

## בחינת השפעת הדישון החנקני על יבול הפלפל והתפלגותו החודשית בערבה

שבתאי כהן, רבקה אופנבך, אבי אושרוביץ, דורית חשמונאי, יורם צביאלי, ישראל צברי, רמי גולן - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית  
אביתר איתאל - לה"ד נגב שה"מ, משרד החקלאות

### תקציר

בידול פלפל בערבה בשנים האחרונות נראה כי חלק ניכר מהזנים הם זנים ווגטיביים מאוד, המגיבים לעודפי הזנה בחוסר איזון בין נוף לפרי. המלצות הדישון כיום מותאמות לזנים הותיקים בעלי עצמת צימוח חלשה. הנחת העבודה היא כי ניתן להשפיע על כמות החנטה באמצעות הפחתה או הפסקת הדישון בשלבי הגידול הראשונים. על מנת לסייע בבחינת נושא ההזנה יושמה שיטה לבדיקת החנקה בפטורות ובעלים כדי לאפיין את אפקט טיפולי הדישון **במטרה** ללמוד את השפעת הפסקת הדישון החנקני לזמן מוגבל על כמות החנטים, היבול ואיכותו. לצורך הבטחת שליטה מרבית בגורמי הגידול, בוצע הניסוי במצע מנותק. הניסוי בוצע בתחנת הניסויים יאיר במבנה חממה אשר בתחילת העונה חופה ברשת 50 מש ובהמשך בחודש נובמבר חופה ביריעת פוליאתילן. שתילי פלפל מהזנים 7158 ו-7182 (זרעים גדרה) נשתלו (5.8.08) במערכת תבניות אשר הכילו מצע גידול מסוג "פרלייט 2". הטיפולים שנבחנו היו ביקורת אשר בה הדישון נמשך ללא הפסקה כמקובל, ושלושה טיפולי הפסקת הדישון החנקני למשך 5, 10, ו-15 יום אשר הוצבו בבלוקים באקראי ב-5 חזרות לטיפול. הטיפולים החלו כ-30 יום משתילה. לאחר תקופת הטיפול הוחזרה ההזנה לרמת ההזנה כבטיפול הביקורת. במהלך הניסוי נלקחו באופן שוטף דגימות עלים בהם נבדקה במעבדה תכולת החנקה ( $\text{NO}_3$ ) במצוי פטורות.

**מתוצאות** הניסוי עולה כי ניתן לנטר בצורה מהירה, קלה ומדויקת את מצב ההזנה החנקנית (ואולי גם ביסודות אחרים) בצמח הפלפל באמצעות בדיקת פטורות.

הזן 7158 **לא** הגיב לטיפול הפסקת הדישון לעומת זאת הזן 7182 הגיב לטיפולים, טיפול הביקורת היה נמוך משאר טיפולי הפסקת החנקן באופן מובהק, ביבול האיכותי המתאים ליצוא, וכמו כן הפרי הבכיר היה קטן יותר בטיפול הביקורת לעומת טיפולי הפסקת הדישון החנקני; לעליה במשקל הפרי בחודשי הקטיפ הראשונים משמעות מסחרית רבה. לא ברור מדוע הפרי בטיפולים היה כבד יותר לעומת הביקורת, כי בביקורת גם מספר הפירות היה נמוך וגם משקלם, כך שלא נוצרה התחלופה הקלאסית של משקל ומספר פירות אלא ההיפך. אפקט נוסף היה הבכרה משמעותית של טיפולי הפסקת הדישון לעומת הביקורת. ניסוי זה מהווה תחילת הדרך לבניית פרוטוקול הזנה אשר יהיה מבוסס בעתיד על ערכות משקיות פשוטות להפעלה, ליצירת אמות מידה לדישון חנקני מושכל. ניתן יהיה לכוון תהליכי חנטה בצמח לשם הכוונת היבול למועדים רצויים באמצעות שליטה טובה בדישון החנקני. פערי הידע עדיין גדולים ואנו בראשית הדרך בנושא. ניתן לנטר בצורה מהירה, קלה ומדויקת את מצב ההזנה החנקנית (ואולי גם ביסודות אחרים) בצמח הפלפל באמצעות בדיקת פטורות ובעתיד תסייע שיטה לחקלאים בהגדרת ההזנה המתאימה לגידולים שונים.

