

Drożdże selenowe w żywieniu bydła*

Piotr Urtnowski, Jolanta Oprządek,
Mirosław Gabryszuk

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębku

Zastosowanie drożdży w żywieniu zwierząt ma już ponad 100-letnią tradycję. Są one nie tylko bogatym źródłem witamin z grupy B, enzymów czy białek o wysokiej strawności, lecz nabierają coraz szerszego znaczenia jako nośnik niezbędnych biopierwiastków. Poprzez korzystny wpływ na florę żwacza, stymulują wzrost i rozwój zwierząt oraz poprawiają ich kondycję. Sugeruje się też, że w sytuacji, gdy w żywieniu zwierząt zabronione jest stosowanie antybiotyków, drożdże mogą stanowić dodatek paszowy będący ich zamiennikiem [13]. Ponadto w połączeniu z bakteriami kwasu mlekowego mogą być czynnikiem wiążącym mikotoksyny [21]. Na rynku dostępne są drożdże suszone martwe, uzyskiwane z produktów ubocznych przemysłu spożywczego, oraz drożdże suszone żywe. Drożdże żywe, oprócz właściwości odżywczych, korzystnie oddziałują na procesy zachodzące w żwaczu. Suszone drożdże paszowe nie ulegają degradacji, jeżeli zapewni im się odpowiednie warunki przechowywania. W żywieniu zwierząt drożdże stanowią alternatywę dla mączek mięsno-kostnych, zawierając od 15 do 43% białka ogólnego i charakteryzując się bogatym składem aminokwasowym [7].

Układając dawki pokarmowe hodowcy powinni zwracać uwagę nie tylko na odpowiedni stosunek energii, białka i suchej masy, ale także uwzględnić zawartość mikro- i makroelementów oraz innych substancji występujących w ilościach śladowych, a nierzadko mających kluczowe znaczenie w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu. Wzbogacanie żywności w mikroelementy przy zastosowaniu mikroorganizmów, w procesie wprowadzania tych pierwiastków w łańcuch pokarmowy, jest metodą tanią i bezpieczną, a ponadto korzystniejszą dla zdrowia konsumentów z punktu widzenia profilaktyki ekologicznej niż suplementacja farmakologiczna [20].

W przypadku bydła, drożdże paszowe dodane do paszy poprawiają naturalne środowisko żwacza oraz wspomagają wzrost i rozwój mikroorganizmów, w tym bakterii beztlenowych i celulołitycznych [12]. Stymulacja bakterii celulołitycznych odbywa się poprzez zmniejszenie zawartości tlenu, który dostaje się do żwacza wraz z pokarmem. Redukcja koncentracji toksycznego dla bakterii tlenu w płynie żwaczowym stwarza lepsze warunki do ich rozwoju, przez co następuje zwiększenie ilości mikroorganizmów, a to z kolei prowadzi do poprawy wykorzystania włókna, zmniejszenia akumulacji kwasu mlekowego oraz zwiększenia rozkładu skrobi dostarczonej w dawce pokarmowej [2]. Konsekwencją stosowania drożdży w żywieniu przeżuwaczy jest zmniejszenie ilości lotnych kwasów tłuszczowych, dzięki czemu następuje poprawa i stabilizowanie środowiska żwacza oraz zwiększenie efektywności trawienia. Ponadto żywe kultury drożdży stanowią bezpośrednią stymulację dla grzybów bytujących w żwaczu, zwiększając „wydajność strawną” włókna. Zwiększeniu ulega liczba pierwotniaków, co stymuluje trawienie włókien rozpuszczalnych w detergentach neutralnych – NDF (Neutral Detergent Fibre) [7].

Pierwotnym założeniem stosowania mikroorganizmów, takich jak drożdże, było prozdrowotne znaczenie mikroflory w stanach chorobowych. Obecnie zwraca się uwagę na wykorzystanie możliwości akumulowania pierwiastków przez komórki drożdży w tworzeniu produktów o zwiększonej zawartości cynku, chromu czy selenu [6]. Tak wyprodukowane organiczne formy mikroelementów są łatwiej przyswajane i lepiej wykorzystywane przez organizmy

zwierząt, co wiąże się ze zmniejszoną emisją pierwiastka do środowiska [15, 18].

Jednym z pierwiastków niezbędnych do prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu jest selen. Choć występuje w ilościach śladowych, pełni istotną rolę, gdyż posiada właściwości antyoksydacyjne oraz pomaga neutralizować i usuwać z organizmu substancje toksyczne, w tym metale ciężkie. Z drugiej strony, zagrożeniem może być jego zwiększone stężenie, ponieważ wykazuje wówczas działanie toksyczne i może powodować zatrucia.

Selen w organizmie występuje zarówno w formach związanych z białkiem, jak i w postaci związków nieorganicznych. Powodem, dla którego istotne jest stosowanie selenu w diecie zwierząt jest jego udział w budowaniu miejsc aktywnych enzymów. Najbardziej znaną grupą enzymów, które pełnią istotne funkcje w komórkowym systemie antyoksydacyjnym są enzymy zależne od glutationu, takie jak peroksydaza glutationowa, reduktaza glutationowa, czy S-transferaza glutationowa. Związki te zawierają w centrum aktywnym selenowy analog cysteiny – selenocysteinę, która wchodzi w skład enzymów wykazujących działanie przeciwutleniające. Białka te należą do rodziny enzymów mających zdolność redukcji nadtlenków nieorganicznych (H_2O_2) oraz nadtlenków organicznych (ROOH), z wytworzeniem kwasu selenowego jako produktu pośredniego [11].

Niedobór selenu obniża odporność immunologiczną, sprzyja powstawaniu nadtlenków w błonach i uszkodzeniu komórek, prowadzi do ostrej kardiomiopatii (choroba Keshan) [22] i rozwoju niektórych nowotworów, zwiększa częstość występowania miażdżycy naczyń, zawałów serca i nadciśnienia krwi [11]. Zwiększona podaż nieorganicznych form Se (selenianu lub seleninu) w diecie jest zasadniczym czynnikiem, który w żywych organizmach stymuluje biosyntezę selenocysteiny (Se-Cys). Se-Cys jest składnikiem m.in. 22 białek eukariotów, np. peroksydazy glutationowej (GPx), 5'-dejodynazy jodotyroniny, reduktazy tioredoksyny. Znaczna część tych białek pełni zasadniczą rolę w eliminowaniu reaktywnych związków, które przyczyniają się m.in. do peroksydacji lipidów, np. enzym GPx katalizuje redukcję nadtlenków fosfolipidów i bezpośrednio hamuje peroksydację lipidów [23].

Naturalnym źródłem selenu w żywieniu zwierząt gospodarskich są pasze pochodzenia roślinnego. Zawartość składników mineralnych w roślinach zależy od wielu czynników, między innymi od podłoża, na którym rosną oraz od rodzaju nawożenia. Istnieje ścisła korelacja między zmieniającą się zawartością pierwiastka w płodach rolnych wraz ze zmianą rozmieszczenia geograficznego. Zwierzęta karmione roślinami pochodzącymi z terenów o niskiej zawartości selenu w glebie borykają się z jego niedoborem w paszy. Na terenie Polski występuje niski poziom selenu w środowisku, a jego niedobór obejmuje 70% obszaru naszego kraju [5]. Pobieranie mikroelementów przez rośliny zależy od gatunku, zasobności gleby, formy chemicznej pierwiastka w glebie oraz warunków glebowych i klimatycznych. Wraz ze wzrostem pH oraz temperatury otoczenia zwiększa się pobieranie Se przez rośliny, maleje natomiast w warunkach podwyższonej wilgotności. Spośród różnych nieorganicznych form selenu roślinom o wiele łatwiej jest pobrać rozpuszczony selenian Se^{VI} niż selenin Se^{IV} . Ponadto wiadomo, że w korzeniach istnieje bariera, która utrudnia przechodzenie pierwiastków do dalszych części rośliny, stąd najwięcej selenu znajduje się w bulwach, cebulach i innych częściach podziemnych, a im dalej od korzenia, tym ilość pierwiastka jest mniejsza. Z badań wynika, że zawartość mikroelementów w roślinach dwuliściennych jest zazwyczaj wyższa niż w jednoliściennych. Także gatunki o dłuższym okresie wegetacyjnym mogą zawierać więcej substancji mineralnych, ponieważ wraz z dłuższym rozwojem następuje kumulacja pierwiastków w tkankach, odwrotnie niż w przypadku roślin rosnących szybko i zbieranych wcześniej (np. pierwszy pokos trawy). Warto zauważyć, że rośliny z rejonów o znacznej ilości selenu w glebie mogą kumulować toksyczne ilości pierwiastka, co skutkuje objawami zatrucia ludzi i zwierząt [19].

Spośród dodatków stosowanych w żywieniu, bogatym naturalnym źródłem selenu mogą być mączki rybne, suszone drożdże piwne, niektóre gatunki grzybów leśnych oraz roślin, w tym motylkowe i ziarna zbóż. Istnieje możliwość wzbogacania pasz w selen, co stanowi w żywieniu zwierząt gospodarskich jego dodatkowe źródło [7]. Głównymi formami pierwiastka w żywieniu była są związki selenu IV i VI, będące postacią nieorganiczną, oraz drożdże selenowe zawierające selen organiczny w postaci selenoaminokwasów – selenocysteiny i selenometioniny. Formy te różnią się zarówno pod względem biodostępności, jak również aktywności. W przypadku postaci nieorganicznej, większość selenianu VI ulega redukcji w czasie procesów fermentacyjnych w żwaczu i jest wykorzystana przez mikroorganizmy żwaczowe do budowania własnych komórek ciała. Pozostała część może zostać wchłonięta w jelicie cienkim na zasadzie transportu aktywnego [23]. Selen organiczny jest lepiej przyswajany przez zwierzęta i łatwiej odkłada się w organach i tkankach, co przyczynia się do zwiększenia jego zawartości we krwi czy mleku [1]. Badania wskazują, że w przypadku żywienia drożdżami selenowymi większa ilość Se-aminokwasów przechodzi przez żwacz nietknięta, dzięki czemu zostają one wchłaniane w jelicie cienkim (głównie pod postacią selenometioniny) [23].

Do wytworzenia paszowych drożdży selenowych używa się szczepu *Saccharomyces cerevisiae*, który hoduje się na odpowiedniej pożywce (melasowej lub glutenowej) w obecności soli seleno nieorganicznego. Pozwala to na optymalne włączenie materii nieorganicznej do komórek. Podczas procesu fermentacji drożdże pobierają Se i włączają go pod postacią różnych związków w strukturę własnego organizmu. Wbudowany pierwiastek w przeważającej części występuje w postaci selenometioniny (Se-Met), co stanowi około 90% pobranego związku. Kolejną formą, produkowaną w znacznie mniejszej ilości, jest selenocysteina (Se-Cys). Pozostały selen, który nie ulega absorpcji i występuje w formie nieorganicznej nie powinien przekraczać 2% całkowitej zawartości mikroelementu w suplementie, jakim są drożdże selenowe [7].

Drożdże selenowe w żywieniu zwierząt są źródłem niezbędnych witamin i mikroelementów, a ponadto ich obecność w żwaczu stanowi konkurencję dla patogenów, co też daje korzystny efekt. Zalecane drożdże selenowych jest fakt, że większość Se jest wbudowana w aminokwasy i nie ulega degradacji, podczas gdy postać chelatuwa pierwiastka może być łatwo usuwana z organizmu [23].

Prawidłowe zbilansowanie dawki żywieniowej, w której bierze się pod uwagę zawartość mikro- i makroelementów ma zasadnicze znaczenie dla zdrowia i produkcji zwierząt. Udowodniono, że zastosowanie drożdży selenowych przyczynia się do zmniejszenia częstotliwości występowania stanu zapalnego wymienia i obniżenia liczby komórek somatycznych w mleku krów [23]. Ponieważ selen organiczny jest łatwo przyswajany przez zwierzęta, suplementacja diety drożdżami selenowymi powoduje wzrost zawartości tego pierwiastka w produktach zwierzęcych, zarówno w mleku, jak i w mięsie.

W badaniach prowadzonych na bydło mlecznym wykazano, że zawartość selenu w mleku krów otrzymujących dodatek drożdży selenowych była o 40% wyższa w porównaniu z grupą otrzymującą ten pierwiastek w postaci nieorganicznej [20]. Mięso i jego przetwory, w porównaniu do innych produktów zwierzęcych, charakteryzują się stosunkowo wysoką zawartością selenu. W doświadczeniach wykazano, że zastosowanie drożdży selenowych istotnie zwiększa koncentrację tego pierwiastka we krwi [14] oraz w mięsie [4]. Ma to szczególne znaczenie dla konsumentów, gdyż mięso jest istotnym źródłem selenu w diecie człowieka [24]. Analiza zawartości selenu w mięsie wołowym wykazała, że jest go dwukrotnie mniej niż w mięsie wieprzowym. Powinno to skłaniać producentów wołowiny do podniesienia zawartości tego biopierwiastka w mięsie.

W doświadczeniu Cozii i wsp. [4] porównano wpływ seleno organicznego i nieorganicznego na cechy związane z jakością mięsa. Zastosowanie drożdży selenowych w końcowym etapie opasu

przyczyniło się do zmniejszenia strat w mięsie przechowywanym przez okres 11 dni, co prawdopodobnie wynikało z obniżenia statusu oksydacyjnego błon komórkowych, gdyż pierwiastek ten wchodzi w skład enzymów, które pełnią istotne funkcje w komórkowym systemie antyoksydacyjnym. Podobne wyniki uzyskano w badaniach mięsa drobiowego [8] i wieprzowego [17]. Kolejnym atutem stosowania selenu w żywieniu zwierząt jest zwiększenie jasności mięsa (mierzonej parametrem barwy L) oraz poprawa jego kruchości, wynikająca ze zwiększonej akumulacji kwasu selenoaminowego [16]. W doświadczeniach laboratoryjnych oraz badaniach klinicznych udowodniono, że selen wykazuje działanie antykancerogenne, przyczyniając się do zmniejszenia występowania np. raka prostaty [3].

Obecnie w Instytucie Genetyki i Hodowli Zwierząt, w ramach projektu BIOŻYWNOŚĆ, prowadzone są badania dotyczące wpływu stosowania dodatku drożdży selenowych oraz seleno nieorganicznego na jakość jagnięciny [9] i wołowiny. W przeprowadzonych badaniach, odnoszących się do parametrów jakości mięsa, zaobserwowano istotne różnice w barwie mięsa. Buhajki, które otrzymywały selen organiczny w postaci drożdży selenowych jako suplement diety, charakteryzowały się jaśniejszym mięsem (wyższe wartości parametru barwy *a, świadczące o przesunięciu barwy mięsa w kierunku odcienia czerwonego) w porównaniu z grupą kontrolną. Dodawanie do diety jagniąt dodatkowych ilości seleno nieorganicznego, cynku i witaminy E spowodowało istotny wzrost zawartości seleno i cynku w połędwicy [10]. Dalsze badania pozwolą określić znaczenie stosowania drożdży selenowych w modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych w badanym mięsie. Zawartość tłuszczu i rodzaj kwasów tłuszczowych ma istotne znaczenie, kształtujące jakość produktu, począwszy od barwy, konsystencji, pH, poprzez smak mięsa, a na właściwościach prozdrowotnych (zawartość CLA) skończywszy.

Literatura: 1. Calamari L., Petrera F., Bertin G., 2010 – Livestock Sci. 128,154-165. 2. Chaucheyras F., Fonty G., Bertin G., Salmon J.M., Gouet P., 1996 – Canadian J. Microbiol. 42, 927-933. 3. Combs Jr. G.F., Clark C.L., Tunrull B.W., 2001 – Biofactors 14,153-159. 4. Cozzi G., Prevedello P., Stefani A.L., Piron A., Contiero B., Lante A., Gottardo F., Chevaux E., 2011 – Animal 5, 1531-1538. 5. Dębski B., Zachara B., Wąsowicz W., 2001 – Folia Univ. Agricul. Stetinensis, Zootechnica. 42, 31-38. 6. Dobrzański Z., Ryszka F., Górecka H., Dolińska B., Opaliński S., 2004 – Polish J. Chemical Technology 6, 10-14. 7. Dobrzański Z., Dolińska B., Chojnacka K., Opaliński S., Ryszka F., 2006 – Acta Scientiarum Polonorum, Med. Vet. 5, 49-66. 8. Edens F.W., 1996 – Biotechnology in the feed industry. Proc.12th Annual Symposium, UK,165-185. 9. Gabryszuk M., Oprządek J., 2008 – Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, T. XLVI/3, 15-23. 10. Gabryszuk M., Kuźnicka E., 2011 – J. Elementology 16, 17-18. 11. Galecka E., Jacewicz R., Mrowicka M., Florkowski A., Galecki P., 2008 – Pol. Merk. Lek., XXV, 147, 266. 12. Girard I.D., Dawson K.A., 1994 – J. Anim. Sci. 77 (Suppl.1), 300. 13. Guedes C.M., Gonçalves D., Rodrigues M.A.M., Dias-da-Silva A., 2008 – Anim. Feed Sci. Technol. 45, 27-40. 14. Gunter S.A., Beck P.A., Phillips J.M., 2003 – J. Anim. Sci. 81, 856-864. 15. Kinal S., Korniewicz A., Ziemiński R., Jamroz D., Paleczek B., Tomaszewski A., Słupczyńska M., 2002 – Chem. Agric. 3, 290-296. 16. Lindahl G., Lagerstedt Å., Ertbjerg P., Samples S., Lundström K., 1999 – Meat Sci. 85, 160-166. 17. Mahan D.C., Cline T.R., Richert B., 1999 – J. Anim. Sci. 77, 2172-2179. 18. Novotny J., Seidel H., Kovac G., Babcek R., 2005 – Med. Veter. 61 (1), 38-41. 19. Oldfield J.E., 2002 – Selenium World Atlas (2002 updated edition). Selenium-Tellurium Development Association. Grimbergen, Belgium. 20. Ortman K., Pehrson B., 1997 – J. Vet. Med. 44, 373-380. 21. Shetty P.H., Jespersen L., 2006 – Trends Food Sci. Technol. 17, 48-55. 22. Yang G., Chen J., Wen Z., Ge K., Zhu L., Chen X., Chen K., 1984 – Advances Nutr. Res. 6, 203-231. 23. Weiss W.P., 2005 – Proc. Tri-State Dairy Nutrition Conference, 61-71. 24. Zhang W., Xiao S., Samaraweera H, Lee E.J., Ahn D.U., 2010 – Meat Sci. 86, 15-31.

*Projekt „BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.