

דו"ח סופי לתוכנית מחקר

בחינת ממשק הזנה של ירקות בחקלאות אורגנית בקרקעות הנגב

ע"י

אורי ירמיהו ואינה פיינגולד מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת.
נורית שפירא ושבתאי כהן, מו"פ ערבה תחנת יאיר.
שלמה קרמר, שה"מ, משרד החקלאות.
אביבה הדס, מינץ דרור ושושנה סוריאנו, המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי.
רפי רודמן, מדריך חקלאות אורגנית נגב.

Yermiyahu, U., Faingold I., Gilat Research Center, Agricultural Research Organization, Mobile
Post Negev, Israel, 85280. Email: uri4@agri.gov.il.

Shapira, N., Cohen, S., Arava R&D.

Kremer, S. Extention Service, Ministry of Agriculture, P.O.B. 6 Bet Dagan, Israel, 50250.

Hadas, A., Minz, D., Soriano S. Water and Environmental Sciences, Agricultural Research
Organization, The Volcani Center, Bet Dagan, Israel, 50250.

Rodman, R. Adviser for Negev organic agriculture.

יוני 2005

סיוון תשס"ה

תוכנית מומנה ע"י המדען הראשי במשרד החקלאות למשרד תוכנית מספר 03 - 0353 - 301

1. תקציר

הממשק האורגני המקובל לגידול ירקות מבוסס על ישום קומפוסט זבל בתחילת העונה ודישון בחומרים אורגנים מומסים עם ההשקיה או מוספים ישירות לקרקע במהלך העונה. גידול מטייב בין עונות גידול הירקות מקובל בממשק החקלאות האורגנית ומטרתו לשפר את פוריות הקרקע. בארבע בשנים האחרונות התבצע ניסוי שמטרתו לבדוק את ההשפעה ארוכת הטווח של ממשק המשלב ישום קומפוסט בתחילת העונה עם דשן ראש אורגני במהלך הגידול בשילוב עם גידול מטייב. צמחי פלפל ועגבנייה גודלו בחלקות קבועות בשלוש רמות של קומפוסט (5, 10 ו-15 מ"ק לדונם) עם שתי רמות דשן "אורגן" (7.5 ו-15 לי למ"ק). ריכוז החומר האורגני בקרקע עולה עם השנים בכל רמת ישום נתונה ובכל שנה עם העליה ברמת היישום אך שיעור העליה תלוי ברמת הקומפוסט המיושם ובמשך שנות הגידול. ברמת הקומפוסט הנמוכה ריכוז החומר האורגני עולה בצורה קווית ישרה בשיעור של כ-0.3% בשנה. לעומת זאת, בטיפולים בהם יושמו ריכוזי קומפוסט גבוהים העליה בעלת אופי של עקום רוויה. בסה"כ ריכוז הח"א בקרקע בתום ארבע שונות גידול היה 1.6, 2.8 ו-3.8% ברמות קומפוסט מיושם של 5, 10 ו-15 מ"ק לדונם. רמת היבולים בשני הגידולים לאחר ארבע שנות גידול היתה גבוהה ובחלק ניכר מהטיפולים אינה נופלת מיבול שמתקבל בממשק הזנה קונבנציונאלי. בפלפל אף נמשכת המגמה של עליה ביבולים גם בשנת הגידול הרביעית בממשק הזנה אורגני, ואילו בעגבנייה נראה שרמת היבולים התייצבה לאחר שלוש שנות ישום של קומפוסט. השפעת הטיפולים התמתנה עם השנים בעיקר בעגבנייה. השפעת הגידול המטייב נבחנה במשך שלוש שנים שנה אחת גודל דוחן ובשנים האחרות שעועית. הצבת הניסוי בתתי חלקות עם וללא גידול מטייב לא מאפשרת לבחון סטטיסטית את ההבדל בכל שנה. בנוסף השונות הגדולה בין החלקות מקשה על קבלת מסקנות מהימנות. לפיכך מומלץ לבדוק את ההשפעה במבנה של ניסוי שבו יהיו חזרות גם לגידול המטייב.

2. מבוא

הממשק האורגני מתבסס על שמירת רמה גבוהה של פוריות קרקע המבטיחה את הזנת הגידול ומשפרת את עמידותו בפני מחלות קרקע. פוריות הקרקע נשמרת באמצעות תוספים אורגנים איטיי פרוק שתפקידם לשמר את רמת החומר האורגני בקרקע, אשר מגביר את הפעילות הביולוגית, משפר את התכונות הפיסיקליות ואת זמינות יסודות ההזנה (Hodges, 1991). קומפוסט זבל הוא המטייב המקובל ביותר בארץ, הוא עשיר ביסודות הזנה ומהווה רכיב חשוב בהזנת גידולים אורגנים. זבל ירוק, כגידול מטייב בין גידולים מסחריים, נפוץ בחקלאות אורגנית בעיקר כאשר אין הוא מתחרה על המים עם גידולים אחרים (Hu et al., 1997). בקרקעות המטופלות בקומפוסט באופן רציף נוצרות בדרך כלל רמות הולכות וגדלות של אשלגן וזרחן זמינים, וגם הרמה הבסיסית של חנקן הניתן למינרליזציה עולה עם עליית רמת החומר האורגני (פייגין ושגיב, 1990: 1, 2).

גידולי הירקות החסויים באיזור הנגב והערבה גדלים על קרקעות חוליות בעלות שטח פנים סגולי קטן מאד, לכן לא יכולה להישמר בהן רמת חומר אורגני גבוהה (Hassink, 1996). למעשה יתפרק החומר האורגני המטייב בהתאם לתכונות הפרוק שלו ולתנאי הסביבה (טמפרטורות גבוהות ורטיבות לפי דרישות הגידול) מבלי ליצור מאגר של חומר אורגני חדש. השאריות היציבות בפני פרוק הן אלה שישארו. קומפוסטים יציבים, ברמת בשלות גבוהה (Inbar et al., 1993) כמו שנדרש במצעי גידול, ישרדו בקרקע זמן רב יותר, ויתכן שייצרו מעין מצע גידול של חומר אורגני יציב מעורב בחול. אולם בחקלאות אורגנית הקומפוסט אמור להיות מקור של יסודות הזנה, וכמקור חנקן זמין חשובה דווקא תכונתו להתפרק ולהיות זמין לצמח. פרוק קומפוסט או כל חומר אורגני אחר בקרקע הוא מיקרוביאלי, כלומר הוא מאפשר למיקרואורגניזמים להתפתח, להיות פעילים ולהתרבות. עודף החנקן שבתרכובות המתפרקות על תצרוכת החנקן של המיקרואורגניזמים ישתחרר כחנקן מינרלי, זמין לצמח (מינרליזציה נטו). בקרקעות חוליות בהן כושר הספיחה קטן מאד, ההגנה על תוצרי הפרוק המשניים של הקומפוסט (ביומסה מיקרוביאלית ותוצרים מטבוליים) מפני פרוק קטנה (Hassink, 1996). כתוצאה מכך יתרחש פירוק מהיר וכלל המינרליזציה נטו של התשומות האורגניות צפויה להיות גדולה יותר מאשר בקרקעות בעלות שטח פנים גדול (Van Veen et al., 1985; Hebert et al., 1991). התהליך יואט כאשר הפעילות המיקרוביאלית תהיה הגורם המגביל את קצב הפרוק של התשומות האורגניות בקרקעות דלות מאד. לא ידוע וגם לא סביר שתהליך יואט זה בקרקעות בהן גדלים שורשים.

קצב הפרוק של קומפוסטים ושחרור חנקן זמין מהם תלוי בהרכבם. תרומתם לזרחן ואשלגן זמינים תלויה גם היא בתכולתם בקומפוסט. הרכב הקומפוסט מושפע מחומרי הגלם מהם הוא יוצר ומתהליך הקומפוסטציה, לכן קיימת שונות גדולה בהרכב קומפוסטים לחקלאות אורגנית (הדס, 1996). בממוצע – קומפוסט זבל מכיל כ- 1.5% זרחן, 1.5% אשלגן ו- 2% חנקן שחלק ממנו (2-13%) מינרלי מלכתחילה וכ- 3% חנקן אורגני מסיס. קצבי מינרליזציה של קומפוסטים נמדדו על פי רוב בניסויי מעבדה, בקרקע מנותקת מהשדה. מהלך אופייני לפרוק קומפוסטים הוא קצב מינרליזציה מהיר מיד לאחר הרטבתם בקרקע וקצב פרוק איטי לאחר מכן (הדס, 1996; Cheneby et al., 1994). הדמיה של קצב שחרור חנקן מקומפוסטים הראתה שהחלק המסיס בקומפוסט התפרק תוך פחות משבוע ואלו החלק הבלתי מסיס התפרק בקצב של כ- 0.3% בשבוע (הדס, 1996; Hadas and Portnoy, 1994; 1997). שחרור החנקן מקומפוסט זבל בתנאי מעבדה בתקופה של כמה חודשים נמצא בעבודות שונות בגבולות של 13-25% מכלל תכולת החנקן שבו (Hadas and Portnoy, 1994; 1997; Hebert et al., 1991; Cheneby et al., 1994). הפער בין כמות החנקן הקטנה יחסית הזמינה מיידית ובין מרבית החנקן שמשתחרר בקצב איטי מאד גורם לקושי בשליטה יעילה באספקת החנקן מקומפוסט לגידולים שצריכת החנקן שלהם גדולה לאורך תקופת גידול של כ- 7-8 חודשים. כ- 13% מהחנקן יהיו זמינים בשבוע הראשון ורק כ- 10% מהחנקן ישתחררו בקצב איטי במשך 33 שבועות (0.3% לשבוע). לדוגמא: מנת קומפוסט של 3 קוב לדונם, רמה מקובלת של יישום קומפוסט בגידולים חסויים, שוות ערך לכ- 4 טון חומר יבש המכיל 80 ק"ג חנקן. כ- 10 ק"ג יהיו זמינים לפני השתילה וסביר מאד שישטפו מבית השרשים לפני שיקלטו ע"י הצמח וכ- 7 ק"ג ישתחררו בקצב איטי הם פחות מ- 20% מצריכת החנקן של עגבניות.

הערכות אלה מבוססות על מדידות שחרור חנקן מקומפוסטים בניסויי מעבדה. קיימת אפשרות סבירה מאד שבתנאי שדה, הקרקע בלתי מנותקת, קצבי הפרוק של קומפוסט מהירים יותר; זאת על סמך מעקב בן 4 שנים אחר משק החנקן בניסויי שדה בשטח גידול אורגני פתוח בנגב, בקרקע לס, בו גידלו תירס בקיץ וירקות בחורף. מאזנים שנתיים הראו שקליטת החנקן ע"י הגידולים הייתה קטנה בהרבה מהתשומות השנתיות של החנקן בקומפוסט, דשנים אורגניים ושאריות הגידול. בתום כל שנה רמת החנקן הזמין בקרקע חזרה לרמה שהייתה בראשית השנה, ואלו החנקן האורגני בקרקע לא עלה במידה שענתה על ההפרש בין התשומות לקליטה. הצטברותו במשך 4 שנים הייתה נמוכה מהצפוי לפי תחשיבי קצב הפרוק של כמויות הקומפוסט שניתנו מידי שנה (Hadas, 1997). המסקנה הייתה שקצב פרוק הקומפוסט בשדה גדול מאשר במעבדה, למרות שהטמפרטורה והרטיבות אינם אופטימליים, ועודף החנקן המינרלי שנוצר נשטף אל מתחת לבית השורשים, כפי שאכן נמצא בקידוחים לעומק 4 מ'. ניידות הזרחן והאשלגן בקרקע קטנה, לכן הם בד"כ מצטברים בקרקע, אך בקרקעות החוליות בהן מדובר בגידולים החסויים בנגב ובערבה יתכן שניידותם גדולה יותר ואספקתם לצמח אף היא דורשת התייחסות. אין בידנו נתונים כמותיים על קצבי פרוק של קומפוסטים בתנאי גידול בשדה או בשטחי חממות, אך ברור שתשומות גדולות של קומפוסט גורמות לעודפי חנקה בתקופה קצרה סמוך ליישום, מעבר ליכולת הקליטה של הגידול, ותורמות לזיהום מי התהום. הדשנים האורגניים, שתכולת החנקן בהם גבוהה מאשר במטייבים וקצב שחרור החנקן הזמין מהם מהיר, מיועדים לספק את תצרוכת החנקן של הצמח במהלך תקופת הגידול והקליטה, כאשר אספקת החנקן מהקומפוסט אינה נשלטת ואינה מספיקה. בגידולים חסויים הגדלים בחול ניתנים חומרי ההזנה בצורה נוזלית דרך מערכת ההשקיה. הדשנים האורגניים הנוזליים מופקים ברובם מהתססה של "דשנים" וזבלים מוצקים במים. תהליך זה יכול להעשות בשדה על ידי החקלאי, או במפעלים אשר מוכרים את המוצר הנוזלי המוגמר. המשותף לכל הדשנים האורגניים הנוזליים הוא ריכוזם הנמוך מאד ולכן הצורך להחדיר נפחים גדולים של תמיסה למערכת הטפטוף. בנוסף לזה החומרים האורגניים המרחפים או המומסים מחייבים מערכות סינון למניעת סתימת רשת ההשקיה.

גואנו הוא הדשן האורגני הנפוץ ביותר, ריכוז החנקן בו בגבולות 15-20% מהחומר היבש (85-92% ח"י) וריכוז הזרחן 4-5%. כשהוא מושרה במים (ביחס 10:1) במשך 10 ימים, כ- 90% מהחנקן שבו משתחררים לתמיסה. בתהליך התסיסה רובו הופך לאמון תוך עליה ב-pH מ-7 עד 8.5 (הדס וחוב, 1991; Hadas and Rosenberg, 1992; 1996; הדס, 1997). ריכוז החנקן בתמיסת גואנו במעבדה הגיע עד 1.5% כאשר הטמפרטורה במהלך התסיסה הייתה אופטימלית (סביב 30 מ"צ) וכאשר האמון נשמר בתמיסה ולא התנדף כאמוניה. בטמפרטורות חורף (13 מ"צ בממוצע) או בטמפ' חמות (50 מ"צ) קצב פרוק הגואנו מתעכב. בתמיסות גואנו

שהוכנו בשדה, במכלים גדולים, היו ריכוזי החנקן על פי רוב 0.7% ולא עלו על 1%. ערכים אלו הנמוכים מהערכים שהתקבלו במעבדה יכולים להיות כתוצאה מהתנדפות אמוניה זאת למרות שהמכלים מכוסים הרוח שומרת על מפל ריכוזים מעל פני התמיסה ומגבירה את התנדפות האמוניה. בנוסף יכול להיות שהפירוק מתעכב בגלל טמפרטורות לא אופטימלית בשדה. הנוהג בשדה לערוך מיצוי נוסף של הבוצה הנשארת במכל כדי להגדיל את ניצול החומר, אך ריכוז המיצוי החוזר נמוך עוד יותר. הגואנו מיובא ומחירו גבוה (\$86 ל-10 ק"ג). מחיר ק"ג חנקן המופק מגואנו בתמיסה הוא כ- \$10, לא כולל הוצאות הכנת התמיסה.

