

**ד"ר מדעי מסכם תלת שנתי (11.2012 – 11.2009) לפרויקט מדען
תכנית 362-0289**

בנושא: פיתוח זני סורגום משופרים גבוהים ליצור תחמיצים עתירי גרעינים וזנים נמוכים ליצור גרעינים, כחלופה ליבוא גרעינים בהזנת בקר לחלב, צאן עופות ודגים.

Development of new tall sorghum varieties for silages and new low sorghum varieties for grain production as alternatives to grains import for milking cows and growing sheep, broilers and fish.

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

ד"ר מירון יהושע- המחלקה לחקר בקר וצאן, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.

פרופ. שנאן הרפז – המחלקה לחקר עופות ומדגה, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.

ד"ר חיים ליבוביץ – מ"פ חקלאי העמק.

ד"ר יוסף פנחסוב – מ"פ חקלאי העמק.

מר בני גמליאל – תחנת ניסיונות לכיש.

מר יצחק רביב – מרכז מזון משואות יצחק

ד"ר שלי דרווין - המחלקה לחקר עופות ומדגה, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.

ד"ר יצחק מזרחי - המחלקה לחקר בקר וצאן, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.

ד"ר כרמי אבנר - המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי

Miron Joshua- Dept of Ruminants Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet-Dagan, 50250,
E. mail: jmiron@volcani.agri.gov.il

Harpaz Sheenan- Dept of poultry and fish Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet-Dagan,
50250, E. mail: harpaz@agri.huji.ac.il

Leibovitz Haim – Research and Development Center of Emek Izrael Veley, E.
mail: haim.leibovich@gmail.com

Pinchasov Yosef - Research and Development Center of Emek Izrael Veley, E.
mail: siap@013.net

Gamliel Benjamin- Lachish research station;

Raviv Itzhak – Massuot Itzhak Feed Center

Shelly Daryan - Dept of poultry and fish Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet-Dagan, 50250

Mizrachy Itzhak - Dept of Ruminants Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet-Dagan, 50250,

Carmi Avner – Dept of Natural Resources, ARO, P.O.B. 6, Bet-Dagan, 50250, E. mail: carmi@volcani.agri.gov.il

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא בשלב זה, כי עדיין לא בוצע גידול רחב היקף של שני הזנים החדשים בפיקוח מדריכי שה"מ.

חתימת החוקר הראשי: מ'ר / י'ר' 80

תקציר הדו"ח

בשנה הראשונה נערכו בחוות לכיש מבחני זנים ועומדי גידול מיטביים לשלושה זני סורגום חדשים גבוהים עתירי גרעינים (HR-75, T-41 ו S4) המיועדים לתחמין, ולשלושה זנים נמוכים חדשים (S2, P2B ו Oren) המאופיינים ביבול גרגרים גבוה, שכולם פותחו על ידינו, בהשוואה לזן הביקורת המסחרי FS-5. בזנים הגבוהים (1.8 - 2.5 מ') נמצא שמרווח שורות של 1 מ' (10-11 צמחים למ"ר) נתן יבול מירבי של מסה וגטטיבית לדונם ולעומת זאת בזנים הנמוכים S2, P2b ו Oren עומד צמחים גבוה (24 צמחים למ"ר) נתן יבולים מירביים. בזני הסורגום הגבוהים החדשים (HR-75, T-41 ו S4) המיועדים לייצור תחמיצים עתירי גרעינים בעומד המיטבי הושג יבול חומר יבש גבוה יותר של מסה וגטטיבית וגרעינים בהשוואה לזן המסחרי FS-5.

בזנים הנמוכים S2 ו Oren התקבל יבול גרגרים גבוה ב 95% או ב 68%, בהתאמה, מזה של הזן המסחרי FS-5, ויבול חומר יבש דומה לזה של הזן המסחרי (כ 2 טון ח"י לדונם). בהתאם לממצאים אלו הוחלט לעשות שני ניסויים קצרי טווח, בגידול אפרוחים מקווי בשר, שקבלו מנת "סורגום Oren" (קצי 2010) או "סורגום מסחרי" (סורגום אוקראיני 2010). בניסוי 1 נעשה שימוש בסורגום מהזן "Oren" או בסורגום מסחרי שהוכללו כגרעין מרכזי במנה (30% מהמנה) בהשוואה לביצועי אפרוחים שקיבלו מנת "ביקורת שלילית" שהכילה תירס כגרעין בלעדי, בעוד שבניסוי 2 הושוּו ביצועי אפרוחים שקבלו סורגום "Oren" או סורגום מסחרי כתוספת לתירס. בשני הניסויים, לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין קבוצות הניסוי במהלכן של 28 ימים לניסוי. כמו כן האכילה ונצילות המזון של הקבוצה שבמזונה הוכלל סורגום מזן "Oren" לא פחתה מקבוצות ביקורת שצרכו סורגום מסחרי או תירס כגרעין עיקרי.

בשנה השנייה של המחקר התבצע גידול בהיקף חצי מסחרי (5 דונם לזן) בחוות המחקר נוה-יער לשלושה זני סורגום חדשים גבוהים עתירי גרעינים (HR-75, T-41 ו S4) המיועדים לתחמין ולשלושה הזנים הנמוכים החדשים (S2, P2B ו Oren) המיועדים ליצור גרגרים וחומר וגטטיבי. מטרות המחקר היו: א. בחינת היבול לדונם, המאפיינים הפנוטיפים, והאחידות הגנטית של כל אחד מששת הזנים בעת גידולו בהיקף חצי מסחרי; ב. הכנת תחמיצים בחביות מהזנים הגבוהים הנבחרים מגידול קיצי וסתווי והשארת הוגטטיבית לאחר קציר הגרעינים מהזנים הנמוכים, לניסויי עיכול בכבשים; ג. בחינת הערך התזונתי של גרגרים שייקצרו מהזנים הנמוכים הנבחרים (מהקציר הקיצי והסתווי) בניסויי עיכול בכבשים או בעגלים, בנסוי פיטום בטלאים, בניסויי פיטום בעופות, ובניסויי גדילה בדגים.

זני הסורגום גודלו לקציר קיצי ראשון ב 7.8.2011 ובהמשך לקציר הסתווי השני ב 10.11.2011. במועד הקציר הסתווי לא התאפשר ליבש את הגרעינים של הזנים הנמוכים בשמש (בגלל תחילת עונת הגשמים) ולכן בוצע קציר סתווי לתחמין גם בזנים הנמוכים. במהלך הגידול בשדה נמצא שהזנים הגבוהים HR-75 ו T41 והזן הנמוך P2B למרות היבול הפוטנציאלי הגבוה שלהם אינם מאופיינים בפנוטיפ אחיד ולכן לא ניתן להגדירם כיציבים מבחינה גנטית. לפיכך הוצאו זנים אלו מהמשך הבחינה התזונתית.

הזן הגבוה S4 שנמצא אחיד ויציב מבחינה גנטית נתן יבול גבוה ביותר של 2.36 טון ח"י/דונם מסה צמחית (כולל מכבדים) בקציר הקיצי הראשון, כאשר יבול המכבדים היה 651 ק"ג ח"י/דונם. בקציר הסתווי השני היה היבול הכולל של המסה הצמחית בזן S4 2.74 טון ח"י/דונם, ויבול המכבדים שלו היה 632 ק"ג ח"י/דונם. להשוואה בתירס מסחרי לתחמיץ שגודל בחלקה סמוכה היה יבול המסה הצמחית 2.04 טון ח"י/דונם ומתוכם 1.04 טון ח"י/דונם היו אשכולים נושאי 65% גרעינים. נראה שזן הסורגום החדש S4 עשוי להניב יבול תחמיץ מצטבר בשני קצירים של 5.1 טון ח"י לדונם שגבוה פי 2.5 מהיבול שנותן תירס לתחמיץ על כמות מי השקיה דומה.

הזנים הנמוכים שגודלו בעומד מיטבי (S2 ו Oren) השיגו בקציר הקיצי יבול חומר יבש (מסה וגטטיבית + מכבדים) של 1.88 ו 1.77 טון ח"י/דונם בהתאמה ויבול הגרגרים שלהם היה 782 ו 687 ק"ג/דונם, בהתאמה. בגידול לקציר סתווי נוסף היה יבול חומר יבש (מסה וגטטיבית + מכבדים) של הזנים הנמוכים S2 ו Oren 2.04 ו 1.30 טון ח"י/דונם בהתאמה ותכולת המכבדים בצמח הייתה 54% ו 39% בהתאמה. נראה לפיכך שהזנים הנמוכים S2 ו Oren יעילים יותר פי 2.2 ו 1.43 בהתאמה ליצור גרגרים בשני קצירים מאשר תירס בקציר יחיד, ויעילים יותר גם ביצור מסה של תחמיץ בהשוואה לתירס. הנעכלות במבחנה in vitro של החומר היבש בגרגרי סורגום לחוצים מהקציר הקיצי של הזנים S2 ו Oren הייתה 91% ו 93.9%, בהתאמה, ותכולות החלבון על בסיס ח"י שלהם היו 15.4 ו 14.7%, בהתאמה, בהשוואה לנעכלות ח"י של 93.0% בגרעיני תירס לחוצים ותכולת חלבון של 9.41% בלבד.

בסוף שנת 2011 התמקדנו בסדרה של ניסויים בבעלי חיים לפי הפירוט כדלקמן: נערכו שני ניסויי פיטום של עופות מקווי בשר, וניסוי צריכה ועיכול בעגלים לפיטום. בניסוי הראשון גודלו העופות על 3 מנות שנבדלו בתכולת הגרגרים העמילניים שלהן, כך שגרעיני סורגום לחוצים מהזן Oren הקיצי (מגידול 2011) הוכללו בשיעור של 30% מהמנה כחלופה לגרעיני סורגום Oren לחוצים מקציר סתווי (מגידול 2010) או לגרעיני תירס לחוצים; בניסוי השני נבחנו ביצועי אפרוחים, שקבלו גרגרי סורגום טחונים מהזן S2 (גידול קיצי 2011) בשיעור של 30% מהמנה כחלופה לגרגרי חיטה טחונים. בניסוי הראשון בעופות לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין קבוצות הניסוי במהלכן של 28 ימים לניסוי. האכילה ונצילות המזון של הקבוצות שבמזון הוכלל סורגום "Oren" קיצי או סתווי לא פחתו מאלו של קבוצת הביקורת שצרכה תירס כגרעין עיקרי. גם בניסוי השני בעופות נמצא שמשקל הגוף, קצב הגדילה, צריכת המזון ונצילות המזון בקבוצת הפטמים שצרכו סורגום טחון מהזן S2 מקציר קיצי הייתה דומה לקבוצת הביקורת שצרכה גרעיני חיטה טחונים. נראה לפיכך שגרגרי סורגום "Oren" קיצי או סתווי וגרגרי סורגום S2 קיצי יכולים לשמש כגרעין עמילני מרכזי במנה של עופות לפיטום.

במקביל נערך ניסוי פיטום ועיכול בעגלים הולשטיין-פריזי שניזונו בגרעיני סורגום לחוצים מהזן Oren מהגידול הקיצי כחלופה לגרגרי תירס שהוכללו בשיעור של 50% מהמנה. ממצאי הניסוי בעגלים הראו נתוני צריכת מזון חופשית דומים בשתי המנות הנבחנו. גם ערכי נעכלות חומר יבש, NDF ורכיביו, וחלבון בעגלים לא נבדלו סטטיסטית בשתי המנות הנבחנו.

בשנה השלישית של המחקר בוצעה סדרה של ניסויי צריכה ועיכול בכבשים בכלובים מטבוליים שהואבסו בתחמיצים מהקצירים הקיצי והסתווי של סורגום גבוה S4 המיועד לתחמיץ, מהקציר הקיצי של החומר הוגטטיבי מהזן S2 הנמוך לאחר קציר הגרעינים, ומהקציר הסתווי של הזן S2 כולל גרעינים. נבדקה גם הצריכה החופשית והנעכלות בכבשים של גרעינים לחוצים מהזנים Oren סתווי (מגידול 2010) ו S2 קיצי (מגידול 2011) שנקצרו בקציר נפרד מהשארית הוגטטיבית; נעכלות החומר היבש של גרגרי סורגום S2 קיצי בטלאים הייתה דומה לזו של כופתיות עמילניות מסחריות (79.5 לעומת 81.3% בהתאמה) אך נמוכה במקצת מזו של גרגרי אורן סתווי (83.2%). הנעכלות בכבשים של החלבון בגרגרי S2 הייתה נמוכה מזו שבכופתית המסחרית ובגרגרי אורן סתווי (68.9, 79.9 ו 75.4% בהתאמה) למרות תכולת החלבון הדומה שלהם. נעכלות ה NDF ומרכיביו של גרגרי S2 היו דומים לאלו של הכופתית העמילנית אך נמוכים מאלו של גרגרי אורן. הנעכלות בכבשים של החומר היבש של תחמיץ S2 קיצי (למרות היותו לאחר קציר הגרגרים) הייתה גבוהה מזו של תחמיץ S2 סתווי שכלל גרגרים אך דומה לזו של תחמיץ S4 קיצי וסתווי. מגמה הפוכה התקבלה ביחס לחלבון בשני הזנים. בתחמיץ הקיצי נטול הגרגרים מהזן S2 הייתה נעכלות חלבון נמוכה יותר בהשוואה לתחמיץ הסתווי. גם נעכלות החלבון של התחמיץ מהגידול הקיצי של S4 הייתה נמוכה מזו של הגידול הסתווי. נמצא יתרון גדול לנעכלות ה NDF של תחמיץ מהגידול הקיצי של S2 בהשוואה לשלושת סוגי התחמיצים האחרים. בניהולו של ד"ר חיים ליבוביץ בוצע ניסוי פיטום של טלאים על תערובת גרגרים שלמים (חאלטה) שהכילה 18% גרגרי סורגום מהקציר הקיצי של S2 כחלופה ל 18% גרגרי חיטה ותרס. נמצא יתרון מובהק במשקל הגוף החי לטובת טלאי קבוצת הסורגום, שגדלו עד למשקל של 59.9 ק"ג בגמר הניסוי בהשוואה למשקל של 57.3 ק"ג בקבוצת הביקורת. גם בתוספת המשקל היומית לכל תקופת הגידול נמצא יתרון מובהק (470 ג' לטלה) לטלאי קבוצת הסורגום בהשוואה לטלאי קבוצת הביקורת (430 ג' לטלה).

בניהולם של פרופ. שנאן הרפז וד"ר שלי דרויאן בוצע ניסוי עם דגי מכלוא אמנון בשלב הפיטום, במהלכו הוכנסה כמות של 10% אבקת סורגום אורן או S2 ו-20% אבקת סורגום אורן על חשבון יתר המרכיבים שבמנה בהשוואה למזון הרגיל ללא סורגום. תוצאות הניסוי הראו שאין פגיעה בגדילת הדגים בעת החלפה של 10% מהמזון באבקת סורגום אורן או S2 והפגיעה בעת החלפת 20% אבקת סורגום אורן היא מזערית.

Summary

In the first year we examined in small plots in Lachish the optimal growth conditions of 6 new sorghum varieties developed in Israel. Data show that the tall varieties (>2 m) should grow at density of 10-12 plants/m² and rows distance of 1m, while the low varieties (<1.8 m) should grow at density of 22-24 plants/m² and rows distance of 0.4-0.5 m in order to obtain the highest forage yield and good quality.

In the second year we grew in larger plots (5 dunams per each variety) in Neve-Yahar three high sorghum varieties for silage (HR-75 ,T-41 and S4) and three low sorghum varieties (S2, P2B and Oren) for dual purpose grains plus silages production. The phenotypes of the varieties HR-75 ,T-41 and P2B were not stable and not clean enough for registration as new strains, and therefore were excluded from the nutritional examination. The high sorghum variety S4 was phenotypically stable and yield in two sequential harvests at August and November total forage yield of 5.1 T DM/Dunam which is 2.5 folds higher than corn yield tested in a neighbor field. The low varieties S2 and Oren produced in 1st summer harvest yields of 782 and 687 kg grains /Dunam, plus 1.15 and 1.05 T DM/Dunam of silages, respectively. In the second growth cycle, the late harvest in the end of November and start of rainfalls prevented the separation of commercial cuts for grains and silages and all mass was harvested for silages. In the second harvest S2 and Oren varieties produced additional mass of 2.04 and 1.3 T DM/Dunam silage, respectively. Protein content of the grains in summer grown S2 and Oren varieties were 14.4 and 14.7% of DM, respectively.

Two experiments with chicken broilers fed ground sorghum grains of S2 and Oren show that each of these ground sorghum grains can efficiently replace up to 30% of the corn and wheat in diets of chickens resulting in similar growth rate.

A growth study with steers demonstrated that ground summer Oren sorghum grains can replace up to 50% of corn grains in the diets of steers resulting in similar in vivo digestibility of DM, crude protein, NDF, cellulose and hemicelluloses.

In the third year, series of intake and digestibility experiments were conducted with lambs held in individual metabolic cages and fed diets based on 30% commercial concentrated pellets plus 70% summer S2 grains or Oren grains or summer S2 silage (without grains), or autumn S2 silage (including grains) or summer S4 silage or

autumn S4 silage. Data show that DM digestibility of S2 grain was similar to that of the commercial concentrated pellets but slightly lower than that of Oren grain (79.5, 81.3 and 83.2%, respectively). Digestibility of NDF, cellulose and hemicelluloses of S2 sorghum grain was similar to that of the concentrated pellets but lower than that of Oren grains. The DM digestibility of summer S2 silage (without grains) was higher than that of autumn S2 silage but similar to the two types of S4 silages. The summer S2 and S4 silages had lower protein digestibility compared the respective autumn grown silages. The S2 summer silage demonstrated higher NDF, cellulose and hemicelluloses digestibility values than the other three types of silages.

Additional performance study was conducted with growing lambs fed for 63 days, either a sorghum diet containing 18% of whole sorghum S2 grains and additional TMR components as substitute for 18% of whole wheat and corn grains in the control diet. Data demonstrated significant advantage of the S2 fed group over the control group in final BW (59.9 vs 57.3 kg) and rate of growth (470 g/d vs 430 g/d).

Additional growth study with Amnun crossed fish demonstrated that ground Sorghum S2 or Oren fed to the fish can successfully replace up to 20% of the commercial dietary components without negative effect on fish rate of growth.

מבוא ומטרות:

כיום לא מגדלים כלל סורגים לגרעינים בארץ, והתלות ביבוא הגרעינים להזנת בע"ח מצדיקה בחינה מחדש של אפשרויות הגידול המקומי של גרעיני סורגים מפיתוח ישראלי מושקים בקולחין כתחליף ליבוא של גרעיני סורגים להזנת בקר לחלב, צאן, עופות ודגים, ואת האפשרות לגידול של תחמיצי סורגים עתירי גרעינים שיחליפו תחמיצים יקרים וגרעינים מיובאים במנת הבקר והצאן בארץ. בהתאם לתכנית המחקר שאושרה ע"י ועדת השיפוט בשלב הראשון של המחקר נערכו מבחני זנים לשלושה זני סורגים חדשים גבוהים עתירי גרעינים (HR-75, T-41 ו S4) ולשלושה זנים נמוכים חדשים (S2, P2B ו Oren) ומאופיינים ביבול גרגרים גבוה. ששת זני הסורגים הנבחנים שפותחו על ידי כרמי מירון גודלו בחלקות פיילוט קטנות (0.5 דונם) בחוות לכיש, בהשוואה לזן הביקורת המסחרי FS-5. שנת המחקר הראשונה יועדה לבחינת תנאי הגידול המיטביים של זני הסורגים החדשים תוך שימת דגש על השפעות עומד הזריעה על יבול החומר היבש, ותכולת הגרעינים. בהמשך נבחן ההרכב הכימי והנעכלות in vitro של החומר הוגטטיבי והגרעינים שגודלו בעומד מיטבי של הזנים הנבחנים בהשוואה לזן המסחרי הנפוץ בארץ FS-5. גידול השנה הראשונה אמור היה לשמש גם ליצור חומר ריבוי לקראת השלב השני הכולל גידול בחלקות חצי מסחריות ובחינה תזונתית בטלאים של התחמיץ והגרגרים המתקבלים. בסוף השנה הראשונה אמור היה להיבחן הערך התזונתי לגידול עופות של זן נמוך נבחר בהשוואה לגרעיני סורגים מסחריים או לגרעיני תירס.

בשנה השנייה והשלישית של המחקר התבצע גידול בהיקף חצי מסחרי (5 דונם לזן) בחוות המחקר נוה-יער לשלושה זני סורגים חדשים גבוהים עתירי גרעינים (HR-75, T-41 ו S4) המיועדים לתחמיץ ולשלושה זנים נמוכים חדשים (S2, P2B ו Oren) המיועדים ליצור גרגרים וחומר ווגטטיבי. הזנים הללו אשר גודלו בהיקף מצומצם בשנת המחקר הראשונה 2010, גודלו מחדש בהיקף חצי מסחרי בשנת 2011 למטרות הבאות: א. בחינת היבול לדונם, המאפיינים הפנוטיפיים, והאחידות הגנטית של כל אחד מששת הזנים בעת גידולו בהיקף חצי מסחרי; ב. בחינת האפשרות לקצור את הצמחים מהזנים הגבוהים שיימצאו אחידים ויציבים מבחינה גנטית ופנוטיפית בשני קצירים, קיצי ולאחריו סתווי, ולהכין מהם תחמיצים בחביות לבחינת ערכם התזונתי בניסויי צריכה חופשית ועיכול בכבשים; ג. בחינת היבול של גרגרים מהזנים הנמוכים שיימצאו אחידים ויציבים גנטית ופנוטיפית וייקצרו בקומבין מסחרי, ובהמשך בחינת היבול של השארית הוגטטיבית שלהם שתיקצר בנפרד בקומבין לתחמיץ ותשמש להכנת תחמיצים בחביות ובחינת ערכם התזונתי בסידרת ניסויי צריכה ועיכול בכבשים; ד. בחינת הערך התזונתי של גרגרים מעוכים שנקצרו בנפרד מהזנים S2 קיצי ו Oren קיצי או סתווי בניסויי פיטום של עופות כחלופה לגרגרי תירס או חיטה מסחריים טחונים; ה. בחינת האכילה החופשית והנעכלות בעגלי פיטום של גרגרי אורן מעוכים כחלופה לגרגרי תירס במנה; ו. בחינת הצריכה החופשית והנעכלות בטלאים של גרגרים מעוכים מהזנים S2 ו Oren כחלופה לכופתיות מזון מרכז המקובלות בהזנת טלאים; ז. בחינת האכילה החופשית וקצב הגדילה בכבשים לפיטום שיוזנו במנה המכילה גרגרי S2 שלמים

כחלופה לגרגרי חיטה שלמים; ח. בחינת הערך התזונתי לגידול דגים של גרגרי S2 ואורן טחונים כחלופה לגרגרי חיטה במנה;

תוצאות ומסקנות שנה ראשונה

מימצאי מבחן הזנים – עומד מיטבי, יבול, תכונות פנוטיפיות, ונעכלות במבחנה

ממצאי מבחן העומדים הראו כי בזנים הגבוהים (2 - 2.5 מ') מרווח שורות של 1 מ' (10-11 צמחים למ"ר) נתן יבול מירבי של מסה וגטטיבית לדונם כפי שנמצא גם בזנים גבוהים של סורגום שנבחנו בעבודות קודמות. לעומת זאת בזנים הנמוכים S2, P2b ו Oren (טבלה 1) נמצא כי עומד צמחים גבוה (24 צמחים למ"ר) נתן יבולים גבוהים יותר לדונם מאשר עומד בינוני (16.6 צמחים למ"ר) או עומד נמוך (13.3 צמחים למ"ר). לעומד הזריעה לא הייתה השפעה מובהקת על הנעכלות במבחנה של הצמחים מהזנים הנמוכים הנבחנו.

השוואת נתוני היבול של החומר הוגטיבי והגרעינים בששת זני הסורגום החדשים שגודלו בעומד מיטבי בהשוואה לזן המסחרי FS-5 וכן ההרכב הכימי והנעכלות שלהם מובאים בטבלה 2.

נמצא כי מבין זני הסורגום הגבוהים החדשים המיועדים לייצור תחמיצים עתירי גרעינים שנבחנו בניסוי בעומד מיטבי (10 צמחים למ"ר) הושג יבול חומר יבש מרבי בזן HR-75 (3.83 טון ח"ל/דונם), ויבול זה גבוה ב 83% ממסת היבול של הזן המסחרי FS-5 שגודל לצדו באותו שדה. יצוין שגם יבול הגרגרים שהושג בזן HR-75 (540 ק"ג/דונם) היה גבוה ב 35% מזה של הזן המסחרי FS-5. גם הזנים החדשים הגבוהים האחרים שנבחנו בניסוי זה (T41 ו S4) נתנו יבול גבוה יותר באופן מובהק של גרעינים בהשוואה לזן המסחרי FS-5 אך יבול המסה הוגטיבית שלהם היה נמוך מזה של הזן HR-75. הזן HR-75 מאפיין גם בתכולת NDF סבירה (49%) ובפוטנציאל נעכלות חומר יבש של כלל הצמח גבוה ודומה לזה של הזן המסחרי (טבלה 2), ולכן נראה שזה הזן המבטיח ביותר ובו נתמקד בהמשך לבחינת ערכו התזונתי עבור מעלי גירה יצרניים.

ההשוואה בין הזנים הנמוכים שגדלו בעומד מיטבי (24 צמחים למ"ר) מראה שניתן להשיג בהם יבול גרגרים גבוה יותר מאשר בזנים הגבוהים. יבול חומר יבש (מסה וגטטיבית + מכבדים) מירבי הושג אמנם בזן P2B (2.61 טון ח"ל/דונם) אך יצוין כי הגבעולים שלו מעובים במיוחד (קוטר גדול ב 33% מזה של הזנים הגבוהים HR-75 ו FS-5 ושל הזנים הנמוכים האחרים) ולכן ויהיה קשה להפכם לתחמיץ זמין לאכילה ע"י מעלי גירה או להקמילם בשדה כשחת. לעומת זאת הזנים הנמוכים S2 ו Oren נותנים יבול גרגרים גבוה ב 95% או ב 68%, בהתאמה, מזה של הזן המסחרי FS-5, ויבול חומר יבש דומה לזה של הזן המסחרי (כ 2 טון ח"ל/דונם) ולכן יש מקום להמשך בחינתם כזנים דו תכליתיים לגידול גרעינים בנפרד ושחת או תחמיץ בנפרד.

טבלה 1. מבחן עומד מיטבי של זני הסורגום הנמוכים עתירי הגרעינים בליכיש – 2010

זן סורגום נבחן	עומד נבחן	צמחים למ"ר	גובה (מ')	קוטר גבעול (מ"מ)	% ח"י בצמח	% ח"י במכבד	תכולת מכבדים בח"י בצמח	יבול ח"י ט' / ד'	יבול גורגרים ט' ח"י / ד'
S2	גבוה	24.0a	1.09	22.8b	42.3ab	86.0a	0.434b	2.39a	0.78a
S2	בינוני	16.6b	1.07	24.3ab	43.3a	89.0	0.471a	1.94b	0.69b
S2	נמוך	13.3c	1.11	26.0a	40.4b	83.4	0.475a	1.98b	0.70b
SEM		1.58	0.02	0.57	0.89	1.90	0.009	0.11	0.036
P2B	גבוה	24.0a	1.27a	32.3a	43.1a	73.8a	0.352b	2.61a	0.69
P2B	בינוני	17.0b	1.15b	29.5b	47.3	75.5a	0.350a	2.17b	0.57
P2B	נמוך	13.0c	1.17b	33.4a	47.1	66.7b	0.444b	1.59c	0.53
SEM		1.72	0.029	0.75	1.70	1.32	0.028	0.17	0.07
Oren	גבוה	24.0a	1.62	16.9	43.5	81.8a	0.46a	1.97a	0.68a
Oren	בינוני	16.6b	1.67	17.1	41.5	79.8ab	0.42a	1.77ab	0.56b
Oren	נמוך	13.3c	1.77	19.4	40.1	76.7b	0.39b	1.49b	0.44c
SEM		1.65	0.024	0.67	1.25	1.61	0.018	0.10	0.03

abc ערכים באותה עמודה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית ברמת מובהקות $P < 0.05$

טבלה 2. יבול, מופע פנוטיפי ונעכלות של זני הסורגום שגודלו בעומד מיטבי במבחן זנים לכיש- 2010.

זן סורגום נבחן	עומד צמחים למ"ר	גובה (מ')	קוטר גבעול (מ"מ)	תכולת מכבדים בח"י בצמח	מסת ח"י טון/ ד'	יבול ח"י גרמים ט' / ד'	תכולת NDF בצמח (%)	נעכלות ח"י בצמח (%)	נעכלות ח"י במכבד (%)
זנים גבוהים לתחמיץ									
HR-75	10.0b	2.10a	23.5b	0.189d	3.83a	0.54b	49.1e	65.1a	72.0b
T41	10.0b	1.80b	24.0b	0.263b	2.90b	0.57b	52.0d	59.3b	74.2b
S4	10.0b	1.80b	18.0c	0.295b	2.44cd	0.54b	49.4e	58.3b	71.2b
FS-5	10.0b	2.77a	24.0b	0.256	2.09d	0.40c	66.8a	63.8a	70.3bc
זנים נמוכים לגרעינים (להשוואה מטבלה 1)									
S2	24.0a	1.09d	22.8bc	0.434a	2.39cd	0.78a	50.3de	62.1ab	65.2c
P2B	24.0a	1.27c	32.3a	0.209c	2.61bc	0.69a	56.9c	59.9b	65.0c
Oren	24.0a	1.62 b	16.9d	0.456a	1.97d	0.67a	62.0b	66.4a	73.4b
SEM	1.58	0.024	0.66	0.017	0.155	0.049	0.81	1.66	1.50

abc ערכים באותה עמודה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית ברמת מובהקות $P < 0.05$

בחינה תזונתית של הזן Oren בעגלים לפיטום

יבול הגרעינים הגבוה והנעכלות הפוטנציאלית הגבוהה של הזן Oren היו המניעים העיקריים להמשך גידול של הזן הזה בהיקף חצי מסחרי בחוות המחקר של המינהל בנוה יער על מנת להפיק ממנו מסה של גרעינים ושל שחת באיכות גבוהה ובחינת ההאכלות והנעכלות של הגרגרים בעגלים לבשר ובעופות פיטום. האנליזות לבחינת מקדמי העיכול של החומר היבש וה NDF בעגלים שניזונו בגרגרי סורגום לחוצים מהזן Oren כחלופה להזנה בגרעיני תירס לחוצים עדיין לא הושלמו, והתוצאות יובאו לפיכך בדו"ח השנה השנייה. הנעכלות במבחנה in vitro של החומר היבש בגרעיני סורגום לחוצים מהזן Oren הייתה 93.9% בהשוואה לנעכלות של 93.3% בגרעיני תירס מסחרי לחוצים. בהתאם לממצאים אלו הוחלט לעשות ניסוי פיטום של עופות שיגודלו על גרעיני סורגום מהזן Oren בהשוואה לגרעיני תירס או לגרעיני סורגום מסחריים ותוצאות הניסויים בעופות מובאים בהמשך.

בחינה תזונתית של ערך גרעיני הסורגום מהזן החדש Oren להזנת פטמי עופות.

בחינת ערכו התזונתי של סורגום מהזנים החדשים שפותחו במכון וולקני נבחנה ע"י ד"ר יוסי פנחסוב בהזנת עופות מקווי בשר. עקב התפרצות מגפת שפעת העופות הוטל סגר על יישובי גדרות ונאלצנו לדחות את ביצוע הניסוי עד להסרת הסגר.

נערכו שני ניסויים בהם נבחנה הגדילה של פטמים מסחריים בקנה מידה ניסויי במהלך 4 שבועות: בשני ניסויים קצרי טווח, נבחנו ביצועי אפרוחים מקווי בשר, שקבלו מנת "סורגום Oren" (קיצו 2010) או "סורגום מסחרי" (סורגום אוקראיני 2010). בניסוי 1 הושוו התוצאות לביצועי אפרוחים שקיבלו מנת "ביקורת שלילית" שהכילה תירס כגרעין בלעדי, בעוד שבניסוי 2 הושוו ביצועי אפרוחים שקבלו סורגום "Oren" או סורגום מסחרי בלבד.

בשני הניסויים, לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין קבוצות הניסוי במהלכן של 28 ימים לניסוי. כמו כן האכילה ונצילות המזון של הקבוצה שבמזונה הוכלל סורגום מזן "Oren" לא פחתה מקבוצות ביקורת שצרכו סורגום מסחרי או תירס כגרעין עיקרי.

סורגום "Oren" יכול לשמש במנה של עופות לפיטום. לממצא זה חשיבות מסחרית משמעותית אשר תאפשר שימוש מסחרי נאות בגרעין סורגום מהזן המקומי הנבחן. יש לציין כי הניסויים הללו נעשו בקנה מידה קטן ולא מסחרי. יש לחזור אליהם בקנה מידה גדול יותר ולבחון אותם גם בקנה מידה מסחרי.

כמו כן מומלץ לבחון ההזנה של סורגום מזן "Oren" במטילות יצרניות ביצי מאכל.

מטרות המחקר בעופות:

בחינת ערכו התזונתי של גרעיני הסורגום משני הזנים הנמוכים החדשים, כמחליפי גרעיני סורגום ותירס במנות של פטמי עופות – הבחינה תעשה בהשוואה למנות המכילות גרעיני סורגום או תירס מסחריים.

בניסויים הנוכחיים מגמתנו לבחון את האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום במהלך 4 שבועות.

חומרים ושיטות

מזונות הניסוי

הרכב המנות התבסס על חומרי גלם מסחריים: תירס, סורגום, וכוספת סויה. מנות הניסוי תוכננו בתכנון לינארי בהתבסס על הדרישות התזונתיות של ה (NRC 1994).

תחילה נבדק הרכבן הכימי של חומרי הגלם העיקריים (וכן זה של סורגום מזן Oren) ואח"כ תוכננו מנות הניסוי.

מכיוון שרמת החלבון בין שני סוגי הסורגום לא נבדלה בצורה משמעותית (9.85% בסורגום מסחרי כנגד 10.3% בסורגום "Oren"), נגזרו הרמות של חומצות האמינו באופן יחסי משל הזנים המסחריים. שאר הרכיבים נבדקו באנליזה כימית וערכן הוכנס למטריצת הנתונים על פי הממצאים.

נערכו שני ניסויים קצרי טווח:

בניסוי 1 נבחנו ביצועי אפרוחי פיטום שקבלו מנת "סורגום Oren" (קיצו 2010) או "סורגום מסחרי" (סורגום אוקראיני 2010) והשוו לביצועי אפרוחים שקבלו מנת "ביקורת שלילית" שהכילה תירס;

שבניסוי 2 הושוו ביצועי אפרוחים שקבלו סורגום "Oren" או סורגום מסחרי בלבד.

מזונות ניסוי 1

מזונות הניסוי תוכננו במודל של תכנון לינארי לפי הדרישות התזונתיות המתאימות לעופות מקווי בשר (NRC 1998). להוציא את הסורגום הניסויי מזן "Oren", כל שאר רכיבי המזון הוכנו מחומרי גלם מסחריים. המנה התבססה על שני רכיבים עיקריים: גרעין עיקרי (סורגום או תירס) כספק אנרגיה וכוספת סויה כספק חלבון.

מנות הניסוי הכילה סורגום מזן "Oren" או מזן מסחרי ברמה של 30% מהמנה. כמו כן תוכננה מנת ביקורת שלילית אשר הכילה תירס כגרעין בלעדי.

חומרי הגלם נגרסו במגרסה בגודל חלקיקים של עד 2 מ"מ והוכנו במערך יצור ניסיוני (מעבדות סיאפ).

ההרכב הכימי והתזונתי של מנות הניסוי והביקורת מובא בטבלאות 1 ו-2.

תיאור ניסויי הגדילה

ניסוי 1

הניסוי נערך בלול מסחרי קונבנציונלי מקורה עם דפנות רשת מכוסה בניילון (מושב מישר). כמאה אפרוחי פיטום זכרים ונקבות (מגזע קוב 500, י. בראון ובניו בע"מ), אשר חוסנו בגיל יום כנגד ניו-קאסל + ברונקיט וריאנט 2, חולקו בין 9 תאי רפד (בגודל 2.5-2 מ"ר) עם מחיצות מגודרות ברשת. כל תא הכיל אבוס וכלי מים. עד גיל שבוע גודלו האפרוחים בשלושה תאים, ולאחר מכן נשקלו, מוינו וחולקו בין תשעת התאים ל-3 קבוצות טיפול בסדרת עם חזרות עוקבות, לפי משקל גוף קבוצתי זהה ככל האפשר. כל תא הכיל בין 6 ל-8 אפרוחי פיטום.

נבחנה האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום שמזונם הכיל סורגום ניסויי מזן "Oren" כגרעין עיקרי במנה.

אפרוחי קבוצות הניסוי חולקו לשלש קבוצות טיפול כדלהלן:

1. סורגום ניסוי – מנה שהכילה גרעין סורגום מזן ניסויי "Oren" כמרכיב עיקרי
2. מנת ביקורת חיובית - מנה שהכילה סורגום מסחרי כגרעין עיקרי
3. מנת ביקורת שלילית – מנה שהכילה תירס (ללא סורגום) כגרעין עיקרי,

מזונות הניסוי הוגשו בצורה של קמח גס. מזון ומים נתנו בהזנה חופשית.

במהלך 4 שבועות לניסוי, נמדדו הגדילה (משקלי גוף) אחת לשבוע בצורה פרטנית, וצריכת המזון בצורה קבוצתית.

טבלה 1. ההרכב התזונתי של מנות הניסוי לגידול פטמי עופות בהכללה של סורגום Oren או סורגום מסחרי (SC) ושל מנת הביקורת (CONT) בניסוי 1.

	CONT	Oren-11-10	SC-11-10
GE (Kcal)	4189	4214	4219
ME app poultry (Kcal)	3080	3080	3080
CRUDE PROTEIN (%)	22.5	22.5	22.5
FAT (%)	8.8	8.9	9.0
ASH (%)	5.6	5.7	5.7
CRUDE FIBER (%)	4.9	4.9	4.7
CALCIUM (%)	0.90	0.90	0.90
PHOSPHORUS (%)	0.75	0.75	0.75
PHOSPHORUS av (%)	0.40	0.40	0.40
CHLORINE (%)	0.15	0.15	0.15
SODIUM (%)	0.23	0.23	0.22
Amino acids			
LYSINE (%)	1.29	1.23	1.24
METHIONINE (%)	0.56	0.59	0.58
MET+CYS (%)	0.93	0.93	0.93
THREONINE (%)	0.90	0.86	0.87
TRYPTOPHAN (%)	0.28	0.28	0.28
ISOLEUCINE (%)	1.03	1.02	1.03
LEUCINE (%)	2.00	2.00	2.01
VALINE (%)	1.15	1.14	1.15
HISTIDINE (%)	0.58	0.55	0.55
ARGININE (%)	1.57	1.49	1.51
GLYCINE (%)	0.95	0.91	0.92
SERINE (%)	1.16	1.11	1.11
GLY+SER (%)	2.09	2.00	2.01
PHENYLALANINE (%)	1.17	1.15	1.15
TYROSINE (%)	0.87	0.81	0.84
PHE+TYROSINE (%)	2.00	1.93	1.95
ALANINE (%)	1.09	1.12	1.12
LINOLEIC ACID (%)	4.7	4.6	4.7

טבלה 2. הרכב המזונות ששימשו להכנת מנות הניסוי בהכללה של סורגום Oren או סורגום מסחרי (SC) ומנת הביקורת (CONT) בניסוי 1.

סורגום מסחרי סורגום אורן ביקורת

	CONT	Oren-11-10	SC-11-10
Maize	46.5%	18.5%	18.0%
Commercial Sorghum			30.0%
Oren sorghum		30.0%	
Soya 48	36.8%	34.6%	35.0%
DL-Met	0.2%	0.3%	0.2%
NaCl	0.3%	0.3%	0.3%
Vit concBR	0.3%	0.3%	0.3%
Limestone	1.1%	1.1%	1.1%
Na ₂ SO ₄	0.1%	0.1%	0.1%
TCP	1.0%	1.0%	1.0%
	100.0%	100.0%	100.0%

מזונות ניסוי 2.

הדרישות התזונתיות של מנות הניסוי היו זהות לאלו שהוכנו בניסוי 1, אולם הרכב המזון היה מעט שונה. בעוד שבניסוי 1 השתמשנו בסורגום כגרעין עיקרי, בניסוי השני השתמשנו בסורגום ובתירס במידה שווה (כ-27% כל אחד, טבלה 3). ההבדל היחיד בין מנת הניסוי למנת הביקורת היה מקור הסורגום ("Oren" או מסחרי).

טבלה 3. ההרכב הכימי והתזונתי של מנות ניסוי 2

ME app poultry (Kcal)	3080
CRUDE PROT.(%)	22.5
FAT (%)	7.6
ASH (%)	5.9
CRUDE FIBER (%)	3.3
CALCIUM (%)	0.95
PHOSPHORUS (%)	0.73
PHOSPHORUS av (%)	0.40
LYSINE (%)	1.20
METHIONINE (%)	0.63
CYSTEINE (%)	0.54
MET+CYS (%)	1.01
LINOLEIC ACID (%)	3.98

Ingredients

Maize	26.48%
Sorghum (TAL or Commercial)	27.51%
Soya 48	37.15%
Soya Oil	5.46%
NaCl	0.26%
Vit & Min	0.30%
Limestone	1.43%
Na ₂ SO ₄	0.10%
DCP	1.00%

ניסוי 2

הניסוי נערך בלול ניסויי בתאים אינדיבידואליים על רפד (בית גמליאל). עשרה אפרוחי פיטום זכרים ונקבות (מגזע קוב 500, י. בראון ובניו בע"מ), אשר חוסנו בגיל יום כנגד נ. קאסל+ברונכיט וריאנט 2, חולקו לתאים עם מחיתות המגודרים ברשת. כל תא הכיל אבוס וכלי מים. בגיל שבוע נשקלו האפרוחים וחולקו לשתי קבוצות טיפול עם 5 חזרות כל אחת. האפרוחים חולקו לפי משקל גוף קבוצתי זהה ככל האפשר. נבחנה האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום שמזונם הכיל סורגום ניסויי מזן "Oren" או סורגום מסחרי כגרעין משלים במנה.

אפרוחי קבוצות הניסוי חולקו לשתי קבוצות טיפול כדלהלן:

1. סורגום ניסוי – מנה שהכילה גרעין סורגום מזן "Oren" כמרכיב משלים לתירס (טבלה 3).
 2. סורגום ביקורת - מנה שהכילה סורגום מסחרי כגרעין משלים לתירס (טבלה 3).
- מזונות הניסוי הוגשו בצורה של תערובת בגריסה גסה. מזון ומים נתנו בהזנה חופשית. אחת לשבוע, במהלך ארבע שבועות לניסוי, נמדדו ונרשמו האכילה, הגדילה והתמותה של האפרוחים בצורה פרטנית. ניתוח סטטיסטי התוצאות הוצגו כממוצע עם שגיאת תקן (SE). הניתוח הסטטיסטי של נתוני ניסוי 1 נעשה ב-ANOVA עם מבחן תחום מרובה (Duncan 1955), והניתוח הסטטיסטי של ניסוי 2 במבחן t-Test.

תוצאות

ניסוי 1

לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין קבוצות הניסוי במהלכן של 35 ימים לניסוי (טבלה 4).

הגדילה של קבוצה 1, שקבלה מזון המבוסס על סורגום "Oren" לא פחתה משל ביקורת (3)

טבלה 4. משקלי גוף (גרם, ממוצע) של אפרוחי פיטום שצרכו תערובות גידול על בסיס סורגום "Oren" (1), סורגום מסחרי (2) או מנת ביקורת על בסיס תירס (3) כגרעין עיקרי במנה.

גיל בימים

טיפול	7	14	21	28	35
1	77	158	290	539	914
2	76	176	311	560	933
3	73	157	265	512	876
SEM	1	7	19	38	50

בכל גיל, משקל ממוצע (עם שגיאת תקן קבוצתית) של 3 חזרות לקבוצת אפרוחים משני המינים ההבדלים בין ממוצעי הקבוצות אינן מובהקות מבחינה סטטיסטית ($p < 0.05$)

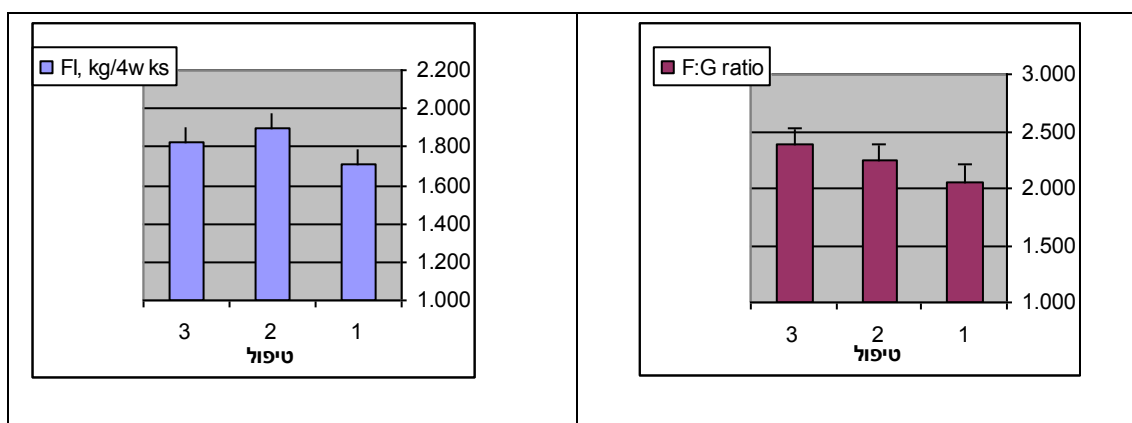
בתקופה האמורה, צריכת המזון של אפרוחי קבוצות הניסוי הייתה במוצע כ-1.7 ק"ג לעוף (טבלה 5). הגם שאפרוחי קבוצת הביקורת צרכו יותר מזון משאר הקבוצות, ההבדלים בצריכה בין הקבוצות היו לא משמעותיים מבחינה סטטיסטית.

טבלה 5. צריכת מזון במהלך 35 ימים לניסוי (ק"ג לעוף, ממוצע) של אפרוחי פיטום שצרכו תערובות גידול על בסיס סורגום "Oren" (1), סורגום מסחרי (2) או מנת ביקורת על בסיס תירס (3) כגרעין עיקרי במנה.

גיל בימים					
טיפול	14	21	28	35	7-35
1	0.161	0.305	0.509	0.738	1.712
2	0.163	0.312	0.499	0.925	1.899
3	0.164	0.347	0.523	0.795	1.829
SEM	0.005	0.023	0.028	0.053	0.081

בכל גיל, צריכת המזון (עם שגיאת תקן קבוצתית) היא ממוצע של 3 חזרות לקבוצת אפרוחים משני המינים ההבדלים בין ממוצעי הקבוצות אינן מובהקות מבחינה סטטיסטית ($p < 0.05$) נמצאו הבדלים קטנים בנצילות המזון בעיקר בין קבוצת הביקורת (3) שהייתה גבוהה יותר מזה של קבוצות 1 ו-2, אך גם כאן ההבדלים לא נמצאו מובהקים (איור 1).

איור 1. נצילות מזון (ימין) וצריכת מזון תקופתית (35 ימים לניסוי) של אפרוחי פיטום שצרכו תערובות גידול על בסיס סורגום "Oren" (1), סורגום מסחרי (2) או מנת ביקורת על בסיס תירס (3) כגרעין עיקרי במנה.



נצילות המזון וכן צריכת המזון (עם שגיאת תקן) היא ממוצע של 3 חזרות לקבוצת אפרוחים משני המינים ההבדלים בין ממוצעי הקבוצות אינן מובהקות מבחינה סטטיסטית ($p < 0.05$)

התוצאות של ניסוי 1 מורות כי הגדילה ונצילות המזון, של אפרוחי הפיטום שצרכו את מנת הניסוי עם סורגום מזן "Oren", לא פחתו משל שאר הקבוצות.

לממצא זה חשיבות מסחרית משמעותית אשר תאפשר שימוש מסחרי נאות בגרעין סורגום מהזן המקומי הנבחן. יש לציין כי הניסויים הללו נעשו בקנה מידה קטן ולא מסחרי.

יש לחזור אליהם בקנה מידה גדול יותר ולבחון אותם גם בקנה מידה מסחרי.

ניסוי 2

ניסוי 2 נבחן בקנה מידה מצומצם יותר מניסוי 1, ונערך במשך 4 שבועות. מטרתו העיקרית בחינת תרומתו של גרעין סורגום מזן "Oren" לזנים המסחריים המיובאים לארץ. בגלל התנאים האינדיבידואלים השיגו אפרוחי ניסוי 2 משקלים גבוהים משל אלו שנמצאו בניסוי 1.

האכילה והגדילה של אפרוחי קבוצות הניסוי והביקורת מובאים בטבלאות 6 ו-7.

במהלך 3 שבועות, צרכה קבוצת הניסוי שבמזונה הכולל סורגום מזן oren, מעט יותר מזון מזו של קבוצת הביקורת, 1.1 ק"ג לעומת 1.05 ק"ג במנה המסחרית. ההבדלים בצריכת מזון לא היו מובהקים מבחינה סטטיסטית (טבלה 6).

טבלה 6. צריכת מזון (ק"ג לעוף) ונצילות מזון (F:G) של אפרוחי קבוצת הניסוי (סורגום Oren) והביקורת במהלך 28 ימים לניסוי.

סורגום	צריכת מזון (גרם לעוף)	נצילות מזון (F:G)
Oren	ממוצע 1.10	1.75
	שגיאת תקן 0.12	
מסחרי	ממוצע 1.05	1.69
	שגיאת תקן 0.08	
T-test	מובהקות NS	NS

כל טיפול מכיל 4 עד 5 חזרות; נצילות המזון מבוססת על 3 חזרות לטיפול
 NS, הבדלים בין ממוצעים אינם נבדלים סטטיסטית ($p < 0.05$)
 כמו כן, לאורך כל תקופת הניסוי, לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים במשקל גוף (טבלה 7) או
 בנצילות המזון בין הטיפולים (טבלה 6).

טבלה 7. משקל גוף ממוצע (גרם) של אפרוחי קבוצת הניסוי (סורגום Oren) והביקורת במהלך 28 ימים לניסוי

גיל אפרוחים (ימים)				
סורגום	7	14	21	28
Oren	102	219	434	726
ממוצע	13	35	67	96
שגיאת תקן	99	215	415	721
מסחרי	4	19	37	59
שגיאת תקן	NS	NS	NS	NS
T-test	מובהקות	NS	NS	NS

כל טיפול מכיל 4 עד 5 חזרות; NS, הבדלים בין ממוצעים אינם נבדלים סטטיסטית ($p < 0.05$) תוצאות הגידול של ניסוי 2 תואמות את זה שנמצא בניסוי 1.

המסקנות המידיות הן שגרעין סורגום מזן Oren יכול לשמש כמרכיב מזון לעופות. אולם ראוי לציין כי יש לבחון את התוצאות בקנה מידה גדול יותר ובגידול עופות מסחרי. יש לבדוק את האפשרות לבחון את הכללת הגרעין "Oren" גם במנת מטילות לביצי מאכל.

תוצאות ומסקנות מחקרי השנה השנייה

ממצאי גידול הזנים בהיקף חצי מסחרי-יבול, הרכב כימי, אחידות פנוטיפית ונעכלות במבחנה

בהסתמך על מסקנות השנה הראשונה של המחקר גודלו הזנים הגבוהים (HR-75, T-41 ו S4) בחוות מחקר נווה-יער במרווחי שורות של 1 מ', ולעומתם גודלו הזנים הנמוכים (S2, P2b ו Oren) במרווחי שורות של 50 ס"מ. הזנים גודלו על 240 מ"מ מים בהשקיה בטפטוף עד לקציר קיצי ראשון ב 7.8.2011 ולאחר מכן קבלו השקיה נוספת של 200 מ"מ מים בטפטוף ונקצרו לקציר הסתווי השני ב 10.11.2011. במועד הקציר הסתווי לא התאפשר ליבש את הגרעינים של הזנים הנמוכים בשמש (בגלל תחילת עונת הגשמים) ולכן בוצע קציר סתווי לתחמיץ בכל הזנים כולל הנמוכים למרות שתיאורטית ניתן היה לקצור גם לגרגרים. בזן Oren נשמרו גרעינים מהקציר הסתווי של עונת גידול 2010 ולכן התאפשר לנו לבצע ניסוי גדילה השוואתי בעופות בין גרגרי Oren לחוצים מקציר קיצי לבין גרגרי Oren לחוצים מקציר סתווי. הגידול בשדה בהיקף של חמישה דונם לכל זן אפשר לבחון את האחידות הפנוטיפית של כל אחד מהזנים ולהסיק ממנה על היציבות הגנטית של ששת הזנים שנבחנו בחוות נווה-יער. הקריטריון שנקבע לקביעת יציבות גנטית של זן היה: שיעור חריגים פנוטיפית בגובה או בצורת המכבד שלא יעלה על 1% מכלל הצמחים. בזנים הגבוהים נסקרו 12 שורות של צמחים, שנזרעו בצפיפות של 12 צמחים למ"ר, לאורך 420 מ' של שדה (מרווח של מטר בין השורות), ובזנים הנמוכים נסקרו 24 שורות של צמחים שנזרעו במרווח של חצי מטר בין השורות (22 צמחים למ"ר) לאורך 420 מ'.

טבלה 1. חישוב שיעור החריגים והיציבות הגנטית של הזנים שגודלו בנווה יער בשנת 2011.

הזן	מספר צמחים ל 5 דונם	מספר חריגים	% חריגים
HR-75	60,400	6,820	11.3
T-41	60,200	5,202	8.64
S4	60,520	305	0.504
S2	110,800	124	0.112
Oren	105,030	450	0.423
P2B	100,120	10,550	10.54

בהתחשב ב % החריגים הגבוה של הזנים הגבוהים HR-75 ו T-41 ושל הזן הנמוך P2B הוחלט שלא לקצור אותם לתחמיץ או לגרעינים אלא להמשיך לטפח אותם תוך הקפדה על הפריה עצמית נקייה מאבקה זרה, למשך מספר מחזורי גידול נוספים עד לקבלת זנים נקיים ויציבים מבחינה גנטית. לעומת זאת הוחלט לקצור את הזנים הנמוכים S2 ו Oren ואת הזן הגבוה S4 שנמצאו

יציבים מבחינה גנטית לצורך המשך עריכת המבחנים התזונתיים שאליהם התחייבנו במסגרת הפרויקט. תוצאות היבול המופע הפנוטיפי והנעכלות במבחנה של הצמחים מהקציר הקיצי מוצגות בטבלה 2.

טבלה 2. יבול, מופע פנוטיפי ונעכלות במבחנה של זני הסורגום שגודלו בנוה יער לקציר קיצי.

זן סורגום נבחן	עומד צמחים למ"ר	גובה (מ')	קוטר גבעול (מ"מ)	תכולת מכבדים בח"י בצמח	מסת ח"י טון/ד'	יבול ח"י גרורים ט'/ד'	תכולת ח"י בצמח (%)
זן גבוה לתחמיץ							
S4	12.1b	2.31a	15.3	0.307b	2.74a	0.701b	33.1
זנים נמוכים לגרעינים							
S2	22.2a	1.27b	14.0	0.537a	2.04b	0.913a	37.9
Oren	21.0a	1.46b	13.9	0.390a	1.30c	0.423c	40.8
SEM	1.58	0.11	1.06	0.037	0.11	0.040	0.91

abcd ערכים באותה עמודה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית ברמת מובהקות $P < 0.05$

תוצאות היבול המופע הפנוטיפי והנעכלות במבחנה של צמחי הקציר הסתווי מוצגות בטבלה 3.

טבלה 3. יבול ומופע פנוטיפי של זני הסורגום שגודלו בנוה יער לקציר סתווי.

זן סורגום נבחן	עומד צמחים למ"ר	גובה (מ')	קוטר גבעול (מ"מ)	תכולת מכבדים בח"י בצמח	מסת ח"י טון/ד'	יבול ח"י גרורים ט'/ד'	תכולת NDF בצמח (%)	נעכלות ח"י בצמח (%)	נעכלות ח"י במכבד (%)
זנים גבוהים לתחמיץ									
S4	12.1b	2.93a	16.4b	0.276b	2.36a	0.543b	64.2	60.9c	74.5b
תירס	10.0b	2.40b	22.0a	0.528a	2.04ab	0.778a	61.0	71.4a	83.8a
זנים נמוכים לגרעינים									
S2	22.2a	1.28d	15.9b	0.499a	1.88b	0.782a	62.1	68.1ab	72.4b
Oren	21.0a	1.72c	16.9b	0.466a	1.77b	0.687a	62.0	65.4b	71.4b
SEM	1.58	0.11	1.06	0.031	0.11	0.045	0.91	1.33	1.20

abc ערכים באותה עמודה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית ברמת מובהקות $P < 0.05$

הזן הגבוה S4 שנמצא בגידול בשנת 2011 בנוה-יער אחיד ויציב מבחינה גנטית נתן יבול גבוה ביותר של 2.36 טון ח"י/דונם מסה צמחית (כולל מכבדים) בקציר הקיצי הראשון, כאשר יבול המכבדים היה 651 ק"ג ח"י/דונם (טבלה 2). בקציר הסתווי השני (טבלה 3) היה היבול הכולל של המסה הצמחית בזן S4 2.74 טון ח"י/דונם, ויבול המכבדים שלו היה 632 ק"ג ח"י/דונם. להשוואה נבחן היבול של תירס מסחרי לתחמיץ שגודל בחלקה סמוכה על כמות מי השקיה כפולה (530 מ"מ) ונקצר לקציר קיצי יחיד בסוף אוגוסט (טבלה 2). יבול המסה הצמחית של התירס היה 2.04 טון ח"י/דונם ומתוכם 1.04 טון ח"י/דונם היו אשכולים נושאי 65% גרעינים. ממצאים אלו מצביעים על כך שזן הסורגום הגבוה החדש S4 עשוי להניב יבול תחמיץ מצטבר בשני קצירים של 5.1 טון ח"י לדונם שגבוה פי 2.5 מהיבול שנותן תירס לתחמיץ על כמות מי השקיה דומה. כמות הגרגרים שמניב ה S4 בשני קצירים היא 1.24 טון לעומת 0.78 טון גרגרים שמניב התירס.

הזנים הנמוכים שגדלו בעומד מיטבי (S2 ו Oren) השיגו בקציר הקיצי יבול חומר יבש (מסה וגטטיבית + מכבדים) של 1.88 ו 1.77 טון ח"י/דונם בהתאמה ויבול הגרגרים שלהם היה 782 ו 687 ק"ג/דונם, בהתאמה. בגידול לקציר סתווי נוסף היה יבול חומר יבש (מסה וגטטיבית + מכבדים) של הזנים הנמוכים S2 ו Oren 2.04 ו 1.30 טון ח"י/דונם בהתאמה ותכולת המכבדים בצמח הייתה 54% ו 39% בהתאמה. נראה לפיכך שהזנים הנמוכים S2 ו Oren יעילים יותר פי 2.2 ו 1.43 ביצור גרגרים בשני קצירים מאשר תירס בקציר יחיד. זנים אלו יעילים יותר פי 1.9 ו 1.52 בהתאמה ביצור מסה של תחמיץ עתיר גרגרים בהשוואה לתירס. הנעכלות במבחנה in vitro של החומר היבש בגרגרי סורגום לחוצים מהקציר הקיצי של הזנים S2 ו Oren הייתה 91% ו 93.9%, בהתאמה, ותכולת החלבון על בסיס ח"י שלהם היו 15.4 ו 14.7%, בהתאמה, בהשוואה לנעכלות ח"י של 93.0% בגרעיני תירס לחוצים ותכולת חלבון של 9.41% מהח"י בלבד. השוואת הנעכלות במבחנה של הזנים הנבדקים מהקציר הקיצי, מראה על נעכלות דומה של כלל החומר היבש בתירס ובסורגום מהזן S2 (71 ו 68% בהתאמה) שהייתה גבוהה מהנעכלות של זן הסורגום הנמוך Oren (65%) ומזו של הזן הגבוה לתחמיץ S4 (61%). הנעכלות במבחנה של החומר מהקציר הסתווי נמצאת עדיין בבדיקה.

כאמור נקצרו בקומביין גרגרים כמויות של כמה מאות ק"ג של גרגרים מגידול סתווי של סורגום Oren (ב 2010) ומגידול קיצי של הזנים הנמוכים S2 ו Oren ב 2011. חלק מהגרגרים הללו נטחנו במטחנה בקוטר חורים 2 מ"מ ושימשו לניסויי פיטום של עופות במהלך 2011 המדווחים להלן. במקביל הוכנו גרגרים לחוצים מהקציר הקיצי של Oren אשר נבחנו כחלופה לגרגרי תירס לחוצים בניסוי עיכול וגדילה של עגלים לפיטום. במקביל הוכנו גרגרים לחוצים מהזן S2 שישמשו במהלך החודשים דצמבר-ינואר לניסוי האכלות ונעכלות בכבשים, ובמקביל ייבחן במהלך 2012 ערכם התזונתי לגידול טלאים לפיטום. הגרגרים הלחוצים מהזנים S2 ו Oren יוכלו במהלך 2012 כמרכיב חלופי לתירס במנות גידול של דגים.

בחינת הצריכה והנעכלות של הזן Oren מקציר קיצי בעגלים לפיטום

ב 2011 נתקבל יבול גרגרים משמעותי מהקציר הקיצי בקומביין לגרגרים של הזן Oren ששימש לבחינת ההאכלות והנעכלות בעגלים לבשר. העגלים שוכנו ברפת הפרטנית של נווה יער. הרפת מצוידת ב 6 אבוסים פרטניים שמונחים על משקל אלקטרוני. כמות המזון הנאכלת בכל אבוס, התנהגות האכילה, מספר ארוחות ביום, משך הארוחה, גודל הארוחה וזמני הארוחה נרשמים באופן אוטומאטי. לכל קבוצה (ניסוי וביקורת) שויכו 3 עמדות שבכל עמדה אבוס אחד בלבד. לאבוס הייתה גישה חופשית כל היממה מלבד שעת חלוקת המזון (בין השעות 06:00 ל 07:00). מהעגלים נלקחו מדגמי צואה (3 מדגמים ליום במשך 4 ימים רצופים) לצורך בדיקת ריכוזי סמן פנימי לא נעכל indigestible NDF במזון ובצואה, ולפיהם חושבו ערכי הנעכלות של החומר היבש, החלבון, ה NDF הצלולוז וההמיצלולוז בעגלים שניזונו משתי המנות הנבחנות. הרכב מנות הפיטום שהוגשו לעגלים (%) בחומר יבש), ותכולות החלבון ה NDF הצלולוז וההמיצלולוז בהן מובאים בטבלה 4. נתוני צריכת המזון ומקדמי העיכול של החומר היבש, החלבון, ה NDF, הצלולוז וההמיצלולוז ורכיביו בעגלים שניזונו בגרגרי סורגום לחוצים מהזן Oren כחלופה להזנה בגרעיני תירס לחוצים מובאים בטבלה 5.

טבלה 4 : תכולות מרכיבי מנות הפיטום לעגלים והרכבם הכימי (%) בחומר יבש).

מנת תירס	מנת סורגום	
<u>רכיבי המנות</u>		
54.06	28.71	תירס פיוניר לחוץ
—	29.07	סורגום Oren לחוץ
0.74	0.73	סידנית
0.56	0.60	מלח
0.17	0.18	פידמין לעגלים
8.78	5.01	כוספת סויה
35.06	35	שחת חיטה
0.63	0.70	סודיום בי קרבונט
<u>הרכב כימי</u>		
12.5	12.4	חלבון כללי
37.7	36.0	NDF
14.6	13.3	צלולוז
18.2	18.6	המיצלולוז
4.10	3.90	ליגנין

נתוני הצריכה החופשית והנעכלות של העגלים שניזונו בשתי מנות הניסוי לא נבדלו באופן מובהק. מכאן נראה שהתמונה של הנעכלות הדומה in vitro (93%) של סורגום Oren ותירס פיוניר באה לידי ביטוי בנתוני צריכה ונעכלות דומים בעגלים של שתי המנות שנבדלו ביניהן רק בסוג הגרעין המואבס (29% סורגום שהחליפו 29% תירס). ניתן להסיק מכאן שעבור עגלים לפיטום הערך התזונתי של גרגרי סורגום מהזן Oren דומה לזה של גרגרי תירס מסחריים.

טבלה 5. צריכת המזון והנעכלות בעגלי פיטום של בלילים המכילים 29% גרגרים לחוצים מקציר קיצי של זן הסורגום Oren כחלופה ל-29% גרגרי תירס פיוניר לחוצים (הרכב המנות בטבלה 4).

פרמטר/זן	מנת סורגום	מנת תירס	SEM
צריכת ח"י (ק"ג/עגל/יום)	8.09	7.84	0.29
נעכלות ח"י (%)	65.6	66.6	0.88
נעכלות חלבון כללי (%)	61.3	62.8	0.91
נעכלות NDF (%)	57.4	56.6	1.29
נעכלות צלולוז (%)	62.0	59.7	1.30
נעכלות המיצולוז	57.9	60.7	1.17

^{a,b} ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P < 0.05$

בחינה תזונתית של ערך גרעיני הסורגום מהזן החדש "אורן" להזנת פטמי עופות – שנה ב' (י. פינחסוב)

הזן Oren גודל בהיקף מצומצם בחוות נוה יער ב 2010 ובהיקף חצי מסחרי ב 2011. ב 2010 אפשרו תנאי מזג האוויר לקבל יבול קטן של גרגרים גם מהקציר הסתווי שאפשר בחינה תזונתית בעופות להשוואה בין איכות גרגרי סורגום Oren מקציר סתווי של 2010 לאלו שנקצרו בקיץ 2011.

בשנת המחקר השנייה נבחן ערכו התזונתי של סורגום מהזנים הנמוכים החדשים שפותחו במכון וולקני (אורן מגידול קיצי או סתווי ו-S2 מגידול קיצי) להזנת עופות מקווי בשר. נערכו שני ניסויים קצרי טווח בהם נבחנה הגדילה של פטמים מסחריים במהלך 3-4 שבועות: בשני הניסויים, נבחנו ביצועי אפרוחים מקווי בשר, שקבלו מנה שהגרעין העיקרי בה היה סורגום מאחד הזנים הנבחנים.

בניסוי 3, נבחנה האכילה והגדילה של אפרוחי פטמים שקבלו שני זני אורן (קיצי וסתווי) בהשוואה למנת המבוססת על מנה עם גרעין עיקרי תירס. ואילו בניסוי 4, נבחנה מנה המבוססת על סורגום S2 מגידול קיצי בהשוואה למנה המכילה חיטה כגרעין עיקרי.

מטרות המחקר בעופות:

בחינת ערכם התזונתי של גרעיני הסורגום מהזנים החדשים, Oren מגידול קיצי או סתווי, ו S2 מגידול קיצי כחלופה לגרעיני תירס או חיטה מסחריים המוכללים במנות של פטמי עופות – נבחנו האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום במהלך 4 שבועות.

חומרים ושיטות

מזונות הניסוי:

הרכב המנות התבסס על חומרי גלם מסחריים: תירס, סורגום, חיטה וכוספת סויה. מנות הניסוי תוכננו בתכנון לינארי בהתבסס על הדרישות התזונתיות של ה (NRC 1994). תחילה נבדק הרכבן הכימי של חומרי הגלם העיקריים (וכן זה של סורגום מזן אורן ו-S2) ואח"כ תוכננו מנות הניסוי.

כמו כן נבדק הרכב חומצות האמינו בשני זני סורגום: אורן ו-S2 בסיס הניסויים 3 ו-4, הסתמך על תוצאות מחקר של ניסויים משנה א'. נערכו שני ניסויים קצרי טווח:

בניסוי 3 נבחנו ביצועי אפרוחי פיטום שקבלו מנת סורגום "אורן 1" כנגד "אורן 2" בהשוואה למנה שהכילה תירס כגרעין עיקרי.

בניסוי 4, נבחנה הגדילה של אפרוחים שקיבלו מנה המבוססת על זן סורגום S2 מגידול קיצי בהשוואה למנה המכילה חיטה. זאת משום שריכוז החלבון בזני הסורגום הנוכחיים (אורן ו-S2) הוא מעל 15% ודומה בהרכבו לחיטה יותר מאשר לתירס.

מזונות ניסוי 3

מזונות הניסוי תוכננו במודל של תכנון לינארי לפי הדרישות התזונתיות המתאימות לעופות מקווי בשר (NRC 1998). להוציא את הסורגום הניסויי מזן "אורן", כל שאר רכיבי המזון הוכנו מחומרי גלם מסחריים. המנה התבססה על שני רכיבים עיקריים: גרעין עיקרי (סורגום או תירס) כספק אנרגיה וכוספת סויה כספק חלבון.

מנות הניסוי הושו מנת סורגום מזן "אורן 1" ל-"אורן 2" (זן קיצי או חורפי) והשוותה למנת ביקורת שלילית אשר הכילה תירס כגרעין בלעדי.

חומרי הגלם נגרסו במגרסה בגודל חלקיקים של עד 2 מ"מ והוכנו במערך יצור ניסיוני (מעבדות סיאפ).

ההרכב הכימי והתזונתי של מנות הניסוי והביקורת מובא בטבלאות 1 ו-2.

מזונות ניסוי 4. הדרישות התזונתיות של מנות הניסוי היו זהות לאלו שהוכנו בניסוי 3, אולם הרכב המזון היה מעט שונה (טבלה 3, 4). בעוד שבניסוי 3 הושו 2 זני סורגום של "אורן", בניסוי 4 נבחן סורגום מזן S2 בהשוואה למנת ביקורת שהכילה חיטה ותירס.

טבלה 1. ההרכב התזונתי של מנות ניסוי מספר 3 לפטמי עופות בהכללה של סורגום מזן "אורן 1", "אורן 2", בהשוואה למנת ביקורת (CONTROL) שהכילה תירס.

	Oren 1 and Oren 2	Control
GE (Kcal)	4106	4105
ME app poultry (Kcal)	3000	3000
CRUDE PROT.(%)	23.5	23.5
FAT (%)	7.5	7.5
ASH (%)	6.0	6.0
CRUDE FIBER (%)	4.3	4.5
STARCH (%)	33.3	31.0
CALCIUM (%)	1.00	1.00
PHOSPHORUS av (%)	0.45	0.45
LYSINE (%)	1.32	1.33
METHIONINE (%)	0.60	0.59
CYSTEINE (%)	0.52	0.52
MET+CYS (%)	0.98	0.98
THREONINE (%)	0.90	0.93
TRYPTOPHAN (%)	0.29	0.30
ISOLEUCINE (%)	1.07	1.08
LEUCINE (%)	2.07	2.01
VALINE (%)	1.19	1.20
HISTIDINE (%)	0.57	0.59
ARGININE (%)	1.54	1.63
GLY+SER (%)	2.07	2.17
PHENYLALANINE (%)	1.18	1.21
TYROSINE (%)	0.85	0.88
PHE+TYROSINE (%)	2.01	2.06
PROLINE (%)	1.41	1.37
ALANINE (%)	1.18	1.11

טבלה 2. ההרכב התזונתי של מנות ניסוי מספר 3: הכללה של סורגום מזן "אורן 1" ו- "אורן 2", בהשוואה למנת ביקורת (CONTROL) שהכילה תירס.

	Oren 1 or Oren 2	Control
Maize	11.14%	37.32%
Wheat	10.00%	10.00%
Sorghum	30.00%	0.00%
Soya 48	34.97%	38.80%
Soya Oil	5.54%	5.62%
TOMATO Extract	5.00%	5.00%
L-Lys-Cl	0.10%	0.00%
NaCl	0.22%	0.29%
Vit concBR	0.30%	0.30%
Limestone	1.11%	1.11%
DCP	1.25%	1.22%
Total	100%	100%

טבלה 3. ההרכב הכימי והתזונתי של מנות ניסוי 4

	Control	Sorghum S2
DRY MATTER(%)	89.02	88.95
GE (Kcal)	4187	4076
ME app poultry (Kcal)	3000	3000
CRUDE PROT.(%)	24.0	24.0
FAT (%)	9.0	7.0
CRUDE FIBER (%)	4.4	3.8
STARCH (%)	30.0	33.3
CALCIUM (%)	1.00	1.00
PHOSPHORUS av (%)	0.46	0.45
CHLORINE (%)	0.15	0.15
POTASSIUM (%)	1.12	1.03
SODIUM (%)	0.24	0.20
LYSINE (%)	1.32	1.32
METHIONINE (%)	0.97	0.63
CYSTEINE (%)	0.75	0.52
MET+CYS (%)	1.36	0.98
THREONINE (%)	0.92	0.86
TRYPTOPHAN (%)	0.30	0.30
ISOLEUCINE (%)	1.08	0.99
LEUCINE (%)	1.92	1.94
VALINE (%)	1.19	1.20
HISTIDINE (%)	0.59	0.91
ARGININE (%)	1.63	1.50
GLY+SER (%)	2.17	3.08
PHENYLALANINE (%)	1.20	2.02
TYROSINE (%)	0.87	1.41
PHE+TYROSINE (%)	2.04	3.33
PROLINE (%)	1.39	1.08
ALANINE (%)	1.05	2.01
LINOLEIC ACID (%)	4.78	3.63
LINOLENIC ACID (%)	0.67	0.47

טבלה 4. הרכבי מנת הניסוי (סורגום S2) למנת ביקורת של מנות ניסוי 4

	Control	Sorghum S2
Maize	21.00%	26.00%
Wheat	27.00%	0.00%
Sorghum	0.00%	26.00%
Soya 48	38.00%	38.00%
Soya Oil	6.00%	4.85%
TOMATO Extract	5.00%	2.18%
L-Lys-Cl	0.00%	0.04%
NaCl	0.30%	0.25%
Vit concBR	0.30%	0.30%
Limestone	1.01%	1.12%
Na ₂ SO ₄	0.10%	0.10%
DCP	1.30%	1.25%
	100%	100%

תיאור ניסויי הגדילה

ניסוי 3

הניסוי נערך בלול מסחרי קונבנציונלי מקורה עם דפנות רשת מכוסה בניילון (מושב מישר). כמאה אפרוחי פיטום זכרים ונקבות (מגזע קוב 500, י. בראון ובניו בע"מ), אשר חוסנו בגיל יום כנגד ניו-קאסל + ברונכיט וריאנט 2, גדלו על רפד עם מזון ומים חופשיים. בגיל 4 ימים, חולקו האפרוחים בין 9 תאי רפד (בגודל 2.5-2 מ"ר) עם מחיצות מגודרות ברשת. כל תא הכיל אבוס וכלי מים. האפרוחים נשקלו, מוינו וחולקו בין תשעת התאים ל-3 קבוצות טיפול בסדרת עם חזרות עוקבות, לפי משקל גוף קבוצתי זהה ככל האפשר. כל תא הכיל 8 אפרוחי פיטום (3 טיפולים X 3 חזרות X 8 אפרוחים לחזרה)

נבחנה האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום שמזונם הכיל מנה עם סורגום מזן "אורן 1 או 2" כגרעין עיקרי במנה.

אפרוחי קבוצות הניסוי חולקו לשלש קבוצות טיפול כדלהלן:

4. סורגום אורן 1 – מנה שהכילה גרעין סורגום מזן ניסויי (יבול קיצי) כגרעין עיקרי במנה
5. סורגום אורן 2 – מנה שהכילה גרעין סורגום מזן ניסויי (יבול חורפי) כגרעין עיקרי במנה
6. מנת ביקורת שלילית – מנה שהכילה תירס (ללא סורגום) כגרעין עיקרי במנה

מזונות הניסוי הוגשו בתפזורת בגריסה גסה.

מזון ומים נתנו בהזנה חופשית.

במהלך 4 שבועות לניסוי, נמדדו הגדילה (משקלי גוף) אחת לשבוע בצורה פרטנית, וצריכת המזון בצורה קבוצתית.

ניסוי 4

הניסוי נערך באותו לול מסחרי כמתואר בניסוי 3 (מושב מישר). כמאה אפרוחי פיטום זכרים ונקבות (מגזע קוב 500, י. בראון ובניו בע"מ), פוזרו על רפד עם מזון ומים חופשיים. בגיל 7 ימים,

חולקו האפרוחים לשתי קבוצות טיפול בין 8 תאי רפד (בגודל 2-2.5 מ"ר) עם מחיצות מגודרות ברשת. כל תא הכיל אבוס וכלי מים. אפרוחים כל טפול נשקלו, מוינו וחולקו בין 4 תאי הטיפול או הביקורת. כל תא הכיל 10 אפרוחי פיטום (2 טיפולים X 4 חזרות X 10 אפרוחים לחזרה, סה"כ 80)

נבחנה האכילה והגדילה של האפרוחים אשר מזונם הכיל מנה עם סורגום מזן "S2" כנגד מנה שהכילה חיטה כגרעין עיקרי במנה.

אפרוחי קבוצות הניסוי חולקו לשתי קבוצות טיפול כדלהלן:

1. סורגום S2 – מנה שהכילה גרעין סורגום מזן ניסויי "S2" כמרכיב עיקרי

2. מנת ביקורת – שהכילה חיטה (ללא סורגום) כגרעין עיקרי,

מזונות הניסוי הוגשו בתפזורת בגריסה גסה. מזון ומים נתנו בהזנה חופשית. במהלך 3 שבועות לניסוי, נמדדו הגדילה (משקלי גוף) אחת לשבוע בצורה פרטנית, וצריכת המזון בצורה קבוצתית.

ניתוח סטטיסטי

התוצאות הוצגו כממוצע עם שגיאת תקן (SE). הניתוח הסטטיסטי של נתוני ניסוי 3 נעשה ב-

ANOVA עם מבחן תחום מרובה (Duncan 1955), והניתוח הסטטיסטי של ניסוי 2 במבחן t-

Test.

תוצאות

ניסוי 3

לאורך כל תקופת הניסוי, לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין קבוצות הניסוי או הביקורת (טבלה 5). קצב הגדילה של האפרוחים היה גבוה בכל הקבוצות הניסוי.

טבלה 5. משקלי גוף של אפרוחי פיטום (ניסוי 3) אשר מנת המזון שלהן הכילה סורגום מזן אורן 1 (טיפול 1), אורן 2 (טיפול 2), בהשוואה למנת ביקורת (3) שהכילה תירס.

טיפול	ימים בניסוי				
	4	10	16	21	28
	משקל גוף גרם				
1	121	229	395	684	1205
2	119	230	427	685	1175
3	118	224	413	694	1240
SEM	1.07	2.8	11	8	18.6
Sig of F	NS	NS	NS	NS	NS

NS – הבדלים בין טיפולים אינם מובהקים ($P < 0.05$), בכל טיפול כ-30 אפרוחים ב-3 חזרות

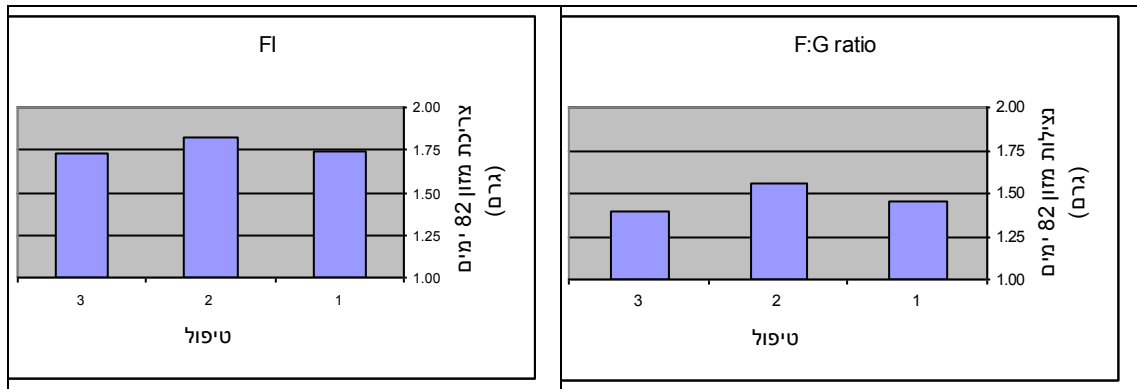
גם בצריכת המזון ובנצילות המזון של האפרוחים לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים (טבלה 6). סך צריכת המזון במהלך 28 יום לניסוי, הייתה הגבוהה ביותר בקבוצה 2 (איור 1), אולם לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בצריכת מזון בין הטיפולים.

טבלה 6. צריכת מזון של אפרוחי פיטום (ניסוי 3) אשר מנת המזון שלהן הכילה סורגום מזן אורן 1 (טיפול 1), אורן 2 (טיפול 2), בהשוואה למנת ביקורת (3) שהכילה תירס.

ימים בניסוי				
21-28	16-21	10-16	4-10	
צריכת מזון				טיפול
ק"ג לאפרוח לתקופה				
0.65	0.56	0.37	0.16	1
0.65	0.59	0.43	0.15	2
0.66	0.52	0.37	0.18	3
0.029	0.02	0.02	0.01	SEM
NS	NS	NS	NS	Sig of F

NS – הבדלים בין טיפולים אינם מובהקים ($P < 0.05$); בכל טיפול כ-30 אפרוחים ב-3 חזרות

איור 1. נצילות מזון (ימין) וצריכת מזון (שמאל) של אפרוחי פיטום במהלך 28 ימים לניסוי 3.



ההבדלים בין הטיפולים אינם מובהקים מבחינה סטטיסטית ($p < 0.05$)

ניסוי 4

לא נמצאו הבדלים במשקל הגוף של אפרוחי קבוצת הניסוי והביקורת במהלך שלושה שבועות לניסוי (טבלה 7). כמו כן לא נמצאו הבדלים בין משמעותיים בצריכת במזון או בנצילות המזון בין הקבוצות (טבלה 8).

טבלה 7. משקלי גוף של אפרוחי פיטום (ניסוי 4) אשר מנת המזון שלהן הכילה סורגום מזן S2 (טיפול 1), בהשוואה למנת ביקורת (2) שהכילה תירס.

גיל (ימים)			
21	14	7	טיפול
משקל גוף (גרם)			
257.5	173.8	132.0	1
251.9	180.1	128.1	2
8.8	4.2	4.5	SEM
NS	NS	NS	Sig. of t value ($p < 0.05$)

כל טיפול כלל כ-24 אפרוחים ב-4 חזרות לטיפול

טבלה 8. צריכת מזון ונצילות מזון של אפרוחי פיטום בגיל 21 יום (ניסוי 4) אשר מנת המזון שלהן הכילה סורגום מזן S2 (טיפול 1), בהשוואה למנת ביקורת (2) שהכילה תירס.

טיפול	צריכת מזון	נצילות מזון
	גרם ל-21 יום	F:G ratio
1 – סורגום S2	590	1.72
2 – ביקורת	591	1.76
SEM	36	0.12
Sig. of T value ($p < 0.05$)	NS	NS

כל טיפול כלל כ-24 אפרוחים ב-4 חזרות לטיפול

דיון ומסקנות

תוצאות ניסוי 3 מלמדות כי, לא נמצאו הבדלים באכילה וגדילה של אפרוחי פיטום שבמזון הוכלל סורגום ניסויי מזן "אורן 1" קיצי בהשוואה לאלו שצרכו סורגום בריכוז דומה מן הזן "אורן 2" (מקציר סתוי).

לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקלי גוף בין אפרוחי קבוצות הניסוי שבמזון הוכלל סורגום ניסויי מאחד מזני אורן בהשוואה לזו של קבוצת הביקורת כשהגרעין העיקרי בה הוא תירס (טבלה 5). כמו כן לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בנצילות המזון (טבלה 6).

תוצאות הניסוי זה מאשרים את התוצאות של ניסויים שנערכו בשנה א' של הפרויקט, בו לא נמצאו הבדלים באכילה ובגדילה של אפרוחים שצרכו מנה שהכילה סורגום קיצי מזן "אורן" (מקציר 2010) בהשוואה לסורגום מסחרי, או כאשר הושוותה למנה עם תירס כגרעין עיקרי.

ממצאים דומים נמצאו גם בניסוי 4, בו הושוותה האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום במנה שהכילה סורגום מהזן S2 מקציר קיצי בהשוואה למנה שכללה חיטה כגרעין עיקרי (טבלות 7,8).

ראוי לציין כי בניסוי 4, תוצאות הגדול של אפרוחי הפיטום היו נמוכים בהשוואה לתוצאות הגידול של אפרוחים מניסויים קודמים. איננו יודעים מה הסיבה לכך, יתכן והדבר קשור לגורם תחלואה כלשהוא, אך התופעה התפלגה שווה באפרוחי כל קבוצות הביקורת והניסוי.

ממצאים אלו מלמדים כי זני הסורגום הניסויי מתאימים להזנת עופות ויכולים להיכלל במנות מסחריות של מונוגסטרים. היתרון הבולט בשימוש בהם הוא החיסכון בהכללה של מקורות חלבון אחרים במנה (כ. סויה ואחרים) בגלל הרמה הגבוהה של רמת החלבון בסורגום (כ-15%). תוצאות ניסוי 3 מלמדות כי, אפרוחי פיטום שבמזון הוכלל סורגום ניסויי מזני אורן קיצי או סתוי גדלו במידה דומה לביקורת עם מנה שהגרעין העיקרי בה הוא תירס. ממצאים דומים נמצאו גם בניסוי 4, בו הושוותה האכילה והגדילה של אפרוחי פיטום במנה שהכילה סורגום ניסויי מזן S2 בהשוואה למנה שהכילה חיטה כגרעין עיקרי.

תוצאות הניסוי זה מאשרים את התוצאות של ניסויים שנערכו בשנה א' של הפרויקט, בו לא נמצאו הבדלים באכילה ובגדילה של אפרוחים שצרכו מנה שהכילה סורגום מזן "אורן קיצי" בהשוואה לסורגום מסחרי, או כאשר הושוותה למנה עם תירס כגרעין עיקרי. יש לציין כי הניסויים הללו נעשו בקנה מידה קטן ולא מסחרי. יש לחזור אליהם בקנה מידה גדול יותר ולבחון אותם גם בקנה מידה מסחרי, ובמטילות יצרניות ביצי מאכל.

ניסויי השנה השלישית

מבוא

כיום לא מגדלים כלל סורגים לגרעינים בארץ, והתלות ביבוא הגרעינים להזנת בע"ח מצדיקה בחינה מחדש של אפשרויות הגידול המקומי של גרעיני סורגים מושקים בקולחין כתחליף ליבוא של גרעיני סורגים להזנת בקר לחלב, צאן, עופות ודגים, ואת האפשרות לגידול של תחמיצי סורגים עתירי גרעינים שיחליפו תחמיצים יקרים וגרעינים מיובאים במנת הבקר לחלב. כרמי ומירון פיתחו לאחרונה ארבעה זנים חדשים של סורגים. לשני הזנים החדשים הגבוהים שפותחו יש פוטנציאל להניב 30-45% יותר יבול של תחמיץ לדונם בקציר קיצי ראשון, כולל פי 2.2 עד 2.7 יותר גרעינים לדונם בהשוואה לזן המסחרי FS-5. גידול של זנים גבוהים אלו ליצור תחמיץ עתיר גרעינים להזנת בקר וצאן לחלב עשוי לפיכך להיות כלכלי ויעיל ביותר הן בהחלפת תחמיצי תירס, סורגים וחיטה מסחריים, והן בהחלפת גרעיני תירס ושעורה מיובאים המוכללים בבלייל, או בתערובות המשמשות לפיטום.

שני הזנים החדשים הנמוכים שפותחו מותאמים לקציר גרעינים עתירי חלבון בקומביין מסחרי לצורך הזנת בקר לחלב, צאן, עופות, ודגים, ועשויים לתת יבול גרעינים גבוה ביותר, ובנוסף לכך מקבלים כבונוס יבול גבוה לדונם של שחת או תחמיץ סורגים שערכו התזונתי גבוה מזה של קש חיטה או תירס. באם יתברר שניתן לגדל את ארבעת זני הסורגים החדשים הללו למשך כ-90-70 יום עד לקציר סתווי נוסף של תחמיץ, הדבר יגדיל עוד יותר את כדאיות הגידול. אך קודם שניתן להמליץ לחקלאים על יצור עצמי של זנים חדשים אלו למספוא יש לבחון את הנושא על כל היבטיו ולוודא את מימוש הפוטנציאל של זנים אלו.

מרבית עדרי הצאן בארץ נוהגים לפטם בתערובות של כופתיות או בתערובות הכוללות כ-70% של גרעינים שלמים והשלמה בכופתיות הכוללות את מרכיבי החלבון ביחד עם הויטמינים והמינרלים החיוניים להזנת הטלאים. מאחר ויחסי הסחר בשנים האחרונות מתאפיינים במחירי בשר טלאים גבוהים יחסית, הרי ששאיפת החקלאים היא להגיע לתפוקת הבשר המרבית בתקופה הקצרה ביותר. מרבית הטלאים בארץ בצורת הממשק האינטנסיבית נגמלים בגיל 30-40 יום (בהתאם למשטר ההנקה) ולאחר מכן עוברים להזנה בתערובת פיטום של מזונות מרוכזים באופן חופשי עם תוספת קטנה של מזון גס. מרבית המגדלים נוהגים לשווק את הטלאים נמכרים במשקל ממוצע של 60-63 ק"ג. כאמור, שאיפת המגדלים היא לקצר את תקופת הפיטום על מנת לחסוך בהוצאות ההזנה לימי הפיטום הנוספים, לפנות בדיר, ולהקטין את סיכון התמותה או הגניבה.

מגדלים רבים משתמשים בתערובות מסחריות המיוצרות במפעלי התערובות והכוללות מספר גרעינים שלמים (לרוב תירס שעורה וחיטה) והשלמה בכופתיות חלבון. ברמת חלבון של 16% לאורך מרבית שלבי הפיטום.

מטרות ניסויי השנה השלישית היו:

1. לבחון את הצריכה החופשית והנעכלות בכבשים של תחמיצי סורגים מהקצירים הקיצי והסתווי של הזן הגבוה S4 המיועד לתחמיץ, מהקציר הקיצי של החומר הוגטטיבי מהזן S2 הנמוך לאחר קציר הגרעינים, ומהקציר הסתווי של הזן S2 כולל גרעינים (בגלל הגשמים לא ניתן היה לבצע קציר גרעינים נפרד).

2. לבחון את הצריכה החופשית והנעכלות בכבשים של גרעיני סורגום לחוצים מהזן S2 מגידול קיצי ושל גרעיני סורגום מהזן אורן מגידול סתווי (הערך התזונתי של אורן קיצי נקבע בעגלים ודווח בשנה השניה).
3. לבחון את ביצועי הגדילה של טלאים לפיטום שיואבסו בתערובת גרעינים שלמים המשמשת כיום בפיטום טלאים אשר תכלול את גרעין הסורגום S2 מייצור מקומי כחלופה לחלק מגרעיני התירס והחיטה המיובאים במנת הביקורת.
4. לבחון את ביצועי הגדילה של דגים על גרגרי Oren ו S2 הנבחנים.

ניסויי הצריכה והנעכלות בכבשים:

חומרים ושיטות:

בוצעו סדרה של ניסויי צריכה ועיכול בכבשים שהואבסו בתחמיצים מהקצירים הקיצי והסתווי של סורגום גבוה S4 המיועד לתחמיק, מהקציר הקיצי של החומר הוגטטיבי מהזן S2 הנמוך לאחר קציר הגרעינים, ומהקציר הסתווי של הזן S2 כולל גרעינים. כל התחמיצים והגרעינים גודלו בחוות המחקר בנווה יער בחלקות חצי מסחריות (5 דונם לכל זן) כפי שפורט בדו"ח השנה השנייה. ההחמצה בוצעה בחביות אטומות הרמטית שהובאו לבית דגן, ושימשו לניסויי הצריכה וההזנה בכבשים. במקביל נבדקה גם הצריכה החופשית והנעכלות בכבשים של גרעינים לחוצים מהזנים Oren ו S2 שנקצרו בקציר נפרד מהשארית הוגטטיבית במהלך השנה השנייה של הניסוי בנווה יער, נלחצו לטחינה דקה בממעת, והובאו בשקים לבית דגן; כל ניסויי הצריכה החופשית והנעכלות בכבשים נערכו בבית החיות של היחידה המטבולית בבית דגן שמכיל 12 כלובים מטבוליים, שבהם מבוצעת שקילה יומית של המזון הנאכל, ונאספים השתן והצואה של כל כבש בנפרד. הכלובים מותאמים לרווחת בעלי החיים ומצוידים בשקתות לאספקת מים חופשית. לסידרת הניסויים שימשו 12 טלאים זכרים שהורגלו לכלובים, כך שכל 4 טלאים הוזנו במנה נבחנת אחרת למשך 30 יום לפי סדר האירועים הבא: 7 ימי הרגלה למנה, לאחריהם 14 ימי אדפטציה למנה, ואחריהם 10 ימי מאזן הכוללים שקילת המזון המוגש ברמת צריכה חופשית, איסוף יומי של שאריות, ואיסוף יומי של כלל הצואה מכל כבש. המדגמים היומיים של מזון, שאריות וצואה נשמרו בהקפאה ב-20 מ"צ. בתום תקופת המאזן הופשרו הדוגמאות, נשקלו ונלקחו מידגמים לייבוש בתמור מאוורר ב 60 מ"צ למשך 48 שעות. הדוגמאות היבשות נטחנו לגודל חלקיקים 1 מ"מ לצורך האנליזות של תכולת המרכיבים: חומר יבש, חלבון כללי, דופן תא (NDF), צלולז והמיצלולוז לפי השיטות המקובלות. הנעכלות נקבעה על פי היחס בין הצואה לבין המזון של כל מרכיב נבחן.

כל תחמיק או גרעין נבחן הואבס לטלאים כחלק ממנה כולית שהכילה 70% מהמזון הנבחן ו 30% תוספת כופתיות מסחריות שסיפקו לטלאים השלמת אנרגיה, מקרואלמנטים, מיקרואלמנטים וויטמינים בהתאם לצרכים שלהם. מנה של 1000 ג' ח"י כופתיות הואבסה ל 4 טלאים בנפרד על מנת לחשב את נעכלות מרכיבי הכופתית ולהשתמש בהם לחילוף בדרך חישובית של ערכי נעכלות המזון הנבחן מסך נעכלות המנה.

תוצאות ודין

הרכב המזונות ששימשו לניסויי הצריכה והנעכלות מובא בטבלה 1. תוצאות הצריכה והנעכלות של המנות וכן תוצאות הנעכלות של התחמיצים ושל הגרעינים הנבחנים (המחולצת מנעכלות כלל המנה בהפחתת תרומת נעכלות הכופתיות שבמנה) מובאים בטבלאות 2 ו 3.

הנתונים בטבלה 1 מראים שהיבול השנתי המצטבר של תחמיץ מהזן S4 בשני תקצירים קיצי +סתווי היה 5.1 טון ח"י והתחמיצים התאפיינו בתכולות חומר יבש גבוהות (28 עד 32%) יחסית למקובל בזני סורגום מסחריים לתחמיץ, ולכן בתחמיץ S4 צפוי שהפחת מנגר יהיה מינימאלי. היבול השנתי הפוטנציאלי של גרגרים משני קצירי הזן S2 היה 1.7 טון ח"י לדונם. אבל בגלל שהגשמים הקדימו לבוא בנובמבר 2011 לא ניתן היה לקצור את הגרגרים של סורגום S2 מהגידול הסתווי בנפרד מהחומר הוגטטיבי (כפי שנעשה בגידול מהקצי של S2 ב2011 ובזן אורן ב 2010), ולכן נקצר כל הסורגום הסתווי של S2 לתחמיץ. הנעכלות של גרגרי אורן קיצי נבחנה בשנת המחקר השנייה בעגלי פיטום ולכן לא היה טעם לבחון אותה גם בכבשים.

טבלה 1. היבול וההרכב הכימי של הגרגרים מזני סורגום אורן ו S2, של תחמיץ מהחומר הוגטטיבי של זן הסורגום S2 מגידול קיצי, ושל תחמיצים מזני S2 ו S4 מגידול קיצי סתווי.

פרמטר/סובסטרט	גרגרי Oren סתו	גרגרי S2 קיצי	תחמיץ חומר וגטטיבי S2 קיצי	תחמיץ S2 סתווי	תחמיץ S4 קיצי	תחמיץ S4 סתווי	שת"מ
יבול (טון ח"י ד')	0.687e	0.913de	1.127d	1.88c	2.74a	2.36b	0.11
הרכב כימי							
תכולת ח"י (%)	87.1a	88.4a	22.2e	39.1b	27.8d	32.5c	0.08
חלבון (%) בח"י	14.7a	15.2a	9.61b	11.46b	9.04b	9.75b	0.90
NDF (%) בח"י	22.8d	28.7c	58.6a	53.1b	54.5b	52.9b	0.54
ADF (%) בח"י	8.97d	11.36c	35.3a	29.0b	34.3a	30.4b	0.61
המיצלולוז (%) בח"י	13.82e	17.32d	23.3ab	24.1a	20.3c	22.5b	0.44
צלולוז (%) בח"י	6.92d	7.91d	29.5a	24.2c	27.8b	25.0c	0.48
ליגנין (%) בח"י	2.10d	3.27c	4.79b	4.31b	6.12a	4.60b	0.20

a,b,c,d,e ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P < 0.05$

תכולת החלבון בגרגרי אורן ו S2 גבוהה ביותר (14.7 ו 15.2%) ונובעת כנראה מהעובדה שגרעינים אלו קטנים יותר מגרגרי סורגום מהזנים המסחריים הגבוהים (דוגמת FS-5 שנדק בשנה הראשונה) ולכן מסת המטריקס החיצוני העוטף את גרנולות העמילן גדול יחסית בגרגרים של זנים אלו. לפיכך היה עניין רב לבחון מהי נעכלות החלבון של הגרגרים מזני אורן ו S2 בהשוואה לכופתיות עמילניות רגילות המכילות ריכוז חלבון דומה (15% מהח"י) המקובלות בהזנת כבשים לפיטום. תכולת החלבון בארבעת סוגי התחמיצים הייתה דומה למרות שתחמיץ S2 קיצי הכיל רק חומר וגטיבי ללאחר קציר הגרעינים. תכולת ה NDF בגרגרי סורגום S2 הייתה גבוהה יותר מזו של גרגרי אורן סתווי. תכולת ה NDF ומרכיביו בתחמיצי סורגום S2 קיצי (שהכיל רק חומר וגטיבי) הייתה גבוהה יותר מזו שבתחמיץ סורגום S2 סתווי או של תחמיצי S4 קיצי וסתווי בגלל היעדר הגרגרים. תכולת הליגנין בגרגרי הסורגום משני הזנים ובתחמיצי הסורגום היו נמוכות.

בטבלאות 2 ו 3 מובאים ערכי הצריכה החופשית והנעכלות בכבשים שהואבסו בכלובים מטבוליים מנות שהכילו 70% גרגר או תחמיץ נבחן ו 30% כופתיות שהכילו תוספת מינרלים וויטמינים לאספקת צרכי בעלי החיים ברמת קיום. נעכלות החומר היבש של גרגרי סורגום S2 קיצי הייתה דומה לזו של כופתיות עמילניות מסחריות (79.5 לעומת 81.3% בהתאמה) אך נמוכה במקצת מזו של גרגרי אורן סתווי (83.2%). לעומת זאת נעכלות החלבון של גרגרי S2 הייתה נמוכה מזו של הכופתית המסחרית ושל גרגרי אורן סתווי (68.9, 79.9 ו 75.4% בהתאמה) למרות תכולת החלבון הדומה שלהם. ערכי נעכלות ה NDF ומרכיביו של גרגרי S2 היו דומים לאלו של הכופתית העמילנית אך נמוכים מאלו של גרגרי אורן.

התמונה של נעכלות התחמיצים בכבשים מובאת בטבלה 3. נעכלות החומר היבש של תחמיץ S2 קיצי (למרות היותו ללא גרגרים) הייתה גבוהה מזו של תחמיץ S2 סתווי שכלל גרגרים אך דומה לזו של תחמיצי S4 קיצי וסתווי. נראה לפיכך שבזן S2 יש התבגרות מואץ בסתיו כנראה בגלל ההשתנות בטמפרטורת הסביבה ובאורך היום שפוגעת בנעכלות החומר היבש וה NDF של הגידול הסתווי. לעומת זאת הזן S4 כנראה היה פחות רגיש להבדלי הטמפרטורה ואורך היום שבין הקיץ והסתיו ולכן נעכלות החומר היבש וה NDF של הגידול הקיצי והסתווי שלו היו דומים. מגמה הפוכה התקבלה ביחס לחלבון בשני הזנים. בזן S2 הייתה נעכלות חלבון נמוכה יותר בתחמיץ מהקציר הקיצי בהשוואה לקציר הסתווי בגלל היעדרות הגרגרים שנעכלות החלבון שלהם גבוהה (ראה טבלה 2). אבל גם נעכלות החלבון של הגידול הקיצי בזן S4 הייתה נמוכה מזו של הגידול הסתווי שלו, וייתכן שהסיבה לכך היא שהגרגרים הגיעו לשלב דוג המאוחר בעת הקציר בקיץ והיו בשלב מוקדם יותר בעת הקציר הסתווי ולכן המטריקס החלבוני שלהם בסתיו היה פריק יותר ע"י חיידקי הכרס של הכבשים. לגבי מרכיב ה NDF ורכיביו הצלולוז וההמיצלולוז נמצא יתרון גדול לנעכלות ה NDF של תחמיץ מהגידול הקיצי של S2 בהשוואה לשלושת סוגי התחמיצים האחרים, וייתכן שההסבר לכך נעוץ בהעדרם של הגרגרים בתחמיץ S2 קיצי שכן תכולה גבוהה של עמילן מגרגרים יכולה לפגוע בחיידקים הצלולוליטיים שבכרס ובעכלות ה NDF של המנה. ראוי לסכם שנעכלות הח"י בכבשים של תחמיצי S2 ו S4 מגידול קיצי (59 ו 57% בהתאמה) נמצאת בתחום הנעכלות המקובל של תחמיצי חיטה (כ 60%) והנעכלות של התחמיצים הסתויים דומה לזו של שחת בקיה או תלתן.

טבלה 2. צריכת החומר היבש, במנות של טלאים שהואבסו בתוספת כופתיות ובגרעינים מזני סורגום אורן ו S2, או בכופתיות כמזון בלעדי. בטבלה ערכי הנעכלות הממוצעים של החומר היבש, החלבון, ודופן התא ומרכיביו בכלל המנה ובגרעין הנבחן.

פרמטר/סובסטרט	גרעי Oren סתווי	גרעי S2 קיצו	כופתיות מזון מרוכז	שת"מ
צריכה מהגרעין הנבחן ג' ח"יטלהיום	700a	681a	-	12.0
צריכה מכופתיות' ג' ח"יטלהיום	300b	292b	975a	7.02
נעכלות ח"י של כלל המנה (%)	83.2a	79.8b	81.3ab	0.50
נעכלות ח"י של הגרעין הנבחן (%)	84.3a	79.5b	-	0.60
נעכלות חלבון של כלל המנה (%)	76.9a	72.4b	79.9a	1.33
נעכלות חלבון של הגרעין הנבחן (%)	75.4a	68.9b	-	1.87
נעכלות NDF של כלל המנה (%)	60.4a	56.1a	56.8a	1.36
נעכלות NDF של הגרעין הנבחן (%)	65.2a	55.9b	-	1.50
נעכלות צלולוז של כלל המנה (%)	66.1a	53.3b	52.1b	2.56
נעכלות צלולוז של הגרעין הנבחן (%)	66.5a	53.7b	-	2.40
נעכלות המיצלולוז של כלל המנה (%)	66.2a	61.7b	61.6b	1.20
נעכלות המיצלולוז של הגרעין הנבחן (%)	69.8a	61.8b	-	1.60

^{a,b} ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P < 0.05$

טבלה 3. צריכת החומר היבש, במנות של טלאים שהואבסו בתוספת כופתיות ובתחמיצים מהחומר הוגטיבי של זן הסורגום S2 מגידול קיצי, S4 מגידול קיצי וסתווי, או S2 סתווי, וערכי הנעכלות הממוצעים של החומר היבש, החלבון, ודופן התא ומרכיביו בכלל המנה ובתחמיץ הנבחן.

פרמטר/סובסטרט	תחמיץ חומר וגטיבי S2 קיצי	תחמיץ S2 סתווי	תחמיץ S4 קיצי	תחמיץ S4 סתווי	שת"מ
צריכה מהתחמיץ הנבחן ג' ח"יטלהיום	642b	708a	607b	713a	13.3
צריכה מכופתיות ג' ח"יטלהיום	266 b	319a	241b	289ab	7.3
נעכלות ח"י של כלל המנה (%)	65.2a	62.0b	63.8a	62.1b	0.49
נעכלות ח"י של התחמיץ הנבחן (%)	58.5a	54.4b	56.9a	55.3ab	0.62
נעכלות חלבון של כלל המנה (%)	59.5b	67.4a	60.7b	65.6a	1.37
נעכלות חלבון של התחמיץ הנבחן (%)	45.4b	59.5a	47.1b	56.1a	2.07
נעכלות NDF של כלל המנה (%)	56.3a	45.3b	45.1b	43.4b	1.46
נעכלות NDF של התחמיץ הנבחן (%)	56.2a	43.0b	43.2b	41.0b	1.51
נעכלות צלולוז של כלל המנה (%)	56.7	52.8	51.6	50.0	2.46
נעכלות צלולוז של התחמיץ הנבחן (%)	57.2	52.9	51.5	50.0	2.48
נעכלות המיצלולוז של כלל המנה (%)	57.7a	49.0b	46.2b	46.9b	1.25
נעכלות המיצלולוז של התחמיץ הנבחן (%)	56.7a	45.5b	42.1b	42.8b	1.61

^{a,b}, ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים סטטיסטית $P < 0.05$

ניסוי הגדילה של טלאים על תערובת גרעינים שלמים הכוללת גרעיני סורגום S2

חומרים ושיטות

בניסוי השתתפו 32 טלאים זכרים גמולים בגיל ממוצע של כ-78 יום במשקל ממוצע של כ-30 ק"ג, מעדר כבשים לבשר מעורב ממכלואי אסף-דורפר, ממשק דרור בכר במושב אודים, שבו כ-500 רחלות לבשר היוצאות למרעה.