### מבוא

בשנים האחרונות חלק ניכר מהזנים באזור הערבה הם זנים ווגטיביים מאוד המגיבים לעודפי הזנה בחוסר איזון בין נוף לפרי. המלצות הדישון כיום מותאמות לזנים הותיקים בעלי עצמת צימוח חלשה.

בחלקות המגדלים קיימת תופעה בה הצמחים נמצאים במצב של חוסר איזון בין חנטת פרחים וצימוח וגטטיבי. מניסויים רבים שנערכו בפלפל בערבה נמצא כי ניתן ליצר מסה צמחית רבה אך ללא יחס לכמות הפרי, באמצעות שימוש במים מותפלים בכמויות מים גבוהות. בזני הפלפל הנמרצים מבחינה ווגטטיבית עקה אביוטית (a biotic stress) יכולה לסייע ב"הלבשת חנטים" על השיח כאשר לעיתים קרובות דישון עודף או תנאי השקיה באיכות מים טובה ובכמות מופרזת במיוחד יוצרים צמח חזק מאוד. שילוב תנאי אקלים כמו טמפרטורות לילה ויום גבוהות במיוחד ובשילוב מאפיינים גנטיים של זנים נמרצים עלולים לגרום להשרת קומות הפריחה הראשונות וליצירת חוסר איזון בין הייצור הוגטטיבי ורפרודוקטיבי, מצב בו הצמח מייצר עלים המתחרים עם הפרי עד למצב קיצוני של הפלת חלק ניכר מהחנטים תוך חלוקה תת-אופטימאלית של קצבי הקטיף בחודשים הראשונים ופגיעה בפוטנציאל היבול. מטרת המחקר הינה בניית פרוטוקול הזנה המותאם לזני פלפל ייצוגיים שיאפשר בניית צמח מאוזן ביחס פרי/נוף ויביא לתמורה גבוהה לחקלאים.

מרבית החקלאים בערבה אינם מנטרים כלל את מצב יסודות ההזנה בקרקע, והם מסתפקים במעקב חזותי להערכת מצב הגידול, בהסתמך על ניסיונם רב-השנים. מיעוטם מבצע בדיקות אקראיות של מי הטפטפת או קרקע, וחלקם הקטן משתמש בשואבי תמיסה לבדיקה של חנקה ומוליכות חשמלית בקרקע. העדר ניטור גורם למקרים רבים של הפרזה בהזנה בכלל ובהזנה החנקנית בפרט, ולפגיעה ביבול. בשנים האחרונות מחירי הדשנים עלו מאוד. בנוסף, התמורות המתקבלות עתה עבור התוצרת נמוכות בהרבה מאשר בשנים קודמות. כל אלו מביאים כיום למוטיבציה גבוהה בקרב החקלאים לחסוך בהוצאות הדישון ולמצות את פוטנציאל היבול הקיים.

כיום, האפשרות העיקרית של החקלאי לנטר את הזנת הצמח היא בבדיקות קרקע ושואבי תמיסה. אלה מדדים עקיפים, שאינם מעידים בהכרח על מצב הצמח אלא יותר על השפעתו על הסביבה. בדיקות עלים אינן מהוות כלי מעשי לניטור מצב ההזנה של הצמח הן משום הפיגור בקבלת התשובה והן, ואולי בעיקר, משום שחסר פרוטוקול מסודר שיגדיר רמות הזנה על פי ערכים נדרשים בחלקי צמח (כגון, טרפים צעירים ו/או בוגרים או אפילו פטוטרות), ובמיוחד את הקשר (אם קיים) בין הערך הנמדד לבין השלב הפנולוגי, מצב הגידול (כגון עומס פרחים/חנטים/פרי) ומאפייני הזן.

