

הקשר בין נחושת לשומן בחלב

יוסי לפר, תזונאי מעל-גירה, אגרוזן

לפני מספר שנים החליטו במכון התערוכות מתמור, על פי המלצתי, להפריד בין תערובות לבקר שהועשרו ב"הרבה" נחושת לבין תערובות לצאן שהועשרו רק ב"מעט מאד" נחושת. הפרדה זו באה כדי למנוע מהבקר לחיות תמידית במחסור של נחושת, שכן רמת המינימום המומלצת לבקר היא הרמה המכסימלית המותרת לצאת (10 חל"מ = חלקים למיליון, או PPM בלעז). זאת בהסתמך על המלצות ההזנה לבקר ולצאן של ה-NRC, מועצת המחקר האמריקאית.

המלצתי ניתנה לאחר שבבדיקת תערובות מתמור, שהיו עד אז משותפות לבקר ולצאן נמצאו רק 7-8 חל"מ. חל"מ הוא ריכוז של מיליונית שפירושו גרם לטון או מיליגרם לקילוגרם. במדגם של 15 מזונות משקיים לא נמצא אף מזון, שתכולת הנחושת בו היתה גבוהה מהרמה המינימלית של 10 חל"מ. בנוסף לכך נמצאה רמת נחושת נמוכה במדגם דמים מפרות מתימורים. כן סבלו אז רפתות רבות ברחבי הארץ מגל שלשולים מלווה בירידה

בהנבת החלב. תוספת הנחושת הוכיחה את עצמה כמועילת שלשולים, כאשר שני גלים דומים של שלשולים ברחבי הארץ דילגו על משקי מתמור. משקי הערבה סבלו במשך שנים מאחוז נמוך של שומן בחלב, כ-2.5%, שלא ניתן היה להסבירו במונחים של מיעוט מזון גס או של אחוז נמוך של תאית במנה. תופעה דומה היתה מוכרת לסירוגין במשקים רביבים ומשאבי-שדה. בביקורי במשקי הערבה מספר חודשים לאחר הוספת הנחושת לתערובות הרפת גיליתי להפתעתי, שמאז תוספת הנחושת חלה עליה באחוז שומן החלב עד שהתייצב על 3%.

תמונה דומה אך מפורטת יותר נמצאה במשאבי-שדה. נראה היה, שהנחושת מתקנת פחיתה באחוז השומן בחלב, כאשר המנה מכילה ירק אספסת. בטבלה 1 מתוארות העובדות שהובילו למסקנה זו. צירוף העובדות מראה, שתוספת של נחושת במינון של 8 גרם לטון שיפר אחוז שומן נמוך בחלב, כאשר המנה הכילה ירק אספסת.

טבלה 1. אחוז השומן בחלב המשוק.

הטיפול התזונתי המשולב				האירוע המשקי
1 כן	1 לא	8 כן	8 לא	כמות נחושת מוספת לטון תערובת, גרם נוכחות ירק אספסת במנה
2.5		3.0		משקי הערבה, האבסת ירק אספסת כל השנה. הבסיס להשוואה: לפני הגדלת מינון הנחושת בתערובת לעומת המצב לאחר הגדלת הנחושת
2.5	3.2	2.9		משק כהן-רייך ממושב פארן. ללא הוספת הנחושת, האבסה חד-פעמית משך כ-3 חדשים בתחמיץ. שאר הזמן ירק אספסת
2.6	3.2	3.0	3.2	משק משאבי-שדה. בבדיקת אירועים במשך שנתיים

מועשרת בנחושת כמיועדת לבקר. הצעתי להם לחזור לתערובת מועשרת. תוספת הנחושת נתנה הדרגה שהיא אכן סייעה לשפר את שומן החלב. תיאור השוואת האירועים בניר-יצחק בטבלה 2.

במשק נייר-יצחק, כשנתיים לאחר העשרת תערובות הבקר של מתמור בנחושת, התלוננו ששומן החלב נמוך. בבדיקת ההזנה במשקם התברר, שהם עברו להשתמש בתערובת שאיננה

טבלה 2. הנסיבות של שומן החלב עם שיעור ההעשרה של נחושת בתערובת. (מקור: הנתונים ביקורת החלב החודשית).

חלב לנחלת, ק"ג		שומן החלב, %		שומן, גרם/ליום	
תוספת נחושת	נמוכה	גבוהה	נמוכה	גבוהה	גבוהה
החודש	שנת המעקב	שנת קודמת	שנת המעקב	שנת קודמת	שנת קודמת
10	28.3	27.3	3.1	3.5	956
11	33.6	29.8	3.1	3.5	1043
12	33.7	30.8	3.1	3.6	1109
1	35.4	30.0	3.1	3.5	1050
תוספת נחושת	גבוהה	גבוהה	גבוהה	גבוהה	גבוהה
2	34.7	29.6	3.2	3.6	1066
3	34.6	30.0	3.3	3.6	1080
4	33.3	30.9	3.3	3.7	1143
5	35.6	29.7	3.3	3.6	1069

לשחת אינו גורם לתופעות המחסור. יתכן, שהסיבה נעוצה בתכולת ויטמין C בירק גבוהה מאשר בשחת שכן ויטמין C מזרז הפרשת נחושת מהגוף (Aus. J. Agric Res.) (18:169, 1967).

כעת נשאלות שתי שאלות:
 ○ מה הקשר לערבה ולאזור רביבים משאבי-שדה?
 ○ מה הקשר לירק אספסת? ניסיתי להסביר את העניין לעצמי והגעתי למסקנות מעניינות.

טבלה 3. תוצאת סקר רמת המוליבדן במדגם סוגי מספוא בדרום.

המזון ומקורו	משפחת הצמח	ריכוז מוליבדן בח"י
תחמיץ גולן, סעד	דגן	0.5
תחמיץ גולן, רביבים	דגן	2.5
שחת בקיה	קיטנית	1.3
שחת בקיה	קיטנית	1.9
תחמיץ אפונה, רעים	קיטנית	2.1
ירק אספסת, יוטבתה	קיטנית	4.9

מהו ההסבר לקשר בין נחושת לשומן החלב?
 מבין הפעילויות הידועות הרבות של הנחושת בגוף בחרתי במתאימות ביותר להסביר את ההשפעה על שומן החלב את ההשפעות הבאות:
 □ השפעת הנחושת על מאזן חומצה-בסיס.
 □ השפעת הנחושת על הסינטזה של חומצות

● בערבה ובאזור רביבים נמצאה בסקר של יסודות קורט (טבלה 3) רמה גבוהה במיוחד של מוליבדן. מוליבדן ידוע בספרות כמתחרה (אנטגוניסט) של נחושת. צמחי קטניות ידועים כאוגרי מינרלים, בהשוואה לדגניים. אנו רואים, שלירק האספסת מיוטבתה רמה גבוהה במיוחד של מוליבדן. אנו רואים, שלתחמיץ הגולן מרביבים ריכוז מוליבדן גבוה במידה ניכרת מלתחמיץ הגולן מסעד. לכן ניתן להניח, שגם לירק האספסת הגדל ברביבים ובמשאבי-שדה הסמוך ריכוז גבוה של מוליבדן בדומה לירק האספסת מיוטבתה, שכן ריכוז מינרלי קורט בצמח הוא תוצאת השילוב בין תכונות הצמח לבין תכונות הקרקע.

● מחקר אוסטרלי שבדק הזרקת נחושת לבקר במרעה מצטט מחקרים, שמראים שירק דל-נחושת יכול לגרום למחסור נחושת בבקר, בעוד שאותו הירק לאחר שיובש

בדם קשורה ישירות לרווית הבהמה בנחושת, הרי הקשר הזה נראה מתאים מאד.

■ הנחושת קשורה לאתר הפעיל של הקומפלקס האנזימטי המקטין את מידת הרוויה של חומצות שומן, כלומר מכניס קשרים כפולים לחומצות שומן רוויות (Wahle & Davies, Br. J. Nutr. 34:105, 1975). אחוז החומצה האולאית מכלל חומצות השומן בשומן החלב קבוע למדי – 32%. לכן מותר להניח, שקצב יצירת החומצה האולאית הוא גורם מגביל לסינטזה של שומן החלב.



שומן בלתי רוויות ומציאות אחוז גבוה וקבוע למדי של חומצה אולאית בחלב.

■ רמת היון הדו-ערכי של נחושת בדם (Cu^{++}) חשובה לפעילות האנזים קרבוניק-אנהידרוז האחראי ליצירת יון הביקרבונט בכדוריות האדומות, בכליות ובעצמות. פעילות זו היא המפתח לשמירת pH קבוע בדם. פעילות ירודה של אנזים זה עלולה להקטין את הפרשת הסודה לשתייה מהרוק לכרס בעת העלאת הגירה, מכיון שיקטן קצב ייצור הסודה בכליות. מאחר שרמת יון הנחושת

מחסור בנחושת גורם דלקות עיניים בבקר צעיר

יוסי לפר, תזונאי למעלי גירה, אגרונון
שי שאלתיאל, מרכז רפת, משאבי-שדה

שי חזר וניסה להוסיף תרכיז ויטמינים ושוב חל שיפור במצב. היה ברור שהוספת תרכיז ויטמינים ויסודות קורט בשיעור של 40 אלף יחידות לעגלה פותר את בעיית דלקות העיניים בעגלות הצעירות.

באותה עת הופיעו בעגלות רבות, צעירות ובוגרות, סימנים של מחסור בנחושת. הסימנים התבטאו בפרווה חומה ושיער לא יפה בעגלות רבות. הצעתי להוסיף למנת העגלות הבוגרות תרכיז נחושת, וזאת במקביל להוספת תרכיז הוויטמינים לעגלות הצעירות. הוספת תרכיז הנחושת לבלייל שיפרה את מראה העגלות הבוגרות. הן הפכו ברובן לשחורות עם שיער בעל ברק.

בשלב זה החלטנו להפסיק להוסיף לעגלות הקטנות את תרכיז הוויטמינים, שלפי חשבון ויטמין A היה מיותר, ולהוסיף להן רק תרכיז נחושת. נקיטת צעד זה שיפרה גם בהן את צבע הפרווה והברק, שהשתפרו חלקית כבר מהוספת תרכיז הוויטמינים, וכן לא חזרה הבעיה של ריבוי העגלות הדומעות.

שרשרת האירועים האלה שיכנעה אותנו, שאכן הופעת דמעות בעיניים של עגלות רבות נגרמה לא ממחסור של ויטמין A אלא ממחסור בנחושת.



העגלות ברפת משאבי-שדה מוחזקות במספר קבוצות הזנה:

1. יונקים ונגמלים עד גיל חודשיים. המנה מורכבת מחלב, תערובת 73 של מתמור ושחת קיטנית.
2. עגלות קטנות בגילאים חודשיים עד 6 חודשים. המנה, בליל לעגלות קטנות המכיל בעיקר שחת ותערובת.
3. עגלות גדולות הניזונות מבלייל עגלות. דלקות עיניים בעגלות הצעירות של קיבוץ משאבי-שדה היו מקור לדאגה לשי, מרכז הרפת של הקיבוץ. מנת העגלות הכילה 3–4 ק"ג תערובת בתכולה מוצהרת של 20 אלף יחידות ויטמין A. שי ביקשני להציע פתרון תזונתי לבעיה. אמרתי, שאין זה סביר שלעגלות המקבלות 60–80 אלף יח' ויטמין A יחסר ויטמין A. אולם, בדרך כלל ריבוי דמעות בעיניים וסימני דלקת הם סימנים של מחסור בוויטמין A. לכן הצעתי לו להוסיף לעגלות את תרכיז הוויטמינים ולעקוב אם יחול שיפור במצב.

לאחר כחודש ניתן היה לסכם בוודאות, שהמצב השתפר בהרבה. שנינו היינו נבוכים. שי החליט להפסיק ולראות אם הבעיה תחזור. הבעיה חזרה – ריבוי עגלות עם דמעות בעיניים.