כל הטלאים נשקלו בתאריך 09 בדצמבר 2011 וחולקו לשתי קבוצות דומות מבחינת המשקל והגיל. בכל קבוצה סומנו הטלאים בצבע אחר, קבוצת הביקורת המשיכה לקבל תערובת של גרעינים שלמים כמקובל במשק, של מכון תערובת אילן רפאל, עם רמת חלבון מוצהרת של 16% לכל אורך הניסוי. קבוצת הטיפול בהדרגה תוך 3 ימים לצריכת תערובת גרעינים שלמים הכוללת 18% של גרעיני סורגום שלמים. (תירס, שעורה וחיטה בשיעור של כ-70% וכופתית של תרכיז חלבון, ויטמינים ומינרלים בשיעור של כ-30% מהמזון המוגש).

הרכבי התערובות מופיעים בטבלה מס' 3, כשבהרכב תערובת הניסוי החלפנו 90 ק"ג מגרעין החיטה, 70 ק"ג מגרעין התירס ו-20 ק"ג מכופתית החלבון בגרעין הסורגום השלם על מנת להגיע לתערובות שוות חלבון.

הטלאים נשקלו מדי שלושה שבועות, הניסוי נמשך 63 ימים. צריכת המזון הקבוצתית נמדדה על פי ספירת שקים. הטלאים בשתי קבוצות הטיפול קיבלו תערובת לצריכה חופשית.

תוצאות הניסוי נותחו במבחן GLM.

טבלה מס' 3: הרכב תערובות הניסוי והביקורת (ק"ג בטון).

רכיב	נסוי	ביקורת
כופתית חלבונית	320	340
תירס	190	260
חיטה	210	300
שעורה	100	100
סורגום S2	180	0
סה"כ	1000	1000

תוצאות ודיון

תוצאות שקילת הטלאים מופיעות בטבלה מס' 2, מתוקנות לשקילה הראשונה. ניתן לראות כי מהשקילה השניה (יום 48 לנסוי) יש מגמת יתרון לטובת קבוצת הניסוי, יתרון שגדל בשקילה של גמר הניסוי ביום ה- 63 שלו, שנמצא אף מובהק, 59.9 ± 0.9 ק"ג בהשוואה ל- 57.3 ± 0.9 ק"ג בקבוצת הניסוי והביקורת בהתאמה. תוספת המשקל היומית הייתה 0.47 ± 0.013 ק"ג בהשוואה ל- 0.43 ± 0.014 ק"ג בקבוצת הניסוי והביקורת בהתאמה.

טבלה מס' 2: משקלי הטלאים (בק"ג) לאורך תקופת הניסוי.

רכיב	משקל יום 0	משקל יום 24	משקל יום 48	משקל יום 63	גיל בימים	תוספת משקל יומית (ק"ג)
נסוי	30.3 ± 0.7	40.8 ± 0.5	53.4 ± 0.7	59.9 ± 0.9^a	140	0.47 ± 0.013^a
ביקורת	30.2 ± 0.7	40.9 ± 0.5	51.8 ± 0.8	57.3 ± 0.9^b	145	0.43 ± 0.014^b

a,b = ממוצעים המסומנים באותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות סטטיסטית של $P=0.055$

בטבלה מס' 3 מופיעה בערך של המזון הנצרך לאורך הניסוי, ונראה כי הכמויות היו דומות בין טלאי שתי הקבוצות – 2.04 ו- 2.06 ק"ג לטלה ליום בקבוצת הניסוי והביקורת בהתאמה. מאחר ותוספת המשקל היומית הייתה טובה יותר הרי שניצולת המזון הייתה גבוהה יותר בקבוצת הניסוי – 4.3 ק"ג מזון לק"ג משקל לעומת 4.8 ק"ג מזון לק"ג משקל בקבוצת הביקורת.

טבלה מס' 3: צריכת התערובת של טלאי קבוצת הניסוי והביקורת (בק"ג ליום לראש) לאורך תקופת הניסוי.

רכיב	ק"ג תערובת לטלה ליום
נסוי	2.04
ביקורת	2.06

סיכום ומסקנות

למרות שמטרת העבודה הייתה לוודא שלא יגרם נזק בשל החלפת חלק מגרעיני התיירס והחיטה בגרעין הסורגום מייצור מקומי, הרי שנמצא יתרון לטלאים שגדלו על הסורגום, בהשוואה לתערובת הרגילה. תוצאות הגדילה של טלאי הניסוי והביקורת היו טובות מאד למרות העונה הבעייתית (הטלאים ילידי חודש ספטמבר), בה קצבי הגדילה נמוכים יחסית, ותוצאות ניצולת המזון שנמצאו היו אף הם טובות.

הזנת דגי אמנון במזון המכיל אבקת זני סורגום אורן ו S2 כתחליף למרכיבים אחרים במנת המזון

מוגש ע"י שנאן הרפז וטטיאנה סלוסמן

המחלקה לעופות ומדגה

דגים זקוקים למנת חלבון גבוהה ביותר במזונם (רמה מינימאלית של 30-35%) חלבון ברמה כה גבוהה מייקר את המזון ולפיכך כל תחליף חלבון זול יוזל באופן משמעותי את מחיר מנת המזון של הדגים.

כתחליף מזון נבחנו זני הסורגום אורן ו-S2 אשר גרעיניהם נטחנו לגודל של 1 מ"מ על מנת שיהיו זמינים יותר לדגים. בניסוי הקדמי נבחנה התאמתם כמזון לדגי מכלוא אמנון אשר נבחרו למטרה זו עקב היותם דגים אוכלי כל. ניסוי הקדמי זה הראה שגדילת הדגים אינה נפגמת בעת הזנתם במזון בו הוכנסה כמות של 10% אבקת סורגום. על פי תוצאות הקדמיות אלה בוצע ניסוי הזנה במיכלי גידול בתנאי צפיפות גידול מסחריים. בניסוי זה נבחן זן הסורגום אורן אשר הראה תוצאות גדילה מעט טובות יותר מזן ה-S2 בניסוי ההקדמי.

במהלך הניסוי אשר בוצע עם דגים בשלב הפיטום הוכנסה כמות של 10% אבקת סורגום ו-20% אבקת סורגום על חשבון יתר המרכיבים בהשוואה למזון הרגיל ללא סורגום.

תוצאות הניסוי הראו שאין פגיעה בגדילת הדגים בעת החלפה של 10% מהמזון באבקת סורגום מהזן אורן והפגיעה בעת החלפת 20% מזערית.

ניסוי גדול נוסף נערך עם דגי אמנון בשלב האימון (כשרמת החלבון הנדרשת במזונם גבוהה יותר).

בניסוי זה שנערך עם 6 חזרות לכל טיפול נבדקו הטיפולים הבאים:

החלפת 10% מהמזון באבקת סורגום אורן קיצי

החלפת 20% מהמזון באבקת סורגום אורן קיצי

החלפת 30% מהמזון באבקת סורגום אורן קיצי

מזון ביקורת ללא החלפה

תוצאות ניסוי זה הראו שכאשר הוחלפו עד 20% מהמזון בסורגום מהזן אורן לא הייתה פגיעה בגדילה לעומת הביקורת, אבל כאשר הוחלפו 30% ממרכיבי המזון באבקת סורגום נצפתה פגיעה בגדילה, והגדילה שהתקבלה הייתה 88% מהגדילה שהתקבלה בקבוצות הדגים שהוזנו במזון הביקורת.

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.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
1. לגדל זני סורגום גבוהים חדשים יציבים מבחינה גנטית ליצור תחמיץ עתיר גרעינים וזני סורגום נמוכים עתירי גרעינים, ולאפיין את היבול של הגרעינים והחומר הוגטיבי שלהם, ואת ההרכב הכימי והנעכלות במבחנה; 2. להחמיץ בחביות סורגום גבוה נבחר, וחומר וגטיבי מהזנים הנמוכים הנבחרים לאחר קציר הגרעינים לניסויי צריכה ונעכלות בכבשים; 3. בחינת ההאכלות והנעכלות בטלאים או בעגלים של הגרעינים שייקצרו מקציר קיצי של הזנים הנמוכים; 4. בדיקת הערך התזונתי של הגרעינים שייקצרו מקציר קיצי ואו סתווי של הזנים הנמוכים לגידול טלאים, פטמי עופות, ודגים.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
הזן הגבוה S4 שנמצא אחד ויצב מבחינה גנטית הניב בשני קצירים יבול תחמיץ מצטבר של 5.1 טון ח"י לדונם שגבוה פי 2.5 מהיבול שנותן תירס לתחמיץ על כמות מי השקיה דומה. הזנים הנמוכים (S2 ו Oren) שגודלו בעומד מיטבי השיגו בקציר הקיצי יבול חומר יבש (מסה וגטיבית +מכבדים) של 1.88 ו 1.77 טון ח"י/דונם בהתאמה ויבול הגרגרים שלהם היה 782 ו 687 ק"ג/דונם, בהתאמה. בגידול לקציר סתווי נוסף היה יבול חומר יבש (מסה וגטיבית +מכבדים) של הזנים הנמוכים S2 ו Oren 2.04 ו 1.30 טון ח"י/דונם בהתאמה ותכולת המכבדים בצמח הייתה 54% ו 39% בהתאמה. נראה לפיכך שהזנים הנמוכים S2 ו Oren יעילים יותר פי 2.2 ו 1.43 בהתאמה ליצור גרגרים בשני קצירים מאשר תירס בקציר יחיד ויעילים יותר גם ביצור מסה של תחמיץ בהשוואה לתירס. הנעכלות במבחנה in vitro של החומר היבש בגרגרי סורגום לחוצים מהקציר הקיצי של הזנים S2 ו Oren הייתה 91% ו 93.9%, בהתאמה, ותכולות החלבון על בסיס ח"י שלהם היו 15.4 ו 14.7%, בהתאמה, בהשוואה לנעכלות ח"י של 93.0% בגרעיני תירס לחוצים ותכולת חלבון של 9.41% בלבד. בהמשך לגידול ולקציר הגרעינים התמקדנו בסוף שנת 2011 בעריכת שני ניסויי פיטום של עופות מקווי בשר, וניסוי צריכה ועיכול בעגלים לפיטום. בניסויים בפיטום עופות נמצא שגרגרים טחונים של סורגום "Oren" קיצי או סתווי וסורגום S2 קיצי יכולים לשמש כגרעין עמילני מרכזי במנה של עופות לפיטום כחלופה לגרגרי תירס או חיטה מיובאים. נערך ניסוי פיטום ועיכול בעגלים הולשטיין-פריזי שניזונו בגרעיני סורגום לחוצים מהזן Oren מהגידול הקיצי כחלופה לגרגרי תירס שהוכללו בשיעור של 50% מהמנה. ממצאי הניסוי בעגלים הראו נתוני צריכת מזון חופשית דומים בשתי המנות הנבחנות. גם ערכי נעכלות חומר יבש, NDF ורכיביו, וחלבון בעגלים לא נבדלו סטטיסטית בשתי המנות הנבחנות. ניסויי צריכה ונעכלות בטלאים בכלובים מטבוליים הראו שנעכלות החומר היבש של גרגרי סורגום S2 קיצי בטלאים הייתה דומה לזו של כופתיות עמילניות מסחריות (79.5 לעומת 81.3% בהתאמה) אך נמוכה במקצת מזו של גרגרי אורן סתווי (83.2%). נעכלות ה NDF ומרכיביו של גרגרי S2 היו דומים לאלו של הכופתית העמילנית אך נמוכים מאלו של גרגרי אורן. הנעכלות בכבשים של החומר היבש של תחמיץ S2 קיצי (למרות היותו לאחר קציר הגרגרים) הייתה גבוהה מזו של תחמיץ S2 סתווי שכלל גרגרים אך דומה לזו של תחמיץ S4 קיצי וסתווי. בתחמיץ הקיצי נטול הגרגרים מהזן S2 הייתה נעכלות חלבון נמוכה יותר בהשוואה לתחמיץ הסתווי. גם נעכלות החלבון של התחמיץ מהגידול הקיצי של S4 הייתה נמוכה מזו של הגידול הסתווי. נמצא יתרון גדול לנעכלות ה NDF של תחמיץ מהגידול הקיצי של S2 בהשוואה לשלושת סוגי התחמיצים

האחרים. בוצע ניסוי פיטום של טלאים על תערובת גרגרים שלמים (חאלטה) שהכילה 18% גרגרי סורגום מהקציר הקיצי של S2 כחלופה ל 18% גרגרי חיטה ותירס. נמצא יתרון מובהק במשקל הגוף החי לטובת טלאי קבוצת הסורגום, שגדלו עד למשקל של 59.9 ק"ג בגמר הניסוי בהשוואה למשקל של 57.3 ק"ג בקבוצת הביקורת. גם בתוספת המשקל היומית לכל תקופת הגידול נמצא יתרון מובהק (470 ג' לטלה) לטלאי קבוצת הסורגום בהשוואה לטלאי קבוצת הביקורת (430 ג' לטלה). בוצע ניסוי גדילה של דגי מכלוא אמנון בשלב הפיטום, במהלכו הוכנסה כמות של 10% אבקת סורגום אורן או S2 ו-20% או 30% אבקת סורגום אורן על חשבון יתר המרכיבים שבמנה בהשוואה למזון הרגיל ללא סורגום. תוצאות הניסוי הראו שאין פגיעה בגדילת הדגים בעת החלפה של 10% מהמזון בגרעיני סורגום אורן או S2 טחונים והפגיעה בעת החלפת 20% גרעיני סורגום אורן היא מזערית.
האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
בגלל מועדי הקציר ואילוצי מזג האוויר בסתיו לא ניתן היה לקצור את הזנים הנמוכים בנפרד לגרגרים ולתחמיץ ולבחון בנפרד את ערך הגרגרים ואת ערך החומר הוגטטיבי ולכן נאלצנו לבצע בחינה תזונתית בכבשים לתחמיצים הסתוים שכללו את הגרגרים. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח הושגו כמעט במלואן להוציא בחינה של הערך התזונתי של תחמיצי S2 ו S4 בבקר לחלב.
בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?
בגלל בעיות ואילוצים אדמיניסטרטיביים ואגרוטכניים לא הצלחנו במהלך השנה השלישית לגדל בהיקף מסחרי את הזן S2 לגרגרים ולתחמיץ ואת הזן S4 לתחמיץ. לכן גם לא התאפשר לבחון במהלך הפרויקט את הערך התזונתי של תחמיצי סורגום מזנים אלו עבור פרות חלב כחלופה לתחמיצי חיטה או תירס. הבחינה בפרות חלב תצטרך להידחות לפרויקט המשך.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
ממצאי העבודה עדיין לא פורסמו. הוגשו בקשות רשמיות לרישום של זני הסורגום S2 ו S4 כזנים חדשים לצורך שמירת זכויות מטפחים לזכות מינהל המחקר החקלאי והחוקרים המטפחים (כרמי ומירון). לאחר רישום הזכויות יתאפשר פרסום הממצאים.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות): כן!!
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי?
כן! בכוונתי להגיש תוכניות שתתמקדנה בגידול רחב היקף ובהמשכו בחינה תזונתית של שני הזנים החדשים S2 ו S4 בפרות חלב, בכבשים ובעיזים לחלב.