# דו"ח מסכם לתוכנית מחקר – 870-1629-19

## 1.2. שם המחקר:

## בחינת ערכה התזונתי של שעורה כמזון גס לרפת החלב

## 1.3. שמות השותפים למחקר ושטח הפעולה של כל משתתף:

- יואב שעני – עובד תקן, שה"מ – המחלקה לבקר, yoav.shaani@gmail.com – מרכז הפרויקט ואחראי על תכנון הניסויים איסוף וניתוח הנתונים;
- דניאל ביקל – עובד תקן, שה"מ – המחלקה לבקר. ביצוע הניסויים, איסוף הנתונים, ניתוחם וכתיבת דו"ח מסכם.
- רואי בן-דוד – חוקר מדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני. מלווה בתכנון הניסויים ובחירת הזנים, ומהווה גורם מקצועי במספוא חורפי.
- יואב גולן – עובד תקן, שה"מ – אגרואקולוגיה. ליווי והדרכה של הפעולות האגרוטכניות מזריעה עד קציר.
- עידן ריצ'קר – ועדת מגדלים גד"ש, משקי הדרום והנגב. ליווי והדרכה של הפעולות האגרוטכניות מזריעה עד קציר.

## 1.4. תקציר מדעי:

**מטרת המחקר הייתה**: לבחון את ערכה התזונתי של שעורה כמזון גס ביחס לצמח החיטה, וזאת ע"י: 1. בחינת היבול, ההרכב הכימי הנעכלות בכרס מלאכותית (כרמ"ל) של צמח השעורה (זנים "מענית" ו"שגיב") לאורך שלבי התבגרות הצמח, על מנת לקבוע את מועד הקציר המיטבי לתחמיץ ולשחת, בהשוואה לזן חיטה "עומר". 2. בחינת השפעת ההחמצה בצנצנות זכוכית ובבאלות עטופות פוליאתילן של ירק שעורה "מענית" בהשוואה לירק חיטה "עומר", על ההרכב הכימי והנעכלות בכרמ"ל. 3. בחינת השפעת האבסת תחמיץ ושחת משעורה "מענית" בהשוואה לתחמיץ ושחת מחיטה "עומר", שיוכללו בשיעור דומה כמזון גס בלעדי במנת פרות חלב, על: התנהגות האכילה, צריכת ח"י, בירור מזון, הנעכלות in vivo בפרות, התנאים בכרס, העלאת גירה, יצור החלב ורכיביו, ויעילות היצור. 4. השוואת נאכלותה של שחת שעורה בהשוואה לשחת חיטה במנת עגלות תחלופה.

**שיטות וחומרים:** בוצעו שלושה ניסויי שדה עוקבים בעונות גידול 2016-17, 2017-18 ו- 2018-19 לבחינת היבולים, ההרכב הכימי והנעכלות בכרמ"ל של צמחי השעורה והחיטה שגודלו באותו שדה, ונדגמו לאורך שלבי התפתחות הגידול. קביעת המועד המיטבי של קציר לתחמיץ נעשתה לפי נתוני עונת גידול 2016-17, בה נזרעו שני זני שעורה מסחריים המקובלים לגידול באזור הנגב "מענית" ו"שגיב". מולם נבחן זן החיטה "עומר" אשר שימש כזן ביקורת. זנים אלו גודלו בתנאי שדה בשני אתרים מייצגים באזור הנגב וחבל לכיש (שובל וגת, 220 ו-245 מ"מ גשם בהתאמה) וללא השקיית עזר. לאור תוצאות ניסוי השנה הראשונה ולצורך הכנת התחמיצים והשחתות בהם השתמשנו בניסוי ההזנה בפרות בשנה השנייה, גודלו בעונת 2017-18 בשובל שני זנים מסחריים המקובלים כזני מספוא בנגב: זן שעורה "מענית" וזן חיטה "עומר". הזנים גודלו בחלקה מסחרית, כאשר במחצית החלקה גודל זן השעורה ובמחצית השנייה זן החיטה (כ- 60 דונם לזן), בתנאי בעל וללא השקיית עזר (כ- 210 מ"מ גשם). הגידולים נקצרו בקציר מסחרי בקומביין באותו יום: החיטה נקצרה בשלב ¾ מילוי גרעין והניבה 479 ק"ג ח"י/דונם, והשעורה נקצרה בשלב גמר חלב - תחילת דונג של הגרעין והניבה 568

ק"ג ח"י/דונם. כשליש מהירק שנקצר בכל חלקה הושאר בשדה לצורך הקמלה וכבישה כבאלות חציר, ומרבית הירק הוחמץ בחבילות עטופות פוליאתילן.

הבלילים להזנת הפרות הוכנו בכל יום במרכז מזון יבנה והובלו לרפת הפרטנית בבית-דגן לניסוי ההזנה הפרטנית. 42 פרות חלב גבוהות תנובה חולקו לשתי קבוצות דומות בתנובת החלב ובמרחק מהמלטה, אשר שוכנו באותה הסככה בתנאי ממשק זהים. המנות הכילו כ- 34% מזון גס (28% תחמיץ + 6% שחת) ממקור של חיטה או שעורה, כ- 33% NDF, כ- 17.8% NDF ממזון גס, כ- 16.8% חלבון כללי וריכוז אנרגיה של 1.77 מגק"ל לק"ג ח"י. בשתי המנות נשמר הרכב מזונות זהה מלבד מקור המזון הגס: שהיה תחמיץ ושחת שעורה (במנת השעורה) או תחמיץ ושחת חיטה (במנת החיטה).

בולוסים למדידה המשכית ורציפה של ה- pH בכרס הוחדרו לכרס של חמש פרות מכל קבוצה. הפרות הואבסו ברמת צריכה חופשית (עד 5% שאריות) והשאריות היומיות נשקלו ונדגמו לבירור של המזון הגס במנה באמצעות נפות לפי שיטת פנסילבניה. במהלך ששת שבועות הניסוי נמדדו בפרות: ייצור החלב היומי, ריכוזי המוצקים בחלב, צריכת מזון פרטנית והתנהגות האכילה, העלאת גירה ונעכלות in-vivo של מנות הניסוי ע"י שימוש בסמן פנימי - NDF בלתי נעכל (iNDF).

בשנה השלישית בוצע ניסוי הזנה לבחינת נאכלות שחת השעורה בהשוואה לשחת חיטה, במנות עגלות תחלופה אשר הכילו מזון גס ממקור בלעדי של שחת שעורה או שחת חיטה שגודלו באותו השדה.

**תוצאות ודיון:** בקביעת המועד המיטבי לקציר לתחמיץ בתנאי הבצורת בנגב בעונת גידול 2016-2017 (שנה ראשונה), נמצא כי קציר צמח החיטה לתחמיץ היה בשלב חצי מילוי הגרעין בגלל ההתייבשות המואצת של הצמח, ואילו קציר צמח השעורה היה בשלב סוף מילוי חלב-תחילת הבשלת דונג (חלד"ג) בגרעין. בהשוואה של יבול הח"י במועד הקציר לתחמיץ נמצא יתרון מובהק (כ- 17-20%) לזן השעורה מענית על פני זן החיטה עומר בשני האתרים ובשתי עונות הגידול. לא נמצא הבדל מובהק בנעכלות הח"י בכרס מלאכותית (כרמ"ל) של זן החיטה וזני השעורה שנקצרו במועד המיטבי לתחמיץ בתוך כל אחד מאתרי הניסוי ובשתי עונות הגידול.

התחמיצים המסחריים בבאלות של חיטה ושעורה היו דומים מבחינת תכולת הח"י, תכולת החלבון, ותכולת ה- NDF, ולכן ניתן היה לתכנן שתי מנות ניסוי שהכילו כמות זהה של מזון גס ממקור של תחמיץ (15.9 ק"ג) ושל שחת (1.4 ק"ג). גם הנעכלויות בכרמ"ל של תחמיצי החיטה והשעורה היו דומות, ולכן לא נדרש איזון של המנות בעזרת תוספת אנרגטית.

בניסוי בפרות חלב (שנה שנייה) נמצא שקצב האכילה וגודל הארוחה היו גבוהים יותר במנת החיטה מאשר במנת השעורה, וכתוצאה מכך נוצר פער של 0.5 ק"ג ח"י בצריכת הח"י היומית בין שתי הקבוצות. תנובות החלב בין שתי הקבוצות היו דומות, אך תכולת השומן בחלב ותנובת השומן היומית (ק"ג) של הפרות בקבוצת השעורה היו גבוהות יותר מאלו של קבוצת החיטה. גם תכולת החלבון בחלב הייתה גבוהה יותר בפרות קבוצת השעורה. תנובות החלב משווה מחיר (חמ"מ), החלב משווה שומן (4% FCM), והחלב משווה אנרגיה (ECM), היו דומות בין הפרות משתי קבוצות ההזנה. ראוי לציין, כי בגלל צריכת המזון הנמוכה יותר של פרות השעורה, והדמיון בין הקבוצות בתנובות החלב, יעילות ייצור החמ"מ וה- ECM לק"ג ח"י מזון נצרך הייתה גבוהה יותר בפרות קבוצת השעורה לעומת קבוצת החיטה.

לא היה הבדל בין הקבוצות בהתפלגות צריכת הח"י לאורך היממה, אך בגלל שהעלאת הגירה בפרות בקבוצת השעורה הייתה רבה יותר בסיום כל ארוחה, pH הכרס בפרות אלו היה גבוה יותר לאורך היממה בהשוואה לפרות בקבוצת החיטה. יתר על כן פרות החיטה היו במצב של חמצת כרס תת אקוטית (SARA ) שהתבטאה ב- 12 שעות ליום ב- pH מתחת ל- 5, בעוד פרות השעורה לא נכנסו למצב SARA. הבדלים אלו תרמו לנעכלויות של ח"י, חלבון, ודופן תא in vivo גבוהות יותר בפרות השעורה בהשוואה לפרות החיטה.

בניסוי בעגלות תחלופה (שנה שלישית) נמצא שצריכת המזון לא נבדלה סטטיסטית וכן שלא היה הבדל בזמן הע"ג היומי.

ע"פ סיכום כלל הממצאים של ניסויי השדה, ניתן לומר שלשעורה אכן יתרון ביבול הח"י על פני החיטה בתנאי הגידול היובשניים. בהסתמך על ניסויי ההזנה בפרות חלב גבוהות תנובה ובעגלות התחלופה, אנו מציעים שהשעורה יכולה להוות חלופה מצוינת לחיטה כשהיא משמשת כמקור המזון הגס הבלעדי במנת פרות חלב וזאת מבלי לפגוע בתנובת החלב ה- ECM והחמ"מ, ובמנות עגלות מבלי לפגוע בצריכת המזון.

## 1.5. רקע:

מנות הבקר לחלב בישראל מבוססות על כ- 33%-40 מזון גס, ממנו כ- 2/3 תחמיצים וכ- 1/3 חציר. דרישה זו נובעת מהצורך לספק במנה סיב צמחי בכדי לשמור על תקינות פעולת הכרס ובריאות הפרה. לשם כך, מיוצר בארץ מספוא חורפי המהווה כ- 70% מהמזון הגס הנצרך ברפת החלב הישראלית. בשנים האחרונות חלים שינויים בייעוד הקרקעות החקלאיות, וגידולי המספוא הגס לרפת החלב נדחקים לקרקעות שוליות ולאזורים בהם כמויות המשקעים נמוכות ופיזורם אינו אחיד (גורן וגולן, 2017). כפועל יוצא, נאלצים המגדלים להעמיד יבול גבוה בקרקעות פחות פוריות. אחד הפתרונות הוא שימוש בגידולי וזני מספוא מתאימים יותר לסביבות גידול אלו. העבודה הנוכחית התמקדה באזורי הנגב הצפוני ולכיש, אזורים המאופיינים במיעוט משקעים ובשטחי בעל נרחבים - תנאי קרקע ואקלים שהופכים אותם לאזור שעשוי להתאים יותר לגידול שעורה מאשר לגידול חיטה.

בעבר היוותה השעורה (*Hordeum Vulgare L.*) גידול מספוא חשוב בארץ, שהגיע לשיא של כ- 800 אלף דונם בשנים 1923-1952 (הלמ"ס, 1952-1953; קנת, 1960). התפרצות מחלת הרשת הביאה לנזקי יבול כבדים בגידול, ובמקביל הכנסה של זני חיטה עתירי יבול, גרמו לצמצום ניכר בשימוש בשעורה, לירידה בהיקפי הגידול עד 20 אלף דונם בשנת 2000, ולעליה בשטחי גידול החיטה (הלמ"ס, 2017). מאז שנות ה- 60 של המאה הקודמת תפס צמח החיטה את מקומה של השעורה כגידול המספוא הגס העיקרי בארץ על שלל צורותיו (שחת, תחמיץ וקש). בממשק הפלחה המיושם כיום בנגב נעשה שימוש בזני שעורה אביבית. השעורה עמידה יותר לתנאי יובש, ובתנאים אלו היא מעמידה יבול גבוה מזה של החיטה. התאמתה של השעורה לתנאים אלו נזקפת לאון צימוח ולבכירותה ביחס לחיטה, והודות ליעילות ניצול קרינה ומים גבוהים יותר. שילוב השעורה במחזור הגידול מאפשר את גיוון מחזור הזרעים ומסייע להבטחת יבול יציב אחרי שנות גידול רצופות של דגן (לאחר שנתיים של גידול חיטה ברציפות).

מטרות המחקר הינן:

1. בחינת היבול, ההרכב הכימי הנעכלות בכרס מלאכותית (כרמ"ל) של צמח השעורה (זנים "מענית" ו"שגיב") לאורך שלבי התבגרות הצמח, על מנת לקבוע את מועד הקציר המיטבי לתחמיץ ולשחת, בהשוואה לזן חיטה "עומר".

2. בחינת השפעת ההחמצה בצנצנות זכוכית ובבאלות עטופות פוליאתילן של ירק שעורה "מענית" בהשוואה לירק חיטה "עומר", על ההרכב הכימי והנעכלות בכרמ"ל.

3. בחינת השפעת האבסת תחמיץ ושחת משעורה "מענית" בהשוואה לתחמיץ ושחת מחיטה "עומר", שיוכללו בשיעור דומה כמזון גס בלעדי במנת פרות חלב, על: התנהגות האכילה, צריכת ח"י, בירור מזון, הנעכלות in vivo בפרות, התנאים בכרס, העלאת גירה, יצור החלב ורכיביו, ויעילות היצור.

4. השוואת נאכלותה של שחת שעורה בהשוואה לשחת חיטה במנת עגלות תחלופה.

## 1.6. שיטות וחומרים:

עבודה זו מורכבת מניסויי שדה דו שנתיים בעונות גידול 2016-17 ו- 2017-18 לבחינת היבולים, ההרכב הכימי והנעכלות בכרמ"ל של צמחי השעורה והחיטה שגודלו באותו שדה, ונדגמו לאורך שלבי התפתחות הגידול.
בהמשך במהלך 2018, נערך ניסוי ברפת הפרטנית להשוואת תחמיצי ושחתות שעורה לתחמיצי ושחתות חיטה שגודלו במקביל והואבסו כמזון גס בלעדי במנת פרות חלב. המדדים הנבחנים היו: צריכת המזון הפרטנית, התנהגות האכילה, ייצור החלב והרכבו, העלאת גירה, מדדי הפרמנטציה בכרס, והנעכלות בפרות חלב.
לסיום, במהלך 2020, נערך ניסוי ברפת מסחרית להשוואת נאכלות שחת שעורה ושחת חיטה שגודלו במקביל באותו שדה והואבסו כמזון גס בלעדי במנות עגלות תחלופה.

