

# מפעלי רמת הנגב בע"מ

ד.ג. חלוצה 8551500

טל: 08-6557919 | פקס: 08-6557492

agr\_exp@mop-rng.org.il



20/4/2020

## פיתוח ממשק הזנה חנקנית בגידול מני סליקורניה

צוות המחקר: עופר גיא, ציון שמר, ד"ר יובל קיי, שבתאי כהן מילי זנבר, איימי חיזקיהו ועינן שגיא.

שותפים: פרופ' משה שגיא וד"ר דומניק סטנדינג (אוניברסיטת בן גוריון).

### תקציר:

בשנת 2003 החל מחקר במ"פ רמת נגב אשר התמקד בהפיכת צמח הסליקורניה (פרקן עשבוני, חד שנתי) מצמח בר לגידול מסחרי המיועד ליצוא. מחקר אשר הוביל לפיתוח ענף יצוא בהיקף של מאות טונות של תוצרת לאירופה, המחקר הראשוני לא עסק בפיתוח פרוטוקול הזנה. בשנים האחרונות הוחלף זן ה"סליקורניה" ל"סרקוקוניה" שהוא צמח רב שנתי (3 שנים) עמיד יותר בפני מחלות יחסית לסליקורניה המוצר הנו זהה לחלוטין בין שני המינים מבחינת הצרכן הסופי. המחקרים העוסקים בנושא ההזנה בזן זה הם מועטים מאוד ואין ידע מבוסס לגבי דישון בסרקוקוניה. בשלב זה פרוטוקול הדישון הנהוג אינו מבוסס על מחקר מסודר בנושא. בנוסף לכך בשנים האחרונות חלה עליה של כ-30 אחוז במחירי הדשן החנקני בישראל. המחקר הזה משווה בין דשנים בעלי מקור חנקני שונה וברמות דישון שונות. המחקר מסייע לפיתוח ממשק הזנה אופטימלי של גידול והן בחיסכון בדשן ובעלותו לגידול.

### רקע:

שְׂרָשֶׁר רֶב-שָׁנָתִי או בשמו הלטיני *Sarcocornia perennis* ממשפחת הסלקיים Chenopodiaceae. הצמח נפוץ בישראל בעיקר באזור עמק עכו במישור החוף הצפוני (אבינועם דנין "צמחית ישראל ברשת"). הצמח הוא הלופיט (Halophytes) תת מין למשפחת Amaranthaceae בעל מבנה סוקולנטי, רב שנתי גדל באזורי חוף הים או בביצות מלוחות (Kadereit, Mucina, & Freitag, 2006). שטחי הגידול המסחריים בישראל פרוסים בעיקר באזור הדרום באילת, בכיכר סדום, ברמת הנגב ושטחים מועטים בבקעת הירדן ועמק המעינות בהיקף כולל של כ-500 עד 600 דונם. ברמת נגב קידוחי המים המליחים בעומק של כ-500 מטר באיכות של כ-4.5 dS/m. בשנת 2003 החל מחקר במ"פ רמת נגב אשר התמקד בהפיכת צמח הסליקורניה (פרקן עשבוני, חד שנתי) מצמח בר לגידול מסחרי המיועד ליצוא. מחקר זה הוביל לפיתוח ענף יצוא בהיקף של מאות טונות לשנה של תוצרת זו לאירופה, אשר פודה כ-10 מיליון ₪ לשנה. בשנים האחרונות הוחלף זן ה"סליקורניה" ל"סרקוקוניה" (שרשר רב שנתי) שהוא צמח רב שנתי (3 שנים) עמיד מאוד בפני פגעי מחלות צמחים בהשוואה לסליקורניה הרגישה. ירק העלים הסרקוקורניה (*Sarcocornia*) דומה דמיון מוחלט למוצר הסליקורניה במראהו ובטעמו, כמוהו מכיל תכולה גבוהה של מינרליים, סוכרים, חלבונים ואנטי-אוקסדנטים החשובים לתזונת האדם. יתרונם של הסליקורניה והסרקוקורניה כמזון בריאותי מוגבר

הודגם וקיבל משנה תוקף כאשר נמצא שהם מקור מעולה לחומצות שומן (2 מ"ג לגרם חומר טרי) ואומגה 3 (1 מ"ג לגרם טרי), הידועים בתרומתם לבריאות האדם (Ventura et al., 2011a).

