

Doskonalenie bydła mlecznego z wykorzystaniem nowych technologii*

Tomasz Strabel^{1,2}

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,

²Centrum Genetyczne, Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka

Od lat spada zaangażowanie środków publicznych we wspieranie doskonalenia genetycznego bydła mlecznego. W coraz większym stopniu postęp genetyczny jest stymulowany przez samych hodowców, organizacje hodowlane czy firmy komercyjne. Ich coraz większej konkurencji sprzyjają nowe regulacje prawne. Warto więc mieć stale na uwadze elementy, które determinują efektywność ekonomiczną hodowli, wynikającą z decyzji związanych z selekcją. Składają się na nią przychody – którym odpowiadają cechy produkcyjne, i koszty – którym odpowiadają liczne cechy funkcjonalne. Głównym źródłem przychodów jest mleko (np. wydajność mleka) o odpowiednim składzie (wydajność i zawartość białą oraz wydajność i zawartość tłuszczu), sprzedaż buhajków, jałówek remontowych i sztuk hodowlanych (co jest determinowane wieloma cechami zdrowia i płodności). Natomiast koszty to: żywienie (np. wykorzystanie paszy), praca (np. szybkość doju), obsługa weterynaryjna (np. mastitis, choroby racic, metaboliczne i związane z rozrodem) i remont (brakowanie limitowane jest wieloma cechami zdrowia, rzadziej niską produkcją). Stałe koszty to budynek i dojarnia, problemy reprodukcyjne (cechy płodności), choroby zakaźne (zwykle bardzo trudne w doskonaleniu) i metaboliczne (np. ketoza), produkcja gazów cieplarnianych (np. emisja metanu to przykład cechy, która zyskuje na znaczeniu na skutek oczekiwań społecznych), alternatywne wykorzystanie ziemi i zasobów ludzkich (praca) i ryzyko związane z wykorzystaniem antybiotyków, ze względu na możliwość przedostania się jego resztek do produktów przeznaczonych do konsumpcji (zwykle związane z odpornością na choroby, np. mastitis). Poza kilkoma wyjątkami wymienione źródła przychodów, jak i kosztów, są determinowane przez hodowcę, który ma bezpośredni wpływ na zarządzanie i podejmuje decyzje przekładające się na poziom genetyczny krów. W tym artykule przedstawione zostaną uwarunkowania doskonalenia bydła mlecznego z wykorzystaniem selekcji genomowej i biotechnik rozrodu.

Selekcja genomowa w doskonaleniu i zarządzaniu

Selekcja genomowa w bydle mlecznym rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej stała się codziennością. Dwa zasadnicze tego skutki, to zwiększenie postępu hodowlanego i zmiany w zarządzaniu stadem bydła mlecznego. Oba elementy dają możliwość zwiększania zysków zarówno z hodowli bydła mlecznego, jak i samej produkcji mleka. Trzeba je tylko poznać i odpowiednio wykorzystać.

Już nikt nie ma wątpliwości, że dzięki selekcji genomowej postęp genetyczny jest znacznie szybszy. U bydła mlecznego realizowany on jest na czterech wyraźnie różniących się między sobą ścieżkach.

Ścieżka ojciec-syn – to na niej ojcowie buhajów przekazują najlepsze geny swoim synom. W dobie selekcji geno-

mowej jest prowadzona z dużo większą ostrością selekcji, która wynika z tego, że tylko 1% buhajków staje się ojcami synów. Selekcja na tej ścieżce opiera się na wynikach oceny genomowej, co oznacza, że ojcami buhajów zostają najlepsze młode buhaje o nieznannej użyteczności córek. Te osobniki, ponieważ jest ich niewiele, mają istotny wpływ na poziom inbredu w populacji w dłuższej perspektywie, dlatego powinno się dbać o to, by z jednej strony ojców buhajów było niewiele, a z drugiej strony, by nie byli oni ze sobą blisko spokrewnieni. Ta ścieżka jest tradycyjnie w rękach organizacji hodowlanych; w naszym kraju są to stacje unasieniania.

