

ניתוח גנטי של אוכלוסית הבקר לחלב בישראל

יהודה ולר, מיכה רון וראובן בר-ענן, מכון וולקני

מבוא

מקוננים בתוך קבוצות דורשניות לפי שנות הלידה שלהם. אומדן התורשתיות חושב לכל תחלובה בנפרד, כארבע פעמים השונות שבין פרים מחולק בשונות הפנוטיפית. המתאם הגנטי בין תכונות חושב על פי מרכיב השונות הגנטית המשותפת ל-2 התכונות מחולק בשורש מכפלת השונות הגנטיות של 2 התכונות. המתאמים בין התחלובות חושבו בצורה מקבילה.

אומדני הערך הגנטי של הפרים לתכונות הייצור ב-3 תחלובות חושבו על פי שיטת BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), המבוססת על מיזעור ההפרשים בין הערך הצפוי של האומדן והפרמטר האמיתי על פי יחס השונות הגנטית לפנוטיפית והקשרים הגנטיים בין פרים לפי אבות ואמהות. מבחני הפרים על פי BLUP נותנים אומדנים ליניאריים טובים ביותר לנתונים הקיימים. כל שלוש התחלובות נחשבו כתכונה אחת, אם כי השפעת הפרה נלקחה בחשבון בפרות עם יותר מתחלובה אחת (8).

בכל שנה חושב הערך הגנטי הממוצע של הפרות על פי המבחנים של אבותיהן. הואיל והפרות יורשות מאבותיהן את מחצית הגנים שלהם, השינוי השנתי ברמת המבחנים מהווה את מחצית ההתקדמות הגנטית. חישוב זה מבוסס על ההנחה של התקדמות מקבילה של האמהות.

תוצאות

הממוצעים וסטיות התקן של תנובת חלב, שומן, אחוז שומן וחמ"מ לפי שנות המלטה מוצגים בטבלה 1. ההתקדמות הפנוטיפית השנתית הממוצעת היתה 180 ק"ג חלב, 190 ק"ג חמ"מ, 6.9 ק"ג שומן ו-0.015% שומן. במשך התקופה של 8 שנים גדלה תנובת החלב ב-1250 ק"ג חלב ואף אחוז השומן עלה בכ-0.1 אחוז. סטיות התקן הפנוטיפיות של כל התכונות גדלו במקביל לעליה בתנובה הממוצעת. ההתקדמות הגנטית השנתית היתה 107.4, 97.9 ו-2.56 ק"ג חלב, חמ"מ ושומן בהתאמה, בעוד

ההתקדמות טיפוחים מושגת בעיקר על-ידי בחירת פרים למבחן ולשימוש חוזר אחר מבחנם. ההשג הטיפוחי מותנה בשיעור הסלקציה ובדיוק האומדנים הגנטיים. ההשג הכלכלי מותנה בשילוב אופטימלי של תכונות ייצור בעלות חשיבות כלכלית בסלקציה. לצורך השגת דיוק באומדנים ושילוב התכונות בתוכנית טיפוחית דרוש ידע על מקדמי התורשתיות של התכונות והמתאמים הגנטיים ביניהן המהווים את הפרמטרים הגנטיים באוכלוסיה.

מטרת מחקרנו היתה לבחון את ההתקדמות הגנטית לאור מטרות הטיפוח ואת הפרמטרים הגנטיים של ייצור חלב בשלוש התחלובות הראשונות של פרות.

נתונים ושיטות

קובץ הנתונים כלל 185,000 תחלובות של 116,000 פרות, בנות ל-625 פרים, בתחלובה 1-3 שהמליטו בין השנים 1976 עד 1983 ב-615 עדרים. כל תחלובה כללה 4 ביקורות חלב לפחות כשהראשונה בין 6-95 ימים והאחרונה בין 151-365 ימים מההמלטה. כל התנובות תוקנו לרמת הייצור בהמלטה השניה בגיל 36 חודש.

ייצור החלב והשומן השנתי חושב לפי התנובה ליום בין המלטות $365 \times$. התנובה השנתית בק"ג חלב מתוקן מחיר (חמ"מ) חושבה על פי $0.67 \times \text{ק"ג חלב} + \text{ק"ג שומן} \times 10$. תכונת ההתמדה נמדדה כיחס בין התנובה ליום-בין המלטות לתנובת-שיא יומית. תנובת-שיא יומית חושבה על פי תנובת החלב הגבוהה בביקורת בין 89-30 יום לאחר ההמלטה של מבכירות ו-75 יום לאחר ההמלטה של פרות.

חושבו מרכיבי-שונות ושונות משותפת לתכונות חלב, שומן, חמ"מ, אחוז שומן והתמדה, לחוד תחלובות ראשונה ושניה. הנתונים נותחו בתוך עדר/שנה/עונה, במבנה של פרות מקוננות בתוך בתי אב של הפרים והפרים

טבלה 1. ממוצעים וסטיות תקן של נתוני חלב, שומן, % שומן וחמ"מ שנתיים

שנה	תחלובות	חלב	שומן	% שומן	חמ"מ
1976	13254	7434±1435	229.9±43.1	3.12±.37	7280±1331
1977	24415	7487±1437	232.7±44.4	3.13±.38	7344±1342
1978	24744	7716±1394	241.4±42.5	3.15±.38	7583±1288
1979	24237	7781±1427	244.4±44.0	3.16±.37	7657±1331
1980	25389	7993±1475	256.9±45.3	3.24±.34	7924±1387
1981	29001	8221±1484	261.8±44.2	3.20±.31	8126±1390
1982	29527	8421±1527	269.0±44.6	3.22±.32	8332±1418
1983	14212	8680±1583	276.1±45.7	3.21±.33	8577±1462
מקדם גרסיה פוטיפי	180	180	6.9	.015	190
גוטי	107.4	107.4	2.56	-.0093	97.9
גוטי ב- % מפוטיפי	60%	60%	37%	—	52%

טבלה 2. אומדני תורשתיות ומתאמים בתוך עדר/שנה/עונה וקבוצה גנטית לתכונות ייצור חלב

	תורשתיות		מתאמים בין תת- I ו- II	
	תחלובה I	תחלובה II	גוטי (פר)	שאריתי (פרה)
חלב, ק"ג	.13	.14	.70	.46
שומן, ק"ג	.10	.11	.79	.40
שומן, %	.17	.19	.96	.53
חמ"מ, ק"ג	.12	.13	.68	.44
התמדה, %	.09	.10	.81	.17

טבלה 3: מתאמים גנטיים (מעל לאלכסון) ומתאמים בתוך פרה (מתחת לאלכסון) בין תכונות ייצור חלב בתחלובה ראשונה.

חלב ק"ג	שומן ק"ג	שומן %	חמ"מ ק"ג	התמדה %
חלב, ק"ג	.81	-.65	.99	.56
שומן, ק"ג	.86	-.06	.89	.60
שומן, %	-.52	-.03	-.49	.59
חמ"מ, ק"ג	.99	.93	.31	
התמדה, %	.30	.31		

שבאחוז השומן היתה נסיגה גנטית שנתית בשיעור של 0.0093% שהם 0.065% ב-8 שנים. 1978-80. אומדני התורשתיות לתכונות החלב מוצגים בטבלה 2. התורשתיות הגבוהה ביותר לאחוז

4-1. ההתקדמות הגנטית לא היתה אחידה, השינויים הגנטיים והפנוטיפיים מוצגים בציורים

המתאם השאריתי הוא המתאם אצל אותה פרה מעבר למתאם במסגרת קבוצת אחיות.

המתאם בתוך פרה בין התחלובות לתכונות ייצור חלב ושומן הוא בשיעור של כ-0.5, בעוד שלתכונות ההתמדה המתאם קרוב לאפס. לכן, לא ניתן לחזות את ההתמדה בתחלובה שניה של פרה על בסיס תחלובתה הראשונה.

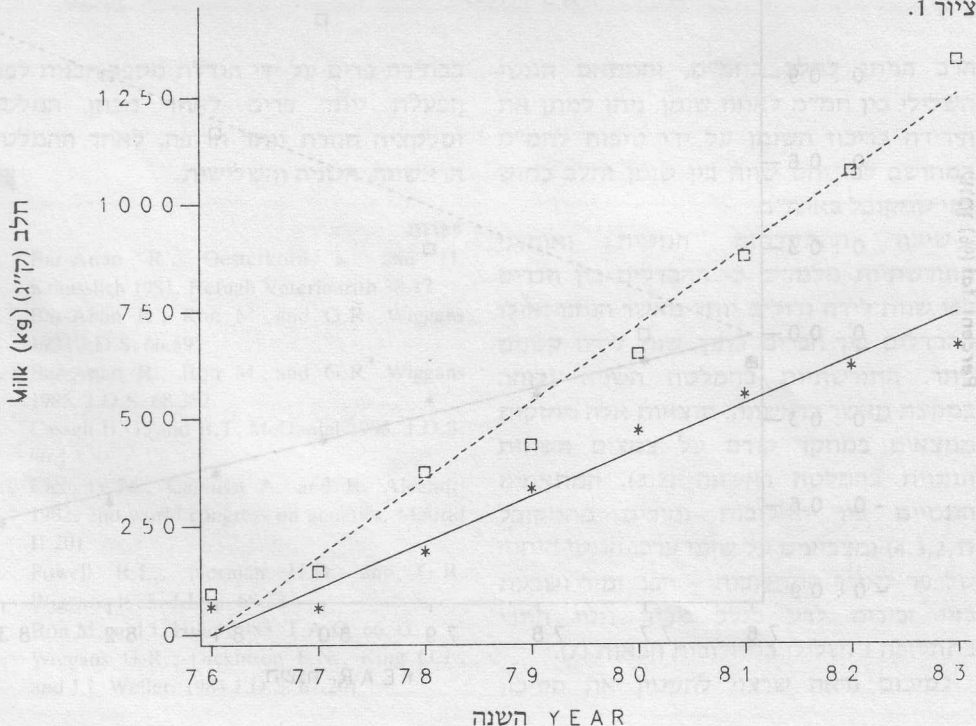
דיון

שרבולט מנורבגיה העריך שבכמה אוכלוסיות בקר לחלב ההתקדמות הגנטית היא כ-1% לשנה אך ברוב האוכלוסיות רק כ-0.5%. בארה"ב דווח (6) על התקדמות גנטית שנתית בין השנים 1977 ו-1983 בשיעור של 98 ק"ג חלב מתוקן לגיל מבוגר, ובאיטליה (5) על התקדמות גנטית שנתית של 0.4% באוכלוסית הבקר שלנו ההתקדמות הגנטית השנתית הממוצעת היתה מעל 1% בחמ"מ, שהיא תכונת היעד העיקרית בטיפוח, וההתקדמות הפנוטיפית מעל 2% לשנה. הנסיגה הגנטית באחוז שומן בשיעור 0.065% בתום 8 שנים היא פועל יוצא למשקל

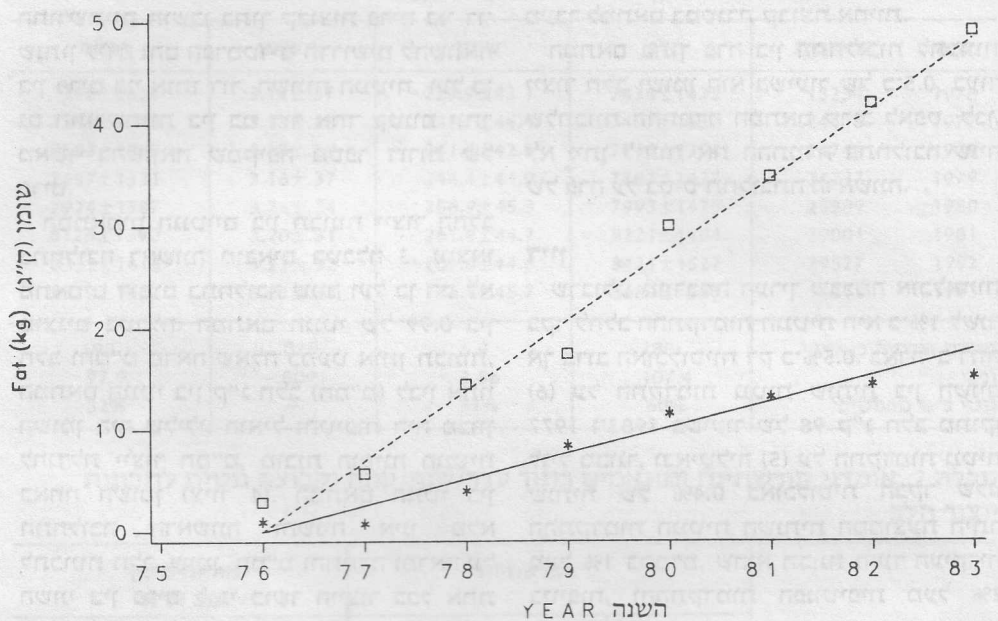
שומן והנמוכה ביותר לאחוז התמדה. אומדני התורשתיות חושבו בתוך קבוצות פרים בני דור שנתון לידה והם הפרמטרים הדרושים להשוואה בין פרים בני אותו דור. השונות הגנטית, ועל כן גם התורשתיות בין בני דור אחד קטנות יותר מאשר בהשוואה שמקיפה מספר דורות של פרים.

המתאמים הגנטיים בין תכונות ייצור החלב בתחלובה ראשונה מובאים בטבלה 3. נמצאו מתאמים דומים בתחלובה שניה ועל כן הם לא מוצגים בטבלה. המתאם הגנטי של 0.99 בין חלב וחמ"מ מראה שאלה כמעט אותן תכונות, המתאם הגנטי בין ק"ג חלב (חמ"מ) לבין אחוז השומן היה שלילי. הואיל והטיפול היה מכוון להגדלת ייצור חמ"מ, מובנת הנסיגה הגנטית באחוז השומן (ציור 4). המתאם הגנטי בין התחלובה הראשונה והשניה אינו מלא לתכונות חלב, שומן, חמ"מ והתמדה ומראה על השוני בין פרים לגבי כושר הייצור בכל אחת מהתחלובות. לעומת זאת, לגבי אחוז השומן המתאם הגנטי בין התחלובות הוא כמעט מלא.

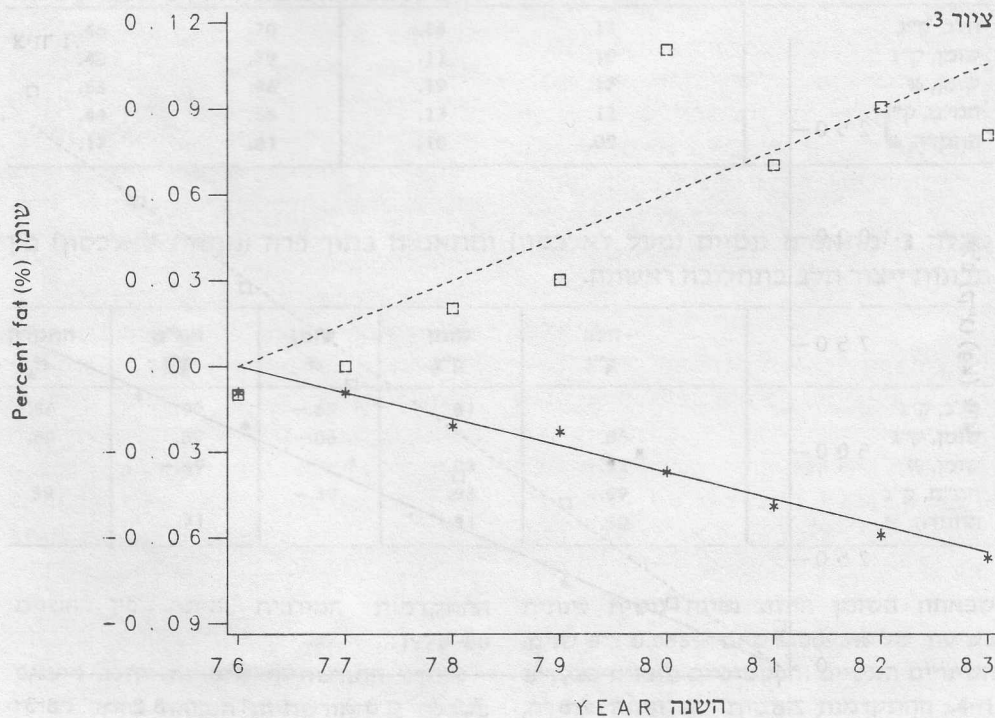
ציור 1.

