

ניסוי רב שנתי בפיזור זבל טרי בגידולי שדה

תקציר מתוך דוח מסכם מחקר

דני זוהר - שה"מ

פיזור זבל טרי בשדות ושימוש מועיל לצמחים, הוא הפתרון המועדף והזול לזבל שנוצר ברפת. לנוכח חששות של אנשי השדה והקרקע על השפעת הזבל על תחומים שונים, התבצע מחקר תלת-שנתי של מדריכי שה"מ במחלקות הגד"ש והקרקע ונמצא שאין ממה לחשוש. לא הייתה עלייה בריכוזי המינרלים והמלחים בקרקע, היבולים היו דומים לקבוצת הביקורת ולדישון הכימי



דני זוהר קודח לבדיקות קרקע

הקדמה

ביצוע הרפורמה ברפת החלב, וקביעת כללי עבודה לאחסון ולטיפול בזבל בתחומי הרפת ע"י המשרד לאיכות הסביבה, הביאו לצורך לבחון מחדש את כל השימושים בזבל. אחד הפתרונות האפשריים הנו פיזור ישיר של הזבל הטרי בשדות גידולי השדה, כפי שנעשה בהיקפים גדולים בעבר הרחוק, ומקובל בכל העולם.

החשיבות, שמייחסים כיום לנושאי איכות הסביבה, מחייבת בחינת הנושא עם דגש על אפשרות של מפגעים תברואתיים, זיהום מי תהום ופגיעה בתכונות הקרקע.

בשדות קיבוץ נגבה הוצב ניסוי רב שנתי שאמור לבחון את הנושאים הנ"ל.

מתכונת הניסוי - בלוקים באקראי ב-4 חזרות, בחן תוספת זבל חצרות טרי בשיעורים של 5 ו-10 קוב לדונם לשנה בפיזור של, בין שנה אחת מתוך שלוש, ועד פיזור רציף במשך 3 שנים.

הניסוי החל בסתיו 2002 כשבשנה הראשונה נזרעה חמצה ובשנתיים הבאות חיטה. הצטברות מינרלים ותכונות הקרקע בשכבות השונות וכן יבול הגרגרים ואיכותו נבדקו מדי שנה.

א. זילברמן, ח. טרצ'יצקי - שה"מ

פ. שורק - התארגנות רפת דרום

גד"ש דגנים (נגבה - משואות יצחק)

שיטות וחומרים

הניסוי הוצב החל מסתיו 2002 בשטחי קיבוץ נגבה, בחלקה במחזור בעל, קרקע חרסיתית קלה. מתכונת הניסוי: בלוקים באקראי ב-4 חזרות. הניסוי כלל 10 טיפולים אורכו של טיפול בודד - 30 מ' ורוחבו 12 מ' (2 שיטות). הטיפולים הוצבו בניצב לכוון הכללי של הפעילויות האגרוטכניות בעבר. היישום בשנה השלישית בלבד של 5 ו-10 קוב לד' בא לבחון השפעה על היבול, של מתן זבל, חד פעמי, בשנתון החיטה. מקובל להניח שרק 50% מכלל החנקן המצוי בזבל זמינים לגידול בעונה הראשונה לאחר הפיזור.

פיזור הזבל בוצע בראשית נובמבר, עם מזבלת שרוחב הפיזור שלה 2 מ', ע"ג ערוגות

טבלה 1 מחזור הגידולים בשנות הניסוי

השנה	2003	2004	2005
הגידול	חמצה מהזן "ירדן"	חיטה מהזן "גליל"	חיטה מהזן "גליל"

טבלה 2 לוח גשם בנגבה ב-3 שנות הניסוי

	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	סה"כ
2002/3	20	19	178	292	29	29	19	586
2003/4	0	90	94	138	70	21	7	420
2004/5	0	58	45	89	105	29	2	337

הראשונה, לפני פיזור הזבל, נבדקה הקרקע להגדרת הרכבה ומאפייניה.

בדיקות קרקע בוצעו בכל עונה באמצע החורף ובסיום העונה, לאחר הקציר. בסדרה זו נבדקו יסודות ההזנה חנקן, זרחן ואשלגן, EC, נתון, SAR ובורון.

