

ספיגת מינרלים על ידי פרת החלב: תרומת זבל העופות במנה

דניאל בן-גדליה, יהושע מירון, אדית יוסף
היחידה המטבולית, מרכז וולקני, בית דגן

תקציר

המסופק בבלילים מקורו בפיטט שבגרעינים ואם כי ידוע היום, שבקר מסוגל לנצל יפה מקור זה של זרחן, עודפי סידן במנה עלולים ליצור מלחי סידן קשייתמס עם החומצה הפיטית ולהקטין ספיגת הזרחן באופן ניכר (Morse et al., 1992). בעקבות הסקר עלתה המודעות של הספקת הזרחן.

רמת המגנזיום בבלילים היתה לפי המומלץ (NRC 1989), אם משום שיש המוסיפים מגנזיום-אוקסיד או זבל עופות למנה. הספקת הגפרית לגבוהות תנובה בארץ טובה, זאת יודעים בעקבות הסקר; כך הדבר גם ביחס לאשלגן, וברמה הארצית אין צורך להוסיף אשלגן לבלילים. אבל הנתרן שהוא היסוד הפשוט ביותר להוספה, נמצא בחסר בחלק גדול של הבלילים. כאמור, נושאים אלה זוכים כעת ליתר תשומת לב והדבר מתבטא במנות מאוזנות יותר בהרכב המינרלים. לכך תרם מידע חשוב נוסף שלא היה בנמצא עד 1992, אטלס הרכב המינרלים של מזונות הרפת בישראל. (בן-גדליה, מירון & יוסף, 1992), שאותו פירסמו והפצנו בין הגורמים הנוגעים בדבר. כעת ניתן להרכיב מנות מאוזנות במינרלים ולאמוד בקירוב רב את הרכבן.

בהספקה מאוזנת של יסודות לא סגי, יש לדעת אף את זמינותם. אלא שעד היום לא היה בנמצא שום מידע על מקדמי הספיגה של המינרלים שהוזכרו לעיל מתוך הבלילים המוגשים בארץ לפרות גבוהות תנובה. העבודה שלפנינו באה להשלים חסר זה ומטרתה למדוד את מקדמי ספיגת הנטו (מס"נ) של המינרלים מתוך בליל מצוי וכזה ש-10% מהח"י שבו הוחלפו על ידי זבל עופות (ז"ע).

חומרים ושיטות

בעבודה זאת השתתפו עשר פרות שהניבו

בעבודה זאת נבדקה ספיגת הסידן, הזרחן, המגנזיום, הגפרית, האשלגן והנתרן, על ידי פרות שהניבו 39 ק"ג חלב ליום מתוך מנה ישראלית רגילה (ביקורת), וכוו ש-10% מהחומר היבש שלה הוחלפו בזבל עופות. במנת הטיפול תרם הזבל 44% של תצרוכת הסידן, 41% של הזרחן, 32% של הגפרית, 23% של המגנזיום ו-26% של תצרוכת האשלגן, על פי NRC. ספיגת כל המינרלים (מחצבים) היתה גבוהה יותר במנת הזבל מאשר בביקורת. ספיגת המגנזיום (29.4% ו-45.6%) וספיגת האשלגן (86.7% ו-79.4%), נבדלו באופן מובהק בין שתי המנות. ספיגת הסידן (22.3% ו-30.1%), היתה הנמוכה ביותר מאלה של כל היסודות, וזאת של הנתרן (90.2% ו-84.2%) הגבוהה ביותר. ספיגת הזרחן היתה 39.1% ו-45.3%, וזאת של הגפרית 62.2% ו-65.6%. זבל העופות בשיעור של 10% מהחומר היבש של המנה, מהווה מקור טוב של מינרלים זמינים עבור פרת החלב.

מבוא

נושא ההזנה המינרלית של פרת החלב הישראלית צעד לאחרונה מספר צעדים קדימה. עד 1991 חסר המידע הבסיסי אודות הרכב המינרלים בבלילים של גבוהות התנובה. סקר הזנה מינרלית בבקר גבה תנובה שנערך על ידנו (בן גדליה, מירון & יוסף, 1991) סיפק את המידע הדרוש. התברר שמרכזי המזון והרפתנים נוטים לסייד את פרותינו בעודפי סידן (במקרים מסויימים, מעל 2% מהח"י של המנה), העלולים להשפיע לרעה על ספיגתם של יסודות אחרים (Catheart et al., 1983; Harrison & Conrad, 1984). בעקבות הסקר ניכרת הקפדה שלא לעבור את הרמה של 1% סידן במנה. במקביל נמצאו בחלק מהבלילים ריכוזים נמוכים מהמומלץ של זרחן (0.3% על בסיס ח"י, ולמטה מזה). רב הזרחן

(1995), כשהוא מעורב בבילל בשיעור של 0.5 ג' Cr_2O_3 לק"ג בליל יבש. כימות הצואה היומית נעשה על בסיס ריכוזי Cr בבילל ובצואה. דיגום הצואה נעשה פעמיים ביום בהפסקות של 12 שעות, כאשר כל יום זו שעות הדיגום שעתיים אחורה. דיגומי הצואה אוחדו לפרה על בסיס ח"י, יובשו בתנור ב-105 מע"צ ונטחנו ל-1 מ"מ.

טבלה 2. הרכב המינרלים בזבל העופות (%) ע"ב ח"י (ובמי השתיה (מ"ג/ל").

היסוד	זבל עופות	מי-שתיה
סידן	2.84	36
מגנזיום	0.57	27
זרחן	1.68	0.09
גפרית	0.64	18
אשלגן	2.59	7.70
נתרן	0.38	103

דוגמאות מיובשות של בליל, שאריות וצואה עברו שרפה רטובה בתערובת של חומצה חנקתית ופריכלורית, והמינרלים נקבעו במכשיר ICP.

הכרום נקבע במכשיר בליעה אטומית. ותוצאות המס"נ עברו ניתוח סטטיסטי רגיל.

תוצאות ודין

טבלה 2 מראה את הרכב המינרלים של זבל העופות ושל מי השתיה. על פי הרכבו, זה ז"ע רגיל שאינו חורג מבדיקות קודמות שערכנו בחומרים אלה (בן-גדליה וחובי, 1992). הרכב המינרלים של המים הובא בחשבון כחלק מצריכת היסודות.

טבלה 3 מראה את הרכב היסודות בבילל הביקורת ובמנת הניסוי באחוזים וכן את רמת התספוקת ביחס להמלצת NRC. הספקת המינרלים היתה טובה בביקורת ועודפת בניסוי.

בטבלה 4 מופיעים נתוני צריכת היסודות ותוצאות מקדמי הספיגה נטו (מס"נ). תרומת היסודות של ז"ע במנת הניסוי מוצגת בטבלה 5. לסידן המס"נ הנמוך ביותר מבין המינרלים. אין הדבר קשור במסיסותו בכרס כפי שהוצע על ידי

בממוצע 39 ק"ג חלב ליום ואשר חולקו לשתי קבוצות שוות על פי הגיל, המרחק מההמלטה, התחלובה ומשקל הגוף. הפרות הוחזקו ברפת המטבולית; קבוצת הביקורת קיבלה בליל רב-מרכיבים ישראלי מצוי שהרכבו מופיע בטבלה 1, וקבוצת הטיפול קבלה את אותו הבילל כש-10% מהח"י הוחלפו בז"ע. המזון הוגש כל יום בשעה 10.00. ההאבסה והספקת המים היתה חופשית. איסוף, שקילה ושמירה ב-20 - מע"צ של שאריות הבילל מהיום הקודם, קדמו להגשת הבילל. צריכת המזון היומית הממוצעת היתה 19.5 ו-20.0 ק"ג ח"י ושתית המים 85 ו-95 ליטר בביקורת ובטיפול, בהתאמה. מי השתיה עשירים בכמה מינרלים, ולכן נמדדה צריכת המים ותרומתם הוכללה בחישוב המס"נ.

טבלה 1. הרכב הבילל באחוזים על בסיס חומר יבש.

שעורה	5.70
סורגום	0.48
שיפון	7.15
תירס	7.15
טפיוקה	7.20
כוספת סויה	0.95
כוספת לפתית	4.30
כוספת כותנה	9.60
גרעיני כותנה	6.25
סובין	6.80
קליפות גרעיני סויה	0.48
סחיט עגבניות (פולפה)	2.70
שזורת תירס	5.35
תחמיץ חטה	15.9
תחמיץ תירס	12.5
חציר חטה	2.43
חציר אפונה	0.95
מלח בישול	0.40
שתנן + גפרת-אמון	0.48
סידנית	1.50
ויטמינים + יסודות-קורט	0.07
אדולק	1.50
שמן סויה	0.16

הניסוי נמשך 28 יום שכללו 14 ימי הסתגלות ו-14 ימי ניסוי, שבמהלכם סופק הסמן Cr_2O_3 כפי שתואר בעבודתם של Ben-Ghedalia et al.,

טבלה 3. הרכב המאקרו־אלמנטים במנת הביקורת ובמנת זבל העופות (ז"ע).

