

השפעת ריכוז החלבון השרידי במנה ותוספת חנקן שאינו חלבון (חש"ח), על ביצועי פרות מניבות

ע. אריאלי, י. אהרוני, ש. זמבל, וח. תגרי – הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, רחובות,
י. ברוקנטל – המכון לבעלי חיים, מרכז וולקני, בית דגן
א. בראון וכ. תבורי – לשכת מכוני התערובת
א. זקס וי. ריב, קיבוץ גבעת ברנר

הקדמה

ייצור גבוה של חלב על ידי פרות מותנה באספקה נאותה של חומרי הגלם הדרושים על ידי הדם לעטין. בדומה לחד-קיבתיים, צרכי החלבון של מעלי-הגירה יש להגדיר בכמות חומצות-האמינו השונות הדרושות לקיום, לגדילה, להריון ולייצור חלב. למרות מחקרים רבים בנושא זה, עדיין אין בידינו המידע המלא לגבי צרכי הפרה בחומצות-אמינו לייצור חלב והאמצעים לשלבם במנה באופן שיגיעו לעטין בכמות ובהרכב הרצוי. בעשור האחרון הושקע מאמץ מחקרי רב בפיתוח טכניקות, אשר יאפשרו בקרה על כמות חומצות-האמינו השונות המגיעות לקדמת המעי והזמינות לעיכול ולייצור. הדילוג על משוכה זו יאפשר התקדמות נוספת לקראת הבנת הצרכים בחומצות-אמינו למטרות השונות.

קושי נוסף בהשגת יעד זה במעלי-הגירה הוא ההכרח להרכיב מנה, אשר מצד אחד תשלים צרכי המק"א בכרס לתסיסה מיטבית של החומר האורגני החייב להתפרק בכרס, ומאידך תשלים צרכי בעלי-החיים הפונדקאי לייצור מירבי, צרכים אשר לא בהכרח זהים. בהתייחס למרכיב החלבוני של המנה בא הבט זה לביטוי במחקרים אודות יחסי חלבון חלבון פריק:חלבון שרידי. מקטע החלבון הפריק אמור לספק צרכי החנקן של המק"א ואילו מקטע החלבון השרידי אמור להשלים צרכי הפרה בחומצות-אמינו, בהתאם לרמת הייצור. שילוב החנקן שאינו חלבוני (חש"ח) במנה יכול להיות רק כתחליף לחלבון פריק. יעילות הניצול של החלבון הפריק או החש"ח מותנית בזמינות האנרגיה לתסיסה בכרס בכמות ובקצב בהתאם לזמינות החלבון

הפריק. גיוון מקורות החלבון השרידי במנה בצירוף החלבון המיקרוביאלי עשויים לאפשר קבלת פרופיל מיטבי של חומצות-אמינו זמינות לייצור.

הערכת נעילות מזונות בכרס בשיטת שקי דקרון in situ, היא כיום השיטה המסוגלת בקירוב הטוב ביותר להציב ערכים, אשר יאפשרו הרכבת מנה בהתאם לשיקולים שנמנו לעיל.

מטרות העבודה הנוכחית הן: 1. לקבוע יחסי חלבון פריק:חלבון שרידי במנת הפרות לקבלת תנובה מירבית של חלב וחלבון חלב; 2. לבחון האפשרות להחליף חלק ממקטע החלבון הפריק בחש"ח; 3. לקבוע השפעת גיוון מקורות החלבון במנה על תנובות החלב וחלבון החלב.

חומרים ושיטות

העבודה בוצעה ברפת של קיבוץ גבעת ברנר על 190 פרות חולבות, שהיו מהמלטה שניה ומעלה. הניסוי כלל 4 טיפולים במתכונת פקטוריאליה 2x2, כדלקמן: 1. 37% מכלל חלבון המנה חלבון שרידי, ללא תוספת חש"ח (ש"ג-); 2. 37% מכלל חלבון המנה חלבון שרידי בתוספת 8% שווה-ערך חלבון מחש"ח (ש"ג+); 3. 42% מכלל חלבון המנה חלבון שרידי, ללא תוספת חש"ח (ש"ג-); 4. 42% מכלל חלבון המנה חלבון שרידי בתוספת 8% שווה-ערך חלבון מחש"ח (ש"ג+). הפרות קובצו לרביעיות לפי תנובת חמ"מ בתחלובה הקודמת והמרחק מההמלטה. הפרות של כל רביעיה חולקו באקראי לאחד מארבעת הטיפולים.

מרכיבי המנות ששימשו בניסוי מתוארים בטבלה 1, והרכבם הכימי בטבלה 2. כל המזונות

טבלה 1. מרכיבי המנות שהוגשו בטיפולים השונים (% בחומר היבש).

שרידי גבוה		שרידי נמוך		חש"ח במנה	מרכיבי המנה
+	-	+	-		
(% בחומר יבש)					
8.3	4.1	7.5	3.6		תירס, גרעינים
9.1	9.1	9.1	9.1		כותנה, גרעינים
7.1	9.3	5.1	3.8		סובין
13.2	13.2	13.2	13.2		טפיוקה
4.0	4.0	4.0	4.0		מי גבינה
6.5	8.9	8.9	8.9		שחמיץ בקיה
29.5	25.6	25.6	25.6		תחמיץ חיטה
12.3	12.3	12.3	12.3		תחמיץ קליפות הדר
0.54		0.54			תערובת חש"ח ¹
	5.91	9.50	17.42		תרכיז 1395 ²
8.28	6.46	2.95	0.85		תרכיז 1396 ³
1.3	1.2	1.3	1.3		סיד
0.05	0.05	0.05	0.05		ויטמין א' ⁴

1 מכיל 80% אוריאה ו-20% גפרת-אמון.

2 מכיל כוספת לפתית וכוספת סויה ביחסים שווים.

3 מכיל קמח דגים, קמח נוצות וגלוטן ביחסים שווים.

4 תכשיר המיועד לספק יח' ויטמין א' לק"ג חומר יבש במנה.

טבלה 2. ההרכב הכימי של המנות שהוגשו בטיפולים השונים (% בחומר היבש).

שרידי גבוה		שרידי נמוך		חש"ח במנה	חומר יבש
+	-	+	-		
34.9	35.6	35.6	35.6		חומר אורגני
(% בחומר יבש)					
88.0	90.0	89.8	89.8		חלבון כללי
16.8	16.6	16.6	16.6		תאית כללית
15.0	15.3	15.3	15.8		תאית ממזון גס
9.0	9.0	9.0	9.0		אנרגיה נטו (מק"ל לק"ג ח"י)
1.68	1.68	1.68	1.68		חלבון כללי מחש"ח
1.5		1.5			חומר אורגני פריק
54.0	55.5	55.5	55.8		חלבון כללי פריק
9.7	9.3	10.3	9.9		

המופיעים בהרכב מנות הניסוי היו בשימוש אותו זמן במנה המשקית, בתוספת 2 תרכיזי חלבון ותערובת חש"ח, אשר שולבו במנות ביחסים שונים להכנת המנות לטיפולים המוזכרים לעיל. תרכיז החלבון בעל השרידיות הגבוהה (תרכיז 1396) הורכב מקמח דגים, קמח נוצות וגלוטן ביחסים שווים. תרכיז החלבון בעל

השרידיות הנמוכה (תרכיז 1395) הורכב מכוספת לפתית "Double zero" וכוספת סויה ביחסים שווים. תערובת החש"ח כללה 80% אוריאה ו-20% גפרת-אמון (250% שווה-ערך של חלבון). מנות ארבעת הטיפולים היו שוות בתכולת ח"כ ואנרגיה נטו. שינוי שרידיות החלבון ושילוב

חושב כאינטגרל השטח מתחת לעקומת הריכוזים, מחולק בשעות היממה בהתאם ל-Tagari et al. (1964). הנתונים שנתקבלו שוקללו בניתוח קוואריאנס, על מנת לתת לכל נתון של כל פרה בכל מדידה שנערכה את משקל השפעתה הנכון על ממוצעי התוצאות. גורמי ההשפעה שנבחנו היו: מרחק מן המלטה, מספר התחלובה וחמ"מ בתחלובה הקודמת. בהתאם לכך, הערכים המובאים בטבלאות הם ערכי Least square means. בנוסף לניתוח סטטיסטי של כלל התוצאות, נבחנה השפעת הטיפולם בנפרד לגבי הפרות גבוהות התנובה, שהניבו מעל לממוצע של 30.0 ק"ג חלב ליום. כן נבחנו ההשפעות העיקריות של רמת השרידיות ורמת החש"ח במנה.