הקציר בוצע בקומביין ייעודי לניסויים. נלקחו דוגמאות לבחינת מרכיבי האיכות.

- ניתוח סטטיסטי - בוצע בחבילת תכנה Jump. ניתוח ע"פ Tukey Kramer $P < 0.05$. כאשר לא מופיעות אותיות לצד הערכים המספריים - ההבדלים לא היו מובהקים.

תוצאות ודיון

מאפייני הזבל

תכולת יסודות ההזנה חנקן, זרחן ואשלגן, כאחוז מהחומר היבש, היו בתחום של 0.73-0.5, 1.4-0.84 ו-1.2-2.6 בהתאמה - יש לזכור שבדרך כלל הזמינות של יסודות ההזנה, בשנת היישום, אינה עולה על 50% מתכולתם הכללית.

מאפייני הזבל עשויים להשתנות ממועד פינוי אחד למשנהו. כמו-כן ישיפיעו משך השהייה בערמה מחוץ לחצרות וכמות האדמה המתווספת בשלבי ההוצאה וההעמסה.

לפיכך, חשוב לאפיין את הזבל לפני פיזור ולפזר בהתאם, בכדי לא להעמיס על השדה כמויות מיותרות ומנגד, לפזר כמות שתאפשר השלמת מנות יסודות ההזנה הנדרשות לגידול.

ממצאים בתום 3 שנות הניסוי

ריכוזי מלחים וסכנות המלחה ונתרון -

טבלה 3. מרכיבי הזבל בשנות הניסוי כפי שנמצאו בבדיקות מעבדה

2005	2004	2003	
8.4	8.6		pH
400	600	600	משקל נפחי (ק"ג לקוב)
60	29	50	חומר יבש - אחוז
15	36	56	חומר אורגני - אחוז
8.7	21		פחמן אורגני - אחוז
10	15	25	יחס C/N
0.84	1.4	1.3	חנקן כללי - אחוז
0.50	0.73	0.54	זרחן כללי - אחוז
1.2	2.6	1.4	אשלגן כללי - אחוז
3.3	7	10	EC דציסימנס למ'
46		29	בורון בשריפה מ"ג לק"ג

מסומנות. הזבל הונע בדיסק. בדיקות קרקע לקראת זריעת החמצה, בשנה הראשונה, הראו שאין צורך בתוספת יסודות הזנה.

תוצאות החיזוי ב"שיטת גילת", בחלקות שאמורות היו לקבל דישון כימי, לקראת זריעת החיטה בשנה השנייה, הראו בשכבה 0-60 ס"מ, חנקן שאריתי ברמה של 5.9 ק"ג לד' וזרחן ברמה של 0.754 ק"ג לד'. בהתאם לכך הוספו חנקן וזרחן לקראת זריעת החיטה בשנה השלישית לא בוצעו בדיקות קרקע. החנקן והזרחן הוספו ע"פ היבול הצפוי.

בדיקות במהלך הניסוי

במקביל למועד פיזור, נבדק הזבל להגדרת הרכבו ותכולת יסודות ההזנה בשנת הניסוי



הצעת הזבל בשדות גבעת עוז

לצפות שהעלייה לא הייתה אמורה להיות קריטית. **חנקן** - לא נמצאה הצטברות חנקן בשכבה העליונה, או דחיקת חנקן והצטברותו בשכבות עמוקות יותר. רמז לדחיקה מסוימת ניתן לראות דווקא בדישון הכימי, ששם ישנה

בשנה השלישית היו ריכוזי יסודות ההזנה וערכי EC בזבל, נמוכים מאלה שהיו בזבל בשנת הפיזור הראשונה. ייתכן שפיזור בשנה השנייה והשלישית של זבל הדומה בערכיו לזה של הזבל שפוזר בשנה הראשונה, היה מביא לעלייה קלה בערכי המדדים הנ"ל, אך יש

תוספת של עד 10 קוב לד' זבל חצרות טרי לא השפיעה על המדדים הבאים בעומקים 0-120 ס"מ: EC, Na, Ca+Mg, SAR. ניתן ללמוד עובדה זו על ידי בחינת ערכי המדדים הללו בטיפולי הזבל בהשוואה לאלה שהתקבלו בביקורת. יש לזכור שבשנה השנייה ויותר מכך

