



Kamil Siatka

Mazowieckie Centrum Hodowli i Rozrodu Zwierząt Sp. z o.o. w Łowiczu

Kontrola inbrodu

Terminem inbred, chów wsobny albo kojarzenie krewniacze określa się kojarzenia spokrewnionych ze sobą osobników. Efektem takich działań jest zwiększone występowanie homozygotyczności osobników wchodzących w skład populacji. Homozygotyczność w tym przypadku oznacza występowanie w genotypie identycznych wariantów alleli danego genu (AA lub aa) pochodzących od rodziców, którzy odziedziczyli je od wspólnego przodka lub przodków.

Miarą chowu wsobnego jest współczynnik inbrodu (wsobności) (Fx), który informuje o prawdopodobieństwie wystąpienia u osobnika par alleli w układzie homozygotycznym wskutek odziedziczenia ich od spokrewnionych rodziców. Współczynnik ten najczęściej wyrażany jest procentowo (0-100%), rzadziej w skali 0-1, gdzie 0 oznacza brak inbrodu, natomiast 100% lub 1 oznacza pełne zimbredowanie. Im bliżej osobniki są ze sobą spokrewnione tym wyższym współczynnikiem inbrodu cechował będzie się ich potomek. Należy mieć na uwadze też, że inbred w hodowli jest pojęciem względnym, a wynika to z faktu, że wszystkie zwierzęta wchodzące do tej samej

rasy są ze sobą w mniejszym lub większym stopniu spokrewnione ze względu na pochodzenie od wspólnych przodków tzw. założycieli rasy. W praktycznym ujęciu określenie inbred umownie odnosi się dla wyniku kojarzeń osobników bardziej spokrewnionych niż przeciętny poziom spokrewnienia całej populacji.

NEGATYWNE SKUTKI INBREDU – DEPRESJA INBREDOWA

Ogół niekorzystnych zmian w zakresie wartości fenotypowej cech użytkowych obserwowanych wraz ze wzrostem inbrodu nazywa się depresją inbredową albo wsobną. Obecnie wiadomo,

Tab. 1. Wskaźnik inbrodu (Fx) przy różnych rodzajach kojarzenia, przy założeniu, że rodzice tych zwierząt nie byli spokrewnieni

Rodzaj kojarzenia	Wskaźnik inbrodu (%)
brat × siostra	25,00
półbrat × siostra	12,50
ojciec × córka	25,00
babka × wnuk	12,50
wspólni dziadkowie (kuzynostwo)	6,25



wych zaburzeń takich m.in. BLAD, DUMPS czy CVM.

Wyniki badań zagranicznych wskazują, że w przypadku tamtejszej populacji bydła holsztyńskiego 1% procent inbredu odpowiada za obniżenie wydajności życiowej mleka nawet o 90 i więcej kilogramów, tłuszczu i białka o około 3 kg. Tylko w pierwszej laktacji spadek produkcji mleka wynosi średnio 20-40 kg oraz tłuszczu i białka, odpowiednio o 0,85-1,0 i 0,7-0,8 kg oraz jej skrócenie średnio o 5 dni. Dla porównania badania przeprowadzone w Polsce przez pracowników Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu na podstawie danych dotyczących krów urodzonych w latach 1960-2004 wykazały, że na 1% inbredu, średnio w trzech laktacjach, wydajność spada o 18,8 kg, a zawartość tłuszczu i białka odpowiednio o 0,8 kg i 0,58 kg.

Wiele przeprowadzonych badań wskazuje również na ujemne

korelacje między poziomem zimbredowania zwierząt a ich masą urodzeniową, tempem wzrostu i rozwoju, a także masą oraz wymiarami ciała już jako osobników dorosłych czy wiekiem uzyskania pełnej dojrzałości. Tego typu doniesienia literaturowe znane są od lat 30 i 40 minionego stulecia.

Poziom inbredu wpływa również negatywnie na płodność i efektywność rozrodu. Prowadzone dotychczas prace wskazują, że u zwierząt o wyższym współczynniku inbredu częściej obserwuje się utratę ciąży, zamieralność zarodków, a także niższą przeżywalność cieląt. 1% wzrost inbredu powoduje wydłużenie okresu międzywycieleniowego o 0,3-0,7 dnia, opóźnienie wieku pierwszego wycielenia o 0,6 dnia. Współczynnik wsobności wyższy niż 10% jest przyczyną wydłużenia wieku pierwszego wycielenia od 8 do nawet 26-27 dni. Zauważono,

że inbred powoduje wiele negatywnych skutków, do których należą spadek produktywności, skrócenie okresu użytkowania zwierząt, a także pogorszenie innych cech funkcjonalnych oraz z drugiej strony przyczynia się on do wzrostu częstości występowania rzadkich, letalnych lub szkodli-

MCHiRZ



ŁOWICZ

Z okazji świąt Bożego Narodzenia oraz zbliżającego się Nowego Roku pragniemy serdecznie podziękować za dotychczasową współpracę oraz złożyć naszym Klientom, Przyjaciołom i Sympatykom moc gorących życzeń, zdrowia, szczęścia oraz wszelkiej pomysłowości.

