

ניתוח השפעות גידול בשארות (Inbreeding) על תכונות יכול חלב ותכונות משניות בעדר הבקר הישראלי

י. ולר וא. עזרא

**כל תכנית טיפוח מודרנית גורמת
לעליה בשיעור ריבוי בשארות,
שבדרך כלל גורמת לתופעות
שליליות בגידול בעלי חיים. מאמר
המביא ניתוח מעמיק על ההשפעה
של גידול בשארות על תכונות
באינדקס הטיפוח •**

הקדמה

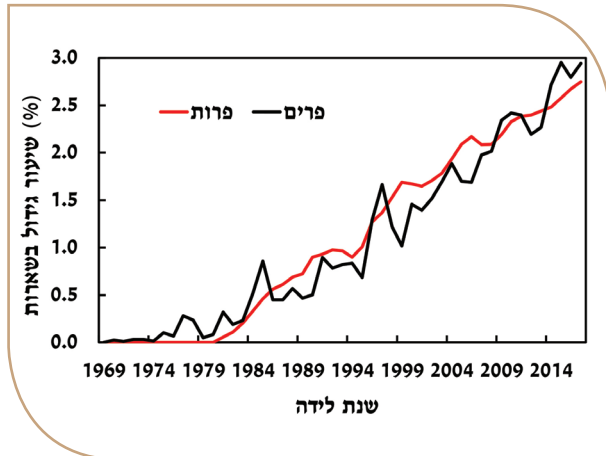
באוכלוסיית ההולשטיין בארה"ב נמצא שכל עליה באחוז ריבוי בשארות גורמת לנזק של \$ 25⁽¹⁾. משנת 2010 מדינות צפון אמריקה ואירופה מיישמות בתוכנית טיפוח המבוססת על מבחנים גנומיים. התכנית, שעיקרה קיצור באורך הדור, גרמת להאצה בשיעור ריבוי בשארות. בארה"ב רמת ריבוי בשארות של פרות שנולדו בשנת 2018 שווה ל-7.65%, עלייה מ-5.66% עבור ילדות 2010 ו-4.51% עבור ילדות שנת 2000⁽²⁾. לפני כ-15 שנה פותח בישראל בתוכנית ניהול העדר (נעה) רכיב הבדוק, על סמך כול אילן היוחסין, אחוז ריבוי בשארות של כול זיווג אפשרי. כאשר אחוז ריבוי בשארות גבוה מ-3.125% הזיווג נפסל. בשימוש במתודה זו התקבל שאחוז ריבוי בשארות וקצב העלייה בעדר הבקר הישראלי נמוך מאשר במדינות צפון אמריקה ואירופה⁽³⁾. נוסחת החישוב ריבוי בשארות על פי אילן יוחסין מבוססת על: הסיכוי שצאצא קיבל אללים זהים משני הוריו. האללים זהים, בגלל ששני ההורים קבלו את אותו האלל מהורה משותף, ובאנגלית: "Identity by descent". כאשר נמצא הורה משותף באילן היוחסין, תרומתו לאחוז ריבוי בשארות תהיה פונקציה של המרחק הדורי מהצאצא ורמת ריבוי בשארות של ההורה המשותף. נדגים את ההשפעה השלילית של גידול בשארות עבור גן לטאלי רצסיבי, כלומר גן הגורם למוות במצב הומוציגוטי. בבקר ידועים כמה גנים לטאליים רצסיביים, הנמצאים באוכלוסייה בתדירות נמוכה. דוגמאות: BLAD, CVM אשר גרמו לנזק משמעותי באוכלוסיית ההולשטיין העולמי. הפר BELL היה מקור שני הגנים. המחשת השפעות

כאשר נמצא הורה משותף באילן היוחסין, תרומתו לאחוז ריבוי בשארות תהיה פונקציה של המרחק הדורי מהצאצא ורמת ריבוי בשארות של ההורה המשותף

תוצאות

א. חישוב קרבה בשארות

באיור 1 מוצגים ממוצעי קרבה בשארות לפרות ופרים לפי שנת לידה.



מסקנות מאיור 1

- בשנת 2017 ממוצע קרבה בשארות של פרים היה 2.94% ו-2.75% עבור פרות.
- קצב העלייה היה 0.073% בממוצע לשנה, ובעשור האחרון 0.065%.
- קצב העלייה לפרים היה תנודתי בין השנים, בגלל מיעוט הפרים בכל שנה (בין 30-50).

הגידול השארות על הסיכוי לקבל צאצא הומוזיגוטי: נניח שתדירות האלל הלטאלי באוכלוסייה = 0.001. הסיכוי שפרט יהיה הומוזיגוט ע"י זיווגי אקראי שווה $(0.001)^2 = 10^{-6}$. כאשר יש פרט עם 0.25 ריבוי בשארות, ההסתברות להומוזיגוט לטאלי עולה ל: 0.000125, יותר מפי מאה. במאמר נציג ניתוח השפעה של גידול בשארות על תכונות באינדקס הטיפוח.

ניתוח נתונים

1. קובץ אילן יוחסין - הפר הוותיק ביותר נולד ב-1919. בקובץ רישום מלא של פרים החל מ-1964, ורישום מלא של פרות החל מ-1984 (הקמת ספר העדר בגרסתו הנוכחית). משנת 1976 עד 1983 יש רישום כמעט מלא של אבות הפרות. לפני 1971 יש רק רישום של הורים של פרים. לכן, שנת 1971 היא למעשה נקודת המוצא לחיזוי המגמה של ריבוי בשארות. לצורך אמידת ריבוי בשארית וההשפעות על התכונות השתמשנו רק בפרטים עם שני הורים רשומים.
2. הניתוח כלל 2149 פרי הולשטיין ישראליים שנולדו בין 1969 ו-2017, ו-1,252,983 פרות רשומות בספר העדר שנולדו בין 1981 ו-2017.
3. אחוז הקרבה בשארות חושב לפי האלגוריתם של ⁽⁴⁾ Meuwissen and Luo המיושם גם בתכנית הניהול נעה.



גליידר

קוטל עשבים משולב
להדברת עשבים קיימים
ולמניעת הצצתם.

האיכות הגדולה והשורה

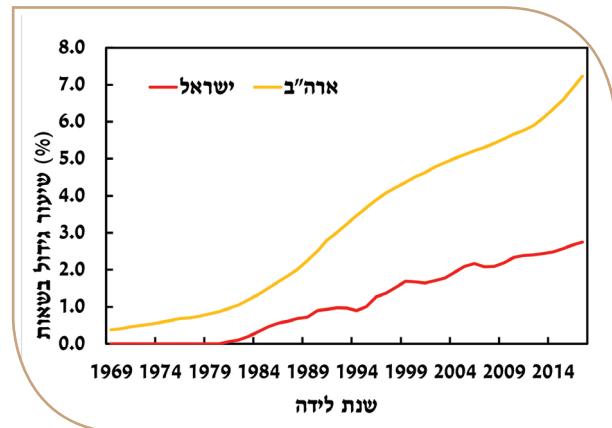
WWW.ADAMA.COM/ISRAEL-AGAN/HE

קרא בעיון את תית התבשיר לפני השימוש
לייעוץ והדרכה פנה למדריכי "אדמה אגן"

facebook
Adama Agan- אגן- אדמה
Google
אדמה אגן



באיור 2 מוצגים ממוצעים קרבה בשארות ישראל וארה"ב (2).



מסקנות מאיור 2

שיעור ריבוי בשארות בארץ נמוך מאוכלוסיות הולשטיין אחרות (2,4). בארה"ב רמת ריבוי בשארות של פרות שנולדו בשנת 2018 שווה ל-7.59%, עלייה מ-5.66% עבור ילידות 2010 ו-4.51% עבור ילידות שנת 2000. יתכן שחלק מהפער נובע מאילן ייחוסין מלא יותר באוכלוסייה האמריקאית.

ב. ניתוח השפעות גידול בשארות על התכונות

באינדקס הטיפוח

אמידת השפעת הגידול בשארות אינו ניתן לביצוע ע"י מודל ליניארי פשוט בו אומדן ההורשה הוא הגורם התלוי ורמת הגידול בשארות הוא הגורם הבלתי-תלוי, בגלל התלות של שני הגורמים לאורך זמן. כדי לקבל אומדן בלתי מוטה של השפעת הגידול בשארות על התכונות הכללות באינדקס הטיפוח, PD16, היה נחוץ להריץ את מודל הניתוח הגנטי עם השפעת הגידול בשארות כגורם במודל עבור כל תכונה. מודל הניתוח בארץ הוא מודל ה"פרט הבודד הרב-תכונתי",

טבלה 1. השפעה של תוספת 1% של גידול בשארות על התכונות באינדקס בישראל (ריצה נוכחית) ובארה"ב (1)

התכונות	סטיית תקן גנטית	בארה"ב ¹ ביחידות התכונה	בישראל ביחידות התכונה	ביחידות גנטית
חלב (ק"ג)	910	-29.0	-32.5	-0.036
שומן (ק"ג)	32.1	-1.1	-0.97	-0.030
חלבון (ק"ג)	22.6	-0.9	-0.93	-0.041
לרתי"ס ²	0.47	0.004	0.0023	0.005
פוריות (%)	7.1	-0.16	-0.17	-0.024
הישרדות (ימים)	205	-8	-3.5	-0.017
התמדה (%) ³	5.44		-0.021	-0.004
אינדקס טיפוח	1284	\$25	-35.3	-0.027

1 מתוך (1).

