

ייצור בשר בקר מועשר בחומצות שומן רב־אל־רוויות

צבי הולצר¹, יואב אהרוני¹, אריה ברושי¹, אלה אורלוב¹ ודוד סקלן²
¹ המחלקה לבקר לבשר, נוה יער, המכון לחקר בע"ח, מינהל המחקר החקלאי;
² הפקולטה לחקלאות רחבות, האוניברסיטה העברית בירושלים

מבוא

המשמעות שניתנת לערך הדיאטטי של בשר בקר, הקשור בעיקר בתכולת השומן בו, מקבלת לאחרונה הבטים חדשים עקב ידע שהצטבר הקושר גורמים, הקיימים בהרכב שומן הבקר, עם תכונות מניעת מחלות. כך למשל, חומצות שומן רב־אל־רוויות הן קשורות במניעת מחלות כלליות וטרשת עורקים, וזאת בכך שמקטינים ריכוז הכולסטרול בדם (1985, Mattson & Grundy).

מחקר של השנים האחרונות הראה, ששומן מע"ג מכיל גורם אנטיסרטי בשם ruminic acid. חומצת שומן זאת נוצרת בתהליך הביר הידרוגניזציה בכרס ומהווה אחת הצורות של משפחת חומצות שומן המכונה CLA conjugated, (McGuire & McGuire 1999) linoleic acid.

במספר בדיקות של הרכב שומני בשר בקר שנערכו בארץ (1995, 1999 Aharoni et al., 1976 Holzer et al.) נמצא כי תכולת החומצות הרב־אל־רוויות (PUFA) שבו היא משמעותית. בעבודות לאחרונה (1999a, 1999b Holzer et al.) נמצא כי טיפול עגלים פריזיים תמימים בהורמוני גדילה recombinant bovine somatotropin (rbST) משפר את הרכב רקמת השומן שלהם, בנוסף להפחתת כמות השומן בגופם ולשיפור בקצב הגדילה ונצילות המזון.

כיוון שגרעיני הכותנה מכילים שומן העשיר בחומצה לינולאית וכיון ששומן זה מוגן, במידה מסויימת, מהידרוגיזציה בכרס, הודות לאריזתו בצוק הגרעין השלם, ניתן לצפות כי הכללת גרעיני כותנה במנה תעלה, במידה מסויימת, את ריכוז חומצות השומן הרב־אל־רוויות (PUFA) בשומני הבשר.

מטרת המחקר המדווח היתה לבחון את ההשפעה של האבסת מנה המכילה כ-10%

גרעיני כותנה, בהשוואה לטיפול עגלים בסומטוטרופין (rbST) והשפעת הגומלין ביניהם על הייצור, ריכוז הורמונים בפלזמה וריכוז הכולסטרול וחומצות שומן בשריר ובשומן התת־עורי של עגלים פריזיים תמימים.

חומרים ושיטות

בעלי חיים. 56 עגלים פריזיים תמימים, ששוכנו ברפת מפצמות, בגיל ממוצע של 223 ימים ומשקל ממוצע של 275 ק"ג, חולקו ל-8 קבוצות, 2 קבוצות של 7 עגלים לכל אחת מארבעה הטיפולים הבאים:

1. מנת ביקורת ללא טיפול ב-rbST;
2. מנת ביקורת עם טיפול ב-rbST;
3. מנה המכילה גרעיני כותנה, ללא טיפול ב-rbST;
4. מנה המכילה גרעיני כותנה, עם טיפול ב-rbST.

הרכב המנות בניסוי ותכולתן המחושבת, נתונים בטבלה 1. השתמשנו בגרעיני כותנה מזן אקלה לא מפולמים, שעברו קלייה. הטיפול ב-rbST היה הזרקה אחת לכל 14 יום, מתחילת הניסוי עד לשיווק, של 500 מ"ג rbST בשחרור איטי, Posilac מתוצרת U.S.A., Monsanto.

בשלבים מוקדמים של הניסוי יצאו ממנו 3 עגלים מסיבות של פיגור וצליעה. העגלים נשקלו אחת לחודש ועם השיווק, שבוצע בשלושה מועדים בתוך חודש. צריכת המזון נמדדה קבוצתית (2 קבוצות לכל טיפול), כאשר שאריות שהורחקו מהאבוס נשקלו וחושבו. בשני מועדים במשך הניסוי נדגם דם לבדיקת רמת הורמונים ומטבוליטים.