*Zarząd i pracownicy
Mazowieckiego Centrum Hodowli
i Rozrodu Zwierząt Sp. z o.o. w Łowiczu*



SŁOWNICZEK POJĘĆ:

- **Homozygota** – organizm posiadający identyczne allele danego genu (np. aa lub AA) w chromosomach homologicznych;
 - **homozygota dominująca** – sytuacja, gdy oba allele danego genu są dominujące (zapis np. AA).
 - **homozygota recesywna** – sytuacja, gdy oba allele danego genu są recesywne (zapis np. aa).
- **Heterozygota** – organizm posiadający zróżnicowane allele tego samego genu (np. Aa), w tym samym locus w chromosomach homologicznych.
- **Allele** – różniące się nieco od siebie (alternatywne) postacie genu, zajmujące ten sam locus w chromosomach homologicznych
- **Locus** – miejsce zajmowane przez konkretny gen w chromosomie.
- **Chromosomy homologiczne** – chromosomy o tym samym kształcie i wielkości, zawierają te same geny. Jeden chromosom w parze pochodzi od ojca, a drugi od matki.

że im wyższy jest Fx to większa jest również różnica wieku między krowami zinbredowanymi i niezinbredowanymi przy pierwszym wycieleniu. Badania irlandzkie przeprowadzone w tym zakresie wykazały, że krowy z Fx=12,5% były w momencie pierwszego wycielenia o 2,5 dnia starsze oraz miały o 4% niższe szanse na przeżycie do drugiej laktacji niż krowy niezinbredowane. Według doniesień literatury zaburzenia w rozrodzie wyrażone obniżeniem wskaźnika zacie-

leń obserwuje się już u krów, u których współczynnik inbredu wynosi 6,25-12,5%. W jednym z badań, samice, których współczynnik wsobności mieścił się w granicach 12,5-25% indeks cielności (pregnancy rate) spadł o 2%, a przy Fx>25% o 6%, w stosunku do samic niezinbredowanych. Badanie to wskazało również, że pomimo braku wyraźnego trendu, krowy o wyższym Fx wykazywały tendencję do trudniejszych porodów, co tłumaczone jest mniejszymi rozmiarami zwierząt cechujących się wyższym współczynnikiem inbredu. Co ciekawe w badaniach stwierdzono, że cielęta cechujące się wysokim Fx w przypadku zinbredowanych matek przychodziły na świat łatwiej niż te o niższym wskaźniku wsobności, co z kolei przypisuje się mniejszym rozmiarom cieląt wynikającym z zaburzeń rozwojowych. Część badań wskazuje inbred jako przyczynę poronień. Dowiedziono, że 1% zinbredowania samicy przyczynia się do wzrostu częstości poronień o 0,06%, natomiast 1% wzrostu inbredu u cielęcica zwiększa ryzyko jego utraty (martwego porodu lub promienienia) o 0,2%. Krowy o niższych współczynnikach inbredu wskazują również tendencje do łatwiejszego zachodzenia w ciążę mierzonego liczbą zabiegów inseminacyjnych. Większy inbred samic wiąże się także z wydłużeniem okresu usługi (od pierwszej do skutecznej inseminacji).

W przypadku buhajów niższy poziom inbredu sprzyja wyższemu libido oraz lepszej jakości nasienia niż w przypadku rozplodników w wysokim współczynnikiem inbredu.

Poziom inbredu wpływa również na długowieczność zwierząt. Już w latach 50 XX w. badacze

wskazywali, że zwierzęta bardziej zinbredowane były eliminowane ze stad szybciej niż te o niższych wskaźnikach wsobności. Literatura wskazuje, że gdy poziom inbredu przekracza 6,25%, ryzyko brakowania krów zwiększa się o 14%, choć już 1% wzrost powoduje zmniejszenie szans na przeżycie krów do drugiej laktacji o 0,3% oraz skrócenie okresu użytkowania zwierząt o 13 dni.

Innym ważnym efektem ubocznym, o którym należy wspomnieć, jest obniżenie zmienności genetycznej i redukcja potencjalnego postępu genetycznego.

Przedstawione wyżej przykłady jednoznacznie wskazują, że wzrost inbredu w stadzie będzie powodować istotne straty ekonomiczne.

POZIOM I PRZYCZYNY WZROSTU INBREDU

Do początków XX wieku pojęcie inbredu oraz jego negatywne skutki nie były powszechnie znane, znana natomiast była zasada „podobne rodzi podobne”, co skutkowało częstym kojarzeniem w bliskim pokrewieństwie w celu uzyskania wybitnych osobników kumulujących najlepsze cechy swoich przodków. Inbred do połowy XX wieku nie stanowił większego problemu, lecz sytuacja ta uległa zmianie wraz z opracowaniem i upowszechnieniem się technik sztucznej inseminacji. W tym też czasie wprowadzono w Polsce pierwsze działania w celu ograniczenia kojarzeń krewniaczych w hodowli zwierząt gospodarskich.

Obecnie w największym stopniu problem wzrastającego inbredu dotyczy północno-amerykańskiej subpopulacji bydła HF, ale ze

względu na intensywnie prowadzoną „holsztynizację” nabiera na znaczeniu również w Europie. Kilku autorów wskazuje, że średni poziom zimbredowania w populacji bydła holsztyńskiego w różnych krajach w latach 1980 do 2004 wzrósł o 3 do 4%. Pokrywa się to z doniesieniami amerykańskimi, które wskazują na wzrost średniego współczynnika inbrodu wśród amerykańskich holsztynów z 0,4% w 1970 do 5,8% w 2012 roku, w większości przypisywanemu intensywnej presji selekcyjnej wywieranej na buhajach. Według danych Światowej Federacji Hodowców Bydła Fryzyjskiego (WHFF) z 2015 r. sięga on w krajach takich jak Belgia 3,5%, Czechy i Holandia 4,5%, Włochy 5%, Japonia 6%, natomiast w najbardziej zimbredowanych populacjach amerykańskiej i kanadyjskiej około 7% i nadal rośnie. W przypadku krów rasy holsztyń-

sko-fryzyjskiej urodzonych nad Wisłą w 2017 roku średni poziom inbrodu przekroczył 4% i nadal szybko się powiększa. Warto mieć na uwadze, że z praktycznego punktu widzenia większe znaczenie dla hodowli niż średnia wartość ma tempo jego przyrostu.

Według wytycznych WHFF średni przyrost inbrodu nie powinien wynosić więcej niż 1% na 4 lata, czyli jedno pokolenie. Zbyt szybki wzrost niesie za sobą negatywne skutki w postaci ograniczenia możliwości skutecznej selekcji. Szacuje się, że w ostatniej dekadzie tempo narastania inbrodu w północno-amerykańskiej populacji bydła HF wynosi 0,1%/rok w przypadku krów i 0,2%/rok w przypadku buhajów, co uważa się za zdecydowanie zbyt wysokie. Z kolei badania IZ-PIB wskazują, że tempo przyrastania inbrodu w krajowej populacji HF

jest o mniej więcej połowę niższe niż w najbardziej zimbredowanych populacjach, natomiast niepokojący jest fakt, iż tempo jego narastania regularnie wzrasta. Oszacowany w ostatniej dekadzie przyrost inbrodu w polskiej populacji HF obliczony dla osobników z pełnym 4-pokoleniowym rodowodem wyniósł odpowiednio około 0,05% dla buhajów i blisko 0,03% dla krów.

Wiedząc czym jest inbred, jakie negatywne skutki za sobą niesie jego zbyt wysoki poziom oraz znając dynamikę jego przyrostu w populacji bydła rasy hf trzeba zadać sobie jeszcze pytanie o przyczyny obserwowanych zmian. Należy wśród nich wymienić przede wszystkim biotechniki rozrodu wykorzystywane w hodowli bydła mlecznego. Sztuczna inseminacja, która sprzyja pozostawianiu bardzo licznych potomstwa po



najlepszych buhajach oraz techniki MOET, które z kolei pozwalają na uzyskiwanie liczego potomstwa po wybitnych krowach. Inną z wymienianych przyczyn jest selekcja prowadzona w oparciu o wyniki oceny hodowlanej przy pomocy metody BLUP Model Zwierzęcia (BLUP AM), której sprzyja występowania w czołówkach rankingów bardziej spokrewnionych osobników niż średnie spokrewnienie w populacji. Za inną można uznać również wprowadzenie w ostatnich latach genomowej oceny wartości hodowlanej, która ze względu na tendencyjność podejmowanych przez samych hodowców i ograniczeniem skali selekcji wyłącznie do potomków najlepszych krów i buhajów sprzyja wzrostowi inbredu.

