

Ministerstvo zemědělství České republiky
Těšnov 17
117 05 Praha 1

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

17400/2009-1

o uznání uplatněné certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“


Zvýšení obsahu selenu ve vejcích

Pro. Ing. Miloš Skřivan, DrSc.
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
ISBN 978-80-7403-031-4

Vypracované v rámci výzkumného záměru č. MZe 00027001404

V Praze dne 7. července 2009




Ing. František Sládek, CSc.
vrchní ředitel sekce potravinářských výrob –
Úřad pro potraviny 17400



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

ÚTVAR: ODBOR VĚDY A VÝZKUMU
ČÍSLO ÚTVARU: 18020

VÁŠ DOPIS
ZE DNE:

NAŠE ČJ.: 24650/2009-18020

VYŘIZUJE: Milan Podsedníček,
TELEFON: 221 812 133
FAX: 221 812 962
E-MAIL: milan.posednicek@mze.cz

ADRESA: TĚŠNOV 17, 117 05 PRAHA 1

DATUM: 15. 07. 2009

Schválení a zařazení uplatněné metodiky do RIV

Vážená paní ředitelko,

v návaznosti na Vámi předloženou metodiku, která je výsledkem řešení výzkumných záměrů č. MZE0002701404 „Zvýšení obsahu selenu ve vejcích“, Vám sdělujeme následující:

Uvedená certifikovaná metodika byla *schválena*. Souhlasíme s doporučením metodiky pro její využití v zemědělské praxi.

Žádáme Vás, aby řešitel připravil dodávku dat do systému RIV informačního systému Rady pro výzkum a vývoj.

S pozdravem

Ing. František Chaloupka

ředitel odboru 18020
MINISTERSTVO
ZEMĚDĚLSTVÍ
České republiky
117 05 Praha 1, Těšnov 17

-52-

Příloha: Osvědčení č. 17400/2009-1

Výzkumný ústav živočišné výroby Praha 10, Uhřetěves (1)	
Doručeno:	20. 7. 09
Referent:	Ing. Cecl
Č. j.:	R/ 586/09
Přílohy:	

Vážená paní
Doc. Ing. Věra Skřivanová, CSc.
ředitelka
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815
104 00 Praha - Uhřetěves



VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, v.v.i.
Praha Uhřetěves

METODIKA

Zvýšení obsahu selenu ve vejcích

Autor

prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc.

Oponenti

prof. MVDr. Ing. Pavel Suchý, CSc.
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Ing. František Sládek, CSc.
Ministerstvo zemědělství České republiky

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002701404.

2009

ISBN 978-80-7403-031-4

OBSAH

I. CÍL METODIKY _____	5
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY _____	5
Vliv přidavku selenitu, Se- <i>Chlorelly</i> a Se- <i>Chlorelly</i> na užítkovost slepic a obsah selenu ve vejcích _____	6
Vliv přidaného selenu na vybrané produkční ukazatele _____	7
Vliv selenu na oxidační stabilitu (skladovatelnost) vajec _____	9
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ _____	10
IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY _____	10
V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY _____	11
VI. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE _____	11

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout návod na postup vedoucí k produkci vajec s vyšším obsahem selenu jako funkční potraviny.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Selen (Se) je esenciální stopový prvek s velkým významem v oblasti zdraví a reprodukce lidí a zvířat. Patří mezi hlavní antioxidanty. Je účinný v prevenci degenerativních chorob od nervových po rakovinu. Mobilizuje imunitní systém, zvyšuje odolnost proti virovým onemocněním, podporuje funkci štítné žlázy, zvyšuje plodnost u obou pohlaví, prodlužuje produktivní věk chovných zvířat, zvyšuje obsah selenu v mase a vejcích a zlepšuje skladovatelnost produktů.

Rostliny přijímají selen z půdy v anorganických sloučeninách a přetvářejí ho na selenoaminokyseliny, zejména selenomethionin a selenocystein (SeMet, SeCys). Biologický efekt selenu je vázán na řadu selenoproteinů. Je známo asi 30 selenoproteinů, ale jejich funkce byla dosud popsána pouze u některých. Větší část selenoproteinů představují intracelulární antioxidantní enzymy, které se podílejí na inaktivaci volných radikálů a redukci peroxidu vodíku a lipidů. Znaměřší selenoenzymy jsou glutathionperoxidasy (GSH-Px), kterých je 7 včetně 2 nejnověji zjištěných. Jejich aktivita ve tkáních je ve vztahu k obsahu Se.

