

הופק בתאריך: 02.03.98

דו"ח דיווח מדעי

=====

קוד זיהוי : 354-0060-97

נושא המחקר: השפעת מקורות החלבון השרידי ויחסי פחמימות/חלבון פריקי כרס על העלאת תנובת החלב והחלבון ותכולתו, בפרות חלב

סוג דו"ח : מדעי שנתי

חוקר ראשי : ברוקנטל ישראל

חוקרים משניים: תגרי חיים
אריאלי עמיחי
זמבל שאול
אהרונ' יואב

מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח:

המועצה לענף החלב

תקציר הדו"ח:

מטרת המחקר הנוכחי היתה לבחון האם קליית גרעיני כותנה שלמים גורמת להגבלת זמינות חומצות אמינו ובמיוחד ליזין, הדרושים לייצור נאות של חלב ורכיביו. הניסוי בוצע על 4 פרות במתכונת ריבוע לטיני כדלקמן: 1. חלבון גבוה (16.3% בחומר יבש) וחלבון שרידי גבוה (33% מכלל החלבון) - HCP-HUDP / 2. חלבון גבוה וחלבון שרידי נמוך (30% מכלל החלבון) - HCP-LUDP / 3. חלבון נמוך (13.5% בחומר יבש) וחלבון שרידי גבוה - LCP-HUDP / 4. חלבון נמוך וחלבון שרידי נמוך - LCP-LUDP. שבועיים לפני התחלת הניסוי הוחדרו קטטרים לעורק הגב (costabdominal artery) ולוריד היוצא מהעטין (subabdomunal vein). כל תקופה בניסוי נמשכה כשבועיים, לצורך הסתגלות למנה, ובמשך פרק זמן זה נקבעה צריכת מזון וייצור חלב יומיים. ב- 3 ימים אחרונים נלקחו דגימות צואה בהפרשים של 3 ש'. ביום האחרון, לאחר חליבת הבוקר, נלקחו דגימות דם, בו זמנית מהעורק והוריד, בהפרשים של 30 ד', במשך 8 ש'. הפלסמה הופרדה ונשמרה בהקפאה עד האנליזה. המסקנות העיקריות שנתקבלו הן:

1. חימום גרעיני כותנה מדכא פריקות חלבון וחומר אורגני בכרס מבלי לפגוע בנעילותם במעי.
2. נתונים שנתקבלו בכל הטיפולים לגבי הוצאת ח"א מהדם העורקי לעטין מצביעים על אפשרות של יזין ומתאנין הן חומצות האמינו המגבילות את הייצור, בתנאי הניסוי הנוכחי.
3. כדי לקבוע התאמת אספקת החלבון במנה לפרות חולבות, רצוי להתבסס על הרכב ח"א חיוניות במעי ולא על אספקת חלבון כללי או חלבון שרידי המנה.

חתימות ואישורים:

2.3.98 תאריך
אמרכלות
מנהל המכר
מנהל המחלקה
חוקר ראשי

השפעת מקורות החלבון השרידי ויחסי פחמימות:חלבון פריקי כרס על העלאת תנובת החלב והחלבון ותכולתו, בפרות חלב.

מוגש ע"י

י. ברוקנטל¹, ח. תגרי², ע. אריאלי², ש. זמבל² וי. אהרוני²
¹המכון לבע"ח, מרכז וולקני. ²המחלקה לבע"ח, הפקולטה לחקלאות.

רקע

שימוש בגרעיני כותנה במנת הבקר לחלב בישראל, מקובל כבר כ- 3 עשורים, כמזון עתיר חלבון ואנרגיה. במשך כל השנים נבדקה האפשרות להקטין פריקות חלבון גרעיני הכותנה ע"י חימום או קליה. קיים חשש כי במהלך החימום תירד זמינות הליזין כתוצאה מהיווצרות בסיסי שיף (Adrian, 1974) העמידים לפירוק פרוטיאוליתי בכרס (Broderick and Craig, 1980). לגבי פולי סויה הוכח כי קלייה משפרת מבצעי הפרות, אולם לגבי מזון זה הדבר יכול להיות תוצאה משולבת של הרס גורמים שליליים וזרימה מוגברת של חלבון למעי (Faldet *et al.*, 1991). כדי לבחון יעילות החימום בגרעיני כותנה, יש לקבוע השפעת החימום על פרופיל וזמינות חומצות האמינו המגיעות למעי. בעבודה קודמת (Mabjeesh *et al.*, 1997), הוזנו פרות גבוהות תנובה, בגרעיני כותנה רגילים או מחוממים, בהשוואה לגלוטן תירס, ולא נמצא כל הבדל בביצועי הפרות. מטרת המחקר הנוכחי היתה לבחון האם קליית גרעיני כותנה שלמים גורמת להגבלת זמינות חומצות אמינו ובמיוחד זמינות ליזין, הדרושים לייצור נאות של חלב ורכיביו.

שיטות וחומרים

חימום גרעיני הכותנה בוצע כמתואר ע"י (Mabjeesh *et al.*, 1998). הניסוי בוצע על 4 פרות במתכונת ריבוע לטיני כדלקמן: 1. חלבון גבוה (16.3% בחומר יבש) וחלבון שרידי גבוה (33% מכלל החלבון) - HCP-HUDP. 2. חלבון גבוה וחלבון שרידי נמוך (30% מכלל החלבון) - HCP - LUDP. 3. חלבון נמוך (13.5% בחומר יבש) וחלבון שרידי גבוה - LCP-HUDP. 4. חלבון נמוך וחלבון שרידי נמוך - LCP - LUDP. רכיבי המנות והרכב כימי של הרכיבים, מתוארים בטבלות 1 ו- 2,

בהתאמה. שבועיים לפני התחלת הניסוי הוחדרו קטטרים לעורק הגב (*costabdominal artery*) ולוריד היוצא מהעטין (*subabdominal vein*), כמתואר ע"י Haibel et al., (1989). כל תקופה בניסוי נמשכה כשבועיים, לצורך הסתגלות למנה, ובמשך פרק זמן זה נקבעה צריכת מזון וייצור חלב יומיים. ב-3 ימים אחרונים נלקחו דגימות צואה בהפרשים של 3 ש'. ביום האחרון, לאחר חליבת הבוקר, נלקחו דגימות דם, בו זמנית מהעורק והוריד, בהפרשים של 30 ד', במשך 8 ש'. הפלסמה הופרדה ונשמרה בהקפאה עד האנליזה.

אנליזות כימיות בוצעו כמתואר ע"י Mbjeesh et al., (1998).

אנליזה סטטיסטית של התוצאות בוצעה בתהליך GLM של SAS (1985). הבדלים הוערכו כמובהקים כאשר $P < 0.1$.

תוצאות ודיון

חימום גרעיני דיכא פריקות *in-situ* של החומר האורגני ב-10% ופריקות החלבון הכללי ב-14%, והעלה פריקות הפל"ם ב-3% (טבלה 2). מאידך, נעכלות החלבון השרידי של גרעיני הכותנה המחוממים במעי, עלתה ב-282%. ס"ה הפריקות והנעכלות של החלבון *in-situ* היתה זהה בשני סוגי גרעיני הכותנה. ממצא זה הינו בעל חשיבות גדולה באשר מוכיח כי ניתן ע"י חימום להגדיל זמינות החלבון למעי, בלי לפגוע בנעכלותו.

נתוני צריכה ונעכלות מתוארים בטבלה 3. לא נתקבלו הבדלים מובהקים בצריכת חומר יבש וחומר אורגני ונעכלותם. נעכלות חלבון כללי במנה היתה גבוהה יותר במנות החלבון הגבוה ($P < 0.001$), בלי תלות בשרידיות החלבון במנה. לא נתקבלו הבדלים מובהקים בייצור החלב ובהרכבו, לא בהשפעת ריכוז החלבון במנה ולא ברמת שרידותו (טבלה 4). יעילות הניצול של חלבון המזון לייצור חלבון החלב וקזאין החלב היתה גבוהה יותר בטיפול בהם רמת החלבון במזון היתה נמוכה (טבלה 4). תוצאות אלו מוכיחות כי ברמת הייצור שהתקבלה בניסוי הנוכחי, לא נוצרה מיגבלה של אספקת חלבון כתוצאה מרמת החלבון הנמוכה במזון או כתוצאה מהחימום ושינוי רמת שרידיות החלבון.

