



מדינת ישראל  
משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
שירות ההדרכה והמקצוע  
שירות שדה - מחוז העמקים

## טיפולם חלופיים חדשניים וידידותיים לסביבה להדברת נמטודות עפצים בגידול בזיל

מספר מחקר : 870-6412-14

אריה יצחק - שירות שדה, מחוז העמקים, שה"מ  
דוד סילברמן - שה"מ  
שמעון ביטון - שה"מ  
אורי אדלר - מועצת הצמחים  
נבו דור - מושב מחולה

### תקציר

הבזיל הינו גידול מרכזי ומוביל בסל המוצרים בענף התבלינים הטריים. יצוא הבזיל מישראל מסתכם בכ-30 מיליון יורו, מתוך יצוא תבלינים כולל של יותר מ-100 מיליון יורו בשנה. כמחצית מהגידול בבתי הצמיחה מתבצע בסוגים שונים של קרקעות, והיתר [זו המחצית השנייה] במצעים מנותקים (בעיקר טוף). מחזור הגידול של הבזיל נמשך בין שלושה חודשים לשנה. המעבר לגידול בקרקע מקומית בבתי רשת או במנהרות עבירות תורם להוזלת עלויות הגידול ולשיפור ברווחיות הגידול ליצוא. אחת הבעיות הקשות שהתעוררו במעבר לגידול בקרקע מקומית הן הנמטודות הפוגעות במעבר מים ומינרלים לגבעולים ולעלים, מה שפוגם בהתפתחות הצמח ובמראה העלים, שהוא החשוב והמשמעותי בצמח תבלין טרי למאכל.

גידול בקרקע מקומית מתאפשר ואף עולה יפה הודות לשמירה על מחזור זרעים ולשימוש נכון בחומרי ההזנה, במיוחד בחומרים ידידותיים לסביבה, העשויים לעצור או למנוע התפתחות נמטודות. כך מתאפשר גידול וגטטיבי איכותי, הראוי לשיווק, אשר יהיה רווחי וכדאי גם ליצוא בקיץ.

בשנים האחרונות הוחל בניצול תשטיפי לשלשת עופות בתהליך ייצור גז מתאן לדישון במטעים ובירקות. בתצפיות שערכנו בבתי צמיחה שבעמק המעינות נמצא שמיצוי לשלשת עופות כדשן אורגני תרם להזנה ומנע או דחה נזק מנמטודות בבזיל ובלובאץ', ובכך אפשר את גידולם של צמחי התבלין הללו לשיווק וליצוא, למרות הימצאות נמטודות בחלקה.

בניסויים שערכנו בשנתיים האחרונות במשק "דור" שבכפר מחולה בחנו את יעילות השימוש בתמיסת לשלשת עופות מטילות כדשן אורגני, ובמיוחד את השפעתה כדוחה או כמונעת פגיעה מנמטודות בבזיל, לשם המשך צימוח אופטימלי וראוי לשיווק.

בשנה הראשונה, בתאריך 23/6/15, נספרו בחלקות המטופלות בדשן האורגני 47 צמחים נגועים בנמטודות, בעוד שבחלקות המטופלת בדשן המינרלי נספרו 540 צמחים נגועים. ספירה נוספת בוצעה בתאריך 12/7/2015, ובה נספרו בחלקות המטופלות בדשן האורגני 227 צמחים נגועים, ובחלקות שדושנו בדשן המינרלי - 585 צמחים נגועים. בבדיקה חזותית של השורשים ניתן היה לזהות עפצים שנגרמו כתוצאה מהימצאות נמטודות.

בשנה השנייה נמצא כי מספרם של הצמחים הנגועים בנמטודות במ"ר בחלקות המטופלות בדשן האורגני היה 4.4 בממוצע, ואילו בחלקות המטופלות בדשן המינרלי - רק 1.9 צמחים למ"ר. התוצאות הללו הפוכות מהתוצאות שנמדדו בשנה הראשונה, וזאת להערכתנו, כתוצאה מאיכות זבל העופות שהתקבל, שהיה יבש וישן מאוד, ובמהלך הזמן איבד את סגולותיו החיוניות לטיפול ולדיכוי נמטודות וכדשן לגידול.

