

# בחינת הזנה אמוניאקלית בהזנה אורגנית בפלפל כגורם אפשרי

## לירידת יבול והתרככות הפרי

שבתאי כהן, אבי אושרוביץ, רבקה אופנבך, יורם צביאלי, רמי גולן, דורית חשמונאי, אריאל יפה - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

פינחס פייך - המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי

### תקציר

הדשנים בחקלאות האורגנית הם אמוניאקלים בעיקרם. בתקופת הגידול החמה נדרשת השקיה במספר פולסים, הגורמים לעליה בחשיפת מערכת השורשים לאמון, כל אלו עלולים לגרום לירידה בתכולת המים ברקמות הצמח עקב פגיעה במערכת השורשים ולמצב מתארך של כמישה זמנית, לפגיעה בקליטת הסיידן כאשר אחד התפקידים העיקריים של הסיידן הוא מעורבות בבניית למלת הביניים (קרומי התא) ולתאחיזה טובה בין תאי הצמח ולמניעה של חדירת של גורמי מחלה לרקמות הצמח. נתונים אלו מחזקים את ההנחה כי להזנה האמוניאקלית האורגנית תפקיד משמעותי בהתרככות המואצת של הפרי ואולי אף בהקטנת פוטנציאל היבול בפלפל. **במטרה** לבדוק האם משטר ההזנה האורגני גורם לבעייה מתוארת או גורם אחר הועמד בעונת 2008/9 ניסוי בתחנת יאיר. בשלב ראשון נבדקה האפשרות כי ההזנה האמוניאקלית היא הגורם לתופעות אלו.

בניסוי המדווח נבחן הזן 7158 (זרעים גדרה) בארבעה טיפולי הרכבי דישון: דשן אורגני נוזלי המשמש להזנה בחקלאות אורגנית (6.5% חנקן אורגני המוטמע בחומצות אמינו וחלבונים מן החי), אמון חנקתי (יחס 1:1 אמון חנקת), אמון גפרתי (100% אמון), דשן מורכב נוזלי 7:3:7 (30% אמון 70% חנקת). כל הדשנים יושמו בריכוז של 50 ח"מ חנקן צרוף במי ההשקיה, רמת הזנה המקובלת בחקלאות האורגנית. **מתוצאות הניסוי** עולה כי היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפול ה- 7:3:7 (10 ק"ג למ"ר) והנמוך ביותר בטיפול הדשן האורגני הנוזלי (7.8 ק"ג למ"ר). לא ברור האם התוצאות הם על רקע של יחסי אמון חנקת או עקב תוספת זרחן בהרכב הדשן. הטיפול הדשן האורגני הנוזלי היה נחות משאר הטיפולים הן ביבול והן בציוני האיכות. בתחילת הגידול נגרם נזק לצמח בטיפולים אמון גופרתי והדשן האורגני אשר מכילים ויוצרים סביבה רווית אמון באזור בית השורשים. מחלת הקימחוניית אשר תקפה את הצמחים הביאה לסיום "לא טבעי" של הגידול, לכן, בחלק האחרון של הגידול לא ניתן לאפיין הבדלי איכות בפרי. ניסוי זה הוא ראשוני ובא לאמת האם הדשנים הנמצאים בשימוש בחקלאות אורגנית גורמים לאי מימוש פוטנציאל היבול. התוצאה אשר התקבלה מאששת את ההנחה כי הדשן האורגני הביא לירידה ביבול ובאיכות הפרי בהשוואה לטיפול הביקורת הקונבנציונאלית (7:3:7) עם כל ההסתייגויות אשר יכולות לנבוע מ"התערבות" מחלת הקימחוניית בניסוי.

