

1. שם ההצעה:

אפילות במיני חיטה ככלי לשיפור יבול ואיכות שחת להזנת מעלי גירה

**Late ripening in wheat types as a tool to improve the yield and quality of hay
in ruminants' nutrition**

מוגשת להנהלת ענף בקר לחלב - ועדת ההזנה ומספוא

2. שמות השותפים למחקר ושטח הפעולה של כל משתתף:

- פרופ' עוזי מועלם – חוקר הזנה, המחלקה לבקר וצאן, מינהל המחקר החקלאי.
- ד"ר דוד בונפיל – חוקר בגד"ש, מרכז המחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי.
- ד"ר רואי בן-דוד - מטפח תבואות חורף, מינהל המחקר החקלאי.
- דניאל ביקל – מדריך תחום בקר לחלב, שה"מ.

3. תקציר

להכללת מזון גס במנתם של מעלי הגירה (מע"ג) יש חשיבות רבה מסיבות תזונתיות ובריאותיות. חלק ניכר מגידולי המזון הגס הם גידולי בעל, בעיקר זני חיטה למיניהם וקטניות, התלויים באופן בלעדי בכמות המשקעים השנתית ופיזור על פני תקופת הגידול. במהלך הכנת השחת החומר הקצור עובר הקמלה של כשבועיים ולעתים אף יותר, ובמהלך תקופה זו החומר הקצור חשוף לאירועי גשם העלולים לגרום לעיפוש של השחת, ולפגיעה באופן חמור בערך התזונתי של השחת, עד כדי פסילתה לשימוש להזנת מע"ג. בשנים האחרונות ייצור המספוא, ובעיקר השחת בישראל נפגע באופן קשה ביותר עקב חשיפה לגשם כבד במהלך ההקמלה באזורים רבים בארץ. במצבי קיצון בשנים האחרונות, נאלצנו להשתמש בשחת באיכות ירודה שלפעמים לא הייתה כלל ראויה להאבסה, גם במנות של פרות חלב גבוהות תנובה. לפיכך, קיים צורך לבחון מבחינה טיפוחית שילובם של זנים ייעודיים אפילים לשחת. בעבודת מחקר זו בחנו באופן סיסטמי מגוון של קווי טיפוח חדשים של מיני דגן אפילים עבור ייצור השחת המקומי. הנחת העבודה הייתה שניתן לאתר זנים אפילים עתירי יבול ובעלי ערך תזונתי גבוה להזנת מעלי גירה, שיאפשרו קציר במועד מאוחר לאחר או בשלהי עונת הגשמים, ואשר יצמצמו באופן משמעותי את הסיכון לחשיפה של השחת המוקמלת לגשמי סוף עונת החורף. בשנתיים הראשונות של המחקר גידלנו באופן מבוקר 13 זני דגנים בחוות גילת: שני זני כוסמין; שני זני חיטה דו-גרגרית; שני זני דורום מסורתי אפיל (נורסי וחוראני); זן קמוט; שלושה קווי חיטה אפילה (צאצאי חיטה חורפית x חיטה אביבית) ושלושה זני היקש: זן אפיל- מספוא 37; זן דו-תכליתי – גדיש; זן דורום – C9. במהלך שנתיים אלה קבענו את מועדי ההשתבלות, ביומסה ופרמטרים פנולוגיים אחרים של הזנים השונים. שלחנו דגימות שחת מכל הזנים שנבחנו לבדיקות מעבדה בארה"ב - סך הכל כ- 140 דוגמאות. בדיקות מעבדה אלה בחנו

פרמטרים רבים, כימיים ומבוססי נוסחאות שונות. מצאנו כי הפער במועדי ההשתבלות בין הקווים השונים יכול להגיע עד חודשיים וחצי. נמצאו הבדלים גדולים בהערכת היבול לדונם בין הקווים השונים שהגיע עד כמעט יבול כפול בקווים מסוימים לעומת קווים אחרים. כמו כן נמצאו הבדלים של עד 3% בריכוז החלבון ו- 12-13% בריכוזי ה-NDF וה-ADF בין הקווים השונים. במעבדת זו קבענו גם את נעכלות החומר היבש וה-NDF ב-48 שעות וחישבנו את כלל החומר היבש וה-NDF הנעכל לדונם לכל קו. נמצאו קווים עם כמות חומר נעכל של חומר יבש גבוהים באופן משמעותי ואפילו בינונית, כמו הנורסי, אבל עם שיעור NDF נמוך יחסית. בשכלול כל הגורמים, כולל שיקולים אגרוטכניים, בחרנו 2 זנים אפילים לניסוי ההזנה, כנגד זן הבכיר גדיש ששימש כביקורת. במהלך השנה השלישית גידלנו את שלושת הקווים האלה, גדיש, מספוא 37 וקמוט בעמק יזרעאל לצרכי ייצור שחת לניסוי הזנה ברפת ההזנה הפרטנית שנמשך כ-11 שבועות. בניסוי הפרות הוזנו במנות זהות שכל אחת מהן הכילה כ-14.3% מן החומר היבש אחד מן השחתות. תנובות החלב, חלב משווה שומן (חמ"ש), חלב משווה אנרגיה (חמ"א) וחלב משווה מחיר (חמ"מ) היו גבוהות יותר בזן הקמוט, וכן אחוזי השומן. גם בחישובי יעילות הייצור נמצא ייתרון בולט לזן הקמוט, שהגיע עד שיפור ביעילות של 9% לייצור חמ"מ. הממצאים מהכרס לא הראו הבדלים משמעותיים, ואילו תוצאות הנעכלות הראו שיעורי נעכלות גבוהים יותר של חומר יבש, חומר אורגני ושומן בקבוצת המספוא 37, ואילו הנעכלות של NDF ו-ADF הייתה גבוהה יותר בקבוצת הגדיש. חוסר התאמה זה בין תוצאות הנעכלות לבין הביצועים בפועל נמצא בהרבה מחקרים תזונתיים, ויכול להיות קשור לתהליכים המתרחשים לאחר הספיגה. כמו כן זה יכול להיות קשור לתיעול החומרים הנספגים: לעטין או לרקמות גופניות. ואכן, בניסוי הנוכחי יותר נוטריינטים תועלו לייצור בטיפול הקמוט ופחות לרקמות גופניות שהתבטא בעלייה נמוכה יותר במשקל גוף במהלך הניסוי בקבוצה זו. לסיכום, נראה כי זן הקמוט יכול להוות תחליף טוב לזנים בכירים כמו זן הגדיש, ועשוי לתרום לצמצום משמעותי של הסיכון לחשיפת החומר לגשמים בתהליך ההקמלה. נמצא כי לקמוט יבולים גבוהים, תכולת NDF גבוהה עם נעכלות טובה. ניסוי ההזנה הראה תוצאות מצוינות לזן הקמוט, הן מבחינת התנובות והן מבחינת יעילות הייצור. לאור זאת אנו ממליצים לאמץ את הקמוט כתחליף לזנים הבכירים בהם עושים שימוש היום לייצור שחת.

