

מזונות הזנה



**הזנת עגלות בשנתן השניה בתחמיץ מנות כל-מעורבבות *
העשויות מקש חיטה, זבל בקר וגרגרי תירס**

יעקב קלי וויליאם ג'. מריל **

הקדמה

עבודה זו נעשתה במסגרת עבודה רחבה יותר על הזנת בקר לחלב במנות כל-מעורבבות המתבססות על תחמיץ תירס או שאריות גידולי שדה וזבל עופות ובקר. העבודה בוצעה על-ידי המחברים בשנת 1974/5 באוניברסיטת קורנל, ארה"ב.

בישראל החל העניין בנושא לפני מספר שנים בחיפוש מזונות חדשים ודרכי הזנה מתאימות לעדר החלב. תהליך רב שנים זה הפך את עדר החלב שלנו לענף אינטנסיבי, השואף באותה עת לבסס את הייצור, במידת האפשר, על מזונות שהם מוצרי לוואי של החקלאות והתעשייה ולהפחית את השימוש והתלות במזון מיובא יקר. לפני מספר שנים הועלתה אפשרות קיצונית של הזנת עדר החלב במזונות המיוצרים בארץ לשם ייצור מלוא צריכת החלב של האוכלוסיה ובהתאם ליכולת ייצור הבשר של

העדר, וכל זאת ללא שימוש במזון מרוכז מיובא. האפשרות התבססה על מוצרי לוואי שהיו בשימוש וכאלו שאך החלו לבשר את צפונותיהם, כגון קש וזבל עופות. לעבודה הנוכחית ארבעה יסודות:

- (א) שימוש במנות כל-מעורבבות;
 - (ב) צריכה מירבית במקום הקצבה;
 - (ג) שימוש במוצרי לוואי, כגון קש ופרש בעלי-חיים;
 - (ד) אימוץ ההחמצה כתהליך הכנת המזון.
- דרכים מעשיות להזנה ממוכנת נמצאות בהתפתחות וביניהן האפשרות להגיש בעזרת מערבול גיד את כל המזונות הדרושים כשהם מעורבבים למנה אחת. בין היתרונות של שיטת הזנה זו יש למנות בעיקר את ערבוב המזונות. מזונות, כגון קש ופרש בעלי-חיים אינם נאכלים, או שנאכלים לאט ובמידה מועטה כאשר מוגשים בנפרד.

בעדר החלב מצויות בהמות עם דרישות תזונתיות שונות, בהתאם לרמת הייצור. לצידן של פרות מרבית תנובה, הזקוקות לרמת הזנה גבוהה — שלוש עד ארבע פעמים רמת הקיום — מצויות פרות יבשות בטרם הכנה, הזקוקות

* Total Mixed Ration (T.M.R.) — מנות כל-מעורבבות (מ.כ.מ.). זהו מונח הנמצא בשימוש במקום מנות שלמות (Complete feed).

** אוניברסיטת קורנל, ארה"ב.

למנת קיום בלבד, ועגלות בגילים שונים, שצריכת מזון שונה. ככל שצריכת הבהמה פוחתת, קיימת אפשרות רחבה לשימוש במלוא יכולת האכילה שלה. במקום להקציב לה מנה, היינו להפחית או לקצץ במנה מרוכות מדי, אפשר להאביסה בפחות מזון משובח ולמלא את מקומו במזון דל. המלצות ההזנה האמריקאיות למנות כל-מעורבות מובאות בטבלה 1. מהטבלה ניתן להוכיח שעם עליית צרכיה של הבהמה במזון עקב ייצורה הגבוה, חייב הוא להיות יותר מזין, היינו יותר נעכל; וכאשר רמת הייצור נמוכה הבהמה יכולה להסתפק במזון פחות מזין. אם נבטא את הזמינות על-ידי הנעכלות של האנרגיה שבחומר היבש נמצא, שעגלות

למנת קיום בלבד, ועגלות בגילים שונים, שצריכת מזון שונה. ככל שצריכת הבהמה פוחתת, קיימת אפשרות רחבה לשימוש במלוא יכולת האכילה שלה. במקום להקציב לה מנה, היינו להפחית או לקצץ במנה מרוכות מדי, אפשר להאביסה בפחות מזון משובח ולמלא את מקומו במזון דל. המלצות ההזנה האמריקאיות למנות כל-מעורבות מובאות בטבלה 1. מהטבלה ניתן להוכיח שעם עליית צרכיה של הבהמה במזון עקב ייצורה הגבוה, חייב הוא להיות יותר מזין, היינו יותר נעכל; וכאשר רמת הייצור נמוכה הבהמה יכולה להסתפק במזון פחות מזין. אם נבטא את הזמינות על-ידי הנעכלות של האנרגיה שבחומר היבש נמצא, שעגלות

למנת קיום בלבד, ועגלות בגילים שונים, שצריכת מזון שונה. ככל שצריכת הבהמה פוחתת, קיימת אפשרות רחבה לשימוש במלוא יכולת האכילה שלה. במקום להקציב לה מנה, היינו להפחית או לקצץ במנה מרוכות מדי, אפשר להאביסה בפחות מזון משובח ולמלא את מקומו במזון דל. המלצות ההזנה האמריקאיות למנות כל-מעורבות מובאות בטבלה 1. מהטבלה ניתן להוכיח שעם עליית צרכיה של הבהמה במזון עקב ייצורה הגבוה, חייב הוא להיות יותר מזין, היינו יותר נעכל; וכאשר רמת הייצור נמוכה הבהמה יכולה להסתפק במזון פחות מזין. אם נבטא את הזמינות על-ידי הנעכלות של האנרגיה שבחומר היבש נמצא, שעגלות

טבלה 1. תכולת האנרגיה במנות כל-מעורבות עבור בקר לחלב.