קביעת ריכוז הורמונים בדם נעשתה ב־radioimmunoassay. הורמון גדילה (bST) לפי Breier et al., 1979 IG-F-1, Gluckman et al.,

טבלה 1. הרכב המנות ב-% מהחומר היבש במנה.

המרכיב	ביקורת	גרעיני כותנה
שעורה גרוסה	19.5	19.8
תירס גרוס	45.5	40.0
כוספת סויה	3.6	
גרעיני כותנה	—	9.5
שחת בקיה	4.0	3.9
תחמיץ חיטה	16.1	15.3
פסולת מנפטה	8.3	8.5
שתנן	0.9	0.9
מינרלים וויטמינים	2.1	2.1

הכולות מחושבות

אנרגיה מטבולית, מק"ל/ק"ג	2.70	2.76
חלבון כללי, גרם/ק"ג	135	134
סידן, %	.748	.748
זרחן, %	.418	.418

תוצאות ודיון

העגלים על מנת גרעיני הכותנה גדלו בקצב נמוך מאלה שעל מנת הביקורת, אף כי ריכוזיות האנרגיה במנתם היתה גבוהה יותר. בשתי המנות זירזו הטיפול ב-bST את הגדילה, והשפעתו היתה גדולה יותר במנת הביקורת, לעומת מנת גרעיני הכותנה.

נתוני תוספת המשקל, משקל השיווק, וצריכת המזון ונצילותו לכלל הניסוי, מוצגים בטבלה 2.

1991, אינסולין בעזרת קיט מסחרי total triiodothyronine (T3), INSIK-5 (Sorin - thyroxine (T4) Biomedica, Saluggia, Italy) עם Coat-A-Count (DPC, Los Angeles, CA).

ריכוז האוריאאה בדם נקבע לפי Coulombe and Favreau (1963).

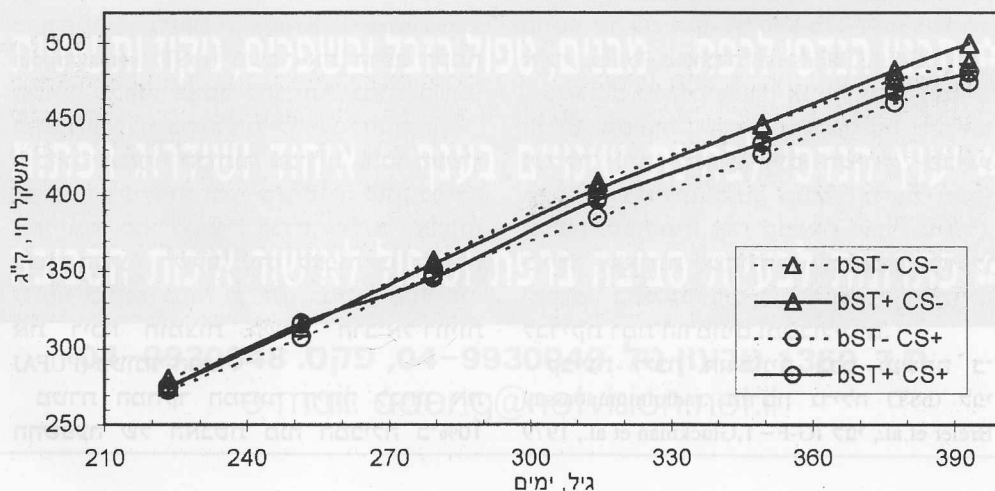
הבדיקות הכימיות של מזונות ובשר נעשו לפי AOAC, 1990.

חומצות השומן בשריר ובשומן התת-עורי נקבעו כמתואר ב-Friedman and Sklan, 1995. עדינות הבשר נקבע ב-Warner-Bratzler-Shear, כמתואר ב-Taylor et al., 1985.

בשחיטה נאספו נתוני המשקל החי בשיווק, משקל הטבחה ומשקל שומני המאגרים (חלב כליות ושומן מפשעה), ומכל טבחה נדגם נתח של שריד ורד הצלע (בין צלעות 12 ו-13 לאנאליזה של הרכב השריר והרכב השומן התת-עורי).

