

# השפעת כמות אבקת החלב המוגמעת, וריכוז העמילן בתערובת הסטרטר, על נעכלות המזינים, התסיסה וה-pH לאורך מערכת העיכול סביב הגמילה של עגלים יונקים.

רן סולומון, "אמבר" מכון תערובת

תרגום, מבוסס על מאמרם של T. T. Yohe et al., 2022 שפורסם ב-J. Dairy Sci., 105 (8): 6710

**רקע:** לרמת החומציות של המעכל (ערך ה-pH) לאורך מערכת העיכול, יש חשיבות רבה משום ששיעור החומציות מווסת את הפירוק והספיגה של המזינים, הם באמצעות הפעילות של אנזימי מערכת העיכול לאורך המעי, והן באמצעות התסיסה המקרוביאלית ברטיקולו-רומן (הכרס+קיבת הכוסות). גורמים רבים משפיעים על ה-pH במערכת העיכול, כמו שיעור הניצול של פחמימות מהירות פירוק בכרס (עמילן), גודל חלקיקי המזון, ומשך העלאת הגרה. לירידה מהירה ב-pH (הגברת חומציות) מייחסים קשר הדוק עם הפרעות בריאותיות כמו דלקת אפיתל הכרס (רומניטיס), דלקת הלמינה (למיניטיס) ואבצסים בכבד, אשר פוגעים בפעילות הכבד בבקר בוגר. המעניין הוא שערכי pH נמוך בכרס יונקים (סביב 5.5) נפוצים בעדרי בקר לחלב אינטנסיביים, ולכאורה לא נראה שיונקים אלו סובלים מבעיות בריאות סיסטמיות. עם זאת, חשוב לציין שיונקים אשר להם ערכי pH נמוכים במיוחד (ערך קטן מ-5) אכן מגלים תופעות שליליות כמו תשישות, ירידה באכילה ופגיעה בביצועי הגדילה.

התורם העיקרי לירידה בערכי ה-pH ברטיקולו-רומן, ובמעי הדק והגס היא צריכה מוגברת של פחמימות פריקות ובמיוחד עמילן. היות ונעכלותו של עמילן היא גבוהה (כמקובל במע"ג בוגרים), תרומתו כספק אנרגיה לקיום וליצור היא משמעותית; עם זאת, שיעור שילובו במנות של יונקים "לא סגור" ופתוח לדין. מטה-אנליזה שבוצעה לאחרונה (הערת המתרגם: סיכום/ניתוח של תוצאות מחקרים רבים העוסקים בנושא ספציפי; ר.ס.). הראתה קשר חיובי מובהק בין שיעור העמילן במנה לבין ביצועי הגדילה של יונקים לפני וביום גמילתם. למרות שלא דווחו לכאורה בעיות בריאותיות ביונקים אלו, התקבלו בסיכום זה עדויות שתערובות סטרטר מכופתות שהכילו כ-43% עמילן השרו pH נמוך יותר בכרס יונקים לפני, במהלך ואחרי גמילה, בהשוואה לתערובת קמחית שהכילה כ-35% עמילן. עם זאת (מציינים החוקרים), חשוב לציין שהמבנה הפיזיקאלי של תערובת הסטרטר ותכולת העמילן

משפיעים אף הם על ערכי ה-pH שהתקבלו (הערת המתרגם: כזכור, הליך הכיפתות המלווה בכבישה בחום, מגביר פריקות עמילן; ר.ס.).

כאשר pH המעכל נמוך מידי, שלמות האפיתל של מערכת העיכול עלולה להיפגע (כרס ובעיקר המעי), כך גם עלולה לגדול "החדרנות" של אפיתל המעי (או במילים אחרות - הקטנת כושר החיץ/החסימה של המעי בפני חדירת גורמים זרים), מה שמאפשר מעבר של חיידקים וגורמים טוקסיים כמו LPS מהמעי לדם, לקבלת דלקת סיסטמית.

כאמור, הירידה ב-pH המעכל נובעת מהגברת צריכת התערובת, אולם צריכת התערובת נמצאת ביחס הפוך לצריכת אבקת חלב (או חלב); מכאן החשיבות של הקטנת צריכת החלב/אבקת החלב לפני גמילה ועידוד צריכת המזון היבש (סטרטר) לטובת אספקת חלבון ואנרגיה מספקים, והקטנת משבר הגמילה; מאידך (על פי השערת המחקר של עורכי המחקר הנכחי) צריכת תערובת מוגברת אמורה להגדיל את יצור תוצרי התסיסה החומציים, מעלה את הסיכון לירידה ב-pH, לפגיעה בשלמות האפיתל של מערכת העיכול, ולהגברת הסיכון לדלקות, מאוחר יותר בחיה הבוגרת.

**מטרת המחקר:** בחינה כיצד שעורים שונים של אבקת חלב, ושעורים שונים של עמילן בתערובת הסטרטר, משפיעים על נעילות המזינים, וה-pH של מערכת העיכול במועדים סביב גמילה, והתגובה הדלקתית הסיסטמית.

**מתכונת העבודה:** 48 יונקים חולקו ל-4 קבוצות הזנה (12 יונקים לטיפול; כלובים פרטניים) שבבסיסן, 2 רמות עמילן בתערובת הסטרטר, ו-2 רמות של הגמעת אבקת חלב, במבנה פקטוריאלי של 2X2, כדלקמן: 0.691 ק"ג/יום אבקת חלב (חומר יבש; רמה נמוכה) משולב עם רמת עמילן נמוכה או רמה גבוהה בתערובת (12% או 35.6% עמילן, בחומר היבש, בהתאמה); וכן רמה גבוהה של אבקת חלב – 1.382 ק"ג/יום אבקה (חומר יבש) משולב עם רמה נמוכה או גבוהה של עמילן בתערובת (כאמור לעיל). אבקת החלב הכילה 24.5% חלבון, ו-19.8% שומן (ע"ב ח"י), והוכנה בריכוז של 150 ג'/ליטר. בשבוע הראשון קבלו העגלים רק רמה נמוכה של אבקת חלב, ללא תערובת. החל משבוע השני קבלו את מתכונת הטיפולים המוזכרת לעיל. אבקת החלב הוגמעה פעמיים ביום (07:00 ו-17:00). כמות התערובת היומית גדלה ב-50 גרם/יום לפני גמילה (במידה ולא היו שאריות), וב-200 גרם/יום סביב גמילה ואחריה. מים נתנו חופשי מהיום הראשון לניסוי. היונקים התחילו את הניסוי בגיל 1-3 ימים, ונשארו בו למשך 8 שבועות, כשבמהלך השבוע ה-7 החלה הפחתה

הדרגתית בכמות אבקת החלב ובסופו – נגמלו היונקים. בגיל 35 יום הוחדר (אוראלי) לכרס דטא-לוגר למדידת pH. בסוף השבוע ה-8 הוקרבו היונקים **הגמולים** לטובת בדיקת pH וכימיה כללית של מקטעי מערכת העיכול. צריכת התערובת והסטרטר נמדדה פרטנית מידי יום; צואה נאספה פרטנית לטובת חישוב נעכלות, מתת מדגם של 6 עגלים/טיפול במשך 5 ימים, לפני גמילה (6 שבועות), בזמן גמילה (שבוע 7) ואחרי גמילה (שבוע 8). החל משבוע 4 נלקחו דגימות מיץ כרס לצורך קביעת ריכוז VFA. דגימות דם נלקחו אחת לשבוע לקביעת סמנים המאפיינים מופע דלקת [הפטוגלובין ו-SAA (סרום עמילואיד A)].

**תוצאות ודין:** השפעת גומלין (ה"ג) ונעכלות: א - לא נמצאה ה"ג, לגבי נעכלות כל המזינים (ח"י, חלבון, שומן, NDF וכו'), בין רמת העמילן בתערובת לבין כמות אבקת החלב המוגמעת; ב - לגבי ה"ג בין שעור אבקת החלב המוגמעת לבין השבוע בניסוי - נמצאה מובהקות לגבי נעכלות NDF, עמילן שומן וסוכר; ג - לגבי ה"ג בין שעור העמילן בתערובת ובין השבוע בניסוי (התבגרות היונק) - נמצאה מובהקות לגבי נעכלות שומן, ונטייה למובהקות לגבי נעכלות סוכר.

מה הייתה האפקט של הפרמטרים העיקריים (ריכוז עמילן בתערובת ושעור אבקת החלב) על הנעכלות? א - שעור אבקת חלב - חלה עלייה בנעכלות של ח"י, חומר אורגני, חלבון, שומן וסוכר בעגלים שניזונו בשיעור אבקה **גבוה** לעומת נמוך (הערת המתרגם - הגיוני - אבקת חלב נעכלת טוב יותר מכל תערובת; ר.ס.); ב - שעור עמילן בתערובת - חלה עלייה בנעכלות של NDF, ADF בעגלים שניזונו בתערובת עם שעור עמילן נמוך (הערת המתרגם: תנאים מיטביים יותר לעיכול דופן תא צמחי; ר.ס.), ועלייה בנעכלות חומר אורגני, חלבון ועמילן בעגלים שניזונו מתערובת עם שעור עמילן גבוה (הערת המתרגם: לצערי, לא דווחה בעבודה זו צריכת המזון הפרטנית בתקופה בה חושבה הנעכלות, מה שהיה מחזק מידע קיים לבין הקשר השלילי בין צריכת חלב/אבקת חלב וצריכת תערובת, לסוגיה לאורך הגידול; וכן מבסס את הידע לגבי כמות התערובת הנצרכת ביום הגמילה ומיד אחריה; ר.ס.).

סמנים לדלקת: לא נמצאו ערכים מובהקים לקשר בין הטיפולים השונים לבין ריכוז סמנים בדם למופע דלקתי (ראו סיכום). ערכי pH הכרס: כזכור, pH הכרס נמדד ברציפות מיום 35 ועד הקרבת הגמולים בעזרת דטא-לוגר. לא נמצא הבדל בין הטיפולים לגבי ערכי ה-pH (מינימום, מקסימום, ממוצע יומי, ומשך זמן מתחת ל-5.6), אם כי נמצאה ה"ג בין ערכי

ה-pH והשבוע בניסוי. ערכי ה-pH במערכת העיכול (לאחר הקרבת הגמולים): נמצאו הבדלים מעטים בין הטיפולים - לעגלי אבקת חלב נמוכה היו ערכי pH נמוכים יותר ברטיקולו-רומן, וכן נטייה לערכים נמוכים יותר במעי הדק; כמו כן נמצא שלעגלי "עמילן תערובת נמוך" היו ערכי pH גבוהים יותר באבומזום ואילו עגלי "עמילן תערובת גבוה" הראו ערכי pH נמוכים יותר ברטיקולו-רומן ובקולון (מעי גס), מה שמעיד על פרוק מיקרוביאלי משמעותי יותר של עמילן בחלקי מערכת עיכול אלו. ריכוזי ה-VFA (חומצות שומן נדיפות) בכרס: הריכוזים הלכו וגברו עם הגברת צריכת התערובת לסוגיה כשחלקה של החומצה הפרופיונית גדל; אולם בנוסף, השינויים ביחסים בין החומצות – אצטית פרופיונית ובוטירית – התיצבו ככל שהתקדם הניסוי, מה שמלמד שבתחילת התפתחות הכרס, כאשר צריכת התערובת מינימאלית, סביבת הכרס עומדת בפני שינויים גדולים יותר, בהשוואה למועד מאחור יותר, בו צריכת התערובת גבוהה יותר, אוכלוסיית הכרס מתקבעת ומתייצבת, וכן מתייצבים השינויים בתוצרי הפרוק, והיחסים ביניהם.

המאמר דן בנושאים רבים נוספים הנגזרים מהיקפה הרחב של העבודה, אולם בהתייחס להשערת המחקר העיקרית, שהגברת צריכת אבקת חלב, ו/או הגברת צריכת עמילן בתערובת תביא לירידה משמעותית ב-pH מערכת העיכול, והגברת הסיכון לדלקות סיסטמיות, ניתן לסכם כך (על פי החוקרים): "לא נצפו תופעות המעידות או המחזקות השערה זו" ... כן מוסיפים ומסכמים החוקרים שעבור תערובת סטרטר מכופתת, ההבדלים בתכולת העמילן או ה-NDF בין התערובות, אינם גורמים לשינויים משמעותיים בתסיסה המיקרוביאלית, ובתוצרי תסיסה זו, ולכן, אינם מהווים גורם סיכון משמעותי לדלקות סיסטמיות בעגלים סביב גמילה.

(הערת המתרגם: בהשלכה של תוצאות העבודה על תערובת סטרטינה 11420, נראה שרמות גרעינים סביב 45%, רמות עמילן סביב 30% ורמות NDF סביב 20% (שמרביתם במקורות סיב בעל פוטנציאל נעילות NDF גבוה), המאפיינים תערובת זו, מהווים פתרון ראוי; ר.ס.).