

השפעת רמת החלבון ומקור החלבון במנה על מבצעי פרות ומבכירות גבוהות תנובה

י. ברוקטנל, ד. דרורי, מ. קאים, חנה לרר וי. פולמן
המכון לבעלי חיים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

הקדמה

סיכום עבודות שבוצעו בעשור הנוכחי מוכיח, כי ניתן לספק צרכי החלבון של פרות חולבות במנות המכילות מיינום של כ-30 ג' חלבון נאצר/מק"ל אנרגיה מטבולית (18). משמעות הדבר מבחינה מעשית, כי מנות עתירות אנרגיה המכילות 16-17% חלבון כללי עשויות להשלים צרכי הייצור (3, 13, 29). גם ההמלצות הרשמיות מאשרות כיוון זה (1, 17). אספקה נוספת של חלבון איננה מוצדקת מבחינה כלכלית (26, 29), ומשפיעה באופן שלילי על נצילות האנרגיה (28). יחד עם זאת מציינים מספר חוקרים (13, 25), כי בתקופה הראשונה לאחר ההמלטה, צריכת המזון נמוכה ומכיון שמאגר החלבון בגוף המסוגל לתרום לייצור מוגבל, יתכן ובתקופה זו יש להעלות את שיעור החלבון במנה. בספרות חסרים נתונים לגבי משך הזמן בו דרושה תוספת חלבון וכמותו. מעט עבודות מתייחסות לצרכי החלבון של מבכירות חולבות, בנפרד מצרכי החלבון של פרות חולבות. במספר עבודות נמצא, כי תוספת חלבון כללי במנה בתחום שבין 12% ל-18%, הביאה לשיפור ניכר יותר במבצעי הפרות בהשוואה למבצעי המבכירות (23), או שהביאה לשיפור במבצעי הפרות בלבד ולא השפיעה כלל על מבצעי המבכירות (7, 23, 27). בעבודה אחרת (22) נמצא, כי צמצום אספקת החלבון בשיעור 25% מהמומלץ דיכאה תנובת החלב של פרות ומבכירות בשיעור דומה. המזון המיועד למבכירות חייב להשלים הצרכים של שני תהליכים: גדילה וייצור חלב. לא ברור, אם קיים ניגוד בין התהליכים המעודדים המשך הגדילה ובין התהליכים המעודדים ייצור החלב או שהם משלימים האחד את חברו. בספרות המקצועית כאמור, מעט נתונים בנושא.

אספקת החלבון לפרות גבוהות תנובה איננה יכולה להתבסס על חלבון מיקרוביאלי בלבד. מחקרים רבים בעולם בודקים האפשרות להשלים את הצרכים בחלבון על ידי שימוש בחלבון מוגן וגיוון מקורות החלבון במנה. המטרה היא למנוע פירוק יתר של חלבון בכרס והפסדי חנקן בשתן ולספק חומצות אמינו בהרכב ובכמות הדרושים לייצור אופטימלי. חלבון קמח הדגים הוא דוגמה לחלבון טבעי בעל פריקות נמוכה בכרס, בהשוואה לחלבון צמחי, ולחלבון בעל הרכב חומצות אמינו מאוזן. בעבודות קודמות נמצא, כי תוספת חלבון למנת החולבות בעזרת כוספת סויה משפיעה באופן שלילי על פוריותן (3, 8, 13, 14). יש המסבירים את ההשפעה השלילית של רמת חלבון גבוהה במזון על הפוריות כתוצאה של אינטראקציה בין פעולת מוצרי הפירוק של החלבון בגוף הפרות וגיל הפרות (11, 12), בדיכוי רמת הפרוגסטרוון בדם (13) או כאינטראקציה בין גיל הפרה, רמת הייצור ומאזן האנרגיה בגוף (14). בעבודות שבוצעו על ידינו בחולדות (4, 9), הוכחנו כי במקטע הבלתי-חלבוני בכוספת הסויה מצויות תרכובות בעלות פעילות אסטרוגנית העשויות להפריע למהלך השתלת הביצית המופרית ברחם. תוספת קמח דגים, שהוא חלבון מעולה מן החי, למנת המזון של הפרות בהשוואה לתוספת כוספת סויה ובחינת השפעתם על פוריות הפרות עשויה להוסיף להבנתנו בנושא זה.

מטרת העבודה הנוכחית, לבדוק השפעת תוספת חלבון מעבר ל-17% חלבון כללי, למנת המזון של מבכירות ופרות חולבות, בעזרת כוספת סויה או קמח דגים, על מבצעהן לאורך תקופת התחלובה בכלל ועל פוריותן בפרט.

בעלי חיים ושיטות עבודה

הניסוי נערך ברפת קיבוץ געש בעדר המוגנה כ-350 ראש. תנובת החלב הממוצעת לפרה בשנה שקדמה לניסוי היתה 9300 ק"ג. בניסוי השתתפו 150 פרות ו-90 מבכירות, אשר חולקו באקראי לפי סדר ההמלטה הצפויה ל-3 טיפולים, אשר נבדלו זה מזה ברמת החלבון הכללי במנה ובמקור החלבון המוסף למנה, כדלקמן: (1) ביקורת; שיעור החלבון הכללי במנה על בסיס חומר יבש היה 17% (2) כוספת סויה (כ"ס); שיעור החלבון הכללי במנה היה 21%. תוספת החלבון מעבר ל-17% סופקה על ידי כוספת סויה. (3) קמח דגים (ק"ד); שיעור החלבון הכללי במנה היה 21%. תוספת החלבון מעבר ל-17% סופקה על ידי קמח דגים.

מרכיבי המנות אשר הוגשו בניסוי והרכבם הכימי מובאים בטבלה 1.

שיעור המזונות המרוכזים במנה היה 80%. במהלך הניסוי חלו שינויים בהרכב המזון הגס; בקיץ הוגש ירק אספסת אשר הוחלף בחורף בתחמיץ תירס או בירק שיבולת-שועל. המנה הוגשה לפרות בעגלה מערבולת (מזון כולי)

והמנה המוגשת לכל קבוצה נשקלה מידי יום. אחת למספר ימים נשקלו שאריות המזון באבוס. אחת לשבועיים נערכה ביקורת חלב ונלקחו דגימות לקביעת ריכוז החלבון והשומן. הרכב החלב נקבע בעזרת Milko-Skan במעבדת תנובה ברחובות. מעקל גוף הפרה נקבע 4 ימים לאחר ההמלטה ולאחר מכן כל שבועיים. בתקופה הראשונה לאחר ההמלטה נערך מעקב קפדני אחרי בריאות הפרות ותקינות אברי הרבייה על ידי הוטרינר. ממשק הרבייה כלל 3 תצפיות ביממה. פרות מיוחמות הוזרעו החל מ-60 יום לאחר ההמלטה.

כ-3 חודשים לאחר ההמלטה, נלקחו מ-5 פרות ומ-5 מבכירות בכל קבוצה דגימות מיץ כרס ודם, 3 שעות לאחר ארוחת הבוקר, לקביעת ריכוז האמוניה וחומצות שומניות נדיפות (חש"ג) במיץ הכרס וריכוז שתנן בדם.

תוצאות

נתוני צריכת המזון, ייצור החלב והרכבו ושיעור העלייה במשקל גוף מובאים בטבלה 2. צריכת המזון נקבעה כממוצע קבוצתי של

טבלה 1. מרכיבי המנות אשר הוגשו בניסוי (אחוזים בחומר היבש במנה) והרכבם הכימי (באחוזים מן החומר היבש)

מרכיבים	ביקורת	כוספת סויה	קמח דגים
1 תערובת 1-8	56.9	-	-
2 תערובת 1-9	-	49.8	53.1
כוספת סויה	4.2	13.2	-
3 קמח דגים	-	-	7.3
גרעיני כותנה	12.9	13.4	13.4
קליפות הדרים	3.5	3.6	3.5
תחמיץ חיטה	13.5	12.3	14.0
שיבולת שועל	8.9	7.7	8.7
הרכב כימי			
חלבון כללי	17.0	21.6	21.6
תאית כללית	15.3	13.1	12.6
אנרגיה מטבולית (מק"ל/ק"ג ח"י)	2.9	2.97	2.84

1. תערובת 1-8, אמבר, המכילה 16% חלבון כללי בחומר היבש, ללא כוספת סויה.
2. תערובת 1-9, אמבר, המכילה 18% חלבון כללי בחומר היבש.
3. קמח דגים תוצרת דנמרק, המכיל 76%-72% חלבון כללי, 10% שומן ו-13% אפר.

טבלה 2. תצרוכת מזון, תנובת חלב והרכבו ותוספת המשקל¹, בפרות ב־24 השבועות הראשונים לתחלובה ובמבכירות ב־16 השבועות הראשונים לתחלובה, \pm שגיאת התקן.

מובהקות	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	
	20.5	22.2	21.8	מזון נאכל, ק"ג ח"י/יום
				פרות
	40.8 \pm 1.2	40.0 \pm 1.2	39.3 \pm 1.4	תנובת חלב, ק"ג/יום
p<.05	2.60 \pm .03 ₃	2.96 \pm .02 ₄	2.85 \pm 0.2 ₃	שומן בחלב, %
	3.11 \pm 0.03	3.08 \pm .03	3.08 \pm 0.02	חלבון בחלב, %
p \geq .05	1.061 \pm .043 ₃	1.184 \pm .038 ₄	1.120 \pm .035 _{3,4}	שומן בחלב, ק"ג/יום
	1.269 \pm .034	1.232 \pm .031	1.210 \pm .019	חלבון בחלב, ק"ג/יום
	32.3 \pm 1.2	33.0 \pm 1.1	32.8 \pm .9	תנובת חמ"ש 4%, ק"ג/יום
	310	160	200	תוספת משקל גוף ¹ , ג'יום
p<.05				מבכירות
p<.01	33.4 \pm 1.0 ₄	31.2 \pm 1.3 _{3,4}	29.4 \pm 1.1 ₃	תנובת חלב, ק"ג/יום
	2.77 \pm .01 ₃	3.43 \pm .02 ₄	3.03 \pm 0.1 ₃	שומן בחלב, %
p<.01	3.15 \pm 1.02	3.13 \pm .05	3.13 \pm .03	חלבון בחלב, %
p<.05	0.925 \pm .042 ₃	1.070 \pm .040 ₄	0.891 \pm .033 ₃	שומן בחלב, ק"ג/יום
p<.05	1.052 \pm .025 ₄	0.977 \pm .042 _{3,4}	0.920 \pm .032 ₃	חלבון בחלב, ק"ג/יום
	27.6 \pm 1.0 _{3,4}	28.3 \pm 1.1 ₄	25 \pm .8 ₃	תנובת חמ"ש 4%, ק"ג/יום
	230	170	220	תוספת משקל גוף ¹ , ג'יום

1. תוספת המשקל חושבה מהמועד בו הגיעו הפרות והמבכירות למשקל גוף הנמוך ביותר ועד לסיום הניסוי, בפרות לאחר 24 שבועות ובמבכירות לאחר 16 שבועות.

שבועות הראשונים לתחלובה, דומה בכל הטיפולים (טבלה 2).

ריכוז השומן הממוצע בחלב הפרות מטיפול ק"ד היה נמוך באופן מובהק ב־0.25% מריכוזו בחלב הביקורת ובי־0.36% מריכוזו בחלב כ"ס (טבלה 2). כתוצאה מכך היה ייצור השומן הממוצע (ק"ג/יום) בטיפול זה נמוך באופן מובהק בהשוואה לטיפול כ"ס. תוצאה זו באה לידי ביטוי גם בעקומות הייצור של חלב מושווה שומן (חמ"ש) 4% (ציור 1), המראות כי בחודשיים הראשונים לאחר ההמלטה אין יתרון לטיפול ק"ד, בהשוואה לטיפול הביקורת.

