

Odbor živočišných komodit MZe ČR,
Těšnov 65/17, Praha 1, 11000

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

č. 17210/2016 - 2

o uznání certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumných organizací
a hodnocení výsledků ukončených programů (platné pro léta 2013 až 2016)“

Snížení koncentrace fosforu v krmných směsích pro slepice v užitkových chovech

*prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc., Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D.,
prof. Ing. Věra Skřivanová, CSc.*

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Praha 2016

ISBN 978-80-7403-149-6

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu NAZV č. QJ1310002.

Projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“ ANO/NE*.

V případě, že projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“,
je výsledek typu N_{met} zdarma k dispozici všem zájemcům na webové stránce www.vuzv.cz

V Praze dne 11. 7. 2016

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Jiří Hojer
Funkce zástupce odborného útvaru státní správy: ředitel odboru živočišných komodit

Podpis zástupce odborného útvaru státní správy:

Souhlas Odboru výzkumu, vzdělávání a poradenství MZe:

Datum a podpis ředitele/ředitelky odboru:

* Nehodící se škrtněte.



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

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

SNÍŽENÍ KONCENTRACE FOSFORU V KRMNÝCH SMĚSÍCH PRO SLEPICE V UŽITKOVÝCH CHOVECH

Autoři

prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc.
Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D.
prof. Ing. Věra Skřivanová, CSc.

Oponenti

Ing. Juraj Saksún
Ministerstvo zemědělství ČR

prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.
Česká zemědělská univerzita Praha

Metodika vznikla v rámci řešení grantu NAZV QJ1310002

2016

ISBN 978-80-7403-149-6

OBSAH

I. CÍL METODIKY -----	4
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY -----	4
Přehled problematiky -----	4
Pokusná sledování -----	6
Výsledky chemických rozborů obchodních krmných směsí -----	13
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ -----	14
IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY -----	14
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY -----	14
VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY -----	15
VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE -----	16

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout výrobcům krmných směsí a chovatelům nové informace o potřebě fosforu pro slepice v užitkových chovech, o přídavcích fytázy, vztahu fosforu a vápníku, struktuře částí vápence a výsledcích sledování koncentrace vápníku, fosforu a dusíkatých látek v komerčních krmných směsích. Ve světle výsledků chemických rozborů krmných směsí, zde uvedených, je to zvláště naléhavé.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Přehled problematiky

Fosfor je zapojen do mnoha tělesných funkcí slepic, zahrnujících tvorbu kostí, energetický metabolismus, buněčnou strukturu a tvorbu vajec. V krmivech rostlinného původu, která tvoří základ krmné směsi, je fosfor součástí fytátu (myo-inositol hexakisfosfát). Drůbež postrádá potřebnou fytázovou aktivitu. Tudíž má malou možnost využít fytátový fosfor (Nelson, 1976). Aby byla naplněna potřeba fosforu, přidává se do krmných směsí minerální fosfor. Fosfáty jsou nenahraditelnou strategickou surovinou, kterou je třeba maximálně šetřit. Hlavním úkolem makrominerální výživy je redukce využitelného (AP) nebo nefytátového fosforu (NPP) až na minimální koncentraci v krmných směsích, která však ještě zajistí požadovanou užitkovost slepic.

Před rokem 2013, kdy začalo řešení daného grantu, obsahovaly krmné směsi pro slepice v ČR zbytečně vysoký obsah fosforu. Nadměrný obsah fosforu v krmných směsích zvyšuje náklady na krmivo a často snižuje užitkovost slepic. Obohacování krmných směsí enzymem fytázy sníží potřebu minerálního fosforu i koncentraci fosforu v trusu, což je ekologicky významné.

Fytázy zvýší stravitelnost fytátového fosforu a působí kladně i na stravitelnost dalších živin. Přídavek fytázy do krmné směsi s předávkovaným fosforem je ale postup zcela nesprávný, protože může naopak snížit užitkovost. Hlavní praktický efekt fytázy se ztrácí, jestliže v krmných směsích kolísá obsah vápníku. Fytáza je schopna zvýšit utilizaci vápníku, a proto může být snížena také koncentrace vápníku v krmné směsi (Powell et al., 2011). Vyšší koncentrace vápníku inhibuje utilizaci fytátového fosforu, vedoucí k poklesu utilizace vápníku a fosforu a ke zhoršení ukazatelů kvality vaječné skořápky.

Po dobu několika let jsme sledovali obsah vápníku, fosforu a hořčíku v krmných směsích pro užitkové slepice od 2 velkých výrobců. Byly analyzovány vzorky odebrané na farmách a kontrolní zapečetěné vzorky od výrobců. Ještě před náběhem grantu byl proveden průzkum ve dvou náhodně vybraných velkochovech slepic a bylo zjištěno, že krmné směsi obsahují nadměrné množství fosforu a navíc i vysoké dávky přidané fytázy. V obou chovech byl více než pětiprocentní podíl vajec s porušenou skořápkou. Výskyt křapů je v opačném vztahu k efektivnosti chovu.

Chov A

Krmná směs N₁

Vápník 3,91% Celkový fosfor 0,65% Využitelný fosfor bez efektu fytázy 0,38%

Fytáza 375 FTU/kg

Hodně fosforu v krmivu vedlo k vysokému obsahu fosforu ve vaječné skořápce. Běžně stačí když je ve skořápce 0,14-0,16% fosforu a dobrá pevnost skořápky je obvykle i při 0,125% fosforu. V chovu A, kde jsme analyzovali skořápky, se fosfor ve skořápce pohyboval od 0,215 do 0,245%. Tloušťka skořápky byla v normě, ale vaječná skořápka byla křehká.