זבל עופות קיים בשפע בארץ ומחירו רק \$1.2 ל-100 ק"ג. אולם ריכוז החנקן בזבל עופות הוא רק 2.5-5% בחומר יבש, נמוך פי 3-5 מזה שבגואנו, וריכוז הזרחן כ- 2%. יתר על כן, זבל עופות המותסס במים במשך 10 ימים משחרר רק 40-50% מהחנקן שבו לתמיסה, לכן ריכוז החנקן בתמיסת הזבל יהיה רק כ- 0.12%, וכמות הבוצה הנשארת גדולה. כמחצית מהחנקן בתמיסת הזבל הוא אורגני ומחציתו אמון, ה- pH של התמיסה הוא בגבולות 6-7 וקצב שחרור החנקן לתמיסה מהיר מאד ופחות רגיש לטמפרטורה מפרוק הגואנו (הדס, 1996; 1997). לכן ריכוזי התמיסות המיוצרות בשדה דומות לריכוזים הפוטנציאליים במעבדה. השימוש בזבל עופות כדשן ראש נוזלי אינו נפוץ בין החקלאים, ככל הנראה בגלל הקושי לטפל בנפחים גדולים של זבל ותמיסות כדי לספק כמות דרושה של חנקן לגידולים, זאת למרות שמחיר ק"ג חנקן בתמיסת זבל עופות הוא כ- \$1, פי 10 פחות ממחיר יחידת חנקן מגואנו ודומה למחיר החנקן באמון חנקתי נוזלי. נעשו ניסיונות להגדיל את "מסיסות" זבל העופות במים בשיטות פיסיקליות וכך ליעל את ניצול החנקן ממנו. ראוי לעודד את השימוש בזבל עופות כמקור חנקן בתמיסה (שימוש בו בחקלאות אורגנית מותר רק לאחר התססתו במים במשך 10 ימים) ולנצל משאב מקומי במקום חומר מיובא ויקר. "אורגן" הוא מוצר מסחרי מקומי הנפוץ בשימוש בחקלאות האורגנית בארץ. הוא מיוצר מזבל בקר נוזלי ומועשר בזבל עופות (שיטות הייצור שמורות ליצרן). ריכוז החנקן בו 1-0.7%, מרביתו אמון. הוא משווק במיכלים וחוסך לחקלאי את הטרדה להכין תמיסות, לסנן ולהפטר מהבוצה. אך הובלה של תמיסות מהולות למרחקים מייקרת את המוצר כך שמחיר ק"ג חנקן מ"אורגן" הוא כ- \$10-14. למרות שהדשן מסונן הוא יוצר לעתים משקעים על המסננים או בטפטפות שמקורם אולי בתוצרים מיקרוביאליים הנוצרים בחומר. דישון הראש החנקני דרך ההשקיה המקובל בגידולי חממה מבוסס על אספקת חנקן בריכוז 100-150 ג' לקוב מי השקיה. רמה זו של דישון כפולה מהקליטה על ידי הצמח. בגידול עגבניות שישקיה ב- 700 קוב לדונם צפויה קליטה של כ- 45 ק"ג חנקן לדונם, אך כמות החנקן שתנתן במי ההשקיה תהיה 100-70 ק"ג, זאת בנוסף לחנקן מהקומפוסט, כ- 17 ק"ג שישתחרר מ-8 קוב, ואולי למעלה מזה. העתקת רמות הדישון מהממשק הקונבנציונלי אינה מוצדקת ואינה מתאימה לממשק האורגני משתי סיבות ראשיות: א- עלות ההזנה האורגנית גבוהה מאד וחייבים ליעל אותה כדי להגדיל את רווחיות או כדאיות הענף. ב-המצע בממשק אורגני בחממות אינו מנותק ולא ממחזרים את המים והדשן לשימוש חוזר, כך שכל עודפי הדשן נודדים לעבר מי תהום.

ענף חקלאות אורגנית נמצא בתהליך של פיתוח משמעותי בעולם ובארץ, הן בהיקף והן במגוון הגידולים והמוצרים. בממשק ההזנה בחקלאות אורגנית מותר להשתמש בעיקר בחומרים אורגניים החל מקומפוסטים ועד לתמיסות שמקורם בהפרשות או שאריות מעובדות של בעלי חיים. החומרים מוספים לקרקע או מרוססים על פני הצמחים. בעיקרון, הממשק האורגני דוגל בשמירת פוריות הקרקע ע"י תוספת חומרים אורגניים מטייבים (קומפוסט, זבל ירוק-חומרים איטי פירוק), אלא שהספקת חנקן בממשק אינטנסיבי בגידול הצורך חנקן מחייבת יישום דשנים אורגניים (מהירי פרוק) גם במהלך הגידול. בקרקעות דלות בחומר אורגני (ח"א) כגון קרקעות הנגב והערבה, בהן דרושות שנים רבות ליצירת קרקע מתאימה לממשק אורגני, חלקו של הדישון האורגני רב. קבלת יבול מיטבי מבוסס על זמינות יסודות ההזנה לאורך כל תקופת הגידול. הממשק האורגני המקובל מבוסס על יישום קומפוסט זבל בתחילת העונה ודישון בחומרים אורגניים מומסים עם ההשקיה או מוספים ישירות לקרקע במהלך העונה. הגורם המגביל בגידולים אינטנסיביים כדוגמת ירקות הנו חנקן. הוספת תמיסות דשן המיוצרות מגואנו או מזבלים, מכילות ריכוזים נמוכים של חנקן ועלות יחידת חנקן בהן גבוהה (פי 10 מזו של דשן קונבנציונלי). קומפוסטים, שהם איטי פרוק, מכילים בד"כ גם מרכיב מסיס המשחרר חנקן זמין במהירות. ברמות יישום גבוהות של קומפוסט ריכוז המומסים והחנקה גבוהים עד כדי רעילות לצמחים. חקלאים נוהגים אז להשקות בעודף על מנת להדיח את המומסים משכבת בית השורשים ובכך שוטפים גם את החנקן הזמין. שילוב בין יישום החומרים האורגניים (סוג, כמות, מועד) מחייב התחשבות בהזנה מיטבית של הגידול מחד, ומניעה של עודפי חנקה המועדים להדחה לעבר מי תהום מאידך, זאת כאשר עלות ההזנה היא מרכיב מרכזי

בעלויות הייצור בחקלאות אורגנית. קצב ההצטברות של חנקן מינרלי בקרקע כתוצאה מתהליכי פירוק ניתן לחיזוי ברמה סבירה בתנאי מעבדה בזמן קצר (חודשים). שינויים ארוכי טווח בחומר האורגני בקרקע וביכולת הקרקע לשחרר חנקן זמין ניתנים להערכה, אך לחיזוי כמותי נדרשים יותר נתונים על קצבי פירוק בתנאי שדה. גידול מטייב בין עונות גידול הירקות מקובל בממשק החקלאות האורגנית ומטרתו לשפר את פוריות הקרקע. בממשק גידול הירקות בערבה נותרת הקרקע ללא גידול לפרק זמן של מספר חודשים בקיץ. בזמן זה, הקרקע מתייבשת והטמפרטורה עולה לערכים גבוהים ביותר. גידול בין העונות והטמנת הזבל הירוק ממשיכה את פעילות הקרקע גם בתקופה זאת ואולי תורמת לפוריות הקרקע. אלא שגידול בין העונות דורש משאבים כולל מים ויש צורך לבדוק את מידת תרומתו ויעילותו.

הניסוי מתוכנן לבדוק את ההשפעה ארוכת הטווח של ממשק המשלב יישום קומפוסט בתחילת העונה עם דשן ראש אורגני במהלך הגידול בשילוב עם גידול מטייב. מטרת הניסוי:

1. מציאת שילוב אופטימלי בין רמת קומפוסט כיישום יסוד ורמת דישון ראש אורגני הניתן דרך ההשקיה להזנה מאוזנת של פלפל ועגבנייה ולקבלת יבול מסחרי גבוה באזור הנגב והערבה.
2. בחינת ההשפעה של גידול מטייב בין שני גידולים מסחריים על פוריות הקרקע, ועל גידול ויבול של פלפל ועגבנייה בהשוואה לגידול מסחרי רציף.

3. שיטות וחומרים

הניסוי המדווח התקיים במשך 4 שנים בתחנת יאיר שבערבה הצפונית. צמחי פלפל (צמח בעל תגובה מהירה לשינויים בהזנה) ועגבנייה (צמח בעל תגובה איטית לשינויים בהזנה) גודלו על גבי קרקע מילוי מקומית (חולית) אשר לא עובדה בעבר. הצמחים גודלו בממשק הזנה אורגני במבנה מכוסה ברשת 50 מאש נגד חרקים. רשת צל 40% שחורה נפרשה בכל עונה לאחר השתילה עד אמצע אוקטובר. פלפל נשתל בשתי שורות לערוגה ברוחב 1.5 מ'. מרחק בין צמחים 0.45 מ'. עומד השתילה 2933 צמחים לדונם. צמחי עגבניות נשתלו שורה לערוגה במרחק של 0.3 מ' בין הצמחים. עומד השתילה 2220 צמחים לדונם. אורך חלקת ניסוי 4.3 מ' ברוחב 4.5 מ' (3 ערוגות). גורמי הניסוי במחקר: קומפוסט יסוד – שלוש רמות: בשנה הראשונה 4, 8 ו-16 קוב לדונם ומהשנה ואילך 5, 10 ו-15 קוב לדונם. דשן ראש שתי רמות, מחזור גידול- שנים: עם וללא גידול מטייב בין שתי עונות גידול. הניסוי כלל שתי חלקות כאשר בכל חלקה גדל גידול אחד. כל חלקה כללה שתי חלקות משנה: עם וללא גידול מטייב. הגידול המטייב גודל באותה תת חלקה במשך כל הניסוי. כל תת חלקה הכילה 24 חלקות משנה שהכילו את הצירופים בין גורמי הניסוי קומפוסט ודשן ראש (6 טיפולים) בארבע חזרות שהוצבו בתבנית של בלוקים באקראי. בסה"כ בכל גידול היו 48 חלקות משנה. בשנה הראשונה היו בניסוי שמונה חזרות מאחר והגידול המטייב גודל רק בתום העונה הראשונה. החל מהשנה השניה מבנה הניסוי כלל את כל הגורמים הנבחנים. אורגן 3000 היה הדשן ששימש כדשן ראש ברמות של 7.5 ו-15 לי למ"ק מי השקיה עבור טיפול דישון הראש הנמוך והגבוה, בהתאמה. אורגן 3000 הינו מוצר שמיצור מזבל בקר וזבל עופות. ריכוז היסודות במוצר זה אינו קבוע ולכן נערך מעקב שוטף של ריכוז היסודות בדשן ובמי הטפטפת. באופן כללי כ-75% מכלל החנקן הינו אמוניקאלי והשאר חנקתי ואורגני. ריכוז היסודות בדשן במהלך הגידול היו בתחומים הבאים: חנקן אמוניקאלי - 0.35-0.50%, זרחן כללי - 0.039-0.067% ואשלגן - 0.3-0.4%. במרבית עונת הגידול ריכוז החנקן האמוניקאלי במי הטפטפת היה כ-25 ו-50 ח"מ בטיפולי דישון הראש הנמוך והגבוה, בהתאמה. ריכוז הזרחן במי הטפטפת היה פחות יציב כשהממוצע היה 1 ו-2 ח"מ בטיפולי דישון הראש הנמוך והגבוה, בהתאמה. הסטיות בריכוז הזרחן נעו עד כדי 50% מערכים אלו. לעומת זאת, ריכוז האשלגן במי הטפטפת נשאר די קבוע במרבית העונה בערכים של 30 ו-50 ח"מ בטיפול דישון הראש הנמוך והגבוה, בהתאמה (מי המקור תורמים כ-10 ח"מ אשלגן). שאר המדדים שנבדקו במי הטפטפת לא השתנו בין טיפולי דישון הראש: חומציות - 7.9-8.2, מוליכות חשמלית - 3.0-2.5 דציסימנס למ', כלוריד 350-380 ח"מ ונתרן 350-380 ח"מ. לפני השתילה הושקה השטח בכמות של 30 מ"ק לדונם כדי להדיח את המרכיבים המסיסים מהקומפוסט ולמנוע נזקי המלחה. במספר חלקות הוצבו משאבים ומי משאב נמדדו באופן רציף במהלך הגידול. ערכי המוליכות החשמלית והחומציות במי המשאבים היו עם סטיות קלות מהערכים של מי הטפטפת. ככלל ריכוז האמון והחנקן במי המשאב היו נמוכים מאוד, בעוד שטיפולי הדשן ראש ניכרו היטב בריכוזי הזרחן והאשלגן שבמי המשאב. ככלל ריכוזי הזרחן והאשלגן במי המשאב היו נמוכים עד כדי 20%-60% ממי הטפטפת, בהתאמה.

במהלך הגידול נערך מעקב אחר גידול, התפתחות הצמחים ונגיעות במחלות. השקיה ודישון ברמה הדרושה ניתנו ע"י משאבה מבוקרת מחשב. כל דיגומי הקרקע והצמחים נדגמו מ-2.5 מ' במרכז הערוגה המרכזית. ריכוזי אמון, ניטרט, אשלגן וזרחן בקרקע נקבעו במיצוי מימי 1:1. תכולת חומר אורגני נקבעה בקרקע ע"י הפרש משקל הדוגמא לאחר שריפה ב- 550°C . כל בדיקת לקביעת תכולת ח"א בקרקע נעשתה בשלוש חזרות. ריכוזי היסודות: חנקן, זרחן ואשלגן נקבעו בדיגומי הצמחים לאחר עיכול בחומצה גפריתית ומי חמצן. קביעת חנקה, אמון וזרחן מתמיסות הקרקע ומיצוי הצמחים נעשתה בעזרת אוטואנלייזר וריכוז האשלגן בעזרת פוטומטר להבה. יבולי פלפל ועגבנייה נאספו ונמדדו מכל חלקת ניסוי במשך כל העונה. נערך מיון ליצוא או לשוק המקומי. בעגבנייה: אשכולות שלמים הוגדרו ליצוא ופירות בודדים לשוק המקומי. בפלפל נספרו ונשקלו בכל קטיף הפירות המעוותים, סדוקים, פגועים מטריפס או שחור פיטם והוגדרו כפירות לשוק המקומי. כל שאר הפירות הוגדרו ליצוא. תוצאות נבחנו במבחן חד גורמי (טיפול) או דו גורמי (רמת קומפוסט ודשן ראש) בבלוקים באקראי ברמת מובהקות $\alpha = 0.05$ בעזרת תוכנת JUMP.

שנה ראשונה - לאחר יישום הקומפוסט ולפני השתילה הושקה השטח בכמות של 100 קוב לדונם כדי להדיח את המרכיבים המסיסים מהקומפוסט ולמנוע נזקי המלחה. צמחי פלפל מזן טורקל ועגבנייה מזן דורניטה (עגבניית אשכולות) נשתלו ב-17.9.00 אשר הנו מועד מאוחר מהמקובל באזור. חלקת הפלפל השנה תוגדר להלן חלקה א' וחלקת העגבנייה תוגדר חלקה ב'. בשבועות הראשונים, יישום הדשן במערכת ההשקיה נתקל בקשיים בעיקר בגלל סתימת ובהמשך מחוסר אספקה ע"י היצרן. לאור זאת, יושם קמח נוצות בשני מועדים: 1.11.00 ו-17.11.00. הדשן יושם ידנית במרחק של כ-10 ס"מ מהגבעול. הכמויות שיושמו 5 ו-10 ג' לצמח לטיפול דשן ראש נמוך וגבוה, בהתאמה. בפלפל: 16.7 ו-33.3 ק"ג לדונם, בעגבנייה: 8.3 ו-16.7 ק"ג לדונם לטיפול הנמוך והגבוה, בהתאמה. במהלך עונת הגידול נערכו 4 דיגומי עלים (עלים 5-6 מקצה הענף) ובתום הגידול נעשתה אנליזה לכל עלי צמח מייצג לחלקה. נערכו ארבעה דיגומי קרקע: בתחילת הגידול, 2 במהלך הגידול ובתום העונה.

