

אבץ למעלי גירה – העובדות והמיתוס¹

דוד דרורי

בכל פעם שמתגלה תפקיד ביולוגי נוסף של אבץ מתעורר עניין מחודש בציבור ובתעשיית התוספים המשגשגת בלאו הכי. העובדה שיסוד הכרחי כלשהו נמצא בכותרות לעתים קרובות אינה בהכרח תופעה חיובית; היא עשויה לגרום להגזמה בערכו על חשבון יסודות הכרחיים אחרים. בתורת ההזנה המושג "הכרחי" (או "חיוני") הוא כמעט תמיד מוחלט². אחת היא אם יסוד הכרחי מסוים ידוע כפעיל במולקולה אחת בלבד (כמו יוד או קובלט) או שהוא הכרחי בהפעלת מאות אנזימים כמו אבץ; התפוצה הגדולה של מאמרים על אבץ בעתונות הכללית והמקצועית אינה הופכת אותו לחיוני יותר מיוד או מקובלט.

שנית, סביר לומר שריבוי תפקידי האבץ גורם לכך שגם סימני החסר הם רבים ושונים, החל באלה הנראים היטב לעין ועד לסמנים וקשים לגילוי. עם זאת, על חלק מהסימנים שייחסי לחסר אבץ אין הסכמה כללית והדבר מסבך את התמונה הכללית.

במשקי בקר, בין של חלב ובין של בשר, בין אכסטינסיבי ובין אינטינסיבי ונוהג על פי ה-NRC, יש סיבה טובה במיוחד לעניין המחודש באבץ; המלצת ה-NRC משנת 1988 העומדת על 40 חל"מ לכל סוגי הבקר היא בלתי מספקת ומעוררת תמיהה. עוד בשנות ה-60 פורסמו באירופה רִאיוֹת (7, 15) שהצדיקו את הגברת ההמלצה ל-80 עד 100 חל"מ ובמצבים מסויימים אף למעלה מזה. בשנת 1981 המליץ Underwood האוסטרלי, גדול חוקרי המינרלים במאה ה-20, להוסיף אבץ באופן שגרתי לתפריט של כל סוגי חיות הבית (ממש כמו מלח) בשיעור של 50 עד 60 חל"מ בחומר היבש (30). בשנות ה-80 המאוחרות יותר חזר הצרפתי Lamand, שהקדיש שנים לחקר האבץ, על המלצות דומות ואף ליברליות יותר (22) – 24. אין כל סכנה בהגברת רמת האבץ; רעילותו

א. מבוא

ב. סימני חסר אבץ

ג. גורמי חסר אבץ

ד. חסר אבץ פיסיוולוגי (בשעת עקה)

ה. ספיגת אבץ

ו. המצב בארץ

ז. גילוי תכונות האבץ האורגני באפרוח – היסטוריה

ח. עוד היסטוריה

ט. מה חייב היצרן להוכיח?

י. האם מתפרק אבץ-מתינון בכרס?

יא. הראיות המעשיות

יב. דוגמות לניסויים בלי הקש חיובי

יג. כל האמת

יד. אבץ אורגני וייצור חלב

טו. ניסויים בחו"ל

טז. הגל החדש

יח. סיכום

ספרות

א. מבוא

אבץ נתגלה כיסוד הכרחי לייצורים בכל המינים (חידקים, צמחים וחיות) בסוף המאה ה-19 ובתחילת העשרים. סימני חסר האבץ הגלויים נתגלו בשנות ה-50. אף על פי כן, בשנים האחרונות יש עניין הולך וגובר באבץ. לתופעה זאת יש כמה וכמה סיבות.

ראשית, בחיות עילאיות נמצא אבץ רכיב חיוני בכ-200 עד 300 מערכות אנזימים שונות.

¹ בעבודה ובהוצאות הכרוכות בכתיבת המאמר נשא המחבר, בוקר, מורה וחוקר בדימוס. זה 40 שנה רואה המחבר שליחות בפרסום מידע קשה העשוי להגדיל את הכנסות הבוקר. המחבר ישאב עידוד מכל תגובה למאמר. ניתן לכתוב בדואר: דוד דרורי, מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50-250 או בדואר אלקטרוני ddrori@hotmail.com

² ידועים עתה שניים או שלושה יסודות המשפרים את תפקוד המערכת אבל, ככל שידוע, אינם חיוניים באופן מוחלט; פלאורד הוא דוגמה טובה.

נמוכה. לפי ה-NRC אבץ אינו גורם כל נזק עד רמה של 500 חל"מ (בח"י). מחיר אבץ נוסף המוגש בצורת גפרה (צורה אנאורגנית יעילה) הוא זניח.

סיבה נוספת לענין המחודש באבץ לבקר היא העובדה, שיש עתה בשוק אבץ אורגני (א"א) הנמכר לבוקר באמצעות פרסומות רבה. אולם מחיר האבץ האורגני אינו זניח כלל וכלל; אדרבה מחירו גבוה מאד. א"א נמכר בצורות שונות אך בעיקר כאבץ-מתיונין ומחירו גבוה פי 60 עד 80 ממחיר האבץ שבגפרה. אפילו שימוש בא"א במשך תקופה קצרה במחזור התחלובה גורם הוצאה ניכרת. הגברה שגרתית של שיעור האבץ ב-40 עד 50 חל"מ לאורך כל התחלובה (כפי שנראה לי סביר על פי הראיות) באמצעות א"א במקום בגפרת אבץ גורמת הוצאה של 60 עד 85 ש"ח לפרה לשנה במקום הוצאה של 80 אגורות עד 1.20 ש"ח. הוצאה כה גדולה דורשת הצדקה כלכלית³. יצוין שכמות המתיונין בתוסף היא זניחה ועל כן מוצדק להתעלם ממנו. גם לפי טענות היצרנים תפקיד המתיונין הוא אך ורק להגביר את ספיגת האבץ.

מטרת הכתבה הזאת היא לבדוק את ההבטים של בעיות האבץ לאור העובדות שהבאתי לעיל. ראשית אסקור את הבעיות הכלליות של אבץ ולאחר מכן תיבדק כדאיות השימוש בא"א יקר במקום אבץ אנאורגני שמחירו זניח. לצורך זה משמש מאגר מידע של 100 עד 200 מאמרים אך מסיבות מובנות אוכל לאזכר כאן רק את החשובים ביותר.

ב. סימני חסר אבץ

כאמור, אבץ הוא רכיב חיוני של כ-200 עד 300 מערכות אנזימים הפועלים בסנתוז חומצות הגרעין, חלבונים ופחמימות. חוסר תאבון ואיבוד חוש הטעם נחשבו בעבר לסימנים המובהקים הראשונים של חסר אבץ. לאחר מכן הסימנים הנראים לעין הם שינויים בעור ובכל הרקמות הנספחות (שערות, צמר, נוצות, קרניים, ציפורניים, טלפיים ופרסות)

³ והיה ויגוש א"א לכל הפרות במשך כל השנה תהיה העלות למשק המדינה כמיליון וחצי דולר.

ג. גורמי חסר אבץ

מה הסיבות לחסר אבץ בבקר למרות העובדה שאבץ מוסף מוגש באופן שגרתני? התשובה הקצרה היא, שזמינות האבץ משתנה בגבולות רחבים בהתאם להרכב התפריט ומצב בריאות

שעדיין אינה ברורה) בתנאי מפורש שהוא נהנה גם מתוספי אבק וברזל גדולים פי ארבעה עד חמישה מן המקובל: 150 עד 200 חל"מ במקום 40 עד 50 חל"מ. כל אחד.

חקר אבק פיסולוגי (בשעת עקה)

עיון בעבודות מהימנות רבות מראה שכל הכבדה על המערכת, תהא זאת תת-הזנה, המלטה, מחלה, חום כבד וכו' מדכאה את רמת האבק בדם, ככל הנראה באמצעות ספיגה מופחתת (11, 13) ואילו אנרגיה זמינה (גלוקוז וחומצות אמינו) מגבירות את ספיגתו (16). מרבית החוקרים מניחים, ששיעור האבק בדם הוא מדד טוב של משק האבק. רמת האבק הנורמלית בדם היא בין 0.8 ל-1.2 חל"מ וחשוב לשמור עליה. כאמור, במצב של עקה עשויה רמת האבק בדם לרדת ולהגיע ל-0.4 חל"מ.

במנת הפרה רבת תנובה (50 ק"ג ליום), המקבלת אבק לפי מינון ה-NRC (40 חל"מ) וצורכת 23 ק"ג חומר יבש, יש 920 מ"ג אבק. חלב מכיל בערך 3 עד 5 מ"ג אבק לליטר. לפי כך מפרישה הפרה בחלב בלבד עד 250 מ"ג אבק, משמע, עד כרבע מן האבק שבתפריט. אבק נפרש גם בשתן וגם בצינור העיכול והספיגה האמיתית שלו (בחיה הבריאה) בתנאים טובים נעה בין 20 ל-40 אחוזים. קל לראות שפרה המקבלת אבק לפי המלצת ה-NRC עשויה להימצא במאזן אבק שלילי, אפילו למשך זמן ממושך למדי עם כל הכרוך בכך. לכן יש לחזור ולשנן לפני כל דיון על א"א שהמלצת ה-NRC העומדת על 40 חל"מ לכל סוגי הבקר היא משגה חמור.

ה. ספיגת אבק

ככל הנראה נספג אבק לכל אורך מערכת העיכול (29), אך רק בשיעורים שנוכרו לעיל (20 עד 40 אחוזים). ספיגה בשיעור כזה מתפריט מאוזן במינרלים (כמוסבר לעיל) אינה בעייתית. בדומה לספיגת כל המתכות (פרט לנתרן ולאשלגן) ספיגת האבק היא בעיקר באמצעות נשאים (carriers). הנשאים הם מולקולות אורגניות קטנות או גדולות ואחדים

הבהמה. אבל התשובה המלאה ארוכה יותר. ראשית, בכל פשוטי הקיבה וביונקים של מעלי הגירה, אולם לא במעלי גירה מבוגרים, חומר ששמו פיטין (פה רפה – phytin) קושר אבק⁴ ופוגע בזמינותו. פיטין, המצוי בשפע בגרעיני הדגניים והקטניות, כמעט כולו בנבט, הוא חומר אורגני המכיל גם כ-25% זרחן. פיטין אינו נעכל על ידי האנזימים של צינור העיכול ביונקים ובעופות, אך הוא נעכל על נקלה על ידי חידקים. בפשוטי הקיבה ובעיקר בצעירים (בהם מספר החידקים עדיין קטן או אפסי) פיטין בעייתי משתי סיבות: א) זמינות הזרחן שבו מוגבלת, רב) הוא קושר אבק⁴. שתי הבעיות בעלות משקל בפשוטי קיבה צעירים אך לא במעלי גירה מבוגרים. בבקר מבוגר פותרים החידקים את שתי הבעיות; מתחילת המאה ועד היום יש ראיות טובות לעיכול יעיל של פיטין במעלי הגירה. על כן אין זה פלא שהשפעתו הדרמטית של א"א מסויים מאד (ראה להלן) על זמינותו נתגלה בשנות ה-50 באפרוחי הודו וככל הנראה לא נתגלתה עד עצם היום הזה בחולבות. הכרת העובדה הזאת חשובה להבנת כל נושא האבק האורגני והיא תידון גם בהמשך. זמינות האבק משתנה בגלל סיבה נוספת. מתכות אחדות מתחרות באבק על אתרי הספיגה. לפי סדר חשיבות יורד הללו הן: סידן, נחושת, ברזל, מגנזיום ואלומיניום. ערנות מרבית לבעיה זאת יש בגידול החזיר. בחזיר, הכפלת שיעור הסידן הרצוי בתפריט (שהוא 0.60% בלבד) גורמת מגפה של פרקרטוזיס (חקר אבק) עם תמותה רבה, אבל תוסף אבק של 30–40 חל"מ (חלקים למיליון) מונע את המגפה. עובדה נוספת: תוסף של 200 עד 250 חל"מ של נחושת, פי 25 עד 40 מן התצרוכת, מאיץ את גדילת החזיר⁵ (בדרך

⁴ זאת הפשטה; פיטין מתקשר עם חלבונים מסויימים; הקומפלקס פיטין-חלבון קשה עיכול וקושר את המתכות הדו-ערכיות: בראש וראשונה אבק ולאחר מכן סידן, מגנזיום, נחושת, מנגן וברזל. יש להניח שקשירת האבק היא המזיקה ביותר. זאת תופעה חשובה בפשוטי קיבה אך לא במעלי גירה.

⁵ עמידות החזיר לרמת נחושת גבוהה היא אחד מפלאי הטבע.

אינן מדאיגות. לאור ההמלצות הליברליות יותר של יודעי דבר (22–24, 30) התוצאות הללו בהחלט מדאיגות. שיעור האבץ בתפריט הוא ברמה השולית המזמינה סימני חסר סמויים. חבל מאד שאיש מאיתנו לא קרא את הספרות על אבץ והתריע על כך קודם.

כאמור, רעילות האבץ נמוכה. לפי כך, לאור מידע ישן וחדש מרובה אני ממליץ ללא כל חשש על 80 עד 100 חל"מ אבץ לכל סוגי הבקר, משמע פי 2 עד $2\frac{1}{2}$ מן המומלץ ב-NRC. הדבר ניתן לביצוע בלי קושי בהוצאה מזערית על ידי פניה מתאימה לספקי חבילות חומרי הקורט. בעת ובעונה אחת רצוי להגביר את הנחושת ל-15 עד 20 חל"מ (לכל היותר) ולשמור על רמת סידן שלא תעלה על 0.09% (על פי ה-NRC הרמה המרבית הנסבלת של נחושת היא 100 חל"מ ושל סידן 2%).

ז. גילוי תכונות האבץ האורגני באפרוח – היסטוריה

כל המתעניין בנושא חייב לדעת, כיצד נתגלתה השפעתו המופלאה של האבץ האורגני. התגלית תוארה בעמודים הראשונים של ספר (21) שיצא בשנת 1986, פרי עטם של שני חוקרים, קרצ'ר ווהנה, בעלי התגלית. הסיפור מובא כאן בקיצור נמרץ.

בשנות ה-50 עבדו השניים בבעיות יסוד של הזנת אפרוחי הודו. תוך כדי עבודה נסיונית בתפריטים סינתטיים התברר להם, שבמשך זמן רב הם הגישו תוסף אבץ קטן מדי (6 חל"מ) לאפרוחים. יתר על כן, הם מצאו שהבדלים גדולים בביצועי האפרוחים על תפריטים שונים אינם אלא תוצאה של רמות שונות של אבץ או זמינות שונה של אבץ הנמצא ברכיבי התפריט. בנסיונות שמטרתם היתה למצוא תשובה לבעיות הזמינות הם הגישו בין השאר תוסף של אבץ לכוד ל-EDTA⁶. חומר זה הוא תרכובת אורגנית סינתטית פשוטה, מסיסה במים ורק אחת מקבוצה גדולה של תרכובות אורגניות (סינתטיות וטבעיות) בעלות מולקולה

(אך לא כולם) הם חלבונים שנוצרו בגוף. אחוז האבץ הנספג גדל עם ריכוזו בתפריט בערך עד 80 חל"מ בחומר היבש (29), אך הכמות הכללית הנספגת עשויה לגדול גם מעל לרמה זאת. עם זאת תלויה הספיגה במידה רבה במולקולה האורגנית שאליה קשור או לכוד (chelated) האטום של האבץ בתפריט ובמעכל. למשל, אבץ במזון מן החי שבו קשור האבץ לחומצות אמינו זמין מזה שבצומח שבו חלק ממנו קשור לפיטין (ראה לעיל). בין הנשאים הרבים הטבעיים והסינתטיים יש קבוצה גדולה של תרכובות אורגניות בעלות מולקולה קטנה, מסיסה במים והמסוגלת ללכוד (to chelate) אטומים של מתכות ולהחזיק אותם בתמיסה. לעתים, במצב לכוד במולקולה קטנה מסיסה יכול אטום של מתכת להיספג בקלות יותר משהיה נספג אילו היה קשור למולקולה הרבה יותר גדולה.

