: gizi@bgu.ac.il

Joshuah Miron - Dept. of Ruminant Sciences, Institute of Animal Science, Agricultural Research Organization, Bet-Dagan, P.O. Box 6, 50250, Israel, email: jmiron@volcani.agri.gov.il

מאי 2012

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח כן מחק את המיותר*
הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים



* חתימת החוקר

רשימת פרסומים: אין!!

1. תקציר

הסליקורניה וסרקוקורניה הינם צמחים הלופיטים סוקולנטיים חד או רב שנתי, בהתאמה (ממשפחת ה-Chenopodiaceae), בעלי פוטנציאל מסת יבול גבוהה הנעה בין 1.8 ל- 3.2 טון חומר יבש (ח"י) לדונם בממוצע רב שנתי בתלות בטיפוס הצמח ובמליחות מי השקיה. הגבעולים עשויים להוות מקור תזונתי מצוין לבעלי חיים בגלל ערכים גבוהים של כלל החלבונים (מסיסים וקשורים), הפחמימות וחומצות השומן [13.3-24.0, 38.7 ו-3.2% מח"י, בהתאמה]. יתר על כן, חלק ממנגנוני ההסתגלות של הצמח למליחות גבוהה קשור לייצור אוסמורגולטורים, אנטיאוקסידנטים ומטבוליטים שניוניים. תכולה גבוהה של תרכובות אלה עשויה להגביר את כדאיות סליקורניה וסרקוקורניה כמזון בריא איכותי לבע"ח. לאחרונה פיתחנו את הסליקורניה וסרקוקורניה כירק יצוא איכותי בריא לבני אדם המבוסס על השקיה במים מליחים ומי ים (רמת הנגב, כיכר סדום וערד"ג/חקר הימים והאגמים באילת).

בתכנית זו הוצע לפתח את צמחי הסליקורניה וסרקוקורניה כגידולים חקלאיים ליצור מזון איכותי עבור משק הבקר והחלב באופן שיקטין את השימוש בגרעינים במנה תוך שיפור הביצועים (תוצרי בשר וחלב איכותיים יותר) וחסכון ביבוא מזון. גידול הסליקורניה יתבסס על ניצול מים מליחים וקרקות שוליים מלוחים. ברשותנו מספר משמעותי של קווי סרקוקוריה שאינם מושפעים מאורך יום ולכן אינם זקוקים לתאורה מבוקרת. קווים אלה נמצאו מתאימים לרב-קצירות, לייצור תחמיץ איכותי ולייצור מוצר איכותי בהשקיה במים מליחים אף ברמה של מי ים. מוצע לפתח את הסליקורניה כגידול איכותי להזנת בקר המנצל מים וקרקע שוליים שאינם ראויים לגידולים אחרים עקב מליחותם, ויקטין את השימוש בגרעינים.

לפי המלצת ועדת השיפוט התבצעה בשלב ראשון, במשך שנה, בדיקת התכנות להתאמת סליקורניה וסרקוקורניה להאבסת בקר ועיזים. לכן נבדקו: 1. יבול ואיכות טיפוס סליקורניה וסרקוקורניה הגדלים ברמות מליחות שונות, 2. הכנת תחמיץ סליקורניה ובדיקת איכותו. נמצא שריכוז המלח במי השקיה לגידול מקסימאלי של סליקורניה וסרקוקורניה הינו 100 מילימולר (כ-10 דציסימנס). כן מצאנו כי תכולת ה-NDF בחומר יבש של סליקורניה וסרקוקורניה רב-קצירת נעה בין 23.8% ל-27.6% ותכולת החומר האורגני בין 47.3% ל-54%. גידול סליקורניה (טיפוס RN) במליחות של 4 או 8 דציסימנס לא שינה משמעותית את הרכב חומר המוצא כמו גם את הרכב התחמיץ ביחס לפרמטרים NDF, המיצלולוז, צלולוז וליגנין. ערבוב סליקורניה מוקמלת עם קליפות סויה או גרעיני תירס ביחס 2:1 הביא לעליה בתכולת ח"י ונעכלות החומר היבש והחומר האורגני *in vitro*. בסיכום בגלל תכולת החומר האורגני הנמוכה וריבוי האפר בכל מידגמי הסליקורניה שנבחנו ובתחמיצים שיוצרו מהם, לא התאפשר ביצוע ניסוי אכילה ועיכול בטלאים, שכן יש להמנע מלהאכיל בעלי חיים יצרניים במנה שתכולת האפר שבה עולה על 25% מהחומר היבש.

2. מבוא

הסליקורניה וסרקוקורניה הינם צמחים הלופיטים סוקולנטיים חד או רב שנתי בהתאמה, (ממשפחת ה-Chenopodiaceae), אשר מינים שונים שלהם נפוצים במקומות שונים בעולם. הסליקורניה נחשבת כאחד הצמחים העמידים ביותר למליחות. בין המינים השונים קיימים כאלה שצוינו כבעלי פוטנציאל הנבה גבוה מ- 1.8 טון ועד 3.2 טון ח"י לדונם בתלות בטיפוס וברמת המליחות במי ההשקיה (O'Leary, 1988; Glenn et al., 1991; Zerai et al., 2010). לאחרונה הדגמנו ברמת הנגב, כיכר סדום ואילת טיפוסים המייצרים 1.9-2.8 טון ח"י לדונם במליחות מי ההשקיה (Ventura et al., 2010, 2011a). תוצאות אלה מדגישות את הפוטנציאל הגלום בסליקורניה וסרקוקורניה כגידול חקלאי הגדל על קרקעות מלוחות ואו מושקות במים מליחים עד לרמה של מי ים. יתר על כן, הגבעולים עשויים להוות מקור תזונתי מצוין בגלל ערכים גבוהים של כלל החלבונים (מסיסים וקשורים), הפחמימות וחומצות השומן (13.3-24.0%, 38.7% ו-3.2% מח"י, בהתאמה) (Lu et al., 2010; Tikhomirova et al., 2008). מתוך חומצות השומן יותר מ-40% מהווה חומצת השומן החשובה אומגה 3 (Ventura et al., 2011a). הגבעולים והעלים הם גם מקור טוב למינרלים, בנוסף לנתרן כלורי כולל אשלגן, סידן, מגנזיום, זרחן וסולפאט, וויטמינים A, B₁, B₂, C, ו-NIACIN (IU2400, 10.7 מ"ג, 270 מיקרוגרם, 45 מיקרוגרם ו-1.5 מ"ג לפי הסדר) (Lu et al., 2010). יתר על כן, חלק ממנגנוני ההסתגלות של הצמחים למליחות גבוהה קשור לייצור אוסמורגולטורים, אנטיאוקסידנטים ותרכובות עשירות בחנקן [ביטא-קרזין, ויטמין C, פוליפנולים ואוראידיים (ureides=Allantoin and Allantoate)], כמו גם חומצות אורגניות ואמיניות. (Sagi et al. 1998; Ventura et al., 2010, 2011a). תכולה גבוהה של תרכובות אלה עשויה להגביר את כדאיות גידול הסליקורניה כמזון בריא איכותי לבע"ח. כחיזוק לכך, אף הודגמה הסליקורניה כתוסף פרוביוטי המשפר את בריאותם וביצועיהם של מוצרי בע"ח (Sarker et al., 2010). לאחרונה פיתחנו את הסליקורניה כירק יצוא איכותי בריא לבני אדם המבוסס על השקיה במים מליחים ומי ים (רמת הנגב, כיכר סדום וערד) ג/חקר הימים והאגמים באילת, 6th EU Envirophyte No, 032167, PF6-2004 SME COOP; Ventura et al., 2010; 2011a). יש לציין שיכולתה של הסליקורניה למחזר ביעילות פסולת בע"ח למוצר בעל ערך (system bioregenerative life support) הוכרה והודגמה בפסולת נוזלית של בני אדם לשימוש בחלל (Tikhomirova et al., 2008).

במחקרים שהתמקדו עד היום במין חד שנתי של סליקורניה הנפוץ בארצות הברית (*Salicornia bigelovii*) ובהשקיה ברמה של שליש מי ים ושני שליש מי שתייה, נמצא שקווים מובילים של מין זה מייצרים ביומאסה של עד 3.2 טון לדונם במשך עונת גידול ווגטטיבית המסתיימת עם התקצרות אורך היום ועקב כניסתה של הסליקורניה לשלב הרפרודוקטיבי (Zerai et al., 2010). יש להדגיש ש S *bigelovii*. שימשה בהצלחה כתחליף מזון במנה לכבשים ועזים כשתכולת הסיבים ה-NDF (neutral detergent fiber) החשוב למעלי גירה נעה בין 34-54% (Kraidees et al, 1998; Glenn et al, 1992). כמו כן שילוב של 20% של סליקורניה בשלב הגבעולים (ווגטטיבי) עם ערך NDF של 54.1% במנה, שיפר את הגידול במשקל הכבשים בהשוואה לאחוז דומה של סליקורניה שמקורה בצמחים שפרחו בעלי ערך NDF של 35.6% (Kraidees et al, 1998). נתון זה מדגיש את חשיבות איכות

החומר בתלות בעיתוי הקציר המתאים לקבלת האיכות המרבית.

בידינו טיפוס סליקורניה וסרקוקורניה המתאימים להשקיה במים ברמות מליחות שונות עד רמה של מי ים, בעלי פוטנציאל לצבירת ביומאסה של עד 2.8 טון ח"י לדונם; Ventura et al., 2010; (2011a,b). פיתחנו ממשק רב קצירי המאפשר איסוף רב פעמי של חומר צעיר ואיכותי יותר במשך כל עונת הגידול, בהשוואה לאסיף חד פעמי המתואר בעבודות לעיל שבוצעו ע"י אחרים. ואכן, בבדיקת חומר ממספר טיפוסים שהושקו במליחות של 100 מילימולר NaCl (EC של 10 דציסימנס למטר) ונקצרו במערכת רב קצירית, נמצא בבדיקות שבוצעו במעבדתו של ד"ר מירון שתכולת ה-NDF בחומר היבש של סליקורניה רב-קצירית נעה בין 24 ל-26%. רמה זו נמוכה בהרבה בהשוואה לצמחי מספוא אחרים (כ 45% בתחמיץ תירס ו 55% בתחמיץ חיטה) ומצביעה על פוטנציאל צריכה ונעכלות גבוה עבור מעלי גירה ויכולת להחליף גרעינים במנה. יתר על כן, הממשק הרב קצירי גם מונע פריחה לחלוטין בטיפוסי סרקוקורניה הרב שנתיים, כך שמתאפשר קצירי תכוף בכל ימות השנה ללא צורך בתאורה מלאכותית וכתוצאה גם הגדלת צבירת הביומאסה ואיכותה. השפעת הרב קציריות על תכולה והרכב כימי של טיפוסים שונים של סליקורניה עדיין לא נבדקה על ידינו די הצורך. כך גם רמת המליחות במי השקיה והשפעתה על הרכב התזונתי של הגבעולים (NDF ונעכלות in vitro), כמו תכולת מלחים וסוכרים ורמה והרכב של חומצות שומן.