2 השפעה חיובית אינה רצויה.

3 בארה"ב לא מחשבים התמדה.

כאשר כל תחלובה נחשבת תכונה אחרת.

בשלב ראשון נבדקה ההשפעה של קרבה בשארות לפי רמות של אחוז עד ל-6%, ומעל 6% רמה אחת (בגלל מיעוט הפרות). מתוצאות המודל התקבל שהשפעת הגידול בשארות אכן קווית, בדומה לתוצאות מחו"ל. לכן, עבור כל התכונות התייחסנו להשפעת הגידול בשארות כגרגרית קווית. התוצאות מופיעות בטבלה 1. כמו כן מופיעות התוצאות המקבילות של וון-רדן באוכלוסיית ארה"ב (1).

מטבלה 1 מתקבל:

- וון-רדן ב-2017 (1) קיבל תוצאות מאוד דומות עבור השפעות גידול בשארות באוכלוסיית ההולשטיין של ארה"ב; להוציא הישרדות, עם השפעה של 8 ימים, לעומת 3.5 ימים בארץ. בארה"ב המדד לפוריות אחרת ולא מחשבים התמדה. בשנת 2017 ממוצע שיעור גידול בשארות היה פי 2.6 (2.74/2.75).
- ההשפעה של עלייה בגידול בשארות הייתה שלילית מבחינה כלכלית על כל התכונות, כולל לוג ריכוז תאים סומאטיים (לרתי"ס). יחסית לסטיית התקן הגנטית, ההשפעה החזקה ביותר הייתה על ק"ג חלבון (-0.041), וההשפעה החלשה ביותר הייתה על התמדת תנובת החלב (-0.041).
- ההשפעה על PD16 הייתה 35 יחידות אינדקס או 2.7% מסטיית התקן הגנטית.
- המתאם בין מבחן פרים ללא ועם קרבה בשארות שווה ל-0.99. היות והרמה הכללית של גידול בשארות עדיין נמוכה באוכלוסיית הפרות בישראל, הכללת השפעת גורם זה במודל כמעט לא תשפיע על אומדני התורשה של הפרטים.

סיכום

1. שיעור ריבוי בשארות בארץ נמוך מאוכלוסיות הולשטיין אחרות (3).
2. השפעת הגידול בשארות קווית, בדומה לתוצאות מחו"ל. לכן, עבור כל התכונות התייחסנו להשפעת הגידול בשארות כגרגרית קווית.
3. ההשפעה על PD16 הייתה 35 יחידות אינדקס או 2.7% מסטיית התקן הגנטית.
4. בארה"ב נתקבלו תוצאות מאוד דומות עבור השפעות גידול בשארות באוכלוסיית ההולשטיין של ארה"ב; להוציא הישרדות, עם השפעה של 8 ימים, לעומת 3.5 ימים בארץ.
5. המתאם בין מבחן פרים ללא ועם קרבה בשארות שווה ל-0.99. היות והרמה הכללית של גידול בשארות עדיין נמוכה באוכלוסיית הפרות בישראל, הכללת השפעת גורם זה במודל כמעט לא תשפיע על אומדני התורשה של הפרטים.
6. הניתוחים במחקר זה היו במבוססים על גידול בשארות הכללי לפי מטריצת אילן הייחוסין, בהנחה שההשפעה שווה לאורך הגנים. פריס ושות' (5) כבר הראו שהשפעות גידול בשארות אינן אחידות לאורך הגנים, ויש אזורים עם השפעות חזקות יותר. לכן, המשך מחקר יכלול חישוב קרבה בשארות על סמך הסמנים הגנטיים. קיימים בארץ יותר מ-1300 פרים וכ-5000 פרות עם אומדני הורשה וגנוטיפים ליותר מ-50,000 סמנים לפי שבבי דנא. בשלב הבא ננסה להשוות בין השפעת גידול בשארות לפי אילן ייחוסין והשפעת גידול בשארות לפי גנוטיפים. יתרון נוסף בחישוב הקרבה על סמך סמנים גנטיים הוא תיקון טעויות ברישום הורות בספר העדר. ▲