בדיקות פטוטרות לחנקה (וכן לאשלגן ולזרחן) כאמצעי להערכה של מצב ההזנה של הצמח הנה הליך ותיק שראשיתו בשנות העשרים של המאה הקודמת. ההליך קיבל תאוצה בשנות ה-70 וה-80 עם הפיתוח של שיטות מדידה מהירות ומדויקות דיין (אלקטרודה ספציפית, סטריפים, קולורימטריה אוטומטית), והוא מיושם בגידולים עשבוניים רבים וגם בגידולים מעוצים. עיקר הדיווחים בירקות הם בתפוח"א אך יש יישום גם בגידולים אחרים כולל פלפל (Hochmuth, 1994; Hartz *et al.*, 1993). עם זאת, בפלפל יש דיווחים ספורים בלבד על פיתוח השיטה והשימוש בה לחיזוי מדדי יבול. Hochmuth (1994) מסכם עבודה נרחבת שבוצעה בפלורידה במשך כ-10 שנים במספר גדול של גידולים (זנים שונים של עגבנייה, פלפל, אבטיח, חציל, תפוח"א, מלפפון, ברוקולי, קולרבי, מלון ודלעת). מרבית הניסויים היו בשדה בדישון ברמות שונות של חנקן ואשלגן שניתנו במועדים קבועים. במשכי זמן שונים לאחר ההצצה נדגמו ונבדקו פטוטרות של עלים בוגרים צעירים ועלים שלמים, ונבדקו מדדי יבול.

**מטרות** - בחינת השפעת הפסקת הדישון החנקני לזמן מוגבל על כמות החנטים, היבול ואיכותו במצע ובקרקע. יפותחו מדדי שדה באמצעות בדיקת חנקה במיצוי פטוטרות אשר יהוו מערכת תומכת החלטה להפעלת הפסקת דישון והתחלתו כאמצעי לשיפור החנטה בצמחי פלפל.

## שיטות

נבחנו שני זנים 7158, 7182 של חברת זרעים גדרה, בשתילת 5.8.08. הניסוי נערך במבנה חממה אשר בתחילת הגידול חופה ברשת 50 מ"ש ובהמשך בחודש נובמבר חופה ביריעת פוליאתיילן. המבנה חומם במהלך החורף לטמפרטורה של כ-17 מ"צ מינימום, הגידול התבצע במערכת של מצע מנותק אשר הכילה מצע "פרלייט 2". הטיפולים אשר נבחנו הם ביקורת, אשר בה הדישון נמשך ללא הפסקה כמקובל, ונבחנה הפסקת הדישון החנקני למשך 5, 10, ו-15 ימים. הטיפולים הופעלו כ-30 יום לאחר השתילה. לאחר מכן הוחזרה ההזנה לרמת הביקורת. הניסוי הוצב בבוקים באקראי ב-5 חזרות לטיפול. הדשן אשר שימש לניסוי הוא דשן מור 0.5+2+6-2.5-4 המכיל בנוסף ליסודות חנקן, זרחן ואשלגן גם מגנזיום, סידן ויסודות מיקרו. בליטר דשן 600 ח"מ ברזל, 300 ח"מ מנגן, 150 ח"מ אבץ, 22 ח"מ נחושת, 16 ח"מ מוליבדן. יחס אמון: חנקה בדשן מור הוא 1:10. במהלך כל תקופת הגידול עמד ריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה על כ-75 ח"מ. כל הטיפולים דושנו באותו מינון למעט בתקופת הפסקת הדישון החנקני בו נבנה דשן אשר הכיל את כל היסודות כבטיפול הביקורת למעט החלק החנקני.

הניסוי לוהה בבדיקות של מיצוי חנקה בפטוטרות ועלים. הדיגום בוצע על העלה הראשון הפרוס למלוא גודלו, הבדיקה בוצעה אחת לשלושה ימים. העלים נקטפו עם הפטוטרות והופרדו בהמשך לטרפים ופטוטרות. נלקחו דגימות של 0.5 גרם משני הטרפים והפטוטרות אשר נחתכו ידנית לחתיכות קטנות ולאחר מכן רוסקו באמצעות הומוגניזר בעל ראש עדין במיוחד. רסק זה נמהל ב-10 מ"ל מים מזוקקים. תמיסת הריסוק עברה סינון באמצעות נייר סינון. ניטרט  $\text{NO}_3^-$  נבדק באמצעות מכשיר RQflex® Analyser של חברת מרקורי. הערכה משתמשת במקלונים הנטבלים בתמיסה הנבדקת ומשנים את צבעם עם החשיפה לחנקה אשר בתמיסה, ערכי החנקה נקבעים באמצעות שינוי הצבע הנקרא על ידי המכשיר ו"מתורגם" ליחידות של ח"מ.