שנה שנייה - מתכונת הניסוי בשנת הגידול השנייה היתה זהה לזאת של השנה הקודמת מלבד גידול דוחן אשר שימש כגידול מטייב. דוחן נזרע ב-21.5.01 בחלקות המתאימות והושקה בהמטרה ללא תוספת דשנים. לאחר 30 ימי גידול הוצנע הדוחן תוך כדי תיחוח. הקרקע בחלקות אלו הושקתה ונשמרה לחה עד לשתילת הפלפל והעגבנייה. קומפוסט פוזר ותוחח ב-9.8.01 בחלקת הפלפל ושבוע לאחר מכן בחלקת העגבנייה.

צמחי פלפל מזן סילקה ועגבנייה מזן קונצ'טה (עגבניית אשכולות) גודלו על החלקות של שנת הגידול הקודמת (פלפל על פלפל, ועגבנייה על עגבנייה). צמחים נשתלו במועדים מקובלים לשתילה באזור: פלפל ב-2.9.01 ועגבנייה ב-13.9.01. במהלך חודש דצמבר החלו בעיות בחלקת הפלפל אשר התבטאו בעיקר בהתרככות מהירה של הפירות. בעיה זאת החמירה עם הזמן והוחלט לסיים את עונת הגידול מוקדם מהמתוכנן בתחילת חודש מרץ.

הצמחים נגזמו, טיפולי דשן הראש המשיכו כמתוכנן והחל גידול מחודש. עד מועד זה נעשו שני דיגומי עלים (עלים 5-6 מקצה הענף) 50 ו-110 יום משתילה. במועד הגיזום (180 יום משתילה) נדגמו צמחים שלמים ו-41 יום לאחר מכן נערך דיגום נוסף לעלים המתחדשים. בעגבנייה נערכו במהלך הגידול 4 דיגומים (עלים 5-6 מקצה הענף): 40, 104, 183 ו-209 יום משתילה. בהתבסס על תוצאות שנת הניסוי הראשונה הוחלט לדגום את הקרקע בשני מועדים: בתחילת עונת הגידול (הפלפל ב-28.9.01 והעגבנייה ב-30.10.01) ובתום הגידול שתי החלקות ב-3.5.02.

שנה שלישית - מתכונת הניסוי בשנת הגידול השלישית היתה זהה לזאת של השנה הקודמת מלבד גידול שעועית אשר שימש כגידול מטייב. שעועית נזרעה ב-8.5.2002 בחלקות המתאימות והושקתה בטפטוף ללא תוספת דשנים. לאחר 30 ימי גידול הוצנעה השעועית בתיחוח בשילוב עם פיזור הקומפוסט לפי הטיפולים. כמו כן בוצע חיטוי סולרי בחודשים יולי ואוגוסט והקרקע הושקתה ונשמרה לחה עד לשתילת הפלפל והעגבנייה. צמחי פלפל מזן סילקה ועגבנייה מזן קונצ'טה גודלו על החלקות של שנת הגידול הקודמת (עגבנייה על פלפל, ופלפל על עגבנייה). צמחים נשתלו במועדים מקובלים לשתילה באזור: פלפל ב-2.9.02 ועגבנייה ב-17.9.02. בפלפל נערכו

במהלך הגידול 2 דיגומי עלים: 50 ו-110 יום משתילה. הקרקע נדגמה בשני מועדים: בתחילת עונת הגידול (הפלפל ב-30.9.02 ועגבנייה ב-30.10.02) ובתום הגידול (פלפל, 1.4.03 בפלפל, 4.5.03 עגבנייה).

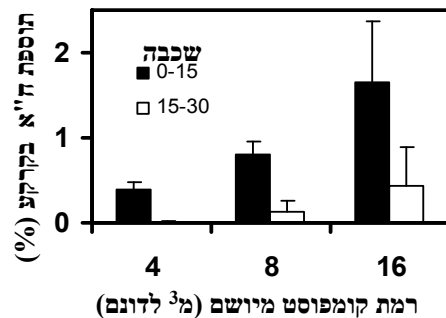
שנה רביעית - מתכונת הניסוי נמשכה. שעועית (גידול מטייב) נזרעה ב-1.5.2003 בחלקות המתאימות והושקתה בטפטוף ללא תוספת דשנים. לאחר כ-30 ימי גידול הוצנעה השעועית בתיחוח בשילוב עם פיזור הקומפוסט לפי הטיפולים. צמחי פלפל מזן סילקה ועגבנייה מזן קונצ'טה (עגבניית אשכולות) גודלו על החלקות של שנת הגידול הקודמת (עגבנייה על פלפל, ופלפל על עגבנייה). צמחים נשתלו ב: פלפל ב-7.9.03 ועגבנייה ב-27.9.03. בפלפל נערכו

במהלך הגידול 2 דיגומי עלים: 50 ו-110 (19.10 ו-17.12) יום משתילה. בעגבנייה נערכו במהלך הגידול 3 דיגומים (עלים 5-6 מקצה הענף): 40, 104, 183 ו-209 (4.3, 7.1, 13.11) יום משתילה. בתום הגידול (15.4.04) בפלפל, (11.5.04 בעגבנייה) נקצרו צמח שלם מייצג מחלקה. קרקע נדגמה בשני מועדים: בתחילת עונת הגידול (הפלפל ב-29.9.03 והעגבנייה ב-9.9.03) ובתום הגידול (15.4.04 בפלפל, 11.5.04 בעגבנייה).

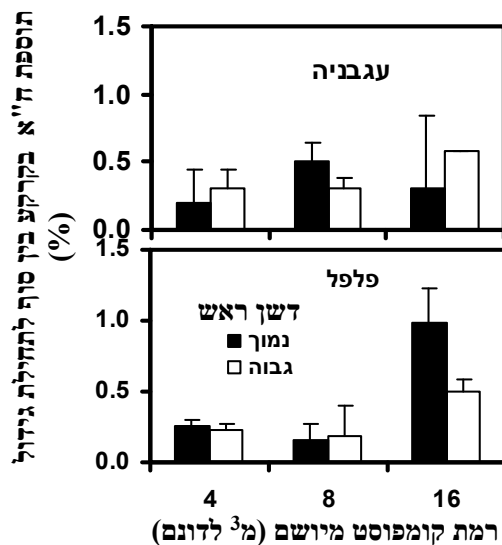
4. תוצאות

4.1 בדיקות קרקע

תכולת חומר אורגני בקרקע במהלך הגידול - תוספת בתכולת הח"א בקרקע לאחר יישום הקומפוסט ולפני השתילה מוצג בצירור 1. התוספת בתכולת הח"א חושבה ע"י הפחתה של תכולת הח"א שבקרקע לפני יישום הקומפוסט (0.4%) מכלל תכולת הח"א שנמצאה בקרקע עם הקומפוסט. הפחתה זאת נעשתה לכל בדיקות הקרקע במהלך כל השנים. כמצופה עיקר העליה בתכולת הח"א היתה בשכבת הקרקע העליונה (0-15 ס"מ) בה יושם הקומפוסט. העליה ברמת הקומפוסט העלתה את רמת הח"א באופן לינארי כאשר במוצע יישום של 1 קוב קומפוסט לדונם הגדיל את תכולת הח"א ב-0.1%. תוצאות אלו מצביעות על ביצוע טוב בפיזור הקומפוסט בחלקות הניסוי. ההפרש בתכולת הח"א בשכבת הקרקע העליונה בין סוף הגידול לתחילתו מוצג בצירור 2. למרות השונות הגבוהה בין החלקות התקבלה מגמה ברורה של עליה בתכולת הח"א בקרקע בעקבות הגידול. בחלק מהחלקות שיעור העליה היה גבוה ביחס לכלל הח"א שהוסף והגיע עד כדי עליה ב-1%. לעומת זאת, לא נמצאו שינויים בתכולת הח"א בשכבת הקרקע של 15-30 ס"מ (תוצאות לא מוצגות) ובסה"כ הערכים נשמרו סביב הערך ההתחלתי של הח"א בקרקע לפני יישום הקומפוסט. במהלך עונת הגידול מתרחשים בחומר האורגני הקרקעי מספר תהליכים. מחד קיימת מינרליזציה שמקטינה את שיעורו ומאידך, נוצרים שורשים שמגדילים את שיעורו. נראה שבשלב זה מרכיב תרומת השורשים גבוה יותר ממרכיב פירוק הח"א, ולכן בסך הכל בסוף העונה מתקבלת עליה בתכולת הח"א שבקרקע.

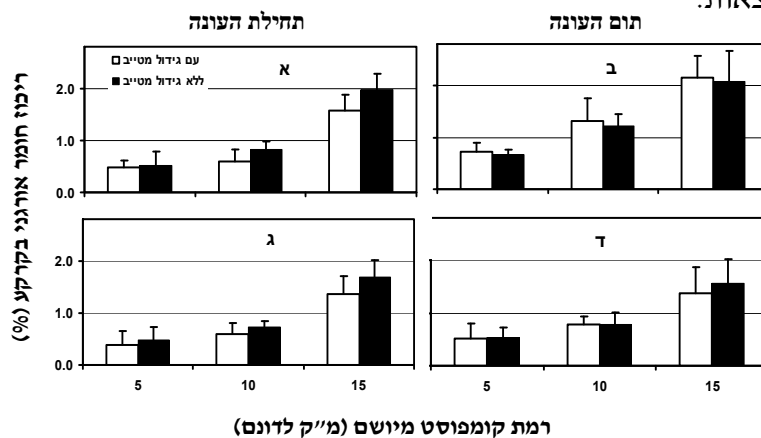


צירור 1. תוספת חומר אורגני (ח"א) בקרקע בשני עומקים כתלות ברמת קומפוסט מיושם בעונת הגיול הראשונה. קרקע נדגמה לאחר יישום הקומפוסט לפני שתילה. הערכים מייצגים ממוצעים של שש חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן.

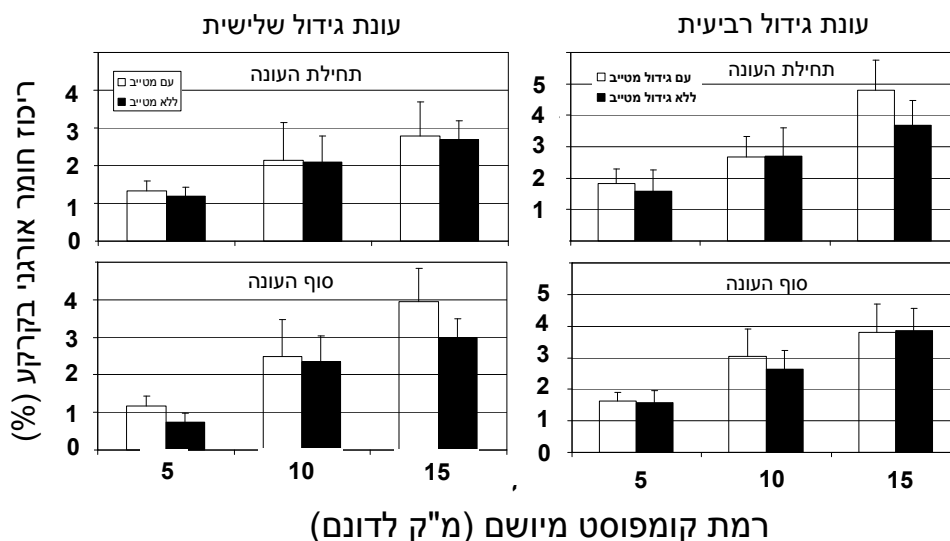


צירור 2. שינוי בתכולת ח"א בשכבת קרקע 0-15 ס"מ בין סוף לתחילת הגידול של העונה הראשונה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן.

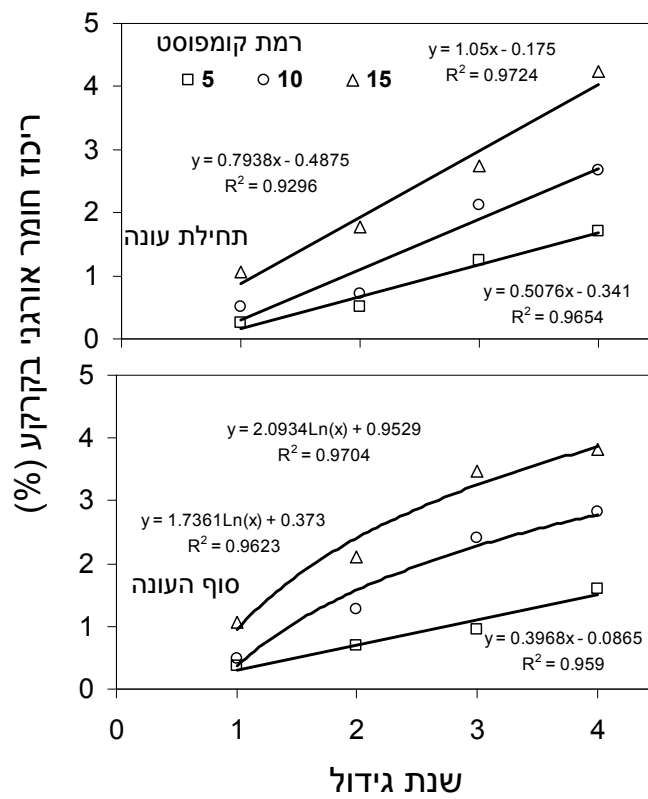
בדומה לשנה הראשונה, גם בשנת הגידול השניה נמצא ריכוז גבוהה יותר של חומר אורגני בשכבת הקרקע העליונה (0-15 ס"מ) בהשוואה לשכבה התחתונה (15-30 ס"מ) (תוצאות לא מוצגות). שלא כמו בתחילת השנה הראשונה, חומר אורגני נמצא גם בשכבה התחתונה כתוצאה מנוכחות שורשים ועיבוד הקרקע שגרם לערבוב בין השכבות. מאחר והחלוקה בין השכבות אינה שווה בחלקות השונות נעשה מיצוע לריכוז החומר האורגני בין שתי השכבות והערכים יוצגו לשכבת קרקע של 0-30 ס"מ. התוצאות שנתקבלו מצביעות על העדר השפעה מובהקת של טיפולי דשן הראש לכן כל התוצאות יוצגו עבור טיפולי הקומפוסט בלבד. בציור 3 מוצגים ריכוזי החומר האורגני בקרקע כתלות ברמות הקומפוסט המיושם בתחילה ובתום העונה בחלקות הפלפל והעגבנייה. ריכוז החומר האורגני בקרקע עולה עם העליה ברמת הקומפוסט המיושם בשני הגידולים. בדומה לשנת הגידול הראשונה ריכוז החומר האורגני בקרקע בתום עונת הגידול גבוה בהשוואה לריכוזו בתחילת העונה (ציור 3). נראה שבשלב זה עדיין מרכיב תרומת השורשים גבוה יותר ממרכיב פירוק החומר האורגני, ולכן בסך הכל בסוף העונה מתקבלת עליה בתכולת החומר האורגני שבקרקע. בציור 4 מוצגים תוצאות ריכוז החומר האורגני בקרקע משתי עונות הגידול האחרונות עבור חלקה ב. בחלקה זאת גודלו פלפל ועגבנייה בשנה השניה והשלישית, בהתאמה. הערכים מייצגים את הממוצע של שתי רמות דשן הראש. באופן כללי, המגמות שתוארו עבור השנה השניה נמשכו ולפיכך לא יפורטו. בציור 5 מוצג ריכוז החומר האורגני בקרקע כתלות בשנים מיד לאחר שתילה ובתום העונה עבור חלקת גידול ב. הערכים מייצגים ממוצע עבור שתי רמות הדשן ועם וללא הגידול המטייב. ריכוז החומר האורגני בקרקע עולה עם השנים בכל רמת יישום נתונה ובכל שנה עם העליה ברמת היישום אך שיעור העליה תלוי ברמת הקומפוסט המיושם ובמשך שנות הגידול. ברמת הקומפוסט הנמוכה ריכוז החומר האורגני עולה בצורה לינארית בשיעור של כ-0.3% בשנה לעומת זאת, בטיפולים בהם יושמו ריכוזי קומפוסט גבוהים בעלת אופי של עקום רוויה. בסה"כ ריכוז הח"א בקרקע בתום ארבע שונות גידול היה 1.6, 2.8 ו-3.8% ברמות קומפוסט מיושם של 5, 10 ו-15 מ"ק לדונם. השפעת הגידול המטייב על ריכוז הח"א שבקרקע לא היתה עקבית לגידול/או לטיפולים והיא נבעה בעיקר מכך שהשונות בין החזרות היתה גדולה מהשונות בין הטיפולים. לפיכך, לא יוצגו תוצאות.



