

על מצב רכיבי החלב בארץ

עדי רז, ה.מ.ב.

מבוא

בקרב החקלאים ואנשי המקצוע המקורבים לענף עולה בעת האחרונה ההתענינות במרכיבי החלב השונים. עד עתה עיקר המאמץ והידע הושקע במחיר ששולם לכמות החלב בכללה ובשיעור השומן שבו. בשנים האחרונות הולכת וחודרת ההכרה שיש לשים יותר דגש על מרכיבו החשוב של החלב – החלבון. החלבון והשומן ביחסים שונים נמכרים כגבינות ומוצרים אחרים. שיווק החלב ומוצריו משמעותו למעשה שיווק כל רכיבי החלב (שומן, חלבון, לקטוז, מינרלים, ויטמינים ונוזלים). בארצות העולם השונות מקובלת שיטת התשלום עבור חלבון או עבור מוצקים חסרי שומן (מח"ש = SNF). במערב אירופה, פרט לספרד ושוודיה, כל המדינות מדווחות על שיטת תשלום על בסיס תכולת השומן ותכולת החלבון (1983). בארצות אחרות שונה השיטה, באנגליה ובוויילס בסיס התשלום הוא שיעור המוצקים חסרי שומן ושומן ובסקוטלנד משלמים עבור כלל המוצקים. ישראל שייכת לקבוצת המדינות הקטנה שעדיין משלמת רק עבור כמות חלב ואחוז שומן.

הקושי בשינוי השיטה בישראל נעוץ בעובדה שעדיין אין בידי החוקרים והחקלאים שום אינדיקציות על השונות הגנטית ומרכיביה והשונות הממשקית של עדר החלב לגבי התכונה לייצר חלבון. מכאן גם ברור שלא קיים מידע על רמות החלבון הממוצעות של בנות הפרים השונים בארץ.

בבקר לחלב, כמו בכל בעלי־חיים אחר, הערכים הפנוטיפיים של תכונות כלכליות, שהן בדרך כלל תכונות בעלות השתנות רציפה, הם תוצאה של שיפור ברומני של התנאים הסביבתיים והרמה הגנטית גם יחד. בידי החוקר ומקבלי ההחלטות חייב להיות כלי שיאפשר קבלת החלטה כלכלית אופטימלית כיצד לנהוג. נתונים אלה אינם קיימים בתנאי הארץ. אם נזכור שביצועי פנוטיפ מסויים תלויים בסביבות בהן הוא מצוי, הלא גם ברור שלנו חסרים המדדים הגנטיים וגם התמונה על התנהגות הגנוטיפים האלה בתנאי ממשק שונים.

החומר היחיד המאפשר בדיקה כלשהי הם הנתונים על הרכב החלב שנאספו ב"תנובה" רחובות במשך 10 חודשים. מטרתה של הסקירה הנוכחית היא, לסכם את הנתונים הקיימים

טבלה 1. ממוצעי כלל האוכלוסיה

המשתנה	מס' תצפיות	ממוצע	סטית התקן	באחוזים		C.V.**
				מינימום	מקסימום	
שומן	1396	3.18	0.27	2.36°	3.87	8.5
חלבון	1396	2.89	0.10	2.64	3.30	3.5
לקטוז	1396	4.56	0.09	4.22	4.84	2.0
מוצקים	1396	11.33	0.31	10.23	12.38	2.7
מח"ש	1396	8.15	0.13	7.60	8.63	1.6
יחס חלבון/שומן	1396	0.91	0.11	0.71	1.28	12.1

* נמצאה בדיקה בודדת של משק מושבי של 1.13% שלא נלקחה בחשבון.

** Coefficient of Variation (מקדם ההשתנות) הוא היחס בין סטית התקן לממוצע מבוטא באחוזים. מקדם ההשתנות הוא ללא מימד ולכן משמש בעיקר להשוואת פיזור של משתנים שונים אשר נמדדים ביחידות שונות או באותן יחידות בסדרי גודל שונים.

ולבחון חלופות שונות כיצד להתנהג בטווח הקצר בעת שהנושא יועלה לדיון. בטווח הארוך, כאשר המעבדה תופעל, יהיה בידינו פרופיל גנטי וממשיקי של הבקר ואז תגובש ההחלטה על סמך נתונים יותר מדוייקים.