Chov B

Krmná směs N

Vápník 3,60% Celkový fosfor 0,64% Využitelný fosfor 0,38%

Fytáza 500 FTU/kg

Metabolismus fosforu je v těsném vztahu k vápníku a hořčíku. Slepice potřebují vysokou koncentraci vápníku v krmivu k optimální produkci vajec a kvalitní vaječné skořápce. Avšak překročení sub-optimální koncentrace vápníku vede ke špatné skořápce a k poklesu snášky (Hartel, 1989). Cena vápence je nižší než cena dalších komponent krmných směsí. Proto není pro výrobce problémem přidavek většího množství vápence. Je to běžné především v poslední fázi snášky, kdy jsou méně pevné vaječné skořápky. Výsledek může být opačný, než se očekává. Dojde k dalšímu zhoršení kvality skořápky vlivem snížené využitelnosti fosforu a některých stopových prvků, což je důsledek tvorby nestravitelných vápenatofosfátových komplexů. Vápenatofosfátový komplex na sebe nabaluje stopové prvky. V poslední době doporučují některé šlechtitelské firmy vyšší přísun vápníku slepicím, které produkují konzumní vejce, a to 4,2 – 4,75 g na kus a den. To je v rozporu s údaji např. Leeson et al. (1993), Rama Rao (2003) a dalších, kteří uvádějí nižší hodnoty. Šlechtitelské firmy všeobecně doporučují vyšší koncentrace živin v krmných směsích s domněnkou, že tak vytvářejí optimální podmínky pro manifestaci vysoké potenciální užitkovosti drůbeže. Tato čísla je třeba brát s rezervou a neposuzovat je jako normy potřeby živin.

Komise výživy hospodářských zvířat České akademie zemědělských věd (Zelenka et al., 2007) doporučují pro slepice produkující konzumní vejce 3,7% vápníku a 0,41% využitelného fosforu v krmivu, a to do věku 45 týdnů. Nad 45 týdnů věku doporučují 3,9% vápníku a 0,39% využitelného fosforu. Počítají s denním příjmem 115 g krmné směsi. Při spotřebě 115 g krmné směsi to je 44,85 g Ca a 4,485 g AP/ kus a den nad 45 týdnů věku. V tom případě je poměr mezi vápníkem a využitelným fosforem 10 : 1, což bylo považováno za optimální. Od doby, kdy se zjišťuje, že nižší koncentrace fosforu v krmivu slepic je nejen možná, ale i lepší, se nutně rozšířil optimální poměr Ca : NPP. Je také nezbytné brát v úvahu nativní fytázovou aktivitu jednotlivých obilovin. Pšenice a zvláště pšeničné otruby jsou na rozdíl od kukuřice významným zdrojem fytázy. I když je aktivita nativní fytázy pšenice nižší než aktivita aditivních mikrobiálních fytáz, nemá se opomíjet při sestavování krmných směsí. Skřivan et al. (2010) stanovili potřebu fosforu pro nosné slepice na základě 2 dvanáctitýdenních pokusů, a to při převaze pšenice nebo kukuřice v krmných směsích. V kukuřično sójové krmné směsi

doporučují 0,3% využitelného fosforu, zatímco u krmné směsi s vysokým podílem pšenice 0,27% AP. Platí to pro krmné směsi bez přídavku fytázy, s obsahem 3,5% vápníku a při 115g přijatého krmiva. I když je zde počítáno s rezervou a bez problémů bývají i nižší koncentrace AP, je úspora nejméně 25% proti doporučení komise výživy ČAZV. Slepice tolerují poměrně velké rozmezí v koncentraci Ca a P, jestliže je úzký poměr Ca : NPP, což je do 15 : 1. Když není přidána mikrobiální fytáza, je optimální rozmezí Ca : NPP 10 : 1 – 15 : 1. Potřebu fosforu ovlivňuje složení krmné směsi, systém chovu, věk slepic a sezona (Rao et al., 1999). Slepice chované v klecích mají vyšší požadavky na fosfor než slepice na podestýlce (Mathur et al., 1982). Studie Yao et al. (2007) demonstuje kladný efekt 0,19% anorganického fosforu společně s 10% pšeničných otrub v krmné směsi nosných slepic na snášku, spotřebu krmiva, utilizaci dusíkatých látek a celkového fosforu (TP) proti samotnému přídavku 0,19% anorganického fosforu. Přídavek fytázy snižuje potřebu anorganického fosforu a náklady s tím spojené. Ovšem efekt fytázy v krmných směsích pro nosnice je podřízen metabolickým vztahům mezi vápníkem a fosforem a v důsledku vysoké potřeby vápníku pro nosné slepice je záležitost poměrně komplikovaná. Také vzhledem k tomu jsou velké rozdíly v doporučených koncentracích fosforu v krmivu. U směsi bez přídavku fytázy je převážně rozmezí od 2,2 do 3,5 g NPP/kg a číselné hodnoty pod 2,2 jsou časté.