### מבוא

יוני ניטרט ( $\text{NO}_3^-$ ) ויוני אמון ( $\text{NH}_4^+$ ) מהווים מקור חנקן לבניית החלבונים בצמח בניית החלבונים יכולה להיעשות בתאי השורש ובתאי העלים. בתאי השורש בנית החלבונים נעשית במיוחד ע"י האמון, ליון האמון השפעה שלילית על הצמח בריכוזים נמוכים יחסית, אי לכך צורה חנקנית זו חיבת לעבור התקשרות לתרכובות אורגניות ולעבור תהליך של חיזור עד לשלב של גלוטאמין המאפשר עיקור של רעילות האמון ומאפשר מעבר החנקן לכל אברי הצמח. בבניית החלבונים נדרשת צריכה גבוהה לפחמימות וחמצן כמקור

לאנרגיה. בטמפרטורות גבוהות במערכת השורשים ובחוסר חמצן ובנוכחות גבוהה של יוני אמון נפגעת בנית החלבונים במערכת השורשים ונוצרת קריסת הצמחים (Kafkafi, 1990).

בנוסף קליטת אמון כקטיון מתחרה עם יוני הסידן ומפחיתה באופן משמעותי את תכולת הסידן ברקמות הצמח ומגדילה את הסיכוי ללקות בתופעת שחור פיטם בפרות הפלפל, מאידך בהרכב המים בערבה ישנו ריכוז גבוה ביותר של סידן כ-200 מ"ג/ליטר (להשוואה, במי הכנרת כ-60 מ"ג/ליטר) אשר כנראה "מגן" במידה מסוימת על הצמח בפני פגיעה עקב ניהול לא מתאים של דרישות, והרכבי הדישון ובתוכם יחסי אמון חנקה הנוטים לכיוון האמון.

לעיתים גם בחקלאות האורגנית נדרשת השקיה במספר פולסים (בתקופה החמה) ביום, הגורמים לעליה בחשיפת מערכת השורשים לאמון, כל אלו עלולים לגרום לירידה בתכולת המים ברקמות הצמח עקב פגיעה במערכת השורשים ולמצב מתארך של כמישה זמנית, לפגיעה בקליטת הסידן כאשר אחד התפקידים העיקריים של הסידן הוא מעורבות בבניית למלת הביניים (קרומי התא) ולתאחיזה טובה בין תאי הצמח ולמניעה של חדירת של גורמי מחלה לרקמות הצמח.

ההזנה החנקנית בחקלאות האורגנית הניתנת כדשן ראש היא הזנה אמוניאקלית בעיקרה. נתונים אלו מחזקים את ההנחה כי להזנה האמוניאקלית האורגנית תפקיד משמעותי בהתרככות המואצת של הפרי ואולי אף בהקטנת פוטנציאל היבול בפלפל. **מטרת הניסוי:** היבולים הנמוכים יותר והתרככות פרי המואצת בפירות הגדלים בממשק אורגני מחייבים בחינה האם משטר ההזנה האורגני גורם לכך או גורם אחר. בשלב ראשון תיבדק האפשרות כי ההזנה האמוניאקלית היא הגורם לתופעות אלו.

## שיטות

הגידול בוצע במבנה חממה אשר עד חודש נובמבר היה מחופה ברשת 25 מש ובחודש נובמבר חופה בפלסטיק. שתילי פלפל מהזן 7158 (זרעים גדרה) נשתלו (5/8/08) בקרקע לאחר הכנת השטח אחידה שכללה יישום 7 מ"ק קומפוסט לדונם. הניסוי נערך בבלוקים באקראי 4 חזרות לטיפול. סה"כ 16 חלקות. נבחנו 4 הרכבי דשנים:

1. טבעון נוזלי (דשנים וחומרים כימיים) מכיל 6.5% חנקן אורגני המוטמע בחומצות אמינו וחלבונים מן החי החנקן אינו מינרלי ולכן אין אפשרות לזהותו בתמיסת ההשקיה באמצעים המשמשים זיהוי חנקן מינרלי, אלא בבדיקת מעבדה (Kjeldahl Process). חומצות האמינו עוברות בקרקע תהליך של פירוק (Ammonification) ומעבר ליוני אמון  $(\text{NH}_4^+)$  ואמוניה  $(\text{NH}_3^-)$ . תהליך זה הוא תוצאה של פעולת חיידקים ופטריית אירוביות (צורכי חמצן) המפרקות תרכובות אורגניות בקרקע.
2. אמון חנקתי נוזלי  $\text{NO}_3\text{NH}_4$  בריכוז 21% (267 גרם חנקן לליטר דשן) ומכיל כמות שווה של אמון וחנקה.
3. אמון גופרתי מוצק  $\text{NH}_4\text{SO}_4$  מכיל 21% חנקן אמוניאקלי ו-24% גפרית.
4. 7:3:7 "שפר" מכיל חנקן ביחס של 70% חנקה ו-30% אמון כמות החנקן הכללית היא 83 גרם לליטר דשן וכוללת גם 65 גרם אשלגן לליטר דשן, ו-15.5 גרם זרחן לליטר. בתוספת יסודות קורט בכמות של 3% הכוללת ברזל, מנגן, אבץ, נחושת ומוליבדן. הטיפולים היו:

1. הזנה חנקנית לרמה של 50 ח"מ באמצעות דשן טבעון.
2. הזנה חנקנית לרמה של 50 ח"מ באמצעות דשן אמון גפרתי.
3. הזנה חנקנית לרמה של 50 ח"מ באמצעות אמון חנקתי.

4. הזנה לרמה של 50 ח"מ באמצעות 7: 3: 7 שפר (ביקורת)

רמת ההזנה נקבעה ל-50 ח"מ, רמת ההזנה המקובלת בחקלאות האורגנית. ההשקיה הייתה זהה בכל הטיפולים.

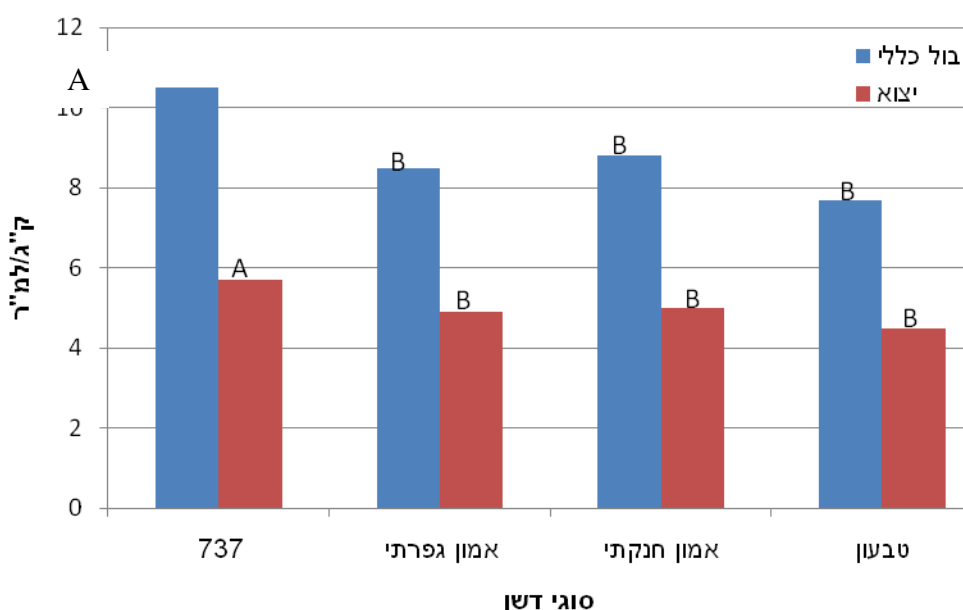
הערכה חזותית של מצב הצמחים בוצעה בתאריך 21/8/08 וניתן דרוג מ-1 עד 3.