הסליקורניה והסרקוקורניה אינם ענפי גדול מקובלים בעולם ולכן קיים מעט מאוד מידע עליהם כצמחי תרבות ועל תגובתם להזנה. המחקרים העוסקים בנושא ההזנה בצמחים אלו הם מועטים מאוד ואין ידע מבוסס לגבי דישון בסרקוקורניה. עיקר המקורות העוסקים בסרקוקורניה מתייחסים לגידול זה כצמח לטיהור שפכים ופחות כגידול למאכל טרי לבני אדם.

העלאת המוליכות החשמלית במי השקיה בגידול סרקוקורניה באמצעות NaCl לרמות של 2.5 ועד 7.5 dS/m לא הביאה לירידה בכמות החומר היבש או ביעילות השימוש במים אך הביאה לירידה ביעילות קליטת חומרי הזנה ב-10, 18 ו-12% בחנקן זרחן ואשלגן בהתאמה (García et al., 2016).

צמחי הסליקורניה (*S. europaea*) מגיבים בצבירה טובה יותר של ביומסה בהזנה חנקנית ( $\text{NO}_3^-$ ) או בהזנה משולבת של אמון חנקתי ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) מאשר בהזנה באמצעות אמון ( $\text{NH}_4^+$ ) בלבד (Quinta, R., et al., 2014). לעומת זאת בהשקיה במים מליחים עם מוליכות חשמלית של כ-20 dS/m בסליקורניה (*S. bigelovii*) צבירת הביומסה הייתה גבוהה יותר בהזנה חנקנית כאמון ( $\text{NH}_4^+$ ) מאשר בחנקה ( $\text{NO}_3^-$ ) (Kudo and Fujiyama, 2010). ההסבר לכך הוא ירידה ברמות הנתרן עקב התחרות בין יוני האמון לנתרן ועליה בעקבות כך ברמות האשלגן הנקלט ע"י הצמח. בריכוזים נמוכים של חנקן בתמיסת ההשקיה אופיינה תחרות בין יוני החנקה והכלוריד ונמצאה ירידה בריכוז יוני הנתרן ( $\text{Na}^+$ ) עם העלייה בריכוזי החנקן הכללי בתמיסה (Kudo and Fujiyama, 2010). העדויות לגבי אפקטיביות הקליטה של צורני החנקן השונים לעיתים סותרים אחד את השני על רקע של תנאי גידול שונים והבדלים גנטיים בין סליקורניה לסרקוקורניה, כאשר אחד ההבדלים הגדולים טמון בכך שהסליקורניה היא חד שנתית ואילו הסרקוקורניה רב שנתית, כך שעל ציר הזמן עשוי להיות הבדל רב בפרמטרים שונים של קליטת יסודות הזנה. במיוחד כתוצאה ממחזורים של צמיחה וקציר. בעירית לדוגמה נמצא כי ריכוז הזרחן ואשלגן יורד עם הקצירים כך לדוגמה ריכוז החנקן בעלים בקציר ראשון שני ושלישי היה 4, 3.8, 3.4% בהתאמה (אורי ירמיהו ידע אישי). בצמחי רוקולה רב קצירי נמצא כי דישון ב-30% אמון מפחית את בעיית הצהבת העלים אך מגדילה את בעיית הריקבון שמתפתח באחסון. העלאת רמת האמון הביאה לעליית הזרחן בעלים עקב ירידת pH באזור מערכת השורשים, עליה ברמות האמון הביאה לירידה ברמות הסידן בעלים (ירמיהו וחוב' 2008/9). עליה ברמות האמון בתמיסת ההשקיה הביאה לעליה בקליטת הברזל בעלים לעומת רמות גבוהות יותר של חנקה, ואילו עליה בריכוז האמון בתמיסת ההשקיה גרמה לירידה בריכוזי האשלגן בעלים (אורי ירמיהו וחוב' 2004/5).

