

## בחינת השפעת סוגי קומפוסט שונים על כמות ואיכות היבול ברקולה ובזיל

דו"ח ביניים 2012 (שנה שנייה)

ליאור אברהם ודוד סילברמן - שה"מ.

דני הראל, דובי צהר, משה ברונר, ומירון סופר - מו"פ דרום.

דודי קניגסבוך, אורי ירמיהו ומיכה רביב - מנהל המחקר החקלאי.

### 1. תקציר

שימוש בקומפוסט המוצנע בקרקע הוא חלק משגרת גידול ירקות ותבלינים. בצורה זו מתפקד הקומפוסט כדשן יסוד המטייב את הקרקע ומשפר תכונות כגון מרקם קרקע ותאחיזת מים ומצמצם את זיהום מי התהום שעלולים להיגרם ע"י עודפי דשן כימי. כיום ניתן להשיג קומפוסט שמקורו בחומרי גלם שונים לדוגמא: זבלי בע"ח, בוצת שפכים ופסולת אורגנית ביתית. לחומר המוצא ממנו יוצר הקומפוסט יש השפעה ניכרת על הרכב וכמות חומרי ההזנה המתווספים לקרקע ומכאן גם על השפעת הקומפוסט על תכונות הקרקע ועל כמות הדשן הכימי הנדרש בהמשך הגידול. מטרת הניסוי בשנה זו (2012-2013) הייתה לבחון שימוש בקומפוסט בוצה וקומפוסט זבל בע"ח כחלק מסך הדישון הכללי בגידול רוקולה ובזיל כאשר השלמת כמות הדשן הדרושה לגידול (חנקן בלבד) נעשתה על ידי תוספת דשן מינרלי. טיפול הביקורת הינו גידול ללא תוספת קומפוסט המבוסס על דישון מינרלי בלבד.

תוצאות המחקר מראות כי לתכולת חומרי ההזנה בקומפוסט השפעה על תכולתם בעלים. כמו כן, כמות היבול המשווק לא הושפעה מסוג הקומפוסט ולא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול בהשוואה לביקורת. לעומת זאת, חיי המדף ואיכות התוצרת הושפעו מהטיפולים והתקבלה ירידה באיכות בקומפוסט מזבל בע"ח על פני שימוש בקומפוסט בוצה ועל פני דישון מינרלי בלבד.

ריכוז הניטרטים בעלים, נושא שחשיבותו עלתה לאחרונה עקב קביעת תקנים מחמירים באירופה לגידולי עלים כגון רוקולה, מושפעת מסוג הקומפוסט. עם זאת, בשלב זה של המחקר המגמה אינה ברורה דיה.

### 2. מבוא

רוקולה (*Diplotaxis tenofulia* L.) ובזיל (*Ocimum basilicum* L.) הם מהגידולים המרכזיים והחשובים ביותר בתוך כלל מיני התבלינים המרכיבים את סל המוצרים ליצוא. שימוש בקומפוסט המוצנע בקרקע הוא חלק משגרת גידול ירקות ותבלינים. בצורה זו מתפקד הקומפוסט כדשן יסוד המטייב את הקרקע ומשפר תכונות כגון מרקם קרקע ותאחיזת מים. הקומפוסט מכיל חומרי הזנה בריכוזים שונים. בתהליך התפרקות הקומפוסט בקרקע, משתחררים יסודות אלה בצורה הדרגתית במהלך תקופת הגידול ומאפשרים הפחתה בכמויות הדשן הכימי הנדרשות ליישום. במקרים מסוימים, בגידולים בעלי מחזור גידול קצר, יכול הקומפוסט לשמש כמקור העיקרי לחומרי הזנה במהלך הגידול. להפחתה זו בכמויות הדשן הכימי השלכות כלכליות וסביבתיות משמעותיות וזאת על רקע העלייה הדרסטית במחירי הדשנים בשנים האחרונות והעלייה במודעות לנזקים סביבתיים כגון המלחת קרקע וזיהום מי תהום שעלולים להיגרם ע"י עודפי דשן כימי. בנוסף, השימוש בקומפוסט בחקלאות הינו חלק מהותי בתהליך המחזור של פסולות ממקורות שונים.

כיום ניתן להשיג קומפוסט שמקורו בחומרי גלם שונים לדוגמא: זבלי בע"ח, בוצת שפכים ופסולת אורגנית ביתית. לחומר המוצא ממנו יוצר הקומפוסט יש השפעה ניכרת על הרכב וכמות חומרי ההזנה המתווספים לקרקע ומכאן גם על השפעת הקומפוסט על תכונות הקרקע ועל כמות הדשן הכימי הנדרש בהמשך הגידול על מנת לקבל יבול מיטבי באיכותו ובכמותו.

