

Wykorzystanie krzyżowania międzyrasowego w doskonaleniu genetycznym bydła mlecznego

Marcin Gołębiowski, Agnieszka Kądrowska,
Agata Wójcik, Karolina Wnęk, Jan Ślósarz,
Małgorzata Kunowska-Slósarz, Teresa Nałęcz-Tarwacka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ciągłe doskonalenie genetyczne bydła mlecznego, a wraz z nim poprawa warunków środowiskowych, doprowadziło do uzyskania wysokich wydajności mleka, ale równocześnie przyczyniło się do pogorszenia zdrowotności i długowieczności zwierząt (cechy funkcjonalne), co potwierdzają badania przeprowadzone przez Freyer i wsp. [3]. Równocześnie, aby osiągnąć zysk w produkcji mleka, należy użytkować krowę tak długo, aby wydajność mleka zamortyzowała wydatek poniesiony na odchów lub zakup jałówki i utrzymanie krowy [23].

Pracę hodowlaną prowadzoną w populacjach najpopularniejszych ras mlecznych bydła na świecie, tj. holsztyńsko-fryzjskiej czy jersey, utrudnia ciągle narastający poziom inbrodu, czyli wzrost homozygotyczności. Skutkiem tego jest depresja inbredowa pogarszająca wyniki produkcyjne krów. Dzięki sztucznemu unasienianiu wielu hodowców ma dostęp do wąskiej grupy najlepszych rozplodników, które często są ze sobą spokrewnione. W tej sytuacji, gdy konieczne jest ograniczenie inbrodu i doskonalenie cech produkcyjnych i funkcjonalnych (które są nisko odziedziczalne), hodowcy stosują krzyżowanie międzyrasowe. Jest to metoda możliwa do zastosowania w każdym stadzie, ale aby uzyskać satysfakcjonujące efekty należy dobrze się zastanowić, którą rasę wybrać. Chaotyczne, niezaplanowane krzyżowanie różnych ras może być przyczyną rozczarowania hodowców.

Krzyżowanie polega na rozrodzie osobników pochodzących z różnych linii, ras lub populacji. Uzyskane mieszańce są mocniej-

sze, zdrowsze i bardziej efektywne ekonomicznie w stosunku do ras rodzicielskich [1, 13]. Jest to wynik heterozji, występującej w pierwszym pokoleniu (F_1).

Krzyżowanie pozwala wykorzystać predyspozycje różnych ras do osiągnięcia założonych efektów produkcyjnych. Może ono prowadzić do ujawnienia się w fenotypie pokolenia potomnego kombinacji korzystnych ekonomicznie cech, pochodzących od ras rodzicielskich. Przykładem może być wieloletnie doskonalenie rodzimego bydła czarno- i czerwono-białego bydlęciem holsztyńsko-fryzjskim. Efektem tych prac jest rasa polska holsztyńsko-fryzjska o wysokiej wydajności mlecznej. Należy jednak zaznaczyć, że w hodowli bydła mlecznego krzyżowanie wypierające czy uszlachetniające stosowane jest znacznie dłużej niż aktualnie badane krzyżowanie rotacyjne [3]. Krzyżowanie rotacyjne z wykorzystaniem ras cb, HF i jersey prowadzono w SGGW w latach 80. ubiegłego stulecia [4].

Przed podjęciem decyzji o przeprowadzeniu krzyżowania należy zapoznać się z oczekiwanymi efektami heterozji. Pomocne z pewnością będą wyniki badań prowadzonych na całym świecie. Już w 1906 roku przeprowadzono eksperyment krzyżowania z ponad 400 krowami rasy duńskiej czerwonej i jersey w Danii [18]. Wiele badań dotyczących krzyżowania wykonano w Stanach Zjednoczonych. Wśród nich są eksperymenty z Beltsville, Maryland z mieszańcami ras brown swiss, ayrshire i HF [14] oraz w Illinois z mieszańcami guernsey i hf [19]. Cenne doświadczenia i badania terenowe miały miejsce także w Niemczech [3]. Najnowsze badania prowadzone są w Kalifornii, w USA [5] oraz w Moorepark, w Irlandii [21].

