

הזנת פרות בשומנים מוגנים

פרופ' דוד סקלן, המחלקה לבעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, רחובות

הקדמה

הוא בהוספת שומן מיוחד שיוכן באופן כזה שלא ישפיע על התסיסה בכרס. להוספת שומן למנה מספר יתרונות נוספים:

□ מסתבר ששימוש בחומצות שומן ארוכות שרשרת ליצירת שומן החלב, יעיל מסיטון שומן חלב בעטין מחומצות נדיפות. Kronfeld (1976) חישב ומצא שניתן להגיע ליעילות המירבית בייצור החלב כאשר 15–25% מהאנרגיה המטבולית תסופק כשומן (המדובר באותו שומן מיוחד שאינו משפיע על התסיסה בכרס).

□ שימוש בחומצות שומן "מוכנות" מקטין את הנטיה לקטוויס. קטוויס הינו מצב בו חלה עליה בכמות גופי קטון בנזולי הגוף. מצב זה שכיח ביותר בקרב פרות גבוהות תנובה כשהן בשיא תנובתן. בתקופה זו נמצאות פרות אלה במאזן אנרגיה שלילי והן מגייסות חומצות שומן משומן הגוף. על ידי חימצון בלתי מושלם של חומצות שומן הגוף נוצרים גופי קטון בכבד, בכרס ולעיתים בעטין. שימוש בחומצות שומן "מוכנות" מקטין את הנטיה לקטוויס ומעלה את יעילות ייצור החלב של גבוהות התנובה (Kronfeld et al, 1984).

לאור הכתוב לעיל, גדלה ההתעניינות בשומן מוסף למנה. לצורך ייצור השומן המיוחד שאינו פוגע בתהליך התסיסה בכרס, פותחו בשנים האחרונות שלוש גישות:

□ פיתוח חלקיקי שומן שנגעטפו בקזאין מטופל בפורמאלדהיד. חלקיקים אלה התפרקו רק בקיבה ועל כן לא השפיעו על התסיסה בכרס. השימוש בהם העלה את ייצור החלב ושומן החלב ושיפר את תהליך הייצור (Brumly et al, 1978). חסרון שיטה זו נבע מכך שהחלקיקים היו יקרים לייצור.

בשבועות הראשונים לאחר ההמלטה, הפרה החולבת וביחוד הפרה גבוהת התנובה נמצאת במאזן אנרגיה שלילי. מצב זה נוצר עקב אי יכולתה של הפרה לצרוך את כמות האנרגיה הנמצאת בחלב שהיא מפרישה ועל כן היא נאלצת להשתמש באנרגיה מהרזרבות הגופניות שלה. הדרך הישירה להגברת צריכת האנרגיה של הפרה, היא העלאת כמות המזון הנאכל, אך מאחר והפרה מוגבלת מבחינה פיזית בכמות המזון שהיא מסוגלת לאכול אין באפשרותה לצרוך באופן כזה את כמות האנרגיה הדרושה לה.

אפשרות אחרת היא – העלאת הריכוזיות האנרגטית של המנה. בעבר נעשה תהליך זה על ידי החלפת מזונות גסים עשירי תאית וסיבים בגרעינים. מגבלתה של שיטה זו היא בכך שירידת כמות התאית והסיבית במנה מתחת לרמה מסוימת, גורמת לאצידוזיס בכרס, לירידה בצריכת החומר היבש ולירידה באחוז השומן בחלב. לעומת זאת, אם מוסיפים למנה שומן המכיל פי שניים אנרגיה ויותר ממזונות אחרים, מעלים את הריכוזיות האנרגטית שלה מבלי שתיפגע תכולת התאית.

בשנים 1920–1940 פורסמו מספר מחקרים שדיווחו על הוספת שומן למנות של חולבות. רב המחקרים הראו שהוספת כמות מועטה של שומן גרמה לעליה בייצור החלב ולעליה באחוז השומן, אך בלטה העובדה שבמנות שהכילו מעל לכ-6% שומן, לא נמצא שיפור בביצועים אלא אפילו הסתמנה ירידה (כנוצר על ידי (Palmquist & Jenkins, 1980).