Pokusná sledování

V metodice jsou uvedeny 4 pokusy, které poskytují souborný pohled na potřebu NPP, výši přídavku fytázy a vápník v krmných směsích pro užitkové nosnice. Metodika je doplněna o anonymně prezentované výsledky analyticky stanovených koncentrací vápníku, fosforu a N-látek v krmných směsích od několika výrobců. Výsledky chemických rozborů v těchto komerčních směsích možno považovat za hodnověrné, protože probíhaly souběžně ve VÚŽV a v ÚKZÚZ v Lípě. Pokusy v rámci grantu byly buď v chovu VÚŽV, který slouží pouze pro výzkum a kde jsou slepice umístěny v obohacených klecích po 10 kusech nebo v ÚKZÚZ v Lípě. Zde je jediný chov v ČR s individuálními klecemi pro několik set slepic. Pokusy se slepicemi produkujícími vejce s hnědou skořápkou, a to buď Lohmann Brown nebo ISA Brown, trvaly minimálně 12 týdnů. V užitkovosti těchto hybridů nejsou významné rozdíly a také norma NRC (1994), uvádějící potřebu živin, rozeznává jen slepice produkující buď bílá nebo hnědá vejce. Obě hybridní kombinace patří do jednoho subtypu slepic nosného typu. Krmné směsi byly míchány ve společnosti Biopharm, a.s. dle našich receptur.

Pokus 1

V pokusu 1 jsme srovnávali účinnost koncentrace NPP v krmné směsi ve výši 4 g/kg s velmi nízkou koncentrací NPP, 1,3 g/kg, a to buď s přídavkem 3 fytázy Natuphos, 150 FTU/kg, nebo bez přídavku fytázy. V každé ze 4 skupin v pokusu bylo 60 slepic ISA Brown, umístěných v 6 klecích po 10 slepicích v obohacené kleci. Věk slepic na začátku pokusu byl 40 týdnů. Základní krmná směs obsahovala 11,5 MJ ME_N/kg, 16,5% NL a 3,5% Ca. Sledovali jsme běžné ukazatele užitkovosti, opakovaně technologické vlastnosti vajec, chemické rozboru krmných směsí a pH trávicí trubice.

Hlavní výsledky jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2. Ve sloupcích „Průkaznost“ vyjadřuje nižší číslo statisticky vyšší efekt. Písmena NS znamenají, že není významný rozdíl mezi číselnými hodnotami v jednotlivých skupinách. Možno říci, že i extrémně nízká koncentrace nefytátového fosforu bez přídatku fytázy zajistila významně vyšší snášku než NPP 4 g/kg. Přídavek fytázy k takto vysokému obsahu NPP snášku neovlivnil. Naproti tomu suplementace fytázy k oběma hladinám NPP významně zvýšila hmotnost vajec a snížila spotřebu krmiva na jednotku hmotnosti vajec. Haughovy jednotky, které vyjadřují kvalitu bílku ve vztahu k hmotnosti vajec, byly vyšší u vysokého obsahu NPP. Fytáza zde neměla vliv na rozdíl od tloušťky skořápky, kterou významně zvedla, a to více při nízké hladině NPP. Také vyšší obsah NPP zvýšil tloušťku skořápky, ale neovlivnil pevnost skořápky. Tudíž pevnost skořápky nebyla ovlivněna fytázou ani obsahem NPP.

Tabulka 1. Užítkovost nosnic

Pokus 1.

Hladina fosforu (NPP)	Nízká (1,3 g/kg)		Vysoká (4 g/kg)		SEM	Průkaznost		
	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Fytáza (F;FTU/kg)								
Intenzita snášky (%)	82,7	85,3	79,4	79,4	0,48	<0,001	NS	NS
Hmotnost vajec (g)	62,5	63,6	63,6	64,5	0,120	<0,001	<0,001	NS
Konverze krmiva (g KS/g vaječné hmoty)	2,34	2,24	2,39	2,35	0,016	0,020	0,019	NS

NS = nevýznamná diference

Van der Klis et al. (1997) zjistili, že přídavek fytázy Natuphos 250 FTU/kg krmné směsi pro nosnice hydrolyzoval fytátový fosfor v ekvivalentním množství 1,3 g fosforu z dihydrogenfosforečnanu vápenatého (monokalciium fosfát, MCP). Dvojnásobná dávka fytázy Natuphos (500 FTU/kg) byla méně efektivní než 250 FTU. Také zvýšená koncentrace vápníku v krmné směsi ze 30 g na 40 g/kg významně snížila degradaci fytátového fosforu, a to o 12 %. Náš pokus prokázal kladný efekt přídatku 150 FTU/kg, což je nižší dávka než minimální stanovené množství v ČR (250 FTU/kg). V 1 kg krmné směsi s nízkým obsahem fosforu ve zde prezentovaném pokusu bylo 1,3 g anorganického fosforu. Jestliže předpokládáme, že přidaná fytáza uvolnila z fytátu 1,3 g fosforu, měly slepice k dispozici 2,6 g NPP v 1 kg krmiva. Daný předpoklad podporují výsledky následujícího pokusu 2. Pro praxi nedoporučujeme silnou redukci NPP až na 1,3g/kg bez přídatku fytázy. Riziko může být i v případě přídatku fytázy především proto, že makroprvky v obchodních krmných směsích silně kolísají, což dokazují zde uvedené chemické rozborů.

Tabulka 2. Fyzikální vlastnosti vajec

Pokus 1.

Hladina fosforu (NPP)	Nízká (1,3 g/kg)		Vysoká (4 g/kg)		SEM	Průkaznost		
	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Fytáza (F;FTU/kg)	0	150	0	150				
Haughovy jednotky	77,9	78,0	82,1	83,0	0,36	<0,001	NS	NS
Tloušťka skořápky	0,329	0,339	0,342	0,343	0,0012	<0,001	0,022	NS
Pevnost skořápky (N)	37,26	38,40	38,50	38,94	0,291	NS	NS	NS

Pokus 2

Pro srovnání odstupňovaných přídavek fytázy Natuphos od 0, přes 150, 250 k 350 FTU/kg v kombinaci se dvěma úrovněmi NPP, 1,8 a 2,1 g/kg byl koncipován pokus 2. Věk slepic byl 24 týdnů na začátku pokusu. Krmné směsi obsahovaly 11,5 MJ ME/kg, 17 % NL a 3,4 % Ca. Mimo sledovaných ukazatelů, shodných s pokusem 1, jsme stanovili ileální stravitelnost vápníku a fosforu (tabulka 5). Vzorky tráveniny byly odebrány po porážce slepic z terminálního ilea (konce tenkého střeva).

