

השפעת יחסי מזון גס למזון מרוכז ורמת חלבון במנה על הרכב החלב ועל תכונותיו בעיבוד תעשייתי*

ע. מרין, ס. ברנשטיין, ג. פופל, וי. רוזנטל – המעבדה לחקר החלב, מרכז וולקני בית דגן
ש. אמיר, י. ברוקנטל וא. הלוי – המכון לבעלי חיים, מרכז וולקני בית דגן

הקדמה

בעבודה זו נערכה בדיקה ראשונית של הרכב חלב פרות במשטרי הזנה שונים. במחקר זה השתמשנו בדוגמאות חלב מפרות, שהיו בניסוי הזנה ברפת המטבולית בבית דגן. במעבדה לחקר החלב של מינהל המחקר החקלאי נבחנו ונוסו השיטות המתאימות לבדיקות מרכיבי החלב. שיטות העבודה כללו:

אחוז שומן – תקן ישראלי מס' 450, שיטת גרבר;

אחוז קזאין וחלבוני מי גבינה – בשיטת קילדהל;

אחוז חנקן לא-חלבוני – שיקוע חומצי ושיטת קילדהל;

אחוז חומר יבש – תנור ייבוש ב-100 מ"צ;

אחוז אפר – תנור אפר ב-550 מ"צ;

אחוז לקטוז – חושב בהפרש (חומר יבש פחות שומן, חלבון ואפר).

תבנית הניסוי

ניסוי ההזנה נערך ברפת המטבולית של מינהל המחקר החקלאי בבית דגן. הניסוי כלל שישה טיפולים במבנה פקטוריאלי 3×2 . הטיפול כלל שלושה יחסים של מ"מ:מ"ג (20:80, 35:65 ו-50:50) ושתי רמות חלבון (17% ו-21%). 5 שבועות הראשונים לאחר ההמלטה שהו הפרות ברפת המטבולית, כשהן מוחזקות בתאים פרטניים. חלוקת הפרות לטיפולים השונים נעשתה באקראי, בהתאם לסדר ההמלטה, תוך הקפדה על ייצוג שווה של פרות בגילים שונים בכל הטיפולים. המזון הגס היחידי, שהוגש לפרות, היה תחמיץ תירס.

השינוי ברמת החלבון במנה מ-17% ל-21% הושג על ידי הוספת כוספת סויה (הרכב המנה המלא נתון אצל ברוקנטל וחובריו, 1986). שבועיים לפני ההמלטה הוכנסו הפרות לרפת המטבולית לצורך הסתגלות לתנאי המקום ולמזון, בעיקר לתחמיץ. החל מההמלטה הוגשו לפרות המנות השונות. מדי שבוע, עד השבוע השמיני ולאחר מכן כל שבועיים, נלקחו דגימות חלב לבדיקת הרכבו. לאחר חמישה שבועות, הועברו הפרות מהרפת המטבולית לרפת הכללית. החל משלב זה היתה ההזנה קבוצתית וריכוז החלבון במנות כל קבוצה הושווה ל-17%. בסיום הניסוי נערך מבחן סטטיסטי (One Way Analysis of Variance). הצגה גרפית לתוצאות כל הקבוצות למרכיבי החלב: שומן, חלבון, קזאין ולקטוז, כאשר הפרות מחולקות לקבוצות העיקריות לפי יחסי מ"ג:מ"מ (80:20) קב' א', (65:35) קב' ב'; (50:50) קב' ג'. החלב נדגם מפרות, שהיו בניסוי, בתקופות שונות לאחר ההמלטה. (סיכום תוצאות הבדיקות לפי פרות וקבוצות בנספח א'; הנספח נמצא במערכת, לכל המעוניינים). הקבוצות חולקו לשם השוואת הביצוע ל-4 תת-קבוצות לפי מספר השבועות לאחר המלטה: 1-2 שבועות, 3-8 שבועות, 10-14 שבועות ו-16-22 שבועות.

תוצאות

איור 1 א'-ד', מציג את רמות המרכיבים השונים – שומן, חלבון, קזאין ולקטוז לפי הקבוצות במשך זמן התחלובה.

שומן בתחילת הניסוי נמצאה רמה גבוהה של שומן, אשר ירדה והתייצבה בהמשך.

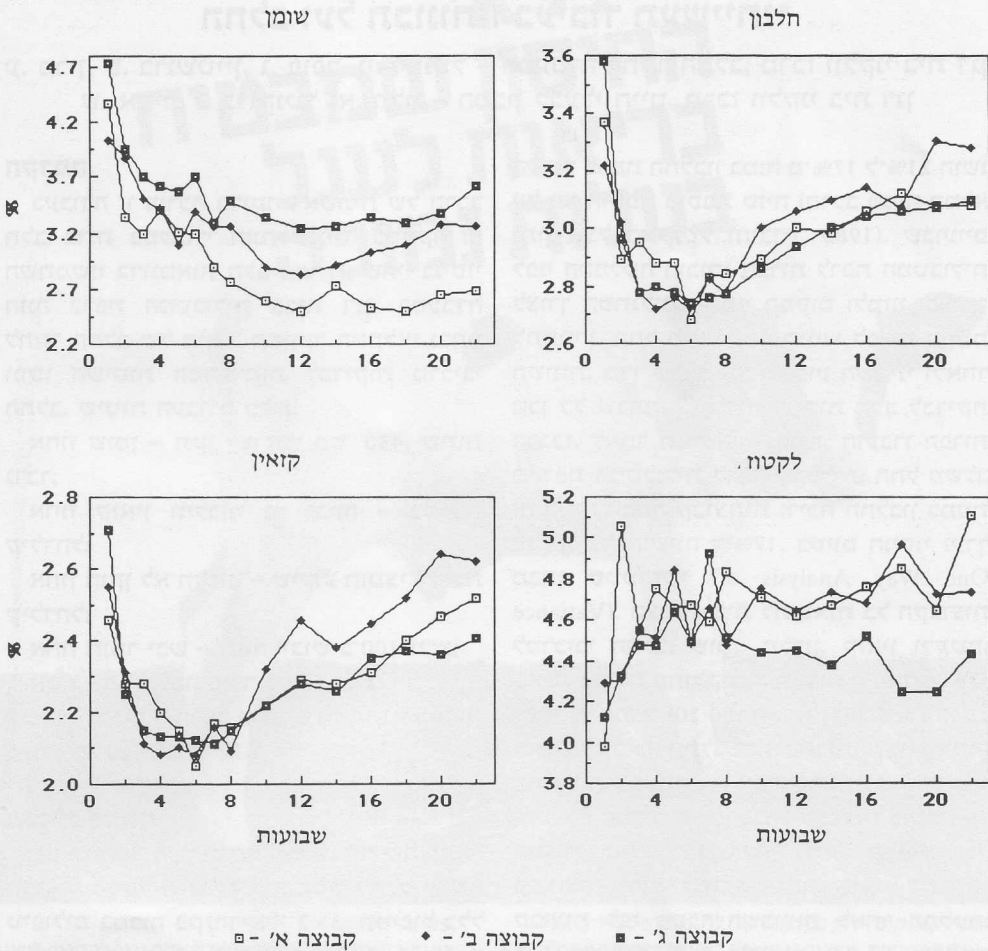
חלבון – האחוז הגבוה של החלבון בתחילת

הניסוי ירד בשבועיים הראשונים ועלה בהדרגה בהמשך עד להתייצבותו.

קזאין – תכולת הקזאין דומה בהתנהגותה לזו

* עבודה זו מהווה חלק מדו"ח מסכם לשנה א', תכנית מחקר מס' 86-0036-415 שהוגשה להנהלת ענף החלב.

איור 1. רכיבי החלב, לפי קבוצות



ביניהם. לאור זאת, סוכם להתייחס לשתי רמות החלבון כקבוצה אחת. בטבלאות 1-4 מוצגות תוצאות הניתוח הסטטיסטי של מרכיבי החלב לפי החלוקה לתת-קבוצות. נבחנו ההבדלים בין הממוצעים של מרכיבי החלב בקבוצות השונות בחלוקתן לתת-קבוצות ברמת מובהקות של 95%, במבחן F. נמצא, כי בשבועיים הראשונים לא נצפה כל הבדל בין שלושת הקבוצות הראשיות. בשבועות 3-8 מתחיל להיווצר הבדל בין קבוצה ג' לקבוצות א' ו'ב' ברמת השומן בחלב. אין הבדל מובהק בין שאר המרכיבים. בשבועות של החלבון אולם, באחוז אבסולוטי נמוך יותר. **לקטוז** - באופן כללי ניתן לסכם, שאחוז הלקטוז לא השתנה במשך תקופת הניסוי. בניתוח סטטיסטי, שנערך זמן קצר לאחר תחילת הניסוי, נמצא כי חלבוני מי-גבינה, חנקן לא-חלבוני ואפר מצויים באחוזים קבועים בחלב ללא הבדל בין רמות ההזנה השונות. לאור מסקנות אלה ובגלל עלותן הגבוהה של הבדיקות סוכם להפסיקן ולהמשיך רק עם בדיקות המרכיבים העיקריים. נבחנו גם ההבדלים בין הזנת החלבון המוגבר (21%) לבין החלבון הנמוך (17%) ולא נמצאו הבדלים סטטיסטיים