אנו מציעים לפתח את צמחי הסליקורניה וסרקוקורניה כגידולי חקלאי ליצור מזון איכותי עבור משק הבקר והחלב באופן שיקטין את השימוש בגרעינים במנה תוך שיפור הביצועים (תוצרי בקר חלב איכותיים יותר) וחיסכון ביבוא מזון. מוצע שימוש בסליקורניה, ליצירת ביומאסה איכותית להזנת בקר. גידול הסליקורניה יתבסס על ניצול מים מלוחים ומלוחים מאד וקרקעות שוליים מלוחים. ברשותנו קווים שאינם מושפעים מאורך יום ולכן אינם זקוקים לתאורה למניעת פריחה המקצרת את עונת הגידול ופוגמת באיכות. קווים אלה נמצאו מתאימים לרב-קציריות, לייצור תחמיץ איכותי ולייצור מוצר איכותי בהשקיה במים מליחים אף ברמה של מי ים (קווים VM ו-EL). ניסויים הקדמיים שבצענו מדגימים את הפוטנציאל הטמון בסליקורניה מבחינת ההרכב התזונתי ובכך מצביעים על היתכנותו גידול זה להקטנת הקף השימוש במזון מיובא.

3. מטרות המחקר

מוצע לפתח את הסליקורניה וסרקוקורניה כגידולים איכותיים להזנת בקר המנצל מים וקרקע שוליים שאינם ראויים לגידולים אחרים עקב מליחותם, ויקטין את השימוש בגרעינים. לפי המלצת ועדת השיפוט תתבצע בשלב ראשון, במשך שנה, בדיקת התכנות להתאמת סליקורניה להאבסת בקר ועיזים. שעל סמך תוצאותיה תוגש הצעה מלאה במועד ההגשה הבא.

המטרות הפרטניות הן:

1. יבול ואיכות טיפוס סליקורניה הגדלים ברמות מליחות שונות. 2. בחינת מועדי אסיף ליבול אופטימאלי (כמות ואיכות). 3. ייצור תחמיץ סליקורניה ואיכותו.

4. פירוט הניסויים וחמרים ושיטות

4.1 אבחון טיפוס סליקורניה ברמת מליחות שונה – יבול ואיכות:

שישה מינים וטיפוסים שונים של סליקורניה – חד שנתי – (FR, KZ, FB, N, DS, RN) ושלושה טיפוסים של סרקוקורניה – רב שנתי – (IS, EL, VM) גדלו בנוכחות של ריכוזים שונים של מלח ביסול: ביקורת (ללא NaCl), 100, 200 ו-500 מילימולר NaCl. הצמחים גדלו בצורה הידרופונית על מצע פרלייט בתמיסה של חצי הוגלנד. אחרי כחודשיים נערך קציר ראשון בסליקורניה ובעקבותיו נקצרו הצמחים במרווחים של ככל חודש וחצי עד סה"כ ארבעה קצירים. עבור סרקוקורניה הקציר הראשון נערך מאוחר יותר – כשלושה חודשים אחרי הזריעה – שאחריו נערכו שני קצירים נוספים במרווחים דומים לזה של הסליקורניה. בתום הקציר נשקלו הגבעולים לרישום משקל טרי ויבול. דוגמאות נלקחו להקפאה במינוס 80 מ"צ עבור בדיקות איכות כימיות. דוגמאות נוספות נלקחו ליבוש בתנור ב-70 מ"צ למשך-72 שעות ונמדדה משקל יבש.

להערכת השפעה של מליחות מי השקיה על קצב זמן יבוש נחתכו גבעולים באורך של כ-10 ס"מ ונשמרו בטמפ' בחדר למשך 24 שעות. תוך זמן היבוש נשקלו בגבעולים במרווחי זמן של 1, 2, 4, 8, 12 ו-24 שעות ופעם נוספת אחרי יבוש בתנור ל-48 שעות ב-70 מ"צ.

4.2 גידול סליקורניה וסרקוקורניה להכנת תחמיץ

סליקורניה טיפוס RN וסרקוקורניה טיפוס VM גדלו ברמת הנגב על חול דיונה במליחות של 4 ו-8 דציסימנס. הגבעולים נקצרו בהגעתם לגובה של כ-20 ס"מ. אחרי הקציר הגבעולים נחתכו לאורך של כ-2 ס"מ ועברו הקמלה תוך ערבוב פעמיים ביום ל-30% ח"י בטמפרטורת הסביבה למשך 3 ימים.