תוצאות

מזונות ומנות

הרכבי המנות שהוגשו לטיפולים השונים מתוארים בטבלה 1. פריקיות החומר האורגני והחלבון הכללי של מזונות הניסוי, כפי שנקבעו בשיטת שקי הדקרון in situ מתוארים בטבלה 3. פריקות החלבון הכללי של המזונות, כפי שנמצאה בעבודתנו, היתה בד"כ בהתאם ל-NRC (1989). במספר מזונות התקבלו בעבודתנו ערכים שונים כדלקמן: בשחמיץ בקיה (0.47 בעבודתנו, בהשוואה ל-0.79 ב-NRC), בגריסי תירס (0.40, בהשוואה ל-0.50), בטיפוקה (0.75, בהשוואה ל-1.00), בתרכיז חלבון מס' 1395 (0.53, בהשוואה ל-0.68) ובתרכיז חלבון מס' 1396 (0.31, בהשוואה ל-0.43). כתוצאה מכך היה שיעור החלבון השרידי בטיפולי חלבון ש"נ- וש"נ+, 40% ו-38%, ובטיפולי חלבון ש"ג- וש"ג+, 44% ו-42%, בהתאמה. ערכים אלה שונים במקצת מהתיכון המקורי. ריכוזי החלבון הכללי בכל המנות היו שווים.

ניצועי הפרות

צריכת מזון. צריכת החומר היבש (ק"ג/יום) הממוצעת לפרה בטיפולים ש"נ-, ש"נ+, ש"ג-

החש"ח במנה נעשו תוך שינויים מועטים ביותר בסוגי המזונות בטיפולים השונים. עם הכללת חש"ח במנה היה צורך להפחית בכמות תרכיז החלבון הפריק במנה, שהיה מלווה בהוצאת אותו חלק של חלבון שרידי המצוי בתרכיז. כמות זו של חלבון שרידי היה צריך להחזיר על ידי תוספת תרכיז חלבון שרידי. במסגרת התאמות אלה היה גם צורך להקטין במנה טיפול ש"ג+ את שיעור שחמיץ הבקיה, להעלות שיעור תחמיץ התירס ולהוציא לחלוטין את תרכיז 1395. פרט לשינויים אלה נשמרו כל מרכיבי המנות בשיעורים שווים.

הניסוי החל בחודש מאי 1989 ונמשך 4 חודשים. הפרות חולקו לקבוצות כשבוע לפני תחילת תקופת ההסתגלות. תקופת ההסתגלות ארכה שבועיים ובמהלכה בוצע מעבר הדרגתי מהמנה המשקית למנות הניסוי. המנות הוגשו לפרות אחת ליום. מדי יום נשקל המזון המוגש לכל קבוצה ולמחרת נשקלו השאריות. נוהל זה איפשר התאמת כמות המזון המוגשת לצריכה הקבוצתית של הפרות. מדידת תנובת החלב ודגימתו נערכו פעמיים בחודש. דגימות החלב נשלחו למעבדה המרכזית בביתן אהרון לצורך בדיקה של הרכב החלב.

בטרם החל הניסוי, נלקחו דגימות מכל המזונות ששימשו להרכבת המנות. תוצאות הבדיקה הכימית של המזונות מובאות בטבלה 2. ההרכב הכימי נקבע בהתאם ל-AOAC (1989). פריקיות החומר האורגני והחלבון הכללי נקבעו בשיטת שקי דקרון in situ בהתאם ל-Arieli et al. (1989). שיעור הפריקות של כל מזון במנת הניסוי חושבה לגבי פינוי מעכל הכרס בקצב של 0.08 חלקים לשעה.

דגימות מיץ כרס ודם נלקחו כחודשיים לאחר התחלת הניסוי, 3 פעמים במשך היום, לפני הגשת מנת המזון בבוקר, ושעתיים ו-4 שעות לאחר מכן. ריכוזי החומצות השומניות הנדיפות (חש"ן) במיץ הכרס נקבע בגזכרומטוגרפיה בהתאם ל-Tagari (1969). שיעור הייצור במיץ כרס נקבע במיקרוקילדהל. ריכוז השתן בדם נקבע בהתאם ל-Tagari (1969). הריכוז המשוקלל של כל אחד מהמטבוליטים הנ"ל

טבלה 3. צריכת המזון וחישוב החלבון הכללי הפוטנציאלי (חכ"פ)¹ הזמין בקדמת המעי של פרות שניזונו במנות השונות, בהתבסס על נתוני פריקות החומר האורגני בלבד, או בהתחשב במגבלת פריקות ח"א או ח"כ לסינתזיה מירבית של חלבון מק"א במעי.

	שרידי גבוה		שרידי נמוך		חש"ח במנה
	+	-	+	-	
(% בחומר יבש)					
מרכיב נאכל (ק"ג/יום):					
חומר יבש	20.4	21.6	21.8	21.6	
חומר אורגני	18.3	19.4	19.5	19.4	
חומר אורגני פריק	11.19	11.98	12.09	12.06	
חכ"פ מחומר אורגני	2.24	2.40	2.42	2.41	
חלבון כללי	3.43	3.59	3.63	3.58	
חלבון כללי פריק	1.98	2.01	2.25	2.15	
חלבון כללי שרידי	1.45	1.59	1.39	1.43	
חכ"פ במעי מחושב בהתבסס על:					
פריקות ח"א	3.68	3.99	3.80	3.84	
מגבלת פריקות ²	3.43	3.59	3.63	3.58	
יחסי פריקות ³	107.4	111.0	104.8	107.3	

- 1 בוצע בשיטת שקי דקרון in situ, בהתאם ל־ Arieli et al. (1989).
- 2 ייצור חלבון מק"א נקבע בהתאם לערך הקטן מבין פריקות ח"א או ח"כ.
- 3 כמות חכ"פ מחושב לפי פריקות ח"א: מחושב לפי מגבלת פריקות.

טבלה 4. תנובת החלב ומרכיביו של פרות שניזונו במנות בתכולת חלבון שרידי (ח"ש) נמוך או גבוה, ללא חש"ח (-) או בתוספת חש"ח (+).

	השפעה עיקרית		שרידי גבוה		שרידי נמוך		חש"ח במנה
	רמת ח"ש	חש"ח	+	-	+	-	
פרות מס'			56	55	58	57	
תנובת חלב (ק"ג/יום)	+	-	29.82 ₂	30.80 ₂	31.78 ₂	30.91 ₂	
שומן החלב (%)	+	-	3.13 ₂	3.11 ₂	3.27 ₂	3.26 ₂	
שומן החלב (ק"ג/יום)	+	-	0.920 ₂	0.938 ₂	1.015 ₂	0.985 ₂	
חלבון החלב (%)	+	-	3.15 ₂	3.08 ₂	3.17 ₂	3.18 ₂	
חלבון החלב (ק"ג/יום)	+	-	0.922 ₂	0.929 ₂	0.990 ₂	0.963 ₂	
לקטוז בחלב (%)	+	+	4.54 ₂	4.47 ₂	4.56 ₂	4.49 ₂	
לקטוז בחלב (ק"ג/יום)	+	-	1.346 ₂	1.372 ₂	1.447 ₂	1.382 ₂	
תנובת חמ"ש (ק"ג/יום)	+	-	27.74 ₂	28.50 ₂	30.19 ₂	29.30 ₂	
תנובת חמ"מ (ק"ג/יום)	+	-	29.05 ₂	29.92 ₂	31.38 ₂	30.47 ₂	
חלבון-שומן (ק"ג/ק"ג)	+	-	0.99 ₂	1.01 ₂	1.03 ₂	1.02 ₂	

וממצא זה נתקבל מ־46 פרות לקבוצה במשך 4 חודשים, ומרכיבי מנת המזון של טיפול ש"ג+ היו דומים לאלה של מנות אחרות, יש להניח שתוספת או גריעה של אחד המרכיבים היה כנראה גורם שהביא לפחיתה בצריכת המזון.

וש"ג+, היתה 21.6, 21.8, 21.6 ו־20.4, בהתאמה (טבלה 3). בטיפול ש"ג+ היתה הצריכה נמוכה, בהשוואה לשאר הטיפולים. מכיוון שההזנה היתה קבוצתית, לא ניתן לנתח ממצאים אלה מבחינה סטטיסטית, אך היות

תנובת החלב ומרכיביו. הנתונים על תנובת

החלב והרכבו בטיפולים השונים מובאים בטבלה 4. תנובת החלב (ק"ג/יום) היתה הגבוהה ביותר בטיפול ש"נ+, כאשר במקום השני טיפולי ש"נ- וש"ג-, ונמוכה ביותר בש"ג+. ריכוז השומן בחלב (%) היה גבוה יותר בטיפולי ש"ג, בהשוואה לטיפולי ש"ג. ריכוז החלבון בחלב היה דומה בכל הטיפולים, פרט לש"ג-, בו נמצא ריכוז החלבון נמוך יותר. ריכוז הלקטוז בחלב היה גבוה יותר בטיפולים בהם נכלל חש"ח בהרכב המנה, ש"נ+ וש"ג+, בהשוואה לש"נ- וש"ג-. תנובות השומן, החלבון והלקטוז (ק"ג/יום) היו הגבוהות ביותר בטיפול ש"נ+, לאחריו בש"נ- והנמוכים ביותר בשני טיפולי ש"ג, ללא הבדל ביניהם, למרות שקבוצת ש"ג+ צרכה ב-1.4 ק"ג מזון פחות, ובאותו שיעור פחות חלבון מאשר קבוצת ש"ג-. גם תנובות החמ"ש והחמ"מ (ק"ג/יום) היו הגבוהות ביותר בש"נ+, ולאחר מכן בסדר יורד, ש"נ-, ש"ג- וש"ג+. בניתוח ההשפעות העיקריות של רמת השרידיות ושל החלפת חלק מהחלבון הצמחי בחש"ח (טבלה 4) נמצא, כי החלפת חלק מהחלבון הצמחי במנה בחש"ח, ללא תלות ברמת החלבון השרידי, היתה השפעה רק בהעלאת ריכוז הלקטוז בחלב. לרמת החלבון השרידי הנמוכה נמצא יתרון בהשוואה לרמת החלבון השרידי הגבוהה, בכל המדדים שנבחנו פרט לריכוז הלקטוז בחלב, שלא הושפע מרמת החלבון השרידי במנה.

מטבוליטים במיץ כרס ונדם

ריכוזי חומצות שומניות נדיפות (חש"נ) ואמוניה במיץ הכרס ושתנן בדם, מובאים בטבלה 5. בכל המדדים שנבדקו לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים השונים. בבחינת השפעה עיקרית של רמת חלבון שרידי או חש"ח במנה נמצא, כי ריכוז החומצה הפרופיונית גבוה יותר, כאשר רמת החלבון השרידי נמוכה, בהשוואה לגבוהה, וריכוז חומצת החמאה גבוה יותר במנה ללא תוספת חש"ח.

דיון

הרכב המנה

ניצול יעיל של חלבון המנה על ידי פרות מניבות מותנה בשילוב מיטבי של ח"כ פריק וח"א הזמינים לתסיסה בכרס וביוסינתזה של חלבון מיקרוביאלי, שיעור החלבון השרידי והרכב חומצות האמינו שלו. בעשור האחרון מושקע מאמץ מחקרי רב במציאת הכלים שיאפשרו שימוש מעשי בידע המצוי בידינו בנושא זה. העבודה המתוארת בזה היתה עבורנו הנסיון הראשון ליישם את הגישה המתוארת לעיל ברפת מסחרית. הקושי העיקרי בשלב זה היה, ליישם במנה המשקית את הדרישה להרכב יחסי של חלבון פריק לחלבון שרידי בהתאם למתוכנן לטיפולים השונים. למעשה היה ריכוז החלבון השרידי במנות הניסוי (טבלה 3) גבוה במקצת מהמתוכנן לשתי קבוצות הטיפולים, 37.0% ו-42.0%. לכאורה, הבדל זה קטן יחסית, אולם מתוצאות הניסוי נראה כי הוא עשוי להיות משמעותי.

חלבון מק"א ושרידי במעי

כושר הסינטז של חלבון מיקרוביאלי על ידי מנות הניסוי, כפי שבא לביטוי בערכי חכ"פ מח"א פריק (טבלה 3), היה גבוה משיעור החלבון הפריק המחושב ב-7.3, 4.8, 11.0 ו-7.4 יח', בטיפולי ש"נ-, ש"נ+, ש"ג- וש"ג+, בהתאמה. משמעות הדבר, שלא היה מספיק חנקן פריק מהמנה הנאכלת, לקבלת תסיסה מירבית של החומר האורגני. איילכך חושבה כמות החכ"פ במעי גם על בסיס הגורם המגביל בייצור חלבון מיקרוביאלי, פריקות ח"א או פריקות חלבון (טבלה 3). בעבודתנו היתה פריקות החלבון הגורם המגביל בכל הטיפולים. בהתאם לצורת חישוב זו נטה שיעור החכ"פ במעי להיות הגבוה ביותר בש"נ+, לאחר מכן בטיפולי ש"נ- וש"ג- והנמוך ביותר בש"ג+. ראוי לציין, כי בגלל האפשרות של מיחזור חנקן אַנְדוֹגֵנִי לכרס דרך הרוק, המצטרף למאגר החנקן

טבלה 5. ריכוזי חומצות שומניות נדיפות (חש"נ) ואמוניה במיץ הכרס ושתנן בדם בפרות שניזונו במנות בתכולות חלבון שרידי נמוכה או גבוהה, ללא (-) או בתוספת (+) חש"ח.

השפעה עיקרית רמת חש"ש	שרידי גבוה		שרידי נמוך		חש"ח במנה	חש"נ
	+	-	+	-		
		מילימול				
-	-	43.6	44.8	44.1	46.8	חומצת חומץ
+	-	18.9	18.7	20.4	20.9	חומצה פרופיונית
-	+	10.5	10.9	10.4	12.1	חומצת חמאה
		2.31	2.40	2.16	2.24	ח' חומץ:ח' פרופיונית
			מ"ג/100 מ"ל			
-	-	9.18	9.79	10.02	9.86	אמוניה
-	-	17.39	19.43	18.50	17.73	שתנן

פרות שניזונו בחלבון ש"ג, עשויו להסביר תנובות החלב הגבוהות יותר בטיפולים אלה, בהשוואה לש"ג. תוצאות אלה מוכיחות: 1. במנות ששימשו בניסוי הנוכחי, היה יתרון לפריקות חלבון בשיעור של 60%-62, בהשוואה לפריקות בשיעור של 56%-58; 2. שינויים קטנים יחסית בפריקות החלבון (הבדל ממוצע של 4% בפריקות החלבון), במנות בהרכב מזוונות דומה ובתכולה זהה של חלבון כללי ואנרגיה, עשויים להשפיע בצורה מובהקת על תנובת החלב ומרכיביו.

ספרות ענפה עוסקת באפשרויות השימוש בחש"ח במנות פרות חולבות. כללית, היה מקובל כי יעילות ההזנה בחש"ח נמצאת ביחס הפוך לשיעורו במנה ולרמת התנובה, וכי תנובת הפרות הניזונות בחש"ח איננה יכולה לעלות על זו של פרות הביקורת הניזונות בחלבון אמיתי בלבד (3). בעבודה הנוכחית נתקבלו הביצועים הטובים ביותר בפרות בטיפול חלבון ש"ג בתוספת חש"ח (ריכוז החש"ח במנה היה 0.54%, והחליף כ-8% מחלבון המנה). קבוצת הפרות שניזונו במנה בעלת ריכוז החלבון השרידי הגבוה שכללה חש"ח ש"ג+, הגיבה שומן וחלבון בחלב בכמות זהה לזו שנתקבלה מפרות שניזונו במנות ש"ג ללא חש"ח, וייצור הלקטוז היה אף גבוה יותר, למרות צריכת המזון הנמוכה יותר, בקבוצת ש"ג+.