**1. מבנה ניסוי השדה לקביעת המועד המיטבי של קציר שעורה וחיטה לתחמיץ**

**גידול הזנים בשדה בעונת 2016-17**

לצורך קביעת המועד המיטבי של קציר לתחמיץ, נזרעו בשנה הראשונה לניסוי (עונת גידול 2016-17) שני זני שעורה מסחריים המקובלים לגידול באזור הנגב "מענית" ו"שגיב". מולם נבחן זן החיטה "עומר" אשר שימש כזן ביקורת. זנים אלו גודלו בתנאי שדה בשני אתרים מייצגים באזור הנגב וחבל לכיש (שובל וגת בהתאמה) ללא השקיית עזר. בכל אתר נזרעו שלושת הזנים ב- 12 חלקות של 1.25 X 12 מטר כך שכל זן נבחן בארבע חזרות. דיגום החלקות בוצע ע"י קציר ידני של 0.5 מ"ר מכל חלקה. היבול הטרי (ע"ב רטוב) נשקל בשדה, ולאחר מכן הוכנסה כל הדגימה לתנור ייבוש ב- 60 מ"צ למשך 72 שעות לקביעת תכולת הח"י. המועד המיטבי לתחמיץ בכל אחד מאתרי הגידול בעונות הגידול שנבחנו לכל זן, נקבע על פי שילוב של הפרמטרים תכולת ח"י (בין29%-37) ויבול ח"י, וח"י נעכל מירביים. הנתונים המלאים הכוללים בין היתר יבול ח"י, הרכב כימי ונעכלות ח"י ו- NDF, לאורך שלבי הגידול נמצאים בנספחים בטבלאות 12 - 15. בנוסף, נתוני פיזור וכמות המשקעים היומיים בכל אתר גידול נמצאים בנספחים באיורים 6 ו- 7. המאפיינים האגרוטכניים של עונות הגידול 2016-17 ו- 2017-18 נמצאים בנספחים בטבלה 18.

**2. גידול המספוא בתצפית מסחרית בעונת 2017-18 (שימש כמקור לתחמיצים ולשחתות בניסוי ההזנה)**

בעונת הגידול 2017-18, גודלו בשובל, שני זנים מסחריים המקובלים כזני מספוא בנגב: זן שעורה "מענית" וזן חיטה "עומר". הזנים גודלו בחלקה מסחרית, כאשר במחצית החלקה גודל זן השעורה ובמחצית השנייה זן החיטה (כ- 30 דונם לזן), בתנאי בעל וללא השקיית עזר. בעונת הגידול 2017-18, החל משלב ההשתבלות ועד הקציר המסחרי, נדגמו באופן אקראי ארבע חזרות של 0.5 מ"ר מכל חלקה פעם בשבוע לקביעת תכולת החומר היבש, יבול החומר היבש, ותכולת השיבולים. בעקבות תנאי הבצורת ומחשש להתייבשות מוקדמת של הגידולים עקב שרב כבד, נקצרו החיטה והשעורה בקציר המסחרי במקצרה, באותו יום למרות היותם בשלבי גידול שונים: החיטה נקצרה בשלב ¾ מילוי גרעין, והשעורה נקצרה בשלב סוף מילוי חלב-תחילת הבשלת דונג של הגרעין המלא (חלד"ג). גם בחיטה וגם בשעורה, כשני שליש מהירק שנקצר בשדה הוחמץ בבאלות עטופות פוליאתילן, וכשליש מהירק שנקצר בכל חלקה הושאר בשדה לצורך הקמלה מלאה במשך שבועיים וכבישה כבאלות חציר. הנתונים המלאים הכוללים בין היתר יבול ח"י, הרכב כימי ונעכלות ח"י ו- NDF, לאורך שלבי הגידול נמצאים בנספחים בטבלאות 16 ו- 17. בנוסף, נתוני פיזור וכמות המשקעים היומיים בכל אתר גידול נמצאים בנספחים באיור 8.

**3. ניסוי ההזנה בפרות חלב**

### 3.1. הכנת המנות וחלוקתן

לאחר האריזה, באלות התחמיץ וחבילות החציר הובלו למרמ"ז יבנה. הבלילים להזנת הפרות הוכנו בכל יום במרכז מזון יבנה והובלו לרפת הפרטנית בבית-דגן לניסוי ההזנה הפרטנית, שם חולקו הבלילים בשעה 10:00 בבוקר באבוסים הפרטניים. בשתי המנות נשמר הרכב מזונות זהה מלבד מקור המזון הגס: שהיה תחמיץ ושחת שעורה (במנת השעורה) או תחמיץ ושחת חיטה (במנת החיטה). מרכיבי שתי מנות הניסוי וההרכב הכימי שלהן מובאים בטבלה 5 וההרכב הסטרוקטוראלי שלהן מובא בטבלה 6. כל הפרות הואבסו במנת הרגלה למשך השבוע הראשון לאחר החלוקה לקבוצות. לאחר שבוע ההרגלה למנות ולרפת הפרטנית, הואבסו הפרות במנת חיטה או מנת שעורה בהתאם לקבוצות ההזנה. הפרות הואבסו ברמת צריכה חופשית (עד 5% שאריות) והשאריות היומיות נשקלו ונדגמו למדידת שיעור הבירור של המזון הגס במנה באמצעות נפות לפי שיטת פנסילבניה.

### 3.2. תיאור ניסוי ההזנה

42 פרות חלב גבוהות תנובה חולקו לזוגות בשתי קבוצות הזנה שהיו דומות בתנובת החלב ההתחלתית (ממוצע ± SE, 50 ק"ג ± 0.5), ובמרחק מהמלטה (147 ± 11). הפרות שוכנו באותה הסככה ובתנאי ממשק זהים, ונחלבו שלוש פעמים ביום בשעות קבועות: 5:30, 13:30 ו- 20:30. הניסוי נמשך ששה שבועות. במהלך ארבעת השבועות הראשונים של הניסוי לא נדגמו הפרות ולא נקשרו בעולים כדי לאפשר מדידת של התנהגות אכילה חופשית בפרמטרים: מס' ארוחות, זמן הארוחה וכמות בכל ארוחה. בכל ששת השבועות נמדדו בפרות על בסיס יומי: ייצור החלב, תכולות השומן, החלבון, והלקטוז בחלב (אפילאב, צח"מ), צריכת מזון פרטנית, נצילות המזון ליצור, מאזן אנרגטי, מדידת pH בכרס באמצעות בולוסים (ל- 25% מכלל הפרות), העלאת גירה (SCR), ומשקל הפרות (AfiWeigh, צח"מ). צואה נדגמה מכל הפרות של כל קבוצה במשך ארבעה ימים (12 דגימות סביב השעון) לצורך בדיקת הנעכלות in-vivo של מנות הניסוי תוך שימוש בסמן פנימי של מקטע ה- NDF הבלתי נעכל (iNDF = Indigestible NDF).

### 3.3. צינון הפרות

החל מהשליש האחרון של חודש מאי, צוננו הפרות בחצר ההמתנה של מכון החליבה בשעות 9:45 בבוקר ו- 16:30 אח"צ; בנוסף צוננו הפרות גם לפני כל חליבה (סה"כ חמישה צינונים ביממה). משך כל תקופת צינון נמשכה כ- 45 דקות במחזורי צינון של חמש דקות אשר מתוכן: 60 שניות המטרת מים + ארבע דקות אוורור.

### 3.4. צריכת מזון פרטנית והתנהגות האכילה

לכל אורך תקופת הניסוי הוקצתה לכל פרה עמדה אישית וקבועה, אשר רק בה יכלה לאכול. בעמדה זו הכוללת אבוס המוצב על גבי מאזניים אלקטרוניים, נמדדת צריכת המזון באופן רציף. חושבו המדדים הבאים: 1. צריכת חומר יבש יומית; 2. צריכת המזון של כל פרה בכל ארוחה; 3. התפלגות צריכת המזון של כל פרה לאורך היממה; 4. זמן הארוחה הממוצע לכל פרה חושב ע"פ (Ben Meir et al., 2018); 5. זמן האכילה המצטבר היומי לכל פרה; 6. מספר הארוחות ביום לכל פרה; 7. קצב האכילה של כל פרה (גר' ח"י/דקה).

## 4. ניסוי ההזנה בעגלות תחלופה

### 4.1 מקור המזון הגס

מקורות המספוא הגס לניסוי זה היו שני זנים מסחריים המקובלים כזני מספוא: זן שגיב - שעורה; וזן רותה - חיטה. הזנים גודלו בחלקה מסחרית בסמוך לקיבוץ רגבים כאשר במחצית החלקה גודל זן השעורה ובמחצית השנייה זן החיטה, בתנאי בעל וללא השקיית עזר. החיטה והשעורה נקצרו בשלב דונג עקב גשמים מאוחרים בעונת הגידול. הירק שנקצר בכל חלקה הושאר בשדה לצורך הקמלה וכבישה כבאלות חציר. הבלילים להזנת העגלות הוכנו בכל יום ברפת גברעם.

**4.2 תיאור ניסוי ההזנה**

52 עגלות הולשטיין חולקו לשתי קבוצות דומות ע"פ הרכב גיל, ושוכנו באותה הסככה ובתנאי ממשק זהים. המנות הכילו50% מזון גס ממקור של שחת חיטה או שחת שעורה,NDF 29.5% ממזון גס,14% חלבון כללי וריכוז אנרגיה של 1.4 מגק"ל לק"ג ח"י. בשתי המנות נשמר הרכב מזונות זהה מלבד מקור המזון הגס: שהיה שחת שעורה (במנת השעורה) או שחת חיטה (במנת החיטה). העגלות הואבסו ברמת צריכה והשאריות היומיות נשקלו ונדגמו. בוצעה בדיקה לבירור המזון במנה באמצעות נפות לפי שיטת פנסילבניה במקטעי זמן שונים לאחר חלוקת האוכל. במהלך ששת שבועות הניסוי נמדדו: צריכת מזון קבוצתית, זמן אכילה יומי לכל עגלה והעלאת גירה (ע"י תגי SCR). הניסוי נערך לאורך 8 שבועות, כאשר במחצית הניסוי בוצעה החלפת המנות בין הקבוצות (קרוס-אובר).

## 1.7. תוצאות:

הצגת התוצאות מחולקות לחמישה חלקים עיקריים:

1. השוואה יבולים, הרכב כימי ונעכלות בכרמ"ל של שעורה וחיטה שנקצרו במועד המיטבי לתחמיץ;
2. השפעת ההחמצה על ההרכב הכימי, הנעכלות בכרמ"ל ואובדן\המסת הרכיבים של שעורה וחיטה;
3. בחינת הערך התזונתי של תחמיצי (ושחתות) חיטה ושעורה בניסוי הזנה של בקר לחלב;
4. בחינת נאכלות שחת שעורה לעומת שחת חיטה כמזון גס בלעדי במנות עגלות תחלופה;

- הערה – כלל תוצאות ההשוואה האגרוטכנית בין חיטה ושעורה (לאורך שלבי הגידול) נמצאים בנספחים.

**1. השוואה אגרוטכנית בין חיטה ושעורה ביחס ליבול, הרכב כימי ונעכלות בכרמ"ל במועד המיטבי לקציר.**

בטבלה 1 מובאת השוואה בין השעורה והחיטה שנקצרו במועדים המיטביים לקציר לתחמיץ על פי שילוב של הפרמטרים תכולת ח"י (בין 29-37%) ויבולי ח"י וח"י נעכל מירביים, בכל אחד מאתרי הגידול בעונות הגידול שנבחנו.

בעונת 2016-17 בגת, נמצא כי היבול של זן השעורה מענית היה גבוה ב- 20.1% (177 ק"ג ח"י/דונם) מזן החיטה עומר, וב- 12.9% (121 ק"ג ח"י/דונם) מזן השעורה שגיב; לא נמצאו הבדלים מובהקים בין היבולים של הזנים שגיב ועומר בגת.

בשובל בעונת 2016-17, נמצא כי היבול של זן השעורה מענית היה גבוה ב- 17.0% (128 ק"ג ח"י/דונם) מזן החיטה עומר, והיבול של זן השעורה שגיב היה בעמדת ביניים בין מענית לעומר. בעונת 2017-18, באתר הגידול בשובל נמצא כי יבול זן השעורה מענית היה גבוה ב- 18.6% מזה של זן החיטה עומר. לפיכך, נראה שבכל האתרים יש יתרון ביבול הח"י לדונם לזן השעורה מענית על פני זן החיטה עומר במועד הקציר לתחמיץ (טבלה 1).

בגלל שבאתר גת היבול של זן השעורה שגיב היה נמוך מזה של זן השעורה מענית, הוחלט לבצע את ניסויי ההחמצה בבאלות ובחינת הערך התזונתי לפרות חלב בזנים שעורה מענית וחיטה עומר בלבד.

השוואה סטטיסטית (מבחן t) בין אתר שובל 2016-17 לאותו אתר בעונת 2017-18 (חלקות סמוכות) מצביעה על ירידה מובהקת של כ- 35% ביבול ח"י לדונם של והחיטה. הפער ביבול נבע מהבדל ניכר בפיזור המשקעים על פני עונת הגידול (איורים 6 ו- 8 בנספחים).

טבלה 1. השוואת ממוצעי היבול, תכולת השיבולת (% מהביומסה בח"י), תכולת המרכיבים הכימיים (% מח"י), הנעכלות בכרמ"ל של הח"י וה- NDF, יבול ח"י נעכל ויבול וגטטיבי של ירק שעורה וחיטה שנקצרו במועד המיטבי לתחמיץ בכל אתר; בעונות הגידול 2016-17 ו- 2017-18.

| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י ק"ג/דונם | תכולת השיבולת[1] | ח"י | NDF | נעכלות ח"י | נעכלות NDF | יבול ח"י נעכל[2] | יבול וגטטיבי[3] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2016-17 אתר גת** | | | | | | | | | |
| **מענית** | חלד"ג | $1057^{a}$ | $32.5^{a}$ | 31.2 | $58.6^{b}$ | 63.9 | $53.2^{b}$ | $675^{a}$ | $713^{a}$ |
| **עומר** | חצי גרעין | $880^{b}$ | $28.3^{a}$ | 28.9 | $62.5^{a}$ | 64.2 | $59.1^{a}$ | $565^{b}$ | $631^{b}$ |
| **שגיב** | חלד"ג | $936^{b}$ | $23.4^{b}$ | 29.4 | $58.8^{b}$ | 62.6 | $46.7^{b}$ | $586^{b}$ | $717^{a}$ |
| | *שח"מ* | *39.3* | *1.16* | *1.27* | *0.63* | *1.20* | *1.60* | *25.2* | *15.6* |
| | *P* | *0.05* | *0.003* | *0.36* | *0.002* | *0.68* | *0.003* | *0.05* | *0.05* |
| **2016-17 אתר שובל** | | | | | | | | | |
| **מענית** | חלד"ג | $880^{a}$ | $48.7^{a}$ | 37.0 | 58.2 | 66.4 | 56.8 | $584^{a}$ | 451 |
| **עומר** | חצי גרעין | $752^{b}$ | $31.7^{b}$ | 36.4 | 59.6 | 66.2 | 57.4 | $498^{b}$ | 514 |
| **שגיב** | חלד"ג | $813^{ab}$ | $36.8^{b}$ | 34.1 | 58.4 | 65.2 | 55.5 | $530^{ab}$ | 514 |
| | *שח"מ* | *34.4* | *1.40* | *1.97* | *0.60* | *2.97* | *3.77* | *22.9* | *26.7* |
| | *P* | *0.05* | *0.003* | *0.53* | *0.16* | *0.87* | *0.92* | *0.05* | *0.22* |
| **2017-18 אתר שובל** | | | | | | | | | |
| **מענית** | חלד"ג | $568^{a}$ | 40.3 | 32.6 | $49.3^{b}$ | 72.1 | $54.9^{b}$ | $410^{a}$ | $339^{a}$ |
| **עומר** | 3/4 גרעין | $479^{b}$ | 40.4 | 36.2 | $51.1^{a}$ | 72.4 | $60.9^{a}$ | $347^{b}$ | $285^{b}$ |
| | *שח"מ* | *17.5* | *1.27* | *2.12* | *0.11* | *0.16* | *0.24* | *12.5* | *12.3* |
| | *P* | *0.01* | *0.96* | *0.34* | *0.007* | *0.24* | *0.001* | *0.05* | *0.05* |

a, b - ערכים ממוצעים באותו הטור ובתוך כל אתר גידול המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).

[1] היחס המשקלי בין השיבולת והחלק הוגטטיבי מתוך סה"כ הביומסה (בח"י).

