



בקר באגז שה"א:
<http://www.shaham.moag.gov.il>

מדינת ישראל, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שרות ההדרכה והמקצוע, תחום שרות שדה



יום ראשון 17 נובמבר 2013

דו"ח סופי

בחינת יישום קומפוסט אשפת ערים בחקלאות ישראל, 2013-11

מוגש ע"י:

אשר איזנקוט

פנחס פיין

אברהם (גיון) זילברמן

תקציר

לאחרונה החלו הרשויות המקומיות בעידוד המשרד להגנת הסביבה בהפרדת פסולת ביתית במקור לפי טיב הפסולת. ההפרדה במקור משמעותה הפרדה של מרכיבי הפסולת על ידי התושבים לפני ההשלכה לכלי אצירה ציבוריים לפי מרכיב אורגני ואחר. כאשר החומר האורגני יופנה למחזור ביוגאז להפקת אנרגיה או לאתרי קומפוסטציה כתחליף לדשן מינרלי בחקלאות ולטיוב הקרקע בחומר אורגני או לשריפה לצמצום כמות הפסולת המופנית להטמנה.

מיחזור של פסולות אורגניות בחקלאות הישראלית מקובל מזה זמן רב, לקיום חקלאות בת קיימא, וכתחליף לדישון מינרלי (חנקן, זרחן, אשלגן ומיקרו אלמנטים). כמו כן, החומר האורגני תורם ליציבות מבנה הקרקע ולפחיתה בסחף הקרקע. כמות הפסולת האורגנית ממקור חקלאי הזמינה והמקובלת ליישום חקלאי קטנה יחסית לעומת הביקוש והדרישה לקיום חקלאות בת קיימא.

המקור של שאריות אורגניות להכנת קומפוסט עירוני עם הפרדה במקור בניסויים היה ממשקי הבית בקיבוץ גלעד ומשאריות המזון מחדר האוכל המשותף. מיכלי אשפה יעודיים לאיסוף פסולת אורגנית הוצבו אחד לכל שלושה בתי אב. פסולת אורגנית ביתית, מחדר האוכל וגזם מהגינון המקומי נערו סמוך לרפת המקומית להכנת קומפוסט כמקובל.

קומפוסט אשפת ערים נבחן בניסויים השונים ביחס לפסולות אורגניות חקלאיות המקובלות במשק החקלאי באותו אזור. הפסולות האורגניות ממקור חקלאי או תעשייתי נבחן בדרגות שונות של טיפול כמקובל בענפים השונים שנבחנו בניסויים.

מטרות הניסויים:

- א. בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים לפוריות הקרקע בגידולי שדה.
- ב. בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים כתחליף לדשן מינרלי בגידולי שדה.
- ג. בחינה של השלכות שליליות ליישום קומפוסט אשפה עירונית, שטיפת חנקות והצטברות מתכות כבדות בקרקע, וטוקסיים לצמחים.
- ד. בחינה של קומפוסט אשפה עירונית לטיוב קרקעות בערבה ובבקעת בית שאן.

רשימת ניסויי שדה

- א. בחינת התרומה של קומפוסט אשפת ערים במחזור פלחה במושב מולדת, 2010-13
- ב. בחינת התרומה של קומפוסט אשפת ערים במחזור פלחה ברמות מנשה, 2010-13
- ג. השפעת השימוש בקומפוסט אשפת ערים על יבול תירס וחיטה לתחמיץ – צב"ר קמ"ה 2013-2011.
- ד. בחינת קומפוסט אשפת ערים כדשן יסוד לגידול חיטה בעל בנגב – נירים, 2011

ה. בחינת התאמת מצעים לגידול בתעלות הזנה בגידול פלפל בבקעת הירדן, מו"פ בקעת הירדן 2012-13.

ו. תצפית לבחינת יישום קומפוסט עירוני לטיוב קרקע בערבה ובבקעת בית שאן 2012

ז. הזנת תירס למספוא בחומרים אורגניים שונים חוות עדן - 2012

סיכום תוצאות בולטים של הניסויים

התרומה של קומפוסט עירוני ליבול ולאיכות הגידולים במחזור תלת שנתי הייתה יותר גדולה מאשר קומפוסט חקלאי, אם כי לא בצורה מובהקת.

יישום של עד 5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים בשל או קומפוסט חקלאי לא גרמה להצטברות של חנקות או מלחים שסיכנו את הגידול או את מי תהום בחתך הקרקע בכל האזורים (צפון ונגב).

התרומה של יישום קומפוסט אשפת ערים או חקלאית עד 5 מ"ק/ד' על מרכיבי יבול ואיכות בגידולי פלחה באה לידי ביטוי גם בשנה השנייה מיישום של 5 מ"ק/ד'.

יישום חד פעמי של 5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים או חקלאית כתחליף לדישון חנקני בפלחה הייתה מוגבלת וחלקית ומחייבת השלמה של חנקן מינראלי. התרומה של חנקן מיישום של אותה כמות של קומפוסט חקלאי הייתה נמוכה יותר ובמיוחד קומפוסט חקלאי חצי בשל.

חיזוי זמינות החנקן מקופוסט עירוני או חקלאי על בסיס פרמטרים כימיים, % חנקן כללי או ריכוז חנקן מינרלי או יחס C/N, היה לא טוב, בעוד שהחיזוי על בסיס אינקובציה ארוכה של חומר אורגני בקרקע היה תואם לתוצאות הניסוי.

התרומה של קומפוסט חקלאי וזבל עופות להגדלת ריכוזי זרחן ואשלגן בקרקע הייתה גבוהה יותר מאשר קומפוסט עירוני. בעוד שהשינוי בריכוז האשלגן בקרקע מקומפוסט עירוני היה נמוך בגלל תכולה נמוכה של המינראל בקומפוסט. בכל מקרה יישום חד פעמי של 5 מ"ק/ד' קומפוסט חקלאי במחזור תלת שנתי בפלחה החליף בצורה מלאה דישון מינראלי בזרחן ואשלגן, בעוד שיישום חד פעמי של קומפוסט עירוני באותם תנאים החליף בצורה מלאה זרחן מינראלי ובאופן חלקי אשלגן מינראלי.

יישום של קומפוסט אשפת ערים בתעלות עד 40 מ"ק/ד' כתחליף לטיוב קרקע (ציפוי קרקע בחול) היה יעיל באותה מידה כמו קומפוסט ממקור חקלאי או תעשייתי בערבה ובבקעת הירדן.

תוכן ענינים

6	איכות קומפוסט אשפת ערים וחקלאי
10	בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים במחזור גידולי פלחה במושב מולדת, 2010-13
10	רקע
10	מטרות הניסוי :
10	שיטות וחומרים
13	תוצאות
23	מסקנות
24	בחינת התרומה של קומפוסט אשפת ערים במחזור פלחה ברמות מנשה, 2010-13
24	מטרות הניסוי :
24	שיטות וחומרים
26	תוצאות
27	סיכום
33	השפעת השימוש בקומפוסט אשפת ערים על יבול תירס וחיטה לתחמיץ – צב"ר קמ"ה 2013-2011
33	תקציר
34	תיאור מקיף של הפעלת המחקר ב-2011 וב-2012
37	תוצאות ודיון
39	סיכום :
44	פלפל – בחינת התאמת מצעים לגידול בתעלות הזנה
44	תקציר
44	מבוא :
44	חומרים ושיטות :
46	תוצאות
50	דיון-
51	תצפית לבחינת יישום קומפוסט עירוני לטיוב קרקע בערבה
51	רקע
51	חומרים ושיטות
52	תוצאות
54	בחינת קומפוסט אשפת ערים כדשן יסוד לגידול חיטה בעל בנגב - נירים 2011
54	תקציר :
54	מבוא
55	שיטות וחומרים
56	תוצאות

59	.....	דיון ומסקנות
60	.....	סיכום
61	.....	הזנת תירס למספוא בחומרים אורגניים שונים חוות עדן - 2012
61	.....	תקציר
61	.....	מבוא
62	.....	שיטות וחומרים
64	.....	תוצאות
67	.....	דיון

איכות קומפוסט אשפת ערים וחקלאי

פנחס פיין

מקור קומפוסט אשפת הערים ברוב הניסויים המדווחים להלן היה זהה, ונשלחו לאתרי הניסויים השונים באותו מועד כדי להפחית את השונות של התוצאות ולשפר את ההבנה לתרומה היחסית של קומפוסט אשפת ערים ביחס לקומפוסט חקלאי מקובל.

המקור של שאריות אורגניות להכנת קומפוסט עירוני עם הפרדה במקור היה ממשקי הבית בקיבוץ גלעד ומשאריות המזון מחדר האוכל המשותף. מיכלי אשפה יעודיים לאיסוף פסולת אורגנית הוצבו אחד לכל שלושה בתי אב. פסולת אורגנית ביתית, מחדר האוכל וגזם מהגינן המקומי נערו סמוך לרפת המקומית להכנת קומפוסט כמקובל ע"י ערן. הקומפוסט עבר ניפוי במתקן שנבנה במקום לקראת ביצוע הניסויים או ללא ניפוי (בניסוי ליישום קומפוסט בתעלות בגידול פלפל בערבה). הקומפוסט היה נקי משאריות פלסטיק או חומרים אינרטיים אחרים.

איכות קומפוסט קומפוסט אשפת ערים ביחס לקומפוסט חקלאי מוצגת בטבלה 1. תהליך הקומפוסטציה של אשפה עירונית בקיבוץ גלעד היה ארוך ובא לידי ביטוי ב- % חומר אורגני נמוך 11.7% בלבד ובריכוז חנקן גבוה במיוחד 739 מ"ג/ק"ג בעוד שבשאר הקומפוסטים ריכוז החנקן היה פחות מ- 10 מ"ג/ק"ג, טבלה 1. איכות הקומפוסטים נבדקה במעבדה של ד"ר פנחס פיין במכון ולקני, בית דגן.

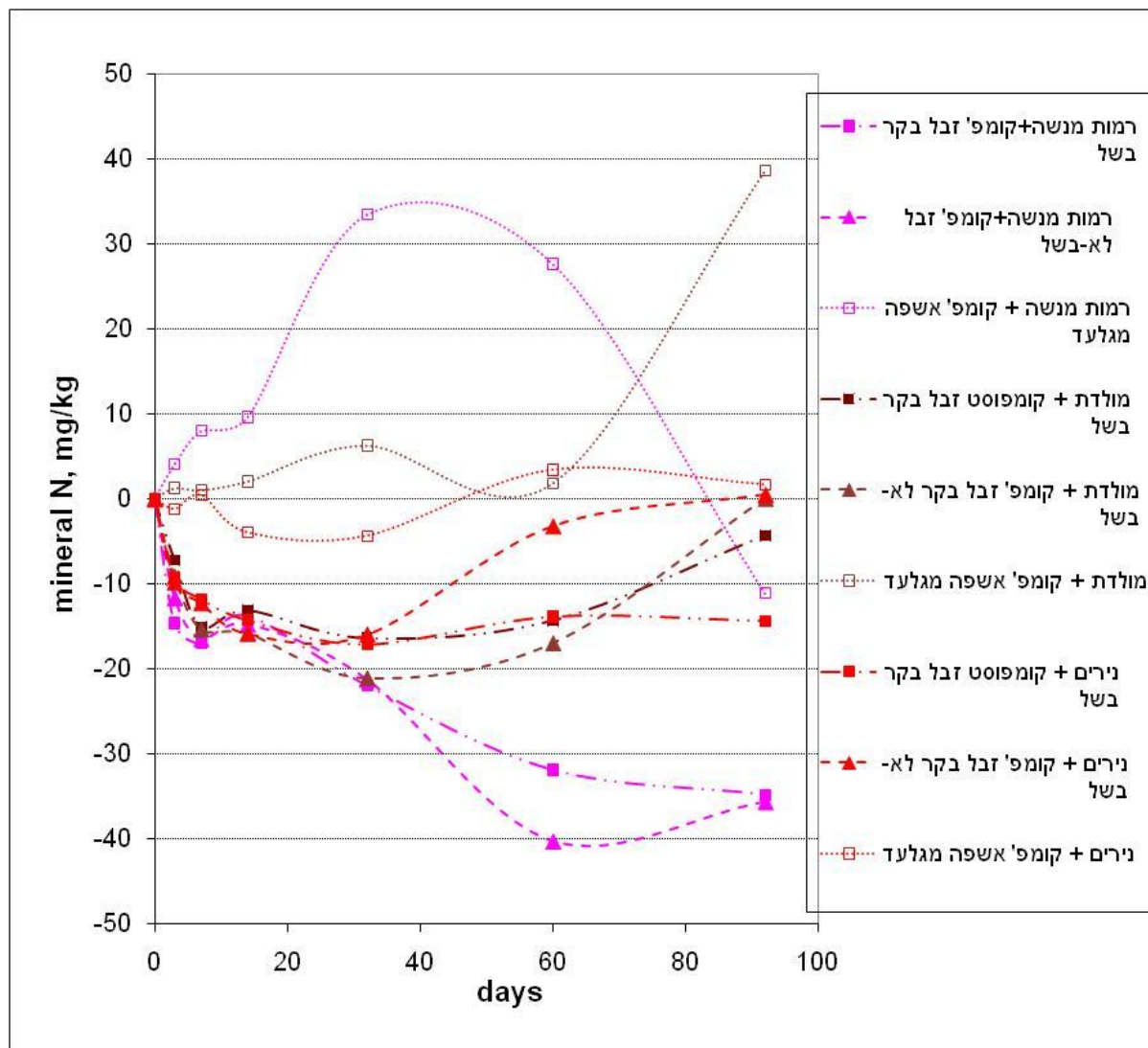
שיחרור המינרלים מהקומפוסטים, חנקן זרחן ואשלגן, לקרקע בקרקעות השונים בהם התקיימו הניסויים נבחן באינקובציה ארוכה במשך שלושה חודשים (במעבדה של דר' פנחס פיין), גרפים 1 – 3. ריכוז החנקן בתערובת של קרקע ו- 1.7% קומפוסט חקלאי בשל וחצי בשל פחת בכל מקרה ובכל סוגי הקרקע בחודש הראשון כתוצאה מקיבוע של חנקן בקרקע, בעוד שהשינוי בזמינות החנקן לאחר כחודשיים אינקובציה הייתה תלויה בסוג הקרקע. התרומה של חנקן מקומפוסט חקלאי בשל וחצי בשל לאחר שלושה חודשי אינקובציה הייתה אפסית או שלילית, תלוי כאמור בסוג הקרקע, גרף 1. בעוד שריכוז החנקן בקרקע באותם תנאים בתערובת של קומפוסט עירוני היה בד"כ חיובי ובכל מקרה היה גדול יותר מאשר מקומפוסט חקלאי.

ריכוז הזרחן ואשלגן במהלך שלושת חודשי האינקובציה היה יציב. הריכוז היה תלוי בראש וראשונה בזמינות הזרחן בקרקע ובבתרומה של הקומפוסט. כאשר ריכוז הזרחן והאשלגן בתערובת קומפוסט וקרקע בכל סוגי הקרקע היה יותר גבוה בקומפוסט חקלאי בשל וחצי בשל מאשר קומפוסט עירוני, גרפים 2 – 3. התרומה של קומפוסט אשפה עירונית לריכוז האשלגן בקרקע הייתה קטנה מאד לעומת התרומה של קומפוסט חקלאי.

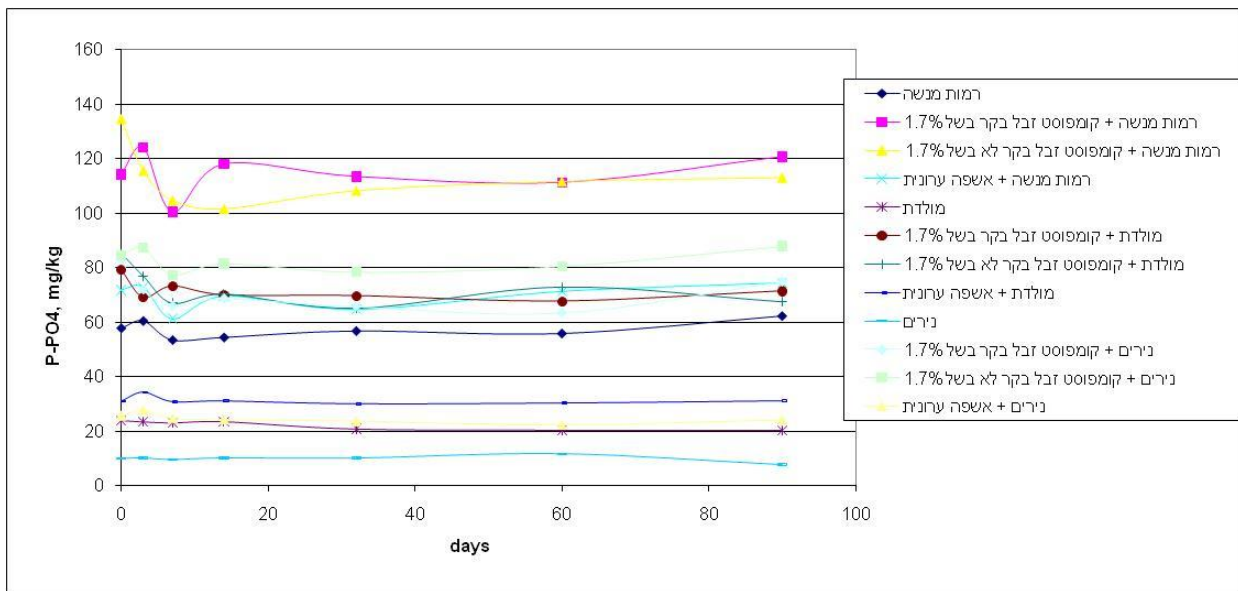
טבלה 1 : איכות הקומפוסטים בניסויי השדה (מיצוי מימי ביחס 5 :1).

ממד	יחידות	קומפוסט זבל בקר בשל ומנופה	קומפוסט זבל בקר לא בשל	קומפ' אשפה עירונית מופרדת
רטיבות	%	7.9	12.8	7.2
אפר	%	55.3	57.2	70.2
OC	%	21.5	18.0	11.7
N- Kjeldhal	mg/kg	19,645	15,685	12,440
N-Organic	mg/kg	19,410	15,893	12,468
C/N (org)		11.1	11.3	9.4
N-NH4	mg/kg	133	209	340
N-NO3	mg/kg	4	9	739
P-Kjeldhal	mg/kg	9,874	8,030	4,467
P(Olsen)	mg/kg	1,708	1,491	706
P(Ols)/PT	%	17	19	16
pH (1:5)		9.5	9.8	8.0
EC (1:5)	dS/m	17.1	15.2	4.5
OC (1:5)	mg/kg	4,347	3,830	633
TN (1:5)	mg/kg	572	516	260
IC (1:5)	%	1.8	2.9	7.3
Al	mg/kg	6,951	6,518	10,150
As	mg/kg	1.7	1.2	1.3
B	mg/kg	58	56	51
Ba	mg/kg	77	74	110
Ca	mg/kg	99,397	100,776	107,905
Cd	mg/kg	0.26	0.23	0.24
Co	mg/kg	3.1	3.3	4.2
Cr	mg/kg	30	25	27
Cu	mg/kg	114	62	55
Fe	mg/kg	5,356	4,858	7,312
K	mg/kg	31,090	28,005	21,090
Li	mg/kg	5.4	5.1	6.4
Mg	mg/kg	11,894	14,081	14,852
Mn	mg/kg	242	221	233
Mo	mg/kg	2.3	1.7	1.3
Na	mg/kg	12,831	11,495	8,621
Ni	mg/kg	20.6	19.4	20.7

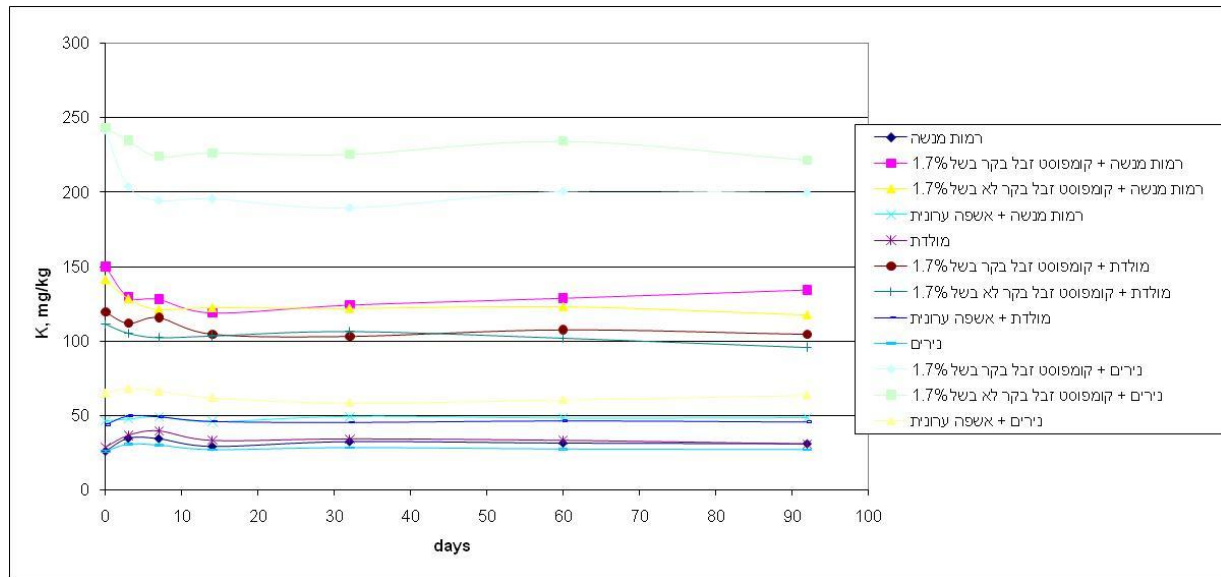
Pb	mg/kg	5.5	4.8	9.2
S	mg/kg	7,586	6,644	5,029
Sr	mg/kg	244	211	205
Ti	mg/kg	60	43	96
V	mg/kg	16.6	15.5	18.7
Zn	mg/kg	347	248	215



גרף 1: השינוי נטו בריכוז חנקן המינרלי בתערובת קרקע ו- 1.7% קומפוסט במהלך הדגרה במיצוי KCl (בניכוי ריכוז החנקן בזמן אפס בקרקע עצמה).