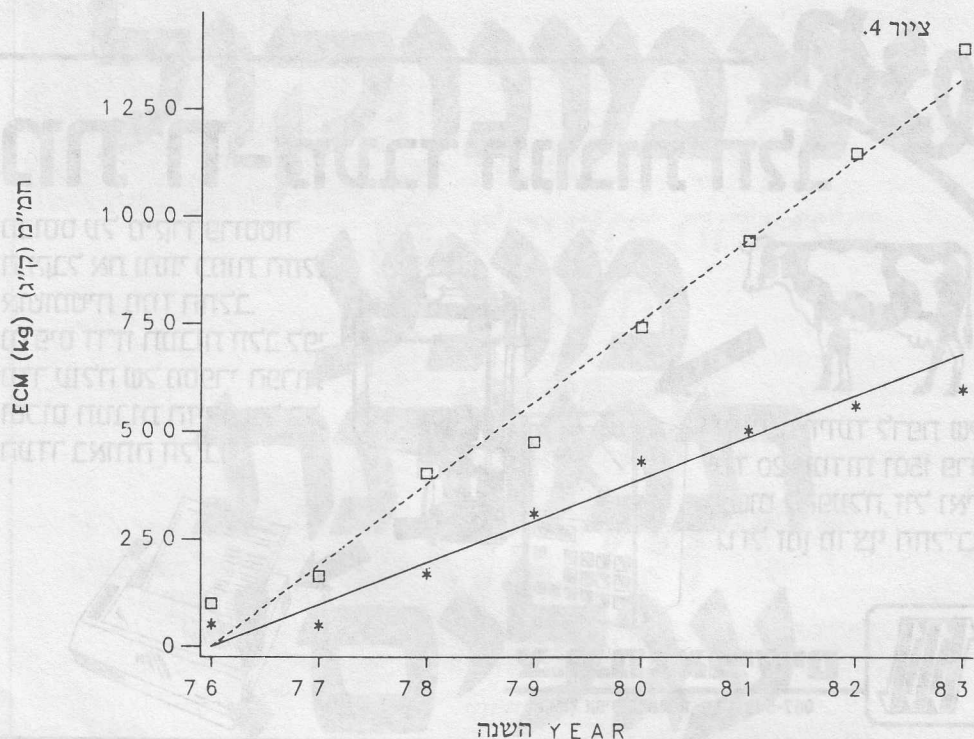


ציור 2.



ציור 3.





בבחירת פרים על ידי הגדלת מספר הבנות לפר, הפעלת יותר פרים לאחר מבחן המלטה וסלקציה חוזרת יותר חריפה, לאחר ההמלטה הראשונה, השניה והשלישית.

הרב הניתן לחלב בחמ"מ, והמתאם הגנטי השלילי בין חמ"מ לאחוז שומן. ניתן למתן את הירידה בריכוז השומן על ידי טיפוח לחמ"מ המחושב לפי יחס שווה בין שומן וחלב כחוש כפי שמקובל בארה"ב.

ספרות

1. Bar-Anan R., Oesterkorn K. and H. Kräusslich 1981. Refuah Veterinarith 38,17
2. Bar-Anan R., Ron M. and G.R. Wiggans 1983 J.D.S. 66,595
3. Bar-Anan R., Ron M. and G.R. Wiggans 1985. J.D.S. 68,382
4. Cassell B.G. and B.T. McDaniel 1983. J.D.S. 66,1
5. Cicogna M., Camussi A. and R. Aleandri 1982. 2nd world congress on genetics. Madrid II,201
6. Powell R.L., Norman H.D. and G.R. Wiggans 1985. J.D.S. 68,22
7. Ron M. and J. Hillel 1983. T.A.G. 66,93
8. Wiggans G.R., Dickinson F.N., King G.J., and J.I. Weller. 1984 J.D.S. 67,201

שיעור ההתקדמות הגנטית ואומדני התורשתיות מלמדים כי ההבדלים בין הפרים לפי שנות-לידה גדולים יותר מאשר הנחנו ואילו ההבדלים בין הפרים בתוך שנת לידה קטנים יותר. התורשתיות בהמלטה השניה גבוהה במקצת מאשר בראשונה. תוצאות אלה מחזקות ממצאים במחקר קודם על צמצום השונות הגנטית בהמלטה ראשונה (3,2). המתאמים הגנטיים בין תחלובות נמוכים מהמקובל (4,3,2,1) ומצביעים על שינוי ערכו הגנטי היחסי של פר לאורך התחלובות - הפר זמיר ושבעת בניו זכורים לרע בגלל מבחן גנטי חיובי בתחלובה 1 ושלילי בתחלובות הבאות (7). לסיכום נראה שרצוי להקטין את הסיכון