

ZAWARTOŚĆ SELENU, KOBALTU I MOLIBDENU W KRAJOWYCH MIESZANKACH PASZOWYCH*

Waldemar Korol, Jolanta Rubaj, Grażyna Bielecka

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Krajowe Laboratorium Pasz, ul. Chmielna 2,
20-079 Lublin

Celem badań była ocena zawartości selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych w odniesieniu do zapotrzebowania zwierząt i zalecanych maksymalnych zawartości tych mikroelementów. Badaniom poddano 138 próbek mieszanek paszowych dla zwierząt gospodarskich, pobranych z wytwórni pasz na terenie kraju w latach 2004–2010, w tym 67 dla drobiu, 45 dla świń, a dla bydła i innych zwierząt – 26. Średnie zawartości selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla drobiu, świń, bydła i królików odpowiadały zapotrzebowaniu zwierząt (selen) lub okazały się wyższe od zapotrzebowania (kobalt, molibden). Stwierdzono jednostkowe przypadki przekraczania maksymalnych zawartości selenu (0,5 mg/kg) i kobaltu (2 mg/kg) w mieszankach paszowych w 0,7–1,4% badanych próbek. W przypadku molibdenu udział próbek mieszanek paszowych, w których stwierdzono przekroczenie maksymalnej zawartości (2,5 mg/kg) wyniósł 8,8%. Jednak przyjmując zalecenie Europejskiej Agencji ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) obniżenia maksymalnej zawartości kobaltu w mieszankach paszowych z 2 mg/kg do 1 mg/kg, udział badanych mieszanek w których stwierdzono zawartość kobaltu wyższą od 1 mg/kg wyniósł 13,0%. W celu skutecznego egzekwowania zaleceń w zakresie maksymalnych zawartości kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych wskazane byłoby włączenie badań tych pierwiastków do programu urzędowej kontroli pasz.

Selen, kobalt i molibden są pierwiastkami śladowymi pełniącymi ważne funkcje w wielu procesach metabolicznych. Krajowe materiały paszowe zawierają niewielkie ilości selenu, które nie pokrywają zapotrzebowania zwierząt (Korol i in., 1987, 1992), dlatego w intensywnej produkcji zwierzęcej niedobory selenu są niwelowane przez dodatek tego pierwiastka do mieszanek paszowych z premiksem, w ilości zależnej od gatunku, wieku i produktywności zwierząt. Kobalt dodawany jest głównie do mieszanek paszowych dla przeżuwaczy, koni i królików, natomiast molibden dla przeżuwaczy. Szkodliwy może być nie tylko niedobór tych mikroelementów, ale również ich nadmiar (Larbier i Leclercq, 1995; Underwood i Suttle, 2001). Zgodnie z klasyfikacją podaną w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1831/2003 w sprawie dodatków paszowych stosowanych w żywieniu zwierząt, selen, kobalt i molibden zaliczone zostały do grupy pierwiastków śladowych w kategorii „dodatków dietetycz-

*Praca finansowana ze środków MRIRW w ramach Programu Wieloletniego 2006–2010, zadanie 3.1.

nych”. Z uwagi na zagrożenia dla zwierząt i środowiska związane z przedawkowaniem, w rozporządzeniu Komisji Europejskiej nr 1334/2003/WE, określono maksymalne zawartości tych pierwiastków w mieszankach paszowych.

Najważniejszą funkcją selenu jest jego działanie przeciwutleniające. Selen jest składnikiem peroksydazy glutationowej, silnego przeciwutleniacza chroniącego komórki przed wolnymi rodnikami. Przeciwutleniające działanie selenu wspomaga synergicznie witamina E. Selen jest dodawany do mieszanek paszowych dla wszystkich zwierząt w ilościach od 0,1 do 0,3 mg/kg, w postaci seleninu lub selenianu sodu. Maksymalna zawartość selenu w mieszankach paszowych dla wszystkich zwierząt wynosi 0,5 mg/kg.