[2] מכפלת היבול בח"י לדונם בנעכלות הח"י בכרמ"ל.

[3] חושב כמכפלת יבול הח"י (ק"ג\דונם) בתכולת המקטע הוגטטיבי (גבעול + עלים; הערך ההופכי לתכולת השיבלים).

**2. השפעת ההחמצה על ההרכב הכימי, הנעכלות בכרמ"ל ואובדן\המסת הרכיבים של שעורה וחיטה.**

מטרת ההחמצה בצנצנות הייתה לאפיין את הפסדי ח"י, השינויים בהרכב הכימי במהלך ההחמצה, ואת הנעכלות בכרמ"ל של התחמיצים. הנתונים בטבלה 2 מראים שתכולת הח"י והפל"מ של התחמיצים שנקצרו במועד המיטבי להחמצה הייתה

גבוהה יותר בהשוואה לתחמיצים שנקצרו בשלב הפריחה. רמת ה- pH של התחמיצים במועד המיטבי, כמו גם תכולת החלבון היו נמוכות יותר מזו של התחמיצים בשלב הפריחה, דבר היכול להעיד על כושר התרסה גבוה יותר של הצמח הצעיר, אך באופן כללי רמות ה- pH היו בסביבות pH 4, שהיא רמת החומציות הרצוייה לשימור המזון.

הנעכלויות בכרמ"ל של הח"י ורכיבי דופן התא בתחמיצים שנקצרו בשלב הפריחה היו גבוהים בהשוואה לתחמיצים שנקצרו במועד המיטבי להחמצה. בהשוואה בתוך כל מועד קציר, נמצא כי נעכלות ה- NDF של תחמיץ החיטה הייתה גבוהה מזו של השעורה בכ- 3 יחידות אחוז.

שיעור ההמסה של מקטעי ה- NDF בתחמיצי החיטה והשעורה שנקצרו בשלב הפריחה ונמצא היו דומים (12-11%), וגבוהים פי 3 בתחמיץ החיטה ופי 2 בתחמיץ השעורה שנקצרו במועד המיטבי. מקטע הדופן שהומס בשיעור הגבוה ביותר בשני התחמיצים הוא ההמיצלולוז שהומס בשיעור דומה (23-22%) בחיטה ובשעורה שנקצרו בשלב פריחה ובשיעור נמוך פי 2 בתחמיצי החיטה והשעורה שנקצרו בשלב המיטבי להחמצה. לא התקבלו הבדלים בין התחמיצים בשיעור ההמסה של מקטע הצלולוז. בתחמיצי החיטה, שיעורי המסת הפל"מ (שנקצרו בשלב הפריחה או במועד המיטבי להחמצה) היו גבוהים בהפרש ניכר מזה של תחמיצי השעורה. אובדן הח"י הגבוה ביותר היה במהלך ההחמצה של החיטה שנקצרה בשלב הפריחה ושיעורו היה פי 2 (9%) בהשוואה לשאר הטיפולים, בהם התקבל אובדן ח"י נמוך ביותר (5-3%). שיעור אובדן הסוכרים המסיסים הגבוה ביותר היה גם הוא בתחמיץ חיטה שנקצר בשלב פריחה, והיה הנמוך ביותר בתחמיץ חיטה במועד המיטבי.

טבלה 2. מאפייני ההחמצה בצנצנות של צמח החיטה והשעורה: תכולת הח"י (%), ההרכב הכימי (% מח"י), הנעכלות בכרמ"ל (%) של הח"י ורכיבי דופן התא, המסת רכיבי הדופן ואובדן הח"י והפל"מ.

| | תחמיץ בשלב פריחה | | תחמיץ במועד מיטבי[1] | | |
|---|---|---|---|---|---|
| הרכב כימי | חיטה | שעורה | חיטה | שעורה | שת"מ |
| חומר יבש | 23.4$^{ב}$ | 21.1$^{ג}$ | 34.4$^{א}$ | 34.5$^{א}$ | 0.13 |
| pH | 4.37$^{א}$ | 4.31$^{א}$ | 3.92$^{ג}$ | 4.05$^{ב}$ | 0.0022 |
| חלבון | 17.0$^{א}$ | 15.9$^{ב}$ | 12.8$^{ג}$ | 12.4$^{ג}$ | 0.155 |
| NDF | 52.1$^{א}$ | 51.1$^{אב}$ | 51.2$^{א}$ | 49.5$^{ב}$ | 0.223 |
| המיצלולוז | 22.0 | 21.9 | 22.2 | 22.6 | 0.258 |
| צלולוז | 27.7$^{א}$ | 25.1$^{ב}$ | 23.7$^{ב}$b | 23.3$^{ב}$ | 0.541 |
| פל"מ | 19.7$^{ב}$ | 19.2$^{ב}$ | 25.9$^{א}$ | 27.7$^{א}$ | 0.595 |
| סוכרים מסיסים | 3.88$^{ב}$ | 3.49$^{ב}$ | 6.69$^{א}$ | 6.85$^{א}$ | 0.171 |
| ***נעכלות בכרמ"ל (%)*** | | | | | |
| חומר יבש | 73.7$^{א}$ | 72.6$^{א}$ | 69.1$^{ב}$ | 70.1$^{ב}$ | 0.347 |
| NDF | 66.4$^{א}$ | 63.2$^{ב}$ | 56.6$^{ג}$ | 54.6$^{ד}$ | 0.453 |
| המיצלולוז | 67.3$^{א}$ | 65.1$^{א}$ | 59.9$^{ב}$ | 58.9$^{ב}$ | 0.801 |
| צלולוז | 73.8$^{א}$ | 70.6$^{ב}$ | 64.7$^{ג}$ | 64.3$^{ג}$ | 0.419 |
| ***אובדן מרכיבים (%)*** | | | | | |
| המסת NDF | 12.0$^{א}$ | 11.0$^{א}$ | 4.03$^{ב}$ | 5.14$^{ב}$ | 1.241 |
| המסת המיצלולוז | 23.4$^{א}$ | 21.8$^{א}$ | 8.84$^{ב}$ | 9.37$^{ב}$ | 1.203 |
| המסת צלולוז | 5.33 | 10.5 | 11.4 | 9.23 | 1.678 |
| המסת פל"מ | 22.1$^{א}$ | 1.76$^{ב}$ | 14.5$^{א}$ | 2.84$^{ב}$ | 2.184 |
| אובדן ח"י בהחמצה | 9.03$^{א}$ | 4.58$^{ב}$ | 4.50$^{ב}$ | 3.83$^{ב}$ | 0.672 |
| אובדן סוכרים מסיסים | 74.0$^{א}$ | 65.4$^{ב}$ | 50.5$^{ג}$ | 60.5$^{ב}$ | 2.003 |

א, ב, ג, ד - ערכים באותה השורה של התחמיצים המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).

[1] זן החיטה עומר נקצר לתחמיץ בשלב מילוי ¾ גרעין וזן השעורה מענית נקצר לתחמיץ בשלב מילוי חלד"ג.

### 3. בחינת הערך התזונתי של תחמיצי (ושחתות) חיטה ושעורה בניסוי הזנה של בקר לחלב.

#### 3.1 הרכב כימי ונעכלות בכרמ"ל של התחמיצים והשחתות מהקציר המסחרי שהוכללו במנות;

ההרכב הכימי, הנעכלות בכרמ"ל, והתפלגות החלקיקים בנפות PSPS של תחמיצי החיטה והשעורה שהוחמצו בבאלות, וכן של שחתות החיטה והשעורה, אשר הוכללו במנות הניסוי בפרות נחלבות כמזון גס בלעדי מובאים בטבלה 3.

טבלה 3. ההרכב הכימי (% מח"י), והנעכלות בכרמ"ל (%) של הח"י ורכיבי דופן התא של התחמיצים והשחתות שהוכללו במנות ההזנה לפרות.

| | תחמיץ | | | | שחת | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| הרכב כימי | חיטה | שעורה | שת"מ | p | חיטה | שעורה | שת"מ | P |
| תכולת חומר יבש (%) | 34.9 | 35.0 | 0.035 | 0.09 | 88.0 | 88.0 | - | - |
| חלבון כללי | 11.6 | 11.1 | 0.146 | 0.25 | 12.4 | 11.8 | 0.269 | 0.33 |
| NDF | 50.8 | 49.4 | 0.460 | 0.23 | 53.3 | 56.2 | 0.500 | 0.05 |
| המיצלולוז | 22.5 | 22.8 | 0.237 | 0.37 | 26.4 | 26.6 | 0.158 | 0.55 |
| צלולוז | 23.6 | 22.2 | 0.320 | 0.09 | 25.4 | 27.9 | 0.570 | 0.09 |
| ליגנין | 4.70 | 4.20 | 0.640 | 0.61 | 1.45 | 1.70 | 0.996 | 0.87 |
| שומן | 1.25 | 2.40 | 0.369 | 0.06 | 0.75 | 1.05 | 0.531 | 0.56 |
| פל"מ | 28.5 | 28.4 | 0.777 | 0.88 | 25.5 | 24.4 | 1.061 | 0.48 |
| אפר | 8.80 | 8.65 | 0.079 | 0.29 | 8.25 | 6.45 | 0.050 | 0.002 |
| סוכרים מסיסים | 8.45 | 8.26 | 1.176 | 0.10 | - | - | - | - |
| pH | 3.94 | 4.13 | - | - | - | - | - | - |
| ***נעכלויות*** | | | | | | | | |
| ח"י | 69.8 | 70.9 | 0.481 | 0.26 | 70.1 | 66.6 | 0.344 | 0.002 |
| NDF | 53.9 | 52.7 | 0.736 | 0.37 | 57.6 | 54.8 | 0.392 | 0.007 |
| המיצלולוז | 57.0 | 57.9 | 0.654 | 0.38 | 64.3 | 60.7 | 0.345 | 0.001 |
| צלולוז | 64.1 | 62.5 | 0.582 | 0.16 | 61.1 | 61.1 | 0.350 | 0.60 |

על פי התוצאות בטבלה 3, נראה שההרכב הכימי של תחמיצי החיטה והשעורה מבחינת תכולת הח"י, תכולת החלבון, ותכולת ה- NDF היה דומה, ולכן התאפשר לנו להכליל בשתי המנות תכולות זהות של תחמיצי ושחתות שעורה וחיטה. הנעכלויות בכרמ"ל של תחמיצי החיטה והשעורה היו דומות, ולכן לא נדרש איזון של המנות בעזרת תוספת אנרגטית.

#### 3.2 הרכב המזונות וההרכב הכימי של מנות הניסוי;

מרכיבי הבלילים ששימשו לניסוי ההזנה בפרות חלב, וכן הרכבם הכימי כפי שנבדק במעבדתנו מובאים בטבלה 4. הבלילים הכילו שילוב 28% תחמיץ חיטה בבאלות בתוספת 6% של שחת חיטה כמזון הגס העיקרי במנת החיטה, בהשוואה ל- 28% תחמיץ שעורה בבאלות + 6% שחת שעורה, כמזון הגס העיקרי במנת השעורה. ההבדלים בהרכב הכימי בין שתי המנות לא היו מובהקים.

טבלה 4. הרכב המזונות (% מהמנה ע"ב ח"י) והרכבן הכימי של מנות הניסוי.

| מזון | מנת חיטה | מנת שעורה |
|---|---|---|
| שחת חיטה | 6.0 | 0 |
| תחמיץ חיטה | 28.0 | 0 |
| שחת שעורה | 0 | 6.0 |
| תחמיץ שעורה | 0 | 28.0 |
| גרעין תירס | 25.8 | 25.8 |
| גרעין חיטה | 3.1 | 3.1 |
| גרעין כותנה | 1.2 | 1.2 |
| כוספת סויה | 1.4 | 1.4 |
| כוספת לפתית | 6.7 | 6.7 |
| גלוטן פיד | 12.0 | 12.0 |
| DDGS | 4.4 | 4.4 |
| סובין | 5.2 | 5.2 |
| קליפות סויה | 2.2 | 2.2 |
| שומן מוגן | 1.2 | 1.2 |
| שמן | 0.1 | 0.1 |
| מלח סידן | 1.5 | 1.5 |
| סידנית | 0.3 | 0.3 |
| סודיום ביקרבונט | 0.7 | 0.7 |
| פרמיקס ויטמינים ומינרלים* | 0.1 | 0.1 |
| *תכולות (% מח"י)* | | |
| חומר יבש (% מרטוב) | 65.5 | 65.7 |
| אנרגיה נטו מגק"ל (NRC, 89) | 1.77 | 1.77 |
| חלבון כללי | 16.8 | 17.1 |
| מזון גס | 34.0 | 34.0 |
| NDF ממזון גס | 17.5 | 17.3 |
| NDF כללי | 32.7 | 32.6 |
| פל"מ | 39.4 | 38.9 |
| שומן כללי | 4.61 | 4.62 |

*תכולת הפרמיקס (ג'/ק"ג ח"י): מנגן - 70; נחושת - 20; ברזל - 5; אבץ - 90; יוד - 1.4; קובלט - 0.9; סלניום - 0.4; ויטמין A - 18,000,000 IU; ויטמין D3 - 3,600,000 IU; ויטמין E - 90,000 IU.

טבלה 5. התפלגות גודל החלקיקים (% מהבליל) בנפות לפי שיטת PSPS בשתי המנות שהואבסו לפרות נחלבות.

| *התפלגות חלקיקים* | מנת חיטה | מנת שעורה | שת"מ | P |
|---|---|---|---|---|
| נפה 19 מ"מ | 28.0 | 28.1 | 0.621 | 0.9 |
| נפה 8 מ"מ | 11.2 | 10.5 | 0.458 | 0.5 |
| נפה 4 מ"מ | 8.86 | 10.5 | 0.279 | 0.001 |
| רצפת נפה | 51.9 | 50.9 | 0.696 | 0.5 |
| סה"כ מעל 4 מ"מ | 48.1 | 49.1 | 0.696 | 0.5 |
| [1]peNDF | 15.8 | 16.2 | 0.414 | 0.5 |

[1] peNDF = % NDF x סה"כ החומר מעל נפה 4 מ"מ

**3.3 צריכת הח"י, והתנהגות האכילה בניסוי ההזנה בפרות נחלבות;**

התנהגות האכילה כפי שנמדדה ברפת הפרטנית בבית דגן מוצגת בטבלה 6. מנתונים אלו עולה, כי הפרות בקבוצת החיטה אכלו בממוצע 0.5 ק"ג ח"י ביום יותר מפרות קבוצת השעורה; למרות זאת, לא היה הבדל מובהק בין שתי הקבוצות במשך האכילה היומי, במספר הביקורים ליום באבוס, במספר הארוחות ביום, ובמשך הארוחה. נמצא שבשתי הקבוצות היו בכל ארוחה כ 1.5 ביקורים באבוס. ההבדל בצריכה היומית נבע מקצב אכילה (גרם ח"י/דקה) וגודל ארוחה גבוה יותר של הפרות בקבוצת החיטה לעומת הפרות בקבוצת השעורה.