(לפי המלצות המועצה האמריקאית — 1971)

יעוד המנה ←	פרות יבשות	חולבות	עגלות	חולבות	עגלים
תנובת החלב, ק"ג ליום	—	20 <	20—30	—	30 >
אנרגיה, מגק"ל/ק"ג ח"י	2.3	2.7	2.9	2.9	3.2
אנרגיה נעכלת	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6
אנרגיה מטבולית	530	600	650	660	700
כלל חמרים נעכלים, גר' בק"ג	530	600	650	660	700

משותף בהמות בגודל שונה, מבטאת הצריכה בכמות המזון הנצרכת ביחס למשקל הגוף. ליתר דיוק משתמשים במשקל גוף מטבולי שהוא המשקל בחזקה של 0.75. משקל זה מבטא את שטח הפנים של הבהמה המשמש כביטוי לצריכה. לתהליך שימור המזון בעזרת החמצה יש ארבעה יתרונות בולטים:

- ניתן לשמור חמרים לחים ללא ייבוש מלאכותי. בכך נמנע ייקור המזון, בייחוד כיום כאשר מחיר הדלק הוא גבוה.
- ניתן לעבד את המזונות ואת המנות מחמרים מקומיים ולהפחית את ההוצאות במידה ניכרת. משתמשים בהאבסה ישירה של מנות אלו ואין צורך בערבוב נוסף לפני ההאבסה.
- בכמה מחקרים הוכח, שחומר מוחמץ מכיל מספר קטן יותר של בקטריות הגורמות לתחלואה והוא נקי מסלמוגלה.

ניתן להגיע לשימוש מוגבר במזון דל גם כאשר מגבירים את הצריכה למירב, היינו, על-ידי האבסה חפשית בתנאי אכילה טובים. כדי למלא את הצרכים התזונתיים ולא לעבור עליהם, כלומר להקפיד על נצילות המזון, ניתן להחליף במידה רבה יותר מזון משובח במזון דל איכות במנה הנאכלת. ניתן לאמוד את יכולת האכילה של הבהמה בהתאם לזמינות המזון. ככל שהמזון יותר נעכל (יותר מרוכז) הוא עובר יותר מהר את מערכת העכול ומפנה מקום למזון נוסף וכך יכולה הבהמה לעבד יותר חומר יבש. הדבר נכון עד גבול מסוים של ריכוזיות המנה; בריכוזיות גבוהה פוחתת צריכת החומר היבש ונשמרת צריכת האנרגיה. מצויות כמה נוסחאות לפיהן ניתן לאמוד את צריכת החומר היבש של בהמה מסוימת בהתאם למידת עיכול האנרגיה. כדי להעמיד על מכנה

והתנאים הדרושים להכנתו, כדי להגיע לצריכת מזון ההולמת את קצב הגדילה המבוקש.

שיטות וחמרים

חישוב יחסי הרכיבים — זבל טרי, שנאסף מפרות מרבבות תנובה ברפת הניסיונית, הכיל 12%—14% חומר יבש ובו לערך 17% חלבון כללי (חנקן שווה חלבון). כאשר עירבבו זבל טרי עם קש חיטה ביחס 7:3, על בסיס חומר יבש, הכילה התערובת בטרם ההחמצה 30%—35% חומר יבש. לאחר הערכה של תכולת החנקן והמינרלים נמצא, שהמנה מאוזנת אך דלה באנרגיה. נשאלו השאלות: האם תערובת כזו יכולה להחמיץ ביעילות, ומה תהיה ההשפעה של תוספת גרגרים על איכותו של השרמיץ ועל צריכת החומר היבש?

לימוד מקדים של ההחמצה בשקיות פלסטיק קטנות — הרכיבים עורבבו בשלושה צירופים: זבל בקר בשיעור של 30% מהחומר היבש בכל הצירופים עם גרגרי תירס טחונים בשיעורים של 0, 15 ו-30%. בהתאם לכך הוכלל קש חיטה קצוץ ביחס של 40, 55 ו-70%. כמות של 1.5 ק"ג לערך מכל תערובת נארוזה בשקית מחומר פלסטי ואוחסנה בטמפרטורת החדר. כאשר נפתחו היתה דרגת החומציות 4.5 ו-4.7 בשקיות שהכילו 15% ו-30% גרגרים, בהתאמה, ו-5.5 בשקיות ללא גרגרים. נדף ריח אופייני של מזון מוחמץ ולא הורגש הריח האופייני של זבל בקר. השרמיץ ללא גרגרים נטה להתקלקל במהירות.