חסר יידע בתגובה של הסרקוקורניה לרמת החנקן ומקור החנקן ויש לציין שגם במין החד שנתי המחקר הראשוני לא עסק בפיתוח פרוטוקול הזנה הצמח בגידול זה. השערת המחקר כי יחסי אמון חנקה הנוטים ליחס גבוה יותר של אמון ישפרו קליטת יסודות אחרים כגון זרחן ויתכן כי ישפרו את ביצועי הצמח.

פרוטוקול הדישון הנהוג אינו מבוסס על מחקר מסודר בנושא. יתכן כי ממשק הדישון הנוכחי שמבוסס על תצפיות שדה הוא ברמת דישון במחסור שעלול להיות הגורם המגביל לכמות היבול ולאיכותו או שהדישון עודף ועלול לגרום לפגיעה באיכות, לבזבז של תשומות והוצאות מיותרות. גידול הסרקוקורניה מתאפיין בקצירים של אחת לשבועיים בקיץ ואחת לחודשיים בחורף (ידע אישי,

שמר). עקב כך חלות תנודות גדולות מאוד במצב הצמח הקשורות גם לקליטת חומרי הזנה על רקע של קצירים רבים ומשתני אקלים גדולים מאוד בין העונות השונות. כיום בישראל משתמשים בכ-150 יחידות חנקן במהלך שנת גידול (ידע אישי, שמר). עלות יחידת חנקן כאוריאה (מוצקה) עומדת על כ-3.5 ₪ ויחידת חנקן על בסיס אמון חנקתי נוזלי כ-5.6 ₪ עלות הדשן החנקני לדונם לשנה 525 עד 850 ₪ בהתאמה (דשנים 2017). בשנה האחרונה חלה עליה חדה של כ-30 אחוז במחירי הדשן החנקני בישראל, המעלה את החשיבות של פיתוח ממשק הזנה בחנקן נכון ושאינו בזבזני הן מבחינת אופטימיזציה של גידול והן בחיסכון בדשן ובעלותו לגידול. בניסויים אלו נבחן טווח של ריכוזי חנקן ומקורות חנקן במטרה לגבש דישון חנקני מיטבית הן מבחינת היבול הכללי והן מבחינת איכותו. אופי הגדול הוא רב שנתי הכולל מספר מחזורים של צמיחה וקציר יאפשר כמות של ייצור ביומסה וצבירת חנקן עם הזמן כתלות בטיפולים ובעונות השנה. בהתאם לתוצאות השנה הראשונה נוכל לבצע שינויים בריכוזי החנקן שנבחן בשנה השנייה והשלישית. בכל זמן נבחן תשעה טיפולי חנקן שיכללו שילוב של שלושה ריכוזי חנקן ושלושה יחסים של אמון לחנקה באופן פקטוריאלי. בניסוי זה נבחנו שלושה ריכוזי חנקן: 1. ריכוז נמוך 50 ח"מ תנאי עקת חנקן. 2. 100 ח"מ כריכוז ביניים. 3. 150 ח"מ כריכוז גבוה.

#### **מטרות:**

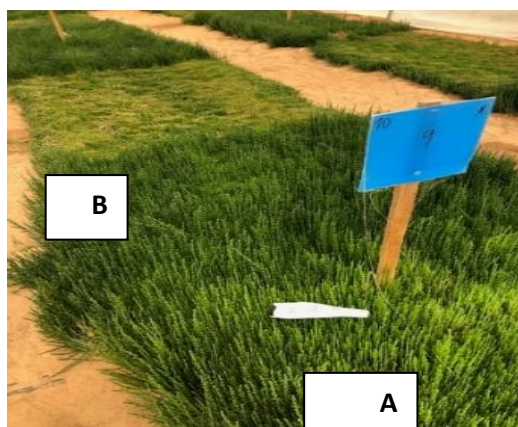
1. ייצור פרוטוקול הזנה המבוסס על בחינת יחסי אמון חנקה שונים וריכוזי חנקן שונים על מנת לאפיין את היחס המתאים בצורני החנקן וברמות הדישון.
2. חיסכון בהוצאות הדישון.
3. שיפור ביבול ובאיכות המוצר הרב קצירי בהשפעת ריכוז ומקור החנקן.
4. קיצור האינטרוול בין הקצירים בחורף.

