

מיקרו-מינרלים בהזנת פרות חלב. חלק 1: אבץ, מנגן ונחושת ממקורות שונים רועי בלנק

התזונתיות היתה נמוכה מדי ויש להכפיל ואף לשלש רמות המנגן המוספות למזון. הדרישות התזונתיות מתחשבות ברוב המקרים בתנובת החלב ובמשקל הפרה. כיוון ששני גורמים אלו משפיעים ומושפעים מצריכת המזון ניתן לומר שבדרך כלל לא יהיה צורך להעלות את רמת המינרלים במנה של פרות גבוהות תנובה. לעומת זאת בפרות לאחר המלטה כאשר תנובת החלב עולה אך צריכת המזון נשארת נמוכה יש לשקול את האפשרות של העלאת רמות המינרלים במנה. אחת הבעיות בהערכת הדרישה התזונתית למינרלים היא הערכת הספיגה של הצורות השונות של המינרלים בבע"ח.

טבלה 1. דרישות תזונתיות למינרלים מוספים (סולפאט) לפי NRC 2001.

שם המינרל	המלצות NRC 2001 (מ"ג/יום)
נחושת (Cu)	225
אבץ (Zn)	995
מנגן (Mn)	293

*מחושב עבור פרה במשקל 650 ק"ג המניבה 30 ליטר חלב ביום.

צורת הסולפאט של מינרלים מוספים היא השכיחה ביותר אך הערכת יעילות הספיגה של CuSO_4 (נחושת-סולפאט) למשל נעה בין 5%-1. במקרים רבים בספרות נהוג להגדיר את צורת הסולפאט כבעלת יעילות ספיגה של 100% ולתאר את יעילות הספיגה של צורות המינרלים השונות ביחס לסולפאט. כך למשל יעילות הספיגה של MnO (מנגן אוקסיד) נעה בדרך כלל בין 35-60% לעומת MnSO_4 (מנגן סולפאט) ואילו צורות שונות של מנגן הקשור לחומר אורגני הינן בעלות יעילות ספיגה גבוהה מ-100% ביחס ל- MnSO_4 .

אינטראקציות בין מינרלים שונים

אחת הבעיות בהערכת הדרישה למינרלים היא השפעת הימצאות נוטריאנטים שונים על הספיגה או הפעילות המטבולית של מינרלים:

- רמה גבוהה של סידן מדכאת ספיגת אבץ במעי.
- עודף של אבץ עלול לדכא ספיגת נחושת.
- עודף של ברזל מפריע לפעילות המטבולית של נחושת.

אלה כמובן רק מספר קטן של דוגמאות מתוך אינטראקציות רבות-חלקן סינרגטיות וחלקן אנטגוניסטיות-הקיימות בין המינרלים. בנוסף ישנם גם אינטראקציות עקיפות כאשר מחסור במינרל

- אבץ, מנגן ונחושת הינם מיקרו-מינרלים חשובים ביותר לתזונת בעלי חיים.
- מיקרו-מינרלים ממקורות שונים הינם בעלי יעילות ספיגה שונה.
- אינטראקציות בין נוטריאנטים משפיעות על הזמינות הביולוגית של המיקרו-מינרלים.
- במקרים מסוימים יש לשקול שימוש במינרלים "אורגניים" תוך התחשבות באיכות המוצר.

מיקרו-מינרלים הם רכיבים לא אורגניים הדרושים לבע"ח בכמויות של מיקרו או מילי-גרמים ליום. אבץ, נחושת ומנגן הם מיקרו-מינרלים חיוניים לסנינתזת חלבונים, תפקוד מערכת החיסון, מטבוליזם חימצוני, מטבוליזם של אנרגיה, בקרת גנים, רבייה ולתהליכים ביולוגיים ופיזיולוגיים רבים אחרים בפרות חלב.

מנגן: למנגן תפקיד חשוב במספר תהליכים פיזיולוגיים כרכיב באנזימים רבים או כמפעיל של אנזימים אחרים. לחלק מאנזימים אלו תפקיד חשוב במטבוליזם של פחמימות וחומצות אמינו. בנוסף מנגן משתתף בהליך יצירת הקולגן בגוף, בבניית עצם ובתהליכים מונעי חימצון כחלק מהאנזים MnSOD המתפקד כאנזים מונע חמצון עיקרי במיטוכונדריה של התא. בגלוקונאוגנזה מנגן הינו רכיב באנזים פירובאט קרבוקסילאז ומשפעל את האנזים PEPCK. שני אנזימים קריטיים לתהליך הגלוקונאוגנזה.

נחושת: נחושת הינה רכיב חיוני במספר אנזימים החשובים למבנה הקולגן והאלסטין, לפיגמנטציה (יצירת מלנין), למטבוליזם של אנרגיה במיטוכונדריה של התא, לשינוע ברזל ולפעילות מונעת חימצון. כמו כן רמת הנחושת בתא משמשת לבקרה על ביטוי גנים מסוימים.

נחושת חשובה גם בתהליכים במערכת החיסון ובמערכת העצבים המרכזית כגון יצירת מיאלין וזירוז סינטזה של מעביר עצבי.

אבץ: אבץ הינו רכיב חיוני ביותר מ-70 אנזימים ופעילותם של יותר מ-300 אנזימים קטליטיים (זרזים) תלויה באבץ. חיוני לאנזימים המעורבים במטבוליזם של חלבון, חומצות גרעין, פחמימות ושומנים.

בעל תפקיד חשוב במבנה חלבונים וממברנות התאים ואבדן אבץ ממברנות תאים פוגע בפעילותם ומעלה את הסיכון לנזק חמצוני. האבץ מהווה חלק מקומפלקס המשמש כגורם שעתוק ובכך משתתף בבקרה על ביטוי גנים. בנוסף לאבץ יש חשיבות בפעילות מערכת החיסון, בריאות הטלף, בתקשורת תאית ואפופטוזיס והוא חשוב ליצירה ותפקוד של תאי דם לבנים.

דרישות תזונתיות של פרות חלב לאבץ, מנגן ונחושת
הדרישות התזונתיות של פרות חלב לפי ה-NRC 2001 מתוארים בטבלה 1. אך עבודות מאוחרות יותר הראו שלפחות עבור מנגן הערכת הדרישות

מינרלים אורגניים המוגדרים בדרך כלל כ"קומפלקס" וזאת כיוון שהקשירה לחומצת אמינו מסוימת אינה ספציפית ואין מדובר בכאלט. כיוון שיעילות הספיגה של המינרל תלויה במולקולה האורגנית אליה קשור המינרל, למוצרים המורכבים מקשר ספציפי של מינרל וחומצת אמינו ספציפית (איור 1). יש יתרון גדול על פני מוצרים בהם הקשירה אינה ספציפית ולרוב ריכוז המינרל במוצרים אלו יהיה נמוך והם יכילו הרבה "תוצרי לוואי" וחומר נושא.



B-Traxim 2C

B-Traxim 2C (BT) היא סדרת מוצרים של מינרלים אורגניים. המוצרים בנויים ככאלט המסודר כפולימר (איור 1,2). בעל אפיון מבנה ספציפי. בסדרת מוצרים זו כל מתכת קשורה לשתי חומצות אמינו גליצין הקשורה למתכת הבאה וכך נוצר המבנה הייחודי של המוצר.

איור 2. צילום המבנה של B-Traxim 2C Zn, Cu



המוצר מסיס (איור 3). אך יציב בסביבה נוזלית וברמות חומציות שונות ($pH > 7$) ולכן מגיע אל אתר הספיגה ככאלט ומסייע להפחית את האינטראקציות השליליות שעלולות להתרחש בין מינרלים שונים.

איור 3. מסיסות מוצרי B-Traxim 2C במים.



בעבודות שונות שנעשו בחזירים, עופות ומעלי גירה נמצא שמוצרי BT נספגים ונאצרים טוב יותר מאשר מינרל- סולפאט וממוצרי מינרלים אורגניים אחרים המבוססים על קומפלקס מינרל-מתיונין/חלבון.

מסוים גורם לרמות גבוהות ואף רעילות של מינרל אחר:

- הרעלת ברזל עלולה להתפתח בזמן מחסור בנחושת.
 - הרעלת עופרת בזמן מחסור בברזל או סידן.
 - הרעלת קדמיום כאשר רמות האבץ אינן גבוהות מספיק.
- אינטראקציות שליליות עלולות להיווצר בין מינרלים סינרגטיים עקב הזנה בעודף. כך למשל עודף אבץ עלול לגרום למחסור בנחושת אשר בעקבותיה תגרם הרעלה מעודפי ברזל.

נחושת: לאנטגוניסטים לנחושת תפקיד חשוב בעיקר בהזנת צאן. זני כבשים רגישים עלולים לסבול מהרעלת נחושת עקב רמות גבוהות של נחושת במזון, גם כשזו לא הוספה באופן אקטיבי. מזונות שונים כגון כוספת חמניות או בעיות תפעול הגורמות לזיהום עובר עלולים לגרום לרמות גבוהות יחסית של נחושת במזון ולהרעלה. בגלל רגישות הגבוהה והסכנה הכרוכה בהרעלת נחושת נהוג להוסיף אנטגוניסטים לנחושת למזון המוגש לצאן.

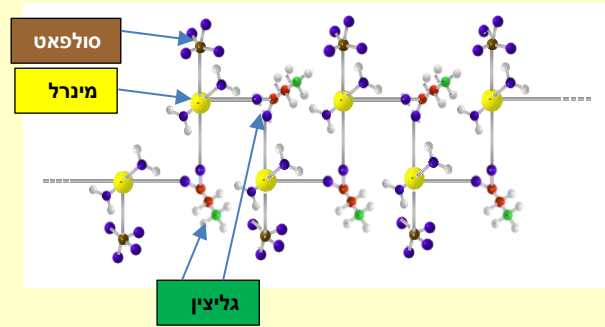
הרעלת נחושת בבקר בכלל ובפרות חלב במשק אינטנסיבי בפרט הן נדירות יחסית והחשש בדרך כלל הוא מחסור בנחושת עקב האנטגוניסטים הרבים שיש למינרל זה: גופרית (במזון או במים), מוליבדאן, ברזל בצורתו המחוזרת וחרסית או סופחי רעלנים מבוססי חרסית.

עם זאת חשוב לציין שהרעלת נחושת עלולה לקרות כאשר רמת הנחושת במזון היא פי 3-4 מהדרישות התזונתיות. כיוון שהערכת יעילות הספיגה נעה בין 1-5% קשה מאוד להעריך את כמות הנחושת אותה יש להוסיף למנה.

מינרלים "אורגניים"

מינרלים הם כאמור רכיבים לא אורגניים. מזה שנים שחברות שונות יודעות לחבר מינרל אל רכיב אורגני (כלומר בעל שרשרת פחמנים) וליצר "מינרלים אורגניים". המטרה בהכלאה זו היא לשפר את ספיגת המינרלים כיוון שייספגו (בדר"כ) כחלבון.

איור 1. דוגמא לפולימר כאלט של B-Traxim 2C Zn

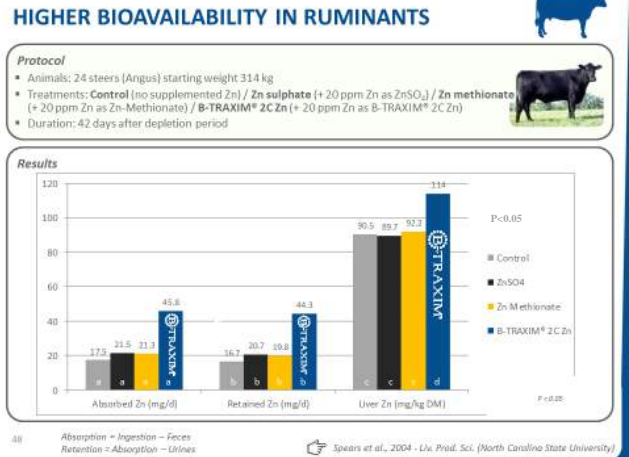


אחת התצורות היעילות ביותר במובן זה היא כאלט. כאלט מוגדר כאשר כל מינרל קשור לשתי מולקולות אורגניות (איור 1). אך קימות גם צורות אחרות של

רשימת המקורות בהם נעשה שימוש בכתיבת המאמר שמורה במערכת הידיעון.

דוגמה לכך ניתן לראות באיור 4. בו ניתן לראות שבעגלים, אבץ ממקור BT הינו בעל זמינות ביולוגית גבוהה יותר מאשר אבץ-סולפאט או אבץ-מתיונין.

איור 4. ספיגה ונאצרות של אבץ ממקורות שונים.



סיכום

כאשר שוקלים את מאזן המיקרו-מינרלים של בעל החיים יש להתחשב בגורמים רבים מלבד הדרישה התזונתית של בעל החיים לחומרים אלו. יש להתחשב בעילות הספיגה של כל מינרל ובאינטראקציות בין הנוטריאנטים השונים והמיקרו-מינרלים.

במצבים בהם מורגש מחסור במיקרו-מינרל מסוים או כאשר יש צורך בהעלאה של מיקרו-מינרל אחר רצוי לשקול את השימוש במינרלים אורגניים כדי לשפר ספיגה ולהפחית אינטראקציות שליליות בין נוטריאנטים.

קימים הבדלים משמעותיים בין מוצרים שונים של מינרלים אורגניים. סדרת מוצרי B-Traxim 2C מאגדת בתוכה 5 מוצרים:

1. ברזל - B-Traxim 2C Fe
2. נחושת - B-Traxim 2C Cu
3. אבץ - B-Traxim 2C Zn
4. מנגן - B-Traxim 2C Mn
5. B-Traxim PRO4 : מוצר משולב המכיל בתוכו אבץ, מנגן, נחושת וקובלט.

סדרת מוצרים זו מתבססת על כלאטים של מתכת וגליצין, בעלת מסיסות גבוהה, יציבה ביותר וזמינה ביותר לבעל החיים.

❖ בידיעון הבא נפרסם את החלק השני שיעסוק בתוצאות והשפעות של שימוש במוצרי B-Traxim 2C על בעל החיים.

