

דו"ח סופי מתוקן - מספר 430-0511-16
מוגש למדען הראשי – משרד החקלאות ופיתוח הכפר

השפעת איכות המים וכמותם על צמח ופרי הפלפל לפני ואחרי הקטיף

אלעזר פליק, שרון אלקלעי-טוביה, יעקב פרצלן, דני צ'לופוביץ, יגאל אלעד וחגי יסעור
מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

רבקה אופנבך, שבתאי כהן, רמי גולן, אפי טריפּלר
מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

The influence of the water quality and quantity on pepper's yield and quality before and after harvest

Elazar Fallik, Sharon Alkalai-Tuvia, Yaacov Perzelan, Dani Chalupovitz, Yigal Elad, Hagai
Yasur
ARO-the Volcani Center

Rivka Offenbach, Shabtai Cohen, Rami Golan, Effi Tripler
North and Middle Arava R&D Center

*E-mail: efallik@volcani.agri.gov.il

תקציר

הצגת הבעיה - הגדלת היבול של פרי הפלפל בערבה ובאזורי גידול מדבריים אחרים, יכולה להיפגע כתוצאה מכמות ואיכות המים העומדות לרשות החקלאים באזורים אלה. בעשור האחרון חלה הידרדרות משמעותית באיכות המים בערבה ורמת המליכות עלתה בלמעלה מיחידת dS/m (EC), בממוצע. נכון להיום, מגמה זו תמשיך ביתר שאת.

מטרות המחקר - הנה לימוד השפעות מליחות וכמות המים על מדדים הורטיקולטוריים, פיסולוגיים, פתולוגיים במהלך גידול הפלפל על יבול ואיכות הפרי לאחר הקטיף, כאשר מטרות המחקר המשניות: א. השפעת כמות ואיכות המים על צבירת יבול; ב. השפעת התפתחות המחלות קמחונית ועובש אפור על איכות הפרי הנקטף; ג. השפעת המלחה וכמות מי השקיה על מדדים איכות חיצוניים ופנימיים בפרי הקטוף ועל רגישות הפרי לנזקי צינה באחסנה בטמפרטורה הנמוכה מ-7 מ"צ.

שיטות העבודה - אנליזה של מוליכות חשמלית, חנקה וכלורידים בוצעה במי ההשקיה. נמדד צבירת היבול על ידי ספירת חנטים ופירות. איכות הפרי לאחר הקטיף נבדקה בעזרת מדדי איכות פיסולוגיים, פתולוגיים וביכומיים לאחר אחסנה של שבועיים ב-7 או 4 מ"צ ו-3 ימים ב-20 מ"צ.

תוצאות עיקריות - בשנה השניה/שלישית, לפיה חלה ירידה מונוטונית של כ-10% ביבול, על כל עליה של יחידת מוליכות אחת. היבול שנמדד במליחות מים EC 4 היה נמוך משמעותית מהיבול הגבוה ביותר שהתקבל במליחות EC 1, ובהשוואה להשקיה ב-EC 2.8. נמצא יתרון לאיכות פרי לאחר הקטיף שטופל בכמות-איכות מים של 1.0-2.8 ו-1.5-2.8, כאשר האיכות הגרועה ביותר נמצאה במים מליחים מאד. לא נמצאו הבדלים באיכות הפרי שנקטף מפארן או חצבה. פעילות הנוגדת חמצון הגבוהה ביותר נמצאה בטיפול ההשקיה עם מים מליחים (EC 2.8), כאשר הפעילות הנמוכה ביותר נמצאה בפירות שהושקו במים מליחים מאד. אחוז נזקי צינה נמוכים נמדדו בפרי שהושקה במים מליחים מאד.

מסקנות - השפעת כמות ואיכות המים על צמח הפלפל, היבול, כושר אחסנת הפרי ומרכיבו הבריאותיים נמצאה משמעותית יותר לגבי יבול הפרי, אך פחות משמעותית לגבי איכות הפרי החיצונית, פנימית ובריאותית, לאחר הקטיף. מליחות של EC 2.8, עם כמויות מים משתנות אינה מהווה גורם שלילי הקשור ליבול, איכות הפרי לאחר הקטיף ומרכיבו הבריאותיים, אך במידה והמים ימשיכו להמליח, הן היבול והן איכות הפרי לאחר הקטיף תיפגע קשות.

מעריכים מומלצים לבדיקת בדוח המדעי

1. ד"ר אילן פארן
2. תמר אלון
3. דייוויד סילברמן

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים.
הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

✚ כולף

חתימת החוקר

מבוא

הפלפל (*Capsicum annuum* L) מהווה עדיין את הגידול המרכזי בערבה התיכונה והצפונית, למרות המשבר שהתהווה במהלך 2015 בגידול זה. אחת הבעיות הקשורות בגידול היבול של הפרי נובעת מצמצום כמויות המים העומדות לרשות החקלאים והמלחתם באזור זה. בעשור האחרון חלה הידרדרות משמעותית באיכות המים ורמת המוליכות החשמלית עלתה בלמעלה מיחידת dS/m (EC), בממוצע, בערבה המרכזית. כמו כן מרבית המים הזמינים להשקיה "מזוהמים" בחנקות. מגמה זו תמשיך ביתר שאת, במידה ולא תיערך התפלת מים בקנה מידה גדול ותוך זמן קצר. אחד הגורמים המשמעותיים ביותר, כאמור, המגבילים את הרחבת הגידולים והיבול הנו חוסר היכולת לספק ולהשקות את הגידולים במים באיכות טובה. הדבר, מוביל בסופו של דבר, לירידה ביבולים ובאיכות הפרי (Bustan et al., 2005; Krauss et al., 2006).

פלפל ידוע כאחד מגידולי הירקות הרגישים לעקת מלח. רגישות זו באה לידי ביטוי בחדירות ממבראות התאים, בפעילות תעלות מעבר המים, תפקוד הפיוניות, תהליך הפוטוסינתזה ומאזן היונים בצמח (Cabanero et al., 2004; Pascual et al., 2010). Rubio et al. (2009) דיווחו כי המלחה הקטינה באופן משמעותי את יבולי הפלפל הראוי לשיווק, בעיקר מהתפתחות ריקבון הפיטם במספר רב של פירות.

מחקרים רבים מצביעים על קיום חפיפה או קשר בתגובות צמחים לעקות סביבתיות שונות, כולל ברמת מנגנוני ההגנה בצמח המעורבים בהקניית העמידות לעקות אלו. עמידות מוגברת לעקה סביבתית אחת בצמחים נמצאה במקרים רבים מלווה בעמידות מוגברת כנגד עקה/ות סביבתיות אחרות (Wang et al., 2003; Bartels and Sunkar, 2005). תופעה זו נקראת "עמידות צולבת" (Bowler and Fluhr, 2000). דווח כי עקת מלח הגבירה את עמידות הצמח לעקת קור, אף במהלך האחסון (Wong et al., 2005; Mantri et al., 2010).

בשנת המחקר השנייה לא נמצאה השפעה של מליחות מי ההשקיה וכמותם על קצב צבירת החנטים בשתי רמות ההשקיה הנמוכות, בדומה לממצאים של עונת 2014-15. רמות ההשקיה בניסוי זה היו ביחס להתאדות הפוטנציאלית מגיית סוג א'. אי לכך, ובהתאם לרמות הכלורידים הגבוהות שנמדדו בטיפול המליחות הנמוך, בהשוואה למליחות 2.8 דצ"ס/מ', מצב המים בבית השורשים של הטיפול האמצעי היה טוב מזה של הטיפול הנמוך. מעבר לכך, הנוף בטיפול המליחות האמצעי (2.8 דצ"ס/מ') היה מתון, בהשוואה לנוף בטיפול המליחות הנמוך. היבול עלה ככל שירדה המוליכות החשמלית, וככל שרמת ההשקיה הייתה גבוהה. איכות הפרי הטובה ביותר בתום שבועיים אחסנה ב-7 מ"צ ו-3 ימים נוספים ב-20 מ"צ נמצאה בטיפול מליחות של 2.8 (EC) וכמויות מים שנעו בין 1 ל-2. אולם לא נמצאו הבדלים מובהקים בטיפול זה וטיפולים עם איכות מים טובה (1.6 EC). לעומת זאת, במים מאוד מליחים (4.5 EC), הפרי היה פחות איכותי והסיבה לכך הייתה גמישותו הגבוהה של הפרי, למרות שהפרי היה מתוק יותר. נמצא גם כי השקיית הפרי בכמות המים הנמוכה ביותר (0.7 EC, 1.0 EC, 2.8 EC וב-1.0 וב-4.5 EC), פגמה באיכות הפרי, אם כי לא באופן מובהק, בתוך הטיפולים ובין הטיפולים. נמצא כי כמות ואיכות המים לא השפיעה על רמת המרכיבים התזונתיים של הפרי, בעיקר על רמת הוויטמין C.