חומרים ושיטות

במשך 10 חודשים, החל ממאי 1984 ועד פברואר 1985, נאספו נתונים ב"תנובה" רחובות על מרכיבי החלב ששווק מהמשקים השונים (הנתונים עדיין ממשיכים להיאסף); הבדיקות לא היו יומיות אבל כללו מדגם רחב של משלוחים. רכיבי החלב שנבדקו הם שומן, חלבון ולקטוזה. כמו כן נלקח בחשבון שתכולת המינרלים היא 0.69% עד 11.11.84, ומתאריך זה 0.71%. התוצאות סוכמו ונתקבלו סיכומים עבור כלל החומרים המוצקים ועבור מוצקים חסרי שומן (מח"ש); כמו כן נבדק היחס חלבון:שומן.

האוכלוסיה חולקה לשלוש צורות ממשק: קיבוץ, מושב ובתי ספר חקלאיים. הארץ חולקה ל-12 אזורי גידול: ירושלים, רחובות, הנגב, לכיש, ערבה, חדרה-רעננה, יזרעאל, גליל תחתון, רמת הגולן, בית שאן, כנרת וגלבוע.

נבדקו השפעות חודשי השנה השונים: מאי, יוני, יולי, אוגוסט, ספטמבר, אוקטובר, נובמבר, דצמבר, ינואר ופברואר. כמו כן נבדקו האינטראקציות השונות בין אזור, חודש וממשק.

נעשו ניתוחים והרצות של הקורלציות ורמות המובהקות עבור כל צורות הממשק שלא נמצאו שונות במהותם מהטבלה הכללית.

בידינו ניתוחים ותוצאות כל הצירופים האפשריים של אזור x חודש x ממשק. והיה ויתעורר עניין בנתונים אלה, ניתן לבדוק כל נתון לגופו וכל הצלבה אפשרית.

דיון

המסקנה העיקרית מניתוח התוצאה מורה על סטית תקן נמוכה מאד של % החלבון בין ממוצעי המשקים השונים. סטית התקן של אחוז השומן גבוהה בהרבה מזו של אחוז החלבון

טבלה 2. ממוצעים, סטית תקן, מניימנים ומקסימום לפי צורות ממשק

משתנה	בתי ספר				מושב				קיבוץ			
	מקס'	מיני	סטית תקן	ממוצע	מקס'	מיני	סטית תקן	ממוצע	מקס'	מיני	סטית תקן	ממוצע
שומן	3.79	2.72	0.28	3.16	3.87	2.36	0.28	3.21	3.81	2.29	0.27	3.16
חלבון	3.09	2.71	0.09	2.92	3.3	2.68	0.11	2.91	3.17	2.64	0.09	2.86
לקטוזה	4.72	4.22	0.09	4.52	4.8	4.25	0.09	4.52	4.84	4.22	0.07	4.59
מוצקים	12.08	10.70	0.35	11.30	12.38	9.33	0.33	11.34	12.17	9.79	0.30	11.32
מח"ש	8.40	7.74	0.14	8.13	8.57	7.70	0.14	8.13	8.63	7.6	0.13	8.16
יחס חלבון:שומן	1.08	0.77	0.08	0.93	1.24	0.75	0.11	0.92	1.28	0.71	0.10	0.92

$$\Delta G_p = \frac{i_F h_F h_P r_{GPF} \sigma_{PP}}{L} \quad (1)$$

ΔG_p = ההתקדמות הגנטית באחוז החלבון

i_F = עוצמת הסלקציה ב-% השומן

h_F^2 = תורשתיות של אחוז השומן

h_P^2 = תורשתיות של אחוז חלבון

r_{GPF} = הקורלציה הגנטית בין % החלבון ו-% השומן

σ_{PP} = סטית התקן הפנוטיפית של אחוז החלבון

L = אורך הדור

הקורלציות שלעיל הן בין ממוצעי משקים ואין להן שום קשר ביולוגי. עד שלא נרד לרמת הפרה הבודדת אין לחזות את התוצאות. המסקנה המתבקשת היא, שברמה הגנטית בארץ אין בידינו אינפורמציה מספקת כדי לחזות מה יקרה כאשר נגביר את עוצמת הסלקציה לאחוז השומן.

גם ברמה הממשקית החומר העומד לרשותינו דל למדי. נמצאו משקים שהגיעו לביצועים טובים באחוז החלבון. משקים אלה אינם בהכרח אותם משקים שייצרו את אחוז השומן הגבוה. מצד שני, נמצאו משקים עם אחוז נמוך של חלבון (מתחת ל-2.7%) שאינם בהכרח אותם

בעוד שהממוצעים שלהם שונים רק במעט. שתי תוצאות אלה מביאות לכך שה-C.V. בחלבון יהיה נמוך ביותר. נתון זה מראה שממשקים שונים משפיעים יותר על ההשתנות של אחוז השומן מאשר על אחוז החלבון. אותה תמונה מתקבלת גם בחודשים השונים.