#### **חומרים ושיטות:**

הניסוי בוצע בתחנת הניסיונות רמת נגב. חלקת הניסוי נזרעה ב-18/5/18 בבית רשת 50 מש בקרקע חולית ללא מתן קומפוסט. היקף הניסוי 340 מ"ר ב-6 ערוגות. מרחק בין ערוגות הוא 2 מ', 3 שלוחות לערוגה עם צינור טיפוף בקוטר 20 מ"מ, טפטפות כל 20 ס"מ עם ספיקה 1.6 ל"ש' חלקת השקילה בגודל של 4 מ"ר ובלוק טיפולי הדשן היה באקראי (תמונה 1). ההשקיה בניסוי זה מתבססת על מים מליחים במוליכות חשמלית של 4.3 dS/m לפני תופסת הדשן. ב-27/5/18 החלה נביטה בחלקה. כמות ההשקיה בשלב זה הייתה 8 קוב"ד/יום. הדישון החל 45 יום מנביטה ועד לקציר הטכני השני היה זהה בכל הטיפולים דשן 6:6:6, 70 ח"מ בכדי ליצור אחידות והתבססות טובה בחלקות. בתחילת אוקטובר התחלנו את טיפולי הדשן: 1. חומצת חנקה (קלמגאון 5:0:0 דשן חומצי HNO<sub>3</sub> המכיל ניטראט בלבד). על מנת לסתור את החומצה ושמי ההשקיה יהיו ב-pH מעל 5.5 הוספנו סודיום ביקרונט בריכוז של כ-170 גר"/ליטר במדשנת תפן בכל השקיה במינון של 0.2%. (100 גר' לקוב סודיום ביקרונט יתרום לעליה של יחידת pH אחת במי ההשקיה). 2. דישון באמון חנקתי המכיל 50% אמון ניטראט. 3. אמון גופרתי כולו אמון המכיל 8.5% חנקן צרוף. בכל הדשנים לא הוספנו מיקרו-אלמנטים וכל טיפולי הדשן ניתנו בשלוש רמות שונות במהלך הניסוי: 50, 100, 150 ח"מ. לכל הטיפולים ניתן אותו משטר השקיה. בתחילת דצמבר ועד אפריל התקנו שתי מנהרות ו" עבירות מכוסות פלסטיק שקוף בעובי 100 מיקרון בתוך בית הרשת על מנת לספק תנאים

המאפשרים קצירים בחורף (תמונות 1-4). הטמפרטורה והלחות נוטרו במהלך הניסוי ע"י אוגרי תנונים מסוג (Hobo). מי הטפטפת ומי המשאב בכל הטיפולים נוטרו במהלך הניסוי ברמה שבועית.

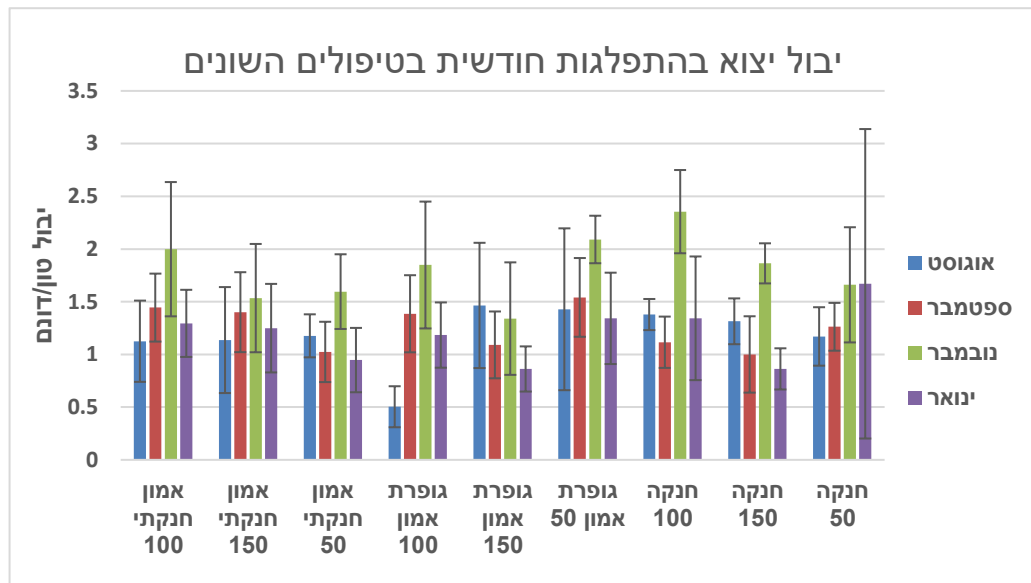
תמונות 1-4: זריעת סרקוקורניה בבית הרשת והלבשת מנהרה עבירה מכוסה בפלסטיק בתוך בית הרשת לחורף. תמונות קציר חורפי של הניסוי. A טיפול דישון קלמגאון ריכוז נמוך לעומת B טיפול דישון אמון גופרתי ריכוז גבוה הבדל בגוון העלווה.



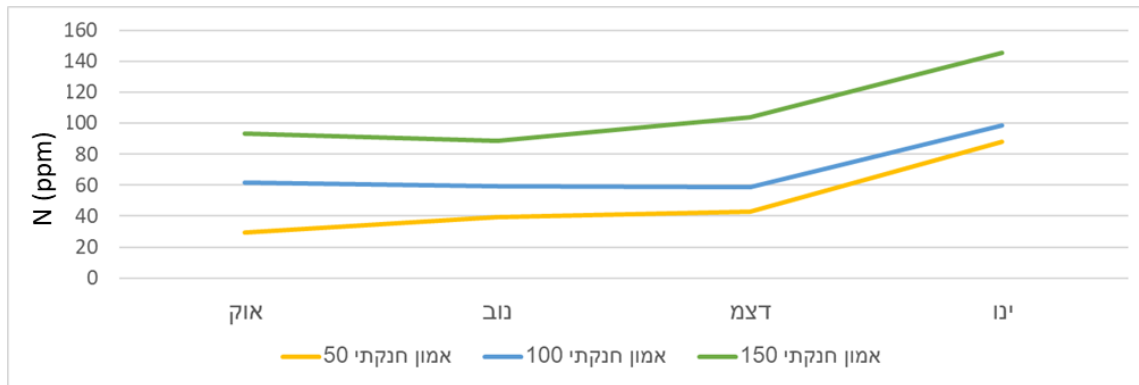
### תוצאות ודיון:

שני הקצירים הראשונים נעשו עוד לפני החלוקה לטיפולי דשן, כאשר עדיין לא הייתה התפתחות אחידה בשדה. בחודש נובמבר היה צימוח הנמרץ ביותר בכל הטיפולים (איור 1). רק בקציר האחרון בינואר כאשר כבר היה כיסוי פלסטיק מעל החלקות ניתן היה להבחין בהבדלים בצימוח, בגוון, ובטעם. טיפולי אמון חנקתי ואמון גופרתי בריכוז הגבוה נראו כהים יותר בגוון העלווה. הדישון התנהל בשלוש רמות שונות אשר נשמרו לאורך זמן אם כי בממוצע נמוך במקצת מהתכנון (איור 2). הלבשת מנהרה בפלסטיק בתוך בית הרשת יצרה מעין מיקרו-אקלים במבנה. הלחות במבנה נשמרה והיתה בערך 50% לחות ביום. הטמפרטורה רוב התקופה לא הגיעה ל-5 מ"צ בלילה וביום הגיעה קרוב ל-25 מ"צ כאשר בסוף פברואר ואילך עברה את ה-30 מ"צ (איורים 5-7). הטמפרטורה אשר נמדדה בחוץ באותה תקופה ביום היתה נמוכה בכ-5 מ"צ ויותר ואף נמוכה ב-3-5 מ"צ בלילה (איורים