מטרות המחקר

מטרות המחקר העיקריות בשנה השלישית היו לבחון בפעם השלישית את השפעת כמות ואיכות המים על צימוח הפלפל והיבול, ואיכות הפרי לאחר הקטיף; כיצד משתנים אלה משפיעים על מרכיבים תזונתיים בפרי הקטוף והאם קיימת אפשרות לאחסן את הפרי בטמפרטורה נמוכה יותר מטמפרטורת האחסנה המיטבית של 7 מ"צ?

שיטות וחומרים

מדדים הורטיקולטוריים במהלך הגידול

בחוות יאיר נבחנו שילובים של 3 איכויות מים שונות ו-3 כמויות מים שונות על הזן האדום קנון. הטיפולים הם: [1] איכויות מים אקווילנטית לאיכות המים המושקים כיום בשטחי הפלפל בערבה ($EC \sim 2.8$); [2] מים ברמת מליחות גבוהה ($EC \sim 4$); [3] מים מותפלים ($EC \sim 1.6$). בכל איכות מים נלמדים תגובת הצמח, חיי המדף ופילוג היונים בקרקע ובעלים ב-3 רמות השקיה שונות, המדמות צמצום בכמויות מים שיגרם עקב הגדלת שטחי הגידול בערבה; כמויות המים שמישומות הינן: באיכות מים של 1.6 dS m^{-1} : EC 1.5, 1.0 ו-0.7 מהאידי-דיות היומית. באיכות מים 2.8 dS m^{-1} : EC 2.0, 1.5 ו-1.0 מערכי האידי-דיות; באיכות מים של EC 4.5 dS m^{-1} : 3.0, 2.0 ו-1.0 מערכי האידי-דיות. ערכי האידי-דיות מחושבים בכל איכות מים לפי התאדות פוטנציאלית לפי מודל "פנמן-מונטיט". הפרמטרים לחישוב נלקחו ממדידות טמפ', לחות יחסית, קרינה ומהירות רוח, מתחנה מטאורולוגית תקנית המצויה בתחנת יאיר. הניסוי מתבצע במתכונת של בלוקים באקראי. כל טיפול (מליחות X תדירות) מיושם בחמש חזרות, בנות 20 צמחים כ"א (5 מ' ערוגה). אנליזה שבועית של מוליכות חשמלית, חנקה וכלורידים בוצעה במי ההשקיה ובמשאבים שמוקמו בעומקים של 15 ו-30 ס"מ. על מנת לאפיין את תגובת הצמח למליחות, נמדד קצב צבירת היבול על ידי ספירת חנטים (מעל 1 ס"מ) ופירות. ספירות אלו בוצעו על 6 צמחים מכל חזרה. ספירת החנטים בוצעה בשלבי הגידול הראשונים כל יומיים-שלושה, עד לקביעת פוטנציאל היבול באזורי הגידול השונים (40-30 יום מהופעת חנט ראשון). הקטיפים בוצעו מידי שבועיים החל מתחילת נובמבר. משקל הפרי הבודד נמדד ונצבר לכל חזרה.

השפעת איכות וכמות המים על איכות הפרי לאחר הקטיף (בדיקה זהה לשנים 2014 ו-2015)

פירות באיכות ייצוא (ללא פגמים, סדקים, ריקבון ואחדים בגודלם) נקטפו מאותם טיפולים המוזכרים למעלה, אחת לחודש, החל מחודש ינואר ועד חודש אפריל (4 קטיפים). מכל טיפול נלקחו לפחות 2-3 קרטוני ייצוא (6 ק"ג פרי/קרטון). הפירות הובאו למרכז וולקני תוך 8 שעות מהקטיף, נשטפו במים חמים, בהתאם להמלצות ואוחסנו לפרקי זמן של שבועיים ב-7 מ"צ (טמפרטורה מיטבית) ולחות של 95% ועוד כ-3 ב-20 מ"צ (הדמיה להובלה ימית ושיווק).

השפעת אזור הגידול על איכות הפרי

הזן קנון גודל בפארן באיכות מים של EC 2.8 וכמות מים של 1.5 מאידוי-דיות, במקביל לגידול אותו זן, באותם תנאי גידול, בחוות יאיר. נערכו שני קטיפים על פי מדדי הקטיף המסחריים, ואיכות הפרי נבדקה כפי שמצוין למטה.

השפעת איכות וכמות מים על התפתחות נזקי צינה

זן אדום קנון טופל בכמויות ואיכותיות המים הבאות: איכות מים של EC 1.6 בכמויות מים של 0.7 ו-1.0 מאידוי-דיות; איכות מים של EC 2.8 בכמויות מים של 1.0 ו-1.5 באידוי-דיות; איכות מים של EC 4.5 בכמויות מים של 1.0, 2.0 ו-3.0 מאידוי-דיות. הפרי אוחסן ב-7 מ"צ ו-1.5 מ"צ למשך שבועיים + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ. נערכו שני קטיפים ואיכות הפרי נבדקה כפי שמצוין למטה.

מדדי איכות הפרי

- מיד לאחר הקטיף ובתום תקופת האחסנה וחיי המדף נבדקו מדדי האיכות הבאים:
- א. איבוד משקל נבדק על ידי שקילת 10 פירות מכל טיפול לפני אחסנתם ובתום תקופת האחסנה וחיי מדף; איבוד המשקל בוטא כאחוז ממשקל התחלתי.
 - ב. מוצקות הפרי נמדדה בעזרת מד לחץ והתוצאות בוטאו במ"מ גמישות. הבדיקה נעשה ל-10 פירות - מיד לאחר הקטיף ובתום תקופת האחסנה וחיי המדף.
 - ג. כלל מוצקים מומסים (כ.מ.מ), נבדקו ל-6 פירות על ידי סחיטת מיץ הקליפה על גבי רפרקטומטר והתוצאות בוטאו באחוזים.
 - ד. אחוזי ריקבון - פרי נחשב כרקוב כאשר תפטיר הופיע על קליפת הפרי או העוקץ. אחוזי הריקבון חושב מכלל הפירות בטיפול/חזרה.
 - ה. אחוז נזק צינה - פרי הוגדר עם נזק צינה כאשר נראו שקעים בעומק של לפחות 2 מ"מ עם שוליים חלקים, או שקע כהה שהופיע על העוקץ. הנזק בוטא כאחוז הפירות עם שקעים/כתמים מכלל הפירות הבריאים.
 - ו. מדד הופעה כללית נמדד על פי סולם של 1 עד 5, כאשר 1 = פרי פגום, מצומק, רקוב; 3 = איכות טובה; 5 = איכות מעולה.

מרכיבים תזונתיים

חומצה אסקורבית (ויטמין סי)

התום תקופת האחסנה וחיי המדף נבדק ריכוז החומצה האסקורבית (ויטמין סי) ופעילות חומרים נוגדי חמצון בכול אחד מתשעת הטיפולים השונים.

ויטמין סי נבדק מ-2 ג' רקמה קפואה שנלקחה מחמישה פירות שונים (5 חזרות) על ידי טחנתם בטורקס ב-6 מ"ל מים מזוקקים וסינון הרסק. אחד מ"ל של התסמין הוסף ל-49 מ"ל של מים מזוקקים ותכולת הויטמין

נבדקה בעזרת קיט של חברת Hanna Instrument (חברת מדנט). נפח הטיטרציה נמדדה במיקרוליטר והתוצאות בוטאו בוויטמין סי/100 מ"ג משקל טרי (Kong et al., 2012). כול טיפול כלל שלוש חזרות ביולוגיות.