ציור 3. ריכוז חומר אורגני בקרקע בחתך של 0-30 ס"מ בתחילה ובתום הגידול השניה מחלקת העגבנייה (א, ב) ומחלקת הפלפל (ג, ד) כתלות ברמת הקומפוסט המיושם. קרקע הערכים מייצגים ממוצעים לשתי רמות הדשן ראש (שמונה חזרות) והקיים מייצגים סטיית תקן.



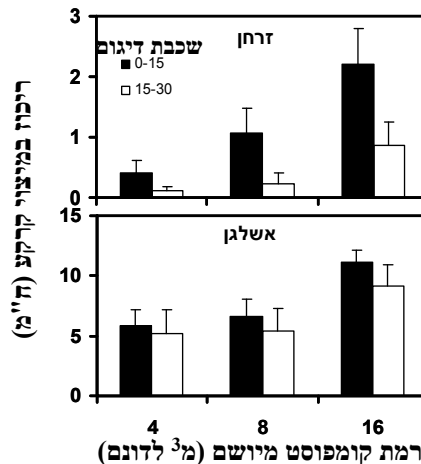
ציור 4. ריכוז חומר אורגני בקרקע בשכבה של 0-30 ס"מ מחלקה א. בשנות הגידול השלישית והרביעית כתלות ברמת קומפוסט מיושם. בשנה שניה ושלישית גודלו פלפל ועגבנייה, בהתאמה. הערכים מייצגים ממוצעים לשתי רמות דשן ראש עם וללא גידול מטייב.



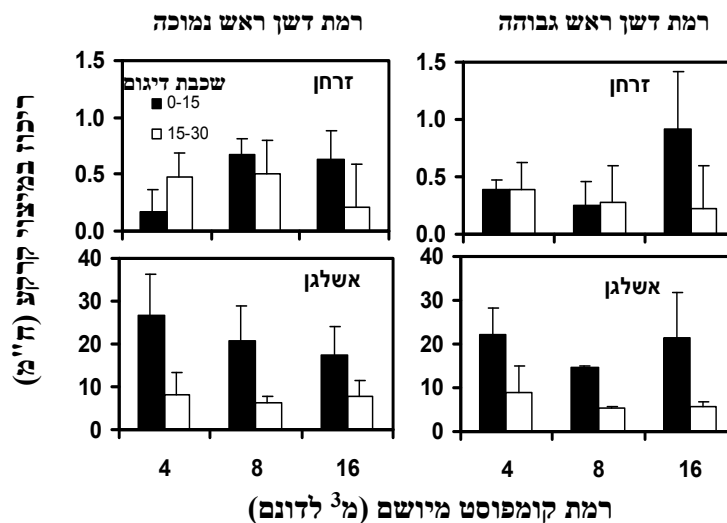
ציור 5. ריכוז חומר אורגני בקרקע בשכבה של 0-30 ס"מ מחלקה א. במהלך ארבע שנות הגידול. הערכים מייצגים ממוצעים לשתי רמות דשן ראש עם וללא גידול מטייב.

ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בקרקע במהלך הגידול – ריכוזי החנקן הזמין שבקרקע נקבעו במיצוי קרקע (1:1) ובעזרת משאבים. ריכוזי החנקן (כאמון או ניטרט) במיצויי הקרקע לפני שתילה היו נמוכים מאוד, ערכים הפחותים מ-1 ח"מ ללא קשר לטיפולים (תוצאות לא מוצגות). בהנחה שריכוז החנקן בתמיסת הקרקע הנו פי 25 מאשר בקרקע (תכולת רטיבות של 4%), רמתו של החנקן בתמיסת הקרקע יכולה היתה להגיע עד כדי 25 ח"מ. רמה נמוכה זאת של חנקן בקרקע הנה תוצאה של השקיה עודפת לפני שתילה (100 קוב לדונם) אשר דחקה את כל החנקן המינרלי שהגיע עם הקומפוסט. ריכוזי חנקן נמוכים בקרקע התקבלו לכל אורך עונת הגידול גם במשאבים. ערכים גבוהים יותר של חנקן תקבלו רק במועד דיגום הקרקע האחרון בתום הגידול. ריכוז חנקן חנקתי במועד זה היה מתחת ל-1 ח"מ וריכוז החנקן האמוניקאלי הגיע לערך מירבי של 4 ח"מ בעיקר בשכבת הקרקע העליונה (תוצאות לא מוצגות). תוצאות אלו מצביעות על ריכוז חנקן מינרלי נמוך בקרקע, כלומר יעילות הקליטה של החנקן היתה גבוהה ומרבית החנקן שעבר מינראליזציה או הוסף עם ההשקיה נקלט ע"י הצמחים. ריכוזי זרחן ואשלגן במיצויי הקרקע לפני השתילה ובסוף עונת הגידול מוצגים בציורים 6 ו-7, בהתאמה. תוספת קומפוסט לקרקע העלתה את ריכוזי הזרחן בתחילת העונה בעיקר בשכבה העליונה. למרות השטיפה המוגברת התקבלה רק עליה קטנה בשכבת הקרקע התחתונה. קיימת התאמה חיובית בין תכולת הח"א שבקרקע (ציור 1) והזרחן (ציור 6) אשר מצביעה על הקשר ביניהם. השפעת טיפולי הקומפוסט על הזרחן שבקרקע לא נשמרה לאורך כל עונת הגידול. ככלל ריכוזי הזרחן בתום הגידול היה נמוך מאשר בתחילתו בעיקר בשכבת הקרקע העליונה. יוצא דופן הוא טיפול הקומפוסט הנמוך בו התקבלה עליה בריכוזי הזרחן בשכבה התחתונה בתום עונת הגידול. לטיפול דשן הראש לא היתה השפעה על ריכוזי הזרחן בקרקע. השפעת הטיפולים על ריכוזי האשלגן בקרקע בתחילת העונה היתה במגמה דומה לזרחן אם כי ההבדלים בין שכבות הקרקע היו קטנים בהרבה

כתוצאה מתנועתו בעקבות ההשקיה העודפת לפני השתילה (ציור 6). שלא כמו הזרחן, ריכוז האשלגן בקרקע עלה בהמשך עונת הגידול בעיקר בשכבת הקרקע העליונה. לדוגמה ריכוז האשלגן במינצוי הקרקע בתחילת העונה ברמת הקומפוסט הגבוהה היה כ-10 ח"מ ובתום העונה הערך הממוצע של כל הטיפולים היה כמעט כפול (ציורים 6, 7). הצטברות זאת של אשלגן נמצאת בהתאמה למוליכות החשמלית אשר גבוהה יותר בחלק העליון של הקרקע והיא תוצאה של ההשקיה במים בעלי ריכוז מלחים גבוה יחסית: מוליכות חשמלית של 2.3 דציסימנס למ' ו-11 ח"מ אשלגן. בהנחה שהאשלגן נמצא ברובו בתמיסת הקרקע בגלל קיבול הקטיונים הנמוך של הקרקע, ריכוז האשלגן בתמיסה בתום הגידול הגיע בשכבה התחתונה מעבר ל-150 ח"מ ועד ל-500 ח"מ בשכבה העליונה.



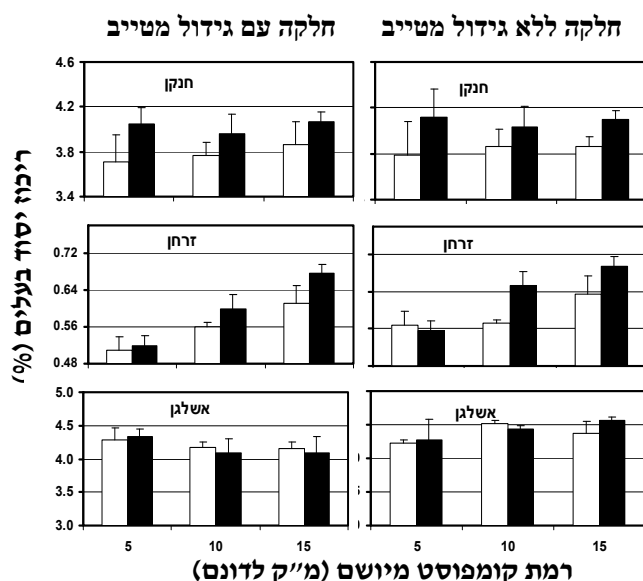
ציור 6. ריכוז זרחן ואשלגן במינצוי קרקע 1:1 בשני עומקים בטיפולי הקומפוסט השונים. הדיגום נעשה לפני השתילה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן.



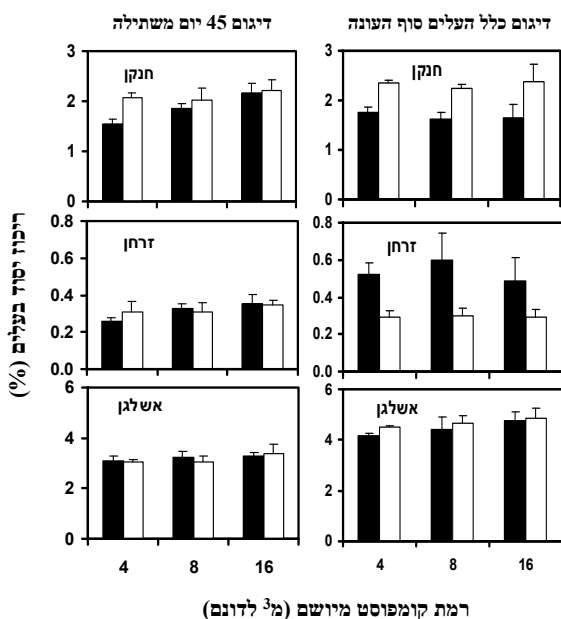
ציור 7. ריכוז זרחן ואשלגן במינצוי קרקע 1:1 בשני עומקים בטיפולי הקומפוסט השונים. הדיגום נעשה בתום העונה בחלקת הפלפל. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן.

4.2 תכולת חנקן, זרחן ואשלגן בצמח – בעונת הגידול הראשונה נעשו דיגומי עלים לאורך העונה ודיגום מלא של כל עלי הצמח בתום העונה. בציור 8 מוצגים תכולת היסודות בעלי עגבנייה 45 יום משתילה וכלל עלי הצמח בתום העונה. בציור 9 מוצגים תוצאות דיגומי העלים באותו האופן עבור פלפל. ריכוז החנקן בעלי עגבנייה בתחילת העונה עלה באופן משמעותי עם העליה ברמת הקומפוסט שיוסם. הבדלים קטנים יותר נצפו בין טיפולי דשן הראש אשר הצטמצמו עם העליה ברמת הקומפוסט (ציור 8). עם התקדמות הגידול התבטלה השפעת הקומפוסט על תכולת החנקן בעלים. לעומת זאת, נצפית מגמה ברורה, אם כי לא תמיד מובהקת, של ריכוז חנקן גבוה יותר בעלים ברמת דשן הראש הגבוה בהשוואה לנמוך. מגמה זאת התקבלה בשלושת דיגומי העלים במהלך העונה (תוצאות לא מוצגות) וכן בדיגום העלים מכל הצמח בסוף הגידול (ציור 8). השפעת הטיפולים על תכולת

החנקן בפלפל היו עם מגמות דומות לאלו שבעגבנייה (צויר 9). ריכוז הזרחן בעלי עגבנייה 45 יום משתילה עלה עם העליה ברמת הקומפוסט ודשן הראש. בדומה לחנקן, השפעת הקומפוסט היתה משמעותית יותר מדשן הראש (צויר 8) בהמשך העונה התבטלה השפעת טיפולי הקומפוסט ומתחילה מגמה של ירידה בתכולת הזרחן בעלים בטיפול דשן ראש גבוה בהשוואה לטיפול דשן ראש נמוך (תוצאות לא מוצגות). ביטוי למגמה זאת נראה גם בריכוז הזרחן שבכל עלי הצמח בתום עונת הגידול (צויר 8). באופן כללי המגמות שהתקבלו ביחס לזרחן בפלפל דומות לאלו של העגבנייה (צויר 9), כשבולטת במיוחד השפעת הדישון ראש נמוך על עליה בריכוז הזרחן בעלים בסוף הגידול. בדומה לחנקן וזרחן עליה ברמת הקומפוסט ודישון הראש הגבירה את תכולת האשלגן בעלי עגבנייה בתחילת הגידול (צויר 8). ההבדלים בין הטיפולים הצטמצמו במהלך הגידול כך שבתום העונה תכולת האשלגן בעלים לא נבדלה בין הטיפולים. בולטת העובדה שריכוז האשלגן בכלל העלים בתום העונה נמוך באופן משמעותי בהשוואה לריכוזו בעלים הנדגמים במהלך העונה. צמחי הפלפל הגיבו שונה בהשוואה לעגבנייה ביחס לאשלגן. ככלל, ריכוז האשלגן בעלים לא הושפע מהטיפולים במהלך הגידול (צויר 9). מגמה של עליה בריכוז האשלגן עם העליה בטיפול הקומפוסט התקבלה רק בדיגום של כל העלים בתום הגידול (צויר 9). בשונה מבעגבנייה ריכוז האשלגן בעלי הפלפל נשמר סביב ערכים דומים לאורך העונה.

