

# Mięso wieprzowe i jego przetwory jako źródło selenu dla konsumentów – możliwości oraz zagrożenia

Dominika Guzek<sup>1</sup>, Dominika Głabska<sup>2</sup>, Agnieszka Wierzbicka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

<sup>2</sup> Zakład Dietetyki, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Adres do korespondencji: dr inż. Dominika Guzek; Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa; tel.: (22) 5937078, fax: (22) 5937060, dominika\_guzek@sggw.pl

## Abstract

### *Pork meat and pork products as a source of selenium for consumers – possibilities and dangers*

The article presents possibilities of adding selenium to pork meat and pork products during meat production, to obtain functional products. Selenium is mineral important for human well-being, responsible for glutathione peroxidase generation, which protects cells from oxidation by peroxides, generated in biochemical processes. Deficiencies of selenium may result in arthritis, circulatory diseases, Keshan disease and nephropathy. Results of research indicate, that organic selenium from various sources, results in higher selenium content in meat, than is observed in the case of inorganic selenium. Moreover, selenium from various sources in most of the research results in similar qualitative features of carcass (mass, percent of meat, fat cover), meat (pH, components of colour measured in the L\*a\*b\* system). It was also concluded that drip loss is negatively correlated with selenium content in diet of animals, that is important, as an excessive drip loss is associated not only with product and economical wastes, but also with lower quality of meat and meat products. Research also indicate, that addition of selenium (especially organic selenium) to meat products, may lead to obtaining functional pork meat and pork meat products, characterized by features not different than in the case of typical market products, but at the same time, by enhanced health-promoting value.

**Key words:** inorganic selenium, meat quality, organic selenium, pigs, pork

**Słowa kluczowe:** jakość mięsa, selen organiczny, selen nieorganiczny, wieprzowina, trzoda chlewna

## Wstęp

Selen jest pierwiastkiem śladowym i odpowiada między innymi za tworzenie enzymu zwanego peroksydazą glutationową, który chroni białe krwinki i błony komórkowe przed działaniem wolnych rodników [1]. Selen organiczny (selenometionina, selenocysteina) w przeciwieństwie do selenu nieorganicznego (selenina, selenian) jest lepiej przyswajalny i wchłaniany na drodze transportu aktywnego. Dzielne zapotrzebowanie na selen dla osoby dorosłej wynosi, odpowiednio, 45 µg na poziomie średniego zapotrzebowania grupy (ang. *estimated average requirement* – EAR) oraz 55 µg na poziomie zalecanego spożycia (ang. *recommended dietary allowances* – RDA) [2].

Selen zapobiega negatywnym skutkom cukrzycy – kardiologicznym [3] czy nefrologicznym [4], jak również może ograniczać ryzyko związane z wystąpieniem nowotworu prostaty, hamując wzrost komórek nowotworowych poprzez obniżenie regulacji ekspresji receptora androgenu [5].

Niedobory selenu sprzyjają powstawaniu reumatoidalnego zapalenia stawów [6], chorób układu krążenia, kardiomiopatii rozstrzeniowej znanej pod nazwą choroby Keshan [7] oraz nefropatii [8]. Ponadto badania epidemiologiczne sugerują, że już umiarkowany niedobór selenu w diecie sprzyja rozwojowi lub pogłębieniu schorzeń związanych z niedostateczną odpornością organizmu [9]. Badania wskazują, że produkty mięsne pozyskane ze zwierząt hodowanych z wykorzystaniem

pasz wzbogacanych w selen mogą stanowić dobre źródło wprowadzenia tego składnika do diety konsumenta [10].

Produkty mięsne wzbogacane mogą spełniać kryteria żywności funkcjonalnej, jeżeli są wzbogacane w korzystne dla zdrowia składniki przez stosowanie odpowiedniego krzyżowania, zmiany składu paszy zwierząt lub modyfikacje receptur i procesów przetwórczych [11]. Możliwe ograniczenia związane z tego typu produkcją wyrobów wynikają z trzech powodów – kosztów produkcji trzody chlewnej karmionej droższymi wzbogacanymi paszami, efektywnej ilości wbudowanego selenu w te produkty i – co najistotniejsze – zachowania właściwości sensorycznych i technologicznych wyrobów. Jeżeli dany produkt mięsny zyska uznanie konsumentów swoimi inherentnymi cechami (barwą, teksturą, smakiem) i będzie wnosił wartość dodaną wynikającą ze zwiększonej zawartości selenu w stosunku do produktu tradycyjnego, wówczas opłacalność produkcji nie będzie stanowiła problemu dla producentów.

## 1. Przyczyny stosowania dodatku selenu do paszy trzody chlewnej

W swoim opracowaniu Acda i Chae [12] przedstawili najbardziej istotne zagadnienia związane z zastosowaniem składników mineralnych pochodzenia organicznego w żywieniu trzody chlewnej. Autorzy zaprezentowali informacje dotyczące najważniejszych składników mineralnych wchodzących w skład pasz, wśród nich wymienili selen jako ten, którym coraz częściej wzbogacane są pasze. Wskazali na wzrastające oczekiwania konsumenckie związane z jakością mięsa wieprzowego, często wymuszające na producentach stosowanie tego rodzaju zmian w składzie pasz, które mogą się przyczynić do podniesienia jakości produkowanego przez nich mięsa wieprzowego, a tym samym również i do podniesienia zysku.

Selen jest ważnym składnikiem stosowanym w żywieniu trzody chlewnej, jako że może się przyczyniać do poprawy funkcjonowania organizmu i stanu poszczególnych organów oraz wpływa na aktywność peroksydazy glutationowej. Przy niedostatecznym poziomie selenu w organizmie, co może wynikać z jego niedostatecznego spożycia z pokarmami, może dochodzić do nadmiernej oksydacji składników błon komórkowych, a w przypadku mięsa – do nadmiernego wycieku naturalnego. Zatem celowość dodawania selenu do pasz trzody chlewnej wynika nie tylko z potrzeby podnoszenia wartości biologicznej surowca, ale również z poprawy jakości sensorycznej i technologicznej wyrobów mięsnych.

## 2. Wpływ zawartości selenu w paszy na jej zawartość w tkankach

W badaniach Mahana i wsp. [13] analizie poddano wpływ karmienia trzody chlewnej z poszczególnych regionów Stanów Zjednoczonych paszami z różną zawartością selenu na zawartość tego składnika w mięsie. Ponieważ zwierzęta te w Stanach Zjednoczonych karmione są różnymi paszami – o różnej zawartości składników

mineralnych, autorzy wysnuli przypuszczenie, że ma to wpływ na zróżnicowanie składu i wartości odżywczej mięsa tych zwierząt. Badaniu poddano połówce, serca i wątroby zwierząt z 19 stanów, zarówno z północnej, centralnej, jak i południowej części Stanów Zjednoczonych, przy czym analizowano w nich zawartość selenu. Pasze dla zwierząt przygotowano w sposób typowy, wykorzystując lokalnie uprawianą soję oraz ziarno, a następnie pasze poddano analizie pod względem zawartości w niej selenu.

W badaniu stwierdzono, że zawartość selenu w tkankach zwierząt była zależna od regionu, w którym zwierzęta były karmione, a co więcej – różnice te wskazywały wyraźne zależności z geograficzną lokalizacją stanu. Ponadto zarówno zawartość tego składnika w połówce, sercu, jak i w wątrobie w sposób istotny statystycznie korelowała z zawartością tego składnika w paszy.

Zarówno stężenie tego składnika w diecie zwierząt hodowlanych, jak i jego źródło mają wpływ na efekt antyoksydacyjny [14–16], dlatego badania koncentrują się nie tylko na określeniu niezbędnej ilości selenu w paszy, lecz również i na wskazaniu jego efektywnego źródła.

## 3. Wpływ źródła selenu we wzbogacanej paszy na jego zawartość w tkankach

W badaniu Svobody i wsp. [17] analizowano wpływ źródeł selenu, wykorzystywanych do wzbogacenia paszy trzody chlewnej, na akumulację tego składnika w mięsie i charakterystykę tusz. Jako źródło selenu stosowano w tym badaniu bogate w selen algi *Chlorella* spp. oraz drożdże (różne źródła selenu organicznego), a także selen nieorganiczny, co porównywano z dietą kontrolną, która nie była wzbogacana w selen. Zwierzęta pozostawały na dietach eksperymentalnych przez okres 3 miesięcy przed ubojem, podczas których podawano im 0,3 mg selenu na kg paszy.

W badaniu tym stwierdzono, że zarówno zawartość selenu w surowicy krwi, jak i aktywność peroksydazy glutationowej, podobnie jak zawartość tego składnika w wątrobie i jajnikach, była porównywalna w przypadku zwierząt karmionych paszami z dodatkiem selenu organicznego. Jest to zgodne z wcześniejszymi obserwacjami badaczy, którzy stwierdzili, że odkładanie w mięśniach i narządach zwierząt selenu organicznego dodawanego do pasz jest większe niż nieorganicznego [18–20].

W badaniach Svobody i wsp. [17] stwierdzono istotne statystycznie różnice zawartości selenu w tkance mięśniowej i sercu – była ona wyższa w przypadku tych zwierząt, które były karmione paszą z selenem pochodzącym z drożdży niż z selenem pochodzącym z alg. Równocześnie, niezależnie od zastosowanego źródła selenu organicznego, jego wykorzystanie przyczyniało się do wyższej zawartości selenu w mięsie niż w przypadku selenu nieorganicznego. W badaniu tym ponadto stwierdzono, że niezależnie od zastosowanego źródła selenu charakterystyka mięsa była porównywalna – obserwowano brak istotnego wpływu tego czynnika na masę tuszy, udział mięsa w tuszy, grubość powłoki tłuszczowej, pH oraz składowe barwy mięsa mierzone w systemie  $L^*a^*b^*$ .

#### 4. Wpływ zawartości selenu we wzbogacanej paszy na jej zawartość w tkankach

W badaniu Mateo i wsp. [21], podobnie jak w przypadku przytoczonego powyżej badania [17], analizie poddano wpływ źródeł selenu w paszy trzody chlewnej na charakterystykę mięsa. Jako źródła selenu wykorzystano drożdże (bogate w selen ograniczony) oraz selen nieorganiczny. W badaniu tym, w przeciwieństwie do przedstawionego wcześniej, zastosowano różne poziomy dodatku selenu do paszy zwierząt hodowlanych. W przypadku selenu organicznego wprowadzono trzy poziomy tego składnika – 0,1, 0,2 oraz 0,3 mg na kg paszy, podczas gdy dla selenu nieorganicznego był to jeden poziom – 0,3 mg na kg paszy.

W badaniu tym nie stwierdzono różnic w rozmiarach tusz, jednakże zaobserwowano, że dla zwierząt karmionych paszą kontrolną mięsa charakteryzowały się największym wyciekami naturalnym – wyższym niż dla zwierząt karmionych paszą suplementowaną zarówno selenem organicznym, jak i selenem nieorganicznym. Wielkość wycieku naturalnego była w sposób liniowy skorelowana z zawartością selenu w diecie: im wyższy był dodatek tego składnika, tym wyciek naturalny był mniejszy. Również zawartość selenu w tkankach była uzależniona od jego zawartości w diecie. Dotyczyło to wszystkich analizowanych tkanek – polędwicy, wątroby i surowicy krwi.

Również w tym badaniu między uzyskanymi próbkami mięsa, pochodzącego ze zwierząt karmionych różnymi paszami (bez dodatku selenu, z selenem nieorganicznym i z selenem organicznym), nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic ocenianych cech jakościowych – wielkości i masy polędwicy, grubości powłoki tłuszczowej, pH, tekstury, marmurkowatości (udziału tłuszczu śródmięśniowego) oraz składowych barwy mierzonych w systemie  $L^*a^*b^*$ .

#### 5. Wpływ wzbogacania paszy w selen na składowe barwy mięsa

W badaniu Mahana i wsp. [22] badano wpływ różnych źródeł selenu dodanego do paszy trzody chlewnej na wybrane parametry jakościowe mięsa wieprzowego (wyciek naturalny, wartości pH, składowe barwy mierzone w systemie  $L^*a^*b^*$ ). W badaniu tym wykorzystano takie same źródła tego składnika, jak w przytoczonym powyżej [21] – drożdże bogate w selen oraz selen nieorganiczny w postaci seleninu sodu, jednakże przy różnych poziomach ilościowych. Zastosowano tu suplementację w ilości 0,05, 0,1, 0,2 i 0,3 mg selenu na kg paszy dla obu źródeł selenu. Równocześnie w dziewiętej grupie badanej zastosowano paszę kontrolną bez dodatku selenu.

Podobnie jak w poprzednio przytoczonych badaniach nie stwierdzono wpływu zastosowanego dodatku selenu na rozmiary tusz zwierząt z różnych grup badanych, zarówno w zależności od źródła selenu, jak i zastosowanej dawki. Równocześnie zawartość selenu w surowicy i aktywność peroksydazy glutationowej były najniższe

w przypadku zwierząt z grupy kontrolnej, a wartości te były uzależnione od wielkości suplementacji – stwierdzono zależność liniową. Jednocześnie aktywność peroksydazy glutationowej wzrastała tylko do pewnego stopnia i od pewnej dawki selenu w diecie nie obserwowano już wzrostu tego parametru. Dawka ta, podobnie jak aktywność peroksydazy glutationowej, była zależna od czasu trwania eksperymentu (równocześnie między wiekiem a aktywnością peroksydazy glutationowej stwierdzono dodatnią korelację).

Po 30 i 60 dniach podawania paszy wzbogacanej w selen powyżej dawki 0,1 mg selenu na kg paszy nie stwierdzano wzrostu aktywności peroksydazy glutationowej w surowicy krwi zwierząt, a po 90 dniach eksperymentu zauważono wzrost już dla dawki 0,05 mg selenu na kg paszy. Ponadto przy małych dawkach selenu dodawanego do paszy stwierdzano również różnice zależne od źródła selenu, które nie były widoczne przy większych dawkach tego składnika. W przypadku zwierząt karmionych paszą z dodatkiem selenu pochodzenia organicznego w ilości 0,05 oraz 0,1 mg na kg paszy stwierdzano w surowicy krwi niższą aktywność peroksydazy glutationowej niż w przypadku zwierząt karmionych paszą z analogiczną ilością selenu nieorganicznego. Odwrotną zależność stwierdzono w przypadku zawartości selenu w analizowanych tkankach (polędwica). Przy zastosowaniu selenu pochodzenia organicznego zaobserwowano wyższe zawartości tego składnika niż dla selenu nieorganicznego, aczkolwiek dla obu tych źródeł stwierdzono liniową zależność między zastosowaną dawką suplementacji a udziałem selenu w tkankach.

W badaniu Mahana i wsp. [22] stwierdzono również zbliżoną charakterystykę prób mięsa pobranych ze zwierząt karmionych różnymi paszami, jednakże przy zastosowaniu organicznego selenu nie stwierdzono różnic wycieku naturalnego, które obserwowali autorzy innych badań [21], jak również w wartościach pH i składowej barwy  $L^*$ , przy pomiarze realizowanym w systemie  $L^*a^*b^*$  w zależności od dawki selenu, a także przy porównaniu prób mięsa zwierząt karmionych paszą suplementowaną i paszą kontrolną. Badania te stoją w sprzeczności z wynikami badań Krski i wsp. [23], którzy wskazali, że podawanie organicznego selenu (0,3 mg/kg paszy) może wpływać pozytywnie na barwę mięsa i stabilność oksydacyjną.

W przypadku zastosowania nieorganicznego źródła selenu obserwowano istotny statystycznie liniowy wzrost wartości składowej barwy  $L^*$  wraz ze wzrostem zastosowanej dawki selenu [21]. Wskazywać to może, że zastosowanie selenu nieorganicznego wykazuje istotniejszy wpływ na barwę mięsa niż zastosowanie selenu organicznego. Równocześnie stwierdzono też bliską istotności statystycznej zależność z wyciekami naturalnymi, który również był większy w przypadku zastosowanych większych dawek selenu nieorganicznego. W innych badaniach nie stwierdzono istotnej zależności między rodzajem zastosowanego selenu a wyciekami naturalnymi czy wodochłonnością [24].

## 6. Wpływ stosowania paszy wzbogacanej, oprócz selenu również w inne składniki, na jakość mięsa, w tym na jego cechy sensoryczne

W badaniu Janz i wsp. [25] analizowano wpływ diet wzbogacanych w selen, sprzężony dien kwasu linolowego i witaminę E z udziałem lub bez udziału białka zwierzęcego, na jakość mięsa wieprzowego. W badaniu tym zwierzęta były karmione paszą zawierającą komponenty pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, która była wzbogacana suplementem zawierającym selen, sprzężony dien kwasu linolowego i witaminę E lub była pozbawiona tego dodatku. Suplement zastosowano w ilości 0,31% paszy. Stwierdzono, że w przypadku mięsa zwierząt karmionych paszą z komponentami pochodzenia zwierzęcego z dodatkiem suplementu końcowe pH dla obu mięśni poddanych analizie – *Longissimus dorsi* oraz *Semimembranosus* było niższe niż w przypadku mięsa zwierząt karmionych paszą niesuplementowaną.

W przypadku zwierząt karmionych paszą z komponentami pochodzenia zwierzęcego z dodatkiem suplementu stwierdzono również mniejszy wyciek naturalny z mięśnia *Semimembranosus* oraz mniejszy wyciek termiczny dla mięśnia *Longissimus dorsi* niż w przypadku mięsa zwierząt karmionych paszą niesuplementowaną. Równocześnie w przypadku strat podczas obróbki cieplnej nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic. Ocenie poddano również walory sensoryczne analizowanego mięsa i stwierdzono, że ogólny wpływ zastosowanej suplementacji, jak również komponentów pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego w paszy na ocenę sensoryczną mięsa wieprzowego był niewielki. Autorzy podsumowują, że jest mało prawdopodobne, żeby wpływ ten odgrywał istotną rolę z praktycznego punktu widzenia [25].

W badaniu tym wskazano, że wpływ zastosowanej suplementacji jest zależny nie tylko od przyjętej dawki czy źródła substancji, ale również od zastosowanej paszy. Jednocześnie rolę odgrywa również oceniany mięsień, jako że suplementacja może mieć różny wpływ na charakterystykę mięsa w zależności od ocenianego mięśnia. Należy podkreślić, że w badaniu tym zastosowano z powodzeniem suplement zawierający równocześnie kilka składników o działaniu bioaktywnym – oprócz selenu również sprzężony dien kwasu linolowego i witaminę E. Praktyczne stosowanie tego rodzaju rozwiązań może mieć duże znaczenie, gdyż przy starannym opracowaniu składu takiego suplementu stosowanego w karmieniu żywca wieprzowego możliwe powinno być precyzyjne projektowanie jakości uzyskiwanego mięsa [25].

## 7. Wpływ stosowania paszy wzbogacanej w selen na jakość przetworów z mięsa wieprzowego

W badaniu Krausego i wsp. [26] analizie poddano wpływ zastosowanej paszy trzody chlewnej z dodatkiem selenu pochodzenia organicznego oraz nieorganicznego na cechy jakościowe uzyskanych podwędzanych wędlin wieprzowych, w tym głównie ich barwę. Badanie to stanowi bardzo ważny przyczynek odnoszący się do

możliwości modyfikacji paszy trzody chlewnej i jakości nie tylko mięsa surowego, ale również i uzyskiwanych z niego przetworów, czyli możliwości kreowania wyrobów o podwyższonej wartości biologicznej.

W prowadzonym eksperymencie zastosowano dwa źródła selenu w paszy, który był dodawany na dwóch poziomach – 0,15 oraz 0,3 mg na kg paszy. Piątą grupę badaną stanowiły zwierzęta karmione paszą typową. Z mięsa uzyskanego z każdej grupy zwierząt wyprodukowano wędzonki, które zostały następnie poddane ocenie składowych barwy oraz stabilności barwy podczas przechowywania w różnych rodzajach opakowań przez okres 21 dni. Wędliny te zostały wyprodukowane z różnych mięśni badanych zwierząt – *Longissimus dorsi* (który został podzielony na sekcje w zależności od rodzaju elementu kulinarnego, do którego należy), *Psoas major* oraz *Gluteus medius*.

W badaniu tym nie stwierdzono wpływu dodatku selenu do paszy na składowe barwy podwędzanych wędlin wieprzowych uzyskanych z mięsa tych zwierząt, przy czym nie obserwowano ani wpływu źródła selenu, ani wpływu jego dawki. Równocześnie oceniono, że w przypadku przechowywania tych wędlin opakowania próżniowe skuteczniej przyczyniają się do zachowania barwy wyrobu niż opakowania, które pozwalają na dostęp tlenu do wędliny. Zauważono, że stabilność barwy była uzależniona od rodzaju elementu kulinarnego, do którego należał mięsień, i samego mięśnia, z którego przygotowano ocenianą wędlinę [26]. Zatem podobnie jak w badaniu przytoczonym wcześniej [25] wykazano, jak istotny jest wpływ ocenianego mięśnia na wybrane parametry fizykochemiczne. Może to oznaczać, że oddziaływanie selenu zawartego w paszy jest różne w zależności od mięśnia, co może wynikać z jego funkcji, czy udziału innych tkanek, w tym głównie tkanki tłuszczowej. Ta ostatnia odgrywa istotną rolę w przypadku zmian oksydacyjnych zachodzących w mięsie.

## 8. Możliwości związane z potencjalnym toksycznym wpływem selenu na organizmy zwierząt karmionych paszami z jego dodatkiem

W badaniu Kima i Mahana [18] analizowano wpływ wysokich dawek selenu pochodzenia organicznego lub nieorganicznego dodawanego do paszy trzody chlewnej na związane z tym jego toksyczne działanie. W eksperymencie zastosowano selen pochodzenia organicznego z drożdży bogatych w ten składnik oraz selen nieorganiczny, oba w dawkach 5, 10, 15 oraz 20 mg na kg paszy. Równocześnie dziewięcią grupę stanowiły zwierzęta karmione paszą kontrolną.

W badaniu tym w przypadku zwierząt karmionych paszą kontrolną lub paszą z selenem, ale do poziomu 5 mg na kg paszy, nie wykazano wpływu selenu na masę ciała zwierząt, ich dobowe przyrosty masy lub pobór paszy. Jednakże powyżej 5 mg selenu na kg paszy, wraz ze wzrostem poziomu tego składnika, obserwowano spadek wskazanych parametrów. Obniżenie wartości ocenianych parametrów wraz ze wzrostem dawki selenu w diecie następowało szybciej w przypadku zastosowania selenu

nieorganicznego niż selenu organicznego. Przy zastosowaniu selenu pochodzenia organicznego w dawce 15 mg na kg paszy lub większej oraz selenu nieorganicznego w dawce 10 mg lub większej obserwowano utratę sierści przez zwierzęta (*alopecia*) oraz zaburzenia budowy kopyt [18].

Stwierdzono ponadto wzrost aktywności peroksydazy glutationowej, następujący wraz ze wzrostem poziomu selenu w diecie, niezależnie od zastosowanego źródła tego pierwiastka. Również poziom selenu w surowicy krwi i tkankach zwiększał się wraz ze wzrostem poziomu selenu w diecie, przy czym był on większy w przypadku zastosowania organicznych źródeł selenu. Autorzy badania konkludowali, że niezależnie od zastosowanego organicznego lub nieorganicznego źródła selenu przy jego dawce w diecie wynoszącej przynajmniej 5 mg na kg paszy stwierdza się toksyczny wpływ tego składnika na organizm zwierzęcia. Równocześnie ten niekorzystny wpływ był większy i obserwowany wcześniej, kiedy stosowano nieorganiczne źródło selenu w postaci seleninu sodu [19].

## Podsumowanie

Podsumowując, można stwierdzić, że w ostatnich latach konsumenci na całym świecie oczekują mięsa i produktów mięsnych, które będą miały pozytywny wpływ na ich zdrowie. Wzbogacanie mięsa i produktów mięsnych w składniki bioaktywne znajduje szerokie zainteresowanie wśród badaczy jako rozwojowy kierunek modyfikacji produktów żywnościowych z korzyścią dla populacji [27].

Wzbogacanie pasz zwierząt hodowlanych w związki biologicznie aktywne, w tym również w selen, ma na celu nie tylko produkcję żywności o podwyższonej wartości odżywczej spełniającej oczekiwania konsumentów, ale także przyczynianie się do zachowania lub poprawy jakości mięsa wieprzowego. Wśród parametrów jakości mięsa wieprzowego, które podlegają wpływowi zastosowania dodatku selenu w paszy, przede wszystkim należy wskazać wyciek naturalny mięsa. Badania wskazują na liniową zależność między wielkością wycieku naturalnego mięsa a zawartością selenu w diecie trzody chlewnej. Biorąc pod uwagę fakt, iż dawka selenu do 5 mg na kg paszy nie wykazuje negatywnego wpływu na dobowe przyrosty masy lub pobór paszy, a dawka efektywna ograniczająca wyciek naturalny mięsa wynosi od 0,1 mg selenu organicznego i 0,3 mg selenu nieorganicznego na kg paszy, to dodatek ten może się przyczyniać do poprawy jakości mięsa wieprzowego.

Niezależnie od źródła pochodzenia i stosowanej dawki selenu to cechy sensoryczne mięsa wieprzowego i produktów mięsnych muszą spełniać oczekiwania konsumentów, które mogą być różne w zależności od czynników społecznych, geograficznych, kulturowych czy podłoża etnicznego. W związku z powyższym dąży się, by tego typu żywność funkcjonalna nie odbiegała swoimi cechami sensorycznymi od typowych produktów, które już wcześniej zdobyły uznanie konsumentów.

## Finansowanie

Badania statutowe UJCM nr K/ZDS/003684 pt. „Ocena ryzyka niedożywienia w grupie osób starszych z uwzględnieniem środowiska zamieszkania”.

## Piśmiennictwo

1. Young I.S., Woodside J.V., *Antioxidants in health and disease*, „Journal of Clinical Pathology” 2001; 54 (3): 176–186.
2. Jarosz M. (red.), *Normy żywieniowe dla populacji polskiej – nowelizacja*, IŻŻ, Warszawa 2012: 1–223.
3. Ayaz M., Can B., Ozdemir S., Turan B., *Protective effect of selenium treatment on diabetes-induced myocardial structural alterations*, „Biological Trace Element Research” 2002; 89 (3): 215–226.
4. Douillet C., Bost M., Accominotti M., Borson-Chazot F., Ciavatti M., *In vitro and in vivo effects of selenium and selenium with vitamin E on platelet functions in diabetic rats relationship to platelet sorbitol and fatty acid distribution*, „Biological Trace Element Research” 1996; 55 (3): 263–277.
5. Dong Y., Zhang H., Hawthorn L., Ganther H.E., Ip C., *Delineation of the molecular basis for selenium-induced growth arrest in human prostate cancer cells by oligonucleotide array*, „Cancer Research” 2003; 63 (1): 52–59.
6. Peretz A., Neve J., Duchateau J.P., Famaey J.P., *Adjuvant treatment of recent onset rheumatoid arthritis by selenium supplementation: preliminary observations*, „British Journal of Rheumatology” 1992; 31 (4): 281–282.
7. Zagrodzki P., Łaszczyk P., *Selen, a choroby układu sercowo-naczyniowego – wybrane zagadnienia*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2006; 60: 624–631.
8. Maksimović Z., *Selenium deficiency and Balkan endemic nephropathy*, „Kidney International” 1991; 34 (Suppl.): S12–S14.
9. Zwolak I., Zaporowska H., *The role of selenium and some Se-proteins in human organism*, „Annales UMCS” Sec. D, 2005; 40 (supl. 16): 457–460.
10. Zhang W., Xiao S., Samaraweera H., Lee E.J., Ahn D.U., *Improving functional value of meat products*, „Meat Science” 2010; 86 (1): 15–31.
11. Gabryszuk M., Oprządek J., *Możliwości poprawy jakości mięsa poprzez wzbogacanie diety w selen, cynk i witaminę E na przykładzie jagnięciny*, „Roczniki IPMiT” 2008; 46 (3): 15–24.
12. Acda S.P., Chae B.J., *A Review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition*, „Pakistan Journal of Nutrition” 2002; 1 (1): 25–30.
13. Mahan D.C., Brendemuhl J.H., Carter S.D., Chiba L.I., Crenshaw T.D., Cromwell G.L., Dove C.R., Harper A.F., Hill G.M., Hollis G.R., Kim S.W., Lindemann M.D., Maxwell C.V., Miller P.S., Nelssen J.L., Richert B.T., Southern L.L., Stahly T.S., Stein H.H., van Heugten E., Yen J.T., North Central Regional Committee on Swine Nutrition (NCR-42); Southern Regional Committee on Nutritional Systems for Swine to Increase Reproductive Efficiency (S-1012), *Comparison of dietary selenium fed to grower-finisher pigs from various regions of the United States on*

- resulting tissue Se and loin mineral concentrations, „Journal of Animal Science” 2005; 83 (4): 852–857.
14. Juniper D.T., Phipps R.H., Ramos-Morales E., Bertin G., *Effects of dietary supplementation with selenium enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in lambs*, „Animal Feed Science and Technology” 2009; 149 (3–4): 228–239.
  15. Petrerá F., Calamari L., Bertin G., *Effect of either sodium selenite or Se-yeast supplementation on selenium status and milk characteristics in dairy goats*, „Small Ruminant Research” 2009; 82 (2–3): 130–138.
  16. Vignola G., Lambertini L., Mazzone G., Giammarco M., Tassinari M., Martelli G., Bertin G., *Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs*, „Meat Science” 2009; 82 (4): 678–685.
  17. Svoboda M., Saláková A., Fajt Z., Kotrbáček V., Ficek R., Drábek J., *Efficacy of Se-enriched Alga Chlorella spp. and Se-enriched yeast on tissue selenium retention and carcass characteristics in finisher pigs*, „Acta Veterinaria Brno” 2009; 78: 579–587.
  18. Kim Y.Y., Mahan D.C., *Comparative effects of high dietary levels of organic and inorganic selenium on selenium toxicity of growing-finishing pigs*, „Journal of Animal Science” 2001; 79 (4): 942–948.
  19. Kim Y.Y., Mahan D.C., *Effect of dietary selenium source, level, and pig hair color on various selenium indices*, „Journal of Animal Science” 2001; 79 (4): 949–955.
  20. Zhan X.-A., Wang M., Zhao R.-Q., Li W.-F., Xu Z.-R., *Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs*, „Animal Feed Science and Technology” 2007; 132 (3–4): 202–2011.
  21. Mateo R.D., Spallholz J.E., Elder R., Yoon I., Kim S.W., *Efficacy of dietary selenium sources on growth and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed diets containing high endogenous selenium*, „Journal of Animal Science” 2007; 85 (5): 1177–1183.
  22. Mahan D.C., Cline T.R., Richert B., *Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality*, „Journal of Animal Science” 1999; 77 (8): 2172–2179.
  23. Krška P., Lahucky R., Küchenmeister U., Nurnberg K., Palanska O., Bahelka I., Kuhn G., Ender K., *Effects of dietary organic selenium and vitamin E supplementation on post mortem oxidative deterioration in muscles of pigs*, „Archiv Tierzucht” 2001; 44 (2): 193–201.
  24. Wolter B., Ellis M., McKeith F.K., Miller K.D., Mahan D.C., *Influence of dietary selenium source on growth performance, and carcass and meat quality characteristics in pigs*, „Canadian Journal of Animal Science” 1999; 79 (1): 119–121.
  25. Janz J.A., Morel P.C., Purchas R.W., Corrigan V.K., Kumarasamy S., Wilkinson B.H., Hendriks W.H., *The influence of diets supplemented with conjugated linoleic acid, selenium, and vitamin E, with or without animal protein, on the quality of pork from female pigs*, „Journal of Animal Science” 2008; 86 (6): 1402–1409.
  26. Krause B., Mandigo R., Burson D., *The effect of organic and inorganic selenium on smoked pork chop color*, „2007 Nebraska Swine Report” 2007; 1: 36–38.
  27. Kozan K., Guzek D., Lange E., Głabska D., Włodarek D., Wierzbicka A., *Kierunki modyfikacji mięsnych wyrobów funkcjonalnych dostosowanych do potrzeb wybranych grup odbiorców na przykładzie nieswoistych stanów zapalnych jelit*, „Zeszyty Naukowe Ochrony Zdrowia. Zdrowie Publiczne i Zarządzanie” 2012; 10 (2): 65–71.

Opracowanie zrealizowano w ramach projektu „BIO-ŻYwność – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” nr POIG.01.01.02-014-090/09 współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013.