Badania dotyczące między innymi zdrowotności mieszańców międzyrasowych przeprowadzono w 6 stadach towarowych w Kalifornii (USA) od czerwca 2002 do stycznia 2009 roku [7]. W każdym stadzie przebywały zarówno krowy czystorasowe, jak i mieszańce z różnymi rasami. W tabeli 1. przedstawiono łączną liczbę ubyłych ze stada (śmierć lub brakowanie) krów czystorasowych i mieszańców w czasie pierwszej laktacji. Różnice między wszystkimi grupami mieszańców a zwierzętami czystorasowymi były we wszystkich przypadkach statystycznie istotne. Tylko 18 spośród 1075 mieszańców, czyli 1,7%, padło podczas pierwszej laktacji, co w porównaniu z wynikami czystej rasy – 22 padnięcia spośród 416 osobników, czyli 5,3%, wskazuje na większą przeżywalność mieszańców. Z powodu padnięcia lub wybrakowania ze stada przed pierwszym próbnym dojem ubyło 2,6% mieszańców i 8,7% czystych HF. Razem w czasie pierwszej laktacji ubyło 7,4% mieszańców i 15,9% zwierząt czystorasowych.

Pomyślnego Nowego Roku

2015

życzy Redakcja



Tabela 1

Śmiertelność i wszystkie ubytki ze stada podczas pierwszej laktacji dla mieszańców: normandzka x holsztyńsko-fryzyjska (NO x HF), montbeliarde x holsztyńsko-fryzyjska (MO x HF), skandynawska czerwona x holsztyńsko-fryzyjska (SR x HF) oraz dla czystorasowych krów holsztyńsko-fryzyjskich (HF) [7]

Wyszczególnienie	HF (n=416)		NO x HF (n=251)		MO x HF (n=503)		SR x HF (n=321)		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Padnięcie	przed pierwszym próbnym dojem	15	3,6	2	0,8	5	1	3	0,9
	do 305. dnia laktacji	22	5,3	3	1,2	10	2	5	1,6
Ubycie	przed pierwszym próbnym dojem	36	8,7	9	3,6	12	2,4	7	2,2
	do 305. dnia laktacji	66	15,9	24	9,6	35	7	20	6,2

Jednak nawet w najnowszych badaniach nad porównaniem zwierząt czystorasowych i mieszańców [7] brakuje uwzględnienia kosztów leczenia weterynaryjnego, co ma istotny wpływ na wyliczenie efektu ekonomicznego.

Stosowanie krzyżowania międzyrasowego bardzo korzystnie wpływa na rozród uzyskanych mieszańców. Badania ankietowe [22] wykazały, że to właśnie problemy zdrowia i płodności krów oraz przeżywalności zwróciły uwagę hodowców na krzyżowanie międzyrasowe. W badaniach Heinsa i Hansena [6] mieszańce NO x HF, MO x HF oraz SR x HF charakteryzowały się wcześniejszym wiekiem pierwszego ocielenia w stosunku do czystorasowych krów holsztyńsko-fryzyjskich. Ponadto u tych mieszańców okres usługi (liczba dni między pierwszym a ostatnim pokryciem) był krótszy, a zapładniałość wyższa w czasie trwania pięciu laktacji. Potwierdziło to doniesienia z wcześniejszych badań [9] – dla mieszańców NO x HF, MO x HF i SR x HF data pierwszego pokrycia uległa skróceniu o 3-7 dni, a okres międzyciążowy (liczba dni od wycielenia do skutecznego pokrycia) o 19-27 dni w stosunku do wskaźników osiąganych przez czystorasowe HF utrzymywane razem z mieszańcami w sześciu kalifornijskich stadach.

Z danych prezentowanych w tabeli 2. wynika, że średni okres międzyciążowy (OMC) podczas pierwszej laktacji u HF był o 14-21 dni dłuższy niż u mieszańców (różnice istotne statystycznie). W zależności od numeru laktacji zauważalne są różnice w długości tego okresu u poszczególnych kombinacji ras. Dla NO x HO długość OMC była względnie na stałym poziomie, największą przewagę w stosunku do HF osiągnęły w piątej laktacji. U MO x HF zauważono tendencję skracania OMC wraz ze zwiększaniem numeru laktacji. Według badań Dechowa i wsp. [2], heterozja dla OMC w USA kształtuje się na poziomie 1,4-15,1%.