קשר פנוטיפי שנמדד ברמת כלל המשק אינו בהכרח קשר גנוטיפי או קשר ביולוגי. יכולות להיות שיטות ממשק אשר מעודדות אחוז גבוה של חלבון ואחוז גבוה של שומן. הקורלציות נאספו בהיקף גדול ואין שום משמעות לרמת המובהקות שנמצאה בין חלבון ושומן. בהיקף נתונים גדול כזה יש להתעניין בערך הקורלציה עצמו ולא להסתכל ברמת המובהקות. $r^2=0.01$

משמעותו שרק אחוז אחד מהשונות באחוז החלבון מוסבר על ידי השונות באחוז השומן.

בקורלציה הפנוטיפית של ממוצעי המשקים אין שום עדות לאפשרות של התקדמות גנטית באחוז החלבון בדרך של התקדמות באחוז השומן מהסיבות הבאות:

1. הקורלציה היא בין ממוצעי משקים ולא בין ממוצעי בנות פרים;
2. אפילו היתה זו קורלציה פנוטיפית בין ממוצעי בנות פרים, ההתקדמות הגנטית השנתית באחוז החלבון כתוצאה מסלקציה לאחוז השומן תהיה לפי הפרוצדורה הבאה:

טבלה 3. ממוצעי אחוז שומן, אחוז חלבון וסטיות התקן בחודשים שונים

חודש	מס' תצפיות	% שומן	סטית התקן	% חלבון	סטית התקן
מאי '84	60	3.31	0.27	2.9	0.09
יוני '84	134	3.17	0.25	2.85	0.07
יולי '84	137	3.18	0.26	2.86	0.09
אוגוסט '84	113	3.10	0.21	2.87	0.07
ספטמבר '84	114	3.14	0.32	2.88	0.08
אוקטובר '84	161	3.17	0.32	2.93	0.08
נובמבר '84	253	3.13	0.28	2.94	0.10
דצמבר '84	142	3.26	0.27	2.93	0.10
ינואר '85	154	3.20	0.24	2.83	0.08
פברואר '85	125	3.20	0.25	2.80	0.07

משקים בעלי אחוז נמוך של שומן (מתחת ל-2.5%). בקלות ניתן לבדוק את ממשק ההזנה של משקים אלה או משתנים אחרים העשויים להשפיע על אחוז החלבון ואחוז השומן. במידה שיימצאו מאפיינים ממשקיים, ההתקדמות תהיה יותר מהירה ומה שחשוב, יותר בטוחה מאשר לירות יריה באויר ולקוות שתהיה התקדמות חלבון דרך השומן. אחת הדוגמאות שעדיין לא נבדקה בארץ ועשויה להבהיר את התמונה במקצת, היא תגובת הפרות להזנה בגרעיני כותנה. רווחת הדעה שעדיין לא הוכחה, ששימוש מוגבר בגרעיני כותנה מעלה את אחוז השומן ומוריד את אחוז החלבון יחסית. ממשק הגורם להרמת אחוז השומן ולא משנה את כלל מוצקי החלב גורם לשינוי ביחס חלבון:שומן לרעת החלבון.

טבלה 4. ממוצעים וסטיות תקן של אחוז שומן ואחוז חלבון לפי אזורים

אזור	מס' תצפיות	אחוז שומן	סטית תקן	אחוז חלבון	סטית תקן
ירושלים	66	2.98	0.24	2.87	0.07
רחובות	174	3.13	0.27	2.92	0.09
הנגב	344	3.17	0.22	2.86	0.08
לכיש	295	3.15	0.27	2.89	0.09
ערבה	162	3.05	0.28	2.89	0.11
חדרה/רעננה	66	3.08	0.33	2.89	0.10
יזרעאל	106	3.39	0.18	2.91	0.11
גליל תחתון	30	3.49	0.16	2.96	0.10
רמת הגולן	31	3.27	0.23	2.82	0.07
בית שאן	26	3.24	0.25	2.84	0.10
כנרת	48	3.42	0.23	2.85	0.09
גלבע	45	3.39	0.18	2.92	0.09

כל דיון בנושא המרכזי של רשימה זו חייב להניח ולבדוק כמה הנחות בקשר לנושאים הבאים:

1. בתעשית החלב, מה הצרכים האמיתיים במרכיבי החלב?