4. תיאור הבעיה הנחקרת ופערי הידע בנושא

להכללת מזון גס במנתם של מעלי הגירה (מע"ג) יש חשיבות רבה מסיבות תזונתיות ובריאותיות. משק מע"ג בישראל כולל גזעי בקר וצאן לחלב ולבשר, ומזון גס מהווה מרכיב במזונם של כל מע"ג בשיעורים משתנים מחיה לחיה. לדוגמא: עדר החלב הישראלי כולל כ-120,000 פרות חלב וכ-80,000 עגלות לתחלופה. מנת הפרות מכילה בממוצע כ-35% מזון גס ואילו מנת העגלות מכילה כ-65% מזון גס. בחישוב משוער נמצא כי צריכת מזון גס בעדר החלב מגיעה עד כדי 640,000 טון חומר יבש (ח"י) בשנה. עקב כמות המשקעים הקטנה המאפיינת את האקלים בישראל, עלויות הגידול של המזון הגס הן באופן יחסי גדולות, ובניגוד לרכיבי המזון המרוכז המבוססים ברובם על חומרי יבוא, המזון הגס תלוי בגידול מקומי בלבד. בנוסף, חלק ניכר מגידולי המזון הגס הם גידולי בעל התלויים באופן בלעדי בכמות המשקעים השנתית ופיזור על פני תקופת הגידול. תנאים אלה

יוצרים תלות ומגבלות חמורות על שימוש במזון גס, עם השלכות רבות על התכנון, עלויות ואיכות ההזנה בכל ענפי מע"ג.

משק בעלי החיים בישראל מהווה כ-40% מכלל היצור החקלאי, כאשר עלויות ההזנה מהוות כ-50-60% מכלל ההוצאות במשק הבקר לחלב. ייצור המספוא למשק בע"ח מתבסס באופן בלעדי על ייצור מקומי עם עלייה מתמדת בביקוש (מעל 50% משטחי הגד"ש בארץ בשנתיים האחרונות). מטרת הטיפול למספוא היא לאתר זנים מבטיחים מבחינת יכולת, תוך דגש עיקרי על הערך התזונתי לבע"ח של התחמיצים והשחתות. עיקר זני החיטה המגודלים למספוא בארץ הם זנים דו-תכליתיים המיועדים הן לקציר גרגירים והן לקציר הביומסה הצמחית לתחמיץ או שחת (צוברי וחובי 2016). זני חיטה ייעודיים למספוא מהווים נישה מצומצמת יחסית, למשל זן חיטת הלחם מספוא 37 הגדל היום (על שטח של מספר אלפי דונמים בודדים). במהלך הכנת השחת החומר הקצור עובר הקמלה של כשבועיים ולעתים אף יותר, ובמהלך תקופה זו השחת חשופה לאירועי גשם העלולים לגרום לעיפוש של השחת המגובבת ולפגיעה באופן חמור בערך התזונתי של השחת, עד כדי פסילתה לשימוש בהזנת מע"ג. לפיכך, קיים צורך לבחון מבחינה טיפוחית שילובם של זנים ייעודיים אפילים לשחת, בעלי ערך תזונתי גבוה למע"ג, המשתבלים מאוחר יחסית ומאפשרים גמישות יתר במועד הקציר, ואולי אף קציר מאוחר אחרי הפסח בעת שהסיכון לאירוע גשם קטן באופן משמעותי. מרבית החיטה בארץ גדלה בתנאי בעל, מצב בו קיימת תלות גדולה בין כמות המשקעים ליבול. כושר הייצור החקלאי נפגע בשנים האחרונות עקב השינויים אקלימיים המעורבים בתהליכי התחממות גלובליים, ומתנודתיות בכמות ופיזור המשקעים. בנוסף, תהליכי התחממות גלובלית עשויים להביא לקיצור ניכר באורך עונת הגידול ולהציב אתגרים חדשים בפני חקלאי הגד"ש (Asseng et al. 2015; Shiff et al. 2021). חיטת לחם (*Triticum aestivum*) הינה גידול הגד"ש הנפוץ בישראל ובכלל זה הוא מהווה גידול מרכזי לגרעינים ולמספוא. לאחרונה הוצע במספר פרויקטים ויוזמות לגוון את סל המזרע ולזרוע זנים עתיקים, זני מורשת חיטה דו-גרגרית, כוסמין ועוד. לסוגי חיטה אילו מתפתח בשנים האחרונות שוק גרעינים ייחודי בעל דרישות איכות נוספות, כתחליף לחיטת לחם. דוגמה לכך הוא פלח השוק הייחודי לחיטת קמוט *Khorasan wheat* (*Triticum turgidum ssp. turanicum*). חלק גדול מזני החיטה המיוחדים מתאפיינים בפנולוגיה אפילה, ובחלק מן הזנים אפילה מאוד. אשר על כן, הפוטנציאל של זנים חדשים ואפילים למספוא שיגודלו לקציר שחת, עם אפשרות לשיווק חליפי כגרגרים בעונות שבהם התנאים יאפשרו ייצור ביומסה, רב במיוחד. תוצאות ראשוניות מגידול במרכז מחקר גילת מראות כי ניתן להגיע להשתבלות באפרייל (לרוב לאחר הגשם האחרון) עם יבול ביומסת חומר יבש 1.5-2 ק"ג למ"ר (טון לדונם).

