

שימור סורגום מספוא בעל להזנת פרות גבוהות תנובה

ג. אשבל, צ.ג. וינברג ויאירה חן, היחידה לשימור מספוא ומוצרי לוואי;
ט. קיפניס, המכון לגידולי שדה; י. ברוקנטל, המכון לבע"ח;
מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי בית דגן.

תקציר

סורגום מכלוא FS-5 נזרע על כרב שחור ונקצר ב־3 מועדי הבשלה; פריחה, חלב ודונג. הצמחים הוחמצו בתנאי מעבדה ונקבעה דינמיקת ההחמצה, ערכים תזונתיים וכושר עמידות התחמיצים לחשיפת אוויר.

תוצאות הניסוי מראות, כי ניתן להגיע לדרגת החומר היבש הרצויה להחמצה (ובכך למנוע נגר) בהבשלת דונג בלבד. לאחר הבשלת חלב נמצאה עליה תלולה בתכולת החומר היבש. בדיקת נעכלות בשקיות דקרן נמצאה דומה בשלושת מועדי הקציר ונמצאה גבוהה מזו של תחמיצי חיטה.

מבוא

התירס הנו צמח המספוא הקיצי העיקרי בארץ וחשיבותו רבה במיוחד בהזנת בקר לחלב. לצמח זה יתרונות רבים בתחום האגרונומי, התזונתי וביכולת השימור שלו. את יתרונות גידול התירס ניתן לממש רק במתן תנאי גדילה אופטימליים: השקיות תכופות ובכמות מים גבוהה ורמות גבוהות של דשן חנקני. הוצאות הגידול הרבות, המחסור במים וההשפעה השלילית של כמויות החנקן הגדולות על הסביבה מעמידות בסימן שאלה את כדאיות גידול התירס ומעודדות חיפוש אחר גידול חלופי. נראה שצמח הסורגום יכול לשמש חלופה טובה.

הסורגום (*Sorghum bicolor* L.) הוא צמח מספוא קיצי עם צרכי גידול צנועים בהרבה בהשוואה לתירס (כ־50% מצריכת המים והחנקן). הצמח יכול להתפתח ולהניב יבולים טובים גם בתנאי בעל (על כרב שחור) וכן

בקרקות פחות פוריות ובטיפול פחות קפדני מהנהוג בתירס. בניסויי שדה שנערכו במשך שנתיים ב־3 אזורים בארץ נמצא, כי יתרון הסורגום על פני התירס מבחינת ייצור של חומר יבש נשמר לא רק בתנאי בעל, אלא גם בממשק השקיית עזר של 100–200 מ"מ (קיפניס וחבריו, 1992).

מקובל, כי איכותו של הסורגום להזנת בקר לחלב מגיעה לכ־85%–90 מערכו של תירס Mc Donald et al. (1991). בארה"ב מושקעת עבודת טיפוח רבה במטרה לשפר את איכות הצמח. במערב התיכון של ארה"ב יש מעבר אינטנסיבי לגידול סורגום במקום תירס וזאת מהסיבות שמנינו. נזכיר כאן את עבודתו של (1986) Dickerson, אשר בדק 10 מכלואים של סורגום. הוא מצייין, כי תכולת החומר היבש של צמחי הסורגום עלתה עם ההתקדמות בדרגת ההבשלה, הנאכלות עלתה גם כן עם העליה בדרגת ההבשלה ושיעור הליגינן לא השתנה בין המכלואים השונים ודרגת ההבשלה. (1989) Dost אשר בדק 54 מכלואים מצייין, כי צמחי סורגום עתירי גרעינים היו עדיפים על צמחי סורגום המספוא ועל סורגום דו־תכליתי. לדבריו, לתנאי הסביבה השפעה גדולה על תכונות הצמח. (1986) Smith בדק את השפעת מיעון הגרעין לפני ההחמצה ומצא שיפור בנעכלות החומר היבש, העמילן והחלבון.

בהשוואה לתירס, המין סורגום הוא רב־גוני וכולל טיפוסים שונים. בין השאר ניתן להבחין בין טיפוסים הכוללים רכיב גדול של גרגרים (עד כדי 50% ממשקל הקמה) וטיפוסים בהם הגבעול הוא רכיב היבול העיקרי, ואילו הגרגרים מהווים שם רכיב משני בחשיבותו. על הטיפוסים האחרונים נמנים כאלה, אשר איכותם בתנאי גדילה של בעל טובים בהרבה מאשר בתנאי גדילה של שלחין, ונעכלותם עשויה להשתוות לזאת של תירס (Kipnis et al.)

למטרות משקיות בהבשלת דונג לאחר 109 ימי גדילה ביבול של 950 ק"ג חומר יבש לדונג. שיעור הגרעינים בזן זה הוא כ-15% מכלל החומר היבש.

למטרת ניסוי ההחמצה נקצרו צמחי סורגום ב-3 מועדי הבשלה וקוצצו למקטעים של כ-15 מ"מ: בפריחה, לאחר 98 ימי גדול; בהבשלת חלב, לאחר 103 ימי גדול; בהבשלת דונג, לאחר 109 ימי גדול.

800 גרם ירק מוקצץ נדחס לתוך צנצנות החמצה שנפחן 1.5 ליטר ואשר אוחסנו במעבדה לשם תסיסה. הדינמיקה של התסיסה, הערכים התזונתיים ועמידות התחמיץ בתנאי חשיפה לאוויר נבדקו בימים 1, 5, 15, ו-105 להחמצה. נדגמו 3 צנצנות מכל שלב הבשלה. ביום ה-105 להחמצה נבדקה גם עמידות התחמיץ לתנאי חשיפה של 5 ימים לאוויר (Ashbell et al., 1991) ונעכלות *in situ*, בשקיות דקרון למשך 12 ו-24 שעות הדגרה, לפי Mehrez and Orskov.

שיטות הבדיקה

1. רטיבות – ייבוש החומר המוקצץ בתנור (300 גרם בשלוש חזרות) בתנור בטמפרטורה של 60°C למשך 48 שעות.
2. סוכרים – לפי שיטת (Dubois et al. (1956).
3. אפר – שריפה בתנור בטמפרטורה של 600°C למשך שעתיים.
4. NDF – לפי (Goering and Van Soest (1970).
5. חומצת חלב – בשיטה ספקטרופוטומטרית לפי (Baker and Summerson (1941).
6. חומצת חומץ ואתנול – בגז כרומטוגרף עם קולונת FFAP בטמפרטורה 230°C–45.
7. בדיקות מיקרוביאליות – חידקים, פטריות ושמרים לפי השיטה שפורסמה על ידי (Ashbell et al. (1987).
8. נעכלות בכרס מלאכותית (*in situ*) לפי (Mehrez and Orskov (1977).
9. הניתוח הסטטיסטי נעשה בתוכנית SAS בפרוצדורת GLM וכולל מבחן תחום מרובה (Duncan).

(1994). בארץ, כאשר 65%–70 מסה"כ המנה היומית לפרות חלב מסופק על ידי מזון מרוכז, יש חשיבות לאספקת מזון גם שנעכלות החלקים הווגטיביים שלו היא גבוהה. מכלוא הסורגום FS-5 של חברת DeKalb, המכיל רק כ-20% של גרגרים מכלל משקל הקמה, משמש כיום כזן המומלץ בארץ לעשיית תחמיץ.

בהכנת תחמיץ טוב יש לשאוף שתכולת הרטיבות תהיה בתחום 38%–33 חומר יבש, אך לא פחות מ-30% (Woolford 1984). בתחום רטיבות זאת ניתן להדק טוב יותר את הירק ולמנוע נגר המצביע על תסיסה בלתי רצויה והפסד של חומרים מזינים. מניעת נגר חשובה מאד למניעת זיהום סביבה. מאגר הרטיבות העיקרי בצמח הסורגום נמצא בגבעול. גם לא ניתן באופן מעשי להעלות את שיעור החומר היבש על ידי הקמלה. בצמחי סורגום בעלי רכיב גרעיניים גבוה, השיעור הגבוה של הגרעינים תורם לעליה באחוז החומר היבש. לעומת זאת, בצמחים עם רכיב גרעיניים נמוך, השפעתם על כלל הרטיבות נמוכה יותר. במטרה להעלות את תכולת החומר היבש גם בצמחים כאלה עירבבו אשבל וחובריו (1997) שני זני סורגום, (עתיר גרעינים ודל גרעינים) ביחסים שונים, וראו שיחד עם העליה בחומר היבש חל שיפור בהחמצה.

