



המרה של אומדני תורשה של פרים מארה"ב לישראל

יהודה ולר¹, מיכה רון¹ ואפרים עזרא²
¹מינהל המחקר החקלאי, ²המ"ב

הקדמה

עזרא וחוב' (1991) דנו בשאלה, האם כדאי לשלב חומר גנטי מחו"ל בטיפוח הבקר הישראלי? לצורך כך יש להתחסס לרמה הגנטית של חומר הרבייה המיועד לייבוא. בגלל בסיס גנטי שונה, שיטות מבחן שונות, והשפעות גומלין בין פרים לסביבה, לא ניתן לערוך השוואה ישירה בין אומדני תורשה (א"ת) המחושבים לפרים בארץ אחרת, לבין א"ת המחושבים בישראל. כדי להשוות בין א"ת של פרים מארצות שונות דרושה "נוסחת המרה" מהימנה. האירגון הבינלאומי למבחני צאצאים (Interbull) ממליץ לקבוע נוסחת המרה על בסיס פרים עם מבחני צאצאים בשתי הארצות. במאמר הנ"ל הוצגה נוסחת המרה בין הולנד וישראל המבוססת על עשרה פרים, שיש להם א"ת עם הישגות מעל 70% בשתי הארצות. למרות שארה"ב היא אוכלוסית הייבוא העיקרית שלנו, לא קיים מדגם של פרים עם א"ת בשתי הארצות עבור ק"ג חלבון, המהווה יעד עיקרי לסלקציה. למרות המגבלות הנ"ל, רון וחוב' (1988) הציעו שיטה לחשב נוסחת המרה למבחני ארה"ב על בסיס א"ת של פרים בשתי הארצות, בנים לאותם אבות מארה"ב. אנו מציעים שיפור של שיטת רון וחוב' (1988), בהתאמה להנחיות Interbull, ועל בסיס כל החומר הגנטי המשותף בין שתי הארצות. נציג את נוסחאות ההמרה המתקבלות ונדון בא"ת לאחר ההמרה, ומשמעותם לגבי המשך הייבוא של חומר רבייה מארה"ב.

הקף הייבוא של חומר רבייה מארה"ב

בניסוי ההשוואתי של ברענן (ברענן וחוב', 1987) יובאו 8000 מנות זרמה מחו"ל, מהן 2000 מארה"ב. פרט לניסוי זה, הייבוא מארה"ב בעשור האחרון הסתכם רק במאות מנות זרמה בשנה עבור הזרעת פרות עתודות. למרות שמטרת הייבוא היתה יצירת עגלים למבחני צאצאים, נולדו גם פרות מזרמת חו"ל, שנחלבו ונרשמו בספר העדר. בנוסף, קיימות רשומות של נכדות ואפילו נינות של פרי ארה"ב. טבלה 1 מסכמת את כל הצאצאים של פרים, שיש להם מבחן בארה"ב וצאצאים עם רשומות תקינות לייצור חלבון לפי רמת הקרבה. חלק מהפרים הם ממוצא קנדי. הרישום המסודר של חלבון בעדר הישראלי התחיל ב-1985. לכן, טבלה זאת כוללת רק 43 פרים, ואינה כוללת את רשומות בנות פרי ארה"ב שהשתתפו בניסוי ברענן, היות ורוב הפרות האלה המליטו כמבכירות ב-1984.

חישוב אומדני תורשה הכוללים קשרים גנטיים בין הפרים והשוואה לאומדני תורשה במבחן הרגיל

לפי שיטת Interbull, כדי לקבוע נוסחת המרה בין שתי ארצות דרושים 20 פרים עם מבחני צאצאים בעלי הישגות מעל 75% בשתי הארצות. המבחן הנהוג בישראל מתחשב רק בקשר הגנטי בין הפר ובנותיו. דרושות כ-60 בנות עם רשומות תקינות כדי לקבל מבחן בעל הישגות של 75%. מטבלה 1 ניתן להסיק, שלא נמצא מדגם של פרים הממלאים את תנאי Interbull לקביעת נוסחת ההמרה. באמצעות

טבלה 1. רשימת פרי ארה"ב וקנדה עם צאצאים בארץ.

