

ספיגת יסודות-קורט על ידי פרת החלב: תרומת זבל העופות במנה

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

תקציר

בעבודה זאת נבדקה ספיגת הנטו של שמונה יסודות-קורט (מיקרו-אלמנטים), על ידי פרות שהניבו 39 ק"ג חלב ליום, מתוך מנה ישראלית רגילה (מרבית מרכיבים), וכזו ש-10% מהחומר היבש שלה הוחלפו בזבל עופות. בשיעור זה תרם הזבל 56% של תצרוכת הנחושת, 93% של האבץ, 105% של המנגן, 123% של הקובלט ו-32% של תצרוכת הסלן, על פי המלצות NRC. ספיגת הנטו של הנחושת (15.6 ו-27.9%), האבץ (39.6 ו-54.0%), והסלן (41.6 ו-63.9%), היתה גבוהה יותר באופן מובהק במנת הזבל מאשר בביקורת. הפרות צרכו כ-7 ג' אלומיניום וכ-10 עד 11 ג' ברזל ליום. ספיגת האלומיניום היתה 19 ו-26%, וזאת של הברזל 14 ו-10%, בביקורת ובמנת הזבל, בהתאמה. הברזל והקובלט מצויים בשפע במזונות הארץ, ניתן לוותר עליהם כמרכיבים בתרכיזים של יסודות-קורט. זבל עופות בשיעור של 10% מהחומר היבש של המנה יספק את מלוא תצרוכת האבץ והמנגן, ומהווה מקור טוב של יסודות-קורט זמינים עבור פרת החלב.

מבוא

אם בתחום הזנת המיקרו-מינרלים (המחצבים) היה מושג קלוש כלשהו ביחס למינון הסידן והזרחן בלבד, הרי עד להופעת סקר ההזנה המינרלית של פרות גבוהות תנובה (בן-גדליה, מירון & יוסף, 1991), נושא הספקת יסודות-הקורט היה בבחינת "קופסה שחורה". על פערי הידע כיסו הרפתנים ומרכזי המזון בשימוש מופרז בתרכיזי יסודות-קורט, ובאותם מקרים שבהם נהגו להוסיף זבל עופות (ז"ע) למנה, לא התייחסו לתרומתו כמקור מינרלים. הספקת הנחושת נמצאה נאותה ברב הבלילים להוציא משקים שמתעקשים על הזנה מינרלית לקויה. שני היסודות האנטגוניסטיים לנחושת,

המוליבדן והגפרית, אינם אמורים לסכן את הספיגה וניצול הנחושת, על פי ריכוזיהם היחסיים בבלילים שנסקרו. גם הספקת האבץ והמנגן נמצאה טובה בבלילים שנסקרו, בין 100 ל-200% מהמלצת NRC. ב-1992 פירסמו את אטלס הרכב המינרלים של מזונות הרפת בישראל (בן-גדליה וחוב', 1992) ומתוכו עולה, שקובלט מצוי בשפע במזונות הארץ והדבר מתבטא בהזנה שופעת של קובלט. לא כך הדבר ביחס לסלן. רב מזונות הארץ דלים מאד בסלן ובמהלך הסקר נמצאו ליקויים בהספקתו לבקר החלב. בדיקות של בלילים שנערכו לאחר מכן מצביעות על שיפור בנדון.

אולם במידע על הספקה שופעת או פושעת של יסודות-קורט בלבד אין כדי להביא גאולה לעולם. להשלמת התמונה יש להוסיף את המידע על זמינותם, ועל כך לא היו כל נתונים ביחס לפרת החלב הישראלית והבלילים המוגשים לה. גם המצוי בספרות העולמית אינו רב בנדון; בדרך כלל מדובר ביסודות שספיגתם מועטה ובמקרים מסוימים אף שלילית (Solomon et al., 1991). נושא מענין נוסף שהתגלה במהלך הסקר – ריכוזים גבוהים מאד של ברזל וחמורן (אלומיניום), שהגיעו בחלק מהבלילים עד 1000 מ"ג/ק"ג בליל יבש. כיצד תשפיע תופעה זאת על הספיגה של היסודות האחרים? העבודה שלפנינו שמה לה למטרה לקבוע בבקר חלב גבה תנובה את מקדמי הספיגה נטו (מס"ג) של יסודות-הקורט מתוך בליל מצוי וכזה ש-10% מהח"י שבו הוחלפו על ידי זבל עופות (ז"ע).

חומרים ושיטות

אותן פרות ואותו ניסוי שתוארו במאמר הקודם (בן-גדליה וחוב', 1995), שימשו גם בעבודה זאת לבדיקת יסודות-הקורט. להלן נשנה תאור הניסוי כדי להקל על הקוראים.

טבלה 1. הרכב הבלייל באחוזים על בסיס חומר יבש.