היסוד	מנת הביקורת		מנת ז"ע	
	% ע"ב ח"י	% מ"מ NRC	% ע"ב ח"י	% מ"מ NRC
סידן	0.91	142	1.10	172
מגנזיום	0.24	96	0.28	112
זרחן	0.46	112	0.59	144
גפרית	0.26	130	0.30	150
אשלגן	2.96	0.96	1.27	127
נתרן	0.27	150	0.30	167

טבלה 4. הצריכה (ג'/יום) ומקדם ספיגת הנטו (מס"נ ב"%) של המינרלים בפרות מניבות שקיבלו את מנת הביקורת ומנת זבל העופות (ז"ע).

היסוד	מנת הביקורת		מנת ז"ע		שט"ם
	צריכה	מס"נ	צריכה	מס"נ	
סידן	181	22.3	226	30.1	2.91
מגנזיום	49.8	29.4	59.0	45.6	1.68
זרחן	90.0	39.1	119	45.3	2.88
גפרית	53.4	62.2	63.4	65.6	2.02
אשלגן	186	79.4	259	86.7	1.74
נתרן	62.2	84.2	70.2	90.2	2.66

ערכים המסומנים באותיות שונות באותה שורה, נבדלים באופן מובהק, $P < 0.05$.

ולמעלי-גרה בכלל (Ben-Ghedalia et al., 1982 (a) & (b)).

בעבודה זאת, תספוקת הזרחן היתה טובה, 112 ו-144% מהמלצת NRC עבור פרות הביקורת ופרות הטיפול, בהתאמה. מקובל בספרות, שעליה בריכוז הזרחן במנה גורמת לירידה בשיעור ספיגתו (Morse et al., 1992). זה לא קרה בניסוי שלנו; להפך, מס"נ הזרחן היה גבוה יותר בטיפול מאשר בביקורת, אם כי ההבדל לא היה מובהק. כמו ביחס לשני היסודות הקודמים, ניתן לומר ש-10% ז"ע במנה יספקו 40% של תצרוכת הפרה, ברמת זמינות שאינה נופלת מזאת של זרחן הפיטט המצוי בגרעינים.

חשוב לציין זאת בהקשר לשתי העובדות הבאות: (א) מס"נ הזרחן במנות שלנו ועל ידי הפרות שלנו אינו מגיע ל-50% (בהתאם להנחה שעליה מבוסס חישוב תצרוכת הזרחן של NRC); (ב) בסקר שפורסם ב-1991, נמצאו

חוקרים שונים (Ledoux & Martz, 1991; Emanuele & Staples, 1994), אלא בעובדה, שספיגת הסידן היא פונקציה של מצבו הפיסיולוגי של בעל-החיים וצרכיו (Field, 1983). תוצאות מס"נ הסידן בעבודה זאת גבוהות יחסית למצוי בספרות. ניתן ליחס זאת להיות הפרות צעירות בתחלובה 2 עד 4 ובשיא התחלובה (Martz et al., 1990). לעומת זאת, אצל פרות יבשות או נמוכות תנובה נמצאו מס"נ נמוכים יותר (Rahnema et al., 1994). מס"נ הסידן היה גבוה למרות שהספקתו היתה 14% ו-170% מהמלצת NRC, בביקורת ובניסוי, בהתאמה. מכאן ניתן להסיק שז"ע מקור טוב של סידן עבור גבוהות תנובה. בכל מקרה רצוי, לא לעבור רמה של 1% סידן במנה, העודף לא יועיל אבל עלול להזיק.

זבל העופות תרם כרבע מתצרוכת המגנזיום, אבל מס"נ המגנזיום היה 45.6% בניסוי ו-29.4% בביקורת. הבדל זה מובהק ומכאן שז"ע הוא ספק טוב ויעיל של מגנזיום זמין עבור בקר לחלב

טבלה 5. תרומת זבל העופות כאחוז מכלל האלמנט הנצרך וכאחוז מהמלצת NRC.

אלמנט	% מסך הצריכה	% מהמלצת NRC
סידן	25.2	44.4
מגנזיום	19.3	22.8
זרחן	28.2	41.0
גפרית	20.2	32.0
אשלגן	20.0	25.9
נתרן	10.7	21.1

לסיכום, זבל העופות ששימש לעבודה זאת התקבל מהמפעל של קיבוץ שריד ששם עוברים עירבוב משלוחים גדולים של ז"ע ממקומות שונים, ולכן ניתן להתייחס לתוצאות של העבודה הזאת כאל תוצאות מייצגות לענין הנדון. ז"ע הוא מקור טוב של מינרלים זמינים להבטחת בקר גבה תנובה בפני חסר.