גרף 2: ריכוז זרחן בתערובת קרקע ו-1.7% זבל במהלך הדגרה במיצוי ביקרבונט



גרף 3: ריכוז אשלגן בתערובת קרקע ו-1.7% זבל במהלך הדגרה במיצוי CaCl₂

בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים במחזור גידולי פלחה במושב

מולדת, 2010-13

רקע

לאחרונה החלו הרשויות המקומיות בעידוד המשרד להגנת הסביבה בהפרדת פסולת ביתית במקור לפי טיב הפסולת. ההפרדה במקור משמעותה הפרדה של מרכיבי הפסולת על ידי התושבים לפני ההשלכה לכלי אצירה ציבוריים לפי מרכיב אורגני ואחר. כאשר החומר האורגני יופנה למחזור ביוגאז להפקת אנרגיה או לאתרי קומפוסטציה כתחליף לדשן מינרלי בחקלאות ולטיוב הקרקע בחומר אורגני או לשריפה לצמצום כמות הפסולת המופנית להטמנה.

האקלים הסמי ארידי השורר בישראל גורם להתדלדלות מהירה של החומר האורגני בקרקע ולפחיתה מתמדת בפוריות הקרקע. מיחזור של פסולות אורגניות בחקלאות הישראלית מקובל מזה זמן רב, לקיום חקלאות בת קיימא, וכתחליף לדישון מינרלי (חנקן, זרחן, אשלגן ומיקרו אלמנטים). כמו כן, החומר האורגני תורם ליציבות מבנה הקרקע ולפחיתה בסחף הקרקע. כמות הפסולת האורגנית ממקור חקלאי הזמינה והמקובלת ליישום חקלאי קטנה יחסית לעומת הביקוש והדרישה לקיום חקלאות בת קיימא.

מטרות הניסוי:

- א. בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים לטיוב קרקע בגידולי שדה.
- ב. בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים כתחליף לדשן מינרלי בגידולי שדה.
- ג. בחינה של ההשלכות ההסביבתיות ליישום קומפוסט אשפה עירונית, (שטיפת חנקות למי תהום והצטברות מתכות כבדות בקרקע).

שיטות וחומרים

הניסוי התקיים בחלקת פלחה במושב שיתופי מולדת. החלקה נמצאת צפונית למושב ומזרחית לשוב טייבה הסמוך. החלקה עובדה כמקובל בדיסק כבד והחלקה לקראת תחילת הניסוי. חלקת הניסוי סומנה בשנת 2010 לקראת תחילת הניסוי לפי הטיפולים. הזריעה בחלקת הניסוי בשנת 2010 הייתה כמקובל בישראל לאחר עיבוד, בעוד שבשנתיים העוקבות הזריעה הייתה בשיטת אי פליחה וללא עיבוד לקראת הזריעה. הקרקע בחלקת הניסוי הייתה רדודה יחסית עד 90 ס"מ, קרקע חרסיתית עם אחוז גיר וחומר אורגני בינוני, טבלה 2. מליחות הקרקע לקראת תחילת הניסוי ב- 2010 הייתה נמוכה, כמקובל בשטחי פלחה, וזמינות חנקן, זרחן ואשלגן בקרקע הייתה נמוכה על סף של מחסור, טבלה 3. חלקות הניסוי סומנו לפי הטיפולים כמקובל עם ארבע חזרות ובמבנה של אקראיות גמורה לקראת פיזור הזבלים והדשן לפי תוכנית הניסוי. גודל החלקות

בניסוי היה 48 מטר מרובע (4 מ' רוחב ו- 12 מ' אורך). הקומפוסטים והדשן פוזרו ידנית ב- 24.11.10 לקראת הזריעה הראשונה בהתאם לתוכנית הניסוי והוצנעו בקרקע בדיסק קל.

חלקת הניסוי נזרעה בשנה הראשונה ב- 08.12.2010 ובשנה השנייה ב- 05.12.2011 בחיטה מהזן גדרה (152) בכמות זרעים של 12 ק"ג/ד', ובשנה השלישית בתערובת של תלתן ובקיה ב- 15.12.2013. הזריעה ב- 2011 – 2013 הייתה במזרעה ייעודית לאי פליחה כמקובל באזור. התחזוקה והטיפול האגרוטכני של חלקת הניסוי הייתה כמקובל במשק. כמות המשקעים השנתית המצטברת בחלקת הניסוי בשנת 2010-11, 2011-12, 2012-13 היו 420, 450, 430 מ"מ, בהתאמה.

במהלך הניסוי נלקחו צמחי חיטה שלמים מכל חלקות הניסוי בגיל שלושה עלים לבדיקת ריכוז K, P, N במיצוי מימי ושריפה. כמו כן, לקראת הקציר בסוף כל מחזור ניסוי נלקחו דגימות קרקע לבדיקת ריכוז ותכולת מינרלים בקרקע ביחס לטיפולים השונים בניסוי. החיטה נקצרה פעמיים בכל ניסוי, קציר ראשון כמקובל לתחמיץ לבדיקת יבול ביומסה ותכולת מינרלים (ס"ה ביומסה), ע"י מקצרה ברוחב 1.2 מ' שקצרה בניצב לחלקות (אורך 4 מ' ורוחב 1.25 מ') וקציר שני לגרגירים לאורך החלקות ע"י קומביין ייעודי לניסויים בחלקות קטנות עם שולחן קציר ברוחב 1.5 מ', וקציר הקטניות לשחת בשנה השלישית היה כמקובל במקצרה ברוחב 1.25 מ' בניצב לחלקה. איכות, ריכוז וכמות מינרלים בתחמיץ ובגרגירים נבדק כמקובל במעבדת שרות שדה, נוה יער.

ניתוח סטטיסטי נעשה באמצעות תוכנת jmp. מובהקות סטטיסטית נבדקה ב- ANOVA חד-גורמי, וההבדל בין טיפולים נבדק במבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות $\alpha < 0.05$. בכל המדדים שנבדקו, ואשר מוצגים בטבלאות, העדר אות ליד הממוצעים בטור או הופעה של אותה אות מציינן כי ההבדל בין הממוצעים של הטיפולים לא היה מובהק סטטיסטית.

להלן רשימת הטיפולים בניסוי:

1. 5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים ללא דישון, (הקומפוסט הוצנע בקרקע לקראת הזריעה בשנה הראשונה בלבד 2010).
2. 5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים עם דישון מסחרי (8 ק"ג/ד' חנקן), (הקומפוסט הוצנע לקראת השנה הראשונה בלבד 2010, וחנקן הוסף לקראת הזריעה בסתיו בכל שנות הניסוי - 2010, 2011 וב- 2012).
3. 5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות חצי בשל ולא מנופה, (הקומפוסט הוצנע לקראת הזריעה בשנה הראשונה בלבד, 2010).
4. 5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות בשל ומנופה, (הקומפוסט הוצנע לקראת הזריעה בשנה הראשונה בלבד, 2010).
5. ביקורת ללא דישון או זיבול.

6. דישון מסחרי (8 ק"ג/ד' חנקן ביסוד), לקראת זריעה בסתיו, 2010, 2011 ו- 2012.

טבלה 2 : טקסטורה של הקרקע.

עומק	% גיר	% חול	% סילט	% חרסית	% ח. אורגני
0 - 30	13.5	11.2	30.7	58.2	1.29
30 - 60	13.1	11.2	34.7	54.2	1.17

טבלה 3 : ריכוז המינרלים בחתך הקרקע לקראת תחילת הניסוי (26.10.2010).

עומק	%SP	pH	EC dS/m	Cl mg/l	Na meq/l	Ca+ Mg meq/l	N-NO3 mg/l	P ppm	K meq/l
0 - 30	87.3	8.1	0.34	36	0.6	3.4	7.8	8.6	0.1
30 - 60	82.2	8.0	0.34	7	0.5	3.6	8.7	9.6	0.1

תוצאות

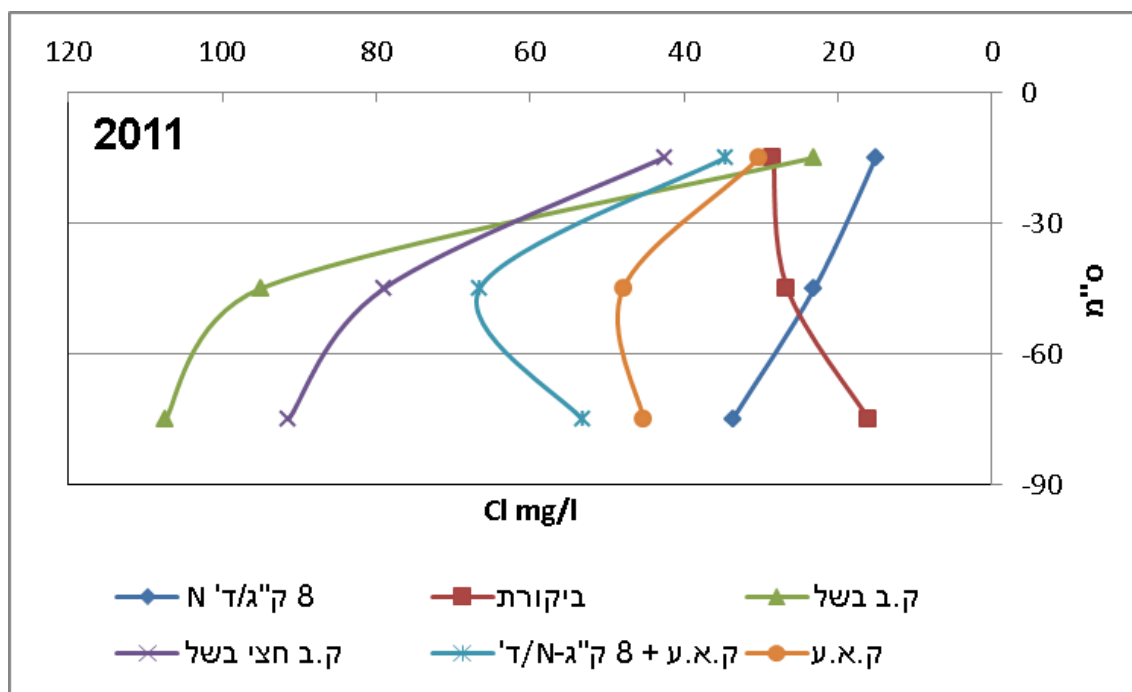
מליחות חתך הקרקע באביב בכל שלושת שנות הניסוי הייתה נמוכה יחסית פחות מ- 0.6 dS/m , טבלה 4. כאשר המליחות הממוצעת בחתך הקרקע ביישום קומפוסט חקלאי או עירוני באביב 2011 לאחר עונת הגידול הראשונה הייתה בשכבת החריש (0 – 30 ס"מ) יותר גבוהה ובצורה מובהקת מאשר בביקורת. אבל כאמור המליחות גם בטיפולי הקומפוסט לאחר עונת הגידול הראשונה הייתה נמוכה ולא מסכנת גידול חקלאי כלשהו, טבלה 4. ריכוז הכלורידים בקרקע באביב הראשון מתחילת הניסוי היה מעל 100 מ"ג/ל' בתמיסת הקרקע לאחר הצנעה של 5 מ"ק/ד' קומפוסט חקלאי ופחות מ- 70 מ"ג/ל' לאחר יישום קומפוסט אשפת ערים. בעוד שריכוז הכלורידים לאחר שלוש שנות מעקב, אביב 2013, היה נמוך במיוחד בכל הטיפולים פחות מ- 40 מ"ג/ל' ללא קשר לטיפול עם או ללא קומפוסט, גרפים 1 - 2. השינוי ב- SAR בתמיסת הקרקע כתוצאה מיישום קומפוסט היה זניח אם בכלל, טבלה 4. בכל מקרה המליחות וריכוז הכלורידים בתמיסת הקרקע בכל שנות הניסוי ובכל הטיפולים היו כאמור מבחינה חקלאית נמוכים וזניחים. התרומה למליחות תמיסת הקרקע ע"י יישום קומפוסט אשפת ערים הייתה בממוצע יותר נמוכה מאשר לאחר יישום קומפוסט חקלאי (בקר+עופות).

התרומה החקלאית כלכלית ממיחזור קומפוסט חקלאי ועירוני בקרקע באה לידי ביטוי בהעשרת זרחה ואשלגן בשכבה החריש (0 – 30 ס"מ). כאשר ריכוז הזרחה בקרקע לאחר יישום קומפוסט חקלאי היה מעל 20 מ"ג/ק"ג (בשיטת אולסן) כמעט פי שלושה מהביקורת ולאחר יישום קומפוסט עירוני היה מעל 15 מ"ג/ק"ג. ריכוז הזרחה בקרקע לאחר יישום קומפוסט חקלאי באביב 2011 היה בצורה מובהקת יותר גבוה מאשר ללא יישום קומפוסט, טבלה 5. ריכוז הזרחה בקרקע שנתיים ושלוש שנים לאחר יישום קומפוסט חקלאי נותר גבוה יחסית מעל 17 ו- 12 מ"ג/ק"ג, בהתאמה, מעל הסף המקובל לדישון בדשן מינרלי בעוד שריכוז הזרחה לאחר שנתיים ושלוש שנים מיישום קומפוסט עירוני היה נמוך יחסית וקרוב לסף הדישון, טבלה 5. התרומה של קומפוסט חקלאי לריכוז האשלגן בתמיסת הקרקע בשכבת החריש הייתה יותר גבוהה מאשר קומפוסט עירוני אבל בכל מקרה ההבדלים היו קטנים ולא מובהקים. בכל מקרה ריכוז האשלגן בשכבת החריש מיישום קומפוסט עירוני וחקלאי היה יותר גבוה מאשר ללא קומפוסט, אבל כאמור ללא מובהקות סטטיסטית, טבלה 5. השינוי הקטן בריכוז האשלגן בקרקע במיצוי מימי היה קטן יחסית אולי בגלל סוג הקרקע, ורטיסול, המתאפיין באחוז חרסית גבוה יחסית ובקיבול קטיוניים (קק"ח) גבוה מאד.

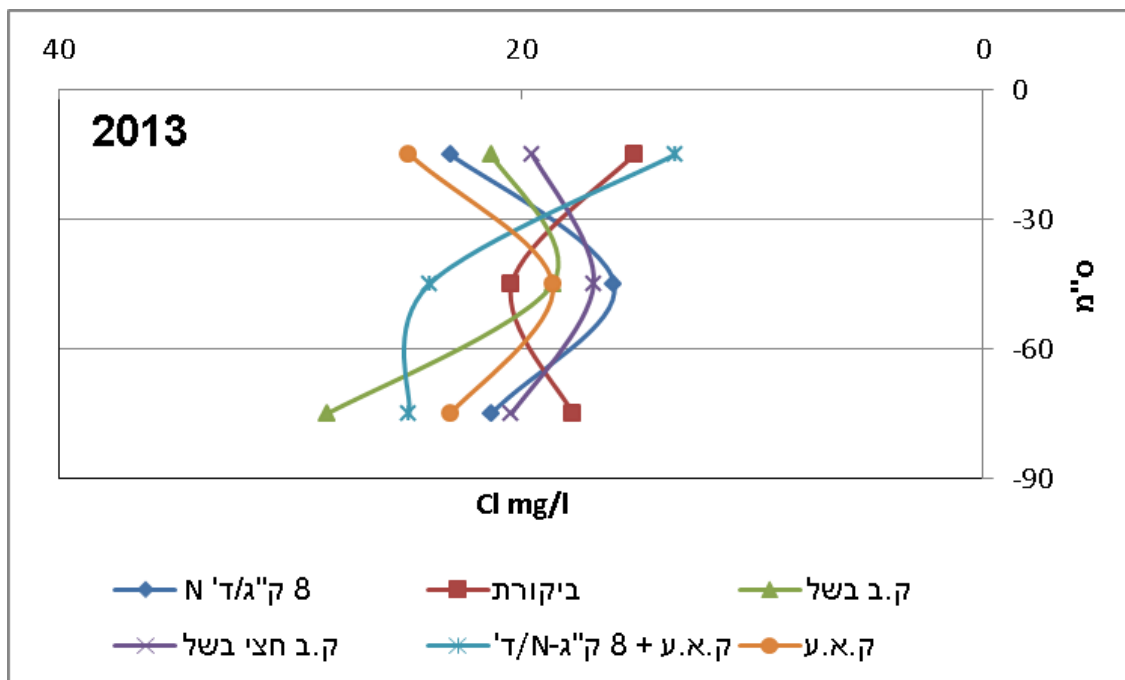
ריכוז החנקות בחתך הקרקע באביב 2011 ו- 2013 היה נמוך פחות מ- 5 מ"ג/ק"ג ולא הושפע מיישום 5 מ"ק/ד' קומפוסט, למעט ריכוז החנקות באביב 2011 שהיה מעל 10 מ"ג/ק"ג בשכבות הקרקע העמוקות (30 – 90 ס"מ) ביישום קומפוסט אשפת ערים עם 8 ק"ג N/d' , אבל לא ברמה מובהקת. ריכוז החנקות בחתך הקרקע באביב 2012 היה מעל 17 מ"ג/ק"ג בכל הטיפולים, טבלה 6. יכול להיות שריכוז החנקות בקרקע באביב 2012 היה יותר גבוה מאשר בשנה שקדמה לה, כנראה בגלל המתנה ארוכה של דוגמאות הקרקע במעבדה עד הבדיקה. בכל מקרה הקומפוסטים השונים עירוני וחקלאי לא תרמו להעשרה משמעותית של החנקות בתמיסת הקרקע וההבדלים בריכוז החנקות בקרקע בטיפולים השונים עם וללא קומפוסט היו לא משמעותיים.

תכולת החנקן המינרלי (חנקן ואמון) השארתי בחתך הקרקע באביב 2012 וב- 2013 לקראת קציר היה בכל הטיפולים יותר מ- 12.5 ק"ג/ד', טבלה 6. (ס"ה החנקן המינרלי הדרוש ליבול של לפחות 500 ק"ג/ד' הוא 12.5 ק"ג/ד'). למרות זאת היבול הושפע מיישום קומפוסט או מדישון חנקן מינרלי, ראה להלן תוצאות יבול 2011 - 2013.

ריכוז אבץ ומנגן בשכבת החריש באביב 2011 כתוצאה מיישום קומפוסט עירוני היה יותר גבוה ובצורה מובהקת מאשר בביקורת. ריכוז אבץ בקרקע בשכבת החריש לאחר יישום קומפוסט עירוני היה כמעט כפול ובמובהק יותר גבוה מאשר ללא יישום קומפוסט, 1.13 מ"ג/ק"ג ו- 0.54 עם קומפוסט עירוני וביקורת, בהתאמה, טבלה 7. ריכוז מנגן בשכבת החריש לאחר יישום קומפוסט עירוני היה מעל 5 מ"ג/ק"ג בעוד שללא פסולת אורגנית פחות מ- 4 מ"ג/ק"ג. ריכוז אבץ ומנגן בשכבת החריש לאחר יישום קומפוסט חקלאי היה נמוך מאשר לאחר יישום קומפוסט עירוני אבל לא בצורה מובהקת, טבלה 7. ריכוז שאר המתכות הכבדות בשכבת החריש לא הושפע מיישום קומפוסט עירוני או חקלאי, טבלה 7. ריכוז האבץ בקומפוסט אשפה עירונית היה נמוך יותר מאשר בקומפוסט החקלאי בעוד שריכוז מנגן היו דומים (טבלה 1), למרות זאת ריכוז אבץ ומנגן בקרקע כתוצאה מיישום קומפוסט עירוני היה יותר גבוה מאשר קומפוסט חקלאי. צריך לבחון אם התופעה הזו קשורה לפירוק מהיר יותר של קומפוסט עירוני או מסיבה אחרת.



גרף 1: ריכוז כלורידים בתמיסת חתך הקרקע עד 90 ס"מ לקראת סיום מחזור הגידול הראשון, אביב 2011.



גרף 2 : ריכוז כלורידים בתמיסת חתך הקרקע לאחר שלוש שנים מיישום הקומפוסט, אביב 2013.

טבלה 4 : מליחות תמיסת חתך הקרקע בסוף כל גידול, אביב 2011-13.

SAR			Na meq/l			EC dS/m			שכבה	טיפול
2013	2012	2011	2013	2012	2011	2013	2012	2011		
0.50	0.77	0.79	0.73	1.19	1.13	0.42	0.52	0.45 ab	0 - 30	אשפת ערים
0.93	1.06	0.91	1.19	1.50	1.20	0.40	0.50	0.45	30 - 60	
1.53	1.23	1.36	1.88	1.80	1.78	0.49	0.54	0.53	60 - 90	
0.45	0.64	0.69	0.64	0.95	1.03	0.38	0.46	0.51 ab	0 - 30	אשפת ערים 8+ ק"ג N
0.81	0.98	0.88	1.01	1.31	1.43	0.36	0.45	0.64	30 - 60	
1.59	1.63	0.93	1.90	2.08	1.39	0.46	0.52	0.57	60 - 90	
0.60	0.87	1.05	0.86	1.26	1.61	0.41	0.52	0.54 a	0 - 30	5 מ"ק/ד קומפוסט חצי בשל לא מנופה
0.77	0.87	0.85	0.99	1.29	1.33	0.36	0.55	0.60	30 - 60	
1.21	1.26	1.25	1.44	1.74	1.79	0.40	0.60	0.68	60 - 90	
0.53	0.82	0.81	0.74	1.26	1.13	0.40	0.55	0.44 ab	0 - 30	5 מ"ק/ד קומפוסט בשל
0.93	0.89	0.90	1.23	1.31	1.43	0.41	0.54	0.64	30 - 60	
1.32	1.29	1.20	1.60	1.88	1.73	0.42	0.60	0.66	60 - 90	
0.55	0.55	0.54	0.76	0.79	0.71	0.39	0.42	0.37 ab	0 - 30	ביקורת 0
0.91	0.75	0.75	1.18	1.09	0.99	0.38	0.45	0.35	30 - 60	
1.57	1.33	1.19	1.90	1.76	1.45	0.44	0.46	0.39	60 - 90	
0.38	0.50	0.53	0.55	0.78	0.70	0.40	0.51	0.36 b	0 - 30	8 ק"ג/ד N
0.65	0.80	0.77	0.88	1.14	1.03	0.38	0.48	0.40	30 - 60	
0.90	1.40	1.13	1.18	1.96	1.53	0.39	0.60	0.47	60 - 90	

טבלה 5 : ריכוז זרחן ואשלגן בחתך הקרקע באביב 2011-13.

K meq/l			P mg/kg (Olsen)			שכבה	טיפול
2013	2012	2011	2013	2012	2011		
0.08	0.10	0.08	7.4	7.7 b	16.3 ab	0 - 30	אשפת ערים
0.05	0.09	0.05				30 - 60	
0.05	0.08	0.05				60 - 90	
0.07	0.09	0.09	6.6	13.4 ab	16.4 ab	0 - 30	אשפת ערים + 8 ק"ג N
0.05	0.06	0.08				30 - 60	
0.05	0.06	0.08				60 - 90	
0.08	0.12	0.14	10.5	18.7 a	25.4 a	0 - 30	5 מ"ק/ד קומפוסט חצי בשל לא מנופה
0.05	0.09	0.09				30 - 60	
0.03	0.08	0.08				60 - 90	
0.08	0.13	0.09	12.3	17.8 a	21.5 ab	0 - 30	5 מ"ק/ד קומפוסט בשל
0.06	0.09	0.08				30 - 60	
0.04	0.06	0.08				60 - 90	
0.06	0.08	0.06	7.1	7.5 b	8.4 b	0 - 30	ביקורת 0
0.04	0.07	0.05				30 - 60	
0.04	0.05	0.04				60 - 90	
0.07	0.09	0.06	5.0	7.4 b	11.4 b	0 - 30	8 ק"ג/ד N
0.05	0.08	0.05				30 - 60	
0.04	0.07	0.04				60 - 90	

טבלה 6 : ריכוז ותכולה של חנקן (חנקת ואמון) בחתך הקרקע באביב 2011 – 2013.

N-NH ₄ mg/kg		N-NO ₃ mg/kg			שכבה	טיפול
2013	2012	2013	2012	2011		
14.5	29.1	2.2	29.1	3.3	0 - 30	אשפת ערים
11.4	27.3	1.8	27.3	2.5	30 - 60	
11.0	27.1	2.2	27.1	2.3	60 - 90	
15.0	33.8	2.5	33.8	3.3		ס"ה חנקן ק"ג/ד' לטיפול
14.3	24.8	2.2	24.8	3.7	0 - 30	אשפת ערים + 8 ק"ג N
10.7	18.3	1.9	18.3	15.4	30 - 60	
9.4	23.0	3.6	23.0	13.3	60 - 90	
13.9	26.8	3.1	26.8	13.1		ס"ה חנקן ק"ג/ד' לטיפול
13.8	22.9	2.2	22.9	2.1	0 - 30	5 מ"ק/ד קומפוסט חצי בשל לא מנופה
11.5	21.6	1.4	21.6	2.0	30 - 60	
10.0	18.5	1.2	18.5	3.1	60 - 90	
14.2	25.5	2.0	25.5	2.9		ס"ה חנקן ק"ג/ד' לטיפול
13.6	23.5	2.4	23.5	2.1	0 - 30	5 מ"ק/ד קומפוסט בשל
10.8	18.5	1.5	18.5	2.1	30 - 60	
9.4	24.4	1.5	24.4	2.4	60 - 90	
13.7	26.9	2.2	26.9	2.7		ס"ה חנקן ק"ג/ד' לטיפול
13.1	22.3	2.3	22.3	2.9	0 - 30	ביקורת 0
11.7	19.3	1.4	19.3	1.4	30 - 60	
10.8	17.7	1.3	17.7	1.2	60 - 90	
14.4	24.0	2.0	24.0	2.2		ס"ה חנקן ק"ג/ד' לטיפול
14.0	26.2	4.0	26.2	3.1	0 - 30	8 ק"ג/ד N
11.4	19.8	4.2	19.8	2.8	30 - 60	
9.6	23.4	5.4	23.4	3.5	60 - 90	
14.1	28.1	5.5	28.1	3.8		ס"ה חנקן ק"ג/ד' לטיפול

טבלה 7: ריכוז מתכות כבדות (במיצוי EDTA) בשכבת החריש (0-30 ס"מ), אביב 2011.

Ni mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	טיפול
0.18	1.76	5.48 a	1.13 a	1.28	אשפת ערים
0.32	1.67	5.18 ab	1.19 a	1.15	אשפת ערים + 8 ק"ג N
0.16	1.62	4.7 abc	1.13 ab	1.12	5 מ"ק/ד קומפוסט חצי בשל לא מנופה
0.31	1.71	4.78 abc	0.93 abc	1.26	5 מ"ק/ד קומפוסט בשל
0.30	1.93	4.0 bc	0.54 c	1.31	ביקורת 0
0.57	2.06	3.85 c	0.63 abc	1.42	8 ק"ג/ד N

Co mg/kg	Cr mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	טיפול
0	0	0	0	אשפת ערים
0	0	0	0	אשפת ערים + 8 ק"ג N
0	0	0	0	5 מ"ק/ד קומפוסט חצי בשל לא מנופה
0	0	0	0	5 מ"ק/ד קומפוסט בשל
0	0	0	0	ביקורת 0
0	0	0	0	8 ק"ג/ד N

ריכוז החנקן בצמחי החיטה במחזור הגידול הראשון (2011) הושפע מזמינות החנקן בקרקע ובא לידי ביטוי חיובי מיישום קומפוסט עירוני עם וללא דישון מינראלי ובדישון מינראלי ללא קומפוסט, בעוד שריכוז החנקן בצמחי החיטה מיישום קומפוסט חקלאי ובביקורת ללא דישון היו יותר נמוכים, טבלה 8. הזמינות של החנקן באינקובציה של הקומפוסט העירוני במעבדה הייתה כאמור יותר גבוהה מאשר בקומפוסט חקלאי. בעוד שריכוז של שאר המינראלים בצמח (זרחן ואשלגן) בשתי שנות הניסוי וחנקן בשנה השנייה לא הושפעו מהטיפולים השונים, טבלה 8.

יבול ואיכות תחמיצי החיטה בשתי שנות הניסוי הראשונים לא הושפעו באופן מובהק מהיבול או הדישון המינראלי, טבלה 9. יחד עם זאת היבול בחלקות המדושנות בחנקן מינראלי היה יותר גבוה מאשר הטיפולים ללא דשן מינראלי (תוספת היבול כתוצאה מדישון חנקני הייתה 69 ו- 202 ק"ג/ד' חומר יבש בשנת 2011 ו- 2012, בהתאמה). איכות התחמיץ כפי שבאה לידי ביטוי בריכוז החלבון בביומסה בשנת 2011 הייתה יותר גבוהה בחלקות עם דישון מינראלי עם וללא קומפוסט עירוני, ובשנת 2012 בחלקות עם קומפוסט עירוני עם וללא דישון חנקני מאשר שאר הטיפולים, טבלה 9. אבל ההבדלים ביבול ובאיכות הביומסה היו כאמור לא מובהקים סטטיסטית.

יבול גרגירי החיטה הנמוך ביותר בשנת 2011 ו-2012 היה בביקורת ללא דישון או זיבול, בעוד שיישום קומפוסט חקלאי או עירוני עם וללא דשן היה יותר גבוה, אבל לא בצורה מובהקת. כאשר תוספת היבול כתוצאה מיישום קומפוסט חקלאי או עירוני היה לפחות ב-50 ק"ג/ד' גרגירים יותר גבוה בשתי שנות הניסוי מאשר היבול בחלקות ללא דישון מינרלי או זיבול (טיפול 5), בעוד שהתרומה של דישון מינרלי בלבד ללא זיבול (8 ק"ג/ד' N ביסוד) הייתה לפחות כפולה מעל 100 ק"ג/ד' יותר גבוה מאשר ללא דישון או זיבול (טיפול 5), טבלה 10. ההבדלים ביבול הגרגירים בין הטיפולים השונים היו כאמור לא מובהקים, למרות הפערים הגדולים.

אחוז החלבון בגרגירים בשנת 2011 בביקורת ללא דישון או ביישום קומפוסט חקלאי היה הנמוך ביותר בעוד שדישון מינרלי או יישום קומפוסט עירוני עם וללא דישון היה מעל 1.0% יותר גבוה מאשר קומפוסט חקלאי. אותה מגמה נשמרה גם בשנת 2012 אבל הפערים בין הטיפולים היו יותר קטנים ורק הדישון המינרלי (8 ק"ג/ד' N) עם וללא קומפוסט עירוני היה באופן מובהק יותר גבוה מאשר ללא דישון או זיבול או מזיבול בקומפוסט חקלאי, טבלה 10.

יבול הקטניות לשחת בשנת 2013 היה יותר גבוה בחלקות שזובלו וללא תוספת דישון חנקני. כאשר היבול לשחת בחלקות שזובלו בקומפוסט אשפת ערים עם דישון מינרלי היו דומות ליבול בחלקות הביקורת עם וללא דישון מינרלי, בעוד שבשאר טיפולי הקומפוסט עירוני וחקלאי ללא דישון מינרלי היו כאמור יותר גבוהים מאשר הביקורת, אבל לא בצורה מובהקת, טבלה 11. איכות הקטניות לשחת בשנת 2013 שבאה לידי ביטוי באחוז החלבון בשחת היה ללא קשר לזיבול או לדישון מינרלי, טבלה 11.

השינוי ביבול הביומסה המצטברת (תחמיץ ושחת) בשלושת שנות הניסוי ביישום חד פעמי של קומפוסט אשפת ערים היה מעל 230 ק"ג/ד', בעוד שהשינוי ביבול הביומסה כתוצאה מיישום קומפוסט ממקור חקלאי היה זעום אם בכלל. כמו כן, השינוי ביבול המצטבר כתוצאה מדישון מינרלי (8 ק"ג/ד' חנקן) בכל שנה לקראת גידול היה 170 ק"ג/ד', טבלה 12.

בד"כ כושר ייצור ביומסה גדולה יותר מלווה גם בקליטה יותר גדולה של מקרו-אלמנטים (חנקן, זרחן ואשלגן). ס"ה קליטת החנקן בביומסה בזיבול עם קומפוסט עירוני עם וללא דשן מינרלי הייתה ב-6 ו-9.5 ק"ג/ד' 3 שנים יותר מאשר טיפול הביקורת (ללא דישון או זיבול). בעוד שתוספת הקליטה מזיבול בקומפוסט חקלאי באותם תנאים הייתה 0.5 ו-3.6 ק"ג/ד' 3 שנים בקומפוסט חצי בשל ובשל, בהתאמה, טבלה 12. תוספת הקליטה של חנקן מדישון מינרלי באותם תנאים הייתה 2 ק"ג/ד' 3 שנים. יעילות הדישון המינרלי בתנאי הניסוי הייתה נמוכה במיוחד (ס"ה דישון מינרלי המצטבר היה 24 ק"ג/ד' 3 שנים), שבאה לידי ביטוי גם בזיבול משולב בדישון מינרלי או התרומה של חנקן מקומפוסט בלבד. מגמה דומה התקבלה גם בקליטה של זרחן ואשלגן בביומסה של החיטה בשנתיים הראשונות ובקטניות בשנה השלישית כתוצאה מיישום חד פעמי של קומפוסט עירוני וחקלאי ובדישון מינרלי בכל שנה. כאשר הקליטה בביומסה בשלושת מחזורי הגידול היה בקומפוסט עירוני יותר מכפול מאשר מקומפוסט חקלאי או בדישון מינרלי (8 ק"ג/ד' N/דונם). קליטת האשלגן בביומסה מיישום קומפוסט אשפת ערים הייתה שווה או יותר גדולה מאשר קומפוסט חקלאי. הקליטה של חנקן זרחן ובמידה מסוימת גם אשלגן הייתה יותר גבוהה בקומפוסט עירוני מאשר קומפוסט

חקלאי למרות שתכולת (בשריפה) המינרלים בקומפוסט אשפת ערים הייתה יותר נמוכה מאשר בקומפוסט חקלאי, טבלה 1.

התרומה הנמוכה של הקומפוסטים, במיוחד קומפוסט חקלאי, לקליטת ההחנקן בצמח והיעילות הנמוכה של הדישון המינרלי היו אולי בגלל התכולה הגבוהה של חנקן (ניטראט ואמון) בחתך הקרקע שהיה מעל צרכי הגידול. כמו כן יתכן, שהתרומה של חנקן בקומפוסט אשפת ערים הייתה יותר גבוהה מאשר מקומפוסט חקלאי בגלל יציבות יותר נמוכה של החומר האורגני בקומפוסט אשפת ערים שגרמה לפירוק יותר מהיר של הקומפוסט ולזמינות יותר גבוהה של המינרלים (אם כי התופעה הזו לא באה לידי ביטוי בזרחן ואשלגן) או בגלל שקומפוסט אשפת ערים היה בשלבי בשלות מתקדמים יותר. בכל מקרה התוצאה תואמת את הבדיקה המעבדתית שבחנה בתנאי אינקובציה את השינוי בריכוז החנקן בקרקע בתערובת קרקע ו-1.7% קומפוסט.

ניתן להניח מתנאי הניסוי, שזמינות החנקן מיישום קומפוסט חקלאי הייתה הגורם המגביל לאור הקליטה היותר גבוהה של אשלגן וזרחן בביומסה בויבול בקומפוסט חקלאי לעומת קומפוסט ערים. לכן יתכן, שתוספת של חנקן מינרלי ליישום של קומפוסט חקלאי חצי ובשל הייתה אולי משפרת מאד את יבול הביומסה בטיפולים אלו.

טבלה 8: ריכוז מקרו-אלמנטים בצמחי חיטה בשנת 2011 ו-2012, (דיגום 18.01.11, בגיל 5 עלים, דיגום 16.01.12 בגיל 3.7 עלים).

% K		% P		% N		טיפול
2012	2011	2012	2011	2012	2011	
4.30	4.72	0.42	0.33	4.81	1.98 ab	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים ללא דישון
4.33	4.17	0.39	0.27	4.90	2.16 ab	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים עם דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')
4.21	4.18	0.42	0.27	4.87	1.55 b	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות חצי בשל
4.30	4.65	0.38	0.34	4.77	1.72 ab	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות בשל
4.33	4.14	0.42	0.29	4.81	1.78 ab	ביקורת ללא דשן
4.35	4.29	0.44	0.35	4.87	2.3 a	דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')

טבלה 9 : יבול ואיכות תחמיץ בחיטה ב- 2011 – 2012.

% חלבון		ק"ג/ד' תחמיץ		טיפול
2012	2011	2012	2011	
7.2	5.9	723	897	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים
7.85	7.1	899	1025	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים עם דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')
6.59	5.2	767	725	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות חצי בשל
6.45	6.2	750	701	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות בשל
6.33	5.3	667	794	ביקורת ללא דשן
6.56	7.0	869	863	דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')

טבלה 10 : יבול ואיכות גרגירי חיטה, ב 2011-12.

% חלבון		משקל הקטוליטר		יבול ק"ג/ד'		טיפול
2012	2011	2012	2011	2012	2011	
12.8 ab	12.6 b	80.2	82.2	500	521	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים
13.5 a	14.6 a	79.9	81.5	599	530	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים עם דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')
12.1 b	11.3 c	80	83.6	476	503	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות חצי בשל
12.0 b	11.6 bc	81.2	82.5	515	496	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות בשל
11.9 b	11.4 c	81.1	84.7	380	443	ביקורת ללא דשן
13.73 a	13.3 ab	79.3	81.4	515	559	דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')

טבלה 11 : יבול קטניות (בקיה + תלתן) ואיכות 2013.

% חלבון	יבול שחת 2013	טיפול
21.9	480	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים
23.1	394	5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים עם דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')
23.9	423	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות חצי בשל
22.1	458	5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות בשל
21.1	408	ביקורת ללא דשן
23.6	307	דישון מסחרי (8 ק"ג N/ד')

טבלה 12: השינוי ביבול ובקליטת מינרלים בשלוש שנות הניסוי במולדת 2010-13 (שנתיים ראשונות חיטה ושנה שלישית קטניות).

טיפול	ביומסה 'ק"ג/ד' 13 - 2011	שינוי ביבול 'ק"ג/ד' מעבר לביקורת 2010-13	ס"ה תוספת קליטת חנקן בביומסה (מעבר לביקורת) 'ק"ג/ד' 2010-13	ס"ה תוספת קליטת זרחן בביומסה (מעבר לביקורת) 'ק"ג/ד' 2010-13	ס"ה תוספת קליטת אשלגן בביומסה (מעבר לביקורת) 'ק"ג/ד' 2010-13
5 מ"ק/ד אשפת ערים	2100	231	6	0.8	4.3
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	2287	418	9.5	0.6	9.7
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	1840	-29	0.5	0.3	0.7
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	1908	39	3.6	0.5	4.4
ביקורת (0)	1869	0	0	0	0
8 ק"ג N/ד	2039	170	2	0.3	0.5

מסקנות

- התרומה של קומפוסט עירוני ליבול ולאיכות הגידולים במחזור תלת שנתי הייתה יותר גדולה מאשר קומפוסט חקלאי, אם כי לא בצורה מובהקת.
- השינוי במליחות תמיסת הקרקע או ריכוז החנקות בקרקע לאחר יישום קומפוסט עירוני או חקלאי הייתה קטנה ולא משמעותית מבחינה חקלאית או פוטנציאל לזיהום מי תהום.
- התרומה של קומפוסט חקלאי להגדלת ריכוזי זרחן ואשלגן בקרקע הייתה גבוהה יותר מאשר קומפוסט עירוני. השינוי בריכוז האשלגן בקרקע במיצוי היה קטן בגלל סוג הקרקע (ורטיסול) בעל תכולה גבוהה של חרסית, מעל 50%.
- חיזוי זמינות החנקן מקומפוסט עירוני או חקלאי על בסיס פרמטרים כימיים, % חנקן כללי או ריכוז חנקן מינרלי או יחס C/N, היה לא טוב, בעוד החיזוי על בסיס אינקובציה ארוכה של חומר אורגני בקרקע היה תואם לתוצאות הניסוי.
- חיזוי זמינות זרחן ואשלגן מקומפוסט עירוני וחקלאי על בסיס פרמטרים כימיים, % זרחן ו- % אשלגן היה טוב.

בחינת התרומה של קומפוסט אשפת ערים במחזור פלחה ברמות מנשה, 2010-13

מטרות הניסוי:

- א. בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים לטיוב קרקע בגידולי שדה.
- ב. בחינה של התרומה של קומפוסט אשפת ערים כתחליף לדשן מינרלי בגידולי שדה.
- ג. בחינה של השלכות הסביבתיות ליישום קומפוסט אשפה עירונית, (שטיפת חנקות והצטברות מתכות כבדות בקרקע, וטוקסיים לצמחים).

שיטות וחומרים

הניסוי התקיים בחלקת פלחה מערבית לקיבוץ רמות מנשה. החלקה עובדה כמקובל בדיסק כבד והחלקה אחת לקראת תחילת הניסוי בשנת 2010, וסומנה לפי טיפולים. בשנה השנייה והשלישית החלקה נזרעה בשיטת אי פליחה (ללא עיבוד). הקרקע בחלקת הניסוי הייתה רדודה מאד כ- 20 ס"מ בלבד. הקרקע סיין חרסיתית (רנדזינה) עם אחוז גיר וחומר אורגני גבוה המאפיין אזורים הרריים ולחים בישראל, טבלה 1. מליחות הקרקע לקראת פיזור הזבלים בחלקת הניסוי הייתה נמוכה וזמינות החנקן וזרחן בקרקע הייתה גבוהה במיוחד, בעוד שזמינות האשלגן הייתה נמוכה, טבלה 2. חלקת הניסוי סומנה כמקובל עם ארבע חזרות ובמבנה של אקראיות גמורה לקראת פיזור הזבלים והדשן לפי תוכנית הניסוי (תוכנית הניסוי זהה לתוכנית הניסוי במולדת). גודל החלקות בניסוי היה 48 מטר מרובע (4 מ' רוחב ו- 12 מ' אורך). הזבלים והדשן פוזרו ידנית ב- 23.11.10 לקראת הניסוי בשנה הראשונה בהתאם לתוכנית והוצנעו בדיסק קל, בשנה השנייה והשלישית הוסף רק חנקן מינרלי בהתאם לתוכנית. חלקת הניסוי נזרעה בשנה הראשונה לניסוי ב- 21.12.10 בתערובת של תלתן תבור ובקיה כמקובל ובשנה השנייה לניסוי בשיבולת שועל (ש"ש) מהזן סאיה 4 במזרעת אי פליחה ייעודית ב- 02.12.12, ובשנה השלישית נזרעה חיטה מהזן גדרה ב- 21.11.12. התחזוקה והטיפול האגרוטכני בחלקת הניסוי הייתה כמקובל במשק. כמות המשקעים השנתית המצטברת בחלקת הניסוי 2010-11, 2011-12, 2012-13 הייתה 645, 650, 660 מ"מ, בהתאמה.

במהלך הניסוי נלקחו צמחים שלמים במחזור הדגן מכל חלקות הניסוי בגיל שלושה-חמישה עלים לבדיקת ריכוז חנקן במיצוי מימי. כמו כן, נלקחו דגימות קרקע לאיפיון הקרקע ולתכולת מינרלים בקרקע לקראת תחילת הניסוי בסתיו 2010, ובאביב לקראת סוף כל גידול לבדיקת ריכוז המינרלים בתמיסת הקרקע בכל הטיפולים והחזרות.

תערובת הקטניות במחזור הגידול הראשון נקצרה לשחת ב- 17.04.11 כמקובל ע"י מקצרה ברוחב 1.2 מ' שקצרה בניצב לחלקות (אורך 4 מ'), בשנה השנייה נקצרה שיבולת שועל לשחת ב- 24.04.12 באותה שיטה, ובשנה השלישית החיטה נקצרה ב- 8.05.13 לגרעינים בקומביין ייעודי לניסויים לאורך החלקה. איכות, ריכוז וכמות מינרלים בשחת או בגרעינים נבדק כמקובל במעבדת שרות שדה, נוה יער.

ניתוח סטטיסטי נעשה באמצעות תוכנת jmp 5.1 . מובהקות סטטיסטית נבדקה ב- ANOVA חד-גורמי, וההבדל בין טיפולים נבדק במבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות $\alpha < 0.05$. בכל המדדים שנבדקו, ואשר מוצגים בטבלאות, העדר אות ליד הממוצעים בטור או הופעה של אותה אות מציין כי ההבדל בין הממוצעים של הטיפולים לא היה מובהק סטטיסטית.

בניסוי היו שישה טיפולים ובארבע חזרות שנבחרו באקראיות גמורה. להלן רשימת הטיפולים בניסוי :

1. 5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים ללא דישון, (הקומפוסט הוצנע לקראת שנה ראשונה בלבד 2010) .
2. 5 מ"ק/ד' קומפוסט אשפת ערים עם דישון מסחרי (8 ק"ג/ד' חנקן) , (הקומפוסט הוצנע לקראת שנה ראשונה בלבד 2010, וחנקן לקראת זריעה בכל אחד ממחזור הניסוי בסתיו 2010 - 2012) .
3. 5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות חצי בשל ולא מנופה, (הקומפוסט הוצנע לקראת שנה ראשונה בלבד 2010) .
4. 5 מ"ק/ד' קומפוסט בקר/עופות בשל ומנופה, (הקומפוסט הוצנע לקראת שנה ראשונה בלבד 2010) .
5. ביקורת ללא דישון או זיבול.
6. דישון מסחרי (8 ק"ג/ד' חנקן ביסוד), לקראת זריעה בכל שנה, 2010, 2011 ו- 2012.

טבלה 1 : טכסטורה של הקרקע.

עומק	% גיר	% חול	% סילט	% חרסית	% ח. אורגני	% אבנים
0-20	28.7	17.1	29	53.9	5.12	11.5

טבלה 2 : ריכוז המינרלים בחתך הקרקע לקראת תחילת הניסוי (סתיו 2010)

עומק	SP %	pH	EC dS/m	Cl mg/l	Na meq/l	Ca Mg meq/l	N-NO3 mg/l	P ppm	K mg/l
0-30	75.7	7.7	0.86	50	1.6	9.6	39	69.6	6.2

תוצאות

מליחות תמיסת חתך הקרקע לאחר שלוש עונות (שנים) מיישום הקומפוסטים הייתה נמוכה עד בינונית, ללא קשר ליישום הקומפוסט, פחות מ- 0.8 dS/m , כאשר ההבדלים במליחות תמיסת הקרקע בסוף כל גידול לא הושפעו מהטיפול וההבדלים בין השנים היו קטנים. התכולה הטבעית הגבוהה של חומר אורגני בקרקע תרמה כנראה למליחות של הקרקע לרמות שלא מהוות מגבלה לכל גידול חקלאי מקובל, טבלה 3. ערכי ה-SAR של תמיסת הקרקע (בעיסה רוויה) באביב בכל שנות הניסוי ושאר מרכיבי המליחות היו נמוכים בכל הטיפולים, במיוחד ריכוז כלוריד, ולא היוו מגבלה לכל גידול תרבותי המוכר בישראל, טבלה 3. כמו כן, פיזור קומפוסט חקלאי או עירוני לא השפיעו באופן מובהק על ריכוז המתכות הכבדות בקרקע באביב 2011, טבלה 4. פיזור והצנעה של קומפוסט חקלאי תרמה להכפלת ריכוז זרחן ואשלגן זמין בקרקע בעוד שהתרומה של קומפוסט עירוני הייתה שולית, טבלה 5. ריכוז החנקות באביב בחתך הקרקע באביב בכל שנות הניסוי היה נמוך מאד בכל הטיפולים כולל דישון מינרלי, כנראה בגלל כמות הגשם הגבוהה ששטפה את עודפי החנקות, מעל 600 מ"מ/שנה, או בגלל קרקע רדודה ($0 - 20 \text{ ס"מ}$), או בגלל שיחרור מוגבל של חנקות מהחומר האורגני או שילוב של כל הגורמים לעיל, טבלה 5.

אחוז החנקות בצמחי החיטה (3 עלים) בשנה השלישית מיישום קומפוסט עירוני או חקלאי היה יותר גבוה מאשר בביקורת ללא דישון, למרות שריכוז החנקות בקרקע בסוף גידול לא הושפע מיישום הקומפוסטים, טבלה 6. צמחי החיטה הצעירים ללא דישון או זיבול היו חיוורים וקטנים יותר מאשר בשאר הטיפולים. ההבדלים החזותיים של הצמחים בין הטיפולים השונים הצטמצם ככל שחלף הזמן.

היבול בביקורת (ללא זיבול או דישון) בשלושת שנות הניסוי היה הנמוך ביותר ללא קשר לסוג הגידול, טבלאות 7 – 10. בעוד שהיבול הממוצע בטיפול עם קומפוסט עירוני בשלושת שנות הניסוי היה דומה לקומפוסט חקלאי. בכל מקרה תוספת של דישון חנקני לקומפוסט העירוני בגידול דגניים, למעט בקטניות, תרמה ליבול. ניתן להניח שהתרומה של 5 מ"ק קומפוסט עירוני ובמיוחד קומפוסט חקלאי חצי בשל כתחליף לדישון חנקן מינרלי הייתה מוגבלת ומחייבת השלמה של דישון מינרלי ביסוד (או במהלך הגידול).

יבול שחת (חומר יבש) של שיבולת שועל (ש"ש) הגבוה ביותר בניסוי, בשנת 2012, היה שילוב של קומפוסט אשפת ערים ודישון חנקני ביסוד, כאשר היבול בקומפוסט אשפת ערים ששולב בדשן חנקני ביסוד בכל שנה ובביקורת ללא זיבול או דישון היה 617, 366 ק"ג/ד', בהתאמה, טבלה 8. כמו כן, יבול השחת של ש"ש בקומפוסט אשפת ערים עם וללא דישון חנקני היה 617, 453 ק"ג/ד', בהתאמה. היבול בקומפוסט חקלאי חצי בשל ובשל היה 508, 418 ק"ג/ד', בהתאמה. בעוד שהיבול של שחת ש"ש מדישון חנקני בלבד ביסוד ובביקורת ללא זיבול או דישון היה 498, 366 ק"ג/ד' בהתאמה. ההבדלים ביבול של גרגירי חיטה בשנה העוקבת, 2013, כתוצאה מזיבול או דישון היו קטנים, אם כי היבול בביקורת ללא דישון או זיבול היה כאמור הנמוך ביותר, טבלה 9. כאשר היבול של דישון חנקני ביסוד בלבד היה לפחות 50 ק"ג/ד' יותר גבוה מאשר בטיפול הזיבול השונים. היבול המצטבר של חומר יבש בשלושת שנות הניסוי היה הגבוה ביותר בטיפולים של דישון חנקני ביסוד עם וללא זיבול 1341, 1279 ק"ג/ד', בהתאמה, טבלה 10. בעוד שהיבול המצטבר בטיפולי קומפוסט

עירוני וחקלאי היה נחות יותר מאשר טיפולי הדישון עם וללא קומפוסט, אבל גבוה יותר מאשר בביקורת ללא דישון וזיבול, טבלה 10.

ס"ה חנקן שנקלט בביומסה בשלושת שנות הניסוי והורחקו ע"י הביומסה מהשדה היה בחלקות המדושנות בחנקן מינרלי בכל שנה ובביקורת ללא דישון או זיבול 26.7, 20.7 ק"ג/ד', בהתאמה, בעוד שכמות החנקן באותם טיפולים שהורחקו מהשדה ע"י הדגניים בלבד (ללא הקטניות) היה 15.2, 10.7 ק"ג/ד', בהתאמה. בכל מקרה כמות החנקן שנקלטה כתוצאה מדישון מינרלי הייתה נמוכה יחסית כ- 4.5 – 6.0 ק"ג מתוך 24 ק"ג חנקן לדונם שפוזר לקראת כל גידול בסתיו. כמות החנקן שנקלטה בביומסה בשלושת שנות הניסוי כתוצאה מפיזור חד פעמי של קומפוסט עירוני או חקלאי היה 23.8- 25.8 ק"ג/ד' או כ- 2.1- 5.8 ק"ג/ד' מעבר לביקורת ללא דישון או זיבול, טבלה 10.

התרומה של חנקן כתוצאה מפיזור קומפוסט עירוני או חקלאי חצי בשל ובשל הייתה נמוכה ופחות מצורכי הגידול, למרות שבדיקות המעבדה הצביעה על כמות גדולה יחסית מעל 1.2% של חנקן אורגני, טבלה 1. השינוי בריכוז החנקן בקרקע או בביומסה או בצמחים הצעירים כתוצאה מפיזור קומפוסט היה קטן יחסית. אין ספק שזמינות החנקן הייתה הגורם המגביל לקבלת יבולים יותר גבוהים. יחד עם זאת התרומה של פיזור קומפוסט מכל סוג שהוא בניסוי תרם ליבול, כנראה מעבר לזמינות החנקן, הן כתוצאה משיפור זמינות הזרחן או האשלגן, או משיפור פוריות קרקע.

סיכום

- קומפוסט עירוני בשל לא נפל מקומפוסט חקלאי חצי או בשל.
- יישום של 5 מ"ק קומפוסט אשפת ערים בשל או קומפוסט חקלאי לא גרמה להצטברות של חנקות או מלחים שסיכנו את הגידול או את מי תהום בחתך הקרקע.
- התרומה של יישום קומפוסט אשפת ערים או חקלאית על מרכיבי יבול ואיכות באה לידי ביטוי גם בשנה השנייה מיישום של 5 מ"ק/ד'.
- יישום חד פעמי של 5 מ"ק/ד' של קומפוסט אשפת ערים או חקלאית כתחליף לדישון חנקן מינרלי בפלחה הייתה מוגבלת וחלקית ומחייבת השלמה בדישון מינרלי. אותה כמות של קומפוסט חקלאי היתה אף נמוכה יותר ובמיוחד קומפוסט חקלאי חצי בשל.
- יישום חד פעמי של 5 מ"ק/ד' קומפוסט חקלאי במחזור פלחה משמש כתחליף מלא לזרחן ואשלגן בעוד שהתרומה של קומפוסט עירוני יכול להוות כתחליף לזרחן וחלקי לאשלגן.
- חיזוי זמינות החנקן מקופוסט עירוני או חקלאי על בסיס פרמטרים כימיים, % חנקן כללי או ריכוז חנקן מינרלי או יחס C/N, היה לא טוב, בעוד החיזוי על בסיס אינקובציה ארוכה של חומר אורגני בקרקע היה תואם לתוצאות הניסוי.

- חיזוי זמינות זרחן ואשלגן מקומפוסט עירוני וחקלאי על בסיס פרמטרים כימיים, % זרחן ו- % אשלגן היה טוב.

טבלה 3 : מליחות תמיסת הקרקע לקראת סוף גידול (אביב) בשכבת החריש (0-20 ס"מ), 2011 - 2013.

SAR			ריכוז כלוריד בתמיסת הקרקע מ"ג/ל'			מליחות EC ds/m			טיפול
2013	2012	2011	2013	2012	2011	2013	2012	2011	
0.42	0.81b	0.58 b	24.9	50.6	32.0	0.73	0.73	0.72	5 מ"ק/ד אשפת ערים
0.39	0.86 ab	0.48 b	25.7	39.1	22.2	0.65	0.69	0.74	5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N
0.43	1.01 ab	0.86 a	31.1	52.4	19.5	0.74	0.93	0.69	5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל
0.41	1.35 a	0.87 a	21.3	68.2	21.3	0.80	1.10	0.86	5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל
0.40	0.72 b	0.37 b	16.0	45.3	19.5	0.69	0.87	0.73	ביקורת (0)
0.32	0.65 b	0.42 b	32.0	47.9	22.2	0.68	0.73	0.72	8 ק"ג N/ד

טבלה 4 : ריכוז מתכות כבדות בקרקע (מיצוי ב- EDTA) בשכבת חריש, אביב 2011.

Co mg/kg	Cr mg/kg	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	טיפול
0.00	0.00	0.0	1.7	3.4	17.7	2.7	3.9	5 מ"ק/ד אשפת ערים
0.00	0.00	0.0	1.7	3.2	13.7	2.7	3.7	5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N
0.00	0.00	0.0	1.7	3.3	15.6	2.9	3.5	5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל
0.00	0.00	0.0	1.6	2.9	13.8	2.9	3.0	5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל
0.00	0.00	0.0	1.7	3.4	9.9	2.2	2.8	ביקורת (0)
0.00	0.00	0.0	1.7	3.3	18.6	2.2	4.8	8 ק"ג N/ד

טבלה 5 : ריכוז מקרואלמנטים (K-P-N) בקרקע ב- 0-20 ס"מ באביב 2011-13.

ריכוז K meq/l			ריכוז P מ"ג/ק"ג (אולסן)			ריכוז N-NO3 מ"ג/ק"ג			טיפול
2013	2012	2011	2013	2012	2011	2013	2012	2011	
0.10 b	0.16 ab	0.12 bc	22.6	32.0 bc	40.5	3.0 ab	3.1	6.3	5 מ"ק/ד אשפת ערים
0.08 b	0.13 b	0.11 bc	22.5	28.8 bc	42.6	5.2 a	3.1	7.7	5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N
0.21 a	0.28 ab	0.14 ab	43.9	51.8 ab	49.2	2.3 b	9.6	5.4	5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל
0.22 a	0.44 a	0.28 a	40.0	57.1 a	71.3	4.2 ab	3.9	6.4	5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל
0.08 b	0.13 b	0.10 c	24.6	26.7 c	43.1	4.6 ab	3.1	6.9	ביקורת (0)
0.08 b	0.14 b	0.10 bc	20.3	26.3 c	38.3	4.8ab	3.5	6.4	8 ק"ג N/ד

טבלה 6 : אחוז החנקות (NO3) בצמחי הדגן במחזור (חיטה, ש"ש) בגיל 3 – 4 עלים.

טיפול	% חנקת בצמח בגיל 3 עלים חיטה, 2013	% חנקת בש"ש בגיל 4 עלים ש"ש, 2012
5 מ"ק/ד אשפת ערים	1.34 ab	1.79
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	2.12 a	1.86
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	1.35 ab	1.87
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	1.33 ab	1.81
ביקורת (0)	0.52 b	1.86
8 ק"ג N/ד	1.32 ab	1.73

טבלה 7 : יבול ואיכות תלתן+בקיה, רמות מנשה 2011

טיפול	ק"ג/ד' שחת תלתן+בקיה	% N	% חלבון	% P	% K
5 מ"ק/ד אשפת ערים	422	3.08	19.2	0.33	1.46 bc
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	397	2.70	16.8	0.28	1.16 c
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	421	2.77	17.3	0.29	2.31 ab
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	379	2.90	18.1	0.31	2.46 a
ביקורת (0)	350	2.88	18.0	0.31	1.04 c
8 ק"ג N/ד	398	2.88	17.9	0.30	1.01 c

טבלה 8 : יבול ואיכות שחת שיבולת שועל סיאה 4, רמות מנשה 2012

טיפול	יבול ק"ג ד'	% N	% חלבון	% P	% K
5 מ"ק/ד אשפת ערים	453 b	1.42	8.9	0.25	1.36
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	617 a	1.22	7.6	0.23	1.24
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	508 ab	1.31	8.2	0.23	0.99
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	418 ab	1.30	8.1	0.22	1.10
ביקורת (0)	366 b	1.20	7.5	0.24	1.27
8 ק"ג N/ד	498 ab	1.27	7.9	0.22	1.28

טבלה 9 : יבול ואיכות גרעיני חיטה (גדרה), רמות מנשה 2013.

טיפול	ק"ג/ד'	הקטוליטר	% N	% חלבון	% P	% K
5 מ"ק/ד אשפת ערים	290	79.65	2.32	14.48	0.55	0.58
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	327	77.60	2.55	15.93	0.53	0.57
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	293	80.75	2.42	15.10	0.56	0.57
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	315	81.20	2.38	14.83	0.54	0.58
ביקורת (0)	268	79.30	2.39	14.90	0.54	0.56
8 ק"ג N/ד	382	79.55	2.32	14.48	0.50	0.50

טבלה 10 : יבול חומר יבש ק"ג/ד' בשלושת שנות הניסוי 2011 – 2013, רמות מנשה.

טיפול	תלתן+בקיה 2011	ש"ש 2012	חיטה* 2013	ס"ה ק"ג חומר יבש/ד'
5 מ"ק/ד אשפת ערים	422	453 b	290	1164
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	397	617 a	327	1341
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	421	508 ab	293	1222
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	379	418 ab	315	1112
ביקורת (0)	350	366 b	268	984
8 ק"ג N/ד	398	498 ab	382	1279

* משקל חומר יבש של החיטה היה רק של הגרגירים ללא הקש.

טבלה 11 : יבול חנקן ק"ג/ד' (בביומסה) בשלושת שנות הניסוי 2011 – 2013, רמות מנשה.

טיפול	תלתן+בקיה 2011	ש"ש 2012	חיטה 2013	ס"ה N ק"ג ד'	דגן - 2012-13
5 מ"ק/ד אשפת ערים	12.7	6.4	6.7	25.8	13.1
5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N	10.5	7.5	8.4	26.3	15.9
5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל	11.7	6.8	7.1	25.5	13.9
5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל	10.8	5.5	7.5	23.8	13.0
ביקורת (0)	9.9	4.3	6.4	20.7	10.7
8 ק"ג N/ד	11.5	6.3	8.9	26.7	15.2

טבלה 12 : יבול זרחן ק"ג/ד' (בביומסה) בשלושת שנות הניסוי 2011 – 2013, רמות מנשה

ס"ה ק"ג P/ד'	חיטה 2013	ש"ש 2012	תלתן+בקיה 2011	טיפול
4.3	1.6	1.4	1.3	5 מ"ק/ד אשפת ערים
4.2	1.7	1.3	1.1	5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N
4.2	1.6	1.3	1.2	5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל
4.2	1.7	1.3	1.2	5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל
3.8	1.4	1.3	1.1	ביקורת (0)
4.4	1.9	1.2	1.2	8 ק"ג N/ד

טבלה 13 : יבול אשלגן ק"ג/ד' (בביומסה) בשלושת שנות הניסוי 2011 – 2013, רמות מנשה

ס"ה ק"ג K/ד'	חיטה 2013	ש"ש 2012	תלתן+בקיה 2011	טיפול
15.2	1.69	7.67	5.82 b	5 מ"ק/ד אשפת ערים
13.2	1.87	6.96	4.39 b	5 מ"ק/ד אשפת ערים + 8 ק"ג N
16.9	1.67	5.55	9.68 a	5 מ"ק/ד' קומפוסט חצי בשל
17.3	1.83	6.19	9.25 a	5 מ"ק/ד' קומפוסט בשל
12.2	1.50	7.13	3.60 b	ביקורת (0)
13.2	1.91	7.21	4.04 b	8 ק"ג N/ד

השפעת השימוש בקומפוסט אשפת ערים על יבול תירס וחיטה לתחמיץ – צב"ר קמ"ה 2011-2013.

פנחס פיין, אריה בוסק, מנחם אליה.

תקציר

שימוש בקומפוסט אשפת ערים מופרדת במקור בגד"ש מיועד להחליף תשומות של דשנים כימיים, והוא עשוי לתרום לטיוב קרקעות ולמזעור נגר וסחף. תרומת היסודות עשויה להיות משמעותית מאחר שחלק מהגיידולים נמצא על סף הרווחיות והדישון בהם לוקה בחסר, מה שגורם להפחתה ביבולים ולדלדול של הקרקעות (ולסחף מואץ). במשך 3 שנים בדקנו את תרומתו לגד"ש של הקומפוסט לעיל בגידול מסחרי של תירס (בהשקיה במי-קולחים) וחיטה לתחמיץ בשדה על קרקע ורטיסול (חרסיתית) בקיבוץ רבדים, בחלקות של 72 מ"ר כ-6 חזרות בבלוקים באקראי. מטרות המחקר היו לכמת את זמינות יסודות ההזנה ובעיקר החנקן, ולגבש המלצות לחקלאים.

הקומפוסט פוזר ביד באביב של שלוש שנות הניסוי (2011-2013) בעומס שקול ל-50 ק"ג חנקן כליל/דונם. בעומס זה היו 2 טיפולים: האחד ללא תוספת דשן חנקני כלל, והשני עם תוספת של 15 יחידות חנקן בראש. טיפול קומפוסט נוסף ללא דשן היה במנה גדולה פי שלוש שפוזרה פעם אחת ב-2012. היו 2 טיפולי היקש: ללא כל דשן ועם דשן מסחרי (25 יחידות חנקן), ודישון ב-P ו-K לפי הצורך.

בשנה הראשונה והשנייה הפוריות השאריתית של הקרקע הייתה גבוהה, וזה התבטא בכך שבשנה הראשונה לא היו כל הבדלים בין הטיפולים, ובשנה השנייה היו אמנם ההבדלים משמעותיים ומובהקים, אולם רק בהשוואה לטיפול ההיקש ללא דשן. עם זאת, ללא דשן חנקני בראש בטיפולי הקומפוסט כלל קליטת החנקן והאשלגן הייתה נמוכה יחסית להיקש המסחרי (צמחי השנה השלישית נמצאים עדיין בבדיקה). קליטת הזרחן בצמחים הייתה דומה בכל הטיפולים. מבין הגורמים הנבדקים, החנקן היה הגורם שהגביל את היבול הצמחי. דליפת חנקות הייתה מזערית (וכן אשלגן וזרחה) ודומה בכל הטיפולים.

נראה לפיכך, כי (א) יישום הקומפוסט לפי 50 ק"ג N כליל/ד' יאפשר לחסוך את דישון היסוד (10 יחידות חנקן; זרחן ואשלגן לפי הצורך); עם זאת, (ב) מנה זאת אינה מספקת ככל הנראה לשימור פוריות הקרקע לאורך זמן.

תיאור מקיף של הפעלת המחקר ב-2011 וב-2012

הרכב הקומפוסט

נבדק קומפוסט מאשפת ערים מופרדת במקור (טבלה 1; מדדים החסרים עדיין נמצאים בבדיקה). מקור הקומפוסט בשנה הראשונה היה קיבוץ גלעד, ויש לנו ביטחון באיכות החומר ובמקורו. עם זאת, חומר זה אינו מייצג טוב של אשפת ערים. בשתי השנים הבאות הקומפוסט היה מאתר הקומפוסט של ויאוליה בטובלן. ניתן לראות, הבדלים משמעותיים בהרכב הכימי של הקומפוסטים: ראשית, תכולת הפחמן האורגני בקומפוסטי טובלן גבוהה יחסית אך תכולת החנקן דומה, ולכן יחס C/N עולה באחרונים. מקור התופעה יכול להיות בקומפוסטציה לא מלא או, סביר יותר, במרכיבים אורגניים פחות פריקים ודלי חנקן (נייר, קרטון, ניילון, פלסטיק). בקומפוסטי טובלן היה גם ריכוז גבוה באופן משמעותי (עד פי 5-10 יותר) של יסודות קורט ומתכות כבדות מסוימים: נחושת, קדמיום, עופרת ואבץ.

ניסוי השדה

הניסוי מבוצע בקיבוץ רבדים (חלקה 20, קרקע ורטיסול) במחזור שלחין (תירס) ובעל (חיטה). שטח הניסוי חולק ל-5 טיפולים ב-6 בלוקים (באקראי), כל חלקה בשטח 72 מ"ר. הטיפולים הם כלהלן (טבלה 2): ארבעה טיפולי היקש במשטרי דישון שונים (ללא דשן, דשן יסוד בלבד (10 ק"ג N/ד'), דשן ראש בלבד (21 ק"ג N/ד'), דישון משקי מלא (31 ק"ג N/ד') (היישום בפועל היה שונה מהמתוכנן), טיפולי זיבול בבמס"א, קומפוסט בוצה, בוצה מעוכלת וקומפוסט אשפת ערים, כל זבל ב-3 טיפולים: (א) יישום במינון שקול ל-50 ק"ג N/ד' ללא דשן ראש, (ב) כנ"ל + 21 ק"ג N/ד' בראש, (ג) זבל במנה שקולה ל-150 ק"ג N/ד' ללא דשן ראש. היישום במנה הנמוכה חוזר מידי אביב, היישום הגבוה ניתן פעם ב-3 שנים. יישום הזבלים היה ביד, באמצעות אשפתונים בנפח 50 לי' (טבלה 2), הבוצות פוזרו על הקרקע במגרפות והוצנעו בדיסק כבד (תמונות 1 ו-2). טיפולי ההיקש (לבד מטיפול מס' 1) קיבלו דישון יסוד (K, P) לפי בדיקות קרקע לפני כל עונת גידול. ההשקיה הייתה במי-קולחים שהוסיפו עוד כ-2.5 ק"ג N/ד'.

בקורות בניסוי השדה:

קרקע: לפני הניסוי נדגמה הקרקע ב-12 חזרות (דיגום שנפרש בדגם W בשטח החלקה) עד לעומק 1.8 מ'. נבדקו התכולות הכלליות של הפחמן והחנקן האורגניים והזרחן הכללי ומרכיביהם המינרליים והאשלגן הזמין. בכל שנה הקרקע נדגמה פעמיים לעומק 60 ס"מ: לאחר יישום הזבלים ואחרי הקציר. ב-2012 הדיגום היה ל-2 מ' (מאי 2012) ול-3 מ' (בסוף אוגוסט, לאחר הקציר). במדגמים נבדקו ריכוזי האמון והחנקן (במיצוי KCl), זרחה ואשלגן (מיצוי דו-פחמה). בחלק מהמועדים נבדקו גם מיצויים מימיים ובמיצויים ב-CaCl₂. אלה שמשו לבדיקת pH, EC, אשלגן, זרחן ויסודות קורט ומתכות כבדות.

צמח: צמחי תירס נדגמו בסוף כל עונת גידול החל מהעונה השנייה (2012). היו גם דיגומים להערכת קצב הצמיחה ולחיזוי זמינות החנקן אך עליהם לא נדווח כאן. בסיום עונת התירס, נקצרו הצמחים לאורך 5 מ'

שורה בערוגה המרכזית. הצמחים נספרו, הופרדו לנוף ולקלחים (שנספרו אף הם), כלל הנוף והקלחים נשקלו בשדה, ונלקחו מדגמים לקביעת המשקל היבש

טבלה 1 : הרכב הקומפוסטים מאשפת ערים בניסויים

מרכיב (בחומר היבש)	יחיד ות	קומפוס ט אשפת ערים (גלעד 2011)	קומפוסט אשפת ערים (טובלן 2012)	קומפוסט אשפת ערים (טובלן 2013)
חומר יבש	%	60		
אפר	- " -	64		
C _{Organic}	- " -	19.8	26.2	28.3
N _{Total}	- " -	1.40	1.80	1.40
C _{Org} /N _{Org}	ratio	14.6	14.7	20.1
N-NH ₄	mg/ kg	385		
P _{Total}	- " -	3,244	3,968	3,259
PO ₄ - P _(Bicarb)	- " -	546		190
PO ₄ /P _T	%	17		
N _{Total} /P _T		4.4	4.5	4.2
pH (1:5)	mg/ kg	8.03		7.3
EC (1:5)	- " -	1.4		9.3
Cl	- " -	1,050		1256
Ag	- " -	0.2	0.7	1.1
Al	- " -	17,590	12,144	7,291
As	- " -	1.2	1.5	1.1
B	- " -	29	53	42
Ba	- " -	222	140	114
Ca	- " -	85,434	84,086	62,514
Cd	- " -	0.3	1.6	3.3
Co	- " -	7.9	3.2	3.2
Cr	- " -	140	76	89

Cu	- " -	37	189	228
Fe	- " -	14,320	13,771	12,794
K	- " -	8,056	7,569	5,513
K _(Bicarbonat e)	- " -	419		
K _(Bic.) /K _T	%	5.2		
Li	mg/ kg	9.7	3.3	2.8
Mg	- " -	14,985	8,060	5,987
Mn	- " -	315	152	138
Mo	- " -	1.5	2.7	2.6
Na	- " -	3,594	5,859	6,029
Ni	- " -	69	41	61
Pb	- " -	15	77	113
S	- " -	2,191	5,232	5,438
Sn	- " -	10.3		
Sr	- " -	158	146	237
Ti	- " -	149	132	137
V	- " -	29	17.7	11.4
Zn	- " -	120	476	617

טבלה 2: הטיפולים בניסוי השדה ברבדים (פיזור הבוצות היה ידני, שטח חלקה 90 מ"ר, 6 חזרות לטיפול)

זבל יבש (ט"/ד')	זבל לח (מ"קוד')	חנקן בראש (יחידות)	חנקן בדשן/זבל ביסוד	טפול	
		ללא	ללא	ללא דשן	א
		מסחרי (15)	מסחרי (10 יח')	מסחרי מלא	ב
3.8	8.7	מסחרי (15)	50 ק"ג N/D	קומפי' אשפת ערים	ג
3.8	8.7	ללא	50 ק"ג N/D	קומפי' אשפת ערים	ד
12.1	18.6	ללא	150 ק"ג N/D	קומפי' אשפת ערים	ה

*ההשקיה הייתה במי-הקולחים ובה הוספו כ-2.5 ק"ג N/ד' לכל הטיפולים;

(80 מ"צ) ולאנליזות כימיות. הגרגרים נבדקו לאחר הפרדתם מהאשכול, והאשכול צורף לנוף ונטחן אתו לבדיקה הכימית. בגרגרים ובנוף נבדקה תכולת יסודות כללית (חנקן, זרחן, אשלגן, יסודות מאקרו אחרים, יסודות קורט ומתכות כבדות). יבולי החיטה (לתחמיץ בחורף 2012/13, דיגום בשלב דונג מאוחר) נבדקו במדגמים של 1 מ"ר שנלקחו במה שהיה הערוגה המרכזית בחלקה. נלקח מדגם לקביעת שיעור המשקל היבש. לאחר הייבוש והשקילה הכוללת הגרגרים הופרדו ידנית מהשיבולים, והם ושזרתם נשקלו בנפרד. כמו בתירס, נבדק ההרכב הכימי של הגרגרים ושל הקנים.

תוצאות ודיון

תירס לתחמיץ - עונת 2011:

עונת זו הייתה הראשונה להפעלת הינסוי התלת שנתי. מבין 5 הטיפולים לא הופעל בשנה זו הטיפול בכמות השקולה ליישום 150 ק"גוד' חנקן כללי לא בוצע בגלל מחסור בקומפוסט מתאים. יבול חומר יבש תירס לתחמיץ מוצג בטבלה 3 ובאיור 1. ניתן לראות כי היבולים ב-2011 היו דומים מאוד בכל 4 הטיפולים שנבחנו, ונעו בין 2016-2012 ק"ג חומר יבש לדונם. כך למשל היבול בטיפול הבקורת שלא קבל דישון כלל זהה ליבול בטיפול שקבל דישון כימי מלא של 25 יחידות חנקן לדונם. נראה שרמת פוריות הקרקע בעונה זאת, שנתרה לאחר גידולים קודמים, לא הגבילה את יבול התירס.

תירס לתחמיץ - עונת 2012:

בעונת 2012 היה פיזור מחודש של הקומפוסט בכל חלקות הניסוי כולל טיפול ה' (לפי 150 ק"גוד' חנקן כללי). יבול התירס לתחמיץ מוצג בטבלה 3 ובאיור 1. ההפרשים בין הטיפולים שונים במובהק רק ברמת מובהקות של 10 אחוז, וניתוח תחום מרובה בוצע לפי מבחן Student's t. במגבלות אלו ניתן לומר שהיבול בבקורת ללא דישון היה נמוך במובהק בכ-25% בהשוואה לדישון הכימי. היבולים טיפולים ג' ו- ד' שקיבלו זו השנה השנייה קומפוסט אשפת ערים בכמות השקולה ל-50 ק"ג N כלליוד' נמוכים מטיפול ב', אם כי לא

במובהק. לפיכך, נראה שקומפוסט אשפת הערים במינון זה בכמות שיושמה מגביל את היבול במידת מה, כנראה משום שהוא אינו מהווה תחליף מלא לדשן החנקני. לתוספת דישון הראש על הקומפוסט הייתה השפעה קטנה על היבול בהשוואה לקומפוסט בלבד. היבול בטיפול ה', שקיבל ב-2012 לראשונה מינון גבוה מאוד של הקומפוסט, היה דומה מאד ליבול בדישון הכימי המלא. בהנחה שהגורם המגביל היה חנקן זמין בקרקע, בטיפול זה היה די ממנו לקבלת מלוא היבול מלא.

טבלה 3: יבול חומר יבש (ק"ג/ד') של תירס לתחמיץ. בסוגריים ניתן היבול כ-% מהביקורת המסחרית (טיפול ב'). הבדיקה הסטטיסטית (תחום מרובה) ב-2011, 2012 ו-2012/13 נעשתה במבחן Student's t וב-2013 לפי Tukey-Kramer.

קוד טיפול	טיפול	תירס 2011	תירס 2012	חיטה 2012/13	תירס 2013
א	בקורת ללא דישון	2,0 16	1,695 b (76)	970 b (77)	881 b (46)
ב	ביקורת - דישון כימי מלא	2,0 21	2,228 (100) a	1,260 a (100)	1,919 a (100)
ג	קומפוסט אשפת ערים מופרדת במקור בשיעור יישום שקול להוספת 50 יח' N וד'. לתירס ניתן דישון ראש (15 יח' עם הטפטוף עד הפריחה הזכרית). הפיזור נעשה 3 פעמים, בכל אביב.	2,0 57	2,056 (92) ab	1,230 a (98)	1,774 a (92)
ד	כמו טיפול ג', ללא דישון הראש. הפיזור נעשה 3 פעמים, בכל אביב.	2,1 26	1,931 (87) ab	1,250 a (99)	1,095 b (57)
ה	קומפוסט אשפת ערים מופרדת במקור בשיעור יישום שקול להוספת 150 יח' N וד'. ללא דישון ראש. הפיזור נעשה באביב 2012 בלבד	לא נבחן	2,190 a (98)	1,280 a (102)	928 b (48)
	ערך P	0.9 6	0.092 6	0.049	0.000 1

חיטה לתחמיץ – חורף 2012-2013

לאחר 2 עונות בהן גודל בחלקה תירס לתחמיץ נזרעה חיטה לתחמיץ. המטרה הייתה לבדוק את הערך השיורי של הקומפוסט שניתן לפני תירס לתחמיץ במהלך 2 העונות שקדמו. לקראת זריעת החיטה לא יושמו חומרים בטיפולים השונים להוציא טיפול ב' בו הוספו 10 ק"ג N וד' בדשן כימי בסמוך לזריעת החיטה. ניתן

לראות (טבלה 3, איור 1) כי יבול החומר היבש בטיפולי קומפוסט אשפת הערים (עם דשן כימי או בלעדיו) דמה מאד ליבול בטיפול הביקורת המסחרית (דישון כימי חנקני מלא). היבול בכל הטיפולים לעיל היה גבוה במובהק להשוואה ליבול בטיפול הביקורת ללא כל דשן (האחרון נמוך בכ- 23% אחוז בהשוואה לטיפולים האחרים).

תירס לתחמיץ - עונת 2013 :

באביב 2013, לאחר קציר החיטה לתחמיץ, פוזר שוב קומפוסט אשפת ערים בטיפולים ג' ו- ד' במתכונת זהה לזו בה פוזר החומר לקראת זריעת התירס באביב 2011 ו- 2012. בדומה לשנים הקודמות, בטיפול ב' ניתן דישון יסוד ודישון ראש חנקניים, ובטיפול ג' הוסף דישון ראש חנקני.

תוצאות העונה השלישית (טבלה 3, איור 1) מעידות על יעילות נמוכה מאד של קומפוסט אשפת הערים (לפחות זה בו השתמשנו) בהחזרת יסודות הזנה (ובעיקר חנקן) לקרקע ובשימור פוריותה. היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפול הביקורת עם הדישון הכימי המלא (טיפול ב'), ובטיפול ג', המשלב מתן קומפוסט ביסוד עם דישון ראש חנקני בראש (טיפול ג'). האחרון היה נמוך במעט אך ההפרש אינו מובהק. לעומת זאת, היבולים בטיפול ד' (יישום קומפוסט מדי שנה ללא תוספת דשן ראש) ובטיפול ה' (יישום קומפוסט אשפת ערים במינון גבוה פי שלושה מהרגיל פעם אחת באביב 2012) היו נמוכים מאד ודומים ליבול בטיפול הביקורת שלא דושן כלל במהלך 3 השנים (טיפול א').

פילוג יסודות הזנה בחתך הקרקע :

ריכוזי חנקן מינרלי (אמון + חנקה), זרחה "זמינה פוטנציאלית לצמח" (לפי מיצוי אולסן, בנתרן דו-פחמתי) ואשלגן "חליף" (לפי מיצוי אולסן, בנתרן דו-פחמתי) בחתך הקרקע (ב-3 מקטעי עומק עד 60 ס"מ) מוצגים באיורים 2-4, בהתאמה. ניתוח סטטיסטי ראשוני לגבי כל אחד מהעומקים בנפרד הראה כי בכל אחד ממועדי הדיגום ההבדלים בין הטיפולים לא היו בדרך כלל מובהקים סטטיסטית.

סיכום:

קומפוסט אשפת ערים, גם אם הוא מיושם בכל שנה מחדש בכמות השקולה ליישום 50 ק"ג N₂O₂, אינו מהווה תחליף לדישון חנקני מסחרי (10 יחידות חנקן ביסוד ועוד 15 יחידות חנקן בראש). הקומפוסט כן עשוי להחליף את דישון היסוד אולם גם מרכיב זה לא נבחן די זמן. במינון שננקט ובתנאי גידול תירס לתחמיץ, קומפוסט אשפת הערים לא שימר את פוריות הקרקע, ועם דלדול מקורות החנקן בקרקע עצמה, יבול התירס פחת בצורה חדה, כמעט כאילו הקומפוסט לא ניתן כלל. בנוסף, בתנאי הניסוי, למינון הגבוה מאוד של הקומפוסט (פי שלושה מהמינון הרגיל) הייתה השפעה חיובית (יבול דומה לביקורת המסחרית) רק בשנה הראשונה לאחר היישום, ולא הייתה לו תרומה ליבול התירס שנזרע באביב שנה לאחר הפיזור. מאחר שבעונת הגידול הראשונה בניסוי לאף אחד מהטיפולים לא הייתה השפעה על היבול, קשה להקיש לגבי השפעת המינון הגבוה.

מעניין להיווכח שלמרות שחלקת הניסוי נמצאה במחזור בעל בשנים שלפני הניסוי, כמות יסודות ההזנה בקרקע הספיקה כדי לקבל את מלוא היבול של תירס לתחמיץ בעונת הגידול הראשונה. גם דישון כימי מלא, בכמות של 25 ק"גד' יסוד וראש, לא הגדיל את היבול.

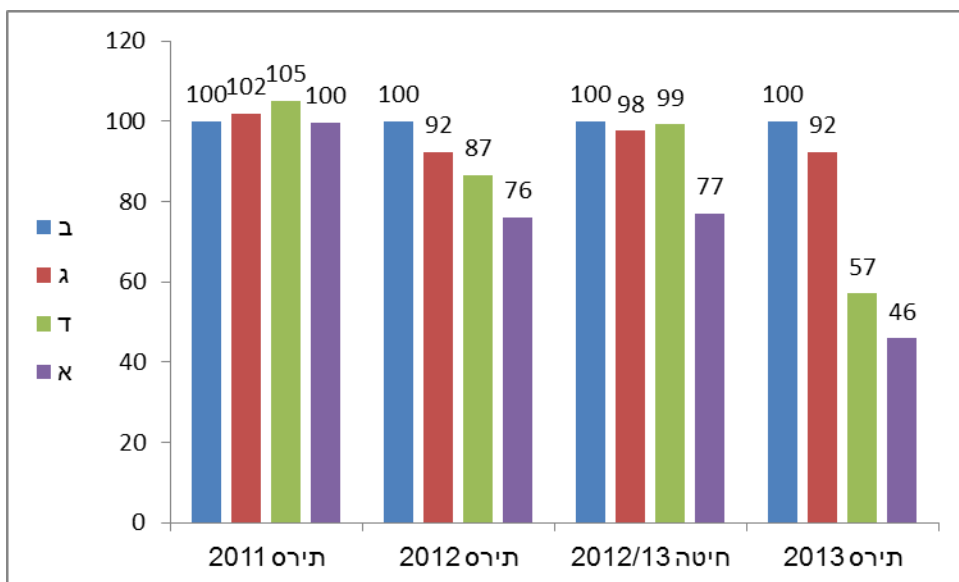
מקרא לאיורים:

איור 1: היבול הצמחי היחסי (כ- % מהביקורת המסחרית) ב-4 העונות.

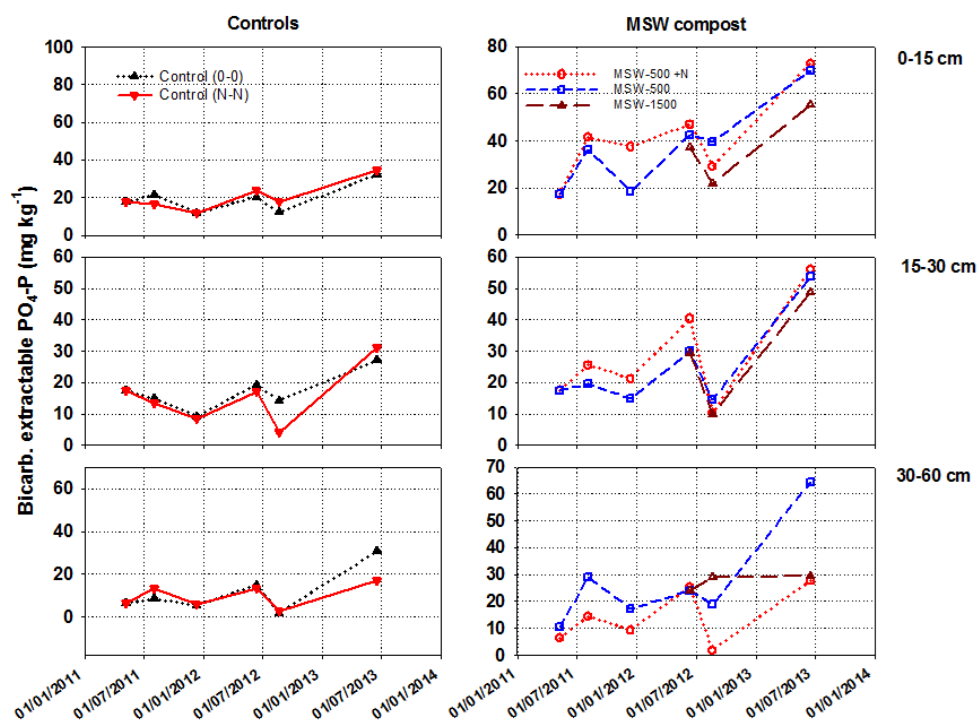
איור 2: ריכוז החנקן המינרלי (אמון וחנקה, רובו ככולו חנקה) בקרקע בשכבה 0-60 ס"מ. האיור בנוי מ-6 איורי משנה, המוצגים ב-2 טורים וב-3 שורות. בכל שורה נתונים לגבי עומק קרקע אחד (0-15 ס"מ, 15-30 ס"מ, 30-60 ס"מ), ובכל טור מוצגת קבוצת טיפולים אחת: טיפולי הביקורת ללא זבל וטיפולי קומפוסט אשפת הערים. ב-2011 היו 3 מועדי דיגום, הראשון (ב-9/5/11) היה לפני פיזור הזבלים; ב-2012 - שני מועדים: ביוני, כחודש לאחר פיזור הזבלים, ובאוגוסט (לאחר הקציר המסחרי). גם ב-2013 היו שני מועדים דומים, אך רק הראשון (שכבר נבדק) מוצג באיור.

איור 3: ריכוזי זרחן מתמצה בדו-פחמה בקרקע בשכבה 0-60 ס"מ (המשך התיאור ראה באיור 1).

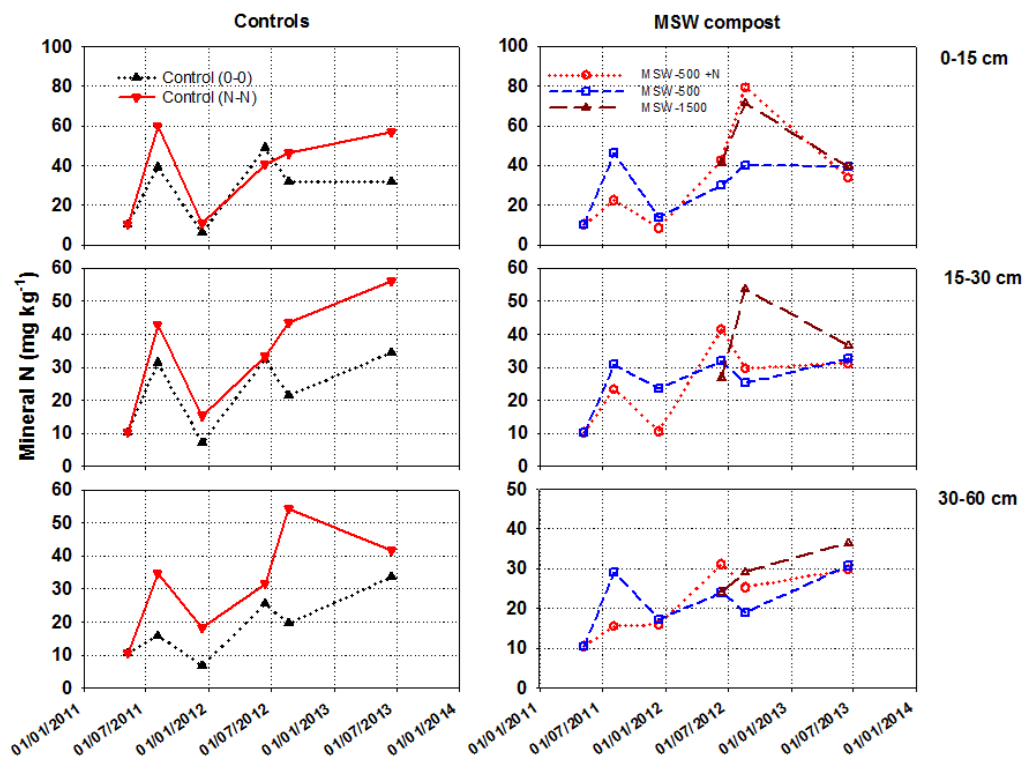
איור 4: ריכוזי אשלגן מתמצה בדו-פחמה בקרקע בשכבה 0-60 ס"מ. (המשך התיאור ראה באיור 1).



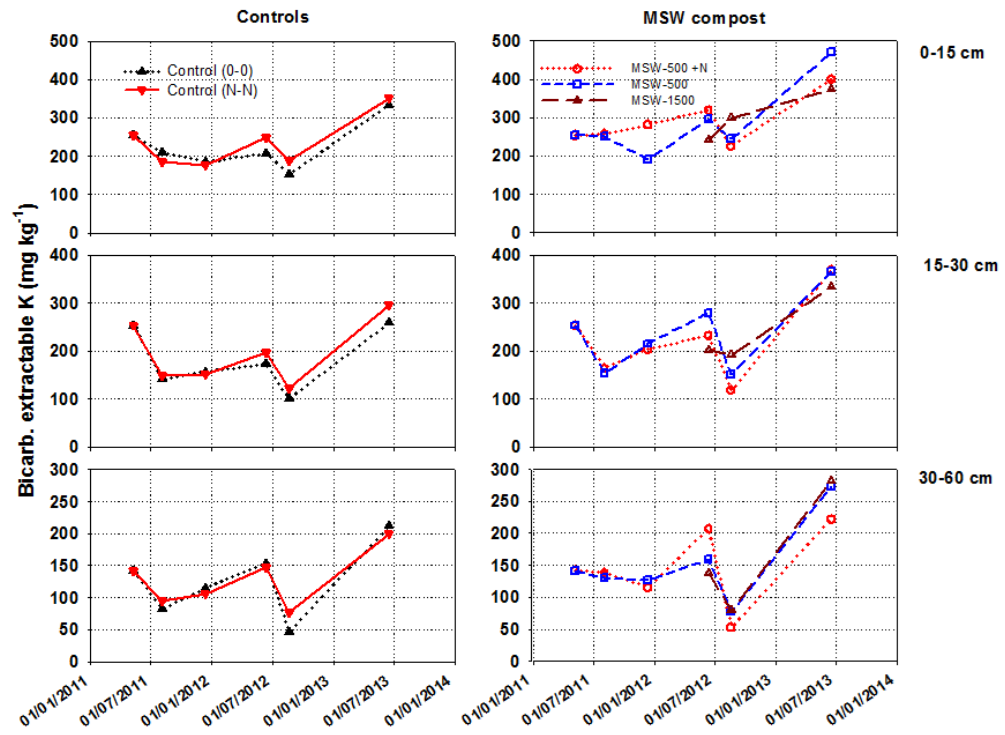
איור 1: היבול היחסי כ-% מהביקורת המסחרית ב-4 העונות



איור 2: תכולת חנקן מינרלי בחתך הקרקע בטיפול הביקורת וקומפוסט אשפת הערים



איור 3: תכולת זרחה (במיצוי דו-פחמה) בחתך הקרקע בטיפולי הביקורת וקומפוסט אשפת הערים



איור 4: תכולת אשלגן (במיצוי דו-פחמה) בחתך הקרקע בטיפול הביקורת וקומפוסט אשפת הערים

פלפל – בחינת התאמת מצעים לגידול בתעלות הזנה.

אפרים ציפליביץ, זיוה גלעד, דויד סילברמן, אורי אדלר, אליזר פליק, אחיעם מאיר

תקציר

לאור צמצום בקרקעות מתאימות לגידול פלפל בבקעת הירדן מחד ורצון להרחיב שטחים מאידך נערך מחקר שמטרתו בחינת התאמת מצעים לגידול פלפל בתעלות הזנה.

פרוט הטיפולים בניסוי 1: 1. "קומפוסט" אשפה עירונית מופרד במקור 2. קומפוסט אשפה עירונית ללא הפרדה במקור 3. קומפוסט תוצרת שדה אליהו. 4. טיפול מסחרי שבו מיושם 5 קוב לד' קומפוסט זבל בקר ביסוד סה"כ בניסוי 4 טיפולים.

תוצאות

1. קומפוסט זבל בקר (שדה אליהו) נתן תוצאות יבול טובות- יבול כללי ויבול ליצוא דומה ליבול בטיפול הביקורת. חיי מדף שהיו משופרים ביחס לחיי המדף שהתקבלו בטיפול המסחרי.

2. צמחים שנשתלו בקומפוסט אשפה עירונית לא התבססו ומתו לאחר מספר ימים. בשלבה החומר איננו מתאים כמצע גידול בתעלת הזנה.

מבוא:

פלפל הוא אחד מגידולי הירקות החשובים בבקעת הירדן, היקפו בעונה הנוכחית כ-4500 ד' וקיים רצון להרחיב את שטחי הגידול בעיקר אצל החקלאים שכבר מגדלים פלפל ומעוניינים להגדיל את היקף היצור של גידול זה. מגדלי הפלפל בבקעת הירדן נתקלים בבעיה של מחסור בקרקעות שמתאימות לגידול, לאור זאת במו"פ בקעת הירדן הוחל בבצוע מחקר שמטרתו בדיקת אפשרות גידול פלפל בתשתיות אחרות כמו תעלות הזנה, בשנת 2010/11 הוחל בבדיקת התאמת שימוש בקומפוסט בוצה כמצע לתעלת הזנה בהצלחה רבה. לאור השגות לגבי שימוש בקומפוסט בוצה לגידולי יצוא לאירופה וכן אי התאמת המצע לגידולים אורגאניים הוחלט לבחון סוגי מצע נוספים.

מטרת העבודה הנוכחית בחינת התאמת מגוון מצעים שחקלאים יכולים להשתמש בהם למילוי תעלת הזנה.

חומרים ושיטות:

ביצוע הניסוי בתחנת צבי – מו"פ בקעת הירדן. פלפל מזן 7158 (זרעים גדרה) נשתל ב- 14/8/2012,

ניסוי 1:

שתילה במנהרה עבירה גבוהה מכוסה רשת חרקים 50 מ"ש + רשת שחורה 30% צל. ב- 23/9/2012 הוסרה רשת צל. ב-14/11/12 הוחלפה רשת חרקים לפוליאתילן וב-6/2/12 כוסה המבנה ברשת חרקים+ רשת שחורה 40% צל עד סוף הגידול. בניסוי היו 4 טיפולים ב-8 חזרות וזאת מתוך כוונה לבחון כל טיפול עם דשן וללא דשן, בפועל הכוונה הזו לא התממשה כך שלכל טיפול בניסוי היו 8 חזרות קטיף.

פרוט הטיפולים בניסוי:

1. קרקע + הצנע ביסוד של קומפוסט זבל בקר (שדה אליהו) 5 מ"ק/ד'

2. תעלת הזנה קומפוסט זבל בקר (שדה אליהו)

3. תעלת הזנה "קומפוסט" אשפה עירונית מופרדת במקור

4. תעלת הזנה "קומפוסט" אשפה עירונית חומר גולמי ללא הפרדה.

נפח התעלה בטיפולים 2-4 זהה והוא עומד על 40 ס"מ רוחב ו-20 ס"מ עומק שה"כ כמות הקומפוסט 40 קוב לד'. הקומפוסט ששימש בטיפול מס' 2 מתוצרת שדה אליהו הוכן ע"י החברה ביחס שנראה להם כמתאים לשמש בתעלת הזנה וזה איננו הקומפוסט הרגיל שאותו הם מספקים לחקלאים. כל הטיפולים קבלו דישון בדשן מור 4-2.5-6

הקומפוסטים שבהם השתמשנו בניסוי נדגמו לפני השתילה, אחרי ההכנסה לתעלה ושטיפה של 100 קוב לד'. המדגמים הועברו לצורך אנליזה במעבדת ש"ש של הבקעה. ריכוז התוצאות מופיע בטבלה מס 1.

טבלה 1- נתונים כימיים של הקומפוסטים ששימשו בניסוי בטיפולים 2-4 (בדיקות בוצעו ביחס 10:1).

החומר	ח"א (%)	מוליכות (Ds/m)	חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)	ח.חנקן תי במיצוי (מ"ג/לי)	ח.אמוני במיצוי (מ"ג/לי)	כלור במיצוי (מ"ג/לי)	יחס C/N
קומפוסט זבל בקר	32.3	0.2	1.00	1.26	0.67	1.12	6.1	84.0	18.9
קומפוסט אשפה ללא הפרדה	39.0	3.9	1.35	0.436	0.49	1.00	6.1	445.0	17.0
קומפוסט אשפה מופרד במקור	41.4	2.5	1.00	0.394	0.36	1.12	5.9	345.0	24.4

הצמחים בטיפולים 3 ו-4 שבהם שימשו קומפוסט האשפה העירונית מופרד במקור וללא הפרדה במקור כמצע, לא נקלטו, אי לכך במשך השבוע הראשון, בנוסף להשקיות הרגילות, המשכנו להשקות את הצמחים בעזרת משפך משפך וזאת במטרה לנסות ולעזור להם "לצאת לדרך". בפועל הצמחים מתו/נתקעו וכעבור כ-3 שבועות הוחלט להפסיק את הגידול בטיפולים אלה.

לפיכך בתוצאות היבול - כמות ואיכות ישנם נתונים מטיפול 1 גידול בקרקע+ יישום ביסוד של 5 קוב לדי' קומפוסט זבל בקר (שדה אליהו) ומטיפול 2 גידול בתעלת הזנה מצע קומפוסט זבל בקר (שדה אליהו). בנוסף לאיסוף נתוני היבול כמות ואיכות בוצעה בדיקת חיי המדף של הפרי מהטיפולים השונים (חמש פעמים בעונה) כמו כן, ביצענו בדיקות קרקע ועלים בשלב של החנטה ובסיום הניסוי.

תוצאות

יבול - כמות והתפלגות איכות - בטבלה מס' 2 מרוכזים הנתונים של היבול והאיכות.

טבלה 2 - השפעת הטיפולים על היבול כמות והתפלגות איכות של הפלפל.

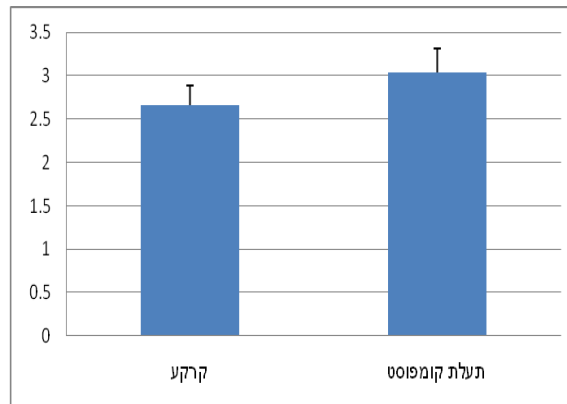
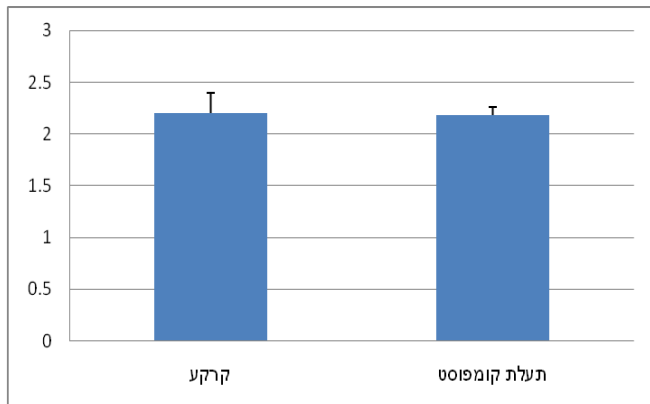
הטיפול	יבול כללי (ק"ג למ"ר)	יבול ליצוא (ק"ג למ"ר)	יבול לשוק (ק"ג למ"ר)
קרקע	10.13	8.0	2.2
תעלת הזנה מצע קומפוסט שדה אליהו	9.12	6.8	2.1

מטבלה 2 ניתן ללמוד שלא הייה הבדל מובהק ביבול הכללי, ביבול ליצוא וביבול לשוק, בין הטיפול המסחרי גידול בקרקע, שבו יושמו ביסוד קוב לדי' קומפוסט שדה אליהו, לטיפול שבו גידלנו בתעלה במצע קומפוסט שדה אליהו. סה"כ בסוף העונה היבול הכללי בכל הטיפולים היה דומה. בתחילת העונה, הטיפול של התעלה פיגר ביחס לטיפול של הקרקע וביבול המוקדם (קטיף נובמבר דצמבר) היבול בקרקע עמד על 3.78 ק"ג למ"ר ולעומת זאת בתעלה היבול היה 2.53 ק"ג למ"ר בלבד (הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של 5%), בהמשך העונה ההפרש בין הטיפולים צומצם וכפי שרואים (טבלה 2) בסה"כ לא הייה הבדל מובהק בין הטיפולים.

חיי מדף-

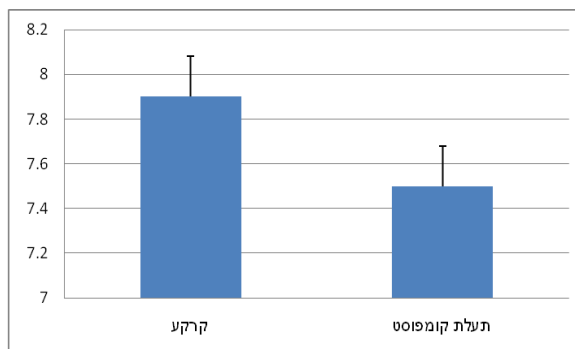
כל הנתונים של חיי המדף התקבלו לאחר סימולציה למשלוח ימי (כ-14 ימים ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ). כמו כן הנתונים הם ממוצע של 5 קטיפים,

פירות שנקטפו מטיפול 'קרקע' איבדו פחות משקל (2.6%), בהשוואה לפירות שנקטפו מתעלת קומפוסט (3%). (איור 1) לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שני הטיפולים והפירות היו די מוצקים (כ-2.25 מ"מ דפורמציה). (איור 2)



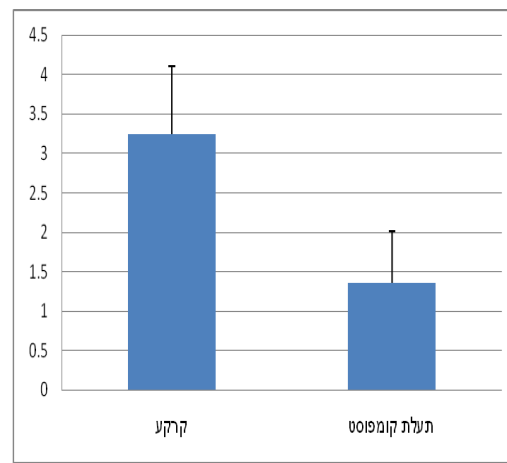
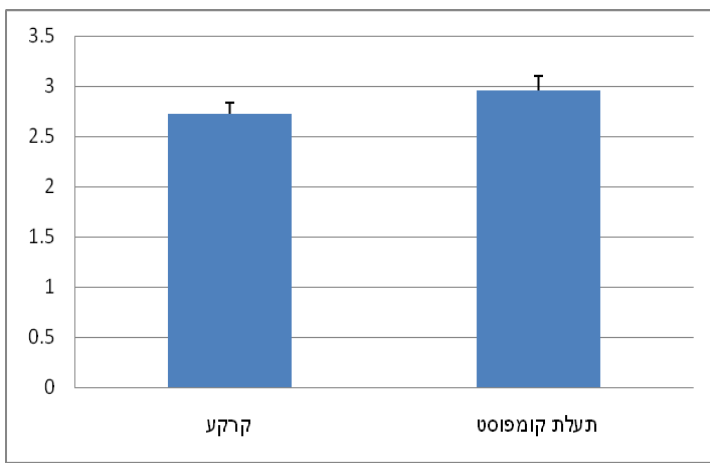
איור 1: השפעת הטיפול על אחוז איבוד משקל בפרי. איור 2: השפעת הטיפול על גמישות (מוצקות) הפרי.

הפרי שנקטף מטיפול 'קרקע' הכיל רמת סוכר גבוהה משמעותית מפרי שנקטף מתעלת קומפוסט (7.9% ו-7.5% בהתאמה). (איור 3)



איור 3: השפעת הטיפולים על אחוז כלל מוצקים מומסים בפרי.

אחוז הפרי הרקוב שנקטף מתעלת קומפוסט היה נמוך משמעותית מאחוז הפרי הרקוב שנקטף מטיפול 'קרקע'. (איור 4). האיכות הכללית של פרי שנקטף מתעלת קומפוסט הייתה טובה משמעותית מאיכותם של



הפירות שנקטפו מטיפול 'קרקע'. בשני הטיפולים הפרי הקטוף נמצא מכיר (מדד הופעה מעל 2.5). (איור 5)

איור 4: השפעת הטיפולים על אחוז ריקבון בפרי. איור 5: השפעת הטיפולים על מדד הופעת הפרי.

בדיקות עלים- בטבלה מס' 3 מרוכזים הנתונים של בדיקות העלים בסיום הניסוי

טבלה 3- השפעת הטיפולים על רמת יסודות ההזנה ויסודות המליחות בסיום הניסוי. (בדיקות 1-3 בוצעו במיצוי מימי בפטוטרות, הבדיקות האחרות בוצעו בטרפים- יסודות מקרו בשרפה רטובה, יסודות קורט בשרפה יבשה).

מס' בדיקה	היסוד	קרקע	תעלה ש.א.	היסוד	קרקע	תעלה ש.א.
1	ח. חנקתי (מ"ג/ק"ג)	4287 ^ב	5326 א	סידן (%)	8.35	8.33
2	זרחן (%)	0.16	0.16	נתרן (%)	0.06	0.04
3	אשלגן (%)	5.07 ^ב	5.67 א	כלוריד (%)	0.56	0.66
	חנקן (%)	5.50	5.37	בורון (מ"ג/ק"ג)	55	57
	זרחן (%)	0.30	0.29	ברזל (מ"ג/ק"ג)	117	114
	אשלגן (%)	3.74	3.71	אבץ (מ"ג/ק"ג)	69	67
	מגניום (%)	0.79 ^ב	1.05 א	מנגן (מ"ג/ק"ג)	92 א	74 ב

α אותיות שונות באותה שורה מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 3 ניתן ללמוד שרמת החנקן והאשלגן בעלים של צמחים שגדלו בתעלה הייה גבוה באופן מובהק מרמת היסודות האלה בטיפול הקרקע. יש לציין שהרמה של יסודות אלה ב-2 הטיפולים יחסית גבוהה. ברמת הזרחן לא הייה הבדל מובהק בין הטיפולים ולמעשה הרמה ב-2 הטיפולים יחסית נמוכה. רמת החנקן, הזרחן והאשלגן בטרפים, בניגוד לפטוטרות בטרפים לא הייה הבדל מובהק בין הטיפולים. יסודות נוספים שבהם הייה הבדל מובהק בין הטיפולים הם המגניום שרמתו בטיפול התעלה הייתה גבוהה באופן מובהק מרמתו בטיפול של הקרקע ולעומת זאת רמת המנגן בעלים מצמחים שגדלו בקרקע הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בעלים מצמחים שגדלו בתעלה.

בסה"כ באף אחד מהטיפולים לא התקבלה תוצאה חריגה ביחס לרמה הסטנדרטית המקובלת בעלים של פלפל.

בדיקת קומפוסט אשפה עירונית- לאחר שהתברר שהפלפל בטיפול זה לא נקלט, חזרנו לערמת המקור ובוצעה בדיקה נוספת. התוצאות מרוכזות בטבלה מס' 4.

טבלה 4- קומפוסט אשפה עירונית, ערמת המקור (הבדיקות בוצעו ביחס 10:1).

החומר	ח"	מולי	ח	זר	אש	ח.חנק	ח.	כלור	יחס
-------	----	------	---	----	----	-------	----	------	-----

C/N	במיצוי (מ"ג/לי)	אמוני במיצוי (מ"ג/לי)	תי במיצוי (מ"ג/לי)	לגן (%)	חן (%)	נקן (%)	כות (Ds/m)	א (%)	
18.2	923.5	65.3	1.12	0.91	0.383	1.72	6.4	53.2	אשפה עירונית- ערמת מקור

מטבלה 4 ניתן ללמוד שהמוליכות החשמלית של החומר המקורי יחסית גבוהה, כמו כן רמת הכלוריד יחסית גבוהה, יחד עם זה הבדיקות בטבלה מס' 1 מראות שהשטיפה שבוצעה לפני השתילה הייתה מספקת והצמחים עצמם לא ראו את עודפי המלחים. היחס C/N והיחס בין רמת האמון לרמת הניטרט בתמיסה מלמדים שהחומר שסופק לא נחשב כקומפוסט ע"פ ההגדרות המקובלות, יחד עם זה לא ברור מדוע הצמחים לא הצליחו להתפתח בחומר הזה וזאת בניגוד לקומפוסט שדה אליהו שבו הייה עיכוב מסוים בהתחלה אבל בסה"כ הפלפל בטיפול זה נתן יבול דומה ליבול בטיפול הביקורת.

בדיקת קומפוסט שדה אליהו בסיום הניסוי- בסיום הניסוי דגמנו את הקומפוסט של שדה אליהו מתוך התעלה. התוצאות מרוכזות בטבלה 5.

טבלה 5- קומפוסט שדה אליהו מתוך התעלה בסיום הניסוי (הבדיקות בוצעו ביחס 10:1).

יחס C/N	כלור במיצוי (מ"ג/לי)	ח. אמוני במיצוי (מ"ג/לי)	ח. חנקן תי במיצוי (מ"ג/לי)	אש לגן (%)	זר חן (%)	ח נקן (%)	מולי כות (Ds/m)	ח" א (%)	החומר
17.7	106.5	0	4.47	0.37	1.19	1.14	0.9	39.5	קומפוסט שדה אליהו

מטבלה 5 ניתן לראות שרמת החומר האורגאני לא ירדה ביחס לבדיקות שבוצעו בתחילת העונה (טבלה 1), כמו כן המוליכות החשמלית, החנקן, האשלגן ורמת הכלוריד יחסית נמוכים. היחס C/N נשאר יחסית גבוה ולכאורה החומר עדין לא בשל.

בדיקות קרקע- בטבלה מס' 6 מרוכזים הנתונים של בדיקות הקרקע שבוצעו בסיום הניסוי בטיפול הביקורת (יישום ביסוד 5 קוב לד' קומפוסט זבל בקר (שדה אליהו)).

טבלה 6- רמת יסודות הזנה ויסודות מליחות בטיפול הביקורת בסיום הניסוי.

עומק (ס"מ)	רוויה (%)	pH	מוליכות (Ds/m)	כלוריד (מא"ק/ל')	ח. חנקתי (מ"ג/ק"ג)	ח. אמוני (מ"ג/ק"ג)	זרחן (מ"ג/ק"ג)	אשלגן (מא"ק/ל')
0-20	44.9	7.6	1.5	6.7	39.9	4.9	44.3	2.5
20-40	44.7	7.6	3.4	14.1	93.5	3.9	38.9	2.3

מטבלה 6 ניתן ללמוד שכנראה ההשקיה בטיפול הקרקע בסיום הניסוי הייתה בחסר מסוים מה שגרם להצטברות מלחים בעומק הקרקע. כמו כן ניתן לראות שרמת החנקן בשכבה העליונה נמצאת בתחום הרצוי ורק בעומק ישנה הצטברות של חנקן. רמת הזרחן בתחום שבו עדין יש צורך לדשן בזרחן, לעומת זאת האשלגן נמצא בעודף.

דין-

מטרת העבודה הנוכחית אתור מצעים ע"מ שנוכל להרחיב את מגוון המצעים שניתן להשתמש בהם כחומר למילוי תעלת הזנה. השימוש בקומפוסט אשפה עירונית מופרד במקור או לא מופרד במקור מתוצרת האתר המקומי שקיים בבקעה נכשל בשלב זה. הסיבה לכישלון לא ברורה לנו. מה שכן, שמהבדיקות שבוצעו ברור שהחומר לא יכול להיקרא "קומפוסט" בהגדרה המקובלת.

שימוש במצע של קומפוסט זבל בקר של שדה אליהו נתן תוצאות דומות לתוצאות שהתקבלו בטיפול המסחרי. צריך לזכור כי הקומפוסט שיושם בתעלה יוצר מתוך מחשבה להתאמה לשימוש בתעלת הזנה ואינו המוצר המקובל שנמכר ליישום בקרקע ביסוד. לכן יש מקום לוודא האם החברה מסוגלת לייצר חומר כזה בקנה מידה מסחרי. שימוש בקומפוסט זבל בקר לתעלת הזנה הינו פתרון למגדלים אורגאניים שרוצים לגדל בשיטה של תעלת הזנה. היות והמצעים האחרים המוכרים לא מאושרים לפי חוקי החקלאות האורגאנית. החומר נתן יתרון בחיי המדף ביחס לטיפול המסחרי. הפרי הייה יותר מוצק והיו בו פחות ריקבונות ואלה תרמו לשה"כ יתרון בחיי המדף. הסיבה לכך איננה ברורה. יתכן אולי שהדבר קשור לרמה יותר גבוה של אשלגן שהייתה בעלים בטיפול זה וזאת למרות שגם בטיפול הקרקע הרמה לא הייתה נמוכה. חשוב יהיה לראות האם הטיפול הזה נותן יתרון בחיי המדף גם בשנים הבאות של הניסוי. ניסוי זה התחיל בעונה הנוכחית והוא מתוכנן להמשך 3 עונות שבהם ננסה לבחון חומרים נוספים שלא נבחנו עד כה.

תצפית לבחינת יישום קומפוסט עירוני לטיוב קרקע בערבה

אלעזר פויכטונגר – מושב פארן
שלמה קרמר – שירות שדה, מחוז הנגב, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
אשר איזנקוט – שירות שדה, מרכז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

רקע

השונות הקיימת בשטחים חקלאיים בערבה, מחייבת את המגדלים לחפש פתרונות אשר יביאו להאחדת הגידול בשדה. לפני כ-10 שנים הוחל בבחינת שיטת גידול בתעלות מצע של טוף ופרלייט בגירסאות שונות. השיטה נתנה מענה טוב לבעיית השונות לאורך הערוגה, אך עלויות המצע הרתיעו לעיתים את החקלאים מיישום השיטה. חלופה נוחה, אשר אומצה בהיקף רחב באזור הערבה בשלש העונות האחרונות, היא בניית תעלה של חומר אורגני ללא כל יריעה חוצצת.

תצפית בהיקף מצומצם לבחינת יעילותם של מקורות חומר אורגני שונים, שנערכה במושב פארן בעונת 2010-11, העלתה כי קיימים מקורות חומר אורגני, אשר אינם מתאימים ליישום בתוך תעלה. מטרת התצפית שהוקמה במשק יובל אלעזר, היא לבחון את יעילותו של קומפוסט המיוצר מאשפה עירונית המופרדת במקור לעומת קומפוסט בקר בגידול פלפל.

חומרים ושיטות

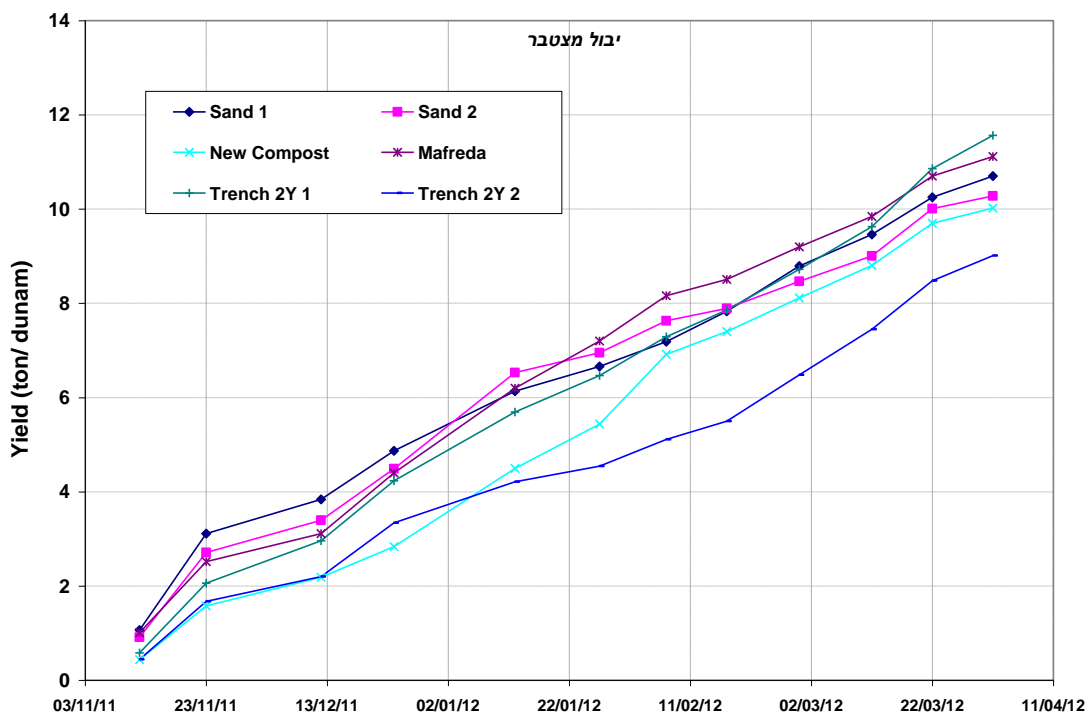
שתי יחידות גידול של דונם וחצי כל אחת הוקצו לבחינת שני סוגי חומר אורגני. שתילת הפלפל נערכה בתחילת חודש אוגוסט במבנה חממה מכוסה ברשת 25 מ"ש. שיטת הגידול הייתה פיזור החומר בכמות של כ-10 מ"ק לדונם בתעלה במרכז הערוגה. על פני הערוגה נפרסו שתי שלוחות טפטוף. כחלק מהכנת השטח לשתילה, לאחר פיזור החומר האורגני בתעלות, ניפרסה יריעת פוליאתיילן על פני כל השטח לביצוע חיטוי תרמי במשך כ-5 שבועות.

בתאריך 07/08/2011 נשתלו צמחי פלפל של הזן תירזה (צהוב) לעומד של 3300 צמחים לדונם (5 צמחים למטר ערוגה). במסגרת התצפית נערכה השוואה לערוגות עם תעלות חומר אורגני שהחלו עונה שניה, לערוגות בהן פוזר העונה חומר אורגני שהוגדר כקומפוסט בקר ולערוגות ותיקות בהן הגידול היה בקרקע המקומית ללא תוספת חומר אורגני. ממשק ההשקיה היה זהה בכל החלקות 2-3 השקיות ביום לאחר השתילה ומעבר להשקיה פעם ביום עם התבססות הצמחים והתקצרות היום.

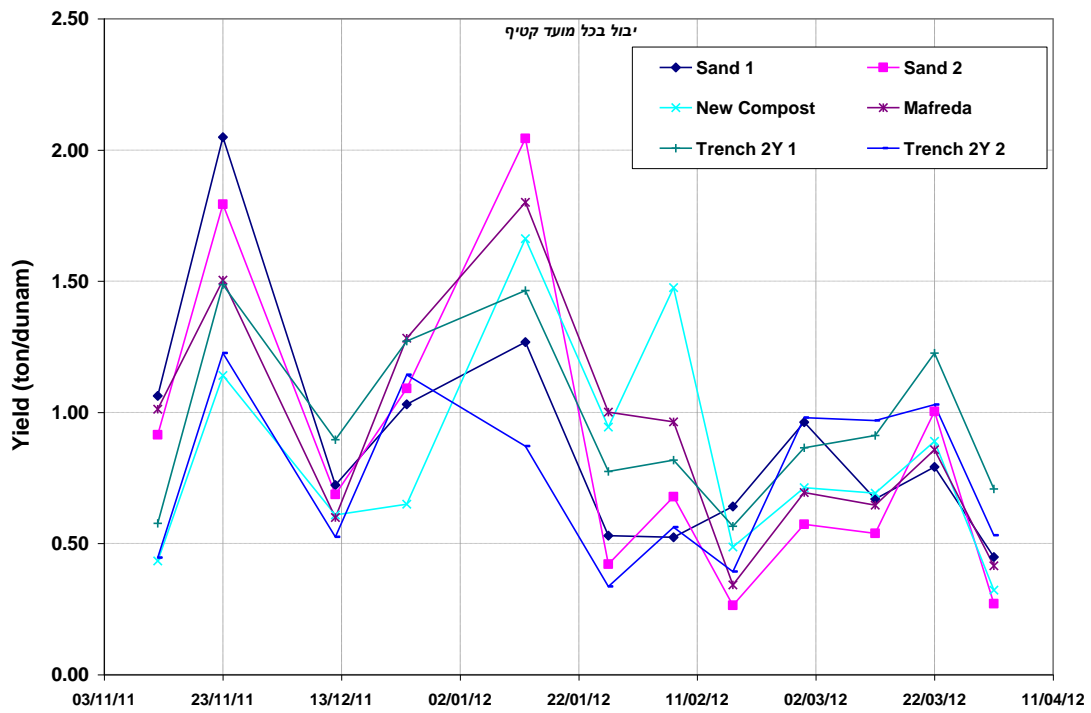
בכל חלקת טיפול סומנו חלקות קטיף בגודל 6.25 מ"ר, אשר נקטפו לפני ביצוע הקטיף הכללי. הפירות מוינו ונישקלו באופן ידני.

תוצאות

נתוני היבול המצטבר בכל טיפול מוצגים באיור 1. רמת היבול שנאסף בכל מועד קטיף מוצגת באיור 2. בתעלות הקומפוסט של שנה ראשונה היה עיכוב בהתחלת ההנבה אשר תוקן החל מסוף דצמבר. בסיום העונה היבול בכל החלקות היה דומה למעט בחלקה מספר 2 של קומפוסט שנה שנייה אשר במועד הקטיפים של 13.01.12 ו- 27/01/12 הניבה יבולים נמוכים במיוחד.



איור 1. מהלך הצטברות היבול בטיפולים השונים במשך העונה.



איור 2. משקל היבול שנאסף בכל מועד קטיף בטיפולים השונים.

בחירת קומפוסט אשפת ערים כדשן יסוד לגידול חיטה בעל בנגב - נירים 2011

ג'ון זילברמן שרות שדה –שה"מ. איצל יעקובי- נירים. עוזי נפתליהו, עידן ריצ'קר – גידולי שדה נגב.

תקציר:

ניסוי שנערך בקיבוץ נירים לבחינת קומפוסט אשפת ערים, בהשוואה לזבלים אחרים ולדישון משקי כדשן יסוד לחיטה. הניסוי נערך במסגרת עבודה שנעשתה בו זמנית גם בעמק יזרעאל וברמות מנשה בהר. חומרים אורגניים מטייבים מבנה קרקע ויכולים להקטין נזקי סחף. במסגרת זאת נבדק גם קומפוסט אשפת ערים מופרד במקור ע"מ לבחון יכול שילובו במערך התוספים האורגניים בחקלאות

בשנת 2011 היתה בצורת קשה מאד באזור, הגשם המנביטי ירד ב 31/12/10, החיטה הציצה מאוחר וכמות המשקעים בהמשך הגידול הגיעה לכ- 70% מרי"ש (215 מ"מ). היבול שהתקבל היה נמוך משמעותית מהמצופה בכל הטיפולים, ולכן לא היה הבדל משמעותי ביבול ובאיכות הגרעינים בין הטיפולים השונים.

בבדיקת צמחים (שנערכה בגיל 5 עלים) נמצא שלזבל עופות תרומה מובהקת של חנקן זמין, ע"פ שאר הטיפולים.

הקומפוסט אשפת ערים במינון 3 מ"קוד', תרם רמת חנקן זמין בתחילת הגידול, בדומה לטיפול המשקי, 10 ק"גוד' אוריאה.

גם תכולת הזרחן בעלים היתה הגבוהה ביותר בטיפול זבל עופות, ללא מובהקות ע"פ טיפול הקומפוסט בקר בשל. קומפוסט אשפת ערים תרם לתוספת זרחן זמין במובהק מעל הביקורת ובדומה ל 3 מ"קוד' קומפוסט בקר בשל (אך במובהק פחות מהזבל עופות).

מבוא

עליית מחירי הדשנים הכימיים בעולם (חנקן, זרחן ואשלגן) מביאה את המגדלים לחפש תחליפים שונים לדשנים אלו.

שימוש חקלאי בקומפוסט אשפת ערים מהווה פתרון אקולוגי ידידותי לסביבה (חלופה לשריפה והטמנה).

קומפוסט אשפת ערים מכיל % חומר אורגני גבוה אשר יתרום לשיפור מבנה הקרקע ולשיפור ממשק המים קרקע-צמח.

בניסוי זה השונו את הקומפוסט אשפת ערים לזבלים ודשנים המקובלים היום בשימוש לדישון יסוד בחיטה בנגב.

מטרת הניסוי : בדיקת קומפוסט אשפת ערים, כחלופה לדישון יסוד (חנקן+זרחן) בחיטה בבעל בנגב.

שיטות וחומרים

הניסוי הוצב בשדה פלחה ממערב לקיבוץ נירים.

חלקה : 108.

כרב : חיטה.

יבול מצופה : 280 ק"ג/ד'.

בדיקת גילת לחנקן שאריתי : 6.8 יחידות חנקן.

בדיקת גילת לזרחן שאריתי : 0.976 זרחן צרוף.

דישון יסוד : המלצה לדישון 4 י"ח חנקן.

זיבול : במזבלת רוחב 2 מטר. במועד : 30/11/2010.

עיבודים : דיסקוס (להצנעת הזבלים והאוראה).

מועד זריעה : 10.12.10.

זן : עומר.

הצצה - 9/1/2011

הדברת עשבים : בתאריך 7/2, דרבי 4 + ברומינל 100 + אקסיאל 60.

גשם : כמויות גשם במ"מ לפי חודשים :

סה"כ	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר
215	10	22	112	70	1	0

קציר : נערך בקומביין יעודי לקציר ניסויי שדה.

הטיפולים בניסוי :

1. משקי- 10 ק"גוד' אוריאה, כדשן יסוד לפני זריעה.
2. 1.5 קוב/ד' זבל עוף.
3. 3 קוב/ד'. קומפוסט אשפת ערים.
4. 3 קוב/ד' קומפוסט אשפת ערים+10 ק"ג אוריאה
5. 3 קובוד' קומפוסט בקר בשל.
6. ביקורת – ללא דישון.

שיטת הניסוי: 6 טיפולים, בלוקים באקראי 4 חזרות.

ניתוח תוצאות: ניתוח סטטיסטי לשונות נערך עפ"י: Tukey & Kramer בחבילת תוכנה JMP-5.0 נעשתה בדיקה צמחית בגיל 5 עלים לבחון את: אחוז חנקן כללי, אחוז חנקן, אחוז זרחן, אחוז אשלגן.

תוצאות

טבלה 1: בדיקת צמחים בגיל 5 עלים: אחוז חנקן כללי, אחוז ניטרט, אחוז זרחן, אחוז אשלגן.

טיפול		אחוז חנקן כללי		טיפול		אחוז ניטרט		טיפול		אחוז זרחן		טיפול		אחוז אשלגן	
א	1.5 מ"ק עופות	א	4.67	א	1.41	א	0.36	א	1.5 מ"ק עופות	א	3.95	א	3 מ"ק קומפוסט בשל	א	3.95
ב	3 מ"ק אשפת ערים	ב	3.87	ב	0.32	אב	0.29	ב	3 מ"ק קומפוסט בשל	א	3.77	א	ללא דשן	א	3.77
ב	אוראה+א. ערים	ב	3.85	ב	0.31	בג	0.26	ב	3 מ"ק אשפת ערים	א	3.68	א	3 מ"ק אשפת ערים	א	3.68
ב	ק"ג אוראה 10	ב	3.85	ב	0.26	בגד	0.25	ב	אוראה+א. ערים	א	3.67	א	ק"ג אוראה 10	א	3.67
ב	3 מ"ק אשפת ערים	בג	3.50	ב	0.04	גד	0.19	ב	ק"ג אוראה 10	א	3.53	א	אוראה+א. ערים	א	3.53
ב	ללא דשן	ג	3.28	ב	0.04	ד	0.17	ב	ללא דשן	א	3.50	א	1.5 מ"ק עופות	א	3.50
ב	מ"ק קומפוסט בשל 3														

אותיות שונות באותה עמודה, מראות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

חנקן כללי: טיפול הזבל עופות תרם, משמעותית, יותר חנקן זמין לתחילת הגידול לעומת הטיפולים האחרים. ניתן גם לראות שקומפוסט אשפת ערים תרם כמות זמינה זהה לאוראה 10 ק"ג/ד שניתן (4.5 יח' חנקן).

ניטראט: הטיפול היחיד שבלט בתרומתו הגבוהה בניטראט הוא טיפול הזבל עופות. מעניין להבחין שהקומפוסט בקר בשל (3 מ"ק) תרם מעט מאד חנקן לתחילת הגידול.

זרחן: התרומה הגבוהה ביותר של זרחן לגידול היתה מטיפול הזבל עופות. אולם גם טיפולי הקומפוסטים ערים והבקר תרמו זרחן באופן מובהק לעומת הביקורת והאוריאה 10 ק"ג/ד'.

אשלגן: לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בתרומתם לרמת האשלגן בצמחים. דבר אשר כנראה מעיד שוב על כך שבקרקעות הנגב, גם אחרי יותר מ-60 שנה של גידולי פלחה, אין מחסור באשלגן זמין לחיטה.

טבלה 2: מספר נבטים למ"ר.

נבטים למ"ר		טיפול
א	311	3 מ"ק א. ערים
א	297	1.5 מ"ק עופות
א	292	10 ק"ג אוראה
א	286	אוראה+א. ערים
א	275	3 מ"ק קומפוסט בשל
א	267	ללא דשן

מספר נבטים: מספר הנבטים נע בין 267-311 למטר מרובע, ללא הבדל סטטיסטי בין הטיפולים השונים. העומד גבוה בהרבה מהמומלץ, נבע מנביטות של ספיח גרעינים משנה שעברה, לכן לא ניתן ללמוד בניסוי זה את השפעת הטיפולים על אחוז ההצצה.

טבלה 3: יבול גרגירים, משקל נפחי.

מ. נפחי		טיפול	יבול גרגירים ק"ג/ד		טיפול
א	78.1	10 ק"ג אוראה	א	182.7	מ"ק קומפוסט בשל 3
א	77.9	3 מ"ק קומפוסט בשל	א	177.8	1.5 מ"ק עופות
א	77.9	ללא דשן	א	173.6	3 מ"ק אשפת ערים
א	77.9	3 מ"ק א. ערים	א	168.7	אוראה+א. ערים
א	77.8	אוראה+א. ערים	א	155.6	ק"ג אוראה 10
א	77.2	1.5 מ"ק עופות	א	155.0	ללא דשן

יבול גרגירים ק"ג/ד: הבצורת הקשה גרמה ליבולים נמוכים בהרבה מהצפוי- נעו בין 155-183 ק"ג/ד' ללא הבדל סטטיסטי בין הטיפולים השונים. היות והמים היו הגורם המגביל לא נפתחו פערים בין הטיפולים השונים.

משקל נפחי: המשקל הנפחי נע בין 77.2-78.1 ק"ג/100 ליטר ללא הבדל סטטיסטי בין הטיפולים השונים.

המשקל הנפחי הנמוך בניסוי נובע ממיעוט המשקעים ומרמת החנקן הזמינה הגבוהה שהייתה לצמחים בכל הטיפולים עבור רמת היבולים הנמוכה שהתפתחה.

טבלה 4: אחוז חלבון, משקל אלף.

מ. אלף		טיפול	חלבון %		טיפול
א	31.2	ללא דשן	א	13.2	מ"ק עופות 1.5
א	30.8	ק"ג אוראה 10	א	13.2	אוראה+א. ערים
א	30.6	מ"ק עופות 1.5	אב	12.3	מ"ק קומפוסט בשל 3
א	30.6	מ"ק א. ערים 3	אב	12.3	מ"ק א. ערים 3
א	30.4	מ"ק קומפוסט בשל 3	ב	11.9	ק"ג אוראה 10
א	29.1	אוראה+א. ערים	ב	11.8	ללא דשן

אחוז חלבון: אחוז החלבון נע בין 11.8-13.2, קיים הבדל סטטיסטי בין הטיפולים.

ערכי החלבון הגבוהים הם תוצאה של רמות החנקן הגבוהות שתרמו טיפולי הזבלים, לעומת הדישון הכימי והביקורת.

משקל אלף: נמוך בהתאם לתנאי הגידול בעונה זו, אין הבדל סטטיסטי בין הטיפולים.

טבלה 5 : ריכוז חנקן וזרחן שאריתי בקרקע, לאחר הגידול.

עומק 0-20 ס"מ (ח"מ)			
אשלגן	זרחן	חנקן חנקתי	טיפול
41.2	7.0	4.6	3 מ"ק א. ערים
30.7	6.0	4.2	10 ק"ג אוראה
42.2	7.4	6.1	אוראה+א. ערים
31.7	5.6	3.4	ללא דשן
42.3	6.3	7.6	1.5 מ"ק עופות
63.5	9.2	4.6	3 מ"ק קומפוסט בשל

+ יש לציין בהקשר לקצב המינרליזציה : היתה שנה שחונה מאד = משך הרטבה מועט והקרקע היא קלה .

דיון ומסקנות

+ השנה היתה בצורת קשה באזור והיבולים שנתקבלו היו נמוכים מאד, כך שקשה להסיק מסקנות ע"פ פרמטר זה.