מספר הפרי	מספר הפרי	שם הפרי	מספר בנים ובנות	נכדים	
				מבן	מבת
					1
515					1
516	1357797	Billiver Oliver King	2		4
518	1406271	Harborcrest Sunshine			3
521	1392858	NO-NA-ME Fond Matt			4
522	1308101	Skokie Sensation Ned	1		6
523	1399824	Hilltop Apollo Ivanhoe		1	2
524	1458744	Paclamar Astronaut	1		2
527	1404931	Suedale Bucky T		1	
528	1466511	Saxojac Sherry Rambler Robbie			3
533	1499133	Aled Pef Pat	1	1	1
535	1495881	Kel-B Imperial Triune	2		
536	1493686	Paclamar Citation M	1		
537	1526128	Whittier Farms Apollo Rocket	3		
538	1497509	Weinir Oliver Perfection	2		1
539	1546913	Arbar Triune Challenge	1		
541	1549232	Dragon Regency	1		
542	1584578	Foxlease Explosion	3		
543	1647190	Le-Del Ideal Superior	1		7
546	1558842	Arlinda Jet Stream	8		8
547	1629467	Rocby Elevation Celebrity	1		1
548	1638035	Lawcrest Marvix		1	
549	1674245	I.O. State Chief Ford	6		
550	1662606	Butterday Burke Admiral	2		
5001	1674245	I.O. State Chief Ford	3	1	
5007	308691	Roybrook Starlight	4		
5008	333473	Clinton Camp Majesty	1		
5009	327279	Puget Sound Sheik	1		
5110	1723741	Cal-Clark Board Chairman	2		
5111	1709892	Duke Jade Starlite		6	
5112	1739493	Joyland Forecaster Starlite	10		7
5113	1626813	Marshfield Elevation Tony			3
5114	1625389	Letters Burkov Trump	10		1
5115	1725714	Sunny Craft Chief Spirit			3
5116	1759909	Carama Chief Conductor			2
5117	1667366	Carlin-M Ivanhoe Bell			2
5118	1806201	Whittier Farms Ned Boy			2
5119	1811754	Sir C Valor			4
5120	1772090	Crescentmead Chief Stewart		12	
5121	1771062	Leprechaun Sioux			1
5124	1740781	E-Z-Acres Starlight Bachelor	14		
5125	1819551	Sunran Sundancer	14		
5127	1840361	Br. T. Val. Sammy	10		
			סה"כ	58	90
				5	44

ממוצעי הא"ת של ה-294 פרים שנכללו במבחן עם מטריצת היחסים ובמבחן הרגיל כמעט שווים. במבחן עם מטריצת היחסים הנחנו תורשתיות של 0.25, לעומת המבחן הרגיל, המבוסס על תורשתיות של 0.20. הכללת מטריצת היחסים גורמת לצימצום השונות בין הא"ת של הפרים. לכן, השימוש בתורשתיות גבוהה במקצת יגרום לסטית תקן כמעט שווה בין הפרים בשני המבחנים, כפי שמופיע בטבלה 2. כל המתאמים בין א"ת של הפרים שחושבו בשתי השיטות היו מעל 0.99. מהשוואות אלה ניתן להסיק, שעבור 294 פרים שנכללו בשני סוגי המבחנים התקבלו א"ת כמעט זהים, ויישום השיטה איפשר חישוב א"ת ל-328 פרטים נוספים.

השימוש בקשרים גנטיים בין הפרים בעזרת "מטריצת היחסים", ניתן להתחשב גם בקשרי הדם בין הפרים בחישוב הא"ת שלהם. כך ניתן לקבוע א"ת לפר, שאין לו בנות במבחן על בסיס רישומי קרובים אחרים, למשל נכדות או אחיות. בשיטה זאת חושבו א"ת ל-622 פרטים, כולל 328 הורים וסבים של פרים שאין להם בנות עם רישומים תקינים לק"ג חלבון, שומן וחלב.