4.3 ייצור תחמיץ סליקורניה וסרקוקורניה ואיכותו

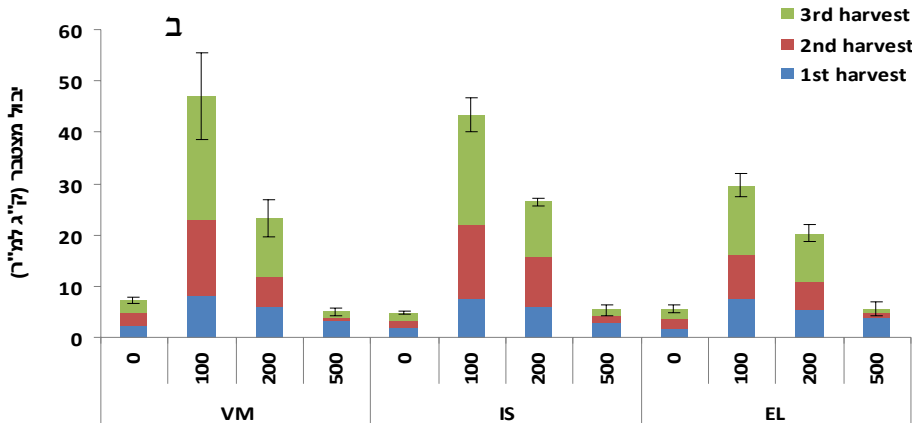
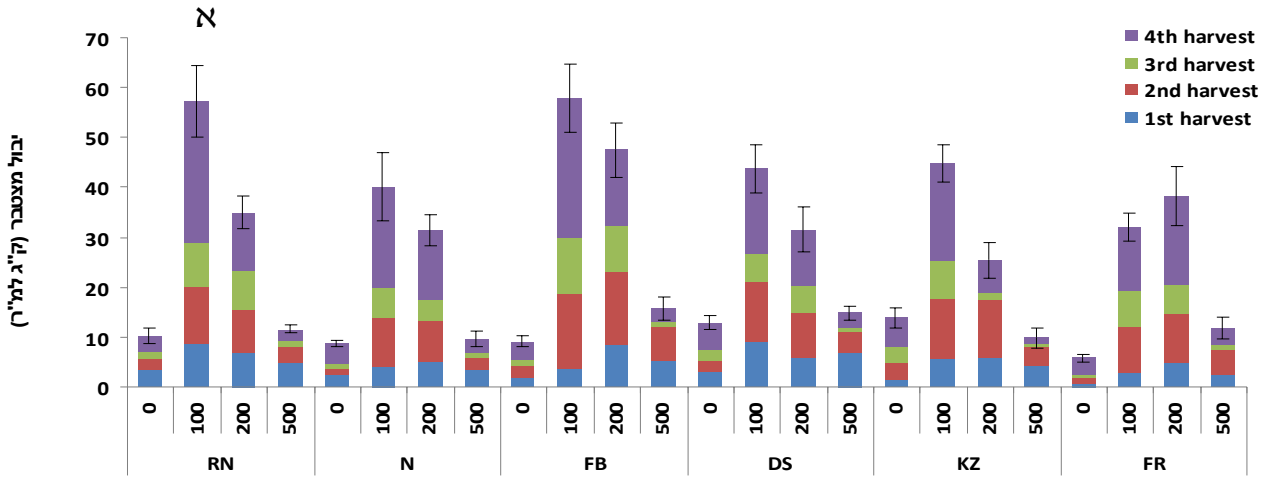
החומר המוקמל השתמש להכנת התחמיץ בצנצנות בגודל של 2 ליטר אטומות בלפחות 3 חזרות לבחינת השפעות רמת המלח והלחות. בנוסף לסליקורניה בלבד הכנו גם תערובת של קליפות סויה עם סליקורניה ביחס 2:1 וגרעיני תירס כתושים ביחס 2:1 להעלאת תכולת הח"י. תהליך ההחמצה התרחשה במשך חודש בטמפרטורת החדר ללא שמש ישירה. בדיקת נעכלות ואיכות החומר הטרי והתחמיץ התבצעה לפי שיטות המפורטות בהמשך:

קביעת תכולת דופן התא הצמחי (NDF) בסליקורניה וסרקוקורניה, כמו גם הרכב הדופן (צלולוז, המיצלולוז, ליגינין) התבצעו תוך שימוש בשיטת המיקטוע בעזרת דטרגנטים של (Van Soest et al., 1991). הנעכלות in vitro על ידי חיידקי הכרס במבחנה נבדקה בחומרי המוצא ובתחמיצים על פי השיטה הדו-שלבית (Tilley and Terry 1963) הכוללת אינקובציה למשך 48 שעות עם בופר ואינוקולנט של חיידקי כרס, ובסיומו שפיית הנוזל העליון (מסיס=נעכל) ואינקובציה למשך 48 שעות עם 0.2% פפסין בתמיסת 0.1N HCl. תכולת חלבון בחומרי המוצא ובתחמיצים נקבעה בשיטת קילדהל (AOAC, 1980). תכולת החומר היבש נקבעה לאחר יבוש בתנור מאוורר ב 60 מ"צ למשך 72 שעות. תכולת האפר במידגמים נקבעה אחרי שריפה ב 600 מ"צ למשך 3 שעות.