2. האם יהיה מחיר לחלבון ומה יהיה מחירו היחסי?

3. מה תהיה מדיניות הממשלה בקשר למחיר השומן? כאשר נמשיך לייצר כמויות הולכות וגדלות של שומן ואסמינו ימלאו שומן, האם תימשך המדיניות הנוכחית הגורסת רק מכסת נוזלים ומחיר שומן קבוע?

4. מה יהיה מחיר הקנס לחלב חריג?

5. מה יהיה הקנס (אם יהיה) על עודף שומן? בעזרת נתונים שנמצאו בארץ (בר־ענן) ובעזרת עבודות בעולם, שהן לא בהכרח נכונות לגבי
- התנאים בארץ, ננסה לבחון את ההתקדמות הגנטית השנתית הצפויה בטיפוח לאחוז דרך הטיפוח לשומן.

$$\Delta G_F = \frac{i_F h_F^2 \sigma_{PF}}{L} \tag{2}$$

i_F = עוצמת הסלקציה לאחוז שומן = 1
(בהנחה שכיום העוצמה 0 או אפילו שלילית)

σ_{PF} = סטית התקן הפנוטיפית לאחוז שומן = 0.4

h_F^2 = תורשתיות אחוז שומן = 0.4

L = אורך הדור = 6

ΔG_F = ההתקדמות הגנטית השנתית הצפויה באחוז השומן

$$\Delta G_F = \frac{1 \times 0.4 \times 0.4}{6} = 0.026$$

באותה עת ההתקדמות הגנטית השנתית ב־%
החלבון תהיה

$$\Delta G_P = \frac{i_F h_P h_F^2 \Gamma_{GPF} \sigma_{PP}}{L} = \frac{1 \times 0.63 \times 0.63 \times 0.75 \times 0.02}{6} = 0.0099 \quad (3)$$

טיפוח מוגבר לאחוז השומן יביא לירידה
בהתקדמות הגנטית בכמות החלב בשיעור שנתי
של

$$\Delta G_M = \frac{i_F h_M h_F^2 \Gamma_{GPM} \sigma_M}{L} = \frac{1 \times 0.45 \times 0.63 \times (-0.5) \times 1000}{6} = -23.3 \quad (4)$$

ΔG_M = ההתקדמות הגנטית השנתית בכמות
החלב

מכאן נובע שבשיטה זו נשיג התקדמות גנטית
באחוז השומן העולה פי 2.6 מזו של אחוז
החלבון. בטיפוח ישיר לחלבון תהיה
ההתקדמות הגנטית השנתית באחוז החלבון.

$$\Delta G_F = \frac{i_F h_F^2 \Gamma_P \sigma_{PP}}{L} = \frac{1 \times 0.4 \times 0.02}{6} = 0.013 \quad (5)$$

ובשומן תהיה ההתקדמות הגנטית

$$\Delta G_F = \frac{i_F h_P h_F^2 \Gamma_{GPF} \sigma_{PF}}{L} = \frac{1 \times 0.63 \times 0.63 \times 0.75 \times 0.4}{6} = 0.02 \quad (6)$$

טבלה 5. קורלציות ורמות מובהקות (שורה עליונה קורלציות, שורה תחתונה רמת
מובהקות)

	חלב	שומן	חלבון	לקטוזה	מוצקים	מח"ש*	חלבון/שומן
חלב	1.000	-0.17	-0.024	0.028	-0.012	0.005	-0.007
	0.000	0.527	0.362	0.301	0.636	0.855	0.787
שומן		1.000	-0.1	-0.001	0.906	0.076	-0.837
		0.000	0.0002	0.9485	0.0001	0.004	0.0001
חלבון			1.000	0.019	0.403	0.743	0.234
			0.000	0.4752	0.0001	0.0001	0.0001
לקטוזה				1.000	0.285	0.6776	0.019
				0.000	0.0001	0.0001	0.477
מוצקים					1.000	0.490	-0.654
					0.000	0.0001	0.0001
מח"ש*						1.000	0.1808
						0.000	0.0001
חלבון שומן							1.000
							0.000

