עודף ברזל בתזונת עגלים: השפעה על מנגנוני הובלת ברזל ומנגן ועל חדירות המעי

דנה אליהו, אמבר

תרגום: מבוסס על מאמרם של Hansen et.al., J. Dairy Sci., 93:656

מבוא: ברזל הוא מינרל חיוני המעורב בתהליכים ביולוגיים רבים בגוף. עם זאת, צריכה עודפת שלו עלולה לגרום להצטברות ברקמות, ליצירת רדיקלים חופשיים ולפגיעה בזמינות מינרלים אחרים המתחרים על אותם מנגנוני ספיגה. לרוב, מנות ההזנה של מעלי הגירה מכילות עודפי ברזל שמקורם בחומרי גלם עשירים בברזל, מקרקע הנצמדת למספוא במהלך הקציר והאיסוף, ומכלים חקלאיים המשמשים בשדה ובמשק (הערת המחבר: לדוגמא, שחיקת העגלה המערבלת; ד. א.).

מטרת העבודה: בעבודה הנוכחית, בחנו החוקרים האם צריכה גבוהה של ברזל משפיעה על מנגנוני ספיגת הברזל בעגלים ועל ריכוזי המנגן ברקמות, והאם ישנה פגיעה במחסום האפיתליאלי במעי.

שיטות וחומרים: במחקר השתתפו 14 עגלים שחולקו **לאחר גמילה** לשתי קבוצות: (1) קבוצת ביקורת, שקיבלה מנה ללא תוספת ברזל; (2) קבוצת ניסוי, שבה קיבלו העגלים תוספת של 750 מ"ג ברזל לק"ג חומר יבש, הניסוי נמשך 56 ימים, ובמהלכו נמדדו ביצועי הגדילה, צריכת המזון ומדדי דם. בסיום הניסוי נאספו דגימות מרקמת התריסריון, מהכבד ומהלב, לצורך בחינת ריכוזי מינרלים, ביטוי גנים, חלבונים ותפקוד המחסום האפיתליאלי.

דיון ותוצאות: תוצאות המחקר מצאו כי צריכת ברזל גבוהה הפחיתה באופן מובהק את קצב העלייה היומית במשקל, את צריכת החומר היבש ואת ניצולת המזון. לדעת החוקרים, ייתכן והירידה בביצועים נובעת מפגיעה בטעימות המנה בעקבות תוספת הברזל, ומהשפעה שלילית על פעילות אוכלוסיית החיידקים בכרס. בבחינת מאזן המינרלים נמצאה עלייה בריכוז הברזל בכבד, לצד ירידה בריכוז המנגן ברקמת התריסריון, אחד האזורים המרכזיים במעי הדק שבהם מתרחשת ספיגת מינרלים. למרות צריכת הברזל הגבוהה, לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות בריכוז הברזל בסרום הדם, ברמות ההמוגלובין – החלבון האחראי על נשיאת החמצן בתאי הדם האדומים – או בהמטוקריט, המבטא את שיעור נפח הדם שתופסים תאי הדם האדומים. היעדר השינויים במדדים אלה, לצד הממצאים ברקמות, עשוי להעיד על הפעלת מנגנוני בקרה פיזיולוגיים שנועדו להגביל את מעבר הברזל מהמעי אל מחזור הדם בתנאים של עודף. אחד המנגנונים המרכזיים שהושפעו מעודף הברזל הוא ציר ההפסידין-פרופורטין המעורב בוויסות מאזן הברזל בגוף. הפרופורטין הוא חלבון המצוי בקרום תאי המעי ותפקידו לאפשר לברזל לצאת מתאי המעי אל מחזור הדם., ההפסידין הוא חלבון המיוצר בעיקר בכבד, ותפקידו לצמצם את מעבר הברזל לדם כאשר הגוף מזהה עודף. ההפסידין נקשר לפרופורטין וגורם לפירוקו, ובכך מפחית את כמות הברזל העוברת מתאי המעי אל מחזור הדם. בעגלים שקיבלו

רמות גבוהות של ברזל נרשמה עלייה של פי 5.2 בביטוי הגן Hamp בכבד, האחראי לייצור ההפסידין, ובמקביל נמצאה ירידה ברמת חלבון הפרופורטין במעי. ממצאים אלה תומכים באפשרות שעודף הברזל הפעיל את מנגנון ההפסידין, ובכך צמצם את מעבר הברזל מהמעי אל הדם. בנוסף, נצפתה מגמת ירידה ברמת החלבון DMT1 האחראי על קליטת ברזל ומינרלים דו-ערכיים נוספים מתוך חלל המעי אל תוך תאי המעי. מכיוון ש DMT1-מעורב גם בהעברת מנגן, החוקרים העלו את האפשרות שעודף הברזל עשוי להשפיע על ספיגת המנגן באמצעות תחרות בין שני המינרלים על מנגנוני ההובלה המשותפים. אפשרות זו עשויה להסביר את הירידה בריכוז המנגן שנמצאה ברקמת התריסריון.

ממצא נוסף שנמצא במחקר מרמז על פגיעה בתפקוד המחסום האפיתליאלי של המעי. מחסום זה מורכב משכבת תאי האפיתל, החיבור בניהם ומשכבת ריר המכסה אותם. מחסום זה מצפה את פנים המעי ומפריד בין תוכן המעי, הכולל מזון וחיידקים, לבין סביבת הגוף הפנימית. תפקידו לאפשר מעבר מבוקר של חומרי מזון אל הגוף, ולהגביל מעבר בלתי מבוקר של חומרים אחרים. בעגלים שניזונו במנה עתירת ברזל נרשמה ירידה בהתנגדות החשמלית של הרקמת המעי ועלייה במעבר מניטול דרכו. מניטול הוא מולקולה קטנה ששימשה במחקר כסמן לבדיקת חדירות המעי: ככל שכמות גדולה יותר של מניטול מצליחה לעבור דרך שכבת התאים, כך הדבר עשוי להעיד על מחסום חדיר יותר. השילוב בין שני המדדים מעיד על עלייה בחדירות המעי ועל היחלשות יכולתו לשמש מחסום בפני מעבר בלתי מבוקר של חומרים ממערכת העיכול אל הגוף.

לסיכום: ממצאי המחקר תומכים בחשש כי צריכת ברזל עודפת עלולה לפגוע בביצועי הגדילה של עגלים. בנוסף, מצאו החוקרים מצא כי עודף הברזל השפיע על מנגנוני הבקרה הפיזיולוגיים ופגע בשלמות המחסום האפיתליאלי במעי. חשוב להדגיש כי ריכוז הברזל שנבחן במחקר היה גבוה משמעותית מהדרישה התזונתית המקובלת בבקר, ואף חרג מסף הסיבולת המירבי. החוקרים לא ציינו במאמר מה הייתה הסיבה לבחירת ריכוז זה. ייתכן כי השימוש במינון גבוה במיוחד נועד לאפשר זיהוי של מנגנוני הבקרה והתגובות הפיזיולוגיות המופעלים בגוף בתנאים של עודף ברזל משמעותי. עם זאת, לנוכח ריכוזי הברזל הגבוהים שנבחנו בניסוי, יש להיזהר מהשלכת הממצאים על כל מנת הזנה המכילה ריכוזי ברזל הגבוהים מהדרישה התזונתית. בנוסף, חשוב להדגיש כי למקורות הברזל השונים במנה ישנה זמינות ביולוגית שונה. ערכו האבסולוטי של הברזל במנה איננו האינדיקציה היחידה שיש לתת עליה את הדעת אלא חשוב לקחת בחשבון גם את הזמינות הביולוגית של מקורות הברזל.