5. תוצאות ודיון

רמת מליחות לקבלת יבול מקסימאלית

ריכוז המלח במי השקיה לגידול מקסימאלי של סליקורניה וסרקוקורניה הינו 100 מילימולר (כ-10

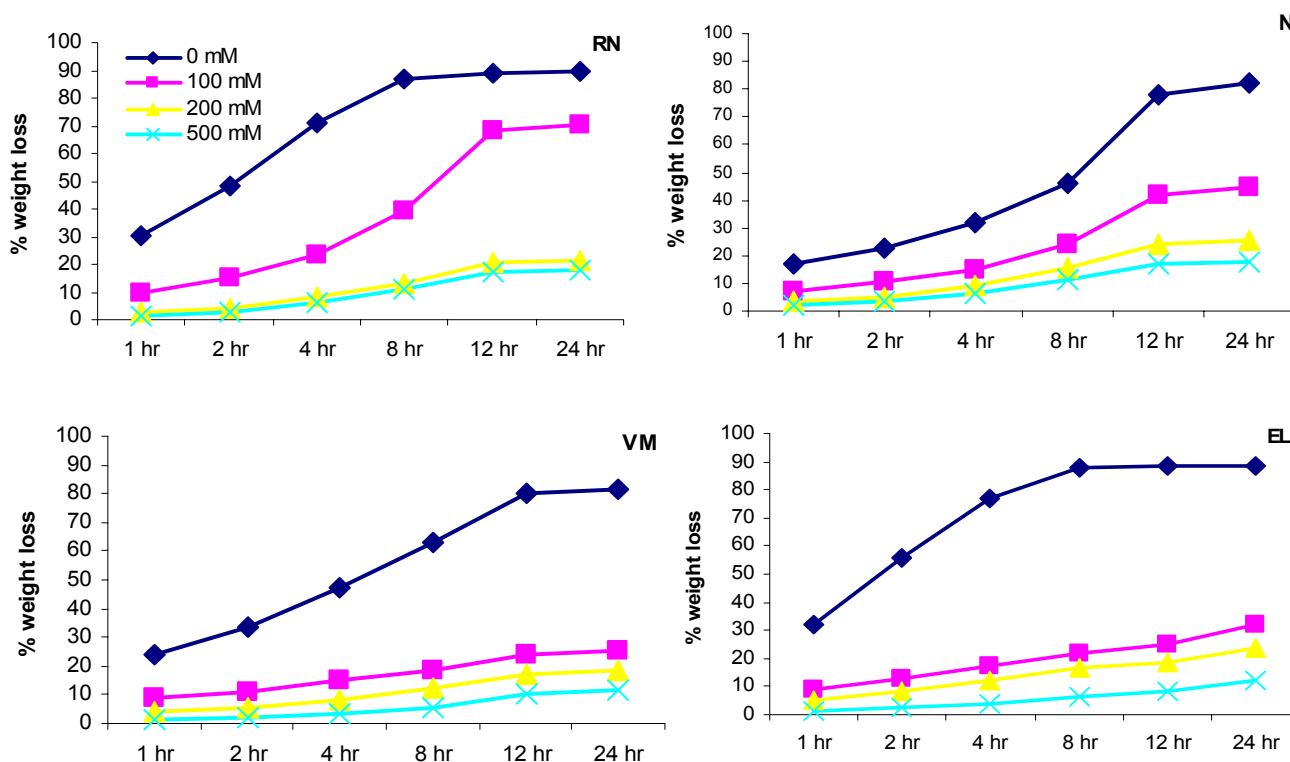


איור 1 השפעת מליחות במי השקיה על יצירת ביומאסה של טיפוס סליקורניה (א) וסרקוקורניה (ב)

דציסימנס) (איור 1 א, ב). עליה נוספת במליחות גרמה לירידה משמעותית ביבול המצטבר של טיפוס RN ו- KZ, בטיפוסי N, FB, FR ו- DS לא התקבלו הבדלים מובהקים. כל הטיפוסים הציגו עיכוב בגדילה כשנחשפו לרמה הגבוהה ביותר של מליחות במי השקיה והגיבו בירידה ביצור ביומאסה. גם חוסר נוכחות מלח במי השקיה גרמה להתפתחות איטית של הצמחים בעלי ענפים דקים בקוטרם עם סוקולנטיות מופחתת. צמחי סרקוקורניה הראו צורת גידול דומה לסליקורניה בתגובה למליחות עם יבולים מקסימאליים ב-100 מילימולר מלח בישול וירידה עם עליה במליחות (איור 1 ב). צמחים שגדלו ללא מלח היו מעוכבים ביצירת ביומאסה בדומה לטיפול המלח הגבוה.

איבוד מים

לאמידת קצב ההתייבשות נלקחו גבעולים חתוכים של סליקורניה וסרקוקורניה למדידת השפעת מליחות על קצב עיבוד המים. גבעולים שהושקו במים מתוקים בלבד התייבשו במהירות וכבר אחרי שעתיים של טיפול יובש טיפוסים RN ו-EL איבדו כ- 50% של משקלם. בטיפוס N איבוד המים היה בקצב איטי יותר בהשוואה לטיפוסים האחרים. אחרי זמן ממושך של 8 שעות טיפוס זה איבד עדיין פחות מ-50% של משקלו (איור 2).



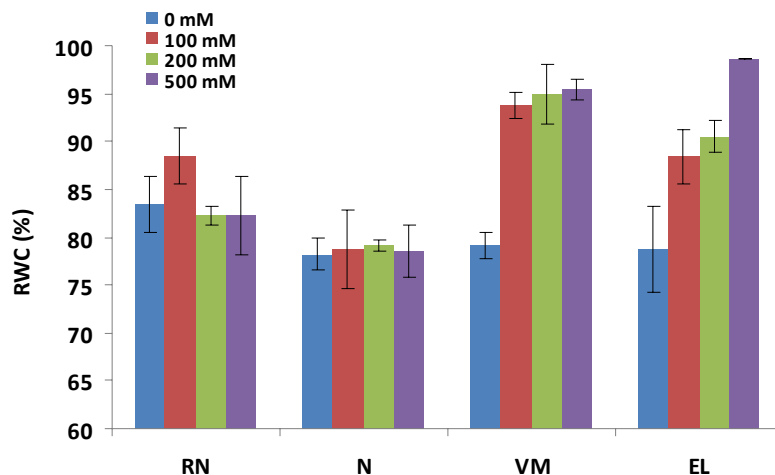
איור 2 איבוד מים בגבעולים של שני טיפוסים סליקורניה (RN, N) ושני טיפוסים סרקוקורניה (EL, VM) במשך 24 שעות כתלות במליחות מי השקיה