שיעורי זמינות האבץ מתוספים אנאורגניים (גפרה, פחמה, כלוריד ותחמוצת) שווים בתנאי שהם טהורים. מאידך, מוסכם על יודעי דבר שזמינות אבץ מתחמוצת שאינה טהורה עשויה להיות נמוכה יותר. לעובדה זאת יש חשיבות רבה: כשיצטרף תוסף אבץ אורגני רוצה להוכיח שהמוצר שלו עדיף הוא חייב להשוות אותו לגפרה.

ו. המצב בארץ

דיון על אבץ מחייב לדעת, מה המצב ברפת שלנו. לא ידוע לי על בדיקות שגרתיות של חומרי הקורט ברפתות בארץ. אולם בשנת 1990–1995 ערכו בן גדליה וח' סקר הזנה מינרלית בבקר לחלב והתוצאות על אבץ פורסמו (1). בסקר הזה נמצאו הריכוזים המזעריים במשקים בשבעה אזורים בין 30 ל-82 חל"מ; בנגב המערבי נמצא בליל שהכיל פחות מ-40 חל"מ. הריכוזים הממוצעים בשבעת האזורים נעו בין 45 חל"מ בנגב המערבי ל-92 חל"מ בשפלה ואילו המרבניים בין 62 ל-104 חל"מ. מחברי הסקר לא ערערו על המלצת ה-NRC (שהיא כאמור 40 חל"מ לכל סוגי הבקר ובלתי מספקת) והגיעו למסקנה שהתוצאות

⁶ Ethylenediaminetetraacetic acid = EDTA. שמה הישן של התרכובת הוא Versene.

האחרונות ממש בספרם (21) הם הזהירו: אפשר לצמצם במידה ניכרת את התצורות של מינרל מסוים על ידי הוספת לוכד (chelating agent) לתפריט. מתעוררת שאלה מעשית באם עלינו לתקן חסר שולי במינרלים בתפריט על ידי הוספת המינרל כשלעצמו, חומר לוכד (בלבד) או מינרל לכוך. אם כי ייתכן שאפשר להשתמש בלוכד או במינרל לכוך, המחיר היחסי ישפיע על ההחלטה. ברוב המקרים מחיר תוסף המינרל הוא פחות מאשר של הלוכד או של המינרל הלכוך.

כך, בלשון המעטה; במציאות, מחיר התוסף האנאורגני קטן פי 50 עד 100 ממחיר הלוכד או של המינרל הלכוך⁸ והמסקנה ברורה.

הפרסומת של היצרנים אינה מזכירה את ההסתייגות הזאת, אף כי קשה להאמין שהם לא עיינו בספר. כאמור, רוב הפרסומים בנושא מומנו על ידי יצרנים נדיבים. עשוי הקורא לשאול: שמא השתנה משהו מאז שנת 1986 כשפורסם הספר של קרצר ווהרה? התשובה חיובית; פורסמו ממצאים רבים שמומנו על ידי היצרנים אך לא מצאתי ביניהם אחד המצדיק לשלם בעד א"א מחיר גבוה פי 60 עד 80 מן המחיר של אבץ אנאורגני. כך, בפשוטי הקיבה ועל אחת כמה וכמה במעלי הגידה. ובסקירה המהימנה ביותר (ומאוחרת יחסית) על נושא האבץ האורגני שמצאתי (29) נכתב:

תוצאות מחקרים על אופן ספיגת האבץ רמזו שאבץ עשוי להיספג כחלק של תלכיד (קומפלס) שלם שנוצר בין אבץ לבין חומרים לוכדים. לעת עתה נבדקה הנחה זאת בעיקר בתלכידים של אבץ עם פיקולונט ומתיונין, אף כי שתי הצורות הללו של אבץ אורגני השפיעו על ספיגת האבץ, שיפור עקבי בספיגת האבץ לא נמצא.

כאמור, על ראיות מפורטות יותר נעמוד בהמשך. אך עוד לפני שנעסוק בראיות עלינו יהיה ללמוד עוד מעט היסטוריה.

קטנה יחסית ומסיסה במים המסוגלת ללכוד אטומים של מתכות ולהחזיק אותם. כחוקרים ביקורתיים הם הריצו בניסוי גם קבוצת אפרוחים שקיבלה EDTA בלבד בלי תוספת אבץ. התוצאות היו מפתיעות: EDTA טהור שיפר את הביצועים כמעט באותה המידה כמו EDTA קשור לאבץ!⁷ מאידך, קבוצות אחרות של אפרוחים קיבלו תוספי אבץ בלבד וביצועיהם השתפרו; לכן לא היה ספק שטיפול ההקש השלילי אמנם היה דל מדי באבץ. התעוררה השאלה כיצד EDTA, חומר שאין בו אבץ יכול למלא את מקומו של האבץ. לכאורה היה כאן אבסורד או נס. עבודה נסיונית מדוקדקת באבץ רדיואקטיבי מצאה את ההסבר: EDTA לוכד (ממש "גוזל") אבץ מן הפיטין (ליתר דיוק מן הקומפלס של פיטין עם חלבון) ובהיותו מולקולה קטנה מאפשר את ספיגתו. לאחר מכן הוא משחרר את האבץ ללוכדים חזקים ממנו בדם.

קִרְצֶר ווֹהֶרֶה לא עבדו במעלי גירה. אולם יש בספרם שני משפטים הראויים לתשומת לב כל בוקר. הריהם:

מיקרואוגניזמים מפרקים פיטטים [מלחי פיטין] בקלות ומשחררים את הזרחן ואת החומרים הקשורים [קרי: אבץ, מגנזיום וכו'] לכן זמינות המינרלים הקשורים לפיטטים גדולה במעלי גירה מאשר בפשוטי הקיבה. ב־35 השנים הבאות גילו קִרְצֶר ווֹהֶרֶה ורבים אחרים שבמקרים מסויימים אבץ המוגש בתפריט במולקולה אורגנית זאת או אחרת, נספג בשיעור רב מאבץ שהוגש כמלח או כתחמוצת. אולם גם ב־1986 כשמכירת חומרי קורט לכודים לנשאים אורגניים כבר היתה אופנתית, לא גרסו קרצר ווהרה שיש להגיש את תוספי המתכות במולקולה אורגנית ללא ה ת ח ש ב ו ת ב מ ח י ר ו. אדרבא, בשורות

⁷ מאז נעשו עבודות רבות ב־EDTA בהן התברר שהוא משפר את ספיגת האבץ באפרוחים רק עד 0.12% בתפריט; מעל רמה זו יורד שיעור הספיגה. EDTA משפר גם את ספיגת המגנזיום אך גם זו יורדת כשיעור ה־EDTA עולה על 0.18% בתפריט. נודף של EDTA הוא רעיל! בספרם הקדישו קרצר ווהרה פרק שלם לרעילות הלוכדים כולל EDTA (פרק 11 Chelate Toxicity).

⁸ מחיר ק"ג אבץ קשור ל־EDTA הוא עתה כ־350 דולר!

ח. עוד היסטוריה

בארה"ב, יותר מבכל ארץ אחרת, סורקים היצרנים את הספרות המדעית ומחפשים דרכים לפיתוח מוצרים חדשים. בעיקרון, זאת תופעה חיובית. הממצא המפתיע של EDTA (בשנות ה-50) שתארתי לא נעלם מהם. חברות ששיווקו תוספי מזון החלו להציע לכל מגדלי הבהמות חבילות חומרי קורט שבהן היו המינרלים קשורים ל-EDTA. בשנות ה-60 פנה אלי יבואן ישראלי בהצעה לבצע ניסוי בחומרי קורט קשורים ל-EDTA; נענית אחרי שידול רב. חומרי הקורט הקשורים ל-EDTA ירדו מן הפרק; מחיר ה-EDTA, לוכד קלסי, מאפשר את שיווקו כתרופה לאדם (למשל בהרעלת עופרת) אך לא כתוסף תזונתי לבהמות.

יצרני התוספים שבו לקרוא את הספרות וגילו, שלעתים חומרים אורגניים אחרים מתנהגים באפיון באופן פחות או יותר דומה ל-EDTA. נוסו תרכובות רבות כדי להחליף את ה-EDTA. השתיים שבהן נצבר הנסיון הרב ביותר כבר נזכרו במבוא. הראשונה, חומצה פיקולינית, אינה נמצאת בשוק מסיבות שאינן ברורות. אולם השניה, חומצת האמינו מתיונין קשורה לאבץ מהווה כמעט את כל כולו של שוק ה-א"א, אם כי היצרנים מוכרים אבץ (או נחושת) קשורה) גם לחומצת האמינו ליזין. היתכן שאלה התחליפים הטובים ביותר ל-EDTA? לא בהכרח. מתיונין וליזין הן שתי חומצות האמינו ההכרחיות (מבין עשר) ששיעוריהן בחלבוני הצמחים נמוכים מן הדרוש תדירות מן האחרות. לכן, שתיהן מיוצרות בקנה מידה תעשייתי (כתוספים לעופות) והן זולות בהרבה מן ההכרחיות האחרות! אם אבץ קשור ל-EDTA יקר בשלושה סדרי גודל (פי אלף) מאבץ אנאורגני, אבץ קשור למתיונין יקר "רק" בשני סדרי גודל וליתר דיוק פי 60 עד 80! ויתכן גם שבתפריט האפיון חסר קצת מתיונין – אם כך, המתיונין לא יזיק לו. ככל הנראה יש תרכובות רבות המשחררות אבץ מפיטין, אך הן יקרות מדי. במה דברים אמורים? בחיה הצעירה (בת שבוע-שבועיים) שבצינור העיכול שלה מעטים החידקים!

לא כל היצרנים מוכרים אבץ קשור למתיונין, חומר זול בהרבה מ-EDTA, אך בכל זאת בעל מחיר משמעותי מאד (כ-5 דולר לק"ג). יש יצרנים המשווקים א"א שאינו אלא אבץ קשור לחלבון כלשהו או להידרוליזט של חלבון, משמע מרק בלתי מוגדר של חומצות אמינו המתקבל על ידי פרוק החלבון ב-pH המתאים. מספר שיטות הייצור של א"א הוא גדול ויש חוקרים המתמחים בנושא זה (18).

ט. מה חייב היצרן להוכיח?

מִעֲבָר מתוסף שמחירו זניח לתחליף יקר פי 70 חייב להעשות על פי שיקולים כלכליים. כדי להצדיק את המעבר חייב היצרן להגיש ראיות המצדיקות הוצאה כספית של כ-60 עד 80 ש"ח לשנה לפרה, במקום 80 עד 120 אגורות. זאת משימה קשה; הבוקר חייב לבדוק אם יצרן התוסף עמד בה. הבאת הראיות קלה יותר כשהתוסף אמור להגביר את ייצור החלב (לדוגמה BST, הורמון הגדילה הידוע). את ההשפעה על ייצור החלב קל יותר למדוד. אולם מרבית טענות יצרני הא"א, אם לא כולן, מתיחסות לבריאות; השפעת תוסף כלשהו על חצי תריסר הבטי בריאות קשה מאד למדידה. אשר לטענה שא"א מגביר את ייצור החלב (20) היא תידון בהמשך.

חוקר העורך ניסוי שמטרתו לבדוק, האם א"א עדיף על אבץ אנאורגני, חייב להריץ לכל הפחות שלושה טיפולים: (א) הקש שלילי (negative control), משמע טיפול בסיסי שבו האבץ הוא שולי או חסר ועל כן יש לשפר אותו, (ב) הקש חיובי, האמור לשפר את ביצועי ההקש השלילי בעזרת אבץ אנאורגני (רג) ונסיוני, טיפול שבו אמור א"א לשפר את ביצועי הקבוצה במידה המצדיקה את החלפת האבץ האנאורגני. בניסוי האידיאלי יש להרבות בטיפולי הקש חיוביים ונסיוניים כדי לקבל עקומות תגובה, דבר שבפרות חולבות אינו מעשי או קשה מאד. לכן, רוב הניסויים בפרה אינם אלא פשרה. על כל פנים, הבדל מובהק, ככל אשר יהיה, בין הקש שלילי לבין טיפול נסיוני בניסוי שבו היו שני טיפולים בלבד, משמע ניסוי בלי הקש

מפורטות ומבוקרות בנקודה הזאת ושתייהן פורסמו במלואן (9, 6). התוצאות של שתייהן סותרות את תוצאות העבודה עליה מסתמכים יצרני הא"א מעת לעת (17).

באחת העבודות (9) בדקו חוקרים (בלואיזיאנה) בשיטות מעבדה כימיות את המסיסות ואת היציבות המבנית של 15 קומפלקסים של מינרלים אורגניים: חמישה כל אחד של אבץ, של נחושת ושל מנגן. על אף שהעבודה פורסמה בכתב העת הידוע ביותר העוסק בייצור חלב, הבנת התוצאות מחייבת ידע מעמיק יותר בכימיה משיש לרובנו. אביא שני קטעים בלבד המובנים לי והיו מובנים למרבית הקוראים.

מן המבוא:

הספרות השיווקית טוענת שהקומפלקסים [המשווקים] הם מסיסים מאד אך יציבים מבחינה כימית... הם שומרים על שלמות המבנה שלהם בצינור העיכול ומגיעים לאתרי הספיגה בצורתם המקורית...

מן התוצאות:

קומפלקסים שהם כה בלתי יציבים עד שהם מתפרדים (dissociate) בבופרים פשוטים או בעת תהליך כה עדין כגון כרומטוגרפיה על גל, סביב שיתפרקו גם בצינור העיכול. נוזלי צינור העיכול מכילים מולקולות רבות הפועלות כקושרות (ligands) ויכולות למשוך מתכות מקומפלקסים בעלי מקדמי יציבות נמוכים יותר וליצור קומפלקסים חדשים עם מקדמי יציבות גבוהים יותר.

אזכור זה מהווה רמז, אם לא ראייה מפורשת שהספרות השיווקית טועה. העבודה השניה (6) נעשתה בוויירג'יניה. להלן קטעים מסיכום העבודה.

יש טענות שאבץ-מתיונין יוצר קומפלקס יציב הנישא באופן מועדף לרקמות... הדבר תרם לחוסר ודאות... ולדו"חות סותרים על הזמינות הביולוגית של אבץ. העבודה הזאת אמדה את הקליטה של צורות אורגניות ואנאורגניות של אבץ כולל כלוריד ($ZnCl_2$), אבץ-מתיונין ופרופיונט האבץ על ידי תאי אפיתל של מעי האדם ותאי כליה של קופים...

חיובי, רומז שהיה חסר אבץ בהקש השלילי אבל אינו מהווה רמז אוראיה ש"א יקר עדיף על אבץ אנאורגני זול! דו"ח ניסוי שנערך בקליפורניה בעדר פרות שסבלו מהפלות פורסם בכתב עת בריטי מכובד (14). החוקרים (הישו: א) אבץ-מתיונין (לב) מתיונין בלבד, משמע טיפול ניסויי לעומת הקש שלילי. שיעור ההפלות בקבוצה (א) היה קטן מאשר בקבוצה (ב) וההבדל נמצא מובהק. המסקנה הנכונה היא, שאבץ (שהוגש אך רק בצורת א"א) היה הגורם שהקטין את שיעור ההפלות. אבל, מסקנה זאת אינה רמז או ראייה שאבץ אנאורגני זול לא היה מפחית את שיעור ההפלות באותה המידה. החוקרים מאשרים שהניסוי מומן בחלקו על ידי יצרן א"א.

י. האם מתפרק אבץ-מתיונין בכרס?

אין לדלג על דיון בשאלה תיאורטית חשובה זאת. השאלה היא בעלת חשיבות עליונה והיצרנים יודעים זאת. כבר עמדנו על כך שאבץ שאינו זמין בפשוטי הקיבה (בגלל הקשר לפיטין) זמין במעלי הגירה, שכן חידקים מפרקים פיטין על נקלה. עובדה נוספת מטילה ספק ביעילות א"א בעיקר במעלי הגירה. יצרני א"א טוענים שאבץ אנאורגני זול (למשל גפרה או כלוריד) נקשר בצינור העיכול באופן אקראי עם לוכדים ואלה מונעים את ספיגתו. כנגד זה טוענים תזונאים העוסקים במעלי גירה: למיקרופלורה המגוונת של הכרס כושר פרוק גדול הרבה יותר מאשר לאנזימים המופרשים על ידי צינור העיכול של חיות עילאיות; לכן קרוב לדואי, שמעלי הגירה יפרקו על נקלה גם אבץ-מתיונין וגורל הא"א היקר במעלה הגירה בודאי אינו שונה מגורל האבץ האנאורגני הזול (המתקשר באקראי ללוכדים). חלילה, משיבים היצרנים, אבץ-מתיונין יציב בכרס; הראיה לכך היא עבודה שנעשתה בשנת 1983 בכרס מלאכותית ופורסמה כאבסטרקט (17), משמע פרסום בלתי מבוקר. ומן הראוי לשאול, מדוע עבודה כל כך חשובה לא פורסמה במלואה?

אולם, בשנות ה-90, עסקו שתי עבודות

תזונתי וסיבותיו טופלו לעיל. המלצת ה-NRC לאבץ היתה בלתי מספקת ביום שנכתבה ועתה היא בלתי מספקת בעליל. לכן תיקרא ההנחה האחרונה "הטפלה" (בלתי רלוונטית). המחלוקת היא על נקודה אחת בלבד: האם רווחי יותר להוסיף את האבץ החסר בצורת א"א יקר (של יצרן זה או אחר) או בצורת אבץ אנאורגני שמחירו אפסי (גפרה, פחמה, כלוריד או תחמוצת איכותית ואפילו אבץ מתכתי). עד כאן על מהות המחלוקת.

אשר לראיות: בסעיף ט. כבר עמדנו על כך, שניסויי שבו יש שני טיפולים בלבד (הקש שלילי והקש פלוס אבץ) מספיק לאימות ההנחה "הטפלה" ואילו אימות ההנחה "הקובעת" מחייב ניסוי הכולל שלושה טיפולים: א. הקש "שלילי", שבו חסר אבץ ובחיות יש סימני חסר; ב. הקש "חיובי", שבו מנסה החוקר למנוע סימני חסר בעזרת אבץ אנאורגני זול רג. נסיוני, שבו א"א אמור למנוע סימני חסר ביעילות גדולה מזאת של ב. ניסוי עם שני טיפולים (הקש והקש פלוס אבץ כלשהו) פסול כראיה להנחה הקובעת, ואילו הניסוי עם שני טיפולים כשבאחד מוגש תוסף אבץ אנאורגני ואילו בשני תוסף א"א יכול להיות מסקני אך תמיד עדיף לצרף הקש שלילי. מי שאינו בקיא בעריכת ניסויים עשוי לראות בסייגים הללו דקדוקי עניות, חלילה. אך עריכת ניסויים הוא מקצוע מתוחכם וניסוי שאינו עומד בקריטריונים קפדניים ערכו כקליפת השום.

חשוב לא פחות: הראיות הקבילות מתפרסמות בכתבי עת מדעיים כשכל דו"ח עובר ביקורת של עמיתים שלא השתתפו בעריכת הניסוי (peer review). ביקורת כזאת אינה ערובה לכך שכל הדו"חות כשרים למהדרין, אך הסיכוי גדול יותר מאשר בספרות שלא עברה ביקורת. את הכתבות בכתבי עת שאין בהם ביקורת עמיתים, את אלפי האבסטרקטים המוגשים בכנסים, את דיווחי ההרצאות, את המאמרים בכתבי עת מסחריים ואת הספרות המופצת על ידי יצרנים (אשר מטבע הדברים רוצים למכור את מוצריהם) יש

לא היה הבדל משמעותי בין [שלוש צורות האבץ]... נמדדה קליטת אבץ רדיואקטיבי (^{65}Zn) במעי עכברים חיים... לא נמצא הבדל בין אבץ אנאורגני (ZnCl_2) לבין אבץ-מתיוני... הוכנו דגימות של אבץ-מתיוני מסומן באבץ רדיואקטיבי ואבץ-מתיוני מסומן בגופרית רדיואקטיבית (^{35}S)... הקליטה בתאים [הספיגה] של המתיוני המסומן היתה פחות מ-0.1% מזה של האבץ המסומן... דבר שפרושו קליטה נפרדת של אבץ ושל מתיוני... שיטה מעבדתית נוספת⁹ לא הבחינה בין שלושת סוגי האבץ... תוצאות העבודה מצביעות על קליטה שווה של אבץ מתרכובות אורגניות ואנאורגניות... [הדגשות הן שלי-ד.ד.]

לעניות דעתי, שתי העבודות החדשות הללו (שיצרני א"א אינם מאזכרים) מספיקות כדי להזים את הטענות המדעיות והמעשיות של יצרני המינרלים האורגניים, אבל לא בהכרח לגרום להפסקת שיווקם. עובדה קשה היא שתוספי פלא לאדם ולבהמה נמכרים בעולם כולוזה אלפי שנה.

יא. הראיות המעשיות

האמור לעיל אינו פותר את המחבר מהתיחסות לראיות המעשיות התומכות כביכול בהנחה הבאה: בבקור, אבץ אורגני (א"א) יקר מפחית את האירוע של חולאים רבים במידה שהיא גדולה באופן משמעותי מאשר אבץ אנאורגני שמחירו אפסי.

אימות ההנחה הזאת על ידי ראיות הוא תנאי להצדקת השימוש בא"א והיא תיקרא להלן ההנחה "הקובעת".

הנחה אחרת, שונה מן הקודמת, גורסת: בתפריטים מעשיים רבים תוסף אבץ, בין אם הוא אנאורגני (זול) ובין אם הוא אורגני (ויקר מאד) משפר את ביצועי הבקר.

על ההנחה האחרונה אין מחלוקת; חסר אבץ

⁹ דומה לשיטה שבה השתמשה הקבוצה מלואיזיאנה.

העיכול בעת ובעונה אחת, אבל את ספיגת האמינית אפשר למדוד בדיוקנות בעזרת אבץ רדיואקטיבי (^{65}Zn). במעלי גירה זה יקר מאוד ובלתי מעשי. לכן עושים זאת רק בחיות קטנות (עכברים, אפרוחים וכו'). מאידך, את זמינות האבץ שנספג קל למדוד בשיטות שונות: כולן נשענות על הצטברות אבץ באברים או ברקמות (כבד, כליה, לבלב, שרירים, עצמות, דם וכו').

בכתבה בכתב העת הזה (2) הוקדש מקום רב לדיון על זמינות האבץ. הוצגה טבלה שמקורה בדו"ח מאילינוי. על פי הטבלה זמינות האבץ מתוסף א"א מסחרי עולה על זאת של אבץ מגפרה בשלושה תפריטים (סינתטי, חצי סינתטי ומשקי) ב-17%, ב-77% וב-106%, בהתאמה. לא אוזכר המקור ולא נאמר באיזה מין של חיות בוצע הניסוי. בכל זאת מצאתי את הדו"ח המקורי. העבודה נעשתה באפרוחים בני 8 ימים (31). משנות ה-50 ידוע שאפרוחים מתקשים במיוחד לספוג אבץ (כמוסבר בסעיף ז) ואין להקיש מהתוצאות הללו לגבי עופות מבוגרים ולגבי יונקים ולא כל שכן לגבי מעלי גירה מבוגרים. יש בכתבה שיווקית זאת פגם נוסף. הקבוצה מאילינוי (31) אזכרה מספר עבודות שבהן ההנחה הקובעת לא קיבלה אישור. אלה לא נזכרו בכתבה הנידונה. יתרה מזאת, שנתיים לאחר פרסום העבודה באפרוחים ערך אותו חוקר ראשי ניסוי דומה בחזירים (32) בנברסקה. להלן השורה האחרונה בדו"ח:



הכוונה היא לזמינות; זאת של גפרת אבץ עלתה על זאת של אבץ-מתיונין וזאת של אבץ-ליזין היתה הכי נמוכה. החזיר אינו מעלה גירה אך הוא יותר קרוב לבקר מן האפרוח¹⁰. עדיפות גפרת האבץ על א"א בחזיר קיבלה אישור גם בעבודה מאוחרת יותר במדינת וירג'יניה (26). אין סיבה להניח שבמעלי גירה המצב שונה.

לקרוא בזהירות מרבית. ב-25 השנים האחרונות מימנו יצרני האבץ האורגני מחקרים רבים במוצרים שלהם. נסיון רב מלמד, שמחקר בלתי תלוי עדיף והקורא יבין מדוע. בעבר פורסמו ב"משק הבקר והחלב" שלוש כתבות מטעם שמטרתן היתה להגביר את מכירת הא"א. מטרת המאמר הזה הובאה בהערת שוליים¹, בעמוד הפותח מאמר זה.

יב. דוגמות לניסויים בלי הקש חיובי

כבר אזכרתי לעיל עבודה מסוג זה (14). תוצאותיה מרמזות שאבץ (שהוגש כ"א"א) הקטין את שיעור ההפלות בפרות. היצרנים מאזכרים אותה (4) למרות שאינה מסקנית לגבי ההנחה הקובעת. בניסוי היו שני טיפולים: באחד היה תוסף א"א (אבץ-מתיונין) ובשני מתיונין בלבד, בקיצור: אבץ לעומת חסר אבץ. הממצא – על תפריט שולי באבץ, אבץ נוסף מפחית הפלות – אינו חדש אך הוא אינו מצביע על יתרון של א"א על אבץ אנאורגני. על פי הכתוב במאמר, יצרן תוספים סייע במימון. ממש בעת כתיבת הדברים האלה פורסם ב"משק הבקר והחלב" מס' 283 דו"ח נוסף (3) בלי הקש חיובי ולפי כך הוא בלתי מסקני לגבי ההנחה הקובעת. בניסוי לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שני הטיפולים; ההבדל שנמצא הוא כה קטן עד שהוא חסר משמעות.

בכנס בזכרון יעקב השנה הוגש דו"ח על א"א (5) בלי הקש חיובי. הדו"ח מהווה רמז או ראייה כשרה שחסר אבץ שולי ביושב עשוי להתבטא בפגיעה ברמת הנוגדנים בקולוסטרום, משמע תומך בהנחה הטפלה, אבל אינו ראייה שא"א עדיף על אבץ אנאורגני. על פגיעת חסר אבץ בנוגדנים יש עבודות לפחות 17 שנה (12).

יג. כל האמת

בפסקה זאת רצוני להביא דוגמה של כתבה שיווקית בלתי מבוקרת. מושג חשוב בהבנת השפעתו החיובית כביכול של א"א היא הזמינות¹⁰. זמינות הוא מושג רחב ופחות מדויק מספיגה. אבץ (ממש כחנקן, זרחן, סידן וכל המתכות) נספג מצינור העיכול ונפרש אל צינור

¹⁰ בספרות האמריקאית אופנתי bioavailability, אך כי availability לא פחות מדויק.

¹¹ בצינור העיכול של החזיר יש חיידקים רבים.

יד. א"א וייצור חלב

זה חמש שנים משווקי א"א אינם טוענים שא"א מגביר את ייצור החלב. הם מעדיפים לטעון שאחרי הגשת א"א יש פחות תאים סומטיים בחלב, פחות בעיות פריון ופחות בעיות טלפיים וכיוצא בזה. אולם באתר של חברת תוספים באינטרנט ובפרסום שהופץ בארץ (4) הופיע אזכור של סקירה אמריקאית (20) שפורסמה בשנת 1990 בשבועון המסחרי ¹²Feedstuffs.

סיכום המחקר:

איכות החלב שופרה על ידי ZM (אבץ-מתינון) כפי שהדבר מתבטא בת"ס... ייצור החלב גדל ב-4.8%... בהשוואה להקש... בשני ניסויים (מתוך שמונה) שופרה איכות הטלפיים של הפרות. בגלל סיבות אלה עשוי ZM לסייע לבוקרים.

בדקתי את כל האזכורים שניתן לבדוק. בין שמונה הדו"חות שסקר המחקר לא היה דו"ח מבוקר אחד. שלושה דו"חות היו פרסומים של חברה מסחרית, שניים היו תמציות הרצאות של מחבר מקולורדו בכנס מחלות עטין, שניים היו אבסטרקטים בכנס של ADSA¹³, ואילו אחד היה דו"ח כותב הסקירה עצמו בירחון שאין בו ביקורת. זה אוסף ראיות מאד לא מספק ובלתי משכנע. אך לא די בכך. בהקדמה לסקירתו כתב המחקר (20) איש ארקנסו:

מטרת מאמר זה לסקור את תוצאות ניסויים [8 במספר] שהישו ZM (אבץ-מתינון) לתחמוצת אבץ שהוגשה בנוסף למתינון בתפריטים של חולבות.

משמע בכל שמונת הניסויים היו רק שתי קבוצות, אולם קבוצת ההקש היתה חיובית ולא היתה קבוצת הקש שלילי. בין השאר קראתי גם את הדו"ח הבלתי מבוקר של קלוג

עצמו וח' (19) שהוא אחד מן השמונה ונדהמתי. קלוג וח' דיווחו על ניסוי שבו היו שני טיפולים בלבד אבל ההקש היה שלילי. בטיפול הנסיוני הוגשו 360 מ"ג אבץ בצורת אבץ-מתינון אך בהקש לא ניתן לפרות דבר. משמע היה זה הקש שלילי ולא הקש חיובי כנטען בסקירה שכתב קלוג כעבור זמן מועט. מדוע לא הוגשו לפרות ההקש תחמוצת אבץ פלוס מתינון כפי שנעשה כביכול על פי הסקירה? תרצו המחקרים (20):

אף כי אבץ במספוא לא תמיד זמין לבקר, לכאורה (*it would seem*) פרות ההקש קיבלו מספיק אבץ כדי לספק את התצרוכת לפי ה-NRC.

המסקנה ברורה: הניסוי (19) בוצע בריוול מרבי, ערך התוצאות כראיה להנחה הקובעת כקליפת השום, ואילו באזכור הניסוי (20) נכשל המחקר הבכיר. קלוג נהנה כמה פעמים ממענקי מחקר של יצרן א"א מסוים, וכן גם בעבודה הנידונה (19).

שש שנים לאחר מכן, בסקירה של א"א בכתב עת מדעי מבוקר הסתמך מחבר אחר (28) על החומר של קלוג (20) וזאת מבלי לבדוק את כשרות הראיות המקוריות. יאמר לזכותו של J.W. Spears ששתי סקירותיו (27, 28) ודו"חותיו המקוריים אמניים, גם אם נהנה רבות ממימון של חברה מסחרית מסוימת. אם גם העתקת נתוניו של קלוג (20) בסקירתו המאוחרת יותר היתה משגה, הוא בעצמו הגיע למסקנה סבירה למדי (28):

בתנאים מסויימים נענים מעלי גידה לקומפלקסים מסויימים של מינרלים או לזכדים. בעבודות רבות לא ניתן לקבוע, באם השפעה זאת נובעת מן המינרל האורגני עצמו או פשוט מצריכה מוגברת של המינרל.

זאת השקפה נבונה. אין היא מבטלת את האפשרות הנוחה ליצרנים הנדיבים, אך גם אינה מתחייבת לתמוך בטענותיהם. יזכור הקורא: כמעט תמיד "הקומפלקסים המסויימים" הם אבץ-מתינון הקרוי כאן א"א. חקר הא"א נמשך קרוב ל-25 שנה, כמעט כולו נעשה בארה"ב, רובו בתמיכת היצרנים ועדיין אין ראיות

¹² שבועון סוחרי התבואה ומכוני התערובת בארה"ב. הוא מפרסם ברצון סקירות על הזנה ועל טכנולוגיה ללא כל ביקורת עמיתים או עורך. כל סקירה של דוקטור או פרופסור מודפסת והגהה אין. אורך הסקירות אינו מוגבל ורמתן נעה בין המבריק לזבורי.

¹³ American Dairy Science Association המפרסם את Journal of Dairy Science.

קיבלה 260 מ"ג אבץ אך כולו אנאורגני. נאמר לעיל שניסוי כזה יכול לשמש ראיה לעדיפות הא"א. אחרי ההמלטה הוגש לניסיונות 250 מ"ג א"א ו-140 אבץ אנאורגני (ס"ה 390 מ"ג ליום), ואילו להקש החיובי הוגשה אותה כמות (390 מ"ג אבץ ליום) כאבץ אנאורגני. כל זאת בנוסף לאבץ שהיה כלול בתפריט הזהה לכל הפרות.

הניסוי נמשך 100 יום מההמלטה. במשך הזמן הזה לא היו הבדלים מובהקים בין שתי הקבוצות במחלות עטין כלשהן, אם בשיעור ההדבקות החדשות או בשיעור ההחלמות. לא היה הבדל בת"ס בין הקבוצות. לא היה הבדל מובהק במצב הגופני של שתי הקבוצות, בתנובת החלב ובערכי מטבוליטים בדם. הפירון היה מניח את הדעת בשתי הקבוצות וכן נצילות המזון. חד-משמעית כותבים החוקרים:

העבודה לא הראתה כל יתרון מהגשת פרוטאינים (קרי א"א) לפרות חלב [מדויק יותר: פרוטאינים של אבץ במקום אבץ אנאורגני – ד.ד.]. ומדגישה העדר נתונים מבוקרים על הנושא.

טו. הגל החדש

יצרן אחד בארה"ב מממן עתה גל גואה של ניסויים במוצר חדש הנמכר לבוקרים, על אף שלא הוכיח את עצמו בשדה והוא מעורר ספקות מבחינה מדעית. המוצר החדש מכיל לא פחות מארבע מתכות קשורות למולקולה אורגנית: אבץ, נחושת, מנגן וקובלט. אם להגשת אבץ בצורה אורגנית יש ביסוס מדעי תיאורטי כלשהו באפרוחים (ראה סעיף ז) הרי שלהגשת שלוש המתכות האחרות בצורה אורגנית אין אפילו בסיס מזערי. בעיני כותב השורות האלה, תזונאי מעלי גירה שקרא ספר, מוזרה מכל הגשת הקובלט בצורה אורגנית. הקוקטייל הזה של חומרי קורט נמכר בצורה

חד-משמעית שהוא שווה פי 70 מן האבץ שבגפרת אבץ. בנקודה זאת מן הראוי לשאול: האם יש ראיות טובות יותר בארצות החלב המובהקות?

טו. ניסויים בחו"ל

מבחינה פיננסית ומקצועית ישראל סמוכה על שולחן ארה"ב. לכן במובן מסויים ארה"ב אינה חו"ל בשבילנו – היא חלק מ ישראל, או שמא ישראל היא חלק ממנה. חו"ל – כוונתי לכל הארצות האחרות. מהאינטרנט למדתי שחברה אחת מוכרת בסלובקיה ובבולגריה. אך מעניין מזה, מה היחס בארצות "המערב" האחרות לא"א. להלן שני דו"חות חדשים יחסית, אחד מגרמניה (8) ואחד מסקוטלנד (31). לא בחרתי אותם בגלל תוכנם; פרט לשניים אלה לא מצאתי אף דו"ח על הנושא מארצות החלב המובהקות (בכל אירופה, ניוזילנד ואוסטרליה) ומעט מזער בקנדה הקרובה לארה"ב. דוקא בארצות האלה גבוהה תדירות בעיות הטלפיים ועל פי טענות היצרנים א"א הוא סגולה בדוקה נגד חלקן או כולן.

שני הדו"חות (8, 31) פורסמו בכתבי עת וטרינריים. בעבודה הגרמנית (8) שימשו 70 פרות שחולקו לשתי קבוצות בעלות ממוצעי תנובה ות"ס שווים. לקבוצת הטיפול הוגש קומפלקס של אבץ-מתיונין תוצרת גרמניה בשיעור 25 ג' במזון המרוכז. כותבים המחברים: לא היו הבדלים מובהקים בין שתי הקבוצות בייצור חלב, בהרכב החלב ובת"ס.

עד כאן העבודה הגרמנית.

העבודה הסקוטית (13) נעשתה באוניברסיטת אדינבורו. ארבעים פרות ועשר מבכירות חולקו לשתי קבוצות שוות מכל הבחינות (פרות לפי תאריך המלטה צפוי, ת"ס והיסטוריה קודמים של מחלות עטין והמבכירות לפי תאריך המלטה צפוי). הקבוצה הנסיונית קיבלה א"א בשלושת השבועות האחרונים של היובש: 200 מ"ג אבץ אורגני (zinc proteinate) ו-60 מ"ג אבץ אנאורגני ליום ס"ה 260 מ"ג אבץ. גם קבוצת ההקש החיובי

¹⁴ מבחינה מתודית, בדיקת שני משתנים (שאינן ביניהם תלות מוכחת וברורה) בעת ובעונה אחת היא שגויה; אי אפשר ליחס את התוצאות לגורם ידוע ובדיקת השפעת שלושה או ארבעה משתנים בעת ובעונה אחת, על אחת כמה וכמה. סימתי את חוק לימודי בארה"ב ואני בוש במתרחש שם עתה.

הראשונה התעברו פרות הטיפול הנסיוני (שקיבל חומרי קורט אורגניים) מאוחר מפרות ההקש החיובי והשלילי גם יחד. ההבדל היה מובהק ברמה של $p > 0.01$. בשנה השניה לא היה כל הבדל בין שלוש הקבוצות. בהקדמה לדו"ח טרחו עורכי הנסיון לאזכר שני דו"חות משנות ה-90 שבהם לא נמצא כל הבדל בין זמינות מינרלים אורגניים ואנאורגניים. אף על פי כן, הם נאותו לערוך ניסוי בן שנתיים; על כל פנים, בשני הדו"חות האחרונים אושר שהיה מימון מסחרי.

אגרסיבית ונערכים בו ניסויים¹⁴. בניסוי בחולבות (10) בטנסי שפורסם לא מזמן סיכמו המחברים:

ימים עד הזרעה ראשונה, ימים פתוחים, ימים מהזרעה ראשונה עד ההתעברות, שיעור ההתעברות ותאים סומטיים בחלב היו דומים בפרות הטיפול וההקש.

בניסוי אחר (25) שנמשך שנתיים בפרות בשר בנברסקה, באותו הקוקטייל של חומרי קורט אורגניים ונערך לפי כל הכללים מבחינת מספר הטיפולים (נסיוני, הקש שלילי והקש חיובי) היו התוצאות עגומות יותר. בשנה

י. סיכום

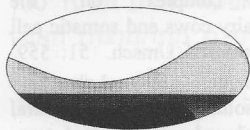
1. אבץ הוא יסוד הכרחי. חסר אבץ שולי הוא סמוי ונפוץ, משמע לא מתבטא בשינויים גלויים לעין (שינויים בעור ובייצור חלב). בזה הוא שונה מחסר האבץ החרדי המתבטא בשינויים בעור וידוע מזמן. ככל הנראה, מתבטא חסר אבץ שולי בראש וראשונה בהפרעות ברבייה ובירידה בייצור נוגדנים.
2. הגברת רמת הייצור (חלב ובשר) והעובדה שמתכונות המינרלים בתפריטים אינן מאוזנות תמיד יצרו מצב שבו חסר אבץ שולי וסמוי נפוץ משחשבו עד עתה. תרמה לכך רבות ההמלצה של ה-NRC לאבץ (40 חל"מ לכל סוגי הבקר) שעליה ערערו חוקרים עוד בשנות ה-60 של המאה העשרים ותזונאים יודעי דבר (30, 22–24) בשנות ה-80.
3. מצב זה מחייב את כל מגדלי הבקר להעמיד את שיעור האבץ על מינימום של 80 חל"מ בחומר היבש לכל הבקר כולל יבשות, חולבות, גידול ועגלים. ליתר בטחון אפשר להגיע גם עד 100 חל"מ אבץ. את רמת האבץ בתפריט יש להגביר בעזרת גפרת אבץ. אחדות מתחמוצות האבץ המשווקות אינן טהורות, פחות יעילות ואין צורך להסתכן.
4. יצרני תוספים בעולם מציעים למכירה אבץ אורגני יקר בשני סדרי גודל (ליתר דיוק פי 70) מן האנאורגני בטענה שהוא יעיל מן האנאורגני ויש לו תכונות מיוחדות במיין לשיפור הפריה והבריאות בכל חיות הבית. בגלל סיבות המוסברות במאמר, יש בטענה הזאת גרעין מזערי של אמת באפרוח, אולם במעלה גירה ובחזיר אין בה ממש. בארץ, בעופות כולל אפרוחים אין משתמשים בא"א. בארה"ב בעופות ובחזירים השימוש באבץ היקר נדיר. אולם במשק החלב שבו התעוש מוגבל יותר וגם המודעות ליעול פחותה מאשר במשק העופות ובחזירים, קונים בוקרים לא מעטים את התוסף האורגני היקר במקום התוסף האנאורגני הזול השווה בערכו. אכן א"א עשוי לשפר את אספקת האבץ כשיש חסר אך בעשרות עבודות שבדקתי לא מצאתי ראיות טובות לעדיפות א"א יקר על אבץ אנאורגני זול. בסעיף י. סקרתי עבודות חדשות שהראו בשיטות מתוחכמות שאין מקום לציפיות גדולות מאבץ אורגני. על הקוקטייל החדש של ארבע מתכות אורגניות, המשווק לא מזמן, הבאתי ראיות עדכניות (משנת 1999) בסעיף טז; הראיות פוסלות את הקוקטייל.
5. אין ספק שכל המשתנים הבריאותיים של הפרה התלויים באבץ נענים לאבץ אנאורגני זול, ולכל חומרי הקורט בצורתם הזולה, כשהללו ניתנים בקביעות ובמינון המתאים, באותה המידה כמו לצורה האורגנית היקרה בשני סדרי גודל. ייתכן שבמצבי אכץ או מחלה חריפה רצוי להגביר את אספקת האבץ בלבד יחד עם התרופה המתאימה למחלה. את זאת אפשר לעשות ביעילות על ידי הזרקה של 10 מ"ג אבץ לק"ג משקל חי במשך שבוע (22–24).

ספרות

13. Goff & Stabel. 1990. Decreased plasma retinol, alpha-tocopherol, and zinc concentration during the periparturient period: effect of milk fever. *J. Dairy Sci.* 73: 3195.
14. Graham, Thurmond, Gershwin, Picanso, Garvey & Keen. 1994. Serum zinc and copper concentrations in relation to spontaneous abortion in cows: implications for human fetal loss. *J. Reprod. Fertil.* 102: 253.
15. Haaranen, J. 1963. Some observations on the zinc requirement of cattle. *Nord. Vet. Med.* 15: 536.
16. Hallmans, Nilsson, Sjostrom, Wetter & Wing. 1987. The importance of the body's need for zinc in determining Zn availability in food: a principle demonstrated in the rat. *Br. J. Nutr.* 58: 59.
17. Heinrichs & Conrad. 1983. Rumen solubility and breakdown of metal proteinate compounds. *J. Dairy Sci.* 66: Suppl. 1 p. 147. (P 102).
18. Holwerda, Albin & Madsen. 1995. Chelation effectiveness of zinc proteinates demonstrated. *Feedstuffs* 67: No. 25, p. 12.
19. Kellogg, Rakes & Gliedt. 1989. Effect of zinc methionine supplementation on performance and selected blood parameters of lactating dairy cows. *Nutr. Rept. Intl.* 40: 1049.
20. Kellogg, D. W. 1990. Zinc methionine affects performance of lactating cows. *Feedstuffs* 62: No. 35, pp. 15, 16, 28.
21. Kratzer, F.H. & Vohra, P. 1986. Chelates in Nutrition. CRC Press, Boca Raton, Florida.
22. Lamand, M., Lab, Mignon & Tressol. 1983. A zinc-deficient diet for ruminants: diagnosis and treatment of deficiency. *Ann. Rech. Vet.* 14: 211.
23. Lamand, M. 1986. Utilization by sheep of zinc in forage-based diets low in protein. *Bulletin Technique, Centre de Recherches Zootechniques et Veterinaires de Theix.* No. 64: 5.
24. Lamand, M. 1984. Zinc deficiency in ruminants. *Irish Vet. J.* 38: 40.
1. בן גדליה, מירון, יוסף. 1995. סקר הזנה מינרלית בבקר חלב: גפרית ויסודות קורט. משק הבקר והחלב, חקר ומעש 17 ע' 33.
2. בראון, א. 1995. השפעת האבסר ZINPRO על ביצועי פרות חולבות, ריכוז התאים הסומטיים ומצב הטלפיים. משק הבקר והחלב 259 ע' 21.
3. בר-גיא, בראון, איזן. 1999. השפעת האבסר אבץ-מתיונין על ביצועי עגלי פיתום. משק הבקר והחלב 283 ע' 57.
4. ג'ונסון, ב. בלי תאריך. בעיות בפוריות, התעברות נמוכה, עצירות שליה ודלקות רחם, ימי ריק מיותרים. כמה הן עולות לרפת? האם ניתן להקטין את שכיחותן? תרגום לעברית של מאמר (תוך התאמת המאמר לנתונים הקיימים בארץ ומאמרים אשר פורסמו בארץ) תרגום והתאמה: ש.ח. מהנדסים ויועצים בע"מ.
5. מלצר, עדין, ברמי. 2000. בחינת השימוש בתוספת זינפרו-4 (תוספת יסודות קורט) בפרות יבשות על משקלי הממלטה ואיכות הקולוסטרום. הכנס 12 - למדעי הבקר לחלב המ.ב. וס.ה.מ. ע' 92.
6. Beutler, Pankewycz & Brautigan. 1998. Equivalent uptake of organic and inorganic zinc by monkey kidney fibroblasts, human intestinal epithelial cells, or perfused mouse intestine. *Biol. Trace Elem. Res.* 61: 19.
7. Bonomi, A. 1964. 18 Convegno Soc. It. Sci. Vet. Pescara 1-4 Ottobre.
8. Brentrup, Luttel & Bunge. 1996. Effects of zinc-methionine complex on the performance of dairy cows and somatic cell counts in milk. *Tieraerztl. Umsch.* 51: 559.
9. Brown & Zeringue. 1994. Laboratory evaluation of solubility and structural integrity of complexed and chelated trace mineral supplements. *J. Dairy Sci.* 77: 181.
10. Campbell, Miller & Schrick. 1999. Effect of additional cobalt, copper, manganese, and zinc on reproduction and milk yield of lactating dairy cows receiving bovine somatotropin. *J. Dairy Sci.* 82: 1019.
11. Corrigan, Dalgarno, Ewen & Williams. 1976. Modulation of plasma copper and zinc concentrations by disease states in ruminants. *Vet. Rec.* 99: 396.
12. Fraker, Hildebrandt & Luecke. 1984. Alteration of antibody-mediated responses of suckling mice to T-cell-dependent and independent antigens by maternal marginal zinc deficiency: restoration of responsiveness by nutritional repletion. *J. Nutr.* 114: 170.

25. Olson, Brink, Hickok, Carlson, Schneider, Deutscher, Adams, Colburn & Johnson. 1999. Effects of supplementation of organic and inorganic combinations of copper, cobalt, manganese and zinc above nutrient requirement levels on postpartum two-year-old cows. *J. Anim. Sci.* 77: 522.
26. Schell & Kornegay. 1996. Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, or ZnSO₄. *J. Anim. Sci.* 74: 1584.
27. Spears, J. W., Kegley & Ward. 1991. Bioavailability of organic, inorganic trace minerals explored. *Feedstuffs* 63: No. 45, p. 12.
28. Spears, J. W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 58: 151.
29. Swinkels, Kornegay & Verstegen. 1994. Biology of zinc and biological value of dietary organic zinc complexes and chelates. *Nutr. Res. Rev.* 7: 129.
30. Underwood, E. 1981. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 2nd ed. CAB. p. 141.
31. Wedekind K. J., Hortin & Baker. 1992. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. *J. Anim. Sci.* 70: 178.
32. Wedekind K. J., Lewis, Giesemann & Miller. 1994. Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed corn-soybean meal diets. *J. Anim. Sci.* 72: 2681.
33. Whitaker, Eayres, Aitchison & Kelly. 1997. No effect of a dietary zinc proteinate on clinical mastitis, infection rate, recovery rate and somatic cell count in dairy cows. *Vet. J.* 153: 197.

א.א. מהנדסים - הנדסה סביבתית וחקלאית



יעוץ, תכנון ופיקוח בניהולו של אינג' אמת'י אבנון

✳ תכנון הנדסי לרפת - מבנים, טפול בזבל ובשפכים, ניקוז ותשתיות

✳ יעוץ הנדסי לבחינת שינויים בענף - איחוד ושידרוג רפתות

✳ פתרונות לבעיות סביבה ברפת וטיפול לאישור איכות הסביבה

ת.ד. 1360 טבעון טל. 04-9930049, פקס. 04-9930048

e-mail: aaeng@netvision.net.il