



שוקי מירון, אדית יוסף - מנהל המחקר
החקלאי, המכון לחקר בעלי חיים
jmiron@volcani.agri.gov.il



זבל רפת גולמי כתחליף לדישון כימי

עובדי הגד"ש מהססים להשתמש בזבל בקר טרי לדישון השדות מנימוקים שונים. ד"ר שוקי מירון ממנהל המחקר, בצירוף חוקרים מתחומים נוספים בחן, במחקר ממושך, את ההשפעה של דישון בזבל על זיהום הקרקע, יכולי החיטה, איכות הנעכלות ועוד פרמטרים. הצוות הגיע למסקנות חד משמעיות - השימוש בזבל בקר טרי, טוב, יעיל, כלכלי וראוי לשימוש ללא כל חשש. לידעת הרפתנים ומנהלי גידולי השדה!

מבוא

המגדלים בארץ נמנעים, בדרך כלל, משימוש נרחב בזבל רפתות לא מעובד לגידול מספוא בגלל:

- א. חשש מאילוח של השדה בפתוגנים ועשבי בר קשי הדברה זרים באזור שמקורם מהזבל, אשר לדעתם עלולים, לאורך זמן, לפגוע ביבול ובאיכות של המספוא.
- ב. חשש של הצטברות מלחים וחנקות שמקורם מהזבל אשר יפגעו לאורך זמן בקרקע ובהמשך, גם ביבול ובאיכות של המספוא הגדל עליה.
- ג. סיכון של הדחת המלחים מתחת לבית השורשים וזיהום מי התהום.
- ד. העדר שליטה ברמות הדישון.

חששות דומים מושמעים ע"י אנשי המשרד לאיכות הסביבה, למרות שלא הוכח עדיין בארץ שום בסיס מדעי או ניסיוני לחששות אלו.

הניסוי הראשון - 2008-2007

המטרה הייתה לבחון כיצד משפיע שימוש בזבל פרות לא מעובד לדישון ישיר של שדה חיטה למספוא, על הגידול והערך התזונתי של שחת חיטה.

- נבחנו שלוש חלקות שדה סמוכות בבית דגן (8 דונם קרקע קלה כל אחת) שקיבלו שלושה טיפולי דישון קדם זריעה שונים: דשן כימי כביקורת, זבל רפת לא מעובד (6 קוב לדונם) מפרות שקיבלו לביל עם תחמיצים נקי מעשבייה זרה, וזבל רפת לא מעובד (6 קוב לדונם) מפרות שהונו בשחת מאולחת ב-20% עשבייה זרה שהוכנה בשנה קודמת.

עוד השתתפו:

נקבת משה, זינו אברהם - מנהל המחקר החקלאי, המכון לחקר בעלי חיים
צוקרמן אפרים - שה"מ, המחלקה למספוא
רו סולומון - שה"מ, המחלקה לבקר

- רמת המשקעים בעונת הגידול הייתה 309 מ"מ, רמת הדישון החנקני לשלושת החלקות הייתה זהה (15 יחידות N לדונם), והשדות לא רוססו כלל כנגד עשבייה זרה.
- החלקות נדגמו יום לפני הקציר (3 דגימות של 5 מ"ר מכל חלקה) לצורך הפרדת העשבייה הזרה משיבולי החיטה ולהערכה כמותית ואיכותית של העשבייה והחיטה.
- כל חלקה נקצרה בנפרד ויבול השחת נאסף בחבילות של כ-450 ק"ג, נשקל ונדגם.
- השחתות לאחר קיצוץ בעגלה מערבלת שימשו כמזון גס בלעדי, לניסוי ההזנה והעיכול של כבשים.
- הפרמטרים שנבחנו: יבול השחת, מידת זיהום השחת בעשבייה זרה, הרכב ונעכלות במבחנה של צמחי החיטה והעשבייה ונעכלות החומר היבש וה-NDF של השחת בכבשים.

הניסוי השני - 2009-2008

מטרתו לבחון, באותן חלקות שדה, את השפעת הדישון בשתי רמות של זבל רפת לא מעובד (12 קוב לדונם) בהשוואה לדישון ברמה אחת של זבל רפת כזה (6 קוב לדונם) או דישון כימי (15 יחידות N לדונם) על הגידול של שחת חיטה מהזן גליל.