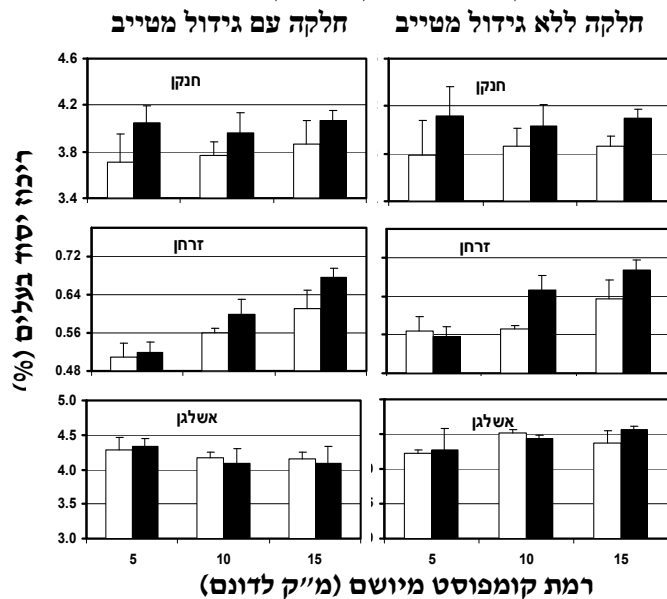


צויר 8. ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן בעלי עגבנייה 40 יום משתילה בחלקות עם וללא גידול מטייב בעונת הגידול הראשונה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.

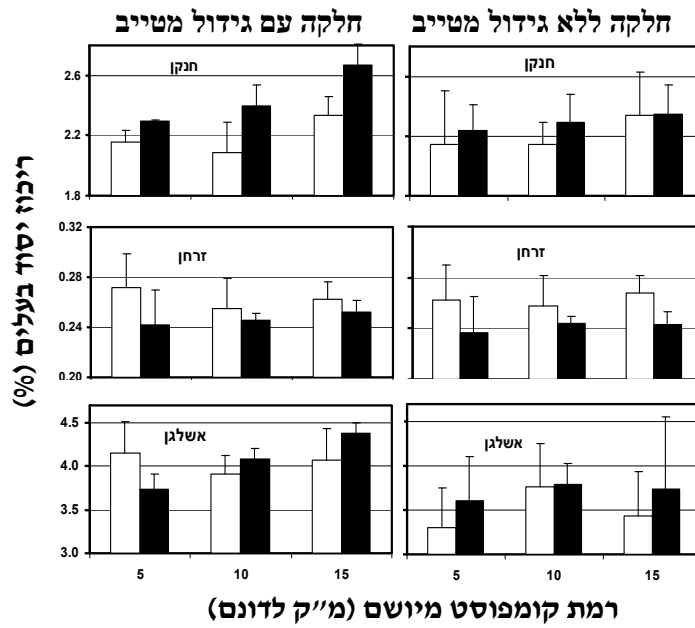


ציור 9. ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן בעלי פלפל 45 יום משתילה וכלל עלי הצמח בתום עונת הגידול הראשונה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקווים מייצגים סטיית תקן. עמודות מלאות וריקות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.

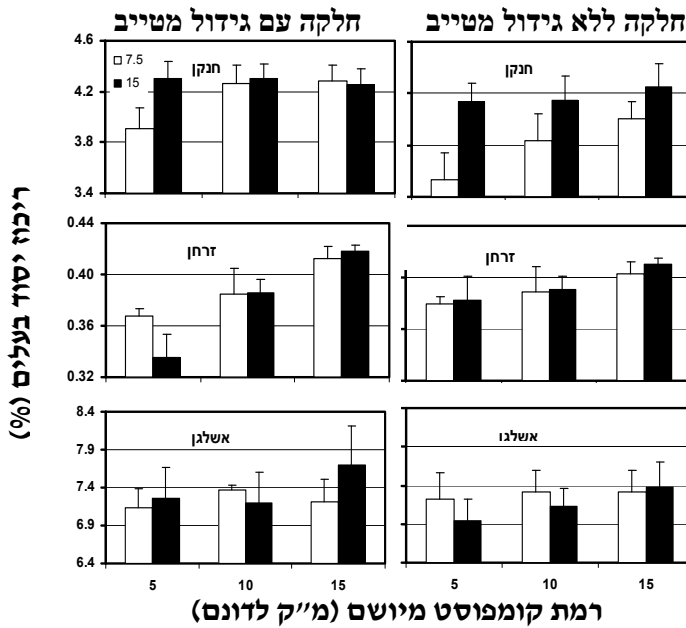
בציורים 10 ו-11 מוצגים תכולת חנקן, זרחן ואשלגן בעלי עגבנייה 40 (דיגום ראשון) ו-209 (דיגום רביעי) יום משתילה בעונת הדיגום השנייה, בהתאמה. בציור 12 ו-13 מוצגים באותו האופן ריכוזי היסודות בעלי פלפל שנדגמו 50 יום משתילה (דיגום ראשון) ו-180 יום משתילה (דיגום כלל עלי הצמח), בהתאמה. מאחר ושנת הגידול השנייה היתה לאחר גידול המטייב מוצגים התוצאות לכל תת חלקה בנפרד. בדומה לתוצאות השנה הראשונה, ריכוז החנקן בעלי עגבנייה בתחילת העונה הושפע באופן מובהק מטיפול דשן הראש בלבד עם וללא גידול מטייב (ציור 10). עם התקדמות הגידול חלה ירידה משמעותית בריכוז החנקן בעלים אך נשמרה המגמה של ריכוז חנקן גבוה יותר בעלים בטיפול דשן הראש הגבוה, בכל מועדי הדיגום עם וללא הגידול המטייב (תוצאות לא מוצגות). השפעה מובהקת לטיפול הקומפוסט התקבלה רק במועד הדיגום האחרון (ציור 11). בפלפל בדומה לעגבנייה טיפול דשן הראש הגביר באופן מובהק את ריכוז החנקן בעלים, אלא שהשפעת טיפול הקומפוסט התבטאה כבר בתחילת הגידול ובעיקר ברמת דשן הראש הנמוכה (ציור 12). בנוסף, בולטת העובדה שריכוזי החנקן בעלים בחלקה ללא הגידול המטייב נמוכים בהשוואה לחלקה עם הגידול המטייב בעיקר בדישון הראש הנמוך. עם התקדמות הגידול ירד ריכוז החנקן בעלים אך המגמות של השפעת הטיפולים נשמרו (תוצאות לא מוצגות). ביטוי לכך ניתן בציור 13 בו מוצגות תוצאות ריכוז של כלל העלים לאחר 6 חודשי גידול. ריכוז הזרחן בעלי עגבנייה 40 יום משתילה עלה באופן מובהק עם העליה ברמת הקומפוסט ודשן הראש (ציור 10). מגמה דומה התקבלה בשתי החלקות עם וללא גידול מטייב. בהמשך העונה התבטלה השפעת טיפולי הקומפוסט ומתחילה מגמה של ירידה בתכולת הזרחן בעלים בטיפול דשן ראש גבוה בהשוואה לטיפול דשן ראש נמוך (תוצאות לא מוצגות). ביטוי למגמה זאת נראה גם בריכוז הזרחן שבדיגום העלים בתום עונת הגידול (ציור 11). תוצאות דומות התקבלו גם בשנת הגידול הראשונה. בפלפל עלה ריכוז הזרחן בעלים עם עלית רמת הקומפוסט אך הוא לא הושפע מרמת דישון הראש (ציורים 12, 13). מגמה זאת נחלשה לקראת תום עונת הדישון. בעגבנייה במרבית דיגומי העלים, ריכוז אשלגן בעלים לא הושפע באופן מובהק מהטיפולים (ציורים 10, 11). בחלק מהמועדים נמצאה השפעה מובהקת רק לטיפול הקומפוסט כאשר עם העליה ברמת הקומפוסט המוסף ישנה עליה בריכוז האשלגן. בדומה לחנקן וזרחן ריכוז האשלגן יורד בעיקר בתחילת הגידול לאחר יצירת פירות שהופכים לאיבר מבלע ליסודות אלו. בדומה לעגבנייה בפלפל, ריכוז האשלגן לא הושפע מהטיפולים במהלך הגידול (ציורים 12, 13). מגמה מובהקת של עליה בריכוז האשלגן עם העליה בטיפול הקומפוסט התקבלה רק בדיגום של כל העלים (ציור 13).



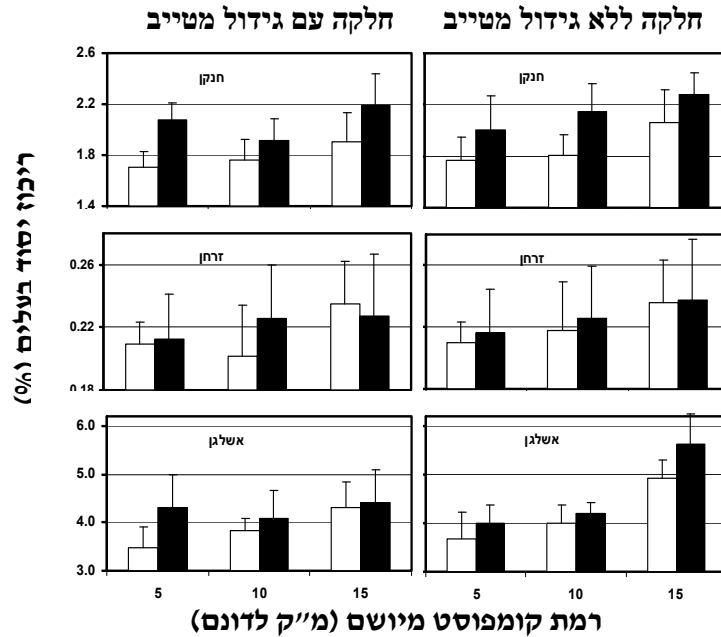
ציור 10. ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן בעלי עגבנייה 40 יום משתילה בחלקות עם וללא גידול מטייב בעונת הגידול השנייה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקווים מייצגים סטיית תקן. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.



ציור 11. ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן בעלי עגבנייה 209 יום משתילה בחלקות עם וללא גידול מטייב בעונת הגידול השנייה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.



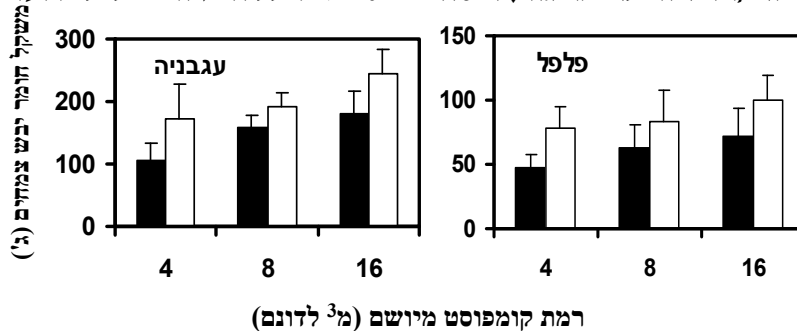
ציור 12. ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן בעלי פלפל 50 יום משתילה בחלקות עם וללא גידול מטייב בעונת הגידול השנייה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.



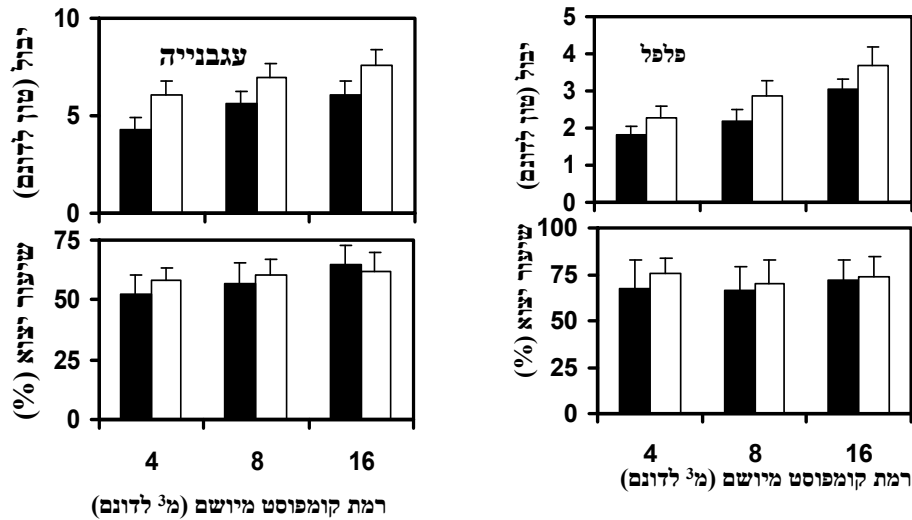
ציור 13. ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן בכלל עלי פלפל 180 יום משתילה בחלקות עם וללא גידול מטייב בעונת הגידול השנייה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקוים מייצגים סטיית תקן. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.

4.3 גידול, יבול ואיכות הפרי

בעונת הגידול הראשונה גידול והתפתחות צמחי העגבנייה והפלפל הושפעו מהטיפולים כבר בשלבי הגידול הראשונים וההבדלים נשמרו עד לסיום העונה. ביטוי כמותי להבדל זה ניתן לראות במשקל חומר יבש של הצמחים בסוף עונת הגידול כתלות בטיפולים (ציור 14). בשני הגידולים, עליה ברמת הקומפוסט העלתה את משקל החומר היבש באותה רמת דשן ראש, ועליה ברמת דשן ראש העלתה את משקל החומר היבש בכל רמת קומפוסט נתונה. מגמות אלו התבטאו גם ברמת יבול (ציור 15). שיעור היבול ליצוא בעגבנייה לא הושפע מרמת דשן הראש אך יש מגמה חיובית לטיפול הקומפוסט ומתקבלת עליה מ- 53% ברמת הקומפוסט הנמוכה ל- 65% ברמת הקומפוסט הגבוהה ביותר (ציור 15). בפלפל לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים ביחס למשקל פלפל יחיד ושיעור הפלפל המיועד ליצוא (תוצאות לא מוצגות) ובסה"כ כ-71% מכלל הפירות בפלפל מיועדים ליצוא.

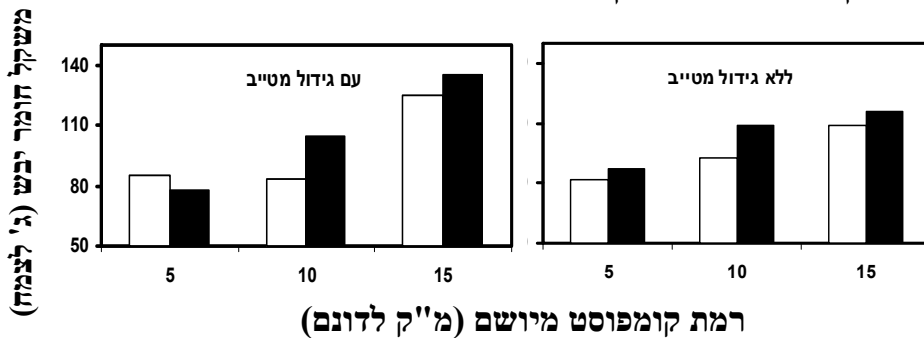


ציור 14. משקל חומר יבש של צמחי פלפל ועגבנייה בתום עונת הגידול הראשונה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות והקוים מייצגים סטיית תקן. עמודה מלאה או ריקה מייצגים רמת דשן ראש נמוכה או גבוהה, בהתאמה.