בשנת המחקר הראשונה (2011) התבצע ניסוי בו נבחנה ההשפעה של חומר המוצא של הקומפוסט על התכונות הכימיות של הקרקע ועל יבול ואיכות רוקולה ובזיל. בשנה הראשונה לא היה טיפול של דישון מינראלי בלבד. התוצאות שהתקבלו הראו שביבול הרוקולה התקבל יתרון לקומפוסט הבוצה על פני שאר הקומפוסטים (זבל בע"ח, אשפת ערים, זבל בקר+גזם עגבניות) ובעיקר בהשוואה לקומפוסט זבל בע"ח, ואילו יבול הבזיל הופחת משמעותית בהשפעת הקומפוסט מאשפת ערים. חיי המדף ואיכות התוצרת לא הושפעו מהטיפולים.

מטרת הניסוי בשנה זו (2012-2013) הייתה לבחון שימוש בקומפוסט בוצה וקומפוסט זבל בע"ח כחלק מסך הדישון הכללי בגידול רוקולה ובזיל כאשר השלמת כמות הדשן הדרושה לגידול (חנקן בלבד) נעשתה על ידי תוספת דשן מינראלי. טיפול הביקורת הינו גידול ללא תוספת קומפוסט המבוסס על דישון מינראלי בלבד. במהלך הניסוי נאספו מדדי יבול, איכות, ריכוז יסודות בעלים ובקרקע. דו"ח זה מסכם את הנתונים שהתקבלו משנת הניסוי האחרונה, משני מחזורי גידול - בזיל ולאחריו רוקולה.

### 3. חומרים ושיטות

הניסוי נערך במו"פ דרום (E 16' 31<sup>0</sup>, N 23' 34<sup>0</sup>, 104 מ' מעל פני הים) בקרקע חולית (sp 22) בתוך מנהרה עם גג מכוסה יריעת פוליאאתילן ומעליה רשת שחורה 30% צל. תוצאות בדיקות קרקע שנערכו לפני תחילת הניסוי ב- 14.11.11 מוצגות בטבלה 1.

טבלה 1. תכונות כימיות של הקרקע לפני תחילת הניסוי. הערכים התקבלו במיצוי עיסה רוויה.

עומק (מ"ס)	pH	רוויה (%)	מוליכות (dS/m)	N-NO3 (מ"ח)	P (מ"ח)	K במיצוי (מ"ח)	חומר אורגני (%)
0-20	7.1	23	0.94	11.7	16.8	54.4	0.32
20-35	7.8	22	0.76	5.3	16.9	19.6	0.72

בעונה השנייה, 2012-2013 בתאריך 14.8.12 נשתלו צמחי בזיל מזן פרי בעומד 30 צמחים ל- 1.5 מ"ר ערוגה. הבזיל גדל עד ה- 9.12.12 ועבר 5 קצירים. לאחר עקירת הבזיל נשתלו בתאריך 17.12.12 צמחי רוקולה. עומד השתילה היה 10 צמחים למטר ערוגה X 6 שלוחות בערוגה (2 צמחים ליד כל טפטפת), סה"כ 60 צמחים ל-1.5 מ"ר. הרוקולה גודלה עד ה- 11.3.13 ועברה 3 קצירים. מערכת השקיה בטפטוף נבנתה משלוחות של 1.6 לש טפטפת כל 20 ס"מ, מרווח בין השלוחות 30 ס"מ. מערכת זו שימשה את שני מחזורי הגידול. לאחר התבססות הצמחים (כ- 10 ימים מהשתילה) ניתנה השקיה אחידה לכל השטח בשיעור של כ- 50% מההתאדות היומית מגיגית. הניסוי כלל שלשה טיפולי הזנה עם חזרות בתבנית של אקראיות מוחלטת בשתי מנהרות בגודל 12X10 מטר.

(1) טיפול ביקורת - הזנה מינראלית. ארבע חזרות- שתי חזרות בכל מנהרה.

(2) קומפוסט בע"ח (שדה אליהו). שבע חזרות- שלוש חזרות במנהרה אחת וארבע בשנייה.

(3) קומפוסט בוצה (קומפוסט אור). שבע חזרות- שלוש חזרות במנהרה אחת וארבע בשנייה.