Tabulka 3. Užítkovost nosnic

Pokus 2.

Hladina fosforu (NPP)	1,8 g/kg				2,1 g/kg				SE M	Průkaznost		
	0	150	250	350	0	150	250	350		NPP	F	NPP*F
Intenzita snášky (%)	96,8	97,3	95,1	96,7	96,3	95,6	95,3	94,7	0,22	0,013	NS	NS
Vaječná hmota (g/slepice/d)	62,6 ^b _c	64,0 ^a	62,7 ^b _c	63,6 ^a _b	62,1 ^c	62,1 ^c	63,8 ^a	59,8 ^d	0,16	<0,00 ₁	<0,00 ₁	<0,001
Konverze krmiva (g/g)	1,90 ^a _b	1,82 ^c	1,84 ^b _c	1,81 ^c	1,90 ^a _b	1,93 ^a	1,89 ^a _b	1,93 ^a	0,00 ₇	<0,00 ₁	NS	0,009

Snášku významně ovlivnil NPP. Jeho nižší koncentrace, 1,8 g/kg spolu se 150 FTU přidané F, zabezpečila nejvyšší snášku i produkci vaječné hmoty, což je souborné vyjádření snášky a hmotnosti vajec (tabulka 3). U vaječné hmoty i konverze krmiva byla významná interakce NPP * F. Haughovy jednotky i index žloutku měly nízkou variabilitu v rámci skupin, takže malé rozdíly mezi skupinami byly v prvním případě významně odlišné vlivem přídávku F a ve druhém případě vlivem obsahu NPP. Pevnost skořápky byla významně zvýšena fytázou. Nejvyšší pevnost skořápky byla u NPP 1,8 g/kg spolu s 350 FTU fytázy a u NPP 2,1 g/kg s 0 nebo 350 FTU fytázy. Pokus potvrdil významný kladný efekt přídávku jen 150 FTU fytázy z pokusu 1, a to vyšší než 250 nebo 350 FTU u snášky, vaječné hmoty i konverze krmiva. Nižší pevnost skořápky v této skupině možno přičíst vyšší snášce, protože mezi oběma ukazateli je známá negativní korelace.

Tabulka 4. Fyzikální vlastnosti vajec

Pokus 2.

Hladina fosforu (NPP)	1,8 g/kg				2,1 g/kg				SEM	Průkaznost		
	0	150	250	350	0	150	250	350		NPP	F	NPP*F
Fytáza (F;FTU/kg)	0	150	250	350	0	150	250	350				
Haughovy jednotky	81,7	81,6	81,6	81,6	81,0	79,3	81,7	82,1	0,34	NS	0,023	NS
Index žloutku (%)	44,0	43,9	43,8	44,0	43,4	44,1	43,0	42,9	0,13	0,029	NS	NS
Pevnost skořápky (N)	41,4	39,8	41,9	43,2	43,4	41,9	39,8	43,5	0,33	NS	0,013	NS

Ileální stravitelnost vápníku a fosforu nebyla průkazně ovlivněna přidavkem 350 FTU fytázy proti kontrole bez přidané F.

Tabulka 5. Stravitelnost

Pokus 2.

Hladina fosforu (NPP)	1,8 g/kg		SEM	Průkaznost
	0	350		
Fytáza (F;FTU/kg)	0	350		NPP
Vápník (%)	50,5	53,6	4,24	NS
Fosfor (%)	43,20	46,40	1,550	NS

Pokus 3

Sestavili jsme krmné směsi tak, aby obsahovaly 41 g/kg vápníku a 3; 2,1 a 1,7 g NPP. K nim byla nebo nebyla přidána fytáza v množství 150 FTU/kg. V KS bylo 11,5 MJ ME/kg a 16,5 % NL. Účelem daného metodického uspořádání bylo objasnit potřebu NPP a efekt fytázy při koncentraci 40 g/kg vápníku, která je považována za vysokou a někdy v literatuře charakterizována jako riziková z hlediska užítkovosti slepic. Na začátku pokusu byly slepice ve věku 37 týdnů. Chemické analýzy krmiva jsou uvedeny v tabulce 6. Byl stanoven fytátový a celkový fosfor (FP a TP), vápník a aktivita fytázy. Stanovení fytátového fosforu je náročná analýza. NPP je výsledek rozdílu TP – FP. Po porážce bylo změřeno pH ve 3 částech trávicí trubice (tabulka 10). Měření sloužilo k určení podmínek pro aktivitu fytázy. Při pH 4,5 – 5 má 3-fytáza dobrou aktivitu. Dále byla měřena pevnost holenní kosti a koncentrace popelovin v této kosti (tabulka 9).

Tabulka 6. Analýza krmiva

Pokus 3.

Hladina fosforu (NPP)	Vysoká (3 g/kg)		Střední (2,1 g/kg)		Nízká (1,7 g/kg)	
	0	150	0	150	0	150
Fytáza (F;FTU/kg)	0	150	0	150	0	150
Vápník (g/kg)	40,9	40,9	41,1	41,1	41,2	41,2
Celkový fosfor (g/kg)	5,5	5,4	4,5	4,5	3,9	3,9
Fytátový fosfor (g/kg)	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2
Nefytátový fosfor (g/kg)	3,0	3,0	2,1	2,1	1,6	1,7
Fytázová aktivita (FTU/kg)	144	313	160	300	165	255

Fytáza neovlivnila snášku ani denní produkci vaječné hmoty při vysokém a nízkém obsahu NPP v krmivu (tabulka 7). Naproti tomu při NPP 2,1 g/kg působil přírůstek fytázy kladně na snášku. Průkazná interakce NPP * F byla u obou ukazatelů užitkovosti. Při všech 3 koncentracích NPP snížila fytáza spotřebu krmiva na jednotku hmotnosti vajec.