## מבוא

נמטודות העפצים מהוות מזיק מוכר וידוע, הפוגע בבזיל ובמגוון נוסף של גידולים אחרים. בשנים האחרונות הביאו כמה גורמים להתעצמות הבעיה ולהכרח במציאת פתרונות חדשניים וידידותיים לסביבה. לפני כעשור היה חיטוי הקרקע במתיל ברומיד הטיפול היעיל להדברת המזיק. עם יציאתו של תכשיר המתיל ברומיד משימוש, נותרו חלופות כימיות פחות יעילות. שילוב כימיקלים בחיטוי הסולרי אמנם משפר את יעילות ההדברה, אך הוא מוגבל לתקופות החמות של השנה, מחייב את הפסקת הגידול לתקופה ממושכת ודורש הסרה של הרשתות ושטיפת יריעות הכיסוי כדי לאפשר קרינה מרבית והגדלת יעילות החיטוי הסולרי. הטיפול להדברת נמטודת העפצים במהלך הגידול הינו מוגבל ביותר, כיוון שאין בנמצא תכשיר כימי המורשה לגידולי תבלינים, והתכשיר "ביונס", שאינו כימי, במקרים רבים לא הוכח כיעיל.

מחקרים רבים בארץ ובעולם (1, 2, 5) העידו על כך שהשימוש בחיטוי סולרי עם שאריות צמחים ממשפחת המצליבים (כרוב, חרדל ורוקולה) ואחרים (טרגון, אורגנו), טיפול הנקרא ביופומיגציה - יעיל ביותר להדברת נמטודות, אך יעילותו זו תקפה לזמן מוגבל. מחקרים אחרים (3, 4) הראו כי ניתן להשיג הדברה טובה בקרקעות קלות על ידי חיטוי סולרי בשילוב זבל עופות. ממחקר שנעשה בארה"ב (5) דווח כי חיפוי קרקע ביריעה אדומה בגידול עגבניות מנע נזק ליבול. לא ברור אם התוצאה הושגה על ידי פגיעה בנמטודות או הודות לשיפור יכולת הצמח להתמודד עם הפגע. יתר על כן, התקבלו דיווחים על השפעה חיובית של פטריות קרקע, כמו טריכודרמה ומיקוריזה, על הגידול, וייתכן כי אין פגיעה בנמטודות אלא עידוד שורשים וגידול צמחי המפצה על ההשפעות השליליות של המזיק. חיידקי קרקע כמו אלה המשווקים כיום (ביונס/ביוסייף) מיושמים לפני הגידול ובמהלכו ופוגעים בנמטודות (5).

מזה שנים אחדות נהוגה הדשיה במינרלי מותסס ומאוורר של זבל מטילות טרי במשקי תבלינים בעמק המעיינות (תשטיפי לשלשת עופות). שימוש רציף בדשן ביולוגי זה בגידול בזיל בשטחים נגועים בנמטודות העפצים אפשר קבלת יבול באיכות העומדת בדרישות ליצוא ללא שימוש בכימיקלים לטיפול בנמטודות ובדשן מינרלי במהלך הגידול.

השימוש במינרלי קומפוסט (קומפוסט "תה") או בחומר אורגני אחר (גוואנו למשל) בצורתו הנוזלית, או בנוזל מזבל רפתות הינו שיטה נפוצה לספק יסודות הזנה לגידולים אורגניים, אך עד כה לא דווח על השפעה ישירה על נמטודות שיש למינרלי זבל עופות.

מכיוון שהנמטודות מהוות את אחד מפגעי הקרקע המטרידים ביותר בתקופה האחרונה בגידול בזיל, חשבנו שיש חשיבות עליונה לבחון בצורה מחקרית אם אכן השימוש בהדשיה במינרלי זבל עופות יאפשר גידול בזיל בקרקע הנגועה בנמטודות.