Obsah Se v půdách i jeho dostupnost je rozdílná. V ČR je nedostatek selenu v půdě, krmivech i rostlinných potravinových zdrojích. Krmiva i rostlinné produkty pro výživu člověka ve většině evropských zemích obsahují jen 0,03-0,14 mg Se/kg sušiny. EU povoluje 0,5 mg Se/kg sušiny krmiva (EU Directive, 2004). Využitelnost přijatého selenu a jeho distribuce v organismu závisí na chemické formě Se. Vliv selenu v anorganických nebo organických sloučeninách na obsah selenu ve vejcích uvádí více autorů s tím, že organické sloučeniny jsou efektivnější. Utterback a kol. (2005) dosáhli přídatkem 0.3 mg Se/kg základní diety (0,11 mg Se/kg) 4,8 násobného zvýšení Se ve vejci v případě Se-*Se* kvasnic a 2,8 násobku u selenitu proti základní krmné směsi. Naproti tomu po přídatku Se-*Se* kvasnic může dojít k nárůstu počtu vajec s prasklou skořápkou v důsledku snížení její pevnosti (Payne a kol., 2005). Forma dietního Se může určit v které části vejce bude Se uložen ve větším množství. Selen z anorganických sloučenin byl deponován ve větším množství v sušiny žloutku než v sušiny bílku. U organických zdrojů Se tomu bylo naopak (Latshaw a Biggert, 1981 při pokusu se selenitem a selenomethioninem nebo Stibilj a kol. 2004 na základě přídatku selenitu). Zdrojem organického Se bývají nejčastěji selenem obohacené kvasnice. V nich tvoří selenomethionin 54-74% celkového Se. Selenové kvasnice jsou obvykle schopné vyšší indukce aktivity selenoenzymů než zdroje anorganického selenu (Rayman, 2004). Ve firemních propagačních materiálech výrobců selenizovaných kvasnic se často uvádí, že anorganický Se se neukládá v těle pro dobu jeho zvýšené potřeby a že zvířata nejsou schopna tuto formu Se účinně využít. Naproti tomu již Davis a Fear (1996) zjistili, že zvyšující se přídatkem selenitu až do 0,4 mg Se/kg krmiva rovnoměrně zvedl Se ve vaječném žloutku i bílku a jejich proteinových frakcích. Zastoupení Se ve žloutkovém fosfitinu prokázalo, že depozice Se není závislá na přítomnosti cysteinu jak se předpokládá. Selen může být ukládán v nespecifikovaném

počtu rozličných forem. Vyššího obsahu Se např. v obilovinách, pícech nebo v zelenině se docílí buď zapravením selenitu do půdy, popřípadě rozstříkáním roztoku selenitu na travní porost (Walburger a kol., 2008) nebo i šlechtěním. Byly publikovány pokusy např. s Se-ječmenem u slepic (Hassan, 1990).

Doporučený denní příjem Se pro člověka není ve světě stejný. Vědecká komise EU pro potraviny (EC, 2003) doporučuje pro muže i ženy 55 µg Se/den a toleruje dlouhodobý příjem 300 µg.

Vliv přidavku selenitu, Se-*Se-*Chlorelly** na užitkovost slepic a obsah selenu ve vejcích

Výsledky dosavadních studií nejsou jednotné v pohledu na užitkovost slepic ve vztahu k selenu v krmných směsích. Vaječná užitkovost není jen snáška, tedy počet snesených vajec nebo produkce vaječné hmoty. Je to také skladba vejce, podíl a kvalita jeho jednotlivých částí, bílku, žloutku a skořápky. Stopové prvky se ukládají převážně ve žloutku. Selen v těle je součástí mnoha selenoproteinů. Proto se ukládá také v bílku. Dietní příjem Se zvyšuje jeho koncentraci v krvi a tělesných tkáních. Je otázkou, zda Se ovlivňuje množství bílku nebo jiné ukazatele kvality bílku. Slepíčí vejce obsahuje zhruba 60% bílku a bílek 40 různých bílkovin, přičemž polovinu z nich tvoří ovoalbumin, nutričně nejcennější bílkovina vůbec. Čerstvost vajec vyjádřená kvalitou bílku se hodnotí Haughovými jednotkami, které vycházejí z indexu bílku a hmotnosti vejce. Přestože Haugh sestrojil rovnici před mnoha lety (Haugh, 1937), je stále obecně uznávána a široce citována ve vědeckých i odborných pracích.