טבלה 4 מאפייני הקרקע בטיפולים ובעומקים השונים בתום 3 שנות ניסוי

טיפול	עומק	EC	Cl	Na	Ca+Mg	SAR	N-NO3	N-NH4	P	K	B
ביקורת	30	0.47	24.5	2.01	3.11	51.7	2.2	7.0	8.1	49	0.19
דישון כימי	30	0.46	18.3	1.08	3.63	0.81	6.6	6.5	15.0	42	.
5 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	30	0.48	26.5	1.61	3.53	1.22	3.3	7.3	8.3	45	.
5 קוב לד' שנתיים רצוף	30	0.56	30.3	1.80	4.35	1.26	2.3	6.4	11.4	53	.
5 קוב לד' 3 שנים רצוף	30	0.46	25.0	1.62	3.29	1.29	2.1	6.3	9.0	43	0.14
5 קוב לד' שנה שלישית בלבד	30	0.53	37.3	2.08	3.52	1.86	1.7	6.6	7.8	49	.
10 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	30	0.53	19.5	1.86	4.06	1.28	2.7	6.9	25.6	67	.
10 קוב לד' שנתיים רצוף	30	0.65	66.0	2.55	4.28	1.74	2.4	8.0	11.1	49	.
10 קוב לד' 3 שנים רצוף	30	0.51	31.8	1.65	3.76	1.25	3.0	7.3	18.2	65	0.18
10 קוב לד' שנה שלישית בלבד	30	0.48	28.3	1.98	3.00	1.77	3.4	7.8	7.6	44	.
ביקורת	60	0.60		4.79	1.69	5.28	1.7		5.8		
דישון כימי	60	0.59		2.85	3.25	3.02	11.6		6.6		
5 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	60	0.520		3.59	1.99	3.60	1.8		3.2		
5 קוב לד' שנתיים רצוף	60	0.56		3.11	2.83	2.99	1.4		3.9		
5 קוב לד' 3 שנים רצוף	60	0.46		2.68	2.14	2.92	1.6		4.5		
5 קוב לד' שנה שלישית בלבד	60	0.47		2.92	2.05	3.63	1.2		3.3		
10 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	60	0.54		3.76	2.10	4.07	2.3		10.8		
10 קוב לד' שנתיים רצוף	60	0.64		3.33	3.14	3.01	2.1		4.2		
10 קוב לד' 3 שנים רצוף	60	0.57		3.70	2.33	3.84	1.6		4.7		
10 קוב לד' שנה שלישית בלבד	60	0.51		2.83	2.51	2.75	2.3		3.9		
ביקורת	90	0.66		6.09	1.20	7.81	1.6				
דישון כימי	90	0.63		4.15	4.02	4.91	8.9				
5 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	90	0.56		4.91	1.36	6.19	1.4				
5 קוב לד' שנתיים רצוף	90	0.65		4.46	2.40	5.34	1.1				
5 קוב לד' 3 שנים רצוף	90	0.49		3.74	1.52	4.82	1.3				
5 קוב לד' שנה שלישית בלבד	90	0.52		3.79	1.90	4.40	2.2				
10 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	90	0.77		6.71	2.01	6.93	1.6				
10 קוב לד' שנתיים רצוף	90	0.66		4.51	2.11	5.34	3.2				
10 קוב לד' 3 שנים רצוף	90	0.63		4.96	1.72	6.14	1.5				
10 קוב לד' שנה שלישית בלבד	90	0.55		3.96	1.95	4.51	2.4				
ביקורת	120	0.82		7.80	1.41	9.25	1.5				
דישון כימי	120	0.68		4.60	2.41	5.86	5.3				
5 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	120	0.62		5.67	1.21	7.46	1.4				
5 קוב לד' שנתיים רצוף	120	0.69		5.43	1.90	6.94	2.5				
5 קוב לד' 3 שנים רצוף	120	0.62		5.38	1.65	6.24	1.3				
5 קוב לד' שנה שלישית בלבד	120	0.60		4.36	2.15	4.88	1.3				
10 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	120	0.80		6.96	1.58	8.07	1.4				
10 קוב לד' שנתיים רצוף	120	0.67		5.30	1.68	6.65	2.6				
10 קוב לד' 3 שנים רצוף	120	0.70		6.14	1.55	7.49	2.9				
10 קוב לד' שנה שלישית בלבד	120	0.57		4.53	1.73	5.67	2.3				