טבלה 6. התנהגות האכילה: ממוצעי צריכת המזון היומית, זמן האכילה היומי, מספר הארוחות ביום, זמן הארוחה, קצב האכילה וגודל הארוחה של פרות בקבוצה החיטה והשעורה.

| פרמטר | קבוצת חיטה | קבוצת שעורה | שת"מ | P |
|---|---|---|---|---|
| **צריכת חומר יבש (ק"ג ליום)** | 28.0 | 27.5 | 0.169 | 0.05 |
| **משך אכילה יומי נטו (דקות)** | 203 | 207 | 1.794 | 0.3 |
| **מספר ארוחות ביום** | 5.61 | 5.63 | 0.055 | 0.8 |
| **משך ארוחה (דקות)** | 36.2 | 36.8 | 0.346 | 20. |
| **מספר ביקורים ביום** | 8.45 | 8.66 | 0.105 | 0.06 |
| **משך הביקור (דקות)** | 24.0 | 23.9 | 0.247 | 0.9 |
| **קצב אכילה (גרם ח"י/דקה)** | 137.9 | 132.9 | 1.450 | 0.01 |
| **גודל ארוחה (ק"ג ח"י)** | 4.99 | 4.88 | 0.030 | 0.05 |

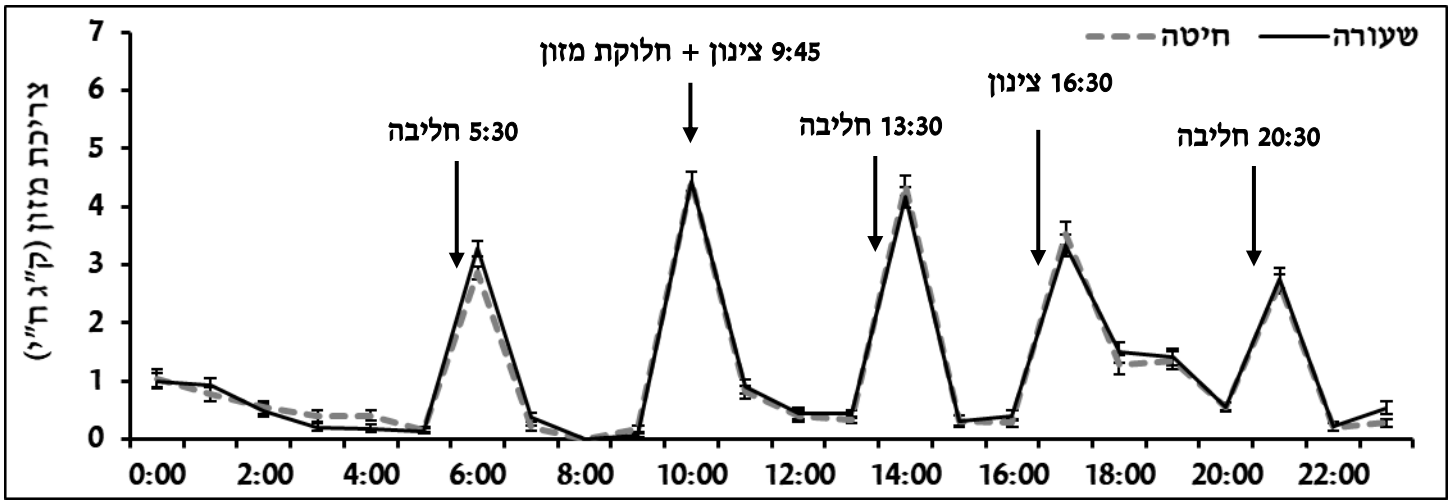
התפלגות צריכת המזון לאורך היממה מתוארת באיור 1. ניתן לראות באיור 1 שהפרות משתי הקבוצות אכלו כחמש ארוחות עיקריות (פיקים) בשעות 6:00, 10:00, 14:00, 17:00 18:00 ו- 21:00, ובנוסף מקבץ של ארוחות קטנות אחה"צ, ובמשך הלילה. נראה בבירור שמרבית הפיקים הגדולים (הארוחות) מתחילים מיד לאחר חלוקת האוכל הטרי בכל יום (ב-10:00) וכן לאחר חזרה משלושת החליבות ולאחר הצינונים בבקר ואחה"צ (כמפורט בגרף). בנוסף קיימת אכילה מועטה יותר בשעות הלילה (פחות מ- 1 ק"ג ח"י לשעה) המפוזרת על טווח שעות שבין 0:00-4:00.

**3.4 העלאת הגירה ורמות ה- pH שנמדדו באופן רציף;**

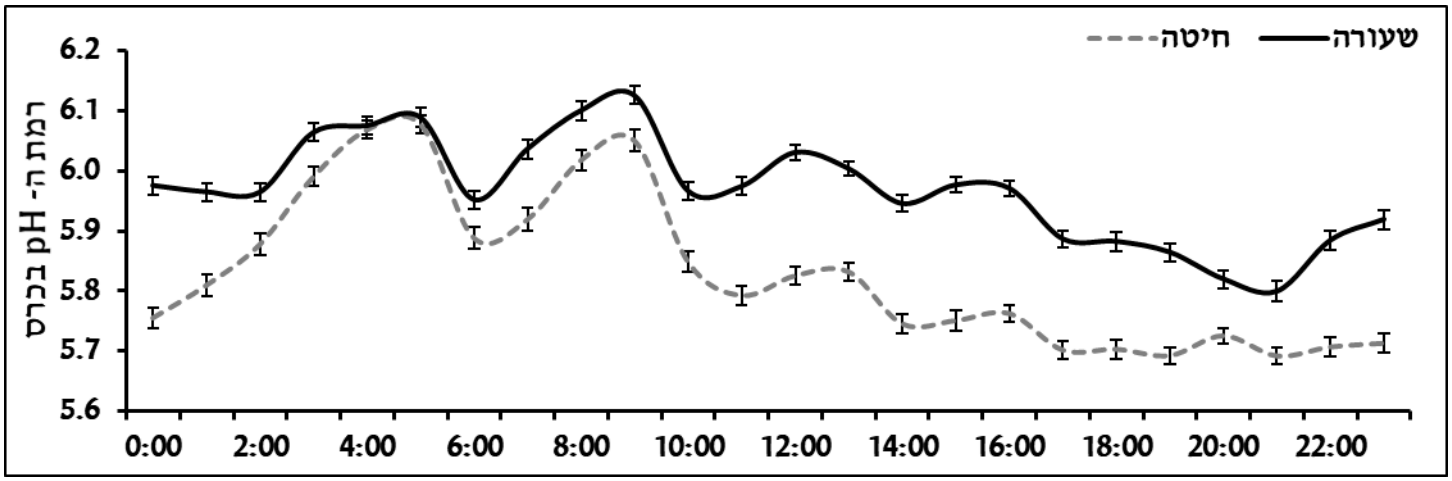
ממוצעי רמת ה- pH בנוזל הכרס שנמדדה בכל שעה לאורך היממה בבולוסים, ומשך העלאת גירה שנמדדה בפרקי זמן של שעתיים על פני 24 שעות, מתוארות באיורים 2 ו- 3, בהתאמה.

**רמת ה- pH בכרס** של הפרות בקבוצת השעורה הייתה גבוהה לאורך הרוב המוחלט של שעות היום מזו של הפרות בקבוצת החיטה. בפרק הזמן שבין 3:00-4:00 בבוקר, לא היה הבדל ברמת ה- pH בכרס בין הקבוצות (איורים 2 ו- 3). ניתן לראות כי רמת ה- pH בכרס משתנה לאורך היום וכי קיים דפוס של ירידה ב- pH כתלות בזמני הארוחות. הגרף מראה כי לאחר הארוחות שמתחילות בחזרה מכל חליבה, ולאחר חלוקת המזון, חלה ירידה ב- pH בכרס שמגיעה לשיאה כחצי שעה אחרי תחילת הארוחה; בתום כל ארוחה מושגת עלייה ברמת ה- pH למשך כשעתיים-שלוש; עלייה זו בחלק מהיום היא חדה ובחלק מהיממה מתונה יותר. העלייה החדה ביותר ברמת ה- pH ולמשך הזמן הרב ביותר (ברצף) מושגת לאחר הארוחה שבסיום חליבת הערב החל משעה 22:00 ועד השעה 4:00 ביום שלמחרת.

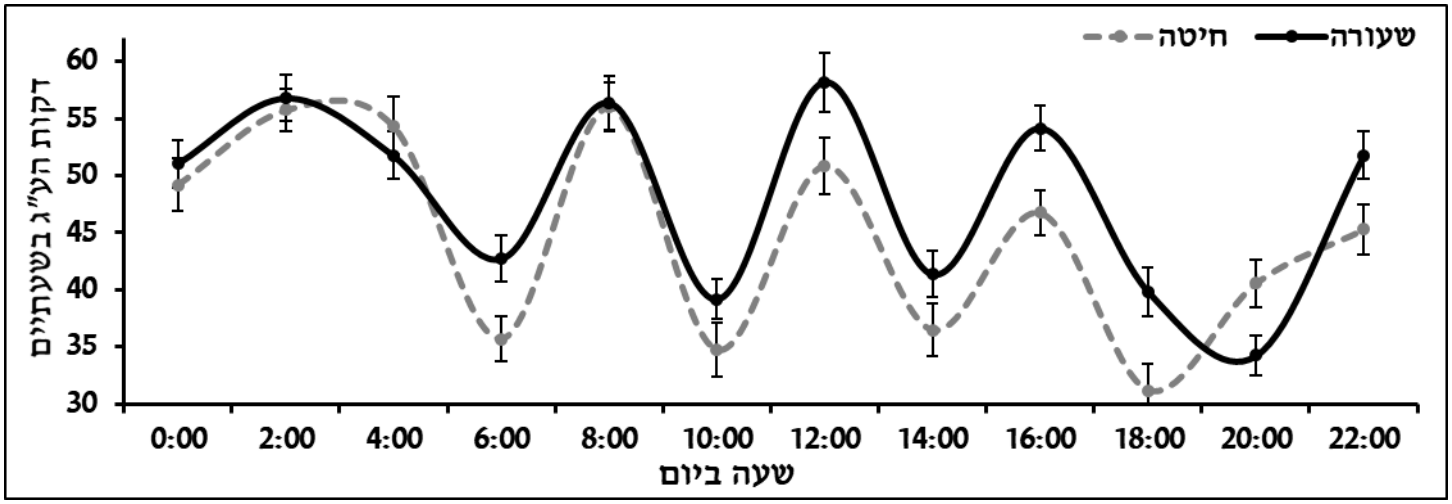
**העלאת הגירה** של הפרות בקבוצת השעורה הייתה גבוהה מאלו של הפרות שאכלו את מנת החיטה לאורך מרבית שעות היום (איור 3). נקודות השיא (הפיקים) של העלאת הגירה, מופיעים כחצי שעה לאחר הארוחות, ותואמים את הפיקים של ה pH בכרס (איור 2). השוואה האיורים מדגימה שקיים קשר הדוק בין רמת הע"ג והפרשת הביקרבונט ברוק, לבין מיתון הירידה ברמת ה- pH בכרס.




איור 1. התפלגות צריכת הח"י לאורך היממה.




איור 2. השתנות רמת ה- pH בכרס לאורך היממה.




איור 3. השתנות משך העלאת הגירה לאורך היממה.

**3.5 הנעכלות in vivo של המנות בפרות;**

צריכת הרכיבים הכימיים והנעכלויות in vivo של מנות הניסוי מתוארות בטבלה 7. הנעכלות in vivo של כל הרכיבים הכימיים במנה מלבד השומן, הייתה גבוהה יותר בפרות קבוצת השעורה לעומת קבוצת החיטה.

טבלה 7. נעכלות in vivo בפרות חולבות, של הרכיבים הכימיים במנת ההזנה.

| נעכלות המרכיב (%) | קבוצת חיטה | קבוצה שעורה | שת"מ | P |
|---|---|---|---|---|
| חומר יבש | 65.6 | 69.1 | 0.233 | 0.001 |
| חומר אורגני | 67.6 | 70.5 | 0.230 | 0.001 |
| חלבון | 62.1 | 66.9 | 0.347 | 0.001 |
| NDF | 54.7 | 58.7 | 0.312 | 0.001 |
| שומן | 85.3 | 83.3 | 1.123 | 0.23 |
| פל"מ | 79.1 | 80.7 | 0.382 | 0.004 |

**3.6 ייצור החלב ורכיביו, יעילות ייצור החלב, והשינויים במשקל הגוף של הפרות שניזונו ממנות הניסוי;**

בטבלה 8 מוצגים נתוני ייצור החלב ורכיביו וניצולת המזון ליצור חלב, של פרות שניזונו במנות החיטה והשעורה. צריכת המזון של פרות שניזונו ממנת החיטה הייתה גבוהה ב- 0.5 ק"ג ח"י בהשוואה לפרות שניזונו במנת השעורה. יחד עם זאת, תכולת השומן בחלב ותנובת השומן היומית (ק"ג) של פרות בקבוצת השעורה היו גבוהות יותר מאלו של קבוצת החיטה. גם תכולת החלבון בחלב הייתה גבוהה יותר בפרות קבוצת השעורה, אך כמות החלבון היומית (ק"ג) בחלב הייתה דומה בשתי הקבוצות. כתוצאה מכך, תנובות החלב משווה מחיר (חמ"מ), החלב משווה שומן (FCM 4%) והחלב משווה אנרגיה (ECM) היו דומות בין הפרות משתי קבוצות ההזנה. ראוי לציין, כי בגלל הבדלי הצריכה בין הקבוצות, ניצולת המזון (גר' ח"י) לק"ג חמ"מ וק"ג ECM הייתה נמוכה יותר בפרות קבוצת השעורה לעומת קבוצת החיטה.

טבלה 8. ממוצעי צריכת המזון, תנובת החלב ורכיביו, ויעילות היצור של פרות שניזונו במנות הניסוי.

| פרמטר | קבוצת חיטה | קבוצה שעורה | שת"מ | P |
|---|---|---|---|---|
| צריכת מזון (ק"ג ח"י\יום) | 28.0 | 27.5 | 0.17 | 0.05 |
| תנובת חלב (ק"ג \ליום) | 46.0 | 45.3 | 0.31 | 0.2 |
| תכולת שומן בחלב (%) | 3.41 | 3.58 | 0.01 | 0.001 |
| תכולת חלבון בחלב (%) | 3.22 | 3.25 | 0.01 | 0.001 |
| תכולת לקטוז בחלב (%) | 4.87 | 4.87 | 0.01 | 0.7 |
| תנובת שומן (ק"ג\יום) | 1.57 | 1.62 | 0.010 | 0.001 |
| תנובת חלבון (ק"ג\יום) | 1.48 | 1.47 | 0.01 | 0.4 |
| תנובת חמ"מ[1] (ק"ג\יום) | 43.3 | 43.7 | 0.26 | 0.4 |
| ניצולת מזון (גרם ח"י לק"ג חמ"מ) | 647 | 629 | 1.03 | 0.001 |
| תנובת FCM[2] (ק"ג) | 42.0 | 42.4 | 0.26 | 0.2 |
| תנובת ECM[3] (ק"ג) | 42.4 | 42.8 | 0.26 | 0.3 |
| ניצולת מזון (גרם ח"י לק"ג ECM) | 660 | 642 | 1.02 | 0.01 |

[1] חמ"מ = חלב משווה מחיר

[2] FCM 4% = חלב משווה שומן

[3] ECM = חלב משווה אנרגיה

**4. בחינת נאכלות שחת שעורה לעומת שחת חיטה כמזון גס בלעדי במנות עגלות תחלופה.**

**4.1 הרכב כימי ונעכלות in vitro של מקטע דופן התא של השחתות מהקציר המסחרי שהוכללו במנות;**

ההרכב הכימי והנעכלויות in vitro של מקטע ה- NDF בזמני הדגרה שונים, של שחתות החיטה והשעורה, אשר הוכללו במנות הניסוי בעגלות תחלופה כמזון גס בלעדי מובאים בטבלה 9.

טבלה 9. ההרכב הכימי (% מח"י), ונעכלות ה- NDF בכרמ"ל של השחתות שהוכללו במנות ההזנה לעגלות.

| תכולה | שחת חיטה | שחת שעורה |
|---|---|---|
| חומר יבש | 93 | 94 |
| חלבון | 7.2 | 7.4 |
| aNDFom | 59 | 62 |
| ADF | 50 | 46 |
| ליגנין | 7.4 | 7.3 |
| פל"מ | 20 | 17 |
| עמילן | 2.2 | 3.4 |
| שומן | 1.3 | 1.4 |
| אפר | 12 | 12 |
| סידן (גרם) | 0.3 | 6.3 |
| זרחן (גרם) | 3.3 | 3.3 |
| אשלגן (גרם) | 22.5 | 25.2 |
| <u>נעכלות NDF (%)</u> | | |
| 30 שעות | 46 | 47 |
| 120 שעות | 52 | 50 |
| 240 שעות | 58 | 55 |

**4.2 הרכב המזונות וההרכב הכימי של מנות הניסוי;**

מרכיבי הבלילים ששימשו לניסוי ההזנה בעגלות תחלופה, וכן הרכבם הכימי (לפי תכנון מנה) מובאים בטבלה 10. המנות הכילו 3.93 ק"ג של שחת חיטה כמזון הגס הבלעדי במנת החיטה, בהשוואה ל- 3.93 ק"ג של שחת שעורה כמזון הגס הבלעדי במנת השעורה.

טבלה 10. הרכב המזונות (ק"ג ע"ב חומר טרי) והרכבן הכימי של מנות הניסוי בעגלות תחלופה.

| מזון | מנת חיטה | מנת שעורה |
|---|---|---|
| שחת חיטה | 3.93 | 0 |
| שחת שעורה | 0 | 3.93 |
| גרעין תירס | 1.80 | 1.80 |
| כוספת לפתית | 0.60 | 0.60 |
| DDGS | 0.69 | 0.69 |
| פרמיקס | 3.87 | 3.87 |
| זבל עוף מטופל | 0.75 | 0.75 |
| מי גבינה | 3.93 | 3.93 |
| ויטמין עגלות | 0.03 | 0.03 |
| ***תכולות (% מח"י)*** | | |
| חומר יבש (% מרטוב) | 59.7 | 59.7 |
| אנרגיה נטו מגק"ל (NRC, 89) | 1.50 | 1.50 |
| חלבון כללי (%) | 15.0 | 15.0 |
| מזון גס (%) | 50.0 | 50.0 |

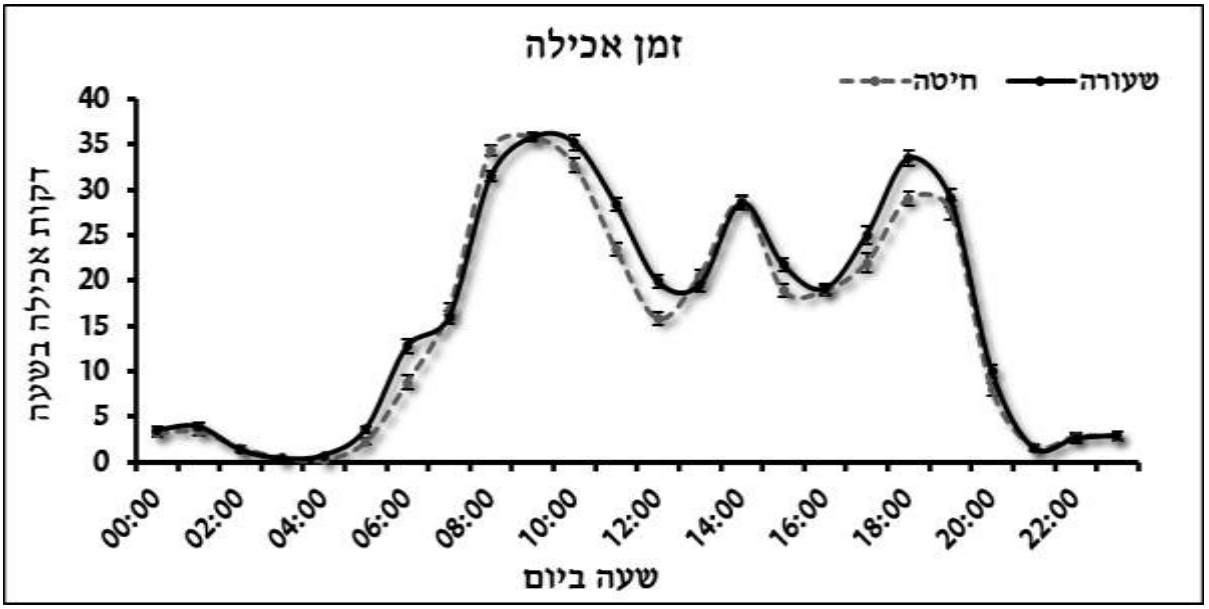
**4.3 צריכת הח"י היומית, זמן האכילה היומי ומשך העלאת הגירה בניסוי ההזנה בעגלות תחלופה;**
התנהגות האכילה כפי שנמדדה ברפת גברעם מוצגת בטבלה 11. מנתונים אלו עולה, כי צריכת המזון היומית של עגלות בקבוצת החיטה הייתה גבוהה במעט בהשוואה לקבוצת השעורה, אך לא באופן מובהק. זמן האכילה היומי של העגלות בקבוצת השעורה היה גדול יותר ב- 25 דקות. לא נמצא הבדל בדקות העלאת הגירה ביום בין שתי הקבוצות.

טבלה 11. ממוצעי צריכת המזון היומית (מחושב), זמן האכילה היומי וזמן העלאת הגירה היומי של עגלות בקבוצות החיטה והשעורה.

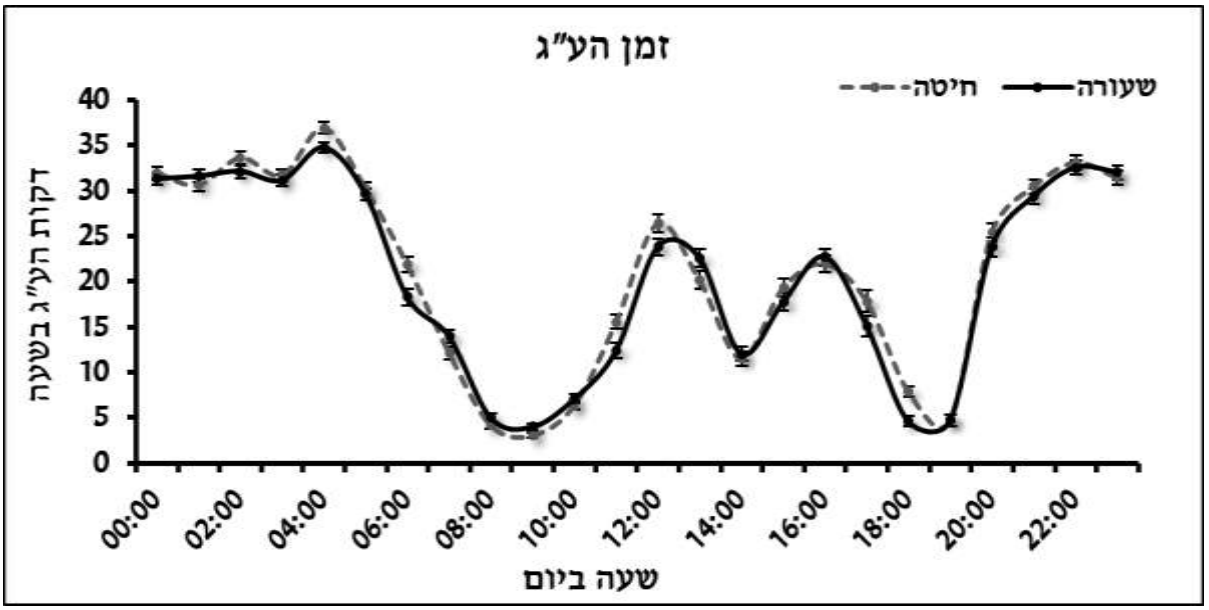
| מדד | חיטה | שעורה | שת"מ | P |
|---|---|---|---|---|
| **צריכת מזון (ק"ג ח"י ראש/יום)** | 10.5 | 10.1 | 0.20 | 0.22 |
| **אכילה (דקות ביום)** | 359 | 384 | 8.51 | 0.003 |
| **הע"ג (דקות ביום)** | 517 | 503 | 12.2 | 0.12 |

**השתנות זמן האכילה** (דקות אכילה בפרקי זמן של שעה) לאורך היממה מתואר באיור 4. ניתן לראות באיור 4 שעיקר שעות האכילה של העגלות משתי הקבוצות ה בין 8:00 – 20:00. בתוך שעות אלו, ישנם שלושה אירועי אכילה מרכזיים בהן העגלות מרבות באכילה: 8:30 עד 11:00, 14:00 עד 15:00 ו- 18:30 עד 20:00. דפוס זה נמצא דומה בין שתי הקבוצות, אך ניתן לראות שבחלק משעות אלו העגלות בקבוצת החיטה בילו פחות דקות באכילה. החל משעה 21:00 עד לשעה 6:00 ביום שלמחרת זמן האכילה של העגלות היה מזערי.
**השתנות זמן העלאת הגירה** (דקות הע"ג בפרקי זמן של שעה) לאורך היממה מתואר באיור 5. דפוס העלאת הגירה היומית של שתי הקבוצות משלים בהופכי את דפוס זמן האכילה היומי. דפוס העלאת הגירה היה דומה בין שתי הקבוצות. עיקר העלאת הגירה של העגלות מתבצעת בין שעות 21:00 עד 6:00 בבוקר שלמחרת, כאשר ישנם שני פרקי זמן 12:00 – 13:00 ו- 15:30 – 17:30 בהם העגלות במנוחה ומעלות גירה.

**איור 4.** השתנות זמן האכילה לאורך היממה.




**איור 5.** השתנות זמן העלאת גירה לאורך היממה.



## 1.8. דיון ומסקנות:

**1.** בהקשר לעבודה הנוכחית, יש לציין כי זני החיטה הנזרעים בתנאי האקלים היובשני בנגב אשר אינם מטיבים עם גידול המספוא, טופחו לבכירות וכושר מילוי גרגר טוב ולא ליצור מספוא. זנים אלו מוגבלים בכושר ההסתעפות שלהם, בעיקר בתנאי גידול קשים: פוריות קרקע נמוכה, חורף חם, ועקת יובש בתחילת הגידול. יחד עם זאת, בראי המציאות, אלו הזנים שנזרעים בפועל שנה לאחר שנה על גבי שטחים נרחבים בנגב (מאות אלפי דונם), כאשר לעיתים מוסבים הגידולים ליצור מספוא ע"פ דרישות השוק ו/או תנאי בצורת. מאידך, זני השעורה בישראל הינם בעלי תכונות בכירות ומילוי גרגר בדומה לזני החיטה הבכירים, אולם בשונה מהחיטה, תכונות אלו לא באות על חשבון ייצור הביומסה. זני השעורה הינם בעלי כושר הסתעפות גם בתנאי גידול קשים יחסית באקלים יובשני; מכאן שהשעורה הינה בעלת עדיפות כדגן חורפי לגידול דו-תכליתי בתנאים קשים. מכאן נובע היתרון הממשקי וההיגיון הרב בהסבת חלק נכבד משטחי הגידול בנגב המיועדים ליצור מספוא (ע"פ תכנון או היתכנות רב-שנתית), מגידול חיטה לגידול שעורה (ריצ'קר, מידע אישי).

העבודה הנוכחית מראה יתרון של זן השעורה מענית ביבול הח"י לדונם בקציר במועד המיטבי לתחמיץ בהשוואה לזן החיטה עומר (טבלה 1), יתרון אשר חזר על עצמו במשך שנתיים רצופות של גידול בשובל בתנאי בעל יובשניים ובקנה מידה מסחרי (שדה של כ- 60 דונם). תוצאות אלו תומכות בניסוי אשר בוצע בגילת בתנאים יובשניים, ובו נמצא כי יבולי השעורה בשלב חלד"ג היו גבוהים באופן ניכר לעומת יבולי החיטה בשלב חלד"ג (לשם וחוב', 2003). היתרון ביבול הח"י של זן השעורה המענית בהשוואה לזן החיטה עומר תועד גם במחקרם של רדי וחוב' (2016) באתר גידול במרכז הארץ (בית-דגן; כ- 400 מ"מ גשם) ובמחקרו של צוברי (2018) אשר בחן גידולים אלו בנגב, אך בשנה ברוכת משקעים (גילת; כ- 330 מ"מ גשם).

לשעורה עמידות גבוהה יותר בתנאים יובשניים בהשוואה לחיטה. בעבודה הנוכחית הדבר התבטא בתכולת מים גבוהה יותר בצמח השעורה (כ-70%) בהשוואה לחיטה (פחות מ- 60%) שנזרעה באותו שדה באותו יום. בעבודה קודמת, צוברי (2018), דיווח כי יעילות ניצול המים של צמחי השעורה הייתה גבוהה מזאת של צמחי החיטה. בנוסף, מצא צוברי כי אינדקס הרגישות ליובש היה נמוך בשעורה בהשוואה לחיטה. בעבודתו, צוברי הראה שתכונות אלו קשורות לאון הצימוח הראשוני של זני השעורה המתבטא במעבר מהיר יותר בין שלב ההצצה לכיסוי עלוותי מלא של צמח השעורה לעומת החיטה. התבססות מהירה בקרקע מפחיתה התאדות מפני הקרקע החשופה בתחילת הגידול, שומרת על רטיבותה ומפחיתה תחרות על המים בקרקע עם צמחים אחרים, שכן, ההתאדות יכולה להגיע לכדי אובדן של כ- 75-48% ממי הגשמים באקלים הים תיכוני (El Hafid et al., 1998).

תוצאות העבודה הנוכחית, אשר מצטרפות לידע הפרקטי הרב שנצבר במרוצת השנים במחקר בזני דגן חורפי בנגב, מוכיחות כי בתנאים הצחיחים בנגב ישנה עדיפות לגידול זנים בכירים של שעורה (מענית ושגיב) על פני זן החיטה הבכיר עומר, בכדי להשיא את ייצור המספוא הגס בתנאים יובשניים בנגב. מכאן עולה, שהמקור ליתרון השימוש בזנים בכירים של שעורה הוא עקב גדילתם המהירה והיכולת להתחמק מעקות יובש לאורך הגידול (Shavrukov et al., 2017), תנאים אשר בהם זנים אפילים יהיו בחסרון. מסקנה זו תקפה כאמור לזנים שנבחנו בניסוי זה.

**2.** בעבודה זו ביצענו השוואה בין תחמיצים שהוכנו בצנצנות בתנאי מעבדה לבין תחמיצים מסחריים שהוחמצו בבאלות עטופות פוליאתילן. חומרי המוצא היו חיטה ושעורה שנקצרו במועד המיטבי, ושימשו להחמצה הן בצנצנות והן בבאלות. התכולות הכימיות של תחמיצי השעורה והחיטה בבאלות אשר שימשו בניסוי ההזנה נמצאו דומות, כמו גם הנעכלות בכרמ"ל של הח"י, ה- NDF, ההמיצלולוז והצלולוז (טבלה 3). נעכלויות דומות של ח"י ו- NDF בחיטה ובשעורה שנקצרו במועד מיטבי להחמצה, נמצאו גם במחקר המוסמך של צוברי (2018). מעניין לציין, כי בהשוואה של כל אחד מסוגי הדגן (שעורה או חיטה) בין ההחמצה בצנצנות (תנאי מעבדה) במועד המיטבי לבין ההחמצה בבאלות (תנאי שדה), תכולות המרכיבים הכימיים, וכן הנעכלות בכרמ"ל של הח"י, ה- NDF, ההמיצלולוז והצלולוז, היו דומים, ורמת ה- pH של כל תחמיץ הייתה באותו סדר גודל בין התחמיץ בצנצנת לבין התחמיץ המסחרי של החיטה והשעורה.

**3** בניסוי ההזנה בפרות חלב גבוהות תנובה נמצא שצריכת המזון של הפרות שהוזנו במנת החיטה הייתה גבוהה יותר, אך תנובות החלב (ק"ג) החמ"מ, ה- FCM וה- ECM היו דומות לאלו של הפרות שהוזנו במנת השעורה (טבלה 8). תוצאות תנובת החלב בעבודה הנוכחית תואמות לממצאים של Burges et al. (1973) שהשוו מנות שהכילו תחמיץ חיטה בהשוואה לתחמיץ שעורה אך לצערנו, לא דווחו מדדי ניצולת מזון בעבודה זו. ממצאים אלו מאשרים שמנות המבוססות על תחמיצי חיטה או שעורה יהיו דומות ברמת ייצור החלב ה- FCM וה- ECM שלהן.
למרות הדמיון בתנובת החלב, בגלל ההבדלים בין הקבוצות בצריכת המזון, נמצא שהפרות בקבוצת השעורה היו יעילות יותר בייצור חמ"מ ו- ECM לק"ג ח"י נאכל בהשוואה לפרות שהוזנו בחיטה. הגורם העיקרי שהשפיע על ייצור החמ"מ, ה- FCM וה- ECM בעבודה הנוכחית, היה תכולת שומן החלב וכמות הייצור היומית שלו שהיו גבוהים יותר בקבוצת השעורה לאורך כל הניסוי (טבלה 8). אם כך, כיצד ניתן להסביר את ההבדלים בתכולת מוצקי החלב (החלבון השומן) בין הפרות שהואבסו בשתי מנות הניסוי?

ייצור שומן החלב מושפע מכמות המזון הגס, פריקותו ואיכותו (NRC, 2001), וכן מאופי פעילותם של מק"א מפרקי דופן תא בכרס הפרה, אשר מצריכה היצמדות פיזית לדפנות התאים. בעבודה הנוכחית ניתן להסביר את ייצור השומן הגבוה יותר בקבוצת השעורה על פי השילוב של ההבדלים בין הקבוצות ברמות ה- pH בכרס, והעלאת גירה.

על פי הספרות, פעולת מק"א מפרקי דופן תא צמחי עלולה להיפגע בעקבות חשיפה ממושכת לרמות pH נמוכות ויצירת תנאי SARA (Owens et al., 1998; Plaizier et al., 2008), הגורמים לאפקט טוקסי על החיידקים וגם פוגעים ביכולת ההיצמדות הפיזית שלהם לדפנות התאים (Miron et al., 2001). בתנאי SARA בכרס, עלולה להתקבל כמות נמוכה יותר של חומצה אצטית, המשמשת כפרקורסור לייצור שומן de novo בעטין, וייצור השומן ברקמת העטין עלול להיפגע (Bauman and Griinari, 2003). SARA מוגדרת כשהות ב- pH נמוך מ 5.8 למשך לפחות 5 שעות מצטברות ביממה (Beauchemin et al., 2003). בעבודה הנוכחית במדידת pH רציפה לאורך כל תקופת הניסוי נמצא שרמת ה- pH של פרות בקבוצת החיטה הייתה נמוכה מערך של 5.8 למשך 12 שעות, לאורך הרוב המוחלט של שעות היממה, ואילו בקבוצת השעורה הפרות לא הגיעו בכלל לתנאים של SARA (איור 2).
הגורם הפיזיולוגי אשר אחראי ישירות על ויסות רמת ה- pH בכרס הוא העלאת הגירה, בה מופרש רוק בכמויות גדולות. רוק המכיל בופר טבעי (ביקרבונט) מופרש בכמות נאותה לכרס לצורך סתירת החומציות הנוצרת מתסיסת הגרעינים העמילניים, אשר פוגעת בהמשך הפעילות המיקרוביאלית (Erdman, 1988). בעבודה הנוכחית נמצא, שממוצע העלאת הגירה הכללית של פרות בקבוצת השעורה היה גבוה בכ- 40 דקות לעומת קבוצת החיטה, וכן נמצא כי לאורך רוב שעות היממה הע"ג של קבוצת השעורה היה גבוהה מזו של קבוצת החיטה (איור 3).
התפלגות צריכת המזון לאורך היממה (איור 1) הייתה דומה בין הפרות מקבוצת השעורה והחיטה, וכן גם ההתאמה בין שיאי צריכת המזון למועדי ירידת ה- pH בכרס (איורים 2 ו- 3). הקשר בעבודה הנוכחית בין מועדי הארוחות לבין הזמן

בו הפרות התחילו להעלות גירה, היה דומה לזה שהוצג ע"י Schirmann et al. (2012). יחד עם זאת, נמצאה הע"ג נמוכה יותר של פרות מקבוצת החיטה בסיום כל ארוחה, בהשוואה לפרות מקבוצת השעורה, וזה גרם לכך שרמת ה- pH בכרס, לא ווסתה באופן מיטבי בפרות החיטה, ומכאן שהעלאת הגירה הייתה הגורם העיקרי להבדלים ב- pH הכרס בין פרות קבוצת החיטה לפרות קבוצת השעורה.

גורם היכול להשפיע על ההבדלים בהע"ג הוא גודל החלקיקים של המזון הגס (Mertens, 1997; Zebeli et al., 2010). בעבודה הנוכחית, מנות הניסוי נבדלו אך ורק בסוג המזון הגס שהכיל הן תחמיץ (28%) והן שחת (6%) ממקור של שעורה או חיטה, בעוד ששאר המרכיבים היו זהים (טבלה 4). בכדי לוודא ששני סוגי המזון הגס קוצצו בצורה זהה, וכדי לשלול את השפעת אפקט קיצוץ המזון הגס כגורם להבדלים בהע"ג, נבדקה התפלגות החלקיקים בנפות פנסילבניה לפי השיטה של (Kononoff et al., 2003). בעבודה הנוכחית נמצא כי התפלגות החלקיקים בבלילים של שתי המנות הייתה דומה, וכן גם תכולת ה- peNDF, אשר מעיד על גסות המנה (טבלה 5).

לאור ממצאים אלו נראה שהגורם העיקרי שהשפיע על ההבדלים בין קבוצות השעורה והחיטה ביחס לנעכלות דופן התא ולתכולת שומן החלב, הוא רמת ה- pH בכרס הפרות. למדד זה השפעה רבה על מנגנון פעולתם של מק"א מפרקי דופן תא והנעכלות in vivo של ה- NDF באופן ישיר, ועל ייצור שומן החלב באופן בלתי ישיר.

**4.** בניסוי ההזנה בעגלות תחלופה השתמשנו בשחת שעורה וחיטה שגודלו בעונת 2018-19, עקב גשמים מאוחרים בעונת גידול זו, נקצר השדה (שמחציתו שעורה ומחציתו חיטה) בשלב דונג של מילוי הגרעין. בהשוואת צריכת המזון בין הקבוצות לא התקבל הבדל סטטיסטי. מנת השעורה שהכילה 3.93 ק"ג שחת שעורה נאכלה ע"י העגלות במידה דומה למנת החיטה שהכילה 3.93 ק"ג שחת חיטה – וזאת כאשר נעשה שימוש בשחתות "מבוגרות" מבחינת מועד קציר פזיולוגי. מדדי "היצרנות" בעגלות תחלופה הינם בעיתיים למדידה, שכן שינוי במשקל גוף, ציון גופני ופוריות נמדדים בפרקי זמן ארוכים יותר מאשר משך הניסוי הנוכחי. עם זאת, ניתן לומר כי בהסתמך על צריכת המזון ונאכלות המזון הגס על פי תוצאות ניסוי זה, אין מניעה להזנת עגלות בשחת שעורה כמזון גס בלעדי במנת עגלות תחלופה.

**נספחים:**

**טבלה 12. השוואת ממוצעי יבול ח"י והיבול הוגטטיבי (ק"ג ח"י לדונם), תכולת השיבולים (% מהביומסה בח"י), וההרכב הכימי בצמח (% ע"ב ח"י), לאורך שלבי הגידול של זני השעורה (מענית ושגיב) וזן החיטה (עומר), שגודלו בגת בעונת 2016-17.**

| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י | תכולת השיבולת[1] | יבול וגטטיבי[2] | ח"י (% מרטוב) | פל"מ | חלבון | NDF | המיצלולוז | צלולוז | ליגנין | אפר | שומן |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| מענית | השתבלות | 691$^{b}$ | 19.5$^{d}$ | 557$^{b}$ | 18.4$^{d}$ | 6.45$^{c}$ | 13.1$^{a}$ | 69.2$^{a}$ | 28.6$^{a}$ | 32.3$^{a}$ | 8.33$^{a}$ | 8.70$^{a}$ | 2.55$^{a}$ |
| | חצי גרעין | 762$^{b}$ | 24.6$^{c}$ | 575$^{b}$ | 25.6$^{c}$ | 14.4$^{b}$ | 11.2$^{ab}$ | 63.5$^{b}$ | 26.3$^{b}$ | 31.2$^{a}$ | 6.27$^{b}$ | 8.73$^{a}$ | 2.15$^{b}$ |
| | חלד"ג | 1057$^{a}$ | 32.5$^{b}$ | 713$^{a}$ | 31.2$^{b}$ | 22.3$^{a}$ | 10.2$^{bc}$ | 58.6$^{c}$ | 24.7$^{b}$ | 26.9$^{b}$ | 7.05$^{b}$ | 7.13$^{ab}$ | 1.80$^{b}$ |
| | דונג | 1049$^{a}$ | 45.7$^{a}$ | 570$^{b}$ | 43.8$^{a}$ | 24.7$^{a}$ | 8.85$^{c}$ | 58.1$^{c}$ | 25.5$^{b}$ | 26.3$^{b}$ | 6.30$^{b}$ | 6.60$^{b}$ | 1.75$^{b}$ |
| | *שת"מ* | *51.2* | *0.92* | *20.4* | *1.00* | *1.06* | *0.39* | *0.72* | *0.53* | *0.52* | *0.31* | *0.43* | *0.08* |
| | *P* | *0.002* | *0.001* | *0.05* | *0.001* | *0.001* | *0.006* | *0.001* | *0.001* | *0.001* | *0.002* | *0.01* | *0.01* |
| עומר | השתבלות | 757$^{b}$ | 26.4$^{c}$ | 557$^{b}$ | 22.6$^{d}$ | 8.75$^{c}$ | 16.0$^{a}$ | 64.5$^{a}$ | 28.2$^{a}$ | 30.3$^{a}$ | 5.90$^{ab}$ | 8.15$^{a}$ | 2.60$^{a}$ |
| | חצי גרעין | 880$^{b}$ | 28.3$^{c}$ | 631$^{a}$ | 28.9$^{c}$ | 17.8$^{b}$ | 10.8$^{b}$ | 62.5$^{ab}$ | 25.4$^{b}$ | 29.8$^{a}$ | 7.27$^{a}$ | 7.22$^{b}$ | 1.65$^{b}$ |
| | חלד"ג | 1016$^{a}$ | 35.5$^{b}$ | 655$^{a}$ | 40.1$^{b}$ | 23.3$^{a}$ | 9.55$^{b}$ | 59.1$^{c}$ | 24.9$^{b}$ | 26.8$^{b}$ | 7.40$^{a}$ | 6.72$^{b}$ | 1.30$^{c}$ |
| | דונג | 1086$^{a}$ | 52.7$^{a}$ | 514$^{b}$ | 49.5$^{a}$ | 27.0$^{a}$ | 8.80$^{b}$ | 60.3$^{bc}$ | 29.1$^{a}$ | 26.2$^{b}$ | 5.10$^{b}$ | 5.60$^{c}$ | 1.30$^{c}$ |
| | *שת"מ* | *43.7* | *1.07* | *20.6* | *1.14* | *1.35* | *0.49* | *0.77* | *0.41* | *0.70* | *0.45* | *0.27* | *0.02* |
| | *P* | *0.017* | *0.001* | *0.05* | *0.001* | *0.003* | *0.002* | *0.002* | *0.001* | *0.002* | *0.009* | *0.001* | *0.001* |
| שגיב | השתבלות | 669$^{b}$ | 12.9$^{c}$ | 582$^{c}$ | 18.6$^{c}$ | 8.60$^{c}$ | 11.8$^{a}$ | 68.6$^{a}$ | 26.3$^{a}$ | 34.9$^{a}$ | 7.40 | 9.10$^{a}$ | 1.90 |
| | חצי גרעין | 930$^{a}$ | 16.4$^{c}$ | 777$^{a}$ | 24.3$^{b}$ | 16.3$^{b}$ | 10.8$^{ab}$ | 62.8$^{b}$ | 23.8$^{b}$ | 32.4$^{b}$ | 6.62 | 8.47$^{b}$ | 1.65 |
| | חלד"ג | 936$^{a}$ | 23.4$^{b}$ | 717$^{ab}$ | 29.4$^{b}$ | 22.8$^{ab}$ | 9.05$^{bc}$ | 58.8$^{c}$ | 21.9$^{c}$ | 29.4$^{c}$ | 7.40 | 7.62$^{b}$ | 1.75 |
| | דונג | 1061$^{a}$ | 40.0$^{a}$ | 637$^{b}$ | 40.3$^{a}$ | 26.2$^{a}$ | 7.55$^{c}$ | 57.7$^{c}$ | 23.1$^{bc}$ | 27.8$^{c}$ | 6.77 | 7.02$^{c}$ | 1.55 |
| | *שת"מ* | *52.7* | *0.93* | *40.7* | *1.36* | *1.20* | *0.32* | *0.67* | *0.39* | *0.56* | *0.24* | *0.13* | *0.18* |
| | *P* | *0.03* | *0.001* | *0.03* | *0.001* | *0.001* | *0.002* | *0.001* | *0.001* | *0.001* | *0.08* | *0.001* | *0.59* |

**a, b, c, d - ערכים ממוצעים באותו הטור ובאותו הזן המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).**

**[1] היחס המשקלי בין השיבולת והחלק הוגטטיבי מתוך סה"כ הביומסה (בח"י).**

**[2] חושב כמכפלת יבול הח"י (ק"ג\דונם) בתכולת המקטע הוגטטיבי (גבעול + עלים; הערך ההופכי לתכולת השיבלים).**

**טבלה 13. השוואת ממוצעי יבול ח"י נעכל (ק"ג\דונם) והנעכלות בכרמ"ל (%) של הח"י ומרכיבי דופן התא בשלבי הגידול של זני השעורה (מענית ושגיב) וזן החיטה (עומר) שגודלו בגת בעונת 2016-17.**

| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י נעכל[1] | נעכלות ח"י | נעכלות NDF | נעכלות המיצלולוז | נעכלות צלולוז |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | השתבלות | $443^{b}$ | 64.1 | $64.8^{a}$ | $65.4^{a}$ | $68.2^{a}$ |
| | חצי גרעין | $473^{b}$ | 62.1 | $52.7^{D}$ | $52.7^{b}$ | $60.1^{b}$ |
| **מענית** | חלד"ג | $675^{a}$ | 63.9 | $53.2^{D}$ | $55.3^{b}$ | $57.9^{b}$ |
| | דונג | $672^{a}$ | 64.1 | $50.8^{D}$ | $55.5^{b}$ | $52.3^{c}$ |
| | *שת"מ* | *33.3* | *0.85* | *1.05* | *1.00* | *0.94* |
| | *P* | *0.002* | *0.35* | *0.001* | *0.001* | *0.001* |
| | השתבלות | $520^{b}$ | 68.7 | $67.1^{a}$ | $71.8^{a}$ | $72.2^{a}$ |
| | חצי גרעין | $565^{b}$ | 64.2 | $59.1^{D}$ | $56.5^{c}$ | $63.4^{b}$ |
| **עומר** | חלד"ג | $653^{a}$ | 64.3 | $56.6^{D}$ | $54.2^{c}$ | $61.0^{b}$ |
| | דונג | $712^{a}$ | 65.6 | $58.0^{D}$ | $62.2^{b}$ | $60.7^{b}$ |
| | *שת"מ* | *27.3* | *1.27* | *1.49* | *0.14* | *0.99* |
| | *P* | *0.03* | *0.09* | *0.003* | *0.001* | *0.001* |
| | השתבלות | $409^{c}$ | $61.1^{ab}$ | $57.4^{a}$ | $56.5^{a}$ | $64.3^{a}$ |
| | חצי גרעין | $550^{b}$ | $59.1^{b}$ | $47.1^{D}$ | $45.5^{c}$ | $55.0^{b}$ |
| **שגיב** | חלד"ג | $586^{ab}$ | $62.6^{a}$ | $46.7^{D}$ | $45.9^{c}$ | $51.3^{c}$ |
| | דונג | $648^{a}$ | $61.1^{ab}$ | $48.1^{D}$ | $49.9^{b}$ | $52.3^{c}$ |
| | *שת"מ* | *32.1* | *0.46* | *0.46* | *0.58* | *0.50* |
| | *P* | *0.001* | *0.007* | *0.001* | *0.001* | *0.001* |