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

טבלה 2. הרכב יסודות-הקורט בזבל העופות ובמי-השתיה (מ"ג/ק"ג).

היסוד	זבל עופות	מי-שתיה
אבץ	372	0.37
מנגן	421	0.01
נחושת	55.8	0.02
מוליבדן	0.54	0
סלן	0.95	0
קובלט	1.23	0
חמרן (אלומיניום)	810	0.46
ברזל	998	0.03

התספוקת ביחס להמלצת NRC באחוזים. הספקת יסודות-הקורט היתה בעודפים גדולים בשתי המנות: פי 2 עד פי 3 מהמלצת NRC ביחס לנחושת, אבץ ומנגן, פי 4 ביחס לקובלט ופי 10 ביחס לברזל.

טבלה 4 מראה את תרומת יסודות-הקורט של זבל העופות במנת הטיפול. בשיעור של 10% מהח"י של הבלייל, סיפק ז"ע את מלוא התצרוכת של הבקר על פי NRC באבץ, מנגן

השתתפו עשר פרות שהניבו 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 בלייל רב-מרכיבים ישראלי מצוי, שהרכבו מופיע בטבלה 1, וקבוצת הטיפול קיבלה את אותו הבלייל ש-10% מהח"י הוחלפו בו"ע. המזון הוגש כל יום בשעה 10.00, ההאבסה והספקת המים היתה חופשית. איסוף, שקילה ושמירה ב-20°C מע"צ של שאריות הבלייל מהיום הקודם, קדמו להגשת הבלייל. 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 יסודות-קורט, ולכן נמדדה צריכת המים ותרומתם הוכללה בחישוב המס"ג. הניסוי נמשך 28 יום שכללו 14 ימי הסתגלות ו-14 ימי ניסוי, שבמהלכם סופק הקמון (המרקר) Cr_2O_3 כפי שתואר בעבודתם של Ben-Ghedalia et al., (1995), כשהוא מעורב בבלייל בשיעור של 0.5 ג' Cr_2O_3 לק"ג בלייל יבש. כימות הצואה היומית נעשה על בסיס ריכוזי ה- Cr בבלייל ובצואה. דיגום הצואה נעשה פעמיים ביום בהפסקות של 12 שעות, כאשר כל יום זו שיעון הדיגום שעתיים אחורה. דיגמות הצואה אוחדו לפרה על בסיס ח"י, יובשו בתנור 105 מע"צ ונטחנו ל-1 מ"מ.

דוגמאות מיובשות של בלייל, שאריות וצואה עברו שרפה רטובה בתערובת של חומצה חנקתית ופריכלורית, והמינרלים נקבעו במכשיר ICP. הכרום נקבע במכשיר בליעה אטומית. תוצאות המס"ג עברו ניתוח סטטיסטי רגיל.

תוצאות ודיון

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

טבלה 3 מראה את הרכב היסודות בבלייל הביקורת ובמנת הניסוי במ"ג/ק"ג ואת רמת

טבלה 3. הרכב יסודות הקורט במנת הביקורת ובמנת זבל העופות (מ"ג/ק"ג בליל יבש).

היסוד	מנת הביקורת		מנת ז"ע	
	הרכב	NRC מ-%	הרכב	NRC מ-%
אבק	95.6	239	129	323
מנגן	87.8	220	122	305
נחושת	19.8	198	23.8	238
מוליבדן	0.43		0.47	
סלן	0.32	107	0.42	140
קובלט	0.41	410	0.44	440
חמרן (אלומיניום)	343		355	
ברזל	504	1000	549	1098

טבלה 4. תרומת יסודות הקורט של זבל העופות בניסוי זה, כאחוז מכלל היסוד הנצרך וכאחוז מהמלצת NRC.

היסוד	% מסך הצריכה	% מהמלצת NRC
נחושת	23.0	55.8
אבק	27.7	93.0
מנגן	34.0	105
קובלט	27.3	123
סלן	22.0	31.7
ברזל		200

טבלה 5. הצריכה (ג'/יום) ומקדם ספיגת הנטו (מס"נ ב-%) של יסודות הקורט בפרות מניבות, שקיבלו את מנת הביקורת ומנת זבל העופות (ז"ע).

היסוד	מנת הביקורת		מנת ז"ע	
	צריכה	מס"נ	צריכה	מס"נ
נחושת	390	15.6	485	27.9
אבק	2006	39.6	2686	54.0
מנגן	1729	8.51	2479	17.8
קובלט	7.54	42.8	9.06	37.0
סלן	6.21	41.6	8.63	60.3
חמרן	6813	19.1	7222	26.3
ברזל	10150	14.1	11375	9.90
מוליבדן	8.39	30.8	9.48	51.6

א, ב: ערכי מס"נ המופיעים באותה שורה והמסומנים באותיות שונות, נבדלים ביניהם באופן מובהק: $P < 0.08$

שאנו רואים מעבודה זאת. יש חוקרים המודאגים מהשפעת האלומיניום על ספיגת הזרחן (Crowe et al., 1990), אם כי קשה להבין כיצד יכול להשפיע מיקרואלמנט על ספיגת מאקרואלמנט. אותנו מטריד יותר המס"נ הגבוה יחסית של האלומיניום, בהקשר לאפקטים הפיסיולוגיים שלו על הפרה והאפשרות שתוצרתה עתירת האלומיניום (אם אכן היא כזאת) תגיע לצלחת האדם.

רשימת ספרות

1. בן-גדליה ד., מירון י. & יוסף אדית. 1991. סקר הזנה מינרלית של פרות גבוהות תנובה בישראל.
2. בן-גדליה ד., מירון י. & יוסף אדית. 1992. אטלס הרכב המינרלים של מזונות הרפת בישראל.
3. בן-גדליה ד., מירון י. & יוסף אדית. 1995. ספיגת מינרלים על ידי פרת החלב: תרומת זבל העופות במנה. משק הבקר והחלב. בהדפסה.
4. Ben-Ghedalia, D., Miron, J. & Yosef Edith. 1995. Minerals net absorption from a poultry litter-supplemented TMR by lactating cows. J. Dairy Sci., submitted.
5. Cathcart, E.B., J.A. Shelford, 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.
6. Crowe, N.A., Neathery, M.W., Miller, W.J., Muse, J.A., Crowe, C.T., Varnadoe, J.L. and Blackmon, D.M. 1990. Influence of high dietary aluminum on performance and phosphorus bioavailability in dairy calves. J. Dairy Sci. 73: 808.
7. Gerloff, B.J. 1992. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. J. Anim. Sci. 70: 3934.
8. Harrison, J.H., and H.R. Conrad. 1984. Effect of dietary calcium on selenium absorption by the nonlactating dairy cows. J. Dairy Sci. 67: 1860.
9. Solomon, R., E. Yosef, J. Miron, Y. Dror, 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.

היתה גבוהה מאשר בביקורת, ומכאן שז"ע הוא מקור טוב של נחושת זמינה עבור בקר חלב. כך הדבר גם ביחס לאבץ. ערכי מס"נ האבץ גבוהים בהרבה מאלה שהתקבלו על ידי Cathcart et al. (1983), למרות שבביקורת רמת התספוקת היתה 200% ובמנת הזבל 300% מהמלצת NRC. למנגן מס"נ מהנמוכים בין יסודות הקורט. הערכים שנמצאו בעבודה זאת תואמים את אלה של הקבוצה שצוטטה לעיל. מעט מאד ידוע על הגורמים המשפיעים על ספיגת המנגן בבקר חלב. הקובלט חשוב בעיקר לייצור ויטמין B¹² על ידי חידיקי הכרס. חלק קטן מהקובלט הנצרך משמש למטרה זאת וחלק קטן של הויטמין B¹² הנוצר בכרס נספג לדם. אבל לקובלט עצמו מס"נ גבוה יחסית, כפי שניתן לראות גם בעבודה זאת.

על פי ההגדרה היום, הספקה נאותה של סלן לבקר חלב היא זו המקיימת ריכוז סלן בסרום ברמה של 100 ננוגרם למיליליטר, ופעילות גלותיתון פראוקסיזן בדם ברמה של 25 אלפיות היחידה/מ"ג המוגלובין. כמות הסלן המזונית המינימלית שבאמצעותה ניתן להשיג מצב זה, היא 6 מ"ג/יום לפרה (Gerloff, 1992). באופן כללי ניתן לומר, שמזונות הרפת בארץ דלים בסלן, והתרכיז צריך להיות בנוי כך, שישפך כ-1/3 של התצרוכת. ז"ע עשיר יחסית בסלן, הריכוזים נעים סביב 0.5 מ"ג/ק"ג (בן-גדליה וחוב', 1992). בעבודה זאת זה"ע עשיר במיוחד בסלן (0.95 מ"ג/ק"ג) והמס"נ הגבוה שלו מצביעים על היותו מקור טוב של סלן זמין עבור בקר לחלב. ריכוז הסידן במנה עשוי להשפיע על יעילות ספיגת הסלן (Harrison & Conrad, 1984). בפרות יבשות הריכוז האופטימלי של סידן לענין זה הוא 0.8% על בסיס ח"י. בעבודה זאת ריכוז הסידן במנת הזבל היה 1.1% והדבר לא פגע בספיגת הסלן. בכל זאת וליתר בטחון, רצוי לא לעבור רמה של 1% סידן במנה.

הבקר בארץ צורך כמויות גדולות של ברזל וחממן (אלומיניום) (בן-גדליה וחוב', 1991). מס"נ הברזל הוא בשיעור של 10-15 כפי