בחינה מוקדמת של צריכת החומר היבש — הוכנו 500 ק"ג לערך מכל אחד משלושת הצירופים הנ"ל בעגלה מערבלת והוחמצו. מנות השרמיץ, שהכילו 15%—30% גרגרים (על בסיס חומר יבש), הוגשו שלוש שבועות לאחר ההחמצה והמנה השלישית, ללא גרגרים, הואבסה החל מהיום העשירי להכנתה. הסיבה למהלך זה היתה הנטיה של השרמיץ ללא גרגרים להתקלקל. הרכב המנות ואומדן צריכת החומר היבש מובאים בטבלה 2. הצריכה הממוצעת של 4 עגלות בגיל כשנה סוכמה בטבלה 3.

ד. ניתן לקבל מוצר שהבהמה אינה יכולה להבחין במקורותיו בעזרת חושיה. לכן ניתן להאביס בהצלחה רבה חמרי פרש וחמרים אחרים להם רגישה הבהמה במיוחד.

מחקרים שונים מלמדים, שאפשר לערבב ולהחמיץ גרגרים, גידולי מספוא, שחת בעלת איכות נמוכה ושיירי גידולי שדה עם זבל עופות ובקר. העריכו את ההרכב המזין של החמרים המוחמצים והם הואבסו בהצלחה לבקר. אנטוני מאלבמה, ארה"ב, חוקר חלוץ בשטח זה, הצביע על האפשרות להחמיץ זבל בקר ממפטמות עם שחת ולייצר מוצר, שהוא קרא לו Wastelage (תחמיץ שאריות-שרמיץ). הוא השתמש ביחס של 57 חלקים זבל בקר מפטמות ו-43 חלקים של שחת טחונה בתערובת, שהכילה כ-50% חומר יבש. תערובת זו הוחמצה עם 40%—60% גרגרים והואבסה בהצלחה לעגלי פיתום. אנטוני דיווח, ששרמיץ לו הוסיפו ויטמין א' התבטא בביצועים נאותים גם כאשר הואבס לרחלות ופרות בשר.

במחקר, שבוצע באוהיו, הוכן השרמיץ מקש תירס או חיטה וזבל בקר. הרכב דל-ערך זה החליף בהצלחה את הכמויות הקטנות של מזון גס הדרושות לעגלי פיתום, שגודלו על מנה עשירת אנרגיה. הדבר הוכח בתוצאות המבצעים, באופי דפנות הכרס ובמספר מקרי דלקות הכבד.

בתהליך „צרקו" (Creco), שפותח בקולורדו ומוגן כפטנט, משתמשים בזבל של עגלים המפוטמים במנה עשירת אנרגיה. הזבל עובר צנטריפוגציה למקטע מוצק, זה נשטף במים, מוחמץ בהצלחה בכ-35% חומר יבש ומשמש להזנה חוזרת באותה המפטמה.

מטרת המחקר הנוכחי היא להעריך מנות כל-מעורבבות ומוחמצות, העשויות מקש חיטה, זבל בקר וגרגרי תירס, בהזנה חפשית לעגלות עדר החלב מגזע הולשטיין בשנה השניה לחייהן. ההנחה היא, שהערך המזין הידוע של רכיבי המזון-הנבחרים, אומדן הצריכה והמידע על אופן ההחמצה יוכלו לשמש להערכת ההרכב של מנות יעילות ומאוזנות מבחינה תזונתית

טבלה 2. חישובי שלוש מנות תחמיץ, העשויות מקש חיטה, גרגרי תירס וזבל בקר והמכילות כמות שונה של אנרגיה נעכלת.

המנה	חומר יבש %	אנרגיה נעכלת, מגק"ל/ק"ג חומר יבש	צריכת חומר יבש ק"ג ליום	מנה יומית		חלבון כללי %
				ק"ג ליום	%	
1						
קש חיטה	40	0.81	3.18	3.53	15.6	1.44
גרגרי תירס	30	1.20	2.38	2.56	11.7	3.00
זבל בקר ¹	30	0.54	2.38	16.45	72.7	5.40
צריכה יומית	100	2.55	7.95	22.63 ²	100.0	9.84
		20.27 מגק"ל	2.27% ממשקל הגוף			782 גר'
2						
קש חיטה	55	1.12	3.90	4.34	21.5	1.98
גרגרי תירס	15	0.60	1.06	1.18	5.8	1.50
זבל בקר	30	0.54	2.13	14.69	72.7	5.40
צריכה יומית	100	2.26	7.10	20.21 ²	100.0	8.88
		16.05 מגק"ל	2.03% ממשקל הגוף			630 גר'
3						
קש חיטה	70	1.42	4.35	4.83	27.3	2.52
זבל בקר	30	0.54	1.86	12.82	72.7	5.40
צריכה יומית	100	1.96	6.21	17.66 ²	100.0	7.92
		12.17 מגק"ל	1.77% ממשקל הגוף			492 גר'

(1) תכולת האנרגיה הנעכלת הוערכה ב-1.8 מגק"ל בק"ג חומר יבש עם 18% חלבון כללי. ערכי האנרגיה והחלבון לרכיבים האחרים הם לפי הטבלאות.

(2) תכולת החומר היבש בכל התערובות הייתה 35%.

(3) הצריכה חושבה לעגלה במשקל 350 ק"ג בעזרת המשוואה $Y = 4.57 + 31.75X + 15\%$
 Y = צריכת החומר היבש, גר' לק"ג משקל גוף מטבולי.
 X = כמות האנרגיה הנעכלת בק"ג חומר יבש.

