

זרחן – תצרוכת ומחיר

דוד דרורי

שבממשק אינטנסיבי, עם שיעורי חלבון ואנרגיה גבוהים, אין צורך לכלול את הזרחן במטריצה: במנת חולבות המכילה שיעורי חלבון ואנרגיה מתאימים גם שיעור הזרחן מתאים. עוד בשנות ה-60 כתבו שלושה ביר כימאים: "זרחן נמצא בכל אתר ובשפע בחומרים ביולוגיים. לפי כך, חסר זרחן תזונתי בלתי אפשרי כאשר נצרך מזון בכמות מספקת כדי לספק את תצרוכת האנרגיה והחלבון" (1). זה המצב בבקר בממשק אינטנסיבי¹, אולם מתעלמים ממנו מטעמים שאעמוד עליהם. ליתר בטחון, חישבתי את המתאם בין חלבון לזרחן בשלוש קבוצות של מזונות. קווי הרגרסיה והמתאמים הם בציור 1. אלה מראים: (א) שיעור הזרחן עולה עם זה של החלבון בשלוש קבוצות המזונות (ב) שיעור הזרחן עולה עם האנרגיה: בכל רמת חלבון, אחוז הזרחן במזונות המרוכזים רב מאשר במזונות הגסים. מסקנה: הגברת שיעור האנרגיה והחלבון מגבירים גם את שיעור הזרחן. יוצאים מן הכלל: סלק והדרים, שהם מזונות מרוכזים דלים יחסית בזרחן (משום שהם אינם זרעים או חלק מהם).

2. בעולם כולו יש הגזמה במינון הזרחן ברפת האינטנסיבית. זאת תוצאה של פירוש מוטעה ומכשיל של מחקר שנעשה בדרום אפריקה בשנות ה-20 ופורסם ב-1932 (2) ושל מחקרים דומים לו. בדרום אפריקה נמצא שתוסף קמח עצמות לעדר של 200 פרות בשר הרועות בכל ימות השנה באזור צחיח, הגביר את יבול הוולדות (calf crop) מ-51% ל-80%. מחברי הדו"ח ייחסו את מלוא השיפור לזרחן ופירסמוהו תחת הכותרת: "חסר זרחן במעלי"

¹ בלי יוצא מן הכלל, כל הפירסומים שדיווחו על חסר זרחן במעליגעה עסקו בבקר לבשר או לחלב בממשק אקסטנסיבי מבוסס במידה גדולה על מרעה. בממשק כזה חסר עונתי של חלבון ואנרגיה הם בלתי נמנעים.

במשק הבקר והחלב מס' 260 (ע' 29) מצאתי את הפסקה הבאה:

זרחן: בארץ מקובל לא להוסיף מקור מינרלי של זרחן. ואמנם כאשר מסתכלים בטבלה 2, רואים שהמרכיבים האורגניים של המנה מספקים את צרכי החולבת גבוהת התנובה, על פי NRC. אולם, מאחר שהפרות שלנו צעירות יחסית וממשיכות לבנות שלד, ומאחר שהן גבוהות תנובה, ומאחר שספיגת הזרחן מתוך הבלילים הרווחים בארץ נעה סביב 40% ולא סביב 50% כאמור ב-NRC (בן-גדליה וחוב' 1995) יש להעלות את ריכוז הזרחן במנה ל-0.5% על בסיס ח"י. דהיינו, מנה בת 20 ק"ג חומר יבש תכיל 100 ג' זרחן. מומלץ להשלים זאת על ידי הוספת 10-15 ג' זרחן ממקור מינרלי, כלומר על ידי DCP. (כל ההדגשות הן שלי ד.ד.)

מחיר ההמלצה הנ"ל הוא כמיליון דולר לשנה והיא נובעת מהשקפה הגורסת שבממשק אינטנסיבי משפר מינון ליברלי של זרחן את ביצועי החולבת או את רווחיותה, או לחילופין, שומר על החולבת מפני פורענות. להשקפה הזאת אין ראיות. לכן, עוד לפני כ-16 שנה, בעת עבודתי בלשכת מכוני התערובת, שיכנעתי את כל עמיתי התזונאים לחדול מן השימוש בדי.סי.פי ברפת החלב ואני מקווה שיחשבו פעמיים לפני שישובו לבזבז הון על תוסף לגיטימי אך מיותר ויקר מאד. מה נשתנה מאז? התנובה המשיכה לעלות והבוקר חסך 5 עד 8 אגורות ליום לפרה; הענף חסך מיליון דולר לשנה. לאחרונה התווספו נימוקים לסילוק הדי.סי.פי מן האבוס. בהמשך, אחזור על הנימוקים לסילוק הדי.סי.פי מן האבוס (על אלה שצייתי לפני 16 שנה: זרחן לפרות חולבות, משק הבקר והחלב, חוברת 165) ואמנה נוספים.

1. שיעור הזרחן במזונות עולה בד בבד עם שיעור החלבון והאנרגיה. עובדה זאת רומזת,

בשנות ה-80 פורסמו סקירות רבות נוספות ובהן מסקנות דומות: (א) זרחן אינו שיקוי לפריון ואינו סגולה לבריאות⁴ כאשר שיעורו במנה כמומלץ, ר(ב) בממשק אינטנסיבי, על מנה מאוזנת בחלבון ובאנרגיה (שמרביתה באה מגרעינים ומוצרי לוואי שלהם) אין צורך בתוסף זרחן. אולם, מסורת של 60 שנה אינה שובקת חיים בן לילה.

3. בהשראת הפירסום הנ"ל ודומיו (שכולם עסקו בבקר בתנאים אכסטנסיביים) התפשטה הבהלה לזרחן; לרוע המזל, היא לא פסחה על מחברי ה-NRC בכל הדורות. יתרה מזאת, הניח שספיגת הזרחן האמיתית בחולבות היא 50% בלבד. במציאות, טוענים הבריטים ואחרים, ספיגת הזרחן גבוהה מזה. "עבודות שנעשו לא מכבר באירופה ובמיסורי שבארה"ב הוכיחו שספיגת הזרחן רבה מ-50%"; כך כתבו לפני שנה שניים מאוניברסיטת ויסקונסין במאמר מנומק שבו ניסו להניע את בוקרי ארה"ב לצמצם את ביזבוז הזרחן היקר והמיותר הנמשך כבר שנים (7).

זרחן שנספג ממערכת העיכול (מ"ע) נפרש אליה בכמויות גדולות דרך הרוק ונספג מחדש. זה מנגנון מיחזור יעיל ייחודי למעלה-הגירה. בין השאר, פירושו שבניסוי עיכול⁵ לא ניתן למדוד את הספיגה האמיתית. ספיגה אמיתית של זרחן ניתן למדוד רק בטכניקה מתוחכמת בעזרת זרחן רדיואקטיבי (5) וזה לא נעשה משנות ה-50. אימוד הפרשת הזרחן למ"ע (בעיקר ברוק) עוקפת את הבעיה, אינה פותרת אותה ואינה מהימנה: הפרשת הזרחן למ"ע משתנה בגבולות רחבים. לכן, הערך של ספיגת הזרחן מ"הבלילים הרווחים בארץ" (40%, על פי הכתוב בציטוט בראשית הרשימה) הוא חסר משמעות ובלתי קביל.

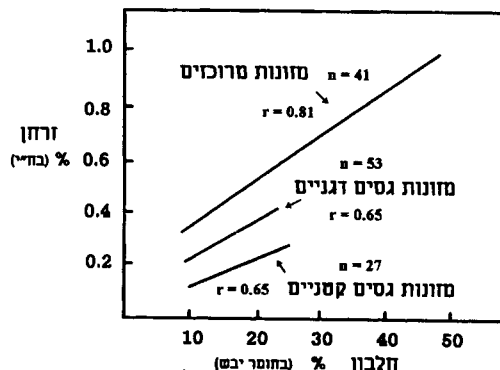
4. לאמונה שבראשית התחלובה זקוקה הפרה לשיעור רב יותר של זרחן, (שלה שותף NRC) אין הוכחה; היסוד שספיגתו בעייתית הוא הסידן⁶. כבכל נקבות היונקים, ביום ההמלטה חל בפרה גיוס מינרלים מן השלד.

⁴ ועשוי גם לפגוע בפריון (6).

⁵ עם או בלי סמן במזון.

⁶ לכן סובלות הפרות מקדחת חלב.

גירה². שנים לאחר מכן קיבלו התוצאות פירוש אחר. נודע שב"תפריט" הדל בזרחן היה גם חסר חמור של: (א) חלבון, (ב) אנרגיה, ר(ג) בטא-קארוטין (פררויטמין A). בעגה המדעית יש בתפריט כזה "חסר רכיבים רבים" (multiple deficiencies); בשפת יום יום זאת פשוט תת-הזנה הגובלת ברעב. רק במצב כזה³ גרם תוסף זרחן לעליה במספר הוולדות החיים בסופהעונה, מה עוד שבעונה הגשומה לא עלה שיעורו בח"י על 0.18% וביבשה על 0.07%! (החולבת בארץ מקבלת 0.4% זרחן).



ציור 1. קוי רגרסיה של זרחן על חלבון במזונות שונים ומקדמי המתאם (r) שלהם: 27 מזונות גסים קטניים, 53 מזונות גסים דגניים ר-41 מזונות מרוכזים. הרכבי המזונות לפי NRC (1989).

