

Przenoszenie zarodków – jako metoda zwiększająca ostrość selekcji opartej na genomowej wartości hodowlanej

Wprowadzenie

Szacowanie genomowej wartości hodowlanej bydła umożliwia selekcjonowanie już bardzo młodych jałówek i buhajków na rodziców następnego pokolenia w stadzie. Słabnąc będzie zatem znaczenie indeksów rodowodowych, obliczanych jako średnia z wartości hodowlanej rodziców. Niezmiernie ważne natomiast dla toku pracy hodowlanej będzie skrócenie odstępu między pokoleniami, jakie nastąpi, gdy selekcję hodowlaną będzie można prowadzić bez oczekiwania na wynik oceny wartości użytkowej zwierzęcia. Skrócenie odstępu międzypokoleniowego – to znaczne przyspieszenie osiąganego w stadzie postępu hodowlanego. Przynosi to hodowcom i producentom mleka wymierną korzyść dzięki szybszemu dochodzeniu do założonego celu hodowlanego.

Uzyskiwanie w stadzie większej liczby potomków od bardzo dobrych krów – będące naturalnym dążeniem hodowcy – jest osiągalne dzięki postępom biotechnologii rozrodu. Od połowy lat 70. XX w. stosowana bywa u bydła metoda przenoszenia zarodków. Są one pozyskiwane przez wywołanie u matki superowulacji, a następnie albo jej zapłodnienie i wypłukanie z macicy zarodków, albo drogą pobrania od superowulowanej matki komórek jajowych i ich zapłodnienia *in vitro*, czyli metodą OPU/IVP (*ovum pick up / in vitro production*). Poprzez objęcie małej grupy najlepszych w stadzie krów systematycznie stosowanym przenoszeniem zarodków do krów-biorczyń hodowca może osiągnąć zamierzony cel odchowania zwiększonej liczby szczególnie wartościowego potomstwa żeńskiego, natomiast w potomstwie męskim stwarza sobie możliwość wyselekcjonowania – już w młodym wieku – osobników wyróżniających się wysoką genomową wartością hodowlaną

w obrębie grup pełnego rodzeństwa, uzyskanych metodą przenoszenia zarodków.

Chromosomy i allele

Dla podbudowania przedstawionej tezy sięgnijmy do jej genetycznej podbudowy.

Genom jest mieszczącym się w jądrze komórkowym zespołem chromosomów, wraz z zawartymi w nich genami – nosicielami czynników dziedzicznych. Nośnikiem informacji genetycznej jest kwas deoksyrybonukleinowy – DNA, występujący w chromosomach w postaci długich łańcuchów. Chromosomy powstają przez podział i w ten sposób zachowują ciągłość informacji genetycznej. Podział ten jest poprzedzany odtwarzaniem nowych cząsteczek DNA na bazie starych (tzw. replikacją DNA). Nowe typy chromosomów powstają natomiast drogą mutacji chromosomowych (aberracje chromosomowe).

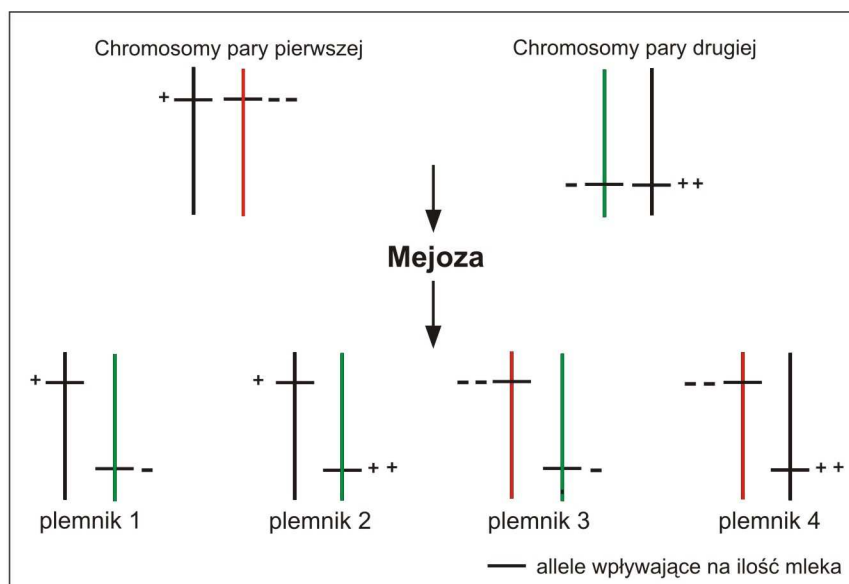
Komórki rozrodcze, zwane też płciowymi, czyli gamety (plemniki i komórki jajowe) powstają w wyniku mejozy, tj. podziału redukcyjnego jądra komórkowego; są więc haploidalne i mają jeden zespół chromosomów. Łącząc się ze sobą w procesie zapłodnienia dają diploidną zygotę. U większości zwierząt osobniki żeńskie posiadają w komórkach somatycznych dwa chromosomy płciowe X, a osobniki męskie – jeden chromosom X i różniący się od niego chromosom Y.

Allele – to para genów, z których każdy wywołuje odmienne wykształcenie tej samej cechy zwierzęcia czy rośliny, np. gen barwy czerwonej i gen barwy białej u kwiatów grochu stanowią parę alleli. W parze alleli odpowiedzialnej za cechę np. wydajności mlecznej może znajdować się gen oddziałujący na nią pozytywnie, a drugi – negatywnie.

Geny mają w chromosomie określone położenie (*locus*), są ułożone wzdłuż chromosomu w określonej kolejności. Wielkim osiągnięciem w genetyce jest stworzenie map genów w chromosomach człowieka i wielu gatunków zwierząt. Rozpoznanie całego genomu człowieka i jego

mapowanie ukończono w roku 2003 (koszty wykonania tego dzieła oszacowano na 3 miliardy \$).

Rysunek 1 przedstawia schematycznie segregację alleli na dwóch parach chromosomów, towarzyszącą powstawaniu drogą mejozy plemników, jakie niosą różną informację genetyczną.



Rys. 1. Schemat możliwej segregacji alleli na dwóch parach chromosomów w procesie mejozy w trakcie tworzenia komórek rozrodczych. Z 30 par chromosomów u bydła może wyłonić się ponad miliard kombinacji

Zaznaczone na rysunku allele mogą wpływać na ilość mleka dodatnio (+) lub bardzo dodatnio (++), względnie ujemnie (-) lub bardzo ujemnie (--). W podanym przykładzie byłoby optymalnie, gdyby komórkę jajową zapłodnił plemnik 2. W rzeczywistości tylko jeden przypadkowy plemnik zapłodni komórkę jajową, a wartość użytkowa zwierzęcia wyniknie potem ze średniej efektów wszystkich alleli warunkujących cechę mleczności.

Przedstawiony przykład wyraźnie wskazuje, że z kojarzenia doskonałych rodziców nie wywodzi się automatycznie tylko znakomite potomstwo. Im więcej urodzi się pełnego rodzeństwa ze specjalnych kojarzeń, tym szersza staje się baza dla selekcji genomowej, a – co za tym idzie – tym większa jest szansa znalezienia co najmniej jednego dominującego potomka.

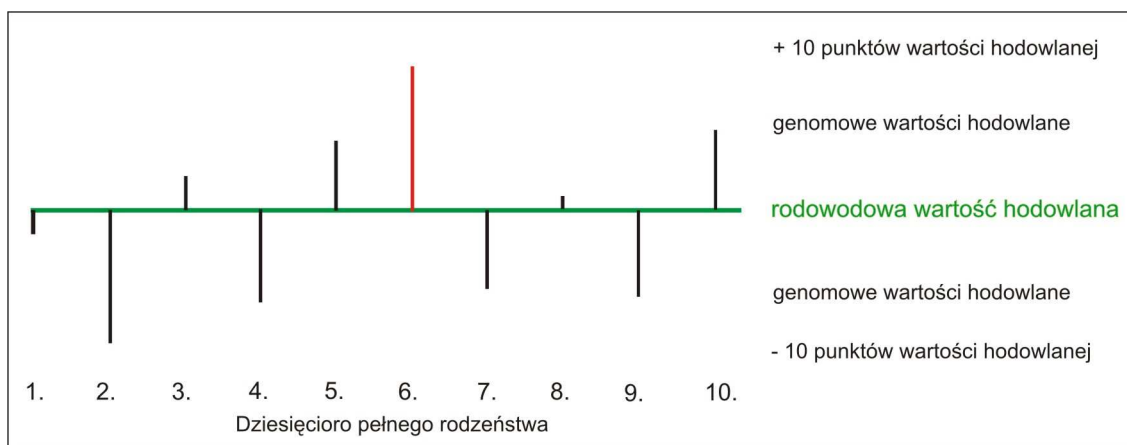
35-letnie doświadczenie

Każdy osobnik jest jedyny w swoim rodzaju także wśród pełnego rodzeństwa. Jest tak również wtedy, gdy chodzi o pełne rodzeństwo z tego samego kojarzenia. Rodzi się natomiast pytanie, jak duże są wśród pełnego rodzeństwa wahania w wartościach hodowlanych. Posiada ono tę samą rodowodową wartość, wynikającą ze średniej wartości obojga rodziców, natomiast genomowe wartości hodowlane pojedynczych osobników pełnego rodzeństwa z tego samego kojarzenia wykazują odchylenia od ich rodowodowej wartości hodowlanej, mogące wynosić ± 10 punktów.

Od czasu, gdy przed około 35 laty przenoszenie zarodków zostało wprowadzone do praktyki u bydła, jest ono stosowane jako ważny instrument w pracy hodowlanej. Oprócz indywidualnych korzyści rolników, uzyskiwanych dzięki większej liczbie potomstwa żeńskiego od najlepszych matek w oborze, przenoszenie zarodków zaczęło odgrywać dużą rolę przy produkcji następnego pokolenia używanych w rozrodzie buhajów. Gdy jakaś stacja zakwalifikuje krowę lub jałówkę jako matkę buhajów, zostaje zawarta z właścicielem zwie-

rzęcia umowa ustalająca kojarzenia, w której zobowiązuje się on za określoną kwotę dostarczyć stacji w ciągu roku możliwie zdrowego buhaja. W razie nieosiągnięcia tego celu, stacja subwencjonuje przeniesienie zarodków, aby w obrębie jednego roku rzeczywiście urodził

się co najmniej jeden buhajak. W konsekwencji tak korzystnych warunków zawieranych umów wciąż wzrasta udział buhajów inseminacyjnych produkowanych drogą przenoszenia zarodków i osiągnął on już w niemieckich stacjach buhajów holsztyńskich aż około 80%.



Rys. 2. Odchylenia genomowych wartości hodowlanych poszczególnych osobników od rodowodowej wartości hodowlanej - wspólnej dla przykładowych dziesięciu zwierząt pełnego rodzeństwa, uzyskanych drogą przeniesienia zarodków

Przyjęta strategia hodowli okazała się bardzo skuteczna, ponieważ obok polepszonych zarządzania i żywienia, opartego na naukowych podstawach, przede wszystkim powszechne zastosowanie w rozrodzie unasienniania sprawdzonymi na potomstwie, wybitnymi buhajami przyniosło w Niemczech w ciągu ostatnich 60 lat wzrost przeciętnej wydajności mlecznej krow z 2,5 tys. do niemal 10 tys. kg rocznie. W ostatnim dziesięcioleciu cel hodowlany został na tyle zmodyfikowany, że powszechnie położono silny nacisk selekcyjny na cechy funkcjonalne bydła mlecznego, takie jak odporność i zdrowotność, płodność, łatwość ocieleń, zdrowe racice – cechy składające się w sumie na długowieczność zwierzęcia, co można by lapidarnie określić odejściem od krowy tylko produkującej mleko ku krowie gospodarskiej.

Młode matki buhajów

Programy hodowlane, o których mowa powyżej, zawierały jednak także słabe punkty. Dopóki na matki buhajów wybierano starsze krowy, to wprawdzie dysponowano wieloma in-

formacjami o ich wartości hodowlanej, jednakże wydłużony odstęp międzypokoleniowy negatywnie wpływał na tempo postępu hodowlanego. Dlatego, ponad 10 lat temu wiele stacji przeszło na kwalifikowanie jałówek na potencjalne matki buhajów na podstawie danych rodowodowych, mimo iż teoria i praktyka wskazują, że rzeczywista wartość hodowlana danego osobnika może się znacznie odchylić w dół lub w górę od wartości oczekiwanej w oparciu o rodowód. Przed takim dylematem stają stacje przy wyborze konkretnego buhajka z planowanego kojarzenia do stawki buhajów przeznaczonych do późniejszego testowania na córkach. „Niewypały” zostawały nie tak rzadko nakładem dużych kosztów wyhodowane i przetestowane, podczas gdy potencjalnie dobre osobniki pozostawały nierozpoznane, a więc i niewykorzystane.

Taka sytuacja zmienia się diametralnie wraz z wprowadzaniem oceny genomowej wartości hodowlanej. Tak więc, dziś wstępnie wybrane spośród jałówek kandydatki na matki buhajów zostają poddane selekcji genomowej, jaka z wysokim prawdopodobieństwem trafności rozstrzyga o ich wyborze bądź eliminacji z listy kandydatek.