+ חנקן - כאשר החיטה היתה בגיל 5 עלים נעשו בדיקות צמחיות וניתן לראות בברור שזבל עופות (1.5 מ"קד') סיפק לחיטה את רמת החנקן הגבוהה ביותר בתחילת הגידול ובמובהק משאר הטיפולים. 3 מ"קד' אשפת ערים תרם כמות חנקן בדומה לטיפול המשקי 10 ק"גד' אוראה.

מניסיוננו 1.5 מ"קד' זבל עופות היא כמות גדולה מידי עבור צרכי החיטה בנגב ולכן אנו נמליץ על יישום של 1 מ"קד' בלבד, ברוב המקרים.

+ זרחן - הזבל עופות תרם גם את רמת הזרחן הזמין הגבוהה ביותר עבור החיטה, במובהק מכל הטיפולים, מלבד ה-3 מ"קד' קומפוסט בקר. 3 מ"קד' קומפוסט אשפת ערים תרם לתוספת זרחן זמין במובהק מעל הביקורת ובדומה ל 3 מ"קד' קומפוסט בקר בשל.

+ אשלגן- קרקעות הנגב עשירות באשלגן ברמה המספקת גידול חיטה, ולכן בבדיקה הצמחית לא התקבלו הבדלים בין הטיפולים השונים.

סיכום

זבל עופות נבחן כבר מספר שנים בנגב כתחליף לדישון כימי והוכח שמספק את כמות החנקן והזרחן הזמינים הגבוהה ביותר לתחילת הגידול לעומת הזבלים והקומפוסטים האחרים, מולם נבחן.

אשפת ערים במינון 3 מ"קד' תרמה רמת חנקן זמין, בתחילת הגידול, בדומה לטיפול המשקי, 10 ק"גד' אוריאה.

מתוצאות הניסוי נראה שהקומפוסט בקר (בשל) 3 מ"קד' שחרר כמות נמוכה ביותר של חנקן זמין עבור החיטה (תחילת הגידול) בדומה לביקורת (ללא דשן). כנראה שבתהליך ההבשלה הארוך ירד מינון החנקן המינרלי לרמה נמוכה מהדרוש.

ב 9 בדצמבר 2011 הציצה שעורה שנזרעה באותן חלקות ניסוי ללא תוספת חומרים אורגניים. השפעת יישום החומרים אחרי שנה שנייה נבחנה לפרמטרים השונים לאחר הקציר בקיץ 2012. בטבלה הבאה מופיעי יבולי הטיפולים השונים:

יבול גרגרים ק"ג/ד		טיפול
א	368	3 מ"ק קומפוסט בשל
אב	359	1.5 מ"ק עופות
אב	329	אוראה+א. ערים
אב	329	10 ק"ג אוראה
אב	324	3 מ"ק אשפת ערים
ב	311	ללא דשן

יבול השעורה בטיפול הדשן הבשל היה גבוה במובהק מהביקורת ללא דשן. שאר הטיפולים לא נבדלו זה מזה במבחן הסטטיסטי. יתרון הקומפוסט הבשל אמנם מובהק אך הוא קטן מכדי ליחס משמעות לתוצאות!

הזנת תירס למספוא בחומרים אורגניים שונים חוות עדן - 2012

יפתח גלעדי, אשר אייזנקוט - שה"מ. אברהם גלבו, טל לנדה, שמעון לחיאני, מחמוד זועבי - מו"פ בית שאן, חוות עדן. נורית בן הגיא – צמח נסיונות

תקציר

מבחן הזנת תירס למספוא בחומרים אורגניים שונים, התקיים בקיץ 2012 בחוות עדן. במבחן נבדקו שלושה סוגי קומפוסט (בקר, אשפת ערים ובוצה) בכמות של 4 קובא ד' וזבל עופות בכמות של 2.6 קובא ד', בהשוואה לביקורת לא מזובלת.

המבחן נזרע בתאריך 13.5.12 וההצצה התרחשה בתאריך 18.5.12. הקציר התבצע בתאריך 6.8.12 ובסה"כ 81 ימי גידול. במהלך הגידול נערך מעקב אחר התפתחות הצמחים. בקציר נבדקו מדדים צמחיים שונים, יכול החומר היבש לדונם, רמת היסודות בנוף הצמחים ובקרקע ומדדי מליחות.

לא נתקבלו הבדלים ביבול ובבדיקת היסודות בנוף הצמחים בין הטיפולים. נמצאו הבדלים בתכולת היסודות שנשארו בקרקע אחרי הקציר. חוסר התגובה לטיפולים השונים מוסברת כנראה בעודף הפוריות של הכרב עליו נערך הניסוי.

מבוא

מבחן הזנת תירס למספוא התקיים בקיץ 2012 בחוות עדן. המבחן התבצע כחלק ממספר ניסויים לבדיקת סוגי קומפוסט וזבלים ממקורות שונים, בגידולים שונים.

קיץ 2012 התאפיין במזג אוויר חם מהרגיל ובעיקר בטמפרטורות לילה גבוהות ולחות גבוהה במהלך היום. במרבית חודשי הקיץ שררו טמפרטורות גבוהות מהממוצע, למרות שכמעט ולא נרשמו טמפרטורות יום או לילה קיצוניות. כתוצאה מכך שרר מזג אוויר קשה לצימוח, להתפתחות הצמחים, להתמיינות ולחנטת גרגרים בקלחים.

מימשק דישון בתירס למספוא, המבוסס על יישום של זבל עופות במינון של 3 קובאד' כתחליף לדישון יסוד, מתקיים במספר מקומות בארץ. בשטחים הנ"ל מתקבל גידול וגטטיבי נמרץ, המוביל לצמחים גדולים ויפים, המניבים יבולי חומר יבש גבוהים לתחמיץ. בהתאם לכך רצינו לבחון את ההשפעה של יישום זבל עוף בהשוואה לקומפוסט מסוגים שונים על גידול תירס לתחמיץ בחוות עדן.

במהלך הגידול נלקחו בדיקות קרקע ועלים על מנת לראות את השפעת החומרים בקרקע ובנוף הצמחים. בקציר נבדק יבול החומר היבש ומדדים צמחיים נוספים.

מטרת הניסוי: בחינת הזנה של תירס למספוא בחומרים אורגניים שונים כחלופה לדישון יסוד, עם או בלי תוספת של דשן מינרלי.

שיטות וחומרים

כרב: בצל. עיבודי היסוד התבצעו בקיץ 2011, כמקובל בהכנת שטח לגידול תירס.

החומרים האורגניים בניסוי ומקורם הם:

- א. זבל עוף – לול אשדות יעקב איחוד.
- ב. קומפוסט בוצה – קומפוסט אור בע"מ.
- ג. קומפוסט אשפת ערים – קומפוסט אשפה ביתית מקיבוץ כפר רופין.
- ד. קומפוסט בקר – קומפוסט שדה אליהו.

כל חזרה בניסוי הייתה ברוחב שתי ערוגות (1.92 מ' רוחב ערוגה) ובאורך 20 מ'. כל חזרה חולקה לשני טיפולי משנה באורך 10 מ' כל אחד. סה"כ שטח חלקת משנה היה 38.4 מ"ר.

יישום החומרים התבצע על פני הערוגה, בפיזור ידני בדליים, יומיים לפני הזריעה. במחצית מחלקת המשנה של כל חזרה פוזר דשן חנקני (אוריאה), כמפורט בטבלה מספר 1.

טבלה מספר 1: הטיפולים בניסוי

הטיפול	החומר	כמות בקוב"ד'	דשן חנקני בנוסף
א - 1	זבל עוף	2.6	0
א - 2	זבל עוף	2.6	8 יחידות
ב - 1	קומפוסט בוצה	4	0
ב - 2	קומפוסט בוצה	4	8 יחידות
ג - 1	ק. אשפת ערים	4	0
ג - 2	ק. אשפת ערים	4	8 יחידות
ד - 1	קומפוסט בקר	4	0
ד - 2	קומפוסט בקר	4	8 יחידות
ה - 1	ביקורת	0	0
ה - 2	ביקורת	0	8 יחידות

טבלה מספר 2 : הרכב החומרים השונים בניסוי ותכולת יסודות ההזנה בק"ג/ד'

החומר	ח. יבש	חומר אורגני	מוליכות חשמלית	N	P	K	C/N
היחידות	%	%	dS/m	%	%	%	
קומפוסט אשפת ערים	68.16	35	2.4	1.75	0.391	0.77	11.8
זבל עוף	76.03	82.3	8.8	2.19	1.561	2.13	22.1
קומפוסט בקר משקי	80.96	43.5	7.6	1.87	1.185	2.18	13.7
קומפוסט בוצה	87.78	30.5	3	2.07	2.08	0.41	8.7

אחוז החומר האורגני, אחוז האשלגן והמוליכות החשמלית נמצאו נמוכים בקומפוסטים אשפת ערים ובוצה.

אחוז האשלגן בקומפוסט אשפת ערים אינו נמוך (ממוצע ארצי 0.6%).

בזבל עוף נמצאה מוליכות גבוהה אך תואמת את הממוצע הארצי (9 דצ/מ).

אחוז החנקן בזבל עוף הוא נמוך (הרמה המקובלת היא בתחום של 3.0% - 3.5%).

אחוז הזרחן נמצא נמוך בקומפוסט אשפת ערים וגבוה מאוד בקומפוסט בוצה.

טבלה מספר 3: כמות היסודות המוספים ביחידות בכל אחד

מהטיפולים, בהתאם לכמות החומר המוספת ותכונותיו

יחידות היסוד (ק"ג לד')	קומפוסט אשפת ערים	זבל עופות	קומפוסט בקר משקי	קומפוסט בוצה
חנקן	33	16	42	30
תחמוצת זרחן	17	26	61	69
תחמוצת אשלגן	17	19	54	7

לאחר הפיזור השטח תוחח להצנעת החומרים והכנת מצע זריעה.

הזריעה התבצעה בתאריך 13.5.12, בזן "אבגרו" (הזרע), בשתי שורות לערוגה ברוחב 1.92 מ' (96 ס"מ מרווח בין השורות). ההצצה התרחשה ב- 18.5.12.

במהלך הגידול החלקה טופלה כמקובל באזור בגידול תירס לתחמיץ (הדברת עשבים, מים, דשן).

כמות המים להשקיה הייתה 576 קוב לדונם.

דשן ראש חנקני ניתן באמצעות מערכת ההשקיה בכמות של 15 יחידות חנקן צרוף לדונם, במשך 4 שבועות במהלך הצימוח המהיר, עד לפריחה.

הקציר התבצע בתאריך 6.8.12 ובסה"כ 81 ימי גידול.

בכל חזרה במבחן נקצרו שתי שורות באורך של 5.0 מ'. ומכאן שטח הקציר היה 9.6 מ"ר.

הצמחים והקלחים נספרו ונשקלו. שני צמחים ושני קלחים מכל חלקה קוצצו בנפרד, נשקלו ויובשו לקביעת אחוז החומר היבש בצמח ובקלח.

בדיקות לאפיון הקרקע בשטח הניסוי נלקחו לפני פיזור החומרים על פני הערוגות (זמן אפס). בזמן הקציר נלקחו מדגמים צמחיים משלוש חזרות בכל הטיפולים, לקביעת תכולת היסודות בצמחים ובקלחים. אחרי הקציר נלקחו בדיקות קרקע משתי חזרות בטיפולים השונים. בדיקות הקרקע נלקחו מארבעה עומקים (30, 60, 90, 120), על מנת לראות את תכולת היסודות וגורמי מליחות שנשארו בקרקע אחרי הגידול.

המבחן היה חד גורמי (היבול) ונערך בשיטת בלוקים באקראי בשש חזרות. הניתוח הסטטיסטי לשונות נעשה לפי Tukey & Kramer בתוכנת JMP 5.0. תוצאות בדיקת הקרקע המוצגות הן ממוצע של שתי חזרות.

תוצאות

טבלה מספר 4: תוצאות בדיקת הקרקע בזמן אפס

עומק ס"מ				יחידות	מדד
120	90	60	30		
66.33	63.37	62.77	56.70	%	SP
7.75	7.67	7.61	7.59		pH
1.89	1.69	1.22	1.02	dS/m	EC
10.23	8.08	4.41	3.38	meq/l	CL
5.53	5.27	4.52	3.35		SAR
3.68	2.48	11.68	37.24	mg/kg	P
6.14	6.21	8.35	12.19	mg/l	k cacl-l
24.92	23.89	17.49	18.83	mg/kg	N-NO3
31.39	29.79	26.33	31.19	mg/kg	N-NH4

רמות זרחן, חנקן ואשלגן שנמצאו בשכבת הקרקע העליונה (30 ס"מ) גבוהות ומצביעות על פוריות קרקע גבוהה של שטח הניסוי.

כמות החנקן הצרוף שנמצאה בשטח הניסוי הייתה גבוהה מאוד ועל פי חישוב שכבת הקרקע 0 – 90 ס"מ נמצאו 55 יחידות חנקן זמינות לגידול.

לאורך כל תקופת הגידול נערך מעקב אחר התפתחות הצמחים ולא נרשמו הבדלים כלשהם בין הטיפולים.

הפריחה התרחשה בתאריך 8.7.12 ובסה"כ 51 ימים מההצצה.

טבלה מספר 5: מדדים בוטניים ואחוז החומר היבש בצמחים ובקלחים בטיפולים השונים

אחוז חומר יבש בקלחים	אחוז חומר יבש בצמח	גובה אשבול בס"מ	גובה צמח בס"מ	מספר קלחים לדונם	מספר צמחים לדונם	יסוד	טיפול
46.8	25.3	123	232	6167	7333	0	ק. בוצה
43.9	24.3	122	231	6021	7479	8	ק. בוצה
42.1	23.8	121	235	6417	7563	0	ק. בקר משקי
44.6	24.9	122	235	6125	7250	8	ק. בקר משקי
46.1	24.9	124	235	6354	7458	0	ק. אשפת ערים
46.2	24.8	123	234	6271	7542	8	ק. אשפת ערים
45.8	26.1	123	235	6229	7604	0	ז. עוף
43.7	23.6	119	238	6792	7667	8	ז. עוף
45.4	24.9	120	231	6583	7896	0	ביקורת
45.6	24.4	124	237	6479	7688	8	ביקורת
45.0	24.7	122	234	6344	7548		ממוצע

לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים מובהקים בין הטיפולים בכל אחד מהמדדים (עמודות) ומרבית התוצאות נמצאו דומות. אחוזי החומר היבש של הטיפולים נמצאו כמעט זהים.

טבלה מספר 6: יבול חומר יבש בצמחים ובקלחים. הסדר לפי יבול ח"י כללי

משקל יבש צמחים וקלחים בק"ג	משקל יבש קלחים בק"ג	משקל יבש צמחים בק"ג	יסוד	טיפול
2206	916	1290	A	ז. עוף
2092	932	1160	AB	ביקורת
2089	859	1230	AB	ק. בוצה
2087	905	1182	AB	ק. אשפת ערים
2053	895	1159	AB	ז. עוף
2023	905	1117	AB	ביקורת
1994	848	1147	AB	ק. בקר משקי
1989	762	1227	AB	ק. בוצה
1898	768	1130	AB	ק. אשפת ערים
1882	799	1082	B	ק. בקר משקי
2031	859	1172		ממוצע

אותיות שונות בין הטיפולים מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של $P \leq 0.05$.

טיפול זבל עוף 0 נמצא גבוה יותר ביבול הצמחים ונבדל באופן מובהק מטיפול קומפוסט בקר משקי 0 ביבול הקלחים וביבול הכללי לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים מובהקים בין הטיפולים.

טבלה מספר 7: תוצאות בדיקות קרקע לאחר קציר בשכבת קרקע

0 – 30 ס"מ: אחוז רוויה, מוליכות חשמלית, כלור ו- SAR

בדיקה	דשן ביסוד	SP	EC	CI	SAR
הטיפול \ יחידות	ק"ג/ד' חנקן	%	דצ/מ	מאק"ל	
ק. בוצה	0	60.3	2.1	12.1	4.2
ק. בוצה	8	58.4	1.3	6.8	4.1
ק. בקר משקי	0	62.1	1.6	8.3	3.8
ק. בקר משקי	8	65.8	1.3	6.3	3.4
ק. אשפת ערים	0	58.8	1.8	10.0	3.6
ק. אשפת ערים	8	62.0	1.2	8.5	3.5
זבל עוף	0	62.9	2.0	11.6	4.0
זבל עוף	8	58.7	3.2	16.4	4.5
ביקורת	0	59.7	2.1	12.8	4.6
ביקורת	8	64.5	1.7	10.1	3.9

לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים מובהקים בין הטיפולים. נבדקו כל מדדי המליחות גם בעומקים 60, 90 ו- 120 ס"מ ולא נמצאה השפעה מובהקת של החומרים השונים המוספים בטיפולי הניסוי על מדדים אלו. טיפול זבל עוף העלה את מליחות הקרקע בעומק 0 – 30 ס"מ אך ממצא זה לא נמצא מובהק סטטיסטית.

טבלה מספר 8: ריכוז היסודות בשכבת קרקע 0 – 30 ס"מ אחרי הקציר

בדיקה	דשן ביסוד	P	K	N-NO3	N-NH4
הטיפול \ יחידות	ק"ג/ד' חנקן	מג/ק"ג	מג/ל	מג/ק"ג	מג/ק"ג
ק. בוצה	0	95.2 A	13.1 CD	31.8 BC	5.2
ק. בוצה	8	89.6 A	12.8 CD	14.6 BC	5.4
ק. בקר משקי	0	56.8 BC	18.9 AB	20.2 BC	4.6
ק. בקר משקי	8	69.9 AB	21.7 A	11.7 C	5.2
ק. אשפת ערים	0	41.4 C	11.3 D	20.9 BC	4.6
ק. אשפת ערים	8	40.0 C	11.9 CD	12.5 C	4.7
זבל עוף	0	85.1 A	17.2 ABC	40.9 AB	7.0
זבל עוף	8	50.4 BC	14.2 BCD	67.7 A	5.1
ביקורת	0	38.4 C	10.2 D	13.9 BC	5.8
ביקורת	8	30.0 C	10.8 D	17.8 BC	5.8

אותיות שונות בין הטיפולים מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של $P \leq 0.05$.

חלק מהטיפולים השפיעו על רמת היסודות בקרקע כדלהלן: זבל עוף העלה את ריכוז החנקן, קומפוסט הבוצה העלה את ריכוז הזרחן וקומפוסט הבקר העלה את ריכוז האשלגן.

טבלה מספר 9: ריכוז חנקן, זרחן ואשלגן באחוזים בצמח ובקלח בזמן הקציר

הטיפול	דשן ביסוד ק"ג \ד' חנקן	% חנקן בצמח	% זרחן בצמח	% אשלגן בצמח	% חנקן בקלח	% זרחן בקלח	% אשלגן בקלח
ק. בוצה	0	1.17	0.19	1.64	1.11	0.24	0.65
ק. בוצה	8	1.06	0.16	1.82	1.18	0.26	0.66
ק. בקר משקי	0	1.09	0.18	1.87	1.14	0.28	0.67
ק. בקר משקי	8	1.04	0.18	1.46	1.10	0.24	0.63
ק. אשפת ערים	0	1.14	0.20	2.04	1.22	0.27	0.62
ק. אשפת ערים	8	1.22	0.19	1.76	1.10	0.25	0.62
זבל עוף	0	1.06	0.18	2.07	1.06	0.24	0.77
זבל עוף	8	1.09	0.18	1.91	1.17	0.26	0.66
ביקורת	0	1.06	0.17	1.66	1.11	0.27	0.73
ביקורת	8	1.21	0.19	2.07	1.13	0.27	0.69

לא נמצאו הבדלים משמעותיים בתכולת היסודות בצמח ובקלח בין הטיפולים. יתכן ובתכולת האשלגן בצמח הקומפוסט אשפת ערים והזבל עוף השאירו רמות גבוהות יותר לעומת הטיפולים האחרים. אך שום דבר אינו מובהק

דין

בקיץ 2012 נבחנו שלושה סוגי קומפוסט וזבל עוף לעומת ביקורת לא מזובלת, בהזנת תירס מספוא. שטח הניסוי בחוות עדן היה שטח פורה מאוד ובדיעבד ברור שאינו מתאים לניסוי כזה. רמת יסודות ההזנה (חנקן, זרחן ואשלגן) וגורמים נוספים שנבדקו היו גבוהים מאוד, עוד לפני פיזור החומרים השונים ביסוד. עובדה זאת מקשה על קבלת תוצאות והבדלים כלשהם בין הטיפולים השונים והביקורת (טבלאות מספר 1 – 4). בנוסף על כך, קיץ 2012 התאפיין במזג אוויר חם מהרגיל ובמהלכו שרר מזג אוויר שהקשה על התפתחות הצמחים ועל התמיינות וחנטת גרגרי התירס בקלחים.

איכות זבל עוף שיושם בניסוי הייתה נמוכה ביותר. ניתן לראות זאת ברמת החנקן הנמוכה ביחס למקובל ובמליחותו הגבוהה מדי. בדיעבד, בהתייחס לערכים הנ"ל, היה עלינו ליישם כמות גדולה יותר של זבל עוף, על מנת לספק כמות יסודות הדומה לזו שניתנה בקומפוסטים (טבלאות מספר 1 – 3).

בחומרים הנוספים שנבחנו בניסוי היו מספר גורמים שאינם מיטביים כדוגמת: אחוז חומר אורגני נמוך בקומפוסט אשפת ערים ובקומפוסט בוצה ורמת זרחן גבוהה מאוד בקומפוסט בוצה (טבלה מספר 2).

לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול הכללי בין הטיפולים וכולם הניבו יבול גבוה לתחמיץ (טבלאות מספר 5,6).

בבדיקות הקרקע שנערכו אחרי הקציר נמצא שטיפול זבל עוף העלה את מליחות הקרקע בעומק 0 – 30 ס"מ אם כי לא בצורה מובהקת סטטיסטית.

חלק מהטיפולים השפיעו על רמת היסודות שנשארה בקרקע כדלהלן: זבל העוף העלה את ריכוז החנקן, קומפוסט הבוצה העלה את ריכוז הזרחן וקומפוסט הבקר העלה את ריכוז האשלגן (טבלאות מספר 7,8).

בבדיקות הצמחים אחרי הקציר לא נמצאו הבדלים משמעותיים בתכולת היסודות השונים (טבלה מספר 9).

לסיכום: בין הטיפולים השונים בניסוי לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית ביבול ובתכולת היסודות בנוף הצמחים. בערכי בדיקות הקרקע שבוצעו בסיום הניסוי אחרי הקציר, נמצאו הבדלים בתכולת היסודות השונים שנתרו. ניתן להסביר את חוסר התגובה לטיפולים השונים בעודף הפוריות של הכרב עליו נערך הניסוי.