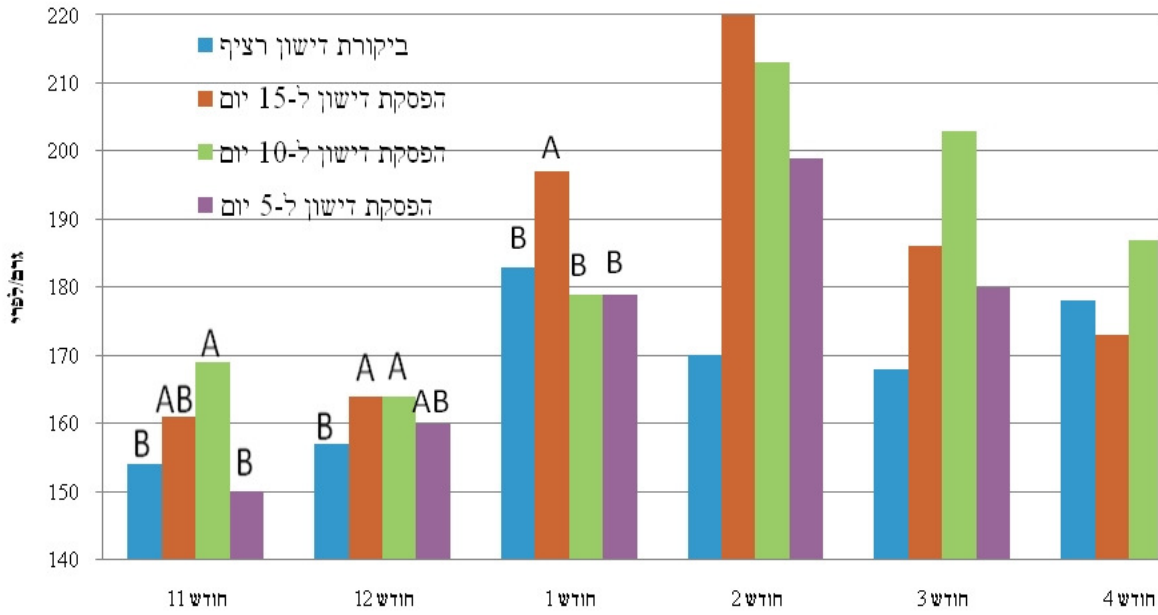


הפרי אשר התקבל בניסוי נקטף מויין לסוגי איכות ונשקל. דגימות פרי הושהו בתנאי סימולציה לתנאי משלוח ימי למשך 17 יום ב-7 מ"צ ו-95% לחות יחסית ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ ונבדקו שוב לקביעת חיי המדף ואיכותם לאחר השהייה. בסיום הבדיקה נקבע ציון האיכות. מרכיבי הציון 60% פרי זקן, 30% כתום, 10% חריגי צבע (לפי Hochman and Regev, 1990).

