

2002-2004

תקופת המחקר:

257-0203-04

קוד מחקר:

Subject: SAFFLOWER AS ALTERNATIVE TO FODDER LEGUMES IN RAINFED AND SEWAGE IRRIGATION SYSTEMS

Principal investigator: YAN LANDAU

Cooperative investigator: GILAD ASHBELL, ISRAEL BRUKENTAL, DANI BARKAI, , YOEL LESHEM, MAYER YACOB, LEVANA DVASH, SHMUEL GALILI

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר: חריע למספוא: חלופה קטניות בבעל או בהשקיית קולחין שניוניות

חוקר ראשי: סרגי-יאן לנדאו

חוקרים שותפים: גלעד אשבל, ישראל ברוקנטל, דני ברקאי, צבי וינברג, יואל לשם, יעקב מאיר, לבנה דבש, שמואל גלילי

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

לאור קיצוץ במכסות המים לחקלאות, ענף המספוא בישראל חייב לכוון את מאמץ המו"פ לשני כוונים: 1. הסבה לגידולים חסכניים במים, המסוגלים לשרוד עקות יובש ממושכות; 2. הסבה לגידולים המנצלים נוטריאנטים המצויים בשפע במי קולחים שניוניים, משאב שזמינותו תעלה.

מטרת התוכנית - לימוד גידול חריע למספוא בבעל ובהשקיה ובאופן שימוש בהזנת בקר. **מהלך התוכנית** - הראנו שהעומד המיטבי ליבול מרבי של חלבון וח"י נעכל מחריע הגדל בבעל בנגב הוא כ-90 צמחים/מ"ר (זריעה של 3.5-4 ק"ג לד'). כשהושוו חריע למספוא הנקצר בשלב כיפתור, אפונה וחיטה ככרב לגידול חיטה בנגב, החריע היה דומה ליתר הכרבים לגבי ייבול גרעיני החיטה. משקל הקטוליטר ותכולת החלבון בגרעינים אף הם היו דומים על כרב חיטה או על כרב חריע. בניסוי עציצים מבוקר, הראנו כי מחסור בחנקן פוגע בצבירת ביומסה מחריע ללא תלות בזמינות המים (מ-50 ל-100% השקיית רוויה). החריע מנצל חנקה ואמון כמקור החנקן באותה מידה ומעכב ניטריפיקציה אף מטיב עמו. לא נמצאה השפעה למקור המים (מים שפירים או מי קולחים שניוניים) על גדילת חריע בעציצים. בניסוי בשדה פתוח בחוות לכיש, הראנו כי השקיה הניתנת כתוספת לכמות הגשם אינה מגדילה את צבירת הביומסה, הנמדדת בחומר יבש, בחריע (כ-1.2 טון ח"י), אלא מגדילה את תכולת המים בצמח. כמו כן, השקיה קשורה בירידת שיעור הסוכרים המסיסים בחריע באופן קווי. אנו רואים בכך הסבר אפשרי לקשיי החמצה של חריע שקיבל השקיה מרובה בלכיש (3% סוכרים מסיסים) בהשוואה לחריע שגדל בבעל בשובל (9% סוכרים מסיסים). ההמרה בבלייל פרות חולבות של 4 ק"ג ח"י מתחמיצי דגנים ע"י תחמיץ חריע שגודל בבית דגן היתה מלווה בפחיתה של כ-10% בצריכת חומר יבש, אך לא השפיעה על תנובת החלב. במספר ניסויים הראנו כי חריע יכול להוות עד 50% מבלייל עגלות ללא פגיעה בביצועי גדילה.

מסקנות - נראה כי קציר והחמצה ישירים של חריע מורידים פחת הקשור בהקמלה והרמת החומר. המו"פ בחריע צריך להתמקד בהשגת יבול צמחי שיכיל 30% ח"י ויותר שיכיל לא פחות מ-6% סוכרים מסיסים בהכנסה לבור.

חריע למספוא - חלופה לקטניות בבעל או בהשקיית קולחין שניוניים

Safflower for forage as alternative to legumes under rainfed or recycled sewage irrigation management

מוגש לקרן מדען ראשי (גידולי שדה) ולהנהלת ענף בקר

ע"י

י. לנדאו	המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6, 50250, בית דגן
י. לשם	המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6, 50250, בית דגן
צ. ויינברג	המכון לטכנולוגיה ואיסוס, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6, 50250, בית דגן
ש. גלילי	המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6, 50250, בית דגן
א. בר-טל	המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6, 50250, בית דגן
ש. ברנר	המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6, 50250, בית דגן
ע. חזן	משרד החקלאות ופיתוח הכפר
S.Y. Landau	Institute of Field and Garden Crops, Agricultural Research Organization, P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel; E-mail: vclandau@agri.gov.il
Y. Leshem	Institute of Field and Garden Crops, Agricultural Research Organization, P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel; E-mail: leshemy@agri.gov.il
Z.G. Weinberg	Institute for Technology and Storage of Agricultural Products, Agricultural Research Organization, P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel; E-mail: zgw@agri.gov.il
S. Galili	Institute of Field and Garden Crops, Agricultural Research Organization, P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel; E-mail: galilis@agri.gov.il
A. Bar-Tal	Institute of Soil, Water and Environment Sciences, Agricultural Research Organization, P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel. E-mail: abartal@agri.gov.il
S. Brenner	Institute of Field and Garden Crops, Agricultural Research Organization, P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel
A. Hazan	Ministry of Agriculture

ינואר 2005

ממצאים בד"ר הזה הינם תוצאות ניסויים. הניסויים לא מהווים המלצה לתקלאים.



ד"ר י. לנדאו

לאור קיצוצ במכסות המים לחקלאות, ענף המספוא בישראל חייב לכוון את מאמץ המר"פ לשני כוונים: 1. הסבה לגידולים תסכניים במים, המסוגלים לשרוד עקות יובש ממושכות; 2. הסבה לגידולים המנצלים נוטריאנטים המצויים בשפע במי קולחים שניוניים, משאב שזמינותו תעלה.

סל המזון הגס של הבקר הישראלי מכיל בעיקר תחמיצי דגנים. מהלך תקן של גידולי שדה מחייב מחזור בין דגנים לבין רחבי עלים (ר"ע) או קיום שנתון של כרב נח לשם הדברה יעילה של עשבים רעים. קיום שנתון כרב נח מפחית את הרווחיות של גידול מספוא. גודל כרב קטניות בעיתי בכל חלקי הארץ מפני שהיבולים הנמוכים מגבילים את הרווחיות. לאורך קו הבצורת, רק אפונת הגינה לשחת עמידה מספיק לעקות מים והיא אינה רווחית (טרבלסי, 1998). מבחינה אגרוטכנית, הגידול ברוטציה עם חיטה אינו חייב להיות קטנית. היתרון של הקטניות בהשוואה לר"ע אחרים הוא קשירת חנקן מבאוור והעשרת הקרקע, אולם מכל הבחינות האגרוטכניות מחזור זרעים תקין אינו מחייב גידול של קטנית.

חריע (*safflower, Carthamus tinctorius* L.) הוא צמח חד שנתי ממשפחת המורכבים. מקורו במזרח התיכון והוא שימש בחקלאות המסורתית להפקת צבע טבעי ושמן וכצמח רפואה (Li and Mundel, 1996). החריע גודל "בשיטה אקסטנסיבית" להפקת שמן בנגב בשנות ה-60 (רטיג, 1972). הוא מעמיק שורש (Aase and Pikul, 2000) ושורשיו נמצאו עד עומק 3 מטרים בקרקע עמוקה, (<http://agric.ucdavis.edu/crops/oilseed/saff3plan.htm>), תכונה המקנה לו עמידות גבוהה לעקות מים (Bassiri et al., 1977). החריע הוא בעל עמידות בינונית למליחות, הדומה לזו של שעורה (Francois and Bernstein, 1964). אין מידע לגבי גידול חריע המושקה במים ממוחזרים. מי קולחים ברמת טיפול ראשונית או שניונית מכילים ריכוזים גבוהים של חנקן וזרחן, שיכולים לספק את תצרוכת החנקן והזרחן של צמחי מספוא (Feigin et al., 1991). רמה גבוהה של חנקה בקרקע (כתוצאה מחמצון האמון המוסף) עלולה לגרום לאפקטים שליליים על איכות היבול (למשל, רמת חנקות גבוהה) אשר לא נחקרו במספוא. מזד חשוב הקובע התאמת קולחים להשקיה הוא ריכוז המלחים במים. לדוגמא, ריכוזי הנתרן והכלור בקולחים גבוהים בממוצע ב 65 ו- 100 מ"ג/ליטר בהתאמה, מאשר במי האספקה. העלייה בריכוז המלח יכולה להשפיע באופן ישיר על התפתחות הצמח, כאשר המליחות עולה מעל ערך סף נתון התלוי בגידול, תחול פגיעה בהתפתחות הצמח ובעקבותיה פחיתה ביבול (Mass and Hofman, 1977). לשם וחו'ב (2000) דווחו על ייבול של 800 ק"ג ח"י, נעכלות של 65% וריכוז חלבון של 14% בחריע שגדל בבית דגן. הנעכלות של שחת חריע בפרות הרות עלתה על 70% (פרידמן, 2001). האכלותו ע"י כבשים היתה גבוהה ונמצאה נעכלות של מעל 80% כשניתן כירק (Vonghia וחו'ב, 1992). ביצועי גדילה של עגלים במרעה זרוע של חריע באוסטרליה היו טובים (French et al., 1988). ניתן להחמיץ חריע אך יציבות התחמיץ לאור אינה ודאית (Weinberg et al., 2002).

המטרה האסטרטגית של המחקר הנוכחי הייתה החדרת צמח החריע הגדל במחזור עם חיטה בבעל, במיוחד בנגב, או בהשקיית קולחים, לסל המזונות של הבקר בישראל. המטרות הפרטניות היו: שיפור איכות התזונתית ע"י הפחתת שיעור הגבעולים באמצעים אגרוטכניים (עומד הצמחים), בירור סוגיות בהזנה חנקנית של חריע, כולל הצטברות אפשרית של חנקה (הרעילה לבקר), בירור איכותו של חריע ככרב לחיטה (תכולת מים וחנקן בחתך הקרקע בתום הגידול, השפעה על כמות ואיכות גרגרי החיטה), ביסוס שיטה להחמצת חריע, השלמת המידע לגבי שימוש בשחת תחמיץ חריע במנות של בקר.