## שיטות וחומרים

הניסויים בוצעו במשק דור במושב מחולה, בשנתיים עוקבות (2015 ו-2016). הניסוי נערך בשתי מנהרות עבירות במפתח של 6 מטרים באורך 80 מטרים. המגדל דיווח כי שתי המנהרות נגועות קשה בנמטודות, אך לא היה בידינו מיפוי מקדים של הנגיעות. הגידול עצמו בוצע כמקובל באזור: 4 ערוגות במנהרה, רוחב הערוגה 100 ס"מ, ורוחב שביל 50 ס"מ. בכל ערוגה 4 שורות, עומד הצמחים: 25 צמחים למטר מרובע ו-17 צמחים למ"ר כולל השבילים.

בשנה הראשונה בוצעה תצפית בהיקף מסחרי בחלקות גדולות בשתי חזרות. כל מנהרה חולקה לשני מקטעים, וכל קטע הושקה ודושן בנפרד: האחד דושן **במיצוי זבל עופות**, ואילו האחר דושן **בדישון כימי** ביחס של 280-250 גרם חנקן לדונם ליום וכמות דומה של אשלגן. עקב הריכוז הגבוה של הזרחן בקרקע (כ-100 ח"מ בבדיקה אולסן) נמנענו מדישון זרחני במהלך הגידול. ריכוז החנקן המינרלי היווה בסיס לחישוב כמות הדשן האורגני שניתנה לגידול בשני המקטעים האחרים.



תמונה 2: הוצאת שק הזבל ממכל ההשריה



תמונה 1: מתקן למיצוי זבל מלשלת עופות

בשנה זו (2015) השתמשנו במיצוי זבל טרי **שמקורו מעופות מטילות שהובא מהגליל**. מיצוי הדשן הביולוגי הופק במשק דור בשיטת השוואת מלחים, כמו "שקית תה": במהלך ההתססה האירובית נעשה ערבול של התמיסה הנוזלית לתוך התמיסה הסמיכה של הזבל עד להשוואת ערך המוליכות החשמלית בתמיסה שבמכל.

במהלך הניסוי נערך מעקב חזותי אחר הצמחים בשני הטיפולים. כשהופיעו צמחים עם הצהבת עלים, שיוחסה לנגיעות בנמטודות, נערכו ספירות של הצמחים הצהובים. במקביל, בוצעה חשיפת שורשים, שטיפתם והערכת הנגיעות בהם על פי הופעת העפצים.

בשנה השנייה (2016) בוצע הניסוי באותן מנהרות. בקיץ 2015, בתום שנת הניסוי הראשונה, טופל השטח בחיטוי סולרי + "אדיגן" בכמות של 40 ליטרים לדונם. לאחר החיטוי נשתלו גידול סתווי של רוקולה וגידול סוף החורף של בזיל, שהיו נקיים מסימני נמטודות. עם סיום גידול הבזיל באביב, נשתל בזיל פעם נוספת ברצף וללא כל חיטוי בין הגידולים. כל מנהרה חולקה לארבעה מקטעי השקיה ודישון, כך שמבנה הניסוי היה שני טיפולים, ובכל טיפול ארבע חזרות.

בשנה השנייה הוכנה תמיסת לשלת העופות על ידי המגדל במכלי פלסטיק בנפח 1 מ"ק, כמו שנעשה בשנה הראשונה, אך הפעם היה הזבל **מהמשק האורגני בגבעות עולם שבמרכז השומרון**. זבל עופות זה

הוא זבל שהצטבר זמן רב בלול של תרנגולות חופש אורגניות. מדגם של המיצוי נשלח למעבדת שירות שדה בצמח לבדיקת תכולת מינרלים, כולל חנקן כללי.