Ścieżka matka-syn – to druga ścieżka doskonalenia, na której wybierane są matki buhajów. Tradycyjnie cechowała się wysoką ostrością, z tego względu, że było zawsze stosunkowo wiele kandydatek – krów. Aktualnie frakcja selekcionowanych matek jest na poziomie 1%. Na tej ścieżce nie tylko ważne jest poszukiwanie najlepszych samic, ale liczy się także to, aby faktycznie zostały one oczekiwane męskie potomstwo. Z tego względu stosuje się takie biotechniki rozrodu, jak przenoszenie zarodków i ich produkcja w warunkach *in vitro*. Jeśli się ich nie stosuje lub stosuje rzadko, to w rzeczywistości matkami buhajów nie stają się najlepsze samice, co obniża różnicę selekcyjną. Dodatkowo problem może potęgować zły status zdrowotny stad, wykluczający wiele kandydatek z udziału w programie hodowlanym. Najlepsze młode samice, tj. o najwyższych wartościach indeksów, są źródłem zysków z hodowli. Ich wartość rynkowa nierzadko przekracza tysiące euro. Warto zauważyć, że dokładność oceny na tej ścieżce uległa zwiększeniu w stosunku do wcześniejszych programów. Nikogo nie dziwi, że matkami buhajów stają się kryte rocznymi buhajkami jałowki, których dokładność oceny jest tylko nieznacznie niższa od oceny buhajków, co wynika z innego (tańszego) typu mikromacierzy wykorzystywanej do masowego genotypowania samic. Ponieważ użyteczność tych samic nie ma wpływu na ich wartość hodowlaną w momencie selekcji, automatycznie przestaje doskwierać problem preferencyjnego ich traktowania, które wynikało z tworzenia im lepszych warunków środowiskowych, skutkując zawyżonymi wartościami hodowlanymi. Skrócenie odstępu pokoleń na tej ścieżce jest aktualnie jednym z głównych motorów większego postępu. Tradycyjnie także i ta ścieżka jest pod kontrolą przede wszystkim stacji unasieniania, co absolutnie nie wyklucza możliwości dostarczania dodatkowych zysków właścicielom samic.

Ścieżka ojciec-córka jest natomiast tradycyjnie kojarzona przez hodowców z pracą hodowlaną w stadzie. To hodowcy o niej decydują, między innymi przez swoją determinację do wyboru samców o najwyższej wartości hodowlanej. Ta decyzja wiąże się z inwestycją na pokolenia (lata) i jest podstawowym sposobem podnoszenia poziomu genetycznego krów. Ostrość selekcji na tej ścieżce jest rzędu 5-10%. Buhaje, których nasienie jest użytkowane w stadach, oceniane są zwykle genomowo, ale też i na potomstwie, co przekłada się na różne dokładności oceny. Ocena genomowa stosowana na tej ścieżce skraca odstęp międzypokoleniowy. Jest wielu potencjalnych kandydatów – buhajków, dlatego do genotypowania na podstawie indeksów rodowodowych wybiera się najlepsze, które stanowią 1%. Jeśli w wyniku genotypowania otrzyma się wartość hodowlaną, która okaże się niska, taki buhaj może nigdy nie doczekać się oceny konwencjonalnej, zestarzeje się, a ponieważ nie doczeka się córek, będzie miał zawsze znaną tylko ocenę genomową. Reasumując, ta ścieżka w głównej mierze odpowiada, jaki potencjał genetyczny do produkcji i przeżycia w stadzie będą miały krowy. To on będzie determinował poziom przychodów z produkcji i koszty związane z utrzymaniem i remontem.

Ścieżka matka-córka nie była w przeszłości ważnym źródłem postępu. Wybór matek przyszłych córek był niekiedy całkowicie niemożliwy, jeśli w stadzie występował wysoki poziom

brakowania i/lub problemy z rozrodem. Sytuacja w tym zakresie ulega zmianie, gdy zaczyna się wykorzystywać sortowane nasienie. Ułatwia ono między innymi selekcję samic z powodu niskiej produkcji. Ocena genomowa na bazie mikromacierzy o niskiej gęstości – tańszych – pozwala na selekcję samic z wysoką dokładnością, dużo wyższą niż ocena konwencjonalna krów czy oparta na indeksach rodowodowych. Stosowanie oceny genomowej na tej ścieżce pozwala na efektywne zarządzanie stadem. Jeśli zgenotypujemy całe stado, możemy podjąć optymalne decyzje dotyczące tego, które samice przeznaczyć na dawczynie zarodków, które inseminować nasieniem sortowanym, które wybrakować, a które przeznaczyć na biorczynie lub do krycia nasieniem buhajów ras mięsnych. Wobec tego stosowane na tej drodze narzędzie do genotypowania zmienia sposoby zarządzania stadem i może być źródłem dodatkowych korzyści z tytułu podnoszenia poziomu genetycznego stada, czy dodatkowej wartości potomstwa.

Zarówno ścieżka ojciec-córka, pozwalająca czerpać jeszcze więcej korzyści z postępu genetycznego, jak i matka-córka, otwierająca możliwość dodatkowego zysku z hodowli i nowego sposobu zarządzania stadem, wymagają od hodowcy podejmowania ważnych decyzji. Przy ich rozważaniu należy uwzględnić szereg czynników, które pozwolą wybrać droższe lub tańsze nasienie, zdecydować o zgenotypowaniu całego lub części stada.

Przy zakupie nasienia powinno się brać pod uwagę szereg czynników, między innymi:

- **koszt porcji nasienia** – zwykle jest on pozytywnie skorelowany z wartością hodowlaną buhaja, czyli im lepszy buhaj, tym jego nasienie droższe. Hodowcy często kupują najtańsze nasienie lub płacą inseminatorowi za skuteczne zacielenie, co sprawia, że to inseminator decyduje o wyborze najtańszego – najgorszego nasienia. Niestety statystyki pokazują, że to w Polsce bardzo częsta praktyka. Jej skutkiem jest niski poziom genetyczny wielu stad, który może się przekładać na niską produkcję mleka lub wysokie koszty remontu przy dobrym żywieniu. Z drugiej strony nie każdy hodowca powinien sięgać po najdroższe nasienie, szczególnie jeśli stado wymaga wielu nakładów na poprawę zarządzania;

- **liczbę porcji potrzebną do uzyskania produkującej córki** – mimo że koszt materiału genetycznego w całych kosztach produkcji mleka jest niewielki, to jednak przy kiepskich wskaźnikach rozrodu może to ograniczać ekonomiczny sens zakupu dobrego nasienia. To niestety kolejny dowód na to, że mało efektywne zarządzanie stadem może mocno ograniczać korzyści z postępu genetycznego;

- **wartość hodowlaną buhaja dla cech produkcyjnych i funkcjonalnych, łącznie wyrażoną indeksem PF** – niskie wartości hodowlane to automatycznie niższa produkcja i większe koszty utrzymania stada. O tym, że wartość hodowlana w dość prosty sposób się na nie przekłada, warto stale przypominać;

- **zmianę w zysku na jednostkę zmiany wartości poszczególnych cech** – każda z cech ma swoje ekonomiczne znaczenie, niestety w Polsce nie zostało ono doprecyzowane, ale każdy potrafi się ogólnie zorientować, że różnica w 1 kg białka czy tłuszczu ma inne ekonomiczne znaczenie aniżeli jeden punkt oceny typu i budowy, zwłaszcza tych o niskiej odziedziczalności;

- **poziom inbredu przyszłych córek** – na etapie wyboru buhaja przydatne mogą być informacje o jego poziomie spokrewnienia z populacją samic; ponieważ w efektywnie selekcionowanych populacjach byłaby mlecznego inbredu nie da się wykluczyć, a można go jedynie ograniczać, konieczne jest stosowanie do doboru programów dysponujących głębokimi rodowodami krów i buhajów; programy takie powinny też uwzględniać wady genetyczne, których rewolucja genomowa ujawniła na tyle dużo, że nie da się ich wykluczyć przez eliminację samców-nosicieli;

- **dyskontowanie w czasie** – ponieważ zakup nasienia to inwestycja, która zamieni się w większą produkcję lub niższe koszty utrzymania zwierząt, które zaczną swoje użytkowanie dopiero za jakiś czas, należy ten czynnik uwzględnić w analizach; zdecydowanie szybsze efekty uzyskamy z selekcji jałówek już urodzonych aniżeli nasienia, które dopiero może zamienić się w jałówkę. Z drugiej strony warto zwrócić uwagę, że kopie genów buhaja znajdziemy nie tylko u jego córek, ale zostaną one w części dalej przekazane do wnuczek, będą więc dla nas pracować przez wiele pokoleń.

Investując w genetykę, hodowca liczy na zwrot poniesionych kosztów. Jednakże nie każdy hodowca otrzyma go z w równym stopniu, jego poziom częściowo da się przewidzieć. Badania dowodzą, że jeśli nie są zapewnione odpowiednie wymagania środowiskowe, wtedy zyski z inwestycji w genetykę nie zwracają się z maksymalną siłą [2]. Zjawisko to jest nazywane interakcją genotyp-środowisko. Nie ma ono jednak wiele wspólnego z mylną teorią, według której w stadach o niskim poziomie zarządzania, w tym żywienia (czyli niższej produktywności), nie ma żadnego znaczenia jakie buhaje są użytkowane, bo i tak ich córki mają dużo większy potencjał produkcyjny. Gdyby to stwierdzenie wyczerpywało znaczenie genetyki, to nie obserwowano by w tych stadach żadnych różnic między krowami.

Strategie genotypowania

Hodowcy świadomi korzyści, jakie może przynieść genotypowanie samic muszą sobie odpowiedzieć na pytanie: czy warto genotypować całe stado, czy tylko jego część?

Ostatnie badania wskazują, że oceny genomowe są bardzo dobrym predyktorem przyszłej użytkowości krów, lepszym niż ocena na podstawie tylko wartości hodowlanej ojca [4]. Okazuje się, że w stadach produkcyjnych, w których nie jest znane pochodzenie krów, genotypowanie może być bardzo pomocne w zarządzaniu i optymalizować cechy produkcyjne, zdrowotność wymion i płodność. Nie dziwi zatem fakt, że istnieją obory, które nie są objęte kontrolą użytkowości, a korzystają z oceny genomowej. Taki scenariusz nie jest możliwy w Polsce, co wynika m.in. z ograniczeń metody stosowanej do obliczania genomowej wartości hodowlanej.

Jeśli wiadomo, że na podstawie wyników genomowej oceny wartości hodowlanej możemy skutecznie przewidywać przyszłą użytkowość, to nadal pozostaje pytanie: czy genotypować całe stado, czy tylko najlepsze sztuki? Genotypowanie samic wyłącznie o najwyższej wartości indeksów rodowodowych może pozwolić zdecydować o wyborze sztuk do przeniesienia zarodków czy stosowania sortowanego nasienia. Nie pomoże jednak dokładnie określić, które sztuki powinniśmy wybrakować, z tego względu, że nie będziemy mogli ich wskazać. Temu służy genotypowanie wszystkich samic – wtedy poznajemy, które nie rokują ani pod względem wysokiej produkcji, ani nie dadzą najlepszego potomstwa [5]. Europejskie badania wskazały również, że genomowa ocena wartości hodowlanej przynosi więcej korzyści niż selekcja oparta na indeksach rodzicielskich, szczególnie gdy jest więcej miejsca na selekcję [1]. W badaniach tych potwierdzono, że stosowanie sortowanego nasienia zwiększa korzyści z genotypowania. Większość analizowanych scenariuszy pokazała, że najlepiej genotypować całe stado, tj. wszystkie jałówki. Wyjątek stanowiły sytuacje, gdy całkowita liczba dostępnych jałówek była dużo większa niż liczba potrzebnych na remont. Taka sytuacja może mieć miejsce przy bardzo dobrych wskaźnikach rozrodu. To, że są one kluczowe dla wielu decyzji hodowlanych już wcześniej wspomniano. Płodność w stadzie jest ważnym czynnikiem limitującym czerpanie korzyści z genotypowania, co wykazano także w innych badaniach [3].

Inne czynniki determinujące ekonomiczną efektywność genotypowania i stosowania selekcji genomowej na ścieżce

matka-córka to: cena genotypowania, ceny cieląt, dodatkowych jałówek i brakowanych krów. Warto wspomnieć, że istnieją kraje, w których cena genotypowania jest niższa jeśli hodowca genotypuje wszystkie jałówki i dostarcza więcej informacji o swoich zwierzętach niż w ramach standardowej kontroli użyteczności. Przykładem takich cech mogą być wyniki korekcji racic.

Zdarza się, że hodowcy powiększają swoje stada, wtedy nie ma miejsca na brakowanie, nie ma więc korzyści z wiedzy, które sztuki są najgorsze. Hodowca realizujący taką strategię nadal ma jednak wybór, może się bowiem zastanawiać, czy nie warto powiększyć stada córkami swoich najlepszych samców (tu warto stosować sortowane nasienie), do wskazania których może wykorzystać ocenę genomową.

Podsumowując należy stwierdzić, że postęp hodowlany u bydła mlecznego, gdzie prowadzi się ocenę genomową daje szereg dodatkowych korzyści. Jednakże ich pełne wykorzystanie nie jest łatwe – wymaga podejmowania trudnych decyzji. Przy rosnącej konkurencji, wymaganiach konsumentów i często niskich cenach mleka jest to zadanie wymagające posiadania umiejętności analizy wielu informacji, które niekiedy trudno zgromadzić, ale jeszcze trudniej przetworzyć.

Przez to staje się to wyzwaniem dla służb doradczych, które powinny być nie tylko stale doszkalane, ale i wyposażane w odpowiednie narzędzia do prowadzenia analiz i wspomagania decyzji. Przykłady wielu krajów, także europejskich, pokazują, że jest to możliwe.

**Referat plenarny wygłoszony podczas LXXXII Zjazdu Naukowego PTZ w Poznaniu.*

Literatura: 1. Calus M.P.L., Bijma P., Veerkamp R.F., 2015 – Evaluation of genomic selection for replacement strategies using selection index theory. *J. Dairy Sci.* 98, 6499-6509. 2. Fulkerson W.J., Davison T., Garcia S.C., Blockey M., 2008 – Holstein-Friesian dairy cows under a predominantly grazing system: interaction between genotype and environment. *J. Dairy Sci.* 91 (2), 826-839. 3. Hjortø L., Ettema J.F., Kargo M., Sørensen A.C., 2015 – Genomic testing interacts with reproductive surplus in reducing genetic lag and increasing economic net return. *J. Dairy Sci.* 98, 646-658. 4. Weigel K.A., Mikshovsky A.A., Cabrera V.E., 2015 – Effective use of genomics in sire selection and replacement heifer management. *Western Dairy Management Conference* (<http://wdmc.org/proceedings/#2015>). 5. Weigel K.A., Hoffman P.C., Herring W., Lawlor Jr. T.J., 2012 – Potential gains in lifetime net merit from genomic testing of cows, heifers, and calves on commercial dairy farms. *J. Dairy Sci.* 95, 2215-2225.

Dobrostan zwierząt w nowoczesnej produkcji*

Eugeniusz Herbut, Jacek Walczak

Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy w Krakowie

Dobrostan zwierząt gospodarskich jest już dobrze ugruntowanym zagadnieniem zarówno w naukach zootechnicznych, weterynaryjnych, jak i praktyce produkcyjnej. Jest efektem zapewnienia zwierzętom podstawowych potrzeb utrzymania w zależności od gatunku. Dotyczą one przede wszystkim: żywienia, dostępu do wody, przestrzeni życiowej, higieny i warunków utrzymania.

Według Eurobarometru [7], blisko połowa Europejczyków (46%) identyfikuje dobrostan w odniesieniu do przestrzegania obowiązków wobec wszystkich zwierząt, podczas gdy nieco mniej (40%) dobrostan kojarzy tylko ze zwierzętami gospodarskimi w zakresie ich utrzymania i zapewnienia im lepszej jakości życia. W Polsce proporcje te wynoszą odpowiednio 33 i 30%. Co ciekawe, odsetek obywateli, którzy pojmują dobrostan zwierząt jako wykraczający poza samą ochronę zwierząt (minimalne warunki chowu) wynosi 18% w UE i 14% w Polsce, i jest bardzo bliski temu, w którym uważa się dobrostan za równoważny z ochroną (17% UE i Polska). Podobny odsetek respondentów uznaje, że dobrostan zwierząt przyczynia się do lepszej jakości produktów zwierzęcych (17% UE, 12% Polska). Zdecydowana większość Europejczyków (94% UE, 86% Polska) jest zdania, że ważne jest, aby chronić dobrostan zwierząt gospodarskich. Przy czym ponad połowa (57%) respondentów w UE (36% w Polsce) uważa to za „bardzo ważne”, a 37% za „raczej ważne” (52% w Polsce). Tylko niewielka część respondentów (4% UE, 7% Polska) nie uznaje dobrostanu zwierząt za istotne zagadnienie. Przeszło czterech na pięciu (82%) respondentów w UE (77% w Polsce) uważa, że dobrostan zwierząt hodowlanych powinien być lepiej chronio-

ny niż teraz. Prawie dwie trzecie (64%) Europejczyków (59% Polaków) wskazało, że chcieliby uzyskać więcej informacji na temat warunków chowu zwierząt w ich kraju. Europejczycy zdecydowanie twierdzą, że importowane produkty spoza UE powinny spełniać te same standardy dobrostanu zwierząt, jakie stosuje się w Unii Europejskiej (93%). Dziewięciu na dziesięciu respondentów (90%) zgadza się, aby ustanowić standardy dobrostanu zwierząt na całym świecie. Ogólnie rzecz biorąc, 59% obywateli UE (44% Polaków) deklaruje, że byłiby gotowi zapłacić więcej za produkty z przyjaznych zwierzętom warunków chowu, przy czym 35% (27% Polska) gotowych jest zapłacić do 5% więcej, a 16% (UE i Polska) od 6 do 10% więcej. Ponad połowa (52%) obywateli UE (41% Polaków) poszukuje etykiet identyfikujących dobrostan zwierząt w trakcie chowu, podczas zakupu produktów. Warto zauważyć, że 47% Europejczyków (37% Polaków) stwierdza, że obecnie istniejący wybór produktów spożywczych przyjaznych dla zwierząt w sklepach i supermarketach jest niewystarczający; wynik ten jest o 9 punktów procentowych wyższy niż w poprzednim badaniu.

Opracowane i ustanowione minimalne normy nie wyczerpały problemu, dlatego też prowadzone są badania zmierzające do zapewnienia zwierzętom wyższego poziomu dobrostanu [1]. Przyszedł bowiem czas na zagadnienia hodowli i selekcji wraz z ochroną zasobów genetycznych, jakości surowców pochodzenia zwierzęcego, a także dostępu konsumentów do tych informacji. Wynika stąd potrzeba ujednoczenia oceny dobrostanu w warunkach produkcyjnych. Odnosi się to zarówno do przyjętych kryteriów zawartych w metodach, aparatury i poprawności interpretacji uzyskanych wyników.

Uregulowania prawne

W zakresie szeroko pojmowanego dobrostanu zwierząt gospodarskich aktualnie w Unii Europejskiej funkcjonuje ponad 80 różnego rodzaju aktów prawnych (dyrektywy i rozporządzenia). W warunkach krajowych ich bezpośrednim przełożeniem jest ustawa o ochronie zwierząt z 30 lipca 2013 roku [13] i rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 28 czerwca 2010 roku w sprawie minimalnych warunków utrzymania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla