

מפעלי רמת הנגב בע"מ

ד.נ. חלוצה 8551500

טל: 08-6557919 | פקס: 08-6557492

agr_exp@mop-rng.org.il



פיתוח טכנולוגיה עיכוב פריחה בצמחי תבלין ממשפחת הסוככיים.

צוות המחקר: עופר גיא שבתאי כהן, מורן סגולי, מילי זנבר (מו"פ רמת נגב). ד"ר איתי גונדה, נווה יער, מכון וולקני.

תקופת ביצוע המחקר: אוגוסט 2020-דצמבר 2022.

תקציר:

ברמת נגב התבלינים המרכזיים ליצוא הם בזיל, סליקורניה ומנטה, בהיקפים מצומצמים יותר מגדלים טראגון (*Artemisia dracunculus L.*), סייגית-צירביל (*Anthriscus cerefolium L.*) ולובאז' (*Levisticum officinalis Koch.*). לצירביל וללובאז' ישנה דרישה בשוקי אירופה לאורך כל השנה ובמיוחד בקיץ. במידה מסוימת קיימת גם דרישה למיני סוככיים (*Apiceae*) נוספים כגון כוסברה (*Coriandrum sativum*), פטרוזליה (*Petroselinum crispum (Mill) var.* *Coriandrum sativum*) מגודלת (*Anethum graveolens L.*). הכוסברה (*Coriandrum sativum*) לשימוש כתבלין עלים טרי או לזרעים יבשים. כוסברה מהווה אחד משלושת גידולי התבלין המרכזיים בארץ לשוק המקומי. קיימת בעיה ידועה בגידול מיני סוככיים והיא פריחה מוקדמת, בעיקר בקיץ. הפרגה מתבטאת ביצירת עלים חוטיים עוד לפני הופעת הפריחה ובשלב זה העלים כבר לא ניתנים לשיווק. על אף היקף הגידול הרחב לא נעשה טיפוח בארץ, אשר יענה על צרכי החקלאים ודרישות השוק. כמו כן, לא קיימים זנים מסחריים שפורחים מאוחר המאפשרים ריבוי קצירים. בעבודה זו, אנו מציעים להסתמך על תנאי האקלים המיוחדים של רמת נגב, טמפרטורת לילה נמוכה יחסית בעונה החמה בתוספת טיפולי צינון. נעשה שימוש גם בשיטות אגרוטכניות שונות המשלבות הצללה, התזה וצינון קרקע במבנים. על רקע הטיפולים השונים נבחנו גם זנים מנווה יער. בעונה הראשונה הצלחנו לעכב פריחה במרבית זני הכוסברה ובשמיר מהזן בוקט ע"י רמות הצללה בלבד בתוך מבנה ואף לקבל יכול ואיכות טובה לאחר אריזה.

I. סטטוס המחקר:

בשנים האחרונות ברמת נגב ישנה דרישה הולכת וגוברת לייצור תבלינים באיכות גבוהה לשוק המקומי ולמטרת יצוא. התבלינים המרכזיים לייצוא הם בזיל, סליקורניה ומנטה בהיקף של כמה מאות דונמים. בנוסף לכך בהיקפים מצומצמים יותר מגדלים טראגון, סייגית-צירביל ולובאז'. לצירביל וללובאז' ישנה דרישה בשוקי אירופה לאורך כל השנה ובמיוחד בקיץ (מידע מחברת אגריבר). קיימת גם דרישה למיני סוככיים (*Apiceae*) נוספים כגון כוסברה, פטרוזליה ושמיר. הכוסברה, גד השדה, (*Coriandrum sativum L.*) מגודלת לשימוש כתבלין עלים טרי וכתבלין זרעים יבש המשמש בתעשיית הקוסמטיקה והארומתרפיה להפקת שמן אתרי (Diederichsen, 1996). כוסברה מהווה את אחד משלושת גידולי התבלין המרכזיים בארץ (בנוסף לפטרוזליה ולבזיל), ומיועדת בעיקר לשוק המקומי. השטח השנתי הכולל של

כוסברה בישראל מוערך בעשרות אלפי דונמים ופדיון של עשרות מיליוני שקלים. בעיה מוכרת בגידול כוסברה, צ'רביל ושמיר ממשפחת הסוככיים היא פריחה (הפרגה) מוקדמת, בעיקר בקיץ. בכוסברה, הפרגה מתבטאת ביצירת עלים חוטיים עוד לפני הופעת הפריחה כאשר אין עדיין עמוד תפוחת וכבר בשלב זה העלים לא ניתנים לשיווק (Bashtanova & Flowers, 2001). ניתן גדל כוסברה מזרעים לאורך השנה כאשר עם הופעת הפריחה לאחר אחד עד שלושה קצירים השטח נעקר. על אף העלייה בהיקף הגידול, לא נעשה טיפוח בארץ אשר יענה על צרכי החקלאים ודרישות השוק, כמו כן לא קיימים זנים מסחריים מאחרי פריחה המאפשרים ריבוי קצירים. בעבודות אשר נעשו עד היום אופיין שוני בין מועדי הפריחה של זנים וטיפוסים שונים שמקורו ככל הנראה גנטי ולא סביבתי בלבד (Diederichsen & Hammer, 2003) אבל מעבר לכך אין מידע רב על מנגנוני הפריחה וההורשה של תכונה זו. מועד הפריחה בכוסברה נבדק בכמה עבודות ונמצאה שונות בין גנוטיפים שונים במועד התחלת הפריחה ובמועד סיום הפריחה (Tomitaka et al., 2001). באותם המחקרים אף נמצא כי ניתן לדחות פריחה ברמה של ימים בודדים עם שינוי באורך שעות האור מ-8 ל-16 אך נראה שזה אינו התהליך המרכזי. ניסויים אשר נערכו בשנות ה-90 בנווה יער הראו שקציר מוקדם אינו משפיע על מועד הופעת הפריחה וזאת ללא קשר לרמת הדישון. נתונים אלו בצירוף הידע בספרות מצבעים על כך כי הכוסברה פורחת כתלות בצבירת ימי מעלה כמתואר בגידולים שונים ללא תלות באורך היום (Miller et al., 2001). כמו כן הנתונים מצביעים על כך שקיים בסיס גנטי לשונות הפנוטיפית במועד הפריחה ומכאן שניתן למפות תכונה זו ולאתר את הגורמים הגנטיים המבקרים אותה. ברמת נגב טמפרטורת המינימום הממוצעת בלילה בעונה החמה (אפריל עד ספטמבר) הינה נמוכה מ-20 מ"צ, (10.5-19.4 מ"צ), טמפרטורה נמוכה זו מהווה יתרון למגדל כאשר קצבי הנשימה נמוכים, יחסית לאזורים בהם טמפרטורת הלילה גבוהה ונצפה לקבל מוצרי עלים איכותיים יותר. בתחנת הניסיונות הצלחנו להראות בעבר כי באמצעים אגרוטכניים ניתן לצנן ולהוריד את הטמפרטורה החמה במיוחד בשעות היום (מו"פ רמת נגב סיכום תבלינים-2005-2006). ניתן להשיג זאת א. ע"י הוספת רשתות צל באחוזים שונים במהלך הגידול. ב. על ידי הוספת מערכת צינון בהתזה, הפעלת המתזים במספר רב של מחזורים על בסיס מים מותפלים. ג. הפעלת מערכת צינון קרקע המבוססת על חברת Roots Technologies המאפשרת הורדת טמפרטורת הקרקע סמוך לבית השורשים בכ-8 מ"צ. במחקר זה אנו מציעים לשלב בין שיטות וטכנולוגיות שונות אשר עשויות לאפשר צינון לבין זנים חדשים המאפשרים עיכוב הפריחה והמשך קצירים בכוסברה. כוסברה נמצאה כגידול מתאים למחקר והוא מהווה צמח מודל למשפחת הסוככיים בו הופעת הפריחה המוקדמת מהווה בעיה מרכזית. בנוסף לכך, ברשותנו מאגר גנטי מחודש ובו מגוון הזנים המשולב ביכולות הטיפוח אשר קיימים בנווה יער. בהמשך אנו נרצה לבחון מיני סוככיים נוספים כמו צ'רביל ולובאזי באותה המערכת. נעשה ניסיון מוצלח בעבר והראה כי ניתן לשפר את גידול הצ'רביל ברמת נגב (רמת נגב 2006) וכיום ישנה דרישה גבוהה ממגדלים לספק צ'רביל ולובאגי לאורך כל השנה ביצוא לאירופה.

II. מטרת המחקר וחשיבותו

שאלת המחקר:

האם ניתן באמצעים אגרוטכניים, טכנולוגיים וע"י בחירה של זנים המתאימים גנטית לגדל צמחי תבלין ממשפחת הסוככים בתקופת הקיץ כמוצר ירק עלים טרי המיועד ליצוא ברמת הנגב.

חשיבות המחקר:

מרבית זני הכוסברה אשר מגודלים היום בישראל אינם עונים לדרישות החקלאים. מיעוט בקצירים ופריחה מוקדמת אלו הם בעיות אשר אופייניות גם למיני סוככיים אחרים. בעיה זו הופכת למרכזית בתקופת הקיץ בשל מגבלת הטמפרטורה וצבירה מהירה של ימי מעלה. הבנה טובה יותר של מנגוני הפריחה תיצור בנק מטרות לטיפול ובעתיד הכנסה של זנים מותאמים למסלולי טיפוח. המחקר יסייע בגישור על פערי ידע גדולים הקיימים היום בארץ וגם בעולם ויכולים להוות בסיס תוכניות טיפוח עתידיות.

פיתוח טכנולוגיות:

באמצעות מחקר זה אנו ננסה לפתח ולשכלל טכנולוגיות גידול אשר יאפשרו צינון של סביבת הגידול של הצמח. במהלך המחקר אנו נבנה פרוטוקול עבודה מומלץ כיצד ניתן להשקות ולצנן בצורה אפקטיבית גידולים. השיטות שיפותחו ייתכנו ויתאימו גם לגידולים נוספים. מערכת הצינון של Roots אשר עובדת על צינון הקרקע מאפשרת גם חימום בחורף כך שניתן לייצר רציפות לגידול ויש ערך מוסף להשקעה בתשתית ובמחקר. כיום כאשר כבר אין יצוא של עגבניות מרמת נגב חשוב לחקור ולמצוא דרכים המאפשרות ליצואני התבלינים להתפתח ולשווק מני תבלינים נוספים גם בקיץ ובכך לשמר את יתרונם היחסי.

שיטות:

בעונה הראשונה שתילי כוסברה ממספר זנים ושמיר בוקט נשתלו במבנה בית רשת 50 מש בהיקף של 150 מ"ר ברמת נגב ב-20/7/20 (טבלה 1). השתילה נעשתה בקרקע חולית בתוספת 7 קוב' לדונם קומפוסט אור וחיטוי כימי של אדיגן וקונדור לפי הוראות היצרן. בניסוי זה נבדקו 3 טיפולים הנבדלים ברמת הצללה בארבע חזרות: 1. הצללה על בסיס רשת צל 30% בודדת העוטפת את ערוגת הגידול ומונחת על סמוכות ברזל בתוך בית הרשת. 2. הצללה כפולה של שתי רשתות צל 30% מונחות זו על גבי זו באותה שיטה. 3. ביקורת ללא תוספת הצללה בבית רשת מלבד רשת 50 המש של המבנה. השתילה נעשתה בשלוש שלוחות טפטוף כל 20 ס"מ, שתילה בעומד של 30 שתילים למטר רץ (תמונה 1). ההשקיה היא על בסיס מים במליחות 1 ms/cm ודישון שפע קורן 3+6:2:4 (דשן הצפון). בניסוי זה נעשה מעקב אחר היבול ואיכותו (כושר השתמרות), וכן אחוז ומועד הפריחה בכל זן. בשלב ראשון בניסוי התמקדנו בבדיקת היתכנות ללא התזה לצרכי צינון כאשר כל קציר לפני פריחה ייחשב כהישג.

טבלה 1 : הזנים/המינים אשר השתתפו בניסוי ומקורם.



מקור	זן כוסברה
אוסף נווה יער	79
אוסף נווה יער	11
זן מסחרי ביקורת	עשור
זן מסחרי ביקורת	לייזר
זן מסחרי ביקורת	שמיר בוקט

תמונה 1 : שתילה בבית רשת 50 מש בקרקע חולית ברמת נגב בקיץ.

תמונות 2-3 : סידור ההצללות בתוך מבנה בית רשת, חלקות ללא תוספת הצללה משמאל.



בעונה השנייה שתילי כוסברה מתשעה זנים מאוסף הזנים מנווה יער נשתלו במבנה חממה בהיקף של חצי דונם במצע מנותק על בסיס קוקוס ברמת נגב. המחזור ראשון נשתל ב- 19/5/21 בקלקרים במידות : אורך 100 ס"מ ברוחב 50 ס"מ ובעומק 17 ס"מ ובכל קלקר נשתלו 40 שתילים מהזנים השונים (טבלה 2, תמונות 5-4). בתוך הקלקרים בתחתית הונחה צנרת מבודדת המחוברת למערכת קירור באמצעות צ'לר ומחליף חום (חברת רוטס) (תמונה 6). הניסוי נשלט באמצעות בקר וחולק לארבעה טיפולים של קירור מצע: 12,16,20 מ"צ וביקורת ללא קירור. הטיפולים נעשו בארבע חזרות לכל טיפול וזן בבלוקים אקראיים לפי מפה. ההשקיה התבססה על שתי שלוחות טיפוסוף גל 20 ס"מ בספיקה של 1.6 ליטר לשעה כ-5 קוב לדונם ליום ב-4-3 פולסים ביום ודישון שפר 6+6:2:4 ברמה של 60-100 צילגרם לליטר. הגג היה מכוסה בפלסטיק בעובי 150 מיקרון ועליו הוספנו רשת צל 30% לוויסות הטמפרטורה, המשולשים וצידי החממה היו רשת 50 מאש. הקרינה הנמדדת היתה בצהרים כ- 1300 מיקרו אינשטיין למטר (כ-40% הצללה). במהלך הניסוי היה מעקב אחר הפריחה וביצוע קציר ככל שניתן. קצירים טובים מוינו נשקלו ונארזו לבדיקת חיי מדף. דוגמאות של

תוצרת איכותית מייצגת מכל טיפול אם היתה נארזה לפי פרוטוקול post-harvest מקובל. אריזת 1 ק"ג בקרטון עומד, שקית פס לבן, אגדים של 90 גרם, במקרר 2-4 מ"צ אחסון למשך שבוע ואחר השהיה ב-20 מ"צ ליומיים לפני בדיקת איכות. בשלושת הטיפולים נמדדה הטמפרטורה בניסוי באמצעות אוגרי נתונים. צריך לציין כי הזן מרוקו התפתח מאוד מהר, כבר מהמשתלה הגיע מפותח למדי והיה כמה סנטימטרים מעל שאר הזנים, הוא היה גם הזן הראשון אשר פרח (תמונות 7-8).

ב-9/6/22 התבצעה שתילת העונה השלישית באותו מערך שתילה בקלקרים. בעונה הזו התמקדנו בארבעה הזנים המובילים מהניסיונות הקודמים: 62,79, לייזר ויערה. נבחנו טיפולי הצללה ברמות שונות וכן צינון התנדפותי (תמונה 9). הטיפולים בניסוי כללו: 1. טיפול ביקורת - ללא תוספת הצללה מלבד רשת צל 30% בג המבנה, 2. טיפול בו היתה תוספת רשת צל 30% מעל הקלקרים - כלומר הצללה כפולה. 3. טיפול תוספת הצללה 30% רשת הכוללת מערכת מערפילים מסוג Coolnet (נטפים בע"מ) בתוך הרשת בגובה 2 מטר מעל הצמחים. מערכת ההתזה הופעלה רק במשך היום בשעות החמות בין 10:00-16:00 בפולסים של 1 דק' כל חצי שעה בלחץ קו על מנת לקרר.



תמונה 4: שתילת זני כוסברה בקלקרים עם מערכות קירור מצע.

תמונה 5 : שתילה בחממה 40 שתיל/מטר.



טבלה 2 : הזנים אשר נשתלו בניסוי ומקורם.

מקור	זן כוסברה
אוסף נווה יער	79
אוסף נווה יער	11
אוסף נווה יער	מרוקו
אוסף נווה יער	62
אוסף נווה יער	399
אוסף נווה יער	יערה
אוסף נווה יער	78
אוסף נווה יער	977
זן מסחרי ביקורת	לייזר

תמונה 6 : ציילר ומאגר מים מבודד-חלק ממערכת קירור המצע.



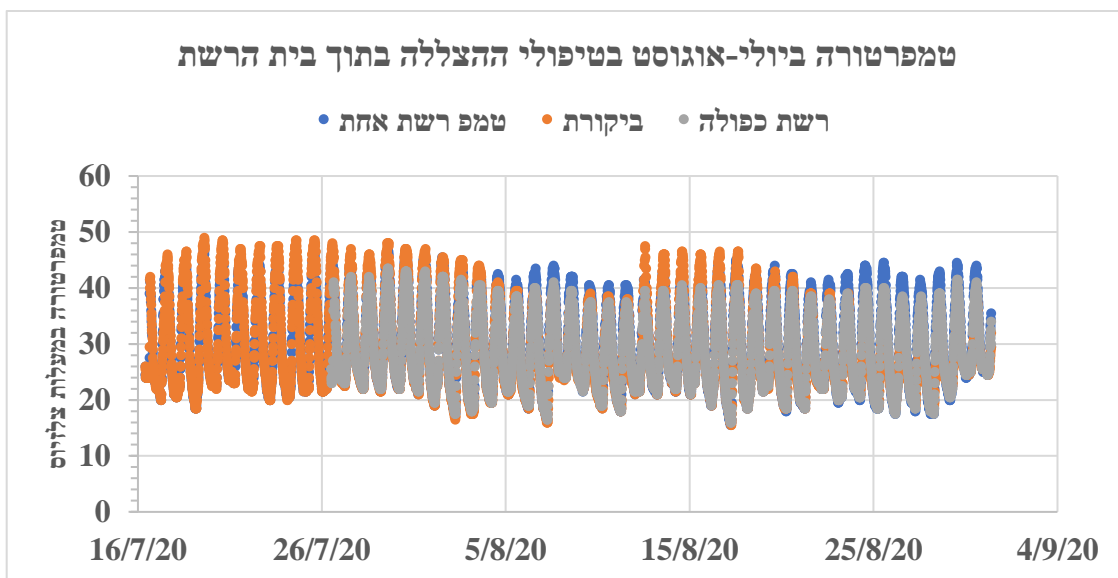
תמונות 7-8 : הזן מרוקו הקדים בצימוח את כולם וגם היה הראשון לפרוח.



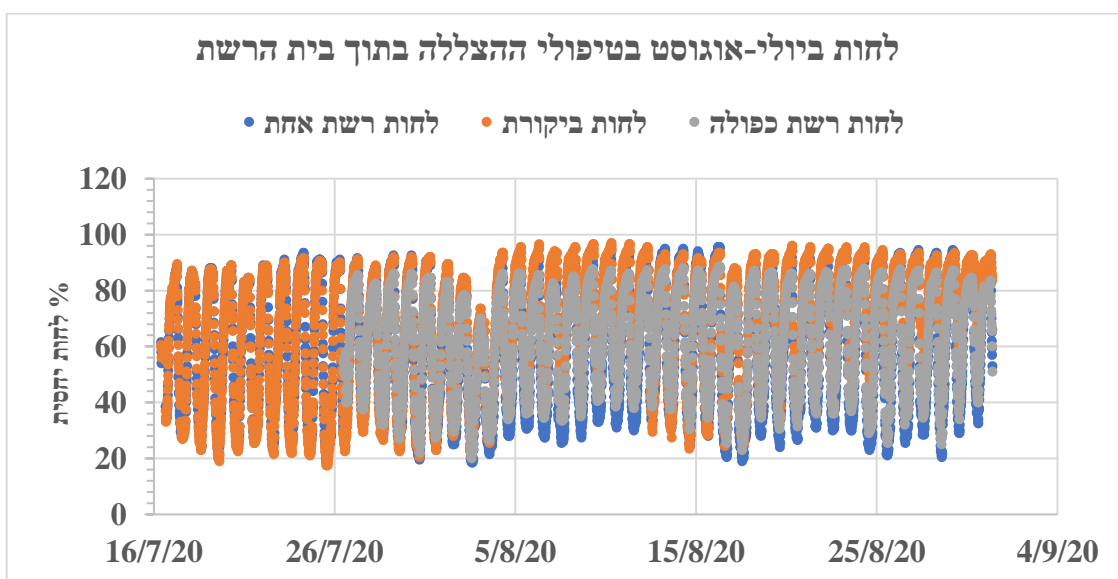
תמונה 9 : שתילה ברמות הצללה שונות ושילוב של צינור התנדפותי באמצעות מערפילים.

תוצאות (עונה ראשונה):

הקציר הראשון החל ב-12/8/2020 כ-25 יום משתילה הקצירים הבאים היו באינטרוולים קצרים יותר של כ-15-20 יום. שתילי השמיר והכוסברה התפתחו היטב במיוחד בחלקות הביקורת ללא תוספת הצללה והראו התפתחות עלווה צפופה ומהירות צימוח גבוהה מאשר בטיפולים המוצלים יותר. הצמחים בחלקות ההצללה השונות -אף הם התפתחו אך היו מעט אטיולנטים והרבה יותר דלילים וחלקם אף הצחיבו ביחס לביקורת (תמונות: 10-13). נמדדה רמת הקרינה בטיפולים השונים (טבלה 3) בה נראה כיצד משפיעה ההצללה על רמת הקרינה. הקרינה יורדת בכחצי עם כל תוספת טיפול הצללה (טבלה 3). השמיר גדל היטב וכמעט שאינו פרח כלל וזה איפשר קבלה של שלושה קצירים בכל הטיפולים עם הבדלים בעיקר בביומסה (היבול הכללי) (איור 3). בהמשך העונה ובשתילה מאוחרת השמיר סבל בחלקו מקימחון בעיקר בחלקות עם תוספות ההצללה (לא הוצגו נתונים). כוסברה מהזן 11 נכנסה ראשונה לפריחה באחוזים יחסית גבוהים, נטייתה לפרוח היתה גבוהה מהשפעת ההצללה ויכלה לשאת בקושי שני קצירים. בשאר זני הכוסברה ניתן היה להגיע לשלושה קצירים (איורים 4-7). ניכר כי הפריחה בחלקות המוצללות הייתה מעוכבת כמו גם הצימוח בהן באופן כללי. במחזורי השתילות הנוספים וויתרנו על הטיפול ההצללה הכפולה שנראה כי פגיעתו ביבול גדולה מדי. בשמיר נראה כי האיכות לאחר אחסון (כושר השתמרות) היתה באופן כללי גבוה מאוד בכל הטיפולים. ישנה מגמה של ירידה באיכות עם הקצירים והזדקנות הגידול. בזני הכוסברה נראה כי איכות הקציר השני דווקא הייתה גבוהה מהראשון גם כאן היתה איכות גבוהה באופן יחסי (טבלה 5). בטיפולים המוצלים הייתה רמה גבוהה יותר של הצהבת עלווה.



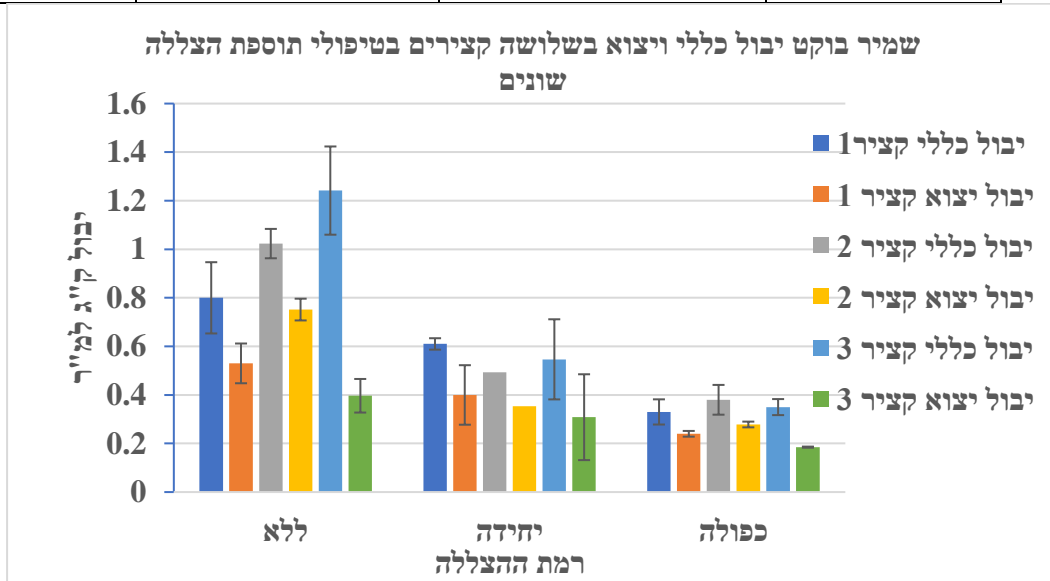
איור 1 : טמפרטורת אוויר בכל טיפול תחת ההצללות השונות בתקופת הניסוי המדידה התבצעה באמצעות אוגר נתונים מסוג הובו בגובה כ-70 ס"מ מהקרקע.



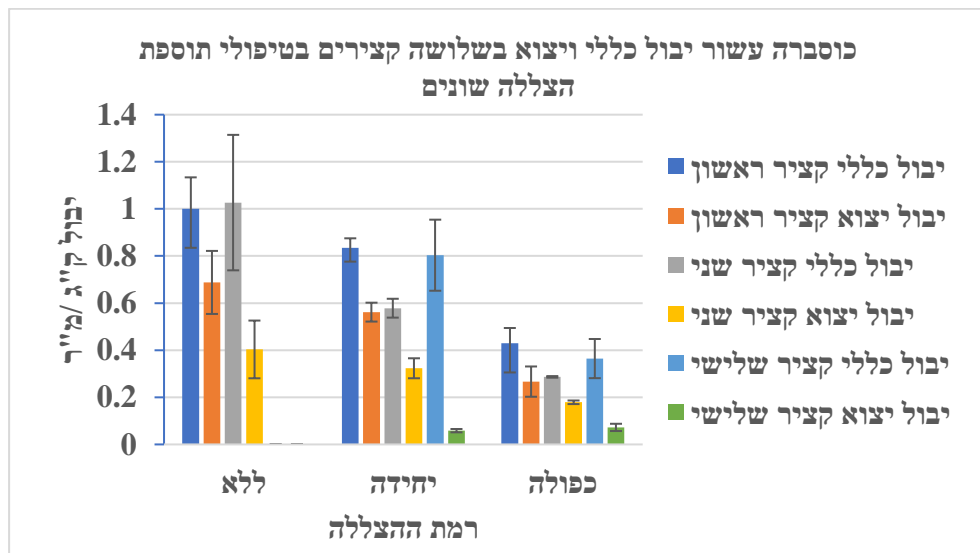
איור 2 : לחות אוויר בכל הטיפולים תחת ההצללות השונות בתקופת הניסוי המדידה התבצעה באמצעות אוגר נתונים מסוג הובו בגובה כ-70 ס"מ מהקרקע.

טבלה 3 : מדידות קרינה בטיפולים השונים שנעשו בצהריים ע"י מד קרינה ידני.

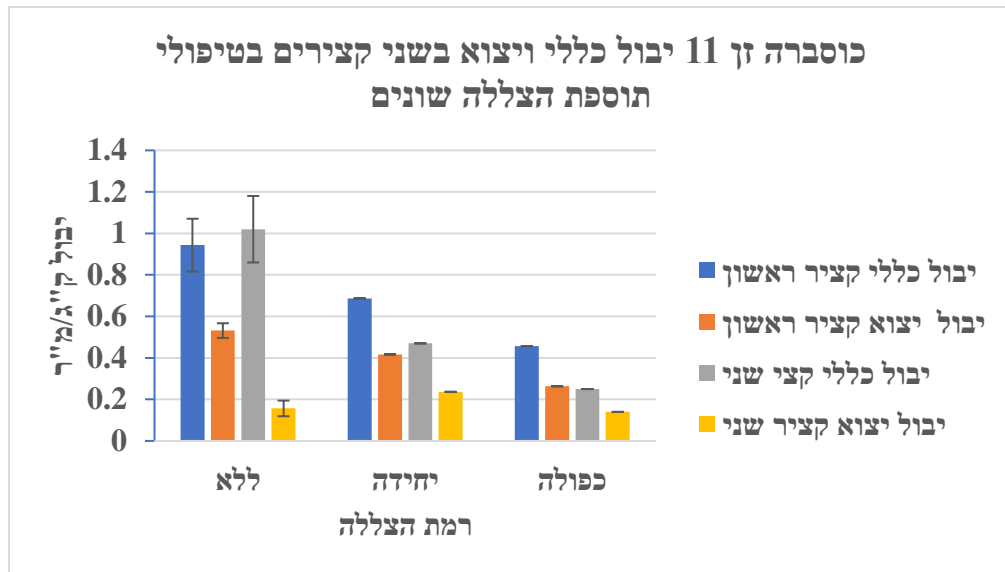
הצללה (%)	קרינה ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	ההצללה	טיפול
0	1800	ללא	בחוץ
43%	1030	מש 50	ביקורת
71%	510-530	מש 50 + רשת 30% שחורה	תוספת הצללה ראשונה
88%	180-220	מש 50 + 2 רשתות 30% שחורות	תוספת הצללה שניה



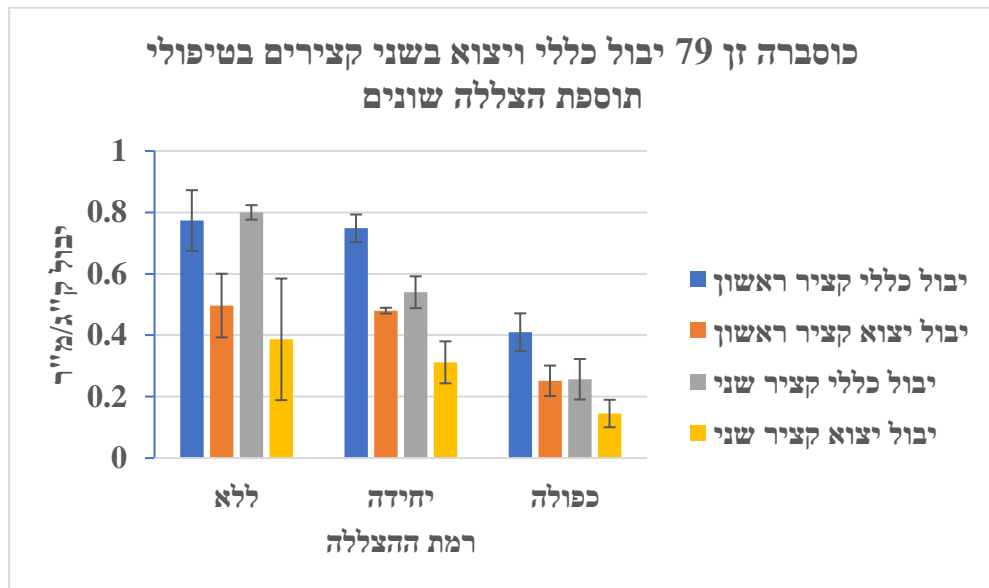
איור 3 : שמיר בוקט בבית רשת 50 מש בשלושה קצירים במספר רמות הצללה באמצעות תוספת רשתות צל. (N=2 לפחות).



איור 4 : קוסברה עשור בבית רשת 50 מש בשלושה קצירים במספר רמות הצללה באמצעות תוספת רשתות צל ($n > 2$).

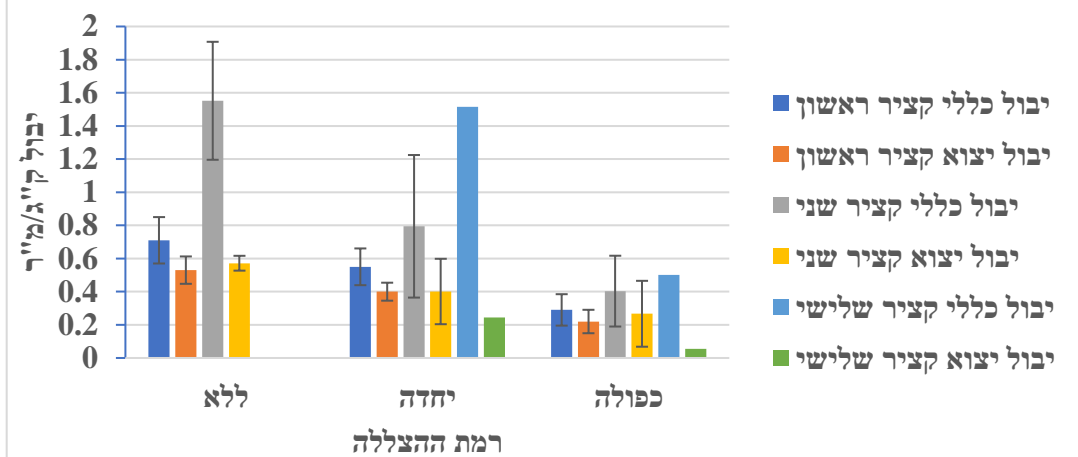


איור 5 : כוסברה זן 11 בבית רשת 50 מש בשני קצירים במספר רמות הצללה באמצעות תוספת רשתות צל (n=2), בעמודות ללא הסטיות לא היו מספיק חזרות בשביל סטטיסטיקה).



איור 6 : כוסברה 79 בבית רשת 50 מש בשלושה קצירים במספר רמות הצללה באמצעות רשתות צל. (n=2). תוספת

קוסברה לייזר יבול כללי ויבול יצוא בשלושה קצירים בטיפולי תוספת הצללה שונים



איור 7 : קוסברה לייזר בבית רשת 50 מש בשלושה קצירים במספר רמות הצללה באמצעות רשתות (n=3), למעט עמודות ללא סטיות בהם לא היו מספיק חלקות לסטטיסטיקה. תוספת צל

טבלה 4 : מעקב פריחה בשדה בטיפולים ובזנים השונים. האחוז הוא ממוצע של מספר החלקות של אותו הטיפול אשר חושב כסך הצמחים הפורחים מתוך 30 שתילים בחלקה (כל שתיל מורכב מכ-5 נבטים). טיפולים אשר סומנו באדום כבר לא נקצרו יותר בשל אחוז פריחה גבוה. כל טיפול מורכב משתיים או שלוש חלקות.

קוסברה זן	טיפול	קציר ראשון פריחה %	קציר שני פריחה %	קציר שלישי פריחה %
79	ללא	4	21.5	33
79	יחידה	0	21	43
79	כפולה	0	8.5	25
עשור	ללא	8.3	48.5	90
עשור	יחידה	6	20	39
עשור	כפולה	4	7	28
לייזר	ללא	7.5	38	100
לייזר	יחידה	4	17.7	65
לייזר	כפולה	2.7	3	35
11	ללא	25	93	100
11	יחידה	25	37	100
11	כפולה	12.5	37	100
שמיר	ללא	4.7	7	40
שמיר	יחידה	0	0	5
שמיר	כפולה	0	0	1.5

טבלה 5 : סיכום מראה כללי של תוצרת (לאחר איחסון) לפי זנים וטיפולים (5, 1-5 = ציון גבוה) הציון משקלל ריקבונות, הצהבות, השחרות, נשירת עלים ומראה. (טיפולים שמופיע אין = לא היתה איכות המאפשרת אריזה כבר בקטיף) כל ציון מורכב משתיים או שלוש חזרות.

קציר ראשון	קציר שני	קציר שלישי	טיפול	זן כוסברה
3.25	4	אין	ללא	79
2.25	3.5	אין	יחידה	79
2.75	3.5	אין	כפולה	79
2.5	אין	אין	ללא	עשור
2	3.75	אין	יחידה	עשור
2.67	3.83	אין	כפולה	עשור
3.75	אין	אין	ללא	לייזר
4	4.5	אין	יחידה	לייזר
3.17	4	אין	כפולה	לייזר
3	אין	אין	ללא	11
2.5	אין	אין	יחידה	11
2.5	אין	אין	כפולה	11
4.2	4.17	2.83	ללא	שמיר
4.25	4.5	3	יחידה	שמיר
4.75	3.75	3	כפולה	שמיר



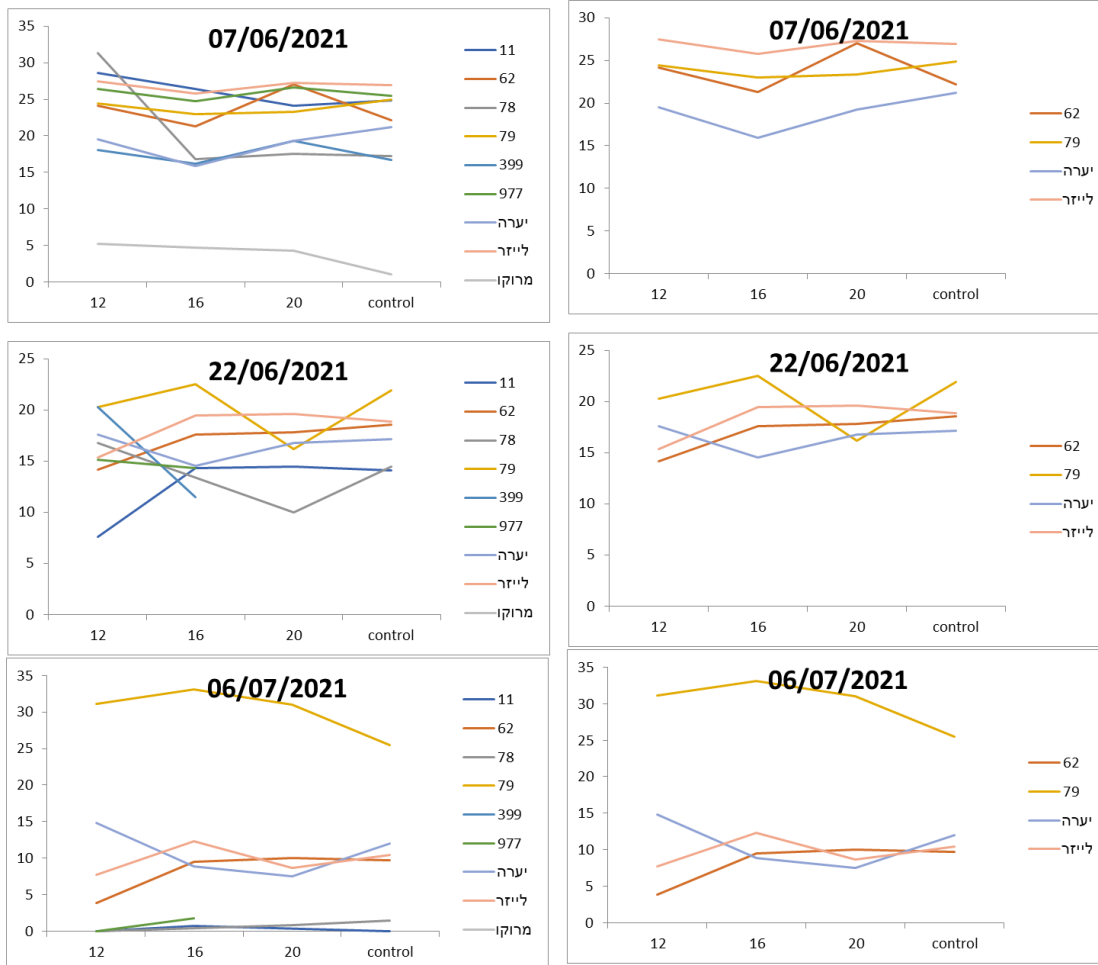
תמונות 10-13 : מראה כללי של כוסברה לייזר בכל אחד מטיפולי הצללה, א' – תוספת רשת צל אחת, ב' – תוספת שתי רשתות צל ג', ד' – ביקורת ללא תוספת הצללה.

דיון ומסקנות ביניים:

האקלים הייחודי של רמת נגב המתאפיין בלילות קרירים בעונה החמה אפילו בעידן של התחממות גלובלית. כאשר טמפרטורת המינימום היא סביב 20 מ"צ ואף מתחת לזאת כפי שבא לידי ביטוי גם במדידות אשר בצענו בניסוי זה (איורים 1-2) ניתן במידה מסוימת לגדל צמחי תבלין ממשפחת הסוככים מחוץ לעונתם הטבעית בתוך מבנה בית רשת. היבולים הגבוהים ביותר היו בגידול תחת רשת 50 מש בלבד, אשר מהווה בפני עצמו הפחתה של כ-40% ברמה הקרינה בהשוואה לגידול המקובל בשטח פתוח, כאשר יש קשר ישיר בין רמת הקרינה לכמות היבול וכן קצב הצימוח וצפיפותו (איורים 4-7) וזאת כל עוד לא הייתה פריחה. עיכוב הפריחה אכן התקיים בתוספות ההצללה אם כי במחיר של צימוח איטי ודליל וזאת במיוחד בטיפול ההצללה ברשת כפולה (90% הצללה). למרות עיכוב פריחה היבולים המאוד נמוכים של שמיר ומיני כוסברה תחת תוספת הצללה כפולה לא מצדיקים גידולם מבחינה חקלאית. הצללה מתונה יותר (70% הצללה) מעכבת פריחה ובחלק מהזנים עדיין מאפשרת יבול ברמה ואיכות סבירה. שמיר מהזן בוקט (זן מסחרי) הצליח להגיע ל-3 קצירים טובים וזאת אפילו בטיפול הביקורת, ללא תוספות הצללה ברמת נגב בקץ. רוב זני הכוסברה הצליחו להגיע לקציר שני. ישנו הבדל בין הזנים ברגישותם לפריחה. הזן 11 היה רגיש לפריחה מוקדמת וזו באה לידי ביטוי מהקציר הראשון (טבלה 4) וכן בולט בהבדל הגדול בין היבול הכללי שלו ליבול היצוא (המשווק) לקציר. הזנים 79 ועשור היו פחות רגישים לפריחה מוקדמת והגיבו לטיפול. הזן לייזר אף הוא הגיב לטיפול אבל לא הצליח להגיע לקציר השלישי. באופן מפתיע איכות התוצרת לאחר האחסון ברוב הטיפולים והזנים היתה גבוהה וקיים פוטנציאל לשיווק. ישנו צורך לחזור על ניסוי זה פעם נוספת ועם זנים נוספים על מנת לשפר את פרוטוקול הגידול ולמצוא זנים מתאימים לקצירים מרובים בקיץ ובאביב. בעונה הבאה נרצה להבין יותר טוב את השפעת טמפרטורת השורש על ההפרגה על אותם הזנים ולבחון מיני סוככים נוספים כמו צירביל ולובאז' וכן גידול בשטח פתוח מחוץ לבית רשת וללא הצללה כלל. בנוסף, נבחן את התאמתם של זנים נוספים לעונה זו מאוסף נווה-יער, וכן נרצה להמשיך לבחון את אותם הזנים אשר כבר נבחנו במיוחד בתקופת האביב בעונה בה הטמפרטורה מתונה יותר. הזנים הלא מסחריים לא הותאמו ברמת הנביטה ואיכות הזרעים לזנים המסחריים ולכן לא ניתן להשוות את רמת היבול בין הזנים אלא רק בין הטיפולים השונים.

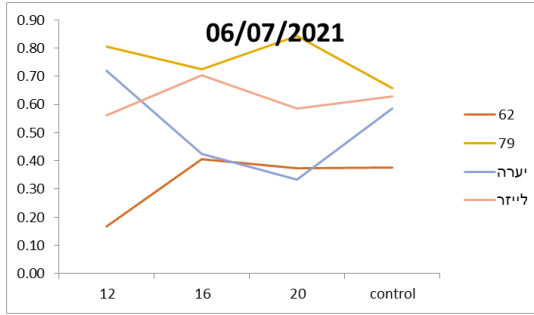
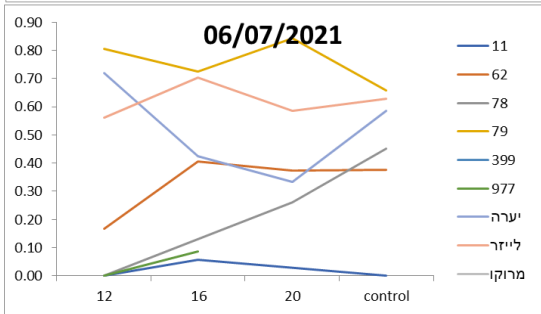
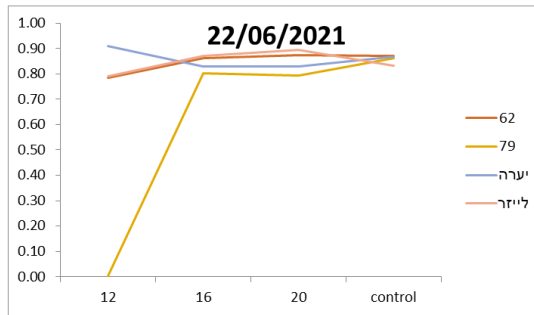
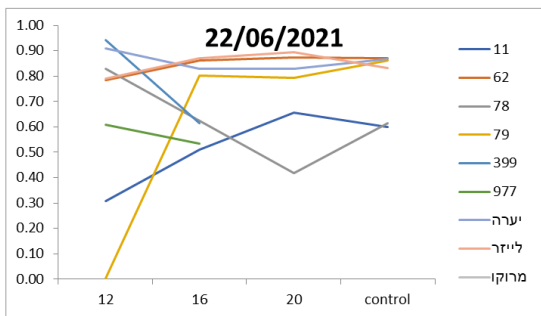
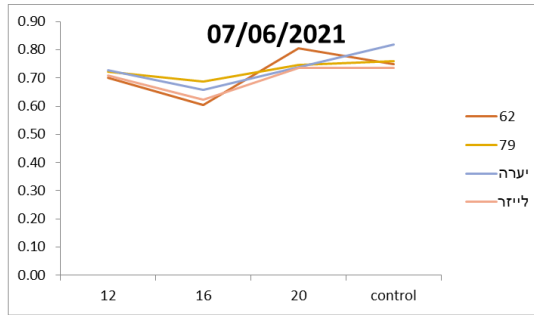
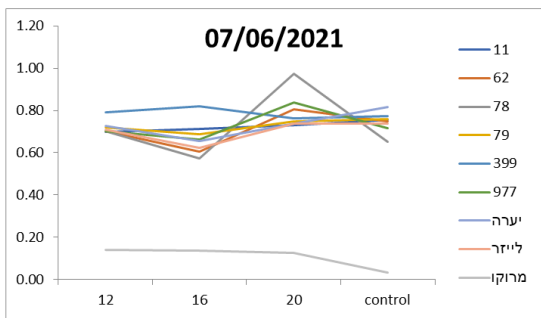
תוצאות (עונה שניה):

קצירים בניסוי התקבלו ביוני- יולי נשקלו ונארזו לבדיקות חיי מדף לאחר איחסון. הזן מרוקו כאמור הקדים ופרח ראשון ולא ממש הספיק לייצר קציר פרודקטיבי בזמן. היבול לשיווק הממוצע לזן בשלושה קצירים מובא בגרם לשתיל ומוצג באיור 8. ארבעה זנים נבחרים עם יבול גבוה כולל מוצגים בנפרד: 62, 79, יערה ולייזר.

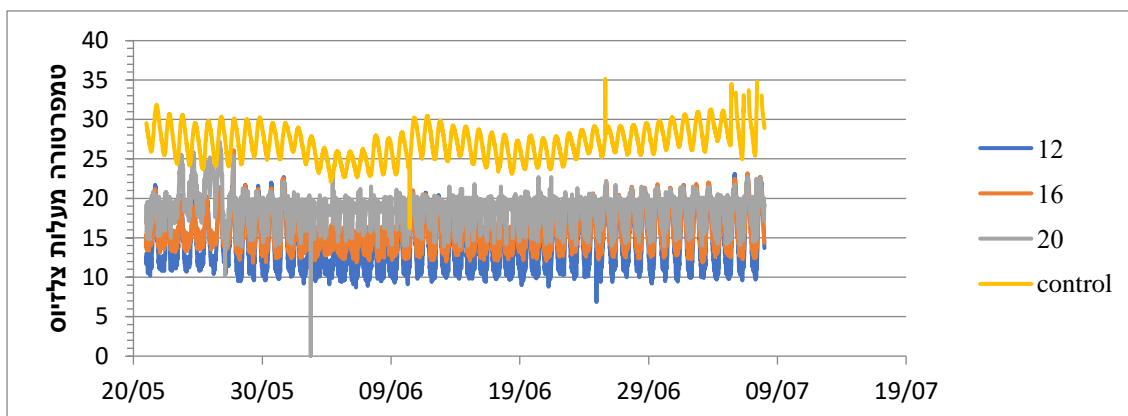


איור 8: יבול משווק ממוצע בזני הכוסברה השונים בשלושה קצירים בכל טמפרטורת מצע, יבול ביחידות של גרם לשתיל. ארבעה זנים בולטים בצד ימין של האיור.

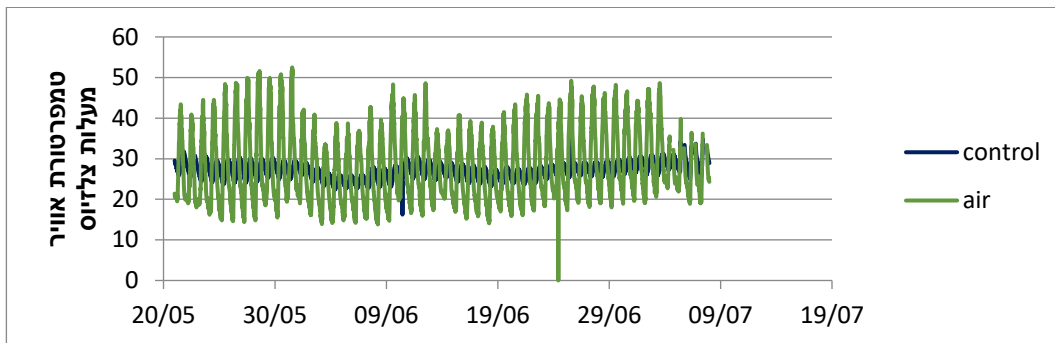
בנוסף לכך נבחן היחס בין היבול המשווק ליבול הכללי. כאשר היחס הזה נמוך הוא נובע מפחת בגידול (סוג ב') אשר מבטא בעיקר את רמת הפריחה. בקציר הראשון במרבית הזנים רוב היבול היה בר שיווק של כ-70%. בקציר השני היבול הבר שיווקי הגיע למעל 80% בחלק מהזנים. בקציר השלישי כבר מספר מצומצם של זנים הצליחו להגיע ליהול משמעותי מבלי לפרוח (איור 9)



איור 9: ממוצע יחס יבול משווק מתוך היבול הכללי בשלושה קצירים בזנים השונים בכל טמפרטורת מצע. מימין באיור מוצגים ארבעה זנים נבחרים.

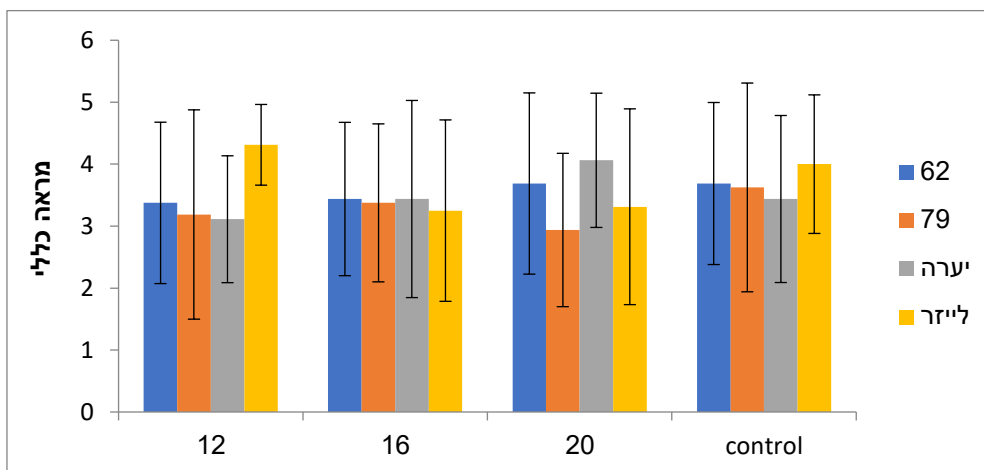


איור 10: טמפרטורה שנמדדה במצע במהלך ניסוי הקירור, בתוך מארזי הקלקר.

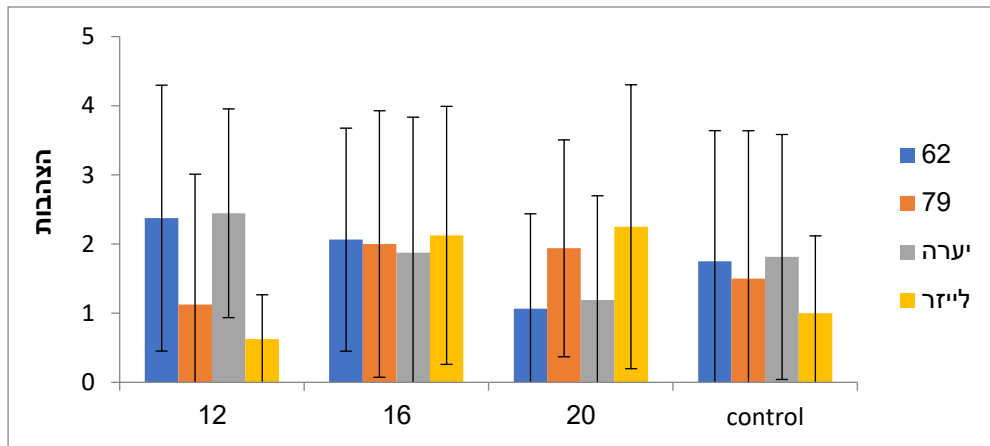


איור 11 : טמפרטורת אוויר במבנה החממה וטמפרטורת המצע בטיפול הביקורת הלא מקורר.

במהלך הניסוי הצלחנו לשמור באמצעות מערכת הקירור על טמפרטורת המצע לפי תוכנית הניסוי כפי שניתן לראות באיור 10. לעומת זאת טמפרטורת האוויר היתה גבוהה מאוד במהלך עונת הגידול ורוב הימים היא הגיעה מעל 40 מעלות וזאת כנראה בשל כיסוי פלסטיק בגג. על הגג הוספנו רשת צל 30% להורדת הקרינה והוולונות היו פתוחים למקסימום ועדיין היה חם מאוד. צריך לציין שהצמחים לא נראו סובלים מהחום או מחסורי הזנה ולא היו בעיות של לחץ טורגור נמוך במהלך הגידול.



איור 12 : מדדי איכות ממוצעים של זנים נבחרים לכל תקופת הגידול לפי טמפרטורה. מדד מראה כללי (1-5) = 5 הכי טוב לאחר איחסון, תוצאות מוצגות כממוצע וסטיות תקן עם ארבע חזרות.



איור 13 : מדדי איכות, רמת ההצהבה הממוצעת לטיפול בזנים נבחרים לאורך תקופת הגידול כאשר הציון =0 ללא הצהבות, לאחר איחסון. תוצאות מוצגות כממוצע וסטיות תקן עם ארבע חזרות.

בדיקת מדדי האיכות לאחר האיחסון מראה על איכות טובה יחסית ברוב הזנים והקצירים סביב 4 בממוצע (איור 12). בעיות של הצהבה אשר מוכרות מאוד בעיקר בתקופת גידול חמה לא איפנו את הזנים בניסוי ורמת ההצהבות היתה יחסית נמוכה מתחת ל-2 (איור 13). ריקבנות, השחרות ונישרות עלים היו תופעות שוליות למדי אם בכלל בניסוי זה.

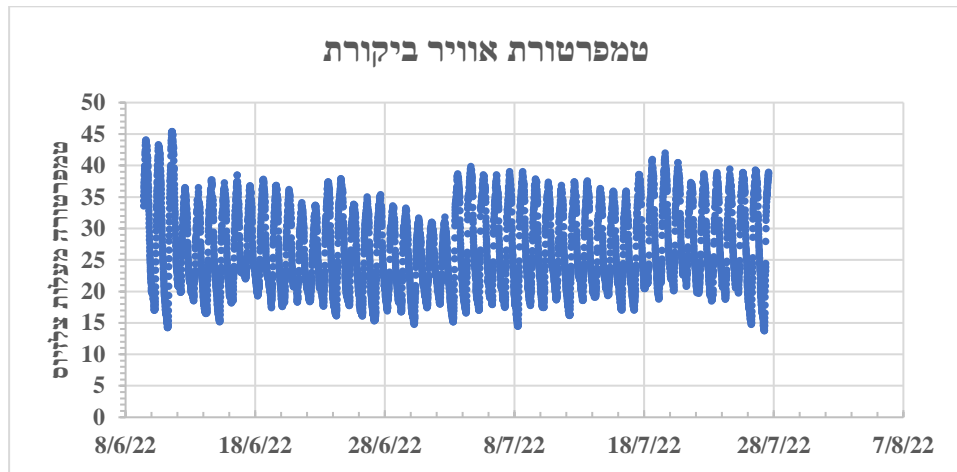
סיכום בניים :

לסיכום העונה הקודמת ניתן לראות כי השפעת הזן במני הכוסברה השונים בניסוי חזקה מטיפולי הקירור. ממצאים אלו מדגישים את חשיבות הטיפוח. ייתכן וטמפרטורת האוויר הגבוהה בחממה ברמת נגב באביב -קיצץ אשר ריחפה מעל לכל השפיעה אף יותר מטמפרטורת המצע הנוחה על ביצועי הזנים. בזנים מסוימים ניתן לעכב קצירים ולהגיע לשניים ואף שלושה קצירים ללא תלות בטמפרטורה אשר נבחנה בניסוי זה. הזנים 62, 79 ויערה הם זנים אשר להם היו ביצועים טובים ביחס לזנים מסחריים מוכרים כמו לייזר. מדדי האיכות וחיי המדף במרבית הזנים במהלך הניסוי היו טובים ולא נראה שהיתה השפעה לטמפרטורת המצע במרבית הזנים. בזן 79 נראה כי ישנה מגמה חיובית לקירור על איכות יבולו לפחות בחלק מהקצירים. נראה כי בשלב זה של המחקר מידת ההצלחה של הגידול השפיעה יותר מאשר קירור בית השורשים בזנים נבחרים.

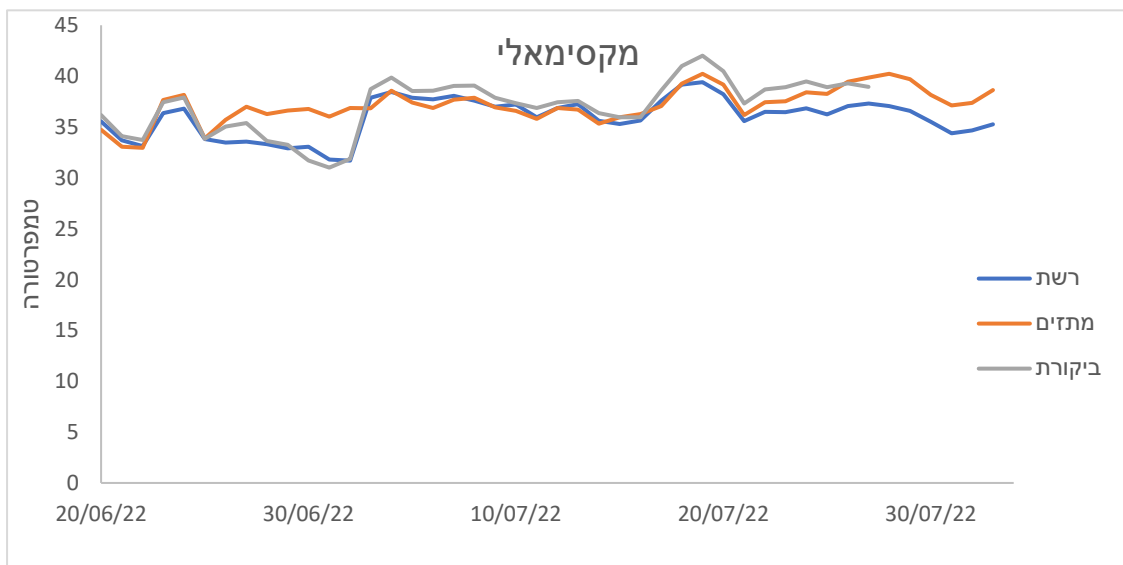
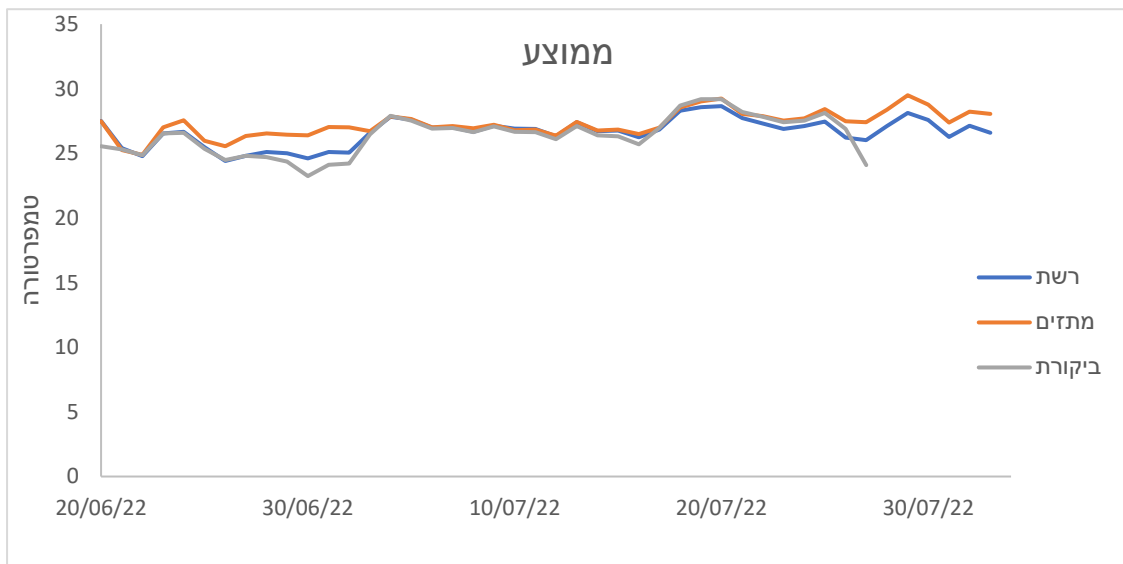
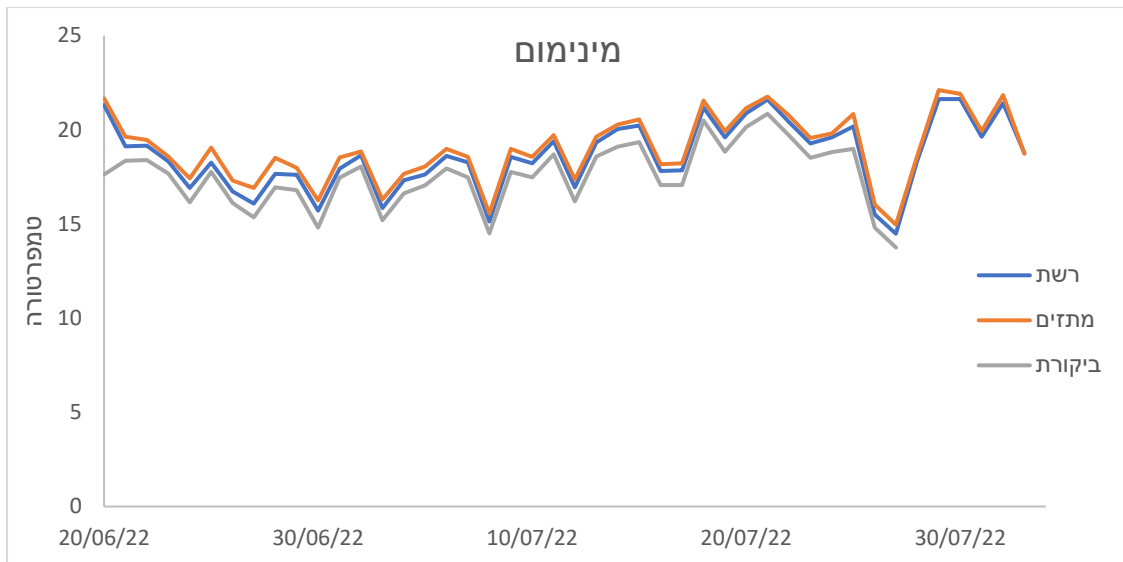
תוצאות (עונה שלישית):

בעונה זו התמקדנו במספר זנים מובילים באותו מערך שתילה כמו בעונה הקודמת בקלקרים. בעונה זו הסרנו את גג הפלסטיק מהחממה במטרה להקל על עומס החום ובמקומו הצבנו רשת צל שחורה סרוגה 30% הצללה. רמת ההצללה בטיפולים מסוכמת בטבלה 6. בשל תוצאות העונה הקודמת אשר לא הראו תרומה משמעותית לקירור השורשים לא ביצענו קירור של מערכת השורשים בעונה הזו. הקטיף הראשון התקיים כחודש לאחר שתילה ב-3/7/23. בקטיף זה כל הטיפולים נקטפו באיכות טובה וללא פריחה מוקדמת. טיפולי הביקורת כלומר ללא תוספת הצללה הניבו יותר בכל הזנים (איור 18). טיפולי ההצללה עיכבו במעט את הצימוח. הזנים לייזר ויערה הניבו הכי הרבה כ-1.2 ק"ג/מ"ר. בעונה זו האקלים היה יחסית נוח עד לאחר הקציר הראשון (37מ"צ <) וטמפרטורת הלילה נמוכה בין 15-17 מ"צ ולא היה ממש צורך לבצע צינון בשלב

הראשון (איור 14). מהקציר השני עלתה טמפרטורת היום במבנה. מלבד הזן יערה אשר הגיב באופן חיובי להצללה שאר הזנים הזנים נכנסו לפריחה מוקדמת או סבלו בטיפולים, רק הביקורות נקצרו בקציר שהתקיים כשבועיים לאחר הראשון (איור 19). לקציר השלישי והאחרון שנערך בתחילת אוגוסט רק הזן יערה הצליח להגיע ובאיכות סבירה. כרבע מהשתילים פרחו בטיפולים המוצלחים אשר היו תוספת הצללה והתזה.

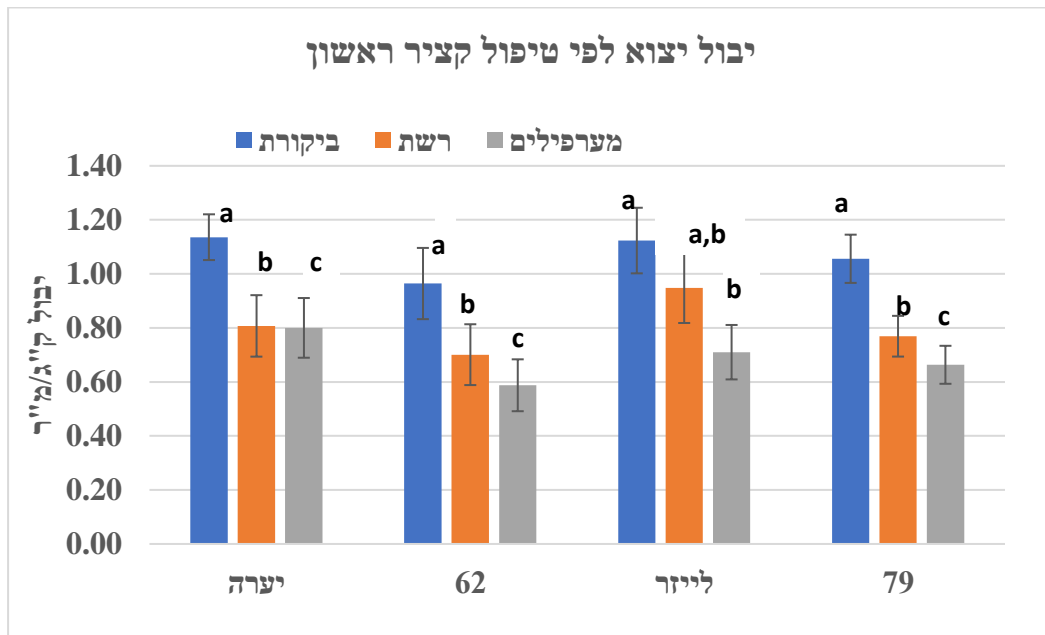


איור 14 : טמפרטורת אוויר בניסוי בטיפול הביקורת ללא תוספת הצללה או צינור.

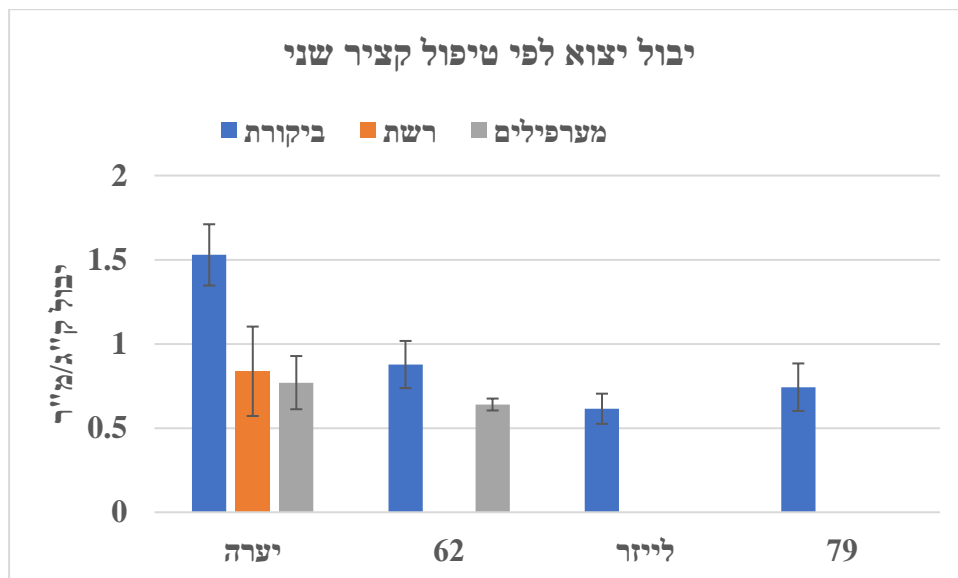


איורים 15-17 : טמפרטורת אוויר בסמוך לצמח בשלושת הטיפולים, מינימום, ממוצע ומקסימום.
טבלה 6 : רמת ההצלחה בטיפולים השונים בעונת השתילה השלישית.

הצללה (%)	קרינה ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	ההצללה	טיפול
0	2100	ללא	בחוץ
40	1280	רשת שחורה 30% בגג	ביקורת
65	730	רשת 30% שחורה	תוספת הצללה (מערפילים/רשת)



איור 18 : קציר ראשון יבול יצוא ממוצע בזנים השונים לפי טיפולי הצללה וצינון נערפילים (LSD PostHoc analysis) $(n=4, \text{std})$. אותיות מסמלות הבדל מובהק בטיפולים של אותו זן



איור 19 : קציר שני לפי טיפולי הצללה והתזת מערפילים בזנים השונים יבול יצוא ממוצע $(n=3, \text{std})$.

טיפול הצינון באמצעות מתזים לא הצליח לקרר באופן אפקטיבי את סביבת הצמח כפי שעולה מאיורים 15-17. כנראה והחום אשר היה כלוא בתוך ההצללות והאוויר בו לח מדי בשביל לבצע קירור אפקטיבי. באופן כללי הצמחים בטיפול ההתזה בכל הזנים סבלו מצימוח מעוכב אטיולנטיוט ומראה לא טוב והצהבות, חלקם אף נשכבו בצורה אופקית (תמונה 14).



תמונה 14: מראה כללי של כוסברה תחת הצללה וצינון מערפילים

מסקנות, בעיות שהתעוררו והמלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר

במספר מבחנים אשר התבצעו ברמת נגב במספר עונות נראה כי לאיזור ישנו יתרון אקלימי המתאפיין בלילות קרירים יחסית לגידול כוסברה במינימום הצללה (30-40%). על ידי תוספת הצללה ניתן בזנים מסויימים לדחות את הפריחה ואף להגיע לשלושה קצירים אם כי ככל שרמת ההצללה עולה יש פחיתה ביבול. נמצא כי השפעת הזן היא גדולה וחשובה מרמת ההצללה בטיפול. קירור בית השורשים היא פעולה הדורשת השקעה ואנרגיה רבה על רקע הניסיונות אשר ביצענו השקעה זו אינה מוצדקת ולא הביאה לדחיית הפריחה ברמה מספקת גם כאן חשיבות גבוהה לזנים אשר אינם פורחים בחום בניהם הזנים: יערה, 79, 62 וליזור. צינון התנדפותי בשילוב תוספת הצללה לא צלח בניסוי זה ולא הצליח לקרר את בצורה אפקטיבית. על מנת לבחון שיטה זאת צריך לבנות מערך מאורר בהרבה אולי אם הסעת חום מאולצת באמצעות מאווררים. אנו מקווים שהמידע שהושג בניסויים אלו ייסיע בסלקציה וטיפול זנים המתאימים לגידול קייצי.

מימון למחקר:

מחקר זה מומן על ידי משרד החקלאות וק"ל במסגרת תמיכות למו"פים החקלאיים
תוכנית מספר: 99-015-20

רשימת ספרות :

אינטרודוקציה של סוגי תבלין קיצייים ברמת נגב, מו"פ רמת נגב, מיכל עמיחי, חיים כביר, שבתאי כהן ורמי גולן ודויד סילברמן, 2005,

- Bashtanova UB, Flowers TJ, 2011. Diversity and physiological plasticity of vegetable genotypes of coriander improves herb yield, habit and harvesting window in any season. *Euphytica* 180, 369-84.
- Diederichsen A, 1996. Coriander. In. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops Series. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute (3).
- Diederichsen A, Hammer K, 2003. The infraspecific taxa of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution* 50, 33-63. *Aromatic Crops* 25, 01-6.
- Khodadadi M, Dehghani H, Jalali-Javaran M, Rashidi-Monfared S, Christopher JT, 2016. Numerical and graphical assessment of relationships between traits of the Iranian *Coriandrum sativum* L. core collection by considering genotype \times irrigation interaction. *Scientia Horticulturae* 200, 73-82.
- López PA, Widrlechner MP, Simon PW, et al., 2007. Assessing phenotypic, biochemical, and molecular diversity in coriander (*Coriandrum sativum* L.) germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55, 247-75.
- Miller P, Lanier W, Brandt S, 2001. Using growing degree days to predict plant stages. *MontGuides*, Montana State University Extension MT200103 AG 7/2001.
- Robinson MD, Mccarthy DJ, Smyth GK, 2010. edgeR: a Bioconductor package for differential expression analysis of digital gene expression data. *Bioinformatics* 26, 139-40.
- Santos C, Rodriguez E, Loureiro J, Doležel J, 2007. Two new nuclear isolation buffers for plant DNA flow cytometry: a test with 37 species. *Annals of Botany* 100, 875-88.
- Tomitaka Y, Atsukiyo K, Arisa N, 2001. Effect of daylength on the flower bud differentiation and development in coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Journal of Agricultural Science Tokyo*.