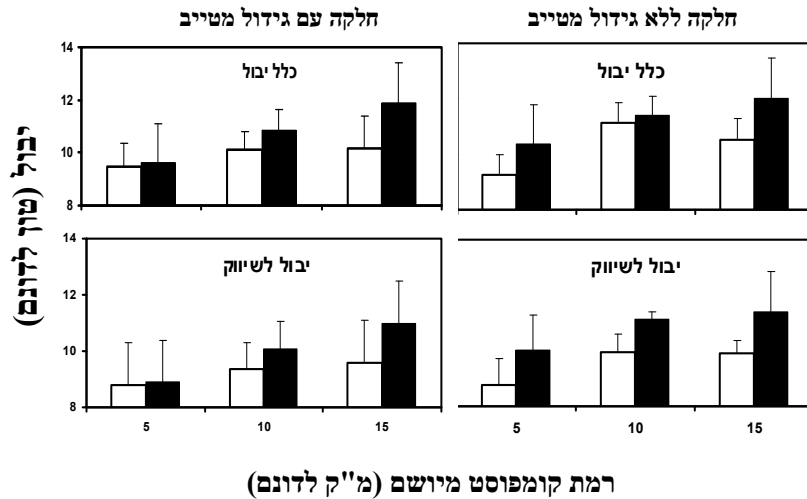
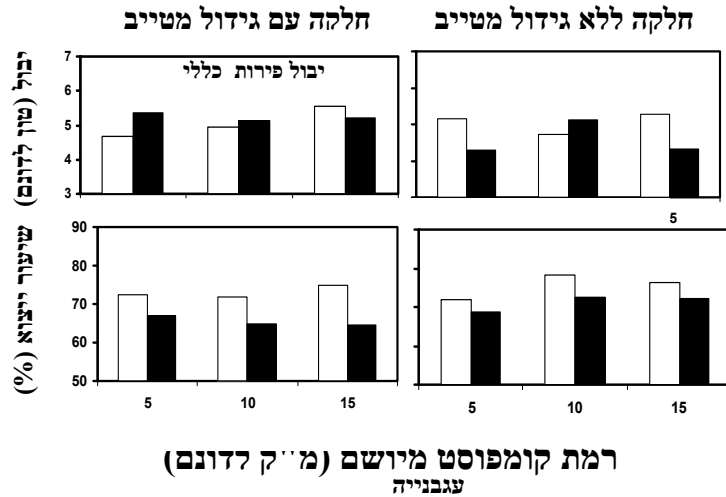
ציור 15. יבול ושיעור יצוא מכלל היבול של עגבנייה ופלפל בעונת הגידול הראשונה. הערכים מייצגים ממוצעים של שמונה חזרות והקיום מייצגים סטיית תקן.

בדומה לעונת הגידול הראשונה, בעונת הגידול השניה גידול והתפתחות צמחי העגבנייה והפלפל הושפעו מהטיפולים כבר בשלבי הגידול הראשונים וההבדלים נשמרו עד לסיום העונה. ביטוי כמותי להבדל זה ניתן לראות במשקל נוף יבש של צמחי פלפל בסוף עונת הגידול כתלות בטיפולים (ציור 16) וביבול העגבנייה (ציור 17). בפלפל, משקל הנוף הושפע במובהק מטיפול הקומפוסט. לעומת זאת, טיפול דשן הראש לא השפיע באופן מובהק זאת למרות שהיתה מגמה עקבית וחיובית בעיקר ברמות הקומפוסט הגבוהות. למרות זאת, מגמות הטיפולים לא התבטאו ביבול הפלפל כאשר משקל הפירות הכללי ומספרם לא הושפע מטיפולי הקומפוסט או דשן הראש (ציור 17). סביר להניח שהבעיות במהלך הגידול שהתבטאו בהתמוטטות הצמחים והתרככות הפירות מיסכו את השפעת הטיפולים. לעומת זאת, נמצאה השפעה ברורה ומובהקת לבלוק אשר התבטאה במשקל יבש של הנוף, ביבול, במספר הפירות ובאיכותם (תוצאות לא מוצגות). לפיכך השונות במשתנים אלו גבוהה במיוחד ולכן בציורים 16 ו-17 הוצגו הממוצעים בלבד ללא סטיות התקן. היבול הכללי הממוצע עד סוף פברואר בכל החלקות היה כ-5 טון לדונם, לעומת השנה הקודמת בה לטיפולים היתה השפעה מובהקת וערכי יבול דומים התקבלו רק ברמת הקומפוסט הגבוהה ביותר עם דשן ראש גבוה. הגברת דישון הראש גרמה השנה לירידה במשקל פרי ממוצע ופחיתה בשיעור הפירות לייצוא בכל רמות הקומפוסט (ציור 17). השפעה מובהקת התקבלה רק בשיעור לייצוא. בציור 17 מוצג יבול כללי ומשווק (אשכולות ופירות בודדים) של העגבנייה כתלות בטיפולים עבור חלקות עם וללא גידול מטייב. יבול העגבנייה הכללי והמשווק הושפעו באופן מובהק מרמת הקומפוסט בלבד ולא מטיפולי דישון הראש למרות שישנה מגמה חיובית של עליה ביבול בכל רמת קומפוסט נתונה, בשתי החלקות. בדומה לשנת הגידול הראשונה היבול הכללי והמשווק עלה עם העליה ברמת הקומפוסט אלא שהיבול השנה היה גבוה באופן ניכר בהשוואה לשנה הקודמת. שיעור הפירות לשיווק השנה לא נבדל בין הטיפולים והגיע לכ-93% כאשר מרבית הפירות שווקו כפרות בודדים ורק כ-12% כאשכולות.



ציור 16. משקל נוף יבש של צמח פלפל 180 יום משתילה בחלקות עם וללא גידול מטייב בעונת הגידול השניה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.

פלפל

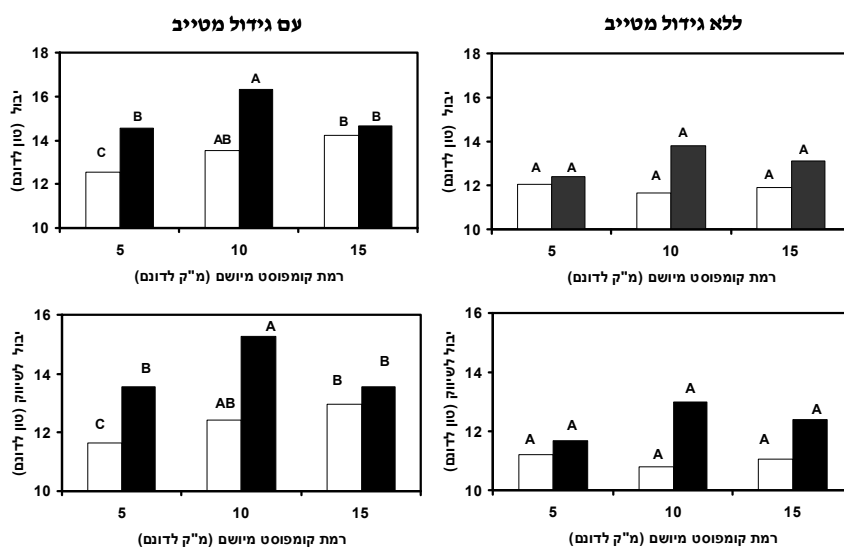


ציור 17. יבול כללי ויבול לשיווק של עגבנייה ופלפל כתלות ברמת קומפוסט מיושם בשתי רמות דשן ראש בחלקות עם וללא גידול מטייב בשנת הגידול השניה. שיעור ייצוא מתייחס למשקל. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה.

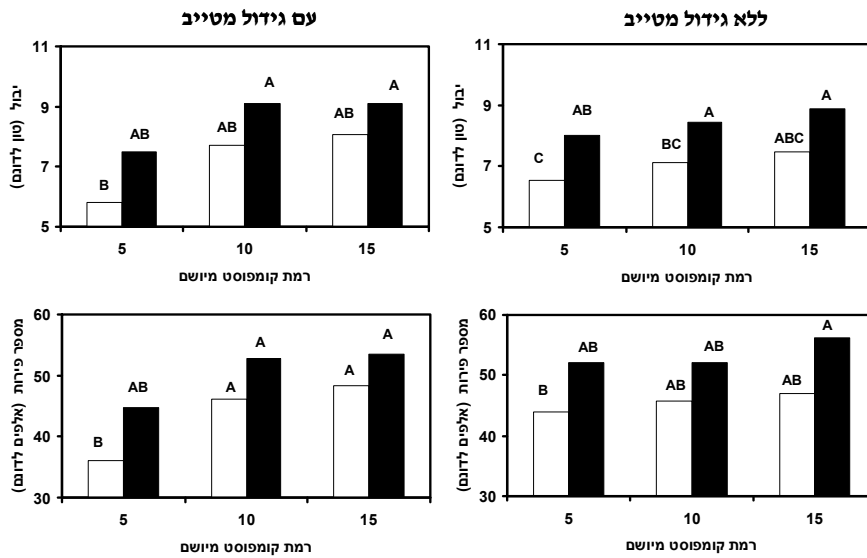
המגמה של עליה ביבול פירות העגבנייה עם השנים נמשכה גם בשנה השלישית. בשנת הגידול השניה היתה עליה משמעותית ביבול והיבול הכללי נע בתחום של בין 9.6 ל-12 טון לדונם בטיפולים השונים. בשנה השלישית היבול הכללי נע בתחום של בין 11.7 ל-16.5 טון לדונם (ציור 18), ערכים אלו מבטאים עליה ביבול של עשרות אחוזים בהשוואה לעונת הגידול הקודמת. הקטיפים החלו בדצמבר ונמשכו עד אמצע מאי ובאופן כללי, יבול זה של פירות גבוה ואינו נופל מיבול שמתקבל מחלקות שגדלות באזור בממשק דישון לא אורגני. בציור 18 מוצגים היבול הכללי והיבול המשוק של העגבנייה כתלות בטיפולים עבור החלקות עם וללא גידול מטייב. יבול העגבנייה הכללי והמשוק הושפעו באופן מובהק מרמת הקומפוסט ומטיפולי דישון הראש (ניתוח דו גורמי) רק בחלקה המטוייבת (התוצאות אינן מוצגות). ממוצעי הטיפולים בחלקה הבלתי מטייבת מצביעים על מגמות דומות אך בגלל השונות הגבוהה ההבדל בין הטיפולים אינו מובהק (ציור 18). דישון מוגבר בדשן ראש העלה את היבול ב-14 ו-12% בחלקה עם וללא הגידול המטייב, בהתאמה. יישום של קומפוסט מעבר ל-5 מ"ק לדונם העלה את היבול בכ-10% בחלקה עם הגידול המטייב ובשיעור של כ-4% בחלקה ללא הגידול המטייב. היבול המרבי התקבל ברמת קומפוסט של 10 מ"ק לדונם וברמת דשן ראש גבוהה. ניתוח חד גורמי אף מצביע על ירידה מובהקת ביבול עם העליה לרמת קומפוסט של 15 מ"ק לדונם בחלקה עם הגידול המטייב (ציור 18). היבול לשיווק הגיב באופן דומה ליבול הכללי (ציור 19). שיעור הפירות לשיווק לא נבדל בין הטיפולים והגיע לכ-93% מכלל היבול. ערך זהה התקבל גם בעונת הגידול הקודמת. בגלל מבנה הניסוי לא ניתן לבחון סטטיסטית את השפעת הגידול המטייב. לכן, ניתן יהיה להסיק מסקנות אם מגמות דומות יתקבלו בין הגידולים השונים ולאורך השנים.

השנה, יבול העגבנייה בחלקה בה גודלה שעועית היה גבוה בהשוואה לחלקה בה לא גודלה שעועית בקיץ. במוצע יבול הכללי והיבול לשיווק בחלקה עם הגידול המטייב היה גבוה בכ-14% בהשוואה לחלקה ללא הגידול המטייב. עונת הגידול השלישית היא עונת הגידול הראשונה שבה ניתן להתייחס ליבול הפלפל כמדד משמעותי.