- בניגוד לניסוי הראשון, ניתנו בשלושת החלקות ריסוסים מתאימים זהים (round up קדם זריעה ושילוב של אורורה-טורבו וטופיקס פוסט-הצצה), להדברת עשבייה זרה חד פסיגית ורחבי עלים.
- רמת המשקעים בעונת הגידול הייתה 400 מ"מ.
- החלקות נדגמו יום לפני הקציר (3 דגימות של 5 מ"ר מכל חלקה) לצורך הפרדת העשבייה הזרה משיבולי החיטה ולהערכה כמותית ואיכותית של העשבייה והחיטה.
- כל חלקה נקצרה בנפרד ויבול השחת נאסף בחבילות של כ-450 ק"ג,

- האבסת כבשים במנות שהתבססו על 90% שחת חיטה מכל אחת משלושת החלקות השונות בטיפול הדישון שלהם (כולל עשבייה זרה), בתוספת 10% כוספת סויה, מראות על נעכלות דומה של החומר היבש בשלושת סוגי מנות השחת שהואבסו לכבשים. ראו לציין שהכבשים לא צרכו בצריכה חופשית יותר מ-600 ג' ח"י ליום של שחת עתירת עשבייה זרה, כנראה בגלל אחוז ה-NDF הגבוה של השחתות (69%-72%) שמגביל את צריכתן.

לא נמצא שום הבדל מהותי בין פרופיל העשבייה שהתפתחה בשדות החיטה שדושו בזבל בקר לא מעובד (מאולח או נקי מעשבייה ברמה כפולה או רגילה) בהשוואה לאלו שקיבלו דישון כימי

תוצאות הניסוי השני

- ממצאי היבול וההרכב הכימי של שחתות החיטה מהזן 'גליל' שגודלו בשלושת טיפולי הדישון של הניסוי השני מוצגים בטבלה 2.
- דישון ברמה כפולה של זבל רפת טרי (12 קוב לדונם) שיפר באופן מובהק ב-15%-16% את היבול של שחת חיטה מהזן 'גליל' בהשוואה לגידול על 6 קוב זבל רפת או על דישון כימי (1,378 לעומת 1,190 ו-1,202 ק"ג ח"י לדונם, בהתאמה, טבלה 2).
- בשלושת טיפולי הדישון, הריסוסים נגד עשבייה זרה היו מוצלחים והביאו להפחתת תכולת העשבייה, בשלושת מדגמי השחת, לרמה של אחוזים בודדים בלבד (טבלה 2).
- גם בשנה השנייה, כמו בראשונה, פרופיל מעט העשבייה שנמצאה בשדות השחת היה דומה לפרופיל העשבייה בשטח שגדל על דישון כימי, ובשטחים הסמוכים שלא רוססו נגד עשבייה זרה. כלומר, מקור העשבייה הזרה היה מזרעים שהועברו באמצעות הרוח או חרקים משטחים סמוכים לשדות הנבחים, ולא מזרעים שהועברו דרך הזבל.

טבלה 1. היבול והנעכלות במבחנה ובכבשים של שחתות חיטה שגודלו על חלקות שדושו ב"זבל בקר מאולח" בעשבייה, "זבל נקי" מעשבייה או דישון כימי

פרמטר נבחן	"זבל מאולח"	דישון כימי	"זבל נקי"	שת"מ
יבול, ק"ג ח"י לדונם	900 ^a	720 ^b	905 ^a	10.5
תכולת עשבייה זרה בשחת, אחוז מח"י	52.5 ^{ab}	58.0 ^a	41.9 ^b	3.10
נעכלות ח"י של צמחי החיטה במבחנה, אחוז	65.6 ^a	63.6 ^b	66.7 ^a	0.75
נעכלות ח"י של העשבייה הזרה במבחנה, אחוז	60.6 ^a	57.4 ^b	63.2 ^a	1.30
צריכת ח"י של מנת השחת* ע"י כבשים, ג' לכבש ליום	561 ^c	630 ^b	700 ^a	16.7
נעכלות ח"י של מנת השחת* בכבשים, אחוז	69.6 ^a	67.9 ^{ab}	65.4 ^b	0.60
נעכלות NDF של מנת השחת* בכבשים, אחוז	65.5	64.4	65.1	1.09
נעכלות חלבון של מנת השחת* בכבשים, אחוז	80.3 ^a	72.8 ^b	72.7 ^b	1.24
ניטרטים מסיסים, ג' לק"ג ח"י	1.40 ^b	2.30 ^a	1.40 ^b	0.21

*המנה היומית הכילה 90% שחת חיטה ו-10% כוספת סויה להשלמת רמת החלבון הנדרשת לקיום. a,b,c ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית P<0.05.

נשקל ונדגם.

- השחתות לאחר קיצוץ בעגלה מערבלת שימשו כמזון גס בלעדי לניסוי ההזנה והעיכול של כבשים.
- הפרמטרים הנבחים: יבול השחת, מידת זיהום השחת בעשבייה זרה, הרכב כימי ונעכלות במבחנה של השחת, ונעכלות בכבשים של החומר היבש, החלבון, ודופן התא של מנות המבוססות על שחת חיטה מכל חלקה.

תוצאות ומסקנות מהניסוי הראשון

- תוצאות היבול של השחתות, תכולת העשבייה בהן, הנעכלות בכרס מלאכותית של העשבייה והשחת והנעכלות בכבשים של החומר היבש ודפנות התאים משלושת סוגי השחתות (כולל עשבייה) מובאות בטבלה 1.
- נמצא שהיבול הממוצע של שחת חיטה בשתי חלקות שדושו בזבל (מאולח או נקי) היה דומה - כ-900 ק"ג ח"י לדונם, וגבוה באופן מובהק ב-25%-26% מהיבול בחלקת הדישון הכימי - 720 ק"ג ח"י לדונם.
- בחלקת הדישון הכימי העשבייה הזרה העיקרית הייתה שיבולת שועל (ש"ש) ומעט חרציות, שיעור העשבייה הגיע ל-58% מהח"י.
- בחלקת ה"זבל הנקי" העשבייה העיקרית הייתה דומה, ש"ש וקצת חרציות וצנזן בר, שהיוו בסה"כ 41% מהח"י. בחלקת ה"זבל המאולח" העשבייה הזרה העיקרית הייתה ש"ש בשיעור של 53% מהח"י.
- לא נמצא שום קשר בין פרופיל העשבייה הזרה שגדלה בשטח של חיטה ותלתן מאולחים בעשבייה, שהואבסו מלכתחילה לפרות, לבין פרופיל העשבייה בשטח החיטה, שדושו ב"זבל המאולח" שנאסף מפרות שניזונו משחתות חיטה ותלתן אלה.
- לעומת זאת, פרופיל העשבייה שנמצאה בשדות השחת היה דומה מאד לפרופיל העשבייה בשטחים סמוכים שלא רוססו נגד עשבייה זרה. המסקנה מכאן שמקור העשבייה הזרה היה מזרעים שהועברו באמצעות הרוח או חרקים משטחים סמוכים ולא מזבל הבקר.
- נמצא שהנעכלויות של הח"י בכרס מלאכותית היו גבוהות מעט יותר בצמחי החיטה וגם בעשבייה הזרה בשתי החלקות שדושו בזבל הבקר בהשוואה לחלקות שקבלו דישון כימי, כנראה בגלל הזמינות הגבוהה יותר של הנוטריינטים והמים בקרקע לגידול (טבלה 1).

טבלה 2. גידול שחת חיטה מהזן "גליל" בשלוש חלקות תוך שימוש ברמה כפולה של זבל בקר טרי לדישון, בהשוואה לרמה אחת של זבל או לדישון כימי

פרמטר נבחן	12 ק' זבל לד'	דישון כימי	6 ק' זבל לד'	שת"מ
יבול שחת, ק"ג ח"י לדונם	1378 ^a	1202 ^b	1190 ^b	50.6
תכולת עשבייה זרה, אחוז מח"י	0.1 ^c	1.70 ^b	2.00 ^a	0.03
גובה הצמחים, ס"מ	84.3 ^{b,a}	78.5 ^{b,c}	72.8 ^c	1.80
תכולת חלבון בשחת, אחוז מח"י	7.87	8.01	8.05	0.21
תכולת NDF בשחת, אחוז מח"י	57.7	65.1	61.3	0.22
תכולת צלולוז בשחת, אחוז מח"י	28.8	33.9	30.4	0.45
תכולת המיצולוז בשחת, אחוז מח"י	23.1	24.3	24.0	0.46
תכולת ליגנין בשחת, אחוז מח"י	5.73	5.78	5.25	0.21
נעכלות ח"י של שחת החיטה במבחנה, אחוז	63.9 ^a	58.0 ^b	63.6 ^a	1.16
נעכלות NDF של שחת החיטה במבחנה, אחוז	52.9 ^a	45.7 ^b	55.5 ^a	1.70
צריכת ח"י של מנת השחת* בכבשים, ג' לכבש ליום)	781	779	781	2.60
נעכלות ח"י של מנת השחת* בכבשים, אחוז	65.7 ^a	60.4 ^b	63.2 ^{ab}	1.10
נעכלות חלבון של מנת השחת* בכבשים, אחוז	67.9 ^a	57.0 ^b	66.2 ^a	2.08
נעכלות NDF של מנת השחת* בכבשים, אחוז	54.8	52.7	54.1	1.48
נעכלות צלולוז של מנת השחת* בכבשים, אחוז	64.3	64.9	64.0	1.39
נעכלות המיצולוז של מנת השחת* בכבשים, אחוז	60.6	57.1	59.2	1.32

*מנת השחת היומית הכילה 90% שחת חיטה ו-10% מהח"י כוספת סויה להשלמת רמת החלבון הנדרשת לקיום הכבשים. a,b,c ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P < 0.05$.

- קיום של המזון הנבחן.
- ההרכב הכימי והאיכות התזונתית של השחתות שגודלו על שני טיפולי הדישון בזבל בקר טרי היו דומים וטובים יותר מאלו של השחת שגודלה על דישון כימי. ממצא זה בא לידי ביטוי הן בתכולת ה-NDF הנמוכה יותר, והן בנעכלות במבחנה ובנעכלות בכבשים הגבוהות יותר (טבלה 2). הדישון בזבל הביא גם להקטנת ריכוז הניטרטים במספוא בהשוואה לדישון הכימי.

המסקנות משני הניסויים

1. בקרקעות קלות, כאשר אספקת המים למספוא מוגבלת, הדישון בזבל רפת לא מעובד, מעלה את שיעור החומר האורגני בקרקע



בניסוי הראשון בחלקה שקיבלה דישון כימי נמצא השיעור הגבוה ביותר של עשבייה זרה (בעיקר ש"ש בר וחרציות כ-58% מהח"י). בהשוואה לדישון בזבל בקר.

- האבסת כבשים במנות שהתבססו על כ-700 ג' ח"י שחת חיטה (+10% כוספת סויה) מכל אחת משלושת החלקות השונות בטיפולי הדישון שלהם, הראתה נעכלות ח"י וחלבון גבוהות באופן מובהק במנות השחת שגודלה על זבל רפת, בהשוואה לגידול על דישון כימי.
- ראוי לציין כאן, כי ערכי נעכלות הח"י וה-NDF של מנות השחת המובאים בטבלה 2 היו נמוכים במקצת מאלו שבטבלה 1 והסיבה להבדל, היא הצריכה החופשית הגבוהה יחסית של השחת מהזן "גליל", שכן כידוע, ככל שהצריכה גבוהה יותר הנעכלות פוחתת.

השיפור ביבול השחת, בעקבות הדישון המצטבר ברמות גבוהות של זבל בקר טרי, היה מלווה גם בשיפור באיכות השחת הגדלה בחלקה הנבחנת. ממצא זה התבטא הן בשיפור בנעכלות השחת בכבשים, כתוצאה מירידת תכולת ה-NDF והליגנין שבשחת

- העלייה בצריכת ח"י מקורה מהתכולה הנמוכה יחסית של עשבייה זרה, ותכולת ה-NDF הנמוכה של שחת "גליל" (טבלה 2) בהשוואה לזו של השחת עתירת עשבייה זרה מהזן "נגב" (טבלה 1).
- ראוי להדגיש כי הדמיון הרב בין נתוני הנעכלות בכבשים והנעכלות במבחנה של החומר היבש וה-NDF בטבלה 2, תואם את הממצאים מניסויים קודמים ומשקף את פוטנציאל הנעכלות המרבית ברמת



בניסוי הראשון בחלקה שקיבלה דישון כימי נמצא השיעור הגבוה ביותר של עשבייה זרה (בעיקר ש"ש בר וחריצות כ-58% מהח"י). בהשוואה לדישון בזבל בקר

השלכות המחקר על ענף הבקר לחלב בארץ

- העלות לרפתן של פינוי קוב זבל למתקן ביוגז היא 53 ₪, עלות הפינוי למתקן קומפוסטציה היא 27 ₪, ועלות הפינוי לזיבול השדה היא 13 ₪ בלבד. מכאן שהעלות השנתית של פינוי הזבל של פרה חולבת תקנית (אם + נלווים, שהם יבשות ועגלות) לשדה היא 119 ₪, למתקן קומפוסטציה - 230 ₪, ולמטב"ח 450 ₪. בעדר הישראלי מדובר לפיכך, בהוצאה שנתית ללא תמורה של כ-11-33 מיליון ₪ שאותה ניתן לחסוך.
- במקביל נדרש מגדל המספוא להשתמש בדשן כימי בעלות של כ-60 ₪ לדונם לשנה לייצור תחמיץ או שחת חיטה וכ-216 ₪ לדונם לשנה לייצור תחמיץ תירס או סורגום. זה מייקר את מחיר המספוא המואבס לפרה בכ-35 מיליון ₪ נוספים לשנה בהשוואה לשימוש בזבל רפת טרי.
- עבודה זו ועבודות דומות שנעשו לאחרונה בארץ (בוסק וחובריו, 2004) מצביעות על כך שהשימוש בזבל רפת טרי, כחלופה לדישון כימי, מטייב קרקעות קלות תוך הגדלת היבול בשיעור של כ-15%-26% (תלוי בעוצמת הבצורת). המשמעות: תוספת רווח למגדלי החיטה בשיעור של 126-210 ₪ לדונם. הרווח השנתי המוסף לענף מתוספת היבול: כ-25-40 מיליון ₪. השימוש בזבל בקר טרי כתחליף לדישון כימי מצמצם את זיהום הקרקע ומי התהום בכימיקלים; הערך הסביבתי - כלכלי רב ביותר.
- לפי ממצאי העבודה הזו, אין חשש להצטברות חנקות, מלחים, ומיקרו-אורגניזמים פתוגניים בקרקע ובצמח בעקבות השימוש בזבל בקר לא מעובד כחלופה לדישון כימי בגידול שחת חיטה. יתר על כן, השימוש בזבל מטייב קרקעות, אוצר מים ומינרלים, ומפחית את חדירת המלחים והחנקות שמביאים לזיהום מי תהום בהשוואה לדישון הכימי. ■

העבודה בוצעה במימון קרן המחקרים של מועצת החלב

בקרקות קלות ניתן להשתמש ברמה של כ-12 קוב זבל טרי לדונם כחלופה יעילה לדישון הכימי המקובל בגידול שחת חיטה בארץ, בלי חשש לזיהום של הצמח והקרקע במלחים, בחנקות ובמיקרו-אורגניזמים פתוגניים

- ומגביר את יכולת הקרקע לאצור מים ומינרלים ולשחרר אותם באטיות לטובת גידול המספוא, ולכן חל שיפור של כ-15%-26% ביבול השחת בהשוואה לדישון הכימי המקובל. השיפור ביבול היה גדול יותר כשרמת המשקעים הייתה פחותה.
- לא נמצא שום הבדל מהותי בין פרופיל העשבייה שהתפתחה בשדות החיטה שדושונו בזבל בקר לא מעובד (מאולח או נקי מעשבייה ברמה כפולה או רגילה) בהשוואה לאלו שקיבלו דישון כימי (15 יח' N לד'). ממצא זה מצביע על כך שמקור זרעי העשבייה הזרה אינו מהזבל אלא מהסביבה. ריסוסים סטנדרטיים נגד עשבייה בחלקות שקיבלו את שלושת ממשקי הדישון, מאפשרים להוריד את רמת האילוח של השחת בעשבייה זרה שמקורה מהסביבה לרמות של פחות מ-2% בלבד.
- השיפור ביבול השחת, בעקבות הדישון המצטבר ברמות גבוהות של זבל בקר טרי, היה מלווה גם בשיפור באיכות השחת הגדלה בחלקה הנבחנת. ממצא זה התבטא הן בשיפור בנעכלות השחת במבחנה והן שיפור בנעכלות מנת השחת בכבשים, כתוצאה מירידת תכולת ה-NDF והליגינין שבשחת.
- בקרקות קלות ניתן להשתמש ברמה של כ-12 קוב זבל טרי לדונם כחלופה יעילה לדישון הכימי המקובל בגידול שחת חיטה בארץ, בלי חשש לזיהום של הצמח והקרקע במלחים, בחנקות ובמיקרו-אורגניזמים פתוגניים.