לתזמון הפריחה תפקיד מרכזי בהתאמת גידול חקלאי לסביבה נתונה במיוחד בגידולי בעל מסיימים כמו חיטה ושעורה. גידולי דגן חורפי מגודלים, אלפי שנים בארצות צפוניות, באזורים בהם שורר חורף ארוך וקר עם הבדלים גדולים באורך שעות היום במהלך עונת הגידול. בתנאים אלו יש יתרון לאפילות המוקנית דרך תגובה לקיוט (בחיטה בקרה ע"י גנים מסוג VRN) ומרגישות לאורך יום (בחיטה בקרה ע"י גנים מסוג PPD). מאידך בכירות (פריחה מוקדמת) היא תנאי להתאמת הגידול לתנאי ישראל (סביבה ים-תיכונית) שבה עונת הגשמים וגידול החיטה קצרות ביותר. יבולי חיטה חורפית בצפון אירופה וארה"ב עולים על אלו של חיטה אביבית נוכח עונת הגידול הממושכת. עקרון זה הודגם הן ביבול ביומסה והן ביבול גרעינים במחקרו של Pinthus (1967) שבחן

צאצאי הכלאות בין חיטה חורפית x חיטה אביבית. בשנים האחרונות פותחו במכון וולקני צאצאי הכלאות מצירופים דומים שאפשרו מגוון פנולוגי רחב כולל זנים עתירי ביומסה ואפילים עם פוטנציאל יצרנות למספוא. גם קווים אלו מעניינים מאוד מבחינת התאמתם לגידול אפיל לשחת. בשנים האחרונות ייצור המספוא, ובעיקר השחת בישראל נפגע באופן קשה ביותר עקב חשיפה לגשם כבד במהלך ההקמלה באזורים רבים בארץ. במצב זה נאלצו התזונאים והרפתנים להשתמש בשחת באיכות ירודה גם במנות של פרות חלב גבוהות תנובה. קיים כיום פער ידע בדבר ההשפעה אפשרית של אפילות וקציר מאוחר על פוטנציאל צבירת הביומסה, היבול הסופי והאיכות התזונתית של השחת. במחקר הנוכחי אנו מציעים לראשונה לבחון מגוון של קווי טיפוח חדשים של דגן אפיל עבור ייצור המספוא ובעיקר השחת המקומי. בבסיס הצעה זו אנו מניחים שניתן יהיה לאתר זנים אפילים ועתירי יבול בעלי ערך תזונתי גבוה להזנת מעלי גירה, שיאפשרו קציר במועד מאוחר לאחר או בשלהי עונת הגשמים, יצמצמו באופן משמעותי את הסיכון בחשיפה של השחת המוקמלת, ויתרמו לקבלת שחת באיכות טובה להזנת מעלי גירה.

5. מטרת המחקר

מטרת המחקר העיקרית הינה לאתר זני דגן אפילים מתוך מגוון זנים קיים, ולבחון את השפעת מידת האפילות על קצב צבירת הביומסה, היבול הסופי, והערך התזונתי להזנת מעלי גירה.

1. גידול פאנל זנים נבחר של זנים אפילים ובחינה של מידת האפילות, ייצור ביומסה וגרגרים
2. בחינת הערך התזונתי של זנים אפילים נבחרים להזנת מעלה גירה, *in-vitro* - *in-situ*.
3. ביצוע ניסוי הזנה עם פרות חלב בשני זנים אפילים נבחרים.

6. מהלך המחקר

שנה ראשונה

בגלל מגבלות של עונת זריעה, הניסוי החל בנובמבר 2021, למעשה לפני שהחלה שנת התקציב הראשונה (2022).

בשנה הראשונה של המחקר גודלו פאנל קווים/זנים בחוות גילת הכולל:

שני זני כוסמין;

שני זני חיטה דו-גרגרית;

שני זני דורום מסורתי אפיל (נורסי וחוראני);

זן קמוט;

שלושה קווי חיטה אפילה (צאצאי חיטה חורפית x חיטה אביבית)

ושלושה זני היקש: זן אפיל- מספוא 37; זן דו-תכליתי – גדיש; זן דורום – C9.

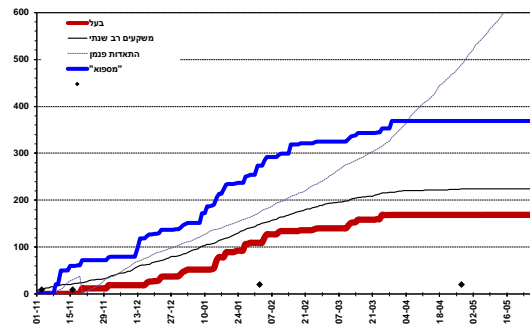
הזנים נזרעו במבנה בלוקים באקראי בארבע חזרות. גודל תת חלקה מינימלי 24 מ"ר.

הזנים נוטרו על פי התפתחותם הפנולוגית.

הניסוי נערך באופן מבוקר, כאשר לנוסף לגשמים, השקינו את השדה בהתאם לצרכים.

גרף מספר אחד מתאר את מהלך הניסוי כולל מועדי זריעה, הצצה והשתבלות של הזנים השנים + משקעים והשקיה מצטברים.

גרף מספר 1. מהלך הניסוי



הזנים נזרעו במבנה בלוקים באקראי בשש חזרות. גודל תת חלקה מינימלי 20 מ"ר. התקבלה משרעת ארוכת טווח של 84 יום במועדי ההשתבלות בין הקווים השונים, והבדלים גדולים מאוד ביבול הגרגירים (טבלה מס' 1). כפי שנראה מטבלה מספר 1, הזנים הבכירים היו עם יבולי גרגירים גבוה באופן משמעותי לעומת הזנים האפילים. לדוגמא הזן הבכיר גדיש הניב יבול של 557.5 ק"ג לדונם, לעומת 54 ק"ג לדונם בלבד בזן האפיל While spring.

טבלה 1. מועדי השתבלות ויבול גרגירים של הקווים השונים

זן	מועד השתבלות	יבול גרגירים
Gadish	02/02/2022	557.5
BTM 5	06/02/2022	432.4
C9	06/02/2022	420.3
ELS118 2	06/03/2022	301.1
BTM 44	08/03/2022	488.9
ELS 6404-46	08/03/2022	322.0
Horani	22/03/2022	266.0
Nursi	27/03/2022	186.3
Kamut	03/04/2022	211.6
Mispo37	04/04/2022	210.6
BTM 18	17/04/2022	139.0
Rojo	19/04/2022	68.0
While spring	27/04/2022	54.6

הזנים נבחנו ליצרנות ביומסה, פנולוגיה, גובה. כימות ביומסה צמחית בשדה במהלך העונה בוצע על ידי חיישן ידני RapidSCAN ועל ידי אפליקציית הנייד Canopeo. הזנים נקצרו בנפרד, לאומדן יבול סופי לשחת בהבשלת חלב-דונג (30%-40 ח"י) בשלוש חזרות טכניות (25ס"מ²) לכל חלקה. לכל

קו התקבלו 5-6 דוגמאות שנשלחו למעבדת Dairy One בארה"ב לבדיקה של רכיבים רבים, כולל נעכלות NDF ב- 30, 120 ו- 240 שעות.