מסתבר שהגורם העיקרי המגביל את רמת השומן במנה היא הירידה ברמת פעילותם של חידקים מפרקי תאית בכרס, הנגרמת בעיקר על ידי נוכחות חומצות שומן רב בלתי רוויות (Devendra & Lewis, 1974). הפתרון למגבלה זו

חומרים ושיטות

בעלי חיים ומזונות

בוצעו ניסויים בשני משקים לפי פרוטוקול דומה. פרות בתחילת התחלובה חולקו לשתי קבוצות על פי תאריך ההמלטה ותנובתן בתחלובה הקודמת.

הפרות קיבלו מנות שהכילו 1.72 – 1.75 מק"ל/ק"ג אנרגיה נטו, כ-17% חלבון ו-13% תאית גסה (טבלה 1). המזון הגס היווה 30%–33% מהמנה; בסעד השתמשו בשחת בקיה, ירק אספסת ותחמיץ תירס ובכפר עזה בשחת בקיה ותחמיץ תירס או חיטה. קבוצות הניסוי קיבלו אותה מנה בתוספת של 0.5 ק"ג שומן מוגן. בשומן המוגן השתמשו בסעד, שומן מוקשה, מורכב מ-18.2% חומצה פלמיטית ו-81.2% חומצה סטיארית (אדופיד)* ובכפר עזה השתמשו במלחי סידן של חומצות שומן (CSFA, אדולק)*.

המזון הוכן וחולק בעגלה מערבלת. לאחר 24 שעות השאריות נאספו ונשקלו. הפרות נשקלו בכניסתן לנסיון, לאחר 30–60 יום מההמלטה (סעד), ובתום הניסיון. שקילת החלב ובדיקת הרכבו נעשו אחת לשבועיים, בדיקת דם ומיץ כרס נדגמו פעם אחת במשך הניסוי.

* אדופיד ואדולק, מתוצרת אדומים כימיקלים בע"מ

□ שיטה שפותחה על ידי Palmquist הציעה להשתמש במלחי סידן של חומצות שומן (CSFA). הם אינם נמסים בכרס אך מתפרקים בקיבה לחומצות חופשיות ומלחי סידן.

□ שיטה המציעה להשתמש בחומצות שומן רוויות (שומן מוקשה) שאינן נמסות בכרס אך נספגות מהמעיים כמו כל שומן אחר שנאכל (Kronfeld et al).

כשבדקו את מלחי הסידן של חומצות שומן in vitro נמצא שלא היתה להם השפעה על עיכול התאית, ולשומן המוקשה היתה השפעה קטנה בלבד (Chalupa et al, 1984). עבודות נוספות שנעשו בעגלים בשני חומרים אלה הראו תוצאות דומות (Chalupa et al, 1986).

נסיונות שנעשו באנגליה וארה"ב, בהם הוסיפו CSFA למנות של פרות חלב וכן שומן מוקשה הראו עליה של 2–3 ק"ג חלב מושווה שומן כתוצאה מהכללת 0.5 ק"ג CSFA למנה. תוצאות דומות הושגו בהזנה בשומן מוקשה במשך 100–120 יום הראשונים לאחר ההמלטה. מעבר ל-120 יום תוספת החלב היתה קטנה יותר. פרות אלה הוזנו במנות שהכילו כ-50% מזון גס והניבו 20–40 ק"ג חלב ליום (Ferguson et al, 1987, Shneider et al, 1987).

לאור תוצאות אלה בוצעו נסיונות בתנאים ישראליים בשומן מוקשה ובמלחי סידן של חומצות שומן (CSFA).

טבלה 1. הרכב המנות הנסיוניות

כ. עזה	סעד	
1.72	1.75	תכולה
17.1	17.0	אנרגיה נטו מק"ל/ק"ג
13.0	13.0	חלבון כללי, %
		תאית גסה, %
31	33	מרכיבים
16	14.3	מזון גס, %
33	20	גרעיני כותנה, %
	33.3	תערובת, %
20		ספיקה קליפת גרעינים, כוספה, %
		חלב, קליפת כותנה, %

בדיקות כימיות

תוצאות

שומן, חלבון ולקטוזה בחלב נבדקו ב־ Milkotester והרכב חומצות השומן נקבע בגזכרוםטוגרפיה של המתיל אסתרים על 15% DEGS בעזרת "Programming" מ־60 ועד 170 מ"צ.

