

תוכנית מחקר מספר: 983-0040-23. סיכום המחקר

שם התוכנית: ניתוח גנטי וסביבתי של משך זמן העלאת גירה ברפת החלב הישראלית.

Genetic and environmental analysis of the rumination time in the Israeli dairy cows.

אפרים עזרא¹, בועז חנוכי¹, יניב לבון¹, יהודה ולר¹

¹התאחדות יצרני החלב בישראל, קיסריה.

תקציר:

הפחתת פליטת מתאן עשויה להיות הכרחית לייצור חלב בר קיימא. מספר מחקרים מצביעים על קשר בין משך זמן העלאת גירה לרמת פליטת מתאן. מטרת המחקר: לאמוד את א. הגורמים הסביבתיים המשפיעים על משך זמן העלאת גירה יומי בבקר לחלב עם תנובה גבוהה, ב. הגורמים הגנטיים למשך זמן העלאת גירה על פני התחלובות, ג. מתאמים סביבתיים וגנטיים בין משך זמן העלאת גירה ותכונות כלכליות ד. לחזות את התוצאה של הכללת תכונה זו באינדקס הטיפוח הישראלי. הנתונים כללו יותר מ-30 מיליון רשומות יומיות של למעלה מ-77,000 פרות הולשטיין ישראליות עבור משך זמן העלאת גירה וייצור חלב. המדד המתוקן לתחלובה של משך זמן העלאת גירה יומי לכל פרה חושב כשאריות מניתוח מודל ליניארי עם משך זמן העלאת גירה כמשתנה התלוי, המשתנים הבלתי תלויים היו ימי חליבה ומספר תחלובה. בגלל צורת עקומת התחלובה עבור משך זמן העלאת גירה, נותחו בנפרד רשומות של עד 40 ימי חליבה ורשומות מעל 40 ועד 305 יום. אותו מודל שימש לניתוח ייצור חלב יומי. המתאם הפנוטיפי בין תחלובה ראשונה ושנייה עבור משך זמן העלאת גירה היה קרוב ל 0.8, ועבור ק"ג חלב קרוב ל-0.7. תורשתיות משך זמן העלאת גירה הייתה קרובה ל-0.44 עבור תחלובות 1-3. תורשתיות לייצור חלב ירדה מ-0.5 בתחלובה ראשונה ל-0.3 בתחלובה שלישית. עבור שתי התכונות המתאמים הגנטיים בין תחלובות היו כולם < 0.9 . לפיכך, לניתוח גנטי שגרתי של משך זמן העלאת גירה, רשומות בתחלובות השונות יכולות להיחשב לאותה תכונה. המתאם הגנטי בין משך זמן העלאת גירה לק"ג חלב בתחלובה הראשונה היה 0.25 ועלה מעט עם עלייה במספר התחלובה. מתאמים גנטיים בין משך זמן העלאת גירה, בהתבסס על 40 ימי החליבה הראשונים לבין דלקת רחם, קטוזיס והיסט קיבה, היו שליליים כלומר מהיבט כלכלי חיוביים. המתאם עם אצירת שלייה היה חיובי כלומר שלילי מבחינה כלכלית. מתאמים גנטיים בין משך זמן העלאת גירה לבין 9 התכונות הנכללות באינדקס הטיפוח הישראלי; ייצור חלב, שומן וחלבון, לוג תאים סומטיים, פוריות, הישרדות, התמדה בייצור חלב, קלות המלטה ותמותת וולדות; כולם היו רצויים מבחינה כלכלית, למעט המתאם של 0.17 עם לוג תאים סומטיים. המתאם הגבוה ביותר היה 0.3 עם ייצור חלבון. המתאמים הסביבתיים הגבוהים ביותר עם משך זמן העלאת גירה היו לק"ג חלב וחלבון, שניהם 0.22. משך זמן העלאת גירה יומי (ממוצע 536 דקות וסטיית תקן של 90 דקות) צפוי לעלות ב-11 דקות ביום לאחר 10 שנים של סלקציה באינדקס הנוכחי. הכללת התכונה במשקל של כ-10% מהאינדקס תגדיל את משך זמן העלאת גירה ב-19 דקות, בנוסף עקב הכללת התכונה באינדקס צפוי שיפור כלכלי בהתקדמות הגנטית לכול התכונות למעט שומן ו-לוג תאים סומטיים. הכללת משך זמן העלאת גירה באינדקס לעומת האינדקס הנוכחי עשויה לגרום לירידה של 1 ק"ג שומן, עלייה זעירה של 0.03 (לא רצוי) עבור לוג תאים סומטיים; עלייה של 1.5 ק"ג חלבון, 0.3% פוריות בנות ושל 5 ימים בהישרדות. למרות שהמתאם גנטי בין משך זמן העלאת גירה לפליטת מתאן נמוך יחסית, הכללת תכונה זו באינדקס הטיפוח הישראלי עשויה להיות מוצדקת, במיוחד בהתחשב בכך שאיסוף הנתון זמין ובמחיר סביר.

