

Wybrane aspekty stosowania bioinżynierii w akwakulturze

**Dobrochna Adamek, Małgorzata Rzepkowska,
Teresa Ostaszewska, Magdalena Fajkowska,
Maciej Kamaszewski, Kacper Marzecki**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Biotechnologia w produkcji zwierzęcej ma tylu krytyków, ilu zwolenników, niemniej ze względu na rosnącą gwałtownie liczbę ludności na świecie nie można lekceważyć korzyści płynących z wykorzystania jej metod w rolnictwie i przemyśle. W ostatnich kilkunastu latach nowoczesne metody bioinżynierii zaczęły być wykorzystywane także w akwakulturze ryb oraz bezkręgowców wodnych. Światowy popyt na ryby i owoce morza rośnie z roku na rok [12, 16, 27], ale naturalne siedliska są w 90% na wyczerpaniu [23], przez co od ponad dziesięciu lat ilość poławianych ryb utrzymuje się na stabilnym poziomie [11]. Pomimo że produkcja w akwakulturze jest wydajniejsza niż produkcja zwierząt lądowych, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni, obecnie zastosowane rozwiązania są niewystarczające, aby sprostać rosnącemu światowemu popytowi na produkty akwakultury. Zastosowanie metod bioinżynieryjnych umożliwia zwiększenie podaży produktów akwakultur, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcji poprzez doskonalenie programów hodowlanych, manipulację w rozrodzie ryb, poprawę zdrowia organizmów wodnych oraz ochronę populacji i gatunków ryb zagrożonych wyginieciem [12].

Zanieczyszczenie środowiska wodnego i przełowienie siedlisk stanowi poważny problem ekologiczny, co prowadzi do intensyfikacji produkcji w akwakulturze. Zmiany środowiskowe wpływają negatywnie przede wszystkim na rozród populacji dziko żyjących [2, 10, 19, 25] i hodowlanych [9]. Wynikiem tego jest systematyczny spadek produktywności, co wśród wielu innych czynników obniża jej opłacalność. Metody bioinżynieryjne starają się wyjść naprzeciw narastającym problemom związanym z reprodukcją cennych i zagrożonych wyginieciem gatunków zwierząt wodnych w środowisku naturalnym. Obecnie prowadzone prace hodowlane z zastosowaniem metod bioinżynieryjnych umożliwiają monitoring poziomu zmienności genetycznej gatunków, których liczba osobników w populacji jest dramatycznie niska. Chroni to populacje przed skutkami chowu wsobnego.

Bioinżynieria w akwakulturze wykorzystuje wiele lat badań nad biologią ryb oraz interdyscyplinarny dorobek biotechnologii. Połączenie obu dziedzin otworzyło zupełnie nowe możliwości dla akwakultury. Rozwój zarodkowy większości organizmów wodnych, podobnie jak samo zapłodnienie, ma miejsce poza organizmem rodzicielskim, co w znacznym stopniu ułatwia manipulację, zarówno na samych zarodkach, jak i gametach. Warunki sztucznego rozrodu i odchovu ikry wielu gatunków ryb konsumpcyjnych są dobrze poznane i udokumentowane. To sprawia, że bioinżynieria najczęściej wykorzystywana jest w rozrodzie ryb.

Wśród ryb występują osobniki, a nawet gatunki poliploidalne, czyli takie, które posiadają więcej niż dwa komplety chromosomów [7, 35, 40]. U ssaków poliploidyzacja prowadzi do śmierci organizmu, natomiast u ryb oraz niektórych płazów i gadów występuje naturalnie. Benfey [5] podaje, że osobniki takie posiadają mniej komórek niż diploidy, ale mają większą ilość materiału genetycznego obecnego w jądrze komórkowym. Poliploidy, które są na ogół sterylne/bezpłodne, często charakteryzują się lepszym tempem wzrostu, w porównaniu do

osobników diploidalnych. Jest to wynikiem zmian fizjologicznych w okresie rozrodu, kiedy ryby użytkują energię w pierwszej kolejności na dojrzewanie płciowe. W trakcie rozwoju osobniczego poliploidy całą energię pobieraną z pokarmem wykorzystują wyłącznie na wzrost, a nie jak diploidy na dojrzewanie płciowe. W akwakulturze możliwe jest tworzenie ryb poliploidalnych poprzez poddawanie zapłodnionych jaj szokowi chemicznemu i fizycznemu [28]. Pierwszy ma na celu doprowadzenie, za pomocą działania substancjami chemicznymi, do zahamowania wyrzucenia drugiego ciała kierunkowego. Szok wywołany metodami fizycznymi, najczęściej termiczny lub ciśnieniowy, doprowadza do powstania osobników poliploidalnych. Parametry przeprowadzania tego procesu mają decydujący wpływ na ostateczną ploidalność pozyskiwanych larw, jednakże wymagają przeprowadzenia testów empirycznych dla każdego gatunku. Ze względu na fenotyp poliploidów są one pożądane w hodowli ryb produkcyjnych, ale także w programach ochrony gatunkowej. W USA oraz Wielkiej Brytanii materiał zarybieniowy pstrąga tęczowego stanowią często pstrągi poliploidalne [40]. W USA jest to niezwykle korzystne, gdyż dzięki obecności triploidalnego, sterylnego pstrąga tęczowego obserwuje się zahamowanie tworzenia hybryd pstrąga tęczowego z rodzimym pstrągiem Clarka (*Oncorhynchus clarki*). Triploidy są także znacznie bardziej atrakcyjne dla wędkarzy i rybaków, ze względu na duże rozmiary ciała [40]. Oczywiście takie rozwiązanie ma swoje wady – istnieje ryzyko, że poliploidy będą żerować na mniejszych pstrągach tęczowych oraz zjadać ich narybek, choć przeprowadzone dotąd badania wykazują niższą agresję triploidów [32].

Krioprezervacja (kriokonserwacja) nasienia jest metodą od wielu lat stosowaną w hodowli zwierząt gospodarskich oraz dzikich, także ryb. Coraz częściej przechowuje się nie tylko mlecz, ale także ikry [3] oraz same pierwotne komórki płciowe (PGC – primordial germ cells) [29]. Możliwość zastosowania tak przechowywanego materiału są bardzo duże, w szczególności w ochronie gatunkowej. Mrożenie nasienia bez obniżenia jego jakości umożliwia wzbogacenie puli genowej lub odbudowanie zagrożonych wyginieciem populacji ryb. Przechowywany w ten sposób materiał może być odtwarzany za pomocą androgenezy, czyli procesu, w którym przed zapłodnieniem niszczy się samiczy materiał genetyczny, a następnie w trakcie pierwszego podziału mitotycznego, poprzez zastosowanie szoku, wymusza kariogamie samczego materiału genetycznego [4]. U ryb o genetycznej determinacji płci otrzymuje się w efekcie stado składające się wyłącznie z samców. Możliwe jest także wykorzystanie mrożonego nasienia ryb w androgenezie międzygatunkowej, w której materiałem samiczym są komórki jajowe pobrane od samic spokrewnionych (najczęściej) gatunków ryb. Takie próby przeprowadzono z powodzeniem na przykład u karpia [6], u ryb łososiowatych [8] oraz jesiotrowatych [14]. W analogiczny sposób możliwe jest także pozyskanie stad samiczych, składających się z samic gynogenetycznych. Zastosowanie obu tych procesów w hodowli i ochronie gatunkowej pozwala na tworzenie stad jednoplciowych oraz odtwarzanie populacji gatunków zagrożonych wyginieciem [37]. Androgeneza i gynogeneza umożliwiają kontrolowanie udziału samców i samic w populacji, a także odmłodzenie istniejących już zinbredowanych linii. Jest to niezwykle użyteczna metoda w hodowli gatunków ryb, u których nie występuje dymorfizm płciowy, np. ryb jesiotrowatych.

Dziko żyjące populacje ryb zagrożonych wyginieciem mogą zostać odbudowane nie tylko poprzez odtwarzanie osobników rodzicielskich w wyniku androgenezy i gynogenezy, ale również poprzez zastosowanie międzygatunkowych transplantacji komórek płciowych (GCT – germ cell transplantation). Technika ta polega na przeszczepieniu PGC, czyli komórek dających początek komórkom rozrodczym, do embrionów lub świeżo wyklutego narybku innego gatunku [30, 33]. Komórki te migrują w trakcie rozwoju embrionalnego i lokują się w grzebieniach płciowych, dzięki czemu linia komórek płciowych dawcy może rozwi-

jać się w gonadach biorcy, u którego proces dojrzewania gamet jest często znacznie krótszy i wydajniejszy. Wykorzystanie PGC gatunku, który zagrożony jest wyginieciem i wszczepienie do innej ryby, o szybszym i efektywniejszym rozrodzie, umożliwia uzyskanie w znacznie krótszym czasie narybku gatunku zagrożonego wyginieciem. Ponadto dla gatunków cennych gospodarczo, u których proces dojrzewania płciowego trwa wiele lat (np. tuńczyk, jesietry), skrócenie czasu oczekiwania na kolejne pokolenie znacząco przyspiesza prace hodowlane. Próby z wykorzystaniem różnych technik transplantacji komórek germinalnych lub PGC przeprowadzono jak dotąd z powodzeniem na wielu gatunkach ryb, m.in. łososiu japońskim (*Oncorhynchus masou*) [26, 34], różnych liniach tilapii nilowej (*Oreochromis niloticus*) [21], makreli (*Scomber scombrus*) [38]. Alternatywną metodą, do wyżej wspomnianej, jest przeszczepienie PGC lub wczesnych stadiów rozwojowych komórek płciowych do dorosłego osobnika. U samic ryb, w przeciwieństwie do ssaków, przez całe życie w gonadach istnieje populacja niezróżnicowanych komórek płciowych, które w każdym cyklu reprodukcyjnym dają początek tysiącom ziaren ikry. Umieszczenie niezróżnicowanych komórek płciowych w gonadach sterylnych osobników zapewnia dalszy rozwój komórek biorcy, jednocześnie ułatwiając manipulację oraz skracając okres uzyskania produktów płciowych. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że jest to metoda skuteczna, jednak wymagająca drogiego sprzętu, umiejętności oraz czasu na przeprowadzenie zabiegu i uzyskanie gamet [22, 39].

W bioinżynierii zwierząt olbrzymie oczekiwania, ale również obawy, związane są z produkcją zwierząt transgenicznych, czyli takich, w których genomie obecny jest fragment obcego dla tego zwierzęcia materiału genetycznego. Istnieje kilka technik powstawania zwierząt transgenicznych. W akwakulturze najczęściej stosowane są: mikroiniekcje, transfer DNA przy pomocy wektorów lub wirusów, modyfikacje pierwotnych komórek zarodkowych wykorzystywane do badania aktywności i funkcji genów oraz transplantacja jąder komórkowych. W przypadku zwierząt transgeneza jest mniej wydajna niż u roślin, a jej koszty znaczące. Jednak postęp biomechatroniki oraz coraz liczniejsze badania nad usprawnieniem tego procesu dają realne szanse na jego powszechne wprowadzenie do hodowli zwierząt w ciągu najbliższych lat. Trwają prace nad podwyższeniem wydajności procesu transgenezy u zwierząt poprzez coraz bardziej efektywne projektowanie konstrukcji genowych, zawierających nie tylko sekwencję pożądanego białka, ale również sekwencje promotorowe, regulatorowe oraz pomocnicze. W produkcji zwierząt transgenicznych najczęściej stosowane są wektory bakteryjne, choć coraz częściej wykorzystuje się również wektory wirusowe, które dają 80% potomstwa z wbudowanym transgenem. Prowadzone są prace nad zastosowaniem konstrukcji genowych dających praktyczne zastosowanie w akwakulturze. Badania poświęcone są zwiększeniu odporności na zasolenie [18] i choroby [1, 17], umożliwieniu trawienia nowych, potencjalnie korzystnych komponentów paszowych oraz zwiększeniu produktywności osobników poprzez modyfikację genów kodujących hormon wzrostu (GH). Ponad dwudziestoletnie badania zaowocowały stworzeniem linii transgenicznego łososia. Prowadzone są podobne próby dla innych, istotnych dla akwakultury, osiemnastu gatunków ryb [15]. Dzięki zmodyfikowaniu genomu łososia skrócono czas chowu, osiągając takie same wyniki produkcyjne jak u ryb niemodyfikowanych po pełnym czasie odchowu. Ryby te są w znaczącej większości sterylne, co ogranicza ryzyko dynamicznego wzrostu populacji tego gatunku w środowisku naturalnym w przypadku niezamierzonego uwolnienia. W USA oraz Kanadzie w 2015 roku dopuszczono do sprzedaży detalicznej transgeniczne łososie, u których zmodyfikowano działanie hormonu wzrostu poprzez wszczepienie konstruktów opAFP-GHc2.

Ryby transgeniczne, podobnie jak i inne zwierzęta transgeniczne, przede wszystkim jednak służą badaniom naukowym

nad funkcjonowaniem poszczególnych genów, rozwojem organizmów oraz ich funkcjonowaniem, co miało i ma nadal olbrzymie znaczenie w medycynie. W produkcji leków wykorzystuje się od dawna składniki organizmów wodnych, jednak dzięki metodom bioinżynierii ich pozyskiwanie i produkcja stały się znacznie efektywniejsze. Przykładem może być kalcytonina pochodząca z łososia atlantyckiego, 20-krotnie bardziej aktywna niż ludzka [13], której produkcja może się odbywać *in vitro* [31]. Obecnie prowadzone są badania kliniczne nad najbardziej efektywnym sposobem podawania preparatu zawierającego tę substancję [36], jednak jest on powszechnie dostępny w sprzedaży, również w Polsce, jako suplement diety. W walce ze schorzeniami układu szkieletowego próbuje się wykorzystywać także hydroksyapatyty, nieorganiczne związki wapnia będące podstawowym składnikiem kości, produkowane przez koralowce [24]. Ze zwierząt wodnych pozyskuje się również toksyny, w tym neurotoksyny np. ze ślimaków, będące 10 000 razy silniejsze niż morfina i bez jej efektów ubocznych [20].

Możliwości zastosowania metod bioinżynierii są ogromne, jednak, jak w przypadku wszystkich organizmów zmodyfikowanych genetycznie, budzą wiele kontrowersji i wątpliwości opinii publicznej. Najczęściej dotyczą one bezpieczeństwa żywności pochodzącej ze zmodyfikowanych genetycznie organizmów. Zarówno WHO (World Health Organization), jak i FAO (Food and Agriculture Organization) przygotowały wytyczne mające na celu zachowanie bezpieczeństwa żywności pochodzącej z produkcji z wykorzystaniem metod bioinżynierijnych. W 2000 roku przygotowano protokół Kartageński, który szczegółowo określa restrykcyjne zasady i procedury, jakie powinny być stosowane w odniesieniu do organizmów transgenicznych. Jedyne wspomniane już dwa państwa (USA i Kanada) zdecydowały się na dopuszczenie do sprzedaży konsumpcyjnej ryb transgenicznych. Choć perspektywa intensyfikacji produkcji ryb oraz ich ochrony jest niezwykle atrakcyjna ze względu na rosnący popyt, wprowadzenie takich metod do powszechnej praktyki wymaga kolejnych lat przygotowań zarówno technologicznych, jak i formalnych. W przyszłości biotechnologia w akwakulturze będzie coraz powszechniej stosowana jako nowy, szybszy i efektywniejszy sposób pozyskiwania ryb i owoców morza do różnych celów.

Literatura: 1. Anderson E.D., Mourich D.V., Fahrenkrug S.C., LaPatra S., Shepherd J., Leong J.A., 1996 – Genetic immunization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) against infectious hematopoietic necrosis virus. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 5 (2), 114-122. 2. Arcand-Hoy L.D., Benson W.H., 1998 – Fish reproduction: an ecologically relevant indicator of endocrine disruption. *Environ. Toxicol. Chem.* 17 (1), 49-57. 3. Asturiano J.F., Cabrita E., Horváth Á., 2016 – Progress, challenges and perspectives on fish gamete cryopreservation: A mini-review. *General and Comparative Endocrinology*; DOI: 10.1016/j.ygcen.2016.06.019. 4. Babiak I., Dobosz S., Goryczko K., Kuzminski H., Brzuzan P., Ciesielski S., 2002 – Androgenesis in rainbow trout using cryopreserved spermatozoa: the effect of processing and biological factors. *Theriogenology* 57 (4), 1229-1249. 5. Benfey T.J., 1999 – The physiology and behavior of triploid fishes. *Reviews in Fisheries Sci.* 7 (1), 39-67. 6. Bercsényi M., Magyary I., Urbányi B., Orbán L., Horváth L., 1998 – Hatching out goldfish from common carp eggs: interspecific androgenesis between two cyprinid species. *Genome* 41 (4), 573-579. 7. Berrebi P., 1995 – Speciation of the genus *Barbus* in the north Mediterranean basin: recent advances from biochemical genetics. *Biological Conservation* 72 (2), 237-249. 8. Brown K.H., Thorgaard G.H., 2002 – Mitochondrial and nuclear inheritance in an androgenetic line of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 204 (3), 323-335. 9. Cao L., Wang W., Yang Y., Yang C., Yuan Z., Xiong S., Diana J., 2007 – Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 14 (7), 452-462. 10. Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lévêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A.H., Soto D., Stiassny M.L.J., Sullivan C.A., 2006 – Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews* 81 (02), 163-182. 11. FAO, 2012 – The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rome, FAO.

12. FAO, 2014 – The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome, FAO. 13. Franchimont P., Bassleer C., Henrotin Y., Gysen P., Bassleer R., 1989 – Effects of Human and Salmon Calcitonin on Human Articular Chondrocytes Cultivated in Clusters. *J. Clinical Endocrinology & Metabolism* 69 (2), 259-266. 14. Grunina A.S., Recoubratsky A.V., 2005 – Induced androgenesis in fish: obtaining viable nucleocytoplasmic hybrids. *Russian J. Dev. Biol.* 36 (4), 208-217. 15. Hallerman E.M., McLean E., Fleming I.A., 2007 – Effects of growth hormone transgenes on the behavior and welfare of aquacultured fishes: A review identifying research needs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 104 (3), 265-294. 16. Hardy C., 1999 – Fish or Foul: A History of the Delaware River Basin through the Perspective of the American Shad, 1682 to the Present. *Pennsylvania History: A Journal of Mid-Atlantic Studies* 66 (4), 506-534. 17. Hew C.L., Fletcher G.L., Davies P.L., 1995 – Transgenic salmon: tailoring the genome for food production. *J. Fish Biology* 47 (sA), 1-19. 18. Iyengar A., Müller F., Maclean N., 1996 – Regulation and expression of transgenes in fish – review. *Transgenic Research* 5 (3), 147-166. 19. Kime D.E., 1999 – A strategy for assessing the effects of xenobiotics on fish reproduction. *Sci. Total Environment* 225 (1), 3-11. 20. Kumar P., Venkateshvaran K., Srivastava P.P., Nayak S.K., Shivaprakash S.M., Chakraborty S.K., 2014 – Pharmacological studies on the venom of the marine snail *Conus lentiginosus* Reeve, 1844. *Int. J. Fish. Aquatic Stud.* 1 (3), 79-85. 21. Lacerda S.M., Batlouni S.R., Costa G.M., Segatelli T.M., Quirino B.R., Queiroz B.M., Kalapothakis E., França L.R., 2010 – A new and fast technique to generate offspring after germ cells transplantation in adult fish: the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) model. *PLoS One* 5 (5), e10740. 22. Majhi S.K., Hattori R.S., Yokota M., Watanabe S., Strüssmann C.A., 2009 – Germ cell transplantation using sexually competent fish: an approach for rapid propagation of endangered and valuable germplines. *PLoS One* 4 (7), e6132. 23. Myers R.A., Worm B., 2003 – Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423, 280-283. 24. Nandi S.K., Kundu B., Mukherjee J., Mahato A., Datta S., Balla V.K., 2015 – Converted marine coral hydroxyapatite implants with growth factors: In vivo bone regeneration. *Mat. Sci. Engin. C*, 49, 816-823. 25. Nash J.P., Kime D.E., Van der Ven L.T., Wester P.W., Brion F., Maack G., Stahlschmidt-Allner P., Tyler C.R., 2004 – Long-term exposure to environmental concentrations of the pharmaceutical ethinylestradiol causes reproductive failure in fish. *Environ. Health Persp.* 112 (17), 1725-1733. 26. Okutsu T., Suzuki K., Takeuchi Y., Takeuchi T., Yoshizaki G., 2006 – Testicular

germ cells can colonize sexually undifferentiated embryonic gonad and produce functional eggs in fish. *Proc. National Academy Sci. USA* 103 (8), 2725-2729. 27. Olsen R.L., Hasan M.R., 2012 – A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology* 27 (2), 120-128. 28. Purdom C.E., 1983 – Genetic engineering by the manipulation of chromosomes. *Aquaculture* 33 (1), 287-300. 29. Robles V., Riesco M.F., 2015 – Fish PGC cryopreservation: Is it a realistic tool for fish conservation biology? *Cryobiology* 3 (71), 556. 30. Saito T., Goto-Kazeto R., Fujimoto T., Kawakami Y., Arai K., Yamaha E., 2010 – Inter-species transplantation and migration of primordial germ cells in cyprinid fish. *Int. J. Develop. Biol.* 54 (10), 1481-1486. 31. Sun H., Zang X., Liu Y., Cao X., Wu F., Huang X., Jiang M., Zhang X., 2015 – Expression of a chimeric human/salmon calcitonin gene integrated into the *Saccharomyces cerevisiae* genome using rDNA sequences as recombination sites. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 99 (23), 10097-10106. 32. Suresh V., Sheehan R.J., 1998 – Biochemical and morphological correlates of growth in diploid and triploid rainbow trout. *J. Fish Biol.* 52 (3), 588-599. 33. Takeuchi Y., Yoshizaki G., Takeuchi T., 2003 – Generation of live fry from intraperitoneally transplanted primordial germ cells in rainbow trout. *Biol. Reprod.* 69 (4), 1142-1149. 34. Takeuchi Y., Yoshizaki G., Takeuchi T., 2004 – Surrogate broodstock produces salmonids. *Nature* 430, 629-630. 35. Thorgaard G.H., Rabinovitch P.S., Shen M.W., Gall G.A., Propp J., Utter F.M., 1982 – Triploid rainbow trout identified by flow cytometry. *Aquaculture* 29 (3-4), 305-309. 36. Wang J., Yadav V., Smart A.L., Tajiri S., Basit A.W., 2015 – Toward oral delivery of biopharmaceuticals: an assessment of the gastrointestinal stability of 17 peptide drugs. *Molecular Pharm.* 12 (3), 966-973. 37. Yasui G.S., Fujimoto T., Arai K., 2010 – Restoration of the loach, *Misgurnus anguillicaudatus*, from cryopreserved diploid sperm and induced androgenesis. *Aquaculture* 308, S140-S144. 38. Yazawa R., Takeuchi Y., Higuchi K., Yatabe T., Kabeya N., Yoshizaki G., 2010 – Chub mackerel gonads support colonization, survival, and proliferation of intraperitoneally transplanted xenogenic germ cells. *Biol. Reprod.* 82 (5), 896-904. 39. Yoshizaki G., Fujinuma K., Iwasaki Y., Okutsu T., Shikina S., Yazawa R., Takeuchi Y., 2011 – Spermatogonial transplantation in fish: a novel method for the preservation of genetic resources. *Comp. Biochem. Physiol. Part D: Genomics Proteomics* 6 (1), 55-61. 40. Zakęś Z., Wolnicki J., Demska-Zakęś K., Kamiński R., Ulikowski D., 2008 – *Biotechnologia w akwakulturze*. IRŚ, Olsztyn, 15-22.

Wartość odżywcza mleka krów rasy simentalskiej z uwzględnieniem sezonu i systemu produkcji

Jolanta Król, Aneta Brodziak, Barbara Topyła

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Bydło rasy simentalskiej charakteryzuje się dwukierunkową użytkowością, w Polsce dominuje użytkowanie w kierunku mlecznym. Obecnie rasa simentalaska zajmuje drugie miejsce, obok zdecydowanie dominującej rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej, pod względem wielkości populacji bydła mlecznego. Według danych PFHBiPM [31], liczba krów rasy simentalskiej objętych kontrolą użytkowości mlecznej wynosiła w Polsce w 2015 r. ponad 10 tys. szt. Krowy tej rasy cenione są przez hodowców za odporność na choroby (w tym zapalenie wymienia), przystosowanie do trudnych warunków środowiskowych, dobrą zdrowotność, a także długowieczność i ła-

twość aklimatyzacji [10, 23]. Zwierzęta rasy simentalskiej dobrze wykorzystują pasze objętościowe, w związku z tym nie wymagają wysokich dawek pasz treściwych i intensywnego żywienia [33]. Predysponowane są zatem do utrzymywania w gospodarstwach niskonakładowych, w tym ekologicznych, również usytuowanych w regionach górskich, w których podstawę żywienia letniego stanowi wypas na pastwiskach i łąkach, a w okresie zimowym – siano i sianokiszka. Większość polskich gospodarstw utrzymujących krowy rasy simentalskiej produkuje mleko systemem tradycyjnym, który – zdaniem Choroszy i Choroszy [10] – jest najbardziej odpowiedni dla bydła simentalskiego. Jednak coraz więcej gospodarstw utrzymujących krowy rasy simentalskiej decyduje się na wprowadzanie intensywnych systemów produkcji mleka, w którym przez cały rok stosowany jest jednolity pełnodawkowy system żywienia zwierząt (TMR lub PMR) [24]. Z drugiej strony, coraz większe wymagania współczesnych konsumentów w stosunku do żywności sprawiają, że powszechniejsza staje się produkcja mleka w systemie ekologicznym. Rolnictwo ekologiczne zyskuje coraz więcej zwolenników, z uwagi na zastosowanie naturalnych, technologicznie nieprzetworzonych środków produkcji, dzięki czemu jest bezpieczne dla środowiska przyrodniczego oraz umożliwia produkcję żywności bezpiecznej (w tym mleka), pozbawionej zanieczyszczeń, np. potencjalnie toksycznych pierwiastków śladowych czy pozostałości środków ochrony roślin [35].