בתאריך 15/12/08 נדגמו פטוטרות ונבדקו בהם ריכוזי חנקן זרחן ואשלגן.

הפירות הקטופים בחלקות מוינו ונשקלו. פירות באיכות יצוא הושהו במעבדת האיכות בתחנת יאיר בסימולציה ליצוא ימי במשך 17 ימים ב-7 מ"צ ו-96% לחות יחסית ושלושה ימים 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

הטיפול השונה והגבוה באופן מובהק הוא טיפול השפר כאשר היבול הכללי מגיע ל-10 ק"ג למ"ר לעומת 7.8 ק"ג למ"ר בטיפול הדשן טיבעון ו-8.5 ק"ג למ"ר בטיפול האמון הגופרתי והאמון החנקתי (איור 1). יש לציין כי במהלך הגידול הייתה התפרצות של מחלת הקימחונית אשר פגעה בנוף הצמחים ויתכן כי הייתה לכך השפעה גם על היבול המתקבל והן על איכותו. טיפול ה-7: 3: 7 ניזוק פחות ממחלת הקימחונית בהתרשמות, למרות שלא נערך אפיון מסודר לעוצמת המחלה בטיפולים השונים, יתכן כי לרמות הזרחן הנקלטות ישנה השפעה על רמת והתפרצות המחלה.