בצורה משמעותית, תופעה שהתחזקה עם העליה במליחות במי השקיה. צמחים שהושקו במליחות של 500 מילימולר נתון כלורי איבדו פחות מ-20% ממשקלם אחרי 24 שעות. תוצאות אלו מבליטות את חשיבות גידול בתנאי מליחות על משך זמן ההקמלה לצורך הכנת תחמיץ.

RWC - תכולת מים יחסית

השפעת מליחות מי השקיה על תכולת המים היחסית בגבעולי סליקורניה בהשוואה לסרקוקורניה נאמדה.. נמצא שהמליחות לא משפיעה על תכולת המים היחסית בגבעולי סליקורניה, אך בסרקוקורניה

נמצא שעם העליה במליחות נצפתה עליה בתכולת המים היחסית (איור 3), גורם שמדגיש את ההבדלים בעמידות למליחות בין שני סוגי הצמחים.



איור 3 תכולת מים היחסית (RWC) של שני טיפוסים סליקורניה (RN, N) ושני טיפוסים סרקוקורניה (VM, EL) בתלות במליחות מי השקיה

גידול סליקורניה וסרקוקורניה על חול דיונה להכנת תחמיץ

סליקורניה וסרקוקורניה גדלה היטב בחול דיונה עם השקיה במים מליחים של עד 10 דציסימנס (איור 4). אחרי הקציר הגבעולים עברו תהליך של יבוש עד כ-30% ח"י בתנאי סביבה מבוקרים כגון חממה



איור 4. סליקורניה לפני קציר (שמאל) וסרקוקורניה אחרי קציר (ימין) ברמת הנגב

לפני הכנת התחמיץ.

ייצור תחמיץ סליקורניה וסרקוקורניה ואיכותו

תכולות המרכיבים הכימיים נבחנו בתחמיצים שונים של סליקורניה וסרקוקורניה והתוצאות מובאות בטבלה 1. נמצא כי תכולת ה-NDF בחומר יבש של סליקורניה וסרקוקורניה רב-קצירית נעה בין 23.8% ל-27.6% ותכולת החומר האורגני בין 47.3 ל-54%. הנעילות במבחנה של החומר היבש, החומר האורגני וה-NDF בטיפוסי הסליקורניה השונים מוצגת בטבלה 2. נעילות החומר האורגני הגבוהה ביותר נמצאה בסליקורניה מטיפוס N (75.2%) והנמוכה ביותר בסרקוקורניה מטיפוס VM (63.6%). נראה שהגורמים העיקריים לנעילות החומר האורגני הגבוהה בסליקורניה הם החלבון המסיס והפחמימות המסיסות של הצמח, שכן נעילות ה-NDF ורכיביו בסליקורניה הייתה נמוכה יחסית (56% לטיפוס N) וזו של הסרקוקורניה VM אף נמוכה ממנה (35.8%).

טבלה 1. תכולת חומר האורגני והרכיבי דפנות התאים בזני סליקורניה וסרקוקורניה (% ע"ב ח"י)

OM	NDF	hemicellulose	cellulose	lignin	טיפוס	מין
54.0	26.2	12.9	6.46	6.59	N	סליקורניה
51.4	27.6	12.3	7.12	5.59	RN	סליקורניה
47.3	24.7	11.9	7.50	4.62	FR	סליקורניה
51.5	24.9	11.0	7.03	4.17	EL	סרקוקורניה
49.8	23.8	11.6	7.32	4.36	VM	סרקוקורניה

טבלה 2. נעילות חומר היבש, חומר האורגני ודפנות התאים של זני סליקורניה וסרקוקורניה (%)

IVDMD	IVOMD	NDF-Dig	טיפוס	מין
85.9	75.2	56.0	N	סליקורניה
83.4	68.2	30.0	RN	סליקורניה
83.2	65.7	20.5	FR	סליקורניה
84.4	70.8	39.9	EL	סרקוקורניה
81.3	63.6	35.8	VM	סרקוקורניה

גידול הסליקורניה (טיפוס RN) במליחות של 4 או 8 דציסימנס לא שינה משמעותית את הנעילות ואת ההרכב של חומר המוצא ושל התחמיץ לגבי הפרמטרים NDF, המיצולוז, צלולוז וליגנין (טבלה 3).

טבלה 3. הרכב דפנות התאים של צמחי סליקורניה מוקמלים שגודלו על מים מליחים 4 ו 8 דציסימנס ותחמיצים שלהם (% עייב חומר יבש)

סליקורניה					
מוקמלת*	DM	NDF	hemicellulose	cellulose	lignin
חומר מוצא					
4 dS/m	28.0	28.0	11.4	8.90	7.23
8 dS/m	25.2	29.0	11.3	9.15	8.06
תחמיצים					
4 dS/m	28.0	24.2	7.79	8.25	7.89
8 dS/m	25.1	24.7	8.33	7.73	7.89

*לא היה אבדן חומר יבש במהלך ההחמצה של הסליקורניה המוקמלת.