Na našem pracovišti proběhla série pokusů se selenem u nosných slepic ISA Brown nebo Hisex. Dlouhodobý čtyřskupinový pokus řešil efekt přidaného Se seleničitanem sodným, Se-*Se-*Chlorelly** a Se-*Se-*Chlorelly**. Základní krmná směs (kontrolní) měla vyřazený Se z doplňku biofaktorů a obsahovala 0,07 mg Se/kg. Selen ze všech 3 zdrojů byl přidán v množství 0,3 mg/kg. Se-*Se-*Chlorelly** obsahovaly 1000 mg celkového Se/kg a Se-*Se-*Chlorelly** 251 mg Se/kg. Proto bylo přidáno do 1 kg krmné směsi 1,2 g/kg Se-*Se-*Chlorelly** a 0,3 g/kg Se-*Se-*Chlorelly**. Dnes je k dispozici i dvojnásobná koncentrace Se v obou zdrojích. Selenem obohacená řasa Se-*Se-*Chlorelly** je produktem Mikrobiologického ústavu AV ČR, pracoviště Třeboň. Pokusy ve VÚŽV Praha s Se-*Se-*Chlorelly** byly první u hospodářských zvířat. Nedestruktivní pevnost (pružnost) vaječné skořápky byla měřena přístrojem Kolumbus-M (Simeonová a kol., 1992). Obsah Se ve vaječném žloutku a bílku byl stanoven induktivní plasmovou spektrometrií na přístroji ICP-MS Varian (Varian Australia, Cleyton South) po mineralizaci směsí HNO₃ a H₂O₂.

Tab. 1. Průměrný obsah selenu ve vaječném bílku a žloutku (mg/kg sušiny)

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Se- <i>Se-<i>Chlorelly</i></i>	Se- <i>Se-<i>Chlorelly</i></i>	P
Bílek	0,55 ^c	1,19 ^b	1,86 ^a	1,90 ^a	0,001
Žloutek	0,63 ^c	1,00 ^b	1,41 ^a	1,41 ^a	0,001

^{a,b,c} Nestejné písmenové indexy v řádku vyjadřují statisticky vysoce významné rozdíly (P<0,001).

V uvedeném pokusu byl stejný efekt přidavku obou organických zdrojů Se. To se potvrdilo i dalšími pokusy. V některých z nich byla selenová řasa naopak 2. v pořadí za selenovými kvasnicemi (Selplex), ale rozdíl byl jen výjimečně statisticky významný. Je to nesporný úspěch pro danou divizi Mikrobiologického ústavu Akademie věd České republiky. *Chlorella* obsahuje řadu dalších cenných látek a slouží jako potravinový doplněk. Selplex je produktem velké farmaceutické společnosti Alltech (USA) s celosvětovou působností. V EU je Selplex schválen jako jediný zdroj organického selenu přidávaného do krmných směsí pro hospodářská zvířata. Několik let po roce 2000 byl dočasně zakázán z obav příslušných institucí EU před předávkováním lidí. Rozsáhlým šetřením se to ukázalo být liché.

Selenit, v našem případě seleničitan sodný, zvýšil koncentraci Se v bílku i ve žloutku, přestože nedosáhl úrovně organických zdrojů, což se očekávalo. Vůbec však nelze říci, že by byl bez efektu nebo že rozdíl proti kontrolní skupině je zanedbatelný. Trvá asi 4-5 týdnů než se selen ve vejci dostane na maximum. Ještě začátkem 4. týdne byla jeho koncentrace pod hodnotami uvedenými výše, což je zřejmé z následující tabulky.

Tabulka 2. Obsah Se ve složkách vajec (mg/kg sušiny) po přidání selenitu, Se-kvasnic a Se-Chlorelly do krmných směsí (0,3 mg Se/kg)

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Se-kvasnice	Se-Chlorella	P
Bílek	0,41 ^a	0,86 ^b	1,47 ^c	1,45 ^c	0,001
Žloutek	0,63 ^a	0,96 ^b	1,25 ^c	1,34 ^c	0,001

Rozdílné složení krmných směsí, obsah polynenasycených mastných kyselin, vitamínu E a jódu ovlivňuje ukládání Se ve vejci. Do určité míry odlišné výsledky bývají při různých analytických postupech stanovení Se.

V dalším pokusu byl přidán seleničitan sodný a selenomethionin (0,3 mg Se/kg), nikoliv však vitamin E.

Tabulka 3. Obsah Se ve vejcích (mg/kg sušiny)

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Selenomethionin	P
Bílek	0,40 ^a	0,58 ^b	1,25 ^c	0,05
Žloutek	0,48 ^a	0,91 ^b	1,39 ^c	0,05

Jak selenit, tak i samotný selenomethionin (Sigma) nedostaly Se ve žloutku ani v bílku na úroveň dosaženou společnou suplementací Se a vitamínu E. Synergismus Se a vitamínu E má VÚŽV patentově chráněn (Skřivan a kol., PV 2006-762).

Vliv přidaného selenu na vybrané produkční ukazatele

Přídavek organického Se může zvýšit hmotnost vajec. Při dlouhodobém sledování daného efektu vážením několika tisíc vajec jsme prokázali jejich vyšší průměrnou hmotnost po Se-kvasnicích a Se-Chlorelle proti selenitu a kontrole. U *Chlorelly* byla současně vyšší i intenzita snášky. Vyšší snáška bývá prokazována méně často než vyšší hmotnost vajec.

Proto s tím nelze stoprocentně počítat. Důležité je, že více Se v krmivu nebude v žádném případě příčinou poklesu snášky.

Tabulka 4. Hmotnost vajec, intenzita snášky a spotřeba krmiva

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Se-kvasnice	Se-Chlorella	P
Hmotnost vajec	62,26 ^b	62,65 ^b	64,40 ^a	65,11 ^a	0,001
Intenzita snášky	94,38 ^b	94,13 ^b	94,60 ^{a,b}	96,46 ^a	0,05
Spotřeba KS (ks/den, g)	117	114	112	116	0,67
Spotřeba KS/ kg vaječ. hm.,kg	2,00	1,94	1,84	1,86	0,90

Selen v organických sloučeninách příznivě ovlivňuje hmotnost vajec tím, že stoupá množství vaječného bílku, jeho podíl na hmotnosti vejce i Haughovy jednotky. Pokusy sledující fyzikální ukazatele kvality vajec po suplementaci krmiva selenem začaly v letech 2003-2004 a byly to první poznatky i v mezinárodním měřítku.

Tabulka 5. Ukazatele kvality vaječného bílku a Haughovy jednotky

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Se-kvasnice	Se-Chlorella	P
Hmotnost bílku (g)	38,8 ^b	38,9 ^b	41,2 ^a	41,3 ^a	0,001
Podíl bílku (%)	62,3 ^b	62,1 ^b	63,9 ^a	63,5 ^a	0,001
Výška bílku (mm)	7,52 ^b	7,61 ^b	7,48 ^b	7,96 ^a	0,05
Haughovy jednotky (HU)	85,2 ^b	85,4 ^{a,b}	84,7 ^b	87,4 ^a	0,05

S vzestupem podílu bílku byl v dobré shodě pokles relativního obsahu žloutku. Vztahy mezi hmotností vajec a jejich vnitřními složkami prokazují platnost kladného vlivu testovaných zdrojů organického Se.

Tabulka 6. Hmotnost, podíl a výška žloutku, podíl a pevnost skořápky

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Se-kvasnice	Se-Chlorella	P
Hmotnost žloutku (g)	15,9 ^a	16 ^{a,b}	15,6 ^b	16,1 ^a	0,05
Podíl žloutku (%)	25,7 ^a	25,6 ^a	24,2 ^b	24,7 ^b	0,01
Výška žloutku (mm)	17,8	18,1	18,0	18,1	0,09
Podíl skořápky (%)	10,4 ^a	10,4 ^a	10,0 ^b	10,1 ^b	0,05
Nedestruktivní pevnost skořápky (µm)	28,62	29,04	29,77	29,29	0,38

Organický Se může snížit podíl i pevnost vaječné skořápky, pokud je ho okolo 0,4- 0,5 mg v 1 kg krmné směsi. Z hodnot uvedených výše je zřejmé, že podíl skořápky nepatrně klesl. Poměrně malý rozdíl byl statisticky významný z důvodu vysokého počtu měřených vajec. Na rozdíl od podílu skořápky její pevnost ve stejném pokusu neklesla.

Vliv selenu na oxidační stabilitu (skladovatelnost) vajec

Vaječný žloutek obsahuje hodně tuku. Téměř 1/3 jeho hmotnosti. Přesto se skořápková vejce mohou poměrně dlouho skladovat v chladničce. Selen skladovatelnost dále zlepšuje. Oxidační stabilitu žloutku zvyšuje i anorganický Se, avšak méně než Se organický. Kladný vliv anorganického Se se často popírá, a to z komerčních důvodů. Nejen skladovaná, ale i čerstvá vejce od slepic s přísadkou Se v krmivu mají nižší hodnoty malondialdehydu (MDA), což je produkt oxidace (tabulka 7). Nižší MDA vyjadřuje vyšší kvalitu.