1. חריע למספוא אינו כרב גרוע לחיטה

נושא זה מובא כראשון בד"ח, מפני שחריע למספוא לא ייקלט אם הוא פוגע בגידול העיקרי במחזור, החיטה. לחריע היה שם רע ככרב לחיטה בנגב (רטיג, 1972), אולם החריע גודל עד כה לזרעים ולא למספוא. יתכן שיכולתו לנצל משאבים מתבטאת ביתר שאת כאשר קוצרים אותו לאחר ייצור גרעינים בתודשים יולי-אוגוסט, בהשוואה לקציר בסוף אפריל, עוד לפני הפריחה. לכן ייתכן שאיכותו ככרב לחיטה שונה בשני מצבים אלה.

בעונות 2002-2003 חולקו שני חוות מיגדה (על קו הבצורת ליד אופקים, 243 מ"מ של גשם רב-שנתי) ל-16 חלקות של 12.5 ד' כל אחת, 4 חזרות לטיפול. החזרות היו אפונה, כרב נח, חיטה וחריע. בכל הטיפולים דוסקסו החלקות פעם בתחילת העונה ופעם שניה בעת הצנעת הדשן, לקראת זריעה. החיטה נזרעה בתחילת דצמבר, האפונה במחצית דצמבר והחריע ב-10.02, לאחר דיסוס בראונד-אפ ודיסוק נוסף. באותו מועד, דוסקסו החלקות של הכרב הנח, לאחר התפתחות עשביה. החלקות דושנו ביסוד לפי המלצות גילת. בסוף ירדו 313 מ"מ של גשם בפיזור טוב (שנת משקעים טובה). ייבולי שחת האפונה והחריע (בשלב אמצע כיפתור) היו 200 (ש.ת. 10) ו-615 (ש.ת. 52) ק"ג חומר יבש. ייבולי הגרעינים והקש היו 125 (ש.ת. 6) ו-230 ק"ג. בתום שנת הגידול, נקבעו מלאי N ו-P בשיטת גילת (טבלה 1). לפי מבחן גילת, ובהתחשב ביבול החיטה הרב שנתי, לא היה צריך לדשן דישון בבסיס. אולם, מכון שנוצר הבדל משמעותי בזמינות N, כל חלקה חולקה לשתי תת חלקות שבהן בוצע דישון ביסוד ב-3 יח' N או ללא חנקן. כך, היו בניסוי 32 חלקות. החיטה (זן נירית) נזרעה בסוף נובמבר 2003. שנת 2003-2004 אף היא הייתה טובה (320 מ"מ של גשם). נערך קציר של 20 מ' בשלש חזרות בקומביין ניסויי (1.4 מ' רוחב). לפני מעבר הקומביין נקצרו 3 קוודטים של 0.3 מ"ר לקביעת מס' שיבוליות, ביומסה כללית וחלוקתה. הניתוח הסטטיסטי היה דו-כווני. הגורמים העיקריים היו סוג הכרב, דישון N (קנולא) וההשפעה הדדית ביניהם.

טבלה 1: N ו-P זמינים (ק"ג/ד, מבחן גילת) לפני זריעת החיטה בעונה 2002-2003

N	P	
8.3 ± 1.1 a	0.44 ± 0.09 a	כרב נח
7.5 ± 0.6 a	0.47 ± 0.03 a	כרב אפונה
5.9 ± 0.3 ab	0.34 ± 0.03 b	כרב חיטה
5.5 ± 0.3 b	0.39 ± 0.03 ab	כרב חריע

אותיות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית ($P < 0.05$)

סוג הכרב, אך לא הדישון, השפיע במובהק על ביומסת החיטה ומשקל השיבולים: כרב נח היה קשור עם ביומסת חיטה ושיבולים ועם ייבול גרגרים גבוהים יותר מיתר הכרבים. החריע לא היה נחות מחיטה או אפונה ככרב לחיטה (טבלה 2). משקלי הקטוליטר ו-1000 זרעים הנמוכים, והחלבון הגבוה מעידים על מחסור במים בסוף הגידול. משקל הקטוליטר היה נחות בחיטה שגדלה על כרב אפונה. משקל 1000 היה גבוה יותר בכרב נח או כרב חיטה מבכרב חריע או אפונה. תכולת החלבון בחיטה היתה גבוהה בכרב נח או כרב אפונה (טבלה 2).

הדישון הנוסף ביסוד נטה ($P = 0.10$) להפחית את אינדקס הקציר (מ-55.8% ל-51.5%) ללא השפעה על ייבול הגרעינים, העלה ($P < 0.05$) את מס' השיבולים למ"ר (184 בהשוואה ל-167), נטה ($P = 0.07$) להפחית

את משקל ההקטוליטר (מ-78.1 ל-77.3 ק"ג) והפחית ($P=0.03$) את משקל האלף מ-27.9 ל-26.6 ג' תק העלאת ($P=0.01$) שיעור החלבון מ-13.4 ל-14.2%. פעולה אחרונה זו של הדישון לא הייתה מובהקת בחיטה שגדלה על כרב אפונה, אך נטתה למובהקות בחיטה רציפה או על כרב חריע ($P=0.06$). מכאן נראה שדישון נוסף ביסוד גרם להתפתחות וגטיבית חזקה יותר, תוך הפחתת כמות המים הזמינים להבשלת הגרעינים. בסיכום, חריע למספוא דומה לחיטה ככרב לחיטה. לא נראה שיש צורך בדישון חנקני מתקן אחרי גידול חריע למספוא.

טבלה 2: יבול חיטה, משקל הקטוליטר, משקל 1000 זרעים, תכולת חלבון בגרעינים כתוצאה מסוג הכרב, דישון בבסיס וההשפעה ההדדית ביניהם (4 חזרות לכל אינטרקציה)

כרב נח	אפונה	חיטה	חריע	השפעות עיקריות		
				כרב	דישון	כרב x דישון
ביומסת החיטה	^a 589	^{ab} 498	^a 454	^a 468	0.05	ב"מ
משקל שיבוליות	^a 300	^{ab} 261	^b 234	^b 240	0.05	ב"מ
משקל קש	279	223	217	234	ב"מ	ב"מ
אינדקס קציר (%)	52.7	56.5	53.9	51.6	ב"מ	ב"מ
שיבולים למ"ר	191	177	166	168	0.05	ב"מ
יבול גרעינים	^a 217	^b 167	^b 159	^b 165	0.001	ב"מ
משקל הקטוליטר	^a 78.1	^b 76.4	^a 78.8	^a 77.7	0.001	0.03
משקל 1000	^a 28.4	^b 25.3	^a 29.0	^b 26.3	0.001	0.03
חלבון	^a 13.5	^a 14.3	^b 12.3	^b 12.9	0.003	0.05

אותיות זהות באותה שורה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית ($P<0.05$)

כרב חריע הנקצר למספוא בשלב אמצע כיפתור דומה לכרב חיטה או אפונה במאפייני איכות החיטה הגדלה בבעל אחרי על קו הבצורת. זאת, בניגוד לשם הרע שרכש לעצמו חריע לגרעינים ככרב לחיטה.

2. עומד צפוף של חריע למספוא עדיף בנגב

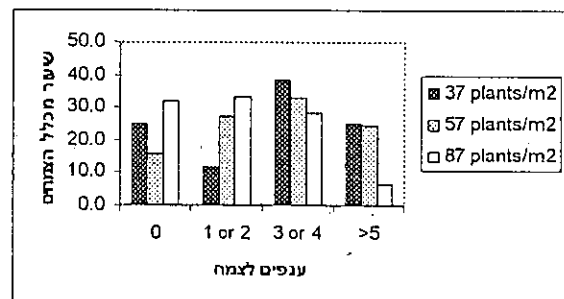
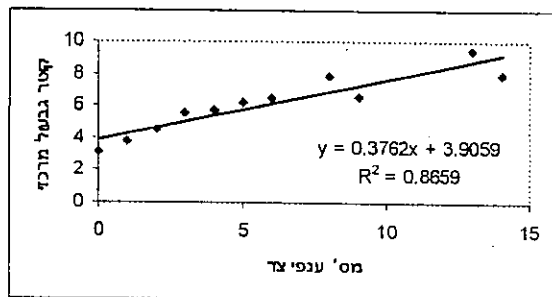
ציפוף צמחי חריע גורם להפחתת עובי של הגבעול המרכזי (Li and Mundel, 1996) וכך עשוי לשפר את הערך התזונתי של הצמח עבור בקר. דילול החריע גורם לתצורה מסועפת וידוע כי ענפי הצד הם בעלי ערך תזונתי טוב יותר מהגבעול המרכזי. עד כה, לא ידוע מהו הערך התזונתי של כפתורי פריחה. הניסוי בתן את האפשרות של שדרוג ערך החריע באמצעות עומד הצמחים.