טבלה 2. דירוג לפי יבול

	Kg/m ²
KAMUT	1531
ELS 6404-46	1446.7
Horani	1385.7
Mispo 37	1366.2
BTM 44	1364.1
White spring	1357.9
ROJO	1231
Nursi	1221.1
BTM 18	1220.4
Gadish	984.3
BTM 5	884.5
C9	778.2

תוצאות המעבדה של הדגימות שנשלחו לארה"ב מהשנה הראשונה סוכמו ללא ניתוח סטטיסטי, משום שאנו מתכוונים לשלוח דוגמאות לבדיקה גם מהשנה השנייה ולאחד את התוצאות לצורך ניתוח סטטיסטי.

לדוגמאות בוצעו אנליזות רבות ובדו"ח הנוכחי נציג מדגם של התוצאות שהתקבלו.

טבלה 3: דירוג נעכלות NDF לאחר 30 שעות

	NDFD 30h
BTM 18	63.3
מספוא 77	63.0
Kamut	59.8
BTM 44	59.3
C9	58.0
גדיש	57.2
BTM 5	57.0
white spring	57.0
ELS 6404-46	54.8
Rojo	54.8
Nursi	54.5
Horani	53.8

טבלה 4: דירוג לפי תכולת עמילן וריכוז אנרגיה נטו לחלב

	Starch	NEL 3X
BTM 44	4.8	1.43
גדיש	3.3	1.38
BTM 5	1.3	1.35
C9	1.3	1.34
BTM 18	1.5	1.33
ELS 6404-46	2.5	1.27
Kamut	1.0	1.27
מספוא 77	2.1	1.27
Horani	2.6	1.27
Nursi	3.4	1.24
Rojo	0.8	1.21
white spring	0.5	1.17

טבלה 5: דירוג לפי כמות NDF נעכל לדונם בהתחשב ביבול, שיעור NDF והנעכלות

	Digested NDF 30h, kg/Dunam
KAMUT	491
Mispo 37	478
BTM 44	473
ELS 6404-46	433
BTM 18	408
ROJO	405
Horani	403
Nursi	371
White spring	361
Gadish	267
BTM 5	249
C9	227

מהתוצאות החלקיות שהצגנו נראה כי יש הבדלים גדולים במועדי ההשתבלות, היבול, שיעור ה-NDF, נעכלותו ועוד.

שנה שנייה של המחקר

בשנה השנייה של המחקר בצענו ניסוי דומה על מנת לאסוף נתונים משנתיים רצופות. ביצענו ניסוי עם אותם זנים שנבחנו בשנה הראשונה, ביצענו את המדידות בשדה, והדוגמאות נשלחו למעבדה בארה"ב לאנליזה כמו בשנה הראשונה של המחקר.

בניגוד לטבלאות במובאות לעיל משנת המחקר הראשונה, ניתוח התוצאות המובא להלן הינו של שתי שנות המחקר הראשונות.

טבלה מס' 6. מועדי השתבלות של הזנים השונים בשתי שנות המחקר

מועדי השתבלות 2023	מועדי השתבלות 2022	
25/02/2023	02/02/2022	C9
26/02/2023	02/02/2022	Gadish
07/03/2023	06/02/2022	BTM_5
20/03/2024	08/03/2022	BTM_44
25/03/2023	22/03/2022	Horani
24/03/2023	27/03/2022	Nursi
01/04/2023	03/04/2022	Kamut
03/04/2023	03/04/2022	Mispo 37
20/04/2023	17/04/2022	BTM_18
21/04/2023	19/04/2022	Rojo
25/04/2023	19/04/2022	White Spring

ההבדלים במועדי ההשתבלות בין הזנים השונים הינו כ- 60-70 יום, כאשר הזנים הבכירים ביותר הינם ה- C9 והגדיש והאפילים ביותר הם ה- Rojo וה- While spring. בבדיקות המעבדה נבקעו פרמטרים רבים ובטבלאות הבאות יוצגו חלק מן הפרמטרים בניתוח סטטיסטי שכלל את שנות המחקר.

טבלה מס' 7. חלבון כללי NDF ו- ADF

Type	CP	Type	NDF	Type	ADF
BTM-5	11.4 ^a	White Spring	63.0 ^a	White Spring	43.5 ^a
C9	10.9 ^a	Rojo	62.8 ^a	Rojo	42.0 ^a
Gadish	10.8 ^a	Mispo 37	58.1 ^b	Kamut	38.8 ^b
BTM-18	10.8 ^{ab}	Kamut	57.2 ^b	Mispo 37	38.5 ^b
BTM-44	10.8 ^{ab}	Horani	56.5 ^b	BTM-18	37.2 ^{cb}
Mispo 37	10.6 ^{ab}	BTM-18	55.9 ^{cb}	ELS 6404-46	37.1 ^{bcd}
Horani	10.1 ^{abc}	ELS 6404-46	55.5 ^{cb}	Horani	37.1 ^{bcd}
Kamut	9.3 ^{bc}	ELS118-2	55.3 ^{cb}	ELS118-2	36.4 ^{bcde}
Nursi	9.3 ^{bc}	Nursi	54.9 ^{cb}	Nursi	35.3 ^{cdef}
ELS118-2	9.2 ^{bc}	BTM-5	52.8 ^{cd}	BTM-5	34.4 ^{defg}
ELS 6404-46	9.2 ^c	C9	52.6 ^{cd}	ELS 6404-46	34.1 ^{defg}
Rojo	9.1 ^c	Gadish	50.6 ^d	Gadish	32.6 ^{fg}
White Spring	8.9 ^c	BTM-44	49.7 ^d	BTM-44	32.3 ^g

ההבדלים באחוזי החלבון בין הזנים השונים היו כ- 2%, כאשר הזנים BTM-5, C9 ו- Gadish היו עם אחוזי חלבון גבוהים ואילו Rojo ו- While spring הם עם אחוזי חלבון נמוכים. אחוז ה- NDF וה- ADF היו גבוהים ביותר בזנים Rojo ו- While spring, והנמוכים ביותר היו ה- Gadish וה- BRM-44.

