

Ministerstvo zemědělství České republiky
Těšnov 17
117 05 Praha 1

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

č. 17210/2012 - 9

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

Stabilita vitamínu C a dalších vybraných vitamínů v krmných směsích pro drůbež


*Prof. Ing. Miloš Skřivan, Dr.Sc., Ing. Tomáš Vít, Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D.,
Ing. Gabriela Dlouhá, Ph.D., Ing. Ivana Bubancová*

*Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves
ISBN 978-80-7403-099-4*

Vypracované v rámci řešení výzkumného záměru
MZE0002701404

V Praze dne 29. října 2012




Ing. Jiří Hojer
ředitel odboru
živočišných komodit 17 210



CERTIFIKOVANÁ METODIKA

STABILITA VITAMINU C A DALŠÍCH VYBRANÝCH VITAMINŮ V KRMNÝCH SMĚSÍCH PRO DRŮBEŽ

Autoři

prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc.

Ing. Tomáš Vít

Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D.

Ing. Gabriela Dlouhá, Ph.D.

Ing. Ivana Bubancová

Oponenti

prof. Ing. Eva Straková, Ph.D.

Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Ing. Jarmila Fischerová

Ministerstvo zemědělství České republiky

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE 0002701404

2012

ISBN 978-80-7403-099-4

Obsah:

I. Cíl metodiky	4
II. Vlastní popis metodiky	4
III. Srovnání novosti postupů	12
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky	13
V. Ekonomické aspekty	13
VI. Seznam použité související literatury	14
VII. Seznam publikací, které předcházely metodice	15

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je doporučit chovatelské praxi co možná nejvíce stabilní zdroj vitamínu C pro krmné směsi. Souběžně s tím informovat o vlivu granulace krmné směsi na stabilitu skupiny vybraných vitamínů.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Vitamin C

Fyziologická potřeba kyseliny askorbové (AA) pro drůbež překračuje organismem syntetizované množství (Pardue a Thaxton, 1986). V prvních týdnech po vylíhnutí není plně vyvinuta syntéza vitamínu C a přidavek 100-300 mg/kg může zvýšit intenzitu růstu a funkční kapacitu imunitního systému. Kyselina askorbová pozitivně ovlivňuje reprodukci. Drůbež potřebuje vitamin C pro aminokyselinový a minerální metabolismus a pro syntézu hormonů, např. testosteronu (Mc Dowell, 1989). Tím je vitamin C spojen s reprodukcí. Chovná drůbež potřebuje přídavek vitamínu C nejen v době vysokých teplot vzduchu, ale během celého roku. Přídavek 50-100 mg/kg vitamínu C slepicím masného typu významně zvyšuje produkci násadových vajec, oplozenost a líhivost. Vitamin C je antistresový faktor. Potlačuje negativní důsledky stresu, zejména z vysokých teplot, a do určité míry brání poklesu užitkovosti. Vitamin C je málo stabilní. Vzdušný kyslík, světlo, teplo, vlhkost nebo ionty kovů, jakými jsou měď a železo, katalyzují oxidaci vitamínu C. Degradace L-askorbové kyseliny zahrnuje oxidaci na dehydroaskorbovou kyselinu, sloučeninu která také vykazuje antioxidační vlastnosti. Nicméně může být rychle a nenávratně hydrolyzována na 2,3-diketogulonovou kyselinu, která již není biologicky aktivní (Deutsch, 2000). V chovech drůbeže se vitamin C obvykle přidává do pitné vody. Často to bývá krystalická kyselina askorbová. Ta je někdy dávana i do krmných směsí (Eichenberger et al., 2004; Gebert et al., 2006).