ריכוזי האוריאה בפלסמה היו גבוהים יותר בהשפעת רמת החלבון הגבוהה במנה ($P < 0.0001$), ובהשפעת שרידיות החלבון הנמוכה ($P < 0.044$) (טבלה 5). ריכוז כל חומצות האמינו (ח"א) הבלתי חיוניות (ב"ח) בדם העורקי, לא נבדלו בהשפעת הטיפולים השונים (טבלה 5). זרימה ממוצעת של פלסמה לעטין היתה 530.8 ליטר/ק"ג חלב, ללא הבדל בין הטיפולים. אספקת כלל

ח"א חיוניות לעטין היתה 8.82 ו- 6.0 מול/יום במנות החלבון הגבוה והנמוך בהתאמה. על תוצאות דומות דווח גם בספרות (Metcalf et al., 1994 & 1996), עובדה המאששת את התוצאות שנתקבלו בעבודתנו. ריכוזי ח"א המסועפות בדם העורקי היו גבוהים יותר בדם הפרות שניזונו ברמת החלבון הגבוהה, ללא תלות ברמת השרידיות. הוצאה נטו של ח"א החיוניות ע"י העטין (הפרש ריכוזים של ח"א מסוימת בין עורק לוריד כאחוז מריכוזה בעורק) לא הושפעה ע"י הטיפולים השונים (טבלה 6). הערכים הגבוהים ביותר של הוצאה נטו עבור לזין ומתיונין, בהשוואה לח"א חיוניות אחרות בכל הטיפולים, מאפשר להסיק כי חומצות אלו הן המגבילות הראשונות לייצור חלב ורכיביו (טבלה 6). תוצאה זו ניתמכת בכך ששיעור הקורלציה הגבוה ביותר, בין הפרש הריכוזים עורק-וריד של ח"א לבין ריכוזה בעורק נתקבל ע"י לזין, מתיונין והיסטידין (טבלה 7). נראה כי יחס ליניארי גבוה מצביע על מחסור באספקת ח"א מהעורק לעטין.

סיכום

1. חימום גרעיני כותנה מדכא פריקות חלבון וחומר אורגני בכרס מבלי לפגוע בנעכלותם במעי.
2. נתונים שנתקבלו בכל הטיפולים לגבי הוצאת ח"א מהדם העורקי לעטין מצביעים על אפשרות שלזין ומתיונין הן חומצות האמינו המגבילות את הייצור, בתנאי הניסוי הנוכחי.
3. כדי לקבוע התאמת אספקת החלבון במנה לפרות חולבות, רצוי להתבסס על הרכב ח"א חיוניות במעי ולא על אספקת חלבון כללי או חלבון שרידי במנה.

REFERENCE

- Adrian, J.** 1974. Nutritional and Physiological consequences of the Maillard reaction. *World Review of Nutrition and Dietetics* **19**: 71-122.
- Broderick, G. A., and W. M. Craig.** 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestibility of cottonseed meal protein. *Journal of Nutrition* **110**: 2381-2389.
- Faldet, M, A., and L. D. Satter.** 1991. Feeding heat-treated fat soybeans to cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* **74**: 3047-3054.
- Mabjeesh*, S. J. , Bruckental⁺ I. and Arieli A .** (1998). Heat-treated whole cottonseed: effect of dietary protein concentration on performance and amino acid utilisation mammary gland of dairy cows.
- Metcalf, J. A., D. Wray-Cahen, E. E. Chettle, J. D. Sutton, D. E. Beever, L. A. Crompton, J. C. MacRae, B. J. Bequette and F. R. C. Backwell.** 1996. The effect of dietary crude protein as protected soybean meal on mammary gland metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* **79**: 603-611.
- Statistical Analysis Systems Institute.** 1985. *SAS user's guide: statistics*. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.
- of duodenal amino acid profile in dairy cows by *in situ* method. *Livestock Production Science* **42**:13-22.