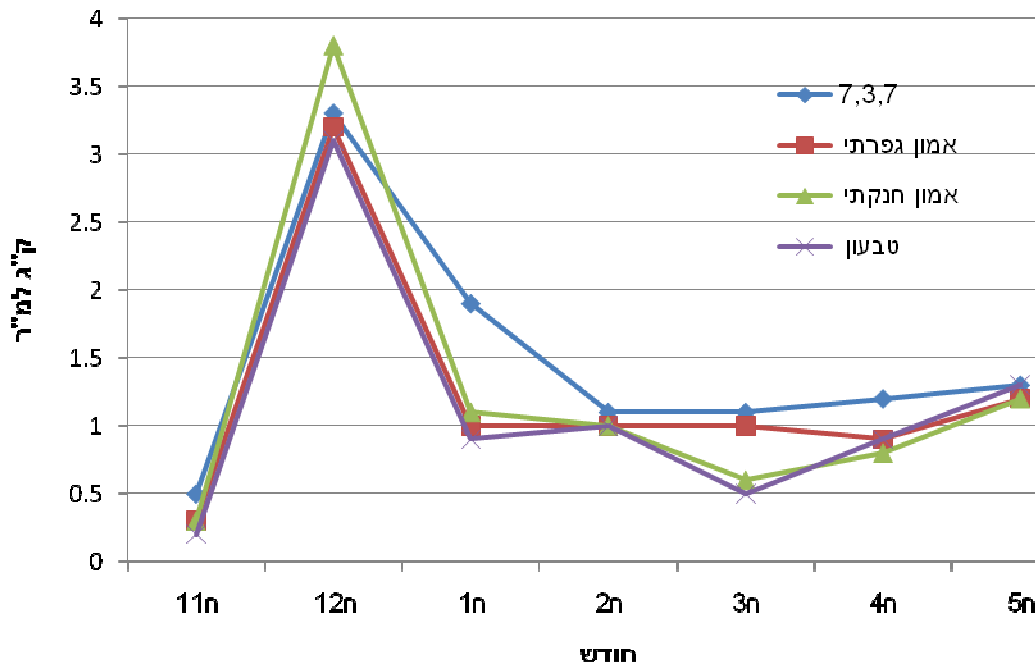


איור 1. יבול כללי ויצוא

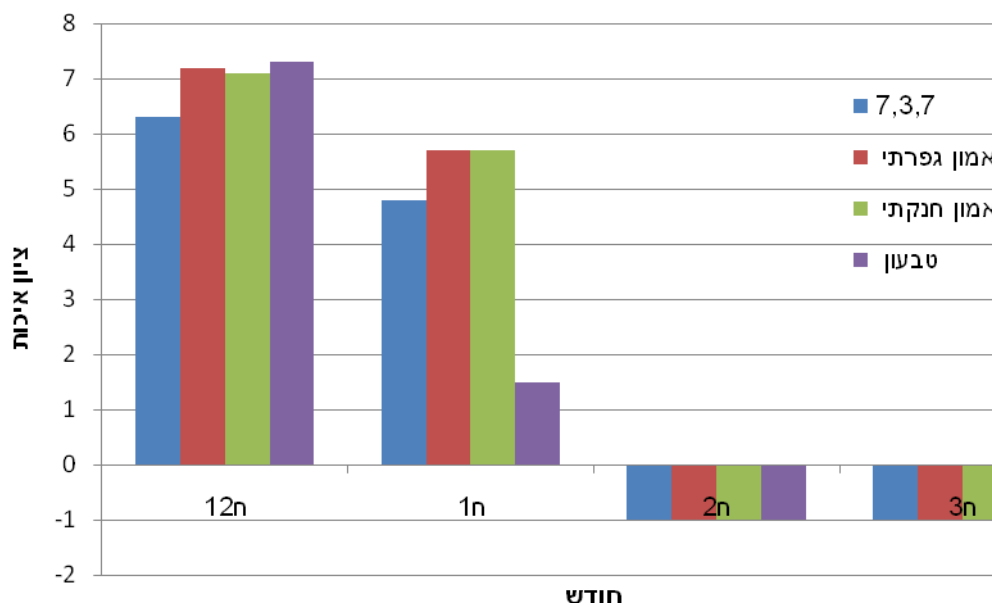
באיור 4 המאפיין את רמות הזרחן בפטוטרות נראה הבדל משמעותי בקליטת הזרחן בין טיפול השפר לשאר הטיפולים. ההבדל ביבול אינו יכול להיות מוסבר אך ורק על עיקרון של יחסי אמון חנקה כי הניסוי לא נערך כניסוי פקטוריאלי מלא אלא כניסוי ראשוני לכן טיפול השפר המכיל תוספות של יסודות מיקרו אשלגן, וזרחן שונה משאר הטיפולים המכילים חנקן בלבד בצורות שונות.

מחלוקת היבול המופיעה באיור 2 ניתן לראות כיצד צבר טיפול השפר את יתרונו ביבול כאשר בחודש ינואר היבול בו היה גבוה בכ- 900 ק"ג לעומת שאר הטיפולים, גם לאחר מכן התאפיין טיפול זה ביציבות לעומת שאר הטיפולים.

טיפול הטבעון הגיע ליבול הנמוך ביותר בין הטיפולים הגורם אינו גודל הפרי ואינו נובעת מפגעי פרי (טבלה 1) אלא נובעת ממספר הפירות ליחידת שטח, לטיפולים השונים לא הייתה השפעה על רמת שחור הפיטם ולא על רמת הסדקים בפירות.



איור 2. מהלך יבול כללי חודשי

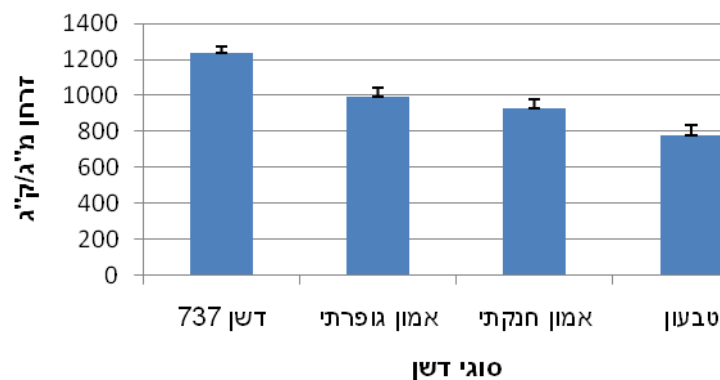


איור 3. ציון איכות כללי במהלך חודשי הקטיפ

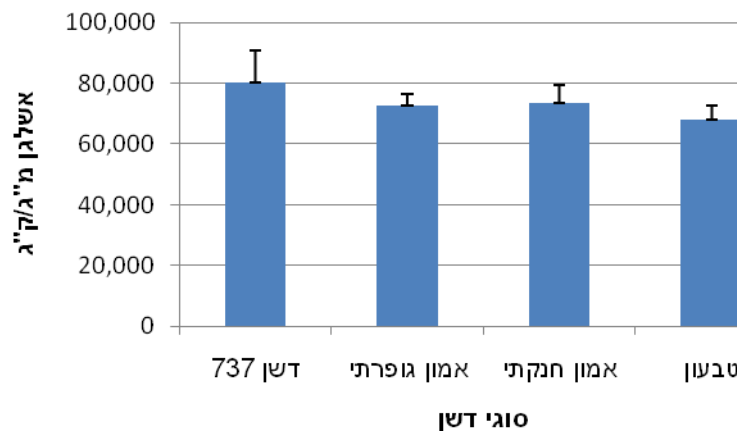
בנושא איכות הפרי נצפתה נפילה דרסטית בכל הטיפולים, ללא יוצא מהכלל, עקב הנגיעות בקימחוניות. הנפילה באיכות בחודשים פברואר מרץ היא עונתית עקב קטיף של פרי זקן הנתון במעמסים של שינויי טמפרטורה גדולים בין יום ללילה, אך הירידה לציוני איכות שלילים היא הרבה מעבר למקובל בעונה זו, נובעת כנראה מנוף שניזוק ממחלת הקמחוניות אך ניתן לראות כי המצב הגרוע ביותר הוא של טיפול הטבעון אשר ירד בשיעור חד בציון האיכות כבר בחודש ינואר כאשר ציוני האיכות של שאר הטיפולים היו גבוהים משמעותית. ציון של 1.5 בדרוג האיכות של טיפול הטבעון בחודש ינואר מעיד על פרי שאינו בר מכירה (איור 3).

טבלה 1: גודל הפרי הממוצע ופגעי פרי

טיפול	משקל פרי (גרם)	שחור פיטם (ק"ג/מ"ר)	סדקים (ק"ג/מ"ר)
737	179A	0.036A	0.9A
אמון גפרתי	173A	0.037A	0.4A
אמון חנקתי	170A	0.019A	0.6A
טבעון	173A	0.102A	0.8A