**a, b, c - ערכים ממוצעים באותו הטור ובאותו הזן המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).**

**[1] מכפלת היבול בח"י לדונם בנעכלות הח"י בכרמ"ל.**

**טבלה 14. השוואת ממוצעי יבול ח"י והיבול הוגטטיבי (ק"ג ח"י לדונם), תכולת השיבולים (% מהביומסה בח"י), וההרכב הכימי בצמח (% ע"ב ח"י), לאורך שלבי הגידול של זני השעורה (מענית ושגיב) וזן החיטה (עומר), שגודלו בשובל בעונת 2016-17.**

| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י | תכולת שיבולת[1] | יבול וגטטיבי[2] | ח"י (% מרטוב) | פל"מ | חלבון | NDF | המיצלולוז | צלולוז | ליגנין | אפר | שומן |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| מענית | השתבלות | 482$^{c}$ | 27.5$^{d}$ | 349$^{b}$ | 22.5$^{c}$ | 11.2$^{c}$ | 12.7$^{a}$ | 66.7$^{a}$ | 30.2$^{a}$ | 39.9$^{a}$ | 6.55$^{a}$ | 7.92$^{a}$ | 1.45$^{b}$ |
| | חצי גרעין | 748$^{b}$ | 33.9$^{c}$ | 494$^{a}$ | 29.1$^{bc}$ | 20.7$^{b}$ | 10.6$^{b}$ | 60.5$^{b}$ | 26.1$^{b}$ | 28.0$^{a}$ | 6.27$^{a}$ | 6.82$^{b}$ | 1.40$^{b}$ |
| | חלד"ג | 880$^{ab}$ | 48.7$^{b}$ | 451$^{a}$ | 37.0$^{b}$ | 23.2$^{ab}$ | 10.1$^{b}$ | 58.2$^{bc}$ | 30.0$^{a}$ | 23.5$^{b}$ | 4.65$^{b}$ | 6.43$^{b}$ | 2.05$^{a}$ |
| | דונג | 907$^{a}$ | 60.4$^{a}$ | 359$^{b}$ | 51.8$^{a}$ | 26.8$^{a}$ | 9.95$^{b}$ | 55.0$^{c}$ | 26.9$^{ab}$ | 23.0$^{b}$ | 5.02$^{b}$ | 5.80$^{b}$ | 2.45$^{a}$ |
| | *שת"מ* | *49.2* | *1.53* | *23.1* | *2.16* | *0.92* | *0.31* | *0.76* | *0.80* | *0.65* | *0.27* | *0.25* | *0.16* |
| | *P* | *0.001* | *0.001* | *0.01* | *0.001* | *0.001* | *0.009* | *0.001* | *0.006* | *0.001* | *0.001* | *0.001* | *0.030* |
| עומר | השתבלות | 634$^{b}$ | 28.7$^{c}$ | 452$^{ab}$ | 29.8$^{b}$ | 17.0$^{c}$ | 13.8$^{a}$ | 61.2$^{a}$ | 26.9 | 26.4 | 7.05 | 6.20$^{a}$ | 1.80$^{a}$ |
| | חצי גרעין | 752$^{a}$ | 31.7$^{c}$ | 514$^{a}$ | 36.4$^{b}$ | 23.0$^{bc}$ | 10.4$^{b}$ | 59.6$^{a}$ | 26.8 | 26.5 | 6.17 | 5.35$^{b}$ | 1.60$^{a}$ |
| | חלד"ג | 799$^{a}$ | 47.3$^{b}$ | 421$^{bc}$ | 44.5$^{a}$ | 26.9$^{ab}$ | 10.5$^{b}$ | 55.6$^{b}$ | 25.5 | 23.7 | 6.32 | 4.82$^{b}$ | 2.20$^{a}$ |
| | דונג | 818$^{a}$ | 56.9$^{a}$ | 353$^{c}$ | 50.8$^{a}$ | 28.6$^{a}$ | 9.55$^{b}$ | 56.7$^{b}$ | 27.1 | 23.8 | 5.75 | 4.77$^{b}$ | 0.35$^{b}$ |
| | *שת"מ* | *30.7* | *1.46* | *24.3* | *1.87* | *1.70* | *0.32* | *0.84* | *0.72* | *0.93* | *0.62* | *0.15* | *0.27* |
| | *P* | *0.11* | *0.001* | *0.01* | *0.001* | *0.04* | *0.003* | *0.002* | *0.43* | *0.08* | *0.62* | *0.001* | *0.03* |
| שגיב | השתבלות | 507$^{c}$ | 17.2$^{d}$ | 420$^{c}$ | 21.7$^{c}$ | 8.63$^{d}$ | 12.5$^{a}$ | 67.3$^{a}$ | 28.1$^{a}$ | 31.2$^{a}$ | 7.97$^{a}$ | 8.42$^{a}$ | 3.15$^{a}$ |
| | חצי גרעין | 747$^{b}$ | 23.7$^{c}$ | 570$^{a}$ | 25.9$^{c}$ | 18.1$^{c}$ | 10.8$^{b}$ | 61.2$^{b}$ | 24.3$^{bc}$ | 30.7$^{a}$ | 6.33$^{ab}$ | 7.80$^{a}$ | 2.10$^{ab}$ |
| | חלד"ג | 813$^{ab}$ | 36.8$^{b}$ | 514$^{ab}$ | 34.1$^{b}$ | 23.8$^{b}$ | 8.90$^{c}$ | 58.4$^{c}$ | 26.4$^{ab}$ | 26.3$^{b}$ | 5.60$^{b}$ | 6.85$^{b}$ | 2.05$^{ab}$ |
| | דונג | 909$^{a}$ | 51.1$^{a}$ | 445$^{bc}$ | 44.8$^{a}$ | 29.1$^{a}$ | 9.85$^{bc}$ | 53.7$^{d}$ | 23.5$^{c}$ | 24.9$^{b}$ | 5.42$^{b}$ | 6.67$^{b}$ | 0.65$^{b}$ |
| | *שת"מ* | *40.2* | *1.63* | *23.8* | *1.67* | *0.62* | *0.28* | *0.55* | *0.62* | *0.73* | *0.47* | *0.20* | *0.34* |
| | *P* | *0.001* | *0.001* | *0.01* | *0.001* | *0.001* | *0.004* | *0.001* | *0.001* | *0.001* | *0.008* | *0.001* | *0.03* |

**a, b, c, d - ערכים ממוצעים באותו הטור ובאותו הזן המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).**

**[1] היחס המשקלי בין השיבולת והחלק הוגטטיבי מתוך סה"כ הביומסה (בח"י).**

**[2] חושב כמכפלת יבול הח"י (ק"ג\דונם) בתכולת המקטע הוגטטיבי (גבעול + עלים; הערך ההופכי לתכולת השיבלים).**

**טבלה 15. השוואת ממוצעי יבול ח"י נעכל (ק"ג\דונם) והנעכלות בכרמ"ל (%) של הח"י ומרכיבי דופן התא בשלבי הגידול של זני השעורה (מענית ושגיב) וזן החיטה (עומר) שגודלו בשובל בעונת 2016-17.**

| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י נעכל[1] | נעכלות ח"י | נעכלות NDF | נעכלות המיצלולוז | נעכלות צלולוז |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | השתבלות | $314^{c}$ | 65.2 | 60.2 | $60.2^{b}$ | $70.0^{a}$ |
| | חצי גרעין | $487^{b}$ | 65.1 | 55.5 | $58.2^{b}$ | $64.3^{ab}$ |
| **מענית** | חלד"ג | $584^{ab}$ | 66.4 | 56.8 | $69.1^{a}$ | $60.6^{b}$ |
| | דונג | $619^{a}$ | 68.3 | 56.1 | $61.0^{b}$ | $59.5^{b}$ |
| | *שת"מ* | *34.3* | *1.76* | *2.25* | *1.26* | *1.58* |
| | *P* | *0.01* | *0.53* | *0.52* | *0.005* | *0.005* |
| | השתבלות | $432^{b}$ | 68.1 | $62.5^{a}$ | $69.8^{a}$ | $72.6^{a}$ |
| | חצי גרעין | $498^{a}$ | 66.2 | $57.4^{ab}$ | $63.3^{b}$ | $67.5^{b}$ |
| **עומר** | חלד"ג | $539^{a}$ | 67.4 | $55.1^{ab}$ | $58.3^{bc}$ | $58.3^{c}$ |
| | דונג | $534^{a}$ | 65.3 | $53.2^{b}$ | $53.9^{c}$ | $55.2^{c}$ |
| | *שת"מ* | *19.6* | *1.98* | *2.60* | *1.70* | *1.67* |
| | *P* | *0.05* | *0.74* | *0.05* | *0.03* | *0.008* |
| | השתבלות | $319^{c}$ | 63.0 | $60.4^{a}$ | $60.5^{a}$ | $64.7^{a}$ |
| | חצי גרעין | $464^{b}$ | 62.1 | $53.5^{b}$ | $54.9^{b}$ | $61.1^{ab}$ |
| **שגיב** | חלד"ג | $530^{ab}$ | 65.2 | $55.5^{ab}$ | $60.7^{a}$ | $57.6^{bc}$ |
| | דונג | $598^{a}$ | 65.8 | $51.9^{b}$ | $58.9^{a}$ | $52.6^{c}$ |
| | *שת"מ* | *25.60* | *1.15* | *1.33* | *1.30* | *1.20* |
| | *P* | *0.01* | *0.12* | *0.004* | *0.02* | *0.001* |

**a, b, c - ערכים ממוצעים באותו הטור ובאותו הזן המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).**

**[1] מכפלת היבול בח"י לדונם בנעכלות הח"י בכרמ"ל.**

**טבלה 16. השוואת ממוצעי יבול ח"י והיבול הוגטטיבי (ק"ג ח"י לדונם), תכולת השיבולים (% מהביומסה בח"י), וההרכב הכימי בצמח. (% ע"ב ח"י), לאורך שלבי הגידול של זני השעורה (מענית ושגיב) וזן החיטה (עומר), שגודלו בשובל בעונת 2017-18.**

| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י | תכולת שיבולת[1] | יבול וגטטיבי[2] | ח"י (% מרטוב) | פל"מ | חלבון | NDF | המיצלולוז | צלולוז | ליגנין | אפר | שומן |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| מענית | פריחה | 368$^{b}$ | 26.3$^{b}$ | 271$^{b}$ | 17.9$^{c}$ | 23.6$^{b}$ | 15.3$^{a}$ | 48.5$^{b}$ | 22.8$^{b}$ | 24.3$^{a}$ | 1.31 | 9.44$^{a}$ | 3.17 |
| | חצי גרעין | 487$^{b}$ | 26.4$^{b}$ | 358$^{a}$ | 24.7$^{b}$ | 24.1$^{b}$ | 13.4$^{b}$ | 51.3$^{a}$ | 24.2$^{a}$ | 25.4$^{a}$ | 1.72 | 8.46$^{b}$ | 2.77 |
| | חלד"ג | 568$^{a}$ | 40.3$^{a}$ | 339$^{a}$ | 32.6$^{a}$ | 30.5$^{a}$ | 10.9$^{c}$ | 49.3$^{b}$ | 25.0$^{a}$ | 21.8$^{b}$ | 2.43 | 7.22$^{c}$ | 2.03 |
| | *שת"מ* | *25.9* | *0.33* | *18.0* | *0.12* | *1.05* | *0.19* | *0.19* | *0.19* | *0.35* | *0.65* | *0.09* | *0.45* |
| | *P* | *0.007* | *0.001* | *0.05* | *0.001* | *0.04* | *0.001* | *0.004* | *0.01* | *0.01* | *0.54* | *0.001* | *0.35* |
| עומר | פריחה | 374$^{b}$ | 31.5$^{b}$ | 256$^{b}$ | 22.3b | 27.2$^{b}$ | 16.3$^{a}$ | 49.4$^{b}$ | 23.0$^{b}$ | 24.0 | 2.28$^{a}$ | 7.35$^{a}$ | 2.47 |
| | חצי גרעין | 485$^{a}$ | 33.4$^{ab}$ | 323$^{a}$ | 30.8a | 28.9$^{a}$ | 12.5$^{b}$ | 49.8$^{ab}$ | 22.9$^{b}$ | 25.4 | 1.40$^{b}$ | 6.23$^{b}$ | 2.54 |
| | ¾ גרעין | 479$^{a}$ | 40.4$^{a}$ | 285$^{ab}$ | 36.2a | 30.2$^{a}$ | 11.6$^{b}$ | 51.1$^{a}$ | 24.6$^{a}$ | 24.7 | 1.79$^{ab}$ | 5.31$^{c}$ | 1.75 |
| | *שת"מ* | *20.1* | *2.96* | *15.1* | *1.79* | *0.47* | *0.29* | *0.25* | *0.28* | *0.34* | *0.12* | *0.06* | *0.24* |
| | *P* | *0.008* | *0.17* | *0.05* | *0.002* | *0.007* | *0.003* | *0.030* | *0.04* | *0.13* | *0.03* | *0.001* | *0.16* |

**a, b, c - ערכים ממוצעים באותו הטור ובאותו הזן המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).**

**[1] היחס המשקלי בין השיבולת והחלק הוגטטיבי מתוך סה"כ הביומסה (בח"י).**

**[2] חושב כמכפלת יבול הח"י (ק"ג\דונם) בתכולת המקטע הוגטטיבי (גבעול + עלים; הערך ההופכי לתכולת השיבלים).**

**טבלה 17. השוואת ממוצעי יבול ח"י נעכל (ק"ג\דונם) והנעכלות בכרמ"ל (%) של הח"י ומרכיבי דופן התא בשלבי הגידול של זני השעורה (מענית ושגיב) וזן החיטה (עומר) שגודלו בשובל בעונת 2017-18.**

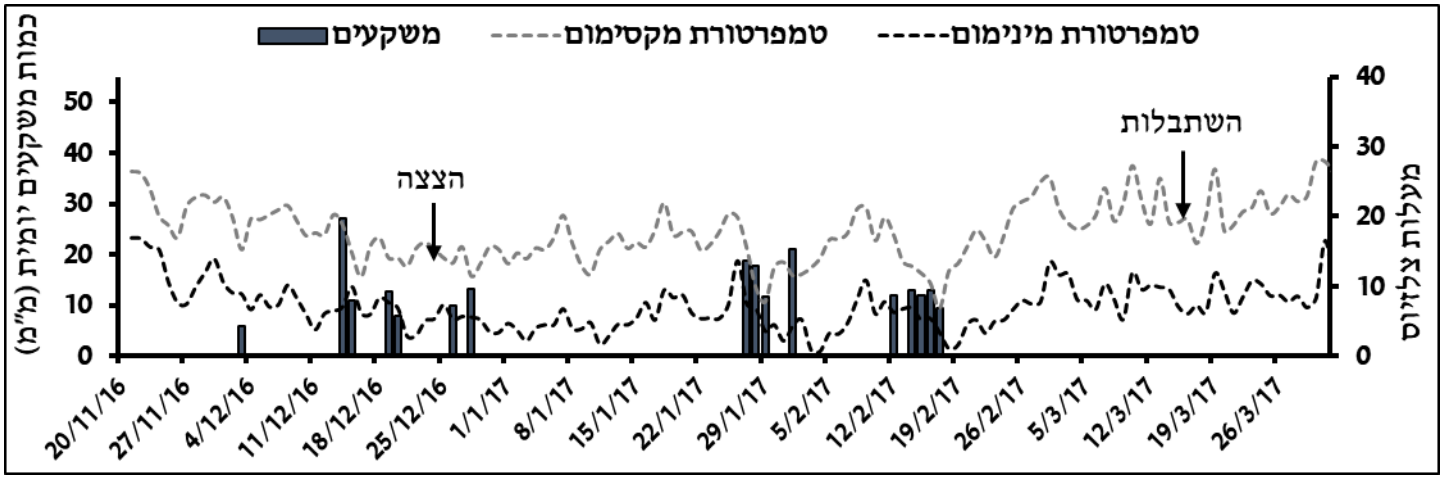
| זן | שלב פנולוגי | יבול ח"י נעכל[1] | נעכלות ח"י | נעכלות NDF | נעכלות המיצלולוז | נעכלות צלולוז |
|---|---|---|---|---|---|---|
| מענית | פריחה | $280^{b}$ | $76.1^{a}$ | $70.3^{a}$ | $74.3^{a}$ | $69.6^{a}$ |
| | חצי גרעין | $353^{ab}$ | $72.4^{b}$ | $58.7^{b}$ | $62.7^{b}$ | $67.0^{b}$ |
| | חלד"ג | $410^{a}$ | $72.1^{b}$ | $54.9^{c}$ | $61.4^{c}$ | $59.9^{c}$ |
| | *שח"מ* | *18.7* | *0.16* | *0.28* | *0.25* | *0.25* |
| | *P* | *0.05* | *0.03* | *0.001* | *0.007* | *0.001* |
| עומר | פריחה | $285^{b}$ | $76.2^{a}$ | $70.8^{a}$ | $75.2^{a}$ | $70.0^{a}$ |
| | חצי גרעין | $357^{a}$ | $73.7^{b}$ | $59.8^{b}$ | $62.3^{c}$ | $68.6^{a}$ |
| | ¾ גרעין | $347^{a}$ | $72.4^{c}$ | $60.9^{b}$ | $69.2^{b}$ | $65.8^{b}$ |
| | *שח"מ* | *14.7* | *0.40* | *0.44* | *0.38* | *0.39* |
| | *P* | *0.05* | *0.02* | *0.001* | *0.001* | *0.001* |

**a, b, c - ערכים ממוצעים באותו הטור ובאותו הזן המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P<0.05$, לפי מבחן Tukey Kremer (q).**

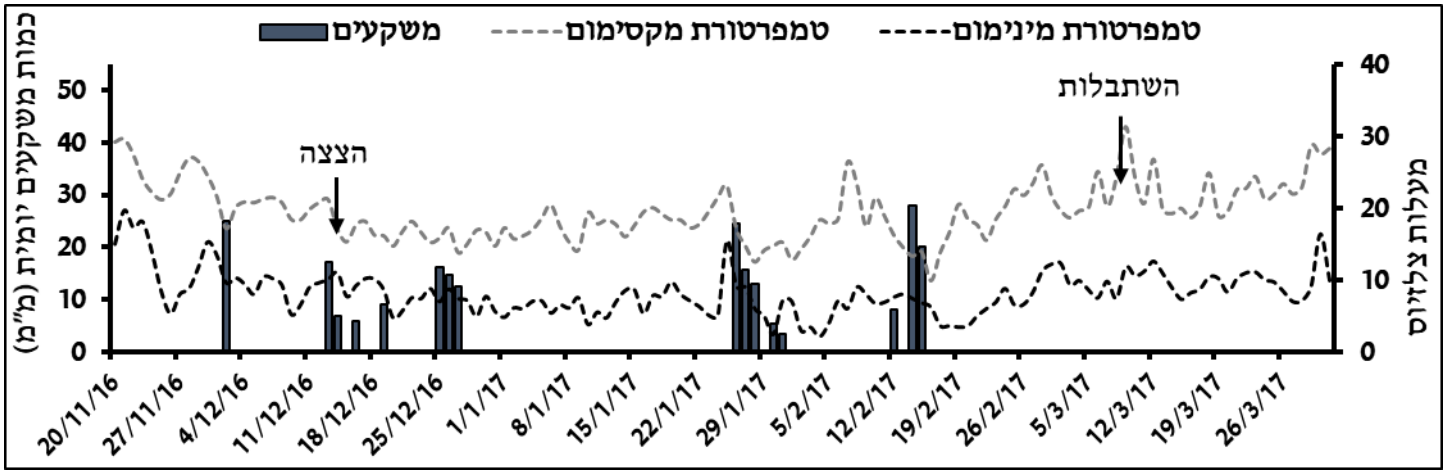
**[1] מכפלת היבול בח"י לדונם בנעכלות הח"י בכרמ"ל.**

טבלה 18. מאפיינים אגרוטכניים בשתי עונות הגידול של חיטה ושעורה.

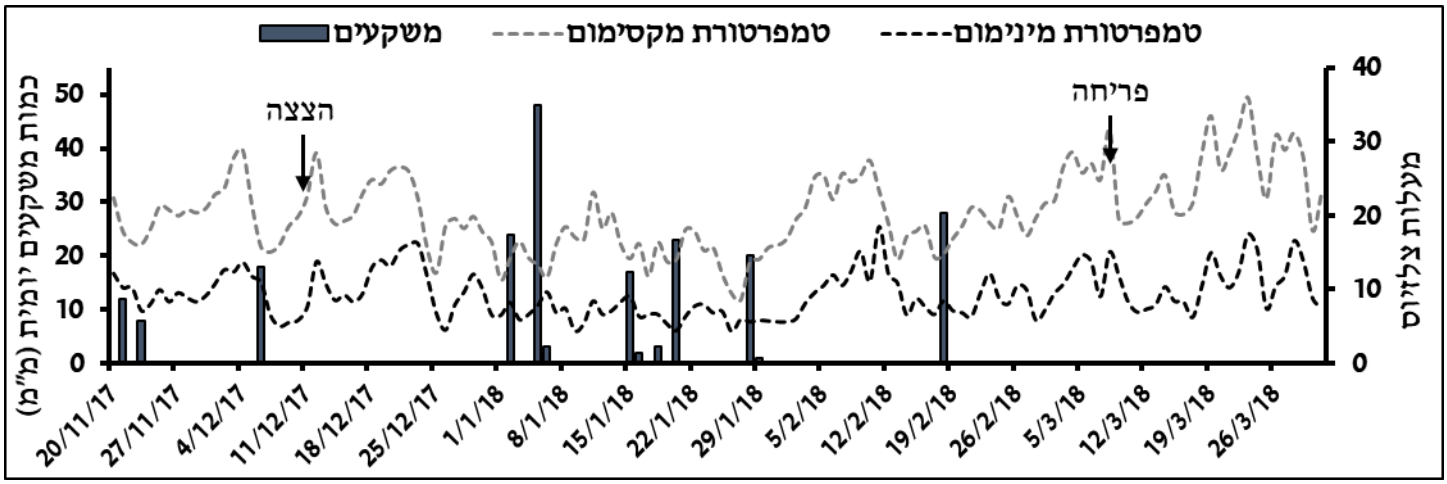
| מאפיין | 2016-17 שובל | 2016-17 גת | 2017-18 שובל |
|---|---|---|---|
| **גידול קודם (כרב)** | שחת אפונה | אבטיח מללי | שחת אפונה |
| **תאריך זריעה** | 15/11/16 | 16/11/16 | 15/11/17 |
| **עומד זריעה (זרעים/מ"ר)** | עומר: 240<br>מענית: 180<br>שגיב: 200 | עומר: 240<br>מענית: 180<br>שגיב: 200 | עומר: 210<br>מענית: 170 |
| **דישון יסוד ק"ג \דונם (אמוניה מימית)** | 0 | 10 | 6 |
| **מועד הצצה** | 24/12/16 | 12/12/16 | 10/12/17 |
| **משקעים (מ"מ\עונת הגידול)** | 220 | 245 | 220 |




איור 6. פיזור כמות המשקעים היומית והטמפרטורות לאורך עונת הגידול **בגת (2016-17)**.




איור 7. פיזור כמות המשקעים היומית והטמפרטורות לאורך עונת הגידול **בשובל (2016-17)**.




איור 8. פיזור כמות המשקעים היומית והטמפרטורות לאורך עונת הגידול **בשובל (2017-18)**.

## 1.9. מקורות ספרות:


גורן, ע. וגולן, י. 2017. ריכוז נתוני גד"ש איזוריים וארציים (מידע לא מפורסם). תחום גידולי שדה, האגף לאגרואקולוגיה וגד"ש, שה"מ, משרד החקלאות.

הלמ"ס, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 1953. שנתון סטטיסטי לישראל.

הלמ"ס, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2017. שנתון סטטיסטי לישראל.

לשם, י., מאיר, י., ברקאי, ד., דבש, ל. 2003. גידול חריע, שעורה, אפונה וחיטה למספוא באזור ספר הגשם, בבעל ובתוספת מים בהשקיה. *גן שדה ומשק*. 2: 17-18.

צוברי, א. 2018. בחינת מיני דגן חורפי למספוא גס באזורים צחיחים למחצה: יצרנות, איכות הזנה והחמצה. עבודת מוסמך, האוניברסיטה העברית בירושלים.

קנת, ר. 1960. אספקטים על הטוקסונומיה, הביולוגיה והאפידימיולוגיה של Pyrenophora Teres drechl. (Drechsera Teres, (saac) shoemaker) הגורם למחלת הרשת בשעורה. עבודת דוקטורט, האוניברסיטה העברית.

רדי, ב., צוברי, א., נאשף, כ., בונפיל, ד., מירון, י., בן מאיר, י., חן, י., ויינברג, צ., סרנגה, י., בן דוד, ר. 2016. ניתוח השוואתי של מיני דגן חורפיים למספוא בסביבת גידול ים תיכונית, יבול ואיכות תזונתית עבור מעלי גירה. *נ"ל ותלם*. 67: 23-29.

ריצ'קר, ע. 2018. מידע אישי. מדריך מספוא, ועדת מגדלים נגב.

Bauman, D.E., and Griinari, J.M. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*. 23: 203-327.

Beauchemin, K.A., Yang, W.Z., and Rode, L.M. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. *J. Dairy Sci.* 86: 630-643.

Burgess, P.L., Nicholson, J.W.G., and Grant, E.A. 1973. Yield and nutritive value of corn, barley, wheat, and forage oats as silage for lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 53: 245-250.

El Hafid, R., Smith, D.H., Karrou, M., and Samir, K. 1998. Root and shoot growth, water use and water use efficiency of spring durum wheat under early-season drought. *Agronomie*. 18: 181-195.

Erdman, R.A. 1988. Dietary buffering requirements of lactating dairy cows: A Review. *J. Dairy Sci.* 71: 3246-3266.

Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. and Buckmaster, D.R. 2003. Modification of the penn state forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *J. Dairy Sci.* 86: 1858-1863.

Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 1463-1481.

Miron, J., Ben-Ghedalia, D. and Morrison, M. 2001. Invited review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. *J. Dairy Sci.* 84: 1294-309.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. National Academy of Sciences, Washington, DC.

Owens, F.N., Secrist, D.S., Hil, W.J., and Gill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 76: 275-286.

Plaizier, J.C., Krause, D.O., Gozho, G.N. and McBride, B.W. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Veterinary journal*. 176: 21-31.

Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D.M., Heuwieser, W., and von Keyserlingk, M.A.G. 2012. Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 3212 :95-3217.

Shavrukov, Y., Kurishbayev, A., Jatayev, S., Shvidchenko, V., Zotova, L., Koekemoer, F. 2017. Early flowering as a drought escape mechanism in plants: how can it aid Wheat production? *Front. Plant Sci.* 8: 1950-1957.

Zebeli, Q., Mansmann, D., Ametaj, B.N., Steingass, H., and Drochner, W. 2010. A model to optimise the requirements of lactating dairy cows for physically effective neutral detergent fibre. *Archives of Animal Nutrition*. 64: 265-278.

## Abstract

**The goal of this study** was to evaluate barley's nutritive and feeding value as forage, by: 1. Examine yield, chemical composition, and *in vitro* digestibility (IVRD) of barley (cv. 'Ma'anit', cv. 'Sagiv') compared with wheat (cv. 'Omer') along the different growing stages, in order to determine the optimal harvest stage for silage and hay making; 2. Examine the effect of ensiling barley ('Ma'anit') and wheat ('Omer') in glass jars and polyethylene coated bales. on chemical composition and IVRD; 3. Examine the effect of feeding milking cows with barley ('Ma'anit') vs wheat ('Omer') as the sole source of roughage in the diet (28% silage and 6% hay on DM basis) on: eating behavior, dry matter intake (DMI), feed particles sorting, *in vivo* digestibility (IVVD), rumen pH, rumination time, yield of milk and milk components, and efficiency. 4. Comparing palatability of barley hay and wheat hay in heifers TMR.

**Methodology:** This study combines three field experiments conducted during 2016-17 and 2017-18 and 2018-19, and an *in vivo* experiment with lactating cows fed barley vs wheat forages in the individual dairy barn at the Volcani Center. The first year's field experiment was dedicated to determining the optimal timing for harvest of barley (cv. 'Ma'anit', cv. 'Sagiv') and wheat (cv. 'Omer'), by analyzing chemical composition and IVRD along the growth stages of the plants. All cultivars were grown on two locations (randomize experimental design), Gat and Shoval, without artificial irrigation, under precipitation of 245 and 222 mm/year, respectively. Based on 2016-17 season's results and in order to supply the feed for the *in vivo* experiment (second year), two local commercial cultivars, 'Ma'anit' (barley) and 'Omer' (wheat) were grown in Shoval (eastern Negev) on a commercial field (60 dunam each) during 2017-18 growing season without artificial irrigation (under precipitation of 210 mm). Due to constrain of severe terminal drought and heat, and in order to avoid over drying, the two cultivars were harvested in the same day, although barley plants were in soft-dough and wheat in earlier stage of grain maturation. After harvest 2/3 of the crop biomass was pressed and packed into polyethylene wrapped bales for silage making, and 1/3 was wilted in field until dried and pressed into hay bales. Forty-two high producing Holstein lactating cows were paired into two groups of 21 cows each, with similar milk yield and days in milking, housed in similar conditions in the individual dairy barn.

The TMRs contain 34% roughage (28% silage + 6% hay) from either wheat or barley, with similar chemical composition in both diets: 33% NDF, 17.8% forage NDF, 16.8% protein, and 1.77 $NE_L$ Mcal/kgDM. Rumen pH boluses were inserted into the rumen of 5 cows from each group for a continuous pH measurement. Cows were fed ad libitum (5% orts). During 6 weeks of the experiment the following parameters have been measured: daily milk yield and milk components, DMI and eating behavior, rumination, and IVVD using indigestible NDF as internal marker.

The third year's *in vivo* experiment included replacement heifers. The TMRs contain 50% roughage (only hay) from either wheat or barley, with similar chemical composition in both diets: 15.0% protein, and 1.50 $NE_L$ Mcal/kgDM.

**Results and Discussion:** The optimal harvest stages for silage making (first year) under the drought conditions in the Negev was found to be at milk-dough of grain maturation in barley (cv. 'Ma'anit', cv. 'Sagiv') and 2/3 grain fill for the wheat (cv. 'Omer') due to exceed DM content.

During two growing seasons in Shoval, we found a distinct advantage in 'Ma'anit' (barley) forage yield (17-20%) compared to 'Omer' (wheat). In 2017-18 season, wheat and barley yields were 479 and 568 kg dry matter (DM)/dunam, respectively. Barley and wheat crops that were harvested at optimal stages for silage making had Similar IVRD. Silage in bales and silage in jars were similar in chemical composition and IVRD, while DM losses were 3-5%. The commercial silages of wheat and barley were similar in DM and protein content, IVRD, allowing us to formulate the two TMR with similar amount of roughage (15.9 kg silage and 1.4 kg hay). Results of *in vivo* experiment (second year) showed that eating rate of the wheat-fed cows was faster comparing to barley-fed cows and as a result their DMI was higher compared to the barley-fed cows (by 0.5 kg/d). Daily price corrected milk (PCM), fat corrected milk (FCM 4%) and energy corrected milk (ECM) yield were similar (~42 kg/d) between groups, but higher milk fat content and fat yield were greater in the barley-fed cows compared to wheat-fed cows. It should be noted that since DMI was lower in barley-fed cows, their milk production efficiency in terms of ECM/DMI and was higher. However, longer rumination time after each meal, increases rumen pH of barley-fed cows compared to the wheat-fed cows. Furthermore, wheat-fed cows were under sub-acute rumen acidosis (SARA) conditions, expressed in 12 hour/day of pH below 5.0, while barley-fed cows were not under SARA conditions. Those differences, contributed to higher *IVVD* of DM, protein and NDF in the barley-fed cows compared to the wheat-fed cows.

Results of heifers *in vivo* experiment (third year) showed no differences in DMI and rumination between barley and wheat groups.

Considering the result of all three years, we demonstrated that barley indeed have an advantage in DM yield over wheat in semi-arid conditions. By relaying on two *in vivo* experiments (both: high yielding cows and replacement heifers) we suggest that barley can make an excellent alternative for wheat as a sole forage in TMR without compromising milk, ECM and PCM yield and DMI.