Tabulka 7. Užitkovost nosnic

Pokus 3.

Hladina fosforu (NPP)	Vysoká (3 g/kg)		Střední (2,1 g/kg)		Nízká (1,7 g/kg)		SEM	Průkaznost		
	0	150	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Intenzita snášky (%)	89,5 ^{ab}	89,1 ^{ab}	86,3 ^c	90,1 ^a	86,7 ^c	87,8 ^{bc}	0,32	0,034	0,021	0,022
Vaječná hmota (g/slepice/d)	55,3 ^a	55,1 ^a	52,8 ^b	55,0 ^a	53,4 ^b	53,0 ^b	0,22	0,001	NS	0,030
Konverze krmiva (g/g)	2,21	2,17	2,24	2,14	2,23	2,21	0,012	NS	0,018	NS

Haughovy jednotky byly nejvyšší u nízké koncentrace NPP bez fytázy. Interakce NPP * F je významná. Fytáza působila signifikantně negativně na pevnost skořápky u všech stupňů NPP, nejméně u 1,7 g NPP/kg (tabulka 8). To je v kladném vztahu k pevnosti tibiae s tím rozdílem, že zde nebyly významné diference mezi skupinami. Obsah kostních popelovin dostatečně napovídá, jaké množství kostitorných makroprvků je v kostech uloženo, aniž by bylo třeba tyto prvky, hlavně vápník a fosfor, stanovovat. Jestliže fytáza snížila popeloviny ve všech případech, což je v

dobrém vztahu ke změřené pevnosti tibie i pevnosti skořápky, můžeme s téměř stoprocentní jistotou říci, že příčinou byl úmyslně testovaný vysoký obsah vápníku v krmných směsích.

Tabulka 8. Fyzikální vlastnosti vajec

Pokus 3.

Hladina fosforu (NPP)	Vysoká (3 g/kg)		Střední (2,1 g/kg)		Nízká (1,7 g/kg)		SEM	Průkaznost		
	0	150	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Fytáza (F;FTU/kg)	0	150	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Haughovy jednotky	80,5 ^c	82,0 ^{bc}	82,6 ^b	81,6 ^{bc}	85,0 ^a	81,3 ^{bc}	0,29	NS	NS	0,001
Index žloutku (%)	44,3	44,0	44,1	43,3	43,9	43,6	0,12	NS	NS	NS
Pevnost skořápky (N)	42,2	41,2	43,2	40,0	41,6	41,2	0,27	NS	0,005	NS

Tabulka 9. Pevnost kosti holenní a koncentrace popelovin

Pokus 3.

Hladina fosforu (NPP)	Vysoká (3 g/kg)		Střední (2,1 g/kg)		Nízká (1,7 g/kg)		SEM	Průkaznost		
	0	150	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Fytáza (F;FTU/kg)	0	150	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Pevnost (N)	200	194	197	183	175	174	5,0	NS	NS	NS
Popel (g/kg DM)	549	510	541	521	530	508	3,3	NS	<0,001	NS

Tabulka 10. pH trávicího traktu slepic

Pokus 3.

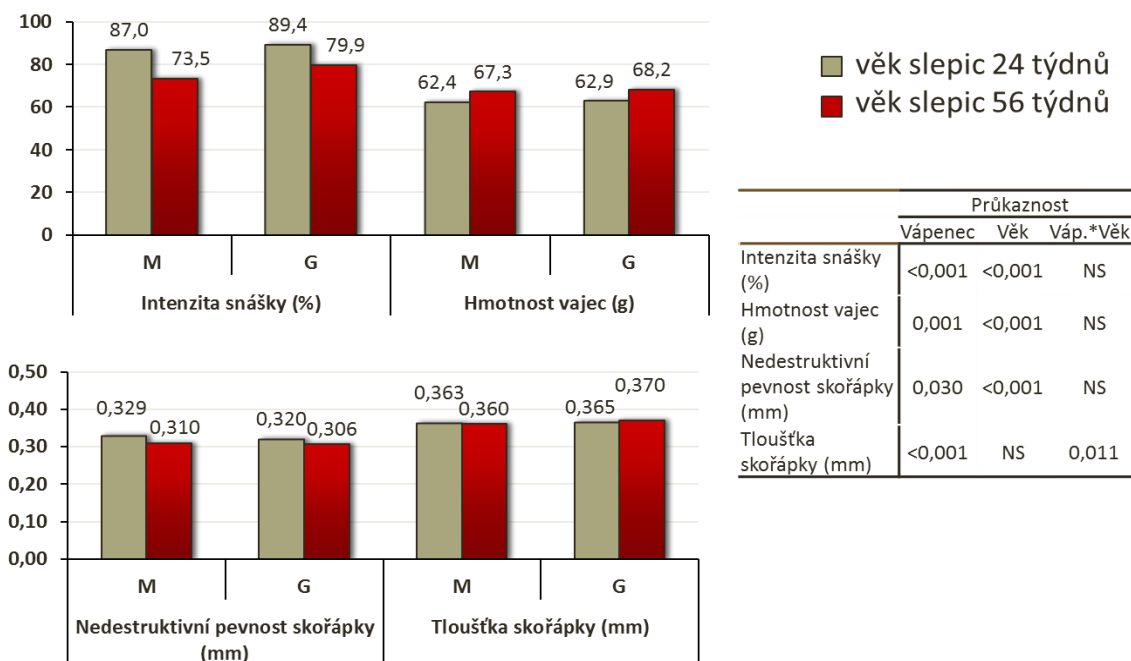
Hladina fosforu (NPP)	Vysoká (3 g/kg)		Střední (2,1 g/kg)		Nízká (1,7 g/kg)		SEM	Průkaznost		
	0	150	0	150	0	150		NPP	F	NPP*F
Vole	4,66	4,56	4,67	4,52	4,92	4,46	0,045	NS	0,006	NS
Žaludek	4,49	4,44	4,45	4,43	4,03	3,73	0,069	<0,001	NS	NS
Tenké střevo	5,75 ^c	5,73 ^c	5,74 ^c	5,95 ^b	6,21 ^a	6,05 ^{ab}	0,040	<0,001	NS	0,031

Pokus 4.

Slepice potřebuje hodně vápníku na tvorbu vaječné skořápky. Proto je vápenec v KS zastoupen v množství okolo 8 %. Tvorba skořápky ve skořápkové žláze (děloze, součásti vejcovodu) trvá zhruba 19 hodin. Slepice přijímá krmivo jen při světle. Skořápka se tvoří i za tmy. Z toho důvodu se vžilo dávat do KS část vápence ve formě gritu, nejčastěji o rozměru částí 2 – 4 mm. Grit je zdrojem vápníku i v noci. Z tabulky 11 a grafů 2 je zřejmé silné kolísání obsahu vápníku, fosforu a hořčíku a rozdíly u těchto prvků mezi jemně mletým vápencem a gritem ze shodného termínu dodávky od jednoho výrobce v ČR. Dalším nepříznivým faktorem kombinace 2 velikostních struktur vápence je jejich odlišná objemová hmotnost, což je příčinou samotřídění během dopravy a pneumatického plnění zásobníků krmných směsí na farmě. Proto jsme zkoušeli nahradit jemně mletý vápenec a grit drceným vápencem o rozměru částí 1 – 2 mm. Ve dvanáctitýdenním pokusu bylo 120 slepic ve věku 24 týdnů a 120 slepic ve věku 56 týdnů na začátku pokusu. Polovina slepic každého věku měla v krmné směsi jemně mletý vápenec o rozměru částí do 0,5 mm a druhá polovina slepic měla drcený vápenec o rozměru částí 1 – 2 mm. Hlavní výsledky pokusu jsou v grafech 1. Drcený vápenec významně zvýšil snášku u mladých i starších slepic, více u slepic vyššího věku. Dále zvýšil hmotnost vajec a tloušťku skořápky a nedestruktivní pevnost skořápky. Pokus byl publikován v *Animal Feed Science and Technology*, což je časopis ze skupiny Q₁. To znamená, že má dle počtu citací nejvyšší stupeň hodnocení. Následně byl článek se souhlasem autorů a editora přeložen do španělštiny a uveřejněn v *Albéitar*, který dle editorky odebírá 85 % španělských veterinárních lékařů a je široce distribuován ve Střední a Jižní Americe. Přesnou strukturu drceného vápence dle našeho článku převzali s citací Wang a kolektiv k pokusu s nosnými kachnami. Potvrdili naše výsledky a práci uveřejnili v *Poultry Science* v roce 2014.

Grafy 1. Účinky velikosti částic vápence a věku slepic

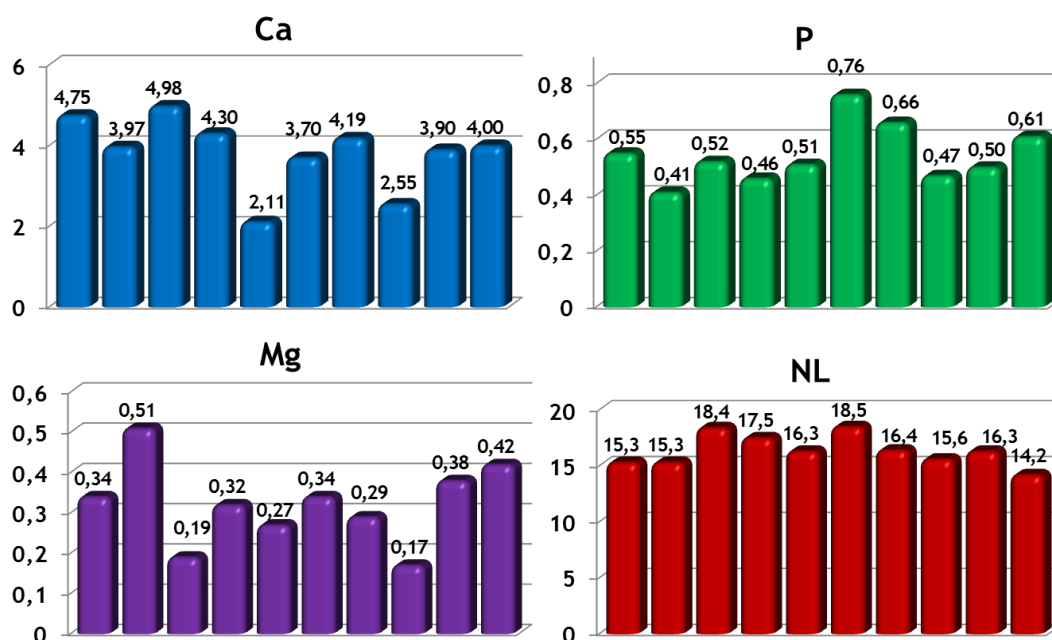
Pokus 4.



Výsledky chemických rozborů obchodních krmných směsí

Grafy 2 ukazují výsledky dlouhodobých rozborů obchodních krmných směsí od několika velkých výrobců. V tabulce 11 jsou koncentrace vápníku, fosforu a hořčíku v jemně mletém vápenci a vápencovém gritu od jedné firmy. Obsah dusíkatých látek kolísá v desítkách procent a hodnoty uvedených makroprvků se liší i o sto a více procent. Velkoproducenti konzumních vajec volají již několik let po odborném doporučení jak snížit výskyt defektních skořápek. Výše uvedené pokusy požadovaný návod poskytují. Avšak, pokud se výrazně nezlepší stabilita obsahu živin v krmných směsích, jsou další opatření zbytečná. Chovatelská praxe i producenti krmných směsí s tím byly z naší strany seznámeny několika přednáškami a popularizačními články. Bylo to naplní vyžádaných přednášek prof. Skřivana na konferencích Českomoravské drůbežářské unie v roce 2015 a 2016. Zde je každoročně více než 150 účastníků, téměř výhradně z praxe. Pracovníci VÚŽV průběžně poskytují konzultace zájemcům z oblasti drůbežnické a krmivářské praxe.

Grafy 2. Příklady výsledků analýz běžných komerčních KS (%)



Tabulka 11. Kolísání koncentrace hlavních makroprvků (g/kg) ve vápenci od shodného dodavatele

	Popel	Ca	P	Mg	
1.	M	990	345,2	0,164	9,53
	G	989	361,9	0,060	5,43
2.	M	999	391,4	0,149	10,60
	G	819	357,8	0,052	2,05
3.	M	996	414,5	0,154	10,08
	G	999	412,2	0,108	6,45
4.	M	959	325,4	0,067	-
	G	993	345,2	0,096	-
5.	M	894	324,9	0,077	1,94
	G	984	380,0	0,111	4,43
6.	M	884	330,7	0,052	1,91
	G	999	414,5	0,087	5,59

1 – 6 = číslo odběru; M = mletý vápenec; G = grit; Sušina: 99,6 – 99,9 %

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Posláním hlavní části grantu NAZV QJ1310002 je prokázat možnost snížení obsahu fosforu v krmných směsích pro nosnice. K tomu byl nezbytný větší soubor pokusů, z nichž 4 jsou uvedeny v metodice. Problematika fosforu je sledována v návaznosti na fytázu, což je nutné, ale i ve vztahu k vápníku a struktuře partikul vápence. To je nad původní rámec grantu stejně jako výsledky chemických analýz komerčních krmných směsí a vápence jako komponenty krmných směsí.

1. Čtyři gramy využitelného fosforu v 1 kg krmné směsi, které jsou v ČR oficiálně doporučovány, je nadměrné množství, jehož důsledkem může být snížená užitkovost nosnic, zvláště při příjmu krmiva nad 100 g na kus a den.
2. Při přesné živinové skladbě a živinové stabilitě krmných směsí je možno snížit koncentraci nefytátového fosforu v krmivu pod 1,5 g/kg.
3. Komerční krmné směsi pro nosnice postrádají potřebnou živinovou stabilitu. Proto doporučujeme obsah nefytátového fosforu v krmivu v rozmezí 1,8 – 2,1 g/kg bez započtení efektu fytázy.
4. K základní koncentraci nefytátového fosforu v krmné směsi ve výši 1,8 – 2,1 g/kg doporučujeme přidat fytázu v dávce 150 – 300 FTU/kg.
5. 5 .Přídavek 150 FTU/kg je dostatečný, přestože nižší než je oficiálně doporučeno.
6. Denní příjem vápníku slepicí v množství 5 g zpravidla sníží snášku a pevnost vaječné skořápky.
7. Přestože výrobci krmných směsí uvádějí, že chemicky analyzují komponenty z každého nákupu, velké kolísání živin ve vzorcích směsí odebraných již u výrobce tomu neodpovídá.
8. Vápenec o různé velikostní struktuře částí, jemně mletý a grit, od shodného výrobce se často liší koncentrací vápníku, fosforu a hořčíku. Producent to neuvádí a výrobce krmných směsí s tím nepočítá, což má negativní dopad na užitkovost slepic a kvalitu vaječné skořápky.
9. Vápenec o velikosti částí 0,8 – 2 mm a zastoupení velikostních partikul, dle našeho výzkumu, obvykle zvýší snášku a kvalitu vaječné skořápky ve srovnání s kombinovaným přídavkem jemného vápence a gritu do krmné směsi.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena pro výrobce krmných směsí a chovy nosnic.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Oficiálně doporučená potřeba využitelného fosforu (AP) v krmných směsích pro slepice (KS) v ČR je v průměru 4 g/kg (Komise výživy ČAZV). Jako postačující a ještě s rezervou jsme stanovili 2,7 – 3 g AP/kg bez přídavku enzymu fytázy a dle zastoupení pšenice a kukuřice v KS. Dále nepočítáme s částečnou a běžně velmi nízkou stravitelností fytátového