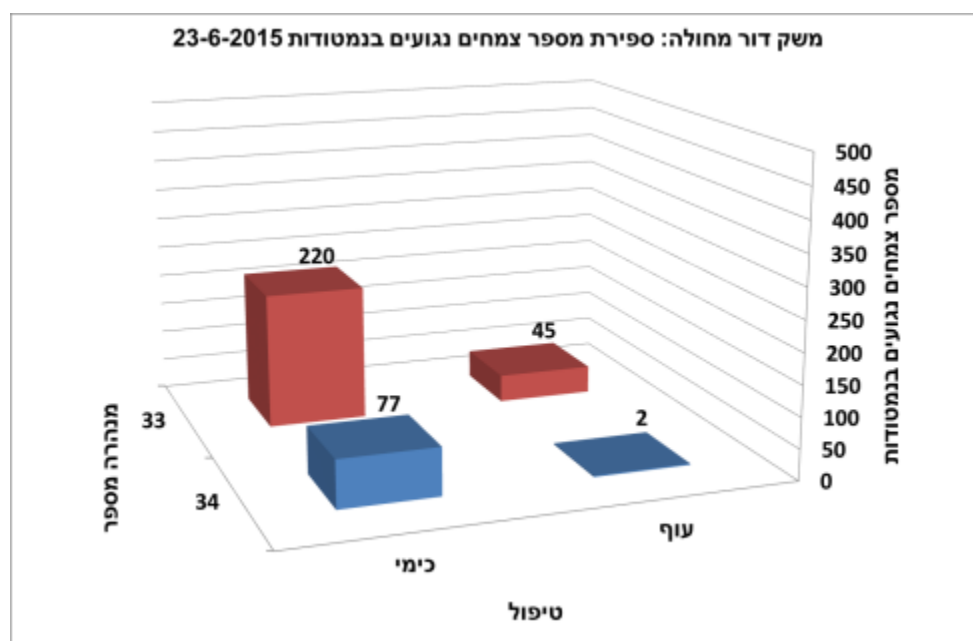
במהלך השנה השנייה נערך מעקב אחר התפתחות הצמחים ונספרו צמחים עם סימני נגיעות וצמחים שהתבוננות בשורשיהם השטופים העידה על סימני נגיעות, לעומת צמחים שעלוותם הייתה ירוקה ויפה.