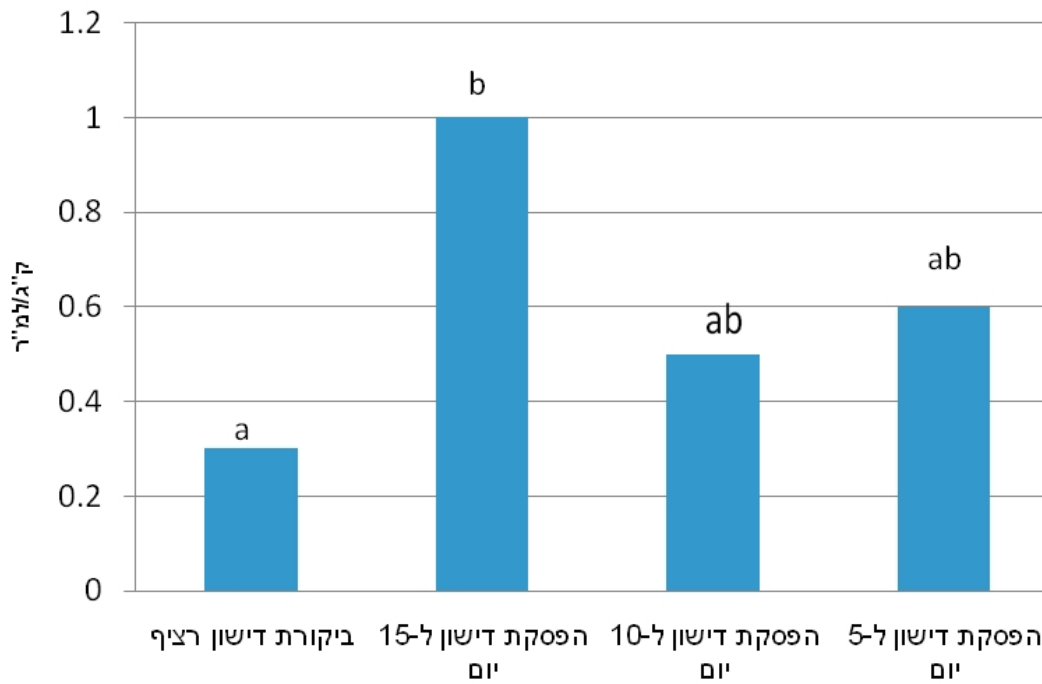
## תוצאות ודיון

טבלה 1: יבול כללי ויצוא

זן	טיפול	יבול כללי (ק"ג/למ"ר)	יבול יצוא (ק"ג/למ"ר)	מס' פירות באיכות יצוא למ"ר
7158	הפסקת חנקן ל-5 ימים	9.3 a	5.4 a	30
7158	הפסקת חנקן ל-10 ימים	9.7 a	5.4 a	30
7158	הפסקת חנקן ל-15 ימים	10.6 a	6.3 a	34
7158	ביקורת ללא הפסקה	9.8 a	5.4 a	29
7182	הפסקת חנקן ל-5 ימים	8.7 a	4.3 a	26
7182	הפסקת חנקן ל-10 ימים	9.4 a	5.0 a	30
7182	הפסקת חנקן ל-15 ימים	9.0 a	4.8 a	28
7182	ביקורת ללא הפסקה	7.9 a	3.9 b	24



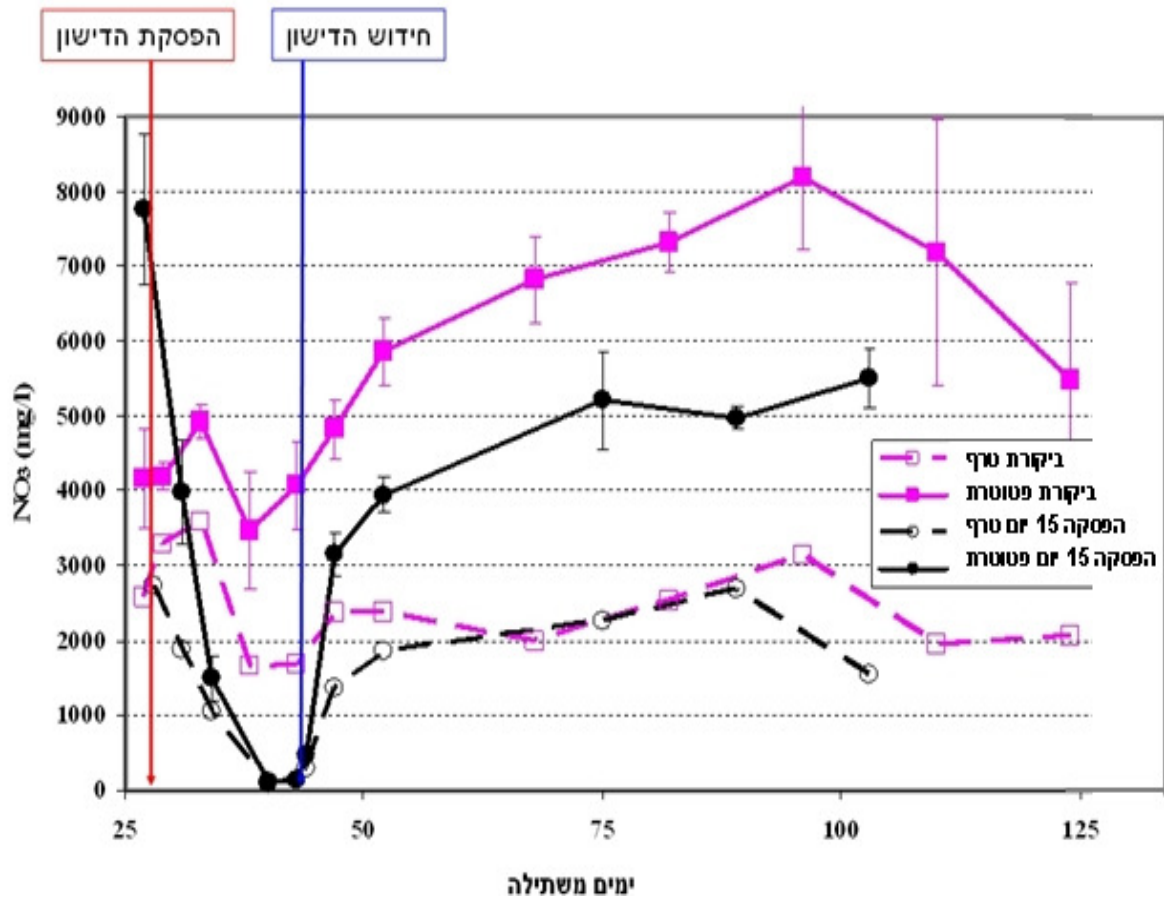
איור 1 : משקל פרי ממוצע ליצוא בזן 7182 לפי חודשי הקטיף