טבלה 1. בחינה סטטיסטית של מרכיבי החלב בשבועות 1-2

קבוצה	מרכיב	ממוצע %	מובהקות בין קבוצות (מבחן F)		
			א-ב	א-ג	ב-ג
א	שומן	3.86			
ב	שומן	3.95	אין	אין	אין
ג	שומן	4.35			
א	חלבון	3.13			
ב	חלבון	3.12	אין	אין	אין
ג	חלבון	3.27			
א	קזאין	2.37			
ב	קזאין	2.43	אין	אין	אין
ג	קזאין	2.48			
א	לקטוז	4.52			
ב	לקטוז	4.30	אין	אין	אין
ג	לקטוז	4.23			

טבלה 2. בחינה סטטיסטית של מרכיבי החלב בשבועות 3-8

קבוצה	מרכיב	ממוצע %	מובהקות בין קבוצות (מבחן F)		
			א-ב	א-ג	ב-ג
א	שומן	3.11			
ב	שומן	3.32	אין	יש	אין
ג	שומן	3.57			
א	חלבון	2.84			
ב	חלבון	2.77	אין	אין	אין
ג	חלבון	2.77			
א	קזאין	2.15			
ב	קזאין	2.10	אין	אין	אין
ג	קזאין	2.13			
א	לקטוז	4.69			
ב	לקטוז	4.59	אין	אין	אין
ג	לקטוז	4.59			

קבוצה ב'. חובה לציין, כי קבוצה א' אינה שונה בהרבה מקבוצה ג' ברמת הקזאין. בנייתוח רמות הלקטוז (המחושב בהפרש) בדוגמאות הקבוצות השונות מסתמן הבדל מובהק בין הרמה בקבוצות א' ו'ב' לזו של קבוצה ג'. בסיום תקופת הניסוי, בשבועות 16-22 עדיין קיימים

10-14 נצפה הבדל מובהק בין רמות השומן של הקבוצות השונות, כאשר בקבוצה א' אחוז השומן הנמוך ביותר ובקבוצה ג' אחוז השומן הגבוה ביותר. במשך תקופת התחלובה בשבועות אלה מתגלה הבדל ברמות הקזאין בין קבוצות ב' ו'ג', כאשר קבוצה ג' מראה רמה נמוכה מזו של

טבלה 3. בחינה סטטיסטית של מרכיבי החלב בשבועות 10-14

מובהקות בין הקבוצות (מבחן F)			ממוצע %	מרכיב	קבוצה
ב-ג	א-ג	א-ב			
			2.61	שומן	א
יש	יש	יש	2.88	שומן	ב
			3.28	שומן	ג
			2.96	חלבון	א
אין	אין	אין	3.05	חלבון	ב
			2.93	חלבון	ג
			2.26	קזאין	א
יש	אין	אין	2.39	קזאין	ב
			2.25	קזאין	ג
			4.67	לקטוז	א
יש	יש	אין	4.71	לקטוז	ב
			4.42	לקטוז	ג

טבלה 4. בחינה סטטיסטית של מרכיבי החלב בשבועות 16-22

מובהקות בין הקבוצות (מבחן F)			ממוצע %	מרכיב	קבוצה
ב-ג	א-ג	א-ב			
			2.59	שומן	א
אין	יש	יש	3.17	שומן	ב
			3.41	שומן	ג
			3.09	חלבון	א
אין	אין	אין	3.20	חלבון	ב
			3.07	חלבון	ג
			2.43	קזאין	א
יש	אין	אין	2.56	קזאין	ב
			2.37	קזאין	ג
			4.84	לקטוז	א
יש	יש	אין	4.78	לקטוז	ב
			4.36	לקטוז	ג

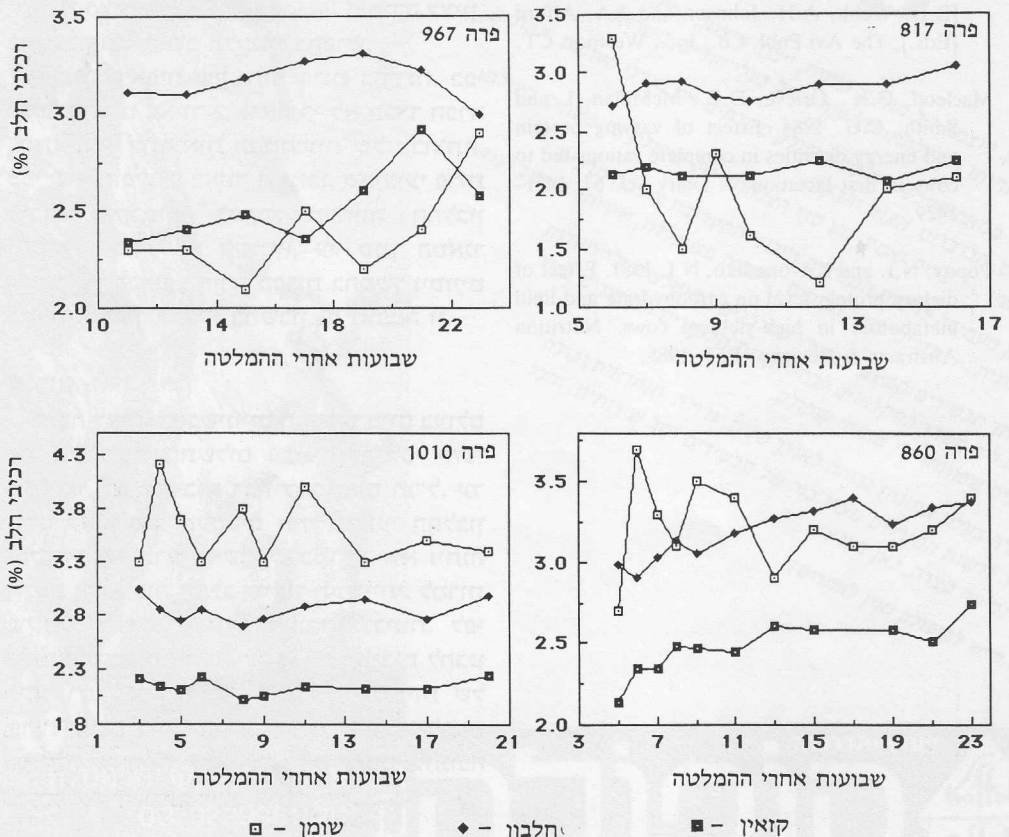
הבדלים מובהקים ברמות השומן בין קבוצה א' ברמה הנמוכה לקבוצות ב' ו'ג' ברמות הגבוהות. אולם, רמת השומן של קבוצה ב' אינה שונה מזו של קבוצה ג'. גם בשלב זה אין הבדל ברמת החלבון של הקבוצות ורמת הקזאין דומה לזו של התקופה הקודמת. ברמת הלקטוז מתבררת נטייה סופית המראה על הבדל מובהק בין הקבוצות א' ו'ב' לזו של קבוצה ג'. בנוסף לכך, נראה כי רמת הלקטוז בקבוצה ג' נמוכה באופן אבסולוטי ביחס לשתי הקבוצות א' ו'ב'.

דיון

זו מוסברת בחלקו הקטן יחסית של הלקטוז בקולוסטרום (כ-2% מהקולוסטרום, לעומת כ-4.6% מהחלב). תוצאות הבדיקות מראות על השפעה משמעותית של רמת המזון הגס על אחוז השומן בחלב במשך תקופת התחלובה. תופעה זו ידועה מנתונים קודמים שפורסמו בספרות. ההבדלים הינם גדולים בין קבוצות א' ו'ג' ופחות נראים לעין בין קבוצה ב' לקבוצה ג'. באשר לרמת החלבון, בעבודה זאת לא נמצאו הבדלים מובהקים הנגרמים כתוצאה מההזנה. למרות זאת, יש לציין מספר מאמרים המצביעים על עליית רמת החלבון בחלב פרות, שהוזנו ברמות גבוהות של מזון מרוכז (כ-80% גרעינים במנה),

העדר ההבדלים המובהקים של מרכיבי החלב בין הקבוצות בשבועיים הראשונים לתחלובה והירידה החדה באחוז המרכיבים בזמן זה נובעים מהקרבה לזמן ההמלטה. במשך תקופה זו חלק מהחלב מכיל עדיין מרכיבים השייכים לקולוסטרום, אשר נעלמים בהמשך. ידוע, כי ירידת אחוז השומן בחלב לאחר ההמלטה הינה מהירה וחדה (אפילו לרמה נמוכה מהרמה הממוצעת אליה תגיע הפרה לאחר מספר שבועות), לעומת ירידה מתונה יותר של המרכיבים החלבוניים בחלב (Johnson, 1974). לעומת זאת, הלקטוז נמוך בתחילת התחלובה ועולה לאחר 2-3 שבועות לרמה קבועה. תופעה

איור 2. הרכב החלב של פרות שונות



ספרות

ברוקנטל, י., אמיר, ש., דרורי, ד., פולמן, י., והלוי, א. 1986. השפעת רמת החלבון ומקור החלבון במנה על מבצעי פרות גבוהות תנובה (דו"ח ביניים), קוד זיהוי 85-0049-354, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.

Balch, C.C. 1972. Dietary factors affecting milk composition. In: Handbuch der Tierernährung, Paul Parey, Hamburg and Berlin, Vol. 2, p. 259-291.

Emery, R.S. 1978. Feeding for increased milk protein. *J. Dairy Sci.* 61: 825-828.

Ferns, H.R. and Roberts, D.J. Milk Composition. Technical Note No. 227, May 1984, The West of Scotland Agriculture College.

Johnson, A.H. 1974. The Composition of milk. In: Fundamentals of Dairy Chemistry, 2nd Edn. [B.H. Webb, A.H. Johnson and J.A. Alford [Eds.], The Avi Publ. Co., Inc., Westport CT.

Macleod, G.K., Grieve, D.E., McMillan, I. and Smith, C.G. 1984. Effect of varying protein and energy densities in complete rations fed to cows in first lactation. *J. Dairy Sci.* 67: 1421-1429.

Popov, N.I. and Krivoruchko, N.I. 1981. Effect of dietary protein level on carbohydrate and lipid metabolism in high-yielding cows. *Nutrition Abstracts & Reviews*, B53, 1985.

או במזון עשיר בחלבון. מאידך, פורסם גם על השפעה שלילית על החלבון, כתוצאה מהוספת תאית למנה (Balch, 1972; Emery, 1978; Ferns and Roberts, 1984). בעבודה הנוכחית גם לא מצאנו הבדלים ברמות הקזאין בחלב הפרות מהקבוצות השונות. אחוז הקזאין בכל הקבוצות הוא בערך 80% מהחלבון בחלב.

בחינת הלקטוז מראה על ירידה ברמת הלקטוז לקראת סוף הניסוי בקבוצה ג'. ירידה זו הינה מובהקת מבחינה סטטיסטית וקשה להסבירה. רוב הנתונים מהספרות מצביעים על רמה קבועה יחסית של לקטוז בחלב פרות מגזעים שונים (MacLeod et al., 1983; Johnson, 1974). לעומת זאת מצאו חוקרים רוסיים, כי רמת חלבון של 140 ג' למנת מזון בפרות בתנובה של 5000-6000 ליטר הראתה עליה ברמת הלקטוז בחלב מ-4.16% ל-4.54% (Popov and Krivoruchko, 1981). חובה לציין, כי בעבודתנו חושב הלקטוז בהפרש.

בהצגה גראפית של נתוני פרות בודדות, כפי שהם מוצגים באיור 2, נראה כי לא תמיד הפרה "מתאימה" לתוצאות הממוצעות של קבוצתה, כפי שהן מופיעות באיור 1. יתכן, שביצועי פרות בודדות נקבעים, לפחות מבחינת החלבון והקזאין (ואולי גם השומן), על סמך המאגר הגנטי של הפרה. בחירת הפרות בהמשך ניסויים כאלה תצטרך להביא בחשבון גם תופעה זו.

סיכום

חובה לציין, כי בשינויים הנעשים היום בעולם ביחס לשיטת התשלום עבור חלב לפי יחסי מרכיביו, יש חשיבות רבה לממצאים הנ"ל. עד היום לא בוצעו מעקבים אחר ביצועי החלבון והקזאין של פרים בישראל. כמו כן, לא ניתנה הדעת על איכות החלב לייצור תעשייתי, למרות שקרוב ל-50% מהחלב מעובד לגבינות. לפי נתוני התוצאות של עבודה זו יש חשיבות להבט יותר רחב בהקשר של התכונות הגנטיות של פרות ופרים ביחס להרכב החלב ובעיקר לרמת החלבון והקזאין שבו, ולא רק ביחס לתנובה גבוהה של ליטרים חלב ואחוז השומן בו. □