

Genomowa ocena buhajów

Jarosław Jędraszczyk

z Małopolskiego Centrum Biotechniki w Krasnem

Decyzja Komisji Europejskiej z 20 czerwca 2006 r., określająca metody oceny wartości użytkowej i metody oceny wartości genetycznej zwierząt hodowlanych czy storasowych z gatunku bydła, zakłada że buhaje do celów sztucznego unasieniania

muszą zostać poddane ocenie genetycznej, która podlega publikacji (1, 2). W punkcie III – Ocena genetyczna pp. 2a) zakłada się, że ocena genetyczna buhajów do celów sztucznego unasieniania w odniesieniu do cech produkcji mlecznej musi

obejmować ocenę wydajności mlecznej oraz ocenę składu mleka (zawartość procentowa tłuszczu i białka), a także pozostałe dostępne dane dotyczące genetycznych cech mogących mieć pozytywny wpływ na cechy związane z mlecznością. Minimalna dokładność oceny genetycznej buhajów ras mlecznych wykorzystywanych w inseminacji musi wynosić przynajmniej 0,5 dla głównych cech produkcyjnych, zgodnie z zasadami Międzynarodowego Komitetu ds. Kontroli Użytkowości Zwierząt (International Committee for Animal Recording – ICAR), z uwzględnieniem wszystkich

Genomic assesment of bulls

Jędraszczyk J., Malopolskie Biotechnology Centre in Krasne

The aim of this paper was to present the current principles for genomic assessment of bulls in EU. Decision 2006/427/EC of 20 June 2006, has laid down the performance monitoring methods and methods for assessing genetic value for pure-bred breeding animals of the bovine species. Annex I of that Commission Decision states that the competent authorities of the Member States are to approve the bodies responsible for setting the rules for performance recording and assessing the genetic value and for publication of the evaluation results of pure-bred breeding animals of the bovine species. Part III of that Annex specifies the EU requirements for bulls for artificial insemination (AI). The minimum reliability of the genetic evaluation of AI bulls of the dairy breeds must be at least 0,5 for the main production traits according to the International Committee for Animal Recording (ICAR) principles. It has been evident that the national genomic breeding values (GEBVs) should be validated by Interbull, the EU Reference Laboratory and a permanent sub-committee of the ICAR.

Keywords: bulls, genetic evaluation, EU.

informacji dotyczących krewnych. Z kolei inna dyrektywa z 18 czerwca 1987 r. w sprawie dopuszczania zwierząt hodowlanych czystorasowych z gatunku bydła do celów hodowlanych zabrania państwom członkowskim zakazywania, ograniczania i utrudniania dopuszczania na swoim obszarze czystorasowych buhajów do celów sztucznego unasieniania lub dopuszczania użycia ich nasienia w przypadkach, w których takie buhaje zostały dopuszczone do sztucznego unasieniania w jednym z państw członkowskich. Wspomniane dyrektywy bezpośrednio nawiązują do sytuacji, którą dzisiaj obserwujemy w całej Europie oraz w Stanach Zjednoczonych czy Kanadzie. Wiele krajów posiada już oceny genomowe młodych osobników, które spełniają taki warunek powtarzalności oceny dla cech produkcyjnych, więc obrót nasieniem młodych buhajów na pewno będzie wzrastał. Wprowadzenie selekcji genomowej zwiększyło wielkość postępu genetycznego w realizowanych programach na świecie, co powoduje bardzo duże zainteresowanie opracowaniem i wdrożeniem międzynarodowej oceny genomowej (genomic multi-trait across country evaluations – GMACE). Rolą międzynarodowej organizacji Interbull w najbliższym czasie będzie przeliczanie tych wartości, co umożliwi wszystkim zaangażowanym w genomikę, m.in. bardziej obiektywne porównanie ocen genomowych otrzymanych w poszczególnych krajach i czerpanie korzyści

z tej metody także w innych, mniej zaawansowanych krajach lub krajach o mniej licznej populacji bydła.

Genomowo wzbogacona ocena wartości hodowlanej (genomic enhanced estimation breeding value – GEBV) jest połączeniem tradycyjnej metody szacowania wartości hodowlanej z wartością genomową reprezentującą sumaryczny efekt genetyczny wielu markerów SNP (single nucleotide polymorphism – SNP, polimorfizm pojedynczego nukleotydu). Wprowadzenie tej metody do praktyki hodowlanej bydła jest dzisiaj najważniejszym zadaniem dla wielu organizacji inseminacyjnych na całym świecie, a wprowadzona już jakiś czas temu metoda powoli podlega weryfikacji i porównaniu z aktualnymi, rzeczywistymi wydaniami córek młodych buhajów ocenionych genomowo. Korelacje ocen genomowych obliczanych przed pozyskaniem użyteczności córek z późniejszą oceną na potomstwie są coraz wyższe, wahać się dla poszczególnych cech na poziomie 0,51–0,79. Selekcja genomowa jest atrakcyjnym narzędziem nie tylko dla stacji unasieniania, która może wykorzystywać młode buhaje, uzyskując ich wartość po relatywnie niskich kosztach, w porównaniu do stosowanej sześciolletniej oceny na córkach, ale również dla hodowców, ponieważ mówi się o podwojeniu uzyskiwanego dotychczas postępu, zwłaszcza dla cech produkcyjnych. Dla przykładu Irlandia bardzo aktywnie wdraża selekcję genomową wykorzystując nasienie młodych buhajów już w 34% w stosunku do całości używanego w tym kraju nasienia i utrzymuje w tym zakresie tendencję wzrostową. Podobnie w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie nasienie młodych buhajów bez oceny na potomstwie wykorzystywane jest w kojarzeniach jako ojcowie następnego pokolenia, przy czym trwa dyskusja o powszechności stosowania takiego nasienia, akceptacji hodowców, częstości rotacji buhajków i przyszłości tradycyjnej oceny na potomstwie. Według danych uzyskiwanych z oficjalnych rejestrów zakres unasienień z wykorzystaniem nasienia młodych buhajów waha się w tych krajach na poziomie 5–40%, a w styczniu 2009 r. ukazała się pierwsza publikacja wyników oceny genomowej buhajów amerykańskich, niemających oceny na potomstwie. Również we Francji przyjęto, że do 2015 r. udział nasienia buhajów ocenionych genomowo będzie wzrastał, wypierając powoli nasienie buhajów ocenionych na potomstwie. Kolejne kraje europejskie zaczynają akceptować import takiego nasienia, co jest naturalnym dążeniem rynku, o którym decydują hodowcy i ich organizacje. Taka sytuacja rodzi także konieczność szerszej współpracy w udostępnianiu krajowych genotypów i rzetelnego przeliczania tych

informacji z wyników otrzymanych w danym kraju na informację wiarygodną dla innego kraju.

Organizacją mającą status laboratorium referencyjnego Unii Europejskiej jest Interbull, którego zadaniem jest m.in. walidacja ocen krajowych wykorzystywanych do obliczania oceny międzynarodowej i jej publikowanie. W zakresie tradycyjnej metody wszystkie krajowe wyniki oceny wartości hodowlanej, które uczestniczą w ocenie międzynarodowej przechodzą tzw. test walidacyjny. Podobną weryfikację przejdą także wyniki oceny genomowej. Celem walidacji jest zagwarantowanie wysokiej jakości wyników międzynarodowych, które wynikają z ocen uzyskanych w poszczególnych krajach. Jedynym modelem, dla którego Interbull przeprowadził test walidacyjny genomowej oceny wydajności białka, wszystkich populacji, w tym populacji polskiej, uczestniczących w ocenie konwencjonalnej i wdrażających ocenę genomową. Oprócz pozytywnego przejścia przez procedurę walidacyjną, niezależnym kryterium jest wynik z dokładnością oceny powyżej 0,5, który otwiera drogę do obrotu międzynarodowego takim nasieniem. W planach są kolejne testy dla innych cech, w pierwszej kolejności wszystkich cech, obejmujących produkcję mleka, jednak nie zostaną one przedstawione przez Interbull jako oficjalne.

Na marginesie warto zaznaczyć, że jednym z głównych zadań Interbull jest prowadzenie międzynarodowej oceny wartości hodowlanej bydła. Interbull (The International Bull Evaluation Service) powstał w 1983 r. w wyniku wspólnej inicjatywy Międzynarodowego Komitetu ds. Kontroli Użytkowości Zwierząt (The International Committee for Animal Recording – ICAR), Europejskiej Federacji Zootechnicznej (European Federation of Animal Science – EAAP) oraz Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej (International Dairy Federation – IDF). W 1988 r. Interbull uzyskał status stałego podkomitetu ICAR z siedzibą w Uppsali. Ma on charakter organizacji pożytku publicznego i jest odpowiedzialny za promocję, rozwój i przeprowadzanie międzynarodowej oceny bydła. Dziś organizacja prowadzi rutynową ocenę dla około 150 tys. buhajów uczestniczących w sztucznym unasienianiu w sześciu grupach rasowych, w tym największą grupę stanowi bydło holsztyńsko-fryzyjskie. Ocena prowadzona jest dla sześciu grup cech: produkcji (3 cechy), typu i budowy (19 cech), zdrowia wymienia (2 cechy), cech związanych z przebiegiem wycieleń (4 cechy), długowiecznością (1 cecha) i płodnością samic (5 cech). Polska również bierze udział w międzynarodowej ocenie dla cech produkcyjnych, cech typu i budowy oraz liczby komórek somatycznych

w mleku i płodności. Potrzeba powstania organizacji wynikała z rosnącego handlu nasieniem, co wymagało dokładnego porównywania buhajów pomiędzy krajami, pomimo różnic w systemach kontroli użyteczności i oceny wartości hodowlanej, różnic w celach hodowlanych, poziomach genetycznych i warunkach hodowlanych na poziomie stada. Wśród najważniejszych korzyści wynikających z działalności Interbullu oraz z członkostwa w tej organizacji należy wymienić:

- międzynarodową wymianę informacji; kraje członkowskie mają bardzo szeroki dostęp do informacji, co uznawane jest za podstawową korzyść, służą temu spotkania, konferencje i warsztaty, publikacje, ankiety oraz strona internetowa organizacji: www.interbull.org,
- prowadzenie przez Interbull własnego programu badań w zakresie rozwoju metod wykorzystywanych w międzynarodowej ocenie bydła,
- wykonywanie międzynarodowej oceny i międzynarodowe wsparcie techniczne w zakresie wszystkich spraw związanych z oceną wartości hodowlanej bydła.

Do przeprowadzania międzynarodowej oceny stosowana jest zaawansowana metoda powszechnie nazywana MACE (multiple across country evaluation). Łączy ona informacje ze wszystkich krajów, wykorzystując znane spokrewnienia między zwierzętami, występujące w danym kraju, jak i pomiędzy krajami. MACE dopuszcza możliwość występowania zmian w pozycjach rankingowych, co jest konsekwencją różnic w systemach prowadzonej kontroli użyteczności lub oceny wartości hodowlanej w danym kraju i istniejących interakcji genotyp-środowisko. Wyniki międzynarodowej oceny wyrażane są w tych samych jednostkach w jakich publikowane są wyniki krajowe i uwzględniają tę samą bazę genetyczną. Dzięki temu możliwe jest wskazanie tych zwierząt, które w danym kraju będą się charakteryzowały najlepszą użytecznością. Metoda MACE stosowana przez Interbull do międzynarodowej oceny składa się zasadniczo z dwóch etapów. W pierwszym obliczane są krajowe oceny buhajów, które przesyłane są do siedziby organizacji, gdzie poddawane są testom walidacyjnym. W drugim etapie wykonywana jest międzynarodowa ocena, która przed oficjalnym udostępnieniem sprawdzana jest przez zespół Interbullu, jak i przez poszczególne kraje członkowskie. Ocenie MACE podlegają wszystkie buhaje wykorzystywane w unasienianiu wraz z szeroką bazą rodowodową. Stosowana metoda sprawia, że uszeregowanie tych samych buhajów w rankingach może się różnić, co uzależnione jest od korelacji genetycznej pomiędzy krajami. Dzięki temu porównanie ocen stało się bardziej

obiektywne, doszło do zwiększenia wymiany buhajów między krajami, a także do wymiany informacji, co pozwala udoskonalić oceny krajowe. Warto podkreślić, że Interbull nie szereguje buhajów i że nie istnieje jeden ogólnoświatowy ranking dla buhajów, a każdy kraj otrzymuje informację o wynikach międzynarodowej wartości hodowlanej dla poszczególnych cech w jednostkach obowiązujących w tym kraju w przeliczeniu na własną bazę genetyczną.

Coraz częściej podkreśla się również korzyści wynikające ze współpracy międzynarodowej w zakresie genomiki, która dotyczy powinna standaryzacji wykorzystywanych mikromacierzy, imputingu, optymalizacji modelu oceny, ale przede wszystkim właśnie międzynarodowej oceny genomowej, która jest przedmiotem badań i opracowania przez Interbull. Obecnie znane są ponad 2 mln SNP, a podstawą oceny genomowej jest genotyp standardowo opisywany za pomocą macierzy 50kSNP. Mikromacierze pozwalają na stosunkowo tanie genotypowanie osobników w 50 tys. miejsc genomu, przy czym trwają badania nad zwiększeniem tej liczby do 500 tys. Pozyskiwanie genotypów jest procesem bardzo kosztownym, więc ważnym kierunkiem poszukiwań obniżającym koszty działalności jest wspomniany powyżej imputing – to jest możliwość wykorzystywania mikromacierzy o mniejszej gęstości. Ich zastosowanie może przynieść praktyczne korzyści przy niższej cenie w porównaniu z dużymi mikromacierzami. Metody obliczeniowe służące do odbudowania imputingu są na tyle tanie, że poszukiwanie oszczędności na pewno wymusi takie postępowanie w praktyce. Dla przykładu małą mikromacierz, np. 3kSNP (macierz pozwalająca na zgenotypowanie trzech tysięcy SNP) można odbudować do 50kSNP niewielkimi z tego tytułu stratami przy redukcji kosztów na poziomie 80%. Imputing jest bardziej skuteczny dla osobników bliżej spokrewnionych, które posiadają fragmenty chromosomów w bazie referencyjnej. W hodowli małe mikromacierze mogą znaleźć zastosowanie w następujących badaniach: wyborze jałówek remontowych do krycia nasieniem sortowanym:

- 1) wstępnej selekcji matek buhajów i buhajów,
- 2) kontroli pochodzenia,
- 3) zarządzaniu stadem,
- 4) kojarzeń indywidualnych.

Współpraca międzynarodowa w zakresie genomiki przybrała bardzo konkretną formę w postaci konsorcjum EuroGenomics. Konsorcjum to tworzy siedem krajów: Holandia, Niemcy, Francja, Dania, Szwecja, Finlandia i Belgia wraz z jednostkami naukowo-badawczymi, udzielającymi wsparcia merytorycznego. Celem stworzenia konsorcjum było połączenie populacji

referencyjnych buhajów holsztyńsko-fryzyjskich w tych krajach. Populacja referencyjna to buhaje o znanej wartości hodowlanej ocenionej na potomstwie i znanym profilu DNA, urodzone głównie w tym przypadku w latach 1999–2004, na bazie której dokonuje się obliczeń genomowej wartości hodowlanej dla buhajów młodych. Łącznie buhaje z bazy mają prawie 20 mln córek, często w kilku krajach. Wśród korzyści jakie osiąga pojedynczy członek konsorcjum ze zwiększenia bazy referencyjnej, należy wymienić zwiększenie w związku z tym dokładności oceny i dokładności szacowania efektów poszczególnych SNP, dalsze obniżanie kosztów takiej oceny czy szybszy postęp. Analiza dokładności ocen genomowych w krajach należących do EuroGenomics wykazała, że zyski z wykorzystania dodatkowych, dostępnych w ramach grupy genotypów nie są jednakowe we wszystkich krajach. Zwykle wtedy są większe, gdy korelacja genetyczna między krajami jest wyższa i gdy porównuje się starsze osobniki tworzące bazę referencyjną. Bez wątpliwa jednak populacja referencyjna stworzona w ten sposób jest największą na świecie, obejmując ponad 16 tys. buhajów w bazie, przewyższając o kilka tysięcy populację amerykańsko-kanadyjską.

Spekuluje się na temat konsekwencji wdrożenia selekcji genomowej, wskazując na możliwość zakończenia programów testowania w tradycyjnej formie. Mówi się także o zwiększeniu udziału inseminacji buhajami bez oceny na potomstwie, niewielkim wykorzystaniu buhajów ocenionych na córkach, zwiększeniu dokładności oceny samic i jednocześnie zwiększeniu ostrości selekcji z tytułu większej liczby kandydatów selekcyjnych. Skróceniu może ulec także odstęp pokoleń oraz może zwiększyć się zainteresowanie nowymi cechami, takimi jak np. ograniczenie produkcji gazów cieplarnianych, kontrola chorób metabolicznych, zwiększenie efektywności wykorzystania paszy czy polepszenie składu mleka. Chociaż niektóre z tych pomysłów mogą dzisiaj brzmieć futurystycznie, to obserwując postęp w selekcji genomowej życie uczy, że czas od powstania takiego pomysłu do jego realizacji może być krótszy niż nam się wydaje.

Piśmiennictwo

1. Commission Decision 2006/427/EC laying down performance monitoring methods and methods for assessing cattle's genetic value for pure-bred breeding animals of the bovine species. *Official Journal of the European Union* L 169, 22 June 2006, pp. 56-59.
2. Strabel T.: Selekcja genomowa – nowe narzędzie do skonaleniu zwierząt. *Postępy Nauk Rolniczych* 2010, nr 2, 133-149.

Dr Jarosław Jedraszczak, Małopolskie Centrum Biotechniki, Krasne 32, 36-007 Krasne, e-mail: j.jedraszczak@mcb.com.pl