חומצות השומן הנדיפות נקבעו בכרוםטוגרפיה גזית על 20% Carbowax (Sklan et al, 1985). חומצות חופשיות, טריגליצרידים וכולסטרול נקבעו כפי שתואר (Sklan et al 1985).

ניתוח התוצאות

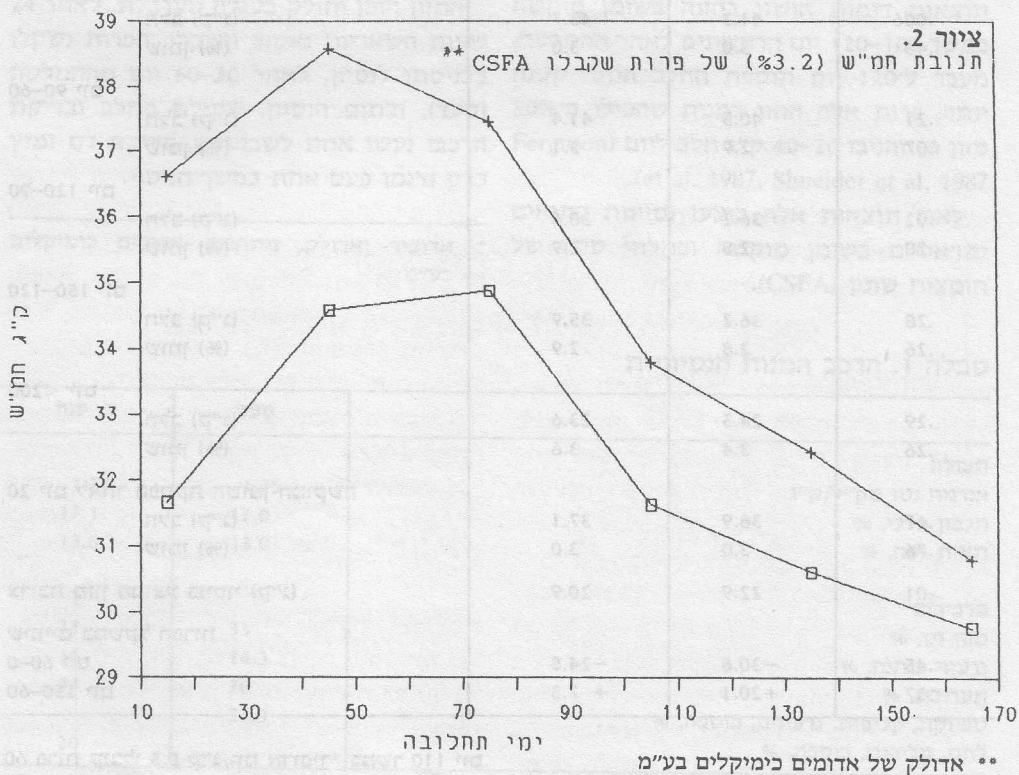
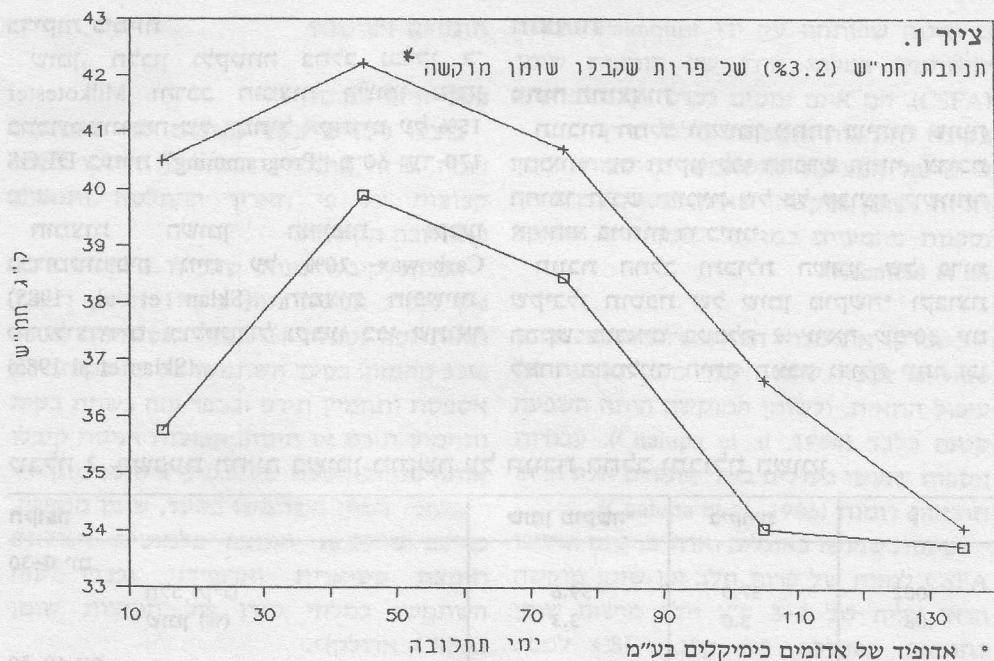
תנובות החלב והשומן נותחו בניתוח שונות דרכיוני עם תיקון לפי ההפרש החזוי. צריכת החומר היבש היומית של כל קבוצה הושוותה אף היא בניתוח דרכיוני.

תנובת החלב ותכולת השומן של פרות שקיבלו תוספת של שומן מוקשה* וקבוצת ההקש מובאים בטבלה 2. נראה שב־30 יום לאחר ההמלטה היתה תנובה גדולה יותר וכן

טבלה 2. השפעת ההזנה בשומן מוקשה על תנובת החלב ותכולת השומן

תקופה	שומן מוקשה*	ביקורת	P
0-30 יום			
חלב (ק"ג)	39.8	37.0	.002
שומן (%)	3.3	3.0	.08
60-30 יום			
חלב (ק"ג)	43.7	41.3	.006
שומן (%)	3.0	3.0	.46
90-60 יום			
חלב (ק"ג)	41.4	40.5	.21
שומן (%)	3.1	2.9	.07
120-90 יום			
חלב (ק"ג)	38.6	36.2	.02
שומן (%)	2.9	2.8	.20
150-120 יום			
חלב (ק"ג)	35.9	36.2	.28
שומן (%)	2.9	2.8	.26
<200 יום			
חלב (ק"ג)	23.6	24.5	.29
שומן (%)	3.6	3.4	.26
20 יום לאחר הפסקת השומן המוקשה			
חלב (ק"ג)	37.1	36.9	.47
שומן (%)	3.0	3.0	.76
צריכת מזון ממוצע בניסוי (ק"ג)	20.9	22.9	.01
שינויים במשקל הפרות			
60-0 יום	-24.8	-30.8	.45
150-60 יום	+ 7.3	+20.1	.37

60 פרות קיבלו 0.5 ק"ג/יום אדופיד* במשך 110 יום.



במלחי סידן של חומצות שומן מובאים בטבלה 3. תנובת החלב ותכולת השומן היו גבוהים יותר בפרות שניזונו ב-CSFA** מאשר בקבוצת ההקש במשך 120 הימים הראשונים של התחלובה. תנובת החמ"ש מוצגת בציור 2. פרות שקיבלו CSFA הניבו יותר חמ"ש 3.2% במשך 150 יום ($P < 0.01$). 20 יום לאחר הפסקת ההזנה ב-CSFA לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות. לא נמצאו הבדלים במשקלי הפרות בתום הניסוי. פרות שניזונו CSFA צרכו 0.8 ק"ג ח"י