Tabulka 7. MDA ve žloutku čerstvých vajec a vajec skladovaných 21 dní při teplotě 3-5°C (mg/kg)

	Kontrolní skupina	Seleničitan sodný	Se-kvasnice	Se-Chlorella	P
Čerstvá	1,10 ^a	0,96 ^{a,b}	0,87 ^b	0,85 ^b	0,05
Skladovaná	1,26 ^a	1,10 ^b	0,98 ^b	1,04 ^b	0,05

Jestliže u vajec po snesení měly vliv na jejich kvalitu pouze zdroje organického selenu, u vajec uložených 3 týdny v chladničce to byl i seleničitan sodný. Přitom rozdíl mezi anorganickým a organickým Se nebyl u čerstvých ani skladovaných vajec statisticky významný. Při delší době uložení vajec v chladničce než 3 týdny nebo při pokojové teplotě okolo 20-23°C se zvyšuje rozdíl v MDA žloutku ve prospěch organického selenu. Potom efekt anorganického Se klesá.

Doporučení pro produkci vajec s vyšším obsahem selenu

Česká republika patří mezi oblasti s nízkým obsahem selenu v půdě a rostlinách. Proto domácí potraviny nejsou dostatečným zdrojem Se pro obyvatele. Deficit Se může být odstraněn buď nákupem drahých potravinových doplňků nebo živočišných produktů, vajec a masa, pocházejících od zvířat, kterým byl přidán selen do krmiva. Druhá možnost má následující výhody: optimální forma selenu v selenoproteinech, zvýšení dalších ukazatelů kvality vajec a jejich skladovatelnosti, uplatnění nových produktů na trhu a větší zisk pro chovatele, nezávislost na tabletách a práscích, kterým se část lidí vyhýbá, nižší pořizovací náklady pro spotřebitele a nemožnost překročení hranice toxicity Se jeho nadměrným příjmem. K tomu by byla třeba dlouhodobá konzumace více než 25 selenových vajec denně, protože ještě příjem 0,8 mg Se dospělým člověkem po dobu 1 roku nebyl toxický. Doporučená denní potřeba Se pro dospělého člověka se v různých evropských zemích pohybuje od 50 do 70 mikrogramů (µg). To je možno chápat spíše jako minimální množství. Tolerovaný denní příjem Se pro dospělého člověka v EU je 300 µg. Za naprosto bezpečné lze považovat ještě 5 µg na 1 kg hmotnosti.

Aby se dodrželo povolené množství Se v krmivu pro zvířata (0,5mg/kg sušiny), je možný přísadka 0,35 mg/kg. Naše doporučení je 0,3 mg/kg při běžné sušině krmné směsi, která je většinou v rozmezí 85-90%. Bude-li se do krmné směsi přidávat anorganický zdroj Se, zvolí se seleničitan sodný (Na₂SeO₃), který je běžně zastoupen v doplňcích biofaktorů. Ten zvedne selen ve vejci jedenapůlkrát až dvakrát proti krmné směsi bez přidaného Se. Seleničitan sodný obsahuje 45,66% selenu. Podle celkového množství připravované krmné směsi a obsahu Se v seleničitanu se vypočítá potřeba seleničitanu, aby bylo do krmné

směsi přidáno 0,3 mg Se/kg. Organický Se, který zvýší obsah Se ve vejci přibližně dvakrát proti anorganickému selenu, se dodá selenovými kvasnicemi (Sel-Plex[®] Alltech). Podle obsahu Se v Selplexu se opět vypočítá potřeba. Dnes obsahuje Selplex 2g Se/kg, ale to se může změnit. Současně je třeba, aby se doplňkem biofaktorů dostalo alespoň 15 mg vit. E do 1 kg krmné směsi, což je běžné.