## תוצאות

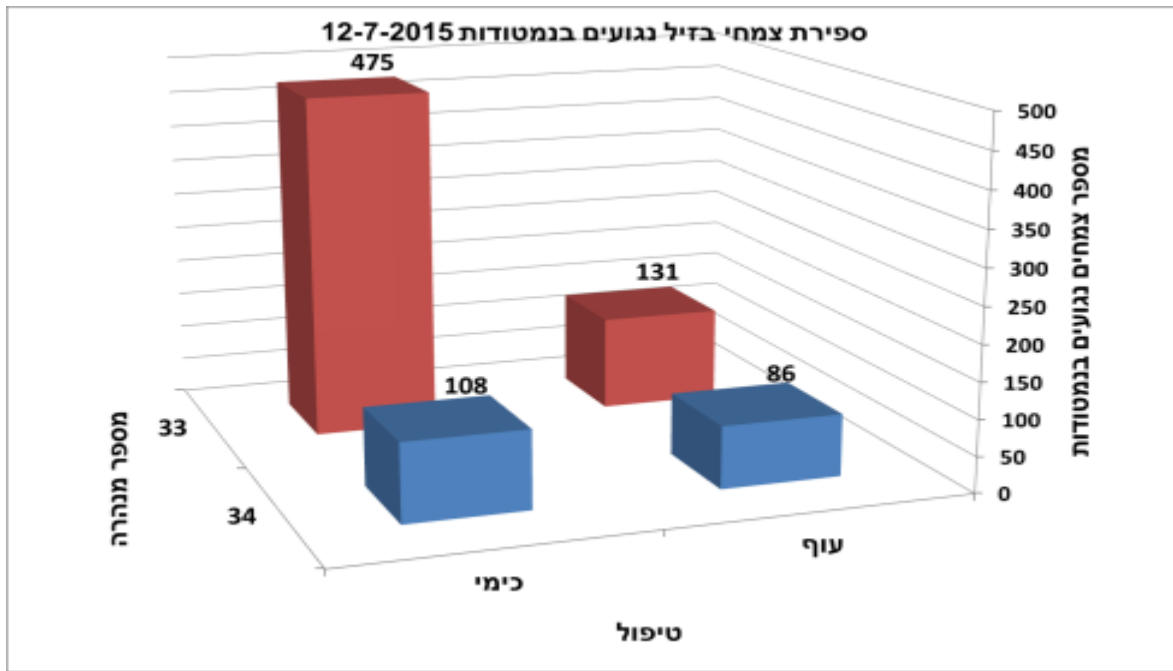
### שנת הניסוי הראשונה, אביב 2015

מתחילת הגידול בלט ההבדל בין החלקות שטופלו במיצוי זבל עופות לאלו שדושנו בדישון כימי רגיל. חלקות הגידול שדושנו בדשן כימי היו ירוקות יותר ומספר הצמחים הנגועים בנמטודות, שבאו לידי ביטוי בהצהבה של העלים ובניווון השתילים, היה קטן ביותר ביחס למקטעים שדושנו בדשן המינרלי. בתאריך 23/6/15 נספרו במנהרה הראשונה 2 צמחים נגועים בחלקה המטופלת, לעומת 340 בחלקת הביקורת, ובמנהרה השנייה נספרו 45 צמחים נגועים לעומת 220 בחלקת הביקורת (איור 1). ספירה נוספת בוצעה בתאריך 12/7/2015 (איור 2). בבדיקה שנערכה בתאריך 20/7/15 לאחר קציר טכני שבוצע בחלקה, קשה היה לזהות את הצמחים הנגועים, ומספר הצמחים שכן זוהו היה קטן ביחס לספירה הקודמת (איור 3). הירידה המסוימת במספר הצמחים הנגועים שאובחנו נבעה כנראה מהקושי בזיהוי הצמחים הפגועים. גם בספירה זו נשמרה מגמה של נגיעות רבה יותר בחלקות שקיבלו דישון כימי לעומת החלקות שקיבלו דישון בהדשיה של מיצוי זבל עופות. בבדיקה חזותית של שורשים ניתן היה לזהות עפצים כתוצאה מנמטודות.

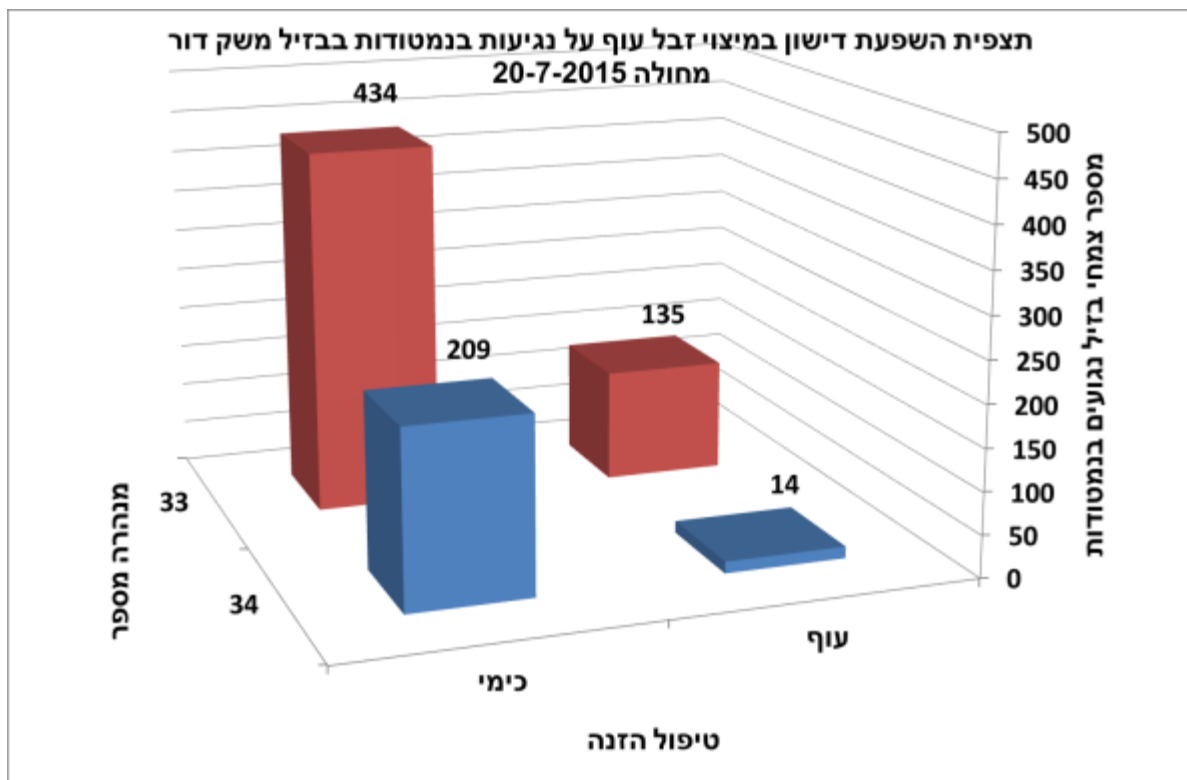
בשנת ניסוי זו בלט ההבדל במספר הצמחים הנגועים בין שני הטיפולים. ניכר הבדל גדול בנגיעות בין החזרות במנהרה הראשונה והשנייה, אף כי ההבדלים נטו תמיד לטובת זבל העופות ובעוצמה רבה יותר בחממה הראשונה.



איור 1 : מספר צמחים נגועים בנמטודות בתאריך 23/6/2015



איור 2 : מספר צמחים נגועים בנמטודות בתאריך 12/7/2015



איור 3 : מספר צמחים נגועים בנמטודות בתאריך 20/7/2015

שנה שנייה (2016)

כדי לבסס את תוצאות השנה הראשונה, בוצע ניסוי נוסף בשנה השנייה בארבע חזרות. בשנה זו יוצרה תמיסת הדשן האורגני מזבל עופות מטילות אורגני שמקורו במשק גבעות עולם שליד איתמר במרכז השומרון. תמיסת מיצוי לשלשת העופות נבדקה במעבדת שירות שדה "צמח" שבעמק הירדן, ונמדדו ריכוזים נמוכים של מינרלים חיוניים, במיוחד חנקן כללי (טבלה 1 ו-2). נראה שריכוז החנקן הנמוך נובע מאיכות הזבל; נראה שנשמר במשך זמן רב, כך שהחנקן בו התפרק ונשטף.

טבלה 1: ערכי מינרלים בבדיקות תמיסת לשלשת העופות

הבדיקה / מקור הזבל	מוליכות חשמלית (ds/m)	כלוריד ppm	נתרן ppm	חנקן אמוניאקלי ppm	חנקן כללי ppm	זרחן מסיס ppm	זרחן כללי ppm	אשלגן מסיס ppm
גליל עליון	56.7	7,186	3,105	9,890	1.08	58	255	4,142
גבעות עולם	17.7	1,542	673	723	2,108	87	673	3,800

טבלה 2: ערכי מינרלים בבדיקות מי טפטפת ב-13/7/2016

הבדיקה / טיפול	מוליכות חשמלית (ds/m)	חנקן כללי ppm	זרחן כללי ppm	אשלגן מסיס ppm
מיצוי זבל עוף	1.05	24.0	0.2	37.5
דשן מינרלי	2.33	98.6	1.9	155.4

למרות ההבדלים במתן החנקן, ניתן לראות שלא היה הבדל בכמות הזביל שנקטפה בטיפול זבל העופות ובטיפול הדשן המינרלי בשני מועדי הקטיף שבהם בוצעה שקילה (טבלה 3).

טבלה 3: תוצאות שקילת היבול בק"ג לחלקה

מועד קטיף	25/06/2016	8/06/2016	טיפול
דשן מינרלי	50	88	
מיצוי זבל עוף	54	87	

ספירת צמחים נגועים

בוצעה ספירה אחת של צמחים נגועים. כל חלקה חולקה ל-44 תת-חלקות. כל תת-חלקה היוותה מדגם של מקטע ערוגה בין שתי קשתות של המבנה, והתוצאה בה הייתה בעצם ממוצע של כלל חלקות המדגם. בכל חזרה נדגמו 4 ערוגות ו-11 תת-חלקות בערוגה. התוצאות המוצגות הן חישוב של ממוצע 44 המדגמים לחלקת ניסוי וכן חישוב נוסף של ממוצע 4 חזרות הטיפול (טבלה 4).

