

CLA בישראל – הרכב חומצות-השומן בחלב הבקר בישראל ובחלב של מעלי-גרה שונים

דניאל בן-גדליה, אדית יוסף ויהושע מירון
המחלקה לתזונה פיסיוולוגיה ורביה של בקר, מינהל המחקר החקלאי

הקדמה

הרכב חומצות-השומן של החלב מעורר התעניינות מחודשת מאז שפורסמו העבודות המצביעות על כך, שלאחת מחומצות-השומן שבחלב יש סגולות מרפא ומוניעה ביחס למחלות סרטן. חומצת-השומן הזאת נקראת חומצה לינולאית מצומדת ובקיצור חל"צ (באנגלית Conjugated linoleic acid ובקיצור CLA). האיזומר העיקרי של חומצה זאת המצוי בחלב ושנמצא יעיל בדיכוי גידולים סרטניים ובמוניעתם הוא C18:2, c9,t11, דהיינו חומצת שומן בעלת שרשרת של 18 פחמנים עם שני קשרים כפולים שקשר פשוט (יחיד) מפריד ביניהם, והם ממוקמים: האחד בין הפחמן התשיעי והעשירי כאשר שני המימנים שלהם מוצבים בעמדת ציס, והקשר הכפול השני מצוי בין הפחמנים 11 ו-12, כאשר שני המימנים שלהם מוצבים בעמדת טרנס. בחלב בקר הניזון בביליל עתיר מזון מרוכז כפי שהדבר מצוי ברפת המסחרית האינטנסיבית עתירת התנובה, ריכוז החל"צ בשומן החלב נמוך מאד והוא נע סביב 0.3%. יש הערכות שונות ביחס לסף הריכוזים הפרמקולוגיים. הערכתי היא, שכדי להגיע לסף הזה יש להגדיל את ריכוז החל"צ פי 10. כיום מושקעים מאמצי מחקר גדולים מאד כמעט בכל העולם שמטרתם למצוא את הדרך לייצר חלב עתיר חל"צ. הפעילות האנטי-סרטנית החזקה של החל"צ הני"ל נקבעה בחיות מעבדה ובתרבויות רקמה. אין ספק שברגע שתימצא הדרך לייצר חלב עתיר חל"צ, יתחילו במחקר קליני שמטרתו תהיה לבדוק את יעילות החל"צ בריפוי מחלות סרטן באדם.

ב-1998 העליתי את הנושא בהרצאה מוזמנת

שניתנה בכנס הבקר שנערך בזיכרון יעקב. הנושא חשוב מאד מבחינה ציבורית משום שאם יש בידנו גורם אנטי-סרטני העשוי להביא מזר, חובה עלינו להביאו לידי יישום. הנושא חשוב מאד גם לענף משום שעצם הידיעה שחלב בקר מכיל גורם אנטי-סרטני יכולה להקפיץ את צריכת החלב; והנושא חשוב שבעתים בעת הזאת שבה נרשמת ירידה בצריכת החלב. עד היום לא נקבעו ריכוזי החל"צ בחלב הבקר בארץ. לכן ערכנו סקר ביזמה ובמימון עצמי לקביעת ריכוזי החל"צ בחלב בארץ, והתוצאות מתפרסמות כאן לראשונה. יתר על כן, בדקנו את ריכוזי החל"צ גם בחלב של מינים אחרים של מעלי-גרה בתקוה למצוא מעלה-גרה שהוא יצרן-על של חל"צ. גם תוצאות הבדיקה הזאת רואות אור כאן לראשונה. הרכב חומצות-השומן מעניין את האדם באופן כללי מבחינה בריאותית וכבר הרחיבו על כך אחרים. תזונת הבקר יכולה להשפיע על פרופיל חומצות-השומן בחלב. ומאחר שיש מאפיינים טיפוסיים לבלילים המוגשים בארץ, יש להניח שלדבר גם השלכות ייחודיות על פרופיל חומצות-השומן של החלב. מעט מאד אם בכלל פורסם על הרכב חומצות-השומן בחלב הישראלי, ולכן במסגרת אותו סקר שערכנו בדקנו גם את הנושא הזה והתוצאות מובאות להלן.

