



**צבי יונברג, יאירה חן - המעבדה לשימור מספוא ומוצרי לוואי,
המח' למדעי המזון, מכון וולקני
רן סולומון - המחלקה לבקר, שה"מ, משרד החקלאות
zgw@volcani.agi.gov.il**



איכות תחמיצי חיטה משקיים בארץ

תחמיצי חיטה מהווים את המזון הגס העיקרי במנה לחולבות בארץ ולכן, יש לאיכותם חשיבות גדולה. הגורמים העיקריים שקובעים את איכות המזון הגס, כוללים את תכולת ה-NDF והנעכלות של המקטע הזה, שמשפיעים על הנאכלות, נעכלות המנה וייצור החלב. תכונות נוספות שנלקחות בחשבון, בזמן הכנת התחמיצים, כוללות יכול, יכולת החמצה ועמידות אירובית. תכונות אלה מושפעות מזן החיטה, דרגת ההבשלה בעת הקציר ותנאי האקלים בתקופת הגידול

מבוא

מעבדה. מחקרים אלה כללו את השפעות הזן, שלב ההבשלה בקציר והשפעת תוספים על תהליך ההחמצה, העמידות של התחמיצים בתנאי חשיפה לאוויר וערכים תזונתיים. מטרות המחקר הנוכחי כללו קבלת תמונת מצב של איכות השימור והאיכות התזונתית של תחמיצי חיטה משקיים בארץ. מטרה נוספת

השימוש בתחמיצי חיטה בעולם אינו נפוץ ובנוסף, תנאי האקלים זוני החיטה לתחמיץ ייחודיים לארץ. לכן, הנתונים ביחס לאיכות תחמיצי החיטה, חייבים להתבסס על מחקר מקומי. רוב המחקרים בנושא תחמיצי החיטה שבוצעו בארץ נערכו בתנאי



קציר תחמיץ בגבעת יואב

טבלה 1. מדדי החמצה ויציבות אירובית (הערכים מבוטאים כאחוז בח"י)

המדד	ערך מינימלי	ערך מקסימלי	ממוצע
דוגמאות טריות			
חומר יבש	24.4	46.0	34.5
pH	3.4	4.9	3.8
חומצת חלב	0	11.3	5.6
חומצת חומץ	4.0	6.9	2.6
אתנול	0	3.0	0.4
שמרים	<2.0	9.0	4.2
עובשים	<2.0	9.0	3.0
לאחר מבחן חשיפה לאוויר			
pH	3.5	8.3	4.8
CO ₂ (ג' לק"ג ח"י)	0	116	33
שמרים	<2.0	10.7	7.7
עובשים	<2.0	10.0	2.7

בנוסף, נמצאו לפעמים, ריכוזים נמוכים של ח' פרופיונית ובוטירית (0-0.8%).

נמצאה תכולה נמוכה יותר של ח"י בהשוואה לתחמיצים מהבשלת דונג, אך ההבדלים בין ממוצעי ח"י משלבי ההבשלה השונים לא היו גדולים (33.7 לעומת 36.1%, בהתאמה) בגלל ההקמלה שהחיטה עוברת לפני ההרמה. חומצת חלב הינה תוצר התסיסה העיקרי ובתחמיצים מוצאים גם ח' חומץ ואתנול. תחמיצי החיטה רגישים למדיי לחשיפה לאוויר ובמבחן החשיפה לאוויר חלה עלייה בערכי ה-pH ונוצרה כמות גדולה של פחמן דו חמצני (פד"ח); בתחמיצים המשקיים לא נמצא הבדל מובהק בין שלבי ההבשלה של החיטה, ביחס למדדי יציבות אירובית. הניתוח הסטטיסטי מצביע על השפעה מובהקת של כלל התוספים, שצמצמו את

הייתה לפתח משוואות חיזוי לנעילות החומר היבש ודופן התא (NDF), תלות בהרכב הכימי של התחמיצים, כדי שאפשר יהיה לאמוד את הנעילות מתוך ההרכב הכימי.

מהלך העבודה

לצורך המחקר נאספו כ-50 דוגמאות תחמיצי חיטה בשנה מאזורים שונים בארץ, מהגולן והעמקים, ממישור החוף והנגב, במשך 3 שנים. בזמן הדגימה נאספו מרב הנתונים האפשריים לגבי הזן, שלב ההבשלה בקציר, תוספים וכו'. הבדיקות כללו פרופיל תסיסה (ח' חלב וחש"ן), עמידות אירובית, הרכב כימי (אפר, חלבון כללי, מקטעי דופן תא) ונעילות ח"י וד"ת בכרמ"ל. הניתוח הסטטיסטי ומדדי הרגרסיה התקבלו בעזרת תכנת SAS. לקביעת מהימנות המודלים (validation) שימשו 10% מהדוגמאות שהוצאו מניתוח הרגרסיה ששימש לפיתוח המשוואות.

'גליל' הינו זן החיטה העיקרי לתחמיץ בארץ. והוא נמצא ביותר מ-50% מהבורות שנדגמו. כ-20% מהתחמיצים שנדגמו הוכנו מחיטה משלב הפריחה, כ-50% בהבשלת חלב כ-10% בהבשלת דונג

תוצאות

'גליל' הינו זן החיטה העיקרי לתחמיץ בארץ והוא נמצא ביותר מ-50% מהבורות שנדגמו. כ-20% מהתחמיצים שנדגמו הוכנו מחיטה משלב הפריחה, כ-50% בהבשלת חלב כ-10% בהבשלת דונג ולגבי היתר לא התקבל מידע. כ-50% מהדוגמאות שנבדקו טופלו בתוספים שונים. מדדי החמצה מסוכמים בטבלה 1. תכולת החומר היבש נעה בין 25%-ל-45% וערכי ה-pH נעו בין 3.5 ל-4.9. בתחמיצים שהוכנו משלב הפריחה



כיסוי בור תחמיץ ברפת הנגב

טבלה 2. ערכים כימיים של תחמיצי החיטה המשקיים (הערכים מבוטאים כאחוז בח"י)

המדד	ערך מינימלי	ערך מקסימלי	ממוצע
אפר	5.9	15.2	9.0
חלבון כללי	6.2	14.6	10.9
NDF	49.1	70.5	58.0
ADF	32.4	47.3	38.7
ADL	3.4	7.9	4.8
נעכלות ח"י בכרמ"ל	55.9	81.2	68.2
נעכלות NDF בכרמ"ל	32.2	72.1	53.5

טבלה 3. ערכים כימיים ונעכלות כתלות בשלב הבשלה (הערכים מבוטאים כאחוז בח"י)

שלב ההבשלה	אפר	חלבון כללי	NDF	ADF	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
פריחה	9.4	11.8	59.4	39.1	4.6	69.6	56.6
חלב	8.7	10.9	57.9	38.7	4.7	68.1	53.4
דונג	8.7	9.4	56.1	38.1	4.9	66.1	50.1

בכל טור, ערכים המלווים באותיות שונים נבדלים באופן מובהק ($P < 0.05$).

העלייה בערכי ה-pH של התחמיצים במבחן החשיפה לאוויר (4.5 לעומת 5.0), אך הצמצום ביצירת פד"ח (30 לעומת 37 ג' לק"ג ח"י) לא היה מובהק.

טבלה 2 מציגה את ערכי המרכיבים הכימיים של תחמיצי החיטה, וכפי שניתן להתרשם - השונות גדולה. ממוצעי תכולת המרכיבים הכימיים של תחמיצי החיטה היו דומים בשלוש שנות המחקר. בחלוקה גיאוגרפית של הארץ לצפון, מרכז ודרום אמנם נמצאו הבדלים מובהקים בין האזורים בתכולת ח"י, אפר, חלבון כללי וליגנין, אך ההבדלים היו קטנים וללא משמעות מעשית.

טבלה מס. 3 מציגה את ממוצעי הערכים הכימיים כתלות בשלב ההבשלה. ערכים אלה מתאימים לערכים שידועים ממחקרים קודמים. תחמיצים שהוכנו משלב הפריחה היו בעלי ערכים הגבוהים ביותר של תכולות אפר, חלבון כללי, NDF, ונעכלות ח"י וד"ת. בנייתוח הרגרסיה התקבלו נוסחאות המודל הרב-משתני הבאות לנעכלות ח"י (DMD) וד"ת (NDFD):

$$DMD = 83.9 - 0.47 * ASH + 0.75 * CP + 0.08 * NDF - 0.39 * ADF - 1.95 * ADL$$

$$NDFD = 17.4 - 0.51 * ASH + 1.21 * CP + 1.05 * NDF - 0.54 * ADF - 2.58 * ADL$$

ערכי הנעכלות החזויים מתקבלים ע"י הצבת הערכים הכימיים המתאימים במשוואות.

דיון

ממשק התחמיצים בארץ עבר שינויים רבים בשנים האחרונות, שכוללים מעבר למרכזי מזון, שמספקים את התחמיצים מבורות בעלי נפח גדול, זני מספוא חדשים והיצע גדול יותר של תוספים. לכן חשוב היה, לעדכן את הנתונים ביחס לתחמיצים בכלל ולתחמיץ חיטה, שמהווה את המזון הגס העיקרי בארץ, בפרט.

במחקר הנוכחי התקבלה תמונת מצב של האיכות השימורית והתזונתית של תחמיצי חיטה משקיים בארץ. ייחודו של המחקר הנוכחי הוא בהיקף הגדול של הדוגמאות (ס"ה 143) והתוצאות שהתקבלו מבורות תחמיצי חיטה משקיים. אמנם בדגימת בורות משקיים, אין שליטה מליאה על ההיסטוריה של הדוגמה שנלקחת מחתך הכרייה, אך היתרון של דוגמאות מבורות משקיים, שהן משקפות בצורה ריאלית את מצב התחמיצים.

לא התקבל הבדל ניכר במדדי ההחמצה והעמידות האירובית בין תחמיצים, שהוכנו מחיטה בדרגות הבשלה שונות. תוצאה זו שונה מתוצאות שהתקבלו בניסויים קודמים שנערכו בתנאי מעבדה אשר הצביעו על תחמיצים מהבשלת חלב כרגישים ביותר לחשיפה לאוויר ומשלב הפריחה - כיציבים ביותר. ההסבר להבדל נעוץ, כנראה, בחשיפה ממושכת יותר של חלקיקי התחמיצים בבורות לאוויר, בהשוואה לתחמיצים מהצננות.

ביחס להרכב הכימי לא התקבלו הבדלים מובהקים בין דרגות ההבשלה ביחס לתכולת ADF והליגנין, (טבלה מס. 3). ייתכן שמילוי הגרעינים בשלבי ההבשלה המאוחרים ממסכים את השינויים בתכולת ה-ADF והליגנין בחלק הווגטטיבי של הצמחים. מנייתוח הרגרסיה התקבלו משוואות חיזוי לערכי נעכלות ח"י וד"ת על סמך הרכב הכימי של התחמיצים. ממקדמי הנוסחאות עולה כי לתכולת החלבון הכללי וה-ADF היו ההשפעות הניכרות ביותר על נעכלות ח"י ולחלבון כללי ולכלל מרכיבי דופן התא הייתה השפעה על נעכלות ה-NDF. ואכן בחיטה צעירה תכולת החלבון וד"ת גבוהות וערכי הנעכלות של תחמיצי חיטה משלב הכרייה היו הגבוהים ביותר. הערכים החזויים לנעכלות ח"י שהתקבלו ממשוואת הרגרסיה קרובים לערכים שנמדדו בכרמ"ל. לעומת זאת, לא כל הערכים החזויים שהתקבלו ביחס לנעכלות NDF התאימו לערכים שנמדדו ונוסחה זו טעונה שיפור. זה יוכל להתבצע ע"י הגדלת המדגם. ■

המחקר מומן ע"י קרן המחקר של המועצה לחלב. תודותינו למדריכי שה"ם שעזרו באיסוף הדוגמאות: **סטיבן רוזן, הלל מלכא, דניאל ורנר, גבי עדין ומשה רכס.**