3.1 ממשק ההזנה במהלך הניסוי :

החנקן הוא יסוד ההזנה המגביל שעל פיו נקבעו כמויות הקומפוסט. על בסיס עבודות שנערכו במו"פ בעבר (ירמיהו וחוב' 2010) הוערך כי שני מחזורי גידול של בזיל ורוקולה נזקקים לכ-39 ק"ג חנקן צרוף, בשישה חודשי גידול (90 יום כ"א).

החישוב מתבסס על הזנה אופטימאלית של כ-100-120 ח"מ X כ-2 מ"מ השקיה יומית ממוצעת X 180 ימי גידול, שהם כ-39 ק"ג חנקן צרוף.

על בסיס חישוב זה ועל פי אנליזות הקומפוסט שנלקחו לפני היישום (ראה טבלה 2) הוחלט על מינון של 4 מ"ק/דונם של קומפוסט אור (בוצה) ו-6.5 מ"ק/דונם של קומפוסט שדה אליהו (זבל בע"ח). כמות החנקן הכללי שתסופק במקרה זה תהיה כ-45 ק"ג/דונם. מכמות זו, צפוי שכ-7-9 ק"ג חנקן יהיו זמינים לצמח במהלך העונה, ועל כן נזדקק להשלמה של כ-30 ק"ג חנקן ממקור מינרלי להשלמת שני מחזורים. למרות הפער הגדול ביסוד אשלגן בקומפוסטים השונים הוחלט לא להוסיף עוד גורם משתנה לניסוי (תוספת אשלגן).

השלמת כמות החנקן הנדרשת ניתנה כדישון ראש מינרלי של אמון חנקתי.

טיפול הביקורת- דישון מינרלי ללא תוספת קומפוסט. הוזן בדשן מורכב 5:3:8 - שדומה להרכב של קומפוסט זבל בע"ח ולפי אותו חישוב של הזנת רוקולה ובזיל שהוזכר קודם. הקומפוסט הוצנע בקרקע באופן ידני לעומק של כ-20 ס"מ כחודש לפני שתילת הגידול הראשון (בזיל). הקרקע נשמרה לחה עד למועד השתילה. במהלך הגידול ניתן דשן ראש חנקני בלבד (כאמון חנקתי) ואילו שאר חומרי ההזנה סופקו מהקומפוסט.

טבלה 2. ריכוז תוצאות בדיקת הקומפוסטים ששימשו לטיפולים. ריכוזי המינרלים הינם על בסיס חומר יבש. חומציות ומוליכות חשמלית נקבעו במיצוי מימי.

Ca (%)	Mg (%)	חומר יבש (%)	רוויה (%)	C/N	מוליכות (dS/m)	pH	K (%)	P (%)	N כללי (%)	C (%)	ח. אורגני (%)	קומפוסט בוצה
5.43	0.75	70.6	200	8.7	2.9	7.13	0.66	1.62	2.63	22.8	39.3	קומפוסט זבל בע"ח
8.19	0.75	80.0	360	16	10.5	8.4	2.47	1.33	1.58	25	44	

היבול נדגם ונאספו נתונים של משקל כללי ומשקל ליצוא, מכל חלקה נדגמו שני אגדים באופן מקרי והרכבם הכימי אופיין בשיטות המקובלות. הרכב המינרלים: חנקן, זרחן ואשלגן נעשה לאחר שטיפה, ייבוש וטחינה בשיטה של שריפה עם ח' גופרתית. בנוסף נבדק ריכוז החנקה בעלים טריים. נבדקו משתנים הקשורים לחיי מדף לאחר תקופת אחסון המדמה ייצוא במעבדה של דר' דודי קניגסבוך, מחלקה לאחסון, מנהל המחקר, בית דגן.

במהלך המחזור הראשון במהלכו גודל בזיל נעשו חמישה קצירים בתאריכים: 10.9.12, 2.10.12, 24.10.12, 14.11.12, 9.12.12, עד לסיום הגידול, כל חלקה נקצרה במועדה.

במחזור השני במהלכו גודלה רוקולה נעשו 3 קצירים בתאריכים: 29.1.13, 21.2.13, 11.3.13, עד סיום הגידול בשל פריחה.

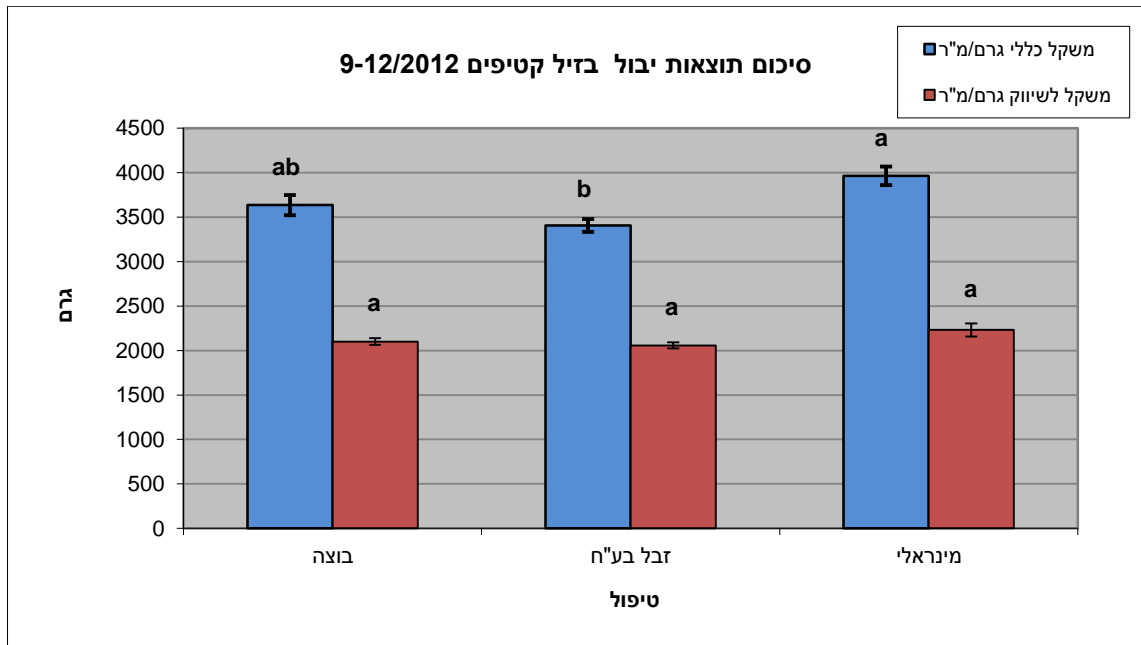
במהלך הניסוי נאספו מדדים צמחיים של כמות ואיכות יבול וכן התבצע מעקב אחר הרכב חומרי ההזנה בקרקע (תוצאות לא מובאות) ובצמח.

כמו כן נעשו בדיקות מעבדה להימצאות חיידקים (E-coli וסלמונלה) בדיקה אחת בעלי בזיל ושתי בדיקות בעלי רוקולה. הבדיקות נעשו בשלושת הטיפולים בניסוי, בכל המקרים לא נתגלו חיידקים אלו.

#### 4. תוצאות

##### 4.1 מחזור ראשון, גידול בזיל: כמות היבול לפי טיפול.

באיור 1 מוצגות כמויות היבול הממוצעות ( $\pm$  שגיאת תקן) שנאספו במהלך הגידול בכל אחד מהטיפולים. עמודות בעלות אותיות שונות הראו שוני מובהק בתוצאות (one way ANOVA,  $\alpha=0.5$ ). ניתן לראות יתרון בכמות היבול הכללי לטיפול המינרלי על פני טיפול זבל בע"ח. לעומת זאת לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ביבול המשוק.



איור 1. יבול בזיל כללי ולשיווק מחמישה קצירים.

##### 4.2 תוצאות אנליזות עלים- בזיל.

תוצאות אנליזות העלים (טבלה 3) מראות כי ריכוזי חלק מיסודות הושפעו מהטיפולים. ערכים בעלי אותיות שונות הראו שוני מובהק בתוצאות (one way ANOVA,  $\alpha=0.5$ ). ריכוזי החנקן גבוה יותר בטיפול המינרלי בצורה מובהקת מטיפול זבל בע"ח. ריכוזי האשלגן בבוצה נמוך מיתר הטיפולים. אין הבדל בין הטיפולים ביחס לרמת זרחן, סידן ולברזל.

טבלה 3. ריכוזי מינרלים בצמחי בזיל. N,P,K ממוצע משני קצירים, Fe,Ca ממוצע מקציר בודד.

טיפול	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Fe (ppm)
מינרלי	3.46 a	0.49 a	4.46 a	2.88 a	84.35 a
זבל בע"ח	2.49 b	0.56 a	4.49 a	2.90 a	77.58 a
בוצה	2.85 ab	0.48 a	3.56 b	2.44 a	83.68 a

##### 4.3 חיי מדף ואיכות התוצרת.

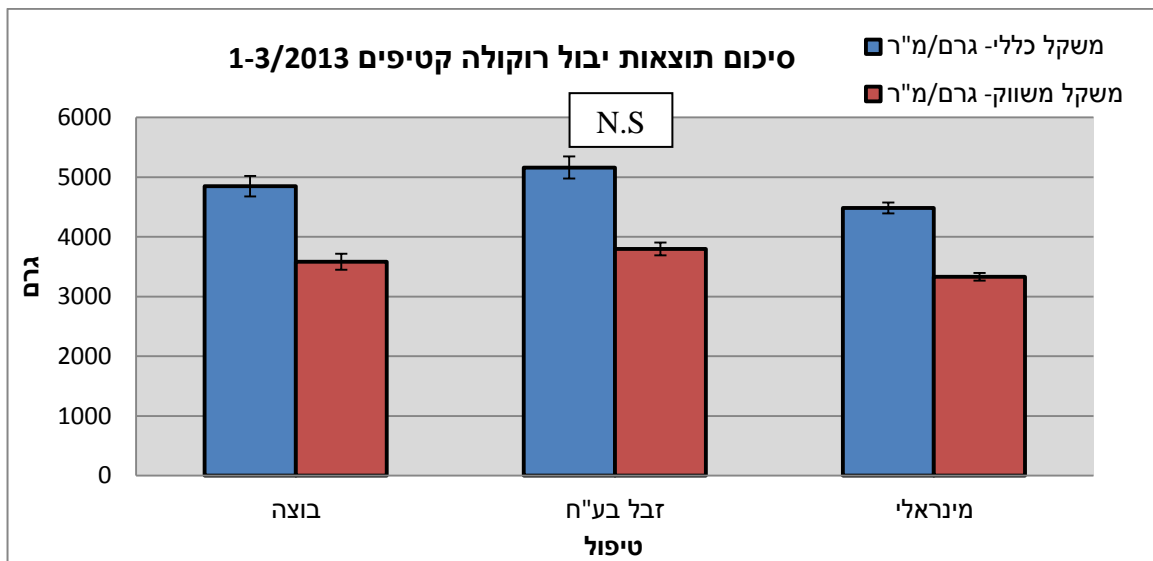
חיי מדף נבחנו בשלושה מתוך חמשת הקצירים. תוצאות הבדיקה מוצגות בטבלה 4. ניתן לראות כי מדד ההופעה שמשקל את התאמת היבול לשיווק קיבל כמעט בכל המקרים ערך גבוהה מ-2.5 שהוא ערך הסף התחתון לשיווק, אולם ערכו ירד מקציר לקציר ובאחרון ערכו היה נמוך בכל הטיפולים. התוצאות מראות כי ישנה השפעה מועטה של הטיפולים על איכות התוצרת וחיי המדף: יתרון קל לקומפוסט בוצה ולטיפול המינרלי על פני קומפוסט זבל בע"ח במדד ההופעה.

טבלה 4. נתוני איכות וחיי מדף של בזיל, חוות הבשור, 2012.

תאריך	טיפול	מדד הופעה (1-5)	מדד כמישה (1-5)	מדד השחמה (1-5)	% השחמה קשה	מדד ריקבון עלים (1-5)	מדד ריקבון גבעולים (1-5)	מדד השחמת אמירים (1-5)	מדד נשירת עלים (1-5)
10.9.12	בוצה	3.1	1.4	1.7	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10.9.12	זבל בע"ח	2.9	1.3	1.8	0.0	1.0	1.0	1.3	1.1
10.9.12	מינראלי	3.1	1.4	1.6	0.0	1.0	1.0	1.1	1.3
24.10.12	בוצה	2.7	1.8	1.4	1.4	.	.	2.1	1.1
24.10.12	זבל בע"ח	2.5	1.8	1.3	3.1	.	.	2.4	1.5
24.10.12	מינראלי	2.8	1.8	1.1	0.0	.	.	2.0	1.5
9.12.12	בוצה	2.2	2.2	2.2	15.9	1.2	1.0	1.0	1.0
9.12.12	זבל בע"ח	1.7	1.7	1.7	13.0	1.1	1.0	1.0	1.4
9.12.12	מינראלי	2.4	2.3	1.9	10.0	1.6	1.1	1.0	1.3

#### 4.5 מחזור שני, גידול רוקולה - כמות היבול לפי טיפול.

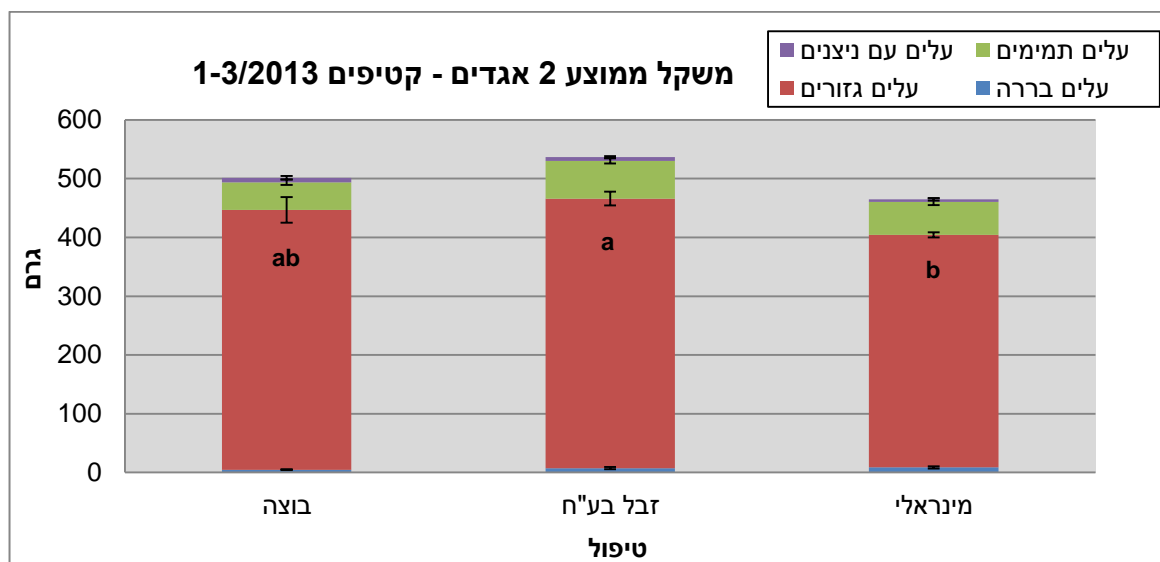
באיור 2 מוצגות כמויות היבול הממוצעות ( $\pm$  שגיאת תקן) שנאספו במהלך הגידול בכל אחד מהטיפולים. עמודות בעלות אותיות שונות הראו שוני מובהק בתוצאות (one way ANOVA,  $\alpha=0.5$ ). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ביבול הכללי והיבול המשוק.



איור 2. סיכום נתוני יבול הרוקולה, חוות הבשור, 2012-13.

#### 4.6 נתוני מיון אגדים עפ"י סוגי עלים.

הרכב סוגי העלים של מדגם אגדים שנבדק מוצג באיור 3. עמודות בעלות אותיות שונות הראו שוני מובהק בתוצאות (one way ANOVA,  $\alpha=0.5$ ) לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים בכמות העלים שאינם ראויים לשיווק (בררה), העלים התמימים והעלים עם ניצנים, אולם נמצא הבדל מובהק בכמות העלים הגזורים, כאשר ישנו יתרון לטיפול המינראלי על פני טיפול זבל בע"ח.



איור 3. אגדים המפורדים לפי סוגי העלים של רוקולה, חוות הבשור, 2012-13.

**4.7 תוצאות אנליזות עלים - רוקולה.**

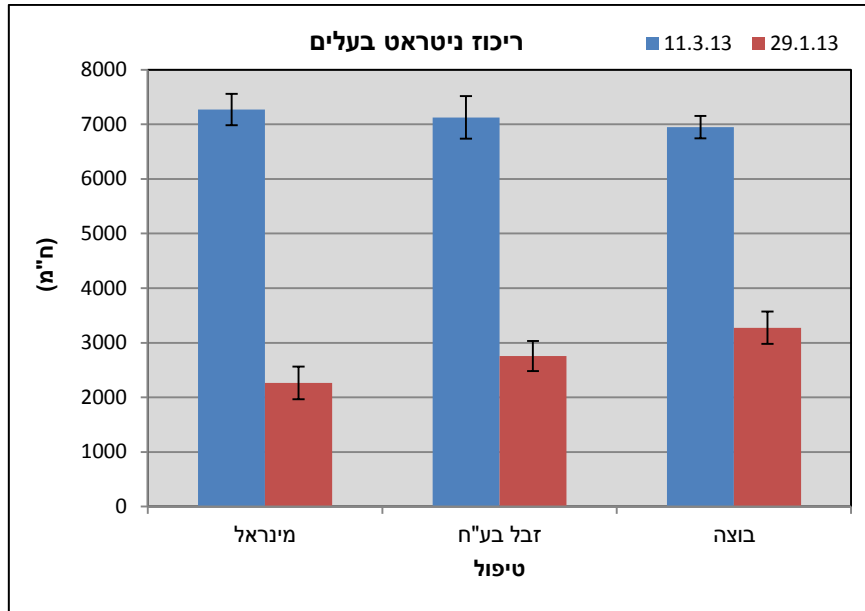
תוצאות אנליזות העלים (טבלה 5) מראות כי ריכוז החנקן הכללי והזרחן לא הושפעו מהטיפולים. ערכים בעלי אותיות שונות הראו שוני מובהק בתוצאות (one way ANOVA,  $\alpha=0.5$ ). ריכוז האשלגן גבוה באופן מובהק בטיפול זבל בע"ח לעומת טיפול הבוצה.

טבלה 5. ריכוז מינרלים של עלי רוקולה. ממוצע משני קצירים בלבד. כמו בבדיקות הבזיל גם כאן ריכוז האשלגן בקומפוסט בוצה נמוך מיתר הטיפולים.

טיפול	N (%)	P (%)	K (%)
בוצה	5.16	0.50	4.45 b
זבל בע"ח	4.99	0.50	5.3 a
מינרלי	4.77	0.49	5.03 ab

#### 4.8 ריכוז ניטראטים בעלי רוקולה

הבדיקה של ריכוז ניטראטים בעלי רוקולה נערכה בקציר הראשון (29.1.13) והאחרון (11.3.13). ניתן לראות שרמת הניטראט בעלים בקציר הראשון בטיפול הבוצה היו הגבוהים ביותר והנמוכים ביותר בטיפול המינרלי. בקציר השלישי והאחרון עלתה רמת הניטראט בעלים בצורה משמעותית בכל הטיפולים וללא הבדלים בניהם (איור 4).



איור 4. ריכוז ניטראט בעלי רוקולה מקציר הראשון.

#### 4.9 חיי מדף ואיכות התוצרת.

סיכום תוצאות בחינת איכות יבול הרוקולה מופיע בטבלה 6. ככל תוצאות בדיקות האיכות לא היו טובות כפי שניתן לראות מממד ההופעה הנמוך מ- 2.5. בשני הקצירים הראשונים. עם זאת יש לציין כי הממד הנמוך התקבל בכל הטיפולים ומקורו כנראה בבעיות בתהליך הקטיף והאריזה. ישנה הפחתה באיכות ובחיי המדף לטיפול בזבל בע"ח ע"פ הטיפולים האחרים, כפי שבא לידי ביטוי בממד ההופעה ובאחוז ההצהבה הקשה.

טבלה 6. נתוני איכות וחיי מדף של רוקולה, חוות הבשור, 2012-13.

תאריך	טיפול	ממד הופעה (1-5)	ממד הצהבה (1-5)	קשה % הצהבה	ממד השחמה (1-5)	קשה % השחמה	ממד ריקבון (1-5)	ריקבון קשה %	ממד כמישה (1-5)
29.1.13	בוצה	2.3	2.7	43.4	1.0	0.0	1.1	0.0	1.0
29.1.13	זבל בע"ח	1.5	1.9	32.7	1.0	0.0	1.3	7.3	1.0
29.1.13	מינרלי	2.3	2.7	38.2	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0
21.2.13	בוצה	2.3	2.7	51.7	1.0	0.0	1.0	0.0	2.0
21.2.13	זבל בע"ח	2.2	2.8	63.6	1.0	0.0	1.0	0.0	1.8
21.2.13	מינרלי	2.2	2.8	50.0	1.0	0.0	1.0	0.0	2.2
11.3.13	בוצה	2.7	2.3	11.7	1.0	0.0	1.0	0.0	1.3
11.3.13	זבל בע"ח	2.4	2.6	28.6	1.0	0.0	1.0	0.0	1.2
11.3.13	מינרלי	2.7	2.3	10.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.3