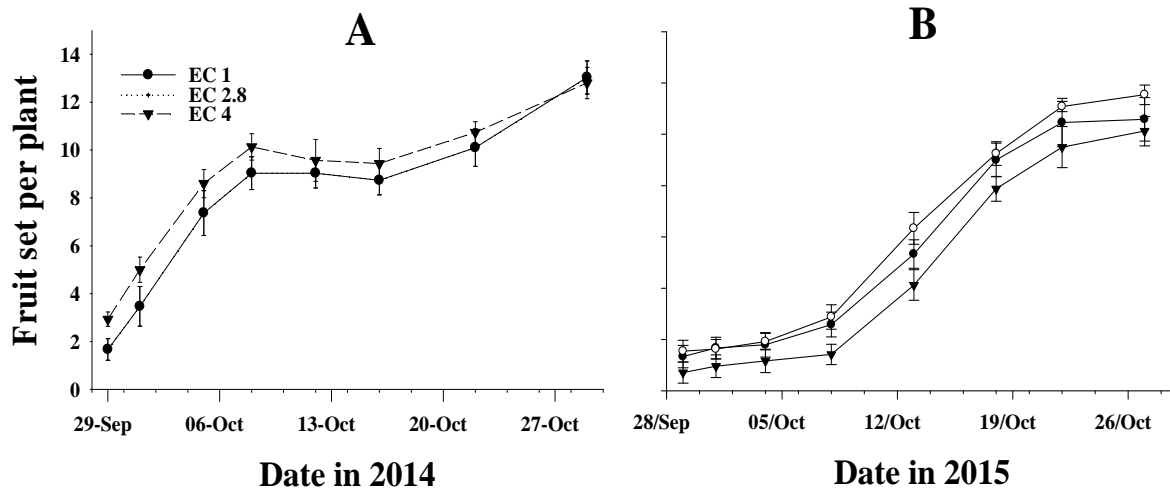
פעילות נוגדי חמצון

פעילות נוגדי חמצון נבדקה בעזרת שיטת 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) מ-25 ג רקמת פרי שנלקחה מחמישה פירות שונים, הוקפאה בחנקו נוזלי ויובשה ביבוש בהקפאה. 0.1 ג אבקה נטחן במכתש ועלי אליו הוסף 5 מ"ל מתנול 75 מיקרומולר. המבחנה טולטלה יומיים בחושך. הירידה בבליעה נקראה ב-517 נ"מ לאחר 60 דקות. פעילות נוגדי החמצון בוטאה כאחוז הירידה (פעילות) של ה-DPPH, וב- μM TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) (Kong et al., 2012). נערכו 2 ניסויים עם 4 חזרות כפולות לכול טיפול. כביקורת נעשתה קריאה של המיצוי המתנולי של הפלפל ב-1 מ"ל מתנול על מנת להפחית את ערך הקרוטנואידים בדוגמה.

תוצאות

ההשפעה המשולבת של מליחות ורמות ההשקיה על יבול פלפל

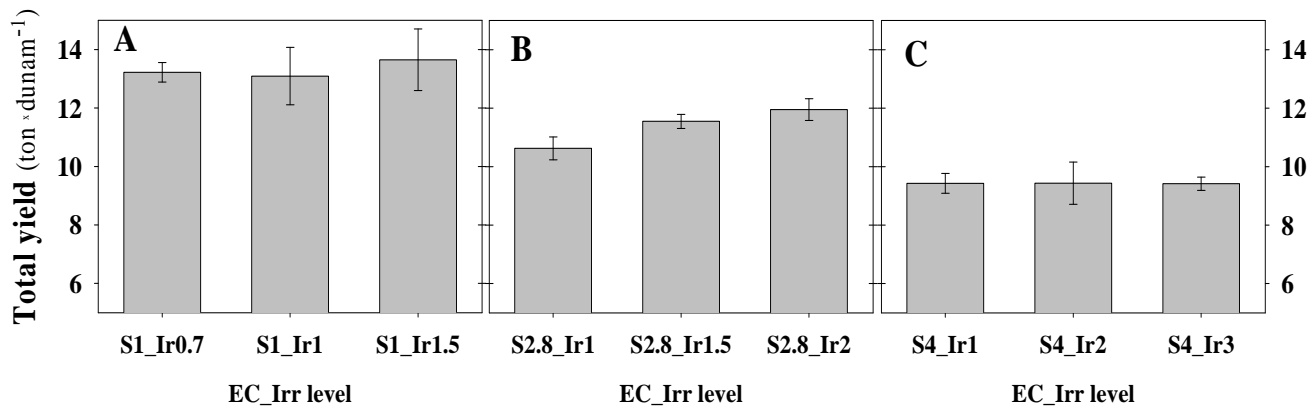
הדגם העיתי של קצב החנטה היה שונה בין 2014/2015 (2014) ל 2015/2016 (2015) (איור 1). הסיבה לכך נובעת מגל חום חריג באוגוסט, שלוה בימי אובך חריגים (18-25 לאוגוסט 2015). כתוצאה מכך, הפרחים הראשונים שהופיעו היו בעלי מבנה חריג, בו הצלקת הייתה מעל האבקנים. מופע פריחה זה גרם להיווצרות חנטים מעוותים שהוסרו, עד להופעת פרחים תקינים. פעולה זו עיכבה את תחילת החנטה הנורמטיבית בכשבעים ימים. תנאי האקלים הקיצוניים השפיעו, בהמשך על התגובה של היבול לתנאי הסביבה. בעוד שב 2014 מספר החנטים ב-3 רמות מליחות מי ההשקיה היה 12 בכל הטיפולים (באיור A, מספר החנטים ב 1 EC היה זהה למספר שנמדד ב 2.8 EC), הרי שב 2015 (איור B), מספר החנטים הממוצע במדידה האחרונה שבוצעה ב 28 באוקטובר היה נמוך בכחנט אחד.



איור 1: מהלך עיתי של מספר החנטים שנספרו על 10 צמחים מכל טיפול, בשתי שנות ניסוי השדה. רווחי הסמך מציינים שגיאת תקן ($n=10$). הדגם העיתי של קצב יצירת חנטים באיכויות מים EC 1 ו- EC 2.8 באיור A, זהה.

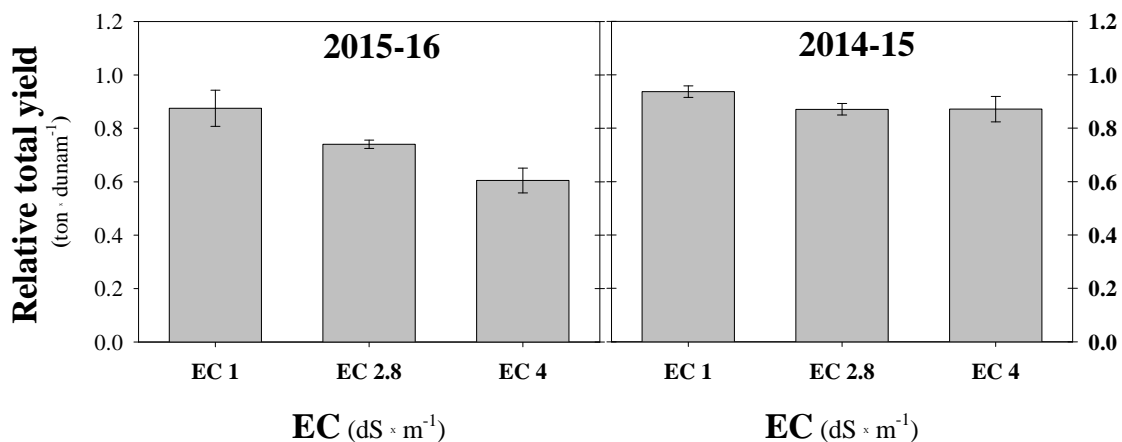
רמות ההשקיה בפועל שיושמו ב 2015-16, התבססו, כפי שתואר בפרק "שיטות וחומרים" על מדידות אקלימיות (טמפ', לחות יחסית, מהירות רוח וקרינה), ומהם חושבה ההתאדות הפוטנציאלית בשיטת "פנמן-מונטיט". ההתאדות הפוטנציאלית המצטברת ($lr=1$), לאותה עונה הייתה 708 מ"מ. ובהתאם לכך lr 0.7, lr 1.5, lr 2, lr 3 היו 496, 1065, 1420 ו- 2120 מ"מ, בהתאמה.

היבול הכולל ב- 2015/2016 המכסימלי שנמדד היה גבוה בכ- 3.5 טון לדונם, בהשוואה ליבול שנמדד ב- 2014/2015. באופן ספרתי, היבול הכולל הממוצע במליחות מי השקיה EC 2.8 היה 7.6 טון לדונם בעונה הראשונה ו- 11.2 ב 2015-16. היבול הממוצע במליחות 2.8 ו- EC היה 80% ו- 71%, בהתאמה, מהיבול הנמדד ברמת המליחות הנמוכה. הבדל מובהק ביבול נמדד בין שתי רמות המליחות הקיצוניות. במליחות הנמוכה והגבוהה (1 ו- EC 4, בהתאמה) לא נמדדה השפעה של רמת ההשקיה על היבול. לעומת זאת, במליחות EC 2.8 היבול עלה עם עליית כמות ההשקיה.