הבדיקה הסטטיסטית נעשתה בעזרת (Lawes Agricultural Trust, 1995), Genstat 5, release 3.2 נתוני הגדילה נותחו ב-ANOVA, עם תיאום קרואיאנס לגיל התחלתי של כל עגל, במתכונת פקטוריאליית דירגורמית. נתוני הרכב הטבחה והרכב שומני רקמת השומן והשריר נותחו במתכונת פקטוריאליית. נתוני צריכת המזון נותחו גם הם במתכונת פקטוריאליית עם שתי חזרות לכל טיפול.

איור 1. עקומת הגדילה של הטיפולים השונים.



טבלה 2. משקל העגלים בתחילת הניסוי ובסופו, תוספת המשקל, צריכת המזון ונצילותו, לארבעת טיפולי הניסוי.

השפעות*			SE	גרעיני כותנה		ביקורת		rbST	המנה
ה"ג	rbST	מנה		+	-	+	-		
				14	13	13	13		עגלים בניסוי
למ	למ	למ	2.46	223.7	223.6	223.3	223.2		גיל התחלת, ימים
למ	למ	למ	7.86	276.1	272.8	274.6	279.9		משקל התח', ק"ג
למ	למ	+	2.62	166.5	170.0	171.3	171.3		ימים בניסוי
למ	למ	למ	13.6	481.6	474.5	499.2	487.0		משקל סופי, ק"ג
תוספת, ק"ג ליום²									
למ	*	למ	0.054	1.234	1.186	1.314	1.208		לכלל הניסוי
למ	***	למ	0.075	1.477	1.220	1.396	1.206		תקופה 1
	*	***	0.092	1.046	1.453	1.464	1.541		תקופה 2
	***	**	0.080	1.469	1.066	1.396	1.459		תקופה 3
למ	למ	למ	0.132	1.063	1.196	1.231	1.092		תקופה 4
נתוני שחיטה									
למ	למ	*	7.81	261.7	254.1	271	266.4		משקל טבחה, ק"ג
למ	למ	למ	0.57	57.14	56.38	57.14	57.63		תפוקה, %
למ	למ	*	0.34	2.40	2.91	2.08	2.53		חלב כליות, %
למ	למ	למ	0.06	0.63	0.69	0.71	0.71		שומן מפשעה, %
למ	למ	+	0.38	3.03	3.59	2.79	3.24		סה"כ מאגרים, %
צריכת מזון ליום									
למ	למ	למ	0.25	7.81	7.93	8.23	8.13		חומר יבש, ק"ג
למ	למ	למ	0.68	21.6	21.9	22.2	22.0		אנמ"ט, מק"ג
תוספת משקל, גרם									
				157.2	150.1	159.2	148.2		לק"ג ח"י
				57.0	54.0	59.0	54.9		למק"ל אנמ"ט

¹ למ - לא מובהק; + - $p < 10$; * - $0.5 < p < 1$; ** - $0.01 < p < 0.05$; *** - $p < 0.01$.

² תקופה 1 - 0 עד 56 ימי בניסוי; תקופה 2 - 57 עד 91 ימים בניסוי;

תקופה 3 - 92 עד 126 ימים בניסוי; תקופה 4 - 127 ימים בניסוי עד שיווק.

מתאימות עם תוצאות מחקר קודם עם rbST ועגלים פריזיים תמימים (Holzer, 1999). לא היו הבדלים במדדים אלה בין המנות. לא היו הבדלים בין הטיפולים באחוזי תפוקת הטבחה. הרכב השריר (longissimus dorsi) מובא בטבלה 3.

האבסת המנה המכילה גרעיני כותנה העלתה בצורה מובהקת ($P < 0.01$) רמת החלבון בשריר, על חשבון השומן. כמו כן, הטיפול ב-rbST הוריד בצורה מובהקת ($P < 0.01$) את תכולת השומן בשריר.

צריכת המזון על מנת גרעיני הכותנה נטת להיות קטנה יותר מזאת על מנת הביקורת, אולם גם ריכוזיותה של מנה זאת היתה במעט גבוהה יותר, כך שצריכת האנרגיה היתה דומה. בשתי המנות, עגלים שטופלו ב-bST לא העלו את צריכת המזון שלהם, אולם הוסיפו יותר במשקל, ונצילות המזון שלהם היתה לפי כך טובה יותר. השפעת ה-rbST על הגדילה שנמצאה בניסוי זה, דומה לזאת המדווחת בניסויי בקר בעבר (Enright, 1989). העגלים שטופלו ב-rbST צברו פחות שומן מאגרים, בהשוואה לעגלים לא-מטופלים. תוצאות אלה

טבלה 3. הרכב השריר Longissimus dorsi ברמה של צלע ה-12.