טבלה מס' 8. אחוז הליגנין והעמילן וכלל חומרים נעכלים (TDN) בזנים השונים

Type	Lignin	Type	Starch	Type	TDN
Rojo	5.1 ^a	BTM-44	2.9 ^a	BTM-44	67.5 ^a
White Spring	4.9 ^a	Gadish	2.5 ^{ab}	C9	65.3 ^b
Horani	4.1 ^b	Nursi	2.5 ^{abc}	Gadish	65.1 ^{ab}
Mispo 37	3.9 ^b	Horani	2.5 ^{abc}	BTM-5	65.0 ^{ab}
Kamut	3.9 ^b	ELS118-2	2.2 ^{abcd}	BTM-18	63.8 ^{bc}
Nursi	3.9 ^b	ELS 6404-46	2.0 ^{abcd}	Mispo 37	62.9 ^{bc}
BTM-18	3.8 ^b	BTM-18	1.7 ^{abcd}	ELS118-2	62.3 ^{bc}
ELS 6404-46	3.8 ^b	BTM-5	1.7 ^{abcd}	ELS 6404-46	62.0 ^{cd}
BTM-5	3.6 ^b	Mispo 37	1.7 ^{abcd}	Nursi	61.1 ^{cd}
ELS118-2	3.6 ^b	C9	1.3 ^{abcd}	Kamut	61.0 ^{cd}
BTM-44	3.6 ^b	Kamut	1.2 ^{cd}	Horani	59.9 ^d
Gadish	3.5 ^b	Rojo	1.2 ^{cd}	Rojo	56.0 ^e
C9	3.5 ^b	White Spring	0.9 ^d	White Spring	55.8 ^e

אחוז הליגנין היה גבוה ביותר בזנים Rojo ו- White spring, והנמוכים ביותר בזנים C9 ו- גדיש. אחוז העמילן היה גבוה ביותר בזנים BTM-44 ו- Gadish והנמוך ביותר בזנים Rojo, KAMUT, White spring ו- White spring. אחוז ה- TDN היה גבוה ביותר ב- BTM-44, C9, Gadish, והנמוך ביותר בזנים Rojo ו- White Spring.

טבלה מס' 8. יבול לדונם כמות חומר יבש ו- NDF נעכל לדונם לאחר 48 שעות אינקובציה

Type	Kg/Dunam	Type	dDM48h/D	Type	dNDF48h/D
Nursi	1737.9 ^a	Nursi	1307.0 ^{abc}	Rojo	513.3 ^a
Rojo	1680.4 ^a	ELS 6404-46	1290.6 ^{abc}	White Spring	506.0 ^a
ELS 6404-46	1679.6 ^{ab}	Kamut	1251.8 ^{abc}	Kamut	500.2 ^a
Kamut	1651.4 ^{ab}	Rojo	1176.6 ^{abc}	ELS 6404-46	491.4 ^a
White Spring	1635.6 ^{ab}	White Spring	1155.5 ^{abc}	Nursi	486.5 ^a
Horani	1527.9 ^{abc}	Horani	1145.1 ^{abc}	Horani	442.3 ^{ab}
ELS118-2	1400.1 ^{abd}	ELS118-2	1079.5 ^{abd}	Mispo 37	419.3 ^{ab}
BTM-18	1315.4 ^{bcd}	BTM-18	1025.5 ^{abd}	ELS118-2	410.1 ^{abc}
Mispo 37	1302.5 ^{bcd}	Mispo 37	1006.6 ^{bde}	BTM-18	407.8 ^{abc}
BTM-44	1220.9 ^{cde}	BTM-44	990.4 ^{cde}	BTM-44	340.3 ^{bcd}
Gadish	1063.8 ^{de}	Gadish	838.3 ^{de}	Gadish	287.6 ^{cd}
C9	933.6 ^e	C9	738.6 ^e	C9	278.4 ^{cd}
BTM-5	929.0 ^e	BTM-5	729.0 ^e	BTM-5	268.7 ^d

היבולים הגבוהים ביותר היו בזנים Nursi ו- Rojo והיבולים הנמוכים ביותר היו בזנים C9 ו- BTM-5. ההבדל ביבולים גדול מאוד בין הזנים השונים כאשר בגבוהים יותר היבול היה כמעט פי שניים מאשר בנמוכים יותר. כאשר בוחנים את כמות החומר היבש הנעכל לדונם נמצא כי הזנים Nursi, ELS 6404-46 ו- Kamut היו גבוהים ביותר והזנים C9 ו- BTM-5 היו הנמוכים ביותר. כמות ה- NDF הנעכל לדונם היה גבוה ביותר בזנים Rojo, White spring, ו- Kamut.

שנה שלישית

לאחר ניתוח התוצאות של השנתיים הראשונות של המחקר כפי שהוצגו בדו"ח של השנה השנייה, ובשכלול כלל הגורמים כמו מידת האפילות, ביומסה, הרכב הכימי, רמת הנעכלות של כלל הנוטריאנטים ו-NDF בפרט, ושיקולים אגרוטכניים שונים החלטנו לבחון בניסוי התזונתי 2 זנים אפילים, קמוט ומספוא 37, לעומת זן הביקורת גדיש. הזן Rojo שהינו זן אפיל הראה גם יבולים גבוהים אבל ה-TDN שלו היה נמוך, ולכן לא נבחר לניסוי התזונתי.

שלושת הזנים שנבחרו לניסוי, גדיש מספוא 37 וקמוט, גודלו ע"י ענף הגד"ש של קיבוץ מזרע בעמק יזרעאל. גידלנו מכל זן כמות שתספיק לניסוי תזונתי ברפת הפרטנית שיימשך כ- 10 שבועות – כ- 7-8 טון מכל זן. השחת הובאה בבלות לרפת מכון וולקני, ונקצצה במקצצת לאורך סיב אחיד.

ניסוי ההזנה בוצע על 42 פרות חולבות גבוהות תנובה ברפת ההזנה הפרטנית בבית דגן.

הפרות חולקו ל- 3 קבוצות על פי תנובת חלב, ימים בתחלובה, משקל גוף ומספר תחלובה.

קבוצת הביקורת קיבלה בל את המנה המקובלת ברפת מכון וולקני. הרכב המנות בניסוי מוצג בטבלה מספר 9. בכל מנה שילבנו כ- 14.3% שחת ממקורות שונים, וכ- 22% תחמיץ תירס כמקורות למזון גס, כאשר בכל קבוצת טיפול שולבה שחת אחרת כפי שהוגדר לעיל.

בחנו את ביצועי הייצור של הפרות, השפעה על היעילות והנעכלות לכאורה של רכיבי המנה.

הנעכלות נבחנה ע"י איסוף 8 דוגמאות צואה מ-10 פרות מכל קבוצה, ושימוש ב-iNDF כסמן פנימי.

כמול כן בחנו את ההשפעות על סביבת הכרס על ידי איסוף דוגמאות מיץ כרס כ- 2 ו- 5 שעות לאחר ההאבסה.

בשלב הראשון ביצענו בדיקה כימית של השחתות כפי שמוצג בטבלה מספר 9.

נמצאו הבדלים באחוז החלבון ובאחוז ה-NDF במנה, עם הבדלים קלים בשאר הרכיבים.

טבלה מס' 9. הרכב כימי של השחתות בניסוי

קמוט	מספוא 37	גדיש	
87.1	88.6	89.8	חומר יבש, %
9.7	9.3	9.1	אפר, %
10.5	10.3	9.1	חלבון, %
31.1	29.2	31.2	ADF, %
1.38	1.43	1.39	NEL, מק"לוק"ג
49.3	50.4	54.5	aNDFom, %

טבלה מס' 10. הרכב המנות בניסוי

מנות הניסוי			
קמוט	מספוא-37	גדיש	מזונות, %
22.2	22.2	22.0	תחמיץ חיטה
14.2	14.2	14.3	שחת דגן
20.2	20.2	20	תירס גרוס
1.4	1.4	1.4	שעורה
4.6	4.6	4.5	חיטה
4.3	4.3	5.0	כ. סויה 48%
10.6	10.6	10.5	גלוטן פיד
3.5	3.5	3.5	סובין
1.3	1.3	1.3	גרעיני כותנה מטופלת
8.7	8.7	8.0	כוספה לפתית
2.8	2.8	2.7	DDG גולדן
1.8	1.8	1.8	מי לקטוז
1.1	1.1	1.1	מלח סידן
0.2	0.2	0.2	אוראה
0.1	0.1	0.1	שמן סבס
0.8	0.8	0.8	שומן מוגן
1.8	1.8	1.7	חומצה פלמיתית
0.7	0.7	0.7	ביקרבוונאט
0.2	0.2	0.2	סידנית

טבלה מס' 10. תכולת מנות בניסוי

קמוט	מספוא-37	גדיש	
1.79	1.80	1.79	אנרגיה נטו, מק"ל לק"ג ח"י
16.6	16.6	16.7	חלבון, %
36.2	36.3	36.2	מזון גס, %
30.7	30.9	31.4	NDF כללי, %
18.2	18.4	18.9	NDF ממזון גס %
17.2	16.9	17.2	ADF %
14	14.2	14.3	שחת חיטה %
24	24	23.9	עמילן %
0.90	0.90	0.89	סידן %
0.48	0.48	0.48	זרחן %

תוצאות ניסוי ההזנה

טבלה מס' 11. התפלגות חלקיקים של המנה

P =	SEM	קמוט	מספוא 37	גדיש	גודל מ"מ, %
0.80	1.77	52.3	51.1	52.0	$X < 4$
0.34	0.35	11.7	11.3	11.9	$4 < X < 8$
0.02	1.13	17.2 ^{ab}	13.8 ^b	18.7 ^a	$8 < X < 19$
0.1	2.43	18.8	23.9	17.3	$19 < X$

בטבלה מספר 11 מופיעים תוצאות התפלגות החלקיקים במנה ולא נמצאו הבדלים בגודל החלקיקים הקטנים בין המנות, אבל נמצאו הבדלים בגודל החלקיקים הבינוניים ($8 < X < 19$), כאשר בגדיש היו יותר חלקיקים מהפרקציה הזאת לעומת מספוא 37. כמו כן הייתה נטייה לגודל חלקיקים גדול ($19 < X$) במנת המספוא 37 לעומת שתי המנות האחרות. תוצאה זו הינה תואמת למידע שיש בידינו על היותו של זן מספוא 37 קשה לקיצוץ.

טבלה מס' 12. תנובות חלב ורכיביו

P =	SEM	קמוט	מספוא-37	גדיש	
0.01	0.31	^a 46.6	^b 45.2	^b 44.1	חלב, ק"ג ליום
0.11	60.0	4.39 ^a	4.27 ^b	^b 4.20	שומן, %
0.62	0.02	3.46	3.46	3.44	חלבון, %
110.	0.16	4.85	4.85	4.81	לקטוז, %
0.03	0.45	^a 1.98	1.86 ^{ab}	1.81 ^b	שומן, ק"ג
0.001	0.19	^a 1.60	1.54 ^{ab}	^b 1.49	חלבון, ק"ג
0.001	0.29	^a 2.24	2.18 ^{ab}	^b 2.10	לקטוז, ק"ג
0.28	0.49	15.8	15.2	14.8	אוריאה, mg/dL

מטבלה 12 ניתן לראות כי תנובת החלב ואחוז השומן בחלב היו גבוהים יותר בקבוצת הקמוט מאשר בשתי הקבוצות האחרות, ללא הבדלים באחוז החלבון והלקטוז. תנובות השומן החלבון והלקטוז היו גבוהות יותר בקבוצת הקמוט מאשר בקבוצת הגדיש.

טבלה מס' 13. צריכת מזון, מאזן אנרגיה, תנובות חמ"ש, חמ"א, וחמ"מ וחישובי יעילות

P =	שת"מ	קמוט	מספוא-37	גדיש	
0.04	0.29	31.3	32.0	31.2	צריכת מזון, ק"ג ליום
0.004	0.64	6.5 ^b	9.0 ^a	9.3 ^a	מאזן אנרגיה, מק"ל ליום
0.71	0.64	49.0 ^a	46.9 ^b	45.4 ^b	חמ"ש, ק"ג ליום
0.12	0.77	49.2 ^a	47.0 ^b	45.4 ^b	חמ"א, ק"ג ליום
0.08	0.50	48.2 ^a	45.8 ^b	44.6 ^b	חמ"מ, ק"ג ליום
0.002	0.01	1.50 ^a	1.43 ^b	1.44 ^b	חלב לק"ג מזון
<0.001	0.02	1.60 ^a	1.48 ^b	1.45 ^b	חמ"ש לק"ג מזון
<0.001	0.022	1.50 ^a	1.43 ^b	1.44 ^b	חמ"א לק"ג מזון
<0.001	0.02	1.58 ^a	1.45 ^b	1.44 ^b	חמ"מ לק"ג מזון

צריכת המזון נטתה להיות גבוהה יותר במספוא 37 לעומת הגדיש, ומאזן האנרגיה היה נמוך יותר בקבוצת הקמוט לעומת 2 הקבוצות האחרות. תנובות החמ"ש, חמ"א והחמ"מ היו גבוהות יותר בקבוצת הקמוט מאשר בשתי הקבוצות האחרות, וכן היעילות לייצור חלב, חמ"ש חמ"א וחמ"מ היו גבוהות יותר בקבוצת הקמוט מאשר בשתי הקבוצות האחרות.

טבלה מס' 14. משקל גוף, העלאת גירה וזמן אכילה

P =	שת"מ	קמוט	מספוא-37	גדיש	
0.72	5.03	649.8	649.9	654.9	משקל גוף התחלה, ק"ג
0.37	6.84	671.5	682.2	684.1	משקל גוף סוף, ק"ג
0.21	4.41	*21.7	32.8	29.2	שינוי משקל גוף, ק"ג
<0.0001	4.78	^b 508.9	^a 534.4	^c 480.8	העלאת גירה,
<0.0001	5.65	^a 312.3	^a 302.4	^b 254.8	זמן אכילה

לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין הטיפולים, אם כי הייתה נטייה לעלייה נמוכה יותר במשקל גוף במהלך הניסוי בקבוצת הקמוט לעומת מספוא 37. משך העלאת גירה היומית היה גבוה ביותר בקבוצת המספוא 37, מה שניתן להסביר ע"י אורך הסיב האורך בשחת זו לעומת 2 השחתות האחרות. זמן האכילה היה גבוה יותר באופן משמעותי בקבוצת המספוא 37 והקמוט לעומת קבוצת הגדיש.

טבלה מס' 15. pH, וריכוזי אמוניה וחש"ן בכרס

P =	SEM	קמוט	מספוא 37	גדיש	
0.85	0.04	6.41	6.45	6.43	pH
0.06	7.10	164.5 ^{ab}	182.0 ^a	159.0 ^b	NH ₃
0.21	1.88	62.8	63.0	67.0	C2
0.43	1.0	29.0	29.2	30.7	C3
0.99	0.07	2.2	2.2	2.2	C2: C3
0.53	0.54	12.5	12.7	13.3	C4
0.94	0.24	5.17	5.11	5.05	C2: C4
0.58	0.22	1.3	1.3	1.6	Ci5
0.71	0.82	1.4	1.5	1.5	C5
0.95	0.04	0.5	0.5	0.5	C6
0.14	2.83	105.8	107.9	*113.5	Total VFA

בטבלה מספר מוצגים הממצאים מהכרס. ריכוזי האמוניה היו גבוהים בטיפול המספוא 37 לעומת הגדיש, ואין לנו הסבר לכך. לא נמצא הבדל מובהק בחומציות הכרס או באחד מחומצות השומן הנדיפות בכרס בין הקבוצות, ואולם ריכוז סך החש"ן נטה להיות גבוה יותר בטיפול הגדיש לעומת

טבלה מס' 16. שיעור הנעכלות של חומר יבש, חומר אורגני ושאר הנוטריינטים

Variable	Treatment ¹			SEM	P - Value
	Gadish	Mispo37	Kamut		
Apparent digestibility, %					
DM	58.5 ^b	62.9 ^a	59.3 ^b	0.85	0.002
OM	61.0 ^b	65.2 ^a	61.1 ^b	0.84	0.001
Protein	58.2	60.3	60.0	1.39	0.52
NDF	37.7 ^a	31.8 ^b	33.4 ^b	1.39	0.02
ADF	36.2 ^a	27.4 ^b	27.2 ^b	1.77	0.001
Fat	70.0 ^b	76.6 ^a	70.2 ^b	1.77	0.02
Ash	32.5 ^b	35.0 ^{ab}	40.7 ^a	2.057	0.03
Apparent digestible intake, kg/d					
DM	18.8 ^b	22.4 ^a	20.0 ^{ab}	0.91	0.03
OM	17.9 ^b	21.4 ^a	18.8 ^b	0.86	0.02
Protein	3.4	3.7	3.9	0.19	0.17
NDF	4.3 ^a	3.4 ^b	3.5 ^b	0.25	0.03
ADF	1.9 ^a	1.3 ^b	1.2 ^b	0.11	0.001
Fat	1.6 ^b	2.01 ^a	1.7 ^b	0.08	0.002

שיעור הנעכלות של חומר יבש, חומר אורגני ושומן היה גבוה יותר בקבוצת המספוא 37 לעומת 2 הטיפולים האחרים. לעומת זאת נעכלות ה-NDF וה-ADF היו גבוהים יותר בגדיש לעומת שני הטיפולים האחרים.

דיון מסכם

בעבודת מחקר זו בחנו באופן סיסטמי מגוון של קווי טיפוח חדשים של מיני דגן אפילים עבור ייצור השחת המקומי. הנחת העבודה הייתה שניתן לאתר זנים אפילים עתירי יבול ובעלי ערך תזונתי גבוה להזנת מעלי גירה, שיאפשרו קציר במועד מאוחר לאחר או בשלהי עונת הגשמים, ואשר יצמצמו באופן משמעותי את הסיכון לחשיפה של השחת המוקמלת לגשמי סוף עונת החורף. בשנתיים הראשונות של המחקר גידלנו באופן מבוקר 13 זני דגנים בחוות גילת: שני זני כוסמין; שני זני חיטה דו-גרגרית; שני זני דורום מסורתי אפיל (נורסי וחוראני); זן קמוט; שלושה קווי חיטה אפילה (צאצאי חיטה חורפית x חיטה אביבית) ושלושה זני היקש: זן אפיל- מספוא 37; זן דו-תכליתי – גדיש; זן דורום – C9. במהלך שנתיים אלה קבענו את מועדי ההשתבלות של הזנים השונים, יבולים ופרמטרים פנולוגיים שונים. בתום העונה שלחנו דגימות שחת מכל הזנים שנבחנו לבדיקות מעבדה בארה"ב- סך הכל כ- 140 דוגמאות שחת נשלחו למעבדת Dairy one בארה"ב. בבדיקות מעבדה אלה בחנו פרמטרים רבים, כימיים ומבוססי נוסחאות שונות. בשנתיים הראשונות מצאנו כי הפער במועדי ההשתבלות בין הקוים השונים יכול להגיע עד חודשיים וחצי, ומטרתה העיקרית של מחקר הינה לנצל את ההבדלים הגדולים האלה במועדי האפילות על מנת לבחור זנים אפילים פוטנציאליים להזנת מעלי גירה. נמצאו הבדלים גדולים בהערכת היבול לדונם בין הקוים השונים שהגיע עד כמעט יבול כפול בקוים מסוימים לעומת קוים אחרים (כ- 1738 ק"ג בזן הנורסי לעומת 930 ק"ג בזן BTM-5). כמו כן נמצאו הבדלים של עד 3% בריכוז החלבון ו- 12-13% בריכוזי ה- NDF וה- ADF. במעבדת Dairy One קבעו גם נעכלות החומר היבש וה- NDF ב- 48 שעות ועשינו חישוב של כלל החומר היבש וה- NDF הנעכל לדונם לכל קו. היו קוים עם כמות חומר נעכל של חומר יבש גבוהים ואפילות בינונית, כמו הנורסי, אבל עם שיעור NDF נמוך יחסית. בשכלול כל הגורמים, כולל שיקולים אגרוטכניים, בחרנו 2 זנים אפילים לניסוי ההזנה, כנגד זן הבכיר גדיש ששימש כביקורת. במהלך השנה השלישית גידלנו את שלושת הקוים האלה, גדיש, מספוא 37 וקמוט בשטחי המזרע של קיבוץ מגידו, באותם תנאי גידול. נזרעה כמות שתספיק לייצור שחת לניסוי הזנה ברפת ההזנה הפרטנית שנמשך כ- 11 שבועות. בניסוי הפרות הוזנו במנות זהות שכל אחת מהן הכילה כ- 14.3% מן החומר היבש אחד מן השחתות. ההרכב הכימי של השחתות היה מאוד דומה לבד מן החלבון שהיה נמוך בכ- 1.3% בשחת מהזן גדיש לעומת השניים האחרים. בחנו את התפלגות החלקיקים במנה ונמצאו הבדלים בגודל החלקיקים הגדול עם נטייה לשיעור גבוה יותר במספוא 37, שמתאים למידע מהשטח שמעיד על קשיים בקיצוץ של זן זה. תנובות החלב, חמ"ש, חמ"א וחמ"מ היו יותר גבוהות בזן הקמוט, וכן אחוז השומן. גם בחישובי יעילות הייצור נמצא ייתרון בולט לזן הקמוט. מאזן האנרגיה היה נמוך יותר בקבוצת הקמוט שבא לידי ביטוי גם בנטייה לצבירת משקל נמוכה יותר במהלך הניסוי בקבוצת הקמוט לעומת מספוא 37. הממצאים מהכרס לא הראו הבדלים משמעותיים, חוץ מריכוז האמוניה שהיה גבוה יותר בקבוצת המספוא 37.