כן נצפתה ירידה קטנה בתכולת החומר האורגני עם עליה במליחות של מי השקיה בחומר המוצא ובתחמיצים שלא השפיעה על תכולת החלבון, pH ו- ועל נעילות החומר האורגני במבחנה. נעילות אין וויטרו של חומר יבש (טבלה 4).

טבלה 4. תכולת חומר האורגני, החלבון, pH ונעילות החומר האורגני במבחנה של צמחי סליקורניה מוקמלת שגודלה במים מליחים 4 ו 8 דציסימנס ושל התחמיצים שלהם* (% עייב חומר יבש).

סליקורניה מוקמלת	OM	protein	pH	IVDMD
חומר מוצא				
4 dS/m	57.0	20.8	6.14	81.8
8 dS/m	52.6	20.4	6.35	82.5
תחמיצים				
4 dS/m	56.5	20.7	5.04	83.1
8 dS/m	53.2	19.2	5.30	83.8

*לא היו הפסדי חומר יבש במהלך ההחמצה של סליקורניה מוקמלת שהושקה במים מלוחים 4 ו 8 דציסימנס.

עליה במליחות במי השקיה ל-8 דציסימנס גרמה לעליה בנתרן בחומר המוצא ובתחמיצים של סליקורניה, לעומת זאת ביסודות סידן, מגנזיום ואשלגן נרשמה ירידה. לא ניצפו הבדלים ביסודות גופרית וזרחן (טבלה 5). מעניין לציין שתכולת ברזל קטנה בין 40-60% עיכבה עלייה במליחות וטיפול ההחמצה (טבלה 5).

טבלה 5. תכולת המינרלים ע"ב חומר יבש בסליקורניה מוקמלת שגודלה על מים מליחים 4 ו 8 דציסימנס ובתחמיצים שלה.

	סליקורניה מוקמלת 4 dS/m	סליקורניה מוקמלת 8 dS/m	סליקורניה תחמיץ 4 dS/m	סליקורניה תחמיץ 8 dS/m
Macro elements (%)				
Ca	1.36	1.14	1.36	1.13
Mg	1.06	0.88	0.92	0.83
K	3.14	2.97	3.34	3.04
Na	12.9	13.4	10.4	11.8
S	0.30	0.30	0.30	0.29
P	0.36	0.36	0.35	0.35
Total (%)	19.1	19.1	16.6	17.4
Micro elements (mg/100g)				
Al	33.8	23.5	20.0	24.8
Fe	35.9	21.1	14.7	17.8
B	3.89	3.43	4.61	4.13
Ba	0.40	0.35	0.35	0.37
Cu	0.48	0.58	0.49	0.54
Mn	3.20	3.40	2.64	3.24
Si	3.31	3.16	2.94	2.92
Zn	4.16	3.83	4.27	4.45
Cr	0.11	0.09	0	0
Total (mg/100g)	85.2	59.4	50.0	58.3

ערבוב סליקורניה מוקמלת עם קליפות סויה או גרעיני תירס ביחס 2:1 הביא לעליה בתכולת ח"י ו ונעכלות חומר היבש *in vitro* (טבלה 6). תוספת של קליפות סויה השפיע משמעותי על הרכב הדפנות של NDF, צלולוז והמיצלולוז בחומר המוצא ובתחמיצים (טבלה 7).

טבלה 6. תכולת חומר היבש, החלבון, ונעכלות חומר היבש in vitro וה-pH, של צמחי סליקורניה טריה, תערובת סליקורניה טריה +קליפות סויה (2:1), ותערובת סליקורניה טריה וגרעיני תירס (2:1) ושל התחמיצים שלהם* (% ע"ב חומר יבש)

IVDMD	חלבון	pH	ח"י (%)	סליקורניה מוקמלת חומר מוצא
83.2	13.0		6.29	סליקורניה טריה
89.3	10.8		22.30	סליקורניה + ק' סויה
89.1	10.0		18.40	סליקורניה + ג' תירס
תחמיצים				
81.8	13.6	5.03	6.79	סליקורניה טריה
87.0	16.4	3.76	22.30	סליקורניה +ק' סויה
88.3	14.8	2.56	21.50	סליקורניה + ג' תירס

*טבלה 6 מדגימה כי לא נמצא אבדן חומר יבש בהחמצה של הסליקורניה הטרייה אבל התחמיצים שלה אופיינו ביצירת ניטרואוקסיד ובריש מקולקל. תחמיצי התערובות עם קליפות סויה או תירס טחון אופיינו בריח תחמיץ טוב ובהיעדר הפסדי החמצה וב pH נמוך מ 4.0 המעיד על תחמיץ טוב בעל יכולת שימור טובה.

טבלה 7. הרכב דפנות התאים של צמחי סליקורניה טריה, תערובת סליקורניה וקליפות סויה (2:1), תערובת סליקורניה וגרעיני תירס (2:1) ותחמיצים שלהם (% ע"ב חומר יבש)

lignin	cellulose	hemicellulose	NDF	סליקורניה מוקמלת חומר מוצא
3.95	10.20	7.13	23.1	סליקורניה טריה
4.37	36.20	16.60	57.5	סליקורניה + ק' סויה
2.93	4.68	11.60	19.6	סליקורניה + ג' תירס
תחמיצים				
5.64	8.17	8.89	26.5	סליקורניה טריה
4.07	36.90	13.80	55.0	סליקורניה +ק' סויה
2.25	4.36	8.37	14.9	סליקורניה + ג' תירס

6. סיכום

בגלל תכולת החומר האורגני הנמוכה וריבוי האפר בכל מידגמי הסליקורניה שנבחנו לא התאפשר ביצוע ניסוי אכילה ועיכול בטלאים, שכן אסור להאכיל בעלי חיים יצרניים במנה שתכולת האפר שבה עולה על 25% מהחומר היבש.

