

השפעת עיבוד גרגרים על ערכם המזוני *

אפשר אמנם להתגבר על האבקות ע"י מולסה, חלב בקר, או אף על-ידי לחות.

שיטות עיבוד גרעינים

את השיטות אפשר לסווג ל-: „קרות“, בהן לא מופעל חום, ו„חמות“, כמו כן אפשר לסווג לפי שיטות „יבשות“, בהן מופעל חום יבש, ו„לחות“, בהן מופעל קיטור, או מים קרים.

השיטות הקרות כוללות שבירה, לחיצה, גרי-סה ושיטות לפתיתים. כוח פסי מופעל לשבירת הגרגר וחשיפת העמילן לפעולת המיצים.

שיטה קרה לחה היא „שחזור“ (reconstitution) בה מרטיבים את הגרגר במים ונשמר במקום אטום לאור במשך שבועיים שלושה לפני ההאבסה, ברגיל ללא טיפול נוסף.

הטיפול בקיטור ניתן בלחץ אטמוספרי במשך 25—8 דקות, או בלחץ של 1.4—5.6 ק"ג לסמ"ר, משך דקה-דקותיים. לאחר מכן הגרגרים מועבר-רים ללחיצה לפתיתים, ולייבוש.

התהליך המקובל ביותר בארה"ב הוא טיפול בקיטור במשך 3—5 דקות, בטמפרטורה של 82 מעלות צלסיוס. טיפול זה אינו יעיל, לפי התוצאות שנתקבלו באריוונה, קנזס ואוקלהומה. ראה תוצאות שלושה ניסויים באריוונה בטבלה

הערך היחסי של גרגרים, המקובלים במנות פיטום, נקבע לפני שנים רבות, והתקבל בשי-מוש במשך עשרות שנים. בהקשר לטיפול בגר-גר נקטו בהערכה מחודשת.

פרופ' Hale מאריוונה, שעבד על נושא זה בתחילת שנות השישים, מצא עבודה אחרונה על השוואת היעילות של סורגום ושעורה מ-1917. מאז השתנה הרבה בהזנה ובבעלי החיים, אחוז הגרעינים במנה עלה ולנושא בכללו חשי-בות מרובה.

מזמן ידוע ומקובל, שעל ידי שבירה, או על ידי גריסה גסה, אפשר לשפר את הנצילות של גרגרים. זה נכון במיוחד לגבי סורגום, שקליפתו עמידה בפני מיצי העיכול והכרחי לבקוע אותה לפני שמאביסים אותו לבקר, שהוא בולעו וכמעט ואיננו לועס אותו. תירס לעומתו ניתן להאבסה בהצלחה מרובה בשלמו-תו, כאשר מרבית הגרגרים נבקעים בעת הלעי-סה. רצוי אם כן לגרוס את הגרגרים גריסה דקה, כדי לחשוף שטח פנים גדול של הגרגר לפעולת מיצי העיכול. אבל מהנסיון נוכחנו שגריסה דקה מרבה אבקות, וגורעת מתיאבונה של הבהמה בצריכת המזון, ובהתאם מופחת הייצור.

* מהרצאה של Professor D. Armstrong מאוניברסיטת Newcastle upon Tyne ש- ניתנה באפריל 1972 לפני הסמינר של (U.S. Feed Grains Council).

טבלה 1. השפעת טיפול בקיטור* על גרגרי סורגום לפני הפיתות

ניסוי מספר	מספר ימים בניסוי	לחיוץ יבש			לחיוץ לאחר קיטור		
		צריכת מזון יומית ק"ג	תוספת גר'	נצילות מזון, ק"ג חי	צריכת מזון יומית ק"ג	תוספת גר'	נצילות מזון, ק"ג חי
1	126	11.6	1,275	9.1	11.7	1,293	9.0
2	97	10.3	1,125	9.2	10.5	1,049	10.0
3	97	10.5	1,125	9.3	10.5	1,139	9.3

* 3—5 דקות ב-80 מעלות צלסיוס : 16 ראש בטיפול בכל ניסוי.

ב. הקרנה (Micronisation) — הקרנה ב־ אינפרה אדום במשך 0.5–1.0 דקה. הטמפרטורה 150–170 מעל"צ ואח"כ לחיצה לפתיתים.
ג. דחיסה (Extrusion) — העברת הגרגרים בלחץ דרך בורג (דוגמת מטחנת בשר ביתית). נוצר חום חיכוך רב.

המטרה של הטיפול בקיטור היא להפוך את הגרגרים ליותר עלילים לפירוק ע"י האנזימים. החום והמים שבקיטור כשלעצמם אינם גורמים לגלטיניזציה * רבה של העמילן. עיקר הגלטיניזציה קורה בזמן הלחיצה לפתיתים.
את השפעת התהליך על אחוז הגלטיניזציה אפשר לראות בטבלה 2.

באנגליה התהליך אחר, הגרגר נשבר כדי לחשוף את האנדוספרם, מורטב במים ושרוי יום אחד. למחרת מפעילים קיטור בלחץ של 2.1 ק"ג לסמ"ר במשך 10–15 דקות. אחר כך לוחצים לפתיתים ומייבשים עד 10–15 אחוז לחות.

קיימות כמה שיטות של חום יבש:

א. התפחה (Popping) ע"י חום. מפעילים חום יבש עד שהגרגר תופח, וחלק מהם מתפוצץ. בטמפרטורה של 246 מעלות צלסיוס, במשך 30 שניות תפחו גרגרי שעורה ותירס פי 1.5–2.0 מנפחם המקורי. בסורגום היתה וריאציה גדולה. רק 35–40 אחוז מהגרגרים תפחו, כמה פי 9 מנפחם, השאר לא השתנו.

טבלה 2. השפעת קיטור ופיתות על מידת הגלטיניזציה של העמילן בגרגרי תירס וסורגום

הגרגר	תירס		סורגום		הטיפול
	קיטור בלבד	ללא טיפול	קיטור בלבד	ללא טיפול	
הלחות, %	22.0	17.1	20.5	12.6	16.7
גלטיניזציה, %	16.0	0.0	48.0	0.0	40.0

לטיפול ממושך יותר, ובטמפרטורה גבוהה יותר יש השפעה ניכרת.

בטבלה 3 מובא סיכום של שלושה ניסויים באריזונה, המשווים את ההשפעה של טיפול במשך 20 דקות בטמפרטורה של 98–100 מעלות על סורגום ועל שעורה. (48 ראש בכל טיפול, והניסויים ארכו 140 יום).

אשר למידת הגלטיניזציה הרצויה — המצב אינו ברור. בניסויים שונים הורידה גלטיניזציה מלאה של העמילן בתירס, ועוד יותר בסורגום, את קצב הגדילה ונצילות המזון. בשעה שהטיי פול המקובל בארה"ב, במשך 3–5 דקות ב־80 מעלות אינו גורם לשיפור בערך התזונתי, הרי

טבלה 3. השפעת קיטור ופיתות סורגום ושעורה על קצב הגדילה ונצילות המזון

הטיפול	יבש			קיטור		
	תוספת משקל יומ' גר'	תצרוכת מזון יומ' ק"ג	נצילות המזון ק"ג/ק"ג חי	תוספת משקל יומ' גר'	תצרוכת מזון יומ' ק"ג	נצילות המזון ק"ג/ק"ג חי
סורגום	1,273	10.2	8.0	1,395	10.7	7.6
שעורה	1,296	9.2	7.2	1,395	10.2	7.3

לגבי הסורגום שיפר הטיפול בקיטור את קצב הגדילה ב־9.5% ונצילות המזון ב־4.7%. לגבי שעורה — השיפור בקצב הגדילה היה 7.6%

* בתהליך הגלטיניזציה נהרס המבנה הגבישי של העמילן בגרגר ומתפרקים קשרים מימניים משניים, המחברים את יחידות הגלוקוזה בשרשרת הפולימרית.

ולא היה שיפור בנצילות המזון. הפעלת לחץ בטבלה 4 מובא חומר מניסוי בקליפורניה, בזמן הקיטור יכולה לקצר את הזמן הדרוש, בו הופעל לחץ של 1.4 ק"ג לסמ"ר בזמן הקיטור, כדי להשיג תוצאות טובות. שור, שארך 1.5 דקות בטמפרטורה דומה.

טבלה 4. השפעת פיתות של גרגרים שונים לאחר קיטור תחת לחץ על קצב הגדילה ונצילות המזון

הטיפול הגרגרים	יבש			קיטור בלחץ 1.4 ק"ג/סמ"ר		
	תוספת משקל יומ' גר'	תצרוכת מזון יומ' ק"ג	נצילות המזון ק"ג/ק"ג חי	תוספת משקל יומ' גר'	תצרוכת מזון יומ' ק"ג	נצילות המזון ק"ג/ק"ג חי
תירס	1,363	9.1	6.7	1,507	9.4	6.3
סורגום	1,395	9.4	6.7	1,593	9.6	6.0
שעורה	1,418	9.2	6.6	1,541	9.4	6.2

ההשפעה בסורגום גדולה מאשר בגרגרים אחרים. סדרת ניסויים בלחץ גבוה יותר מ-1.5 ק"ג לסמ"ר (1.8, 3.5, 4.2, 5.3 ק"ג לסמ"ר) הראתה, שאין תועלת להעלות את הלחץ מעל 1.4 ק"ג לסמ"ר. להיפך, בלחצים יותר גבוהים יש ירידה בנצילות בגלל הקטנת ההיעכלות. מייחסים זאת לגלטיניזציה רבה מדי של העמילן.

טבלה 5. השפעת מידת השטיחות של הפתיתים על קצב היעלמות חומר יבש משקיות בכרם הבקר

מספר שעות בכרם	לחץ יבש	מטופל בקיטור בלחץ אטמוספרי		
		שיטות קל	שיטות רגיל	שיטות משובח
2	16.7	21.1	43.8	55.4
8	25.1	28.7	51.0	63.1
24	52.4	48.5	73.2	85.2

עדיפות לשיטות משובח. שיטות קל אינו נב-
דל בהרבה משיטות ללא טיפול בקיטור. לשיטות
המשובח יתרון ברור על השיטות הרגיל.

טבלה 6. היעלמות עמילן סורגום בכרם והמעיי

ה ט י פ ו ל	התעכלות העמילן, %	% נעלם מזן הכרם	% נעלם מזן המעי
טחון יבש	96.8	42.0	58.0
משוחזר *	99.5	66.7	33.3
מפותח בקיטור	99.7	83.4	16.6

* ראה, "שיטות קרות" בתחילת המאמר.

מקום ההיעכלות של העמילן

חלק מהעמילן של הגרגרים הנאכלים ע"י
בקר אינו תוסס בכרם, ועובר כמות שהוא אל
המעיי הדק. עיבוד הגרגרים, ובעיקר סורגום,
מגדיל במידה רבה את החלק של העמילן הנעלם
מזן הכרם ביחס לחלק הנעלם במעי.

בטבלה 6 תוצאות הניסוי, המראות את מקום

שיעור ההשמנה, מה שאינו רצוי בתנאינו. לש-
עורה מספיקה לחיצה ביבש.

ג. התירס

מרבית המחקרים הקיימים מתייחסים לטיפול-
לים יבשים, גריסה בדרכים שונות וכו'. בדרך
כלל לא נראית עדיפות לטיפול על הגרגר הש-
לם, וייתכן ההיפך מזה. בכמה ניסויים, בהם
לא היתה עדיפות ברורה בגדילה ובנצילות
המזון, היתה לגרגר השלם עדיפות, בגלל מיעוט
מקרי מורסות בכבד.
בטבלה 8 תוצאות הניסוי בהשוואת תירס שלם
לגרוס עם ובלי 20% קש במנה.

טבלה 8. היעילות של תירס שלם וגרוס
עם ובלי תוספת 20% קש אורז

צורת התירס		גרוס שלם		גרוס שלם	
		20		20	
		%		%	
היעילות האנרגיה, %		74.6	76.6	87.6	89.1
היעילות החלבון, %		67.0	64.6	81.6	82.2
היעילות התאית, %		52.5	51.3	71.0	66.5
היעילות ח.מ.ח.ח., %		84.1	87.8	93.6	94.8
אנרגיה נעכלת, מג"קל ק"ג		2.75	2.83	3.27	3.31

בניסוי אחר היה קצב הגדילה, נצילות המזון,
ואחוז המורסות בכבד בתירס שלם: 1,023,
6.75 ו-46.2 בהתאמה, ולתירס גרוס: 995, 6.90
ו-52.5 בהתאמה.

אשר לטיפול בקיטור, התוצאות אינן אחידות.
מרביתן מראות שטיפול בקיטור ופיתות התירס
מקטינים את הצריכה שלו בלי לפגוע בגדילה,
ומכאן יעילות קצת יותר גבוהה.

הטיפול בהיעכלות, במידה והוא קיים, הוא
קטן ביותר.

ד. חיטה

שום טיפול, פרט לשבירה כל שהיא של הגר-
גר, לא נתן תוצאות חיוביות.

המבלה"ד דוד לוי
תחנת נסיונות אוורית נוה יער,
מינהל המחקר החקלאי

ייתכן שהגדלת אחוז העמילן הנעכל בכרס מגדי-
לה את כמות החלבון העובר לתריסריון ואת
ספיגת חומצות האמינו במעי הדק.

בסיכום נסקור את הגרגרים העיקריים.

א. הסורגום

סיכום המידע הקיים מראה, שעיבוד סורגום
משפר את ערכו התזונתי במנות פיטום, קצב
הגדילה עולה ומשתפרת נצילות המזון.

הטיפול העדיף הוא פיתות יעיל לאחר טיפול
בקיטור בלחץ של כ-1.5 ק"ג לסמ"ר, את
הטיפול אפשר לייחס להיעכלות.

בטבלה 7 הבאנו נתונים על היעילות סורגום
מפותת לאחר טיפול בקיטור בהשוואה למפותת
יבש.

טבלה 7. השפעת טיפול בקיטור

על היעילות סורגום, %

ה מ ר כ י ב	מפותת יבש	מפותת לאחר טיפול בקיטור
חומר יבש	61.6	69.7
חלבון כללי	49.6	51.4
שומן	67.3	59.0
תאית	22.5	13.6
ח.מ.ח.ח.	69.2	78.5
אנרגיה כללית	59.9	69.4

התועלת שבטיפול ברורה. יש למצוא את
שיטת ביצוע הטיפול, ששכרו לא ייצא בהפסד
היתרון החבוי בו.

ב. השעורה

סיכום המחקרים מראה תוצאות סותרות במק-
רים רבים. הסה"כ של המידע מסתכם ביתרון
קטן לטיפול בשעורה. ייתכן שהיתרון הוא בהג-
דלת הצריכה, ומכאן להגברת התוצרת. אין
כמעט השפעה על ההיעכלות. אין לכך עדיין
סימוכין, אך הגיוני להניח שהגברת צריכה, ללא
יעול אמיתי בהפיכת המזון למשקל, תגדיל את