חלקה 8 של מיגדה (50 ד', כרב חיטה) נבחרה לניסוי וחולקה לארבע תת-חלקות שנוצרו בפסי זריעה של 15 ו-30 ס"מ (שתי חזרות בכל טיפול). ב-27.01 רוססה החלקה בראונדאפ (150 סמ"קד"). היא דוסקסה ונזרעה ב-10.02. עומק ההרטבה היה 1 מטר וירדו עוד 80 מ"מ על הגידול. ריכוזי N ו-P השארייתיים היו 7.3 ו-0.74 ק"ג וד'. השדה דושן ב-11 ק"ג אוראהוד'. מאחר שעבודת הדליל לא היתה מספיק מדויקת, העומדים תוקנו לאחר חודש באופן ידני בתוך תת החלקות, כך שבטיפול דליל היו 37 צמחים/מ"ר (ש.ת. 1.4), בבינוני - 57 צמחים/מ"ר (ש.ת. 0.6), ובצפוף - 87 צמחים/מ"ר (ש.ת. 1.93). ב-6.5 (אמצע שלב כפתור) נקצרו 14 קוואדרטים שכללו 243 צמחים: 4 בטיפול העומד הדליל, 7 בטיפול העומד הבינוני ו-3 בטיפול העומד הצפוף. נקבעו גובה הצמח, עובי גבעול מרכזי, מס' הסתעפויות, קוטר גבעולים משניים, שיעור עלים בסה"כ הביומסה (באחוזים ובמ"ר). בדגימות הצומח

נקבעו ריכוזי חלבון כללי, ADF, NDF ונעכלות כרמ"ל ע"ס כילי NIRS. אחוזים אלה תורגמו לייבול של חומר יבש נעכל, חלבון כללי ו-NDF לדונם. נעשה הניתוח הסטטיסטי של תדירות הצמחים ללא הסתעפויות או בעלי 1 עד 13 הסתעפויות בכל קבוצה של עומד ובכל טיפול של זריעה (X^2). נעשה ניתוח ב-GLM של כל התכונות של תצורה וערך תזונתי של הצמחים. בניתוחי GLM שימשו תחילה צפיפות פסי הזריעה ותצורת הצמח (מס' הסתעפויות) וההשפעה ההדדית ביניהם. מכיון שההשפעה ההדדית לא היתה מובהקת בכל התכונות שנבדקו, פישטנו את המודל וכגורמי השונות שימשו סוג הצמח (מס' הסתעפויות) וצפיפות הזריעה, בנפרד.

ייבול החריע היה 466 (ש.ת. 36), 625 (ש.ת. 16) ו-719 (ש.ת. 215) ק"ג/דונם בעומדים הדליל, הבינוני והצפוף, בהתאמה. שני המספרים האחרונים לא נבדלו מבחינה סטטיסטית. התפלגות הצמחים לפי מספר ענפים הייתה שונה בין הטיפולים ($P < 0.0003$, איור 1). העומד הצפוף היה קשור עם תדירות גדולה יותר של צמחים בעלי הסתעפות אחת או שתיים (11%, בהשוואה ל-30% ביתר העומדים) ובמיעוט של צמחים בעלי 5 ענפים ויותר (6%, בהשוואה ל-25% ביתר הטיפולים). מספר ענפי הצד היה בממוצע 3.43 (ש.ת. 0.36), 3.03 (ש.ת. 0.22) ו-1.87 (ש.ת. 0.27), נמוך במובהק ($P < 0.001$) בעומד הצפוף. קוטר הגבעול המרכזי בצמחים היה 5.5 (ש.ת. 0.24), 5.0 (ש.ת. 0.15) ו-4.35 (ש.ת. 0.18) מ"מ בעומדים הדליל, הבינוני והצפוף, בהתאמה. הערך השלישי נבדל מקודמיו סטטיסטית ($P < 0.0002$). גובה ההסתעפות היה 60 ס"מ בעומד הדליל ובבינוני ו-64 ס"מ בצפוף. נמצאו יותר כפתורי פרחים בעומד הדליל, בהשוואה לבינוני והצפוף (4.3, 3.8 ו-2.7, בהתאמה). צמחי חריע צפופים נשאו פחות פרחים ויותר ענפי צד נשאו כפתורי פרחים בעומדים הדליל והבינוני, בהשוואה לצפוף ($P < 0.002$). נמצא מתאם חיובי מובהק מאוד בין קוטר הגבעול המרכזי לבין מס' הענפים (איור 2).

איור 1: התפלגות צמחי חריע שגדלו בעומדים שונים איור 2: הקשר בין קוטר הגבעול המרכזי (מ"מ) לבין מספר ענפי הצד בצמח החריע



העומד לא השפיע באופן מובהק על משקל הגבעול המרכזי, משקל העלים, משקל הענפים, של הצמחים הפרטניים. שיעור החומר היבש נטה להיות יותר גבוה בגבעול וענפי צד של צמחים הצפופים, כך שמועד הקציר המיטבי מושפע מעומד הצמחים. ההרכב הכימי הושפע רבות מהעומד (טבלה 3), אולם ההבדלים הסטטיסטיים מסתירים את הממצא העיקרי: שיעור העלווה + כפתורי פרחים, ז"א, החלקים הטובים ביותר להזנה, ומנגד, שיעור גבעולים + ענפי צד לא שונים בין צמחים בעלי תצורה שונה (איור 3).

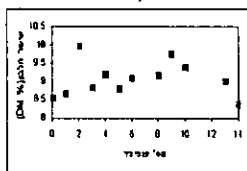
צפיפות המזרע והנגזרת שלה, תצורת צמחי החריע משפיעים רק בשוליים על איכות הצמח להזנת מע"ג. מכיון שחלק אחד בתוכנית מראה כי בעית הגבעולים העבים נפתרת כאשר מקצצים את הצמח, כמעט כל ייבול החריע אכיל ע"י בקר. העומד העדיף הוא זה המאפשר ייבול מירבי של חומר יבש נעכל (אנרגיה) וחלבון כללי (טבלה 4), ז"א, העומד הצפוף.

טבלה 3: הרכב כימי בשלב כיפתור של צמחי חריע שגודלו בעומד שונה (% על בסיס חומר יבש)

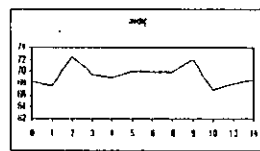
מובהקות	87 צמחים/מ"ר	57 צמחים/מ"ר	37 צמחים/מ"ר		
P<0.001	55.7±0.8 b	58.0±0.5 a	57.0±0.7 a	נעכלות כרמ"ל	גבעול מרכזי
P<0.01	3.6±0.1 a	3.2±0.1 b	3.5±0.1 a	חלבון כללי	
P<0.04	57.1±0.7 a	55.4±0.5 b	57.3±0.7 a	NDF	
P<0.73	91.8±0.7 a	92.2±0.4 a	92.6±0.7 a	נעכלות כרמ"ל	עלים
P<0.0001	18.0±0.2 a	16.6±0.2 b	18.3±0.3 a	חלבון כללי	
P<0.05	26.2±0.5 a	27.0±0.3 a	25.7±0.4 a	NDF	
P<0.20	57.4±1.3 a	58.9±0.6 a	60.4±1.0 a	נעכלות כרמ"ל	ענפי צד
P<0.31	4.0±0.3 a	3.6±0.1 a	3.6±0.2 a	חלבון כללי	
P<0.20	54.7±1.4 a	51.7±0.7 a	51.7±1.1 a	NDF	
P<0.43	76.7±0.5 a	77.3±0.3 a	76.6±0.6 a	נעכלות כרמ"ל	כפתורי פרחים
P<0.93	16.0±0.3 a	16.0±0.2 a	16.1±0.3 a	חלבון כללי	
P<0.71	23.2±0.6 a	23.8±0.4 a	23.6±0.6 a	NDF	

אונות זרות באותה שורה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית (P<0.05)

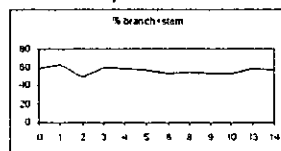
איור 3: השפעת תצורת החריע על חלוקת איבריו בשלב כיפתור ועל איכותו להזנת בקר



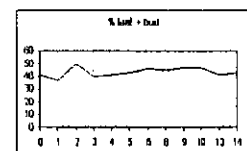
ד. תכולת חלבון כללי ממוצעת



ג. נעכלות כרמ"ל ממוצעת



ב. שיעור ענפי צד וגבעול מרכזי בסה"כ הבידמסה של צמחים בחדים



א. שיעור עלים וכפתורים בסה"כ הבידמסה של צמחים בחדים

טבלה 4: יבולי חומר יבש נעכל, חלבון כללי ו-NDF (ק"ג/ד) בעומדים שונים (37, 57 ו-87 צמחים/מ"ר)

	87 צמחים/מ"ר	57 צמחים/מ"ר	37 צמחים/מ"ר	
500		438	322	חומר יבש נעכל
65		56	42	חלבון כללי
297		257	191	NDF

נראה איפוא כי חריע בעומד הדליל מניב פחות חלבון ואנרגיה הזמינים למעלי גירה מחריע בעומד בינוני או צפוף. ממצא זה נמצא בניגוד להערכות קודמות כי ניתן לזרוע 1.5 ק"ג זרעים ולקבל ייבול דומה, בעל ערך תזונתי גבוה יותר מהעומד הצפוף. מאחר שמשקל 1000 זרעים הוא כ-42 גרם, עומד של 87 צמחים/מ"ר מחייב זריעה של יותר מ-3.5 ק"ג זרעים לדונם.

3. דישון חריע וצבירת חנקות בהשקיית מים שפירים או מי קולחים
העבודה התמקדה בתגובת חריע לדישון חנקי ולכמות ההשקיה ובקליטת חנקן ומים על ידי חריע למספוא. המחקר נערך בשני ניסויים: 1. ניסוי עציצים בחממה. 2. ניסוי שדה בהשקיה בשיטת הקו הבודד. מאפייני מי ההשקיה בשני הניסויים מובאים בטבלה 5.
3.1. ניסוי דישון בעציצים: ניסוי דישון והשקיה ראשון בוצע בחוות לכיש. הניסוי בוצע בעציצים בנפח 10 ליטר שמולאו בקרקע מקומית. הזריעה בעציצים הייתה כך שנותרו בסוף הניסוי 5 צמחים בכל דלי. הזריעה הייתה בתחילת פברואר והגידול נמשך כשלושה חודשים במתכונת תלת גורמית: סוג

המים (2 רמות, שפירים או קולחים), כמות ההשקיה (מתסור: 50% או 75%, מלאה: 100%) וסוג החנקן בדישון (חנקה, אמון). טיפול "100%" בהשקיה היה לפי קיבול מים בעציץ ולפי שקילה. בטיפול "100%", נתנה אפשרות של 25% נקז. ביתר הטיפולים, הנקז התקבל ע"י השקית יתר פעם בשבוע (בלי לחרוג, על בסיס שבועי מכמות המים המתוכננת).

טבלה 5: מדדים כימיים והרכב המינרלי של הקולחים והמים השפירים בחוות לכיש שבהם הושקו ניסוי העציצים בשנת 2003 וניסוי השדה בשנת 2004.

Parameter	Units	Potable water	Treated effluents
EC	dS m ⁻¹	1.15	1.47
pH		7.4	7.5
COD	mg/l	N.D.	86
TOC	mg/l	N.D.	37.1
N-NH ₄	meq/l	0.03	2.21
N-NO ₃	meq/l	0.05	0.01
HCO ₃	meq/l	2.9	10.0
P	meq/l	0.03	0.21
K	meq/l	0.22	1.75
Ca	meq/l	3.0	3.5
Mg	meq/l	3.0	3.4
Na	meq/l	5.6	11.0
SAR		3.2	5.9
PAR		0.12	0.95
Cl	meq/l	7.0	10.0

טבלה 6: טיפולים בניסוי עציצים, חוות לכיש, שנה ב'.

שפירים										קולחים							
ריכוז החנקן במים, מ"ג/ליטר																	
100			50					10			כ-50						
יחסי חנקה-אמון																	
			0-50			25-25		50-0									
רמת השקייה																	
50		75		100		50		75		100		50		75		100	

החנקן ניתן בריכוז 10, 50, 100 ח"מ. מכיוון שקולחים שניוניים מכילים כ-50 ח"מ חנקן, התמקדנו בנושא סוג דישון החנקן דווקא בריכוז זה: טיפולי "סוג דשן" היו יחסי אמון-חנקה להלן: 25-25, 50-0 ו-50-0. כדי לחסוך מעלויות הניסוי, ניתנה רק רמת השקיה אחת בשילובים של 25-25 ו-50-0. זאת, מפני שידוע שכל החנקן במי קולחים מופיע בצורת אמון. אם כך, הניסוי כלל 14 טיפולים (ראה טבלה 6) ב-5 עציצים כ"א (סה"כ 70 עציצים). אספנו נקז לבדיקת מליחות וריכוז חנקן על סוגיו (אמון וחנקה). דגמנו עלים במספר שלבי גידול לאנליזות של תכולת חנקן וחנקה. השתמשנו בדוגמאות הצומח מניסוי העציצים להשלמת הכיול ב-NIRS ולאומות השיטה. ריכוז החנקן הזמין בקרקע היה 24.6 ח"מ שווה ערך ל-246 מ"ג/עציץ, או 4.6 ק"ג/ד'.

בתום הניסוי בדקנו את היבול וההרכב המינרלי של אברי הצמח (עלים מבוגרים וצעירים, גבעול). כך נוכל לאמוד את קליטת החנקן והשימוש בו בתנאי גידול שונים.

יבול חומר טרי ויבש, גובה ומספר פרחים: רמת החנקן בתמיסת ההשקיה השפיעה באופן מובהק על היבול הטרי והיבש, גובה הצמחים ומספר הפרחים, כאשר בריכוז החנקן הנמוך, 10 ח"מ חנקן, היו הערכים נמוכים באופן מובהק מאשר בשני הריכוזים הגבוהים, 50 ו-100 ח"מ (טבלה 7).

טבלה 7. השפעת הרכב תמיסת ההשקיה ורמת ההשקיה על תצורת התריע בניסוי העציצים.

N mg/l	N-NO ₃ % of N	Water dose %	Water type	DCD	Fresh weight g/plant	Dry weight g/plant	DM %	Plant height cm	Flowers No
100	50	50	fresh	no	28.0 ^{bc}	7.08 ^{bc}	25.3 ^{abc}	62.0 ^{bcd}	5.3 ^{abcd}
100	50	75	fresh	no	36.9 ^b	8.94 ^b	24.2 ^{abc}	68.6 ^{ab}	6.8 ^a
100	50	100	fresh	no	33.4 ^{abc}	8.07 ^{bc}	24.2 ^{abc}	69.3 ^{ab}	6.6 ^a
50	50	50	fresh	no	25.8 ^{bc}	6.17 ^c	23.9 ^{abc}	67.6 ^{ab}	4.1 ^{cde}
50	50	75	fresh	no	34.2 ^{abc}	8.43 ^{bc}	24.6 ^{abc}	76.8 ^a	5.5 ^{abcd}
50	50	100	fresh	no	30.2 ^{bc}	7.57 ^{bc}	25.1 ^{abc}	76.5 ^a	5.6 ^{abcd}
50	0	100	fresh	no	34.2 ^{abc}	9.12 ^b	26.6 ^{ab}	73.1 ^{ab}	6.4 ^{ab}
50	100	100	fresh	no	34.2 ^{abc}	9.38 ^b	27.4 ^{ab}	72.2 ^{ab}	5.7 ^{abc}
10	50	50	fresh	no	10.2 ^e	2.36 ^d	23.1 ^{bc}	55.8 ^{bcd}	2.1 ^f
10	50	75	fresh	no	10.4 ^{de}	2.27 ^d	21.8 ^c	54.3 ^d	2.4 ^{ef}
10	50	100	fresh	no	9.9 ^e	2.26 ^d	22.8 ^{bc}	54.4 ^d	2.0 ^f
50	0	50	effluent	no	23.4 ^{cd}	6.79 ^{bc}	29.0 ^a	66.5 ^{abc}	3.9 ^{de}
50	0	75	effluent	no	30.6 ^{bc}	8.37 ^{bc}	27.4 ^{ab}	73.3 ^a	5.0 ^{abcd}
50	0	100	effluent	no	31.1 ^{abc}	8.49 ^{bc}	27.3 ^{ab}	72.0 ^{ab}	4.9 ^{bcd}
50	0	100	fresh	dcd	42.7 ^a	12.40 ^a	29.0 ^a	73.5 ^{ab}	6.8 ^a
Probability of F				df					
Treatment				14	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Block				4	0.0001	0.0040	<.0001	0.0335	0.0033

אנחיות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית ($P < 0.05$)

תכולת החומר היבש לא הושפעה מריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה. למקור החנקן לא הייתה השפעה על אף לא אחד מהמדדים שנבדקו. תוספת מעכב הניטריפיקציה לא השפיע באופן מובהק על מדדי ההתפתחות וייצור החומר טרי ויבש למרות נטיה לצמחים גדולים ומפותחים יותר. כמות ההשקיה בתחום שנבחן לא השפיעה באופן מובהק על המשקל הטרי והיבש של הצמחים (טבלה 7). השקיה בכמות מים קטנה מהביקורת גרמה לירידה בגובה הצמחים והקטינה את מספר הפרחים בשתי רמות החנקן הגבוהות. לסוג המים שפירים לעומת קולחים לא הייתה השפעה על מדדי התפתחות וייצור חומר טרי ויבש של הצמחים.

ההרכב המינרלי של הנוף: רמת החנקן בתמיסת ההשקיה השפיעה באופן מובהק על ריכוז החנקן והחנקן בעלים (טבלה 8) והחנקן בגבעול (טבלה 9), כאשר בריכוז החנקן הנמוך, 10 ח"מ חנקן, היו ריכוזי החנקן בעלים ובגבעול נמוכים באופן מובהק מאשר בשני הריכוזים הגבוהים, 50 ו-100 ח"מ (טבלאות 8, 9) וריכוזי החנקן בעלים ירדו באופן מובהק עם הירידה בריכוז החנקן בטיפול מ-100 ל-50 (טבלאות 8, 9) גם ריכוזי הנתרן והכלור בעלים ירדו באופן מובהק עם הירידה בריכוז החנקן בטיפול מ-100 ל-10 ח"מ (טבלה 8) אך לא הייתה השפעה על ריכוז הנתרן בגבעול (טבלה 9). גם ריכוז האשלגן בעלים ירד עם הירידה בריכוז החנקן בתמיסה אבל באופן לא מובהק, לעומת זאת ריכוז הזרחן בעלים ובגבעול דווקא עלה עם הירידה בריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה (טבלאות 8 ו-9), כנראה כתוצאה מאפקט המיניהול.

למקור החנקן לא הייתה השפעה על אף לא אחד מהמינרלים שנבדקו (טבלאות 8 ו-9). תוספת מעכב הניטריפיקציה והשקיה בקולחים השפיעו רק על הורדת ריכוז החנקן בעלים (טבלה 8). כמות ההשקיה בתחום שנבחן לא השפיעה על אף לא אחד מהמינרלים שנבדקו (טבלאות 8 ו-9).

טבלה 8. השפעת הרכב תמיסת ההשקיה ורמת ההשקיה על ההרכב המינרלי של העלי החריע

N	N-NO ₃	Water dose	Water type	N	P	K	Na	Cl	N-NO ₃
mg/l	% of N	%		%					ppm
100	50	50	fresh	3.18 ^{abc}	2.37 ^c	3.32 ^{abcd}	0.55 ^{ab}	2.15 ^{abcde}	316 ^{bc}
100	50	75	fresh	3.52 ^a	2.63 ^c	3.32 ^{abcd}	0.63 ^a	2.38 ^{abc}	779 ^a
100	50	100	fresh	3.46 ^{ab}	3.12 ^{abc}	3.55 ^a	0.60 ^a	2.56 ^a	465 ^b
50	50	50	fresh	3.08 ^{abc}	2.98 ^{abc}	3.43 ^{abc}	0.55 ^{ab}	2.01 ^{bode}	154 ^{cd}
50	50	75	fresh	3.03 ^{abc}	3.07 ^{abc}	3.10 ^{abcd}	0.54 ^{ab}	2.24 ^{abcd}	145 ^{cd}
50	50	100	fresh	3.08 ^{abc}	2.83 ^{bc}	3.50 ^{ab}	0.58 ^{ab}	2.15 ^{abcde}	149 ^{cd}
50	0	100	fresh	3.15 ^{abc}	2.89 ^{abc}	3.24 ^{abcd}	0.56 ^{ab}	2.03 ^{bode}	145 ^{cd}
50	100	100	fresh	2.95 ^{abcd}	2.37 ^c	3.25 ^{abcd}	0.57 ^{ab}	1.94 ^{bode}	172 ^{cd}
10	50	50	fresh	2.06 ^e	4.15 ^a	2.55 ^d	0.44 ^b	1.72 ^e	0 ^d
10	50	75	fresh	2.22 ^{de}	4.17 ^a	2.66 ^{bcd}	0.44 ^b	1.79 ^{cde}	0 ^d
10	50	100	fresh	2.14 ^e	4.07 ^{ab}	2.61 ^{cd}	0.45 ^b	1.76 ^{de}	0 ^d
50	0	50	effluent	2.42 ^{cde}	3.15 ^{abc}	3.09 ^{abcd}	0.50 ^{ab}	1.71 ^e	0 ^d
50	0	75	effluent	2.75 ^{abcde}	3.02 ^{abc}	3.30 ^{abcd}	0.56 ^{ab}	1.91 ^{bode}	0 ^d
50	0	100	effluent	2.45 ^{cde}	2.88 ^{abc}	3.29 ^{abcd}	0.55 ^{ab}	1.83 ^{bode}	0 ^d
50	0	100	Fresh +DCD	2.73 ^{bode}	2.54 ^c	3.17 ^{abcd}	0.55 ^{ab}	2.32 ^{ab}	235 ^c
Probability of F				df					
Treatment				14	<.0001	<.0001	0.0008	<.0001	<.0001
Block				4	<.0001	0.0004	0.4570	0.3239	0.0043

אוחיות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית (P<0.05)

טבלה 9. השפעת הרכב תמיסת ההשקיה ורמת ההשקיה על ההרכב המינרלי של גבעולי החריע

No	N	N-NO ₃	Water dose	Water type	N	P	K	Na
	mg/l	% of N	%				%	
1	100	50	50	fresh	0.52 ^{bc}	0.082 ^c	1.74 ^{abc}	0.38 ^{ab}
2	100	50	75	fresh	0.69 ^a	0.115 ^{bc}	2.35 ^{ab}	0.50 ^a
3	100	50	100	fresh	0.61 ^{ab}	0.086 ^c	2.05 ^{abc}	0.39 ^{ab}
4	50	50	50	fresh	0.43 ^{cdef}	0.157 ^{bc}	1.87 ^{abc}	0.38 ^{ab}
5	50	50	75	fresh	0.48 ^{bcd}	0.133 ^{bc}	1.97 ^{abc}	0.42 ^{ab}
6	50	50	100	fresh	0.41 ^{cdef}	0.103 ^{bc}	1.61 ^c	0.38 ^{ab}
7	50	0	100	fresh	0.44 ^{cde}	0.101 ^{bc}	1.97 ^{abc}	0.41 ^{ab}
8	50	100	100	fresh	0.43 ^{cdef}	0.087 ^c	1.66 ^{bc}	0.39 ^{ab}
9	10	50	50	fresh	0.33 ^{def}	0.304 ^a	1.99 ^{abc}	0.47 ^{ab}
10	10	50	75	fresh	0.40 ^{cdef}	0.311 ^a	2.38 ^a	0.48 ^{ab}
11	10	50	100	fresh	0.36 ^{def}	0.306 ^a	1.96 ^{abc}	0.44 ^{ab}
12	50	0	50	effluent	0.29 ^f	0.194 ^b	1.42 ^c	0.37 ^{ab}
13	50	0	75	effluent	0.32 ^{ef}	0.126 ^{bc}	1.50 ^c	0.34 ^{ab}
14	50	0	100	effluent	0.33 ^{def}	0.153 ^{bc}	1.47 ^c	0.34 ^b
15	50	0	100	Fresh+D	0.47 ^{bcd}	0.116 ^{bc}	1.56 ^c	0.38 ^{ab}
Probability of F				df				
Treatment				14	<.0001	<.0001	<.0001	0.0073
Block				4	0.0027	0.2027	0.0011	0.2980

אוחיות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית (P<0.05)

כמות החנקן זרחן ואשלגן שהצטברו בנוף: רמת החנקן בתמיסת ההשקיה השפיעה באופן מובהק על כמות החנקן, הזרחן והאשלגן בנוף, כאשר בריכוז החנקן הנמוך, 10 ד"מ חנקן, כמות יסודות ההזנה הללו הייתה נמוכה באופן מובהק מאשר בשני הריכוזים הגבוהים, 50 ו-100 ד"מ (טבלה 10). השפעת החנקן על קליטת חנקן ואשלגן הייתה גדולה פי כמה מאשר קליטת זרחן שריכוזו בעלים ובגבעול דווקא עלה עם הירידה בריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה (טבלאות 8 ו-9). למקור החנקן ולתוספת מעכב ניטריפיקציה לא הייתה השפעה על אף לא אחד מיסודות ההזנה הללו (טבלה 10). השקיה בקולחים השפיעה רק על הורדת כמות החנקן בנוף (טבלה 10), כנראה בגלל הירידה בכמות החנקן בעלים. כמות ההשקיה בתחום שנבחן לא השפיעה באופן מובהק על אף לא אחד משלושת יסודות ההזנה הללו, אבל הייתה מגמה של עליה בכמותם עם העלייה בכמות ההשקיה ובמיוחד בריכוז החנקן הגבוה בתמיסה. טבלה 10. השפעת הרכב תמיסת ההשקיה ורמת ההשקיה על כמות החנקן זרחן ואשלגן שהצטברו בנוף ב 20.5.2003 בניסוי העציצים בלכיש.

No	N	N-NO ₃	Water dose	Water type	N	P	K
	mg/l	% of N	%			mg/plant	
1	100	50	50	fresh	156.6abcd	12.9bcd	193.0bcd
2	100	50	75	fresh	218.8 ab	18.2 ab	259.3 ab
3	100	50	100	fresh	191.8 abc	18.3 ab	238.6abc
4	50	50	50	fresh	124.8 cd	15.0bcd	172.4 cd
5	50	50	75	fresh	163.7abcd	19.5 ab	220.6bcd
6	50	50	100	fresh	146.9abcd	15.7bcd	202.4bcd
7	50	0	100	fresh	186.0 abc	19.4 ab	247.8abc
8	50	100	100	fresh	179.5 abc	16.6abc	240.8abc
9	10	50	50	fresh	29.1 e	8.4 cd	53.8 e
10	10	50	75	fresh	30.6 e	8.1 d	56.8 e
11	10	50	100	fresh	29.6 e	8.0 d	51.6 e
12	50	0	50	effluent	100.0 de	17.6 ab	161.1 d
13	50	0	75	effluent	141.7 cd	18.8 ab	212.0bcd
14	50	0	100	effluent	137.3 cd	19.5 ab	218.8bcd
15	50	0	100	Fresh+DCD	231.2 a	24.8 a	314.8 a
Probability of F				df			
Treatment				14	<.0001	<.0001	<.0001
Block				4	<.0001	0.0002	0.0107

אנזיות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית ($P < 0.05$)

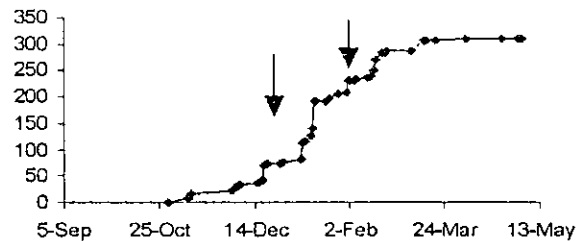
טבלה 11. השפעת הרכב תמיסת ההשקיה ורמת ההשקיה על מדדי איכות של הנוף שנקבעו ב- NIR ב 20.5.2003 בויסוי העציצים בלכיש.

N	N-NO ₃	Water dose	Water type	ash	NDF	ADF	CP	In vitro DMD ³	WSC
mg/l	% of N	%							
100	50	50	fresh	10.8abcd	29.6ab	18.9ab	17.5 abc	78.9 bc	5.89ab
100	50	75	fresh	11.9 a	29.4ab	19.0ab	19.3 ab	78.7 bc	5.76 b
100	50	100	fresh	11.9 a	28.6 b	18.1 b	20.1 a	77.2 c	6.09ab
50	50	50	fresh	11.0 abc	30.3ab	19.8ab	17.0abcd	78.5 bc	6.25ab
50	50	75	fresh	11.3 ab	29.9ab	19.3ab	17.8 abc	79.0 bc	6.04ab
50	50	100	fresh	11.0 ab	31.3ab	20.6ab	15.6bcde	78.1 bc	6.03ab
50	0	100	fresh	10.7abcd	30.9ab	20.1ab	15.8bcde	78.8 bc	6.14ab
50	100	100	fresh	10.6abcd	30.0ab	19.4ab	16.1bcde	79.9abc	6.32ab
10	50	50	fresh	10.7abcd	30.3ab	19.7ab	14.8 cde	83.5 a	6.78ab
10	50	75	fresh	10.5abcd	30.7ab	20.1ab	15.5 cde	83.4 a	6.35ab
10	50	100	fresh	10.8abcd	29.9ab	19.4ab	14.8 cde	81.4 ab	6.91 a
50	0	50	effluent	9.3 d	32.4 a	21.7 a	13.3 c	77.8 bc	6.18ab
50	0	75	effluent	9.4 d	32.4 a	21.5 a	13.4 de	78.0 bc	6.47ab
50	0	100	effluent	9.5 cd	32.3 a	21.4 a	13.2 e	77.9 bc	6.12ab
50	0	100	Fresh+						
50	0	100	DCD	10.3 bcd	31.1ab	20.4ab	15.7bcde	77.0 c	5.83ab
Probability of F			df						
Treatment			14	<.0001	0.0108	0.0052	<.0001	<.0001	0.0359
Block			4	0.0004	0.3835	0.0848	0.0006	0.0025	0.0040

מדדי איכות של חריע למספוא (NIRS): רמת החנקן בתמיסת ההשקיה השפיעה באופן מובהק על ריכוז החלבונים בעלים (טבלה 11) בהתאמה להשפעתה על ריכוז החנקן בנוף (טבלה 8), כאשר בריכוז החנקן הנמוך, 10 ד"מ חנקן, היו ריכוזי החלבון בעלים נמוכים באופן מובהק מאשר בשני הריכוזים הגבוהים, 50 ו-100 ד"מ. לעומת זאת הנעכלות של העלים עלתה באופן מובהק עם הירידה בריכוז החנקן בטיפול מ-100 ל-10 ד"מ, אך לא הייתה השפעה על המדדים האחרים (טבלה 11). למקור החנקן ולתוספת מעכב ניטריפיקציה לא הייתה השפעה על אף לא אחד מהמדדים שנבדקו (טבלה 9). השקיה בקולחים הקטינה את ריכוז האפר וריכוז החלבונים בהתאמה להשפעתה על ריכוז החנקן בעלים (טבלה 8). כמות ההשקיה בתחום שנבחן לא השפיעה על המדדים שנבדקו (טבלה 11). החריע לא מגיב ליתר זמינות מים ע"י תוספת ביומסה. אמון וחנקן שימשו מקורות חנקן באותה יעילות. החריע לא סבל מהשקיה במי קולחין והגיב למחסור בחנקן ע"י הפחתה ניכרת של הייבול.

3.2. ניסוי שדה בדישון והשקיה של חריע: ניסוי פקטוריאלי של ארבע רמות דישון חנקן (0, 10, 20, 30 ק"ג/דונם), בשני סוגי מים (שפירים וקולחים) ובכמויות מים שונות (בשיטת הקו הבודד) בוצע בשדה בחוות לכיש. הדישון ניתן כדשן ביסוד - אוריאה מוצקה לפני הזריעה. ההשקיה הייתה בהמטרה (ממטרים שרדיום ההמטרה שלהם הוא 6 מ') והמרחק בין כל שני קוים היה 10 מ', כך שלא הייתה חפיפה בין קוים ונוצר גרדינט של כמות המים המושקים משני צידי קו הממטרים, מקו הממטרים ועד מחצית המרחק בין כל שני קוים ומקו הממטרים ועד שולי חלקת הניסוי. המרחק בניצב לקו ההמטרה חולק למרחקים של 2 מ', כך שהתקבלו ארבע רמות מים מכל צד של הקו. מקורות המים היו קולחים שניוניים מהמתקן בקרית-גת ומים שפירים (ראה טבלה 5).

איור 4: הגשם בחורף 2003-2004 בלכיש: השדה היה מכוסה בפוליאתילן בין המועדים המסומנים



בתחילת ינואר השטח כוסה ביריעת פוליאתילן שמנעה חדירת הגשם לקרקע, כדי לשמור רטיבות נמוכה בקרקע שתאפשר יצירת גרדינט בזמינות המים עם המרחק מקו ההמטרה. ב- 9.2.04 היריעה הוסרה איור 4), ניתנה כל מנת החנקן המתוכננת לכל חלקה בדשן אוריאה מוצק, השטח הוכן לזריעה בקלטור פעמיים ולמחרת ב- 10.2.04 השטח יושר על ידי מעגילה ונזרע.

הנביטה החלה כעבור כשבועיים ב- 22.2.04. האגרוטכניקה של הגנת הצמח המיטבית הידועה בגידול חריע בארץ והשטח רוסס בגרב נגד כשות שהחלה להופיע בשטח לאחר נביטת החריע, אך דוכאה על ידי הריסוס והתפתחות החריע. כמות המים המרבית להשקיה נקבעה לפי התאודות מגיגית (נתוני השרות המטאורולוגי) ומקדם הגידול לפי זה. הנהוג בתירס (התפלגות המים בניצב מהקו נקבעה בשיטת הקופסאות). כמויות ההשקיה בארבעת המרחקים מהקו במשך העונה מוצגת בטבלה 12): 690, 290, 71 ו-0 קובוד' בארבעת המרחקים מקו ההשקיה (ממוצע 263 קובוד'). במהלך הניסוי נדגמו צמחים מכל חלקה במרחקים קבועים מהממטירים ב 28.3.04 (לאורך 50 ס"מ מכל חלקה במרחק של 2 מ' מקו הממטירים), ב 14.4.04 (לאורך 50 ס"מ מכל חלקה במרחק של 2 ו-6 מ' מקו הממטירים), וקציר סופי ב 9.5.04 (משטח של חצי מטר רבוע מכל חלקה במרחק של 2, 4, 6 ו-8 מ' מקו הממטירים), לקביעת יבול החומר הטרי העל קרקעי. תת מדגם נלקח לייבוש בתנור ב 65°C לקביעת יבול החומר היבש ולאנליזה של ההרכב המינרלי (חנקן כללי, חנקן, זרחן, אשלגן, נתרן, כלור) ומספר מרכיבים אורגנים (חלבון ומרכיבי דופן תא ב-NIRS). ריכוז הסוכרים המסיסים נקבע בקולורימטריה. במהלך הניסוי נלקחו מדגמי קרקע לקביעת זמינות החנקן והזרחן בקרקע פעמיים, מיד אחרי הנביטה ב 26.2.04, לעומק 0-20 ו 20-40 ס"מ בכל החלקות ודיגום לעומק 40-60 ו 60-90 ס"מ בארבע חלקות ביקורת ללא דשן; לאחר הקציר ב 31.5.04 לעומק של 120 ס"מ בכל החלקות במרחק של 2.0 מ' מקו הממטירים ובמרחקים של 4, 6 ו-8 מ' מהקו משני טיפולי החנקן הקיצוניים (0 ו-30 ק"ג/דונם) בהשקיה במים שפירים. בשלושה מועדים נוספים במהלך הניסוי, 1.3.04, 28.3.04, 14.4.04, נלקחו מדגמי קרקע נוספים מהחתך ממספר חלקות לקביעת הרטיבות בחתך עד 90 ס"מ במרחקים שונים מקו הממטירים כדי לקבוע האם מנת ההשקיה מספיקה.

טבלה 12: השקית החריע והתאודות (מ"מ/יום) בשדה (לכיש)

מועד השקיה	השקיה כללית	2-0 מ'	4-2 מ'	6-4 מ'	8-6 מ'	התאודות	
						תקופה	מחושב מדוד
						23.2.04-9.2.04	38.4 25.1
4.3.04	20	52.5	22.1	5.4	0	4.3.04-23.2.04	39.3 6.0
24.3.04-23	20	52.5	22.1	5.4	0	24.3.04-4.3.04	78.0 69.2
30.3.04-29	100	262.4	110.4	27.1	0	30.3.04-24.3.04	25.8 22.1
5.4.04	30	78.7	33.1	8.1	0	5.4.04-30.3.04	26.2 25.3
13.4.04	30	78.7	33.1	8.1	0	13.4.04-5.4.04	42.3 34.5
19.4.04	35	91.9	38.6	9.5	0	19.4.04-13.4.04	26.9 28.6
25.4.04	28	73.5	30.9	7.6	0	25.4.04-19.4.04	29.5 26.7
סה"כ	263	690.2	290.3	71.2	0		306.4 237.5

כמות הגשם בלכיש בחורף 2003-2004 היתה 311.6 מ"מ (איור 4). העונה חולקה לשלוש תקופות: 75.4 מ"מ עד 1.01.2004 לפני כיסוי השטח, 159.8 מ"מ בתקופה 1.01.2004-9.2.2004 כאשר השטח מכוסה ביריעת פוליאתילן ו- 76.8 מ"מ לאחר הסרת היריעה ב 9.02.2004. בהנחה שכל הגשם היה אפקטיבי וקבול שדה 33% על בסיס נפחי (26% משקלי וצפיפות 1.3 גוסמ"ק), אז עד כיסוי השטח הייתה הרטבה לרטיבות קבול שדה לעומק של כ- 23 ס"מ. אם כיסוי השטח היה יעיל ב 100% הרי לא היה כל תוספת ברטיבות בחתך בהמשך ואילו לאחר הסרת היריעה הגשם חדר לעומק נוסף של כ 23 ס"מ, ובסך הכל 46 ס"מ. בפועל ב - 26 לפברואר חתך הקרקע היה בקבול שדה עד לעומק 40 ס"מ וקרוב ל 85% מקבול שדה עד השכבה 60-90 ס"מ איור 5). אם נניח חדירה של 50% מהגשם בתקופה 1.01.2004-9.2.2004 כאשר השטח מכוסה ביריעת פוליאתילן לקרקע הרי זו הרטבה של עוד 24 ס"מ עומק, ובסך הכל לפני הסרת היריעה 47 ס"מ ועוד 30 ס"מ לאחר הסרת היריעה. כמות החנקן המינרלי הזמין מידית בשדה בטיפול הביקורת בעומק של 0-40 ס"מ היה 15.07 ק"ג/דונם לעומת 4.64 ק"ג/דונם בניסוי העציצים. יש להניח שגם החנקן בשכבות 40-60, 60-90 ס"מ זמין ואז הכמות בשדה בטיפול הביקורת היא 26.3 ק"ג/דונם. כמות כזו מספיקה לגידול מרבי של גידולי שדה רבים וזה בלא לקחת בחשבון גם שחרור נוסף של חנקן מהחומר האורגני הקרקעי משך העונה (תחום מקובל 5-10 ק"ג/דונם). זו כנראה הסיבה שלא קבלנו תגובה לדישון החנקני בניסוי השדה לעומת התגובה בעציצים לטיפול החנקן. בנוסף ההשקיה בקולחים סיפקה גם כן חנקן בכמות של 30.8 גמ"מ מים. כלומר כמות החנקן שסופקה במי הקולחים כתלות במרחק מקו המים הייתה: 2.2, 8.9, 21.3 ו- 0 ק"ג/דונם במרחק של 2-0, 4-2, 6-4 ו- 8-6 מ' מהקו. בטבלה 13 רואים שבתחילת הניסוי היו הבדלים בכמות החנקן המינרלי בקרקע בין הטיפולים בהתאמה לטיפול החנקן. ההפרשים בין טיפולים סמוכים בכמות החנקן המינרלי לחנם הם קרובים לעשרה ק"ג/דונם חוץ מההפרש הקטן בין הטיפולים 20 ו-30 ק"ג/דונם. יש לציין שאפילו בביקורת הכמות ההתחלתית עד עומק 40 ס"מ היא גבוהה למדי, 15 ק"ג/דונם ובשכבות שמתחתיה יש מאגר גדול נוסף וסך החנקן המינרלי הוא 19.6 ק"ג/דונם עד עומק 60 ו-26.6 ק"ג/דונם עד עומק 90 ס"מ. ריכח החנקן בחתך הקרקע לאחר תום הניסוי וקציר הצמחים הושפע מהדישון בחנקן (חוץ מאשר בשכבת הקרקע העליונה), השפעה מובהקת (טבלה 15). הבדל מובהק בריכח החנקן החנקני התקבל בין הביקורת לדישון ב 30 ק"ג לחנם (חנקן חנקתי - 2.8 לעומת 5.6 ח"מ, חנקן מינרלי 9.5 לעומת 12.5 ח"מ). ריכח החנקן בחתך הקרקע הושפע גם מסוג המים, השקיה בקולחים העלתה את ריכח החנקן בקרקע באופן מובהק בכל חתך הקרקע (חנקן חנקתי - 2.5 לעומת 5.5 ח"מ, חנקן מינרלי 9.5 לעומת 12.5 ח"מ) (איור 6).

טבלה 13. ריכוזי וכמות יסודות הזנה זמינים בקרקע בלכיש (דגימות קרקע 26.2.04).

layer	N	N-NH ₄	N-NO ₃	Inorganic N	P	K
a. concentrations profile						
cm	g/m			g/kg		
0-20	0	7.8	16.8	24.6	16.4	158.7
20-40	0	7.0	26.4	33.4	15.4	150.0
40-60	0	5.3	12.2	17.5	6.0	111.4
60-90	0	5.8	9.4	15.2	3.3	103.5
0-20	10	12.4	40.6	53.0	15.4	157.8
20-40	10	10.2	31.2	41.4	15.2	155.4
0-20	20	30.6	44.7	75.4	17.5	164.2
20-40	20	14.7	36.7	51.4	13.5	149.2
0-20	30	46.2	44.4	90.6	15.3	158.7
20-40	30	15.4	34.2	49.7	16.5	158.7
b. quantity per area unit						
cm	g/m			g/m ²		
0-40	0	3.8	11.2	15.1	8.3	80.3
0-60	0	5.2	14.4	19.6	9.8	109.2
0-90	0	7.5	18.1	25.5	11.1	149.6
0-40	10	5.9	18.7	24.6	8.0	81.4
0-40	20	11.8	21.2	33.0	8.1	81.5
0-40	30	16.0	20.4	36.5	8.3	82.5

החריע נקצר בשלב אמצע כיפתור ב- 9 במאי. בהתחשב בתכונות הקרקע בלכיש, רמת המשקעים ואף פחות ממנה (בגלל תקופת הכיסוי ביריעת פוליאתילן) הספיקה לקבלת 1.1 טון ח"י מחריע (טבלה 14). ככל שעלתה זמינות המים לחריע, פחתה איכותו כמספוא (NDF יותר גבוה, נעכלות יותר נמוכה), ונגרעו התכונות הדרושות להחמצה תקינה (לחות, אפר וסוכרים מסיסים). התופעה של עליה בתכולת החומר היבש בצמחים במצב של עקת מים ידועה, אולם השוויון שהתקבל בייצור החומר היבש למרות ההבדל הגדול במשקל הטרי הוא יוצא דופן. אין לנו הסבר כיצד ייצור החומר היבש לא נפגע מעקת המים ויש לבחון את נושא ההטמעה, ייצור חומרי מבנה ונשימה של החריע בצורה מעמיקה כדי להבין את תגובתו לרמות מים שונות.

טבלה 14: השפעות אגרוטכניות על מאפייני חריע למספוא בלכיש

הרכב הנוף על בסיס חומר יבש (%)					יבול חריע (ק"ג/מ"ר)				
NDF	סוכרים מסיסים	נעכלות ח"י	N-NO ₃	N	אפר	חומר יבש	שיעור ח"י (%)	חומר רטוב	
סוג המים									
52.9	5.3	57.7	0.21	2.03	8.1	1.12	21.3	6.1	קולחים
55.0	5.4	56.3	0.19	1.87	7.4	1.16	21.3	5.8	שפירים
דשון N									
56.1	5.4	55.9	^b 0.075	^b 1.74	^b 7.1	1.16	22.3	5.6	0
52.4	5.3	58.5	^b 0.180	^{ab} 2.00	^a 8.2	1.14	21.0	6.2	10
54.5	5.2	56.4	^{ab} 0.220	^{ab} 1.98	^{ab} 7.9	1.10	21.2	5.9	20
52.8	5.5	57.2	^a 0.299	^a 2.06	^{ab} 7.9	1.17	22.7	6.0	30
מרחק מהקו									
^a 57.8	^b 3.0	^b 53.2	^a 0.26	2.06	^a 9.8	1.09	13.0 d	8.5 a	2-0
^a 56.8	^b 3.8	^b 53.4	^a 0.28	2.01	^a 9.0	1.07	16.5 c	6.8 b	4-2
^b 51.9	^a 7.1	^b 58.6	^b 0.16	1.84	^b 6.4	1.20	27.4 b	4.8 c	6-4
^b 48.0	^a 8.2	^a 64.3	^b 0.07	1.86	^b 5.5	1.19	33.1 a	3.6 d	8-6
מובהקות									
0.162	0.904	0.502	<0.001	0.025	0.024	0.585	0.339	0.642	חנקן
0.231	0.493	0.494	0.2220	0.080	0.0049	0.367	0.037	0.242	סוג מים
0.874	0.156	0.805	<0.001	0.112	0.176	0.026	<0.001	<0.001	מרחק מהקו
0.376	0.940	0.335	0.784	0.081	0.445	0.234	0.104	0.018	בלוק
<0.001	<0.001	<0.001	0.0014	0.115	<0.001	0.108	0.064	0.739	חנקןXמים
0.609	0.685	0.785	0.076	0.111	0.383	0.620	0.863	0.235	חנקןXמרחק
0.405	0.017	0.508	0.013	0.0003	0.053	0.535	0.262	0.420	מיםXמרחק

אנחות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית (P<0.05)

לחנקן לא הייתה השפעה ניכרת על המשקל הטרי של הצמחים והוא לא השפיע כלל על ייצור החומר היבש (טבלה 14). אנו מניחים שנפת בית השורשים הגדול בקרקע אפשר אספקה תקינה של חנקן מהקרקע גם בטיפול הביקורת ללא תוספת דשון. סוג המים לא השפיע על היבול הטרי והיבש. הסיבה לכך היא שהחריע עמיד יחסית למליחות כפי שמצאנו גם בניסוי העציצים ולכן לא הושפע ממליחות הקרקע. גם לתוספת יסודות ההזנה שבקולחים לא הייתה השפעה ניכרת על היבול הטרי והיבש בגלל פוריות הקרקע והנפח הגדול שלה, כך שזמינות יסודות ההזנה לצמחים הייתה מספקת גם בהשקיה במים שפירים.

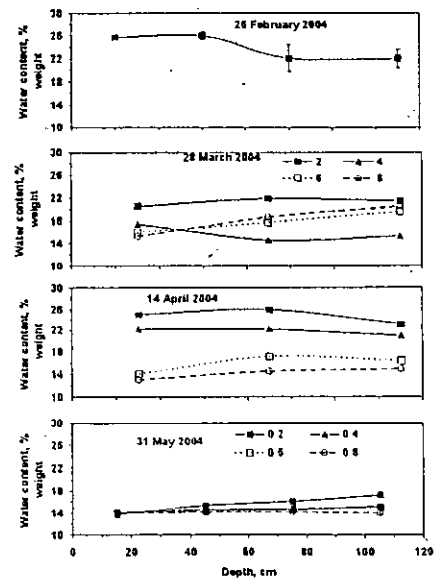
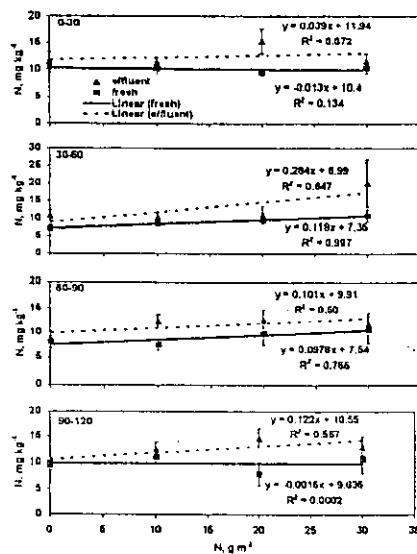
מיטלים בצמח: במיתוח השפעת מנת המים לכל מקור מים לחד ריכח החנקן בנוף היה גבוה יותר ככל שמנת המים הייתה גבוהה יותר או קרוב יותר לקו המים (241% לעומת 1.77%, בהתאמה). דשון בחנקן העלה

במובהק את ריכוז החנקן בנוף (מ 1.74% עד 2.1%), ואת ריכוז החנקן פי 4 (מ 0.075% ל 0.3%) מקור המים, קולחים לעומת שפירים, לא השפיע על ההרכב המינרלי בנוף ב 14.4.2033 חוץ מאשר על ריכוז נתרן גבוה יותר בהשקיה בקולחים.

טבלה 15. השפעת הדישון החנקני, מנת המים (המרחק מקו ההשקיה) (השקיה במים שפירים בלבד) על ריכוזי האמון והחנקן בחתך הקרקע בניסוי השדה בלכיש – 31.5.2004

Treatment	N-NH ₄	N-NO ₃ mg kg ⁻¹	Inorganic-N
N (g m ⁻²)			
0	7.01	2.87 b	9.88 b
10	7.98	3.19ab	11.17ab
20	8.03	3.27ab	11.30ab
30	8.01	5.40 a	13.41 a
Distance (m)			
0	7.03	2.57 b	9.60 b
2	7.33	2.65 b	9.98 b
4	7.99	4.80 a	12.79 a
6	8.30	4.78 a	13.08 a
8	8.14	3.62ab	11.76ab
Layer (cm)			
0-30	8.13	3.78	11.91
30-60	8.57	3.35	11.92
60-90	7.63	3.58	11.21
90-120	6.70	4.02	10.72
ANOVA: Probability of F test			
Variable	DF		
N	3	0.300	<.0001
distance	4	0.501	0.002
depth	3	0.451	0.9292
Block	3	0.037	<.0001
depth*N	9	0.894	0.993
depth*distance	12	0.440	0.999

אותיות זהות באותה עמודה מעידות על ממוצעים שאינם שונים סטטיסטית (P<0.05)



איור 5. הרכיבות בחתך הקרקע כתלות במרחק מקו ההשקיה בניסוי השדה בלכיש ב-2004. השפעת רמת הדישון החנקני וסוג מי ההשקיה (שפירים וקולחים) על ריכוז החנקן המינרלי בשכבות הקרקע מ 0-30 עד 90-120 ס"מ (ליד קו ההשקיה) בתום

ניסוי השדה בחריע בלכיש, 31.5.2004

יכולת החמצה: הושוותה יכולת ההחמצה של חריע בטיפולי ההשקיה המירבית בלכיש שהוקמל עד שהגיע ל-26% ח"י לזו של חריע שגדל בבעל בשובל (טבלה 16). נראה כי מחסור בסוכרים מסיסיים או העדר לקטובצילים בחריע שגדל בהשקיה קשור בהפחתת היכולת להחמיץ.