Když budou slepice v užitkových chovech ČR dostávat krmnou směs bez přídavku Se, lze očekávat 5,5-8 µg Se v 1 vejci o hmotnosti 60 g, což je 10-15% z doporučené denní potřeby (RDA, 55 µg). Přidáním anorganického Se se zvýší koncentrace Se ve vejci na 10-14 µg (spíše okolo 20% RDA). V bílku 1 vejce budou 4 µg Se a ve žloutku 7 µg. Čtyřicet procent Se z RDA (22 µg, popř. více) bude ve vejci po zdroji organického Se (Selplex). Podle současných cen u výrobců doplňků biofaktorů budou náklady na Selplex 100 Kč na 1 tunu krmné směsi, 0,23 Kč na 1 kg vaječné hmoty a 0,014 Kč na 1 vejce, což je přijatelné. Náklady možno ještě snížit nákupem Selplexu přímo od firmy, která jej dováží do ČR.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Nové postupy zvýšení obsahu selenu ve vejcích, které přináší metodika, jsou:

1. Koncentrace selenu ve vaječném bílku a žloutku po přidání Se do krmné směsi závisí na jeho obsahu v krmivech, formě a množství přidaného selenu. Poprvé bylo zjištěno, že výchozí obsah Se v běžných krmných směsích pro slepice v ČR se pohybuje v průměrném rozmezí 0,08-0,11 mg/kg.
2. Přídavek seleničitanu sodného zvýší Se ve složkách vajec méně než Se-kvasnice nebo Se-řasa, ale zlepší skladovatelnost vajec, což se nepředpokládalo.
3. Nově v celém rozsahu chovu hospodářských zvířat byl zjištěn efekt přídavku Se-Chlorelly, která je originálním produktem MÚ AV ČR a dosud slouží jako potravní doplněk pro člověka.
4. Žádný z postupů nesníží užitkovost slepic, ale naopak organický Se většinou kladně ovlivní hmotnost vajec. Souběžně s hmotností vejce se zvýší hmotnost a podíl bílku ve vejci.
5. Uživatel si může vybrat jeden z doporučených postupů, přídavek organického nebo anorganického zdroje Se. Předem bude vědět jakého efektu bude dosaženo a jaké prostředky na to musí vynaložit. Nevysoké náklady by měly zvýšit zájem chovatelů.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena pro producenty konzumních vajec a výrobce krmných směsí.

V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Davis R.H., Fear J. (1996): Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. *Brit. Poult. Sci.*, 37: 197-211.
- EC Scientific Committee on Food (2003): Opinion of the Scientific Committee on Food on the Revision of Reference Values for Nutrition Labelling. Brussels: Commission of the European Communities.
- EU Directive (2004): 70/524/EEC.
- Hassan S. (1990): Influence of dietary sodium selenite and barley selenium on the performance of laying hens and their subsequent progeny. *Acta Agric. Scand.*, 40: 267-278.
- Haugh R.R. (1937): Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine* 43: 552-555, 572-573.
- Latshaw J.D., Biggert M.D. (1981): Incorporation of selenium into egg proteins after feeding selenomethionine or sodium selenite. *Poult. Sci.*, 60: 1309-1313.
- Payne R.L., Lavergne T.K., Southern L.L., (2005): Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. *Poult. Sci.*, 84: 232-237.
- Rayman M.P. (2004): The use of high-selenium yeast to raise selenium status: how does it measure up? *Brit. J. Nutr.*, 92: 557-573.
- Simeonová J., Vysloužil J., Jeřábek S. (1992): Metody hodnocení mechanických vlastností vaječné skořápky. *Živočiš. výroba*, 37: 1043-1050.
- Stibilj V., Vadnjal R., Kovac H., Holcman A. (2004): The effect of dietary arsenic additions on the distribution of selenium and iodine in eggs and tissues of laying hens. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 46: 275-280.
- Utterback P.L., Parsons C.M., Yoon L., Butler J. (2005): Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. *Poult. Sci.*, 84: 1900-1901.
- Walburger K.J., DelCurto T., Pulsipher G.D., Hathaway R.L., Pirelli, G.J. (2008): The effect of fertilizing forage with sodium selenate on selenium concentration of hay, drain water and serum selenium concentrations in beef heifers and calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 88: 79-83.

VI. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Skřivan M., Šimáně J., Dlouhá G., Doucha J. (2006): Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast and Se-enriched *Chlorella* on egg Se concentration, physical parameters of eggs and laying hen production. *Czech Journal of Animal Science*, 51: 163-167.
- Skřivan M., Marounek M., Dlouhá G., Ševčíková S. (2008): Dietary selenium increases vitamin E contents of egg yolk and chicken meat. *British Poultry Science*, 49: 282-286.

Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

Název: **Zvýšení obsahu selenu ve vejcích**

Autor: prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc.

ISBN: 978-80-7403-031-4

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002701404.