ניתוח השפעה עיקרית של תוספת חש"ח למנה (טבלה 4) מראה, כי בכל המדדים שנבדקו

הפריק, קיימת בעיה בהגדרה מדוייקת של מאגר החלבון הפריק בכרס. לא נתקבלו הבדלים בריכוזי האמוניה, השתנן והחש"ן בנוזלי הכרס, בין הטיפולים השונים (טבלה 5). תימוכין להנחה זו ניתן לקבל מהעובדה שבטיפול ש"ג+, בו היתה ההתאמה הטובה ביותר בין פריקות החומר האורגני במנה ומינות החנקן הפריק, היו צריכת המזון ותנובת החלב ומרכיביו הגבוהים ביותר. כמו כן נמצא מתאם ($p < 0.07$) בין שיעור החלבון הפוטנציאלי המחושב במעי (טבלה 3) לבין ייצור החלב הממוצע לפרה בטיפול (טבלה 4). בעבודה של Kwan et al. (1977), ניזונו פרות במנת ביקורת בת 16% חש"ח, שהכילה כמות ניכרת של חלבון בעל שרידיות גבוהה (DDG). במנת הניסוי הוחלף ה-DDG על ידי שתנן, בכמות שוות-חלבון. פרות הביקורת צרכו פחות מזון והניבו פחות מפרות האורגיה. בעבודה זו לא נותחו הממצאים על בסיס ההתאמה בין פריקות חש"ח וח"א, אולם הממצאים תואמים את הגישה בקביעת שיעור החלבון הפריק במנה.

תנובת החלב ומרכיביו

תנובות החלב, החמ"ש, שומן החלב וחלבון החלב היו גבוהות יותר בטיפול חלבון ש"ג, בהשוואה לטיפול חלבון ש"ג (טבלה 4). בניתוח השפעה עיקרית של רמת החלבון השרידי מתברר, כי גם תנובות החמ"מ והלקטוז היו גבוהות יותר בטיפול חלבון ש"ג. ריכוז גבוה יותר של חומצה פרופיונית במיץ הכרס של

טבלה 6. ניתוח השפעה עיקרית של תוספת חש"ח למנה ושל רמת החלבון השרידי במנה בפרות גבוהות תנובה.

רמת חלבון שרידי		תוספת חש"ח		
גבוהה	נמוכה	+	-	
73	75	68	80	פרות, מספר
34.95 _ב	35.83 _א	35.42	35.36	תנובת חלב (ק"ג/יום)
2.93 _ב	3.09 _א	3.01	3.01	שומן החלב (%)
1.026 _ב	1.100 _א	1.062	1.063	שומן החלב (ק"ג/יום)
2.98 _ב	3.04 _א	3.03	2.99	חלבון החלב (%)
1.038 _ב	1.083 _א	1.070 _א	1.051 _ב	חלבון החלב (ק"ג/יום)
4.53	4.51	4.56 _א	4.49 _ב	לקטוז בחלב (%)
1.577 _ב	1.621 _א	1.613 _א	1.585 _ב	לקטוז בחלב (ק"ג/יום)
31.79 _ב	33.35 _א	32.58	32.56	תנובת חמ"ש (ק"ג/יום)
33.68 _ב	35.00 _א	34.34	34.31	תנובת חמ"מ (ק"ג/יום)

התיחסות רבה יותר בהמשך העבודה, קשור למקור הפחמימות במנה. הריכוז הגבוה של גרעיני תירס במנת ש"נ+, יחסית לשאר הטיפולים, בשילוב עם שאר הגורמים שנמנו לעיל, עשוי להסביר מרכיב נוסף ביתרון שהיה לטיפול זה (5, 6). כאמור, נושא זה ייבדק בצורה מפורטת יותר בהמשך העבודה.

כדי לבחון, אם השפעת הטיפולים השונים מותנית ברמת הייצור, נערך ניתוח השפעה עיקרית של תוספת חש"ח למנה או של רמת החלבון השרידי במנה, בפרות שתנובתן הממוצעת היתה מעל 30.0 ק"ג חלב ליום (טבלה 6). כללית, נתקבלה תמונה דומה להשפעות עיקריות של הטיפולים השונים על כלל הפרות. מכאן ניתן להסיק, כי ניצול יעיל של חש"ח במנה איננו מותנה ברמת הייצור אלא בעיקר בהתאם להרכב המנה.

סיכום

בניסוי שבוצע על 190 פרות ברפת קיבוץ גבעת ברנר, נבדקה השפעת רמת הפריקות של חלבון המנה ושילוב חש"ח במנה על מבצעי הפרות. התוצאות העיקריות היו:

□ ביצועי הפרות היו גבוהים ביותר, כאשר פריקות החלבון במנה היתה 38%–40%, בהשוואה ל-42%–44%. ככל שקיימת התאמה טובה יותר במנה בין פריקות ח"א ופריקות החלבון, ישפיע

התקבלה נטיה ליתרון כתוצאה מתוספת חש"ח למנה, שהיה אף מובהק בריכוז לקטוז החלב. תוצאות עבודתנו מוכיחות, כי כאשר תיכנון ההרכב של חלבון המנה מתבסס על חישוב חלבון פריק להשלמת צרכי המק"א לתסיסה מיטבית של ח"א, ניתן לשלב חש"ח במסגרת מקטע החלבון הפריק ביעילות מירבית.

ניתן לציין גורמים נוספים בהרכב המנה בטיפול ש"נ+, העשויים להסביר היתרון בייצור שהתקבל בטיפול זה. ראשית, הגיוון של מקורות החלבון השונים שנבע משימוש בשני התרכיזים 1395 ו-1396. תרכיז החלבון השרידי הגבוה (1396) סופק למנת ש"נ+ בכמות לא גבוהה מדי, במידה העשויה להביא לדיכוי צריכת המזון, בדומה להשפעתו בטיפול ש"ג+. מאידך, הוא העשיר את המנה בחומצות-אמינו, בהן לא משופעים מקורות החלבון מהצומח. בספרות ניתן למצוא עבודות נוספות בהן דווח על דיכוי הצריכה במנות בהן ריכוז החלבון השרידי, שסופק בעיקר מחלבון מהחי, היה מתון עד גבוה (4). לא ברור, אם תופעה זו קשורה למחסור בחנקן פריק, כפי שאולי היה בעבודתנו, או השפעה ישירה ואופיינית למקור החלבון המוגן. ככלל, נושא גיוון מקורות החלבון עדיין בחיתוליו ומבוסס יותר על נסיון מצטבר מאשר על כללים מוגדרים. נושא נוסף, אשר נמצא לו ביטוי בעבודה הנוכחית ואשר יחייב

- H. and Zamwell, S. (1986). Animal Production, 43:73-82.
4. Bruckental, I., Drori, D., Kaim, M., Lehrer, H. and Folman, Y. (1989). Animal Production, 48:319-329.
5. Kwan, K. Coppock, C.E., Lake, G.B., Fettmann, M.J., Chase, L.E. and McDowell, R.E. (1977). J. Dairy Science 60:1706-1724.
6. McCarthy, Jr., R.D., Klusmeyer, T.H., Vicini, J.L. and Clark, J.H. J. Dairy Science, 72:2002-2016.
7. NRC (1989). Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Sixth Revised Edition, Washington DC.
8. Tagari, H., (1969). British J. of Nutrition, 23:455-470.
9. Tagari, H., Dror, Y., Ascarelli, I. and Bondi, A. (1964). British J. of Nutrition, 18:333-356.
- הדבר באופן חיובי על צריכת המזון ובעקבותיו על ייצור החלב וחלבון החלב.
- ניתן לשלב בהצלחה חשי"ח במנה, בשיעור של 8% מכלל חנקן המנה, במסגרת מקטע החלבון הפריק, גם במנות של פרות גבוהות תנובה.
- לגיוון מקורות החלבון במקטע החלבון השרירי במנה, חשיבות במיצוי פוטנציאל ייצור החלב של הפרה.
- המחברים מודים לצוות הרפתנים של קיבוץ גבעת ברנר על היענותם האוהדת לביצוע הניסוי ועל תרומתם להצלחתו לאורך כל הדרך.

סימוכין

1. AOAC (1989). Association of Official Analytical Chemists, ed. Washington D.C.
2. Arieli, A., Bruckental, I. and Smoler, E. (1989). J. Dairy Science, 72:2532-2539.
3. Bruckental, I., Tagari, H., Amir, s., Lehrer,

בדיקת המספוא ברפת, במרכז המזון ובשדה

חומר יבש, חלבון, אנרגיה, ADF, NDF, מינרלים,

אפר ועוד...

במעבדה הניידת של

נירה מדעים

וייעוץ ע"י תזונאי ורפתן עתיר ניסיון

מבטיחים לך את

המזון הנכון בזמן הנכון

טל. 03-9331324

נירה מדעים בע"מ

יצחק הרטמן: 08-261636 ד"ר יהודה שקל: 03-9327839



נירה מדעים בע"מ
NIRA SCIENCES LTD.