השפעות*			SE	גרעיני כותנה		ביקורת		המנה rbST
ר"ג	rbST	מנה		+	-	+	-	
למ	למ	**	.468	20.42	20.23	19.59	19.28	חלבון, %
למ	**	**	.200	3.57	4.12	4.16	4.35	שומן, %
למ	למ	למ	.483	74.79	74.46	75.03	75.19	מים, %
למ	*	*	.049	1.22	1.18	1.22	1.17	אפר, %
למ	למ	+	.866	7.03	7.29	7.89	8.55	ערכי עדינות הבשר ²

ק"ג/ס"מ² 1.4

* למ - לא מובהק; + p < 0.10; * p < 0.05; ** p < 0.01.

² Warner-Bretzler-Shear.

טבלה 4. רמת ההורמונים והאוריאה בדם עגלי הניסוי

השפעות*			SE	גרעיני כותנה		ביקורת		המנה rbST
ה"ג	bST	מנה		+	-	+	-	
למ	***	למ	8.87	51.2	2.5	55.9	2.0	ng/ml, bST
למ	***	למ	32.7	299.0	175.0	342.0	179.0	ng/ml, IGF-1
+	למ	למ	.869	6.04	4.24	5.07	5.49	mg/Dl (T ₁) טירוקסון
למ	למ	למ	8.70	122.1	107.5	105.8	110.9	ng/Dl (T ₃) טריידוטירונין
למ	למ	למ	10.87	48.6	30.5	31.9	35.4	mM/L אינסולין,
***	+	+	.116	1.66	2.15	1.97	1.80	ng/ml, N-אוריאה

* למ - לא מובהק; + p < 0.10; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001.

קטנה ולא מובהקת, ריכוזי החומצות הרב-אל-רויות (C 18:2, C 18:3, C 20:4), והעלתה את ריכוזי הח' הפלמיטית (C16:0) והחומצה האולאית (C18:1).

התוצאות היו מנוגדות בשומן התת-עורי: עליה בח' פלמיטולאית (C 16:1) על חשבון הח' הפלמיטית (C 16:0) ועליה קטנה בחומצות הרב-אל-רויות, על חשבון הח' האולאית. ממצא מפתיע הוא שהטיפול ב-rbST השפיע בשדיר בכיוון מנוגד על מספר ממדים, בהשוואה בין מנת הביקורת למנת גרעיני כותנה. בעוד שבמנת הביקורת הוריד הטיפול ב-rbST, באופן מובהק, את ריכוזי הח' הפלמיטולאית (C 16:1), ובמעט את ריכוזי החומצות הרב-אל-רויות, הוא העלה את ריכוזי אותם פרמטרים במנת גרעיני הכותנה. בשומן התת-עורי היתה השפעת הטיפול ב-rbST דומה בשתי המנות, הביקורת ומנת גרעיני הכותנה. ה-rbST הוריד את ריכוזי הח' הפלמיטית והעלה את ריכוזי הח' הרב-אל-רויות (C 16:1) והח' הפלמיטולאית (C 18:2) (P < 0.05), (C 18:3), (C 20:4) (למ). רמת

ערכי Warner-Bretzler-Shear, המעידים על התנגדות לחיתוך של שריר longissimus dorsi של שדיר נמוכים יותר בעגלים שהואבסו בגרעיני כותנה, בהשוואה לעגלי הביקורת (P = 0.093). בטבלה 4 מובאות תוצאות על רמת ההורמונים באוריאה בדם עגלי הניסוי. ריכוזי ההורמון הגדילה (bST) ושל IGF-1 היו באופן מובהק ביותר (P < 0.001) גבוהים יותר בדם העגלים שקיבלו טיפול ב-rbST. רמת האוריאה בדם העגלים שהואבסו בגרעיני כותנה היתה ב-23% נמוכה משל עגלי הביקורת. השפעות הגומלין בין תכולת המנה בגרעיני כותנה והטיפול ב-rbST היתה מובהקת ביותר (P < 0.001).

בטבלה 5 מוצג הרכב המקטע השומני בשדיר לונגיסימוס דורסי ובשומן התת-עורי העוטף שדיר זה, בטיפול הניסוי.

בהשוואה בין שתי המנות, בעגלים שלא טופלו ב-rbST נמצא בשדיר הלונגיסימוס, כי הכללת גרעיני כותנה במנה הורידה את ריכוזי הח' הפלמיטולאית (C 16:1), הורידה במידה

טבלה 5. ריכוז הכולסטרול והרכב חומצות השומן בשריר ובשומן התת-עורי של עגלי הניסוי.

המנה	השפעות ⁿ		SE	גרעיני כותנה		ביקורת		rbST	מג/100g כולסטרול
	מנה	rbST		+	-	+	-		
	למ	למ	1.99	42.9	44.0	39.8	43.4		
כולסטרול חומצות-שומן² (%)									
חומצות-שומן² שומן³ %									
	למ	למ	1.02	19.2	22.1	23.3	18.8		C 16:0 פלמיטית
***	למ	**	0.43	6.52	5.21	5.73	8.55		C 16:1 פלמיטולאית
***	+		0.56	21.2	20.9	19.3	21.2		C 18:0 סטיאירית
*	למ	למ	0.84	35.7	37.5	38.6	36.2		C 18:1 אולאית
*	למ	למ	0.91	14.3	11.8	10.7	12.7		C 18:2 לינולאית
	למ	למ	0.07	0.28	0.15	0.10	0.20		C 18:3 לינולנית
	למ	למ	0.24	2.70	2.29	2.30	2.34		C 20:4 אראכידונית
הרכב השומן									
	למ	למ	1.71	73.9	69.2	66.2	66.9		מג/100g כולסטרול
חומצות-שומן (%)									
	למ	**	1.14	18.4	21.7	21.3	24.6		C 16:0 פלמיטית
	*	***	0.63	9.96	8.94	10.9	7.38		C 16:1 פלמיטולאית
						6			
	למ	למ	0.80	23.2	22.9	21.3	21.8		C 18:0 סטיאירית
	למ	למ	0.67	38.7	39.7	39.7	40.7		C 18:0 אולאית
	למ	*	0.82	9.40	6.57	6.62	5.41		C 18:1 לינולאית
	למ	למ	0.03	0.20	0.12	0.14	0.11		C 18:3 לינולנית
	+	למ	0.02	0.095	0.02	0.02	0.02		C 20:4 אראכידונית
					8	2	6		

ⁿ למ - לא מובהק; + p < .10; * p < .05; ** p < .10; *** p < 0.01.
² מ"ג ל-100 גרם רקמה טרחה.
³ % מכלל חומצות שומן.

המנה אצל מעלי הגירה על הרכב שומני הגוף, היא הרבה יותר קטנה מאשר אצל חד-קיבתיים בגלל ההידרוגנציה של השומנים בכרס, השינויים, אפילו קטנים, שנמצאו בעבודה זאת הם בעלי חשיבות לבריאות הצרכן של בשר הבקר. בנוסף לתוצאות המחקר בעולם, תוצאות מחקר זה בהוספת CLA דיאטטי למנת הבקר מעודדות אותנו בהמשך המחקר ליצור בשר בקר איכותי בעל תכונות משופרות לבריאות האדם.

ספרות

לכל מי שמעוניין להעמיק בנושא, רשימת ספרות מקיפה בנושא נמצאת בידי המחברים.

הכולסטרול היתה גבוהה יותר בשומן התת-עורי של עגלי המנה עם גרעיני הכותנה.

סיכום

תוצאות ניסוי זה מצביעות על העובדה, שלמרות תהליך ההידרוגנציה בכרס, וכנראה הודות לבריחה מן הכרס או לתהליך לא מושלם, ישנה אפשרות להשפיע, בעזרת הזנה מתאימה או טיפול בסומטוטרופין, על הרכב חומצות השומן בבשר מעלי גירה.

לאחרונה הראה מחקר (Bauman et al., 1998), שתוספת מזון המכיל CLA הינו מרכיב הנקשר לסגולות בריאותיות רבות שהמוכח מהן הוא שהוא אנטיסרטני. למרות שהשפעת הרכב