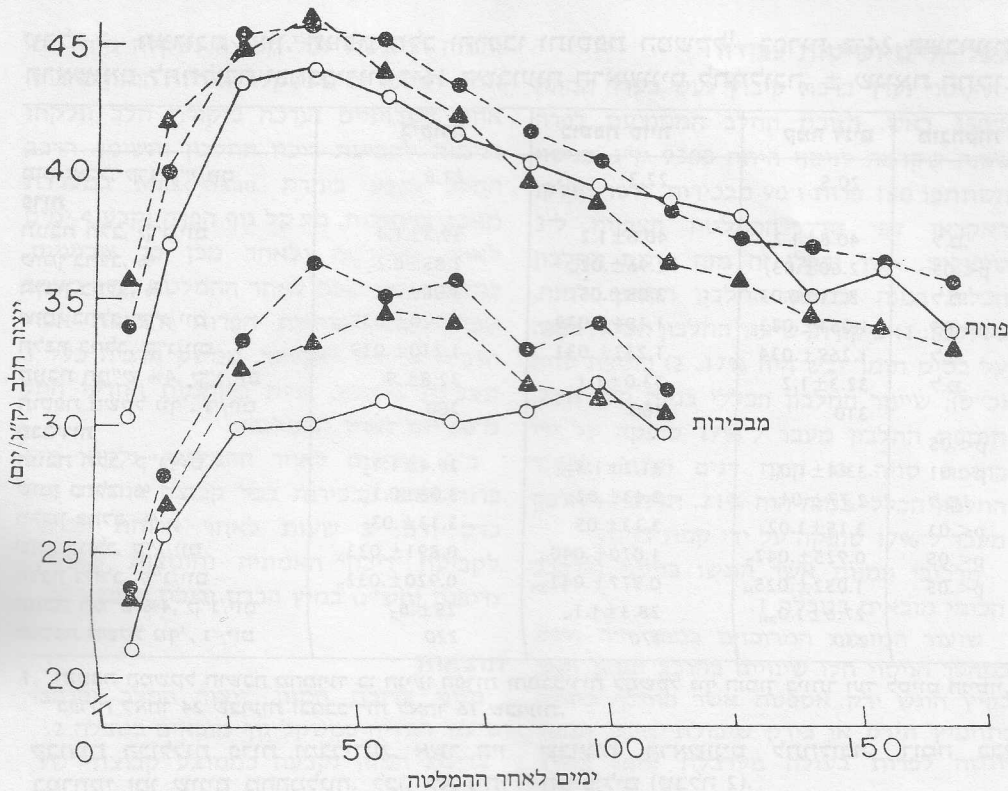
ריכוז החלבון הממוצע בחלב (%), היה דומה בשלשת הטיפולים (טבלה 2). אולם, כתוצאה מהבדלים קטנים בייצור החלב, נטה ייצור חלבון החלב להיות גבוה יותר בטיפול כ"ס ועוד יותר גבוה בטיפול ק"ד, בהשוואה לביקורת.

עקומות ייצור החלב של המבכירות שונות מאלה של הפרות (ציור 1); שיא ייצור החלב מתקבל מאוחר יותר, והיירידה בייצור החלב לאחר השיא מתונה מאד. תוספת חלבון למנת

קבוצות הכוללות פרות ומבכירות, אשר היו במרחקי זמן שונים מההמלטה. לכן, לא ניתן לקבוע את השפעת המרחק מההמלטה על צריכת המזון של הפרות והמבכירות, בטיפולים השונים. אך מכיון ששלוש הקבוצות היו בעלות הרכב דומה מבחינת יחס הפרות למבכירות וזמן מההמלטה, ניתן להתייחס להשפעת הטיפול על צריכת המזון הקבוצתית. נראה, כי פרות ומבכירות שניזונו בקמח דגים נטו לצרוך פחות מזון, בהשוואה לפרות ומבכירות בקבוצות הביקורת וכוספת הסויה.

מהלך הייצור של החלב (ק"ג/יום) לאורך התחלובה מתואר בציור 1.

בתקופה הראשונה לתחלובה היה ייצור החלב בפרות שקיבלו במזון תוספת חלבון, קמח דגים או כוספת סויה, גבוה יותר בהשוואה לייצור החלב בפרות הביקורת (ציור 1). היירידה בייצור לאחר השיא היתה תלולה ביותר בפרות עם כוספת הסויה, בינונית בפרות עם קמח הדגים ומתונה ביותר בפרות הביקורת. כתוצאה מכך היתה תנובת החלב הממוצעת, ב־24



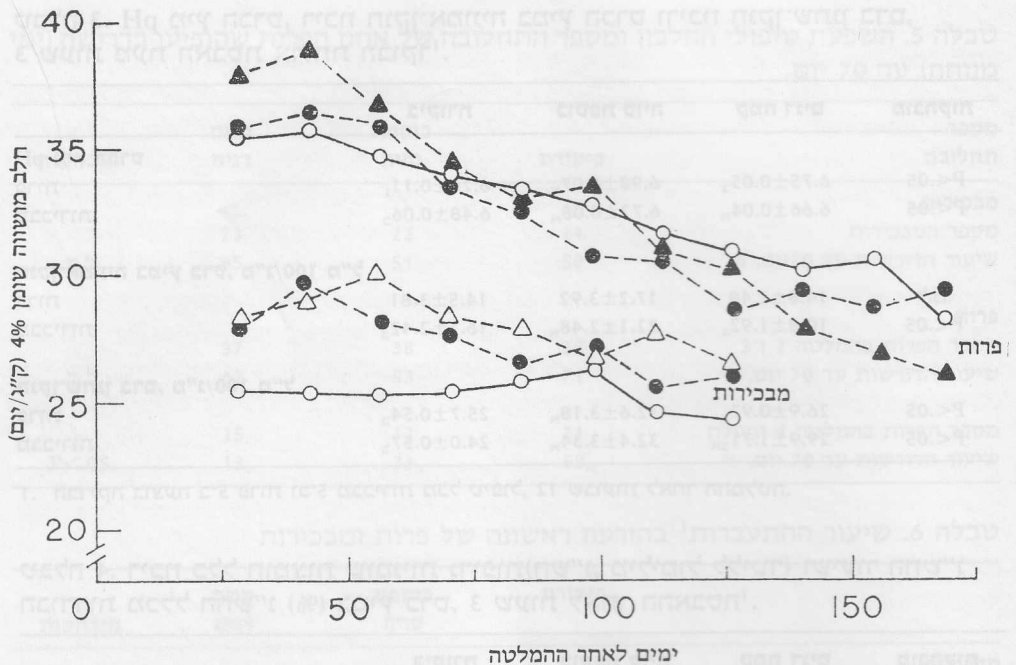
ציור 1. ייצור חלב (ק"ג/יום) של פרות ומבכירות שקיבלו במזונן 17% חלבון כללי (0), או 21% חלבון כללי בעזרת הוספת כוספת סויה (▲) או קמח דגים (●).

ייצור שומן החלב הממוצע (ק"ג/יום) היה הגבוה ביותר במבכירות כ"ס, בהשוואה לשני הטיפולים האחרים.

ריכוז החלבון בחלב (%) היה גבוה במקצת במבכירות, בהשוואה לפרות ולא הושפע מתוספת חלבון במנה. ייצור חלבון החלב (ק"ג/יום) היה הגבוה ביותר בטיפול ק"ד, בינוני בטיפול כ"ס ונמוך ביותר בביקורת.