Několik farmaceutických společností nabízí stabilizovaný vitamin C, který je doporučován jako přídavek do krmiv pro zvířata. Tyto zdroje vitamínu C chrání kyselinu askorbovou buď obdukci nebo syntézou s jinými látkami. Chovatelé drůbeže a výrobci krmných směsí v ČR dosud nemají k dispozici výsledky nezávislých testů stability jednotlivých zdrojů vitamínu C. Dostupné jsou pouze údaje výrobců nebo distributorů daných produktů. V odborné literatuře se nám nepodařilo najít žádné srovnávací testy stability vitamínu C.

Stabilita 3 zdrojů vitamínu C byla sledována celkem ve 3 pokusech. Obsah tokoferolu, retinolu a β -karotenu v krmných směsích a ve vaječných žloutcích pokusu 3 byl stanoven v souladu s evropskými normami EN 12822, EN 12823-1 a EN 12823-2 (2000) pomocí HPLC (Shimadzu, VP series) vybaveným spektrofotometrickým detektorem. Stanovení obsahu vitamínu C proběhlo dle modifikované evropské normy EN 14130 (2004). Podobnější údaje jsou uvedeny v práci Skřivan et al. (2012).

Pokus 1

V pokusu byla brojlerová kuřata Ross 308 ve věku od 1 dne do 5 týdnů. Zdrojem vitamínu C byl (ROVIMIX® C-EC), což je etylcelulózou chráněný (obdukovaný) vitamin C, doporučovaný jako přídatek do krmných směsí. Do základní krmné směsi bylo alternativně přidáno 280 nebo 560 mg vitamínu C/kg. Vlivem granulace klesl obsah vitamínu C z průměrné hodnoty 420 mg/kg na 274 mg/kg, což je 65 % původní koncentrace. Pokus byl ukončen ve 35 dnech věku kuřat, kdy již byl průměrný obsah vitamínu C v krmných směsích pouhých 184 mg/kg. To je 67 % z průměrného obsahu po granulaci a 44 % z množství přidaného do krmných směsí. Z tabulky 1 je zřejmé, že při vyšším přídatku vitamínu C (560 mg/kg) byl nižší úbytek sledovaného vitamínu proti přídatku 280 mg/kg. Více než padesátiprocentní pokles původního průměrného obsahu je pro stabilizovaný zdroj překvapivě vysoký.

Tabulka 1. **Obsah vitamínu C v krmné směsi pro brojlerová kuřata bezprostředně po granulaci a na konci pětítýdenního pokusu (mg/kg)**

Den	Přídatek vitamínu C do krmné směsi (mg/kg)		
	0	280	560
0	3,2	168	380
35	2,4	101	266

Pokus 2

Stabilita stejného zdroje vitamínu C jako v pokusu 1 byla sledována v pokusu se slepicemi ISA Brown. Kyselina askorbová byla do krmné směsi přidána v množství 200 mg/kg. Analyticky stanovený obsah vitamínu C v krmné směsi bezprostředně po její přípravě byl 184 mg/kg. Za 12

týdnů skladování při 18 °C byl obsah vitamínu C 115 mg/kg. Tudíž konečný obsah vitamínu C byl 42,5 % z přidávaných 200 mg a 37 % ze 184 mg. Dvanáct týdnů je garantovaná doba skladování těchto krmných směsí. Za téměř dvaapůlkrát delší dobu než v pokusu 1 byl pokles vitamínu C v pokusu 2 téměř shodný. Je zřejmé, že hodně záleží na složení krmných směsí, zejména obsahu látek ovlivňujících oxidaci vitamínů.

Pokus 3

Pokus byl testem stability 2 zdrojů vitamínu C přidávaných do krmné směsi. Souběžně byla sledována stabilita vitamínu E, A a β -karotenu. Byla sestavena modelová krmná směs odpovídající potřebě živin pro slepice masného typu v rozmnožovacích a šlechtitelských chovech (tabulka 2). Výrobní krmných směsí v Lysé nad Labem (Mezinárodní testování drůbeže Ústrašice) připravila 600 kg této krmné směsi. Z toho bylo 200 kg bez přídatku vitamínu C, 200 kg s přídatkem krystalického vitamínu C a poslední třetina s přídatkem askorbyl monofosfátu. Výše přídatku vždy 200 mg/kg. Polovina krmné směsi zůstala sypká, zatímco 2. polovina byla granulována. Schéma je uvedeno v tabulce 3.

Krystalická kyselina askorbová byla získána od firmy Trouw Nutrition Biofaktory s.r.o., Praha. Askorbyl monofosfát, Lutavit[®] C monofosfát 35, vyrábí Orffa Nederland Feed BV, Giessen, Nizozemsko a v ČR distribuuje Trouw Nutrition Biofaktory s.r.o. Lutavit obsahuje minimálně 350 g/kg AA, aktivní složkou je L-askorbová kyselina-2-monofosfát-vápenato- sodná sůl. Velikost 98 % částic je <0,5 mm. Vitamin C byl nejprve přidán do vitamino-minerálního doplňku Aminovitan NP-M a následně zamíchán do krmné směsi. Aminovitanem bylo do krmné směsi dále přidáno 3,5 mg vitamínu A/kg, 50 mg vitamínu E/kg a 50 mg antioxidantu (butylovaný hydroxytoluen). Krmná směs byla uchovávána v papírových pytlích ve tmě při teplotě 18 – 20 °C a vlhkosti 50 – 60 % ve skladu pokusné stáje pro drůbež ve VÚŽV Praha Uhřetěves.

Vzorky krmných směsí pro analýzy byly odebírány vzorkovačem a zpracovány metodou kvartování. Obsah vitamínu C byl stanoven ve vzorcích odebraných bezprostředně po přípravě krmných směsí (0) a následně po skladování 2, 4, 6, 8, 10 a 12 týdnů. Obsah vitamínu E, A a β -karotenu byl zjišťován na začátku pokusu (0), ve 4. a 12. týdnu skladování. V daném termínu bylo odebráno 6 vzorků ze skupiny. Analýzy proběhly v laboratoři VÚŽV.

Zjištěné výsledky byly zpracovány analýzou variance (ANOVA) pomocí general linear modelu (GLM) programem SAS. Experimentální jednotkou byl vzorek krmné směsi. Závislou veličinou byl obsah vitamínu C, A, E a β -karotenu v krmné směsi. Vysvětlujícími veličinami byla forma vitamínu C a doba skladování krmiva.

Vitamin C

Koncentrace vitamínu C v krmné směsi, sledovaná v dvoutýdenních intervalech, je uvedena v tabulce 4. Pokles AA v % z přidaného množství dokumentuje tabulka 5. Všechny tři obousměrné interakce byly zjištěny v obsahu vitamínu C v krmné směsi. Koncentrace vitamínu C zůstala beze změny do 10 týdnů skladování u sypké krmné směsi s přidaným Lutavitem (askorbyl monofosfát) a do 8 týdnů u granulované směsi. Krystalická AA silně klesla již v době přípravy krmné směsi, když se dostala do kontaktu s těžkými kovy z premixu. Po 12 týdnech skladování zůstalo pouze 14 % z původně přidaných 200 mg krystalické kyseliny askorbové u sypké krmné směsi a 8 % u granulované směsi. Graf 1 ukazuje negativní vliv granulace na stabilitu vitamínu C v krmných směsích. Výsledky jednoznačně prokazují nevhodnost volby krystalické AA jako přídavku do krmiva.

Tabulka 2. Složení krmné směsi

Komponenta	(%)
Pšenice (12 % NL)	56
Kukuřice	19
Pšeničné otruby S-140	1
SEŠ (44 % NL)	13
Rybí moučka (64 % NL)	1,2
Řepkový olej 00	1
Hydrogen fosforečnan vápenatý	1,5
Chlorid sodný	0,2
Vápenec mletý	6,58
DL-Met	0,02
AMINOVITAN NP-M	0,5

Tabulka 3. **Schéma pokusu 3**

Označení a název skupiny			Hmotnost KS (kg)	Forma vit. C	Granulace
I.	Ks	Kontrolní - sypká	100	bez vit. C	-
II.	KRs	Krystalický - sypká	100	krystalický	-
III.	CHs	Chráněný - sypká	100	Lutavit	-
IV.	Kg	Kontrolní - granulovaná	100	bez vit. C	+
V.	KRg	Krystalický - granulovaná	100	krystalický	+
VI.	CHg	Chráněný - granulovaná	100	Lutavit	+

Tabulka 4. **Stabilita vitamínu C v krmné směsi**

Obsah vit.C v KS (mg/kg)	Kontrola		Krystalický		Lutavit		SEM	Směs	Vit. C	Směs*vit.C
	S	G	S	G	S	G				
0. týden	2,77 ^e	3,00 ^e	54,32 ^c	30,53 ^d	202,70 ^a	169,85 ^b	13,561	<0,001	<0,001	<0,015
2. týden	3,34 ^e	2,94 ^e	56,18 ^c	35,72 ^d	192,15 ^a	163,95 ^b	12,764	<0,001	<0,001	<0,010
4. týden	3,14 ^e	3,11 ^e	64,93 ^c	26,67 ^d	205,88 ^a	166,40 ^b	13,578	<0,001	<0,001	<0,001
6. týden	2,52 ^e	2,71 ^e	65,15 ^c	23,18 ^d	200,34 ^a	168,82 ^b	13,484	<0,001	<0,001	<0,001
8. týden	2,53 ^e	2,67 ^e	45,53 ^c	22,75 ^d	198,52 ^a	167,86 ^b	13,492	<0,001	<0,001	<0,001
10. týden	2,48 ^e	2,56 ^e	49,84 ^c	22,42 ^d	200,45 ^a	158,49 ^b	13,218	<0,001	<0,001	<0,001
12. týden	2,50 ^e	2,58 ^e	27,13 ^c	16,05 ^d	177,77 ^a	152,02 ^b	12,370	<0,001	<0,001	<0,003

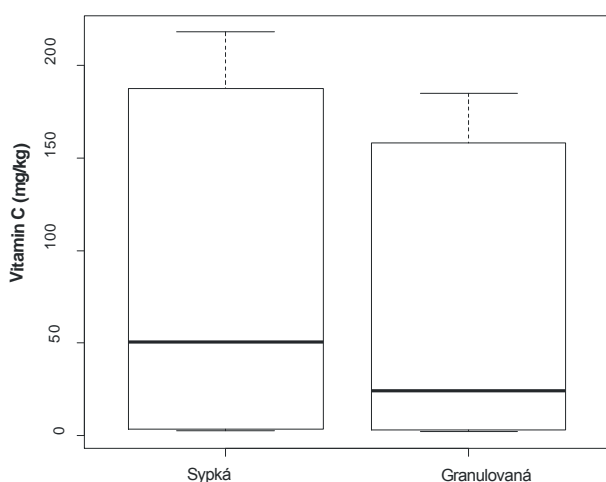
Tabulka 5. **Pokles obsahu vitamínu C v krmné směsi (% z původního množství)**

Ukazatel	Kontrola		Krystalický		Lutavit	
	S	G	S	G	S	G
Přidáno	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0
0. týden	100,0	100,0	27,2	15,3	101,4	84,9
8. týden	91,3	89,0	22,8	11,4	99,3	83,9
10. týden	89,5	85,3	24,9	11,2	100,2	79,2
12. týden	90,3	86,0	13,6	8,0	88,9	76,0

Náklady na přídavek 100 mg vitamínu C do 1 kg KS:

Vitamin C – krystalický – **0,031** Kč/kg KS; Lutavit (Askorbyl-2-monofosfát) – **0,047** Kč/kg KS

Graf 1. Vliv granulace na obsah vitamínu C v krmné směsi (souborný efekt K, KR a CH)



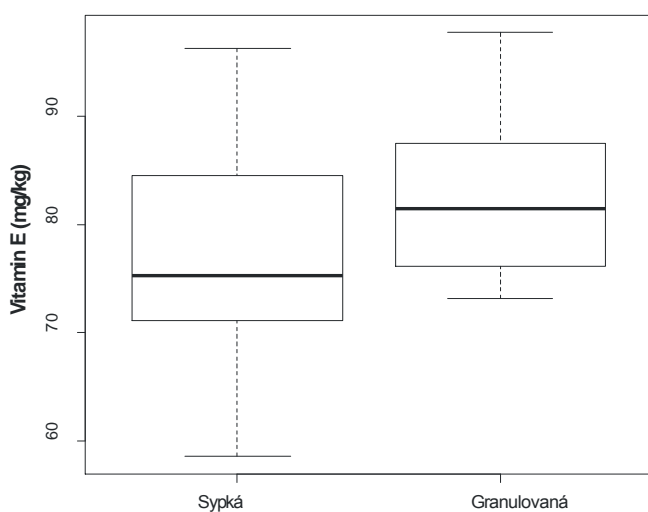
Vitamin E

Tabulka 6 dokumentuje stabilitu vitamínu E. Analyticky stanovený vyšší obsah vitamínu E i vitamínu A v základní krmné směsi než bylo dodáno Aminovitanem nutno přičíst na vrub komponent. Ve 4 týdnech skladování byl zjištěn kladný efekt zdroje vitamínu C na retenci vitamínu E v krmné směsi ($P < 0,05$). Byl potvrzen synergismus vitamínu C a E jako antioxidantů (Bender, 2003). Ve 12 týdnech byla významná interakce zdroje vitamínu C a formy krmné směsi ($P < 0,05$). Tudíž granulace chránila vitamín E před oxidací. Za soubor všech skupin to vyjadřuje graf 2. Uvedené výsledky stability vitamínu E je možné s rezervou srovnat s daty Tavčar-Kalcher a Vengušt (2007), kteří sledovali retenci lipofilních vitamínů v premixech, které neobsahovaly minerální látky. Po 3 měsících klesl obsah vitamínu E o 6 %, a ve zde prezentovaném pokusu o 7-13 %.

Tabulka 6. Stabilita vitamínu E v krmné směsi

Obsah vit. E v KS (mg/kg)	Kontrola		Krystalický		Lutavit		SEM	Směs	VitaminC	Směs*vit.C
	S	G	S	G	S	G				
0. týden	77,29	74,66	79,08	86,25	82,83	79,51	1,597	NS	NS	NS
4. týden	75,13 ^b	85,14 ^a	79,61 ^{a,b}	86,32 ^a	86,40 ^a	88,73 ^a	1,502	NS	0,028	NS
12. týden	71,88 ^c	77,17 ^b	69,11 ^c	78,78 ^b	72,29 ^c	85,91 ^a	1,111	0,047	<0,001	0,042

Graf 2. Vliv granulace na obsah vitamínu E v krmné směsi (souborný efekt)



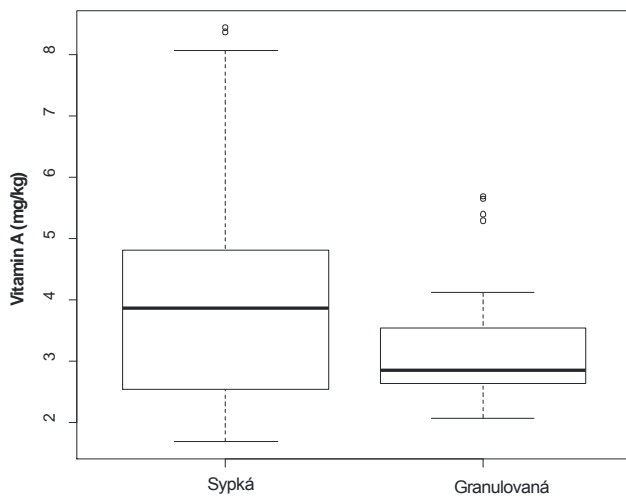
Vitamin A

Stabilita vitamínu A (tabulka 7) byla významně ovlivněna formou krmné směsi ($P < 0,001$ ve 4 týdnech a $P < 0,01$ ve 12 týdnech). Teplota do 70 °C během granulace snížila koncentraci vitamínu A v krmné směsi v průměru o 36 %. Ve skupině s Lutavitem byla nižší oxidace vitamínu A u sypké krmné směsi. Nižší oxidace byla i u granulované krmné směsi, ale pouze ve 4 a 12 týdnech na rozdíl od silného poklesu obsahu vitamínu A bezprostředně po granulaci.

Tabulka 7. Stabilita vitamínu A v krmné směsi

Obsah vit.A v KS (mg/kg)	Kontrola		Krytalický		Lutavit		SEM	Směs	VitaminC	Směs*vit.C
	S	G	S	G	S	G				
0. týden	4,68 ^b	3,61 ^{b,c}	4,35 ^{b,c}	2,98 ^c	6,61 ^a	3,07 ^c	0,029	NS	<0,001	NS
4. týden	2,76 ^c	2,96 ^{b,c}	3,36 ^{b,c}	3,03 ^{b,c}	5,64 ^a	4,05 ^b	0,224	<0,001	NS	NS
12. týden	2,70 ^b	2,61 ^b	2,41 ^b	2,53 ^b	3,63 ^a	3,65 ^a	0,148	0,002	NS	NS

Graf 3. Vliv granulace na obsah vitamínu A v krmné směsi (souborný efekt)



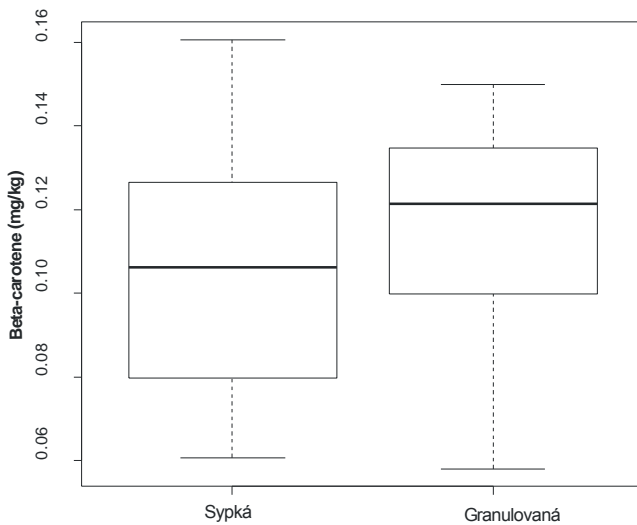
β -karoten

Signifikantní interakce obou faktorů ($P < 0,05$) byla u β -karotenu (tabulka 8) ve 4. týdnu. Betakaroten byl stabilnější ve všech 3 granulovaných krmných směsích ve 12. týdnu skladování.

Tabulka 8. Stabilita β -karotenu v krmné směsi

Obsah β -karotenu v KS (mg/kg)	Kontrola		Krystalický		Lutavit		SEM	Směs	VitaminC	Směs*vit.C
	S	G	S	G	S	G				
	0. týden	0,142 ^a	0,140 ^{ab}	0,117 ^{bc}	0,110 ^c	0,135 ^{ab}				
4. týden	0,113 ^c	0,130 ^{ab}	0,110 ^c	0,127 ^b	0,105 ^c	0,138 ^a	0,003	NS	<0,001	0,049
12. týden	0,080 ^b	0,092 ^a	0,074 ^b	0,099 ^a	0,072 ^b	0,097 ^a	0,002	NS	<0,001	NS

Graf 4. Vliv granulace na obsah β -karotenu v krmné směsi (souborný efekt)



Granulace krmných směsí měla rozdílný vliv na stabilitu sledovaných vitaminů. Negativní efekt granulování byl zaznamenán u vitaminů C a A, zatímco pozitivní působení na antioxidační ochranu bylo u vitaminu E a β -karotenu. Platí to i pro kontrolní skupinu bez přídatku vitaminu C. Grafy 1 – 4 ukazují sumární efekt granulování krmných směsí ve všech skupinách na obsah jednotlivých vitaminů nebo β -karotenu. Protože se nám nepodařilo najít žádné literární údaje o vlivu granulace na stabilitu sledovaných vitaminů, je pravděpodobné, že tyto informace nejsou.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Nové postupy, které přináší metodika, jsou:

1. Vitamin C je antistresový faktor a mimo to zvyšuje oplozenost a líhivost příznivým působením na produkci hormonů. Kyselina askorbová se běžně přidává do pitné vody, zejména v době veder, což je poměrně nepraktické a jsou vyšší ztráty. Závažným nedostatkem je poznatek praxe, že kyselina askorbová slepuje kapátka napáječek. Několik zahraničních farmaceutických firem nabízí takzvané stabilizované zdroje vitaminu C, určené k přidávání do krmných směsí. Dosud chyběl nezávislý test těchto přípravků. K dispozici byly pouze údaje producentů.

2. Askorbyl-2-monofosfát (Lutavit® C Monophosphate 35), zkoušený ve VÚŽV v Praze, prokázal vysokou stabilitu v sypké i granulované krmné směsi po dobu garance 12 týdnů.
3. Krystalická kyselina askorbová je naprosto nestabilní a nevhodná do krmných směsí.
4. (ROVIMIX® C-EC, etylcelulózou chráněný (obdukovaný) vitamin C, doporučovaný do krmných směsí, vykázal větší ztráty než askorbyl monofosfát.
5. Askorbyl monofosfát kladně ovlivnil stabilitu vitaminů E a A.
6. Granulace zvýšila retenci vitaminu E a β -karotenu v krmných směsích. Opak byl zjištěn u vitaminů C a A.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena pro chovatele zvířat a výrobce krmných směsí. Metodika bude využívána firmou XAVERgen, a.s. a dalšími podniky, a to prostřednictvím Českomoravské drůbežářské unie, s níž bude uzavřena smlouva.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Chovatelské praxi je předloženo doporučení, jaký zdroj vitaminu C zvolit, aby byla zachována jeho stabilita v krmných směsích. Cena askorbyl monofosfátu (AM) je vyšší o 52 % a cena etylcelulózou chráněného vitaminu C (ECH) vyšší o 32 % proti ceně krystalického vitaminu C. Přitom ve 12 týdnech skladování krmných směsí zůstalo v průměru pouze 11 % přidaného krystalického vitaminu C, 43 % vitaminu chráněného etylcelulózou, ale 83 % askorbyl monofosfátu. Cena AM je o 15 % vyšší než cena ECH, ale stabilita AM vyšší o 40 % než stabilita ECH. Ve šlechtitelských a rozmnožovacích chovech slepic v ČR se přidává vitamin C různě. Někde pouze v době veder, jinde častěji a někde vůbec. Běžná praxe je přidávání krystalického vitaminu C do vody. Tento postup se ale zdá být nevhodný, protože při něm dochází k ucpávání napáječek. Použití výsledků vyplývajících z metodiky přinese úsporu nákladů vynaložených na zajištění určité hladiny vitaminu C v krmné směsi. Při výpočtu jsme vycházeli z těchto hodnot: náklady na přídavek 100 mg vitaminu C do kg KS pro krystalický vitamin C (0,31 Kč/kg KS) a pro AM (0,47 Kč/kg KS) a se zůstatkem přidaného vitaminu C: 11 resp. 83 %. Pro udržení koncentrace 100 mg vitaminu v krmivu jsou náklady při použití krystalického vitaminu C 2,82 Kč/kg KS a u chráněného AM je to 0,57 Kč/kg KS. Rozdíl v ceně krmné směsi je 2,25 Kč/kg.

VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Bender D.A. (2003). Vitamin C (ascorbic acid). In: Bender D.A. (Ed.), *Nutritional Biochemistry of the Vitamins*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 357–384.
- Deutsch J. C. (2000): Dehydroascorbic acid. *Journal of Chromatography A*, 881, 299–307.
- Eichenberger B., Pfirter H.P., Wenk C., Gebert, S. (2004): Influence of dietary vitamin E and C supplementation on vitamin E and C content and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in different tissues of growing pigs. *Archives of Animal Nutrition*, 58, 195–208.
- EN 12822 (2000). *Foodstuffs – Determination of vitamin E by high performance liquid chromatography measurement of α -, β -, γ -, and δ -tocopherols*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 12823-1 (2000). *Foodstuffs – Determination of vitamin A by high performance liquid chromatography – Part 1: Measurement of all-trans-retinol and 13-cis-retinol*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 12823-2 (2000). *Foodstuffs – Determination of vitamin A by high performance liquid chromatography – Part 2: Measurement of β -carotene*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 14130 (2004). *Foodstuffs – Determination of vitamin C by high performance liquid chromatography*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels.
- Gebert S., Eichenberger B., Pfirter H.B., Wenk C. (2006): Influence of different dietary vitamin C levels on vitamin E and C content and oxidative stability in various tissues and stored m. longissimus dorsi of growing pigs. *Meat of Science*, 73, 362–367.
- McDowell L.R. (1989): *Vitamin in Animal Nutrition: Comparative Aspects to Human Nutrition*. Academic Press, San Diego, CA, pp. 486.
- Pardue S.L., Thaxton J.P. (1986): Ascorbic acid in poultry: a review. *World's Poultry Science Journal*, 42, 107–123.
- Skřivan M., Marounek M., Englmaierová M., Skřivanová E. (2012): Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the composition and oxidative stability of meat of broilers. *Food Chemistry*, 130, 665–669.
- Tavčar-Kalcher G., Venguš A. (2007): Stability of vitamins in premixes. *Animal Feed Science and Technology*, 132, 148–154.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Skřivan M., Marounek M., Englmaierová M., Skřivanová E. (2012): Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the composition and oxidative stability of meat of broilers. *Food Chemistry* 130, 665–669 – příspěvek byl zpracován při řešení výzkumného záměru (projekt č. MZe 0002701404) a při řešení COST Action FA0802 “Feed for Health”.

Skřivan M., Englmaierová M., Dlouhá G., Vít T. (2012): Vitamin C v krmných směsích pro drůbež – volba zdroje. Drůbežářské dny 2012. ČZU v Praze. Sborník z mezinárodní konference, 12–14 – příspěvek byl zpracován při řešení výzkumného záměru (projekt č. MZe 0002701404).

Skřivan M., Englmaierová M., Bubancová I., Dlouhá G. (2012): The stability of vitamin C and other vitamins in the diets of breeding hens. *Animal Feed Science and Technology*, DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2012.06.010 – příspěvek byl zpracován při řešení výzkumného záměru (projekt č. MZe 0002701404).

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

Název: **STABILITA VITAMINU C A DALŠÍCH VYBRANÝCH VITAMINŮ V KRMNÝCH SMĚSÍCH PRO DRŮBEŽ**

Autoři: prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc. podíl práce (20 %)
Ing. Tomáš Vít podíl práce (20 %)
Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D. podíl práce (20 %)
Ing. Gabriela Dlouhá, Ph.D. podíl práce (20 %)
Ing. Ivana Bubancová podíl práce (20 %)

Oponenti: prof. Ing. Eva Straková, Ph.D.
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno
Ing. Jarmila Fischerová
Ministerstvo zemědělství České republiky

ISBN 978-80-7403-099-4

Dedikace: Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE 0002701404

Vydáno bez jazykové úpravy.

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