טבלה 16: החמצה השוואתית של חריע שגדל בבעל (שובל) או בהשקיית קולחים (קרוב לקו)

ח"י (%)	סוכרים מסיסיים	ח. חלב	ח. חומץ	אתנול	pH	לקטו- בצילים	שמרים	עובשים	CO ₂ ג'ק"ג ח"י
שובל לפני	32.4	9.3	-	-	5.9	4.7	3.5	3.3	-
תחמיץ	33.4	3.6	6.4	0.8	3.9	5.9	4.4	0	-
חשיפה חלכיש לפני	23.6	1.9	-	-	6.0	0	-	-	-
תחמיץ	24.5	3.4	2.1	0.6	4.9	8.9	2.6	0	-
חשיפה					5.0	-	5.7	4.6	11.3

4. הערך התזונתי של תחמיץ חריע לפרות חלב

ארבעים ושתיים פרות חולקו לשתי קבוצות ברפת הפרטנית בבית דגן. בליל הביקורת הוכן במרכז מזון ק. יבנה. אותו בליל, ללא תחמיצים (4 ק"ג ח"י), הובא לבית דגן ועורבב עם תחמיץ חריע. זאת, בהתחשב שתחמיצי החיטה והתירס הכילו בממוצע כ-37% ח"י ותחמיץ החריע הכיל כ-30% ח"י (טבלה 17). העברת הפרות למנת הטיפול נעשתה תוך שבוע והיתה מלווה בירידה בצריכת מזון ותנובת חלב. הניסוי נערך במשך 62 יום, לאחר שבוע הסתגלות למנה החדשה. התוצאות המובאות כאן מסכמות את תנובת החלב והרכבו, את צריכת המזון ואת השינויים במשקל גוף ומצב גופני ב-19 פרות בכל טיפול. ערכים ממוצעים לגיל, משקל ומצב גופני, מס. תחלובה, ימים בתחלובה ותנובת חלב התחלתיים היו: 4.4 ± 0.3 שנים, 599 ± 12 ק"ג, 2.8 ± 0.1 , 3.1 ± 0.3 תחלובות, 205 ± 18 ימים, 31.7 ± 1.3 ק"ג, בהתאמה.

טבלה 17: הרכב תחמיצי החיטה, התירס והחריע ובליל הניסוי (% ע"ב חומר יבש).

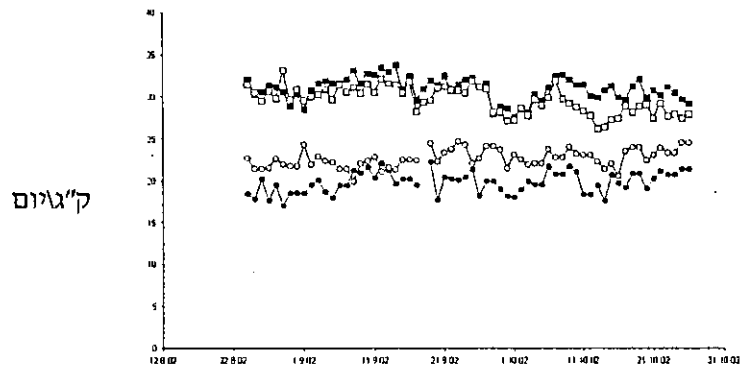
אפר	חלבון כללי	NDF	ADF	נעכלות כרמ"ל
10.3	9.1	56.3	33.9	60.7
4.5	7.2	44.8	23.3	70.7
13.2	15.6	46.1	33.8	65.2
9.2	16.5	31.4	15.4	78.0
7.7	17.1	33.1	17.5	75.9

הורחקו מהניתוח הסטטיסטי 4 פרות שסבלו מדלקות עטין. תנובת החלב נקבעה כל יום בעזרת מערכת אפמיילק. הרכב החלב (חלבון, שומן, לקטוז, שתנן, תאים סומטיים) נקבע כל שבועים, ז"א, 5 פעמים במשך הניסוי. הניתוח הסטטיסטי היה ניתוח שונות במתכונת של מדידות נישנות, עם פרה בתוך טיפול כמושא השונות ומספר ימים בתחלובה כקו-ואריאט.

צריכת המזון הייתה נמוכה יותר בפרות שניזונו בבליל שהכיל חריע בהשוואה לביקורת (20.2 ו-22.5 ק"ג, בהתאמה, $p < 0.05$; איור 7). אולם, תנובת החלב היתה דומה בשתי הקבוצות 30.5 ו-30.0 ק"ג

חלב, בממוצע, בקבוצות הביקורת והניסוי, וכך גם השינויים במשקל גוף ומצב גופני. תכולות השומן, הקטוז והשתן היו דומות בשתי הקבוצות ואילו, תכולת החלבון בחלב של פרות שקיבלו בליל עם חריע נטתה ($p < 0.07$) להיות נמוכה יותר משל הביקורת. נראה, אם כן, כי תחמיץ חריע מתאים כמזון לפרות גבוהות תנובה.

איור 7: צריכת חומר יבש פרטנית (עיגולים) ותנובת חלב (ריבועים) בפרות שנאבסו בבליל שהכיל תחמיצי חיטה ותירס (סימנים ריקים) או תחמיץ חריע (סימנים מלאים).



אולם, ידוע מניסויים אחרים כי פריקות החלבון בתחמיץ חריע גבוהה וייתכן כי השילוב בין קצב פירוק החלבון והאנרגיה לא היה מיטבי בבליל שקיבלו הפרות בקבוצת החריע. ייתכן כי סינוכרון הפריקות של החלבון והחומר האורגני הפריק מבליל זה היתה מונעת את הפגיעה בתכולת החלבון בחלב. בנוסף, בור התחמיץ היה קטן וקצב הכריה בו איטי למדי. ייתכן כי קצב כרייה מהיר יותר היה מפחית את חשיפתו לאויר של התחמיץ ומגביר את תיאבון הפרות. יש לאשש את ההשערות האלה בניסויים שיערכו בתנאי משק.

טבלה 18: תנובת חלב (ק"ג/יום), תכולת חלבון, שומן (%) ושתן (מ"מ/100 מ"ל) ותאים סומטיים (אלפים למ"ל) בפרות שנאבסו בבליל שהכיל תחמיצי חיטה ותירס או תחמיץ חריע.

תאים סומטיים	הרכב חלב			לפי אפיומילק רק ימי שקילת חלב רשמית			
	לקטוז	שתן	שומן	חלבון	חלב רשמית	חלב רשמית	
461	4.60	32.6	3.58	3.16	29.8	30.5	חריע
338	4.68	31.0	3.49	3.36	29.2	30.0	ביקורת
100	0.05	1.6	0.10	0.07	1.03	1.02	ש.ת.
0.42	0.25	0.51	0.54	0.07	0.68	0.75	מובהקות

דיון ומסקנות

חריע היה ידוע כמתאים לשמש מספוא לצאן (Landau et al., 2005) ובקר (French et al., 1988) בתנאים אקסטנסיביים. הדו"ח הנוכחי מראה את יכולתו לשמש כמזון גם לחולבות גבוהות תנובה (טבלה 18). החריע מתאים למחזור עם חיטה (טבלה 2) באיזורים שחונים למחצה וצובר יבול מרשים של נוטריאנטים תחת משקעים של כ-300 מ"מ בנגב (טבלה 4) ובאיזור לכיש (טבלה 14). אין חשש מתכולת החנקות בנוף החריע (טבלה 14). הניסויים בלכיש מראים שהחריע "מתוכנת" לגדול בתנאים של הגבלת כמות המים הזמינים וכי אינו מגיב לשפע מים ע"י הגדלת ייבול ביומסה (טבלה 14). יכולתו לגדול בהשקיית קולחין מעידה על אי-רגישות למלח. מחסור בחנקן גורם להפחתת הייבול (טבלה 7) ומפחית את תכולת החנקן בחריע (טבלאות 7 ו-14). אולם, הרפת אינה

מעוניינת במספוא שלא ניתן להחמיץ. ההתמצה של חריע, כמו של רחבי עלים אחרים, קשה בגלל תכולת החלבון והאפר הגבוהים. אולם אנו מראים לראשונה שקיים קשר חיובי בין תכולת חומר יבש וסוכרים מסיסיים. הדבר נמצא גם ע"י Valente et al. (2003) בחמצת חרצית, צמח הדומה לחריע. בנוסף, הראו חוקרים אלה בחרצית ו- Weinberg et al. (2002) בחריע כי ככל שמקמילה ארוכה, ירידת ה- pH בתחמיץ איטית יותר. מכאן, יש ספק לגבי תועלתו של החריע באיזורים הגשומים בארץ. באחרים, האתגר האגרונומי הוא לייצר חריע להחמצה בתכולת 30% ח"י עם יותר מ-6% סוכרים מסיסיים בעת הקציר וללא הקמלה. מצב זה אינו יכול לקרות מוקדם באביב מפני שהחריע יעיל בהשגת מים מעומק הקרקע. חריע מיטבי למספוא יכול להתקבל רק ע"י זריעה מאוחרת (אחרי ינואר, לפי איזורים). כמו כן, מוטלת בספק תועלתה של ההשקייה, מפני שאינה מעלה ייבול ח"י ומקשה על ההחמצה. החריע עשוי להתקבל במחזור עם חיטה בנגב הצפוני, איזור לכיש והאיזורים השחונים למחצתה של עמק בית שאן, עמק הירדן והגליל התחתון.