טבלה 3. צריכת החומר היבש משלושת התחמיצים הנבדלים זה מזה ביחס בין גרגרי התירס לקש החיטה*.

המנה	יחסי הרכיבים (% חומר יבש)			צריכת חומר יבש		
	גרגרי תירס	קש חיטה	זבל בקר	ק"ג ליום	% ממשקל הגוף	גר' לק"ג מטבולי
תחמיץ-30	30	40	30	7.19	2.09	90.1
תחמיץ-15	15	55	30	6.34	1.85	79.5
תחמיץ-0	0	70	30	5.48	1.60	68.7
מנה משוערת המתבססת על הנתונים הבאים עבור עגלה במשקל 350 ק"ג למילוי הצריכה לפי התקן האמריקאי:						
תחמיץ-40	40	30	30	7.89	2.25	97.5

* כל מנה הוגשה ל-4 עגלות במשך שבוע.

השקילה. כל סמ"ק הכיל חצי מיליון יחב"ל ויטמין A, 75 אלף יחב"ל ויטמין D ו-5,000 יח' ויטמין E.

תוצאות ודיון

הרכביות של המנות השונות מובאים בטבלה 4 ותוצאות הבדיקות הכימיות שלהן בטבלה 5. תכולת החומר היבש של השרמיצים הניסיוניים היתה נמוכה מהצפוי בגלל תכולת מים גבוהה יותר בזבל הבקר וכל ערכי החמיצות היו נמוכים מ-4.5. נראה לכן, שהמוצר הוחמץ היטב ויכול היה לשמש כבר זמן קצר לאחר הערבוב ובמשך כל השנה. יש לציין, שהחמרים הוחמצו בהצלחה גם בתקופת הקיץ. הגם שלא נבדק כאן ישירות, מחקרים אחרים הראו, שההחמצה מפחיתה את כמות האורגניזמים הפתוגניים.

טבלה 4. תכנית הניסוי והרכב המנות הכל-מעורבות ומוחמצות*.

הרכיבים**	ביקורת	המנות הניסיוניות	
		תחמיץ-40	תחמיץ-20
תחמיץ תירס	50		
תחמיץ אספסת	50		
גרורי תירס		40	20
קש חיטה		30	50
זבל בקר		30	30

* עשר עגלות בקבוצה בתקופת האבסה של 60 יום. ** מבוטאים כאחוז מהחומר היבש במנה, שהורכבה מקש חיטה קצוץ, גרגרי תירס טחונים וזבל בקר טרי מפרות מרבות תנובה. הובל נאסף מדי יום. אלה עורבבו והוחמצו במשך 30 יום לפני ההאבסה.

מקטעי דופן התא והליגנו-צלולוזה במנת הביקורת, העשויה ממוזנות קונבנציונליים, היו דומים בערכם לאלו שבתחמיץ-40 (המכיל 40% גרגרי תירס). עם זאת, תוספת משקל הגוף היתה נמוכה יותר אצל העגלות שהואבסו בתחמיץ-40 (טבלה 6). ערכי העיכול המלאכותי של החומר היבש והחומר האורגני מתיחסים באופן ברור יותר לערכים המחושבים של תכולת האנרגיה הנעכלת ולגדילה, כפי שאפשר לראות

ניסוי בהזנת עגלות בשנתן השניה — חיזור- בים, המבוססים על נתוני צריכה מוקדמים (טבלה 3), הראו, שכדי למלא את הדרישות התזונתיות לגידול עגלה מעדר החלב, לפי ההמלצות האמריקאיות, החומר היבש בשרמיץ צריך להיות מורכב מ-40% גרגרי תירס טחונים המוחמצים עם 30% קש חיטה קצוץ ו-30% זבל בקר. לשם השוואה הוכן שרמיץ נוסף, שהכיל מחצית הכמות של גרגרי התירס (20% מהחומר היבש) וכן מנה שלישית לביקורת, שהורכבה מתערובת של תחמיץ תירס ואספסת בשיעור של 50% כל אחד. שתי המנות הניסיוניות של השרמיץ הוכנו בעגלה מערבולת בכמות של 25 טון כל אחת ונערכו על משטח בטון וכוסו ביריעה פלסטית. המנות הוכנו במאי 1975, והחלו בהאבסתן חודש לאחר מכן. שלושים עגלות הולשטיין בנות כשנה ויותר חולקו לשלוש קבוצות בהתאם למשקל גופן. כל קבוצה הוחזקה ביחידה נפרדת, ללא ריפוד, והובל נגרף. ההזנה היתה קבוצתית והוגשה באופן חפשי פעם ביום, בשעות 8–10 בבוקר. הכמות חושבה באופן שלמחרת בבוקר נשארו כ-10% שאריות. אלו נאספו ופוזרו על פני המזון הטרי. בדרך זו הובטחה האבסה חפשית ואכילה מירבית ללא הצטברות של שאריות מזון. בשבועיים הראשונים הוגשה לכל העגלות מנת הביקורת המקובלת בגידול העגלות בעדר המקומי. השבוע השלישי היה בבחינת תקופת מעבר שבה הורגלו העגלות למנות הניסיוניות. חלק אחד מכל אחת משתי המנות הניסיוניות של השרמיץ עורבב עם 3 חלקים ממנת הביקורת והוגש במשך יומיים; ביומיים הבאים נעשתה פעולה דומה ביחס של 1:1 ובשלושת הימים האחרונים ביחס של 1:2 (המנה הניסיונית: מנת הביקורת). מהלך זה איפשר לעגלות להתרגל במשך שבוע למנות בלתי מוכרות להן, והיתרון ההתחלתי של מנת הביקורת הצטמצם. נתוני הגדילה מהשבוע השלישי ומשבוע המעבר אינם מדווחים. העגלות נשקלו ביומיים האח-רונים של שבוע המעבר, בשבוע השלישי, בשבוע השישי וכן ביומיים האחרונים של הניסוי. כל העגלות קיבלו זריקת 2 סמ"ק ויטמינים בעת

