

שילוב תכשירים המכילים חומצות-אמינו ואנזימים מוגנים מפירוק בכרס בהזנת מעלי גירה כאמצעי לשיפור רמת החלבון בחלב

אליעזר סמולר^{1,2}, ישראל ברוקנטל³, משה נקבחת³ וחנה לרר³
¹כינורת, פיתוח ויזמות, חממה טכנולוגית, צמח, עמק הירדן; ²מעבדה לבדיקת מזונות לבעלי-חיים, מושב באר-טוביה; ³הרפת המטבולית, מרכז וולקני, בית דגן.

מבוא

מצד השוק ותעשיית החלב ישנן דרישות הולכות וגוברות למוצרים עתירי חלבון, כגבינות ויוגורט המכילים רמת חלבון גבוהה. מצב זה מביא ללחץ כבד על יצרני החלב להיות יעילים תוך מתן דגש לאיכות החלב ובמיוחד לתכולת הרכיבים שבו, השומן והחלבון. בנוסף לכך, כבר היום קיימת הכוונה מעשית להורדת חומרים מזהמים, חנקן ומתן לסביבה תוך בדיקת האפשרות להגדיל את אצירת החנקן בגוף בעלי-החיים על ידי שימוש באמצעים תזונתיים. ואילו מצד היצרנים נוסחת התשלום (חמ"מ) נותנת עדיפות לחלב איכותי המאופיין בשיעור חלבון גבוה לעומת שומן (1:3), בהשוואה לחלב בעל תכולת מוצקים נמוכה או ייצור מעל המכסות.

בהתייחס למגמות השוק, תעשיית החלב ומטרות היצרנים ישנה חשיבות גדולה להשגת ידע ואמצעים טכנולוגיים המאפשרים הגדלת רכיב החלבון בחלב על ידי שימוש בגורמים תזונתיים. הפרסומים בנושא בשלושת העשורים האחרונים מראים, שטרם אופיינו בוודאות הגורמים התזונתיים המשפיעים על תכולת החלבון בחלב, אולם ישנה חשיבות הולכת וגוברת לשלב במנות מעלי-גירה חלבונים ופחמימות ממקורות מגוונים, חומצות-אמינו חיוניות ואנזימים שונים וזאת על מנת לנתב יותר חומצות-אמינו שמקורן הן במק"א של הכרס והן בחלק השורד מתהליכי דגדדציה ומתקפת המק"א בכרס.

מטרות מחקר זה הן: (1) לפתח תכשירים עמידים, או משתחררים בקצב קבוע בכרס ובעלי יכולת נעילות במעי; (2) להשפיע בעזרת התכשירים על תכולת המוצקים בחלב; (3)

לבחון את התכשירים על צריכת המזון וקצב הגדילה של מעלי-גירה לבשר.

חומרים ושיטות

לניסויים היו שלושה שלבים עיקריים והם: א) פיתוח תכשיר המאפשר הגנה ושחרור מבוקר של מזינים שונים תוך השגת יכולת שליטה על מעבר החומרים ליתרת מערכת העיכול וספיגתם בגוף בעלי-החיים; ב) בדיקת הרכבי תכשירים שונים במגמה להשפיע על ביצועי בעלי-החיים; ג) בדיקת ההרכבים בניסויי שדה. לניסויי שלב א' שימשו שני סוגי תכשירים, 50 ו-80, שנבחרו לאחר מבחן פריקות in situ בעזרת שקי דקרן. מתכשירים אלה הוחדרו גרגרים מצופים ישירות לכרס פרה בעלת פיסטולה. לאחר מכן נדגם המעכל מהאבומאזום כל חצי שעה במשך מספר שעות. בכל דגימה נקבע נפח הנוזלים, מספר הגרגרים המצופים ומשקלם. גיתוח הממצאים נעשה בעזרת עקומת מיהול של משקל הגרגרים בנפח מעכל האבומאזום כנגד הזמן שעבר מעת החדרתם לנוזלי הכרס. שינוי משקל הגרגיר חושב גם הוא כנגד הזמן שעבר מזמן ההחדרה לכרס. הצואה המופרשת נאספה כולה, עורבבה וממנה נלקחה דוגמה מייצגת. מספר הגרגרים ומשקלם בדגימה נקבע לצורך חישוב שיעור העיכול או אי-הנעילות של התכשירים לאורך מערכת העיכול.

לניסויי שלב ב' שימשו מספר חומרים שנבחנו בסדרת ניסויים במכון וולקני, קיבוץ אפיקים ובאר-טוביה. בתקציר זה מתואר ניסוי שנערך ב-4 פרות, אשר היו לקראת סוף התחלובה ובהריון מתקדם. הניסוי נערך במתכונת של ריבוע לטיני (4x4), 4 טיפולים ב-4 מחזורים, כל

5 שעות. בתכשיר 50 התקבל המקסימום של הופעת הגרגרים לאחר 8 שעות, אולם ריכוז התכשיר היה פי 7 מאשר בתכשיר 80. פותחו משוואות היעלמות לתכשירים אשר מתאדות את ריכוז הגרגרים בזמן 0 ואת קצב השינוי בריכוזם. לתכשיר 80 היתה עמידות גדולה יותר בכרס מאשר לתכשיר 50. מחישובי הנעכלות מתברר, שלתכשיר 80 נעכלות של 67% ואילו לתכשיר 50 נעכלות של 86%. תכשיר 80 היה עמיד יותר מתכשיר 50 לתהליכי פירוק בכרס ושיעורו במעכל האבומאזום היה באופן משמעותי גדול יותר. משקל חלקיקי תכשיר 50 הלך וירד לאורך זמן בעוד משקל חלקיקי תכשיר 80 כמעט ולא השתנה. עיקר פריקותו של תכשיר 50 היתה בכרס ואילו פריקותו של תכשיר 80 היתה בעיקרה במערכת העיכול שלאחר הכרס. בהתאם לממצאים אלה עונה תכשיר 80 על דרישות "חומר ציפוי העמיד בפני פריקות בכרס וזמין לתהליכי העיכול בהמשך מערכת העיכול". תוצאות שלב ב' מפורטות בטבלה 1.

מחזור כלל 8 ימי הסתגלות ו-3 ימי מדידה ודיגום של צריכת מזון, חלב לבדיקת הרכיבים ודם לשם קביעת ריכוזי גלוקוז ואוריאה). טיפול הביקורת היה מנה משקית בעלת 17% חלבון כללי ללא תוספת תכשיר. שאר הטיפולים כללו שלושה הרכבי תכשירים ובהם חומצות-אמינו, פחמימות ואנוימים בשילובים שונים. התכשירים ניתנו באינפוזיה ישירות לאבומאזום במנות קטנות במשך 8 שעות. המנה הוגשה בתדירות של 10 ארוחות ליממה בהפרשים שווים כדי לשמור על steady state (יציבות) פיזיולוגית. הרכב המנה נקבע בעזרת שיטות סטנדרטיות. הרכב החלב נקבע במעבדת החלב, קיסריה. ניתוח התוצאות בוצע בעזרת תוכנת SAS במודל המנקה את השפעת הפרה והשפעת התקופה מהשפעת הטיפול (GLM). שלב ג' נבדק בניסויי שדה.

תוצאות

שלב א': בתכשיר 80 הגרגירים הופיעו באבומאזום רק לאחר שלוש שעות מזמן ההחדרה לכרס, כאשר המקסימום נרשם לאחר

טבלה 1. השפעת תכשירים המכילים חומצות-אמינו ואנוימים על ביצועי פרות בסוף התחלובה.

ש.ת.	תכשיר 21	תכשיר 20	תכשיר 19	ביקורת	
1.51	¹ 16.5	² 16.9	[*] 18.3	^{ab} 17.9	צריכת חומר יבש (ק"ג/יום)
1.99	20.2	20.0	20.8	20.6	תנובת חלב (ק"ג/יום)
1.95	4.47	4.38	4.26	4.29	שומן (%)
0.12	³ 3.65	^{ab} 3.71	[*] 3.79	³ 3.69	חלבון (%)
0.17	³ 4.76	³ 4.80	[*] 4.93	^{ab} 4.84	לקטוז (%)
1.81	26.1	25.9	27.1	26.3	חמ"מ (ק"ג/יום)

צריכת מזון חושבה בהתאם לתוספת שניתנה לקיבה האמיתית. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק ($p < 0.05$).

סיכום ומסקנות

מבוצעת בעקיפין על ידי שינויים בבקרה מרכזית. הפיתוחים הללו מאפשרים התקדמות נוספת בפיתוח תכשירים מסחריים לעדר החלב ומעלי-גירה שונים. יצירת שילובים מיטביים של תוספים ייחודיים שיש להם סיכוי לשפר את תכולת החלבון בחלב ובכך לענות על צרכי השוק נראית אתגר בר השגה.



פוחת תכשיר-ציפוי העמיד בפני פירוק בכרס, המאפשר שליטה על קצב הזמינות של רכיבי מזון וזמין להמשך תהליכי העיכול. פותח אבי-טיפוס של תכשיר מזוני המכיל חומצות-אמינו ואנוימים ומשפיע לחיוב על צריכת המזון והמוצקים בחלב. יש מקום לבחון פיתוחים אלה בתנאי ייצור גבוהים בתחילת התחלובה. לא ברור אם השפעת התכשיר ישירה או