Kobalt jest składnikiem witaminy B₁₂ i bierze udział w procesach syntezy hemoglobiny. Pasze pochodzenia roślinnego zawierają niewielkie ilości tego pierwiastka. Zaleca się dodawanie kobaltu zwłaszcza do mieszanek paszowych dla przeżuwaczy, koni i królików, których mikroflora przewodu pokarmowego może syntetyzować witaminę B₁₂, wykorzystując nieorganiczne związki kobaltu dodawane w postaci chlorku, octanu, węglanu, azotanu lub siarczanu kobaltu (II). Zdaniem Europejskiej Agencji ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) kobalt jest powszechnie dodawany do mieszanek paszowych dla zwierząt gospodarskich w krajach UE, w tym dla zwierząt monogastrycznych, w ilościach od 0,1 do 0,6 mg/kg (EFSA, 2009). Maksymalna zawartość kobaltu w mieszankach paszowych dla wszystkich zwierząt wynosi 2 mg/kg. Ostatnio EFSA rekomenduje obniżenie maksymalnej zawartości kobaltu w mieszankach paszowych z 2 mg/kg do 1 mg/kg (EFSA, 2009), jednak ta rekomendacja nie ma jeszcze umocowania prawnego. W uzasadnieniu podkreślono genotoksyczne właściwości związków kobaltu (II) i ich prawdopodobną kancerogenność, co może stwarzać zagrożenia dla zwierząt, a także dla pracowników wytwarzających mieszanki paszowe, narażonych na wdychanie pyłu zawierającego związki kobaltu (EFSA, 2009).

Molibden pobrany w nadmiarze działa toksycznie na zwierzęta. Istotną rolę molibdenu potwierdziło odkrycie, że enzym flawonoproteinowy – oksydaza ksantynowa – zawiera ten pierwiastek, a ponadto że aktywność tego enzymu zależy od obecności i ilości molibdenu w pokarmie (Underwood i Suttle, 2001). Zapotrzebowanie zwierząt na molibden jest dość niskie, wynosi około 0,2 mg/kg i w zasadzie jest pokrywane przez naturalnie występujące ilości tego pierwiastka w paszach. Zawartość molibdenu w ziarnie zbóż wynosi 0,3–0,6 mg/kg, nasionach roślin strączkowych 0,5–3,0 mg/kg, śrutach poekstrakcyjnych 2–4 mg/kg (Raw Material Compendium, 1996). Niemniej molibden jest dodawany jedynie do mieszanek paszowych dla przeżuwaczy w postaci molibdenianu amonu lub molibdenianu sodu. Maksymalna zawartość molibdenu w mieszankach paszowych dla wszystkich zwierząt gospodarskich wynosi 2,5 mg/kg.

Wyniki monitorowania zawartości innych mikroelementów, dla których również określono maksymalne zawartości w mieszankach paszowych dla drobiu, tj. żelaza (maksymalna zawartość 750 mg/kg), manganu (150 mg/kg), cynku (150 mg/kg) i miedzi (25 mg/kg) były przedmiotem wcześniejszej publikacji (Korol i in., 2006). Wyniki tych badań potwierdziły przypadki przekroczeń maksymalnych zawartości manganu (5,6%), cynku (19,4%) i miedzi (19,4%), w odniesieniu do ogółu badanych próbek. W latach 2010–2011 w ramach urzędowej kontroli stwierdzono znaczący od-

setek mieszanek paszowych o wyższych niż maksymalne zawartości badanych mikroelementów: żelazo (12,4%), mangan (7,1%), cynk (11,6%) i miedź (8,6%). Dla porównania w ramach urzędowej kontroli zawartości selenu w mieszankach paszowych w latach 2010–2011, odsetek próbek o wyższych niż maksymalna zawartość tego pierwiastka wyniósł 4,0%.

Zawartości kobaltu i molibdenu w krajowych mieszankach paszowych nie były przedmiotem badań w ramach urzędowej kontroli. Wstępne wyniki badań wskazywały na przypadki przekraczania maksymalnych zawartości tych pierwiastków (Korol i in., 2010).

Celem badań było oznaczenie zawartości selenu, kobaltu i molibdenu w wytwarzanych w kraju mieszankach paszowych, ocena pokrycia zapotrzebowania zwierząt na te mikroelementy i nieprzekraczania wymaganych maksymalnych zawartości.

Material i metody

Próbki mieszanek paszowych pobierano w latach 2004–2010 z wytwórni pasz z terenu całego kraju przez uprawnionych próbobiorców z powiatowych inspektoratów weterynaryjnych. Próbki pobierano zgodnie z obowiązującymi przepisami, w sposób zapewniający reprezentatywność ocenianej partii mieszanki i wraz z protokołami pobrania przesyłano do badań w Krajowym Laboratorium Pasz w Lublinie.