Table 1 Composition of formulated diets (g/ kg dry matter

Ingredients	Diets ¹			
	High CP		Low CP	
	Low UDP	High UDP	Low UDP	High UDP
Wheat grains	45.1	44.9		
Wheat bran	58.7	58.4	55.1	54.9
Barley grains	203.9	203.1	96.1	95.7
Cracked corn	83.9	83.6	201.1	200.6
Sorghum			44.7	44.5
Corn grains			.2	64.0
Soybean meal	34.2	34.1	26.6	26.5
Heated whole cotton seeds		190.7		158.4
Whole cotton seeds	187.4		155.6	
Fish meal	13.8	13.7	4.6	4.6
Corn gluten meal	23.2	23.1	1.1	1.1
Vetch hay	53.7	53.4	90.0	89.7
Corn silage	272.6	271.4	238.9	238.1
Minerals & vitamins ²	23.6	23.5	22.0	21.9
NEI ³ , MJ/ kg	7.45	7.45	7.32	7.32
Crude protein	162.3	162.6	134.8	136.1
Natural detergent fibre	340.0	341.0	319.0	319.0
Acid detergent fibre	215.9	216.7	202.1	202.7
Nonstructural carbohydrates	391.4	390.1	437.1	435.9
UDP, g/ kg crude protein	346.0	377.0	347.9	379.8
RDOM ⁴ , g/ kg organic matter	684.6	673.5	644.0	635.1

¹ CP = crude protein, UDP = undegradable dietary protein, determined *in situ*.

²Each kilogram of mix contained 1.2 g of vitamin A, 10 mg of vitamin D, 2.01 g of vitamin E, 12 mg of Mn, 12 mg of Zn, 4 mg of Fe, 240 mg of I₂, 40 mg of Co, 100 mg of Se, 800 mg of Cu, 1.4 mg of (NH₄)₂SO₄, 1 mg MgSO₄, 180 mg of Ca, 90 mg of P, and 90 mg of NaCl.

³ NE_L = Net energy for lactation.

⁴ RDOM = rumen degradable organic matter, determined *in situ*.

Table 2 *Composition, rumen degradability and post ruminal disappearance of the individual components in the formulated diets*

Feedstuff	Composition ¹				RD ²			PR ³	
	DM	OM	CP	NSC	OM	CP	NSC	CP	NSC
	— g/ kg DM —				— g/ kg component —				
Wheat grain	879	964	146	645	850	828	956	128	0
Wheat bran	888	946	175	248	661	847	929	69	71
Barley grain	883	972	113	717	806	812	926		51
Cracked corn	865	984	89	769	577	500	577	397	381
Sorghum	866	985	95	711	472	390	441	465	475
Corn grain	865	982	90	757	553	518	584	389	373
Soybean meal	879	932	488	166	679	639	877	359	123
Heated whole cottonseed	933	941	235	70	454	706	892	186	108
Whole cottonseed	913	914	235	70	505	825	870	66	130
Fish meal	894	821	697	-	481	510	-	460	-
Corn gluten meal	905	909	645	290	328	150	584	652	378
Vetch hay	888	800	164	127	699	510	657	*	*
Corn silage	369	947	77	384	761	527	797	*	*

¹DM = dry matter, OM = organic matter, CP = crude protein, NSC = nonstructural carbohydrates.

²RD = effective rumen degradability, determined *in situ*.

³PR = post ruminal disappearance, determined *in situ*; using mobile bags.

*PR for this diet was not determined.