Stwierdzono, że u czystorasowych krów HF krytych buhajami SR (skandynawska czerwona – buhaje norweskiej i szwedzkiej czerwonej) rzadziej występowały trudne porody (5,5%) w stosunku do tych, które kojarzono z buhajami HF (16,4% trudnych porodów). Także wskaźnik martwo urodzonych cieląt u krów pokrytych buhajem innej rasy był mniejszy (różnice istotne statystycznie) – tabela 3.

Tabela 2

Średnie okresy międzyciążowe dla czystorasowych krów holsztyńsko-fryzyjskich i ich mieszańców, liczone do piątej laktacji metodą najmniejszych kwadratów [6]

Numer laktacji	HF			NO x HF			MO x HF			SR x HF		
	n	średni OMC	SE	n	średni OMC	SE	n	średni OMC	SE	n	średni OMC	SE
1	360	148	6	232	127**	6	477	131*	5	305	134*	5
2	275	144	5	196	128*	6	396	120**	4	254	133	5
3	180	146	6	146	132	6	302	130*	5	181	132	6
4	97	147	8	93	130	8	195	120**	7	116	146	8
5	37	157	12	43	123*	12	72	110**	11	33	139	14

n – liczba zwierząt, OMC – okres międzyciążowy, SE – błąd standardowy
*P<0,05 różnica w stosunku do HF; **P<0,01 różnica w stosunku do HF

Aby określić efekty heterozji dla łatwości ocielenia i żywotności cieląt uzależnione od rasy matki, poddano analizie dane z wycieleń 676 jałówek HF, 262 jałówek NO x HF, 370 jałówek MO x HF i 264 jałówek SR x HF pokrytych buhajami ras BS, MO i SR [8]. Wszystkie grupy mieszańców międzyrasowych charakteryzowały się istotnie mniejszą liczbą trudnych porodów (pierwsze wycielenie) w porównaniu z jałówkami HF. Było to odpowiednio od 3,7 do 11,6% trudnych porodów u mieszańców, a 17,7% u HF. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 4 [8].

Tabela 3

Trudne porody i martwo urodzone cielęta u krów pierwiastek i wieloródek HF pokrytych buhajami różnych ras [8]

Rasa ojca	n	Pierwiastki		Wieloródek		
		trudne porody (%)	martwe urodzenia (%)	trudne porody (%)	martwe urodzenia (%)	
HF	371	16,4	15,1	303	8,4	12,7
BS	209	12,5**	11,6	524	4,9	5,6**
NO	–	–	–	326	8,7	7,3*
MO	158	11,6	12,7	2373	5,4	5,0**
SR	855	5,5**	7,7**	515	2,1**	4,7**

*P<0,05 różnica od HF; **P<0,01 różnica od HF

Tabela 4

Trudne porody i martwo urodzone cielęta u krów pierwiastek HF i mieszańców międzyrasowych krytych buhajami BS, MO i SR [8]

Rasa zwierzęcia	n	Pierwsze wycielenie	
		trudne porody (%)	martwe urodzenia (%)
HF	676	17,7	14,0
NO x HF	262	11,6*	9,9
MO x HF	370	7,2**	6,2**
SR x HF	264	3,7**	5,1**

*P<0,05 różnica od HF; **P<0,01 różnica od HF

Badania sugerują, że producenci mleka mogą zmniejszyć procent trudnych porodów i martwo urodzonych cieląt w stadzie poprzez krzyżowanie krów HF z buhajami innych ras mlecznych. W rezultacie otrzymane z takich kojarzeń jałówki z dużym prawdopodobieństwem będą się cechować łatwiejszymi porodami względem HF.