בין רבים אחרים, הסתייג E. Underwood (גדול חוקרי המינרלים במאה) מן התיאוריה הגורסת השפעה ישירה של זרחן על פריון. ב-1980 הוא כתב על "הפריון הלקוי" בניסוי הדרום-אפריקאי הנ"ל: "...לאור הוכחות מאוחרות יותר לא נראה סביר שהיתה זאת השפעה ספציפית של זרחן" (5). במאמרי בחוברת 165 יש חומר רב נוסף על בעיה זאת.

² מורי ורבי בקליפורניה, פרופסור שמואל לפקובסקי ז"ל, היה מעודד תלמידים לקרוא את השיטות ואת התוצאות של מאמרים והיה מזהיר: "לעולם אלן תקראו את הסיכום [משמע - המסקנות]; המחברים אינם יודעים על מה הם מדברים!" במקרה דנן, גם את כותרת המאמר אסור לקרוא...

³ חסר אנרגיה פוגע בספיגת הזרחן (3) וחסר חלבון פוגע באצירתו (4). חסר חלבון פוגע גם בניצול בטא-קארוטין וויטמין A.

על נקודות נוספות בנושא הזרחן (סימני חסר, הפרשתו למ"ע, המשמעות המוגבלת של רמתו בדם, יחסי סידן:זרחן, זמינות הזרחן של החומצה הפיטית, הפגיעה לכאורה של עודפי סידן בספיגת זרחן וחומרי קורט, וכו') אעמוד בפעם אחרת.

סיכום: לפני כ-15 שנה סולק הדי.סי.פי ממנת החולבות. כל הסיבות שהצדיקו את הוצאתו מן האבוס, כולל מחירו, תקפות גם עתה. כאז, כן עתה, רק ניסויים מבוקרים שיוכיחו בעליל שתוספת די.סי.פי. בתנאים שלנו משפרת את הביצועים ומשתלמת, יצדיקו את החזרתו לאבוס. ניסויים כאלה לא נעשו. אין בתוצאות סקר המינרלים (ממנו צוטטה הפסקה בראשית רשימתי) סיבה כלשהי המצדיקה את החזרת הדי.סי.פי. היקר לאבוס.

החיד

ספרות

1. White A., Handler & Smith. 1964. Principles of Biochemistry. 3rd ed. p. 780. McGraw-Hill.
2. Theiler & Green. 1932. Aphosphorosis in Ruminants. Nutrition Abstracts and Reviews 1:359.
3. Leibholz. 1974. Australian Journal of Agricultural Research 25: 147.
4. Mudgal & Ray. 1967. Indian Journal of Dairy Science 20: 5.
5. Underwood, E.J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. p. 36. C.A.B.
6. Hewett. 1974. Acta Veterinaria Scandinavica. Suppl. 50.
7. Shaver R.D. & Howard, W.T.: Are we feeding too much phosphorus? Hoard's Dairyman, April 10, 1995.

זאת תופעה רצויה ובלתי נמנעת, שכן השלד משחרר סידן וגם זרחן. גם פחיתה מסויימת בזרחן שבדם היא תופעה נורמלית; מניעתה קשה ולא הוכח שהיא מועילה. אדרבא, ירידה בשיעור הזרחן בדם הוא עדות לכך, שהפרשת הורמון הפראטיירואיד (PTH) תקינה! מן הראוי לזכור גם, שבראשית התחלובה המודד לתקינות (adequacy) ההזנה היא התנובה ולא הפריון. בארץ, גם אחרי שסולק הדי.סי.פי. מן האבוס המשיכה התנובה לעלות. אמנם שיעור ההתעברות נמצא בירידה, אך סיבות ירידה זאת הן אחרות וידועות⁷; ראייה לכך שאותה התופעה מתרחשת בארה"ב בעדרים המאביסים 0.7% ואפילו 0.8% זרחן!

5. בין המינרלים ההכרחיים זרחן הוא זה שלגביו סובלנות (tolerance) החיות היא מזערית; פירוש הדבר הוא, שמינון יתר קטן יחסית עלול להזיק. על נקודה זאת כתבתי רשימה מיוחדת שהתפרסמה (משק הבקר והחלב מס' 261, עמ' 29).

6. עודפי זרחן גורמים לזיהום סביבתי ההולך וגדל. בכל העולם הולכת ומחריפה בעיה זאת. המאמר הנ"ל מויסקונסין (7) מדגיש גם את הנקודה הזאת.

על ההבט הכספי עמדתי בתחילת הרשימה. כדי להוסיף 10-15 גרם זרחן למנה יש לתת 50-80 גרם די.סי.פי. נוסף לראש ליום. זה עולה 5 עד 8 אגורות לפרה ליום (כמיליון דולר לשנה למשק) ובמקרה הטוב - התוספת לא תגרום נזק.

⁷ הסיבות לירידת שיעור ההתעברות: (א) מאזן אנרגיה שלילי הולך וגובר עקב העליה בתנובה, (ב) עקת חום ההולכת וגוברת עם העליה בצריכת המזון.