הצטברות מסוימת של חנקות בשכבת 30-60 ס"מ, זאת למרות שיבול הגרגרים בטיפול זה היה הגבוה ביותר בשנה השנייה ובין הגבוהים בשנה השלישית, כשיש להניח שגם צריכת החנקן בו הייתה גבוהה. חשוב לציין שרמות המשקעים בשנה השנייה והשלישית לא אפשרו שטיפה לעומק רב. עם זאת, ברור על פי הריכוזים בעומקים השונים, שגם לכמויות גבוהות יותר של 500-600 מ"מ לא היה מה לדחוק לעומק.

לא נמצאה הצטברות חנקן בשכבה העליונה, או דחיקת חנקן והצטברותו בשכבות עמוקות יותר. רמז לדחיקה מסוימת ניתן לראות דווקא בדישון הכימי, ששם ישנה הצטברות מסוימת של חנקות בשכבת 30-60 ס"מ

זרחן - נמצאה עלייה בריכוז הזרחן בשכבת 0-30 ס"מ בטיפולי הזבל הגבוהים - 10 קוב לד' שנתיים ושלוש שנים ברציפות. עלייה זו לא נמצאה מובהקת סטטיסטית. ריכוזים אלה רחוקים מלהוות בעיה כמתחרים במאזן קליטת המינרלים ע"י הצמח.

ריכוזי הזרחן והאשלגן הגבוהים, בעומק 0-30 ס"מ, בטיפול של פיזור 10 קוב לד' בשנה הראשונה בלבד, נובעים כנראה מדיגום בנקודות שבהן היה ריכוז זבל גבוה ב-2 מתוך 4 החזרות.

לא נמצאה דחיקת זרחן לעומק פרט לטיפול של 10 קוב לד' בשנה הראשונה שבו הריכוז הגבוה הותיר, כנראה, זרחן לא ספוח שנדחק לשכבת 30-60 ס"מ.

אשלגן - לא נמצאה הצטברות של אשלגן בשכבת 0-30 ס"מ כאשר משווים זאת לביקורת.

בודון - לא נמצא הבדל בריכוז הבודון, בשכבת 0-30, בין הביקורת לטיפול הזבל שנבדקו. אמנם נבדקו רק מנות הזבל הגבוהות ביותר, אולם בבדיקות מפורטות יותר שבוצעו בסוף העונה השנייה, בכל הטיפולים ולכל העומקים, הממצאים היו זהים.

יבולים ואיכויות

שנה ראשונה

יבול ואיכות חמצה בשנת הניסוי הראשונה - לא נמצאו הבדלים ביבול ובגודל הגרגרים (התפלגות לפי נפות ומשקל אלף) בין

הטיפולים השונים - חשוב לציין שבראשית הגידול הייתה פגיעה בצמחים מקוטל עשבים שיושם טרום הצצת החמצה. הפגיעה בחלקות שבהן יושם הזבל הייתה פחותה בצורה משמעותית. יש ליחס זאת לספיחת קוטל העשבים לחומר האורגני שבזבל. התפתחות וגטטיבית טובה בצורה משמעותית, בהשוואה לביקורת, גרמה גם לצריכת מים מוגברת. מאחר והגידול היה בתנאי בעל, הרי שבתקופת מילוי הגרגרים נוצרו תנאי מגבלת מים קשים יותר בחלקות המזובלות בהשוואה לביקורת ולכן התקבלה, אולי, מגמה של יבול התפלגות ומשקל אלף גבוהים יותר בביקורת.

שנה שנייה

יבול כלל החומר היבש בביקורת שלא קיבלה תוספת דשן, או זבל במשך שנתיים, נמצא נמוך במובהק מהיבול שהתקבל בטיפול שקיבל 10 מ"ק זבל שנה אחת בלבד. יבולי כל הטיפולים שקבלו זבל או דשן לא נבדלו ביניהם סטטיסטית.