Touchberry [19] badał przeżywalność czystorasowych guernsey (GU) i holsztyńsko-fryzyjskich w stosunku do ich mieszańców w okresie 20-letnim (lata 1949-1969). Do pierwszej laktacji dożyło 88% mieszańców GU x HF i 83% czystych holsztyńsko-fryzów, natomiast do drugiego wycielenia przeżyło w stadzie 85% mieszańców i tylko 77% czystorasowych HF. Autor połączył także wyniki przeżywalności, wzrostu, produktywności i reprodukcji w jeden indeks ekonomiczny, dzięki któremu wyliczył całkowity zysk od zwierząt czystorasowych i mieszańcowych. Według tych obliczeń zwierzęta krzyżówkowe generowały o 11,4% większy przychód za laktację (średnio 1497 \$) od czystorasowych (średnio 1344 \$). Heins i wsp. [7] wyliczyli, że w czasie 1461 dni od pierwszego wycielenia mieszańce NO x HF przyniosą ok. 1120 \$ więcej zysku na sztukę w stosunku do czystorasowych HF, natomiast MO x HF 2156 \$/szt.,

a SR x HF 1925 \$/szt. Powodem tego jest dłuższe przebywanie zwierząt mieszańcowych w stadzie w stosunku do czystorasowych HF. Ponieważ producenci mleka mają zazwyczaj ograniczoną ilość stanowisk w oborze czy określony areal łąk i pastwisk, właściwszym wskaźnikiem opłacalności jest zysk/sztukę/dzień. W doświadczeniach Heinsa i wsp. [6] było to 0,22 \$/szt./dzień więcej zysku dla mieszańców MO x HO i 0,15 \$/szt./dzień więcej od HF dla SR x HF. Mieszkańce NO x HF generowały natomiast o 6,7% mniej zysku niż czystorasowe HF, co mogło wynikać z intensywnego systemu chowu (być może mieszańce te osiągnęłyby lepsze wyniki od HF w gospodarstwach ekstensywnych). Wyliczenia te dowodzą, że wpływ na przyszły dochód jednostkowy ma rasa użyta do krzyżowania. W ujęciu rocznym dodatkowy zysk wynosiłby 80 \$ dla mieszańców MO x HF i 55 \$ dla SR x HF w stosunku do 100% HF. Dla stada wielkości 250 krów jest to już kwota rzędu 20 000 \$ dla MO x HF i 13 750 \$ dla SR x HF.

Stosowanie krzyżowania międzyrasowego bardzo korzystnie wpływa na długowieczność uzyskanych mieszańców. Utrzymująca się od wielu lat tendencja ciągłego skracania okresu użytkowania krów mlecznych jest zjawiskiem niekorzystnym, a zwiększanie długowieczności krów przez selekcję jest trudne i długotrwałe, ponieważ cecha ta jest niskoodziedziczalna [12]. Według Freyera i wsp. [3], długowieczność ocenianych krów holsztyńsko-fryzyjskich w Niemczech zmniejszyła się z 4,9 do 4,6 lat w latach 1996-2006, podczas gdy ich wydajność w tym czasie wzrosła z 7014 do 8672 kg (za 305-dniową laktacją). Dłuższe użytkowanie krów mieszańcowych możliwe jest – zdaniem Treli i Choroszy [20] – dzięki wysokiej heterozji dla długowieczności. Badania VanRadena i Sandersa [21] wykazały znacznie niższą heterozję, w porównaniu do wcześniejszych amerykańskich eksperymentów z 1988 i 1992 roku. Parametry heterozji podane przez amerykański zespół [9] były jednak wyższe od szacunków z 2003 roku. Najnowsze wyniki z USA wskazują, że mieszańce F_1 są bardziej długowieczne w porównaniu z czystorasowym bydlęciem holsztyńsko-fryzyjskim. Według badań Heinsa i wsp. [7] przed drugim wycieleniem zostało wybrakowanych 25% krów czystorasowych holsztyńsko-fryzyjskich i tylko 11-15% mieszańców, trzecie wycielenie miało 51% HF oraz 71-75% mieszańców, a czwarte 30% HF. Podobne wyniki uzyskali Hare i wsp. [10], którzy donoszą o przeżywalności do drugiej, trzeciej i czwartej laktacji dla HF na poziomie odpowiednio: 73%, 50% i 32%. Do czynników decydujących o słabej przeżywalności czystorasowych HF zalicza się wzrost inbrodu, trudności przy ociehleniu i w rozrodzie, jak również inne zaburzenia zdrowotne. Bazując na powyższym materiale, heterozja dla długowieczności – szczególnie ważna z ekonomicznego punktu widzenia, może osiągać 10-15%.

W Polsce do krzyżowania międzyrasowego wykorzystuje się rasy: szwedzką czerwoną (SRB), montbeliarde (MO), norweską czerwoną (NRF), brown swiss (BS) i jersey (JE). Wielkość populacji aktywnej tych ras i ich produktywność przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5
Przeciętne wydajności krów ocenianych w Polsce w roku 2013 [17]

Rasa	Liczba krów	Mleko (kg)	Tłuszcz (kg)	Tłuszcz (%)	Białko (kg)	Białko (%)
PHF odmiany cb	594 610,9	7588	315	4,15	254	3,35
Jersey	1047,9	5746	298	5,19	220	3,83
Montbeliarde	2428,0	7224	291	4,03	253	3,50
Brown swiss	217,5	7125	321	4,50	253	3,55
Szwedzka czerwona	168,3	7511	334	4,44	269	3,58
Norweska czerwona	86,3	7426	342	4,60	261	3,51

Tabela 6

Parametry cech produkcyjnych i funkcjonalnych dla rasy niemieckiej holsztyńsko-fryzyjskiej (HOL), brown swiss (BS) i pokolenia F_1 tych ras (HOL x BS) [3]

Rasa	Cechy produkcyjne			Cechy funkcjonalne			
	wydajność (kg)	tłuszcz (%)	białko (%)	produkcja życiowa (liczba laktacji)	wskaźnik brakowania (%)	okres międzywycieleniowy (dni)	wskaźnik wycieleń (%)
HOL	7894	4,14	3,37	2,48	35,7	398	91,7
BS	6440	4,18	3,59	3,11	25	411	88,8
HOL x BS	7525	4,16	3,48	3,07	27,4	367	99,4
Heterozja (%)	5	0	0	9	9	9	5

Z danych zawartych w tabeli 6., przedstawiających parametry produkcyjne rasy niemieckiej holsztyńsko-fryzyjskiej (HOL), brown swiss (BS) i mieszańców tych ras, wynika, że mieszańce osiągnęły niewiele niższą wydajność mleka za laktacją, charakteryzowały się jednak istotnie wyższą zawartością składników mleka (różnice statystycznie istotne; $P < 0,05$). Wskaźnik martwo urodzonych cieląt był u nich niższy o 2% w stosunku do krów HOL. Mieszkańce z rasą brown swiss charakteryzowały się większą zdrowotnością wymion, a te leczone na *mastitis* szybciej powracały do zdrowia. W eksperymencie uzyskano też większą wytrzymałość laktacji u mieszańców (mierzoną jako relację całkowitej wydajności za laktacją w stosunku do wydajności za 1-100 dni i 101-200 dni laktacji). Mieszkańce HOL x BS miały jednak znacznie większe spożycie energii niż HOL, a przez to większe zużycie paszy na produkcję jednostki tłuszczu i białka. W badaniach zaobserwowano więcej przypadków kulawizn w pierwszej laktacji u krów mieszańców F_1 , ale w przypadku drugiej laktacji nie zostały zauważone istotne różnice [3].

W latach 2003-2008 na Uniwersytecie Minnesota w USA badano użyteczność czystorasowych krów HF (77 szt.) i ich mieszańców z rasą jersey (80 szt.) w trzech pełnych laktacjach [7]. Krowy JE x HF miały istotnie mniejszą masę ciała w czasie pierwszej (-56 kg), drugiej (-67 kg) i trzeciej (-82 kg) laktacji niż czystorasowe HF. Jednocześnie mieszańce miały dużo lepszą kondycję, ocenianą w skali BCS, od osobników czystorasowych, odpowiednio: 2,94 pkt. u mieszańców wobec 2,84 u HF w pierwszej laktacji; 2,97 wobec 2,84 w drugiej i 2,99 wobec 2,87 w trzeciej laktacji. W czasie drugiej laktacji mieszańce zużywały mniej nasienia na jedną ciążę (średnio 2,2 zabiegów) od HF (średnio 2,7 zabiegów).

Hodowca powinien kierować się zasadą wyższej wartości hodowlanej buhaja w stosunku do wartości kojarzonych z nim krów, pamiętając o tym, że właściwy dobór par rodzicielskich może w przyszłości rzutować na opłacalność produkcji mleka, a nawet decydować o istnieniu stada [15]. Warunkiem koniecznym do tego, by krzyżowanie międzyrasowe było korzystne w perspektywie długoterminowej jest stałe zwiększanie postępu genetycznego w rasach rodzicielskich, dopóki mieszańce stanowią mniej niż 50% całego pogłowia [18].

Przy wyborze buhaja do krzyżowania międzyrasowego ważna jest nie tylko przekazywana na córki, zbliżona do rasy wyjściowej wydajność, ale również wartość w zakresie przekazywania zawartości tłuszczu i białka, prawidłowych cech pokrojowych, długowieczności, łatwości wycieleń, zdrowotności wymienia, szybkości doju czy temperamentu. Wraz z poprawą cech budowy wzrasta potencjał produkcyjny zwierząt, poprawia się również ich zdrowie i długowieczność [15]. Krowy o mocnych, dobrze zbudowanych nogach oraz wysoko zawieszonym wymieniu i prawidłowej szerokości zadu charakteryzują się wyższą przeżywalnością. Krowy o prawidłowej budowie wymienia wykazują mniejszą skłonność do zachorowania na *mastitis*. Wymię umieszczone nisko jest częściej narażone na urazy i wnikanie przez strzyki drobnoustrojów chorobotwórczych [23].

W przypadku cech wyrostowości i kalibru, określanych przez pomiar wysokości w krzyżu, głębokości tu-

łowia i szerokości klatki piersiowej, hodowca powinien dobierać wielkość buhaja do wydajności swojego stada. Oznacza to, że nie należy zwiększać masy ciała zwierząt, jeśli warunki środowiskowe nie pozwalają na osiągnięcie wyższych wydajności. Do unasienniania jałowic powinny być dobierane buhaje o mniejszym kalibrze, co będzie skutkowało łatwiejszymi porodami [11]. Większy kaliber krów wiąże się z większymi potrzebami żywymi, wzrasta spożycie paszy i koszt produkcji 1 kg mleka. Ciężkie osobniki są bardziej podatne na schorzenia kończyn, duża masa ma także ujemny wpływ na długość życia produkcyjnego krowy. Córki po wybranym buhaju powinny mieć przyznaną wysoką ocenę za nogi i racice, jak również za wymię – w szczególności wiązadło środkowe wymienia, położenie wymienia i ustawienie strzyków, gdyż cechy te bezpośrednio wpływają na sprawność produkcyjną wymienia i długowieczność krowy. Duże znaczenie ma obecnie ustawienie strzyków – ma wpływ na przebieg doju mechanicznego, decyduje o wykorzystaniu robotów udojowych przy doju danej krowy.

Krzyżowanie międzyrasowe pozwala znacząco zmniejszyć poziom inbrodu, co nie zwalnia hodowcy z kontroli spokrewnienia osobników i analizy rodowodów krów i buhajów, zwłaszcza po pierwszym cyklu krzyżowania rotacyjnego. Należy też sprawdzać dostępność aktywnych buhajów danej rasy, gdyż ich liczba może być w pewnych okolicznościach obniżona z powodów weterynaryjnych czy ekonomicznych (konkurencja) [18]. Szczególną uwagę na wybór odpowiedniego buhaja do krzyżowania międzyrasowego zwraca Swalve (2007); cyt. za Freyer i wsp. [3], który na podstawie swoich badań stwierdził, że uzyskanie konkretnej wielkości efektu heterozji zależy nie tylko od kombinacji ras, ale również od indywidualnych cech buhajów jednej rasy. Jest to przesłanką do tworzenia indywidualnych planów krzyżowania w stadzie.

Aby krzyżowanie międzyrasowe w stadzie przynosiło zyski, hodowca musi konsekwentnie podążać za obraną strategią hodowlaną. Wykorzystywane rasy powinny być na podobnym poziomie produkcyjnym. Należy również wziąć pod uwagę wymagania ras używanych do krzyżowania, jak i określić cechy, które dane rasy prześlą potomstwu. Przy wykorzystaniu ras o lepszym genotypie względem danej cechy, niż posiadane stado, można oczekiwać szybkiej poprawy względem tej cechy w pokoleniu potomnym. Przykładem może być krzyżowanie jersey x HF, w którym rasa jersey poprawia u pokolenia potomnego skład mleka (procentową zawartość tłuszczu i białka). Poprawne jest także wykorzystanie ras o słabszych parametrach produkcyjnych, jeśli przejawiają wybitne przystosowanie względem jakiejś cechy, na przykład wysoką odporność na mastitis. Z tego też powodu rasy skandynawskie – szwedzka czerwona i norweska czerwona, są rekomendowane do programów krzyżowania z rasą holendersko-fryzyską [18]. Problemem może stać się niski wskaźnik reprodukcji bydła, ale dostępność seksowanego nasienia daje hodowcy możliwości planowania.

Organizacja krycia w stadzie zwierząt krzyżówkowych jest trudna. Krowy z każdego z poziomów kojarzeń należy oznaczać dodatkowymi, kolorowymi kolczykami. W przypadku stosowania krzyżowania rotacyjnego 3-rasowego z wykorzystaniem dwóch obcych w stadzie ras mlecznych trzeba przydzielić jeden, dowolny kolor kolczyka (poza żółty) w następujący sposób: jeden (na przykład niebieski) krowom HF, drugi (czerwony) krowom pokolenia F_1 , czyli mieszańcom HFxSRB, trzeci (zielony) krowom pokolenia F_2 – mieszańcom HFxSRBxMO. Wtedy wszystkie zwierzęta oznaczone niebieskimi kolczykami (tj. po ojcu rasy HF) należy pokryć nasieniem buhajów rasy SRB, zwierzęta z czerwonymi kolczykami (tj. po ojcu rasy SRB) należy pokryć nasieniem buhajów rasy MO, a zwierzęta oznaczone zielonymi kolczykami (tj. po ojcu rasy MO) należy pokryć nasieniem buhajów HF. W kolejnych pokoleniach trzeba postępować analogicznie, znacząc urodzone jałowki jednym z trzech kolorów kolczyka w zależności od tego, jakiej rasy był ojciec. Powyższy schemat krzyżowania dotyczy rotacji z użyciem trzech ras, w przypadku dwóch ras metoda jest podobna – do znaczenia zwierząt wykorzystuje się wtedy dwa kolory kolczyków. Wykorzystanie prostego systemu znakowania eliminuje konieczność

przewodzenia doboru buhajów dla każdej krowy w stadzie, likwiduje też zagrożenia płynące ze wzrostu inbrodu i możliwości popełnienia pomyłki w doborze buhaja odpowiedniej rasy dla każdej krytej sztuki [16].

Polscy hodowcy decydujący się na przeprowadzenie krzyżowania międzyrasowego w stadzie powinni wiedzieć, że pierwsze pokolenie (F_1) nie może być wpisane do ksiąg zwierząt hodowlanych. Jest to możliwe dla drugiego i następnych pokoleń w przypadku modelu wypierającego, natomiast dla schematu rotacyjnego nie ma takiej możliwości. Nie wpisanie krów do ksiąg zwierząt hodowlanych nie wyklucza jednak rejestracji pochodzenia zwierząt krzyżówkowych (dotyczy kryć buhajami zarejestrowanymi w systemie SYMLEK) przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka, która prowadzi ocenę użyteczności mlecznej. Stada, w których przeprowadza się krzyżowanie międzyrasowe mogą być objęte kontrolą użyteczności mlecznej. Stado oceniane wcale nie musi utrzymywać zwierząt czystorasowych i być stadem hodowlanym, chociaż często jest tak postrzegane przez producentów mleka [16].

Podsumowując należy stwierdzić, że systematyczne krzyżowanie międzyrasowe przyczynia się do znacznego wzrostu efektywności ekonomicznej systemów produkcji mleczarskiej. Przytoczone badania i eksperymenty krzyżownicze wyraźnie wskazują, że heterozja występuje w odniesieniu do cech najbardziej istotnych ekonomicznie w hodowli bydła mlecznego. Największy efekt ujawnia się dla długowieczności i cech funkcjonalnych, z wyjątkiem odporności na mastitis, jest także nieco mniejszy dla wydajności mleka. Optymalne strategie krzyżowania wymagają trzech ras o dużym potencjale genetycznym w zakresie życiowej wydajności, wykorzystywanych w ciągłym, rotacyjnym programie krzyżowania. Heterozja jest dodatkowym zyskiem genetycznym dzięki krzyżowaniu różnych ras, ale jej uzyskanie nie powinno następować kosztem genetycznego postępu u czystych ras. Stosowanie krzyżowania nie rozwiąże problemów związanych z zarządzaniem stadem, takich jak: kontrola warunków termicznych, dostępność paszy określonej jakości, obserwacja cyklu rujowego czy profilaktyka zdrowia. Postęp genetyczny ras rodzicielskich może być utrzymany na obecnym poziomie, jeśli do oceny buhajów będą brane pod uwagę wyniki mieszańców międzyrasowych. Wielu rolników dostrzega wartość krzyżowania międzyrasowego. Wzrost zainteresowania taką strategią hodowlaną prowadzi do zwiększenia dobrostanu zwierząt i poprawy efektywności ekonomicznej gospodarstw mlecznych.

Literatura: 1. Christensen L.G., Pedersen J., 1988 – 650th report from the National Institute of Animal Science. Landhusholdningsselskabets forlag, København, Denmark. 2. Dechow C.D., Rogers G.W., Cooper J.B., Phelps M.I., Mosholder A.L., 2007 – J. Dairy Sci. 90, 3542-3549. 3. Freyer G., König S., Fischer B., Bergfeld U., Cassell B.G., 2008 – J. Dairy Sci. 91, 3725-3742. 4. Grabowski R., Grodzki H., Chacińska K., Markowski W., 1987 – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 332, 67-72. 5. Heins B.J., 2007 – Petersen Symposium, University of Minnesota, St. Paul. http://www.ansci.umn.edu/petersen_symposium/petersen2007.htm, 7-19 (dostęp 27.03.2012). 6. Heins B.J., Hansen L.B., 2012 – J. Dairy Sci. 95, 918-924. 7. Heins B.J., Hansen L.B., De Vries A., 2012 – J. Dairy Sci. 95: 1011-1021. 8. Heins B.J., Hansen L.B., Seykora A.J., 2006 – J. Dairy Sci. 89, 2805-2810. 9. Heins B.J., Hansen L.B., Seykora A.J., 2006 – J. Dairy Sci. 89, 4944-4951. 10. Hare E., Norman H.D., Wright J.D., 2006 – J. Dairy Sci. 89, 3713-3720. 11. Jastrzębski M., 2004 – Hodowca Bydła 6-7, 16-20. 12. Krencik D., 2006 – Roczniki Naukowe PTZ, t. 2, supl. 2, 21-31. 13. Mäki-Tanila A., 2007 – Agric. Food Sci. 16, 188-198. 14. McDowell R.E., McDaniel B.T., 1968 – J. Dairy Sci. 51, 767-777. 15. Osten-Sacken A., 2004 – Poradnik hodowcy. Poznań. 16. Osten-Sacken A., 2009 – Hoduj z głową – bydło 1, 42-45. 17. Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka, 2014 – Wyniki oceny wartości użytkowej bydła ras mlecznych w 2013 r. www.pfhb.pl. 18. Sørensen M.K., Norberg E., Pedersen J., Christensen L.G., 2008 – J. Dairy Sci. 91, 4116-4128. 19. Touchberry R.W., 1992 – J. Dairy Sci. 75, 640-667. 20. Trella J., Choroszy B., 2010 – Wiad. Zootech., R XLVIII 4, 3-30. 21. VanRaden P.M., Sanders A.H., 2003 – J. Dairy Sci. 86, 1036-1044. 22. Walsh S., Buckley F., Berry D.P., Rath M., Pierce K., Byrne N., Dillon P., 2007 – J. Dairy Sci. 90, 5767-5779. 23. Zajac-Mazur M., 2007 – Wiad. Zootech., R. XLV, 3: 15-17.