Table 3 The intake (kg/d) of dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) and the digestibility of these dietary components of cows

Diets ¹								
Item	High CP		Low CP		SE	CP	Effect ²	
	Low	High	Low	High			UDP	CP×UDP
	UDP	UDP	UDP	UDP				
<hr/> <div style="text-align: right;"><i>P</i> < <hr/></div> <hr/>								
Intake								
DM	16.27	15.95	15.56	15.98	1.33	0.210	0.421	0.450
OM	14.24	14.24	14.61	14.33	1.67	0.220	0.407	0.448
CP	2.54	2.58	2.10	2.12	.03	0.0001	0.291	0.705
Digestibility								
DM	0.61	0.65	0.63	0.63	0.12	0.602	0.156	0.219
OM	0.65	0.69	0.67	0.66	0.16	0.788	0.358	0.262
CP	0.67	0.71	0.61	0.61	0.12	0.001	0.120	0.212

¹CP = crude protein, UDP = undegradable dietary protein, determined *in situ*.

²Effect: CP= high levels vs. low, UDP= high levels vs. low and their interaction.

Table 4 Daily milk production, composition and production efficiency of cows

Diets ¹								
	High CP		Low CP				Effect ²	
Item	Low UDP	High UDP	Low UDP	High UDP	SE	CP	UDP	CP×UDP
	————— <i>P</i> < —————							
Milk, kg/d	22.68	23.51	22.45	23.54	1.21	0.919	0.475	0.921
Milk N×6.38								
g/ kg	32.4	32.4	32.0	32.5	0.40	0.801	0.543	0.674
g/d	715.6	685.2	667.0	765.0	43.3	0.634	0.481	0.247
Milk Casein								
g/ kg	25.5	25.7	25.2	25.3	0.30	0.276	0.620	0.633
g/d	563.4	539.5	522.4	592.5	36.1	0.763	0.563	0.311
Milk fat								
g/ kg	38.8	33.9	38.9	35.3	1.40	0.770	0.034	0.527
g/d	843.7	801.8	807.7	804.3	55.8	0.537	0.222	0.232
Milk lactose								
g/ kg	47.3	48.5	48.4	45.7	0.90	0.303	0.425	0.108
g/d	1045.	1028.	1010.9	1076.1	82.0	0.910	0.783	0.667
	3	4						
Production efficiency, g yield/ g crude protein intake								
Casein	.225	.230	.273	.283	0.02	.025	0.691	0.808
CP	.285	.293	.350	.363	0.02	.014	0.588	0.663

¹CP = crude protein, UDP = undegradable dietary protein, determined *in situ*.

²Effect: CP= high levels vs. low, UDP= high levels vs. low and their interaction.

Table 5 Arterial amino acid and urea N concentrations in plasma of cows

Table 3. Arterial amino acid and urea N concentrations in plasma of cows

Amino acid	Diets ¹				SE	Effect ²		
	High CP		Low CP			CP	UDP	CP×UDP
	Low	High	Low	High				
	UDP	UDP	UDP	UDP				
μmoles/ l	----- <i>P</i> < -----							
Asn	86.3	102.9	90.7	90.9	9.52	0.709	0.415	0.428
Gln	323.1	331.4	312.9	330.9	28.7	0.861	0.666	0.873
Hyp	10.1	13.6	12.6	11.1	1.20	0.992	0.457	0.097
Ser	89.8	84.9	104.9	99.3	11.2	0.246	0.659	0.976
Glu	267.1	269.0	262.7	269.0	31.1	0.946	0.900	0.947
Thr	97.8	100.7	89.2	109.5	10.1	0.995	0.302	0.428
Gly	415.4	429.8	425.8	458.2	34.1	0.596	0.523	0.804
Arg	88.8	91.6	85.0	78.5	8.83	0.384	0.838	0.621
Ala	239.7	243.5	241.4	253.9	15.3	0.709	0.616	0.788
Tyr	60.9	66.2	58.5	53.1	7.14	0.328	0.996	0.490
Pro	108.9	112.7	90.9	99.1	8.65	0.129	0.517	0.809
Met	35.6	36.5	34.4	33.6	4.60	0.674	0.991	0.864
Val	292.9	324.4	240.8	277.7	30.7	0.169	0.316	0.934
Phe	77.4	93.1	91.5	80.2	5.34	0.911	0.693	0.054
Ile	164.4	162.6	125.7	137.3	14.4	0.078	0.749	0.663
Leu	238.4	242.9	181.3	186.2	17.8	0.025	0.802	0.988
His	64.4	67.9	51.2	71.8	7.03	0.545	0.146	0.281
Orn	69.9	81.3	54.8	61.4	9.84	0.136	0.402	0.820
Lys	97.7	85.0	76.1	84.2	8.82	0.263	0.805	0.295
Plasma urea N, mg/ 100 ml plasma	13.84	12.05	8.51	8.01	0.43	0.0001	0.044	0.194

¹CP = crude protein, UDP = undegradable dietary protein, determined *in situ*.