7. ספרות מצוטטת

- Glenn, E.P., Coates, W.E., Riley, J.J., Kuehl, R.O., Swingle, R.S., 1992. *Salicornia bigelovii* Torr.: A seawater-irrigated forage for goats. *Animal Feed Science and Technology* 40, 21-30.
- Glenn, E.P., O'Leary, J.M., Watson, M.C., Thompson, T.L., Kuehl, R.O., 1991. *Salicornia bigelovii* Torr: an oilseed halophyte for seawater irrigation. *Science* 251, 1065-1067.
- Kraidees, M.S., Abouheif, M.A., Al-Saiady, M.Y., Tag-Eldin, A., Metwally, H., 1998. The effect of dietary inclusion of halophyte *Salicornia bigelovii* Torr. on growth performance and carcass characteristics of lambs. *Animal Feed Science and Technology* 76, 149-159.
- Lu, D., Zhang, M., Wang, S., Cai, J., Zhou, X., Zhu, C., 2010. Nutritional characterization and changes in quality of *Salicornia bigelovii* Torr. during storage. *Food Science and Technology* 43, 519–524.
- O'Leary, J., 1988. Saline environments and halophytic crops. In: *Arid lands today and tomorrow: Proceedings of an International Research and Development Conference*. Whitehead, E.E., Hutchinson, C.F., Timmerman, B.N., and Varady, R.G., Eds., Westview Press, Boulder, CO.
- Sagi, M., Omarov, R.T., Lips, S.H., 1998. The Mo-hydroxylases xanthine dehydrogenase and aldehyde oxidase in ryegrass as affected by nitrogen and salinity. *Plant Sci.* 135, 125-135.
- Sarker, S.K., Park, S., Kim, G., Yank, C., 2010. Hamcho (*Salicornia herbacea*) with probiotic as alternative to antibiotic for broiler production. *J. Med. Plant Res.* 4, 415-420.
- Tikhomirova, N.A., Ushakova, S.A., Tikhomirov, A.A., Kalacheva, G.S., Gros, J.B., 2008. Possibility of *Salicornia europaea* use for the human liquid wastes inclusion into BLSS intra system mass exchange. *Acta Astronautica* 63, 1106–1110.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18, 104-111.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal production. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.
- Ventura, Y., Wuddineh, W.A., 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.
- Ventura, Y., Wuddineh, W.A., Myrzabayeva, M., Alikulov, Z., Khozin-Goldberg, I., Shpigel, M., Samocha, T.M., Sagi, M., 2011a. 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.
- Ventura, Y., Wuddineh, W.A., Shpigel, M., Samocha, T. M., Klim, B.C., Cohen, S., Shemer, Z., Santos, R. and Sagi, M. 2011b. Effects of day length on flowering and yield production of *Salicornia* and *Sarcocornia* species. *Sci Hortic.* 130, 510-516.
- Zerai, D.B., Glenn, E.P., Chatervedi, R., Lu, Z., Mamood, A.N., Nelson, S.G., Ray, D.T., 2010. Potential for the improvement of *Salicornia bigelovii* through selective breeding. *Ecol. Eng.* 36, 730-739.

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.
מוצע לפתח את הסליקורניה וסרקוקורניה כגידולים איכותיים להזנת בקר המנצל מים וקרקע
שוליים שאינם ראויים לגידולים אחרים עקב מליחותם, ויקטין את השימוש בגרעינים
1. יבול ואיכות טיפוס סליקורניה הגדלים ברמות מליחות שונות. 2. בחינת מועדי אסיף ליבול
אופטימאלי (כמות ואיכות). 3. ייצור תחמיץ סליקורניה ואיכותו. 4
עיקרי הניסויים והתוצאות.
אבחון טיפוס סליקורניה ברמת מליחות שונה – יבול ואיכות
ריכוז המלח במי השקיה לגידול מקסימאלי של סליקורניה וסרקוקורניה הינו 100 מילימולר
ייצור תחמיץ סליקורניה וסרקוקורניה ואיכותו
מצאנו כי רמת ה-NDF בחומר יבש של סליקורניה וסרקוקורניה רב-קצירית נעה בין 23.8% ל-27.6% וחומר האורגני בין 47.3 ל-54%.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
כן, אך בגלל תכולת החומר האורגני הנמוכה וריבוי האפר בכל מידגמי הסליקורניה שנבחנו לא התאפשר ביצוע ניסוי אכילה ועיכול בטלאים, שכן אסור להאכיל בעלי חיים יצרניים במנה שתכולת האפר שבה עולה על 25% מהחומר היבש
1. בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?
יש לאתר טיפוס סליקורניה וסרקוקורניה בעלי תכולת אפר נמוכה וחומר אורגני גבוה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - <u>ציטט</u> ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר

	מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
	אין פרסומים או פטנטים
	פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
	<input checked="" type="checkbox"/> רק בספריות <
	<input type="checkbox"/> ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) <
	<input type="checkbox"/> חסוי – לא לפרסם <
	האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? לא -