חומרים ושיטות

לצורך העבודה נערכו שלושה סטים של דגימות. בראשונה נדגם חלב ממחלבות "תנובה" ו"טרה" ובעצם חלב משקיות שעל המדף, ולצורך השוואה נבדק באותו סט חלב

בעולם) השוכן בעיירה קאמאנן אשר בצפון פינלנד, קיבלנו גם דוגמת חלב של אייל הצפון, ובאדיבותו של דר' עוזי מרין מהמחלקה לטכנולוגיה של מזון במינהל המחקר החקלאי, קיבלנו גם דוגמה של חלב גמלים. המצאי הרחב הזה יחסית שהיה בידינו איפשר לנו לערוך מחקר השוואתי על הרכב חומצות-שומן החלב במיני מעלי-הגרה שהזכרו.

חומצות-השומן נקבעו כמתיל אסטרים בגאז-כרומוטוגרפיה, בקולונה קפילרית ארוכה המאפשרת הפרדה וזיהוי של חל"צ ואיזומרים שונים של C18:1.

מרפת יטבתה. בסט השני נדגם החלב מטוק החלב בארבע רפתות, בשתי תקופות שונות בכל אחת מהרפתות: בתקופה הראשונה, כאשר המזון הגס העיקרי היה תחמיץ חיטה ובתקופה השנייה, כאשר המזון הגס העיקרי היה תחמיץ תירס. הסט השלישי של דגימות נועד לבדיקה השוואתית שמטרתה היתה לבחון את הרכב שומן-החלב של מעלי-גרה שונים. דגימות חלב מרמת מגשימים ייצגו את הבקר הישראלי השחור-לבן. כן נלקחו גם דגימות חלב מרפת סימנטל, מעזים ומכבשים. באדיבות RKTL, המכון לחקר אייל הצפון (שהוא היחיד מסוגו

תוצאות ודיון

טבלה 1. הרכב חומצות-השומן בחלב של המחלבות "תנובה ו" טרה" ובחלב של רפת יטבתה, ג' ל-100 ג' חומצות-שומן.

רפת יטבתה	טרה	תנובה	חומצת השומן
10.8	9.28	9.99	C4 + C6 + C8 + C10
2.72	3.22	3.58	חומצה לאורית (C12)
9.73	10.7	11.4	חומצה מיריסטית (C14)
0.55	0.86	0.92	חומצה מיריסטולאית (C14:1)
32.0	32.6	32.4	חומצה פלמיטית (C16)
1.69	2.04	2.01	חומצה פלמיטולאית (C16:1)
13.9	11.7	11.2	חומצה סטארית (C18)
24.3	25.5	24.5	חומצה אולאית (C18:1 cis 9)
3.33	3.13	3.01	ח' לינולאית (C18:2, cis9, cis12)
0.29	0.28	0.30	ח' לינולנית (C18:3, c9, c12, c15)
	0.05	0.04	C18:1, trans 6
	0.04	0.04	C18:1, trans 9
	0.11	0.09	C18:1, trans 10
0.19	0.21	0.20	ח' וואקסנית (C18:1, trans 11)
0.53	0.31	0.29	CLA, C18:2, cis 9, trans 11

השרשרת עד C16 וכמחצית ה-C16 מסוגותים מחדש בעטין. המרכיב השני בגודלו אחרי החומצה הפלמיטית היא החומצה האולאית. חשוב לציין שבמנות רגילות חומצת-השומן העיקרית בת 18 פחמים המגיעה למעי של הבקר היא החומצה הסטארית הרוויה. למעי מגיעה מעט מאד חומצה אולאית. הריכוז הגבוה של חומצה אולאית בחלב הוא תוצאה של פעילות האזנים דלטה-9-דסטורזה המצוי

אין סיבה להיבהל מהטבלה הזאת. בשומן החלב יש כ-400 איזומרים ידועים של חומצות-שומן. בטבלה 1 הבאנו רק את חומצות-השומן העיקריות עם דגש על האיזומרים טרנס של חומצות-השומן C18:1 ועל החל"צ. למשל, חומצות-השומן קצרות השרשרת מ-C4 ועד C10 כולל, נקבעו פרטנית. אבל מאחר שהן מצטרפות לכדי ~10% לא ראינו לנחוץ לפרטן. מקובל בספרות שחומצות-השומן קצרות

המחלבות (0.3%) אופייני לבקר גבה תנובה המקבל בליל שיש בו שיעור גבוה של מזון מרוכז. החלב של רפת יטבתה עשיר יותר בחל"צ (0.53%) והדבר קשור כנראה להאבסת ירק הזון. אין נסים, לקבלת ריכוז גבוה של חל"צ בחלב יהיה צורך לעבד משטר הזנה ספציפי לעיין.

בעטין הפרה והוא זה שהופך את החומצה הסטארית המגיעה לעטין, לחומצה אולאית על ידי נטילת שני מימנים. מכאן שהעטין אינו רק בור שומן אלא מפעל המייצר ומעבד שומן. לעטין מגיעה מהמעיי גם חומצה וואקסנית (C18:1, trans 11) ואותו אנויים בעטין יכול להפוך אותה לחל"צ. ריכוז החל"צ בחלב

טבלה 2. הרכב חומצות שומן החלב מארבע רפתות בתקופה של האבסת תחמיץ חיטה ובתקופה של האבסת תחמיץ תירס, ג' ל-100 ג' חומצות-שומן.

ח' השומן	נחשונים		רמת הכובש		מעלה גלבו		יפעת	
	חיטה	תירס	חיטה	תירס	חיטה	תירס	חיטה	תירס
C4-C10	9.72	10.4	10.6	11.0	11.2	11.3	11.9	11.7
C12	3.43	3.43	3.52	3.44	3.20	3.25	3.70	3.47
C14	11.2	11.1	11.1	11.1	10.3	10.6	11.4	11.3
C14:1	0.84	0.75	0.76	0.70	20.6	0.60	0.73	0.68
C16	36.0	35.5	34.2	34.6	32.7	32.6	32.7	33.2
C16:1	1.98	1.82	1.77	1.74	1.65	1.61	1.83	1.62
C18	11.1	12.0	12.8	12.5	13.0	12.6	12.1	12.2
אולאית	22.2	21.6	21.8	21.7	23.0	22.6	21.7	21.7
לינולאית	2.63	2.55	2.54	2.34	3.35	3.75	2.98	3.20
לינולנית	0.33	0.33	0.33	0.35	0.31	0.32	0.36	0.38
ארכידית	0.14	0.12	0.14	0.14	0.17	0.23	0.15	0.15
וואקסנית	0.09	0.09	0.10	0.09	0.11	0.12	0.10	0.09
CLA	0.34	0.31	0.34	0.30	0.39	0.42	0.35	0.31

של 36%–33, אחריה באה החומצה האולאית ברמה של 23%–21, אחריה החומצה הסטארית ברמה של 13%–11, אחריה החומצה המיריסטית (C14) ברמה של 11%–10 וכל האחרות בריכוז של 4%–1 או פחות מזה. גם ריכוז החל"צ לא מתרשם במיוחד מסוג התחמיץ המואבס והוא נותר ברמה האופיינית לבקר גבה תנובה הניזון על בליל עתיר מזון מרוכז, דהיינו ברמה של 0.3%–0.4.

בטבלה 2 נבדק הרכב חומצות-שומן החלב בשתי תקופות שבהן המזון הגס העיקרי בא משני מקורות שונים. מבט על הטבלה מוכיח שלמקור המזון הגס העיקרי לא היתה השפעה על פרופיל חומצות-שומן החלב. בתנאי ההזנה המקובלים בארץ מתקבל הרכב שומן חלב יציב למדי ללא תנודות, כאשר המאפיינים שראינו בטבלה 1 חוזרים על עצמם. החומצה הפלמיטית היא המרכיב הגדול ביותר, ברמה

טבלה 3. הרכב חומצות-השומן בחלב של בקר שחור-לבן (מרפת רמת מגשימים), בקר סימונטל ומעלי-גרה אחרים, ג' ל 100 ג' חומצות-שומן.

חומצת השומן	שחור/לבן	סימונטל	עז	כבש	איל הצפון	גמל
ח' בוטירית (C4)	4.84	3.34	1.98	2.96	4.33	0.0
ח' הקסנואית (C6)	2.47	2.09	2.41	2.65	1.83	0.15
ח' אוקטנואית (C8)	1.45	1.30	3.11	2.74	0.41	0.13
ח' דקנואית (C10)	3.28	2.87	11.5	9.07	0.75	0.20
ח' לאורית (C12)	3.57	3.24	5.70	5.21	0.84	1.15
ח' מיריסטית (C14)	11.1	10.1	11.8	12.9	11.4	1.01
מיריסטולאית, C14:1	0.70	0.52	0.30	0.35	0.34	0.86
ח' פלמיטית (C16)	32.8	30.7	30.9	31.4	38.8	26.0
פלמיטולאית, C16:1	1.68	1.73	1.42	1.76	1.48	9.10
ח' סטארת (C18)	12.2	13.4	6.11	6.34	13.2	14.2
אולאית, C18:1, cis9	21.9	27.2	19.5	18.9	18.6	28.9
לינולאית, C18:2, cis9,12	3.03	2.33	3.42	3.80	5.87	4.90
ח' לינולית (C18:3)	0.33	0.21	0.31	0.41	0.88	1.38
ח' ארכידית (C20)	0.16	0.21	0.18	0.23	0.40	0.31
C18:1, trans 6	—	0.04	0.04	0.04	0	0.12
C18:1, trans 9	—	0.04	0.05	0.04	0.02	0.05
C18:1, trans 10	—	0.06	0.11	0.11	0	0.11
וואקסנית, C18:1, t11	0.16	0.25	0.30	0.34	0.16	0.54
CLA	0.41	0.43	0.82	0.77	0.69	0.91

בעטין מוערך בפרה בסביבות ה-40% ואילו בעז ובכבש זה עובר את ה-50%. במובן הזה, הכבשה שחלבה מכיל 9% שומן והעז שחלבה מכיל 3% שומן, דומות. מפליא לראות עד כמה הפרופיל של חומצות-שומן החלב של אייל הצפון המכיל 20% שומן והפרופיל המקביל של חלב הפרה המכיל 3.4% שומן, דומים. שיעור חומצות-השומן הבלתי רוויות משתנה בהתאם לאופי ההזנה; בבקר הוא נע בין 28% ל-33%, בעיזים ובכבשים הוא 27%–26%.

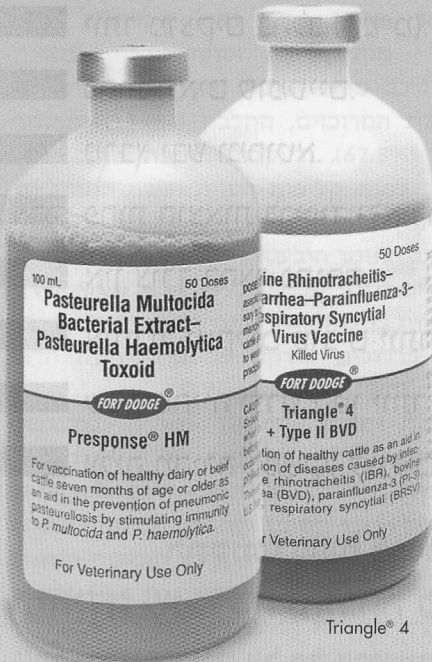
מההבטים שבדקנו, הגמל בריה בפני עצמה היא. בסעודיה ובנסיכויות המפרץ הפרסי מגדלים נאקות לחלב המנויבות כ-25 ליטר ליום. החלב אינו כשר ליהודים. דר' עוזי מדין ממינהל המחקר החקלאי חוקר את נושא חלב הגמלים ומייחס לו סגולות מיוחדות. מבחינת מטבוליזם השומן, נראה שהנאקה ממעיטה בסניתוז חומצות-שומן קצרות שרשרת בעטין, 26.6% בהשוואה לפרה 40%~ ועז 51%–52%. מאידך, חלב הנאקה עשיר יותר בחומצות-שומן בלתי רוויות, ס"ה כ-45% מכלל שומן החלב,