בלילים שריכוז הזרחן בהם היה 0.3% ופחות. ריכוז זה אינו מאפשר השגת תנובה מירבית (Kincaid et al., 1981) והמסקנה המתבקשת היא, שהמלצת NRC (0.41%) אינה מוגזמת; המעדיפים לתת 0.45% זרחן במנה יבורכו, והעושים זאת באמצעות ז"ע כדי לחסוך ב-DCP, יבורכו כפליים.

יש מעט מאוד נתונים על ספיגת גפרית על ידי בקר חלב. הגפרית נספגת בעיקר כגפרית אורגנית (חומצות-אמינו גפריתיות), והערכים שהתקבלו בעבודה זאת תואמים את המעט הידוע בספרות (Cathcart et al., 1983).

האשלגן והנתרן נספגים בשיעור גבוה (מעל 80%) הן על ידי בקר והן על ידי כבשים (Berton et al., 1976; Solomon et al., 1991 מופרשים בשתן. האשלגן מונן בשיעור מקורב להמלצת NRC; הנתרן ניתן בעודף של 50%-70%. אין בעודפים אלה כדי להזיק. תשומת הלב צריכה להיות נתונה למנועת חסר ביסודות חשובים אלה.

ספרות

1. בן גדליה ד., מירון י. & יוסף ארית. 1991. סקר חומי מינרלים של פרות גבוהות תנובה בישראל.
2. בן גדליה ד., מירון י. & יוסף ארית. 1992. אשלגן חרס המינרלים של מינרלים חרס בישראל.
3. Ben Ghedalia, D., Miron, J. & Yosef, A. 1995. Minerals net absorption from a poultry litter-supplemented TMR by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, submitted.
4. Ben Ghedalia, D., H. Tagari, and A. Geyv. 1982 (a). Absorption by sheep of calcium, phosphorus and magnesium from a poultry litter supplemented diet. *J. Agric. Sci. Camb.* 88:85.
5. Ben Ghedalia, D., H. Tagari, A. Geyv, and S. Zinner. 1982 (b). Availability of macroelements from a concentrate diet supplemented with soybean meal or poultry manure fed to sheep. *J. Dairy Sci.* 65:1760.
6. Berton, G., M. J. Wilson, G. P. Savage, and D. G. Armstrong. 1976. The movements of minerals in the digestive tract of dry and lactating Jersey cows: 1. Net movements of Ca, P, Mg, Na, K and Cl. *Zoot. Nutr. Anim.* 2:107.
7. Cathcart, E. B., J. A. Sheffield, and R. G. Peterson. 1983. The effects of calcium carbonate on the apparent digestibility, serum concentration and apparent retention of dietary minerals in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 63:173.
8. Emanuele, S. M., and C. R. Staples. 1994. Influence of pH and rapidly fermentable carbohydrates on mineral release in and flow from the rumen. *J. Dairy Sci.* 77:2382.
9. Field, A. C. 1983. A review of requirements of dairy and beef cattle for major elements. *Livest. Prod. Sci.* 10:327.
10. Harrison, J. H., and H. R. Conrad. 1984. Effect of dietary calcium on selenium absorption by the nonlactating dairy cow. *J. Dairy Sci.* 67:1860.
11. Ruckstuhl, R. L., Hillers, J. K., and Grosshans, J. D. 1991. Calcium and phosphorus supplementation of rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 64: 754.
12. Ledoux, D. R., and F. A. Martz. 1991. Ruminant solubilization of selected macrominerals from forages and diets. *J. Dairy Sci.* 74:1654.
13. Martz, F. A., A. T. Belo, M. F. Weiss, R. L. Belyea, and J. P. Goff. 1990. True absorption of calcium and phosphorus from alfalfa and corn silage when fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 73:1288.
14. Morse, D., H. H. Head, C. J. Wilcox, H. H. Van Horn, C. D. Hansen, and B. Harris, Jr. 1992. *J. Dairy Sci.* 75:3039.
15. National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 8th ed. Natl Acad. Sci., Washington, DC.
16. Rahmani, S., Z. Wu, O. A. Obajana, W. P. Weiss, and D. L. Palmquist. 1994. Site of mineral absorption in lactating cows fed high-fat diets. *J. Anim. Sci.* 72:228.
17. Solomon, R., E. Yosef, J. Miron, Y. Dier, and D. Ben Ghedalia. 1991. Absorption of macro- and micro-elements by sheep from barley and barley plus sulphur dioxide-treated straw rations. *Small Rumin. Res.* 6:55.