תוצאות הנעכלות הראו שיעורי נעכלות גבוהים יותר של חומר יבש, חומר אורגני ושומן בקבוצת המספוא 37, ואילו הנעכלות של NDF ו- ADF הייתה גבוהה יותר בקבוצת הגדיש. תוצאות דומות התקבלו גם בכמות החומר הנעכל הנצרך של הנוטריינטים השונים. יש לציין כי חוסר התאמה זה בין תוצאות הנעכלות לבין הביצועים בפועל נמצא בהרבה מחקרים תזונתיים, ויכול להיות שזה קשור לתהליכים המתרחשים לאחר הספיגה. כמו כן זה יכול להיות קשור לתיעול החומרים

הנספגים שיכולים להיות מתועלים לעטין או לרקמות גופניות. בניסוי הנוכחי יותר נוטריינטים תועלו לייצור בטיפול הקמוט ופחות לרקמות גופניות שהתבטא בעלייה נמוכה יותר במשקל גוף במהלך הניסוי.

לסיכום נראה כי זן הקמוט שהינו זן אפיל יכול להוות תחליף טוב לזנים בכירים כמו זן הגדיש, שיתרום לצמצום משמעותי של הסיכון לחשיפת החומר הקצור לגשמים בתהליך ההקמלה. נמצא כי לקמוט יבולים גבוהים, תכולת NDF גבוהה עם נעילות טובה. ניסוי ההזנה הראה תוצאות מצוינות לזן הקמוט, הן מבחינת התנובות והן מבחינת יעילות הייצור. לאור זאת אנו ממליצים לאמץ את זה הקמוט לגידול שחת כתחליף לזנים הבכירים בהם עושים שימוש היום.

7. התאמת המחקר ליעדי הנהלת ענף בקר

במסגרת יעדי המחקר בתחום ההזנה מופיעים 2 יעדים רלבנטיים לתוכנית מחקר זו:

1. טיפוח ופיתוח של גידולי מספוא קיימים וחדשים, בעדיפות לגידולים עתירי יבול, משופרי איכות וחסכניים במים.
2. הכנת שחתות בתנאי מזג אוויר משתנה בעונת האביב.

8. החידוש המדעי והתועלת לחקלאות הצפויים מביצוע התוכנית

ייצור השחת בישראל נפגע קשות בשנים האחרונות עקב חשיפה לגשמים במהלך שלב ההקמלה. מעבר לתסכול הרב ולנזק הכלכלי הכבד, ענפי מעלי הגירה נותרו עם מחסור חמור במזון גס באיכות טובה. בתוכנית המחקר הנוכחית אנו מציעים לראשונה לבחון קווי טיפוח חדשים של דגן אפיל עבור ייצור המספוא ובעיקר השחת המקומי להזנה מעלי גירה. אנו נבחן קווים אפילים נבחרים בהתייחס לפוטנציאל צבירת הביומסה, היבול הסופי והאיכות התזונתית. שיתוף פעולה זה בין חוקרים מתחום הגד"ש והזנת מע"ג עשוי לתרום לאיתורם של זנים אפילים עתירי יבול ובעלי ערך תזונתי גבוה, שיאפשרו קציר בשלהי או לאחר עונת הגשמים, אשר יצמצמו באופן משמעותי את הסיכון בחשיפה של השחת המוקמלת לגשמים, ויתרמו לקבלת שחת באיכות טובה להזנת מעלי גירה.

9. תקציב המחקר (באלפי שקלים) ממועצת החלב

שנה ג'	שנה ב'	שנה א'	
35.5	45	27.5	כוח אדם
17	0	0	שרותי חוות ורפת
7.5	15	32.5	בדיקות וחומרים וציוד מתכלים
20	20	20	תקורה
80	80	80	סה"כ

10. רשימת ספרות

Shiff S, IM Lensky, and DJ Bonfil. (2021). Using satellite data to optimize wheat yield and quality under climate change. *Remote Sensing*. 13(11): 2049. doi.org/10.3390/rs13112049.

S. Asseng et al. 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature climate change*. 5: 143.

פינטהוס, מ.י. 2011. תולדות המחקר החקלאי בישראל בתקופת המדינה-בדרך 1920-1949

11. נספחים

איור 1. פיזור משקעים עונתי בבית דגן על פני ארבע עונות מייצגות. ניתן ללמוד מהאיור שאירוע של גשם בחצי השני של אפריל הוא אירוע לא שכיח (2012-13 קו אפור)

