

## Czy suplementacja selenowa bydła w Polsce jest uzasadniona?

Barbara Niwińska, Marcin Andrzejewski

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa*

### **S**elen – niezbędny składnik pokarmowy

Selen ( $\text{Se}_{79}^{34}$ ) określany jest mianem pierwiastka o dwóch twarzach, co wynika z ról, jakie pełni w organizmach zwierząt. Z jednej strony wywołuje toksykozę (selenozę), a w skrajnych przypadkach śmierć. Selenoza jest konsekwencją przewlekłego i wysokiego pobrania pierwiastka. Wykazano, że dla dorosłych przeżuwaczy dawką śmiertelną ( $\text{LD}_{50}$ ) jest codzienne pobranie selenu przekraczające  $1,9 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$  masy ciała, a dla młodych przeżuwaczy  $\text{LD}_{50}$  wynosi  $0,455 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$  masy ciała (Grace, 1994; Tinggi, 2005). Z drugiej strony, obecność selenu w dawce pokarmowej jest niezbędna dla funkcjonowania organizmów, co zostało udowodnione w latach 50. ubiegłego wieku najpierw w badaniach na zwierzętach laboratoryjnych (Schwarz i Folz, 1957), a następnie w badaniach na młodych przeżuwaczach (Muth i in., 1958). W badaniach na jagniętach rozpoznano, że właśnie niedobór selenu, zarówno w okresie prenatalnym, jak i w okresie wczesnego wychowu, stanowi przyczynę pokarmowej dystrofii mięśni, zwanej chorobą białych mięśni, obejmującej mięsień serca lub/i mięśnie szkieletowe. Wkrótce, na podstawie badań potwierdzono, że selen jest niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania organizmów cieląt, opasów i krów mlecznych (Maus i in., 1980; Harrison i Conrad, 1984 a, b; House i Bell, 1994; Ivancic i Weiss, 2001). Pod koniec XX wieku wykonano liczne badania bilansowe na bydło, które miały na celu określenie zapotrzebowania na selen tej ważnej gospodarczo grupy zwierząt (Maus i in., 1980; Harrison i Conrad, 1984 b; Koenig i in., 1991; Gant i in.,

1998). Wyniki pozwoliły stwierdzić, że bydło żywione dawkami prawidłowo pokrywającymi zapotrzebowanie na selen, w porównaniu do żywionego dawkami niedoborowymi, cechuje wyższa odporność na choroby zakaźne. Krowy charakteryzuje mniejsza częstotliwość występowania zaburzeń płodności, są mniej podatne na zakażenia łożyska i gruczołu mlekowego (Kehrli i in., 1989; Hemingway, 1999; Mehrzad i in., 2002; Enjalbert i in., 2006; Andrieu, 2008). Wyniki cytowanych badań stanowiły podstawę dla Krajowej Rady ds. Badań Naukowych Narodowej Akademii Nauk Stanów Zjednoczonych Ameryki do opracowania wskazań, że prawidłowe funkcjonowanie organizmu bydłowego zapewnia zawartość selenu, wynosząca około  $0,3 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$  suchej masy dawki pokarmowej. Właśnie taka koncentracja od 2001 r. jest zalecana w amerykańskich normach żywienia bydła i została przedstawiona w opracowaniu pt.: „Zapotrzebowanie na składniki odżywcze bydła mlecznego” (Nutrient requirements of dairy cattle – NRC, 2001).

Wskaźnikiem pokrycia zapotrzebowania na selen u ssaków jest tzw. status selenowy, informujący o koncentracji selenu w określonych tkankach, organach lub płynach ustrojowych. Status selenowy u bydła jest najczęściej oceniany przyżyciowo na podstawie oceny koncentracji selenu w surowicy krwi lub aktywności peroksydazy glutationowej (eGSH-Px) w krwinkach czerwonych (Smith i in., 1988; Pehrson i in., 1999). U dorosłego bydła prawidłowy status selenowy, wyrażony koncentracją selenu w surowicy krwi, powinien zawierać się w granicach od  $0,07$  do  $0,10 \mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$ , a u nowo uro-

dzonych cieląt od 0,05 do 0,08  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$  (Smith i in., 1988; Van Saun, 1990; Stowe i Herdt, 1992; Grace, 1997). U nowo urodzonych cieląt koncentracja niższa niż 0,04  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$  wskazuje na głęboki deficyt selenowy krwi-matki (Gerloff, 1992).

### Fizjologiczne funkcje selenu

W układach metabolicznych komórek roślinnych i zwierzęcych selen wchodzi w skład około 100 peptydów i białek. Stanowi składnik aminokwasów, budujących białka, głównie selenometioniny i selenocysteiny, zastępując w tych strukturach atomy siarki. Białka te, określane mianem selenobiałek, w warunkach fizjologicznych pełnią funkcje głównie jako enzymy (Burk i Levander, 1999; Kieliszek i Błazejak, 2013). Zdefiniowano i opisano funkcje 30 selenobiałek, z których najważniejsze należą do rodzin peroksydazy glutationowej, *reduktazy tioredoksyny* oraz *dejodynazy* jodotyroninowej. Selenobiałka z rodzin peroksydazy glutationowej i *reduktazy tioredoksyny* chronią lipidy, lipoproteiny i kwas dezoksyrybonukleinowy przed destrukcyjnym wpływem reakcji z nadtlenkami, powstającymi w trakcie procesów metabolicznych (Deagen i in., 1991; Kieliszek i Błazejak, 2013; Brigelius-Flohé i Maiorino, 2013). Selenobiałka z rodziny jodotyroninowej *dejodynazy* kontrolują na poziomie komórkowym stężenie hormonów tarczycy (Beckett i Arthur, 2005). W ostatnich latach rozpoznano fizjologiczne znaczenie selenobiałek rodziny P i W. Selenobiałka P, wiążąc do 60% mikroelementu osocza, uczestniczą w transporcie selenu, natomiast selenobiałka W uczestniczą w procesach antyoksydacyjnych w mięśniach oraz w przemianach wapnia (Mistry i in., 2012; Mehdi i in., 2013). Jak wynika z tego opisu, selenobiałka pełnią funkcje w procesach antyoksydacyjnych, endokrynologicznych, immunologicznych oraz regulacji procesów zapalnych.

W badaniach na bydło potwierdzono opisane powyżej fizjologiczne funkcje selenu (McKenzie i in., 2002; Carlson i in., 2010). Wykazano, że pierwiastek ten jest niezbędny w budowaniu optymalnej odpowiedzi immunologicznej bydła, wpływa na jego immunologiczne systemy adaptacyjne, w tym produkcję przeciwciał (Larsen, 1993; Pavlata i in., 2004). Wykazano,

że w żywieniu krów szczególnie ważne jest prawidłowe żywienie selenowe w okresie okołoporodowym, w którym stres dodatkowo zmniejsza sprawność układu odpornościowego, zwiększając prawdopodobieństwo rozwoju po porodzie groźnych chorób zakaźnych, takich jak zapalenie macicy lub zapalenie gruczołu mlekowego (Kehrl i in., 1989; Mehrzad i in., 2002). Stwierdzono także, że efektem uzupełnienia zawartości selenu w dawce był zarówno wzrost aktywności tkanki wydzielniczej gruczołu mlekowego, skutkujący wzrostem produkcji mleka, jak i wzrost koncentracji immunoglobulin klasy G w sianie oraz zwiększona przyswajalność przeciwciał przez cielęta w pierwszych godzinach życia (Swecker i in., 1995; Bruzelius i in., 2007; Ceballos i in., 2009). Wyniki cytowanych badań wskazują, że prawidłowe pokrycie potrzeb selenowych poprawia zdrowotność bydła, a w konsekwencji – ekonomiczną opłacalność chowu.

### Zaopatrzenie w selen bydła w Polsce

W nielicznych pracach charakteryzowano zaopatrzenie w selen bydła w Polsce, a przedstawione dane dotyczyły krów z określonych rejonów Polski. W województwie pomorskim krowy karmione dawkami nie zawierającymi dodatków selenowych charakteryzowała niska wartość statusu selenowego, poniżej 0,026  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$  surowicy krwi, wskazując na głęboki deficyt tego pierwiastka (Salwa i in., 2007). Ramisz i in. (2012), analizując stan zaopatrzenia w selen pogłównia krów mlecznych, utrzymywanych w tym rejonie wykazali, że 23,6% krów charakteryzuje deficytowa wartość statusu selenowego, niższa niż 0,041  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$ , u 39,3% krów stwierdzono wartość progową (od 0,041 do 0,079  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$ ), a prawidłowe stężenie ( $\geq 0,08 \mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$ ) charakteryzowało zaledwie 37,1% ocenianych zwierząt. Na terenie centralnej Lubelszczyzny Kurek i in. (2011) przeprowadzili badania nad związkiem pomiędzy statusem selenowym krów a ich zdrowotnością. Autorzy stwierdzili, że w grupie zwierząt klinicznie zdrowych status selenowy wynosił 0,052  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$ , natomiast u krów klinicznie chorych nie przekraczał wartości 0,044. W południowo-wschodniej Polsce Andrzejewski (2012) oceniał status selenowy bydła rasy simentalskiej. Stwierdził, że krowy nie otrzymujące dodatków

selenowych charakteryzuje status selenowy nie przekraczający  $0,037 \mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$  surowicy krwi. Wyniki cytowanych badań potwierdzają, że w Polsce dawki pokarmowe dla bydła nie zawierające dodatku seleny są niedoborowe w ten pierwiastek, a zatem wymagają suplementacji.

Podstawowe źródło seleny w żywieniu bydła stanowią pasze roślinne, a czynnikiem wpływającym na zawartość w nich tego pierwiastka jest jego zasobność w glebie oraz gatunkowa zdolność roślin do jego gromadzenia. Wyniki analizy zawartości seleny w glebie wskazują na jego niską zasobność na terenie północnej i wschodniej Polski, natomiast bogatszą w rejonie Dolnego Śląska (Zabłocki, 1990;

Dudka, 1992; Borowska i Koper, 2007; Patorczyk-Pytlik i Kulczycki, 2009; cytowane za Ramisz i in., 2012). Pod względem zdolności do gromadzenia pierwiastka, rodziny roślin uszeregowano następująco: krzyżowe (średnio:  $0,19 \pm 0,1 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1} \text{ SM}$ ) > motylkowate ( $0,08 \pm 0,05$ ) > astrowate ( $0,05 \pm 0,02$ ) > baldaszkowate ( $0,04 \pm 0,03$ ) > wiechlinowate ( $0,03 \pm 0,005$ ) (Bisbjerg, 1972). Najuboższa w selen rodzina wiechlinowatych obejmuje gatunki roślin łąkowych, pastwiskowych i zbożowych, stanowiących podstawowe komponenty dawek pokarmowych dla bydła. Wyniki badań własnych nad zawartością seleny w wybranych paszach przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość seleny w wybranych paszach

Table 1. Selenium content of some feeds

Pasze <sup>1</sup> – Feeds <sup>1</sup>	Koncentracja seleny (mg) w kg SM <sup>2</sup> Selenium concentration (mg) in kg DM <sup>2</sup>
Jęczmień – ziarno – Barley grain	0,12
Pszenżyto – ziarno – Triticale grain	0,04
Pszenica – ziarno – Wheat grain	0,05
Otręby pszenne – Wheat bran	0,18
Słoma pszena – Wheat straw	0,03
Kiszona młóto browarniane – Ensiled brewers' grains	0,08
Kiszona kukurydza – Maize silage	0,06
Siano łąkowe – I pokos – Meadow hay – first cut	0,03
Sianokiszona z traw – I pokos – Grass haylage – first cut	0,35
Sianokiszona z traw – II pokos – Grass haylage – second cut	0,10
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa – Extracted rapeseed meal	0,03
Poekstrakcyjna śruta sojowa – Extracted soybean meal	0,12
Kiszona wysłodki buraczane – Ensiled sugar-beet pulp	0,06

<sup>1</sup>Próbki pasz pochodziły z zasobów Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB Odrzechowa Sp. z o.o.; zostały zebrane w latach 2010–2011.

<sup>2</sup>Analizy wykonano w Krajowym Laboratorium Pasz (KLP) Instytutu Zootechniki PIB w Lublinie, z zastosowaniem metody płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej z przystawką do generacji wodorków (procedura nr 43 KLP).

<sup>1</sup>Feed samples were sourced from the Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production Odrzechowa Ltd., and were collected during 2010–2011.

<sup>2</sup>Analyses were performed at the National Feed Laboratory (KLP) of the National Research Institute of Animal Production in Lublin, using hydride generation flame atomic absorption spectrometry (procedure No. 43 KLP).

Zawartość seleny w roślinach łąkowych, pastwiskowych i zbożowych, pochodzących z terenu południowo-wschodniej Polski jest niska, nie przekracza 60% zawartości, przedstawionej w amerykańskich tabelach składu chemicznego pasz (NRC, 2001). Zarówno niski status selenowy bydła w Polsce, jak i niska zawartość pierwiastka w paszach wskazują, że prawidłowe żywienie wymaga wprowadza-

nia do składu dawki uzupełniających dodatków selenowych.

### Uzupełniające dodatki selenowe

Niedobór seleny obniża ekonomiczną efektywność chowu bydła. Wykazano, że u krów mlecznych jest to wynik obniżenia ich zdrowot-

ności, wzrostu częstotliwości występowania zaburzeń płodności oraz chorób zakaźnych łożyska i gruczołu mlekowego (Kehrli i in., 1989; Hemingway, 1999; Mehrzad i in., 2002; Enjalbert i in., 2006; Andrieu, 2008). W celu uzyskania prawidłowej zawartości selenu w skład dawek pokarmowych są wprowadzane uzupełniające dodatki selenowe (tzw. suplementy selenowe). W żywieniu bydła dodatki selenowe są najczęściej wprowadzane w skład mieszanek mineralnych. W suplementacji selenowej zwierząt gospodarskich w Polsce, zgodnie z prawodawstwem Unii Europejskiej, są dopuszczone sole sodowe selenu: selenin i selenian sodu (Obwieszczenie MRiRW, 2004) oraz drożdże selenowe: szczep *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060 (Rozporządzenie KE nr 1750/2006, 2006). Selenin sodu [selenian (IV) sodu ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ); potocznie nazywany selenitem lub seleninem sodu], częściej wykorzystywany przez przemysł paszowy oraz selenian sodu [selenian (VI) sodu ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ )] to nieorganiczne sole sodowe selenu. W żywieniu bydła znajduje zastosowanie otoczowana forma soli sodowych selenu, którą w procesie produkcji uzyskano poprzez otoczenie cząsteczek soli warstwą ochronną, nie ulegającą rozkładowi w żwaczu, natomiast rozpuszczalną w środowisku jelita cienkiego. Drożdże selenowe to suszone, martwe drożdże *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060, wyhodowane w warunkach, zapewniających optymalne wbudowywanie selenu (Rozporządzenie KE 1750/2006, 2006). Drożdże selenowe stanowią źródło organicznego związku selenu, głównie selenometioniny (skrót: Se-Met). Zawartość selenu w drożdżach selenowych może sięgać  $2846 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$  suchej masy biomasy, a około 90% selenu występuje w postaci Se-Met o konfiguracji względnej L (Dobrzański i in., 2006; Schrauzer, 2009). Koszty produkcji organicznych związków selenu są wyższe od kosztów produkcji związków nieorganicznych (Ortman i in., 1999), co wpływa na rynkową cenę dodatków.

Rodzaj wprowadzonych związków selenowych warunkuje przyswajanie selenu przez bydło (Kinal, 2009). Selen podlega wchłanianiu w jelicie cienkim, selenoaminokwasy w dwunastnicy, a selenity i seleniany w jelicie krętym (Whanger i in., 1976; Koenig i in., 1991). Sole sodowe w żwaczu ulegają dysocjacji, a następnie

w zależności od warunków w przedżołądku od 30 do 40% selenu zostaje wytrącone w postaci nierozpuszczalnej formy elementarnej oraz selenków, wydalanych w kale. Z pozostałej części selenu 10–15% zostaje wbudowane w białko mikrobiologiczne (o strawności jelitowej wynoszącej 80%), 40–60% przepływa do jelita cienkiego, gdzie około 50% selenu zostaje włączone w przemiany metaboliczne (Harrison i Conrad, 1984 a,b; Koenig i in., 1991; Serra i in., 1994). Dostępność selenu z Se-Met jest wyższa, ponieważ w żwaczu około 60% Se-Met zostaje wbudowane w białko mikroorganizmów, pozostałe 40% przepływa do jelita cienkiego, gdzie po wchłonięciu (w 80%) zostaje wprowadzone do przemian metabolicznych z efektywnością 44–65% (Paulson i in., 1968). Na proces przyswajania selenu wpływają liczne współzależności z ilością i rodzajem pozostałych składników, występujących w składzie dawki pokarmowej (Kinal, 2009). Przyswajanie selenu ograniczają: wapń, siarka, jod oraz cyjanogenne glikozydy, zawarte w dawce pokarmowej. Wapń, zarówno w zbyt niskiej koncentracji (poniżej  $4,0 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$  dawki), jak i zbyt wysokiej (powyżej  $12 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$  dawki), obniża przyswajalność selenu (Harrison i Conrad, 1984 a). Wzrost zawartości siarki w dawce od 2,1 do  $7,0 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$  obniża przyswajalność selenu z 50,5 do 42,3%, a wzrost zawartości jodu obniża aktywność peroksydazy glutationowej (Ivancic i Weiss, 2001; Pavlata i in., 2005). Niekorzystny wpływ obserwowano także w przypadku obecności w dawce glikozydów cyjanogennych, pochodzących z roślin motylkowatych (Gutzwiller, 1993). Zwiększenie przyswajalności pierwiastka obserwowano natomiast przy wzroście udziału pasz treściwych w składzie dawki (Koenig i in., 1997; Gierus i in., 2002).

W podsumowaniu należy stwierdzić, że około 15% selenu podanego w formie niechronionych soli sodowych oraz 34–49% selenu podanego w formie Se-Met w drożdżach selenowych podlega przemianom metabolicznym u bydła.

## Podsumowanie

Ze względu na fizjologicznie ważne funkcje selenu, jego niedobór w dawkach pokarmowych obniża ekonomiczną efektywność



chowy bydła. Badania, wykonane dotychczas w rejonie Pomorza, Lubelszczyzny i południowo-wschodniej Polski wykazały deficytowy status selenowy bydła, co wynika z niedoboru sele-

nu w dawkach pokarmowych, zawierających rodzime pasze roślinne. Uzasadnia to konieczność stosowania suplementacji selenowej w żywieniu tego gatunku zwierząt gospodarskich.

### Literatura

- Andrieu S. (2008). Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *Vet. J.*, 176: 77–83.
- Andrzejewski M. (2012). Wpływ formy selenu w diecie na jego status u krów i cieląt. *Rozpr. dokt. IZ PIB*.
- Beckett G.J., Arthur J.R. (2005). Selenium and endocrine systems. *J. Endocrinol.*, 184: 455–465.
- Bisbjerg B. (1972). Studies on selenium in plants and soils. Danish Atomic Energy Commission, Research Establishment Risø, Roskilde Riv. Report No. 200.
- Borowska K., Koper J. (2007). Rozmieszczenie selenu w glebach. Selen – pierwiastek ważny dla zdrowia, fascynujący dla badaczy. Red.: Wierzbińska M., Bulska E., Pyrzyński K., Wysocka I., Zachara B. Wyd.: Malamut, Warszawa, ss. 31–45.
- Brigelius-Flohé R., Maiorino M. (2013). Glutathione peroxidases. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1830, 5: 3289–3303.
- Bruzelius K., Hoac T., Sundler R., Onning G., Akesson B. (2007). Occurrence of selenoprotein enzyme activities and mRNA in bovine mammary tissue. *J. Dairy Sci.*, 90: 918–927.
- Burk R.F., Levander O.A. (1999). Selenium. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9th ed., M. Shils, J. Olson, M. Shike, A.C. Ross (eds), Baltimore, Williams & Wilkins, pp. 265–276.
- Carlson B.A., MinHyuk Yoo M-H., Shrimali R.K., Irons R., Gladyshev V.N., Hatfield D.L., Park J.M. (2010). Role of selenium containing proteins in T-cell and macrophage function. *Proc. Nutr. Soc.*, 69: 300–310.
- Ceballos A., Sánchez J., Stryhn H., Montgomery J.B., Barkema H.W., Wichtel J.J. (2009). Meta-analysis of the effect of oral selenium supplementation on milk selenium concentration in cattle. *J. Dairy Sci.*, 92: 324–342.
- Deagen J.T., Beilstein M.A., Whanger P.D. (1991). Chemical forms of selenium in selenium containing proteins from human plasma. *J. Inorg. Chem.*, 41: 261–268.
- Dobrzański Z., Dolińska B., Chojnacka K., Opaliński S., Ryszka F. (2006). Znaczenie drożdży w żywieniu zwierząt gospodarskich. *Acta Sci. Pol., Med. Vet.*, 5, 2: 49–66.
- Dudka S. (1992). Ocena całkowitej zawartości pierwiastków głównych i śladowych w powierzchniowej warstwie gleb Polski. *Rozprawa, IUNG, Puławy*.
- Enjalbert F., Lebreton P., Salat O. (2006). Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 90: 459–466.
- Gant R.G., Sanchez W., Kincaid R.L. (1998). The effect of anionic salts on selenium metabolism in nonlactating, pregnant dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 1637–1642.
- Gerloff B.J. (1992). Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 70: 3934–3940.
- Gierus M., Schwarz F.J., Kirchgessner M. (2002). Selenium supplementation and selenium status of dairy cows fed diets based on grass, grass silage or maize silage. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 86: 74–82.
- Grace N.D. (1994). Selenium. In: *Managing trace element deficiencies*. N.D. Grace (ed.), Palmerston North, New Zealand Pastoral Agricultural., pp. 9–23.
- Grace N.D. (1997). Use of biochemical criteria to diagnose trace element deficiencies in sheep and cattle. *Proc. 9th Int. Conf. on Animal Production*, Berlin, 14.09.1997. Verlag Stuttgart.
- Gutzwiller A. (1993). The effect of a diet containing cyanogenetic glycosides on the selenium status and the thyroid function of sheep. *Anim. Prod.*, 57: 415–419.
- Harrison J.H., Conrad H.R. (1984 a). Effect of dietary calcium on selenium absorption by the nonlactating dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 67: 1860–1864.

- Harrison J.H., Conrad H.R. (1984 b). Effect of selenium intake on selenium utilization by the nonlactating dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 67: 219–223.
- Hemingway R.G. (1999). The influences of dietary selenium and vitamin E intakes on milk somatic cell counts and mastitis in cows. *Vet. Res. Commun.*, 23: 481–499.
- House W.A., Bell A.W. (1994). Sulfur and selenium accretion in the gravid uterus during late gestation in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 1860–1869.
- Ivancic J.Jr., Weiss W.P. (2001). Effect of dietary sulfur and selenium concentrations on selenium balance of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 225–232.
- Kehrli M.E., Nonnecke B.J., Roth J.A. (1989). Alterations in bovine lymphocyte function during the periparturient period. *Am. J. Vet. Res.*, 50: 215–220.
- Kieliszek M., Błażej S. (2013). Review selenium: Significance, and outlook for supplementation. *Nutr.*, 29: 713–718.
- Kinal S. (2009). Zapotrzebowanie zwierząt na mikroelementy i czynniki warunkujące ich biodostępność. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 541: 225–237.
- Koenig K.M., Buckley W.T., Shelford J.A. (1991). Measurement of endogenous fecal excretion and true absorption of selenium in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 71: 167–174.
- Koenig K.M., Rode L.M., Cohen L.M., Bucklet W.T. (1997). Effects of diet and chemical form of selenium on selenium metabolism in sheep. *J. Anim. Sci.*, 75: 817–827.
- Kurek Ł., Kleczkowski M., Lutnicki K., Banach A., Gołyński M. (2011). Udział selenu w przebiegu niektórych chorób bydła mlecznego. *Życie Wet.*, 86: 604–608.
- Larsen H.J.S. (1993). Relation between selenium and immunity. *Norwegian J. Agric. Sci.*, 11 (Suppl. 1): 105–119.
- Maus R.W., Martz F.A., Belyea R.L., Weiss M.F. (1980). Relationship of dietary selenium to selenium in plasma and milk from dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 63: 532–537.
- McKenzie R.C., Arthur J.R., Beckett G.J. (2002). Selenium and the regulation of cell signaling, growth, and survival: molecular and mechanistic aspects. *Antioxid. Redox Signal.*, 4: 339–351.
- Mehdi J., Jean-Luc Hornick J.H., Istasse L., Dufrasne I. (2013). Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules*, 18: 3292–3311.
- Mehrzad J., Duchateau L., Pyörälä S., Burvenich C. (2002). Blood and milk neutrophil chemiluminescence and viability in primiparous and pluriparous dairy cows during late pregnancy around parturition and early lactation. *J. Dairy Sci.*, 85: 3268–3276.
- Mistry H.D., Broughton Pipkin F., Redman C.W. G., Poston L. (2012). Selenium in reproductive health. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 206: 21–30.
- Muth O.H., Oldfield J.E., Remmert L.F., Schubert J.R. (1958). Effects of selenium and vitamin E on white muscle disease. *Science*, 128: 1090–1095.
- NRC (2001). National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Obwieszczenie MRiRW (2004). Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 stycznia 2004 r. w sprawie wykazów dodatków paszowych i materiałów paszowych. *M.P.* 2004. 9.132.
- Ortman K., Andersson R., Holst H. (1999). The influence of supplements of selenite, selenate and selenium yeast on the selenium status of dairy heifers. *Acta Vet. Scand.*, 40: 23–34.
- Patorczyk-Pytlik B., Kulczycki G. (2009). Content of selenium in arable soils near Wrocław. *J. Elementol.*, 14, 4: 755–762.
- Paulson G.D., Bauman C.A., Pope A.L. (1968). Metabolism of <sup>75</sup>Se-selenite, <sup>75</sup>Se-selenate, and <sup>75</sup>Se-selenomethionine and <sup>35</sup>S-sulfate by rumen microorganisms *in vitro*. *J. Anim. Sci.*, 7: 497–504.
- Pavlatá L., Prasek J., Filipek J., Pechova A. (2004). Influence of parenteral administration of selenium and vitamin E during pregnancy on selected metabolite parameters and colostrum quality in dairy cows at parturition. *Vet. Med. Czech.*, 49: 149–155.
- Pavlatá L., Slosarková S., Fleischer P., Pechova A. (2005). Effects of increased iodine supply on the selenium status of kids. *Vet. Med. Czech.*, 50, 5: 186–194.
- Pehrson B., Ortman K., Madjid N., Trafikowska U. (1999). The influence of dietary selenium as selenium yeast or sodium selenite on the concentration

- of selenium in the milk of suckler cows and on the selenium status of their calves. *J. Anim. Sci.*, 77: 3371–3376.
- Ramisz A., Balicka-Ramisz A., Jastrzębski G. (2012). Selenium concentration in dairy cows and its influence on production traits. *Acta Sci. Pol., Zoot.*, 11, 1: 49–58.
- Rozporządzenie KE 1750/2006 (2006). Rozporządzenie Komisji Wspólnoty Europejskiej nr 1750, z dnia 27 listopada 2006 r., dotyczące dopuszczenia selenometioniny jako dodatku paszowego.
- Salwa A., Kopczewski A., Borkowska-Opacka B., Przewoski W., Strzałkowski L., Sroka A., Arent Z., Malinowski E., Lachowski A. (2007). Enzootia listeriozy u bydła na Kaszubach. *Med. Wet.*, 63, 12: 1579–1582.
- Schrauzer G.N. (2009). Selenium and selenium-antagonistic elements in nutritional cancer prevention. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 29: 10–17.
- Schwarz K., Folz C.M. (1957). Selenium as an integral part of Factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J. Am. Chem. Soc.*, 78: 3292–3302.
- Serra A.B., Nakamura K., Matsui T., Harumoto T., Fujihara T. (1994). Inorganic selenium for sheep. 1. Selenium balance and selenium levels in the different ruminal fluid fractions. *Asian-Australian J. Anim. Sci.*, 7: 83–89.
- Smith K.L., Hogan J.S., Conrad H.R. (1988). Selenium in dairy cattle: Its role in disease resistance. *Vet. Med.*, 83: 72–78.
- Stowe H.D., Herdt T.H. (1992). Clinical assessment of selenium status of livestock. *J. Anim. Sci.*, 70: 3928–3933.
- Swecker W.S., Thatcher C.D., Eversole D.E., Blodgett D.J., Schurig G.S. (1995). Effect of selenium supplementation on colostral IgG concentration in cows grazing selenium deficient pastures and on postsuckle serum IgG concentration in their calves. *Am. J. Vet. Res.*, 56: 450–453.
- Tinggi U. (2005). Selenium toxicity and its adverse health effects. In: Preedy R., Watson R.R.: *Reviews in food and nutrition toxicity*. Taylor & Francis (eds), Boca Raton, FL, pp. 29–55.
- Van Saun R.J. (1990). Rational approach to selenium supplementation essential. *Feedstuffs*, 62: 15–17.
- Whanger P.D., Pedersen N.D., Hatfield J., Weswig P.H. (1976). Absorption of selenite and selenomethionine from ligated digestive tract segments in rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 153: 295–297.
- Zabłocki Z. (1990). Selen w glebach i roślinach Pomorza Zachodniego. *Rozpr.*, 21, AR, Szczecin.

## SELENIUM SUPPLEMENTATION OF CATTLE IN POLAND: IS IT JUSTIFIED?

### Summary

Selenium (Se) is an essential element for normal functioning of calves, fattening cattle and dairy cows. Under physiological conditions proteins containing selenium, called selenoproteins, play an important role in antioxidant, endocrine and immunological processes, and as a regulator of inflammatory reactions. To ensure proper body function the concentration of selenium in bovine serum (selenium status) should range from 0.07 to 0.10  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$  in adult cattle, from 0.05 to 0.08  $\mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$  in newborn calves, and about 0.3  $\text{mg} \times \text{kg}^{-1}$  dry weight in the daily ration. Research to date concerning the selenium status of cattle in the area of Pomerania, Lublin and south-eastern Poland showed that cattle are deficient in selenium due to the low content of this element in local plant feeds. This paper provides an overview of current knowledge on selenium, its biological functions, the content in fodder plants cultivated in Poland, and the type of additives used to supplement cattle with selenium in our country.



Fot.: E. Atkinson