Abstract

Reduction of methane emission may become necessary for sustainable milk production. Several studies indicate a relationship between rumination time and the level of methane emission. The objectives of the current study were to estimate environmental factors affecting daily rumination time in high yielding dairy cattle, genetic parameters for rumination time across parities, environmental and genetic correlations between rumination time and economic traits and to predict the consequence of inclusion of this trait in the Israeli breeding index. The data included more than 30 million daily records from over 77,000 Israeli Holstein cows for rumination time and milk production. A lactation measure of daily rumination time per cow was computed as the residuals from a linear model analysis with rumination time as the dependent variable. The independent variables were days in milk and parity. Because of the shape of the lactation curve for rumination time, records up to 40 DIM and records with > 40 DIM were analyzed separately. The same model was used to analyze daily milk production records. The phenotypic correlation between first and second parity lactations for rumination time was nearly 0.8, and close to 0.7 for milk. The heritability of rumination time was close to 0.44 for parities 1-3. Heritability for milk production decreased from 0.5 in first parity to 0.3 in third parity. For both traits genetic correlations among parities were all > 0.9. Thus, for routine genetic analysis of rumination time, records in the different parities can be considered the same trait. The genetic correlation between rumination time and milk on first parity was 0.25 and increased slightly with increase in parity. Genetic correlations between rumination time, based on the first 40 days in milk, were economically unfavorable with retained placenta but economically favorable with metritis, ketosis and displaced abdomen. Genetic correlations between rumination time and the 9 traits included in the Israeli breeding index; milk, fat, and protein production, SCS, female fertility, herd-life, milk production persistency, calving ease, and calf mortality; were all economically favorable, except for the correlation of 0.17 with SCS. The highest correlation was 0.3 with protein production. The highest environmental correlations between rumination time and the other traits were with milk and protein, both 0.22. With the current index, daily rumination time with a current mean of 536 min and standard deviation of 90 min is expected to increase by 11 minutes per day after 10 years of selection. Inclusion of this trait with an index weight equivalent to 10% of the index should increase rumination time by 19 minutes. All changes in expected gains due to inclusion of rumination time in the index were economically positive, except for fat and SCS. Inclusion of rumination time in the index should result in 1 kg less gain in fat, a miniscule gain of 0.03 for SCS; and gains of 1.5 kg protein, 0.3% female fertility and 5 d herd-life. Even though the case for a genetic correlation between rumination time and methane emission is still weak, inclusion of this trait in the commercial index may be justified, especially considering that equipment is now commercially available for routine recording at reasonable cost.

1. מבוא ותיאור הבעיה.

שיפור משך העלאת גירה עשוי להפחית את זיהום המתאן (5) ולשפר את תכונות הרבייה שסייעו לרווחת הפרה (10,3,2,8). בשנים האחרונות בוצעו מחקרים רבים אשר מצאו קשר בין משך זמן העלאת גירה לבין מועד המלטה, אופן המלטה, מחלות המלטה ופוריות (3,8,2,10). במחקרים (4,1) נמצאה תורשתיות של 0.28-0.34 למשך זמן העלאת גירה. המתאם הגנטי עם תכונות ייצור היה בדרך כלל נמוך מאוד להוציא עם ק"ג שומן, 0.31- (4). במחקר (1) נמצא שמשך העלאת גירה הינו אינדיקטור חלש לצריכת חומר יבש.

במערכת ספר העדר הוקמה מערכת קליטת נתונים יומיים של משך העלאת גירה. הנתונים מגיעים מתוך מערכות האון ליין (SCR) לתוכנת ניהול עדר חלב, נעה, ומשם לספר העדר. כיום התכונה משמשת את מערכות האון ליין ברפת לניטור בעיות בריאות ובמודל ביקור רופא בנעה.

מסד הנתונים של ספר העדר מאפשר לאפיין את משך העלאת גירה ולבחון את הקשר הגנטי לתכונות ייצור, הישרדות, אופן המלטה, מחלות המלטה ועומס חום. בהמשך נבחן את האפשרות לכלול את התכונה באינדקס הטיפוח הישראלי.

2. מטרות המחקר.

- אפיין התכונה משך העלאת גירה ביום בדקות: לפי מס' תחלובה (1,2,3, +4), ימים מהמלטה, תקופת היובש, עומס חום, אופן המלטה ומחלות המלטה.
- בחינת הקשר בין התכונה לתכונות ייצור חלב, פוריות, סת"ס, הישרדות, אופן המלטה ומחלות המלטה.
- ניתוח פרמטרים גנטיים וסביבתיים.
- ניתוח הקשר הגנטי לה"ק, פוריות, סת"ס, התמדה, מחלות המלטה והישרדות.
- פיתוח מבחן פרים/פרות לתכונה.
- בחינת הכללת התכונה באינדקס הטיפוח.

3. שיטות העבודה:

(א) במערכת ספר העדר הוקמה תשתית לאיסוף נתונים יומיים של משך זמן העלאת גירה ביום בדקות. (ב) הנתונים מוזגו עם נתוני חלב יומי, חלב, שומן, חלבון וספירת תאים סומטיים מביקורת חלב, אופן המלטה ומחלות המלטה כפי שדווחו. (ג) שיטות הניתוח הם חבילות תוכנה SAS לניתוח פנוטיפי, AIREMLf90 לניתוח פרמטרים גנטיים וכתובת תוכנית מחשב ייעודית למבחן פרים.

4. ניתוח הנתונים, שיטות וחומרים

4.1 נתונים לניתוח הפנוטיפי והגנטי. הניתוח יתפרסם במאמר שהתקבל (12) ב J. Dairy Sci.

בסיס הנתונים לניתוח כלל 30,954,043 רשומות יומיות של משך זמן העלאת גירה בדקות וחלב יומי ב-ק"ג מ-77,697 פרות שנאספו בשנים 2019-2023.

בטבלה 1 מוצגים מספר הרשומות, ממוצע וסטיית תקן לפי שנת המלטה.

