משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
להנהלת ענף בקר- וועדת הזנה

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
820-0328-17	ערך מזוני של עשב הטף Eragrostis tef למעלי גירה יצרנים

ב. צוות החוקרים		
	שם משפחה	שם פרטי
חוקר ראשי	מבג'יש	סמיר
חוקרים משניים		
1	סרנגה	יהושע
2		
3		
4		
5		
6		
7		

ג. כללי			
מוסד מחקר של החוקר הראשי			
הפקולטה לחקלאות			
סוג הדו"ח	תאריכים		
	תקופת המחקר עבורה מוגש הדו"ח		תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון
שנתי	התחלה	סיום	
שנת המחקר: 3/3	שנה חודש 01 / 2016	שנה חודש 06/2018	שנה חודש 10 / 2018

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח בשקלים
הנהלת ענף בקר - משרד החקלאות	02-0021	60

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתיבת דיווחים

הטף מתאים כצמח דו-תכליתי להפקת זרעים להזנת בני אדם וביומסה הצמחית כתוצר לואי להזנת חיות משק או כצמח מספוא ראשוני. בשנה שניה של הפרויקט בחנו את הרכבם הכימי של שני זני טף הלבן והאדום שנזרעו במועדים שונים לאורך השנה. כל תכולות כימיות בממוצע לא נבדלו בין שני הזנים במועדי הזריעה השונים מאידך, גיל הצמח היתה לו השפעה מובהקת על כל התכולות. רוב התכולות בשני הזנים התנהגו באופן ריבועי יחסית לחודש הזריעה. ערכים גבוהים התקבלו בחודשי זריעה של חורף ואביב ואילו הנמוכים ביותר בקיץ ובסתיו. ניתן לראות שלקראת שלבי הפריחה (55 ו-60 ימים בזן אדום ולבן, בהתאמה) ומילו הגרעין (100 ימים בשני הזנים) תכולת האפר יורדת באופן משמעותי ומתייצבת. מאידך תכולת ה-NDF עולה לקראת שלבי הפריחה ולאחר מכן חלה ירידה לקראת שלבי מילוי הגרעין ומתייצבת לאחר מכן (שלב הקציר). תוצאות דו"ח זה תואמות לתוצאות הנתונים האגרונומיים לצמח הטף. שילוב של תוצאות אגרונומיים עם ערכים תזונתיים (תכולות ונעכלות כלל חומר יבש ודופן התא) מובילים שחודש פברואר ומרץ הם החודשים המתאימים ליבולים גבוהים של הביומסה, יבול זרעים, גובה הצמח וערכים תזותניים גבוהים של המספוא. ערכי הטף בחודשים אלו דומים לערכי חציר קטניות מאשר חציר דגנים. בשלב האחרון של הפרויקט ביצענו ניסוי מטבולי עם טלאים ומדדנו ערכי נעכלות של רכיבי הצמח השונים וערך אנרגיה מטבולית של שני זני טף ובשני מועדי קציר: שחת וקש. תוצאות מראות על ערך אנרגיה מטבולית גבוהה בשחתות (2.27 ו-2.08 מגק"ל/ ק"ג ח"י לשחת טף לבן ואדום) ואילו בקשים הערך היה 1.78 מגק"ל/ ק"ג ח"י. נעכלות חומר אורגני לשחות הנה 65% ואילו לקשים 55% ונעכלות חלבון כללי היתה 68% ו-50%, בהתאמה. מאזן חנקן מראה שהן הקש והן השחת יכולות לשמש כמנות שמספקות צרכי קיום של טלאים.

ו. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

Zehava Uni

2/10/2018

חוקר ראשי	מנהל המחלקה	מנהל המכון (פקולטה)	אמרכלות (רשות המחקר)	רשות המחקר	תאריך (שנה) (חודש) (יום)

תוכן עניינים

דו"ח לתכנית מחקר מספר: 820-0328-17 3
Abstract 4
תקציר: 5
מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי 5
הצהרת החוקר הראשי: 5
מבוא: 6
מטרות המחקר: 8
שיטות העבודה: שנה ראשונה ושניה: 8
שנה שלישית: 9
מהלך ניסוי מטבולי: 10
אנליזות כימיות: 10
תכולת חומר יבש: 10
תכולת אפר: 10
תכולת חלבון כללי: 10
תכולת פחמימות דופן התא: 10
תכולת אנרגיה במזונות, צואה, שאריות ושתן: 11
חישוב נעכלות, מקדמי מעכלות לכאורה, אנרגיה מטבולית ונטו: 11
ניתוח סטטיסטי: 11
תוצאות עיקריות: שנתיים ראשונות 12
שנה שלישית: עיקר התוצאות 21
סיכום ומסקנות: 24
סיכום עם שאלות מנחות 26

דו"ח לתכנית מחקר מספר: 820-0328-17

תקציב-039-0214

לשנת 2018, שנה שלישית מתוך שלוש

ערך מזוני של עשב הטף Eragrostis tef למעלי גירה יצרניים

The nutritional value of the Teff grass (Eragrostis tef) for ruminants

מוגש לקרן הנהלת ענף בקר - משרד החקלאות

ע"י

פרופ' סמיר מבג'יש - המחלקה לבעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, ירושלים. Sameer.mabjeesh@mail.huji.ac.il

פרופ' יהושע סרנגה - המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, ירושלים. shuki.saranga@mail.huji.ac.il

Prof. Sameer J. Mabjeesh - Department of Animal Sciences, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food, and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, P.O.B. 12, Rehovot 7610001. E-mail: Sameer.mabjeesh@mail.huji.ac.il

Prof. Yehoshua Saranga – The Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food, and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, P.O.B. 12, Rehovot 7610001. E-mail: shuki.saranga@mail.huji.ac.il

Abstract

The Tef grass is suitable as a dual-purpose plant for the production of seeds for human consumption and the byproduct plant biomass as a feedstuff for farm animals or as a primary forage. During the first two years of the project, we examined the chemical composition of the two varieties white and red Tef that were sown at different times throughout the year. On average, chemical analysis of the plant material did not differ between the two cultivars. However, the plant age and stage of maturity had a significant effect on all the contents. Most of the chemical contents in both cultivars behaved in a quadratic manner relative to the month of planting. High values were obtained during winter and spring, while the lowest in the summer and the in the fall. It can be seen that towards the flowering stages (55 and 60 days in the red and white varieties, respectively) and seeds maturity (100 days in both varieties) the ash content decreases significantly and stabilizes. On the other hand, the NDF content rises towards the flowering stages, and then decreases towards the seeds filling stages and then stabilizes (harvest stage). The results of this report are consistent with the results of the agronomic data on the Tef plant. Combining the agronomic data with nutritional values (digestibility, chemical contents, and cell wall content) showed that February and March are the best months of high yields of biomass, seed yield, plant height and highest nutrient values of the Tef. The Tef nutritional values in these months are similar to values of legumes than grasses. In the final phase of the project we performed a metabolic experiment with lambs and measured the values of the various plant components and the metabolic energy value of two different varieties at two harvesting stages: hay and straw. Results show a high metabolic energy values in hays (2.27 and 2.28 Mcal/ kg DM for white and red Tef), while the straw value was 1.78 Mcal/ kg DM. Organic matter digestibility the hay was 65%, while for straw was 55% and crude protein digestibility was 68% and 50%, respectively. Nitrogen balance showed that both straw and hay can be used as a sole diet to satisfy maintenance requirements.

תקציר:

הטף מתאים כצמח דו-תכליתי להפקת זרעים להזנת בני אדם וביומסה הצמחית כתוצר לואי להזנת חיות משק או כצמח מספוא ראשוני. בשנה שניה של הפרויקט בחנו את הרכבם הכימי של שני זני טף הלבן והאדום שנזרעו במועדים שונים לאורך השנה. כל תכולות כימיות בממוצע לא נבדלו בין שני הזנים במועדי הזריעה השונים מאידך, גיל הצמח היתה לו השפעה מובהקת על כל התכולות. רוב התכולות בשני הזנים התנהגו באופן ריבועי יחסית לחודש הזריעה. ערכים גבוהים התקבלו בחודשי זריעה של חורף ואביב ואילו הנמוכים ביותר בקיץ ובסתיו. ניתן לראות שלקראת שלבי הפריחה (55 ו-60 ימים בזן אדום ולבן, בהתאמה) ומילו הגרעין (100 ימים בשני הזנים) תכולת האפר יורדת באופן משמעותי ומתייצבת. מאידך תכולת ה-NDF עולה לקראת שלבי הפריחה ולאחר מכן חלה ירידה לקראת שלבי מילוי הגרעין ומתייצבת לאחר מכן (שלב הקציר). תוצאות דו"ח זה תואמות לתוצאות הנתונים האגרונומיים לצמח הטף. שילוב של תוצאות אגרונומיים עם ערכים תזונתיים (תכולות ונעכלות כלל חומר יבש ודופן התא) מובילים שחודש פברואר ומרץ הם החודשים המתאימים ליבולים גבוהים של הביומסה, יבול זרעים, גובה הצמח וערכים תזותניים גבוהים של המספוא. ערכי הטף בחודשים אלו דומים לערכי חציר קטניות מאשר חציר דגנים. בשלב האחרון של הפרויקט ביצענו ניסוי מטבולי עם טלאים ומדדנו ערכי נעכלות של רכיבי הצמח השונים וערך אנרגיה מטבולית של שני זני טף ובשני מועדי קציר: שחת וקש. תוצאות מראות על ערך אנרגיה מטבולית גבוהה בשחתות (2.27 ו-2.08 מגק"ל/ ק"ג ח"י לשחת טף לבן ואדום) ואילו בקשים הערך היה 1.78 מגק"ל/ ק"ג ח"י. נעכלות חומר אורגני לשחות הנה 65% ואילו לקשים 55% ונעכלות חלבון כללי היתה 68% ו-50%, בהתאמה. מאזן חנקן מראה שהן הקש והן השחת יכולות לשמש כמנות שמספקות צרכי קיום של טלאים.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי

1. דר' יהושע מירון, מכון וולקני
2. פרופ' צבי וינברג, מכון וולקני.
3. פרופ' חיים תגרי, פקולטה לחקלאות.

הצהרת החוקר הראשי:

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים בסיס לצורך לחקלאים: כן, אבל מבקש דחיית פרסום הדוח בשנה על מנת לאפשר פירסום התוצאות בכתב עת מדעי.

חתימת החוקר: _____ **תאריך: 01/10/2018**

<u>רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר:</u> תקציר (הרצאה) בכנס מדעי הבקר 2016. ערך מזוני של עשב הטף (Eragrostis tef) למעלי גירה יצרניים. עמוד 129.

תקציר (הרצאה) בכנס מדעי הבקר 2017. ערך מזוני של עשב הטף (Tef Eragrostic) למעלי גירה יצרניים. עמוד 128.