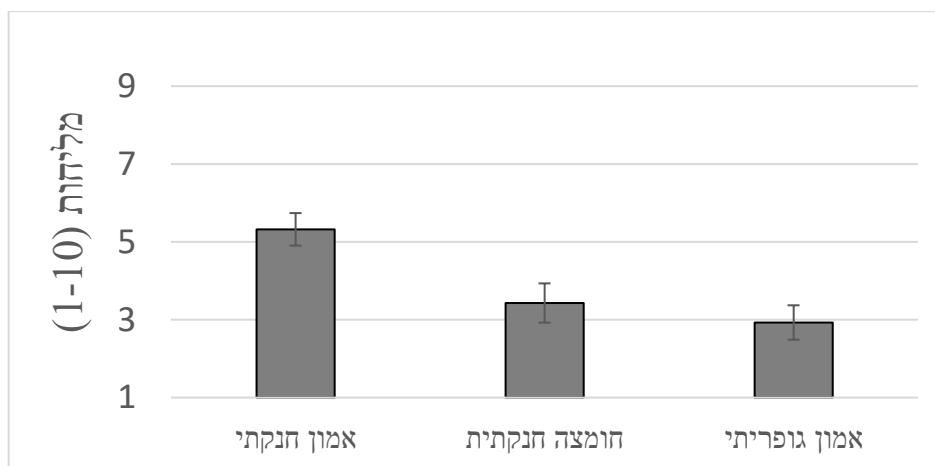
7-6). מדידות אלו מסבירות מדוע התאפשרו קצירים גם בתקופת החורף וזאת על אף חורף יחסית קר. הקצירים נמשכו ברצף עד לקיץ בתדירות של קציר לחודש בממוצע כולל ולא נצפתה האדמה של העלווה. טיפולי האמון הגופרתי גרמו לטעם להיות תפל ואף מר כפי שבא לידי ביטוי במבחן הטעימה שערכנו (איור 3). בתום כשנה של גידול, כולל החורף, לא נמצאו הבדלים משמעותיים ביבול בין סוגי הדשן כולם הגיעו לכ-8 טון לדונם יבול יצוא מצטבר ב-14 חודשי גידול (איור 4). בנוסף לכך ישנה מגמה אם כי אינה מובהקת של עליה ביבול עם העלייה בריכוז הדשן בדשנים השונים (איור 4).



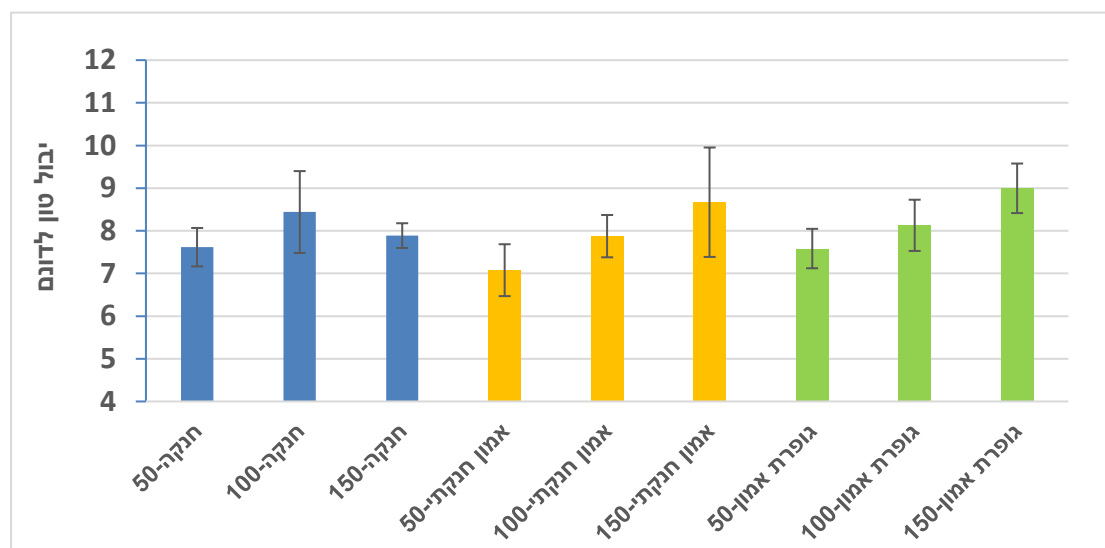
איור 1: תוצאות יבול יצוא מקצירים ראשונים מזריעה בין החודשים אוגוסט-ינואר בהתפלגות חודשית לפי טיפול, טיפולי הדישון החלו רק מאוקטובר.



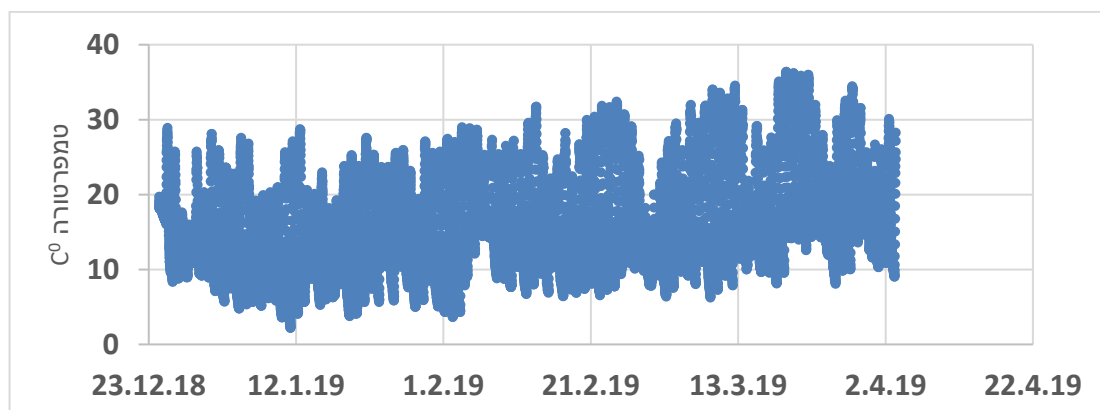
איור 2: ריכוז חנקן כללי במי הטפטפת לפי טיפולים שונים בדשן אמון חנקתי במהלך הניסוי בחודשים אוקטובר-ינואר.



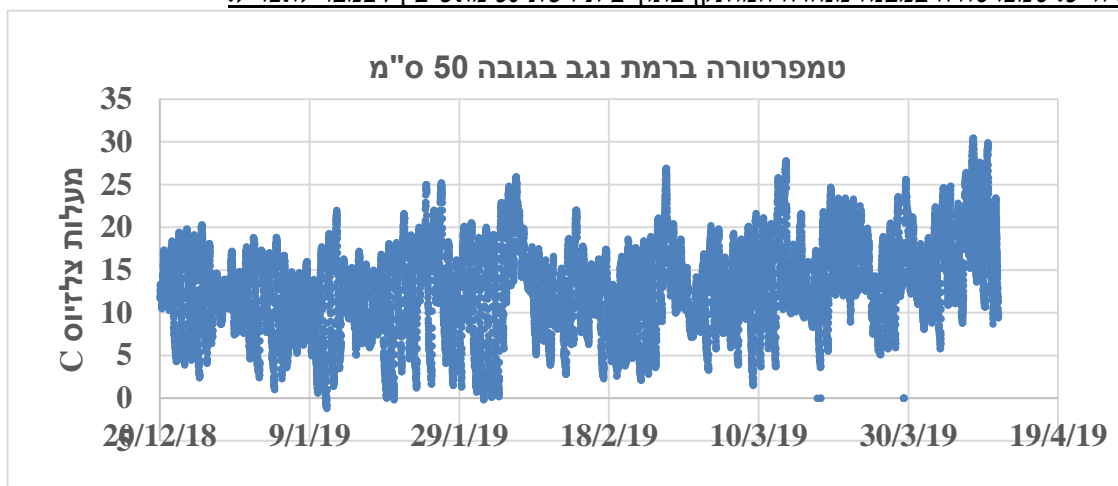
איור 3 : מבחן טעימה השוואתי בין טיפולי הדשן בקטגוריה של טעם מלוח (המבחן בוצע ע"י 30 משתתפים) מלוח=10, חסר טעם=1



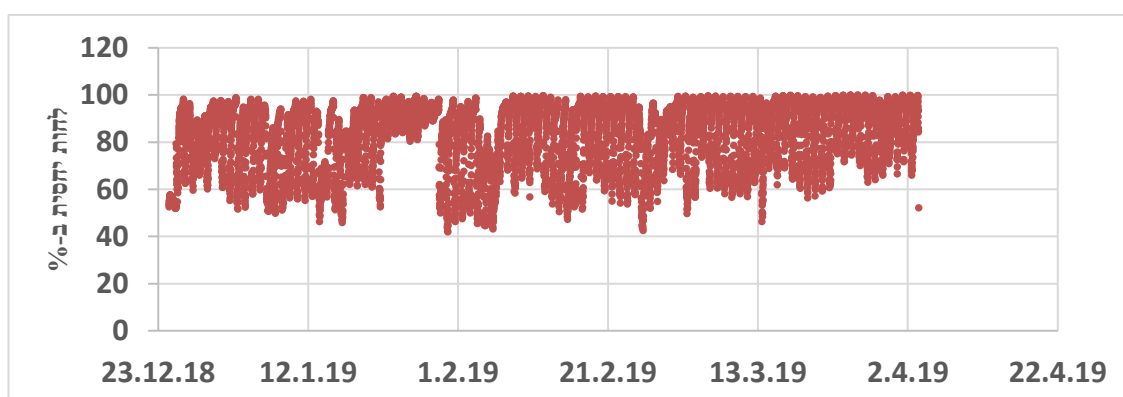
איור 4: יבול יצוא מצטבר לכל טיפול ממאי 2018-יולי 2019, בכחול דישון עם חומצה חנקתית, בצהוב-דישון עם אמון חנקתי ובירוק דישון עם גופרת אמון.



איור 5: טמפרטורה במבנה מנהרה המותקן בתוך בית רשת 50 מאש בין דצמבר לאפריל.



איור 6: טמפרטורה ברמת נגב בין דצמבר לאפריל בגובה 50 ס"מ מחוץ למבנה.



איור 7: לחות יחסית במבנה מנהרה המותקן בתוך בית רשת 50 מאש בין דצמבר לאפריל.

### לסיכום:

הסרקוקורניה גדלה היטב בקרקע חולית ובמים מליחים ברמת נגב ומגיעה ליבולים של כ- 8 טון ב- 14 חודשי גידול בלבד. בניסוי זה לא נמצאו הבדלים משמעותיים ביבול בין סוגי הדשנים הנבדלים בהרכב החנקן שבהם. נראה כי ישנה מגמה כללית של עליה ביבול עם עלית ריכוז הדשן המוסף וזאת במיוחד בשימוש בדשן גופרת אמון. השימוש בדשן על בסיס חומצה חנקתית הוא מורכב הדורש סתירה עם סודיום ביקרובנט לניטרול החומציות. חומציות גבוהה מדי יכולה להיות מסוכנת לגידול ויוצרת דשן מאוד קורוזיבי למערכת ההשקיה. שימוש בדשן חנקתי יצר טעם של מליחות מוגברת במיוחד בחודשי החורף. דישון בדשן באמון גופרתי קורוזיבי אף הוא. בנוסף לכך הסרקוקורניה המושקת בדשן זה היא בעלת טעם תפל עד מר כאשר קר בחורף. למרות אנליזות רבות אשר ביצענו במספר מועדים אין אנו מבינים את הקשר בין הטעם של הסרקוקורניה לבין סוגי הדשן וריכוזם בניסוי. בניסוי הזה בנינו מנהרות עבירות המכוסות בפלסטיק בתוך בית הרשת לפני החורף וע"י כך יצרנו בית גידול חם ולח אשר אפשר מתן קצירים גם במהלך חודשי החורף.

## המשך המחקר:

אנו נרצה להמשיך ולבחון טיפולי דשן נוספים ולהבין יותר טוב את צריכת המים בגידול זה בשנים הבאות. במסגרת מחקר ארוך טווח נרצה לבחון טיפולי דשן על רקע השפעת זן הסרקוקורניה וגיל הצמח. יבחנו שני זנים בשלושה טיפולי דשן במנהרה בתוך בית רשת ברמת נגב. טיפולי הדשן יתמקדו בדשנים זולים ליישום ע"י החקלאי. בנוסף אנו נרצה לבחון את השפעת גיל הצמח על היבול ואיכות וכבר מהאביב הבא.

## תודות:

ברצוננו להודות לפרופ' משה שגיא וצוותו מאוניברסיטת בן גוריון על שיתוף הפעולה העזרה וביצוע האנליזות הכימיות. תודה למועצת הצמחים, שולחן התבלינים על השתתפות במימון ניסוי זה.