יבול הגרגרים בביקורת נמצא נמוך במובהק מכל הטיפולים פרט לטיפול שקיבל שנה אחת 5 מ"ק לד' זבל. יבול הגרגרים בטיפול זה נמצא נמוך במובהק מהיבול שהתקבל בטיפול הדישון הכימי.

יבול הגרגרים בטיפול שקיבל 5 מ"ק זבל שנה אחת היה נמוך, למרות שיבול החומר היבש בטיפול זה לא נבדל מהיבולים בטיפולים האחרים - לא נמצא לכך הסבר.

אחוז החלבון בגרגרים בביקורת ובטיפול שקיבל שנתיים רצוף 5 מ"ק לד' זבל היה נמוך

במובהק מאחוז החלבון שהתקבל בגרגרים בדישון הכימי. אחוז החלבון בגרגרים בטיפולים האחרים לא נבדל סטטיסטית, מזה של הדישון הכימי ומזה של הביקורת. את אחוז החלבון הנמוך יותר בטיפול שקבל שנתיים רצוף 5 מ"ק לד' זבל, בהשוואה לזה שקיבל את אותה מנה רק שנה אחת, ניתן אולי להסביר ביבול הגרגרים שהיה גבוה יותר, אם כי ההבדל לא היה מובהק סטטיסטית.

שיעור הגלוטן הרטוב בביקורת היה נמוך במובהק מזה שהתקבל בדישון הכימי. כל טיפולי הדישון והזבל לא נבדלו ביניהם באשר לשיעור הגלוטן הרטוב.

באינדקס הגלוטן נראה שקיימת השפעה של רמת היבול, או שיעור הגלוטן הרטוב על התוצאה, כשעלייה ביבול או בשיעור הגלוטן הרטוב מביאה לירידה באינדקס הגלוטן. באינדקס הגלוטן בביקורת לא נשמרת מגמה זו. ייתכן שהדבר נובע מרמת יסודות ההזנה נמוכה יותר, אם כי לא תמיד הדבר בא לידי ביטוי בבדיקות הקרקע.

שנה שלישית

יבול גרגרים ואיכותם בשנת הניסוי השלישית - היבול הנמוך ביותר, 272 ק"ג לד', התקבל בטיפול הביקורת. היבול הגבוה התקבל בטיפולי 5 ו-10 קוב לד' במשך שנתיים רצופות. לא נמצא הבדל מובהק בין היבולים בטיפולים השונים.

ניתן להניח שהבדלים בהתפתחות הווגטטיבית ומגבלת מים בתקופת מילוי הגרגר, קבעו את ההבדלים ברמת היבול.

טבלה 5 יבול והתפלגות לגודל של גרגרי החמצה בשנת הניסוי הראשונה - 2003

משקל אלף (גרם)	אחוז מעל 22 נפה	אחוז מעל 20 נפה	יבול גרגרים (ק"ג לד')	ביקורת
504	88.2	10.0	190	
489	79.6	17.6	181	זבל 5 מ"ק לד'
490	79.8	16.6	165	זבל 10 מ"ק לד'

טבלה 6 יבול ואיכות גרגרי החיטה בשנת הניסוי השנייה - 2004

אינדקס גלוטן	גלוטן רטוב	אחוז חלבון	יבול גרגרים ק"ג/ד'	יבול ח"י ק"ג/ד'	ביקורת
67.1	1.95	9.8	440	883	
50.1	2.45	11.2	733	1163	דישון כימי
76.9	2.04	10.0	547	1104	5 קוב לד' שנה ראשונה בלבד
77.8	2.05	9.4	663	1047	5 קוב לד' שנתיים רצוף
57.1	2.23	10.5	674	1219	10 קוב לד' שנה ראשונה בלבד
56.1	2.30	10.5	688	1088	10 קוב לד' שנתיים רצוף