טבלה 4 : ממוצע צמחים נגועים לטיפולים השונים

טיפול	מס' צמחים נגועים לטיפול
דשן מינרלי	1.90
מיצוי זבל עופות	4.40

בטיפול מיצוי זבל העופות נתקבלה נגיעות גבוהה יותר. תוצאה זו מנוגדת לתוצאה שנתקבלה בשנה שעברה (2015). ההסבר לכך נובע כנראה מסוג זבל העופות שבו השתמשנו בשנה הנוכחית, שהיה יבש מאוד ודל בחנקן הדרוש לגידול אופטימלי של הבזיל. חוסר החנקן פגע ברציפות הגידול והביא לפיגור יחסי בהתפתחות.



תמונה 5 : שורשי בזיל בטיפול הדשן במיצוי זבל עופות



תמונה 3 : מבט על ערוגות בזיל



תמונה 6 : שורשי בזיל בטיפול הדישון הכימי



תמונה 4 : נמטודות בשורשי בזיל



בבדיקות קרקע שביצענו לפני התחלת הניסוי ובסיום הגידול לא נמדדו הבדלים משמעותיים בין שני טיפולי הדשן לתוצאה שנמדדה בתחילת העונה. חלה עלייה בריכוז החנקן ביחס לתחילת העונה בשני הטיפולים. כתוצאה מההשקיה חלה ירידה במוליכות החשמלית בשני הטיפולים ביחס לתחילת הגידול (טבלה 5).

טבלה 5 : ערכי מינרלים בבדיקות קרקע בטיפולים השונים – 10/07/2016

דלתא F	אשלגן במיצוי מא"ק/ל'	זרחן מ"ג/ק"ג	חנקן כללי %	חנקן אמוניאקלי מ"ג/ק"ג	חנקן חנקתי מ"ג/ק"ג	כלוריד מא"ק/לי	מוליכות חשמלית ds/m	עומק המדגם (ס"מ)	טיפול הבדיקה
2377	1.83	115.5		7.2	110.2	5.35	2.45	0-20	לפני תחילת הניסוי
2454	1.28	125.1	0.27	21.1	<b>16.18</b>	3.45	1.24	0-20	מיצוי זבל עופות 33
2494	0.98	103.5	0.25	18.5	<b>16.97</b>	2.50	1.03	20-40	
2546	0.90	128.7	0.26	19.5	<b>12.76</b>	3.35	1.12	0-20	דשן מינרלי 34
2626	0.89	109.6	0.26	17.6	<b>9.37</b>	2.40	1.32	20-40	

#### צבירת מינרלים בצמחי הבזיל

אחוז החומר היבש בשני הטיפולים היה זהה: 11.05%-11.65%, ערך גבוה יחסית למקובל בצמחי בזיל. ערכי החנקן, הזרחן, האשלגן והסידן שנמדדו בטיפול הדישון בתמיסת לשלשת העופות, היו גבוהים מאלה שנמדדו בטיפול שדושן בדשן המינרלי, אף שערכי היסודות בתמיסה האורגנית ובמי הטפטפת היו נמוכים יותר. אחוז הכלור שנמדד בטיפול הדישון בדשן המינרלי היה גבוה (טבלה 6).

טבלה 6 : תוצאות הבדיקות המינרליות - מקוראלמנטים בצמחי הבזיל בטיפולים השונים, 13/07/2016

הטיפול	חנקן %	זרחן %	אשלגן %	סידן %	מגנזיום %	כלור %	נתרן %
דשן אורגני	<b>3.01</b>	<b>0.41</b>	<b>4.65</b>	<b>1.58</b>	0.57	1.78	0.03
דשן מינרלי	<b>2.88</b>	<b>0.34</b>	<b>3.73</b>	<b>1.44</b>	0.53	1.99	0.03

ביסודות המיקוראלמנטים היו הבדלים מזעריים בין הטיפולים, ורק קליטת הברזל בטיפול האורגני הייתה גבוהה יותר: 4.40 לעומת 3.10 מ"ג/לי במינרלי (טבלה 7). הערכים שנמדדו מעידים על יעילות קליטת מינרלים גבוהה בדשן האורגני, למרות ריכוזו הנמוך במי הטפטפת.