איור 2: יבול כולל, בעונת 2015, ב- 3 מליחיות מי השקיה וברמות השקיה שונות (A-EC 1; B-EC 2.8; C-EC 4). S מסמל את מליחות מי ההשקיה ו- Ir מציין את רמת ההשקיה מההתאדות הפוטנציאלית. רווחי הסמך מציינים שגיאת תקן (n=4).

היבול היחסי (יבול של טיפול מסויים מחולק ברמת היבול המכסימלית שנמדדה באחד מהטיפולים), המוצג באיור 3, מצביע על כך שבעונה הראשונה (2014-15), לא הסתמנה מגמה של תגובה למליחות על ידי צמחי הפלפל, כלומר, היבול היה דומה בכל איכויות המים. אולם תבנית ברורה נמדדה בשנה השניה/שלישית, לפיה חלה ירידה מונטונית של כ- 10% ביבול, על כל עליה של יחידת מוליכות אחת. היבול היחסי שנמדד במליחות מים EC היה נמוך באופן מובהק מהיבול שהתקבל במליחות EC 1. יבולים יחסיים גבוהים בשתי רמות המליחות הגבוהות (EC 2.8 ו- EC 4) נמדדו בעונה הראשונה, בהשוואה ל-2015-2016.



איור 3: יבול יחסי כתלות במליחות מי ההשקיה (ברמת ההשקיה 1.5), בשתי עונות הניסוי. רווחי הסמך מציינים שגיאת תקן (n=4).

2015)

טבלה 1: השפעת וכמויות מים ואיכותם (רמת ההמלחה) על מדדי איכות הפרי בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 3 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד

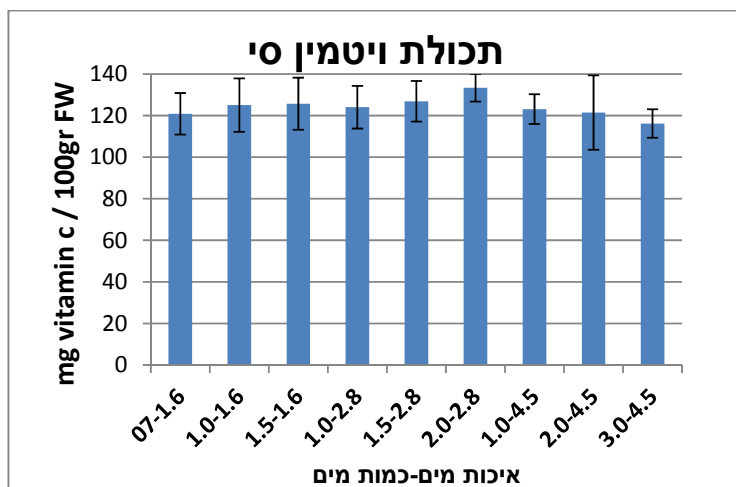
טיפול איכות/כמות	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	סוכר (%)	ריקבון (%)	ציון כללי (5-1)
0.7-1.6	א* 4.2	אב 3.1	ב 7.4	א 5.7	אב 2.4
1.0-1.6	א 4.0	אב 2.8	ב 7.4	אב 3.6	אב 2.5
1.5-1.6	אב 3.7	אב 2.7	ב 7.4	אב 3.3	א 2.6
1.0-2.8	אב 3.5	ב 2.5	אב 7.9	אב 2.5	א 2.7
1.5-2.8	ב 3.4	ב 2.3	אב 8.1	אב 2.8	א 2.7
2.0-2.8	אב 3.6	אב 2.6	אב 8.2	א 5.0	אב 2.5
1.0-4.5	א 4.0	אב 3.4	אב 8.1	ב 2.1	אב 2.3
2.0-4.5	אב 3.7	א 3.6	א 8.5	אב 3.2	ב 2.2
3.0-4.5	אב 3.6	א 3.7	א 8.7	אב 3.3	ב 2.1

*אותיות שונות באותה עמודה מראות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים ברמה של 5%

בתום תקופת האחסנה וחיי המדף, פירות שטופלו באיכות מים של EC 2.8, בכמויות של 1 ו-1.5 מאידוי-דיות יומית, איבדו פחות ממשקלם בהשוואה לפירות שהושקו במים שפירים (EC 1.6). גמישות הפרי הנמוכה יותר (פרי יותר מוצק), נמצא באיכות-כמות מים של 1.5-2.8, כאשר הפרי הגמיש ביותר נמצא בטיפולים שהושקו במים מליחים של EC 4.5. ככל והמים היו יותר מליחים, רמת הסוכר בפרי הקטוף עלתה. רמת הסוכר הנמוכה ביותר נמצאה בכמות-איכות מים של 0.7-1.6 (7.4%), כאשר הרמה הגבוהה ביותר נמדדה בכמות-איכות מים של 3.0-4.5 (8.6%). אולם לא נמצאו הבדלים מובהקים ברוב הטיפולים. באופן יחסי אחוז הריקבון לא היה גבוה, כאשר במים מליחים מאד, אחוז הריקבון היה יחסית נמוך. נמצא יתרון מסוים לאיכות הכללית של פרי שטופל בכמות-איכות מים של 1.0-2.8 ו-1.5-2.8 (כ-2.7), כאשר האיכות הגרועה ביותר נמצאה במים מליחים מאד, בטיפול 3.0-4.5 (2.1) (טבלה 1).

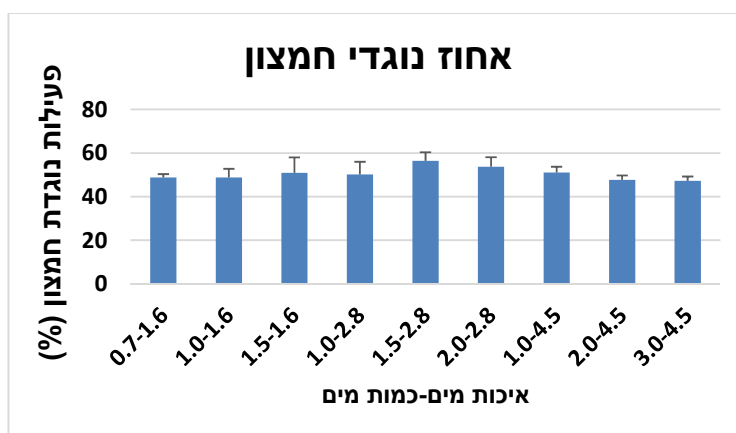
מרכיבים תזונתיים

לא נמצאו הבדלים מובהקים בתכולת ויטמין סי בטיפולים השונים פרט להבדלים בין טיפול 2.0-2.8 (כמות-איכות מים) (133 מ"ג ויטמין/100 ג פרי טרי), לטיפול 3.0-4.5 (116 מ"ג ויטמין/100 ג פרי טרי) (איור 1). באיכות מים שפירים (1.6) ומליחים (2.8) קיימת מגמה של עליה קלה בתכולת הויטמין עם מתן מים בכמות הולכת וגדלה, כאשר השקיה במים מליחים מאד (4.5), התופעה מתהפכת ועם העליה בכמות המים, קיימת ירידה בתכולת ויטמין סי (איור 1).



איור 1: השפעת איכות וכמות מים של תכולת ויטמין סי בפרי הפלפל לאחר שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ. ממוצע לשני ניסויים

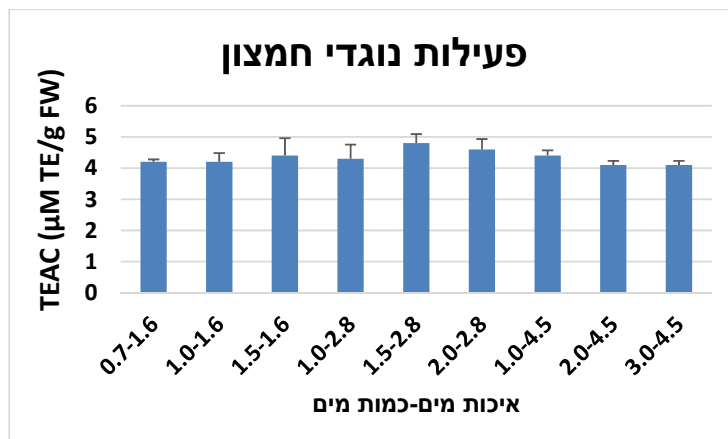
אחוז החומרים נוגדי החמצון הגבוה ביותר נמצא בעיקר בטיפול ההשקיה עם מים מליחים (EC 2.8), כאשר האחוז הנמוך ביותר נמצא בפירות שהושקו במים מליחים מאד (EC 4.5) (איור 2). האחוז הגבוה ביותר (56.4) נמדד בטיפול 1.5-2.8 (איכות וכמות מים), כאשר בטיפול 3.0-4.5 נמדד האחוז הנמוך ביותר (47.2%) (איור 2).