KONTROLA I OGRANICZANIE INBREDU

W krajach wiodących w hodowli bydła holsztyńsko-fryzjskiego uznano, że dopuszczalny poziom inbredu w populacji tej rasy nie może przekroczyć 5%. Trzeba również zaznaczyć, że nie ma jednoznacznej granicy, która pozwala określić bezpieczny poziom chowu wsobnego. W praktyce zootechnicznej za kojarzenia krewniacze uważa się takie, gdzie kojarzone zwierzęta miały wspólnego przodka lub przodków aż do piątego pokolenia wstecz. Niestety ze względu na często obserwowany brak tak dokładnej informacji w codziennej pracy hodowlanej należy unikać kojarzeń zwierząt, które mają wspólnego przodka przynajmniej 2-3 pokolenia wstecz.

Hodowcy holsztyńsko-fryzów mogą kontrolować wzrost inbredu szczegółowo analizując rodowo-

dy zarejestrowane w księgach hodowlanych przed podjęciem decyzji o kojarzeniu konkretnych osobników oraz wykorzystując w tym celu specjalne oprogramowanie komputerowe, które nie tylko umożliwia zautomatyzowanie tego procesu, ale również pozwala uniknąć wzrostu inbredu powyżej wyznaczonego poziomu. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na jakość prowadzonych zapisów, bowiem dane literaturowe wskazują, że w hodowli zwierząt gospodarskich średnio w 10% przypadków pojawiają się błędy dotyczące rodziców i wcześniejszych przodków.

Kolejnym rozwiązaniem umożliwiającym ograniczenie negatywnych skutków inbredu jest wykorzystanie możliwości wynikających z selekcji opartej o znajomość genomu. Wynika to z faktu, że genomika umożliwia uzyskanie wyższego postępu genetycznego przy takim samym poziomie inbredu jak selekcja tradycyjna oraz detekcję niepożądanych i szkodliwych genów już w bardzo młodym wieku zwierzęcia. Ponadto umożliwia ona obliczanie inbredu i stopnia pokrewieństwa już na poziomie DNA. Prowadzone w tym zakresie badania wskazują, że inbred obliczany na podstawie genotypu – inbred genomowy, który bazuje na faktycznym poziomie homozygotyczności przekazanych genów, a nie na prawdopodobieństwie dziedziczenia, jest też metodą dokładniejszą i już obecnie stosowany i publikowany w kilku krajach, m.in. Kanadzie i Stanach Zjednoczonych.

Innymi wskazywanymi w literaturze propozycjami działań służących ograniczaniu inbredu w populacji bydła mlecznego są poza od-

powiednim dobrem osobników do rozrodu również ograniczanie wagi informacji rodzinowej w procedurach szacowania wartości hodowlanej, zmniejszenie intensywności selekcji oraz ograniczenie intensywności wykorzystania najlepszych zwierząt przy tworzeniu kolejnych pokoleń, np. poprzez limitowanie porcji nasienia od jednego buhaja. Inne rozwiązania obejmują zastosowanie funkcji maksymalizującej zysk genetyczny, która uwzględnia wartość hodowlaną i jej dokładność oraz wskaźnik inbredu. Wykazano bowiem, że takie postępowanie pozwala istotnie zmniejszyć średnie spokrewnienie w populacji przy nieznanym tylko zmniejszeniu postępu genetycznego.

Swoją rolę do odegrania oprócz samych hodowców mają również organizacje prowadzące księgi hodowlane dla rasy holsztyńsko-fryzjskiej oraz podmioty inseminacyjne, które powinny monitorować inbred w populacji i stosować taką politykę hodowlaną, aby nie przekraczać wyznaczonego poziomu.

Podsumowując należy stwierdzić, że chcąc nadal doskonalić pogłowię bydła mlecznego nie da się całkowicie uniknąć problemu wrażliwego poziomu inbredu. Niemniej jednak umiejętnie korzystając z dostępnych obecnie rozwiązań i narzędzi można skutecznie ograniczyć tempo jego przyrostu, obserwując jednocześnie poprawę wartości hodowlanej kolejnych pokoleń krów. Osiągnięcie tego wymaga jednak współpracy między organizacjami odpowiedzialnymi za księgi hodowlane, dostawcami nasienia, a przede wszystkim odpowiedniego zaangażowania ze strony samych hodowców. ■