טבלה 5. הרכב הכימי של הרכיבים ושל המנות המוחמצות.

סכימול מלאכותי				יחס סידן : זרחן	רכיבי החומר היבש							דרגת חומציות	
דופן התא	חומר אורגני	חומר יבש	זרחן		סידן	אפר	צלוזה ADF	ליגנר NDF	דופן התא	חלבון ליגנר צלוזה	חלבון כללי		% יבש
78.6	57.0	80.2	2.1 : 1	0.30	0.85	4.5	29.1	46.0	0.7	14.1	42.1	4.28	ביקורת
71.3	42.0	72.5	0.9 : 1	0.58	0.55	6.0	29.1	47.4	1.0	13.6	31.5	4.23	תחמיץ 40
62.9	43.0	64.8	1.1 : 1	0.52	0.58	6.1	38.3	66.7	1.0	12.4	29.9	4.48	תחמיץ 20
97.9	92.1	98.7	0.3 : 1	0.18	0.05	1.2	4.0	16.1	0.5	10.6	91.1		רכיבים
58.9	48.9	60.1	3.1 : 1	0.09	0.28	2.6	50.0	18.0	0.5	4.3	88.6		גרנני תירס
56.1	32.9	60.8	1.3 : 1	1.15	1.43	14.6	33.6	58.4	2.2	16.9	11.4		קש חיטה
													זבל בקר

Van Soest = חומצת נמסה בדרגת חומציות; מקטע הליגנצולוזה, לפי Van Soest.
Van Soest = חומצת נמסה בדרגת ניטרלי; מקטע דופן התא, לפי Van Soest.

בנתונים הבאים: ערכי העיכול המלאכותי של תחמיץ-40 ושל תחמיץ-20 הגיעו לכ-90% ו-80%, בהתאמה, מאלו של מנת הביקורת (טבלה 5). תכולת האנרגיה הנעכלת המחושבת של מנות אלו היתה 94% ו-80%, בהתאמה (ראה הערה 2, טבלה 6). הצריכה היומית של אנרגיה נעכלת ומינה לשם גדילה (לאחר ניכוי הצריכה לקיום) היתה 82% ו-20% מזו של קבוצת הביקורת, והיתה דומה לתגובת הגדילה — 85% ו-18% מזו של קבוצת הביקורת.

טבלה 6. השפעת המנות על צריכת החומר היבש ועל תוספת המשקל של העגלות שבניסוי.

מנות				
מומלץ ¹	תחמיץ-20	תחמיץ-40	ביקורת	
				צריכה
9.3	6.97	8.56	8.79	חומר יבש, ק"ג ליום
	1.39	3.42		גרורים, ק"ג ליום
	3.49	2.57		קש חיטה, ק"ג ליום
	2.09	2.57		זבל בקר, ק"ג ליום
	5.58	5.14		קש חיטה + זבל בקר, ק"ג ליום
2.32	1.85	2.15	2.18	ח"י, % ממשקל הגוף
104.0	81.6	96.2	97.6	ח"י, גר' לק"ג משקל גוף מטבולי
22.9	15.8	22.8	24.8	אנרגיה נעכלת, מגק"ל ליום ²
9.3	2.2	9.2	11.2	אנרגיה לגדילה, מגק"ל ליום ³
800	795	1,079	1,169	חלבון כללי, גר' ליום ⁴
26	40	47	75	סידן, גר' ליום
20	36	50	26	זרחן, גר' ליום
	374.0	378.0	382.0	משקל גוף התחלתי, ק"ג
	383.0	416.0	431.0	משקל גוף סופי, ק"ג
0.750	0.143	0.693	0.813	תוספת משקל, ק"ג ליום

- 1 לעגלה מעדר החלב במשקל 400 ק"ג.
- 2 הערכים לחישוב האנרגיה הנעכלת הם: ביקורת — 2.82; תחמיץ-40 — 2.66; תחמיץ-20 — 2.27. מגק"ל לק"ג חומר יבש. זבל בקר הוערך ב-1.5 מגק"ל לק"ג חומר יבש.
- 3 מגק"ל אנרגיה נעכלת ליום פחות 13.6 מגק"ל לקיום.
- 4 מחושב כחלבון כללי פחות חלבון בליגנוצ'ולוזה.