## 5. סיכום

בניסוי המדווח מושווית השפעתם של שני סוגי קומפוסטים שיוצרו מחומרי מוצא שונים על כמות ואיכות של יבול רוקולה ובזיל ובהשוואה לדישון ראש מינראלי. ככלל כמות היבול בשני הגידולים לא הושפעה מסוג הקומפוסט. מהתוצאות עולה כי, ניתן לקחת בחשבון את תכולת חומרי ההזנה בקומפוסט ולהפחית אותה מהמנה השנתית המתוכננת. הבדלים בין הקומפוסטים השונים התבטאו בריכוז המינרלים בעלים. כמות הניטרטים ברוקולה, נושא שחשיבותו עלתה לאחרונה עקב קביעת תקנים מחמירים באירופה, מושפע גם הוא מסוג חומר המוצא כשלקומפוסט זבל הבקר יתרון מסוים על קומפוסט בוצה. חיי המדף ואיכות התוצרת של הרוקולה הראו עליה באיכות בקצירים המאוחרים לעומת הקציר הראשון כשבאופן כללי נמצא חיסרון לקומפוסט זבל בע"ח. לעומת זאת, חיי המדף ואיכות התוצרת של הבזיל הראו ירידה באיכות בקצירים לאורך העונה ובדומה לרוקולה קיימת מגמה של חיסרון באיכות התוצרת ובחיי המדף לקומפוסט מזבל בע"ח. כהמשך לניסוי המתואר בדו"ח זה מתוכנן להתבצע במו"פ דרום ניסוי דומה שבו ישולב טיפול נוסף: חלקות שזובלו בקומפוסט זבל בע"ח שנה שעברה יזובלו השנה בקומפוסט בוצה. מטרת הטיפול לבחון השפעת החלפת סוג הקומפוסט על הגידול ועל תכולת הזרחן והאשלגן בקרקע ובעלים. במקביל נחזור על הניסוי שתואר לעיל ע"מ לחזק ולאמת את תוצאותיו.

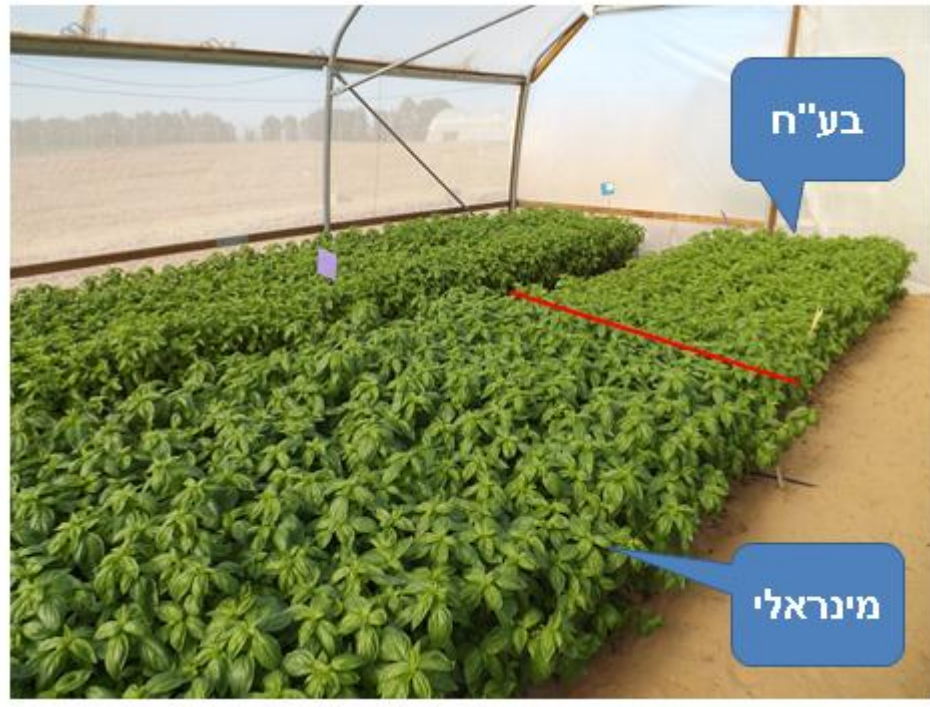
## 6. תמונות

תמונה 1. גידול הרוקולה לפני קציר שני (20.2.13)





תמונה 2. גידול הבזיל לפני קציר חמישי (9.12.12)



ספרות:

תגובת רוקולה להזנה בחנקן (2010) אורי ירמיהו , דוד סילברמן , אלי מתן , חנה יחזקאל , דוד שמואל , אינה פיינגולד , שושנה סוריאנו ודודי קניגסבוך. דו"ח למדען הראשי.

הבעת תודה

לקרן שה"מ ומו"פ דרום על מימון ניסוי זה. לחברת קומפוסט אור עבור תרומת הקומפוסט.