טבלה 7 יבול ואיכות גרגרי החיטה בשנת הניסוי השלישית - 2005

הטיפול	יבול גרגרים	משקל אלף	משקל נפחי	חלבון אחוז	גלוטן רטוב	אינדקס גלוטן
ביקורת	272	44.8	א	81.4	9.4	אב 2.32
דישון כימי	394	37.6	ב	80.5	10.8	א 2.82
5 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	318	45.1	א	83.3	9.8	אב
5 קוב לד' שנתיים רצוף	426	43.6	א	83.5	10.0	אב
5 קוב לד' 3 שנים רצוף	394	43.1	א	82.5	9.9	אב
5 קוב לד' שנה שלישית בלבד	334	42.3	אב	81.7	8.9	ב
10 קוב לד' שנה ראשונה בלבד	398	40.1	אב	82.8	10.2	אב
10 קוב לד' שנתיים רצוף	425	40.6	אב	82.6	9.8	אב 2.50
10 קוב לד' 3 שנים רצוף	388	42.0	אב	82.8	9.8	אב
10 קוב לד' שנה שלישית בלבד	331	41.9	אב	82.0	10.0	אב

הגלוטן בטיפול הדישון והזיבול שנבדקו, לא נבדלו באופן מובהק מאלה שהתקבלו בביקורת. נמצא מתאם בין אחוז החלבון בגרגרים לבין שיעור הגלוטן הרטוב.

סיכום ומסקנות

- כל המסקנות מתייחסות להשפעות הזבל ונכונות לפיזור זבל חצרות טרי, עם מאפיינים דומים לאלה של הזבל ששימש בשנות הניסוי ובשיעור של עד 10 קוב לדונם לשנה, במשך 3 שנים ברציפות.
- לא נמצאה סכנת פגיעה בתכונות הקרקע - המלחה או נטרון.
- לא נמצאה סכנת דחיקת חנקות למי תהום שימצאו בעומק של יותר מ-1.2 מ'.
- מתוך הנתונים ניתן להניח שגם ברמות משקעים גבוהות יותר לא תהיה סכנה כנ"ל.
- לא נמצאה עלייה משמעותית בריכוזי הזרחן והאשלגן בשכבת החריש - (30 ס"מ) שבה הם מצטברים
- לא נמצאה סכנת הצטברות בורון
- לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול בין טיפולי הזבל לבין הדישון הכימי, בחמצה ובחיטה ובשנים השונות.
- לא נמצאו הבדלים מובהקים בתכונות האיכות של הגרגרים באותם גידולים. ■

תודות

ליצחק חיון על עזרתו הרבה בפיזור הזבל. לאנשי צוות "גד"ש דגנים" על שיתוף הפעולה המלא והסיוע שנתנו בכל אשר נדרש. לכל מי שנתן כתף ובעוונותי שכחתי להזכירו. המחקר התבצע במימון קרן המחקר של מועצת החלב. את הדוח המלא ניתן לקבל אצל המחברים.



פיזור זבל בוואדי ערה

תוצאה של מחסור בחנקן. אחוזי החלבון בגרגרים - אחוזי החלבון היו בתחום של 8.9% עד 10.8% בטיפולים של 5 קוב לד' בשנה שלישית בלבד ובדישון הכימי בהתאמה. הבדלים אלה נמצאו מובהקים סטטיסטית. לא נמצא קשר בין רמת היבול או שיעור החנקן המוסף לבין אחוז החלבון. גם כאן, יש להניח שהתוצאות הושפעו משילוב של שיעור החנקן המוסף ועוצמת הצימוח הווגטיבי. גלוטן - שיעור הגלוטן הרטוב ואינדקס

משקל האלף והמשקל הנפחי בטיפול הדישון הכימי היו הנמוכים ביותר. נתונים אלה מרמזים על מחסור במים. ייתכן שההתפתחות הווגטיבית של הצמחים בטיפול זה הייתה גבוהה מאד בתחילת העונה ועל רקע של כמות המשקעים, הנמוכה יחסית, נוצר בטיפול זה מחסור במים בשלב מילוי הגרגר. מעבודות אחרות מוכרת התופעה של כושר חידור ותאחיזת מים טובים יותר בקרקעות, שהוסף להן זבל או בוצה. אחוז החלבון הגבוה בטיפול הכימי מרמז שהיבול הנמוך אינו