ובכן, נראה מה ניתן ללמוד מטבלה 3. בשומן החלב של כל מעלי-הגרה שנבדקו בעבודה זאת חומצות-השומן הרוויה העיקרית היא החומצה הפלמיטית (C16:0) וחומצת-השומן העיקרית (המונו)בלתי רוויה היא החומצה האולאית (C18:1). שומן חלב העיזים וחלב הכבשים עשיר במיוחד בחומצות-שומן קצרות שרשרת בעיקר חומצה דקנואית וחומצה לאורית הנוצרות בעטין, ומאידך החלב שלהן עני יותר מחלב הפרה בחומצה סטארית. בכך נבדל פרופיל חומצות-שומן החלב של הבהמה הדקה מזה של הפרה. המסקנה היא שעז אינה יכולה לשמש כמודל מחקר לפרה בכל הנוגע למטבוליזם השומן בעטין. בדרך כלל עטיני העז והכבש פעילים יותר בסניתוז חומצות שומן מאשר עטין הפרה.

חומצות-השומן שבשומן החלב באות משלושה מקורות עיקריים: מהמעיי (דרך הלימפה); משומן המאגרים של הגוף; והמקור השלישי, חומצות-שומן הנוצרות בעטין מיחידות אצטט. שיעור חומצות-השומן הנוצר

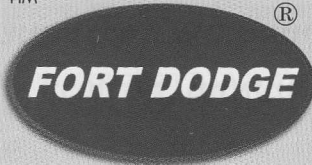
אלון כימיקלים בע"מ
מוצרי איכות לוטרנירית וחקלאות

לגלגלים
בללקות
ליגאת



Persponse[®] HM

Triangle[®] 4



טל. 08-9453205
פקס. 08-9492775
נייד: 054-361133

הנובע מריכוז גבוה (29%) של ח' אולאית (C18:1, cis 9) וריכוז גבוה מאד יחסית (9.1%) של חומצה פלמיטולאית (C16:1).
לכן נראה, שעטין הנאקה מצטיין בפעילות דסטורציה חזקה יותר משאר מעלי-הגרה שחלבם נבדק בסקר זה. לצערנו בנושא החל"צ לא נתגלו לנו כאן תגליות מרעישות. בקר הניזון על בליל עתיר מזון מרוכז מכיל כ-0.4% חל"צ מכלל שומן החלב; מעלי-הגרה האחרים הניזונים בעיקר או רק על מזון גס, בחלב שלהם יש 0.7-0.9% חל"צ. יחד עם זאת יתכן, שריכוז החומצה האולאית, הפלמיטולאית והחל"צ בחלב הנאקה קשורים בפעילות חזקה יחסית של דסטורזה בעטין הנאקה.

תודות

תודות למרכזי הרפתות על דגימות החלב:
לדני קפלן ממעלה גלבע,
לדני סלעי מיפעת,
למאיר מרב מנחשונים,
לשמואליק זמיר מרמת הכובש,
לזאב (זיווא) צומברג מיטבתה,
לעמנואל גולדשטיין מרמת מגשימים,
תודה והוקרה לדר' עוזי מרין ממינהל המחקר החקלאי על שנתן לנו את חלב הנאקה, ולדר' לוטה יאקולה מהתחנה לחקר אייל הצפון. RKTל פילונד, על דגימת החלב של אייל הצפון.