משך זמן העלאת גירה		מספר רשומות יומיות	שנת המלטה
סטטיית תקן	ממוצע		
87	535	3,286,782	2019
90	533	8,873,312	2020
88	536	9,288,002	2021
89	539	8,539,147	2022
106	539	966,800	2023
90	536	30,954,043	ס"ה

לצורך הניתוח נשלפו הנתונים הבאים: תחלובות 1-6, ימי חליבה מהמלטה ועד 305 יום, רשומות עם משך זמן העלאת גירה גדול מ 50 וקטן מ 1000 דקות. כול הנתונים נשלפו ממשקי SCR recording , SCR recording system (SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel).

לצורך ניתוח הנתונים יצרנו 7 קבצים והוגדרו 3 תכונות חדשות: משך העלאת גירה בדקות מהמלטה ועד 40 יום, בין 305-41 יום ומהמלטה ועד 305 ימים. בהתאמה הוגדרו תכונות ק"ג חלב יומי. קושי בהמלטה מוגדר ב-4 רמות: ללא התערבות, קל, קשה וניתוח. מחלות המלטה כללו את התכונות הבאות: דלקת רחם, אצירת שלייה, קטוזיס והיפוך קיבה. ציון מצב גופני היה בתחום 1.5-4.75 במרווחים של 0.25 יחידות.

נתוני משך העלאת גירה וק"ג חלב יומי חושבו מהמלטה ועד 40 ימי חליבה (לפני שיא החלב), מ-41 ימי חליבה ועד 305 ומהמלטה ועד 305 ימי חליבה. תיאור 7 קבצי הניתוח מובא בטבלה 2.

טבלה 2 – תיאור קבצי הנתונים בניתוח.

מספר		רשומות	סוג הניתוח	תחלובה	ימי חליבה	סוג הרשומה	תכונה לניתוח	מספר קובץ הנתונים
מספר פרים ופרות	מספר עדר/שנה /עונה							
77,697	-	4,423,874	מודל לינארי	1-6	0-40	יומי	משך העלאת גירה	1
77,697	-	26,465,996	מודל לינארי	1-6	41-305	יומי	משך העלאת גירה	2
76,713	1,184	33,649	ניתוח גורמי שוניות	1-3	0-305	תחלובה	משך העלאת גירה	3
76,713	1,184	33,649	ניתוח גורמי שוניות	1	0-305	תחלובה	משך זמן העלאת גירה, תכונות מחלות המלטה, קושי בהמלטה, ציון מצב גופני	4
69,229	1,005	33,649		1	0-40, 41-305	תחלובה חלקית	משך זמן העלאת גירה עד 40 ימי חליבה מול 41-305	5
80,582	1,061	38,546	ניתוח גורמי שוניות	1	0-40	תחלובה חלקית	משך זמן העלאת גירה, תכונות מחלות המלטה, קושי בהמלטה, ציון מצב גופני	6
60,885	1,028	24,970		1	0-305	תחלובה	9 תכונות אינדקס טיפוח	7

הניתוח בוצע על השארית ממודל לינארי (מתוקן לגורמים במודל) לפי המודל הבא:

$$RT_{ijk} = P_i + P_i * S_j + P_i * L_j + P_i * Q_j + P_i * N_j + e_{ijk} \quad (1)$$

RT – משך העלאת גירה בדקות. כאשר P – מספר תחלובה, S , L , Q , N הם שורש ימי חליבה, ימי חליבה, ימי חליבה בריבוע ואחד חלקי ימי חליבה בהתאמה, ו- e השארית של המודל.

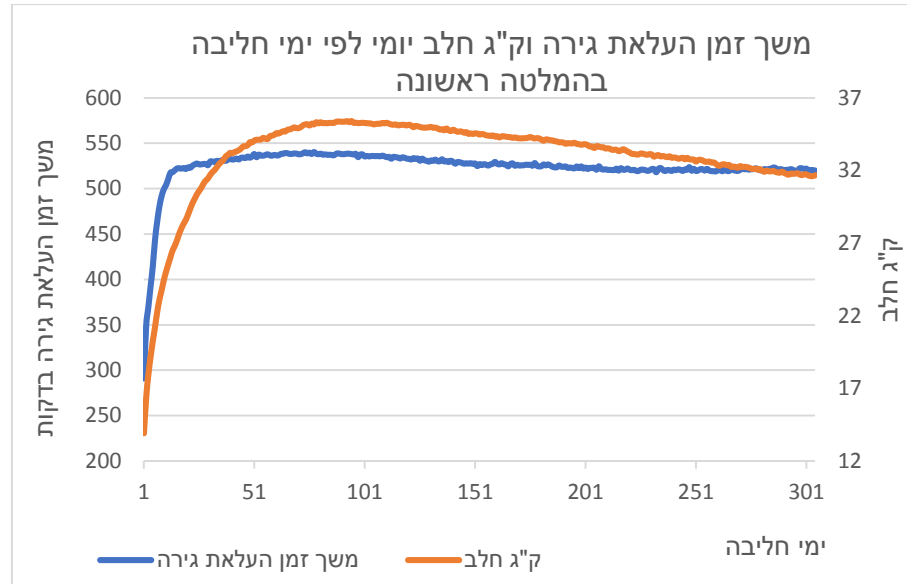
הניתוח הגנטי התבצע לפי המודל הבא:

$$RL_{ijklm} = G_{ij} + a_{ik} + HYS_{il} + e_{ijkl} \quad (2)$$

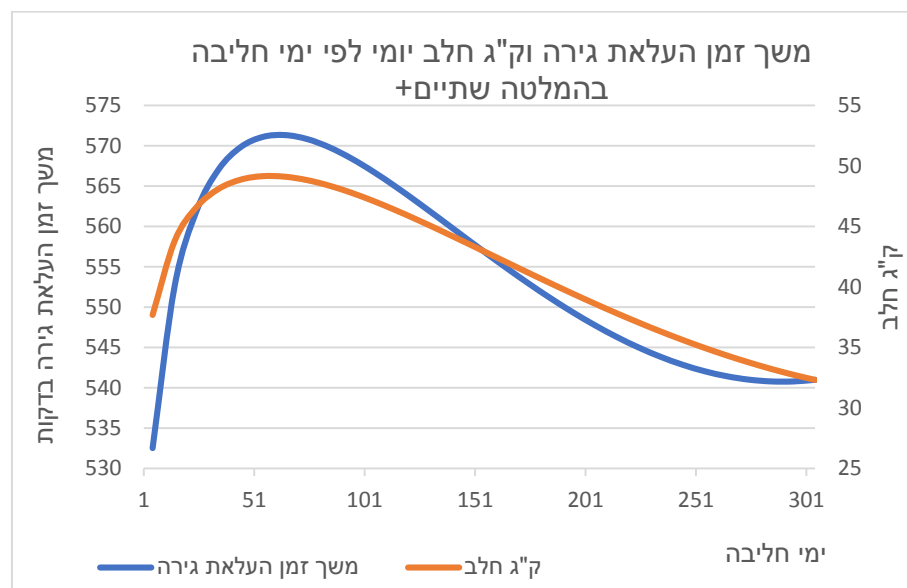
RL – משך העלאת גירה בדקות כפי שחושב ב- משוואה (1). כאשר G – גורם קבוע של הקבוצה גנטית לה שייכת הפרה, a – אפקט תוספתי/אקראי של הפרה, HYS – גורם קבוע עדר/שנה/עונה.

4.2 תוצאות פנוטיפיות

ניתוח פנוטיפ של משך זמן העלאת גירה בדקות וק"ג חלב יומי מוצג בגרפים 1,2.
גרף 1 – משך זמן העלאת גירה לפי ימי חליבה לתחלובה ראשונה. קבצים 1 ו-2.



גרף 2 – משך זמן העלאת גירה לפי ימי חליבה לתחלבות שנייה + קבצים 1 ו-2.



מגרף 1 :

- בהמלטה ראשונה שיא החלב בכ-90 ימי חליבה 35.4 ק"ג ומשך זמן העלאת גירה שווה ל-540 דקות קצב העלייה של משך זמן העלאת גירה מהמלטה מהיר יותר מאשר ק"ג חלב. בדומה לק"ג חלב שיעור ההתמדה של משך העלאת גירה בתחלובה ראשונה גבוה.
- בהמלטה שנייה + שיא החלב בכ-55 ימי חליבה שווה לכ-49.1 ק"ג ויורד ב-305 יום ל-32.3. משך זמן העלאת גירה בשיא שווה ל-571 דקות ב-55 ימי חליבה ויורד ל-540 ב-305 ימים מהמלטה.

בניתוח קובץ 4, משך זמן העלאת גירה ל-305 יום לתחלובה ראשונה, התקבל שהפער בין פרות שהמליטו קל/ללא התערבות לקשה שווה ל-1.7 דקות והפער בין פרות שהמליטו קל/ללא התערבות לניתוח 11.4 דקות. חישוב ל-30 ימים הראשונים הראה פער ממוצע של 17 דקות ליום בין המלטה קלה/ללא התערבות לקשה. מתאמים פנוטיפיים בין התכונות לפי תחלובה (1,2,3). מתוך קובץ מספר 3. משך העלאת גירה וק"ג חלב ל-305 יום.

טבלה 3 – מתאמים של משך זמן העלאת גירה וק"ג חלב ל-305 יום בין התחלובות ובין המשתנים.

מתאם					מספר רשומות	תחלובה	תכונה
ק"ג חלב			העלאת גירה				
3	2	1	3	2			
0.15	0.15	0.25	0.69	0.79	33,649	1	משך זמן העלאת גירה
0.18	0.26	0.18	0.84		16,043	2	
0.27	0.18	0.16			5,029	3	
0.58	0.67				33,649	1	ק"ג חלב יומי
0.66					16,043	2	
					5,029	3	

המתאמים בין התחלובות למשך העלאת גירה שווים ל-0.79 (בין תחלובה 1,2) ו-0.69 (בין תחלובה 1,3) ו-0.84 (בין תחלובה 3,2). המתאמים בין התחלובות לק"ג חלב שווים ל-0.67 (בין תחלובה 1,2) ו-0.58 (בין תחלובה 1,3) ו-0.66 (בין תחלובה 3,2). המתאמים בין משך העלאת גירה לק"ג חלב חיוביים ונמוכים יחסית, אבל רצויים מהיבט הכלכלי. התאמים לתחלובות 1,2,3 הם 0.27, 0.26, 0.25 בהתאמה.

4.3 ניתוח גנטי.

טבלה 4 – תורשתיות (על האלכסון) מתאמים גנטיים (מעל האלכסון) מתאמים סביבתיים (מתחת לאלכסון) בהמלטות 1-3. קובץ נתונים 3. משך העלאת גירה וק"ג חלב ל-305 יום.

ק"ג חלב			משך זמן העלאת גירה			תחלובה	תכונה
3	2	1	3	2	1		
0.30±0.06	0.25±0.04	0.25±0.04	0.95±0.04	0.97±0.01	0.44±0.02	1	משך זמן העלאת גירה
0.28±0.06	0.24±0.05	0.20±0.04	0.99±0.01	0.45±0.03	0.65±0.01	2	
0.33±0.06	0.29±0.10	0.23±0.05	0.44±0.03	0.67±0.01	0.48±0.01	3	
0.91±0.02	0.93±0.01	0.49±0.02	0.08±0.03	0.12±0.01	0.23±0.02	1	ק"ג חלב יומי
0.98±0.01	0.40±0.03	0.50±0.02	0.11±0.03	0.26±0.02	0.11±0.02	2	
0.30±0.03	0.55±0.02	0.40±0.02	0.23±0.03	0.12±0.03	0.08±0.03	3	

מטבלה 4 :

- תורשתיות משך זמן העלאת גירה בתחלובות 1-3 דומה, 0.44. התורשתיות לק"ג חלב יורדת עם מספר התחלובה; מ-0.49 לתחלובה ראשונה, 0.40 שנייה ו-0.3 בתחלובה שלישית.

- המתאמים הגנטיים בין התחלובות חיוביים וגבוהים; מעל 0.95 למשך זמן העלאת גירה ולק"ג חלב, להוציא המתאם בין תחלובות 1,3 לק"ג חלב, 0.91.
- המתאמים הגנטיים בין משך זמן העלאת גירה לק"ג חלב חיוביים בינוני – נמוך בין 0.2-0.33.
- המתאמים הסביבתיים בין התחלובות למשך זמן העלאת גירה בינונים-גבוהים; 0.65 בין תחלובות 1,2 ו-0.67 בין תחלובות 2,3 ובין תחלובות רחוקות 1,3 0.48.
- המתאמים הסביבתיים בין התחלובות לק"ג חלב חיוביים בינונים; 0.50 בין תחלובות 1,2 ו-0.55 בין תחלובות 2,3 ובין תחלובות רחוקות 1,3 0.40.
- המתאמים הסביבתיים בין משך זמן העלאת גירה לבין ק"ג חלב חיוביים ונמוכים; בטווח של 0.23-0.11.

טבלה 5 – תורשתיות (על האלכסון) מתאמים גנטיים (מעל האלכסון) מתאמים סביבתיים (מתחת לאלכסון). קובץ נתונים 5. משך העלאת גירה וק"ג חלב ל-0-40 יום, 41-305 יום בתחלובה ראשונה.

ימי חליבה				תכונה	ימי חליבה
41-305		0-40			
ק"ג חלב	משך זמן העלאת גירה	ק"ג חלב	משך זמן העלאת גירה		ק"ג חלב
0.22±0.05	0.84±0.02	0.30±0.05	0.34±0.02	משך זמן העלאת גירה	0-40
0.81±0.02	0.26±0.05	0.29±0.02	0.26±0.02	ק"ג חלב	
0.27±0.04	0.43±0.02	0.15±0.02	0.49±0.02	משך זמן העלאת גירה	41-305
0.49±0.02	0.21±0.03	0.65±0.01	0.12±0.05	ק"ג חלב	

מטבלה 5 :

- תורשתיות משך זמן העלאת גירה ב-0-40 יום שווה ל-0.34 ונמוכה מאשר 41-305 יום, 0.43.
- תורשתיות ק"ג חלב ב-0-40 יום שווה ל-0.29 ונמוכה מאשר 41-305 יום, 0.49.
- המתאם הגנטי בין משך זמן העלאת גירה ב-0-40 ו-41-305 גבוה ושווה ל-0.84.
- המתאם הגנטי בין ק"ג חלב ב-0-40 ו-41-305 גבוה ושווה ל-0.81.
- המתאם הגנטי בין משך זמן חליבה לבין ק"ג חלב ב-0-40, 41-305 שווה ל-0.30, 0.27 בהתאמה.

טבלה 6 – תורשתיות (על האלכסון) מתאמים גנטיים (מעל האלכסון) מתאמים סביבתיים (מתחת לאלכסון) בהמלטה ראשונה. קובץ נתונים 6. משך העלאת גירה וק"ג חלב ל-40-0 יום, נתוני מחלות המלטה ומצב גופני בהמלטה בתחלובה ראשונה.

תכונה	משך זמן העלאת גיר ק"ג חלב	אצירת שלייה	דלקת רחם	קטוזיס	היפוך קיבה	ציון גופני בהמלט
משך זמן העלאת גירה	0.316+0.010	0.21+0.02	-0.05+0.03	-0.2+0.03	-0.15+0.03	-0.16+0.02
ק"ג חלב	0.24+0.01	0.48+0.03	0.18+0.03	0.29+0.03	0.22+0.03	0.04+0.02
אצירת שלייה	-0.09+0.01	0.007+0.001	0.38+0.03	0.21+0.03	0.04+0.01	0.05+0.03
דלקת רחם	-0.15+0.01	0.12+0.01	0.06+0.002	0.51+0.02	0.37+0.01	-0.06+0.03
קטוזיס	0.02+0.01	0.02+0.01	0.12+0.01	0.051+0.005	0.49+0.01	0.10+0.03
היפוך קיבה	-0.08+0.01	0.01+0.01	0.01+0.01	0.09+0.01	0.003+0.001	0.03+0.03
ציון גופני בהמלטה	-0.02+0.01	0.01+0.01	-0.1+0.01	-0.02+0.01	0.01+0.01	0.25+0.005

מטבלה 6 :

- התורשתיות של תכונות מחלות המלטה בדרך כלל נמוכה; קטנה 0.01 (אחוז) לאצירת שלייה והיפוך קיבה, 0.06, 0.05 (5,6 אחוזים) לדלקת רחם וקטוזיס. התורשתיות למשך זמן העלאת גירה וק"ג חלב נמוכה מאשר קובץ (3) תחלובות 0-305 יום ושווה ל-0.316, 0.24 בהתאמה. התורשתיות לציון גופני בהמלטה בינונית 0.25.
- המתאמים הגנטיים בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות בריאות לכול התכונות שליליים (להוציא אצירת שלייה, 0.28); כלומר ירידה במחלות המלטה עלייה במשך זמן העלאת גירה. המתאם הגנטי עם ציון מצב גופני בהמלטה שלילי, -0.16.
- המתאמים הסביבתיים בין משך זמן העלאת גירה לבין מחלות המלטה שליליים ונמוכים מאוד.

טבלה 7 – תורשתיות (על האלכסון) מתאמים גנטיים (מעל האלכסון) מתאמים סביבתיים (מתחת לאלכסון) בהמלטות ראשונה, קובץ נתונים 4. משך העלאת גירה ל-305-0 יום, נתוני מחלות המלטה ומצב גופני בהמלטה בתחלובה ראשונה.

תכונה	משך זמן העלאת	אצירת שלייה	דלקת רחם	קטוזיס	היפוך קיבה	ציון גופני בהמלט
משך זמן העלאת גירה	0.43+0.021	0.26+0.12	-0.04+0.04	-0.04+0.05	0.01+0.01	-0.09+0.03
אצירת שלייה	0.01+0.01	0.003+0.001	0.22+0.14	0.13+0.15	-0.4+0.06	-0.05+0.13
דלקת רחם	-0.02+0.01	0.11+0.01	0.054+0.006	0.71+0.05	0.47+0.10	-0.09+0.06
קטוזיס	0.01+0.01	0.03+0.01	0.12+0.01	0.045+0.005	0.68+0.04	-0.25+0.06
היפוך קיבה	-0.02+0.01	0.01+0.01	0.01+0.01	0.09+0.01	0.005+0.001	0.03+0.03
ציון גופני בהמלטה	-0.01+0.01	0.01+0.01	-0.09+0.01	0.02+0.01	0.02+0.01	0.217+0.012

מטבלה 7 :

- התורשתיות של תכונות מחלות המלטה בדרך כלל נמוכה; קטנה 0.01 (אחוז) לאצירת שלייה והיפוך קיבה, 0.054, 0.045 (4.5,5.5 אחוזים) לדלקת רחם וקטוזיס. התורשתיות למשך זמן העלאת גירה דומה לקובץ (3) תחלובות 0-305 יום ושווה ל-0.43. התורשתיות לציון גופני בהמלטה בינונית, 0.217.

- המתאמים הגנטיים בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות בריאות לכול התכונות שליליים (להוציא אצירת שלייה, 0.26); כלומר עלייה במשך זמן העלאת גירה מובילה לירידה במחלות המלטה. המתאם הגנטי עם ציון מצב גופני בהמלטה שלילי, -0.09.

- המתאמים הסביבתיים בין משך זמן העלאת גירה לבין מחלות המלטה שואפים לאפס.

•

טבלה 8 - תורשתיות (על האלכסון) מתאמים גנטיים (מעל האלכסון) מתאמים סביבתיים (מתחת לאלכסון) לזמן העלאת גירה ותכונות באינדקס הטיפוח הישראלי PD20 בהמלטה ראשונה. קובץ נתונים מספר 7.

תמוז וולד	המלטה קשה	שיעור התמדה	השרדות בימים	פוריות בנות	לוג סתס (לרת"ס)	ק"ג חלבון	ק"ג שומן	ק"ג חלב	משך זמן העלאת גירה	
63	-0.188	0.157	0.266	0.155	0.169	0.302	0.032	0.261	0.407	משך זמן העלאת גירה
13	0.167	0.217	0.481	-0.315	0.228	0.839	0.419	0.437	0.22	ק"ג חלב
52	-0.097	-0.092	0.135	-0.136	0.139	0.566	0.344	0.606	0.09	ק"ג שומן
101	0.038	0.04	0.412	-0.339	0.226	0.344	0.707	0.899	0.221	ק"ג חלבון
127	-0.162	-0.087	0.223	0.033	0.172	0.055	0.022	0.046	0.024	לוג סתס (לרת"ס)
173	-0.217	0.169	0.46	0.041	0.015	-0.015	-0.035	0.001	0.026	פוריות בנות
183	0.164	0.577	0.056	0.212	-0.013	0.315	0.226	0.304	0.088	השרדות בימים
09	-0.001	0.129	0.061	-0.026	-0.041	-0.035	-0.04	0.01	0.017	שיעור התמדה
01	0.022	0.009	0.027	-0.029	-0.016	-0.021	-0.029	-0.018	0.007	המלטה קשה
33	0.285	0.01	-0.019	-0.03	-0.018	-0.029	-0.038	-0.033	-0.015	תמותת וולדות

מטבלה 8:

- התורשתיות למשך זמן העלאת גירה שווה ל 0.407 ודומה לניתוח קודם (טבלה 7).
- המתאמים הגנטיים בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות באינדקס נמוכים בדרך כלל אך בכיוון הכלכלי הרצוי, כלומר משך זמן העלאת גירה גבוה יותר (רצוי מכיוון שמפחית זיהום מתאן) ק"ג חלב (מתאם גנטי = 0.261) גבוה יותר, ק"ג חלבון (0.302), ק"ג שומן (0.032), פוריות בנות (0.155), הישרדות בימים, שיעור התמדה (0.157), המתאם הגנטי עם תכונות המלטה שלילי (רצוי מהיבט כלכלי). המתאם הגנטי (0.169) עם לרת"ס אינו בכיוון כלכלי רצוי, משך זמן העלאת גירה גבוה יותר לרת"ס גבוה יותר.
- המתאמים הסביבתיים בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות באינדקס נמוכים מלבד המתאמים לייצור חלב וק"ג חלבון שהינם בינוניים (0.22) בכיוון החיובי.

4.3 שילוב התכונה באינדקס הטיפוח.

אינדקס הטיפוח PD20 מוצג בטבלה 9. האינדקס מכיל 8 תכונות עם משקל גדול מאפס. בשקלול מקדם התכונה וסטיית תקן של התכונה מתקבל שמשקל ק"ג שומן וחלבון כ-61% מהאינדקס, לוג תאים סומטיים (סמן לבריאות העטין), פוריות בנות והישרדות בימים כ-33% מהאינדקס. משקל שיעור התמדה, המלטות

קשות ותמותת וולדות נמוך יחסית, כ-6%. משקל משך זמן העלאת גירה וק"ג חלב שווה לאפס, כלומר לא נכללים באינדקס.

טבלה 9 – מקדמים ומשקל יחסי של תכונות באינדקס הטיפוח הישראלי PD20.

משקל באינדקס	סטיית תקן גנטית	מקדם התכונה באינדקס	תכונה
0	24.9	0	משך העלאת גירה
0	1041.5	0	ק"ג חלב
25.3%	38	9.94	ק"ג שומן
35.9%	27	19.88	ק"ג חלבון
10.0%	0.5	-300	לוג תאים סומטיים
13.9%	8	26	פוריות בנות, %
8.8%	218.9	0.6	הישרדות בימים
3.9%	5.8	10	התמדה, %
1.1%	5.3	-3	המלטה קשה, %
1.2%	3	-6	תמותת וולדות, %
100.0%	-	-	אינדקס PD20

חישוב ההתקדמות הגנטית ל-10 שנות טיפוח לפי שלושה אינדקסים מוצג בטבלה 10. נציין שקיימת התקדמות גנטית גם לתכונות שאינן נכללות באינדקס וזאת בגלל המתאם הגנטי הקיים לתכונות באינדקס. החישוב מתבצע: שימוש באינדקס בארבעה נתיבי טיפוח; אב לבת, אב לבן, אם לבת ואם לבן.

טבלה 10 – התקדמות הגנטית הצפויה בשימוש באינדקס לאחר 10 שנות טיפוח.

אינדקס 3	אינדקס 2	אינדקס 1	מקדם באינדקס	
5.5	2.6	0	משך זמן העלאת גירה	
התקדמות גנטית צפויה				
19	15	11.3	משך העלאת גירה	תכונה
1,152	1,129	1,103	ק"ג חלב	
41.1	41.6	42	ק"ג שומן	
35.4	34.7	34	ק"ג חלבון	
0.06	0.04	0.03	לוג תאים סומטיים	
0.6	0.42	0.26	פוריות בנות, %	
75.7	73.3	70.9	הישרדות בימים	
1.3	1.2	1.1	התמדה, %	
-0.6	-0.5	-0.4	המלטה קשה, %	
-1.8	-1.6	-1.5	תמותת וולדות, %	
1,369.10	1,297.10	1,232.40	אינדקס טיפוח נוכחי	
1264.6	1258.1	1,232.40	אינדקס טיפוח הכולל משך זמן העלאת גירה	

מטבלה 10:

אינדקס 1 – הוא האינדקס הנוכחי PD20, כלומר התכונה משך זמן אינה נכללת באינדקס.

אינדקס 2 – הוא האינדקס הנוכחי PD20, ובנוסף נכללת התכונה משך זמן העלאת גירה במשקל יחסי של 5%.

אינדקס 3 – הוא האינדקס הנוכחי PD20, ובנוסף נכללת התכונה משך זמן העלאת גירה במשקל יחסי של 10%.

ההתקדמות הגנטית הצפויה ב-10 שנים בשימוש באינדקס הנוכחי (אינדקס 1) שווה ל-1,232.4 יחידות אינדקס. ההתקדמות במשך זמן העלאת גירה צפויה להיות 11.3 דקות. כאמור למרות שמשקל התכונה באינדקס אפס, עדיין יש לצפות להתקדמות בתכונה בגלל המתאמים הגנטיים הרצויים בין התכונה לבין התכונות המרכיבות את האינדקס (להוציא לוג תאים סומטיים).

שילוב התכונה, משך זמן העלאת גירה באינדקס הטיפוח במשקל של 5%, 10% יגרום לשיפור ההתקדמות הגנטית הצפויה לתכונה, בהשוואה לאי הכללת התכונה, ב-15, ו-19 דקות בהתאמה. בנוסף קיים שיפור בהתקדמות הגנטית הצפויה באינדקס הנוכחי של כ-65 יחידות במשקל של 5% ו-137 יחידות אינדקס במשקל של 10%.

1. נותחו שלושה משתנים למשך זמן העלאת גירה. (א) ממוצע יומי בדקות ל 40 ימים מהמלטה בכדי לאמוד את המתאם הגנטי והסביבתי עם מחלות המלטה. המתאמים הגנטיים והסביבתיים בין משך זמן העלאת גירה למחלות המלטה נאמדו גם עבור המשתנה 0-305 ימי חליבה. (ב) ממוצע יומי בדקות בין 305-41 ימים. נמצא שהמתאם הגנטי בין שני המשתנים גבוה, 0.84 (טבלה 5). (ג) ממוצע יומי בדקות מהמלטה ועד 305 יום בכדי לאמוד את המתאם הגנטי עם תכונות המרכיבות את אינדקס הטיפוח, PD20.

2. מאמידת המתאם הגנטי בין משך זמן העלאת גירה ב 40 ימים מהמלטה לבין מחלות המלטה בהמלטה ראשונה (טבלה 6). נמצא:

- נמצא שהתורשתיות למשך זמן העלאת גירה ב 40 ימים מהמלטה שווה ל 0.316 ונמוכה מאשר החישוב מהמלטה ל 305 יום, 0.407.
- התורשתיות של תכונות מחלות המלטה בדרך כלל נמוכה; קטנה 0.01 (אחוז) לאצירת שלייה והיפוך קיבה, 0.06, 0.05 (5,6 אחוזים) לדלקת רחם וקטוזיס. התורשתיות למשך זמן העלאת גירה וק"ג חלב נמוכה מאשר קובץ (3) תחלובות 0-305 יום ושווה ל-0.316, 0.24 בהתאמה. התורשתיות לציון גופני בהמלטה בינונית 0.25.
- המתאמים הגנטיים בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות בריאות לכול התכונות שליליים (להוציא אצירת שלייה, 0.28); כלומר ירידה במחלות המלטה עלייה במשך זמן העלאת גירה. המתאם הגנטי עם ציון מצב גופני בהמלטה שלילי, -0.16.
- המתאמים הגנטיים והסביבתיים שחושבו בין משך זמן העלאת גירה ל 305 יום ומחלות המלטה (טבלה 7) דמו לאלו שחושבו בין 0-40 ימי חליבה (טבלה 6).

3. באמידת המתאם הגנטי בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות באינדקס טיפוח PD20 נמצא: המתאמים הגנטיים בין משך זמן העלאת גירה לבין תכונות באינדקס נמוכים בדרך כלל אך בכיוון הכלכלי הרצוי, כלומר משך זמן העלאת גירה גבוה יותר (רצוי מכיוון שמפחית זיהום מתאן) ק"ג חלב (מתאם גנטי = 0.261) גבוה יותר, ק"ג חלבון (0.302), ק"ג שומן (0.032), פוריות בנות (0.155), הישרדות בימים, שיעור התמדה (0.157), המתאם הגנטי עם תכונות המלטה שלילי (רצוי מהיבט כלכלי). המתאם הגנטי (0.169) עם לרת"ס אינו בכיוון כלכלי רצוי, משך זמן העלאת גירה גבוה יותר לרת"ס גבוה יותר.

4. נבדק שילוב של משך זמן העלאת גירה באינדקס הטיפוח בשלוש אפשרויות: (א) משקל אפס, כלומר אינדקס נוכחי ללא התכונה. (ב) שילוב התכונה במשקל 5% ו (ג) שילוב התכונה במשקל של 10%.
 • נציין למרות שמשקל התכונה באינדקס אפס, עדיין יש לצפות להתקדמות בתכונה בגלל המתאמים הגנטיים הרצויים בין התכונה לבין התכונות המרכיבות את האינדקס (להוציא לוג תאים סומטיים).

- שילוב התכונה, משך זמן העלאת גירה באינדקס הטיפוח במשקל של 5%, 10% יגרום לשיפור ההתקדמות הגנטית הצפויה לתכונה, בהשוואה לאי הכללת התכונה, ב-15, ו-19 דקות בהתאמה. בנוסף קיים שיפור בהתקדמות הגנטית הצפויה באינדקס הנוכחי של כ-65 יחידות במשקל של 5% ו-137 יחידות אינדקס במשקל של 10%.

5. הממצאים יוגשו בקרוב לוועדת טיפוח. במידה ויוחלט לשלב את התכונה באינדקס יפותח מבחן פרים לתכונה.

References

1. Genetic parameters of rumination time and feed efficiency traits in primiparous Holstein cows under research and commercial conditions. V. Byskov, A. Foghand P. Løvendah. J. Dairy Sci. 100:9635–9642 2017.
2. Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle: a review. S. Paudyal. VETERINARY QUARTERLY 2021, VOL. 41, NO. 1, 292–300.
3. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. N. Soriani, E. Trevisi and L. Calamari. J ANIM SCI 2012, 90:4544-4554.
4. Heritability and genetic correlations between rumination time and production traits in Holstein dairy cows during different lactation phases. Riccardo Moretti, Marcos Paulo Gonçalves de Rezende, Stefano Biffani, Riccardo Bozzi. Animal breeding and genetics. Vol 135. Issue 4. 2018.
5. The effect of rumination time on milk performance and methane emission of dairy cows fed partial mixed ration based on maize silage. Robert Mikula at all. Animals 2022, 12, 50. <https://doi.org/10.3390/ani12010050>.
6. <https://www.cowmanager.com/en-us/>
7. <https://www.smartbow.com/en/home.aspx>
8. Rumination collars: what can they tell us. Doron Bar and Ran Solomon. <http://precisiondairy.com/proceedings/s11bar.pdf>.
9. Determination of relationships between rumination and milk fat concentration and fatty acid profile using data from commercial rumination sensing systems. D.M. Andreen at all. J. Dairy Sci. 104:8901–8917 2021.
10. Calving difficulty influences rumination time and inflammatory profile in Holstein dairy cows. L. M. E. Mammi et all. 2020. J. Dairy Sci. 104:750–761.
11. Association of days in close up, gestation length, and rumination around time of calving with disease and pregnancy outcomes in multiparous dairy cows. J. G. Cook, P. T. Pepler and L. Viora. 2021. J. Dairy Sci. 104:9093–9105.
12. Genetic analysis of rumination time based on analysis of 77,697 Israeli dairy cows. Joel Ira Weller and Ephraim Ezra. J. Dairy Sci. (In press).