תכולת שומן גבוהה יותר בפרות שקיבלו שומן מוקשה. תנובת החלב מושווה ל-3.2% שומן (חמ"ש) מוצגת בציור 1. פרות שקיבלו 0.5 ק"ג שומן ליום הניבו יותר חמ"ש ($P < 0.05$) במשך 120 יום לאחר ההמלטה, ובאותה תקופה צרכו (בממוצע קבוצתי) 2 ק"ג חומר יבש פחות מפרות ההקש. 20 יום אחרי הפסקת ההזנה בשומן המוגן לא נמצא הבדל בין הקבוצות. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין משקלי הפרות לאחר 60 יום מההמלטה או בתום הניסוי. תנובת החלב ותכולת השומן כתגובה להזנה

טבלה 3. השפעת ההזנה במלחי סידן של חומצות שומן על הביצועים של פרות חלב

תקופה	**CSFA	ביקורת	P
0-30 יום			
חלב	36.0	33.4	.004
שומן	3.30	2.89	.001
60-30 יום			
חלב	41.0	37.9	.006
שומן	2.85	2.68	.001
90-60 יום			
חלב	39.1	37.6	.009
שומן	2.95	2.77	.006
120-90			
חלב	35.9	34.8	.06
שומן	2.85	2.66	.004
150-120			
חלב	34.4	33.5	.10
שומן	2.86	2.69	.008
180-150 יום			
חלב	31.7	30.9	.18
שומן	3.03	2.98	.22
180 יום			
חלב	29.0	28.6	.38
שומן	3.02	3.05	.63
20 יום לאחר הפסקת הניסוי			
חלב	34.4	34.5	.77
שומן	3.08	3.07	.83
צריכת מזון ממוצעת בניסוי (ק"ג)	20.1	20.9	.01
שינוי במשקל גוף	+30.6	+11.3	.42

65 פרות קבלו אדולק** למשך 105 יום.

פחות מההקש בממוצע קבוצתי במשך כל תקופת הניסוי. הרכב החלב בפרות מ־20–50 יום בתחלובה מובא בטבלה 4. פרט לתכולה הגבוהה של שומן בפרות שקיבלו שומן מוגן לא נמצאו הבדלים, לא בחלבון ובלקטוז, ולא בחומצות השומן. ריכוזי הליפידים בפלסמה של פרות שקיבלו שומן מוקשה לא היו שונים מההקש (טבלה 5). אך בפרות שקיבלו CSFA היה ריכוז נמוך יותר של חומצות חופשיות בפלסמה. בדיקה של חומצות השומן הנדיפות (חש"ן) במיץ הכרס הראתה שהזנה בשומן מוקשה דיכאה את החומצה האצטית והעלתה את החומצה הפרופיונית מבלי להשפיע על כלל ייצור החש"ן (טבלה 6). לעומת זאת, הזנה

ב־CSFA לא השפיעה על ייצור החש"ן בכרס. בבדיקת פוריות הפרות שהחזירו בתקופת הניסוי בשומן מוקשה נמצא שהתעברו כ־20% יותר פרות שהזנו בשומן מוגן, בכ־30% פחות הזרעות להתעברות. בפרות שהזנו ב־CSFA היתה עליה של 40% במספר המתעברות, ב־35% פחות הזרעות למתעברות. לא נמצא הבדל בימי ריק בשני השומנים המוגנים. סיכום ייצור החלב וצריכת החומר היבש בהשפעת השומנים המוגנים מובא בטבלה 7. במשך 150 יום, פרות שקיבלו 0.5 ק"ג שומן מוקשה ליום הניבו בממוצע 367 ק"ג חמ"ש יותר וצרכו 300 ק"ג פחות חומר יבש מהביקורת. פרות שקיבלו 0.5 ק"ג CSFA** הניבו בממוצע 467 ק"ג וחמ"ש יותר וצרכו 120

טבלה 4. הרכב חלב פרות שניזונו בשומן מוגן

P	ניסוי	ביקורת	
			הזנה בשומן מוקשה*
.04	3.4	3.1	שומן
.65	3.1	3.1	חלבון
.77	4.8	4.8	לקטוז
			חומצות שומן
.75	0.4	0.4	C8
.85	1.4	1.3	C-10
.65	2.0	2.1	C-12
.44	8.2	8.6	C-14
.56	30.6	32.1	C-16
.36	18.8	17.4	C-18:0
.38	33.8	34.2	C-18:1
.47	4.0	3.9	C-18:2
			הזנה ב־CSFA**
.05	3.0±0.3	2.8±0.4	שומן
.82	3.1±0.3	3.1±0.2	חלבון
.76	4.9±0.2	4.9±0.2	לקטוז
			חומצות שומן
.75	0.8	0.7	C-8
.85	1.9	1.9	C-10
.65	2.4	2.4	C-12
.44	9.2	9.1	C-14
.56	32.1	29.9	C-16
.36	11.4	12.7	C-18:0
.38	33.9	35.0	C-18:1
.47	7.3	7.0	C-18:2

טבלה 5. תכולות ליפידים בפלסמה של פרות שניזונו בשומן מוגן

P	ניסוי	ביקורת	שומן מוקשה*
.59	87.6	90.6	חומצות שומן חופשיות ug/ml
.46	281.2	270.7	טריגליצרידים ug/ml
.71	1.20	1.17	כולסטרול mg/ml
			**CSFA
.04	96.2	145.4	חומצות שומן חופשיות ug/ml
.46	221.5	210.4	טריגליצרידים ug/ml
.71	1.28	1.21	כולסטרול mg/ml

טבלה 6. חש"ן בכרס של פרות שניזונו בשומן מוגן

P	ניסוי	ביקורת	שומן מוקשה*
.07	51.9	56.9	ח' אצטית (מ. מולר)
.05	22.1	18.9	ח' פרופיונית (מ. מולר)
.01	2.41	3.06	יחס C3/C2
.71	86.3	87.3	כלל תש"ן (מ. מולר)
			**CSFA
.47	55.9	55.9	ח' אצטית (%) מולר
.65	34.8	35.7	ח' פרופיונית (%) מולר
.81	1.9	1.9	יחס C2/C3
.71	83.5	83.8	כלל תש"ן (מ. מולר)

טבלה 7. השפעת הזנה בשומן מוגן על צריכת המזון וייצור החלב

הפרש	ניסוי	ביקורת	שומן מוקשה*
+367	5825	5458	ייצור מח"ש (3.2%) ל-150 יום
-300	3135	3435	צריכת חומר יבש ל-150 יום
.270	1.858	1.588	ק"ג חמ"ש/ק"ג ח"י נצרך
			**CSFA
+467	5367	4900	ייצור מח"ש (3.2%) ל-150 יום
-120	3015	3135	צריכת חומר יבש ל-150 יום
.220	1.780	1.563	ק"ג חמ"ש/ק"ג ח"י נצרך

* אדופיד
** אדולק

דיון

התוצאות המוצגות בעבודה זו מראות שהזנה בשומן מוגן מגבירה את ייצור החלב, וזאת גם במנות המכילות גרעיני כותנה. בנוסף, צריכת החומר היבש ירדה ללא שינוי לרעה במשקל הפרות.

ק"ג פחות חומר יבש. ההזנה בשתי התוספות העלתה את היעילות של ייצור החלב כפי שמתבטא ביחס חמ"ש/ח"י.

בייצור חלב גורמת לתוספת המשמעותית בתנובה.

לשומן נמצאה השפעה חיובית על הייצור עד ל-120 יום בהזנה בשומן מוקשה, ועד ל-150 יום עם CSFA. לשומנים המוגנים נצפתה השפעה חיובית על אחוז הפרות המתעברות ומספר ההזרעות למתעברת. למרות שמדגם הפרות היה קטן במקצת בכדי להסיק מסקנות חד-משמעיות, ההשפעה צפויה כתוצאה משיפור המאזן האנרגטי, דבר הנרמז מהירידה בחומצות חופשיות בפלסמה.

בדיקת ביצועי הפרות לאחר הפסקת ההזנה בשומן מוגן, לא הראתה ירידה פתאומית בתנובה, והתנובות בהמשך לא נפלו מאלה של פרות שלא קיבלו שומן מוגן. אך כדאי להתחשב באפשרות זאת ולעבור במעבר הדרגתי מקבוצה המקבלת שומן מוגן לקבוצה עם הזנה נמוכה יותר.

מתוך עבודה זו נראה שהזנה בשומנים מוגנים מגבירה את יעילות ייצור החלב.



ספרות:

- Palmquist D.L. & Jenkins, T.C. (1980) J. Dairy Sci. 63, 1.
- Devendra, D.L. & Lewis, D. (1974) Anim. Prod. 19, 67.
- Brumby, P.E., Storrey, J.E., Bines, J.A. & Fulford, R.J. (1978) J. Ag. Sci. 91, 151.
- Kronfeld, D.S., Chalupa, W. & Sklan, D. (1984) Animal Nutr. Health 38, 28.
- Chalupa, W., Rickabaugh, B., Kronfeld, D.S. & Sklan, D. (1984) J. Dairy Sci. 67, 1439.
- Sklan, D., Arieli, A., Chalupa, W., & Kronfeld, D.S. (1985) J. Dairy Sci. 68, 1667.
- Chalupa, W., Rickabaugh, B., Elser, A.E., Kronfeld, D.S., Sklan, D. & Palmquist, D. (1986) J. Dairy Sci. 69, 1293.
- Ferguson, A., Chalupa, W., Rickabaugh, B.H., Kronfeld, D.S. & Sklan, D. (1987) J. Dairy Sci. In press.
- Shneider, P., Chalupa, W., Rickabaugh, B., Kronfeld, D.S. & Sklan, D. (1987) J. Dairy Sci. In press.
- בניסויים אחרים בארה"ב (Chalupa et al, 1987) נמצא שהזנה הן בשומן מוקשה והן ב-CSFA מגבירה את ייצור החמ"ש במנות המכילות כ-50% מזון גס. עליה דומה בתנובה הושגה גם בפרה הישראלית המקבלת כשליש מהמנה כמזון גס. בניסויים שבוצעו כאן בלטה הירידה בצריכת החומר היבש של כ-2 ק"ג ביום בפרות שקיבלו שומן מוקשה. ירידה בצריכת החומר היבש נצפתה גם בעבודות אחרות, אך בשיעור קטן יותר. ירידה זו בצריכה קשורה אולי לשינויים שנמצאו בחש"ן במין הכרס-באותו טיפול. מעניין לציין שבעבודות אחרות שעסקו בהזנת שומן (Palmquist & Jenkins, 1980) ההשפעה השלילית של התסיסה בכרס לא היתה מלווה בדיכוי של הביצועים. זאת ייחסו המחברים לניצולם של מרכיבי מזון שלא עוכלו בכרס, במעיים הגסים. אישור להשערה זו נמצא גם על ידנו בכבשים (Sklan et al, 1985).
- נהוג לייחס לשומן ערך של כ-5 מק"ל/ק"ג אנרגיה נטו לחלב, אבל אם נערוך חישוב של האנרגיה שסיפק השומן המוגן בניסויים שלנו על ידי הפחתה של האנרגיה שסופקה במזון מהאנרגיה שבחלב, אזי מתקבל ערך שהוא גדול מ-10 מק"ל/ק"ג בתחילת התחלובה. מספר זה שלכאורה נראה בלתי הגיוני מרמז שלתוספת שומן השפעות נוספות מעבר להספקת אנרגיה בלבד. הסבר לעליה הגדולה בייצור ללא עליה בצריכת האנרגיה נמצא בעבודה של Brumby et al. 1975, שהראה עליה ביעילות הניצול של האנרגיה נטו למקסימום כשהשומן היווה כ-10% מהאנרגיה הנאכלת. עליה זו בניצול האנרגיה נטו נובעת מייצור שומן החלב בחלק גדול יותר מחומצות שומן ארוכות שרשרת שנקלטות ישירות בעטין. זאת במקום סינטזת השומן בעטין מחומצות נדיפות, תהליך שדורש גם NADPH ממעגל הפנטוזות. האצטיל קואנזים A שאינו מנוצל לייצור שומן משמש כקדומן למעגלים יצרניים נוספים, כגון סינטזת גלוקוזה, ועל ידי כך "מתפנה" אנרגיה רבה. השפעה זו תימצא כל עוד הגורם המגביל את ייצור החלב הוא הספקת האנרגיה לעטין. ולכן, העליה ביעילות של תהליכים אחרים הקשורים