איור 2: השפעת איכות וכמות מים של אחוז נוגדי חמצון בפרי הפלפל לאחר שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ. ממוצע לשני ניסויים

פעילות נוגדי החמצון הגבוהה ביותר שנמדדה על ידי פעילות Trolox נמצאה בטיפול 1.5-2.8 (איכות-כמות מים, TEAC 4.8) (איור 3), בדומה לאחוז הפעילות נוגדת החמצון שנמצאה באיור 2). ככול וכמות המים

המליחים מאד עלתה, כך ירדה תכולת נוגדי החמצון בפרי הקטוף, בתום שבועיים ב-7 מ"צ ו-3 ימים נוספים ב-20 מ"צ (איור 3).



איור 3: השפעת איכות וכמות מים של פעילות נוגדי חמצון בפרי הפלפל לאחר שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ. ממוצע לשני ניסויים

השפעת אזור הגידול על איכות הפרי

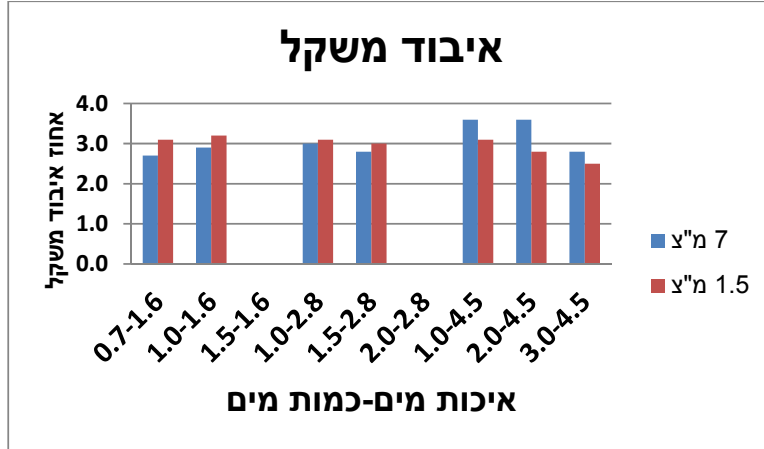
טבלה 2: השפעת אזור הגידול על איכות פרי הפלפל בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ (ממוצע לשני קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד). הצמחים הושקו בכמות מים של 2.8 ואיכות של EC 2.0.

אזור הגידול	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	סוכר (%)	ריקבון (%)	ציון כללי (5-1)
חצבה	א 3.0	ב 2.9	א 8.8	א 2.5	א 2.7
פארן	א 3.7	א 4.0	א 8.4	א 1.2	א 2.8

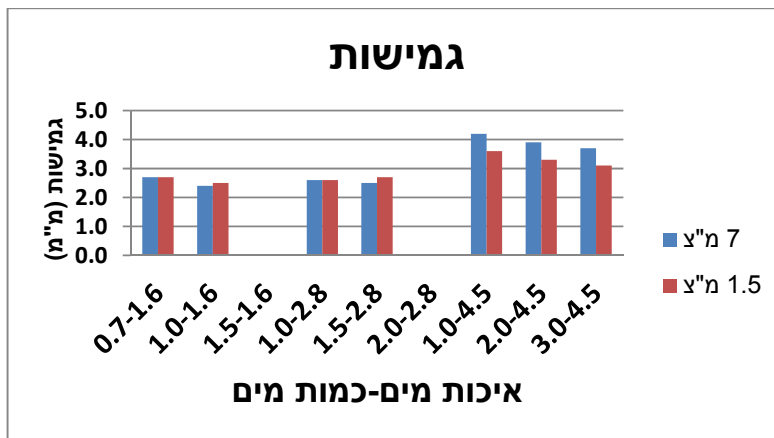
*אותיות שונות באותה עמודה מראות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים ברמה של 5%

פירות שנקטפו מפארן איבדו משקל גבוה יותר מפירות שנקטפו מחוות יאיר (חצבה), אולם לא נמצאו הבדלים מובהקים באחוז איבוד המשקל בשני מקומות אלה. איבוד המשקל הגבוה גרם להתרככות (גמישות) גבוהה יותר בפרי מפארן, בהשוואה לפרי שנקטף מחוות יאיר. רמת הסוכר הפרי שנקטף מחוות יאיר הייתה גבוהה, אך לא מובהקת מרמת הסוכר שנמדדה בפרי שנקטף מפארן. אחוז הריקבון בפרי שנקטף מפארן היה נמוך, אך לא מובהק, מאחוז הריקבון שפרי שנקטף מחוות יאיר (1% לעומת 2.5%, בהתאמה). לא נמצאו הבדלים מובהקים באיכות הפרי הכללי בשני מקומות הגידול (טבלה 2).

השפעת איכות וכמות מים על התפתחות נזקי צינה



איור 1: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על איבוד משקל הפרי בתום שבועיים ב-7 או ב-1.5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 2 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד



איור 2: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על גמישות הפרי בתום שבועיים ב-7 או ב-1.5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 2 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד

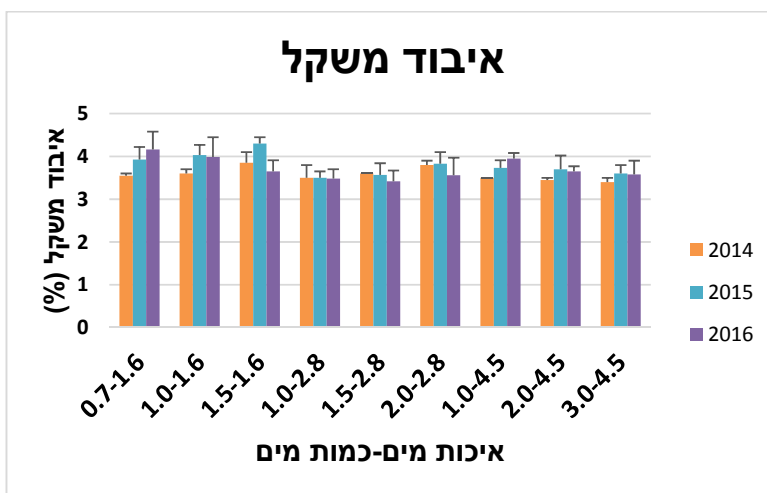
איבוד המשקל וגמישות הפרי נמצאו גבוהים במים מליחים מאד (EC 4.5) (איורים 1 ו-2). ככול וכמויות המים המליחים-מאד גדלו, איבוד המשקל וגמישות הפרי קטנו, אך מדדים אלה עדיין היו גבוהים מאיבוד המשקל וגמישות הפרי בטיפול המים השפירים (EC 1.6) וטיפול המים המליחים (EC 2.8).



איור 3: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על התפתחות נזקי צינה בפרי בתום שבועיים ב-7 או ב-1.5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 2 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד

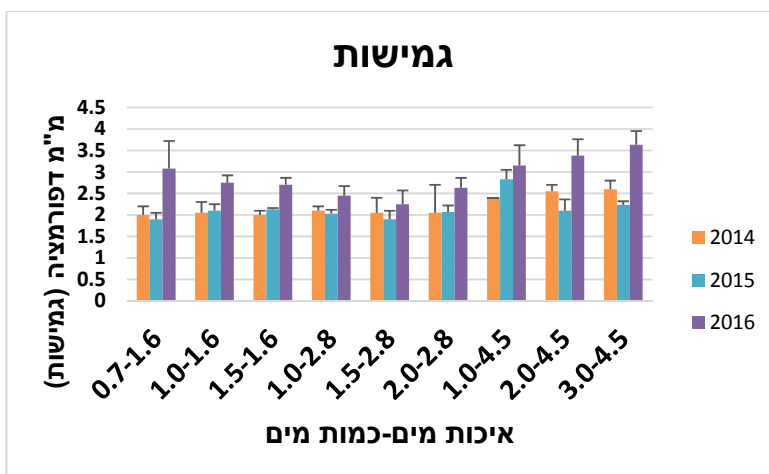
ככול ואיכות המים הייתה טובה יותר, נזקי הצינה היו גבוהים יותר בתום תקופת האחסנה ב-1.5 מ"צ (איור 3). נזקי הצינה במים מליחים מאד קטנו ככול שכמות המים עלתה, ובטיפול 3.0-4.5 אחוז נזקי הצינה היה מזערי.