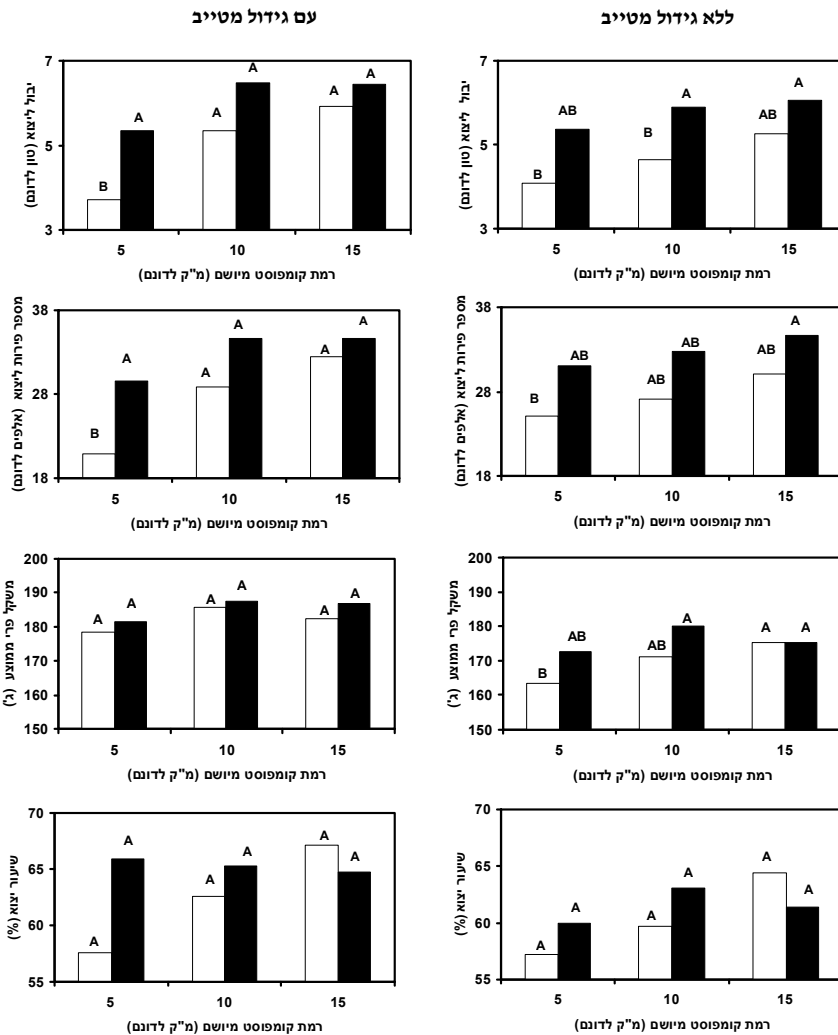
עונת הגידול הראשונה היתה קצרה ובשניה היבול נפגע בגלל התמוטטות צמחים והתרככות הפרי. בשנה השלישית היבול הכללי נע בתחום של בין 5.5 ל-9.1 טון לדונם והושפע מהטיפולים (קטיפים החל מאמצע נובמבר ועד סוף מרץ). ערכי היבול הנמוכים הם בתחום המקובל בממשק של גידול אורגני באזור. בטיפולים המטייבים התקבלה רמת יבולים גבוהה אפילו בהשוואה לממשק גידול אינטנסיבי. ניתוח דו גורמי למרכיבי היבול (משקל ומספר פירות) הכללי וליצוא בחלקה עם הגידול המטייב מצביע על השפעה מובהקת לרמת הקומפוסט ולדשן הראש אך לא להשפעת הגומלין. דישון מוגבר העלה את היבול ב-20%. עליה ביישום הקומפוסט מ-5 ל-10 מ"ק לדונם העלתה באופן מובהק את היבול הכללי ב-26% כאשר עליה נוספת לא השפיעה על היבול. מגמות דומות התקבלו בחלקה ללא גידול מטייב (ציור 19). הדישון המוגבר העלה את היבול הכללי באופן מובהק בכ-20% אך טיפול הקומפוסט לא היה מובהק ויישום של 15 מ"ק לדונם העלה את היבול הכללי ב-12% בלבד. תגובת מספר הפירות לטיפולים היתה במגמות זהות למשקל הכללי (ציור 19). דשן ראש מוגבר העלה באופן מובהק את מספר הפירות הכללי ב-28% ו-18% בחלקה עם וללא הגידול המטייב, בהתאמה. יישום של 10 מ"ק לדונם בחלקה עם הגידול המטייב הגדיל את מספר הפירות ב-22% בהשוואה ליישום של 5 מ"ק לדונם. בחלקה ללא גידול מטייב השפעת הקומפוסט על מספר הפירות היתה בלתי מובהקת והתבטאה בפחות מ-10%. ניתוח חד כיווני של תוצאות היבול מוצג בציור 19 ומאפשר השוואה בין ששת הטיפולים. היבול (משקל ומספר פירות) ליצוא מוצג בציור 20. השפעה מובהקת התקבלה לדשן הראש ולטיפול הקומפוסט בלבד בשתי החלקות. יישום מוגבר של דשן הראש העלה את היבול לייצוא בשיעור של 22% ו-24% בחלקה עם וללא הגידול המטייב, בהתאמה. יישום של 10 מ"ק לדונם העלה את היבול לייצוא ב-31% בהשוואה ליישום של 5 מ"ק לדונם בחלקה עם הגידול המטייב. לעומת זאת בחלקה ללא גידול מטייב, השפעת הקומפוסט על היבול לייצוא היתה מתונה יותר ויישום של 15 טון לדונם העלה את היבול לייצוא בכ-20%. שיעור הפירות ליצוא לא הושפע באופן מובהק מהטיפולים ונע בתחום של $62\% \pm 3$. משקל פרי ממוצע הינו מדד חשוב באיכות פלפל ליצוא. בציור 20 מוצג משקל פרי ממוצע ליצוא כתלות בטיפולים בשתי החלקות. למרות המגמה האחידה של עליה מתונה במשקל פרי ממוצע ביישום דשן גבוה, בניית דו גורמי התקבלה השפעה מובהקת רק לטיפול הקומפוסט ורק בחלקה ללא גידול מטייב. יבול הפלפל הכללי שהתקבל בחלקה עם הגידול המטייב היה דומה מאוד לחלקה ללא הגידול המטייב (ציור 19). הבדל מסוים (6%) לטובת החלקה עם הגידול המטייב ניתן להבחין ביבול לייצוא כתוצאה של עליה במשקל הממוצע לפרי (ציור 20) ולא במספר הפירות. ממצא זה לא יכול להיבחן סטטיסטית וכאמור רק הצטברות של נתונים רב שנתיים יאפשרו קבלות מסקנות מהימנות.



ציור 18. יבול עגבנייה כללי ולשיווק כתלות ברמת הקומפוסט המיושם בשתי רמות דשן ראש ובחלקות עם וללא גידול מטייב בשנה השלישית. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה. האותיות זהות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים בניית דשן חד גורמי לששת הטיפולים ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$.



ציור 19. יבול פלפל (משקל ומספר פירות) כתלות ברמת הקומפוסט המיושם בשתי רמות דשן ראש ובחלקות עם וללא גידול מטייב בשנת גידול שלישית. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. האותיות זהות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים בניתוח חד גורמי לששת הטיפולים ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$.



ציור 20. יבול פלפל ליצוא (משקל ומספר פירות), משקל פרי ממוצע ושיעור היצוא מכלל היבול כתלות ברמת הקומפוסט המיושם בשתי רמות דשן ראש ובחלקות עם וללא גידול מטייב. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. האותיות זהות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים בניתוח חד גורמי לששת הטיפולים ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$.

בשנה הרביעית נעצרה המגמה של עליה ביבול פירות העגבנייה. בשנה השלישית היבול הכללי נע בתחום של בין 11.7 ל-16.5 טון לדונם ואילו השנה היבול נע בתחום של 10.9 ל-13.1 טון לדונם (ציור 21). הקטיפים החלו בדצמבר ונמשכו עד סוף אפריל תקופה הקצרה בכשבעים בהשוואה לשנה הקודמת. באופן כללי, יבול זה של פירות גבוה ואינו נופל מיבול שמתקבל מחלקות שגדלות באזור בממשק דישון לא אורגני. בציור 21 מוצגים היבול הכללי והיבול המשוק של העגבנייה כתלות בטיפולים עבור החלקות עם וללא גידול מטייב כולל תוצאות הניתוח החד גורמי. בשתי החלקות היבול הנמוך ביותר התקבל ברמת הקומפוסט הנמוכה ביותר עם דישון ראש מופחת. הבדל מובהק מטיפול זה התקבל רק בטיפול קומפוסט ברמה הגבוהה ביותר עם עליה של 16% ו-20% ביבול לחלקה עם וללא גידול מטייב, בהתאמה (ציור 21).

בחינת השפעת הטיפולים בניתוח דו גורמי על יבול העגבנייה הכללי והמשוק לא הושפעו באופן מובהק מרמת הקומפוסט ומטיפולי דישון הראש. בשתי החלקות התקבלו מגמות דומות כאשר עליה בדישון העלתה את היבול הכללי מ-11.86 ל-12.64 ו-11.97 ל-12.49 טון לדונם עבור החלקה עם וללא גידול מטייב, בהתאמה. עם העליה ביישום הקומפוסט התקבלו ממוצעים של 11.8, 12.1 ו-12.8 עבור החלקה ללא גידול מטייב ו-11.8, 12.4 ו-12.6 עבור החלקה עם גידול מטייב. מגמות דומות התקבלו גם בשנה הקודמת ומובהקות סטטיסטית לטיפולים התקבלה רק עבור החלקה עם הגידול המטייב. בדומה לשנים הקודמות הסיבה לחוסר המובהקות היא השונות הגבוהה ביחס לתרומה של הטיפולים. חיזוק לכך ניתן בניתוח דו גורמי לשתי החלקות יחד (ז.א. הגדלת מספר החזרות לשמונה) בו התקבלה השפעה מובהקת לשני הגורמים העיקריים אך לא להשפעת הגומלין. השנה דישון מוגבר בדשן ראש העלה את היבול הכללי ב-4.3% ו-6.5% בלבד בחלקה עם וללא הגידול המטייב, בהתאמה. זאת לעומת 14% ו-12% עליה בשנה הקודמת באותן טיפולים. מכך שבאופן כללי השפעת הטיפולים על היבול נשמרה באותה מגמות אך השפעת הטיפולים הצטמצמה. היבול לשיווק הגיב באופן דומה ליבול הכללי (ציור 21). שיעור הפירות לשיווק לא נבדל בין הטיפולים והגיע לכ-97% מכלל היבול. ערך זה גבוה בהשוואה לשנים הקודמות (0.93%). השנה, יבול העגבנייה הכללי הממוצע לחלקה בה גדלה שעועית בקיץ היה 12.2 טון לדונם אשר אינו שונה בהשוואה לחלקה ללא גידול שעועית שהיה 12.3 טון לדונם. לשם השוואה בשנה הקודמת, היבול בחלקה בה גודלה שעועית היה גבוה בהשוואה לחלקה בה לא גודלה שעועית בקיץ בכ-14%.

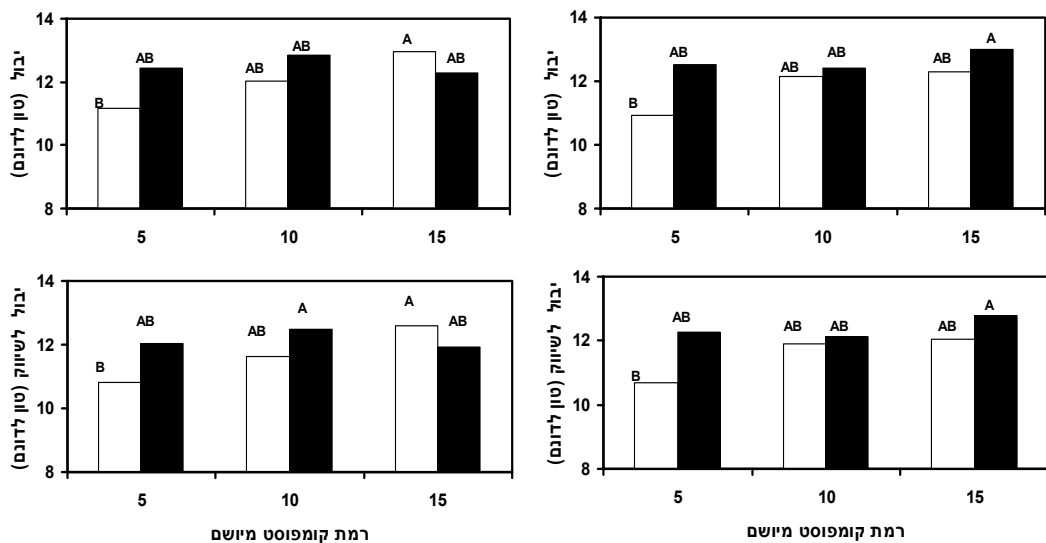
בשנת הגידול הרביעית חל גידול משמעותי ביבול הפלפל שנע בתחום של בין 7.4 ל-10.2 טון לדונם. בשנה השלישית היבול הכללי נע בתחום של בין 5.5 ל-9.1 טון לדונם. בדומה לשנה השלישית היבול הושפע מהטיפולים (קטיפים החל מאמצע נובמבר ועד אמצע אפריל) כאשר ערכי היבול הנמוכים הם בתחום המקובל בממשק של גידול אורגני באזור. בטיפולים המטייבים התקבלה רמת יבולים גבוהה אפילו בהשוואה לממשק גידול אינטנסיבי. המגמות שהתקבלו בשנה הרביעית דומים לאלו של השנה הקודמת. ניתוח דו גורמי למרכיבי היבול (משקל ומספר פירות) הכללי וליצוא בחלקה עם הגידול המטייב מצביע על השפעה מובהקת ($\alpha = 0.07$) לרמת הקומפוסט ולדשן הראש אך לא להשפעת הגומלין. דישון מוגבר העלה את היבול ב-19%. עליה ביישום הקומפוסט מ-5 ל-10 מ"ק לדונם לא השפיעה על היבול אך עליה ל-15 מ"ק לדונם העלתה באופן מובהק את היבול הכללי ב-19%. מגמות דומות התקבלו בחלקה ללא גידול מטייב (ציור 22). הדישון המוגבר העלה את היבול הכללי בכ-5% (לא מובהק) אך טיפול הקומפוסט היה מובהק ויישום של 10 מ"ק לדונם העלה את היבול הכללי ב-22% בהשוואה ליישום של 5 מ"ק לדונם לעליה הנוספת ביישום הקומפוסט לא היתה השפעה על היבול. תגובת מספר הפירות לטיפולים היתה במגמות זהות למשקל הכללי (ציור 22). דשן ראש מוגבר העלה את מספר הפירות הכללי ב-6% ו-19% בחלקה עם (לא מובהק) וללא (באופן מובהק) הגידול המטייב, בהתאמה. יישום של 10 מ"ק לדונם בחלקה ללא הגידול המטייב הגדיל את מספר הפירות ב-19% בהשוואה ליישום של 5 מ"ק לדונם. שיעור דומה של עליה במספר הפירות (18%) התקבל בחלקה עם גידול מטייב אך בעליה מרמת קומפוסט של 10 ל-15 ק"ב. ניתוח חד כיווני של תוצאות היבול מוצג בציור 2 ומאפשר השוואה בין ששת הטיפולים.

היבול (משקל ומספר פירות) ליצוא מוצג בציור 23 עבור שתי החלקות וכולל גם תוצאות הניתוח החד גורמי. באופן כללי ניתן לראות שעליה ברמת הקומפוסט או בדישון מגבירה את היבול. הטיפול המיטבי בשתי החלקות היה ברמת הקומפוסט הגבוהה ביותר עם דישון מוגבר. בניתוח דו גורמי התקבלה השפעה מובהקת לטיפולי הקומפוסט בשתי החלקות ולטיפול הדשן בחלקה עם הגידול המטייב. השפעת הדשן בחלקה ללא גידול מטייב היתה במגמה דומה לחלקה עם הגידול המטייב אך ללא מובהקות סטטיסטית. באופן כללי, מגמות היבול ליצוא היו דומות ליבול הכללי כאשר עליה ברמת הקומפוסט המיושם והדישון הגבירו את היבול הכללי ומספר

הפירות. כך לדוגמא, דישון מוגבר העלה את שיעור היבול ליצוא ב-23 ו-7% בחלקה עם וללא הגידול המטייב, בהתאמה. יישום של 15 מ"ק לדונם העלה את היבול ליצוא ב-23 ו-29% בהשוואה ליישום של 5 מ"ק לדונם עם וללא הגידול המטייב, בהתאמה. שיעור הפירות ליצוא לא הושפע באופן מובהק מהטיפולים ונע בתחום של בין 70-80% (ציור 23). השנה היבול ליצוא היה גבוהה בשיעור ניכר בהשוואה לשנה הקודמת הן בגלל העליה ביבול והן בגלל העליה באיכות. בשנה הקודמת שיעור הפירות ליצוא במוצע היה כ-63% בלבד. בציור 3 מוצג משקל פרי ממוצע ליצוא כתלות בטיפולים בשתי החלקות. בסה"כ משקל פרי ממוצע היה השנה בתחום של 190-210 ג' לפרי ללא השפעה מובהקת לטיפולים בשתי צורות הניתוח (חד ודו גורמי) מלבד טיפול הקומפוסט בניתוח דו גורמי בחלקה ללא גידול מטייב בו ביישום של 5 מ"ק לטון משקל הפרי קטן באופן מובהק בהשוואה לשאר שני הטיפולים.

יבול הפלפל הכללי הממוצע בין כל הטיפולים שהתקבל בחלקה עם הגידול המטייב היה דומה מאוד לחלקה ללא הגידול המטייב 8.78 לעומת 8.81 טון לדונם, בהתאמה (ציור 22). הבדל מסוים (5%) לטובת החלקה עם הגידול המטייב ניתן להבחין ביבול ליצוא שרובה כתוצאה של עליה במשקל הממוצע לפרי (ציור 23). תוצאות אלו דומות מאוד לממצאים שהתקבלו בעונה הקודמת בהם היתה עליה של 6% ביבול לטובת החלקה עם הגידול המטייב. כאמור, לא ניתן לבחון סטטיסטית את ההבדלים בין החלקות אך העובדה שהתוצאות חזרות על עצמן יכלו להיות כתוצאה מהבדל בין החלקות שהוא כתוצאה של כיוונים ומיקום בחמרשת ו/או כתוצאה מהגידול המטייב.