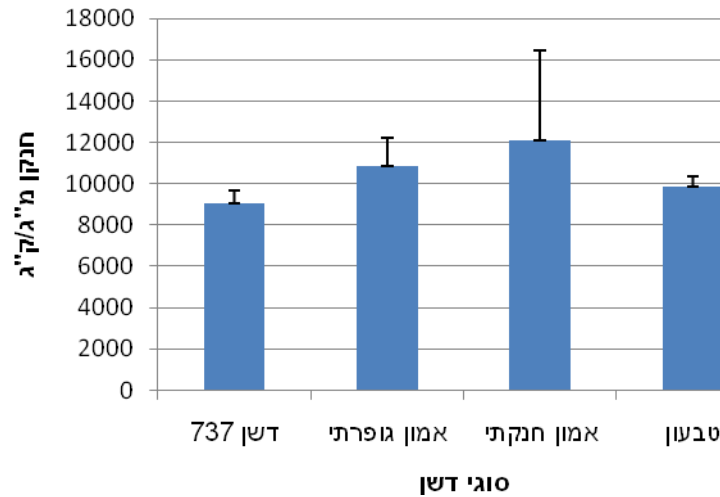


איור 4. ריכוז זרחן בפטוטרת

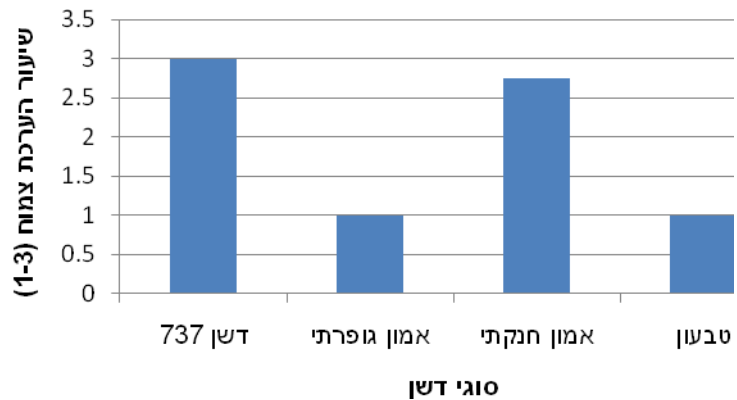


איור 5. ריכוז אשלגן בפטוטרת

מתוצאות רמות חומרי ההזנה בפטורות עולה כי ברמות החנקן אין הבדלים משמעותיים בהתחשב במידת סטית התקן הגבוהה בטיפול האמון החנקתי (איור 6). גם ברמת האשלגן ההבדל בין הטיפולים הוא קטן. ברמות הזרחן ישנו יתרון לטיפול השפר בקליטת הזרחן כאשר יש לזכור כי החלקות זובלו בקומפוסט ברמה של 7 מ"ק לדונם בהכנת השטח אשר מספק בדרך כלל את כל דרישות הצמח לזרחן ואשלגן במהלך הגידול ללא הזדקקות לתוספות מומסות במי השקיה. ולמרות זאת לטיפול השפר המכיל זרחן גרם לקליטה גבוהה יותר של זרחן, כיום אין לנו עדיין ערכי אופטימום לרמות נוטריאנטים בפטורות בצמחי הפלפל, אך בעתיד הנושא יבחן בתוכנית נפרדת.



איור 6. ריכוז חנקן בפטורות



איור 7. הערכת צימוח 21/8/08

בהערכת הצימוח (איור 7) בתחילת הגידול, נראה כי הטיפולים טבעון ואמון גופרתי פגעו באופן ברור בעוצמת הצימוח מה שמתיישב עם ההנחה כי ריכוזי אמון גבוהים בתחילת הגידול כאשר טמפרטורות הקרקע גבוהות, עלול לגרום לנזק כאמור במבוא.

## סיכום

1. היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפול השפר והנמוך ביותר בטיפול האורגני. לא ברור האם התוצאות הן על רקע של יחסי אמון חנקה או עקב תוספת זרחן בהרכב הדשן.
2. הטיפול האורגני היה נחות משאר הטיפולים הן ביבול והן בציוני האיכות.
3. בתחילת הגידול נגרם נזק לצמח בטיפולים אמון גופרתי וטבעון אשר מכילים ויוצרים סביבה רווית אמון באזור בית השורשים.
4. מחלת הקימחוננית אשר תקפה את הצמחים הביאה לסיום "לא טבעי" לכן בחלק האחרון של הגידול לא ניתן לאפיין הבדלי איכות בפרי.
5. ניסוי זה הוא ראשוני ובא לאמת האם הדישון האורגני גורם לאי מימוש פוטנציאל היבול לעומת ביקורת בדשן מקובל בחקלאות הקונבנציונאלית. התוצאה אשר התקבלה מאששת את ההנחה עם כל ההסתייגויות אשר יכולות לנבוע מ"התערבות" מחלת הקימחוננית בניסוי.

## מקורות

- 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.
- Kafkafi, U. 1990 Root temperature, concentration and the ratio  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  effect on plant development. Journal of Plant Nutrition 13: 1291-1306.