

השפעת הנוטריינטים (המזינים) שנספגו במערכת העיכול, על ניתוב

האנרגיה לאורך התחלובה

רן סולומון, "אמבר" מכון תערובת

פרסום המבוסס על סקירה, המסכמת סימפוזיון העוסק בנושא; מחברים: P. Piantoni and M. J. VandeHaar, 2022; המאמר המקורי יפורסם בקרוב ב-J. Dairy Science.

רוב המודלים העוסקים בתזונת מע"ג, וכן מרבית התזונאים, מתייחסים לפורמולציה של מנת המזון לפרה, כפעילות המכוונת לענות על הצרכים התזונתיים של בע"ח (צרכי קיום, גדילה, שיפור מצב/ציון גופני, תמיכה בהיריון אך בעיקר – יצור חלב). עם זאת, קיימת השפעת גומלין בין רכיבי המנה ובין מיקום הפרה בתחלובה (התחלה, אמצע או סוף תחלובה), השפעה הגורמת לניתוב המזינים אשר נספגו במערכת העיכול, לכיוון יצור חלב או ליצור מאגרי שומן גוף, ניתוב אשר לכאורה משנה את צרכי בע"ח (הערת המתרגם: לדוגמא – פרה המייצרת 35 ק"ג חלב המכיל 4.2% שומן, והנמצאת בשלהי התחלובה, מנת המזון שתוכננה לטובת יצור זה, מנותבת בחלקה גם לתוספת משקל גוף, בניית רקמת שומן ושיפור המצב הגופני; ר.ס.).

התסיסה ברטיקולו-רומן (שתי הקיבות הראשונות), והעיכול של רכיבי המנה משפיעים על התנהגות האכילה, הדפוס והפרופיל של המזינים הנספגים, הללו, משפיעים על האותות ההורמונאליים, ועל רגישות הרקמות ותגובתן להורמונים אלו. כך גם המטבוליזם ברקמת העטין, המגיב באופן שונה לגבי יצור החלב וניתוב האנרגיה, בהתאם למצב הפיזיולוגי של הפרה (מקומה על עקומת התחלובה). במילים אחרות - חומרים מזינים שנספגו לדם יכולים "לתקשר" עם המצב הפיזיולוגי ולהשפיע על היכולת הסינתטית של בלוטת החלב. להלן כמה דוגמאות (ראו איור 1 בסוף):

לאחר ההמלטה (2-3 שבועות ראשונים; בעת מאזן אנרגיה שלילי) ריכוז האינסולין בפלזמה נמוך, וכן נמוכה רגישות הרקמות לאינסולין, ולכן המזינים שנספגו, ומאגרי שומן הגוף, מנותבים לכיוון יצור חלב. עם התקדמות התחלובה והירידה ביצור, גוברת הפרשת האינסולין, בד בבד גוברת רגישות הרקמות לאינסולין; התוצאה - גוברת השקעת השומן ברקמות (במקום גיוס עתודות שומן הגוף כפי שקורה לאחר ההמלטה). כללית - אינסולין מגביר את ספיגת הגלוקוז על ידי תאי רקמת השריר, ותאי רקמת השומן, וכן, הוא מעכב פירוק חלבונים בשריר, מעכב ליפוליזה (פרוק שומן) ברקמת השומן וכן מעכב גלוקונאוגנזה (יצור גלוקוז) בכבד. כאשר ריכוז GH גבוה והאינסולין נמוך, חלוקת האנרגיה תוסט לייצור חלב ופחות למאגרי הגוף; ההפך יתרחש כאשר ריכוז GH נמוך ואינסולין גבוה. ככל שהתחלובה מתקדמת ופרות יורדות ברמה היצרנית, ריכוז האינסולין בדם עולה עוד יותר, ריכוז ה-GH נשאר נמוך, ורגישות הרקמות לאינסולין גוברת. שינויים אלה בריכוזי ההורמונים וברגישות לרקמות גורמים לכך שהם מעבירים באופן משמעותי את חלוקת החומרים המזינים מיצור חלב לעתודות הגוף.

מצבים פיזיולוגיים כגון עקת חום ודלקת יכולים גם הם להשפיע על ניתוב האנרגיה. בעבודות התקבל שבמהלך עקת חום, יצור החלב פוחת, וכן פוחת "כושר המשיכה" של בלוטת החלב למזינים מהדם. הסיבה לכך - פרות תחת עקת חום, ולמרות הירידה בצריכת המזון, הראו ריכוז אינסולין גבוה בדמן, ולכן לא גייסו עתודות גוף. זוהי דוגמה טובה לאופן שבו סביבה (עקת חום) וממשק (למשל צינון בעת עקת חום) יכולים להשפיע על המצב הפיזיולוגי וניתוב האנרגיה בפרת החלב. בעבודות אחרות נסקרו תגובות מטבוליות לדלקת (מצב אופייני לפרות אחר ההמלטה, גם ללא גורם זיהומי). במצב פיזיולוגי זה, צריכת המזון בדרך כלל פוחתת אך ריכוז האינסולין עולה, ומתפתח מצב של תנגודת לאינסולין, מה שמגדיל את זמינות ואספקת הגלוקוז עבור המערכת החיסונית (לטובת המלחמה בדלקת). העלייה בתנגודת לאינסולין קשורה ככל הנראה לעלייה בציטוקינים פרו-דלקתיים כגון עלייה בגורם נמק- α , אשר הוכח כמפחית את פינוי הגלוקוז מהדם לאחר הזרקה תוך ורידית של אינסולין. כאמור, דלקת אינה מתרחשת רק עקב זיהום, כך שחלק גדול מהפרות עלולה לחוות דלקת לאחר ההמלטה, אשר עשויה להיות אחראית באופן חלקי לעלייה בתנגודת לאינסולין.

מנות עתירות עמילן מגבירות את ייצור הפרופיונאט בכרס, ואת אספקת חומרי המוצא הגלוקוגנים לכבד (מהם נוצר גלוקוז), וכן את ריכוזי האינסולין בדם. בתחילת התחלובה, גלוקוז זה המיוצר בכבד ינוצל באופן מועדף על ידי העטין לטובת יצור חלב. עם התקדמות התחלובה, והירידה ביצור החלב, ילך ויגבר הגירוי של "משלוח" הגלוקוז לרקמות לטובת מילוי מאגרי השומן שהתרוקנו לאחר ההמלטה. מאגרים אלו יתמכו לקראת סוף ההיריון בעובר המתפתח וביצור החלב לאחר ההמלטה.

מנות המכילות פחות עמילן, ויותר סיב נעכל, יגבירו את יצור האצטאט בכרס על חשבון פרופיונאט, והיות שהאצטאט הינו פחות אינסולינוגני מפרופיונאט (פחות דוחף ליצור אינסולין), מנות מסוג זה יתרמו פחות ליצור שומן גוף. מסיכום תוצאת עבודות רבות (מפורטות במאמר המקורי) ניתן להצביע על כך שאפשר לשמור על יצור ה-חמ"ש ועל משקל גוף הפרות בעת החלפת עמילן תזונתי במקור של סיב נעכל; עם זאת, יש לשקול ולעקוב אחר הפסדים פוטנציאליים בתפוקת חלבון החלב. חשוב לציין שרמת העמילן במנה, ושעור השפעתה על היצור, קשורה לרמת הייצור של הפרות; בהשוואה למנות דלות עמילן, מנות עתירות עמילן לא השפיעו על תפוקת החלב או השומן של פרות ביצרנות נמוכה (~30 ק"ג/יום), אך הגדילו את תפוקת החלב באופן משמעותי, ללא שינוי בשומן החלב, בפרות בעלות תפוקה גבוהה (~60 ק"ג/יום). במילים אחרות, האבסת עמילן גבוהה, שכנראה הגבירה את ייצור הפרוטפיונאט בכרס יותר מאשר אצטט, הייתה מועילה ביותר לפרות גבוהות התנובה, אלו עם הצורך הגדול ביותר בגלוקוז.

מנות עתירות עמילן, ובעלות פריקות עמילן גבוהה בכרס, המכילות מקורות שומן לא רווי, עלולות להשרות דיכוי יצור שומן בעטין (תופעת MFD), זאת כתוצאה מייצור חומרי ביניים (חומצות שומן טרנס; CLA) במהלך הביו-הידרוגנציה (תהליך הרווית הקשרים הכפולים של חומצות שומן לא רוויות בכרס), אשר מעכבות (ברמה האנזימטית) יצור שומן בעטין, ובכך גורמות להעדפת ניתוב חומרי מוצא ליצור חומצות שומן קצרות שרשרת, וכן, חומצות שומן ארוכות שרשרת שמקורן מהמזון, לרקמות אחרות ולא לעטין.

הסיכון לקבלת חומצות טרנס בכרס, ודיכוי יצור שומן החלב גבוה יותר במנות עתירות עמילן פריק כרס, ועשירות בחומצות שומן לא רוויות, ובתנאי כרס של pH קטן מ-5.5 במשך זמן ארוך. pH נמוך זה גם יכול לגרום לדיסוציאציה של מלחי סידן של חומצות שומן (שומן מוגן), שחרור חומצות לא רוויות בכרס ויצירת איזומרים הגורמים לדיכוי יצור שומן בעטים (כמוזכר לעיל). מאידך, בפרות גבוהות תנובה, צריכת המזון גבוהה יותר, וקצב פינוי מעכל מהכרס מהיר יותר, גורמים העשויים להקטין את עוצמת הביו-הידרוגנציה בכרס, ואת יצור חומצות שומן טרנס.

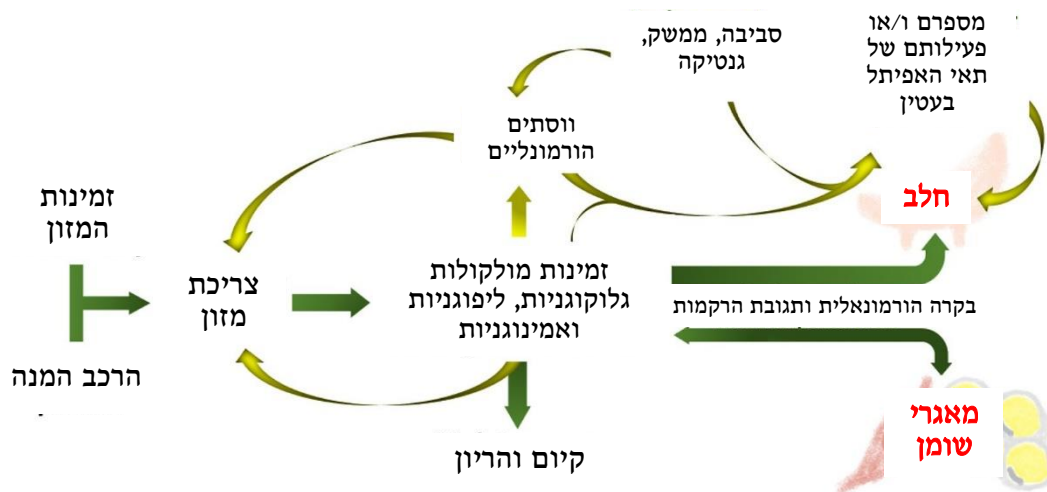
לחומצות שומן המוספות למנה יש השלכה על ניתוב האנרגיה על ידי השפעתן על ריכוז האינסולין בדם ועל רגישות הרקמות לאינסולין. כתלות במשתנים הבאים כמו פרופיל חומצות השומן המוספות, המצב הפיסיולוגי של הפרה והאינטראקציה עם גורמים תזונתיים נוספים שבמנה, חומצות שומן אלו יכולות להגביר את יצור החלב על חשבון תוספת שומן גוף, או לנתב את האנרגיה להגברת מרבצי שומן הגוף על חשבון יצור חלב. לדוגמא: מסתמן שחומצה פלמיטית מסוגלת להסיט את ניתוב האנרגיה לכיוון ייצור חלב במקום למאגרי הגוף; מאידך, חומצה אולאית עשויה להיות בעלת השפעה הפוכה מזו של חומצה פלמיטית על תנגודת לאינסולין. באחת העבודות הראו שהפחתת היחס בין חומצה פלמיטית לחומצה אולאית מ-10:80 ל-30:60 באופן ליניארי הגדילה את צריכת החומר היבש והפחיתה את אובדן משקל הגוף בפרות לאחר המלטה. הירידה באובדן משקל גוף שנצפתה בפרות שניזונו מרמות גבוהות יותר של חומצה אולאית, עשויה להיות קשורה לעלייה ברגישות לאינסולין ברקמת השומן של פרות לאחר המלטה. לסיכום: עבודות רבות מצביעות על כך שתוספי תוספי חומצות שומן יכולים להשפיע על ניתוב האנרגיה (לחלב או שומן גוף) אך יש צורך במחקרים נוספים בתחום זה כדי לבסס ממצא זה.

תוספת חלבון מטבולי (MP) או חומצות אמינו יכולים גם הם להגביר את יצור החלב, אך קיימות מעט מאד עדויות בספרות שתוספת מקורות חלבוניים יכולים להשפיע על ניתוב המזינים בגוף. ניתן לומר שהזנה בריכוזים אופטימליים של חלבון וחומצות אמינו, בהשוואה לריכוזים נמוכים מהמומלץ, מגבירה את ייצור החלב וחלבון החלב, ואת צריכת המזון, אך אין כמעט רמז לכך שחלבון תזונתי משנה את הניתוב לכיוון רקמות הגוף או "הרחק מהן".

לאור הנאמר לעיל נראה, שהבנת הביולוגיה של יחסי הגומלין המצוינים לעיל עשויה לסייע לתזונאים לתכנן מנות באופן מיטבי לפרות אשר נמצאות בשלבים שונים של התחלובה, במיוחד באזורי קיצון על עקומת התחלובה: חודש לאחר ההמלטה; או 2-3 חדשים לפני ייבוש. בנוסף, פיתוח אסטרטגיות להגברת הרגישות לאינסולין של רקמות חוץ-כבדיות לאחר ההמלטה, והגברת התנגודת לאינסולין לאחר שיא היצור ובהמשך התחלובה עשויים לשפר את ביצועי הייצור ואת בריאות הפרות. לכן, ניסויים שבהם משווים טיפולים תזונתיים בפרות, עם טווחי יצור חלב רחבים (נמוכות, בינוניות וגבוהות תנובה) הם בעלי חשיבות מיוחדת להבנת המנגונים ויחסי הגומלין בין התזונה ורמת היצרנות של הפרה, וכדי לשפר את יעילות ההזנה.

הערת המתרגם (ר.ס.): בעדר הישראלי לרוב נהוגה מנת אחת לכל העדר. הסיבות לכך מגוונות ובבסיסן: א. קיבוץ הפרות ברפת לפי גיל ולא לפי רמת יצור, מצב גניקולוגי או מרחק מהמלטה; ב - מספר פרות

קטן מידי בעדר מכדי הוספת קבוצת ממליטות או קבוצת נמוכות תנובה (בעיקר עדרים מושביים אך גם עדרים שיתופיים של מכסה בודדת או כפולה); ג - מקום מוגבל במרכז המזון ברפת שאינו מאפשר שימוש בחליפה נוספת; מגבלה לוגיסטית של מרכז מזון אזורי (ספק בלילים חיצוני לרפת), של יצור ושינוע של מספר מנות ללקוח הרוכש בליל מבחוץ; ד - פיזור לא שווה של ההמלטות לאורך השנה וריכוז המלטות לתקופה ספציפית; וחשוב לא פחות – ה - נוחיות ופשטות בהתנהלות ממשק ההזנה שבמציאות שלנו עובדת ממש לא רע; מכאן, שהכוונת מנות שונות לפי רמה יצור ומיקום בעקומת התחלובה היא אתגר אמיתי.



איור 1. זמינות הנוטריינטים (המזינים) במנה, ופרופיל המזינים, קובעים את צריכת המזון, אשר מושפעת גם מווסתים אנדוקריניים (הורמונליים) כגון פפטידים במעיים וממנגונים מטבוליים המווסתים צריכת מזון, כמו עומס האנרגיה בכבד או מילוי מערכת העיכול. החומרים המזינים ישמשו לקיום, הריון, מאגרי שומן גוף או יצור חלב בהתאם לשלב בתחלובה או בהריון. הווסתים האנדוקריניים, כגון הורמון גדילה ואינסולין, ותגובת הרקמות אליהם, יקבעו את חלוקת החומרים המזינים בין החלב לבין מאגרי הגוף. מספר גורמים יכולים להשפיע על היכולת היצרנית של בלוטת החלב, כולל הרגולטורים האנדוקריניים (למשל, הורמון גדילה), חומרים מזינים זמינים (למשל, חומצות אמינו וחומצות שומן מסוימות), סביבה (למשל, עקת חום), ניהול (למשל, תדירות חליבה) וגנטיקה, ולכן, יקבעו את סה"כ מאגר הנוטריינטים הזמין ליצור חלב.