טבלה 7 : תוצאות בדיקות מינרליות - מיקרואלמנטים בצמחי הבזיל בטיפולים השונים, 13/07/2016

הטיפול	בורן ח"מ	ברזל במיצוי מ"ג/ל"	אבץ מ"ג/ק"ג	מנגן מ"ג/ק"ג	חומר יבש %
דשן אורגני	18.90	4.40	59.13	72.00	11.65
דשן מינרלי	18.55	3.10	60.75	71.50	11.05

## דיון ומסקנות

ראשית יש לציין כי ההתייחסות לתוצאות עבודה זו צריכה להיות זהירה כמתבקש. בשנת התצפית הראשונה נתקבלו בשתי החזרות תוצאות מבטיחות למדי, אך מגמה הפוכה נצפתה בשנה העוקבת. המקור של מיצוי זבל העופות היה שונה בין שנות הניסוי, ונראה כי היה נחות בשנה השנייה מזה ששימש לדישון בשנת הניסוי הראשונה. לפיכך, יש צורך לחזור על הניסוי תוך הקפדה על שימוש בזבל מטילות טרי שאיכותו ואיכות המיצוי שיופק ממנו ייבדקו בבדיקות מעבדה ויימצאו ראויים לשימוש.

איכות מיצוי זבל מלשלת עופות המטילות היווה לדעתנו גורם משמעותי לכך שבשנה זו לא נתקבל הבדל ניכר בין הטיפולים, והצימוח בחלקות שדושנו במיצוי לשלשת העופות היה חלש יותר מזה שבחלקות שטופלו בדשן כימי.

התוצאות שהתקבלו בחלקות תצפית של מגדלים בעמק המעינות מחייבות לימוד מעמיק יותר של התופעה כדי להוות פתרון אפשרי להתמודדות עם נמטודות העפצים, וייתכן שגם עם נמטודות חופשיות, במגוון גידולים, בנוסף ליתרון המתבטא בחיסכון משמעותי של ההוצאה הכספית ברכישת דשן מינרלי.

חשוב מאוד לשמור על ריכוז מינרלים אחיד במהלך עונת הגידול ולבצע מעקב שוטף במעבדות שירות שדה.

## הבעת תודה

להנהלת קרן שה"מ למחקרים על תקצוב הניסוי בשנה השנייה; למעבדות שירות השדה בבקעת הירדן בניהולה של גבי זיוה קופר ולמעבדת שירות השדה "צמח" שבעמק הירדן בניהולה של גבי נורית בן הגיא על ביצוע הבדיקות הנדרשות בזמן אמת ועל מעקב אחר הניסויים במקצועיות ובמהירות הנדרשת.

## ביבליוגרפיה

1. ד"ר יוסף נוי (1989), **זבלים אורגניים**, משרד החקלאות.
2. אריה יצחק, שה"מ; רוחי רבינוביץ, מו"פ עדן, **שימוש באפר פחם תחתית (פסולת תחנות כוח של חברת החשמל) כמצע לגידול עירית**.
3. אריה יצחק, אליאנה רבינוביץ, הלל מנור, רוחי רבינוביץ - **מעקב קליטת יסודות הזנה בבזיל - סיכום מחקרים מו"פ חוות עדן - עמק בית שאן, 2000**.
4. אריה יצחק, פירחית ריבלין, עמי לנדאו, שחר גניאל, אייל בן נבט - **בחינת תערובת של קומפוסט אורגני בשילוב מצע מאוורר כמצע גידול - אתר שה"מ, יבול שיא יולי 2016**.
5. Martin Guerená, NCAT Agriculture Specialist, **Nematodes Alternative Controls ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service**  
<https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=149>