Znaczenie przenoszenia zarodków szybko wzrasta

Z chwilą przyjęcia się na stałe z góry zamówionej produkcji grup pełnego rodzeństwa zwierząt drogą przenoszenia zarodków, pochodzących od wybranych par rodzicielskich, stacje inseminacyjne będą miały możliwość wybierania potrzebnych im rozplodników już na etapie ciałąt – buhajków ocenionych metodą genomiczną.

Organizacje hodowców w Holandii i Francji pokrywają koszty, gdy wraz z wprowadzeniem selekcji genomowej rozbudowuje się przenoszenie zarodków, a zwłaszcza rozszerzane jest wykorzystanie w tym celu metody OPU/IVP. W niemieckiej organizacji hodowlanej MASTERRIND kwota pieniężna, przeznaczona na pokrycie kosztów stosowania metody przenoszenia zarodków przez hodowcę, utrzymującego krowę wybraną na matkę buhajów, została w 2011 r. podwyższona do 2000 euro, tj. niemal pięciokrotnie. Promując produkcję mnogiego potomstwa z jednego kojarzenia, MASTERRIND znacznie zwiększył liczbę zawieranych z hodowcami umów kojarzeniowych, gwarantujących także subwencjonowanie przenoszenia zarodków wyplukiwanych, jak również pozyskiwanych metodą OPU/IVP. Stacja przenoszenia zarodków MASTERRIND w Nüchel, mająca – jako jedyna w Niemczech – 15-letnie doświadczenie w dziedzinie OPU/IVP, jest jak najlepiej przygotowana do wzmoczonego świadczenia tych usług, a także kriokonserwacji zarodków od młodych matek buhajów. Osiągane w tej stacji wyniki to około 5–6 zarodków nadających się do przeniesienia z jednego płukania superowulowanych dawczyń. Uzysk takich zarodków po OPU/IVP zwiększył się natomiast w ciągu ostatniego roku z 1,7 do 3 blastocyst na jedną sesję OPU u jałówek i krów. Zadowolający jest także wynik zacieleń krów-biorczyń po przeniesieniu zarodków świeżo uzyskanych drogą IVP, który utrzymuje się średnio na poziomie 55% cielności.

Wartość hodowlana zarodków

Perspektywy zastosowania badań genomicznych w hodowli zwierząt przewidują określenie spodziewanej wartości hodowlanej już także na poziomie zarodka. Na razie przeszkodą jest

niewystarczająca ilość materiału genetycznego, jaka do analizy DNA jest możliwa do pobrania z jednego zarodka (około 10 komórek). Ważnym krokiem będzie więc namnażanie będącego do dyspozycji materiału genetycznego. Wczesne oszacowanie wartości hodowlanej umożliwi dokonanie selekcji poprzez wybór do przeniesienia spośród wyplukanych zarodków tylko tych, jakie wykazują wysoką wartość hodowlaną.

Na razie powinno się doprowadzić do rozpoznawania płci zarodka, co pozwoliłoby żeńskie zarodki z kojarzeń wybitnych osobników przeznaczyć bez genomicznej analizy do przeniesienia do matek-biorczyń – z niewątpliwą korzyścią dla stada hodowlanego, również z myślą o późniejszym wyborze spośród takich osobników matek buhajów. Męskie zarodki natomiast powinny być, po pobraniu od nich komórek do analizy genomicznej, na parę tygodni zamrożone – do czasu uzyskania wyników tej analizy, na podstawie której nastąpi selekcja tych zarodków.

Z przedstawionej strategii działania rodzi się potrzeba dalszego doskonalenia metody kriokonserwacji, szczególnie zarodków uzyskanych metodą IVP, tak aby podwyższyć wskaźnik zacieleń po ich przeniesieniu.

Na podstawie:

Dr. Knut Roschlau

- 1) Embryotransfer gewinnt mit Einführung genomischer Zuchtwerte an Bedeutung. MASTERRIND Magazin, Heft 11, Dez. 2010: 32-33; ISSN 1867-2809; © C. Kohlmann Druck & Verlag GmbH, Bad Lauterberg;
- 2) Im Zeitalter der genomischen Selektion Bedeutung des Embryotransfers wächst rasant. MASTERRIND Magazin, Heft 15, Dez. 2011: 16-17; ISSN 1867-2809; © C. Kohlmann Druck & Verlag GmbH, Bad Lauterberg.

Adres do korespondencji:
Masterrind GmbH
Schriftleitung
Osterkrug 20
D-27283 Verden

Tłumaczenie i opracowanie:
Kazimierz Żukowski