Pobrano 138 próbek mieszanek paszowych, w tym 67 próbek mieszanek dla drobiu, 45 próbek mieszanek dla świń i 26 próbek mieszanek dla bydła i innych zwierząt gospodarskich. Próbki pasz mineralizowano kwasem azotowym z dodatkiem nadtlenku wodoru w piecu mikrofalowym Mars 5. Selen oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej na aparacie GBC Avanta PM z wykorzystaniem techniki generowania wodorków HGAAS (EN 16159). Kobalt i molibden badano techniką bezpłomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej GFAAS na aparacie GBC Avanta Ultra Z (Zniszczyńska i in., 2009). Wyniki badań przedstawiano z niepewnością pomiaru.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej, określając dla każdego rodzaju mieszanki zakres uzyskanych wartości, wartość średnią, medianę i odchylenie standardowe. Uzyskane dane porównano z zaleceniami żywieniowymi, a także z innymi danymi literaturowymi dotyczącymi potrzeb pokarmowych zwierząt. Oceniono zgodność wyników badań z maksymalnymi zawartościami określonymi w cytowanych wyżej przepisach. Wynik badania uznawano za niezgodny z wymaganiami, jeżeli dolna granica niepewności wyniku była wyższa od maksymalnej zawartości.

Wyniki

Wyniki badania zawartości selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla drobiu zestawiono w tabeli 1. Średnia zawartość selenu w badanych mieszankach paszowych dla brojlerów kurzych przeznaczonych na pierwszy okres odchowu wyniosła 0,25 mg/kg (mediana 0,23 mg/kg; zakres 0,13–0,31 mg/kg). W mieszankach paszowych przeznaczonych na drugi okres odchowu zawartość selenu była podobna

i wyniosła średnio 0,27 mg/kg (mediana 0,27 mg/kg; zakres 0,14–0,57 mg/kg). W mieszankach dla niosek stwierdzono średnią zawartość selenu 0,21 mg/kg (mediana 0,21 mg/kg), przy zakresie wyników od 0,07 mg/kg do 0,48 mg/kg. Podobnie kształtował się zakres zawartości selenu w mieszankach paszowych dla indyków, tj. od 0,07 mg/kg do 0,50 mg/kg przy wyższej zawartości średniej 0,25 mg/kg (mediana 0,22 mg/kg). Uwzględniając niepewność pomiaru zawartości selenu w mieszankach paszowych, określoną w badaniach własnych podczas walidacji metody na poziomie 15%, nie stwierdzono przekroczeń maksymalnej zawartości tego pierwiastka (0,5 mg/kg).

Tabela 1. Zawartość selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla drobiu
Table 1. Selenium, cobalt and molybdenum content in compound feeds for poultry

Wyszczególnienie Item	Selen Selenium (mg/kg)	Kobalt Cobalt (mg/kg)	Molibden Molybdenum (mg/kg)
Mieszanka paszowa dla kurcząt brojlerów – starter (ilość próbek n = 8):			
Compound feed for broiler chickens – starter (number of samples n = 8):			
Zakres od-do – Range from-to	0,13–0,31	0,12–0,85	0,36–3,81
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,25 (0,23)	0,44 (0,35)	1,89 (1,96)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,08	0,31	1,23
Zalecana zawartość* – Recommended content*	0,3*	–	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	12,5
Results above maximum content (%)			
Mieszanka paszowa dla kurcząt brojlerów – grower i finisz (ilość próbek n = 16):			
Compound feed for broiler chickens – grower and finisher (number of samples n = 16):			
Zakres od-do – Range from-to	0,14–0,57	0,11–1,45	0,43–3,67
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,27 (0,27)	0,52 (0,42)	1,57 (1,52)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,11	0,41	0,76
Zalecana zawartość* – Recommended content*	0,2*	–	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	6,25
Results above maximum content (%)		6,2**	
Mieszanka paszowa dla niosek (ilość próbek n = 32):			
Compound feed for layers (number of samples n = 32):			
Zakres od-do – Range from-to	0,07–0,48	0,12–1,56	0,15–3,83
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,21 (0,21)	0,58 (0,54)	1,29 (1,07)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,09	0,36	0,98
Zalecana zawartość* – Recommended content*	0,2–0,15*	–	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	6,25
Results above maximum content (%)		12,5**	
Mieszanka paszowa dla indyków (ilość próbek n = 12):			
Compound feed for turkeys (number of samples n = 12):			
Zakres od-do – Range from-to	0,07–0,50	0,12–1,68	0,80–4,01
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,25 (0,22)	0,65 (0,69)	2,04 (2,02)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,12	0,50	1,10
Zalecana zawartość* – Recommended content*	0,3–0,25*	–	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	16,6
Results above maximum content (%)		16,7**	
Mieszanki paszowe dla drobiu ogółem (ilość próbek n=68):			
Compound feeds for poultry, total (number of samples n=68):			
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	8,8
Results above maximum content (%)		10,3**	

* Smulikowska i Rutkowski (2005). **Procentowy udział mieszanek paszowych o zawartości kobaltu powyżej 1 mg/kg. **Percentage of compound feeds with cobalt content of more than 1 mg/kg.

Średnia zawartość kobaltu w mieszankach paszowych dla kurcząt brojlerów, przeznaczonych na pierwszy okres odchowu wyniosła 0,44 mg/kg (mediana 0,35 mg/kg; zakres 0,12–0,85 mg/kg), dla kurcząt brojlerów, przeznaczonych na drugi okres odchowu 0,52 mg/kg (mediana 0,42 mg/kg; zakres 0,11–1,45 mg/kg), dla niosek 0,58 mg/kg (mediana 0,54 mg/kg; zakres 0,12–1,56 mg/kg) i dla indyków 0,65 mg/kg (mediana 0,69 mg/kg; zakres 0,12–1,56 mg/kg). Nie stwierdzono przekroczeń maksymalnej zawartości kobaltu, wynoszącej 2,0 mg/kg (tab. 1).

Tabela 2. Zawartość selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla świń
Table 2. Selenium, cobalt and molybdenum content in compound feeds for swine

Wyszczególnienie Item	Selen Selenium (mg/kg)	Kobalt Cobalt (mg/kg)	Molibden Molybdenum (mg/kg)
Mieszanka paszowa dla prosiąt (ilość próbek n = 12):			
Compound feed for piglets (number of samples n = 12):			
Zakres od-do – Range from-to	0,09–0,36	0,11–2,11	0,57–3,31
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,20 (0,20)	0,77 (0,68)	1,74 (1,65)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,07	0,56	0,83
Zalecane uzupełnienie* – Recommended supplement*	0,2–0,1	0,5–0	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	16,7
Results above maximum content (%)		25,0**	
Mieszanka paszowa dla warchlaków (ilość próbek n = 8):			
Compound feed for weaner piglets (number of samples n = 8):			
Zakres od-do – Range from-to	0,06–0,32	0,17–1,05	0,69–2,27
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,21 (0,22)	0,46 (0,40)	1,68 (1,66)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,09	0,35	0,66
Zalecane uzupełnienie* – Recommended supplement*	0,2–0,1	0,5–0	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	0
Results above maximum content (%)			
Mieszanka paszowa dla tuczników (ilość próbek n = 20):			
Compound feed for fattening pigs (number of samples n = 20):			
Zakres od-do – Range from-to	0,05–0,38	0,06–1,69	0,10–3,54
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,18 (0,16)	0,43 (0,32)	1,72 (1,67)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,10	0,37	0,87
Zalecane uzupełnienie* – Recommended supplement*	0,2–0,1	0,2–0	0,1–0
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	5,0
Results above maximum content (%)		5,0**	
Mieszanka paszowa dla loch (ilość próbek n = 5):			
Compound feed for sows (number of samples n = 5):			
Zakres od-do – Range from-to	0,11–0,30	0,08–0,64	0,44–0,72
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,20 (0,20)	0,38 (0,38)	0,58 (0,58)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,08	0,28	0,19
Zalecane uzupełnienie* – Recommended supplement*	0,3–0,1	0,5–0	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	0
Results above maximum content (%)			
Mieszanki paszowe dla świń ogółem (ilość próbek n = 45):			
Compound feeds for swine, total (number of samples n = 45):			
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	6,7%
Results above maximum content (%)		8,9**	

*Normy Żywienia Świń (1993). **Procentowy udział mieszanek paszowych o zawartości kobaltu powyżej 1 mg/kg. **Percentage of compound feeds with cobalt content of more than 1 m/kg.

Zawartość molibdenu w mieszankach paszowych dla kurcząt brojlerów, przeznaczonych na pierwszy okres odchowu wyniosła 1,89 mg/kg (mediana 1,96 mg/kg; zakres 0,36–3,81 mg/kg), dla kurcząt brojlerów, przeznaczonych na drugi okres odchowu 1,57 mg/kg (mediana 1,52 mg/kg; zakres 0,43–3,67 mg/kg), dla niosek 1,29 mg/kg (mediana 1,07 mg/kg; zakres 0,15–3,83 mg/kg) i dla indyków 2,04 mg/kg (mediana 2,02 mg/kg; zakres 0,89–4,01 mg/kg). Stwierdzono sześć przypadków przekroczeń maksymalnej zawartości molibdenu (2,5 mg/kg), co stanowiło 8,8% badanych mieszanek dla drobiu (tab. 1).

Wyniki badania zawartości selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla świń zestawiono w tabeli 2. Średnia zawartość selenu w mieszankach paszowych dla prosiąt wyniosła 0,20 mg/kg (mediana 0,20 mg/kg; zakres 0,09–0,36 mg/kg), dla warchlaków 0,21 mg/kg (mediana 0,22 mg/kg; zakres 0,06–0,32 mg/kg), dla tuczników 0,18 mg/kg (mediana 0,16 mg/kg; zakres 0,05–0,38 mg/kg) i dla loch 0,20 mg/kg (mediana 0,20 mg/kg; zakres 0,11–0,30 mg/kg). Nie stwierdzono przekroczenia maksymalnej zawartości selenu, wynoszącej 0,5 mg/kg (tab. 2).

Średnia zawartość kobaltu w mieszankach paszowych dla prosiąt wyniosła 0,77 mg/kg (mediana 0,68 mg/kg; zakres 0,11–2,11 mg/kg), dla warchlaków 0,46 mg/kg (mediana 0,40 mg/kg; zakres 0,17–1,05 mg/kg), dla tuczników 0,43 mg/kg (mediana 0,32 mg/kg; zakres 0,06–1,69 mg/kg) i dla loch 0,38 mg/kg (mediana 0,38 mg/kg; zakres 0,08–0,64 mg/kg). Nie stwierdzono przekroczeń maksymalnej zawartości kobaltu 2,0 mg/kg (tab. 2).

Średnia zawartość molibdenu w mieszankach paszowych dla prosiąt wyniosła 1,74 mg/kg (mediana 1,65 mg/kg; zakres 0,57–3,31 mg/kg), dla warchlaków 1,68 mg/kg (mediana 1,66 mg/kg; zakres 0,69–2,27 mg/kg), dla tuczników 1,72 mg/kg (mediana 1,67 mg/kg; zakres 0,10–3,54 mg/kg) i dla loch 0,58 mg/kg (mediana 0,58 mg/kg; zakres 0,44–0,72 mg/kg). Stwierdzono trzy przekroczenia maksymalnej zawartości molibdenu (2,5 mg/kg), co stanowiło 6,7% badanych mieszanek dla świń (tab. 2).

Zawartości selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla krów mlecznych, cieląt i królików zestawiono w tabeli 3. Średnia zawartość selenu w mieszankach paszowych dla krów mlecznych wyniosła 0,23 mg/kg (mediana 0,21 mg/kg; zakres 0,08–0,58 mg/kg), dla cieląt 0,28 mg/kg (mediana 0,26 mg/kg; zakres 0,09–0,42 mg/kg) i dla królików 0,23 mg/kg (mediana 0,23 mg/kg; zakres 0,18–1,15 mg/kg). Stwierdzono jedno przekroczenie maksymalnej zawartości selenu (0,5 mg/kg), co stanowiło 3,8% badanych mieszanek (tab. 3).

Średnia zawartość kobaltu w mieszankach paszowych dla krów mlecznych wyniosła 0,64 mg/kg (mediana 0,47 mg/kg; zakres 0,10–1,53 mg/kg), dla cieląt 0,75 mg/kg (mediana 0,55 mg/kg; zakres 0,27–2,05 mg/kg) i dla królików 1,15 mg/kg (mediana 0,76 mg/kg; zakres 0,12–2,86 mg/kg). Stwierdzono dwa przekroczenia maksymalnej zawartości kobaltu (2,0 mg/kg), co stanowiło 5,9% badanych mieszanek (tab. 3).

Średnia zawartość molibdenu w mieszankach paszowych dla krów mlecznych wyniosła 1,40 mg/kg (mediana 1,37 mg/kg; zakres 0,17–3,23 mg/kg), dla cieląt 1,57 mg/kg (mediana 1,45 mg/kg; zakres 0,60–2,80 mg/kg), dla królików 1,81 mg/kg

(mediana 1,98 mg/kg; zakres 0,10–2,88 mg/kg). Trzy razy stwierdzono przekroczenie maksymalnej zawartości molibdenu (2,5 mg/kg), co stanowiło 11,5% badanych mieszanek (tab. 3).

Tabela 3. Zawartość selenu, kobaltu i molibdenu w mieszankach paszowych dla bydła i innych zwierząt
Table 3. Selenium, cobalt and molybdenum content in compound feeds for cattle and other animals

Wyszczególnienie Item	Selen Selenium (mg/kg)	Kobalt Cobalt (mg/kg)	Molibden Molybdenum (mg/kg)
Mieszanka paszowa dla krów mlecznych (ilość próbek n = 12):			
Compound feed for dairy cows (number of samples n = 12):			
Zakres od-do – Range from-to	0,08–0,58	0,10–1,53	0,17–3,23
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,23 (0,21)	0,64 (0,47)	1,40 (1,37)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,13	0,48	0,94
Zapotrzebowanie* – Requirement*	0,1*	0,1*	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	8,3
Results above maximum content (%)		25,0**	
Mieszanka paszowa dla cieląt (ilość próbek n = 6):			
Compound feed for calves (number of samples n = 6):			
Zakres od-do – Range from-to	0,09–0,42	0,27–2,05	0,60–2,80
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,28 (0,26)	0,75 (0,55)	1,57 (1,45)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,13	0,66	0,75
Zapotrzebowanie* – Requirement*	0,1*	0,1*	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	0	0	16,7
Results above maximum content (%)		16,7**	
Mieszanka paszowa dla królików (ilość próbek n = 8):			
Compound feed for rabbits (number of samples n = 8):			
Zakres od-do – Range from-to	0,18–1,15	0,12–2,86	0,10–2,88
Wartość średnia (mediana) – Mean value (median)	0,23 (0,23)	1,15 (0,76)	1,81 (1,98)
Odchylenie standardowe – Standard deviation	0,13	1,14	0,43
Zapotrzebowanie* – Requirement*	–	0,1*	–
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	12,5%	25,0%	12,5
Results above maximum content (%)		37,5**	
Mieszanki paszowe dla bydła i królików ogółem (ilość próbek n = 26):			
Compound feeds for cattle and rabbits, total (number of samples n = 26):			
Wyniki powyżej maksymalnej zawartości (%)	3,8%	5,9%	11,5
Results above maximum content (%)		26,9**	

*Kowalski (2001); Nowak (2001); Niedźwiadek i in. (2001). ** Procentowy udział mieszanek paszowych o zawartości kobaltu powyżej 1 mg/kg. ** Percentage of compound feeds with cobalt content of more than 1 mg/kg.

Omówienie wyników

Z analizy uzyskanych danych wynika, że średnie zawartości selenu w badanych mieszankach paszowych dla brojlerów kurzych przeznaczonych na pierwszy i drugi okres odchowu oraz niosek i indyków odpowiadały zalecanym zawartościom (Smulikowska i Rutkowski, 2005). Według Underwooda i Suttle (2001) nawet najniższe stwierdzone zawartości selenu w mieszankach dla niosek i indyków (0,07 mg/kg)

mogą pokrywać zapotrzebowanie na ten pierwiastek, zwłaszcza w obecności witaminy E, która jest powszechnie dodawana do mieszanek paszowych wraz z premiksem. Średnie zawartości selenu w mieszankach paszowych dla prosiąt, warchlaków, tuczniczków i loch również odpowiadały zalecany wartościom (Normy Żywienia Świń, 1993). Najniższe zawartości selenu 0,05–0,09 mg/kg, stwierdzone w 4,4% badanych mieszanek, mogą nie pokrywać zapotrzebowania na ten pierwiastek (Underwood i Suttle, 2001). Skutki niedoboru selenu może łagodzić obecność witaminy E. W badaniach własnych stwierdzono występowanie w znaczących ilości tej witaminy w krajowych mieszankach paszowych dla świń, zwłaszcza dla prosiąt (średnio 99,7 mg/kg) i loch (średnio 92,1 mg/kg) (Rubaj i in., 2009). Średnie zawartości selenu w mieszankach paszowych dla krów mlecznych i cieląt oraz najniższe stwierdzone poziomy (0,08–0,09 mg/kg) odpowiadały zapotrzebowaniu na ten pierwiastek określonego na 0,1 mg/kg (Kowalski, 2001; Nowak, 2001; Underwood i Suttle, 2001).

Niektóre zalecenia żywieniowe nie określają zapotrzebowania drobiu na kobalt, ponieważ w przypadku pokrycia zapotrzebowania na witaminę B₁₂, dodatek kobaltu nie jest konieczny (Koreleski, 2001; Smulikowska i Rutkowski, 2005;). Zawartości kobaltu w mieszankach dla świń mieściły się w przedziałach zalecanych wartości (Normy Żywienia Świń, 1993). Najniższe stwierdzone zawartości wyniosły 0,06–0,08 mg/kg. Zapotrzebowanie na kobalt u świń jest śladowe, a zalecenia żywieniowe z reguły wskazują, że kluczowe w tym przypadku jest pokrycie zapotrzebowania na witaminę B₁₂ (Underwood i Suttle, 2001). Zawartości kobaltu w mieszankach dla krów mlecznych i cieląt okazały się wielokrotnie wyższe od zapotrzebowania określonego na 0,1 mg/kg (Kowalski, 2001; Nowak, 2001). Średnia zawartość kobaltu w mieszankach dla królików wyniosła 1,15 mg/kg, przy zapotrzebowaniu 0,1 mg/kg (Niedźwiadek i in., 2001). Z uwagi na powszechne stosowanie kobaltu jako dodatku paszowego, EFSA zaleciła ograniczenie dodatku tego mikroelementu w mieszankach paszowych do 0,3 mg/kg (EFSA, 2009).

Molibden w ilości 0,2 mg/kg pokrywał w pełni zapotrzebowanie kurcząt brojlerów, zapewniając prawidłowy wzrost i metabolizm ksantyny (Underwood i Suttle, 2001). Zawartości molibdenu w badanych mieszankach paszowych dla innych zwierząt pokrywały zapotrzebowanie na ten pierwiastek.

Wartości median były z reguły niższe od wartości średnich, zwłaszcza w przypadku niskiej liczby badanych próbek mieszanek paszowych dla danego gatunku zwierząt i w przypadku stwierdzenia przekroczenia maksymalnych wymaganych zawartości mikroelementów. Wartości median nie różniły się jednak od wartości średnich w stopniu, który wpłynąłby na ocenę pokrycia zapotrzebowania zwierząt na badane mikroelementy.

Oceniając łącznie wyniki badań mikroelementów w mieszankach paszowych w odniesieniu do maksymalnych zawartości, stwierdzono przekroczenie maksymalnych zawartości selenu w 0,7% próbek, kobaltu w 1,4% próbek i molibdenu w 8,7% próbek poddanych badaniom. Jednak w nawiązaniu do opinii EFSA (2009), procentowy udział wyników badań zawartości kobaltu przekraczający poziom 1 mg/kg wyniósł 7,3% w przypadku mieszanek paszowych dla drobiu, 8,9% w przypadku mieszanek paszowych dla świń i 26,9% w przypadku pozostałych mieszanek paszowych (średnio 13%).

Niezbędne jest zatem zwrócenie większej uwagi na kontrolę zawartości mikroelementów w materiałach paszowych i ocenę ich zawartości przy układaniu receptur mieszanek paszowych aby nie zwiększać zawartości mikroelementów w dawkach pokarmowych dla zwierząt i ich wydalania do środowiska. Według Sutton i Richert (2004) zastosowanie dodatków mikroelementów w postaci organicznych chelatów pozwoliło na zmniejszenie ilości wydalanych mikroskładników. Shelton i in. (2004) wskazywali na możliwość obniżenia dodatku mikroelementów do mieszanek paszowych po zastosowaniu fitazy. Z kolei Heugten i in. (2004) wykazali możliwość obniżenia zawartości mikroelementów w mieszankach paszowych i zmniejszenie ich wydalania do środowiska, bez negatywnego wpływu na zawartość mikroskładników w tuszy.

W podsumowaniu przeprowadzonych badań, w związku z przekroczeniem maksymalnych zawartości molibdenu w 8,8% badanych próbek oraz potencjalną szkodliwością kobaltu (EFSA, 2009), należy zwrócić większą uwagę na te pierwiastki przy bilansowaniu mieszanek paszowych. Zwiększone poziomy kobaltu i molibdenu stwarzają ryzyko dla środowiska oraz grożą dyskwalifikacją mieszanki paszowej. W celu skutecznego egzekwowania nieprzekraczania maksymalnych zawartości kobaltu i molibdenu wskazane byłoby rozszerzenie urzędowych badań monitoringowych mieszanek paszowych o te mikroelementy.

Piśmiennictwo

- Commission Regulation (EC) No 1334/2003 of 25 July 2003 amending the conditions for authorisation of the number of additives in feedingstuffs belonging to the group of trace elements. *Off. J. EU L* 187, 26.07.2003, pp. 11–15.
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP); Scientific opinion on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition. *EFSA Journal* 2009; 7 (12): 1383 [45 pp]. Available online: www.efsa.europa.eu
- Heugten E., O'Quinn P.R., Funderburke D.W., Flowers W.L., Spears J.W. (2004). Growth performance, carcass characteristics, plasma minerals and fecal mineral excretion in grower-finisher swine fed diets with levels of trace minerals lower than common industry levels. *J. Swine Health Prod.*, 12 (5): 237–241.
- Koreleski J. (2001). Żywnie kurcząt rzeźnych. W: Żywnie zwierząt i paszoznawstwo – Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt. Jamroz D., Podkański A. (red.), tom 2, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 319–328.
- Kowalski Z.M. (2001). Wymagania pokarmowe dla bydła mlecznego. W: Żywnie zwierząt i paszoznawstwo – Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt. Jamroz D., Podkański A. (red.), tom 2, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 27–91.
- Korol W., Matyka S., Rączkiewicz J. (1987). Zawartość selenu w nasionach roślin strączkowych grubonasiennych. *Annales UMCS, Sectio E*, vol. XLII, 23: 255–259.
- Korol W., Mojek E., Grabowski C. (1992). Zawartość selenu w ziarnie zbóż. *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 31 (2): 37–44.
- Korol W., Nieściór H., Zygmunt B., Bielecka G. (2006). Ocena zawartości żelaza, manganu, cynku i miedzi w mieszankach paszowych dla drobiu. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 33 (1): 95–104.
- Korol W., Rubaj J., Bielecka G. (2010). Zawartość selenu, kobaltu i molibdenu w krajowych mieszankach paszowych. Materiały Konferencyjne XXXIX Sesji Naukowej Komisji Żywnie Zwierząt KNZ PAN: Żywnie w regulacji rozwoju i produktywności zwierząt. IFZZ Jabłonna – Rynia k/Warszawy, 26–28.05.2010, ss. 202–203.
- Larrier M., Leclercq B. (1995). Żywnie drobiu. Warszawa, Wyd. Nauk. PWN, 337 pp.

- Niedźwiadek S., Bielański P., Zając J. (2001). Żywnienie królików. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo – Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt. Jamroz D., Podkański A. (red.), tom 2, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 394–404.
- Nowak W. (2001). Żywnienie cieląt. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo – Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt. Jamroz D., Podkański A. (red.), tom 2, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 92–112.
- Raw Material Compendium (1996). A compilation of worldwide data sources. Novus Europe S.A. Brussels, p. 541.
- Rubaj J., Bielecka G., Walczyński S., Korol W. (2009). Monitoring of the vitamin A and E content in compound feeds and premixtures. *Krmiva*, 51 (5): 263–269.
- Shelton J.L., Southern L.L., LeMieux F.M., Bidner T.D., Page T.G. (2004). Effects of microbial phytase, low calcium and phosphorus, and removing the dietary trace mineral premix on carcass traits, pork quality, plasma metabolites, and tissue mineral content in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 82 (9): 2630–2639.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (2005). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy żywienia drobiu. Wyd. IFZZ Jabłonna.
- Sutton A.L., Richert B.T. (2004). Nutrition and feed management strategies to reduce nutrient excretions and odors from swine manure. *Water Sci. Technol.*, 49 (5/6): 397–404.
- Underwood E.J., Suttle N.F. (2001). The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing, 3rd Edition, 614 pp.
- Zniszczyńska A., Kuśmierz D., Dobrzyńska J., Korol W. (2009). Walidacja metody GFAAS oznaczania kobaltu i molibdenu w mieszkach paszowych. *Mat. konf.: Jakość i bezpieczeństwo pasz – aktualne zagadnienia*, Zakopane, 7–8.09.2009. *Pasze Przemysłowe*, 18 (7–9): 96–97.

Zatwierdzono do druku 8 VII 2013

WALDEMAR KOROL, JOLANTA RUBAJ, GRAŻYNA BIELECKA

Selenium, cobalt and molybdenum content in domestic compound feeds

SUMMARY

The content of selenium, cobalt and molybdenum was evaluated in 136 samples of native commercial compound feeds for productive livestock, including poultry (67), swine (45), cattle and other animals (26). The samples were taken from Polish feed mills in the years 2004–2010. The results obtained were compared to animal requirement and recommended contents and evaluated with reference to maximum contents of investigated microelements in compound feeds. Mean values of the tested microelements in compound feeds for poultry, swine, cattle and rabbits covered the animal requirement (selenium) or were several times higher than requirements (cobalt, molybdenum). In 0.7% to 1.4% of the tested samples, the limit of maximum selenium (0.5 mg/kg) and cobalt (2 mg/kg) contents in compound feeds has been exceeded. However, taking into account the EFSA recommendation (2009) for lowering maximum content of cobalt in compound feeds from 2 mg/kg to 1 mg/kg, the proportion of compound feeds with cobalt content higher than 1 mg/kg was 13.0%. In the case of molybdenum the proportion of results higher than maximum content was 8.7%. Greater attention should be paid to cobalt and molybdenum balance in compound feeds produced in Poland. For better control of the maximum content of cobalt and molybdenum in compound feeds, investigation of these microelements should be included in the government feed supervision programme.

Key words: selenium, cobalt, molybdenum, compound feeds