fosforu, a proto zde AP = NPP (nefytátový fosfor). Cena 1 kg fosforu z dihydrogenfosforečnanu vápenatého (monokalciumpfosfát, MCP) je 105 Kč (obsah 21 % P v MCP a cena MCP 22 Kč/kg). Snížením koncentrace fosforu o 25 % (ze 4 g na 3 g/kg) a při denním příjmu 115 g KS/kus je roční úspora 4,38 Kč/kus. V současné době je v ČR necelých 8 milionů slepic. Z toho asi ½ ve velkochovech. I část drobnochovatelů krmí slepice obchodními krmnými směsmi. Počítáme-li, že 5 milionů slepic má v KS 3 g AP/kg místo 4 g AP/kg, je úspora 21,5 milionu Kč/rok. Naše pracoviště, které řeší problematiku fosforu v rámci daného grantu, má vlivem popularizačních článků a hlavních vyžádaných přednášek na konferencích Českomoravské drůbežářské unie v posledních letech rozhodující podíl na poklesu současné koncentrace P v KS. Vlivem obchodní politiky farmaceutických firem se v podstatě do všech KS pro slepice v ČR přidává fytáza. Při 3 g P je to nejen zbytečné, ale často i škodlivé. Naš výzkum prokázal další bezpečnou a efektivní možnost snížení P v KS, a to na 1,8 – 2,1 g/kg za předpokladu přídatku fytázy. V tom případě je pokles obsahu AP v KS 1,15 g/kg, přičemž 1 g představuje opět úsporu 4,38 Kč/kus ročně a zbytek 0,15 g reprezentuje 0,44 Kč připadající na fytázu. Nutno zdůraznit, že brzdou ve využití uvedených poznatků je překvapivě velká živinová rozkolísanost komerčních KS, což v metodice dokumentují grafy 2 a tabulka 11. U makroprvků je to z velké části vlivem rozdílů v koncentraci vápníku a fosforu ve vápenci z jednotlivých nákupů a diferencí mezi jemně mletým vápencem a gritem. Daný poznatek je pro výrobce KS novum, byli a jsou o něm z naší strany informováni. K nápravě je mimo jiné nezbytná častější analytická kontrola.

VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Hartel H. (1990): Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. *Br. Poultry Sci.* 31, 473-494.

Leeson S., Summers J. D., Caston L. (1993): Response of brown-egg strain layers to dietary calcium or phosphorus. *Poultry Sci.* 72, 1510-1514.

Mathur C. R., Reddy C. V., Siddiqui S. M. (1982): Determination of calcium and phosphorus requirements for caged layers. *Indian J. Anim. Sci.* 52, 768-771.

National Research Council (1994): *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Ed. National Academies Press, Washington, USA.

Nelson T. S. (1976): The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. *Poultry Sci.* 55, 2262-2264.

Powell S., Bidner, T. D., Southern L. L. (2011): Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium. *Poultry Sci.* 90: 604-608.

Rama Rao S. V., Reddy R. V., Reddy V. R. (1999): Enhancement of phytate phosphorus availability in the diets of commercial broilers and layers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 79, 211-222.

Rama Rao S.V., Raju M. V. L. N., Reddy M. R., Pavani, P., Sunder G. S., Sharma R. P. (2003): Dietary calcium and non-phytin phosphorus interaction on growth, bone mineralization and mineral retention in broiler starter chicks. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 16, 719-725.

Skřivan M., Englmaierová M., Skřivanová V. (2010): Effect of different phosphorus levels on the performance and egg quality of laying hens fed wheat- and maize-based diets. *Czech J. Anim. Sci.* 55, 420-427

Van der Klis J. D., Versteegh H. A. J., Simons P. C. M., Kies A. K. (1997): The efficacy of phytase in corn-soybean meal-based diets for laying hens. *Poultry Sci.* 76 (11): 1535-1542.

Wang S., Chen W., Zhang H. X., Ruan D. (2014): Influence of particle size and calcium source on production performance, egg quality, and bone parameters in laying ducks. *Poultry Sci.* 93, 2560-2566.

Yao J. H., Han J. C., Wu S. Y., Xu M., Zhong L. L., Liu Y. R., Wang Y. J. (2007): Supplemental wheat bran and microbial phytase could replace inorganic phosphorus in laying hen diets. *Czech J. Anim. Sci.* 52, 407-413.

Zelenka J., Heger J., Zeman L. (2007): Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Česká akademie zemědělských věd, Komise výživy hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 78 str.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Englmaierová, M., Dlouhá G., Marounek M. & Skřivan, M. (2012): Efficacy of contrast levels of non-phytate phosphorus and *Aspergillus niger* phytase in hens fed wheat-maize-based diets. *Czech J. Anim. Sci.*, 57, 499-505.

Englmaierová M., Skřivan M., Skřivanová, E., Bubancová I., Čermák, L. & Vlčková J. (2015): Effects of a low-phosphorus diet and exogenous phytase on performance, egg quality, and bacterial colonisation and digestibility of minerals in the digestive tract of laying hens. *Czech J. Anim. Sci.*, 60, 542-549.

Englmaierová M., Skřivanová V. & Skřivan M. (2014): The effect of non-phytate phosphorus and phytase levels on performance, egg and tibia quality, and pH of the digestive tract in hens fed higher-calcium-content diet. *Czech J. Anim. Sci.*, 59, 107-115.

Skřivan M., Marounek M., Bubancová I. & Podsedníček M. (2010): Influence of limestone particle size on performance and egg quality in laying hens aged 24-36 weeks and 56-68 weeks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 158, 110-114.

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

Název **Snížení koncentrace fosforu v krmných směsích pro slepice
v užitkových chovech**

Autoři prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc. (podíl práce: 40 %)
Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D. (podíl práce: 30 %)
prof. Ing. Věra Skřivanová, CSc. (podíl práce: 30 %)

Oponenti: Ing. Juraj Saksún
Ministerstvo zemědělství ČR
prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.
Česká zemědělská univerzita Praha

ISBN 978-80-7403-149-6

Dedikace: Metodika vznikla v rámci řešení grantu NAZV QJ1310002

Vydáno bez jazykové úpravy

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves