

השפעת האבסת גרעיני פימה רגילים לעומת גרעיני פימה מטופלים בנתר מאכל (NaOH) על תנובת החלב והרכבו

עדין גבי¹; אריאלי עמי²; כוכבי יונתן³;
 'שה"מ, משרד החקלאות; ²הפקולטה לחקלאות; ³רפת פלמחים

מבוא

גרעין הכותנה מהווה מרכיב חשוב במנת הפרה הישראלית בשל תכולת החלבון (21% – 24%) והאנרגיה הגבוהה (20% – 24% שמן) בו. גרעיני כותנה "פימה" (חסרי פלומה) שלמים נתגלו כבעלי נעכלות נמוכה יחסית לגרעיני "אקלה" (בעלי פלומה), כשהוכללו במנות של פרות חולבות ברמות הזנה גבוהות (1). בבדיקות בצואה התגלו קרוב ל-11% גרעיני פימה שלמים, יתכן שהנעכלות הנמוכה נובעת מהעובדה שהגרעין הוא בעל צפיפות גבוהה. חסר הפלומה לא מאפשר אחיזה בגושי הסיבים והגרעין שוקע במהירות בנוולי הכרס ולא חוזר ללעיסה נוספת במהלך העלאת הגירה; הוא ממשיך לנוע לאורך מערכת העיכול ויוצא בפרש מבלי שתוכנו התעכל (2, 1).

באופן כללי, בעיית הנעכלות גרעין הכותנה נובעת גם ממבנה קליפת הגרעין העשירה בליגינין (כ-24% מהחומר היבש) וקוטין (כ-15% מהחומר היבש). לשם דוגמה, שיעור הליגינין בקש הוא כ-14% ושיעור הקוטין בצמח מספוא ממוצע בד"כ 2% – 0.5%. הליגינין הוא נגזרת פנולית של חומצה קינמית, מולקולה סבוכה ואמורפית המהווה גורם חשוב להגבלת נעכלות דופן-התא על ידי המק"א, בשל קשרי פחמן-פחמן שאינם ניתנים לפירוק בתנאי הכרס, גם הליגינין קשה פירוק וגם הצלולוז ורבי-סוכרים מבניים אחרים הקשורים עמו לא ניתנים לעיכול. הקוטין הוא פוליאסטר הנגזר מחומצות שומן ארוכות שרשרת. חומר זה כמעט שלא ניתן לעיכול על ידי חומצה, בסיס או חומרים מחמצנים. זה למעשה החומר העמיד ביותר בצמח.

בשנים האחרונות בוצעו מספר מחקרים תקצירי המחקר הוגש כהרצאה בכנס ה-10 למדעי מעלי-גירה.

בארץ בהם נבחנה אפשרות לשיפור נעכלותם של שני הזנים, על ידי טיפול בנתר מאכל (NaOH). חימום או שילוב שניהם יחד, על מנת לבדוק את השפעת הטיפולים על ביצועי הפרות. עבודות אלה הביאו בדרך כלל לתוספת ייצור בקבוצות הניסוי, (3). בעבודה הנוכחית נבדקה בפעם הראשונה השפעת טיפול גרעין פימה בנתר מאכל, לעומת גרעין פימה לא מטופל, על תנובת החלב.

לא נמצאו נתונים בספרות על ההשפעה הפיזיקלית המדוייקת של נתר מאכל על גרעין הפימה. ההשערות הן:

א – הרס קשרי הקומפלקסים שבין ליגינין עם רבי-סוכרים מבניים, המאופיינים כמעכבי נעכלות הסיב בשל ריבוי הסתעפויות המונעים את נגישות הבקטריות למקטע הפחמימות המבניות, ושיפור הפריקות והנעכלות של סיבים קשים לעיכול דוגמת אלה המרכיבים את קליפת הגרעין (5, 4).

ב – ריווח והתפחה (swelling) על ידי פירוק קשרי המימן הקיימים בין דופן-התא ויצירת חללים בין סיבי הצלולוז, ועל ידי כך הקלה על התקיפה האנזימטית הבקטריאלית. החלשת הקליפה ויצירת הסדקים מקלים על פעילות חידיקי הכרס אשר יחדרו ביתר קלות לתוכן הגרעין (6).

ג – המסה חלקית של המיצלולוז והמסה חלקית של סיליקה המפריעה לעיכול (7, 8, 9).

ד – התהליך האקסותרמי (פליטת חום) עקב הריאקציה בין המים לנתר המאכל x משך הזמן בו הטמפרטורה היא גבוהה יחסית, יכולים לגרום לדנטוראציה של החלבון והפיכתו לשרידי יותר.

ה – כיוון אחר להשפעה היא דרך גרעין הכותנה המשמש כנשא של נתר מאכל הפועל כבופר, מעלה את ה-pH בכרס, ומעודד תנאים נוחים יותר לפעילות המק"א, בעיקר לחידיקים

(סקורינג) של כל הפרות בשני הטיפולים, בתחילה ובסוף הניסוי, בשיטה הנקודתית בדרגות מ-1 עד 5.

גרעיני הפימה המטופלים בנתר מאכל הוכנו בהתאם ליחס הבא:

גרעיני פימה שלמים 80.6%

נתר מאכל פעיל 3.2%

מים 16.2%

שיעור החומר היבש בתערובת זאת היה 75.8%. על מנת לקבוע את עלות החומר המטופל, נרשם משך הזמן שהושקע (בעבודה וכלים) ועלות החומר. נמצא שהעלות הנוספת לייצור טון ח"י היתה \$ 27 (= \$ 3.4 ש"ח), כאשר העבודה והחומר עלו \$ 10 ו-\$ 17 בהתאמה.

הצלולטיים מפרקי דופן-התא.

ההשערות הנ"ל יכולות להסביר רק באופן חלקי את השפעת הטיפול, יתכן שנעכלות הקליפה תעלה מ-20% ל-30%. בעבודה של אריאלי וחוב' (2) נמצא, שהשפעת הטיפול העלה את נעכלות החלבון בכרס, במעי ובכלל מערכת העיכול ב-11%, 9% ו-11%, בהתאמה; ונעכלות החומר היבש והחומר האורגני של גרעין הפימה בכרס, במעי ובכלל מערכת העיכול ב-10%, 5%, ו-10% בהתאמה. חשוב לזכור, שחומר אורגני פריק בכרס (אנרגיה שאינה ממקור שומן) חיוני לסינטזו חידקי הכרס. בעבודה זאת, העליה בנעכלות נבעה מהשפעה עקיפה על התפחת הקליפה ומהשפעה ישירה על נעכלות החלבון.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך ברפת קיבוץ פלמחים במהלך חורף 1997 (ינואר-מרץ) במשך 65 ימים, בפרות באמצע התחלובה (117 ימים בממוצע בתחילת הניסוי). הפרות חולקו לשתי קבוצות דומות של 51 ראש כל אחת לפי קריטריונים של פוטנציאל הנבה, ימים מהמלטה ומספר תחלובה. הקבוצות היו סגורות למעט 4 פרות שיצאו מכל טיפול. פרות שני הטיפולים הורגלו במשך שבוע למנות החדשות לפני תחילת הניסוי. בכל בוקר, לאחר ניקוי השאריות מהאבוס, חולק הבליל פעם אחת ביום כאשר קירוב האוכל נעשה לפחות 5 פעמים ביום בכל טיפול.

המנות היו זהות לחלוטין מבחינת כל התכולות, ההבדל היחיד היה מקור גרעין הכותנה: מטופל בנתר מאכל ולא מטופל. כמות גרעין הפימה בחומר היבש היתה זהה בשני הטיפולים. צריכת המזון הקבוצתית הממוצעת נקבעה באמצעות הבקר בעגלה הפורקת, ממנה הופחתו השאריות אשר נשקלו מדי יום במהלך הניסוי.

במהלך הניסוי נרשמו תנובות החלב היומיות (על ידי מערכת זיהוי אוטומטית פרטנית). ביקורות חלב נערכו פעמיים בחודש לקביעת מוצקים. נרשמו הערכות המצב הגופני

טבלה 1. תכולת המנות (%).

חומר יבש, ק"ג	20.00
ריכוזיות אנרגיה, מג"ק לק"ג ח"י	1.75
שיעור החלבון	16.90
שיעור דופן-תא	33.80
שיעור דופן-תא גס	20.00
שיעור מזון גס	35.40
שיעור שרידות חלבון מסה"כ חלבון	34.10

טבלה 2. הרכב המזונות במנה (כ"מ מהחומר היבש).

שחת בקיה	10.7
תחמיץ תירס	20.0
קש חיטה	4.5
ג. שעורה	16.0
ג. פימה	12.5
ג. תירס	13.0
ג. דורה	3.5
גלוטן מיל	0.9
כ. סויה	9.0
סידנית	1.0
מלח-סידן	0.7
שמן	0.2
פר' ויטמינים	0.2
פר' חש"ן	0.5
שומן מוגן	0.9
פר' בופר	0.7
קמח נוצות	0.3
קמח דגים	0.9
גלוטן פיד	4.5

תוצאות ודיון

(טבלה 3). לא נמצא הבדל בצריכת המזון הקבוצתית ובכמות שאריות. כמו כן, נמצא הבדל מובהק בתוספת המצב הגופני (סקורינג) בין תחילה לסוף הניסוי: 0.33 ו-0.20 בטיפול ובביקורת, בהתאמה (טבלה 5).

לא נמצא הבדל מובהק בתגובת החלב, אחוז החלבון ותגובת החלבון. נמצאו הבדלים מובהקים באחוז השומן תגובת השומן ותגובת החמ"מ: 4.8%, 6.7% ו-2.6%, בהתאמה, יותר בקבוצת הניסוי לעומת קבוצת הביקורת

טבלה 3. יצור חלב ומוצקים (סטית תקן בסוגרים).

מובהקות	ניסוי	ביקורת
ל"מ	37.8 (5.2)	37.1 (6.7)
0.003	3.48 (0.51)	3.32 (0.48)
0.004	1.315 (0.161)	1.232 (0.228)
ל"מ	2.98 (0.24)	3.02 (0.28)
ל"מ	1.126 (0.115)	1.118 (0.153)
0.03	40.0 (1.3)	39.0 (1.1)

הבופרית של הנתר, אשר הביא לתנאים נוחים יותר בכרס לפעילות מיקרוביאלית בכלל, ובעיקר לאוכלוסיית החידקים מפרקי הסיב. כל זה, למרות שבמנת שני הטיפולים היה מרכיב של פרמיקס בופרים, אך שיעורו הפעיל היה כ-60% מהרמות המומלצות. יתכן שהתקבלה עליה בנעכלות החומר היבש, החומר האורגני והחלבון מהסיבות שהוזכרו במבוא. רצוי להעמיד ניסוי נוסף, בו תיבדק תגובת חלב ארוכת טווח, ובנוסף תיבדק גם נעכלות מנה המכילה גרעיני כותנה פימה המטופלים בנתר מאכל.

טבלה 4. צריכת מזון קבוצתית ממוצעת ועלויות.

ניסוי	ביקורת
23.6	24.0
3.0	3.8
22.9	23.1
0.754	0.743

טבלה 5. הערכת המצב הגופני (סטית תקן בסוגריים).

מובהקות	ניסוי	ביקורת
	2.39 (0.37)	2.54 (0.40)
	2.72 (0.26)	2.74 (0.40)
0.003	0.33	0.20

לסיכום, בהאבסת פרות גבוהות תגובה בגרעיני פימה (כ-12.5% מסה"כ הח"י) המטופלים בנתר מאכל, נמצאה תוספת של 1 ק"ג חמ"מ יותר מאשר בקבוצת הביקורת, אשר קיבלה אותה כמות ללא טיפול. התוספת בתגובת החמ"מ נבעה מעליה של 0.700 ק"ג חלב (לא מובהק) ושל 4.8% שומן יותר ($p < 0.003$) בקבוצת הניסוי. תוספת זאת בחמ"מ לא פגעה ברזרבות הגופניות של פרות הטיפול, אלא להפך. יתכן שהתוצאה נובעת מהתכונה