מבוא:

הטף (*Eragrostis tef*) הוא גידול דגני חד-שנתי בעל האבקה עצמית ומסלול פוטוסינתטי של C4. הטף מוגדר כצמח דגני טרופי-ממוזג והפריחה שלו תלויה באורך היום ומתרחשת ב-12 שעות אור (Stallknecht et al., 1993). ניתן לזהות סימנים לשימוש בצמח הטף בתקופות הציוויליזציה המוקדמות בשנות 3359 לפני הספירה (Mengesha, 1966). בניגוד להתפשטות השימוש בדגניים אחרים בתקופת הציוויליזציה הקדומה, גידול והשימוש בטף נשאר מצומצם לארצות אתיופיה, הודו ומושבותיה ואוסטרליה (Anon, 1894). זרעי הטף מספקים עד היום כשני שליש מצרכים התזונתיים של בני אדם באתיופיה, בעוד ששאר העולם כמעט ולא מכיר את הטף כגידול חקלאי לייצור מזון (Stallknecht et al., 1993). לצמח הטף יכולת אקלום לטווח רחב של תנאי גידול בדומה לגידולים אחרים ששמשו הציוויליזציה האנושית הקדומה. הטף יכול לגדול בתנאי אדמה שוליים עם תנאי יושב קיצוניים. הטף מצטיין בעונת גידול קצרה יחסית לייצר זרעים לצריכת בני אדם וביומסה צמחית לצריכת חיות משק (Stallknecht et al., 1993). הבשלת הזרעים מתרחשת בגיל 90-130 ימים, תלוי בזן ובתנאי הגידול. הזרעים זעירים מאד ומספרם מגיע לכ-2.6 מיליון לק"ג. גובה הצמח הבוגר מגיע ל--76 107 ס"מ (Miller, 2010b).

הטף מכיל כ - 300 מינים (Costanza, 1974). אך ניתן לחלק את זני הטף לשלוש קטגוריות עיקריות לפי צבע הגרגר – גרגר לבן הוא זן מנגה (White teff) המועדף ודורש תנאי גידול מוקפדים יותר מהזנים האחרים. גרגר אדום (red teff) – זן מעורב הנחשב פחות איכותי למרות תכולות הברזל הגבוהות שבו וזן בעל גרגר חום כהה (brown teff) (Piccinin, 2002). זני המנגה והלבן שהזרעים שלהם נחשבים לאיכותיים יותר נצרכים על ידי שכבת העשירים והמבוססים והזנים האדום והמעורב שנחשבים לאיכותיים פחות נצרכים על ידי העניים יותר (Provost and Jodson, 2014)

לאחר חשיפת הטף למדענים אמריקאים וגילוי הפוטנציאל לשימוש בו כצמח מספוא, החל החיפוש אחרי זנים לטיפוח לצרכי ייצור מספוא (Miller, 2010b). עקב מחקרים במדינות דרום דקוטה ואורגון החל הטף בעשור האחרון לצבור מומנטום כצמח מספוא ואף טופחו זנים חדשים למטרה זו (Miller, 2010a). בהתאם לפרסומים של המשרד לגידולי מספוא האמריקאי, ביקוש לטף כצמח מספוא קיצי הולך וגובר בגלל היבול הרב של הצמח יחסית להשקעה נמוכה. הסוד לעליה בביקוש לצמח כמקור למספוא בארצות הברית טמון בטעימות גבוהה לבעלי חיים, ערך מזוני גבוה, צמיחה ויבול גבוהים,

עמידות לתנאי יובש והתמודדות עם צמחיה פולשת בלתי רצויה (Burton, 2009, Miller, 2010b, Bates et al., 2011). בהתאם לספרות האמריקאית הצמח נחשב לבעל טעימות ונצרך היטב על ידי בעלי חיים בגלל היותו בעל גבעולים עדינים ועשיר בעלים רכים (Davison et al., 2011). בהתאם לדיווחי חקלאים אמריקאים חיות משק מעדיפות אותו על צמחי מספוא דגניים אחרים (Miller, 2010b). מהתנסות ראשונית שלנו בדיר הפקולטה לחקלאות עם זנים שנקצרו בארץ, העזים צרכו אותו בתיאבון רב. קצב גדילת הטף המדווחת מהירה יחסית והצמח מוכן לקציר ראשון כמספוא 40-50 ימים לאחר הזריעה ולאחר מכן ניתן לקצור כל 30 ימים תלוי באזור הגיאוגרפי (Miller, 2010a). היבול הממוצע לטף בארה"ב, למשל בדרום דקוטה, משתנה במקומות שונים ונע בין 4 ל-11 טון להקטר תלוי בתנאי השקיה, במועד הזריעה ומספר הקצירים (Stallknecht et al., 1993). במדינת מונטנה היבול לקציר נע בין 2.2 ל-15 טון להקטר לקציר בודד. כמו כן, יבול הזרעים משתנה בהתאם למועד הזריעה ותנאי ההשקיה (Stallknecht et al., 1993). הטף נחשב לצמח מספוא פרמיום לחיות משק רבות כמו בקר לחלב ובשר, צאן וסוסים. תכולת חלבון כללי בצמח בהתאם לספרות נעה בין 9-14%, NDF; 53-65%, ADF; 32-38% וערך TDN של 55-64% על בסיס חומר יבש (Miller, 2009). הטף נחשב לצמח עשיר בסידן וזרחן. ערכי אשלגן נרשמו בשחת כ- 2.5-3% בחומר היבש. בתנאי דישון רגילים תכולת הניטראטים והניטריטים נמוכות (Miller, 2010b). בניסויים שנערכו בסוסים על צריכת הטף והעדפתו על צמחי מספוא אחרים (כמו אספסת או עשב טימותי) נתגלה שסוסים לאחר הסתגלות צרכו אותה כמות של טף שנקצר לפני פריחה (McCown et al., 2012). בניסוי אחר בסוסים שנערך על הערך התזונתי של טף שנקצר בשלושה מועדים שונים: לפני פריחה (boot), פריחה מוקדמת ופריחה מאוחרת, צריכת חומר יבש היתה נמוכה ביותר בשלבי הפריחה המאוחרת עם תכולת NDF הגבוה. בהתאם לכך צריכת אנרגיה נעכלת בשלבי הבגרות המוקדמים של הטף סיפקה 90-97% מהצרכים התזונתיים של הסוסים בתנאי המחקר (Staniar et al., 2010). כאמור הטף נחשב לעשב המועדף על ידי בקר במרעה ופרות חלב בזכות הערך המזוני הגבוה של הביומסה הטריה/ צעירה (Miller, 2010b).

לאחרונה, נבחנו בארץ שני זנים של טף לגרעינים לייצור ושימוש מקומי. הזנים שנוסו משתייכים לקבוצות הלבן והאדום. בצענו אנליזה כימית כללית לשני הזנים של חומר וגטטיבי לאחר הקציר לצורך הפקת הזרעים. למראית עין שני הזנים נראו ירוקים ודומים יותר לשחת מאשר קש. מבחינה מורפולוגית הצמח נראה בעל עלים וגבעולים עדינים ונצרך היטב על ידי עיזים והועדף על מנת הבליל הרגילה בדיר המטבולי בפקולטה לחקלאות. אנליזה כימית של הביומסה הווגטטיבית ומבחן נעכלות במבחנה לאחר הקציר והפקת הזרעים הניבה את התוצאות המתוארות בטבלה מספר 1. תוצאות אלו מבטיחות ומאשרות את המידע הקיים בספרות מבחינת ערך אנרגיה נעכלת, תכולת חלבון כללי ו-NDF.

אנו רואים הזדמנות בגידול הטף כגידול חקלאי למטרות מספוא וגם כגדול דו תכליתי להפקת הזרעים למאכל בני אדם וניצול הביומסה הצמחית לאחר קציר כמספוא לחיות משק יצרניות. על מנת להכיל את הטף במנות חיות משק יש לבצע מחקרים בסיסים ברמת המבחנה ובבעל החיים השלם על מנת לקבוע את ערכו התזונתי והכלכלי. מדווחים בספרות, הטף יכול לשמש כצמח מספוא בשלבים הווגטטיביים (לפני הפריחה והבשלת זרעים) ואף הנו צמח שניתן לשמרו בצורות שונות כמו שחת ותחמיץ.

טבלה מס' 1. הרכב כימי וערך נעכלות במבחנה לשני זני טף לאחר קציר והפקת זרעים.

	תכולות (%) על בסיס חומר יבש*						
ביומסה צמ	ח"י	ח"א	NDF	ADF	ליגנין	ח"כ	TDN
טף אדום	89.4	90.6	72.1	38.0	5.18	9.41	41.8
טף לבן	87.3	91.4	68.9	36.4	4.17	10.9	46.6

*ח"י = חומר יבש, ח"א = חומר אורגני, ח"כ = חלבון כללי, TDN = נעכלות חומר יבש.

מטרות המחקר: הטף מתאים לשמש כצמח דו-תכליתי להפקת זרעים להזנת בני אדם וביומסה הצמחית כתוצר לואי להזנת חיות משק או כצמח מספוא ראשוני. במהלך השנתיים הראשונות (2015-16) בחנו את הרכבם הכימי וערכם התזונתי של שני זני טף הלבן והאדום שנזרעו במועדים שונים לאורך השנה ולחשב אומדן של ביומסה צמחית ליחדת שטח כמספוא לחיות משק יצרניות. בשנה השלישית של הטף בחנו בניסוי in vivo בטלאים את ערכי נעלכות של רכיבי המנה השונים ומדדנו ערך אנרגיה מטבולית ומאזן חנקן.

שיטות העבודה: שנה ראשונה ושניה:

זריעת שני זני טף (לבן ואדום) בוצעה בחווה החקלאית "שלומית" ברחובות. זריעת הטף החלה מחודש פברואר עד חודש אוקטובר במהלך שנתיים (2015-16). הטף נזרע בערוגה באורך כ-47 מטר ורוחב של 1.1 מטר. הערוגה חולקה לשמונה מקטעים שווים ובכל מקטע 6 שורות ששטחם מטר מרובע עם רווח בין השורות של 15 ס"מ. לפני הזריעה כל חלקה רוססה נגד עשבים שוטים ולא נעשה טיפול נוסף במהלך הגידול ועד הקציר. במהלך גידול הצמח החלקות הושקו ודושנו בפרוטוקולים סטנדרטיים בכל

המועדים. בערוגה נזרעו שני הזנים באופן שווה ובצפיפות שונה (אומד) בכל מקטע. הזרעים נזרעים במרחק מנימאלי בגלל גודלם המזערי. הדיגומים של הירק נעשו בזמנים שונים לאחר הזריעה. בממוצע הצמח מגיע לפריחה ותחילת מילוי הגרעין בגיל חודשיים. מילי הגרעין נמשך כחודש ולאחר מכן שלב הקציר להפקת זרעים. הדיגומים במהלך השנתיים של הצמח השלם נמשכו כל עוד ניתן היה לדגום את הצמח. לכן, במועדים שונים מספר הדיגומים היה שונה בהתאם למצב הפיזולוגי של הצמח. דוגמאות הטף נאספו מהחווה באופן אקראי וידני על ידי חיתוך באמצעות מזמרה. מיד לאחר איסוף דוגמאות הצמח נשקלו והוכנסו לתנור מסוחרר לצורך ייבוש ב-65 מ"צ במשך 48 שעות. הצמח היבש נטחן במטחנת פטישים לגודל של 4 מ"מ ולאחר מכן, נטחן במטחנת סכינים לגודל של 2 מ"מ ואוחסן בקירור להמשך אנליזות.

בשלב זה של הפרויקט נמדדו על הדוגמאות היבשות תכולות חומר יבש מוחלט, אפר, חלבון כללי, פחמימות דופן התא ונעלכות במבחנה של חומר יבש ודופן התא (NDF). במקביל לאנליזות שלנו נמדדו ממדים אגרוטכניים על הצמח במועדים השונים. העבודה המקבילה נעשתה על מר ג'ג'או בימרו במסגרת עבודת גמר בהנחיית פרופ' יהושע סרנגה מהמכון למדעי הצמח בפקולטה לחקלאות. הנתונים האגרוטכניים על צמח הטף נלקחו באדיבות מעבודת הגמר שפורסמה בדצמבר 2016.

שנה שלישית:

בשנה השלישית המחקר התמקד בהערכת ערך נעכלות בבעל החיים השלם של שני זני הטף האדום והלבן בשני שלבי בגרות להכנת מספוא למעלי גירה. גידול הטף התבצע בחלקות מסומנת בקיבוץ סעד בחודשי האביב שנתגלו כמזרעים הטובים ביותר מבחינת הערך התזונתי, יבול והנעכלות במבחנה. משני הזנים נזרעו ארבע חלקות של חצי דונם לצורך הכנת המספוא. הוכנו ארבע בלות של 500-700 ק"ג של חציר כאשר שניים הוגדרו כשחת ושניים קש. הצמח להכנת השחת נקצר במילוי גרעין חלקי ונשאר בשדה להקמלה לתכולת חומר ישב של 85%. מאידך, הקש נקצר לאחר מילוי מלא של גרעין והבשלתו, מעשית הצמח היה יבש עם תכולת חומר יבש של 85-90%. במקרה של הקש, בוצע דייש להפקת הזרעים ולאחר מכן הגיבוב. לאחר הגיבוב הבלות הובלו לדיר הפקולטה לחקלאות לביצוע ניסוי מטבולי עם טלאים.

לצורך ביצוע הניסוי, 8 טלאים בגיל 4 חודשים נרכשו ממשק מסחרי לאחר חיסונים ובדיקה פזיקאלית על ידי רופא. הטלאים היו משני המינים במשקל ממוצע של 40 ק"ג (4 זכרים ו-4 נקבות). הניסוי התבצע במתכונת ריבוע לטיני 4X4 כפול כך שהיו 8 חזרות ביולוגיות לכל טיפול. הטיפולים היו: שחת טף אדום, שחת טף לבן, קש טף אדום וקש טף לבן. המנה הכילה אך ורק טף, בידיעה שצריכה חושפית של הטף (בהתאם להרכב הכימי וצריכת חומר יבש מחושבת לפי מודל NRC, 2007) תספק צרכי קיום עם גדילה מנימלית. בהתבסס על נתוני הנעכלות במבחנה משנה א' ו-ב' חושבו ערכי אנרגיה מטבולית ונטו לקיום. ההנחה שהטלאים יהיו ברמת קיום התבססה על תכולת ה-NDF הגבוהה בצמח כבר מגילאים

צעירים מה שמשאיר את צמח הטף כעני בפחמימות זמינות למרות שבשחתות קיימת תכולת חלבון כללי גבוהה.

מהלך ניסוי מטבולי:

הניסוי וכל המהלכים שיש בו אושרו על ידי הוועדה המוסדית לביצוע ניסויים בבעלי חיים.

הטלאים חולקו לשתי קבוצות של 4 פריטים (2 נקבות ו-2 זכרים) והוחזקו בחדרים מטבולים על רפד קש וזבל. החדרים היו ממוזגנים והטמפ' הממוצעת היתה 22 מ"צ עם 40% לחות יחסית. האורות נדלקו ב-0600 וכובו ב-1800 לכל אורך תקופת הניסוי. תקופת התאקלמות למזון ארכה שבועיים בחצרות ולאחר מכן, הטלאים הועלו לכלובים מטבוליים לתקופה נוספת של שבועיים להתאקלמות. הטלאים בכל בוקר, בעת ניקוי הכלובים הורדו לחצרות בחדרים לתקופה של 3-2 שעות לתרגול ומתיחת שרירים. בתקופת האדפטציה צריכת המזון כוונה לשאריות של 5%. בעקבות תקופת האדפטציה למנה והכלוב (4 שובועות) החלה תקופת האיסוף שהכילה 5 ימים (מיום א ועד יום ו). לאחר תקופת האדפטציה הראשונית, המשך הניסוי הכיל תקופת שבועיים של אדפטציה למזון החדש ו-5 ימי איסוף. מזונות, שאריות וצואות נאספו בכל בוקר בתקופת האיסוף, נשקלו והוכנסו לשקיות ניילון עם סימון מתאים להקפאה עד לאנליזות. בכל תקופת איסוף, לקראת שלושת הימים האחרונים הוחדרו קטטרים לאיסוף שתן מהנקבות. בשלושת הימים הנ"ל הטליות קיבלו טיפול אנטיביוטי מנעתי. השתן נאסף לשקיות ייעודיות שסומנו מראש והוכנס בהם חומצה סולפורית בריכוז של 10%. השקית הריקה ומשקל החומצה נרשמו. השקיות המלאות בשתן, נשקלו והוקפאו עד לנאליזות.

אנליזות כימיות:

תכולת חומר יבש:

תכולת חומר יבש בחציר, צואה, שאריות ושתן נמדדה בתנור יבוש עם אויר מסוחרר ב-65 מ"צ במשך 48 שעות ואילו תכולת חומר יבש מוחלט נמדדה ב-105 מ"צ במשך לילה (A.O.A.C., 1990).

תכולת אפר:

תכולת האפר נבדקה בדוגמאות באמצעות שריפה ב-600 מ"צ במשך שלוש שעות (A.O.A.C., 1990).

תכולת חלבון כללי:

קביעת תכולת חלבון כללי (NX6.25) בדוגמאות נעשתה בהתאם לשיטת Kjeldhal (A.O.A.C., 1990).

תכולת פחמימות דופן התא:

תכולות פחמימות דופן התא (NDF, ADF, Lignin) נקבעו בהתאם לפרוטוקול בשלבים העוקבים של וואן זויאסט (Van Soest et al., 1991) המותאמת לשיטת שקיות הניילון של חברת ANKOM המריקאית.

תכולת אנרגיה במזונות, צואה, שאריות ושתן:

תכולת אנרגיה כללית נמדדה בדוגמאות יבשות וטחונות בקלורימטר פצצה (Parr 6100, Parr instrument Company, Molinem IL).

חישוב נעכלות, מקדמי מעכלות לכאורה, אנרגיה מטבולית ונטו:

חישוב נעכלות או מדקמי נעכלות לכאורה של רכיבי המנה השונים היה בהתאם לנוסחה:

נעכלות לכאורה = רכיב נצרך – רכיב בצואה (גר', קק"ל ליום

מקדם נעכלות, % = $\left(\frac{\text{רכיב במנה} - \text{רכיב בצואה}}{\text{רכיב במנה}}\right)*100$

אנרגיה מטבולית חושבה בהתאם למודל AFRC (1993) בהנחה שהפסדי אנרגיה במתאן מהווים 6% מאנרגיה כללית נצרכת. אנרגיה מטבולית ונטו לקיום חושבה בהתאם לנוסחאות NRC (2007) בחוברת הצאן, יש לציין שהחישובים זהים לחישובים של בקר מחוברת NRC (1996). מאזן חנקן בוצע בהתאם לצריכת חנקן פחות הפסדים בצואה ובשתן.

ניתוח סטטיסטי:

המודל הסטטיסטי באמצעותו התוצאות השונות נותחו היה Mixed factorial repeated measures בתוכנת JMP pro 12.0.1 של SAS institute Inc. 2015.

המודל היה: $Y_{ijk} = \mu.... + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\rho\beta)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$

כאשר השפעות עיקריות (α,β) היו זן, מועד הדיגום (גיל ρ_i) , אינטראקציה ביניהם ושגיאה כללית (שאירית). הנתונים מוצגים בטבלאות או בגרפים כ-LSMeans עם SEM לכל מועד זריעה בנפרד. קורלקציות מדרגה ראשונה, שניה או שלישית בין מדדים ומועדי זריעה שונים בוצעה על ממוצעים כללים לכל תקופת הדיגום. השפעה מובהקת נשקלה כאשר $P< 0.05$. הפרדת ממוצעים התבצעה באמצעות מבחן Tukey HSD המחמיר כאשר ההשפעה היתה מובהקת.

הניסוי המטבולי נותח במתכונת ריבוע לטיני כפול כאשר השפעות עיקריות היו של טלה, טיפול וסיבוב והאינטראקציה ביניהם. בזמן שנתגלה שאין אינטראקציה המודל הסטטיסטי הופחת בהתאם. חישובים של תוצאות הקשורות בניסויי עם הטליות בוצע באמצעות ANOVA כאשר השפעה עיקרית היתה הטיפול והטליה כאפקט אקראית. השפעה מובהקת נשקלה כאשר $P< 0.05$. הפרדת ממוצעים התבצעה באמצעות מבחן Tukey HSD המחמיר כאשר ההשפעה היתה מובהקת.

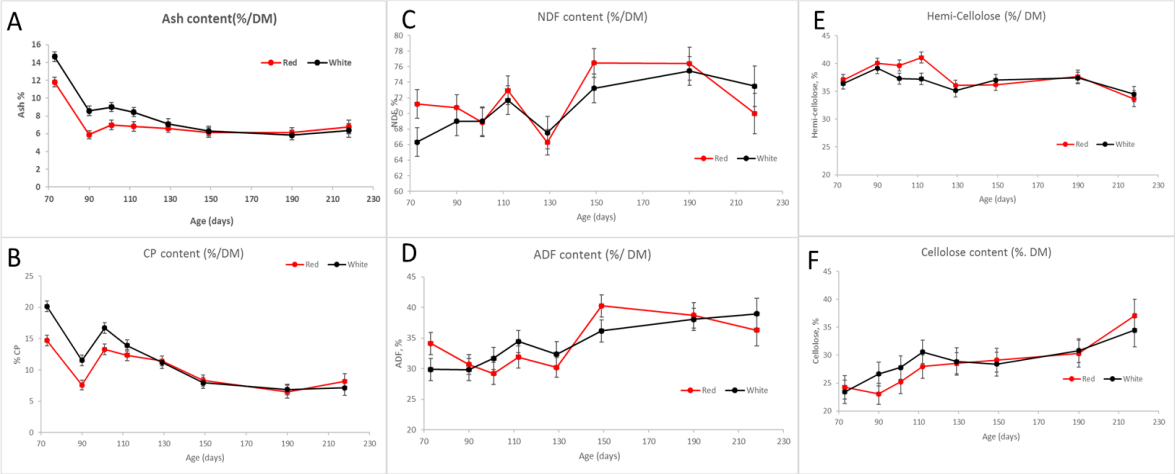
תוצאות עיקריות: שנתיים ראשונות

תוצאות אנליזות כימיות המוצגות הנם שילוב של השנתיים 2015-16 לכל מועד זריעה. שילוב זה נעשה לאחר שלא היו הבדלים מובהקים בין ובתוך הנתונים במהלך השנתיים של הפרויקט.

תוצאות המוצגים בטבלה מס' 2 והגרפים הנלוים (גרף 1, A עד F) מתארים את תכולות אפר, חלבון כללי ופחמימות דופן התא. הבדלים בתכולות בין הזנים התקיימו בתכולות האפר וחלבון כללי ואילו השפעת הגיל היתה מובהקת לשני הזנים. תכולת חלבון כללי הממוצעת של הזן הלבן ביתה גבוה יותר (P< 0.001) מאשר בזן האדום. מגמה דומה היתקיימה בתכולת האפר. במהלך התקדמות גיל הצמח תכולות חלבון כללי ואפר ירדו. תכולת חלבון כללי לקראת הפריחה ירדה באופן מובהק ועלה בשלב מילוי הגרעין ולאחר מכן ירדה באופן מתון בצמח הבוגר (P< 0.0001). תכולת פחמימות דופן התא (NDF, ADF וצילולוזה) עם הגיל עלו עד לשלב מילוי גרעין ולאחר מכן התייצבו. תכולת המיצילולוזה לאחר שלב מילוי הגרעין (130 יום).

טבלה מס' 2 . השפעת גיל הצמח בימים על הרכב כימי בשני זני הטף: אדום (בכיר) ולבן (אפיל; % על בסיס חומר יבש). מועד זריעה פברואר. מספרים מוצגים כ-LSmeans.

מועד זריעה	זן	גיל (ימים)	תכולות (%)				
פברואר			CP	NDF	ADF	הימיצילולוזה	צילולוזה	אפר
	אדום	73	14.71	71.21	34.15	37.06	24.26	11.81
		90	7.59	70.75	30.70	40.06	23.07	5.88
		101	13.28	68.85	29.20	39.65	25.25	6.98
		112	12.36	72.97	31.90	41.07	27.97	6.83
		129	11.43	66.28	30.21	36.07	28.52	6.61
		149	8.31	76.48	40.29	36.19	29.12	6.15
		190	6.52	76.40	38.74	37.66	30.29	6.11
		218	8.19	69.98	36.31	33.67	37.05	6.77
	לבן	73	20.16	66.31	29.87	36.44	23.43	14.68
		90	11.52	68.99	29.83	39.16	26.63	8.57
		101	16.70	68.99	31.68	37.30	27.80	9.00
		112	13.91	71.70	34.47	37.24	30.58	8.43
		129	11.20	67.53	32.38	35.15	28.86	7.09
		149	7.94	73.22	36.19	37.03	28.39	6.30
		190	6.87	75.46	38.06	37.40	30.81	5.84
		218	7.15	73.49	38.98	34.50	34.47	6.37
SEM			1.75	3.65	3.62	2.00	4.21	1.07
השפעות עיקריות P<								
זן			0.001	0.359	0.999	0.099	0.547	0.0002
גיל			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001
זן*גיל			0.006	0.600	0.305	0.374	0.889	0.017



גרף מס' 1. תיאור גרפי של תכולות (על בסיס חומר יבש) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה פברואר. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. נתונים סטטיסטיים בגוף טבלה מס' 2. A תכולת אפר, B תכולת חלבון כללי, C תכולת NDF, D תכולת ADF, E תכולת המיצילולוזה ו-F תכולת צילולוזה.

השפעת הגיל היתה דומה בין כל המזרעים שמוצגים ואילו השפעת הזן לא היתה עקבית. תוכלת חלבון כללי ואפר במזרע מרץ היתה גבוה יותר בזן הלבן בהשוואה לאדום ($P< 0.0001$). תכולת חלבון הגבוה ביותר (22.5%) התקבלה בגיל 73 ימים בזן הלבן בהשוואה ל-16.4% בזן האדום. במזרע אפריל כל התכולות היו דומות בין שני הזנים והשפעת גיל הצמח נשמרה. תוצאות של שני מועדי הזרעיה הנ"ל מובאות בטבלאות מס' 3 ו-4 והגרפים הנלוים (גרף מס' 2 ו-3). ניתן להסביר השפעות אינטראקציה בין הזן לגיל בהתנהגות שונה בין הזנים לקראת גיל מתקדם של הצמח ונזקפת לזן הלבן (גרפים 2 ו-3). כמו כן, ניתן לראות שתכולת חלבון כללי בממזרעים השונים היתה שוניה בין המועדים. בממוצע תכולת החלבון במזרע אפריל בצמח הצעיר היתה גבוה ביותר. במזרע מרץ תכולת החלבון עלתה לקראת הפריחה ותחילת מילוי הגרעין (גרף מס' 2) ואילו במזרע אפריל תכולת החלבון המשיכה לרדת מגיל 40 יום באופן תלול לקראת סוף הדיגום (גרף מס' 3 B).

תוצאות מזרעי יוני, אוגוסט ואוקטובר יוצגו בצורה גרפית בלבד (גרפים 4, 5 ו-6). במזרע יוני השפעות עיקרות היו של הזן בתכולת חלבון כללי ($P< 0.046$) ואילו השפעת הגיל היתה מובהקת לשני הזנים על כל התכולות. בממוצע תכולת חלבון כללי בצמח הטף במזרע יוני היתה נמוכה יותר מאשר חודשי האביב-וחורף (בבמוצע 10% בכל הגילאים כולל צמח צעיר בהשוואה לערכים מעל 20% במזרעי האביב). תכולת האפר במזרע אוגוסט (גרף 5 A) התנהגה באופן שונה ממזרעים אחרים כאשר בגיל צעיר ומבוגר התכולה היתה גבוהה ביותר ואילו בגיל פריחה ומילוי גרעין היתה נמוכה ביותר. תכולת חלבון במזרע אוגוסט (גרף 5 B) היתה מובהקת בין הזנים כאשר לזן הלבן היתה יתרון בין הימים 60-90 ימים. ואילו במזרע אוקטובר לא היה הבדל בין הזנים. שאר התכולות

התנהגו באופן דומה לשאר המזרעים. תכולץ דופן התא NDF עלתה עם גיל הצמח ביחד עם עליה בתכולת הצילולוזה וירידה בתכולת ההמיצילולוזה.

נעלות כלל חומר יבש ודופן התא (NDF) מובאים בגרפים מס' 7 ו-8 במועדי זריעה וגילאים שונים. נעכלות חומר היבש ו-NDF במזרעי פברואר מרץ ואפריל הושפעו הן מהזן והן מהגיל (P< 0.001). יתרון בולט היה לזן הלבן על הזן האדום. נעכלות חומר יבש ו-NDF המקסימאלית שהתקבלה בשני הזנים בצמח הצעיר (60-90 ימים) היתה כ-80% וירדה באופן תלול לקראת סוף תקופת הגידול (קש) לערכים של עד ל-30% תלוי במועד הזריעה, גיל והזן.

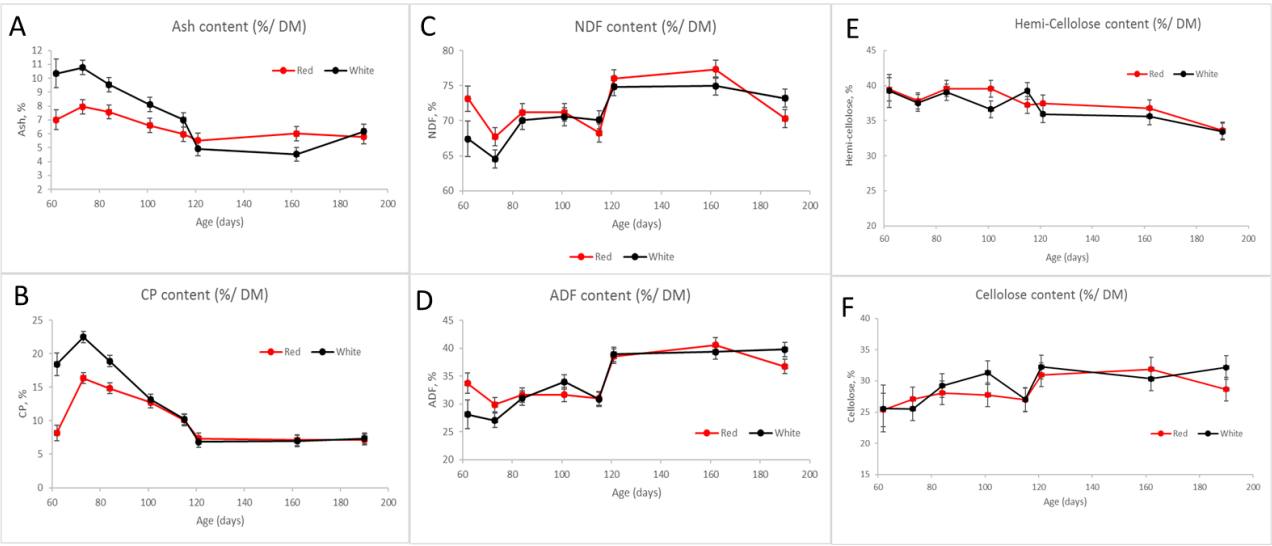
נעכלות כלל חומר יבש ו-NDF בחודשי הקיץ (יוני אוגוסט) והסתיו (אוקטובר) הושפעה רק מגיל הצמח ולא מהזן. בממוצע ערכי הנעלות בחודשים הנ"ל היו נמוכים יותר מאשר חודשי החורף והאביב (גרפים מס' 7 ו-8).

טבלה מס' 3 . השפעת גיל הצמח בימים על הרכב כימי בשני זני הטף: אדום (בכיר) ולבן (אפיל; % על בסיס חומר יבש). מועד זריעה מרץ. מספרים מוצגים כ-LSmeans.

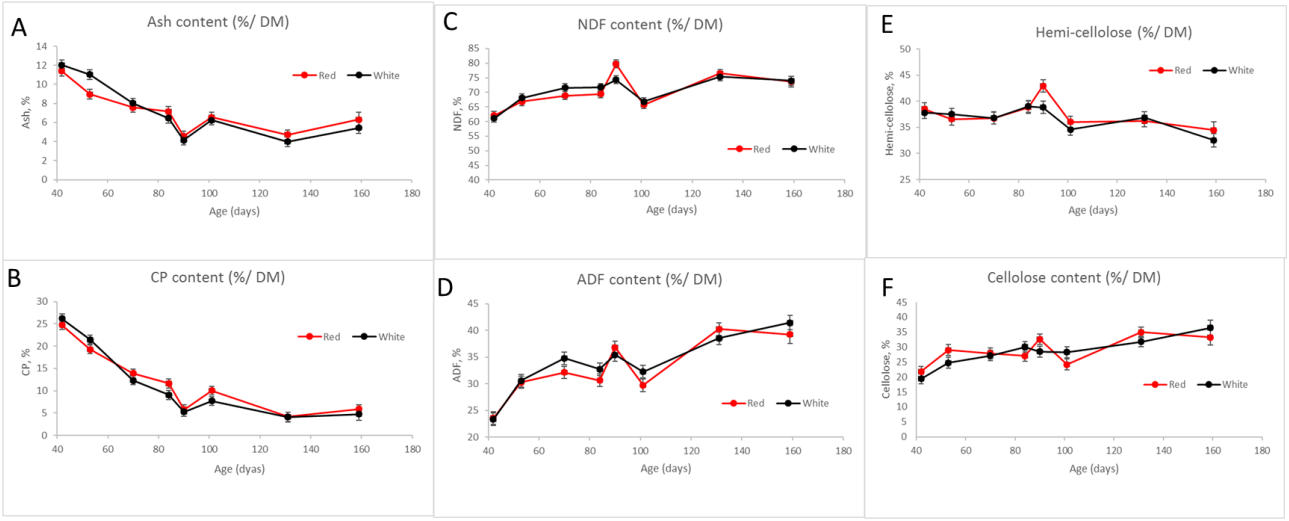
מועד זריעה	זן	גיל (ימים)	תכולות (%)					
מרץ			CP	NDF	ADF	הימיצילולוזה	צילולוזה	אפר
	אדום	62	8.17	73.14	33.69	39.44	25.34	7.01
		73	16.36	67.69	29.88	37.81	27.09	7.95
		84	14.83	71.17	31.60	39.57	28.07	7.57
		101	12.71	71.20	31.64	39.56	27.76	6.60
		115	10.08	68.24	30.99	37.24	26.98	5.96
		121	7.34	76.03	38.54	37.48	30.95	5.52
		162	7.11	77.33	40.56	36.77	31.85	6.01
		190	7.18	70.31	36.71	33.60	28.64	5.77
	לבן	62	18.42	67.40	28.14	39.26	25.58	10.33
		73	22.48	64.55	27.02	37.53	25.53	10.76
		84	18.88	70.05	31.00	39.05	29.21	9.53
		101	13.17	70.56	33.95	36.62	31.30	8.10
		115	10.23	70.12	30.87	39.25	27.04	7.00
		121	6.86	74.85	38.93	35.92	32.23	4.91
		162	6.97	74.96	39.34	35.62	30.32	4.52
		190	7.36	73.22	39.78	33.43	32.17	6.17
SEM			1.66	2.56	2.58	2.36	3.79	1.027
השפעות עיקריות P<								
זן			0.0001	0.108	0.430	0.396	0.432	0.0004
גיל			0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.045	0.0001
זן*גיל			0.0001	0.154	0.188	0.664	0.803	0.001

טבלה מס' 4 . השפעת גיל הצמח בימים על הרכב כימי בשני זני הטף: אדום (בכיר) ולבן (אפיל; % על בסיס חומר יבש). מועד זריעה אפריל. מספרים מוצגים כ-LSmeans.

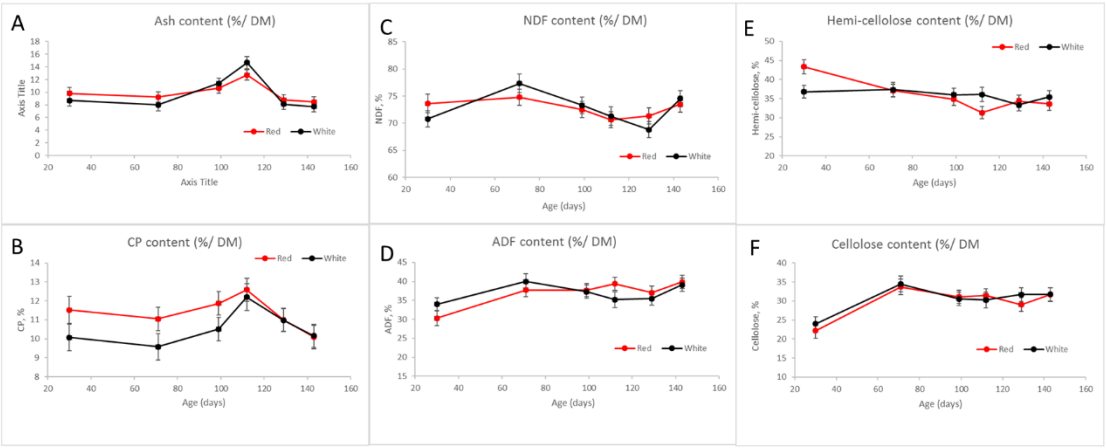
מועד זריעה	זן	גיל (ימים)	תכולות (%)					
אפריל			CP	NDF	ADF	הימיצילולוזה	צילולוזה	אפר
	אדום	42	24.77	62.09	23.54	38.54	21.79	11.41
		53	19.28	66.84	30.27	36.57	29.01	8.96
		70	13.89	68.86	32.11	36.75	27.88	7.58
		84	11.63	69.48	30.61	38.86	27.09	7.16
		90	5.81	79.74	36.79	42.95	32.66	4.57
		101	10.03	65.75	29.72	36.03	24.19	6.55
		131	4.15	76.50	40.24	36.26	34.95	4.72
		159	5.91	73.68	39.20	34.48	33.25	6.32
	לבן	42	26.20	61.16	23.32	37.84	19.44	12.03
		53	21.44	68.10	30.55	37.55	24.77	11.02
		70	12.32	71.57	34.76	36.81	27.19	8.01
		84	9.05	71.74	32.71	39.03	30.08	6.46
		90	5.29	74.28	35.42	38.86	28.50	4.15
		101	7.72	66.84	32.23	34.61	28.30	6.24
		131	4.10	75.35	38.50	36.85	31.83	3.98
		159	4.75	73.98	41.45	32.53	36.46	5.43
SEM			1.95	2.66	2.34	2.28	7.64	1.03
P< השפעות עיקריות								
זן			0.276	0.986	0.193	0.187	0.579	0.977
גיל			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
זן×גיל			0.193	0.090	0.363	0.422	0.125	0.118



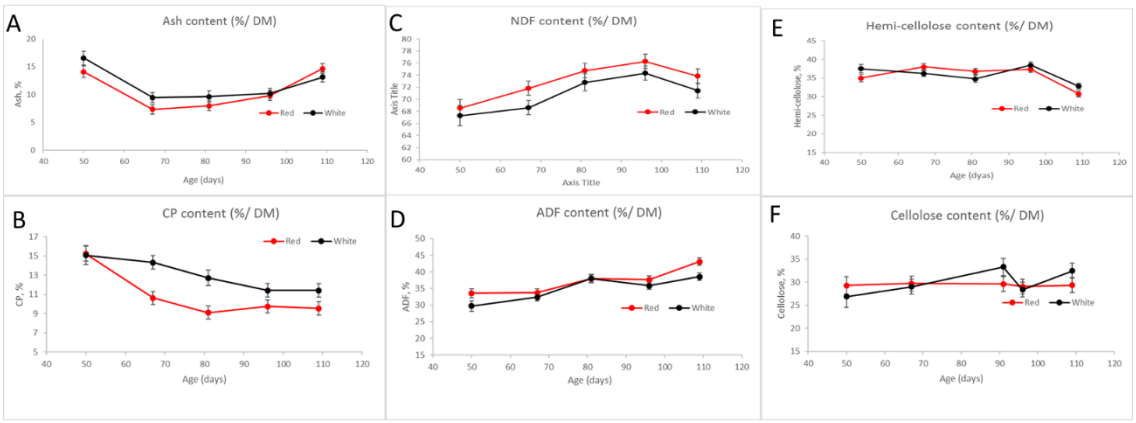
גרף מס' 2. תיאור גרפי של תכולות (על בסיס חומר יבש) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה מרץ. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. נתונים סטטיסטיים בגוף טבלה מס' 3. A תכולת אפר, B תכולת חלבון כללי, C תכולת NDF, D תכולת ADF, E תכולת המיצילולוזה ו-F תכולת צילולוזה.



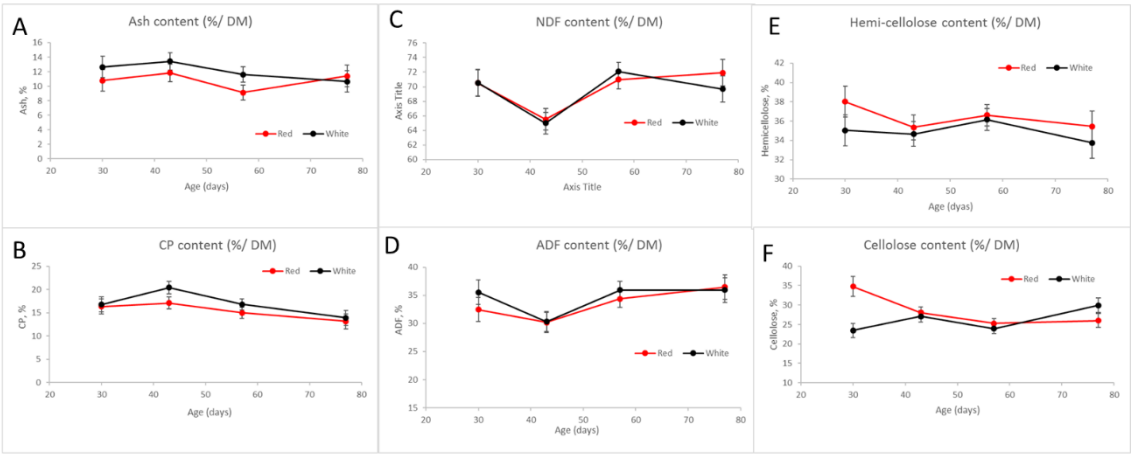
גרף מס' 3. תיאור גרפי של תכולות (על בסיס חומר יבש) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה אפריל. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. נתונים סטטיסטיים בגוף טבלה מס' 4. A תכולת אפר, B תכולת חלבון כללי, C תכולת NDF, D תכולת ADF, E תכולת המיצילולוזה ו-F תכולת צילולוזה.



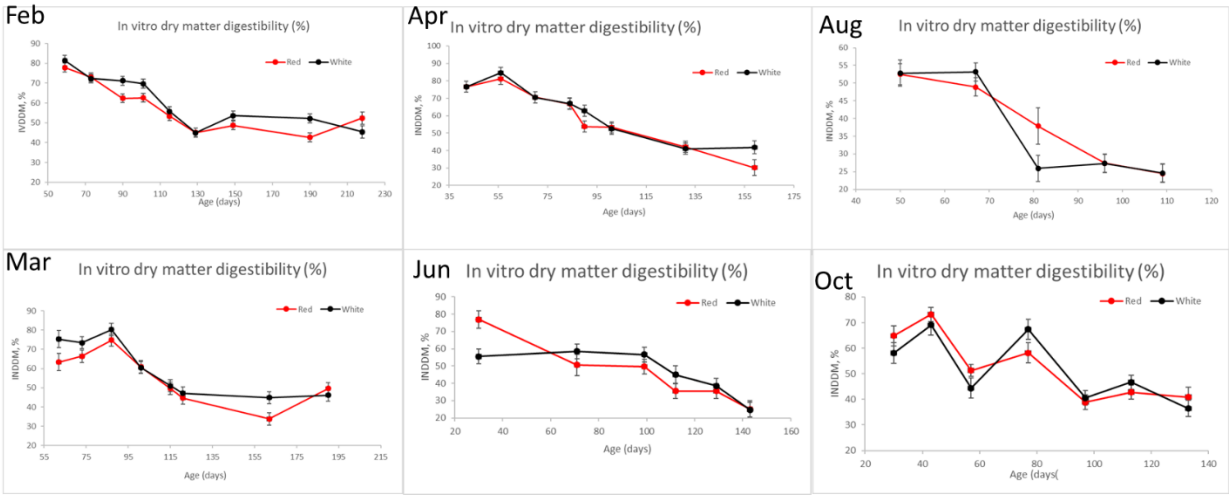
גרף מס' 4. תיאור גרפי של תכולות (על בסיס חומר יבש) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה יוני. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. A תכולת אפר, B תכולת חלבון כללי, C תכולת NDF, D תכולת ADF, E תכולת המיצילולוזה ו-F תכולת צילולוזה.



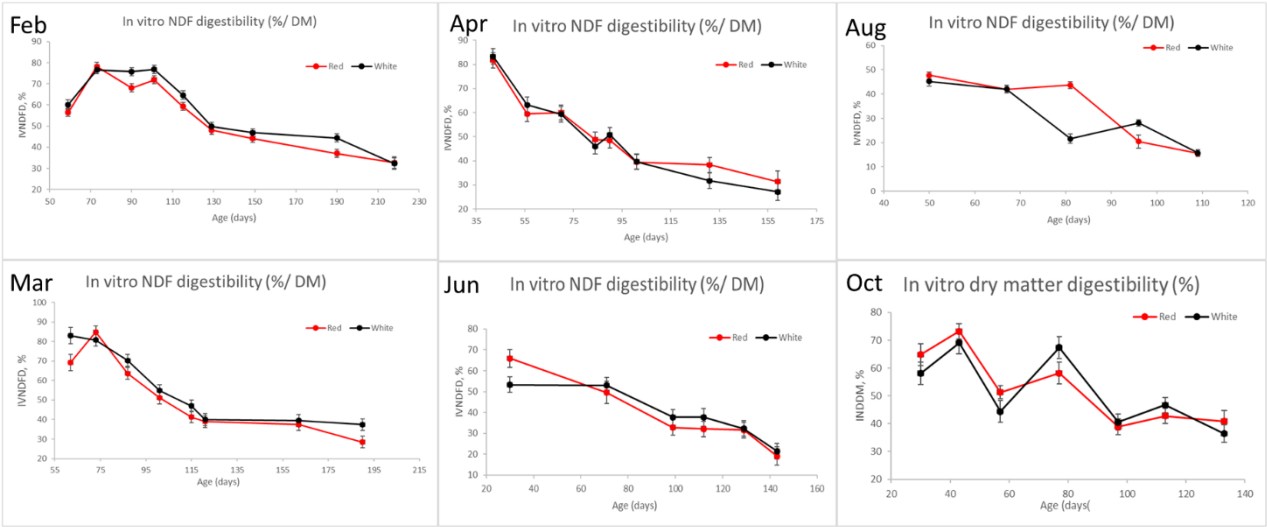
גרף מס' 5. תיאור גרפי של תכולות (על בסיס חומר יבש) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה אוגוסט. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. A תכולת אפר, B תכולת חלבון כללי, C תכולת NDF, D תכולת ADF, E תכולת המיצילולוזה ו-F תכולת צילולוזה.



גרף מס' 6. תיאור גרפי של תכולות (על בסיס חומר יבש) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה אוקטובר. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. A תכולת אפר, B תכולת חלבון כללי, C תכולת NDF, D תכולת ADF, E תכולת המיצילולוזה ו-F תכולת צילולוזה.



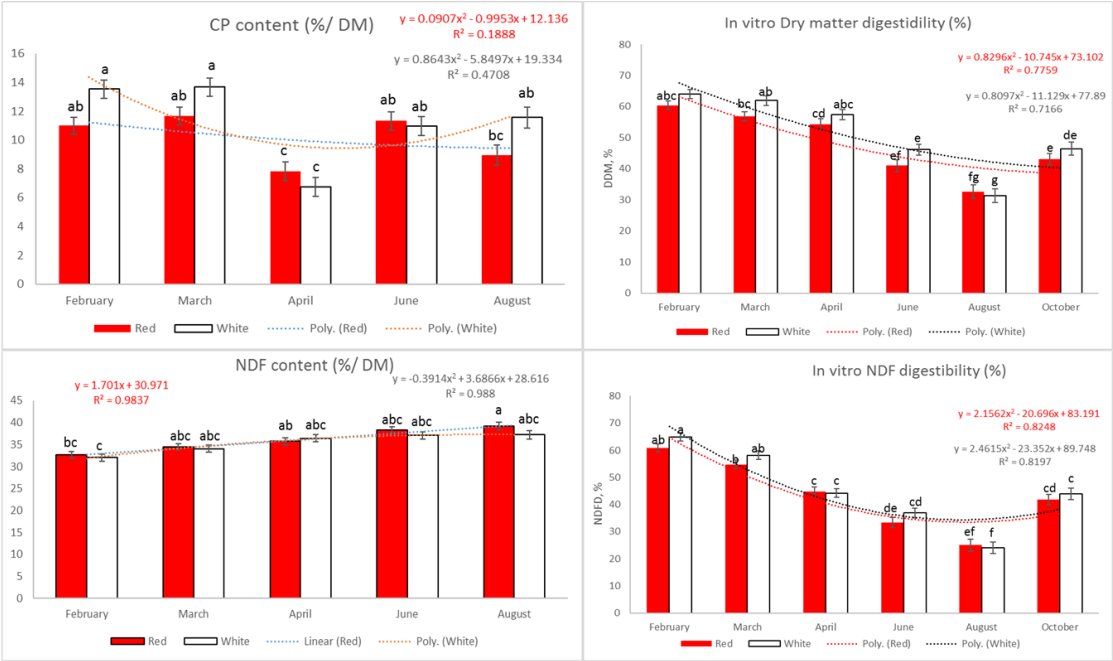
גרף מס' 7. תיאור גרפי של נעכלות במבחנה של כלל חומר יבש של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה שונים. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן.



גרף מס' 8. תיאור גרפי של נעכלות במבחנה של דופן התא (NDF) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) בגילאים שונים במועד זריעה שונים. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן.

גרף מס' 9 מתאר את תכולות חלבון כללי ו-NDF של שני זני הטף במועדי זריעה שונים ונעכלות כלל החומר היבש ודופן התא. בנוסף לניתוח הסטטיסטי להשוואת מועדי זריעה שונים בוצעו התאמות על התכולה כתלות במועד הזריעה. ניתן לראות שתכולת חלבון כללי הממוצעת בכל המועדים היתה גבוה

יותר בזן הלבן בהשוואת לזן האדום. בשני הזנים תכולת חלבון כללי התנהגה באופן ריבועי יחסית למועדי הזריעה השונים כאשר בחודש אפריל נמדד הערך הנמוך ביותר בשני הזנים ואילו בחודשי פברואר מרץ תכולת החלבון הגבוהה ביותר נרשמה בזן הלבן. תכולת ה-NDF בזן האדום התאימה למודל לינראי כאשר התכולה עלתה לקראת חודשי הקיץ והסתיו. בזן הלבן, התלות היתה ריבעית כאשר השיא היה בחודש אפריל.

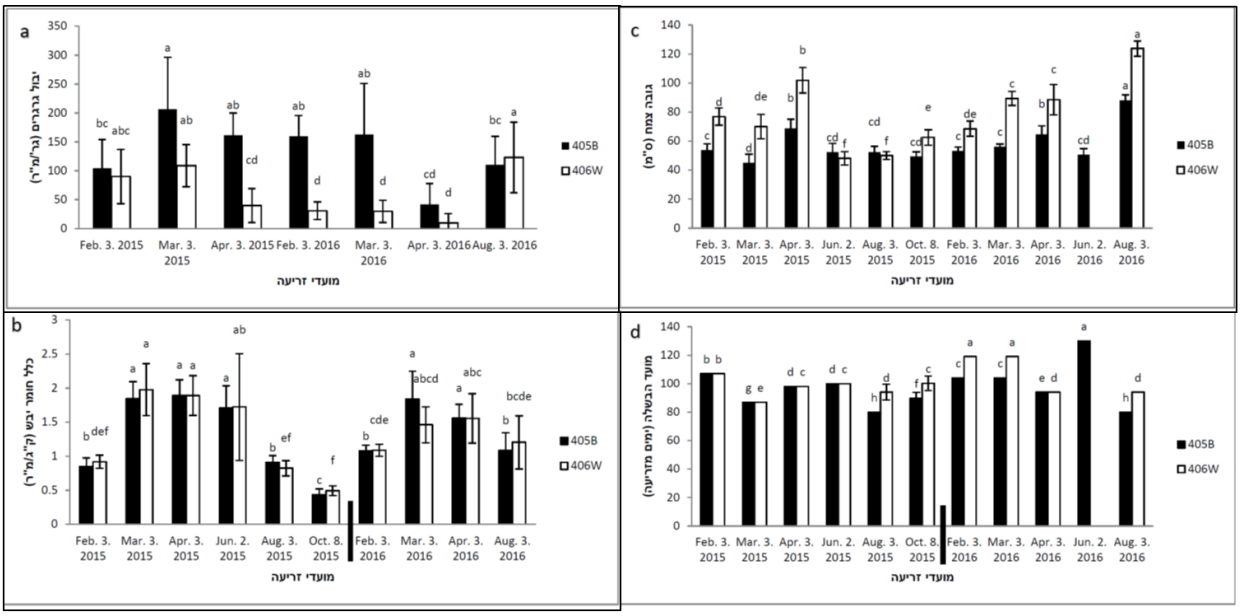


גרף מס' 9. תיאור גרפי של ממוצעי תכולת חלבון כללי, NDF, נעכלות במבחנה של כלל חומר יבש ודופן התא (NDF) של שני זני טף (לבן; קו שחור ואדום; קו אדום) במועדי זריעה שונים. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. עמודות עם אותיות שונות נבלדים $P < 0.05$. נוסחות על גוף הגרפים מתארים הקשר בין מועד הזריעה השונים למדד המוצג.

נעלכות חומר היבש ו-NDF התאימה לתלות ריבועית בשני הזנים במועדי זריעה שונים (גרף מס' 9). כאשר ערכי הנעכלות הגבוהים ביותר התקבלו בחודשי חורף והאביב.

נתונים אגרונומיים שאומצו מעבודתו של בימרו (2016) שנמדדו על אותם זנים ומזרעים במהלך השנתיים של המחקר מראים שיבול הגרגרים בזן האדום היה רב יותר לעומת הזן הלבן: 107

לעומת 43 גר'/מ"ר,בהתאמה ובין מועדי הזריעה נמצאה שונות רבה ביבול הגרגרים אשר נע בין 26-157 גר'/מ"ר. מזרע מרץ הראה את היבול הרב ביותר. מזרע אפריל לא התקבל יבול כלל או שהיבול היה זניח (היה בממוצע בעל היבול הנמוך ביותר 26 גר'/מ"ר). בנוסף לכך, לא נמצא הבדל בין הטף האדום לטף הלבן ביבול החומר היבש: 1.31 ו-1.29 ק"ג/מ"ר, בהתאמה (אך עם זאת, נמצאה שונות רבה בין מועדי הזריעה). כאשר במזרעי מרץ ואפריל התקבל היבול הרב ביותר של החומר היבש. ב- 2015 כ- 1.90 ק"ג/מ"ר וב-2016 כ - 1.60 ק"ג/מ"ר. יבול הח"י הנמוך ביותר שהתקבל היה במזרע אוקטובר 2015 , אשר היה 0.46 ק"ג/מ"ר בממוצע. סיכום התוצאות הנתונים הנ"ל מובא בגרף מס' 10.



גרף מס' 10. תיאור גרפי של ממוצעי היבול של גרגרים, כלל חומר יבש, גובה הצמח ומועד הבשלה במהלך שנת 2015 ו-2016 של שני הזנים; לבן ואדום במועדי זריעה שונים. עמודות שחושות מייצגות הזן האדום ואילו הלבנות את הזמן הלבן. הנקודות מייצגות ממוצעים (LSMeans) עם שגיאת תקן. עמודות עם אותיות שונות נבלדים $P< 0.05$.

שנה שלישית: עיקר התוצאות

בשנה אחרונה של הפרויקט כאמור ביצענו ניסוי בחיה השלמה על מנת לתת אומדנים אמיתיים של נעכלות כלל החומר היבש ורכיבים אחרים במנה הנחוצים להכנת מנה מאוזנת למעלי גירה יצרניים בשלוחות השונות. עיקר תוצאות הניסוי מובאות בטבלאות הבאות.

טבלה מס' 5. הרכב כימי של טף בטיפולים השונים. מספרים מבוטאים כ-% בחומר יבש ± SD. אנרגיה כללית מבוטאת בקק"ל לגר' חומר יבש.

	טיפול			
רכיב, %	**שחת לבן**	**שחת אדום**	**קש לבן**	**קש אדום**
חומר יבש	89.7±0.19	91.6±0.02	90.9±0.10	90.5±0.11
חומר אורגני	92.5±0.18	90.3±0.07	91.6±0.01	94.6±0.27
אפר	7.47±0.18	9.75±0.07	8.41±0.01	5.39±0.27
חלבון כללי	16.2±0.03	16.3±0.48	7.8±0.05	7.2±0.03
NDF	68.3±0.01	70.7±0.10	73.5±0.56	73.4±0.41
ADF	29.5±0.56	30.3±0.43	35.7±0.84	35.5±0.07
המיצילולוזה	38.8±0.57	40.4±0.33	37.8±0.28	37.9±0.34
צילולוזה	27.5±0.31	28.5±0.29	32.2±0.28	32.1±0.26
ADL	0.74±0.22	0.65±0.07	1.23±0.25	1.43±0.09
EE	2.84±0.11	3.4±0.35	3.90±0.86	1.64±0.62
אנרגיה כללית, קק"ל/ גר' ח"י				
	4.265±0.00	4.110±0.02	4.115±0.02	4.181±0.02

בטבלה מס' 5 מובאים ערכי החומר הצמחי שהרכיב את הטיפולים השונים בניסוי. הרכב הכימי של המנות מראה על הצלחת מועד הקציר להכנת השחות. מן הראוי לציין, שתכולת חלבון כללי בשחתות היתה גבוה (16% על בסיס חומר יבש), בדומה לתכולות שקיבלנו במהלך השנתיים הראשונות לצמחים שנדגמו בגיל צעיר (פריחה ומילוי חלקי של הגרעין). כמו כן, ניתן להבחין בתכולת ה-NDF הגבוהה שיש לשחתות שדומה לתכולת ה-NDF של הקשים. שוב תוצאות שציפנו להם בעקבות הניסויים והדיגומים שביצענו במהלך השלבים המוקדמים של הפרויקט.

ערך אנרגיה כללית בטיפולים השונים היה 4.17 קק"ל לגר' חומר יבש. תוצאה צפויה בגלל תכולת השומן הנמוכה שיש בצמח.

בטבלה מס' 6 מובאים בוצועי הטלאים מבחינת צריכת חומר יבש ורכיבי המנה בטיפולים השונים. ניתן להבחין שצריכות חומר היבש הגבוהות נמדדו בטיפולי השחתות והנמוכות ובינוניות היו בקשים. כצפוי צריכת חלבון כללי במנה היתה גבוהה במנות עם השחת לעומת הקש. צריכת NDF היתה דומה בין הטיפולים השונים ואילו צרכית רכיב ההימצילולוזה היו נמוכות יותר במנות עם הקש. שוב תוצאות אלו היו צפויות בגלל ההרכב המקורי של הצמח שהואבס.

טבלה מס' 6. השפעת הטיפולים השונים על צריכת רכיבי המנה בטלאים. מספרים מבוטאים כממוצעים בגרמים ליום לטלה או קק"ל ליום לטלה.

	טיפול					
רכיב, גר/יום	**שחת לבן**	**שחת אדום**	**קש לבן**	**קש אדום**	**SEM**	***P*≤**
חומר יבש	769.0[a]	770.6[a]	622.3[b]	692.6[ab]	97.5	0.02
חומר אורגני	711.5[a]	694.2[a]	570.6[b]	655.9[ab]	89.6	0.03
חלבון כללי	127.1[a]	124.5[a]	48.9[b]	49.7[b]	14.0	0.0001
NDF	525.4	544.3	459.3	513.7	71.1	0.135
ADF	227.5	232.2	222.7	250.4	33.0	0.386
המיצילולוזה	297.9[ab]	312.1[a]	236.6[c]	263.3[bc]	38.4	0.004
צילולוזה	211.6	219.3	201.4	225.3	29.7	0.429
אנרגיה כללית, קק"ל/ ליום						
	3283.2[a]	3173.4[a]	2563.2[b]	2901.0[ab]	406.0	0.01

[a,b,c]ממוצעים בשורה עם אות שונה נבדלים.

בטבלה מס' 7 מובאים ערכי נעכלות לכאורה של רכיבי המנה השונים. באופן גורף ערכי הנעכלות של השחתות היו גבוהים יותר מערכי הנעכלות של הקשים. נעכלות כלל החומר היבש בשחתות היתה 62% לעומת 52% בקשים. נעכלות NDF בשחתות היתה גבוהה ב-21% מאשר בקשים. נעכלות אנרגיה כללית בשחתות היתה בממוצע 61% לעומת 51% בקשים.

טבלה מס' 7. השפעת הטיפולים השונים על נעכלות לכאורה של רכיבי המנה בטלאים. מספרים מבוטאים כממוצעים באחוזים.

	טיפול					
רכיב, %	**שחת לבן**	**שחת אדום**	**קש לבן**	**קש אדום**	**SEM**	***P*≤**
חומר יבש	63.6[a]	60.0[a]	53.0[b]	51.7[b]	4.36	0.0001
חומר אורגני	65.7[a]	63.2[a]	56.2[b]	53.9[b]	4.07	0.0001
חלבון כללי	68.7[a]	67.8[a]	49.1[b]	50.7[b]	5.54	0.0001
NDF	69.1[a]	67.0[a]	57.3[b]	54.9[b]	7.57	0.0001
ADF	66.7[a]	61.2[a]	54.5[b]	53.8[b]	5.72	0.001
המיצילולוזה	70.9[a]	71.2[a]	60.0[b]	55.9[b]	3.90	0.0001
צילולוזה	74.8[a]	72.9[a]	62.6[b]	61.4[b]	3.94	0.0001
אנרגיה	61.9[a]	59.1[a]	52.5[b]	49.9[b]	4.36	0.0001

[a,b]ממוצעים בשורה עם אות שונה נבדלים.

נעכלות חלבון כללי בשחתות היתה 68.3% ואילו בקשים היתה 50%.

טבלה מס' 8. השפעת הטיפולים השונים על מאזן אנרגיה, אנרגיה מטבולית ואנרגיה נטו לקיום וגדילה[1] בנקבות בלבד.

רכיב,	טיפול				SEM	$P\leq$
	שחת לבן	שחת אדום	קש לבן	קש אדום		
צריכת אנרגיה כללית, קק"ל/יום	3499.4^{a}	3124.2^{ab}	3123.0^{ab}	2790.4^{b}	355.2	0.105
אנרגיה בצואה, קק"ל/ יום	1300.1	1248.4	1547.8	1271.6	206.4	0.300
אנרגיה בשתן, קק"ל/ יום	134.4	94.3	77.7	142.1	54.7	0.393
אנרגיה נעכלת; DE קק"ל/ יום	2199.3^{a}	1875.8^{ab}	1575.2^{b}	1518.8^{b}	279.1	0.025
אנרגיה מטבולית; ME קק"ל/ יום	1854.9^{a}	1594.0^{ab}	1310.2^{b}	1209.3^{b}	260.2	0.025
ME/DE	0.84	0.84	0.83	0.08	0.03	0.255
אנרגיה מטבולית מק"ל/ ק"ג ח"י	2.268^{a}	2.080^{ab}	1.724^{b}	1.826^{b}	0.23	0.036
אנרגיה נטו לקיום, מק"ל/ ק"ג ח"י	1.399^{a}	1.222^{ab}	0.882^{b}	0.984^{b}	0.216	0.037
אנרגיה נטו לגדילה, מק"ל/ ק"ג ח"י	0.816^{a}	0.654^{ab}	0.339^{b}	0.434^{b}	0.20	0.038

[1]אנרגיה מטבולית חושבה בהתאם להפסד של 6% מאנרגיה כללית במתאן (AFRC, 1993).
אנרגיה נטו לקיום וגדילה חושבה בהתאם למודל NRC (2001).
[a,b]ממוצעים בשורה עם אות שונה נבדלים.

טבלה מס' 8 מתארת מאזן אנרגיה בטליות בלבד מכיוון שרק לנקבות נאסף שתן. מכיוון שלא היה הבדל סטטיסקי בין צריכות המנה באופן כללי או רכיביה בין המינים אנו מניחים שהחישובים הנ"ל יהיו כבילים לשני המינים. כמות אנרגיה נעכלת כצפוי היתה הגבוה ביותר בשחתות מאשר בקשים בעיקר בגלל הבדלים בצריכת כלל המנה. ערכי אנרגיה מטבולית (מגק"ל/ ק"ג ח"י) של הקשים היו הנמוכים ביותר וערכם הממוצע היה 1.78 מגק"ל לק"ג ואילו שחת טף לבן היתה הגבוה ביותר (2.68 מגק"ל/ ק"ג) ואילו שחת הטף האדום קיבלה ערך ביניים של 2.08 מגק"ל/ ק"ג. בהתאם הערכים המחושבים של אנרגיה נטו לקיום וגדילה היו בעקבות המדדים הנ"ל.

בטבלה מס' 9 מובאים תוצאות מאזן החנקן בטליות. באופן כללי מאזן החנקן היה חיובי בכל הטיפולים מאידך, אצירת חנקן במנות של הקש עמד על כ-0.5 גר' ליום (שווה ערך ל-2.3 גר' חלבון כללי) ואילו בשחתות הממוצע היה 4.42 גר' ליום. 32% מהחנקן הופרש בצואה בשחתות ואילו בקשים היה 50%. במנה של שחת הטף הלבן 50% מהחנקן הופרש בשתן ואילו בשחת האדומה הופרש 41%. במנות עם הקשים 50% אבד בשתן.

טבלה מס' 9. השפעת הטיפולים השונים על מאזן חנקן בנקבות בלבד.

רכיב,	טיפול					
	שחת לבן	שחת אדום	קש לבן	קש אדום	SEM	$P\leq$
צריכת חנקן, גר'/ יום						
	21.22^{a}	19.95^{a}	9.47^{b}	7.67^{b}	1.79	0.0001
חנקן בצואה, גר'/ יום						
	6.52^{a}	6.84^{a}	4.99^{ab}	3.59^{b}	1.12	0.01
חנקן בשתן, גר'/ יום						
	10.7^{a}	8.24^{b}	4.00^{c}	3.81^{c}	1.35	0.0001
חנקן נאצר, גר'/ יום						
	3.97^{a}	4.87^{a}	0.48^{b}	0.27^{b}	1.15	0.001

^{a,b,c}ממוצעים בשורה עם אות שונה נבדלים.

סיכום ומסקנות:

בדוח הנוכחי מובאים סיכומים של תוצאות אנליזיה כימית וערך נעכלות של שני זני הטף אדום ולבן. הטף נזרע במהלך חודשי השנה השונים במשך שנתיים 2015 ו-2016 על מנת לתת אומדנים לפריחה, מילוי גרעינים ותכולות כימיות הרלוונטיות לערך המזוני של הטף יחסית לעונה (אורך יום וטמפ') וגיל הצמח. אינפורמציה זו ביחד עם ערכי נעלות של המסה חשובה ומכרעת להמשך המחקר לבחירת הצמח או השארית לאחר הקציר המתאימה ביותר להזנת חיות משק יצרניים.

לא נמצא הבדל בין הטף האדום לטף הלבן ביבול החומר היבש: 1.31 ו-1.29 ק"ג/מ"ר, בהתאמה (אך עם זאת, נמצאה שונות רבה בין מועדי הזריעה). כאשר במזרעי מרץ ואפריל התקבל היבול הרב ביותר של החומר היבש. ב- 2015 כ- 1.90 ק"ג/מ"ר וב-2016 כ - 1.60 ק"ג/מ"ר. יבול הח"י הנמוך ביותר שהתקבל היה במזרע אוקטובר 2015 , אשר היה 0.46 ק"ג/מ"ר בממוצע. הפריחה ומילוי הגרעין היו גם מושפעים ממועדי הזריעה. הטף על פי הספרות הנו צמח יום קצר ואדיש לאורך יום מאידך, נתוני אגרונומיים ממחקר הנוכחי מראים שבחודשי היום ארוך (או מתארך) מקדימים את הפריחה ומילוי הגרעין בשני הזנים. ככל הנראה התופעה הזו קשורה בעיקר לטמפ' סביבתית בעונות השונות.

מהנתונים שבוצע במעבדה שלנו על תכולות כימיות של הצמח במועדים וגילאים השונים מתאימים לנתונים האגרונומיים שהתקבלו מהעבודה המקבילה שבוצעה. ערכי הנעכלות ותכולות חלבון הגבוהים ביותר התקבלו במועדי זריעה של פברואר ומרץ. לכן, שילוב הנתונים מראה שצמח הטף הנו צמח ראוי לשילובו כצמח מספוא דגני בעל ערך תזונתי גבוה למעלי גירה הן מבחינת תכולות החלבון והנעכלות הגבוה של כלל החומר היבש ודופן התא. בגיל הצעיר שמתאים להכנת שחת ערכי החלבון ונהמעכלות היו הגבוהים ביותר כ-80% לעומת שחת חיטה (57% NRC, 2001).

במהלך השנה האחרונה לפרויקט בצענו מבחני נעלכות והערכת אנרגיה מטבולית בניסויים בטלאים. טף משני הזנים נזרע בחודשי האביב בקיבוץ סעד בחלקות ייעודיות לניסוי. מועד קציר השחתות היה מתאים לצפיות שלנו וקיבלנו שחתות על תכולת חלבון כללי גבוהה ומתאימה לערכים שקיבלנו לצמחים צעירים במזרעי חודשי האביב בשנתיים הרשאונות של המחקר. כצפוי מכיוון שגם השחתות וגם הקשים יש להם אותו ערך של NDF אבל שונות בתכולת חלבון כללי והימצילולוזה (לטובת השחתות) צריכת המזון היתה גבוהה יותר בשחתות לעומת הקשים. בעקבות הנעכלות הגבוה יותר של השחתות הערכים שנמדדו או חושבו להערכת אנרגיה מטבולית למזון היו לטובת השחות מאשר הקשים. ערכי אנרגיה מטבולית לשחת הטף הלבן היה 2.27 מגק"ל לק"ג ח"י ואילו לשחת האדומה היה 2.08 ולקשים היה 1.78. הערכים של שחת הטף דומים לערכים של שחתות קטניות כמו שחת אספסת צעירה (NRC, 2007) עם 17% חלבון כללי שהממוצע המדווח הנו 2.2 מגק"ל/ ק"ג. כמו כן, ערכי אנרגיה מטבולית של שחת הטף האדום דומה לשחתות של דגניים כמו שחת שעורה צעירה (2.1 מגק"ל/ ק"ג), שיבולת שועל (2.0 מגק"ל/ ק"ג) או שחת חיטה (2.1 מגק"ל/ ק"ג). ערך אנרגיה מטבולית של קש הטף נופל בין ערכי שחתות בינוניות אבל בהחלט גבוהה יותר מקש חיטה (1.5 מגק"ל/ ק"ג) ודומה לקשים איכותיים כמו קש שיבולת (1.7 מגק"ל/ ק"ג). מעניין לציין שלמרות צריכת החלבון הגבוהה שהיתה במנות השחת אצירת חנקן היתה 4.42 גר' ליום בלבד וכ-50% מהחנקן הופרש ואבד בשתן. ממוצע הגדילה יומית של הטליות במהלך הניסוי בטיפולים השונים (תוצואת לא מוצגות) היה 135 גר' בטיפול השחת הלבנה, 46 גר' בשחת האדומה ואילו בקשים היה שלילי (45 גר' ליום הפסד משקל גוף). נתונים אלו יכולים להיות מוסברים במספר מישורים: 1. איכות החלבון של השחת ירודה מבחינת הרכב של חומצות אמינו, 2. למרות החלבון הגבוה במנה לא סופק חלבון מטבולי לגדילה, ו-3 רוב החלבון בשחת הנו חלבון מסיס. בנוסף להנ"ל יש לזכור שהשחתות בדומה לקשים היכלו כ-70% פחמימות של דופן התא (NDF) שאכן הנעכלות שלו בטף גבוהה יחסית אבל מבחינת סינכרון אנרגיה זמינה בכרס יחסית לחלבון זמין בכרס יכול להיות שלא היה מושלם. בעקבות כך, סינטוז החלבון המיקרוביאלי בכרס נפגע ובעקבותיו אספקת חלבון מטבולי לבע"ח. לכן, כנראה רוב החלבון נספג בצורה של אמוניה ולא נוצל והופרש מהגוף.

לכן, למרות שההרכב הכימי של שחת הטף דומה לערך שחתות מעולות מבחינת חלבון כללי ואנרגיה מטבולית עדיין הפוטנציאל הטמון בהרכב הנ"ל לא נוצל כנראה בגלל חוסר באנרגיה זמינה בת תסיסה בטף עצמו. לכן, הצעדים לעתיד הנם שילוב הטף הן כשחת וקש במנות של בעלי חיים גדלים או ייצרניים עם מזונות עטירי אנרגיה זמינה לניצול הפוטנציאל של הצמח כצמח מספוא מצויין.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין. ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערות: דוחות שיוגשו בסטטוס פרסום **"מוגבל רק לספריות"** יחשבו ע"י הקרן דוחות **שאינם מוגבלים** לפרסום ויפורסמו באתר המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר. מבקש לדחות פירסום הדוח בשנה.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
הטף הנו צמח דגני הגדל באקלים ממוזג. עד כה הצמח הזה לא גודל למטרות חקלאיות בישראל. לאחרונה יש עניין גדול בגידול החקלאי הזה למטרת הפקת זרעים למאכל בני אדם. הטף נחשב לעשב פרימיום למגוון רחב של בעלי חיים. מטרות המחקר בשנתיים הראשונות הושגו וגם בצענו ניסוי מטבולי בשנה השלישית. נזרעו שני זני הטף אדום ולבן לכל אורך השנה. דגמנו משני הזנים ובצענו אנלידה כימית מלאה לתכולות שיאפיינו את הזנים בעונות השנה השונים.
אלו ממטרות המחקר הושגו בעבודת המחקר הנוכחית.
כל מטרות המחקר הושגו: 1. זריעת שני זני הטף בעונות שונות במשך שנתיים ודיגום בשלבים שונים של גיל הצמח בעונות השונות. 2. ביצענו אנליזות מלאות להשגת פרופיל שלם של צמח הטף בהקשר לערכו התזונתי למעלי גירה. 3. ביצענו ניסוי מטבולי להערכת אנרגיה מטבולית של צמח הטף.
עיקרי התוצאות.
תוצאות שהתקבלו מספקות אינפורמציה מלאה על ערכו התזונתי ועל פרופיל פחמימות דופן התא של צמח הטף ועל השוני בין שני הזנים הלבן והאדום. ניתן לראות שיש השפעות על פרופיל פחמימות דופן התא הן ברמת הזן והן ברמת העונה. יש ערכים אמתיים של אנרגיה מטבולית של הטף שיכולה לשמש תזונאיים לבניית מנות למעלי גירה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?
כל מטרות המחקר הושגו
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך
במהלך השלבים השונים של המחקר לא נתקלנו בבעיות מיוחדות.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: <u>פרסומים בכתב</u> – ציטט ביבליוגרפיה כמוקבל בפרסום מאמר מדעי;
פורסם שני תקצירים בכנס הבקר 2016 ו-2017 ראה ציטוט תקציר בתחילת הדוח.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
1. ללא הגבלה (בספרות ובאינטרנט)

2. חסוי – לא לפרסום: יש לצרף מכתב הסבר, לפחות לעוד שנה על מנת לאפשר לנו לפרסם מאמר(ים) בעתונות המדעית.
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי ?
כן

*יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או דו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים.

מקורות ספרות:

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analysis Chemists, Gaithersburg, MD.

Anon. 1894. Tropical fodder grasses. Kew Bul. 95:378-380.

Bates, G., C. Harper, and F. Allen. 2011. PB378 Forage & Field Crop Seeding Guide for Tennessee.

Burton, D. 2009. Teff Shows Promise as New Summer Forage Alternative [electronic resource]. Ag opportunities 20.(6)

Costanza, S. H. 1974. Literature and numerical taxonomy of tef (Eragrostis tef). MSc Thesis, Cornell University, Urbana, Illinois.

Davison, J., M. Laca, and E. Creech. 2011. The potential for teff as an alternative forage crop for irrigated regions In: Proceeding, 2011 Western Alfalfa & Forage Conference, Las Vegas, NV 11-13 Dec, 2011. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, CA 95616. .

McCown, S., S. R. Smith, Jr., L. Lawrence, G. Olson, M. Brummer, and S. Hayes. 2012. Acceptability of Teff Hay by Horses [electronic resource]. Journal of equine veterinary science 32(6):327-331.

Mengesha ,M. H. 1966. Chemical composition of teff (Eragrostis tef) compared with that of wheat, barley and grain sorghum. Economic Botany 20(3):268-273.

Miller, D. 2009. TEFF GRASS: A NEW ALTERNATIVE. In: Proceeding, 2009 California Alfalfa & Forage and Western Seed Conference. Reno, NV, 2-4 December, 2009. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department. University of California, Davis, CA 95616. .

Miller, D. 2010a. Teff as an alternative summer forage. in Proc. Proceedings 2008 California Alfalfa and Forage Symposium and Western Seed Conference, San Diego, CA. Available at http://alfalfa. ucdavis. edu. Accessed September.

Miller, D. 2010b. Teff Grass: Crop overview and forage production guide. Cal/West Seed Company. Woodland, CA 95695.

Provost, C. and E. Jodson. 2014. Move over quinoa, Ethiopia's teff poised to be next big super grain. Globaldevelopment , supported by Bill & Melinda Gates Foundation:http://www.theguardian.com/global-development/2014/jan/2023/quinoa-ethiopia-teff-super-grain.

Stallknecht, G .F., K. M. Gilbertson, and J. Eckhoff. 1993. Teff: Food crop for humans and animals. New crops. Wiley, New York 5:231-234.

Staniar, W., J. Bussard, N. Repard, M. Hall, and A. Burk. 2010. Voluntary intake and digestibility of teff hay fed to horses. Journal of animal science 88(10):3296-3303.

Van Soest, P. v., J. Robertson, and B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science 74(10):3583-3597.