השוואת איכות הפרי בשלושת שנות המחקר



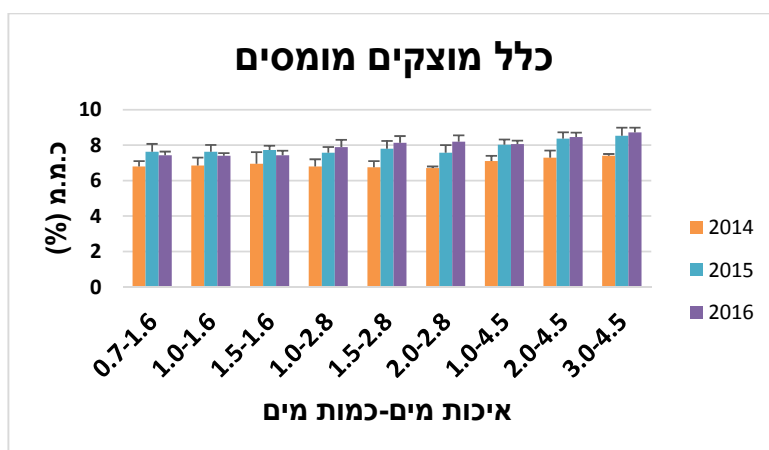
איור 4: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על איבוד משקל הפרי בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 3 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד ± שגיאת תקן

במהלך שלושת השנים, אחוז איבוד המשקל באיכות מים של EC 2.8 היה הנמוך ביותר, בעיקר עם כמויות מים של 1 ו-1.5 מאיטודיות (איור 4). ממוצע איבוד המשקל הגבוה ביותר נמדד באיכות המים השפירים. השקיה במים מליחים מאד (EC 4.5) הראתה כי עם העלייה בכמות המים, איבוד המשקל קטן.



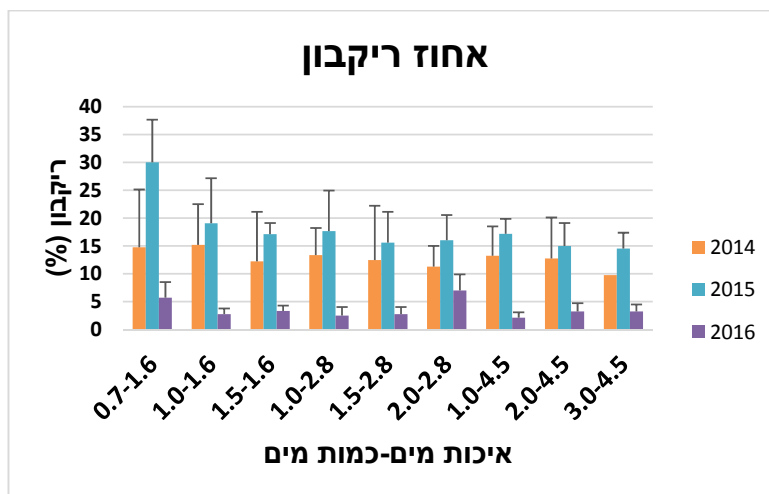
איור 5: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על איבוד משקל הפרי בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 3 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד ± שגיאת תקן

בשנת 2016 הפרי, בטיפולים השונים, נמצא הרבה יותר גמיש בהשוואה לפרי שנקטף ב-2014 ו-2015 (איור 5). פרט לפרי שנקטף בשנת 2015, בשנים 2014 או 2016, ככל שהמים היו יותר מליחים, הפרי היה גמיש יותר וגמישות הפרי עלתה עם העלייה בכמות ההשקיה (איור 5).



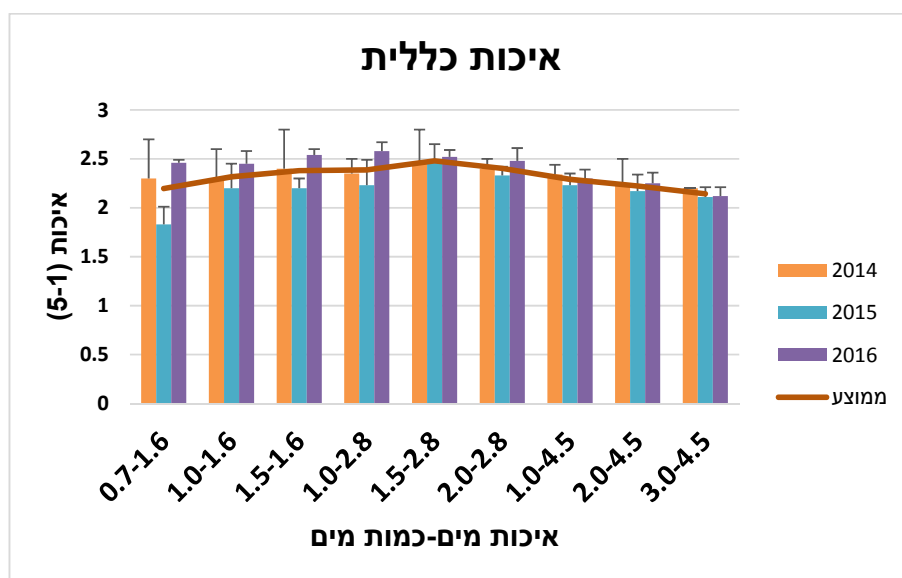
איור 6: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על איבוד משקל הפרי בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 3 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד ± שגיאת תקן

רמת הסוכר בפירות שהושקו במים מליחים מאד (EC 4.5) הייתה הגבוהה ביותר בשלושת שנות המחקר (איור 6). רמות הסוכר הנמוכות ביותר נמדדו בפירות שנקטפו במהלך עונת 2014, כאשר רמות הסוכר הגבוהות ביותר נמדדו כשהפירות נקטפו ב-2016 (איור 6).



איור 7: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על איבוד משקל הפרי בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 3 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד ± שגיאת תקן

שנת 2015 התאפיינה ברמת ריקבון גבוהה מאד, בעיקר בפרי שהושקה במים שפירים (EC 1.6), כאשר 2016 התאפיינה ברמת ריקבון נמוך בכול הטיפולים (איור 7). מחולל המחלה הייתה פטריית הבוטריטיס.



איור 8: השפעת איכויות (רמת ההמלחה) וכמויות מים על איבוד משקל הפרי בתום שבועיים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע של 3 קרטונים של כ-6 ק"ג כל אחד ± שגיאת תקן

מסיכום איכותו הכללית הממוצעת של הפרי עולה כי השקיית הצמח במים מליחים של EC 2.8, בכמות של 2 מאידוי-דיות שומרת על איכות הפרי לאחר הקטיף בשלושת שנות המחקר (איור 8). באידך, מים מליחים מאד (EC 4.5), השפיעו לרעה על איכות הפרי הכללי ואיכות זאת הייתה נמוכה עם הגדלת כמויות המים שהצמח הושקה.

השפעה משולבת של רמות השקיה ומליחותם על יבול פלפל

פלפל מתאפיין כגידול רגיש למחצה למליחות. מספר עבודות (Shani et al, 2007; Ben-Gal et al, 2008), הראו ש EC 2.5 היא המליחות החשמלית שבה היבול היחסי פוחת בחצי (EC_{50}). בשתי שנות ניסוי השדה התקבלה רגישות נמוכה מהמדווח בעבודות קודמות. ניתן להסביר זאת על ידי כך שבניסוי זה נמדדה ביומסת היבול ולא יבול כולל של ביומסה יבשה, כפי שבוצע על ידי שני וחוב' (2007) ובן-גל וחוב' (2008). הסבר אחר נעוץ בממשק הדישון המקובל בערבה בעת הופעת הפריחה. בממשק זה רמות החנקן במי ההשקיה נמוכות החל מהפריחה ועד להופעה של כ- 4 חנטים, על מנת לעודד את הצמח לעבור מיצירת עלווה לרפרודוקציה. אנו סבורים כי ממשק זה ממסך את השפעת המליחות. תימוכין לכך ניתן למצא במספר החנטים השווה שנמדד בתחילת נובמבר של כל אחת משנות ניסוי השדה.