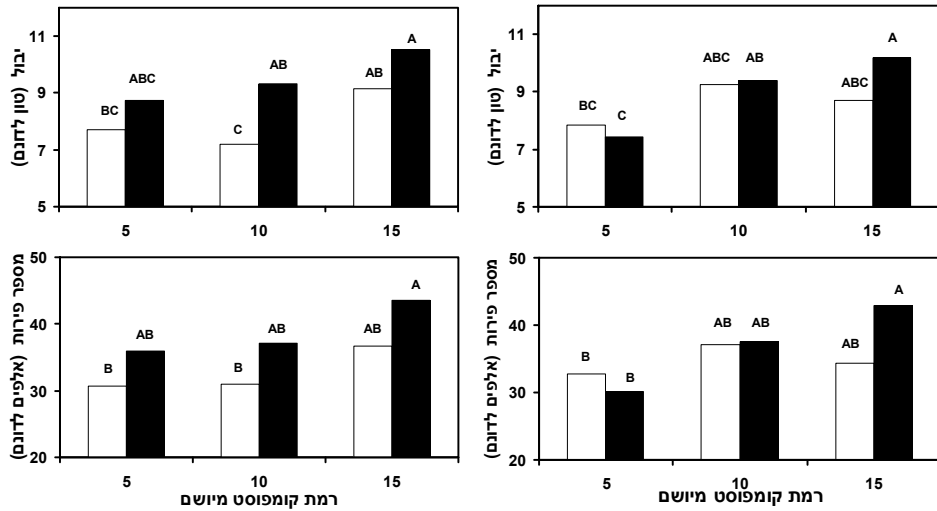
לסיכום, רמת היבולים בשני הגידולים לאחר ארבע שנות גידול היתה גבוהה ובחלק ניכר מהטיפולים אינה נופלת מיבול שמתקבל בממשק הזנה קונבנציונאלי. בפלפל אף נמשכת המגמה של עליה ביבולים גם בשנת הגידול הרביעית בממשק הזנה אורגני, ואילו בעגבנייה נראה שרמת היבולים התייצבה לאחר שלוש שנות יישום של קומפוסט. השפעת הטיפולים התמתנה עם השנים בעיקר בעגבנייה. לדוגמא, בשנה השלישית דישון אורגן ברמה של 15 ל' למ"ק הגביר את יבול העגבנייה והפלפל ב-13 ו-20%, בהתאמה בהשוואה לדישון ברמה של 7.5 ל' למ"ק. בשנה הרביעית דישון ראש גבוה הגביר את היבול בכ-4-6% בלבד (לא מובהק) ובפלפל בכ-5% (לא מובהק) ו-19%, עם וללא גידול מטייב, בהתאמה. באופן כללי, בשני הגידולים, עם העליה ברמת הקומפוסט המיושם ישנה עליה ביבול. בשנה שלישית יישום של 10 מ"ק לדונם קומפוסט העלה באופן משמעותי את היבול בהשוואה ל-5 מ"ק לדונם בשני הגידולים. עליה נוספת ביישום קומפוסט לרמה של 15 מ"ק לדונם לא תרמה לעליה ביבול העגבנייה והשפיעה באופן חלקי על יבול הפלפל. בשנה הרביעית המגמה דומה ועליה מ-5 ל-10 מ"ק לדונם קומפוסט העלתה את היבול בעגבנייה בשיעור של כ-7% ובפלפל בשיעור של 20-25%. נראה יישום של 10 מ"ק קומפוסט לדונם מספיק כאשר ישנו דישון ראש רציף. השפעת הגידול המטייב אינה יציבה בין השנים והגידולים.



ציור 21. יבול עגבנייה כללי ולשיווק כתלות ברמת הקומפוסט המיושם בשתי רמות דשן ראש ובחלקות עם וללא גידול מטייב. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. האותיות זהות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים בניתוח חד גורמי לששת הטיפולים ברמת מובהקות של $\alpha=0.10$.

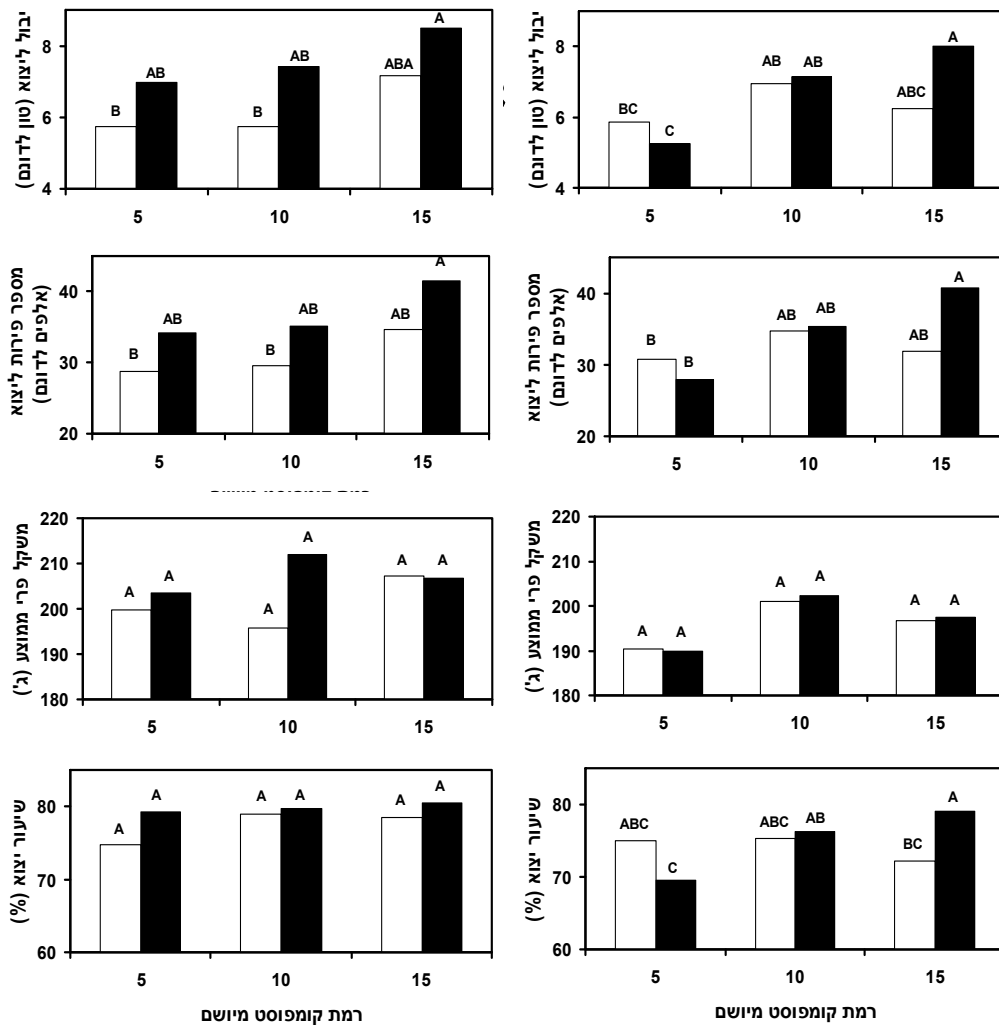
עם גידול מטייב

ללא גידול מטייב



ציור 22. יבול פלפל (משקל ומספר פירות) כתלות ברמת הקומפוסט המיושם בשתי רמות דשן ראש ובחלקות עם וללא גידול מטייב. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. האותיות זהות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים בניתוח חד גורמי לששת הטיפולים ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. ללא גידול מטייב

עם גידול מטייב



ציור 32. יבול פלפל ליצוא (משקל ומספר פירות), משקל פרי ממוצע ושיעור היצוא מכלל היבול כתלות ברמת הקומפוסט המיושם בשתי רמות דשן ראש ובחלקות עם וללא גידול מטייב. עמודות ריקות ומלאות מייצגות רמת דשן ראש נמוכה וגבוהה, בהתאמה. הערכים מייצגים ממוצעים של ארבע חזרות. האותיות זהות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים בניתוח חד גורמי לששת הטיפולים ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$.

הניסוי החל בשנת 2000. בשנת הניסוי הראשונה נבחנה מטרה 1 בלבד החל מהשנה השניה נבחנה גם השפעת הגידול המטייב. לפיכך, השפעת הגידול המטייב נבחנה במשך שלוש שנים אחת גודל דוחן ובשנים האחרות שעועית. הצבת הניסוי בתתי חלקות עם וללא גידול מטייב לא מאפשרת לבחון סטטיסטית את ההבדל בכל שנה. בנוסף השונות הגדולה בין החלקות מקשה על קבלת מסקנות מהימנות. לפיכך מומלץ לבדוק את ההשפעה במבנה של ניסוי שבו יהיו חזרות גם לגידול המטייב. העובדה שכל עליה ברמת הקומפוסט ו/או בדשן הראש בשנת הגידול הראשונה שיפרה את הגידול והיבול מצביעה על כך שהצמחים גדלו בתנאי מחסור כאשר כל תוספת דישון תרמה לשיפור הגידול. מתוך אנליזות הקרקע והעלים נראה שאשלגן או זרחן לא היו גורמי גידול מגבילים. השפעת הטיפולים על ריכוז האשלגן והזרחן בעלים התקבלו בתחילת העונה ועם התקדמות הגידול ריכוז יסודות אלו לא הושפע באופן משמעותי מהטיפולים. יוצא דופן הנה השפעת דשן ראש נמוך על העליה בריכוז הזרחן בעלים עם התקדמות הגידול. העובדה שגידול ויבול הצמחים עלו עם עליית רמת הדשן מצביעה על כך שזרחן אינו גורם מגביל בתנאים אלו. בדיקות החנקן בקרקע הצביעו על ריכוזי חנקן נמוכים כאשר ככלל קצב גידול הצמחים ורמת היבולים היתה ביחס ישר לריכוז החנקן בעלים. כל תרומה פוטנציאלית של חנקן מקומפוסט או דשן ראש התבטאה בעליה בגידול וביבול. מכאן, יש יסוד רב להניח שהגורם מגביל הגידול לפלפל ולעגבנייה היה חנקן. שני הגידולים נשתלו בקרקע חול בשנת גידול ראשונה, קרקע בעלת פוריות נמוכה ביותר. תוצאות בדיקות הקרקע מצביעות על כך שההשקיה העודפת בתחילת העונה דחקה את רוב רובו של החנקן המינרלי שבקומפוסט וכנראה מרבית החנקן שנתרם ע"י הקומפוסט מקורו בחנקן שעבר מינראליזציה. למרות שבתנאי מעבדה כמות החנקן שמשחררת מינראליזציה מקומפוסט נמוכה יש לה ערך במיוחד בתנאי מחסור של חנקן. תרומת הקומפוסט התבטאה בעיקר בתחילת הגידול, נשמרה לאורך כל עונת הגידול והתבטאה גם ביבול ולעיתים אף באיכותו. בעיקרון כמות המינרלים ובעיקרה חנקן הדרושים לגידול מיטבי בגידולים האינטנסיביים שנבחנו אינה יכולה להיות מסופקת ע"י הקומפוסט בלבד. אכן, גם ברמת הקומפוסט הגבוהה ביותר, 16 קוב לדונם, הגברת דישון הראש העלתה את תכולת החנקן בעלים רק לא בשלבי הגידול הראשונים ומבחינת היבול רק בשנים הראשונות. בשנת הגידול השניה כל עליה ברמת הקומפוסט ו/או בדשן הראש שיפרה את הגידול ובעגבנייה אף את היבול. מכאן, שגם בשנה זאת הצמחים גדלו בתנאי מחסור כאשר כל תוספת דישון תרמה לשיפור הגידול. בשני הגידולים, ריכוזי החנקן הזרחן והאשלגן בעלים בתחילת הגידול ורמת היבולים היו באופן משמעותי גבוהים יותר בהשוואה לעונת הגידול הקודמת. סביר להניח שההבדל זה אינו רק כתוצאה מההבדל בין הזנים אשר היו שונים בין השנים אלא כתוצאה מעליה בפוריות הקרקע אשר התבטאה בתכולה גבוהה יותר של חומר אורגני בקרקע. העליה בתכולת החומר האורגני בקרקע עלתה עם השנים חלק כתוצאה מתרומת הקומפוסט המיושם וחלק כתוצאה משאריות השורשים. ברמת היישום הנמוכה שיעור העליה עם השנים נשאר קבוע ובשתי הרמות האחרות שיעור העליה עם השנים מתמתן עם מגמה לרוויה. מגמות אלו מקבילות לתוצאות רמת היבול. בעיקר בעגבנייה שרמת היבולים בה התייצבה לאחר שלוש שנות יישום של קומפוסט. בפלפל לעומת זאת המגמה של עליה ביבולים נמשכה גם בשנת הגידול הרביעית. רמת היבולים בשני הגידולים לאחר ארבע שנות גידול היתה גבוהה ובחלק ניכר מהטיפולים אינה נופלת מיבול שמתקבל בממשק הזנה קונבנציונאלי.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח :

1. מציאת שילוב אופטימלי בין רמת קומפוסט כיישום יסוד ורמת דישון ראש אורגני הניתן דרך ההשקיה להזנה מאוזנת של פלפל ועגבנייה ולקבלת יבול מסחרי גבוה באזור הערבה.
2. בחינת ההשפעה של גידול מטייב בין שני גידולים מסחריים על פוריות הקרקע, ועל גידול ויבול של פלפל ועגבנייה בהשוואה לגידול מסחרי רציף.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח :

נערך ניסוי שדה בו גודלו צמחי פלפל ועגבנייה בממשק הזנה אורגני בשתי חלקות לאחר וללא גידול שעועית. נבחנו 3 רמות של קומפוסט עם שתי רמות דשן ראש. השנה נמשכת המגמה של עליה ביבולים. רמת היבולים בשני הגידולים היתה גבוהה ובחלק מהטיפולים אינה נופלת מיבול שמתקבל בממשק הזנה קונבנציונאלי. יישום של 10 מ"ק לדונם קומפוסט העלה באופן משמעותי את היבול בהשוואה ל-5 מ"ק לדונם בשני הגידולים. התרומה הנוספת ביישום קומפוסט לרמה של 15 מ"ק לדונם היתה קטנה במרבית המקרים. לדשן הראש היתה תרומה בעיקר ברמות הקומפוסט הנמוכות. לא נצפתה השפעה לגידול המטייב.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו :

לרמת הקומפוסט המיושמת בתחילת הגידול ודשן הראש המסופק במהלך הגידול חשיבות מרובה על התבססות הגידול ויבולו. יישום קומפוסט ברמה של 10 קוב לדונם עם דשן ראש מספיק לקבלת יבולים מיטביים.

המשך המחקר :

הניסוי במתכונת הנוכחית הסתיים. יש לשקול בחינת השפעת של הגידול המטייב במבנה ניסוי שונה.

הפצת הידע :

אורי ירמיהו, נורית שפירא, שלמה קרמר, אינה פיינגולד, אביבה הדס, שושנה סוריאנו, שבתאי כהן, רפי רודמן. בחינת ממשק הזנה של ירקות בחקלאות אורגנית בקרקעות הנגב, 2001-2002. סיכום עונת מחקר 2002/2003, מחקר ופיתוח בערבה התיכונה והצפונית. נשלח לפרסום.