ההשוואה בין המבחן הכולל מטריצת היחסים ובין המבחן הגנטי הרגיל, שחושב בדצמבר 1991, מופיעה בטבלה 2. בשני סוגי המבחנים נשמר הבסיס הגנטי על ידי אותה שיטה. ממוצעי הא"ת של הפרים שנכללו במבחן יוני 1991 נשארו קבועים במבחנים החדשים. לכן,

טבלה 2. השוואה בין אומדני התורשה של 294 פרים שחושבו במבחן הגנטי הרגיל ובמבחן הכולל קשרים גנטיים בין הפרים.

התכונה	המבחן הרגיל		מבחן עם מטריצת היחסים	
	ממוצע	סטית תקן	ממוצע	סטית תקן
ק"ג חלב	-96	292	-96	293
ק"ג שומן	-2.4	8.8	-2.4	8.8
ק"ג חלבון	-2.1	6.9	-2.1	6.9
ק"ג חמ"מ חדש	-62	221	-62	220

טבלה 3. אומדני תורשה של 14 פרים, אמריקאיים וקנדיים, בארה"ב ובישראל.

מספר שם	הפר	ק"ג חלב		ק"ג שומן		ק"ג חלבון		אחוז שומן		אחוז חלבון	
		ישראל	ארה"ב	ישראל	ארה"ב	ישראל	ארה"ב	ישראל	ארה"ב	ישראל	ארה"ב
516	אולבר	-227	-464	8.1	11.8	-0.6	-5.9	0.17	0.35	0.08	0.11
537	רוקט	-70	285	-6.8	-0.9	-3.7	7.7	-0.07	-0.12	-0.03	-0.01
542	פוקס	-116	160	-9.4	-0.5	-5.8	1.4	-0.08	-0.07	0.03	-0.04
546	סטרים	154	396	0.5	-1.4	7.4	15.5	-0.06	-0.14	0.02	0.04
549	פורד	48	660	-9.2	13.2	-6.0	10.5	-0.13	-0.11	-0.09	-0.11
5007	סטרלט	-384	57	3.3	15.0	-4.0	-0.5	0.16	0.15	0.08	-0.02
5111	ג'אד	9	190	9.0	21.8	2.5	2.3	0.08	0.17	0.01	-0.04
5113	מארס	208	372	4.4	5.5	6.8	10.9	-0.04	-0.09	-0.01	-0.01
5115	ספירט	18	540	3.0	24.5	1.7	12.7	0.01	0.05	0.00	-0.05
5119	ולור	-117	375	5.2	26.8	3.8	16.8	0.08	0.15	0.07	0.06
5120	סטוארט	5	367	0.7	20.5	2.4	15.5	-0.01	0.08	0.01	0.05
5124	בטשילר	122	644	7.3	23.2	3.8	19.5	0.02	0.06	-0.01	0.00
5125	סנדון	26	845	7.3	25.0	5.0	26.8	0.05	0.06	0.03	0.01
5127	סמיול	62	377	9.7	12.7	5.5	13.2	0.07	-0.01	0.03	0.02

של הפרים בישראל, לעומת ההבדלים בין א"ת בארה"ב.

טבלה 4. מקדמי הרגרסיה ומתאמים של נוסחאות ההמרה.

המתאם (r)	מקדם רגרסיה (b)	חתוך ציר ה-Y (a)	התכונה
0.67	°°0.34	° - 140	ק"ג חלב
0.58	°0.39	- 3.1	ק"ג שומן
0.58	°0.31	- 1.9	ק"ג חלבון
0.85	°°°0.53	0.005	אחוז שומן
0.74	°°0.64	0.012	אחוז חלבון

° מובהק (P < 0.05); °° מובהק (P < 0.01); °°° מובהק (P < 0.001).

חיתוכי ציר ה-Y, מקדמי הרגרסיה והמתאמים (r) בין א"ת בשתי הארצות מופיעים בטבלה 4. מקדמי הרגרסיה לחלב, שומן וחלבון נעו בין 0.3 עד 0.4. כל הרגרסיות היו שונות באופן מובהק מאפס (P < 0.05), אבל מבין חיתוכי ציר ה-Y, רק האומדן עבור ק"ג חלב היה שונה באופן מובהק מאפס. קווי הרגרסיה עבור ק"ג חלב, שומן וחלבון מופיעים בציורים 1, 2 ו-3. כאמור, נוסחאות המרה אלה אינן ממלאות את דרישות

טבלה 5. אומדני תורשה (א"ת) של פרים נבחרים בארה"ב ולאחר ההמרה.