* מח"ש = מוצקים חסרי שומן

סיכום

1. הירידה בכמות החלב תהיה דומה. נתונים אלה חייבים להתייחס למצב השוק ולצרכיו. התאחדות מגדלי בקר פנתה לתנובה וביקשה ממנה נייר עבודה המסכם את ערכו של כל אחד ממרכיבי החלב לתעשית החלב. בהנחה שתנובה תמצא שהמרכיב היחיד בחלב שיש בו מחסור הוא החלבון המסקנה היא, שאם יהיה מחיר לחלבון השווה לכל הפחות למחיר השומן, אין להמליץ על טיפוח לאחוז חלבון דרך הטיפוח העקיף. יש לחכות לתוצאות המעבדה בביתן אהרון (תוך שנתיים) ואז ליצור אינדקס סלקציה שיתן תשובה אופטימלית לטיפוח. באינדקס כזה יילקחו בחשבון הקשרים הגנוטיפיים והפנוטיפיים בין שלושת מרכיבי החלב וכן המחירים היחסיים שיינתנו לכל מרכיב.
2. אם מחיר החלבון ימשיך להיות 0 ומחיר השומן ימשיך להתנהג כמקובל היום, אין ספק שנוסחאות 2 ו-3 נותנות תשובה כלכלית טובה יותר למצב הקיים.
3. חשוב להדגיש שכל פעולה טיפוחית היום, תוצאותיה יבואו לידי ביטוי רק בעוד 5-7 שנים. לפי ההגיון הכלכלי הצרוף, שיטת התשלום הקיימת כיום לא תחזיק מעמד. הרפתן הבודד והנבון ינצל את שיטת התשלום הקיימת ובמסגרת ייצור מחוץ למכסה יעדיף לייצר יותר שומן ויבחר פרות הנותנות אותה תנובה ואפילו פחות עם אחוז עולה של שומן. בשלב כלשהו, המשלם (תנובה או הממשלה) יבין שהתמורה שהוק מקבל עבור שומן עודף נמוכה בהרבה מהמחיר ליצור ונוצר מצב בלתי הגיוני וכתוצאה מכך יוטלו מכסות שומן.
4. במידה שלחלבון יהיה מחיר ברור שיבוא על חשבון הורדה יחסית בערך השומן והגוזלים, ייווצר מצב העשוי לחדד עוד יותר את המסקנה שיש להמתין עד שתהיה לנו תמונת מצב אמיתית מהמעבדה בביתן אהרון, אודות צרכיה של תנובה ואודות מדיניות הממשלה.
5. התוצאות ב"תנובה" רחובות אינן מאפשרות הסקת מסקנות כיצד להתנהג במישור הגנטי בטיפוח לחלבון.
6. התוצאות מצביעות על אפשרות של בדיקה ממשקית במשקים קיצוניים בתוצאות אחוז החלבון והשומן.
7. כל פעולה טיפוחית שתיעשה בטווח הקרוב קשורה באיודאות גנטית וכלכלית ועלולה לגרום נזקים בעתיד. מספר המשתנים הבלתי ידועים גדול.
8. תוך זמן קצר יחסית (שנתיים) ניתן לקבל מהמעבדה בביתן אהרון אינדיקציות על השונות הגנטית ומרכיבי השונות של בנות פרים שונים. גם ניתן לקבל תמונת מצב של הקשרים הגנטיים בין שלושת מרכיבי החלב הכלכליים.
9. באותה תקופה על "תנובה" והתאחדות מגדלי בקר לגבש עמדה בקשר לערכו הכלכלי של כל אחד מהמרכיבים לתעשית החלב.
10. בעזרת שני כלים אלה (4,5) ניתן יהיה לגבש עמדה משותפת בקשר לשיטת התשלום למשקים.
11. תתכן מסקנה שכדאי לטפח רק ל-1% החלבון וכמות החלב ועל ידי כך להשיג התקדמות עקיפה באחוז השומן.
12. טיפוח ישיר לחלבון יאפשר להפעיל עוצמת סלקציה ישירה לחלבון גדולה מזו שמפעילים עבור השומן ועל ידי כך לשנות את הפרופורציות של ההתקדמות הגנטית.
13. כל האמור לעיל אינו נכון אם יתברר שהשוק נמצא במחסור בשומן ובעודף חלבון.
14. על מנת ליצור אינדקס אמין אנו זקוקים לקורלציות הגנטיות והפנוטיפיות בין המרכיבים השונים – חלב, שומן, חלבון. כמו כן אנו זקוקים לאינפורמציה על התורשתיות ועל ערכו הכלכלי של כל אחד מהמרכיבים.