²Effect: CP= high levels vs. low, UDP= high levels vs. low and their interaction.

Table 6 Essential amino acid net extraction by the mammary gland (%)

Table 6. Essential amino acids: net excretion of the individual groups (%)								
Amino acid	1 Diets					2 Effect		
	High CP		Low CP		SE	P < ———		
	Low UDP	High UDP	Low UDP	High UDP		CP	UDP	CP×UDP
						P < ———		
Arg	33.4	28.9	47.8	28.4	5.32	0.250	0.074	0.227
His	26.9	32.4	47.5	39.2	11.1	0.394	0.925	0.621
Ile	30.4	28.0	42.3	38.7	5.97	0.155	0.669	0.933
Leu	38.0	37.0	42.7	41.3	6.77	0.539	0.870	0.979
Lys	71.1	73.0	78.9	71.9	6.38	0.624	0.705	0.513
Met	62.3	79.9	73.5	63.3	5.98	0.668	0.560	0.069
Thr	28.1	36.6	31.2	27.5	6.79	0.670	0.730	0.891
Phe	62.8	66.6	57.8	48.9	7.13	0.175	0.736	0.419
Val	28.1	31.1	31.6	27.7	6.09	0.995	0.945	0.599

¹ CP = crude protein, UDP = undegradable dietary protein, determined *in situ*.

² Effect: CP= high levels vs. low, UDP= high levels vs. low and their interaction.

Table 7 Regression of essential amino acid arterio-venous difference on arterial concentration ($\mu\text{moles/l}$)

Amino acid	Intercept [*]	SE	Slope	SE	R ²	Regrssion — $P <$ —
Arg	22.9	24.5	0.07	0.28	0.005	0.79
His	-7.37	5.66	0.48	0.08	0.75	0.0001
Ile	-3.22	21.2	0.38	0.14	0.36	0.019
Leu	32.4	28.8	0.24	0.13	0.19	.092
Lys	-4.98	10.73	0.80	0.12	0.75	0.0001
Met	-5.02	4.93	0.85	0.13	0.74	0.0001
Thr	-6.80	13.1	0.38	0.13	0.39	0.009
Phe	-7.91	27.6	0.69	0.31	0.25	0.049
Val	20.2	26.3	0.22	0.09	0.31	0.024

* Not differ from zero, $P > 0.05$.

Table 8 *Calculated essential amino acid flow at the duodenum of cows (g/day)*

Amino acid	¹ Diets							
	High CP				Low CP			
	Low UDP		High UDP		Low UDP		High UDP	
	UDP	Total ²	UDP	Total	UDP	Total	UDP	Total
Arg	47.0	154.0	52.8	156.5	35.7	132.3	42.3	140.5
His	24.28	99.6	26.1	99.1	19.6	87.5	22.0	91.1
Ile	30.2	112.3	31.7	111.3	22.3	96.4	24.6	100.0
Leu	60.7	177.0	63.5	176.2	48.8	153.8	53.4	160.2
Lys	30.9	142.2	33.3	141.2	23.7	124.2	26.8	129.0
Met	14.8	76.0	15.3	74.6	9.3	64.5	10.2	66.3
Thr	29.0	113.3	30.6	112.3	21.5	97.6	24.0	101.3
Phe	40.7	118.0	43.2	118.2	28.3	98.1	31.9	102.8
Val	38.2	139.1	40.4	138.2	28.7	119.8	31.9	124.5
Total	315.8	1908.5	336.9	1880.5	237.7	1675.6	267.0	17294

¹ CP = crude protein, UDP = undegradable dietary protein, determined *in situ*.

² Total = bacterial + UDP amino acid.