מספר	הפר שם	א"ת בארה"ב			א"ת בישראל אחרי ההמרה			דירוג בישראל לפי חמ"מ
		חלב	שומן	חלבון	חלב	שומן	חלבון	
8H1880	פלאו	675	35.5	31.4	89	10.7	7.8	16
8H1751	רדי	1116	34.5	33.2	240	10.4	8.4	22
7H3012	קיסמט	835	29.1	28.6	144	8.2	7.0	27
8H1464	קליטוס	899	36.4	26.4	166	11.1	6.3	29
1H414	טסק	890	21.4	29.1	163	5.2	7.1	29
7H1827	מיכאל	691	24.5	25.9	95	6.5	6.1	31
7H3142	דנטה	921	30.9	26.4	173	9.0	6.3	31
8H1768	גיפר	732	33.2	22.7	109	9.8	5.1	33
9H1097	דמיון	698	33.2	21.4	97	9.8	4.7	33
7H3021	אלמר	921	21.4	25.9	173	5.2	6.1	33
3089	פצפון*				139	17.4	12.1	1
783	פרחח*				172	11.9	6.4	27
2132	גבי*				502	2.3	8.8	37

* אומדני תורשה בישראל להשוואה.

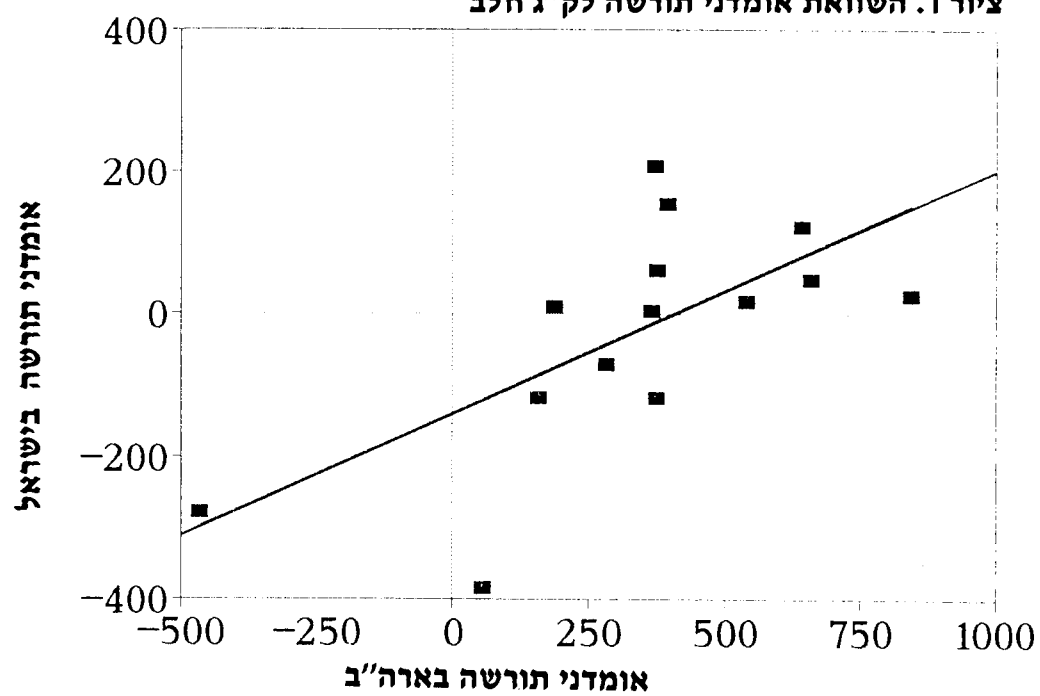
קביעת נוסחת המרה לפי שיטת Interbull

מתוך 43 הפרים שמופיעים בטבלה 1, נבחרו 15 פרים להם לפחות "שווה-ערך" של 12 בנות. בהנחת תורשתיות של 0.25, מבחן בעל הישגות גבוהה לבן האמריקני הוא שווה-ערך למידע של ארבע בנות, או ארבעה מבחני נכדים. לכל הפרים האלה היו מבחנים עם הישגות מעל 97% בארה"ב, פרט ל-Joyland Forecaster Starlight. א"ת של 14 הפרים הנותרים בארה"ב ובישראל עבור חלב, שומן, חלבון, אחוז שומן ואחוז חלבון מופיעים בטבלה 3. הא"ת של הפרים האמריקאיים מופיעים אחרי "תירגום" לק"ג. בהתאם להמלצות Interbull, נוסחאות ההמרה עבור כל תכונה נקבעו לפי הרגרסיות של א"ת הפרים בישראל על א"ת של אותם הפרים בארה"ב לפי הנוסחה הבאה:

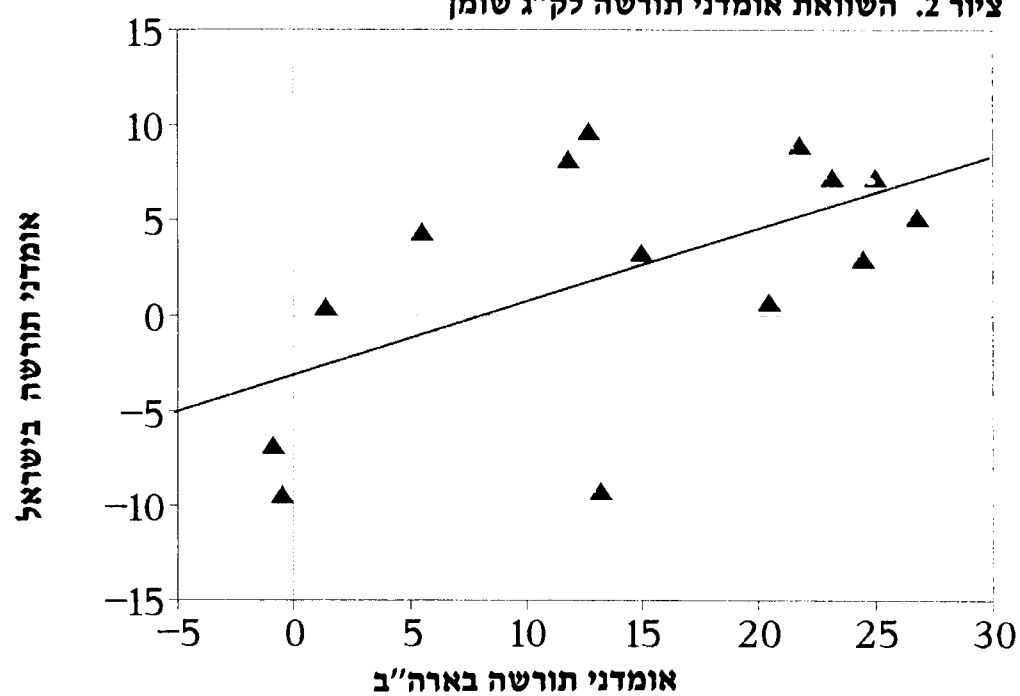
$$(א"ת בארה"ב) = a + b(א"ת בישראל)$$

כאשר a הוא חיתוך ציר ה-Y, ו-b הוא מקדם הרגרסיה. חיתוך ציר ה-Y הוא הפרש הבסיסים, כלומר, א"ת הצפוי בישראל לפר עם א"ת אפס בארה"ב. מקדם הרגרסיה מבטא את גודל ההפרשים בין פרים הצפוי אחרי ההמרה, לעומת ההבדלים ביניהם בארה"ב. משמעות רגרסיה פחותה מאחד הוא צמצום ההבדלים בין א"ת

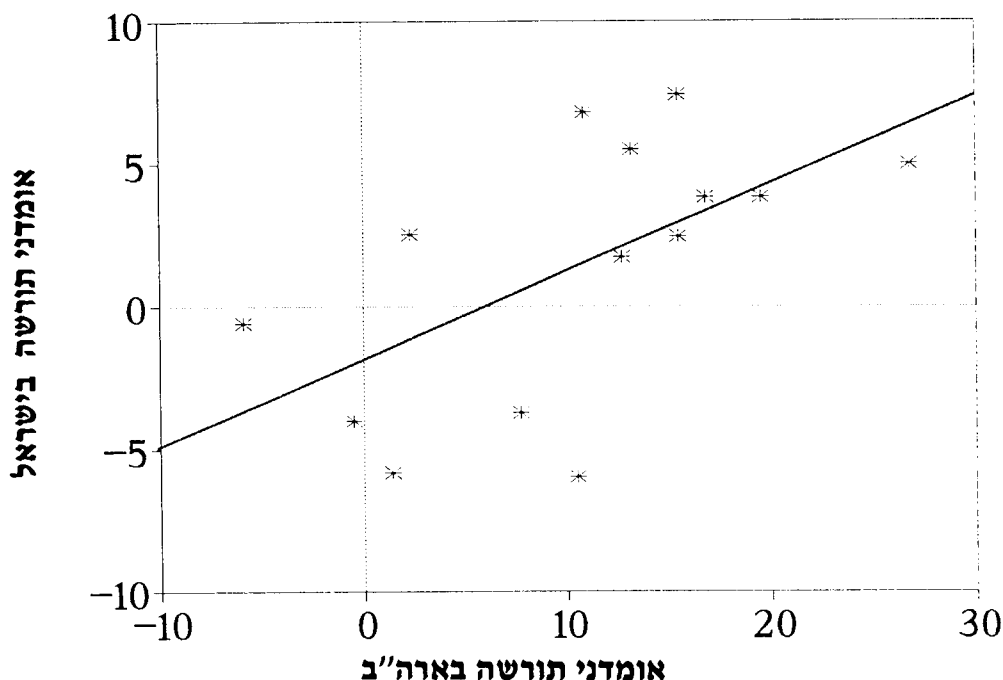
ציור 1. השוואת אומדני תורשה לק"ג חלב



ציור 2. השוואת אומדני תורשה לק"ג שומן



ציור 3. השוואת אומדני תורשה לק"ג חלבון



הטווח בין פרים אלה לק"ג חלבון שווה ל-11.8 בארה"ב, ורק 3.7 אחרי ההמרה. פרי ארה"ב מדורגים ממקום 16 עד מקום 33 במבחן הישראלי. הפר הטוב ביותר, **פלאו**, הוא 180 ק"ג חמ"מ פחות מ**פצפון**, שמדורג במקום הראשון. לעומת זאת, שלושה מפרי ארה"ב יותר גבוהים מהפר **פרחח**, שהוא הפר הישראלי הגבוה ביותר לחמ"מ עם הישנות מעל 95%. כל עשרת פרי ארה"ב היו יותר גבוהים מהפר **גבי**, שעדיין בשימוש בהזרעות עגלות בגלל מבחן מעולה לאופן ההמלטה.

פרי אלה הם בין הפריים הגבוהים ביותר בארה"ב לפי חמ"מ טיפוח. למרות זאת, הא"ת שלהם נמוכים מרוב הפריים שנמצאים כעת בשימוש רחב בישראל. לכן, ייבוא זרמה מארה"ב לא יביא לעליה ברמה הגנטית של העדר המקומי. היתרון היחידי בייבוא זרמה

Interbull של לפחות 20 פריים עם הישנות מעל 75% בשתי הארצות ומתאם של 0.75 לפחות. לכן, כדאי להתייחס לנוסחאות אלה עם מידה רבה של זהירות.

המרה של אומדני התורשה של פריים מארה"ב

בטבלה 5 מופיעים עשרה פרי ארה"ב, מהם הוזרעו אשתקד פרות עתודות בישראל. עבור כל פר מופיע א"ת בארה"ב, מתורגם לק"ג, א"ת של אותם הפריים לאחר ההמרה, והדירוג שלהם לפי חמ"מ במבחן הישראלי. א"ת אחרי ההמרה הם הערכה של הערך הגנטי הצפוי, אילו הפריים האלה היו נבחנים בישראל. לשם השוואה נרשמו גם שלושה פריים ישראליים ידועים עם הדירוג שלהם במבחן דצמבר 1991. כאמור, ההבדלים בין הא"ת של הפריים אחרי ההמרה קטנים, לעומת ההבדלים במבחן המקורי. לדוגמא,

את ייבוא הזרמה שלהם להזרעת פרות עתודות, אך אינם מצדיקים ייבוא בכמויות גדולות של חומר גנטי מארה"ב.

רשימת ספרות

ברענן ר., הימן מ., רון מ. וולד י. (1987). השוואת פרים נבחנים מתמישה קווי טיפוח הולשטיין-פריזיים בעדרים עתירי תנובה בישראל. חקר ומעש 9:11.

עזרא א., ולר, י. ורון מ. (1991). שילוב חומר גנטי מחו"ל בטיפוח הבקר הישראלי. משק הבקר והחלב 18:235.

רון מ., עזרא א. וולד י. (1988). מקדמי התמרה גנטיים בין ארצות להערכות גנטיות של פרים. משק הבקר והחלב 13:212.



להזרעת עתודות הוא בצימצום הגידול בשארות באוכלוסיה הישראלית.

סיכום ומסקנות

על בסיס 14 פרים אמריקאיים שיש להם צאצאים בארץ, חושבו נוסחאות להמרת מבחני הפרים של ארה"ב למבחן הישראלי. נוסחאות אלה אינן עומדות בתנאי Interbull, הדורשים 20 פרים עם הישנות מעל 75% בשתי הארצות. בעזרת נוסחאות ההמרה חושבו אומדני התורשה הצפויים בישראל לעשרה פרי ארה"ב שהזריעו בארץ אשתקד. פרים אלה דורגו בין מקום 17 עד 33 לחמ"מ טיפוח במבחן הישראלי. הא"ת המחושבים של פרים אלה בישראל מצדיקים

ולדות בלתי נורמליים ומומים תורשתיים בבקר לחלב

דן קלי, "השירות"

עם התפתחות מערכת ההזרעה המלאכותית והעובדה, שזכר בודד מוליד לעתים מאות אלפי ולדות, המעקב וידיעת נתיב העברת גורמים לאירצויים באמצעות המערכת הגנטית קיבל משקל רב. במערכת שירותי ההזרעה נוקטים בצעדים למניעת החדרת גנים לאירצויים לאוכלוסיה על ידי שימוש באמצעים הבאים:

■ מערכת דיווח ומעקב על כל לידה של ולד חריג. במערכת ספר העדר יש דיווח שוטף על אחוז הולדות הבלתי-נורמליים הנולדים באוכלוסיה וכן לכל פר בנפרד. מכוני ההזרעה אוספים את פרטי האירוע, עוקבים אחר אילן היוחסין מצד האם והאב וסוג המום. אחוז הולדות הבלתי-נורמליים בעדר הישראלי נמצא במעקב מתמיד וכל שינוי חריג לפר בודד גורם לעירנות ואיסוף נתונים בנדון.

■ ביצוע זיווגי קרובים (Test Mating) המבוצע במקרים של חשש לגן לטלי רצסיבי. בהופעת אותו סוג מום למספר ולדות של פר מסויים, יש לוודא אם מום זה מועבר בצורה

כל ולד השונה מהוולד הרגיל מעורר שאלות: "האם הדבר מקרי, או מערכת גנטית מסוימת גרמה לתופעה זו". בבקר לחלב מוכרות תופעות של הופעת ולדות שונים וחריגים, שניתן למינם מבחינה משקית וכלכלית למספר סוגים:

□ ולד שונה מהרגיל אך אינו גורם נזק כלכלי ולפעמים אפילו מבוקש, כגון: נושא צבע אדום (Red Factor, RF) או חוסר קרניים (Hornless, HL). תופעות אלה מועברות גנטית בצורה ססטמטית ומוכרת והחקלאי משתמש בהן לפי הכדאיות הכלכלית.

□ הופעת ולדות בעלות תכונות לאירצויות מבחינה אסטטית, כגון חוסר שיער חלקי (Alopecia).

□ הופעת ולדות בעלי מום כזה או אחר, שמפריע לתיפקוד יעיל ומלא של בעל החיים כגון: חיך שסוע (Split palate), בקע טבורי (Umbilical hernia).

□ הופעת מומים תורשתיים ליטליים, בהם הוולד נולד מת או מת בסמוך להמלטה, ביניהם בטן פתוחה (Misplaced viscera), ועוד.