וזה היתה יותר גבוהה מהמלצות ההזנה האמריקאיות (800 גרם). בתחמיץ 20 היתה הצריכה 795 גרם ליום — בגבולות ההמלצות. לכן אין זה סביר שצריכת החלבון הגבילה את הגדילה. תכולת האפר בזבל הבקר היא גבוהה יחסית וערכי הסידן והזרחן יכולים להשלים ביעילות את גרגרי התירס וקש החיטה. היחס בין הסידן לזרחן בזבל הבקר הוא 1.0—1.3 ומועיל לאיזון המנות הניסיוניות של השרמיץ בהן התקבל יחס של 0.9 ו-1.1. יחס זה קרוב יותר למומלץ

כל המנות הכילו יותר מ-12% חלבון כללי בחומר היבש, וכאשר הופחת מערך זה החלבון הבלתי-נעכל, הקשור למקטע הליגנוצ'ולוזה, הן הכילו עדיין כ-11% חלבון כללי. מקובל, שתכולת חלבון כזו היא מעל לרמה העלולה להגביל את צריכת המזון. גם הצריכה היומית של חלבון כללי חושבה לאחר הפחתת כמות החלבון הקשור למקטע הבלתי נעכל של הליגנוצ'ולוזה. הצריכה היתה 1,169 ו-1,079 גרם חלבון כללי ליום במנת הביקורת ובתחמיץ-40,

(1.3) מאשר במנת הביקורת בה נמצא יחס של 2.8. הצריכה היומית של סידן וזרחן בכל המנות היתה מעל הרמה המומלצת. הרכב יסודות הקורט במנות השונות (טבלה 7) מלמד, שאין צורך בתוספת כאשר זבל בקר נכלל במנה בשיעור ניכר.

טבלה 7. הרכב יסודות הקורט במנות וברכיביהן.

חלקי מיליון				אחוז בחומר היבש				
מגנז	אבץ	נחושת	ברזל	נפריט	נתרן	אשלגן	מגנזיום	
מנות								
35	27	9	325	0.23	0.006	1.18	0.19	ביקורת
67	66	13	440	0.31	0.180	1.22	0.30	תחמיץ-40
105	71	14	435	0.31	0.155	1.24	0.31	תחמיץ-20
רכיבים								
8	23	2	29	0.12	0.021	0.40	0.14	גרגרי תירס
43	13	2	114	0.11	0.004	0.55	0.074	קש חיטה
185	20	47	935	0.64	0.490	2.56	0.76	זבל בקר
20	40	10	100	0.20	0.100	0.70	0.08	מומלץ כמינימום

לגדילה. הנתונים על התכולה והצריכה של חלבון ומינרלים במנות השרמיץ תומכים בהנחה, שהתכולה הנמוכה של אנרגיה ומינה היא שהגבילה את צריכת המזון. מענין לציין, שבתחמיץ-40 נצרכו פי 2.5 יותר גרגרים מאשר בתחמיץ-20, אך דבר זה הפחית את צריכת זבל הבקר והקש ב-8% בלבד (5.14 לעומת 5.58 ק"ג ליום). אין ספק, שהחלפת קש חיטה בחומר בעל איכות טובה יותר או בקש מטופל תפחית את הצורך בהוספת גרגרים.

בטבלה 8 מסוכמים נתוני צריכת החומר היבש. הצריכה של קבוצת הביקורת היתה 97.6 גרם לק"ג משקל גוף מטבולי והיתה זהה לצריכת כל העגלות בתקופה הראשונה — 98.2 גרם. צריכת החומר היבש של קבוצת תחמיץ-40 היתה קרובה לזו של קבוצת הביקורת והיתה יציבה במשך כל תקופת הניסוי. צריכת תחמיץ-20 היתה גמוכה יותר ופחות יציבה, אך עלתה בהדרגה. קשה לאמוד אם זו היתה תגובת פיצוי לצריכה התחלתית גמוכה או עליה אופינית למנה זו. תקופת ניסוי ממו-שכת יותר יכולה להבהיר סוגיה זו.

כדי לחשב את הרכב המנות ולאמוד את הצריכה, תכולת האנרגיה הנעכלת של זבל הבקר נאמדה ב-1.8 מגק"ל בק"ג חומר יבש. ערך זה שימש בטבלאות 2 ו-3 בשלב המוקדם של המחקר. נתונים מעטים ונבדלים מאוד מצויים כיום על מקדמי העיכול של זבל הבקר; הערכים נעים בין 27% ל-48%. מקלור, במחקריו באוהיו, מצא נעכלות של 40% עבור זבל עגלים, שגודלו על מנת מזון מרוכז בלבד. זאת בהשוואה ל-20% כאשר תחמיץ תירס היה רכיב חשוב במנה. באופן מעשי, ערך של 1.5 מגק"ל אנרגיה נעכלת בק"ג חומר יבש איננו גורם להבדלים ניכרים, כאשר זבל הבקר נכלל במנה בשיעור של 30 אחוז. עם זאת, נראה מתוך החישובים, שערך זה הוא יותר מעשי, ועל כן שימש בשלבים מאוחרים יותר של המחקר. אין ספק, שדרושים נתונים נוספים על ההרכב הכימי של זבל הבקר ועל הגורמים המשפיעים על ערכו המזין.