ההפסד במשקל הגוף לאחר ההמלטה, היה בפרות, בטיפולי הביקורת, כ"ס וק"ד 29, 32 ו-24 ק"ג, בהתאמה, ובמבכירות 15, 17 ו-23 ק"ג, בהתאמה. שיעור העליה הממוצע במשקל גוף הפרות, בתקופה שבין המועד בו משקל גופן היה נמוך ביותר ועד לסיום הניסוי (24 שבועות לאחר ההמלטה), היה בטיפולי הביקורת, כ"ס וק"ד, 220, 170 ו-230 ג'יום, בהתאמה (טבלה

הביקורת הביאה ליתרון ברור בייצור החלב לאורך כל תקופת הניסוי. העליה בייצור החלב ניכרת יותר לאחר הוספת קמח דגים מאשר לאחר הוספת כוספת סויה. תוצאה זו באה לביטוי גם בתנובת החלב הממוצעת (ק"ג/יום) ב-16 השבועות הראשונים לתחלובה (טבלה 2). ריכוז השומן (%) הממוצע בחלב המבכירות נטה להיות גבוה יותר מריכוזו בחלב הפרות (טבלה 2). ריכוזו בחלב המבכירות בטיפולי הביקורת, כ"ס וק"ד היה, 3.03, 3.43 ו-2.77 אחוז, בהתאמה. כתוצאה מכך היתה תנובת החמ"ש 4% הממוצעת (ק"ג/יום), של מבכירות טיפול כ"ס גבוהה ב-0.7 ק"ג מזו של מבכירות ק"ד (לא מובהק) וב-2.9 ק"ג מזו של מבכירות הביקורת השלילית (מובהק). הבדל זה ניתן לראות גם בעקומות של ייצור החמ"ש (ציור 2).



ציור 2. ייצור חלב מושווה שומן 4% של פרות ומבכירות שקיבלו במזונן 17% חלבון כללי (○), או 21% חלבון כללי בעזרת תוספת סויה (▲) או קמח דגים (●).

אולם רק במבכירות היה ההבדל מובהק. תמונה דומה התקבלה לגבי ריכוז חנקן-שתנן בדם. לא היה הבדל בריכוזו בדם בין הביקורת השלילית וקמח הדגים, בעוד העליה בריכוזו בדם פרות ומבכירות כוספת סויה היתה מובהקת.

ריכוז כלל החש"ן במיץ כרס של הפרות היה דומה בטיפול הביקורת וכ"ס ונמוך במידה מובהקת בטיפול ק"ד (טבלה 4). במבכירות היה ריכוזו דומה בטיפולי הביקורת וק"ד ונמוך במידה מובהקת, בהשוואה לטיפול כ"ס. בריכוז היחסי של החש"ן הבודדות, לא נתקבל הבדל בין הטיפולים השונים, הן בפרות והן במבכירות. נתונים על שיעור הפרות שדרשו לראשונה עד 70 ימים לאחר ההמלטה או לאחר מכן, מובאים בטבלה 5. בכל הקבוצות נע שיעור הדורשות לראשונה עד 70 יום בין 51 ל-71 אחוז מכלל הפרות שהזרעו. רק אצל פרות מהמלטה רביעית ומעלה, אשר קיבלו במזונן 21% חלבון,

(2) בחינה נפרדת של הממצאים לכל קבוצת גיל מראה, כי שיעור העליה במשקל גופן של פרות מהמלטה 2 ו-3, בטיפול הביקורת, כ"ס וק"ד היה, 340, 180 ו-340, בהתאמה. שיעור העליה במשקל גופן של פרות מהמלטה 4 ומעלה, באותה תקופה, היה 170, 80 ו-310 ג'יום, בהתאמה. שיעור העליה במשקל גוף המבכירות עד לסיום הניסוי (16 שבועות לאחר ההמלטה) היה 220, 170 ו-230 ג'יום בטיפולי הביקורת, כ"ס וק"ד, בהתאמה (טבלה 2).

נתונים על pH וריכוז האמוניה במיץ הכרס וריכוז השתנן בפלסמה מובאים בטבלה 3. pH מיץ הכרס, 3 שעות לאחר ארוחת הבוקר, היה גבוה יותר באופן משמעותי, בפרות ובמבכירות שניזונו בכוספת סויה או בקמח דגים (מובהק), בהשוואה לפרות ומבכירות הביקורת ריכוז חנקן-אמוניה במיץ הכרס באותו מועד, היה גבוה יותר בפרות ובמבכירות שניזונו בכוספת סויה, בהשוואה לשאר שני הטיפולים,

טבלה 3. pH מיץ הכרס, ריכוז חנקן-אמוניה במיץ הכרס וריכוז חנקן-שתנן בדם, 3 שעות מעת האבסת ארוחת הבוקר¹.

מובהקות	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	
				pH מיץ הכרס
P<.05	6.75±0.05 _ב	6.98±0.07 _א	6.28±0.11 _ב	פרות
P<.05	6.66±0.04 _א	6.72±0.08 _א	6.48±0.06 _ב	מבכירות
				חנקן-אמוניה במיץ כרס, מ"ג/100 מ"ל
ל.מ.	14.8±2.48	17.2±3.92	14.5±3.81	פרות
P<.05	10.8±1.92 _ב	22.1±2.48 _א	16.1±2.42 _ב	מבכירות
				חנקן-שתנן בדם, מ"ג/100 מ"ל
P<.05	26.9±0.92 _ב	32.6±3.18 _א	25.7±0.54 _ב	פרות
P<.05	29.9±1.71 _{אב}	32.4±3.34 _א	24.0±0.57 _ב	מבכירות

1. הבדיקה בוצעה ב-5 פרות וב-5 מבכירות מכל טיפול, 12 שבועות לאחר ההמלטה.

טבלה 4. ריכוז כלל חומצות שומניות נדיפות(חש"נ, מילימול לליטר) ושיעור החש"נ הבודדות מכלל החש"נ (%) במיץ כרס, 3 שעות לאחר ההאבסה¹.

מובהקות	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	
				כלל חש"נ במיץ כרס, מילימול/ליטר
P<.05	100.7±7.3 _ב	125.3±3.8 _א	138.4±11.3 _א	פרות
P≥.01	104.1±4.0 _ב	139.0±2.4 _א	106.2±4.6 _ב	מבכירות
				שיעור חש"נ בודדות מכלל החש"נ, %
				פרות
ל.מ.	57.3±1.1	58.0±1.3	57.8±1.1	ח' אצטית
ל.מ.	29.2±0.6	28.8±1.3	28.9±1.5	ח' פרופיונית
ל.מ.	13.5±0.6	13.2±0.4	13.3±0.4	ח' בוטירית
ל.מ.	1.96	2.01	2.00	ח' אצטית/ח' פרופיונית
				מבכירות
ל.מ.	55.7±0.9	57.3±0.8	57.6±0.7	ח' אצטית
ל.מ.	29.4±1.5	29.8±1.5	28.1±1.4	ח' פרופיונית
ל.מ.	15.0±0.7	12.8±0.8	14.4±1.0	ח' בוטירית
ל.מ.	1.89	1.96	2.05	ח' אצטית/ח' פרופיונית

1. הבדיקה בוצעה ב-5 פרות וב-5 מבכירות מכל טיפול, 12 שבועות לאחר ההמלטה.

והגבוה ביותר בטיפול ק"ד. שיעור ההתעברות הכללי של הפרות בטיפולים השונים נטה להיות באותו סדר. בחינת הממצאים של הפרות, בנפרד לגבי פרות בהמלטה 2 ו-3 ולגבי פרות בהמלטה רביעית ומעלה מראה, כי ההבדל בין הטיפולים בשיעור ההתעברות הכללי נובע בעיקר מן

נע שיעור הדורשות לראשונה עד 70 יום, בין 13 ל-33 אחוז ($p<0.02$).

נתונים על שיעור ההתעברות של הפרות והמבכירות בהזרעה ראשונה מובאים בטבלה 6. שיעור ההתעברות של המבכירות היה הנמוך ביותר בטיפול כ"ס, בינוני בטיפול הביקורת

טבלה 5. השפעת טיפולי החלבון ומספר התחלובה של אחוז הפרות שהופיעו בדרישה (ימי מנוחה) עד 70 יום.

מובהקות	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	מספר תחלובה
				מבכירות
				מספר המבכירות
ל.מ.	23 65	22 51	24 58	שיעור הדורשות עד 70 יום, %
				פרות
				מספר הפרות בהמלטה 2 ו-3
ל.מ.	37 62	38 53	38 71	שיעור הדורשות עד 70 יום, %
				מספר הפרות בהמלטה 4 ומעלה
P<.05	15 13 _ג	12 33 _ב	21 58 _א	שיעור הדורשות עד 70 יום, %

טבלה 6. שיעור ההתעברות¹ בהזרעה ראשונה של פרות ומבכירות

מובהקות	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	מבכירות
				מספר המבכירות
ל.מ.	21 61.9	21 38.1	22 45.5	שיעור ההתעברות, %
				פרות
				מספר הפרות בהמלטה 2 ו-3
ל.מ.	37 48.6	34 44.1	36 38.9	שיעור ההתעברות, %
				מספר הפרות בהמלטה 4 ומעלה
ל.מ.	13 53.8	13 38.5	19 47.4	שיעור ההתעברות, %
ל.מ.	53.5	41.2	42.8	שיעור התעברות כללי, %

1. מספר ההריונות כאחוז ממספר ההזרעות הכללי, כולל ההזרעות של הפרות שלא התעברו.

מהמלטה 4 ומעלה, נמוך יותר בקבוצת כ"ס, בהשוואה לביקורת ולקבוצת ק"ד ($p < 0.02$).

דיון

התוצאות שנתקבלו בניסוי זה מאשרות כי בפרות, ב-3-6 השבועות הראשונים לאחר ההמלטה, דרושה תוספת חלבון מעבר ל-17% חלבון כללי לקבלת ייצור חלב מירבי (ציור 1). בתקופה זו צריכת המזון עדיין מוגבלת והאנרגיה המשתחררת מגוף הפרה ביחד עם תוספת החלבון מהמזון מסייעים במיצוי פוטנציאל

ההבדלים הקיימים בין הטיפולים בקבוצת הפרות המבוגרות, בעוד בקבוצת הפרות שבהמלטה 2 ו-3 היה שיעור ההתעברות של פרות הביקורת הנמוך ביותר, בינוני בטיפול כ"ס ונוטה להיות גבוה יותר בטיפול ק"ד.

נתונים על שיעור הפרות והמבכירות שהתעברו עד 110 ימים אחרי ההמלטה מובאים בטבלה 7. אצל פרות מהמלטה 2 ו-3 לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בשיעור הפרות שהתעברו עד 110 ימים לאחר ההמלטה. לעומת זאת היה שיעור ההרות במועד זה בין המבכירות והפרות

(3, 8, 13), בהן לא נמצא כל יתרון בייצור החלב (ק"ג/תחלובה) בטיפולים שקיבלו תוספת חלבון מעבר ל-17% במשך כל התחלובה.

במטרה לבדוק, האם תוספת החלבון במזון, בתקופה הראשונה לאחר ההמלטה, חיונית לכל הפרות או רק לפרות גבוהות פוטנציאל, סוכמו התוצאות של ששת השבועות הראשונים לאחר ההמלטה, בנפרד לפרות אשר בשבוע השני לאחר ההמלטה הניבו בממוצע יותר מ-35 ק"ג/יום (גבוהות פוטנציאל), בהשוואה לפרות אשר הניבו בשבוע זה פחות מ-35 ק"ג/יום (נמוכות פוטנציאל). התוצאות מתוארות בטבלה 8.

טבלה 7. שיעור המבכירות והפרות שנמצאו הרות¹ 110 ימים לאחר ההמלטה.

מובהקות	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	
	17	16	15	מבכירות
				מספר המבכירות
P<.02	77 _N	50 ₃	87 _N	שיעור ההרות עד 110 יום, %
				פרות
	32	30	26	מספר הפרות בהמלטה 2 ו-3
ל.מ.	66	60	54	שיעור ההרות עד 110 יום, %
	13	10	16	מספר הפרות בהמלטה 4 ומעלה
P<.02	77 _N	50 ₃	69 ₃	שיעור ההרות עד 110 יום, %

1. מספר הפרות ההרות כאחוז מכלל הפרות המזרעות.

טבלה 8. תנובות חלב ממוצעות ב-6 שבועות ראשונים לאחר ההמלטה, של פרות אשר הניבו בשבוע השני לאחר ההמלטה יותר מ-35 ק"ג/יום (גבוהות פוטנציאל), בהשוואה לאלה שהניבו פחות מ-35 ק"ג/יום (נמוכות פוטנציאל)

שבוע	נמוכות פוטנציאל			גבוהות פוטנציאל		
	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת	קמח דגים	כוספת סויה	ביקורת
1	23.0	22.8	23.1	36.6	37.5	34.9
2	28.6	27.8	28.9	43.0	44.2	42.0
4	35.1	35.5	38.7	47.8	46.7	46.2
6	37.7	40.2	39.2	47.5	47.2	46.1
ממוצע	31.3	31.5	32.5	43.7	43.9	42.3
מספר פרות	11	8	17	46	47	41

ובמשך תקופה ארוכה יותר מאשר לגבי פרות. הוספת קמח דגים למנת הביקורת השפיעה בצורה שונה על מבצעי הפרות והמבכירות, בהשוואה להוספת כוספת סויה: נטיה לצריכת מזון נמוכה יותר, ייצור נמוך יותר של שומן החלב, נטיה לייצור גבוה יותר של חלבון החלב (טבלה 2), תוספת משקל גוף רבה יותר (ציור 3) ופוריות גבוהה יותר (טבלות 6 ו-7). בהתאם ל-(21), ההבדלים בפריקות חלבונים שונים בכרס עשויים לבוא לידי ביטוי בייצור, ברמת הזנה נמוכה בלבד. רמות הזנה הנמוכה והגבוהה בעבודתו היו 2.4 ו-2.6 מק"ל אנרגיה מטבולית לק"ג חומר יבש במזון. ריכוזיות המנה בעבודתו היתה קרובה ל-2.9 מק"ל/ק"ג, ובכל זאת התקבלו הבדלים ניכרים בהשפעת שני מקורות החלבון. נראה, כי ההבדל בהשפעת שני מקורות החלבון איננו נובע רק מההבדל בפריקותם בכרס, אלא הוא גם תוצאה של השפעות שונות על התסיסה בכרס והרכב שונה של חומצות אמינו המגיעות למעי. תוצאות אלה מתאימות רק בחלקן לדיווחים בספרות. פרות שניזונו בק"ד, בהשוואה לאוריאה צרכו פחות מזון. אולם, בגלל נעילות גבוהה יותר של החומר האורגני בכרס, צריכת החומר האורגני הנעכל היתה גבוהה יותר בטיפול ק"ד (20). הנעילות הגבוהה יותר בטיפול ק"ד מוסברת בשחרור מתמשך ואיטי של חנקן זמין לתהליכי התסיסה בכרס, וכן בנוכחות ח' אמינו או פפטידים המעודדים ריבוי האוכלוסיה המיקרוביאלית ועיכול התאית (20). גם בעבודתנו ניתן להסיק כי פירוק חלבון ק"ד היה איטי יותר בהשוואה לכ"ס, באשר ריכוזי האמוניה במיץ הכרס והאוריאיה בדם, בפרות ובמבכירות, היו נמוכים במידה ניכרת בטיפול ק"ד, בהשוואה לטיפול כ"ס (טבלה 3). אולם, ניתוח הממצאים של ריכוזי כלל החומצות השומניות הנדיפות (חש"ן) בכרס והריכוזים היחסיים של ח' אצטית וח' פרופיונית (טבלה 4) מביא למסקנה, כי בעבודתנו דיכא קמח הדגים את התסיסה בכרס וכן לא שיפר פעילות צלולוליטית; כלל חש"ן היה נמוך יותר בק"ד בהשוואה לכ"ס וכן לא נתקבל הבדל משמעותי ביחס ח' אצטית לח'

ואמנם מתברר, כי רק הפרות גבוהות הפוטנציאל הגיבו לתוספת חלבון כללי מעבר ל-17%. נתונים אלה מדגישים, כי אספקת החלבון לפרות חולבות צריכה להיעשות על בסיס המועד בתחלובה ורמת הייצור. תוצאות אלה תומכות בהמלצות המעשיות למינון חלבון במנות המיועדות לפרות חולבות, אשר פורסמו על ידי שירות ההדרכה והמקצוע של משרד החקלאות ואשר לפיהן חישוב שיעור החלבון במנה מבוסס על הצרכים לקיום, רמת הייצור ועל שיעור צריכת המזון: 500 ג' ח"כ לקיום ו-70 ג' ח"כ/ק"ג חלב. בהתאם לכך, במידה שצריכת המזון, בתקופה הראשונה לאחר ההמלטה נמוכה, עשוי ריכוז החלבון הכללי המומלץ במנה, להגיע עד 21%.

במבכירות הביאה תוספת החלבון מעבר ל-17%, בעזרת כוספת סויה ועוד יותר על ידי תוספת קמח דגים, לעליה מובהקת בייצור החלב במשך כל 16 שבועות הניסוי (טבלה 2). תוצאות אלה שונות מדיווחים קודמים (7, 23, 27), בהם תוספת חלבון למזון מבכירות לא שיפרה מבצעייהן. נראה, כי הסיבה העיקרית להבדל זה נעוצה בהבדל ברמת הייצור, אשר בניסוי הנוכחי היתה כמעט כפולה מזו שבעבודות הנ"ל. בהתאם לכך נראה, כי במבכירות, בדומה לפרות, רמת הייצור מהווה גורם מכריע לגבי מינון החלבון במנה ולא בהכרח יעילות פיזיולוגית שונה במבכירות, בהשוואה לפרות (2). לעומת זה, קיים הבדל בין פרות ומבכירות, כאשר במבכירות נמשכת התגובה לתוספת חלבון תקופה ארוכה בהרבה, בהשוואה לפרות. עקומת ייצור החלב של מבכירות שונה מזו של פרות; השיא בייצור החלב מושג מאוחר יותר והירידה בתנובת החלב לאחר מכן, איטית בהרבה (ציור 1). עקומת צריכת המזון גם כן שונה בתכלית מזו של פרות; השיא בצריכת המזון איננו מושג לפני השבוע ה-14 (אמנון הלוי, תוצאות שעדיין לא פורסמו). בנוסף לכך, המבכירות דורשות תוספת מסוימת של חלבון להשלמת צרכי הגדילה. עובדות אלה עשויות להסביר את הצורך של מבכירות גבוהות תנובה ברמת חלבון גבוהה מהמקובל לגבי פרות,

פרופיגנית בין שני הטיפולים. התוצאות שנתקבלו בעבודתנו מתאימות יותר לדעה הכללית (6, 30), כי השמן המצוי בק"ד מדכא פעילות מיקרוביאלית בכרס וכתוצאה מכך מתקבלת ירידה בפירוק החומר האורגני בכרס וירידה בצריכת המזון. הבדלים בין עבודות שונות עשויים להיות תוצאה של הבדלים בריכוז השמן בקמח הדגים, כפי שיוסבר גם להלן, והבדלים ביחסי מזון גס למזון מרוכז.

אחת התוצאות המשמעותיות ביותר בניסוי זה היתה ההשפעה השונה של האבסת 2 מקורות החלבון על שומן החלב; ק"ד הביא להורדת אחוז השומן ואילו כ"ס הביאה להעלאתו, בהשוואה לביקורת. עליה בייצור השומן, כתוצאה של העלאת אחוז החלבון הכללי במנה מעבר ל-16% בעזרת כ"ס, נתקבלה בפרות שהוזנו במנות עתירות מ"מ (3, 4, 13). כנראה, תוצאה זו איננה חדי-משמעות ואיננה מתקבלת כתגובה לתוספת כל חלבון ובכל הרכב מנה. אינפוזיה של קזאין לאבומזום של פרות הביאה לעליה בייצור השומן רק בניסוי הראשון אבל לא בניסוי חוזר (32). בעבודה זו מוצע, כי העליה ברמת החלבון במנה מעודדת ליפוליזה של שומן הגוף והזרמת יותר חומצות שומניות לצרכי ייצור, אלא, המנגנון המעורב בתהליך זה איננו ידוע (32). חוקרים אחרים משערים, כי קיים קשר בין כמות האמוניה המגיעה לכבד ובין המטבוליזם של חומצה ציטרית (31), כאשר החומצה הציטרית מעורבת בבקרה של חימצון פחמימות בכבד ומשפיעה ישירות על הפניית אצטיל-קואר A לייצור שומן ברקמות (15). מנגנון זה יכול להסביר הקשר בין פריקות גבוהה של חלבון בכרס מע"ג ובין תכולה גבוהה של שומן בחלב. בהתייחס להשפעה השלילית של ק"ד על ייצור שומן החלב, ידועה התופעה (10, 20, 30) ומקובל להסבירה בהשפעה השלילית של שמן הדגים על התסיסה בכרס, כפי שכבר צויין לעיל, ודיכוי הסינתזה של חומצה אצטית. כאשר פרות הואבסו בק"ד שהכיל ריכוז נמוך של שומן, לא נתקבלה ירידה בייצור שומן החלב (6). במספר עבודות דווח כי האבסת פרות חלב בק"ד בהשוואה לאוריהא (20), לכ"ס (10, 6) או

לכוספת בוטנים (21), הביאה לעליה בייצור חלבון החלב. התוצאות שנתקבלו בעבודתנו מאשרות כיוון זה, ייצור חלבון החלב ותוספת המשקל נטו להיות גבוהים יותר בפרות ובמבכירות שניזונו בק"ד, בהשוואה לטיפולי הביקורת וכ"ס (טבלה 2). בהנחה ש-0.15 מתוספת משקל הגוף הוא חלבון (18), היתה ס"ה אצירת החנקן בחלב וגדילה (ג/יום) בטיפולי הביקורת, כ"ס וק"ד, 1240, 1256 ו-1315 בפרות ו-953, 1002 ו-1086 במבכירות (מובהק), בהתאמה. זאת אומרת, ס"ה אצירת החנקן היתה גבוהה יותר בפרות ובמבכירות מטיפולי ק"ד, בהשוואה לכ"ס. כאשר אספקת האנרגיה במזון איננה מהווה גורם מגביל, מותנה הקף אצירת החלבון בגוף מעלי גירה בכמות החלבון המגיעה למעי והזמינה לייצור ובהרכב ח' האמינו שלו (32). מבחינה זו לחלבון ק"ד יתרון ברור, בהשוואה לחלבון כ"ס; פריקות נמוכה בכרס ותכולה גבוהה של ח' האמינו הידועות כמגבילות בייצור החלב – מתיונין, ליזין והיסטידין. אם נניח, כי ההבדל בפריקות בין חלבון ק"ד לחלבון כ"ס הוא אמנם ניכר, 30% בק"ד ו-60% בכ"ס, היתה כמות החלבון הבלתי-פריק שהגיעה בעבודה הנוכחית למעי 400 ג'/יום בטיפול כ"ס ו-700 ג'/יום בטיפול ק"ד. הבדל של כ-300 ג'/יום של חלבון במעי, עשוי להסביר את ההבדל באצירת חלבון בין שני הטיפולים. יחד עם זאת נראה, כי ההבדל בין שני מקורות החלבון הוא לא רק בכמות החלבון המגיעה למעי, אלא גם בהרכב חומצות האמינו שלו, אשר בטיפול ק"ד עונה יותר על צרכי בעל החיים. כאשר הואבסה כ"ס מטופלת בפורמלדהיד (13) הפסידו הפרות פחות משקל גוף, בהשוואה לכ"ס קלויה רגילה, אולם קצב הגדילה וייצור חלבון החלב לא היו טובים יותר. ברור שהטיפול הכימי לא יכול לשפר הרכב ח' האמינו הזמינות לייצור. העלאת שיעור החלבון במנה ל-21% גרמה לאיחור בהופעת רביעית ומעלה, במיוחד בפרות מהמלטה רביעית ומעלה, במיוחד בפרות בטיפולי ק"ד (טבלה 5). יתכן, כי האיחור בהופעת הייחום הראשון נובע מהתחלה

למנה, בעוד פרות מבוגרות ומבכירות נפגעות. בגלל המידע המועט המצוי בידינו כיום, עדיין יש להתייחס בזהירות ליישום מעשי של מסקנות העבודה. תודת המחברים נתונה לצוות הרפתיים של קיבוץ געש, על הסכמתם לבצע את הניסוי ועל שיתוף הפעולה במהלך העבודה.

סיכום

ברפת קיבוץ געש בוצע ניסוי לקביעת השפעת טיב החלבון ורמתו במנה על מבצעי פרות ומבכירות. נמצא, כי ב-6 השבועות הראשונים לתחלובה דרושה תוספת חלבון מעבר ל-17%, הן לפרות והן למבכירות גבוהות תנובה. מבכירות מגיבות לתוספת החלבון תקופה ממושכת יותר. למקור החלבון המוסף השפעה מהותית על מבצעי הפרות והמבכירות; כוספת סויה הגבירה ייצור שומן החלב, אולם הביאה לירידה בפוריות הפרות והמבכירות ולהאטה בשיעור תוספת המשקל, בהשוואה לקמח דגים. תגובת הפרות לחלבון המוסף משתנה עם הגיל. בגלל המידע המועט המצוי בידינו כיום, עדיין יש להתייחס בזהירות ליישום מעשי של מסקנות העבודה.



סימוכין

1. Agricultural Research Council (1980). The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock, Commonwealth Agricultural Bureaux.
2. Brown, A.C.G., Tyrrell, H.F. and Williams, W.F. (1983). J. Dairy Sci., Suppl., P137, p. 162.
3. Bruckental, I., Amir, S., Drori, D., Krol, O. and Hanna Kennit (1979). Hassadeh, 59: 2540-2542, (in Hebrew).
4. Bruckental, I., Kaim, M. and Drori, D. (1984). Nutr. Rep. Inter., 30: 1147-1155.
5. Burroughs, W., Nelson, D.K. and Mertens, D.R. (1975). J. Anim. Sci., 41: 933.
6. Chalupa, W. and Henningson, R.W. (1966). J. Dairy Sci., 49: 108-110.
7. Cressnan, S.G., Grieve, D.G., Macleod,

מאוחרת של המחזוריות המינית. הסיבה לתופעה זו איננה ברורה. אולי, תופעה זו קשורה לפגיעה עליה דווח בפרות מבוגרות שהואבסו במנות עתירות חלבון (12, 14). אולם, האיחור בהתחלת המחזוריות המינית איננו מבטא בהכרח ירידה בפוריות. שיעורי ההתעברות של מבכירות ופרות בהמלטה 4 ומעלה, שקיבלו במזונן תוספת חלבון בעזרת כוספת סויה, היו נמוכים, אם כי לא במידה מובהקת, בהשוואה לתוספת חלבון כקמח דגים (טבלה 6). כמו כן, אחוז המבכירות והפרות בהמלטה 4 ומעלה מטיפול כ"ס, אשר התעברו עד 110 יום אחרי ההמלטה, היה נמוך באופן מובהק מזה שבביקורת ובטיפול ק"ד (טבלה 7). יש בממצאים אלה אישור לדיווחים קודמים לגבי פרות מבוגרות (3, 12, 14) וחדוש מענין לגבי מבכירות. מענינת מאד העובדה, כי לפרות ולמבכירות אשר הואבסו בקמח דגים היו שיעורי ההתעברות הגבוהים ביותר, למרות אחוז החלבון הגבוה במנה. יתכן והדבר קשור לעובדה שצויינה כבר לעיל, כי התוספת למשקל הגוף של הפרות שניזונו בק"ד, היתה גבוהה יותר, בהשוואה לאלה שניזונו בכ"ס (טבלה 2). ההבדל בתוספת המשקל בין שני הטיפולים היה גדול במיוחד בפרות בהמלטה 4 ומעלה (ראה פרק תוצאות), אשר גם פוריותן היתה הנמוכה ביותר. תוצאות אלה מדגישות את הקשר בין התזונה, המצב הגופני והפוריות. המסקנה הברורה היחידה מתוצאות העבודה הנוכחית היא, כי למקור החלבון כשלעצמו אפשרות נוספת, אשר יש לה סימוכין בספרות, היא שהפגיעה בפוריות קשורה לפריקות החלבון בכרס (11, 12). לעומת זה, הפגיעה כנראה איננה תוצאה של ריכוז גבוה של שתן בדם (11), באשר ריכוז השתן בדם הפרות והמבכירות, בטיפול הביקורת וכ"ס, היה דומה (טבלה 3). גם יתכן, שהפגיעה בפוריות, במנות העתירות בכוספת סויה, נובעת מנוכחות תרכובות בעלות פעילות אסטרורגנית במקטע הבלתי חלבוני של כוספת הסויה (4, 9). הצעות אלה אינן מסבירות, כיצד פרות מהמלטה 2 ו-3, פוריותן איננה נפגעת על ידי הוספת כוספת סויה

- G.K., E. Elizabeth Wheeler and Young, L.G. (1980). *J. Dairy Sci.*, 63: 1839.
8. Drori, D. and Folman, Y. (1973). Israeli-Swedish Seminar in Dairy Husbandry, Agric. College, Sweden, Report 26.
 9. Drori, D., Bruckental, I. and Kaim, M. (1983). *Nutr. Rep. Inter.*, 28: 1261-1270.
 10. Ekern, A. (1982). In: Protein Contribution of Feedstuffs for Ruminants, pp. 86-102 (Edtrs, E.L. Miller, I.H. Pike and A.J.H. Van Es), London, Butterworths.
 11. Ferguson, J.D., Blanchard, T.L., Hoshall, D. and Chalupa, W. (1985). *J. Dairy Sci., Suppl.*, P89, p. 120.
 12. Ferguson, J.D., Blanchard, T.L., Shotzberger, S. and Chalupa, W. (1985). *J. Dairy Sci., Suppl.*, P90, p. 121.
 13. Folman, Y., Neumark, H., Kaim, M. and Kaufmann, W. (1981). *J. Dairy Sci.*, 64: 75.
 14. Kaim, M., Folman, I., Neumark, H. and Kaufmann, W. (1983). *Animal Prod.*, 37: 229-235.
 15. Martin, R.J. 1978. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*, p. 15. Dept. Anim. Sci. Poultry Sci., Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
 16. Miller, E.L., Galway, N.W., Newman, G. and Pike, I. (1982). In: Protein Contribution of Feedstuffs for Ruminants, pp. 131-141 E.L. (Edtrs. Miller, I.H. Pike and A.J.H. Van Es), London, Butterworths.
 17. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (1978). Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.
 18. Oldham, J.D. (1984). *J. Dairy Sci.*, 67: 1090-1114.
 19. Oldham, J.D., Fulford, R.J. and Napper, D.J. (1981). *Proc. Nutr. Soc.*, 40: 30A.
 20. Oldham, J.D., Napper, D.J., Smith, T. and Rosemary J. Fulford (1985). *Brit. J. Nutr.*, 53: 337-345.
 21. Orskov, E.R., Reid, G.W. and McDonald, I. (1981). *Br. J. Nutr.* 45: 547-555. Butterworth, p. 17.
 22. Rijphema, Y.S. and Tamminga, S. (1980). In: 3rd EAAP Symp. on Prot. Met. and Nutr., Vol. 2, Braunschweig, Germany, p. 777.
 23. Roffler, R.E., Satter, L.D., Hardie, A.R. and Tyler, W.J. (1978). *J. Dairy Sci.*, 61: 1422.
 24. Roffler, R.E. and Thacker, D.L. (1983). *J. DairySci.*, 66: 2100-2108.
 25. Satter, L.D. and Roffler, R.E. (1975). *J. Dairy Sci.*, 58: 1219.
 26. Satter, L.D., Whitlow, L.W. and Santos, K.S. (1979). *Proc. Distill. Feed Res. Council*, 34: 77.
 27. Thomas, C., Aston, K., Tayler, J.C. Daley, S.R. and Osbourn D.F. (1981). *Anim. Prod.*, 32: 285.
 28. Tyrrell, H.F., Moe, P.W. and Flatt, W.P. (1980). In: EnergyMetabolism ofFarm Animals, 5th Symp. Vitznau, Switzerland, p. 69.
 29. Van Horn, H.H., Zometa, C.A., Wilcox, C.J., Marshall, S.P. and Harris, B. (1979). *J. Dairy Sci.*, 62: 1086.
 30. Van Soest, P.J. (1963). A review. *J Dairy Sci.*, 46: 204-216.
 31. Visek, W.J. 1973. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*, p. 89. Dept. Anim. Sci. poultry Sci., Cornell Univ., Ithaca N.Y.
 32. Whitelaw, F.G., Milni, J.S., Orskov, E.R. and Smith, J.S. (1986). *Br. J. Nutr.*, 55: 537-556.