

Odporność krowy na warunki środowiska produkcyjnego

w połączeniu z efektywnością ekonomiczną i analizą zachowania wyznacza nowy kierunek w hodowli bydła mlecznego

Tomasz Sakowski, Instytut Genetyki i Biotechnologii Zwierząt PAN w Jastrzębcu

Emilia Bagnicka, Komisja Genetyki i Hodowli Komitetu Nauk Zootechnicznych i Akwakultury

Nicolas Friggens, Université Paris Saclay INRAE, AgroParisTech, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants, 75005, Paris, France

Ines Adriaens, KU Leuven, Department of Biosystems, Biosystems Technology Cluster Campus Geel, 2440 Geel, Belgium;

Yvette De Haas, Wageningen University and Research Animal Breeding and Genomics, P.O. Box 338, 6700 AH Wageningen, the Netherlands

W przeszłości hodowla zwierząt koncentrowała się przede wszystkim na poprawieniu ich wydajności. Dotyczyło to wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich. Z roku na rok u bydła rosła wydajność mleczna i mięsna, a u trzody chlewnej obniżała się warstwa tłuszczu podskórnego i zwiększała mięsność tuszy. Poprawie ulegały też właściwości technologiczne mięsa, a w mleku poszukiwano sposobu na wzrost udziału białka i utrzymania korzystnej proporcji białka do tłuszczu. Mało wtedy mówiło się o zdrowiu zwierząt i nie koncentrowano się szczególnie w pracach selekcyjnych na genetycznym uwarunkowaniu tych cech, bo jak wiemy cechy związane z wydajnością były negatywnie skorelowane ze zdrowiem zwierzęcia.

Wysokowydajne krowy są z reguły krócej użytkowane w stadzie i jeśli nie miało to aż takiego znaczenia w stadach bydła mięsnego, to wysokie brakowanie krów mlecznych ze względu na słabą płodność, zapalenie wymienia czy choroby metaboliczne miało swój negatywny wpływ na rachunek ekonomiczny gospodarstwa.

Zmiany klimatu, wraz z rosnącą częstotliwością zaburzeń środowiskowych, wywierają również presję

na sektor hodowlany. Jest on bowiem odpowiedzialny za około 6% europejskiej emisji gazów cieplarnianych. Aby sobie z tym poradzić, w stosowanych strategiach zarządzania i w programach hodowlanych należałoby zrezygnować z doskonalenia zwierząt jedynie w kierunku wydajności i uwzględnić w selekcji bardziej złożoną cechę, którą na przykład jest odporność. Odporne zwierzęta dobrze reagują na wyzwania środowiskowe i lepiej znoszą

ewentualne zaburzenia w postaci nagłej zmiany warunków atmosferycznych i spowodowaną tym, na przykład, różną jakością dawki pokarmowej. Jednym z realizowanych, w ramach europejskiego projektu GenTore www.gentore.eu, zadań jest opracowanie metody oraz kryteriów selekcji zwierząt charakteryzujących się wysoką odpornością, którą będzie można stosunkowo łatwo wdrożyć na dużą skalę w różnego typu gospodarstwach. Pierwszym krokiem, który należało uczynić było precyzyjne określenie fenotypu odpornego zwierzęcia, a więc zespołu cech, które byłyby do wykorzystania nie tylko w zarządzaniu gospodarstwem, ale również w hodowli. Każda miara reakcji i powrotu do zdrowia od zwierzęcia zarówno odporność zwierząt, jak i postrzegana wielkość negatywnych oddziaływań środowiska, które mogą się zmieniać w czasie, w zależności od wpływów związanych ze zwierzętami i gospodarstwem.



Fot. 1. Krowy na pastwisku w hodowli ekologicznej o budowie ciała lepiej przystosowanej do większej aktywności ruchowej

Ponieważ uniwersalne definicje odporności są zbyt szerokie, aby mogły mieć praktyczne zastosowanie, stwierdzono, że odporność powinna być postrzegana jako zespół cech, którego nie można bezpośrednio zmierzyć. Jeśli odporność nie jest bezpośrednio mierzalna to jej wielkość składa się z sumy miar wybranych wskaźników składających się na odpowiedź organizmu na negatywne wpływy środowiska. Wskaźniki te muszą jak najdokładniej odzwierciedlić miarę odporności zwierzęcia. Postulowane operacyjne miary odporności będą musiały zostać potwierdzone względem cech referencyjnych, które są skumulowanymi wskaźnikami dobrej odporności (np. produktywna długość życia lub zdolność do ponownego ocielenia).

Na załączonych zdjęciach przedstawione są dwa typy (środowiska) produkcji mlecznej. Pierwsze (zdjęcie 1) jest oparte na wypasie krów w sezonie letnim i żywieniu sianem w sezonie zimowym. W drugim przypadku (zdjęcie 2) mamy typową produkcję mleka w systemie zamkniętym opartą o żywienie krów TMR przez cały rok. Oba typy produkcji wymagają zwierząt o innej, lepiej do nich dostosowanej, odporności.

W przypadku krów mlecznych zaproponowano i przetestowano praktycznie definicję odporności bydła mlecznego w oparciu o system punktacji zawierający kilka kategorii. Ogól-

nie rzecz biorąc, w ramach tej oceny krowa otrzymuje punkty dodatnie za każde wycielenie, krótszy odstęp międzywycieleniowy, mniejszą liczbę inseminacji i wyższą produkcję mleka w porównaniu z rówieśnikami ze stada. W przeciwnym przypadku, jeśli liczba inseminacji wzrośnie, za każdy dzień leczenia i jeśli jej produkcja mleka będzie niższa w porównaniu z rówieśnikami ze stada, krowa otrzyma punkty ujemne. Korzystając z łatwo dostępnych danych z gospodarstwa, można ocenić praktyczną miarę odporności życiowej, na podstawie której krowy w stadzie zostaną sklasyfikowane. Krowy, któ-

re osiągnęły kolejną laktację są wyżej klasyfikowane w stadzie od krów, które zostały wybrakowane przed następnym porodem. Chcąc przekonać się o przydatności otrzymanego wyniku, ranking odporności powiązano z dwoma innymi precyzyjnymi miarami dostępnymi w technologii hodowli zwierząt. Są to dane o odchyleniu wydajności mlecznej ocenianej krowy od średniej stada (wykres 1) i zmian w jej zachowaniu uzyskanych z zamontowanego na szyi lub w uchu zwierzęcia czujnika ruchu. Krowy o wyższej pozycji w rankingu odporności miały odnotowaną mniejszą ilość spadków dziennej wydajności mleka i bardziej stabilny wzorec aktywności podczas laktacji. Schemat 1 przedstawia składowe systemy punktacji, na podstawie której można stworzyć ranking najbardziej odpornych krów w stadzie. Został on opracowany dla potrzeb projektu przez naukowców z francuskiego Instytutu Hodowli Bydła IDELE i francuskiej firmy MEDRIA Solutions. Na wartość indeksu odporności składają się punkty za kolejne odnotowane wycielenie, wydajność mleczną, liczbę inseminacji, długość okresu międzywycieleniowego i wiek pierwszego wycielenia.



Fot. 2. Krowy produkujące w systemie zamkniętym o budowie ciała wskazującej na wyższą wydajność mleczną (duża rama ciała i pojemne wymię) ale gorszą motorykę (słabsze nogi), która nie sprzyja większej aktywności ruchowej

Składowe punktacji za odporność i rankingu krów w stadzie



Odporność = gotowość do ponownego wycielenia na początku użytkowania mlecznego



- ✓ Punkty za użyteczność w gospodarstwie (w odniesieniu do średniej wydajności stada).
- ✓ Punkty dla pierwiastki na początku użytkowania mlecznego traktowane jako indeks.
- ✓ Punkty pozwalające na rozpoznanie najbardziej i najmniej odpornej krowy we wczesnym okresie pierwszej laktacji.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Grant Agreement No 727213

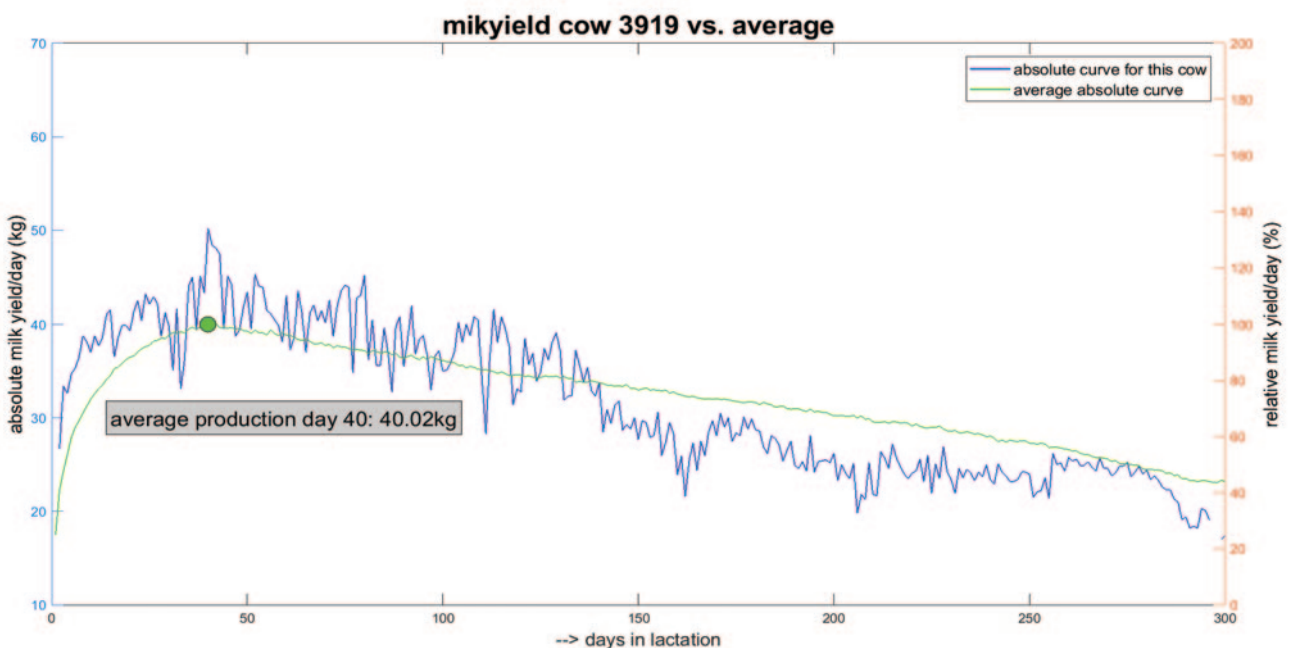
Schemat 1. Ocena odporności zaproponowana przez naukowców z IDELE i MEDRIA

Na wykresie 1 przedstawiona jest dzienna wydajność krowy mlecznej 3919 w ujęciu rzeczywistym (krzywa niebieska) w odniesieniu do średniej użyteczności tej krowy zaznaczonej kolorem zielonym.

Wykorzystanie w ocenie użyteczności mlecznej modelu dziennego umożliwia hodowcy precyzyjniejszą analizę przebiegu laktacji krów w sta-

dzie. Odnotowywane nagłe wzrosty lub spadki dziennej wydajności mlecznej dają się łatwiej powiązać ze stanem fizjologicznym lub zdrowotnym zwierzęcia, niż informacja otrzymana raz w miesiącu na podstawie jednego próbnego udoju. Spadki i wzrosty wydajności dziennej mogą być spowodowane w dużej mierze czynnikami środowiskowymi, jak na przy-

kład jakością paszy, temperaturą powietrza, czy źle pracującymi urządzeniami udojowymi. Może to być również wpływ pracownika nieumiejętnie obchodzącego się ze zwierzętami lub źle przygotowującego krowy do doju. Wśród czynników warunkowanych genetycznie ważną rolę odgrywa ilość unasienień przypadających na skuteczne zacielenie,



Wyk. 1. Wydajność dzienna krowy 3919 (linia niebieska) na tle średniej (linia zielona)

Rysunek dzięki uprzejmości Wijbranda Ouweltjesa

czy długość okresu międzywycieleniowego. Z tego punktu widzenia ważne są też pierwsze trzy miesiące kolejnej laktacji. Wyjaśnieniu przyczyn słabej płodności lub niskiej wydajności sprzyja obserwacja zachowania się zwierząt i ocena okresów ich wzmożonej lub osłabionej aktywności, czyli na przykład długości i częstotliwości okresów pobierania paszy lub jej przeżuwania. Umożliwia to między innymi zastosowanie w chowie różnego rodzaju czujników ruchu w połączeniu z algorytmami analizującymi te aktywności.

Ocena odporności, czyli przystosowania do warunków środowiska produkcyjnego jest ważnym wskaźnikiem efektywności w chowie i hodowli zwierząt. Jest ona szeroko analizowana i opisana w licznych pracach naukowych. Jednak jej zdefiniowanie jest trudne i zależy od kontekstu, w jakim jest ona oceniana. Ogólna definicja odporności sprowadza się do „oceny zdolności zwierzęcia do reagowania na zakłócenia środowiskowe”. Skupia się ona wyraźnie na reakcji zwierzęcia na zmiany w jego środowisku i oznacza jego zdolność do absorbowania wyzwań środowiskowych poprzez mechanizmy buforujące (metaboliczne i behawioralne) oraz do tymczasowego modyfikowania dostępnych mu zasobów do podtrzymania funkcji życiowych, nadając inny priorytet tym, które są nieistotne, a inny tym, które są potrzebne aby sprostać wyzwaniu. Jako taka, odporność jest koncepcyjnie podobna do pojęcia homeostazy w fizjologii i z ewolucyjnego punktu widzenia, wynika ze sprawności w przewyżnianiu wyzwań środowiskowych.

Omawiana w artykule koncepcja pomiaru odporności zawiera się w rozwiązaniu trzech kluczowych problemów, którymi są:

1. Odporność na choroby przebyte w przeszłości i dlaczego ich bezpośrednia ocena ilościowa jest trudna,
2. Długoterminowe skutki i czy można je wykorzystać do oceny od-

porności zwierząt w gospodarstwie i na poziomie populacji,

3. Technologie precyzyjnej hodowli zwierząt (PLF) i związane z nimi miary szeregów czasowych, zapewniające możliwość kwantyfikacji wybranej cechy.

ważona w dłuższej perspektywie czasowej (Friggens i in) i jako taka, żywotność jest koncepcyjnie podobna do pojęcia homeorhezy w fizjologii. Słowo homeorheza określa stan ekosystemu, który jest w postępującym rozwoju. Termin ten, wywodzący się



Diagram 1. Czynniki środowiskowe i genetyczne mające bezpośredni wpływ na odporność i żywotność zwierzęcia

Jedną z ostatnio opublikowanych definicji odporności określa ją jako „zdolność zwierzęcia do pokonania wpływu na jego funkcjonowanie, wywołanego przez zewnętrzne czynniki, i do szybkiego powrotu do stanu w jakim było przed tym wyzwaniem”. W tej definicji „stan” odnosi się nie tylko do stanu produktywnego, ale może również być stanem fizjologicznym, behawioralnym, poznawczym lub zdrowotnym.

Jak już wcześniej wspomniano, odporność to zdolność zwierzęcia do „odbicia się” od zakłócenia w funkcjonowaniu, które w domyśle trwa stosunkowo krótko. Oznacza to, że odporne zwierzęta są potrzebne, gdy środowisko jest zmienne. Przez **żywotność** określona jest za to umiejętność dostosowania ogólnego poziomu wydajności do warunków, które są zazwyczaj ograniczone i zdolność do wykorzystania dostępnych zasobów do podtrzymania różnych funkcji życiowych. Jest ona zrówno-

z języka greckiego, oznacza wspólny dynamiczny przepływ i jest przeciwieństwem homeostazy, czyli stanu równowagi. Został wprowadzony przez biologa Conrada Hala Waddingtona w 1940 roku.

Większość definicji **żywotności** (robustness) podkreśla zdolność zwierzęcia do radzenia sobie w niesprzyjających warunkach przez długi czas. Dobre i stabilne środowisko nie wymaga ani odporności, ani żywotności, podczas gdy słabe i zmienne środowisko wymaga zarówno odporności jak i żywotności. W przypadku odporności elastyczność jest ważniejsza niż ich poziomy, podczas gdy w przypadku żywotności jest na odwrót. Popularną analogią do odporności jest trzcina, roślina, która łatwo ugina się pod wpływem podmuchu wiatru i prostuje się po jego przejściu. Z kolei żywotność można porównać do opisu dębu, który nie ugina się opierając się wiatrowi.



Ta analogia La Fontaine'a (1668) została uchwycona w obrazie „Dąb i trzcina” Achille'a Michallona z roku 1816 (powyżej).

Zakłada się, że zwierzęta mogą produkować w różnych środowiskach, ale ich organizmy są mieszaną różnych kombinacji odporności i żywotności. Cechy te są uwarunkowane genetycznie, a więc analizując najbardziej korzystane SNP-y (Polimorfizm pojedynczego nukleotydu z angielskiego Single Nucleotide Polymorphism) dla cech wydajnościowych i zdrowia można bę-

dzie wybrać do dalszej selekcji te, które są najlepiej powiązane z odpornością i żywotnością zwierzęcia. Na tej podstawie hodowca już we wczesnym okresie życia zwierzęcia może dowiedzieć się o jego potencjalnej wartości hodowlanej, której dokładność potwierdzona zostanie w późniejszej ocenie użyteczności potomstwa. Sprawdza się ona z reguły w 65-70%. Wybór zwierząt do reprodukcji na podstawie genomowej selekcji znacznie przyspiesza postęp hodowli u bydła ze względu na istotne skrócenie odstępu mię-

dzypokoleniowego. Dobrze wyselekcjonowane młode buhaje trafiają do reprodukcji, w której będą kryć żywotne i odporne krowy wybrane na podstawie przeprowadzonych w stadach rankingów odporności zwierząt. W tabeli 1 pokazane są przykłady modeli matematycznych służących do opracowania rankingów względnej odporności zaproponowanych przez sześciu (A-F) partnerów GenTORE. Dla każdej z uwzględnionych w modelu cech zastosowano odpowiednie wagi ekonomiczne, które różnią się od siebie w poszczególnych podejściach.

Realizując założony program hodowlany oczekujemy, że zwierzę o dobrej odporności będzie żyło dłużej niż zwierzę o słabej odporności. Innymi słowy, spodziewamy się kumulacji korzyści wynikających z odporności, nie tylko dlatego, że biologicznie jest to powód, dla którego w pierwszej kolejności wyewoluowały właśnie te mechanizmy. Odporność jest przecież podstawową umiejętnością zwierzęcia reagowania na wpływy środowiskowe, a tym samym ochrony zdolności do przekazywania genów następnemu pokoleniu.

Tab. 1. Przykładowe wagi odporności zastosowane w badaniu przeprowadzonym przez 6 różnych partnerów w GenTORE z zastosowaniem różnych modeli matematycznych

	A	B	C	D	E	F
Kolejna laktacja	+300	+500	+300	+100	+10	+100
Liczba inseminacji (ins.)	+10 za 1 ins., +8 za 2 ins., +4 za 3 i kolejną ins.	+10 za 1 ins., +8 za 2 ins., +4 za 3 i kolejną ins.	0*	0*	-0.75	+10 za 1 ins. -5 za 2 i kolejną ins.
Wydajność mleka za 305 dni laktacji (MY)	+/- % więcej/mniej niż rówieśniczki	+/- % więcej/mniej niż rówieśniczki	2* (MY/MY rówieśniczek w stadzie)	+9.3	+0.1	+/- % więcej/mniej niż rówieśniczki
Liczba zabiegów weterynaryjnych	-20 jeśli był wykonany zabieg	-1 za każdy zabieg	0*	0*	0*	0*
Okres międzywycieleniowy (CI)	CI – średni CI rówieśniczek	CI – średni CI stada	CI – średni CI stada	-3.39* (CI – średni CI stada)	-0.005* (CI – średni CI stada)	100 – (CI/średni CI stada)
Wiek pierwszego wycielenia (AFC)	730 – AFC	średni AFC w stadzie – AFC	0.5* (AFC – AFC stada)	0.15* (AFC – AFC stada)	-0.005* (AFC – AFC stada)	100 – (AFC – AFC stada)

A-F – stada, których dane posłużyły do wyliczenia indeksu odporności dla krów

Od wielu lat obserwuje się postępujący spadek długości użytkowania krów w najbardziej intensywnych stadach mlecznych. W takich systemach produkcyjnych wiek uboju krów wynosi od 4,5 do 6 lat. Pomimo to że odporność nie jest jedynym czynnikiem warunkującym długość użytkowania w stadzie oczekuje się, że wpływa ona pozytywnie na długość życia (definiowaną jako czas od pierwszego wycielenia do uboju). Inne czynniki również odgrywają ważną rolę w poprawie efektywności produkcji w stadzie. Są to przede wszystkim wydajność mleczna i wytrzymałość laktacji krów. W zależności od sposobu zarządzania gospodarstwem i preferencji rolników mogą to być: wskaźnik zastąpienia młodym bydłem, polityka brakowania, żywienie, ilość przypadków chorobowych, oddziaływanie rynku mleka itp. Oznacza to, że jeśli długość życia produkcyjnego ma być określona jako miara odniesienia odporności, należałoby ją skorygować o wpływy stada, roku i sezonu, poziomu produkcji mleka oraz mierzalne czynniki odzwierciedlające odporność, takie jak liczba przypadków chorobowych lub masa ciała zwierzęcia.

Krowy, które osiągnęły szóste lub kolejne wycielenie uzyskały, szacowany w modelu „B” z tabeli 1, wysoki indeks odporności już w pierwszej laktacji (502 punkty), w porównaniu

z rówieśniczkami o dużo niższym indeksie po pierwszym porodzie (412 punktów). Może to wskazywać na możliwość odróżnienia krów z wysokim prawdopodobieństwem do ponownego ocielenia (dlatego żyją długo i mają wysoką wydajność życiową) od krów, które wykazują mniejsze prawdopodobieństwo ponownego ocielenia, już po pierwszym porodzie.

Dokładność szacowania odporności można dodatkowo zwiększyć korzystając z czujników ruchu 3D do oceny aktywności krów na pastwisku i w oborze. Stwierdzono, że zwierzęta, które spędzały więcej czasu na karmieniu i przeżuwanie, produkują odpowiednio 0,12 kg i 0,10 kg mleka na każdy 1% swojej aktywności paszowej i przeżuwania. Wskaźniki dobrostanu były również istotnie związane z zawartością tłuszczu i białka w mleku. Nowoczesne narzędzia informatyczne, rozwój baz danych wydajności, stanu zdrowia i aktywności zwierząt dają w dzisiejszych czasach znacznie większe możliwości poszukiwania długowiecznych, płodnych, odpornych krów, które dobrze przystosowały się do warunków produkcji. W świadomości wielu hodowców panuje przekonanie, że postęp hodowlany dokonuje się głównie przez dobór odpowiednich buhajów, a nie dzięki krowom najlepiej przystosowanym do lokalnego środowiska. Na szczęście pogląd ten

się zmienia, zwłaszcza wśród hodowców ras dwustronnie użytkowych, którzy wykorzystują głównie paszę z użytków zielonych. Producenci mleka ekologicznego są również zainteresowani posiadaniem krów odpornych i długowiecznych. Dla nich leczenie zapalenia wymienia, gorszej płodności czy kulawizny ma większy negatywny wpływ na efektywność ekonomiczną produkcji.

Podsumowując, przy wyborze zwierząt do dalszej hodowli w stadzie nie należy kierować się jedynie wydajnością. Należy zwrócić uwagę na te krowy, które najlepiej przystosowały się do własnego środowiska produkcyjnego, są odporne i żywotne, czyli funkcjonują w stadzie przez kilka laktacji, charakteryzują się dobrą płodnością i niską zapadalnością na choroby. Oprócz ceny mleka ważnymi wskaźnikami efektywności produkcji są też koszty leczenia, długość okresu międzywycieleniowego, koszt skutecznego zacielenia i wiek pierwszego wycielenia. Tą samą zasadą należy kierować się przy wyborze ojców naszych krów, zwracając również uwagę na opis i punktację budowy kończyn, które mają wpływ na poprawę motoryki potomstwa. ■

Podziękowanie:

Praca ta jest częścią projektu GenTORE, który otrzymał dofinansowanie z unijnego programu badawczego i innowacyjnego Horyzont 2020, w ramach umowy o grant nr 727213.



Wesołych Świąt!

życzy



Dobre nasiona **WYSIEJESZ** z przyjemnością
www.sowul.pl