הערכים הנמוכים של אנרגיה ומינה בקש חיטה ובזבל בקר ותכולתם הרבה במנה הם הסיבה העיקרית לצורך בכמויות רבות של גרגרים כדי להשלים את רמת האנרגיה הדרושה

טבלה 9 מציגה את כל נתוני הצריכה בניסוי — 5 צירופי מנות תחמיץ ומנת ביקורת אחת — חלקם מבדיקות הצריכה עם 4 עגלות וחלקם מהניסוי עם 30 עגלות. תכולת האנרגיה הנעכלת של המנות חושבה לפי הערכים שבטבלאות; גרגרי תירס — 4.01, קש חיטה — 2.03 וזבל בקר כ-1.5 מגק"ל בק"ג חומר יבש. השפעת תכולת האנרגיה הנעכלת על הצריכה נאמדה בעזרת משוואה, שהוצעה על-ידי שני חוקרים אמריקאיים — דניוס ובאומגרדט (ראה טבלה 2). המשוואה מטפלת במזונות בעלי איכות נמוכה עד בינונית — 1.80—2.47 מגק"ל אנרגיה נעכלת בק"ג חומר יבש. מחקרם נעשה בכבשים, ולכן תוספת בשיעור 15% שימשה לאומדן הצריכה בבקר, כפי שהוצע על-ידי הבריטים. ההשוואה בין הצריכה הצפויה לצריכה המבוצעת (בטבלה 9) מצביעה על הבדל של 6%. לפיכך נראה, שאין סיבה להמנע משימוש במשוואת הצריכה הצפויה; אולם כאשר משתמשים בתחמיצים הנ"ל יש לשנות את התוספת מ-15% ל-9%. מנת הביקורת נצרכה בשיעור הנמוך ב-10% מהצפוי. המשוואה המקורית הוכנה כאשר המנות היו יבשות ומכופתות והרכיבים היו שונים. במחקר הנוכחי שימשו תחמיצים וזו עלולה להיות אחת הסיבות לצריכה יותר נמוכה; ואכן ידוע, שתחמיצים נאכלים בדרך כלל במידה פחותה מאשר חומר יבש או טרי. נראה, שטוב להשתמש בכמה בהמות לבדיקת הצריכה, כאשר המטרה היא לקבוע באופן ישיר את היחסים המתאימים בין רכיבים שונים במנה לצורך הזנה חפשית המיועדת להשגת ביצוע מסוים. לפחות מנה אחת, הכוללת את הרכיבים המיועדים, תבדק כנקודת מוצא לשימוש במשוואת חיזוי הצריכה. קשה כיום לראות אפשרות, שמדד אחד, יהיה זה תכולת האנרגיה הנעכלת או כל מדד אחר, יוכל ליצג את כל סוגי הגורמים במזון; ההרכב הכימי, המבנה הפיסיקלי, שיטות השימור, וכן תנאי הסביבה וגורמים נוספים היכולים להשפיע על הצריכה ועל מבצעי הבהמה.

טבלה 8. צריכת החומר היבש של עגלות הניסוי.

מנה	תקופת הניסוי										תקופה מוקדמת לניסוי (שבועיים)
	ממוצע 8 שבועות					4-1 שבועות					
	מבטל גוף משקל		גרי לקי"צ משקל גוף מסבולי	מבטל גוף משקל		גרי לקי"צ משקל גוף מסבולי	מבטל גוף משקל		גרי לקי"צ משקל גוף מסבולי		
	הגוף	%		הגוף	%		הגוף	%			
ביקורת	97.6	2.18	98.8	2.18	96.5	2.17	97.9	2.21	2.21		
החמיץ-40	96.2	2.15	97.1	2.16	95.2	2.15	97.5	2.21	2.21		
החמיץ-20	82.6	1.85	87.8	2.00	75.4	1.71	99.1	2.25	2.25		
ממוצע							98.2	2.22	2.22		

טבלה 9. הצריכה הצפויה והמבוצעת של תחמיצים העשויים מקש חיטה ומזבל בקר, כפי שהושפעה מתכולת הגרגרים והאנרגיה הנעכלת.

צריכת החומר היבש, גר"/ק"ג משקל גוף מטבולי			תכולת האנרגיה הנעכלת, מגק"ל/ק"ג חומר יבש	הרכב התחמיצים (% מהחומר היבש)		
מבוצעת	צפויה ¹	% מהצפויה		זבל בקר	קש חיטה	גרגרי תירס
93.8	102.5	96.2	2.66	40 ²	30	30
94.7	95.1	90.1	2.46	30 ³	40	30
93.8	87.0	81.6	2.27	20 ²	50	30
94.1	84.5	79.5	2.17	15 ³	65	30
93.5	73.5	68.7	1.87	0 ³	70	30
94.0	בממוצע					
90.0	108.4	97.5	2.82	מנת תחמיצי תירס ואספסת		

(1) ראה משוואה בטבלה 2, הערה 3.

(2) צריכה ממוצעת של 10 עגלות במשך 60 יום.

(3) צריכה ממוצעת של 4 עגלות במשך שבוע.

התייחסות כלכלית

הקש, בחמרים בעלי איכות משובחת יותר. שתי השיטות עשויות להפחית את כמות הגרגרים הדרושה במנה ולהוזיל את מחירה.