איור 2 : יבול כללי לפי טיפולים בזן 7182 בחודש נובמבר

טבלה 2 : ציוני איכות ליבול הפלפל

ציון איכות 1-10	טיפול	זן
4.3 a	הפסקת חנקן ל-5 ימים	7158
4.8 a	הפסקת חנקן ל-10 ימים	7158
4.2 a	הפסקת חנקן ל-15 ימים	7158
5.1 a	ביקורת ללא הפסקה	7158
2.7 a	הפסקת חנקן ל-5 ימים	7182
2.5 a	הפסקת חנקן ל-10 ימים	7182
3.3 a	הפסקת חנקן ל-15 ימים	7182
3.4 a	ביקורת ללא הפסקה	7182



איור 3 : השפעת טיפולי הפסקת הדישון על ריכוז החנקן בעלים ופטוטרות בזן 7158



תמונה 1: שטח הניסוי. הבדלי גוון ונפח עלים נראים בין ביקורת בדישון רציף (ימין) לבין הפסקת דישון

הזן 7158 לא הגיב לטיפול הפסקת הדישון. לעומת זאת, הזן 7182 הגיב לטיפולים (טבלה 1) ולכן, הדיון מתייחס בעיקר לזן זה. היבול ליצוא בטיפול הביקורת היה נמוך באופן מובהק לעומת שאר הטיפולים. חלק מהפחיתה ביבול הביקורת נובעת מכמות פרי נמוכה יותר בטיפול זה לעומת טיפולי הפסקת הדישון; 24 פירות למ"ר בביקורת לעומת ממוצע של 28 פירות למ"ר בשאר הטיפולים. ביבול ליצוא נמצאה פחיתה של 1.1 ק"ג/למ"ר לעומת הטיפול המיטבי של הפסקת הדישון החנקני ל-10 ימים. הבדל נוסף ביבולים נובע מגודל הפרי הבא לידי ביטוי בפרי קטן יותר באופן מובהק בטיפול הביקורת (איור 1). במשך שלושת חודשי הקטיף הראשונים, גם לאחר מכן הפרי בטיפול הביקורת היה קטן יותר. להגדלת הפרי בחודשי הקטיף הראשונים ישנה חשיבות רבה כי בדרך כלל עקב גדילה מהירה של הפרי המתפתח בימים ארוכים וחמים בסתיו, הפרי סובל ממשקל נמוך מהדרוש וניתן לראות באופן ברור (איור 1) כי הביקורת נמוכה בכ-15 גרם מטיפול הפסקת הדישון החנקני ל-10 ימים.