בארץ נהוג היה לקצור את הסורגום לתחמיץ בשלב הפריחה מתוך מחשבה לקבל חומר צמחי בעל איכות גבוהה יותר. בשלב מוקדם זה של קציר תכולת החומר היבש היא נמוכה, אינה רצויה להחמצה מיטבית וקשורה עם נגירה רבה של נוזלים.

מטרת עבודה זאת היתה לבדוק, כיצד דחיית הקציר לשלבי הבשלה מאוחרים יותר (חלב ודונג) תשפיע על תכולת החומר היבש, על מאפייני ההחמצה ואיכות התחמיץ.

חומרים ושיטות

סורגום מכלוא FS-5 נזרע ברטוב (בתאריך 25.3.98) על כרב שחור (630 מ"מ גשם) וגדל בתנאי בעל בקיובץ כפר גליקסון. השדה נקצר

תוצאות

חלב, ובשיעור משמעותי מהבשלת חלב להבשלת דונג. רק בהבשלת דונג תכולת החומר היבש עלתה על 30%.
 2. תכולת הסוכרים היתה גבוהה בפריחה ובהבשלת חלב. לאחר שלב זה ירדה התכולה של הסוכרים באופן מובהק ובהבשלת דונג היתה כמחצית מהשיעור שבשלב חלב.

למרות מספר הימים המועט שעבר בין שלוש דרגות ההבשלה, 5 ימים בין פריחה להבשלת חלב ו-6 ימים מהבשלת חלב להבשלת דונג, ניתן להצביע על השינויים הבאים:
 1. תכולת החומר היבש של כלל הצמח עלתה בשיעור מובהק מהפריחה ועד להבשלת

טבלה 1. הרכב כימי של צמחי הסורגום (חומר מוצא) בשלושה שלבי ההבשלה (% בחומר היבש).

שלב הבשלה	חומר יבש (%)	סוכרים	NDF	אפר
פריחה	^a 27.4	^{a,b} 12.2	^a 51.2	^a 5.8
חלב	^a 28.8	^a 14.9	^a 48.9	^a 6.0
דונג	^a 34.0	^a 6.9	^a 42.5	^a 4.8

ערכים באותו טור שלידם אות משותפת אינם נבדלים באופן מובהק ($p < 0.05$) ע"פ מבחן Duncan. pH של חומר המוצא בכל דרגות ההבשלה היה 5.7.

טבלה 2. הרכב כימי (% בחומר היבש) של תחמיצי סורגום שנעשו בשלושה שלבים. (הבדיקות נערכו לאחר 105 ימי החמצה).

שלב הבשלה	חומר יבש	pH	חומצת חלב	חומצת חומץ	אתנול	אפר	NDF	הפסדי משקל, %
פריחה	^a 26.2	^a 3.7	^a 5.8	^a 1.3	^a 1.7	^a 6.9	^a 51.2	^a 1.0
חלב	^a 28.9	^{a,b} 3.9	^a 4.5	^a 1.6	^a 1.2	^a 6.8	^a 48.6	^a 1.0
דונג	^a 31.3	^a 4.2	^a 3.0	^a 0.7	^a 1.1	^a 6.2	^a 46.2	^a 1.4

ערכים באותו טור שלידם אות משותפת אינם נבדלים באופן מובהק ($p < 0.05$) ע"פ מבחן Duncan. התוצאות הכימיות של התחמיצים השונים מראות על החמצה טובה בכל שלוש דרגות ההבשלה.

טבלה 3. נעכלות התחמיצים לאחר 12 ו-24 שעות הדגרה בשקיות דקרון (% מכלל החומר היבש).

שלב הבשלה	לאחר 12 שעות הדגרה	לאחר 24 שעות הדגרה
פריחה	^a 51.9	^a 60.4
חלב	^a 54.7	^a 60.7
דונג	^a 52.0	^a 61.7

ערכים באותו טור שלידם אות משותפת אינם נבדלים באופן מובהק ($p < 0.05$) ע"פ מבחן Duncan.

טבלה 4. תוצאות הבדיקות המיקרוביאליות ביום 0, יום 1, יום 105 ולאחר 5 ימי חשיפה לאוויר. (מבוטא כמספר הלוגריתמוס של היחידות יוצרות המושבות לגרם חומר יבש).

דרגת הבשלה	חומר מוצא		יום 1		יום 105		חשיפה לאוויר	
	לקטרי בצילים	שמרים פטריות	לקטרי בצילים	לקטרי בצילים	שמרים פטריות	שמרים פטריות	שמרים פטריות	שמרים פטריות
פריחה	3.5	6.5	7.8	7.7	3.3	<2	6.8	5.2
חלב	6.8	7.6	7.4	7.3	0	2.3	4.6	<2
דונג	2.2	6.9	6.2	8.7	0	<2	6.7	5.1

לאורך תקופת ההחמצה (105 ימים) ובתקופת החשיפה לאויר מופיעה בעקומה 1. בהבשלת דונג ה-pH ירד יותר לאט. חמיצות התחמיצים מהבשלות פריחה וחלב התייצבו כבר כעבור 5 ימים, ותחמיצים מהבשלת דונג התייצבה ביום ה-15 להחמצה. ההפרשים בערכי ה-pH היו קטנים, הנמוך ביותר מהבשלת פריחה גבוה יותר מהבשלת חלב ואח"כ מהבשלת דונג.

סיכום ומסקנות

תוצאות הניסוי מראות, כי ניתן להגיע לדרגת החומר היבש הרצויה להחמצה (ולמנוע נגר), אך לא לפני הבשלת דונג, שבה קיימת עליה תלולה בתכולת החומר היבש לאחר הבשלת חלב. מבחינת ההחמצה מספיק להימצא ברמה המתאימה לתסיסה טובה. שיעור זה נע בסביבות 3% בלבד. בדיקת נעכלות התחמיץ בשקי הדקרון מצביעה על נעכלות דומה בשלושת מועדי ההבשלה ברמה הדומה לזאת של תחמיצי חיטה.

מקורות ספרות

אשבל, ג., וינברג, צ.ג., חן, י. ובולזן, ק. (1997). השפעות גומלין בהחמצת שני זני סורגום בשני שלבי הבשלה. 'חקר ומעש' 19, עמ' 19-29.

קיפניס, ט. וחובריו (1992). ייצור מספוא בתנאי בעל (ניסויי שדה שבוצעו ע"י מדריכי שה"מ בלכיש ובשער הנגב). דו"ח שהוגש למדען הראשי של משרד החקלאות.

רשימת ספרות מורחבת בידי המחברים.

לא נמצא הבדל בשיעורי הנעכלות בשלוש דרגות ההבשלה לאחר 24 שעות הדגרה. בדיקות מיקרוביאליות נעשו בשלושת דרגות ההבשלה, על חומר המוצא (יום 0), לאחר 24 שעות (יום 1), ובגמר תקופת ההחמצה (יום 105). עמידות התחמיצים לאוויר נקבעה לאחר חשיפת התחמיצים למשך 5 ימים (5 ימי חשיפה).

נמצא כי מספר החידקים הלקטובציליים בשלוש דרגות ההבשלה היה דומה כבר לאחר יום אחד של החמצה. בחומר המוצא נמצא גם מטען גבוה של שמרים ופטרייות. מטען שמרים גבוה גם התפתח בתחמיצים החשופים לאויר. יש לציין שבניסוי זה כמעט לא נוצר פחמן-דו-חמצני במבחן החשיפה לאויר. דינמיקת השינוי של pH התחמיצים השונים

ירידת ה-pH בזמן החמצת סורגום