סיכום

במחקר מקדים עורבבו קש חיטה מקוצץ וזבל בקר טרי מפרות מרבות תנובה באופן שהתערובת הכילה 30%–40% חומר יבש וזו הוחמצה בשקיות פלסטיות קטנות. הפעולה נעשתה בהצלחה רבה יותר כאשר הוסיפו לתערובת גרגרי תירס לשם העלאת תכולת האנרגיה הזמינה ובכך שימשה זו כמנה שלמה. הוכנו שלוש מנות, שהכילו (על בסיס חומר יבש) 0, 15 ו-30% גרגרים. בכל התערובות נכללו 30% זבל בקר והיתרה היתה קש חיטה. כל התערובות הכילו 30% או 35% לערך חומר יבש. תערובות אלו הוחמצו והוגשו לארבע עגלות מעדר החלב במשך שבוע כדי לבחון את הכמות הנאכלת. מנתונים מוקדמים אלו חושב, שתחמיץ העשוי מזבל בקר וקש חיטה (כ"א בכמות של 30% מהחומר היבש) ידרוש תוספת של כ-40% גרגרי תירס, כדי להרכיב מנה, שתספק את צריכת האנרגיה הנעכלת

ההערכה הכלכלית של המנה מתבססת על שתי הנחות: (א) זבל הבקר וקש החיטה (לאחר ששימש לריפוד) נמצאים במשק החלב ומיחזורם דרך קיבת הבהמה לשימוש כזבל בשדה אינו מחייב לנקוב להם מחיר בתור רכיבי מזון; (ב) לפי תוצאות הגדילה במנת הביקורת ובתחמיץ-40, ולפי חישוב ערכי האנרגיה הנעכלת הנותרת לגדילה (טבלה 8), תחמיץ-40 שווה כ-85% ממנת הביקורת, היינו 8.6 ק"ג תחמיץ-40 שווים בערכם המזין ל-7.5 ק"ג ממנת הביקורת עבור גדילת עגלות. לפי ההנחה הראשונה, שזבל הבקר והקש ניתנים במחיר 0, הרי 3.4 ק"ג גרגרים (8.4 ק"ג חומר יבש ליום × 40% גרגרים) שווים במחירם ל-7.5 ק"ג מספוא מקובל. בהנחות מקילות אלו מחיר המספוא הגס הוא 45% ממחיר הגרגרים. במקור-מות או במצבים בהם המזון הגס חסר או שאינו מצוי בשפע או שמחירו, יחסית לגרגרים, הינו גבוה מהיחס, שהוצע כאן, ניתן להכין מנות מהרכיבים הללו אף זמן קצר לפני ההאבסה. מצויות שתי דרכים להפחתת מחיר התחמיץ: (א) לשפר את איכות החמרים בעזרת טיפול כימי; (ב) להחליף את מוצרי הלוואי, כגון

העגלות 143 גרם ליום בלבד. צריכת החומר היבש של תחמיצים אלו ניתנת להערכה בעזרת משוואת הצריכה, תוך הוספה של 9% לערכים שבמשוואה. יש ערך למדידת הצריכה של החומר היבש, כאשר המנות השלמות מיועדות להזנה חפשית במחקר או בעדר מסחרי. זבל בקר מפורות מרבות תנובה מכיל לערך 17% חלבון כללי, 15% אפר ו-56% נעכלות מלאכותית של החומר האורגני (על בסיס חומר יבש). הזבל מוסיף למנה בעיקר חלבון כללי ומינרלים ולא דווקא אנרגיה. יש לכלול במנה יותר גרגרים לשם השגת הגדילה המבוקשת אם היא מכילה כמות רבה של זבל בקר או של מוצרי לוואי דלי איכות של גידולי שדה.

לגדילה כפי שמומלץ בהוראות ההזנה האמריקאיות.

בניסויים נבדקו שלוש מנות: (א) מספוא מקובל — 50% תחמיץ תירס ו-50% שחמיץ אספסת; (ב) שרמיץ העשוי מ-40% גרגרי תירס, 30% קש חיטה ו-30% זבל בקר; (ג) שרמיץ העשוי מאותם רכיבים ביחס של 20:30:50. נמצא, שמנה בעלת איכות טובה של המספוא המקובל (תחמיץ תירס ושחמיץ אספסת), והמוגשת באופן חופשי, הביאה לגדילה של 813 גרם ליום. תחמיץ המכיל 40% גרגרי תירס שימש בהצלחה כמנה לגדילה והוסיף למשקל העגלות 700 גרם לערך ליום. התחמיץ שהכיל 20% גרגרי תירס הוסיף בממוצע למשקל



"כלן" איורור לרפתות

● המאוררים מותאמים במיוחד לאורור כל סוגי הרפתות, בגדלים והספקים שונים. ● נבדקו ומומלצים ע"י המכון להנדסה חקלאית של הטכניון, חיפה והמכון להנדסה חקלאית בית דגן. ● המאורר היחיד שהוכיח את פעולתו היעילה ממשית בשטח (מרחביה, בית זרע, שער העמקים, דגניה ב', יפעת ועוד). הצטרפו גם אתם לעשרות המשקים הנהנים מהציווד המעולה של **כלן-סטורק**. פנו לקבלת יעוץ ללא כל התחייבות:

"כלן" בע"מ ת"א: רח' צייטלין 8 טל. 262568, 269550