תנאי האקלים באוגוסט-ספטמבר שהיו בעונת הניסוי הראשונה, דמו באופן כללי למוצעים הרב-שנתיים בערבה. אולם, ב 2015-16 תנאי האקלים החריגים גרמו לביטוי של המליחות ורמות ההשקיה על היבול הכללי. זאת למרות ממשק הזנה חנקנית דומה בשתי שנות הניסוי. (Groenvelde et al. (2013) הראו שרגישותו היחסית של פלפל, המבוטאת ב- EC_{50} , עלתה ככל שרמת ה VPD הייתה גבוהה. לפיכך אנו סבורים שתנאי האקלים בשלושת חדשי הגידול הראשונים, משפיעים באופן ניכר על רגישות הפלפל למליחות וממשק השטיפה. ומכאן, אנו משערים כי תנאי האקלים החריגים באוגוסט - ספטמבר 2015 (עונת הגידול השנייה), שהתאפיינו בטמפרטורות גבוהות וב- 10 ימי אובך קשים, הם אלה שגרמו לפחיתה של חנט אחד במוצע מכל צמח בנובמבר 2015, ובהמשך, לירידה משמעותית של היבול, בהשוואה לזה שהתקבל ב- 2014.

השפעת איכות וכמות מים על מדדים הורטיקולטוריים ומחלות נוף

השקיית צמחי הפלפל באיכויות וכמויות מים שונות לא השפיעה על נגיעות הנוף בקמחוניות, שנמצאה דומה בכול הטיפולים. נגיעות זאת גם לא השפיעה על התפתחות פטריית הבוטריטיס שהנה מחולל הריקבון העיקרי של פרי לאחר הקטיף. יתכן וזה נבע מנוף מופחת בטיפול הביקורת, כתוצאה מנשירת עלים על ידי הקמחוניות ונשירה זו מהווה גורם "מאוורר", דבר המקטין את התפתחות הבוטריטיס.

איכות הפרי לאחר הקטיף

אחת השאלות שהועלו על ידי חקלאי הערבה, הייתה השפעת המלחת המים על כושר אחסנתו של הפלפל, וכיצד המלחה זו תשפיע על האיכות החיצונית, הפנימית והביוכימית/בריאותית של הפרי הקטוף. תוצאות השנה השלישית הראו, כי איכות המים הנוכחית של EC 2.8 הנמצאת ברוב הערבה הצפונית והתיכונה, בכמויות מים שונות, שימרו על איכות הפרי לאחר הקטיף, בדומה להשקיית הצמחים במים שפירים ($EC 1.6$) (טבלה 1). מסיכום שלוש שנות המחקר, קבלנו תוצאות דומות הקשורות לאיכות הפרי הקטוף, בכול אחת

מהשנים, ללא תלות בהשפעות חיצוניות כמו מזג אוויר שונה ששרר בכול אחת משלושת שנות המחקר בהן מים מליחים ברמה של EC 2.8 לא השפיעו לרעה על כושר אחסנתו של הפלפל. מחקר זה מוכיח כי רגישות פרי הפלפל למים מליחים, מההיבט של איכותו לאחר הקטיף, די נמוכה כול עוד ומוליכות המים אינה עולה על EC 3. לעומת זאת, במים מאוד מליחים (EC 4.5), הפרי היה פחות איכותי והסיבה לכך הייתה גמישותו הגבוהה של הפרי, למרות שאיבוד המשקל היה נמוך בתום תקופת האחסנה וחיי המדף. הסיבה לגמישות הפרי הגבוהה יכולה לנבוע מהגברה בפעילות האנזימים, כתוצאה מההמלחה, הקשורים להבשלת הפרי ללא פגיעה במבנה דופן התא הגורמת, בין היתר, להגברת איבוד המים בין התאים ורקמת הציפה. מאידך, הפרי שנקטף מטיפול המים המליחים מאד הכיל רמת סוכר גבוהה יותר כתוצאה מעקת המלח הגורמת לריכוז כלל המוצקים המומסים ברקמות הפרי (Rubio et al., 2011). פרי הפלפל ידוע כפרי בעל מרכיבים תזונתיים חשובים לדייטת האדם. הפרי מכיל תרכובות נוגדי חמצון כמו פנולים, קרוטנואידים, וויטמין סי. Giuffrida וחוב' (2014) לא מצאו עליה בריכוזי חומרי נוגדי החמצון כתוצאה מהמלחה. מאידך, Navarro וחוב' (2006) דווחו כי רמות מתונות-בינוניות של המלחה, הגבירו את רמת המרכיבים התזונתיים בפלפל אדום, כאשר רמות גבוהות של המלחה הקטינו את המרכיבים התזונתיים. במחקר זה נמצאו תוצאות דומות במהלך השנתיים האחרונות; רמות המרכיבים התזונתיים בפרי הקטוף, כמו חומצה אסקורבית ו/או פעילות נוגדת חמצון, נמצאו גבוהות, יחסית, באיכות מים של EC 2.8, כאשר כמויות המים נעו בין 1.5 ל-2.0 מאידוי-דיות. מנקודת המבט של הצרכן, פרי שהושקה במים מליחים מכיל מרכיבים בריאותיים ברמה גבוהה יותר, בהשוואה לפרי שהושקה במים מתוקים. אולם אם רמת מליחות המים תמשיך לעלות, רמות המרכיבים התזונתיים/בריאותיים בפרי תרד ופרי זה "יחשב כפחות בריא" לצריכה. לא מן הנמנע כי רמות המרכיבים הבריאותיים נבעו מרמת המליחות וכמות המים שהשפיע על גדילת הנוף, עוצמת האור שחדרה שהשפיעה על טמפרטורת הנוף ותהליך הפוטוסינתזה, דבר שהשפיע באופן עקיף על הצטברות המרכיבים התזונתיים ואיכות הפרי (Ehret et al., 2012).

לא נמצאו הבדלים במדדי איכות הפרי שנקטף מפארן או מחצבה (חוות יאיר) למרות ההבדלים באקלים באזורים הנ"ל ואין לכך הסבר מדעי מפני שנערכה השוואה באיכות הפרי רק בעונת 2016. אחסנת פלפל מתחת ל-7 מ"צ תגרום להתפתחות נזקי צינה תוך מספר ימים (Fallik et al., 2012). אולם, מחקרים רבים שבוצעו במגוון צמחים מעידים בברור על קשר, ואף קיום חפיפה חלקית, במנגנוני העמידות המופעלים בתגובת הצמח לעקות צינה ומליחות (Zhang et al., 2008). זנבר (2012) דווחה כי השקיית שתילי פלפל במים מליחים הקטינו את רגישות הצמח לנזקי צינה. המחקר שלנו חיזק את הקשר בין השקיית הצמח במים מליחים והתפתחות נזקי צינה של הפרי המאוחסן. נמצא כי שכלל שהצמח הושקה במים מליחים יותר, אחוז נזקי הצינה של הפרי הקטוף שאוחסן ב-4 מ"צ היה נמוך יותר (איור 3). בטמפרטורות אלו הפרי גם הפסיד פחות משקל ולכן היה מוצק יותר, בהשוואה לאחסנת הפרי ב-7 מ"צ. כיוון שקיימת אפשרות להרחיב את היקפי ייצוא הפרי למדינות הדורשות טיפולי הסגר כנגד מזיקי הסגר, איכות המים הקיימת היום (כ-2.8 EC) מקטינה את רגישות הפרי לטיפול הסגר בקור, כאשר מים איכותיים עלולים להקשות על טיפולי הסגר בקור.

לסיכום – השפעת כמות ואיכות המים על צמח הפלפל, היבול וכושר אחסנת הפרי נמצאה משמעותית יותר לגבי יבול הפרי, התלויה בין היתר בתנאי מזג האוויר, אך פחות משמעותית לגבי כושר אחסנתו של הפרי לאחר הקטיף. מליחות של EC 2.8, עם כמויות מים משתנות, בהשוואה להשקיה במים שפירים, אינה מהווה גורם שלילי הקשור בעיקר לאיכות הפרי לאחר הקטיף ומרכיביו הבריאותיים. אולם, מים מליחים מאוד (4.5 EC) פוגעת, בסופו של דבר, ביבול הפרי וגם באיכותו של הפרי לאחר קטיף. אולם, מליחות זו הגבירה את עמידות הפרי לנזקי צינה כאשר הפרי אוחסן ב-4 מ"צ.

לכן, המסקנה העיקרית העולה משלושת שנות המחקר היא שכול עוד ואיכות המים נעה בין 2.5 ל-3 EC, כפי שקורה עכשיו, היבול ואיכות הפרי לאחר הקטיף כמעט ולא תיפגעו, כאשר מההיבט הבריאותי/צרכני, פרי זה יהיה איכותי ובריא. אבל מידה ואיכות המים תמשיך להידרדר, הדבר יפגע ביבול ובאיכות הפרי החיצונית, הפנימית והבריאותית, לאחר הקטיף, בצורה חמורה עד כדי סכנת כדאיות לגידול זה באזור זה. אולם אין ספק כי יש צורך המשך מחקר זה שיערך גם באזור מושב פארן בגלל ההבדלים האקלימיים הקיימים לאורך הערבה התיכונה והצפונית.

ספרות:

זנבר, מ. 2012. בחינת קיום מתאם בעמידות לעקות צינה ומליחות בפלפל ובזיל וחקר מעורבות אנתוציאנינים בעמידות לעקות אלו. עבודת גמר מוגשת לאוניברסיטה העברית. 58 עמ.

Bartels, D., Sunkar, R. 2005. Drought and salt tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci. 24, 23-58.

Ben-Gal, A., Ityel, E., Dudley, L., Cohen, S., Yermiyahu, U., Presnov, E., Zigmond, L., Shani, U. 2008. Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: a case study for bell peppers. Agric. Water Manage. 95, 587–597.

Bowler, C., Fluhr, R. 2000. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. Trends Plant Sci. 5, 241-246.

Bustan, A., Cohen, S., De Malach, Y., Zimmermann, P., Golan, R., Sagi, M., Pasternak, D. 2005. Effects of timing and duration of brackish irrigation water on fruit yield and quality of late summer melons. Agric. Water Manage. 74, 123–134.

Cabanero, F.J., Martinez, V., Carvajal, M. 2004. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake? Plant Sci. 166, 443–450.

Ehret D.L., Usher, K., Helmer, T., Block, G., Steinke, D., Frey, B., Kuang, T., Diarra, M. 2012. Tomato fruit antioxidants in relation to salinity and greenhouse climate. J. Agric. Food Chem, 1138-1145.

Fallik, E., Perzelan, Y., Alkala-Tuvia, S., Nemny-Lavy, E., Nester, D. 2012. Development of cold quarantine protocols to arrest the development of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit after harvest. Postharvest Biol. Technol. 70, 7-12.

- Groenveld, T., Ben-Gal, A., Yermiyahu, U., Lazarovitch, N. 2013. Weather determined relative sensitivity of plants to salinity: quantification and simulation. *Vadose Zone J.* doi:[10.2136/vzj2012.0180](https://doi.org/10.2136/vzj2012.0180)
- Giuffrida, F., Graziani, G., Fogliano, V., Scuderi, D., Romano, D. and Leonardi, C. 2014. Effects of nutrient and NaCl salinity on growth, yield, quality and composition of pepper grown in soilless closed system. *J. Plant Nutri.* 37, 1455-1474.
- Kong, Y., Avraham, L., Perzelan, Y., Alkalai-Tuvia, S., Ratner, K., Shahak, Y., Fallik, E. 2013. Pearl netting affects postharvest fruit quality in 'Vergasa' sweet pepper via light environment manipulation. *Sci. Hortic.* 150, 290–298.
- Krauss, S., Schnitzler, W.H., Grassmann, J., Voitke, M. 2006. The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *J. Agric. Food Chem.* 54, 441–448.
- Mantri, N.L., Ford, R., Coram, T.E., Pang, E.C.K. 2010. Evidence of unique and shared responses to major biotic and abiotic stresses in chickpea. *Environ. Exp. Bot.* 69, 286-292.
- Navarro, J.M., Flores, P., Garrido, C., Martinez, V. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chem.* 96, 66–73.
- Rubio, J.S., Garcia-Sanchez, F., Rubio, F., Martinez, V. 2009. Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K⁺ and Ca²⁺ fertilization. *Sci. Hortic.* 119, 79–87.
- Pascual, I., Azcona, I., Morales, F., Aquirreolea, J., Sanchez-Diaz, M. 2010. Photosynthetic response of pepper plants to wilt induced by *Verticillium dahliae* and soil water deficit. *J. Plant Physiol.* 167, 701–708.
- Shani, U., Ben-Gal, A., Tripler, E., Dudley, L.M. 2007. Plant Response to the Soil Environment: An Analytical Model Integrating Yield, Water, Soil Type and Salinity. *Water Resour. Res.* Vol. 43, No. 8, W08418 [10.1029/2006WR005313](https://doi.org/10.1029/2006WR005313).
- Wang, W.X., Vinocur, B., Altman, A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218, 1-14.
- Zhang, X., Liu, S., Takano, T. 2008. Two cysteine proteinase inhibitors from *Arabidopsis thaliana*, AtCYSa and AtCYSb, increasing the salt, drought, oxidation and cold tolerance. *Plant Mol. Biol.* 68, 131-143.

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.

עקב המשך המלחת מי ההשקיה הנמצאים לרשות החקלאי, ובמקביל הקטנת ההקצאות למים זמינים, מטרת המחקר העיקרית הייתה לבחון כיצד כמות ואיכות המים תשפיעה הן על יבול הפלפל, ובעיקר על איכותו וכוסר אחסנתו לאחר הקטיף. זאת על מנת לתת תשובות מיידיות לחקלאי האזור לגבי הבעיות העוללות להגרם לגידול הפלפל ולאיכותו באופן מיידי. לכן, מטרת המחקר המשניות היו:

א. בחינת כמות ואיכות המים על חנטים ויבול כללי ויבול של פרי באיכות ייצוא; ב. השפעת איכות וכמות מים על איכות הפרי לאחר הקטיף; ג. בחינת השפעת ההמלחה על התפתחות נזקי צינה באחסנת הפרי ב-4 מ"צ; ד. השפעת איכות וכמות מים על מרכיבים תזונתיים בפרי הקטוף.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס בדו"ח.

א. ניסוי בשתי עונות גידול שבחן יבול כולל ואיכותו של פלפל מזן "קנון" בתגובה לשלוש רמות מליחות של מי ההשקיה וברמות השקיה שונות.

ב. מספר החנטים היה דומה בכל רמות ההשקיה והמליחות.

ג. רגישותו של יבול הפלפל למליחות נמוכה מהדגם המקובל בספרות המדעית. זאת בעיקר עקב משטר הזנה חנקנית המעודד יצירת חנטים, ללא תלות באיכות המים וכמותם.

ד. האקלים בשלושת חדשי הגידול הראשונים, קרי, אוגוסט-אוקטובר, מהווה גורם מרכזי בתגובה של הצמחים למליחות.

ה. איכות הפרי נבחנה לאחר שבועיים אחסנה ב-7 או 4 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. מליחות של EC 2.8, עם כמויות מים משתנות, בהשוואה להשקיה במים שפירים, אינה מהווה גורם שלילי הקשור ליבול, איכות הפרי לאחר הקטיף ומרכיביו הבריאותיים. אולם, מים מליחים מאוד (EC 4.5) פוגעת, בסופו של דבר, ביבול הפרי וגם באיכותו של הפרי לאחר קטיף. אולם, מליחות זו הגבירה את עמידות הפרי לנזקי צינה כאשר הפרי אוסן ב-4 מ"צ.

3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו והבעיות שונות לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה.

א. פלפל רגיש לאיכות המים וכמותם, בעיקר בתנאי אקלים קיצוניים השוררים בתקופת הגידול הראשונה.

ב. הפלפל רגיש יותר למליחות המים מההיבט של יבולו ופחות רגיש מההיבט של איכות הפרי לאחר קטיף.

ג. ניתן לפצות על הפחיתה ביבול ברמת מליחות 2.8 דצ"ס/מ', על ידי תוספת של השקיה, לרמה של פי שניים מהדיות הפוטנציאלית.

ד. המסקנה העיקרית העולה משלושת שנות המחקר היא שכול עוד איכות המים נעה בין 2.5 ל-3 EC, היבול אמנם יכול להיפגע ולקטון, אבל איכות הפרי לאחר הקטיף כמעט ולא תיפגע. אבל מידה ואיכות המים תמשיך להידרדר, הדבר יפגע בגידול, ובטח ביבול, ובאיכות הפרי לאחר הקטיף. לכן, יש צורך דחוף להתחיל ולהתפיל מים.

4. האם הוחל כבר בהפצת הידע?

חלק מתוצאות המחקר הובאו לידי החקלאים, אך ללא המלצות. אולם חשוב להדגיש כי לאור המשך תהליך המלחת מי ההשקיה המצויים בערבה, בשלב זה אין חשש לכושר האחסנו את הפרי לאחר הקטיפה, אך קיימת אפשרות לירידה מסוימת של היבול.

בימים אלה נכתב מאמר בנושא, באנגלית, בתקווה שיתקבל באחד מעיתונים המקצועיים העוסקים בהשפעות הורטיקולטוריות על איכות הפרי הקטוף.

5. פרסום הדו"ח.

ללא הגבלה.