לא ברור מדוע הפרי גדול יותר, יתכן כי ההפרש נובע ממספר זרעים גבוה יותר בטיפול הפסקת הדישון. תופעה זו נבדוק בעונת הניסוי הבאה באמצעות ספירת זרעים בפירות בטיפולים השונים במידה ונאתר הבדל בין הטיפולים יהיה ניתן לשים את "האצבע" על הסיבות להפרשים אלו או ההבדל יכול לנבוע משונות בחלוקת המוטמעים בין עלים לפרי בטיפולים השונים.

אחד האפקטים המשמעותיים של הטיפולים בזן 7182 היה ההבכרה (איור 2), כאשר ההפרש בין הביקורת לבין טיפול ההפסקה ל-15 יום הוא גדול מאוד ומגיע לכדי פי שלושה יותר יבול בטיפול ה-15 יום לעומת טיפול הביקורת.

במבחן האיכות לאחר קטיף לא נמצא הבדל מובהק בין טיפולי הדישון (טבלה 2) אך הציון הכללי של הזן 7158 היה גבוה משל הזן 7182 הפרש זה נובע מעליה ברמת הפרי ה"זקן" בזן 7182 לעומת הזן 7158. בדיקת החנקה בפטוטרות ועלים היה חלק חשוב מניסוי זה (איור 3). עיקר המעקב היה בזן 7158. בזן 7182 הבדיקות היו ספוראדיות לכן מוצגים נתוני הזן 7158 בלבד. באיור 3 רואים באופן ברור את הירידה הגדולה ברמת הניטרט בפטורות מכ-4,000 ח"מ לקרוב ל-0 לאחר 10 ימים. כמו כן ניתן להבחין בהתאוששות המהירה מאוד של הערכים לאחר החזרה לדישון החנקני, בכ-10 ימים. למרות זאת הרמות בביקורת הם כל הזמן גבוהים יותר מאשר טיפול הפסקת הדישון. באיור 3 ניתן להבחין ביתרון של בדיקת

פטורות על פני עלים מתוך כך שערכי הניטרט בפטוטרות גבוהים יותר לעומת הבדיקות בטרפים וכך ניתן לראות את ההבדלים בין הטיפולים בהבחנה גבוהה יותר היכולה לסייע באפיון תנודות עדינות יחסית.

## **סיכום**

1. ניתן לנטר בצורה מהירה, קלה ומדויקת את מצב ההזנה החנקנית (ואולי גם ביסודות אחרים) בצמח הפלפל באמצעות בדיקת פטוטרות.
2. ניתן לכוון תהליכי חנטה בצמח לשם הכוונת היבול למועדים רצויים באמצעות שליטה טובה בדישון החנקני אך פערי הידע עדיין גדולים ואנו בראשית הדרך בנושא זה.
3. ניסוי זה מהווה תחילת הדרך לבניית פרוטוקול הזנה אשר יהיה מבוסס בעתיד על ערכות משקיות פשוטות להפעלה ליצירת אמות מידה לדישון חנקני מושכל on-line.
4. הזן 7158 לא הגיב לטיפולי הדישון בעונה הקרובה יערך ניסוי אשר ירחיב את מספר ימי הפסקת הדישון החנקני בניסיון לקבל תגובה, הזן 7158 הוא זן חשוב מאוד במסגרת זני הפלפל הגדלים בערבה לכן חשוב להתמקד בו ולנסות ולהשיא תוצאות טובות יותר בגידול זה.

## **הבעת תודה**

לד"ר פנחס פיין מהמכון למדעי הקרקע, המים והסביבה במנהל המחקר החקלאי על עזרתו בגיבוש הניסוי והתובנות אשר תרמו רבות למהלך הניסוי.

## **מקורות**

Hartz, T.K., M. LeStrange, and D.M. May. 1993. Nitrogen Requirements of Drip-irrigated Peppers. HortScience 28: 1066-1133.

Hochmuth, G.J. 1994. Efficiency Ranges for Nitrate-Nitrogen and Potassium for Vegetable Petiole Sap Quick Tests. HortTechnology 4: 206-329.

Hochman O. and U. Regev 1990. The binary quality price function: theory, empirical testing, and application to israeli export. Acta Horticultura, No. 259: 117-138.