

DOROTA KRENCIK, MAREK ŁUKASZEWICZ
Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt
Polskiej Akademii Nauk w Jastrzębcu

NIEKTÓRE ASPEKTY DZIEDZICZENIA CECH DŁUGOWIECZNOŚCI U BYDŁA MLECZNEGO

Osiągnięcie nadprodukcji mleka w krajach zachodnioeuropejskich i wprowadzenie w większości tych państw ograniczeń na dostawy mleka spowodowało, że tamtejsi hodowcy stali się w mniejszym stopniu zainteresowani wzrostem produktywności krów niż miało to miejsce do tej pory. Skutkiem tego, w procesie selekcji znalazło się więcej miejsca dla cech drugorzędnych, których waga ekonomiczna była relatywnie mniejsza, lub wręcz nie brano ich pod uwagę. Są to często cechy związane ze zdrowotnością zwierząt, takie jak np. odporność na *mastitis* czy długowieczność.

W krajach, którym daleko jest do osiągnięcia nadprodukcji mleka znalazło się również miejsce na selekcję z uwzględnieniem cech drugorzędnych, jakkolwiek powód tego jest inny. Bardziej opłacalnym i szybszym sposobem osiągnięcia wysokiej produktywności niż długoletnia selekcja na tę cechę jest bowiem krzyżowanie własnego bydła z wysokoprodukcyjnym bydłem importowanym przy jednoczesnym uwzględnianiu w selekcji krajowego bydła cech związanych ze zdrowotnością.

Również w celu hodowlanym polskiego programu hodowli bydła umieszczone są cechy drugorzędne. Ograniczone możliwości paszowe kraju powodują, że zbyt intensywny wzrost produktywności krów nie mógłby być należycie wykorzystany. Dlatego, oprócz selekcji na cechy główne możliwa jest również intensywniejsza selekcja na cechy drugorzędne. Jedną z takich drugorzędnych cech przewidzianych w celu hodowlanym jest długość użytkowania krów, będąca miarą ich długowieczności.

Problemy genetycznego uwarunkowania długowieczności nie są do tej pory należycie poznane. Wynika to przede wszystkim z faktu, że realizowana długowieczność, czyli faktyczna długość pozostawania zwierząt w stadzie, nie jest cechą prostą lecz funkcją dwóch grup cech: ogólnie pojętej zdrowotności (witalności) zwierzęcia dającej mu szansę przeżycia oraz jego szeroko pojętej produktywności [4, 5].

„Długowieczność” kojarzy się przede wszystkim z długością życia. Naturalną jej miarą jest więc wiek wybrakowania zwierzęcia. W odniesieniu do długowieczności krów często stosowane są również zamiennie inne miary tej cechy, takie jak: długość życia produkcyjnego (od pierwszego do ostatniego wycielenia, ewentualnie do wybrakowania), wiek ostatniego wycielenia, liczba laktacji lub wycieleń w ciągu całego życia czy też produkcja życiowa. Jednak prowadzenie selekcji w oparciu o te miary jest niemożliwe; nie może być bowiem poddawane selekcji zwierzę już wybrakowane. Również selekcja na tę cechę w oparciu o informację rodowodową mija się z celem — przy niskiej odziedziczalności (a długowieczność jest cechą nisko odziedziczną (tab. 4) nie można opierać się zbyt na informacjach dotyczących przodków. Dlatego też najprzydatniejszą dla potrzeb selekcji miarą mogłaby być przeżywalność do określonego, możliwie wczesnego wieku, ewentualnie przeżywalność do określonej laktacji [32].

Z dwójakiego rodzaju długowiecznością związane jest brakowanie — z brakowaniem zamierzonym i niezamierzonym przez hodowcę tzn. takie, co do którego hodowca ma głos decydujący i takie, które stawia go niejako przed faktem dokonanym. Podział ten prezentuje tabela 1 [1]. Ograniczenie powodów niezamierzonego brakowania zwiększa szansę eliminacji zwierząt w sposób dla hodowcy najkorzystniejszy [32].

Smith [31] twierdzi, że selekcjonując zwierzęta z punktu widzenia ich produktywności automatycznie przeprowadzana jest selekcja na długowieczność, jako że preferowane są zwierzęta mające więcej laktacji, a tym samym pozostawiające więcej potomków do selekcji. Dlatego też prowadzenie odrębnej selekcji na długowieczność jest, jego zdaniem, zbędne. Jednak powszechne odczucie zdaje się nie potwierdzać jego wniosku — zwierzęta o zdecydowanie wysokiej produktywności muszą być często eliminowane ze stada dość wcześnie z powodów niezamierzonych przez hodowcę [4].

W początkowym etapie użytkowania produkcyjnego krowy brakowane są głównie z powodu niskiej produktywności (jest to brakowanie zamierzone). Fakt wczesnego eliminowania krów o niskiej produkcji potwierdzają wyliczone przez różnych autorów korelacje genetyczne między miarami długowieczności a wydajnością w pierwszej laktacji (tab. 2). Szczególnie widoczne jest to w wypadku korelacji genetycznych dla przeżywalności do określonego wieku; współczynniki korelacji wydajności mleka w pierwszej laktacji są najwyższe dla przeżywalności do 48—60 miesięcy i spadają dla przeżywalności do późniejszego wieku.

Tabela 1

Brakowanie

Przyczyny	Zamierzone	Niezamierzone
Reprodukcja (trudności z zapłodnieniem, cysty na jajnikach, choroby narządów rodnych, poronienia itp.)	czasem	najczęściej
Niska produkcja	zawsze	
Cechy doju (temperament zwierzęcia, „twardy dój” itp.)	zawsze	
Mastitis	czasem	najczęściej
Choroby (zapalenie płuc, acetonemia, białaczka itp.)	czasem	najczęściej
Wypadki losowe (zranienia, złamania, uderzenia pioruna itp.)		zawsze
Cechy typu (budowa wymienia, kończyn, wielkość zwierzęcia itp.)	najczęściej	czasem
Sprzedaż nadwyżki	zawsze	
Zdrowotność (zwierzęta słabe, brak apetytu, podeszły wiek itp.)	najczęściej	czasem

Wysokie korelacje genetyczne miar długowieczności z produktywnością krów w pierwszej laktacji, a także wysokie korelacje genetyczne produkcji mleka i tłuszczu w ciągu całego życia z produkcją tychże w czasie pierwszej laktacji dawały podstawę do przypuszczeń, że istnieją również wysokie korelacje genetyczne między różnymi miarami długowieczności a produkcją życiową mleka i tłuszczu [4]. Potwierdziły to wyniki badań Łukaszewicza i Hilla [25]. Oszacowane przez nich współczynniki korelacji genetycznych między miarami długowieczności a produkcją życiową są bardzo wysokie (tab. 3).

Hargove i wsp. [11] oraz Hoque i Hodges [12] stwierdzili bardzo wysokie korelacje fenotypowe między ilością laktacji a długością życia produkcyjnego ($> 0,95$) oraz nieco niższe korelacje genetyczne. Według innych badań — korelacje genetyczne pomiędzy przeżywalnością do róż-

Tabela 2

Korelacje genetyczne między cechami długowieczności oraz produkcją mleka w czasie I laktacji

Cecha i źródło	rg	Uwagi
Długość życia produkcyjnego		
Hargove i wsp., 1969	.76	od 1 wycielenia do wybrakowania
Szyszkowska i Żuk, 1974	-.26	
Gill i Allaire, 1976	.81	do ostatniego wycielenia
Hoque i Hodges, 1980	.49	od 1 wycielenia do wybrakowania
Liczba laktacji lub wycieleń		
Hargove i wsp., 1969	.62	laktacje
Norman i Van Vleck, 1972	.90	laktacje
Gill i Allaire, 1976	.82	wycielenia
Hoque i Hodges, 1980	.41	ukończone laktacje
Przeżywalność od określonego wieku lub laktacji		
Hudson i Van Vleck, 1981	.56	do 36 m-cy
	.64	do 48 m-cy
	.65	do 60 m-cy
	.58	do 72 m-cy
	.47	do 84 m-cy
De Lorenzo i Everett, 1982	.34	do 48 m-cy
	.47	do 72 m-cy
Karras, 1985	.41	do 48 m-cy
	.40	do 60 m-cy
	.32	do 72 m-cy
	.27	do 84 m-cy
Van Doormaal, 1986	.26— .39	do 17 m-cy
	.20— .39	do 30 m-cy
	.10— .34	do 43 m-cy
	.06— .29	do 55 m-cy
Leroy, 1988	.42	do 36 m-cy
	.17	do 48 m-cy
Łukaszewicz i Hill, 1989	.43	do 48 m-cy
	.31	do 60 m-cy
	.32	do 72 m-cy
	.30	wiek wybrakowania
Produkcja życiowa		
Łukaszewicz i Hill, 1989	.53	mleko [kg]
	.45	tłuszcz [kg]
	.48	białko [kg]

Tabela 3

Korelacje między niektórymi cechami długowieczności *)

Cecha i źródło	Przeżywalność do:					
	36	48	60	72	84 m-cy	
Długość życia						
Everett i wsp., 1976	36	48	60	72	84 m-cy	
Przeżywalność do 36 m-cy	—	.94	.82	.62	.52	
48 „	.61	—	1.00	.99	.86	
60 „	.53	.76	—	1.00	1.00	
72 „	.39	.63	.82	—	1.00	
84 „	.37	.54	.71	.85	—	
Łukaszewicz i Hill, 1989	48 m-cy	60 m-cy	72 m-cy	wiek wybrak.	produkcja życiowa: mleka tłuszczu	
Przeżywalność do 48 m-cy	—	.97	.95	.91	.91	.89
60 „	.65	—	.99	.92	.87	.86
72 „	.47	.72	—	.92	.90	.89
Wiek wybrakowania	.61	.76	.82	—	.95	.95
Produkcja życiowa:						
mleka	.57	.73	.80	.97	—	—
tłuszczu	.57	.73	.80	.97	—	—
Długość życia produkcyjnego						
Van Doormaal i wsp., 1985	17	30		43	55 m-cy	
Przeżywalność do 17 m-cy	—	.98—1.07		.89—95	.57—91	
30 „	.62	—		.98—1.21	.94—1.00	
43 „	.46—53		.72	—	1.04—1.14	
55 „	.36—51	.56—66		.77—79	—	

*) Korelacje genetyczne zapisane są powyżej a fenotypowe — poniżej przekątnej.

nego wieku oraz wieku wybrakowania (tab. 3) są wyższe od fenotypowych i na tyle wysokie, że wszystkie miary przeżywalności można uznać za równorzędne w tym względzie. O tym, którą z nich zastosować w selekcji decydować mogą więc inne powody.

Opierając się na prezentowanych do tej pory wynikach badań można przypuszczać, że najlepszą z punktu widzenia selekcji miarą długowieczności jest przeżywalność do 48 miesięcy. Jednak o tym, czy w oparciu o dany wskaźnik można prowadzić efektywną selekcję — decyduje wielkość odziedziczalności tej cechy.

Estymatory odziedziczalności cech długowieczności

Cecha i źródło	h^2	$h^{2*})$	Metoda**)	Uwagi
<i>Liczba laktacji lub wycieleń</i>				
White i Nichols, 1965	.13		PHS	zakończone laktacje
Norman i Van Vleck, 1972	.11		PHS	laktacje
Gill i Allaire, 1976	.23		PHS	wycielenia
Hoque i Hodges, 1980	.09		PHS	zakończone laktacje
<i>Wiek brakowania lub ostatniego wycielenia</i>				
Parker i wsp., 1960	.19		PHS	ostatnie wycielenie, HF
	.07		PHS	ostatnie wycielenie, Jer.
	.01		DD	ostatnie wycielenie, HF
	.05		DD	ostatnie wycielenie, Jer.
White i Nichols, 1965	.14		PHS	ostatnie wycielenie
Essel, 1982	.10		DD	3 rasy
Łukaszewicz i Hill, 1989	.11	.11	PHS, REML	wiek brakowania
<i>Przeżywalność do określonego wieku lub laktacji</i>				
Robertson i Barker, 1966	.07		PHS, χ^2	do 2 laktacji, Ayr.
	.13		PHS, χ^2	do 3 laktacji, Ayr.
	.13		PHS, χ^2	do 4 laktacji, Ayr.
	.15		PHS, χ^2	do 5 laktacji, Ayr.
	.20		PHS, χ^2	do 6 laktacji, Ayr.
	.03		PHS, χ^2	do 2 laktacji, Fri.
	.06		PHS, χ^2	do 3 laktacji, Fri.
	.04		PHS, χ^2	do 2 laktacji, HF
	.05		PHS, χ^2	do 3 laktacji, HF
	.06		PHS, χ^2	do 4 laktacji, HF
	.06		PHS, χ^2	do 5 laktacji, HF
	.04		PHS, BLUP	od 2 do 3 laktacji
	Schaeffer i Burnside, 1974	.08		PHS, BLUP
Hudson i Van Vleck, 1981	.02	.02	PHS	do 36 m-cy
	.04	.03	PHS	do 48 m-cy
	.05	.03	PHS	do 60 m-cy
	.05	.04	PHS	do 72 m-cy
	.05	.04	PHS	do 84 m-cy

c.d. tab. 4

Cecha i źródło	h^2	$h^{2*})$ Metoda**)	Uwagi
De Lorenzo i Everett, 1984	.12	PHS, REML	do 41 m-cy
	.15	PHS, REML	do 54 m-cy
Van Doormaal, 1985	.05	PHS	do 42 m-cy
	.04	PHS	do 54 m-cy
	.06	PHS	do 66 m-cy
	.06	PHS	do 78 m-cy
	.01	PHS	do 17 m-cy życia produkcyjnego
	.02	PHS	do 30 m-cy życia produkcyjnego
	.02	PHS	do 43 m-cy życia produkcyjnego
Łukaszewicz i Hill, 1989	.06	.05 PHS, REML	do 48 m-cy
	.08	.08 PHS, REML	do 60 m-cy
	.07	.07 PHS, REML	do 72 m-cy
<i>Długość życia produkcyjnego</i>			
Evans i wnp., 1964	.39	PHS	
Hargove i wsp., 1969	.15	DD	od 1 wycielenia do wybrakowania
Szyszkowski i Żuk, 1974	.24	PHS	
Gill i Allaire, 1976	.25	PHS	do ostatniego wycielenia
Hoque i Hodges, 1980	.10	PHS	od 1 wycielenia do wybrakowania

*) Współczynnik odziedziczalności po poprawce na wydajność w I laktacji.

***) PHS — analiza półrodzeństwa ojcowskiego
DD — regresja matka—córka

Tabela 4 prezentuje szacunki odziedziczalności dla różnych cech długowieczności. Daje się łatwo zauważyć, że współczynniki odziedziczalności są zdecydowanie wyższe dla cech o charakterze ciągłym (długość życia lub produkcja życiowa), niż dla cech o charakterze progowym (przeżywalność do określonego wieku lub laktacji). Wynika to prawdopodobnie z niedoskonałości metod statystycznych stosowanych do tej pory przy liczeniu odziedziczalności dla cech progowych. Kłopot ze znalezieniem odpowiedniego sposobu liczenia wynika z samej istoty cech progowych,

które uwarunkowane większą ilością genów dziedziczone są w taki sam sposób jak cechy ilościowe, nie posiadają jednak ciągłej zmienności fenotypowej [9].

Prace i dyskusje nad określeniem najlepszej metody liczenia odziedziczalności cech progowych trwają i nabierają coraz żywszego tempa [2, 5, 13, 14, 15, 19, 23, 24, 34]. Stosując jedną z takich metod De Lorenzo i Everett [23] uzyskali współczynniki odziedziczalności przeżywalności do określonego wieku zbliżone do współczynników odziedziczalności dla ciągłych miar długowieczności, co wskazywałoby, że przeżywalność do określonego wieku może być równorzędną miarą długowieczności w stosunku do innych miar tej cechy. Tak więc przeżywalność do 48 miesięcy zdaje się jak najbardziej spełniać wszelkie wymogi wskaźnika służącego do selekcji krów z punktu widzenia długowieczności.

Pozostając nadal przy problemie szacowania współczynników odziedziczalności cech długowieczności, należałoby jeszcze zwrócić uwagę na dwa zagadnienia.

Pierwsze, to sprawa dokonywania w procesie liczenia współczynnika odziedziczalności poprawek na wydajność w pierwszej laktacji. Bez uwzględnienia takiej poprawki liczona jest bowiem odziedziczalność realizowanej długowieczności, będącej funkcją witalności zwierząt oraz ich produktywności — odziedziczalność tak pojętej długowieczności liczona jest przez większość autorów. Wprowadzenie zaś poprawek powoduje, że szacunki dotyczą „czystej” witalności zwierząt. Prowadzenie selekcji na długowieczność w oparciu o odziedziczalność realizowanej długowieczności, byłaby więc jednocześnie selekcją „na mleko”. Uwzględnienie przez Hudsona [16] poprawek na wydajność mleka w pierwszej laktacji zasadniczo zmieniło uzyskane pierwotnie wyniki, natomiast poprawki uczynione przez Łukaszewicza i Hilla [25] — zmieniły wyniki nieznacznie lub wcale (tab. 4). Może to świadczyć o tym, że w populacji, którą badał Hudson [16] prowadzone było intensywne, wczesne brakowanie z powodu niskiej produkcji mleka, zaś w populacji badanej przez Łukaszewicza i Hilla [25] brakowanie to mogło być mniej intensywne.

Drugim zagadnieniem jest fakt prowadzenia badań nad długowiecznością w oparciu o materiały z kontroli użytkowości mlecznej krów, w których to informacje dotyczące długowieczności są „produktem ubocznym”. W materiałach tych krowy pojawiają się dopiero po wycieleniu, a często po ukończeniu dwustu dni pierwszej laktacji. Brakuje natomiast informacji o wcześniejszym brakowaniu materiału żeńskiego, co nie pozwala na całościowe rozpatrywanie problemu długowieczności. Jak wykazują badania [21, 33], problem ten może mieć istotne znaczenie w warunkach polskich, gdzie szczególnie duże straty mają miejsce w okresie odchowu cieląt [17, 18, 21, 28]. Uwzględnienie wczesnego brakowania może

spowodować zmianę szacunków odziedziczalności, jednak nie wiadomo w jakim stopniu, gdyż tego rodzaju badania nie były dotychczas prowadzone.

Należałoby także zwrócić uwagę na fakt istnienia jeszcze kolejnego elementu decydującego o realizowanej długowieczności zwierząt, a więc mogącego mieć wpływ na przeprowadzane szacunki parametrów genetycznych — są nimi warunki ekonomiczne. Stosunek zysków osiąganych ze sprzedaży mleka i mięsa do kosztów ponoszonych na odchów młodzieży i remont stada może wpływać na fakt szybszego lub wolniejszego usuwania krów ze stada. Wprowadzenie kontyngentów mleka w krajach EWG spowodowało zmniejszenie pogłowia bydła mlecznego na rzecz zwiększenia wydajności jednostkowej, wpływając jednocześnie na obniżenie przeciętnej długości życia krów w tym okresie.

Rozważmy obecnie jakie odbicie w praktyce hodowlanej mogą mieć wyniki przytoczonych powyżej badań. Z punktu widzenia selekcji wysokie korelacje genetyczne między wczesną przeżywalnością a życiową produkcją mleka i długością życia są obiecujące, świadczą one bowiem o możliwości uzyskania wiarygodnej miary realizowanej długowieczności wystarczająco wcześnie, żeby mogła być wykorzystana w selekcji na długowieczność (o ile podejmiemy decyzję o uwzględnieniu tej cechy w celu hodowlanym). Niskie wartości odziedziczalności przeżywalności jako cechy progowej sugerują jednak, że genetyczne doskonalenie długowieczności może być powolne. Tym niemniej możliwe jest wprowadzenie takiej miary długowieczności jak np. przeżywalność do 48 miesięcy do standardowych programów oceny i selekcji buhajów oraz uwzględnienie jej w indywidualnym modelu BLUP i wykorzystanie ich w ten sposób jednocześnie do selekcji buhajów i krów.

LITERATURA

1. Allaire F.R., Sterwerf H.R., Ludwick T.M.: *J. Dairy Sci.* 60, 254—267, 1977.
2. Doormaal B.J. van, Burnside E.B., Schaeffer L.R.: *J. Dairy Sci.* 69, 510—517, 1986.
3. Doormaal B.J. von: *J. Dairy Sci.* 68, 1763—1769, 1985.
4. Ducroq V.P.: A thesis presented to the Graduate School of Cornell University (In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy), 1987.
5. Ducroq V.P., Quaas R.L., Pollak E.J.: 38th Annual Meeting of European Association for Animal Production, Lisbon, Portugal, September 27 — October 1, 1987.
6. Essel A.: *Züchtungskunde* 54, 361—377, 1982.

7. Evans D.L., Branton C., Farthington B.R.: *J. Dairy Sci.* 47, 699—700 (abstr), 1964.
8. Everett R.W., Keown J.F., Clapp E.E.: *J. Dairy Sci.* 59, 1505—1510, 1976.
9. Falconer D.S.: *Introduction to quantitative genetics*, 1986.
10. Gill G.S., Allaire F.R.: *J. Dairy Sci.* 59, 1325—1333, 1976.
11. Hargove G.L., Salazar J.J., Lagates J.E.: *J. Dairy Sci.* 52, 651, 1969.
12. Hoque M., Hodges J.: *J. Dairy Sci.* 63, 1900—1910, 1980.
13. Höschele I.: *J. Anim. Breed. Genet.* 105, 337—361, 1988.
14. Höschele I.J. i in.: *Génét. Sél. Eval.* 18, 219—230, 1986.
15. Höschele I., Gianola D., Foulley J.L.: *J. Anim. Breed. Genet.* 104, 334—349, 1987.
16. Hudson G.F.S., Vleck L.D. van: *J. Dairy Sci.* 64, 2246, 1981.
17. Jasiorski H.: *Doniesienia na XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego o wynikach badań prowadzonych przez Zakład Hodowli Bydła SGGW-AR oraz Zakład Surowca Przemysłu Mleczarskiego w Brwinowie*, 1979.
18. Jasiorski H., Reklewska B., Grodzki H.: *Rocz. Nauk Rol.* 1987, Seria B, tom 103, zesz. 3, 69—76.
19. Karras K., Höschele I., Averdunk G.: *Der Tierzüchter* 37, 3, 116—118, 1985.
20. Leroy P.: *J. Anim. Breed. Genet.* 105, 43—49, 1988.
21. Litwińczuk Z., Borkowska D.: *Medycyna Weterynaryjna* 11, 689—693, 1984.
22. Lorenzo M.A. de, Everett R.W.: *J. Dairy Sci.* 65, 1277—1285, 1982.
23. Lorenzo M.A. de, Everett R.W.: *J. Dairy Sci.* 67 (Suppl. 1), 183, 1984.
24. Lorenzo M.A. de, Everett R.W.: *J. Dairy Sci.* 69, 501—509, 1986.
25. Łukaszewicz M., Hill W.G.: dane niepublikowane.
26. Norman H.D., Vleck L.D. von: *J. Dairy Sci.* 55, 1726—1734, 1972.
27. Parker i in.: *J. Dairy Sci.* 43, 401, 1960.
28. Puchajda Z., Aftowicz H.: *Zesz. Nauk. AR-T Olszt., Zootechnika*, 14, 83—93, 1978.
29. Robertson A., Barker J.S.F.: *Anim. Prod.* 8, 241—252, 1966.
30. Schaeffer L.R., Burnside E.B.: *J. Dairy Sci.* 57, 1394—1400, 1974.
31. Smith S.P.: Ph. D. thesis, Cornell University, Ithaca, N.Y. 1983.
32. Strandberg E.: *Swedish University of Agricultural Sciens, Department of Animal Breeding and Genetics, Rapport* 67, Upsala 1985.
33. Trela J., Kwaszewski J.: *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1985, z. 300, 287—294.
34. Westell R.A., Burnside E.B., Schaeffer L.R.: *J. Dairy Sci.* 65, 2366—2372, 1982.
35. White J.M., Nichols J.R.: *J. Dairy Sci.* 48, 468, 1965.
36. Żuk B., Nowicki B., Filistowicz A.: *Pr. Mat. Zoot.* 7, 1975.