

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Možnosti využití doplňkových látek ve výživě zvířat

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.

Autor bakalářské práce: Romana Šimková

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Romana ŠIMKOVÁ**
Osobní číslo: **Z15077**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Možnosti využití doplňkových látek ve výživě zvířat**
Zadávající katedra: **Katedra zootechnických věd**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Doplňkové látky příznivě ovlivňují vlastnosti krmiv, zdraví zvířat i jejich užitkové parametry. Zvyšují využití krmiva, jakost živočišných produktů, podporují reprodukci i odolnost zvířat. Jsou zařazovány do kompletních krmných dávek, včetně premixů.

Cílem bakalářské práce je podat přehled o doplňkových látkách, které se využívají ve výživě hospodářských zvířat. Zpracujte literární přehled k dané problematice. Zaměřte se na legislativu upravující používání doplňkových látek, na rozdělení a na možnosti jejich efektivního využití ve výživě hospodářských zvířat. V závěru konkretizujte perspektivy možného využití aditivních látek ve výživě zvířat.

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Opletal, L., Skřivanová, V. 2010. Přírodní látky a jejich biologická aktivita. UK v Praze, Karolinum, 653 s.

Zeman L., Tvrzník P. 2010. Aktualizace předpisů a poznatků v oblasti doplňkových látek. Vědecký výbor výživy zvířat.

Václavková E., Lustyková A., 2010. Fytogenní krmná aditiva ve výživě monogastrů. Krmivářství 6/2010: s 9-10

Amerah AM, Peron A, Zaefarian F, Ravindran V (2011): Influence of whole wheat inclusion and a blend of essential oils on the performance, nutrient utilisation, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. British Poultry Science 52, 124-132.

Nielsen K. B. 2008. Botanicals as feed additives to improve health and production in pigs. Research in pig breeding, 2, (1), 11-18

Mavromichalis I. 2013. Feed additives that can replace antibiotics. Pig International, July/August 2013: s 28-29.

Beran O., Marcinková A. 2012. Probiotika, prebiotika, synbiotika. Krmivářství 6/2012: s 16-17

Odborné a vědecké časopisy; databáze přístupné na internetu

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.

Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: 8. března 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2018



prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Študentské 1688, 370 05 České Budějovice



doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 8. března 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uváděné v přehledu použité literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

.....

Romana Šimková

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce, doc. Ing. Františku Ládovi, CSc., za odborné vedení, ochotu, pomoc a přínosné rady při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Dále tímto děkuji své rodině za trpělivost a podporu v době studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití doplňkových látek ve výživě hospodářských zvířat. Práce je zaměřena na otázku vlivu krmných aditiv na živočišnou produkci, bezpečnost aditivních látek a pravidla jejich zařazování do krmných dávek. Jsou zde charakterizovány skupiny doplňkových látek a popsány konkrétní možnosti využití pro jednotlivé druhy a věkové kategorie zvířat.

Klíčová slova

Doplňkové látky, aditiva, probiotika, enzymy, fytáza.

Summary

The thesis deals with the use of feed additives in the livestock nutrition. It is focused on the influence of additives on the production, safety and rules of their utilisation in feed. The groups of additives and concrete ways of their usage for particular species and age categories are described there.

Key words

Feed additives, additives, probiotics, enzymes, phytase.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Definice doplňkových látek	9
3	Legislativa	9
3.1	Před vstupem ČR do EU	9
3.2	Po vstupu ČR do EU	10
4	Rozdělení doplňkových látek	11
4.1	Technologické doplňkové látky	11
4.1.1	Adsorbenty	12
4.1.2	Antioxidanty.....	12
4.1.3	Emulgátory	14
4.1.4	Konzervanty	17
4.1.5	Regulátory kyselosti.....	17
4.2	Senzorické doplňkové látky	18
4.2.1	Aromatické a zchutňující látky	18
4.2.2	Barviva	18
4.3	Nutriční doplňkové látky	19
4.3.1	Aminokyseliny a jejich soli.....	19
4.3.2	Vitamíny a provitamíny	26
4.4	Zootechnické doplňkové látky	27
4.4.1	Látky podporující trávení.....	27
4.4.2	Látky stabilizující střevní mikroflóru.....	31
4.5	Kokcidostatika a histomonostatika.....	36
5	Závěr	37
6	Seznam použité literatury.....	39

1 Úvod

Výživa je jedním z nejdůležitějších faktorů, kterými lze ovlivnit produkci hospodářských zvířat. Mezi jednotlivými druhy i věkovými kategoriemi jsou rozdíly v nárocích na živiny, kvalitu a strukturu krmiva, které zvíře přijímá v rámci zachování jeho zdraví, produkce a psychické pohody. Tyto nároky mohou být pokryty základními komponenty krmiva. Pokud to tak ale není, je možné do krmiva přidat doplňkové látky. Jedná se o velmi širokou skupinu látek, které mohou plnit různé funkce a liší se také mechanismy účinku. Některé mají například za cíl zvýšit příjem krmiva, jiné naopak zlepšit využitelnost jednotlivých živin, díky čemuž dosáhneme vyšší produkce při stejné spotřebě krmiva. Další zajišťují, že si krmivo dlouho uchovává své vlastnosti a je možné ho zkrmovat i po delším čase.

Používání krmných aditiv je v poslední době na vzestupu. Díky plošnému zákazu používání antibiotických stimulátorů růstu u hospodářských zvířat v EU, který platí od roku 2006, se začalo s hledáním alternativ, které by mohly tyto preparáty nahradit. Díky tomu dnes známe značné množství přírodních i syntetických látek, které mají na zvířata pozitivní vliv. Vždy je však třeba dodržet stanovené dávkování látky, jinak se může objevit opačný efekt a aditiva mohou snížit produkci nebo dokonce poškodit zdraví zvířat. I nadále probíhají výzkumy s cílem najít další potenciálně využitelné látky.

Cílem této bakalářské práce je podat přehled o využití doplňkových látek ve výživě hospodářských zvířat. V jednotlivých kapitolách jsou charakterizovány skupiny a konkrétní příklady aditiv, které se používají. V závěru jsou shrnuty možnosti využití pro jednotlivé druhy a věkové kategorie hospodářských zvířat.

2 Definice doplňkových látek

Doplňkovými látkami v krmivech se rozumí látky, mikroorganismy nebo přípravky, jiné než krmné suroviny a premixy, které se záměrně přidávají do krmiva nebo vody, aby splnily zejména některé z těchto funkcí – měly by

- mít příznivý vliv na vlastnosti krmiva,
- mít příznivý vliv na vlastnosti živočišných produktů,
- uspokojovat potřeby zvířat týkající se výživy,
- mít příznivý vliv na důsledky živočišné výroby pro životní prostředí,
- mít příznivý vliv na živočišnou produkci, užitkovost nebo dobré životní podmínky zvířat, zejména působením na flóru gastrointestinálního traktu nebo trávení krmiva, nebo
- mít příznivý vliv na zbarvení okrasných ryb a ptáků,
- mít kokcidistatický nebo histomonostatický účinek.

Doplňkové látky v krmivech nesmí:

- mít nepříznivý účinek na zdraví zvířat, lidské zdraví nebo na životní prostředí,
- být upravena k prodeji způsobem, který by mohl uvést uživatele v omyl,
- poškozovat spotřebitele zhoršením charakteristických vlastností produktů živočišného původu nebo uvádět v omyl, pokud jde o charakteristické vlastnosti produktů živočišného původu.

(Nařízení ES 1831/2003)

3 Legislativa

3.1 Před vstupem ČR do EU

Jak uvádí ZEMAN a TVRZNÍK (2010), prvním legislativním opatřením, které se v České republice orientovalo na krmivářství, byl zákon 91/1996 Sb., o krmivech a na něho navazujících prováděcí vyhlášky ministerstva zemědělství. Tento zákon implementoval do českého práva většinu požadavků, které EU do konce roku 1995

vydala. V pozdějších letech byl zákon o krmivech mnohokrát novelizován a všechny novely měly vždy za cíl zpracovat aktualizované požadavky Unie. V roce 2000 byla vydána novela č. 244/2000 Sb., která reagovala na nové směrnice evropského společenství doplňující požadavky na výrobu a distribuci krmiv, zejména s ohledem na některé rizikové doplňkové látky a krmiva a na přítomnost nežádoucích látek v krmivech. Dále implementovala do české legislativy principy úředního dozoru a požadavky na provádění kontrol v oblasti výživy zvířat a krmiv. Další novelou zákona o krmivech byl zákon č.21/2004 Sb., ve kterém byly opět zpracovány aktuální předpisy evropského společenství. Na novelu zákona o krmivech navazují novely prováděcí vyhlášky č. 451/2000 Sb., které byly vydány pod čísly 184/2004 Sb. a 77/2005 Sb.

3.2 Po vstupu ČR do EU

OPLETAL (2010) zmiňuje vybrané příklady právních předpisů EU, které se týkají legislativní úpravy využití aditiv v krmivech:

- Směrnice 70/524/EHS týkající se aditiv v krmivech s ohledem na zrušení povolení určitých aditiv
- Směrnice 82/471/EHS týkající se určitých produktů používaných ve výživě zvířat
- Směrnice 87/153/EHS s návodem na posuzování aditiv ve výživě zvířat
- Směrnice 2000/45/ES s analytickými metodami Společenství pro stanovení vitamínu A, E a tryptofanu v krmivech
- Směrnice 2002/32/ES o nepřipustných látkách v krmivech
- Nařízení 866/1999/ES týkající se autorizace nových aditiv a použití nových aditiv v krmivech (enzymy, mikroorganismy)
- Nařízení 1353/2000/ES týkající se trvalého a dočasného schválení nových aditiv, jejich nového použití a nových přípravků v krmivech
- Nařízení 1887/2000/ES o dočasném schválení nových aditiv a jejich použití do krmiv
- Nařízení 418/2001/ES o schválení nových aditiv a jejich použití do krmiv
- Nařízení 937/2001/ES o schválení nových aditiv, výroby nových aditiv, prodloužení dočasných povolení a 10letého povolení aditiv do krmiv
- Nařízení 1831/2003/ES o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat

Od vstupu České republiky do Evropské unie bylo vydáno velké množství předpisů a nařízení, která jsou zaváděna do národní legislativy ČR přímo, bez transformace. Za nejvýznamnější předpis pro oblast krmiv z posledního období je možné považovat nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 183/2005/ES, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv (ZEMAN, TVRZNIČEK, 2010).

Veškeré právní předpisy týkající se doplňkových látek (včetně seznamů povolených doplňkových látek) jsou v původním i aktuálním znění dostupné na internetových stránkách Ministerstva zemědělství České republiky a na stránkách Úřadu pro publikace Evropské unie EUR-Lex.

4 Rozdělení doplňkových látek

Doplňkové látky v krmivech se podle svých funkcí a vlastností zařazují do některé z následujících skupin:

- 1) technologické doplňkové látky
- 2) senzorní doplňkové látky
- 3) nutriční doplňkové látky
- 4) zootechnické doplňkové látky
- 5) kokcidostatika a histomonostatika

(Nařízení ES 1831/2003)

4.1 Technologické doplňkové látky

Technologická doplňková látka je jakákoliv látka přidávaná do krmiva z technologických důvodů. Do této skupiny patří kromě níže uvedených látek také denaturační činidla, konzervanty pro silážování, látky pro kontrolu kontaminace radionuklidy, pojidla, protiaglutinující činidla, stabilizátory, zahušřovadla a želírovací činidla (OPLETAL, SKŘIVANOVÁ, 2010).

4.1.1 Adsorbenty

ZEMAN A TVRZNIK (2010) uvádí, že adsorbenty jsou látky, které absorbují plyny, vážou toxické látky a podporují vylučování škodlivých látek z trávicího traktu. Svou skladbou mohou ovlivnit hospodaření s vodou a různými ionty. Hlavním zástupcem této skupiny je bentonit, vysoce absorbující hornina tvořená směsí jílových nerostů, a přípravky vyrobené na jeho bázi. Dále sem patří hlinitokřemičitanové horniny známé jako zeolity.

Podle SMITHA (2012) je jednou z užitečných strategií, jak snížit obsah mykotoxinů v krmivech zkrmování adsorbentů mykotoxinů. Jsou to dlouhé polymery, které projdou zažívacím traktem a nestráveny jsou vyloučeny ve výkalech. Při průchodu orgány zažívacího traktu vážou malé molekuly mykotoxinů a tím jim zabrání přejít do krve a dále do mléčné žlázy a mléka. Tyto polymery mohou být jak organické, tak anorganické. Výzkumy prokázaly účinnost například glukomannanu z buněčných stěn kvasinek, který byl velmi účinný při snížení přechodu aflatoxinu z krve dojníc do mléka. Podobně efektivní byl bentonit, ale potřeboval pětadvacetkrát vyšší hladinu v krvi pro vyvolání srovnatelného účinku. KISSEL (2012) provedl na holštýnských dojnicích pokus, ve kterém si kladl za cíl zjistit potenciální využitelnost jílu a nestravitelných oligosacharidů z buněk kvasinek pro snížení hladiny aflatoxinu v mléce. V průběhu prvního týdne byla dojnícím podávána směsná krmná dávka (TMR) bez aflatoxinu. Druhý týden byla do TMR přidána kukuřice kontaminovaná tímto mykotoxinem a třetí týden experimentu byl do krmiva přidáván i adsorbent. Byl použit produkt firmy Lallemand s obsahem glukomannanů a aluminosilikátu, Mycosorb firmy Alltech, založený také na kvasinkových glukomannanech a dále Astra Ben 20 – bentonit sodný firmy Prince Agri Products. Nejefektivnější byl právě poslední zmiňovaný přípravek, který při zkrmování snížil obsah aflatoxinu v mléce sledovaných dojníc oproti kontrolní skupině v průměru o 60,4 %.

4.1.2 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky chránící krmiva nebo krmné suroviny před zkažením způsobeným oxidací. Jedná se o látky, které velice snadno vážou kyslík, který je potřebný pro nežádoucí oxidativní změny v krmivech. Přirozeně se vyskytující antioxidanty v kvalitních krmivech jsou vitamin E a C (kyselina L-askorbová). Při výrobě se do krmných směsí, minerálních doplňkových směsí a premixů zpravidla

doplňují syntetické antioxidanty – etoxychin, propylgallát, kyselina citronová, butylhydroxytoluen (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

TANAKA et al. (2008) provedli studii, ve které zjišťovali vztah mezi koncentrací vitamínu C v krevním séru dojnic po prvním otelení a jejich produkcí mléka při tepelném stresu. Čím vyšší byla rektální teplota krav, tím nižší byl obsah vitamínu C v krvi, avšak s rostoucím množstvím vitamínu stoupal denní nádoj. Dále byl stanovován obsah jednotlivých složek mléka – tuk a proteiny byly v negativní korelaci s koncentrací kyseliny askorbové, laktóza však vykazovala korelaci pozitivní.

Tabulka 1: Vztah mezi hladinou vitamínu C v krvi dojnic a denním nádojem (TANAKA et al., 2008).

	VIT. C V KRVI (mg/l)	DENNÍ NÁDOJ (kg)
skupina 1 (vit. C v krvi < 4,93 mg/l)	4,0 ± 0,5	23 ± 6,5
skupina 2 (vit. C v krvi > 4,93 mg/l)	6,0 ± 1,2	29,4 ± 4,8

Pozitivní účinky kyseliny askorbové byly pozorovány také u mláďat nosných kachen. Konkrétně byly sledovány růstové schopnosti a ukazatele imunitního systému. Výsledky prokázaly, že kachňata, kterým byla kyselina podávána v dávce 400 mg/kg krmiva, dosahovala vyšší hmotnosti a průměrných denních přírůstků. S rostoucí dávkou podávaného vitamínu C navíc stoupal obsah imunoglobulinů A, M a G v krevním séru, takže byla posílena obranyschopnost (WANG et al., 2011). Také byl proveden výzkum na nosných slepicích – byl sledován příjem krmiva a kvalitativní parametry vajec. Suplementace vitamínem C (dávka 150 mg/kg krmiva) snížila množství přijatého krmiva, ale zvýšila produkci vajec a ve žloutcích těchto vajec byla vyšší koncentrace vitamínu E. Lipidy ve žloutcích však byly méně stabilní a docházelo k jejich rychlejší oxidaci, vejce se tedy při skladování rychleji kazila (SKŘIVAN et al., 2013).

Tabulka 2: Vztah mezi množstvím přijatého vitamínu C a snáškou vajec nosných slepic (SKŘIVAN et al., 2013).

	DÁVKA VITAMINU C	
	0 mg/kg	150 mg/kg
produkce vajec (g/1 slepici za den)	57,6	58,4
příjem krmiva (g/1 slepici za den)	119	118
hmotnost vajec (g)	62,8	62,8
vitamin E (mg/kg sušiny žloutků)	215,5	240,5

4.1.3 Emulgátory

Podle ZEMANA A TVRZNÍKA (2010), jsou emulgátory látky, které umožňují vznik nebo uchování stejnorodé směsi dvou nebo více nesmíselných látek (např. voda a tuk) v krmivu. Patří mezi ně lecitiny, soli mastných kyselin a jedlých tuků a mono- a diacylglyceroly odvozené od mastných kyselin.

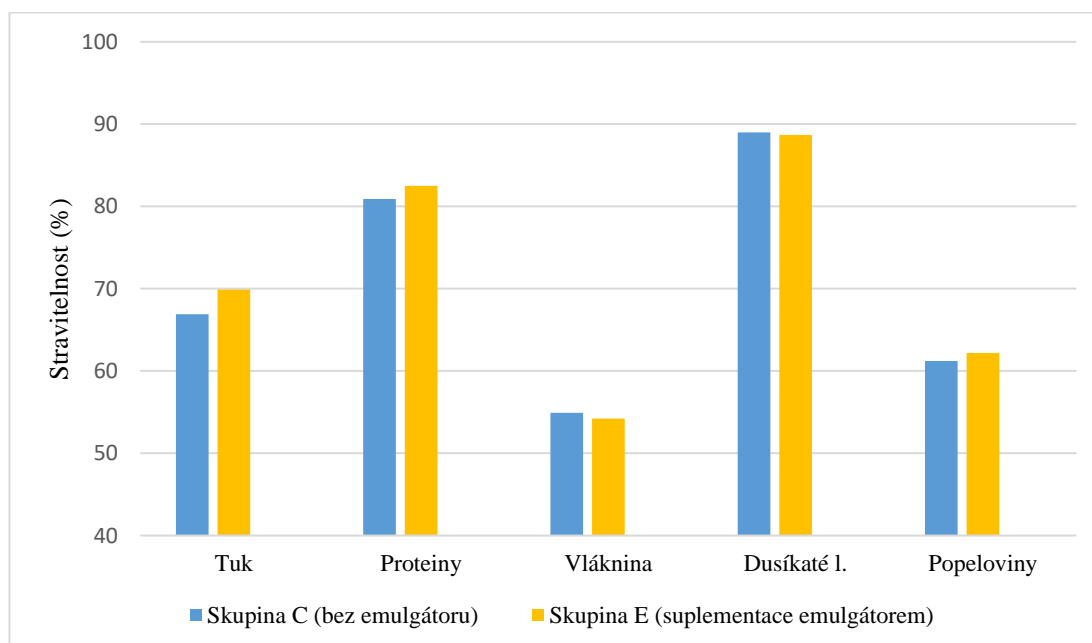
U odstavených selat byly zkoumány dopady přidavku lecitinového emulgátoru v krmné směsi. Pokus proběhl celkem třikrát, pokaždé bylo použito 16 selat v kontrolní skupině (skupina C) a 16 selat suplementovaných (skupina E). Zvířata byla vždy pozorována 28 dní a z pozorování vyplynulo, že stravitelnost jednotlivých živin byla u selat ve skupině E ve většině případů vyšší (DANĚK et al., 2005). Koeficienty stravitelnosti jednotlivých živin jsou zaznamenány v tabulce č. 3 a v grafech č. 1,2 a 3.

Tabulka 3: Koeficienty stravitelnosti živin (%) u selat po 28 dnech podávání emulgátoru (DANĚK et al., 2005).

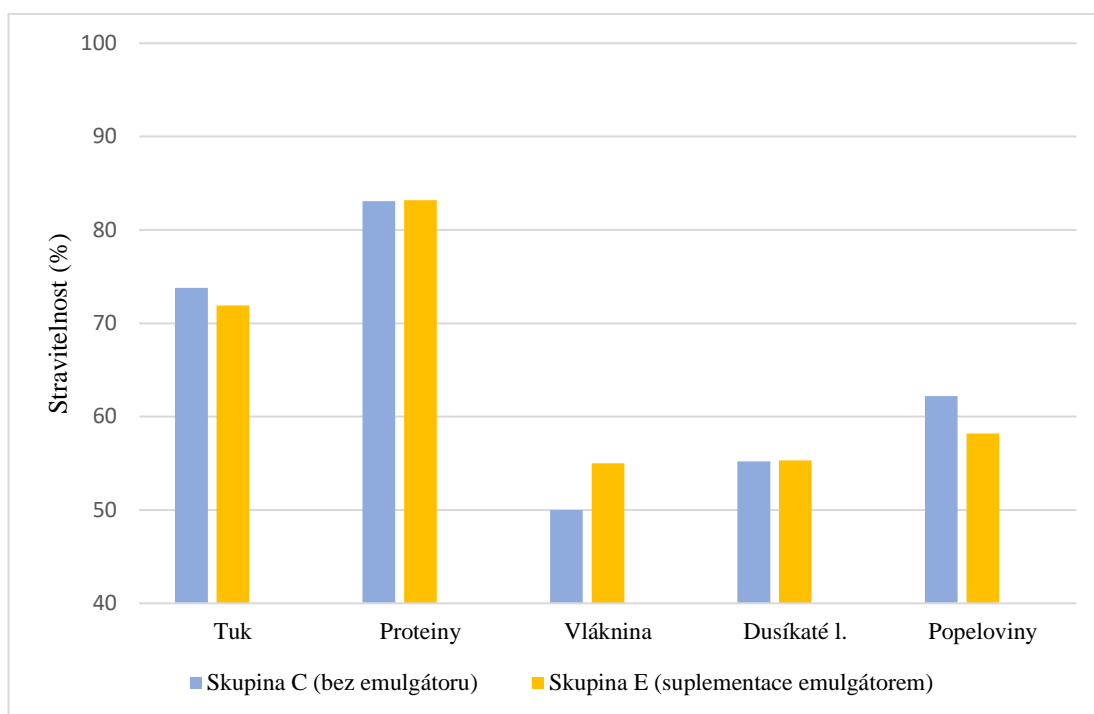
	POKUS 1			POKUS 2			POKUS 3		
	C	E	index zlepšení (%)	C	E	index zlepšení (%)	C	E	index zlepšení (%)
tuk	66,9	69,9	104,5	73,8	71,9	97,3	81,7	83,4	102,1
proteiny	80,9	82,5	102	83,1	83,2	100,1	73,6	82,8	112,5
vláknina	54,9	54,2	98,7	50	55	110	81	80,6	99,5
dusíkaté l.	89	88,7	99,7	55,2	55,3	100,1	82,8	83,7	101,1
popeloviny	61,2	62,2	101,6	62,2	58,2	93,6	84,9	81,7	96,2

C – kontrolní skupina bez příjmu emulgátoru, E – pokusná skupina suplementovaná emulgátorem

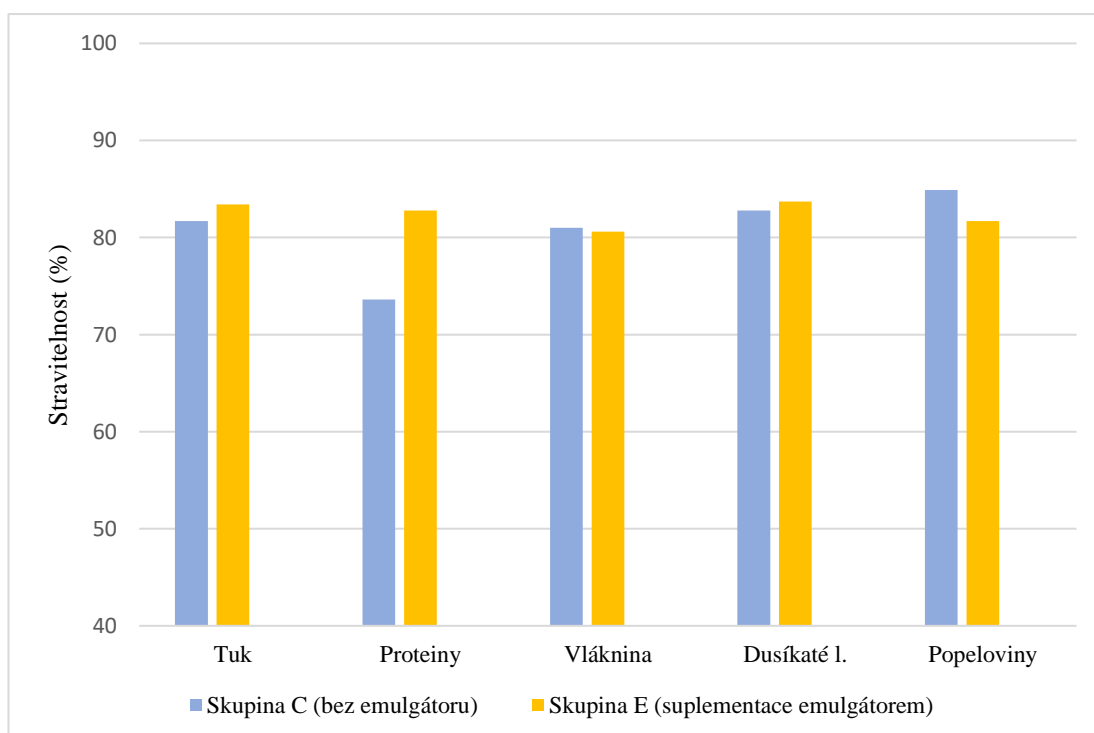
Graf 1: Stravitelnost živin u selat po 28 dnech podávání emulgátoru, pokus č. 1 (DANĚK et al., 2005).



Graf 2: : Stravitelnost živin u selat po 28 dnech podávání emulgátoru, pokus č. 2 (DANĚK et al., 2005).



Graf 3: : Stravitelnost živin u selat po 28 dnech podávání emulgátoru, pokus č. 3 (DANĚK et al., 2005).



4.1.4 Konzervanty

Mezi konzervanty se řadí látky nebo případně mikroorganismy, které chrání krmiva před zkažením způsobeným mikroorganismy nebo jejich metabolity. Pozitivně působí na pH trávicího traktu a mohou mít vliv na snížení patogenů v něm. Významné je podávání především pro mláďata nepřežvýkavých zvířat. Patří sem např. kyseliny benzoová, sorbová, mravenčí, octová, propionová a mléčná (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

CHEN et al. (2017) provedl výzkum, jehož cílem bylo zjistit účinky suplementace kyseliny benzoové na růst, rozvoj a obranyschopnost zažívacího traktu u odstavených selat. 90 prasat bylo náhodně rozděleno do tří skupin. Kontrolní skupině byla podávána pouze základní dieta. Skupiny BA1 a BA2 přijímaly stejné krmivo, avšak obohacené o 2000, resp. o 5000 mg kyseliny/kg krmiva. Po 14 a 42 dnech bylo náhodně vybráno 6 selat pro odběr krve a vzorků tráveniny ze střev. Výsledky ukázaly, že suplementovaná selata měla vyšší tělesnou hmotnost, denní přírůstky a lepší konverzi krmiva. V lačníku těchto selat bylo naměřeno nižší pH a v kyčelníku bylo zjištěno vyšší množství bakterií rodu *Bacillus*, zatímco množství bakterií *Escherichia coli* bylo nižší. Dále kyselina pozitivně ovlivnila střevní stěnu – klky tenkého střeva byly vyšší. Studie prokázala, že kyselina benzoová má pozitivní účinek na rozvoj zažívacího traktu selat a také na jeho bariérovou funkci, díky čemuž jsou selata méně náchylná k onemocněním a rychleji rostou.

4.1.5 Regulátory kyselosti

Do této skupiny patří látky, které upravují pH krmiva v trávicím traktu. Nejčastěji jsou užívány ve výživě přežvýkavců, kde mění pH bachoru. V současné době jsou využívány i ve výživě nepřežvýkavých zvířat, kde se podílejí na snížení negativního dopadu použití syntetické aminokyseliny lysinu. Patří sem hydrogenuhličitan sodný, hydrogenfosforečnan sodný, uhličitan vápenatý, kyselina citronová, jablečná, fumarová a adipová (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

Proběhla studie s cílem zjistit efekty dietární kyseliny citronové (CA) na růstové schopnosti a metabolismus minerálů u brojlerových kuřat. 4 skupiny zvířat po 430 kusech byly krmeny dietou s obsahem 0 %, 0,25 %, 0,75 % a 1,25 % CA po dobu 35 dnů. Každý den byly odebírány vzorky krmiva a výkalů a byl zjišťován obsah vápníku, fosforu a hořčíku a také pH. Zvířata suplementovaná CA měla vyšší tělesnou hmotnost

a zároveň měla lepší konverzi krmiva. Byla také zaznamenána vyšší stravitelnost sledovaných minerálních látek a vyšší obsah těchto minerálů v kostech (ISLAM et al., 2012).

4.2 Senzorické doplňkové látky

4.2.1 Aromatické a zchutňující látky

Jak uvádí ZEMAN A TVRZNÍK (2010), přidáním do krmiva zvyšují aromáty a zchutňovadla jeho atraktivitu tím, že překrývají pachy a chutě některých jeho složek (především minerálních doplňků). Mohou být jak přírodní, tak uměle vyrobené. Patří sem například sacharin, jehož sladivost je ve srovnání s cukrem asi 300x větší. Mezi látky upravující chuť patří také různá okyselovadla (acidulanty), např. kyselina citronová, jablečná, fumarová, adipová aj.

Podle ZELENKY (2012) se sensorická aditiva nejčastěji zařazují do krmných dávek pro mláďata. Činí krmivo přitažlivější a mladá zvířata se naučí žrát co nejdříve. Překrytím nepříjemné chuti nebo pachu některých krmiv umožňují použití levnějších komponent do krmných směsí. Dočasně mohou povzbuzovat k většímu příjmu krmiva. Preferenčními testy bylo zjištěno, že sladká krmiva chutnají skotu, kozám, koním a prasatům. Drůbež je vůči sladkým produktům lhostejná. Ovce upřednostňují kořenité a sladce bylinné (kmín, anýz, fenykl). Chuťové preference se mění i s věkem zvířete – například mláďata savců upřednostňují zchutňovadla s převahou mléčné a vanilkové vůně a chuti. Příliš velká dávka těchto látek může zapříčinit nižší příjem krmiva, protože zvířata mají citlivější čich a chuť než člověk a proto přídatek, který člověk sotva cítí, může být pro zvířata příliš vysoký. Jako zchutňovadla lze použít velké množství jak přírodních, tak i syntetických látek od sušených rostlin a éterických olejů až po kyselinu glutamovou a její soli. Jako sladidlo se nejčastěji používá sacharin a nejvíce se využívá u selat.

4.2.2 Barviva

Barviva krmivům dávají nebo navracejí barvu. Tím se tato krmiva stávají pro určité kategorie hospodářských zvířat atraktivní (především pro selata). Patří sem také látky, které, jsou-li použity v krmivu, dávají barvu potravinám živočišného původu

(dobarvování žloutků konzumních vajec) a dále látky, které mají vliv na zbarvení okrasných druhů ryb nebo ptáků (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

U drůbeže je velmi omezená chemorecepční volba krmiva z důvodu velmi nízkého počtu chuťových pohárků. Výběr je tedy především mechanorecepční a optický, záleží na tvaru, velikosti, tvrdosti a barvě částic předkládaného krmiva. Některé barvy jsou pro zvířata atraktivnější. Krůtata dávají přednost barvě zelené, kuřata zelené a modré. Této skutečnosti využívají někteří výrobci a barví prestarterová krmiva ve vodě rozpustnými barvami. Při jejich použití lze počítat s rychlejším zahájením růstu, mláďata jsou vyrovnanější a lépe prospívají. Dále se barviva využívají především u nosnic konzumních vajec. Většina spotřebitelů dává přednost žloutkům sytě žlutým až oranžovým. Toto zbarvení je způsobeno především xantofyly, například luteinem, zeaxantinem a β -kryptoxantinem. Jejich množství ve žloutcích lze ovlivnit některými krmivy, například vojtěškovou moučkou a kukuřicí. Pro přiměřenou pigmentaci žloutků je třeba přítomnost minimálně 15 mg xantofylů v 1 kg krmné směsi, to odpovídá 40-50% zastoupení žluté kukuřice nebo 2-3 % vojtěškové moučky v krmné dávce. Pro intenzivnější zbarvení se dále používá například extrakt z červené papriky nebo moučka z květů aksamitníku. Ze syntetických barviv se používá kantaxantin a etylester kyseliny apokarotenové. Růžový astaxantin se přidává do krmných směsí pro lososovité ryby chované v akvakultuře i pro ryb okrasné. Dávkování aditiva se určí z tabulky podle požadovaného stupně zbarvení masa. Dále se k tomuto účelu používá např. β -karoten, lutein, zeaxantin, kapsantin, kryptoxantin a další (ZELENKA, 2012).

4.3 Nutriční doplňkové látky

Jedná se o provitaminy, vitaminy a chemicky přesně definované látky se srovnatelným účinkem. Řadí se sem také močovina a její deriváty a stopové prvky (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

4.3.1 Aminokyseliny a jejich soli

V dnešní době se v krmivářském průmyslu používají nejčastěji tyto aminokyseliny: L-lysin, L-threonin, L-tryptofan, DL-methionin. Při zařazení do krmné dávky je nezbytné znát obsah účinné látky (např. v hydrochloridu L-lysinu je 78 %

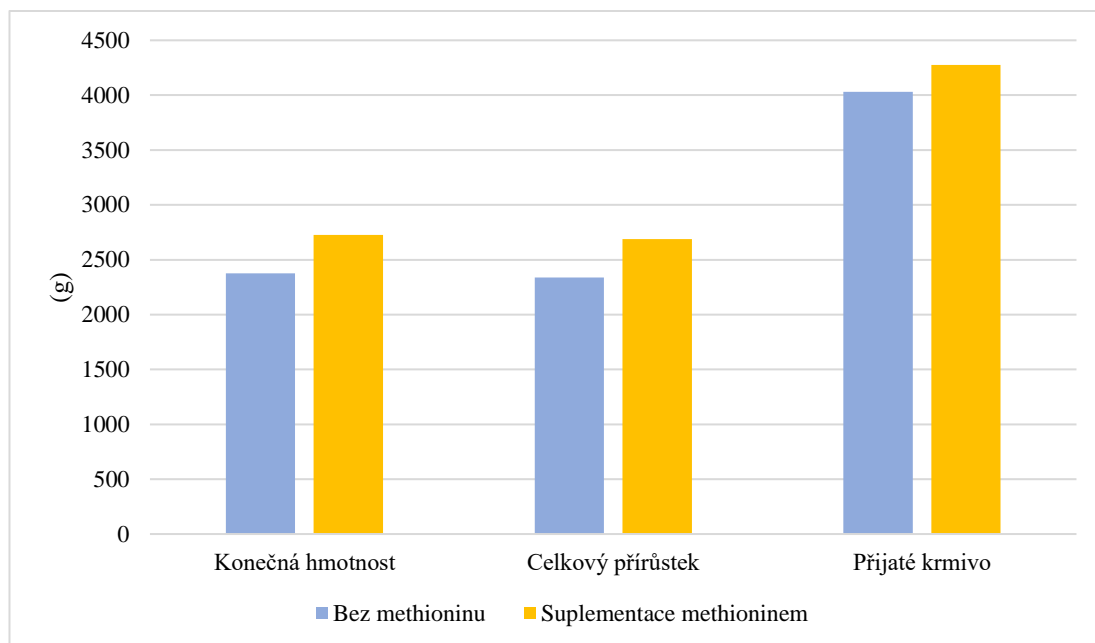
čistého lysinu). Některé aminokyseliny mohou být při jejich deficitu uhrazeny doplňkem jiných aminokyselin (například cystein může být nahrazen methioninem). Vzhledem k tomu, že se v poslední době věnuje stále větší pozornost problematice životního prostředí, může být použití aminokyselin v krmných směsích velmi perspektivní, protože mohou snižovat vylučování dusíku při pokrytí nutričních požadavků zvířat. Pokles exkrece dusíku může dosáhnout až 40 %. Vyvážené směsi zároveň snižují metabolickou zátěž zvířat ve výkrmu. Snížení obsahu dusíkatých látek u mláďat ovlivňuje výskyt poruch trávení a snižuje výskyt průjmů (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

V experimentu provedeném BUNCHASAKEM et al. (2006) byl zjišťován vliv dietárního methioninu na růstové schopnosti, kvalitu jatečného těla a obsah chemických látek v játrech brojlerových kuřat do věku 6 týdnů. Kontrolní skupina byla krmena ad libitum methionin-deficientní dietou založenou na směsi kukuřice a sóji. Druhá skupina dostávala stejné krmivo, avšak obohacené o DL-methionin. Zvířata z druhé skupiny vykazovala v kontrolním období znatelně vyšší přírůstky a také lepší konverzi krmiva, jejich prsní svaly byly větší a navíc byla váhově vyrovnanější. Nebyly pozorovány významné rozdíly mezi chemickým složením jater zvířat z obou skupin, avšak u kuřat přijímajících dostatek methioninu byl zřejmý vyšší podíl jaterního tuku.

Tabulka 4: Vliv suplementárního methioninu na vlastnosti vykrmovaných kuřat (BUNCHASAK et al., 2006).

	bez methioninu	suplementace methioninem
prům. počáteční váha (g)	38,6	38,6
prům. konečná váha (g)	2 376	2 725
přírůstek na váze (g)	2 338	2 687
přijaté krmivo (g/ks)	4 030	4 277
konverze krmiva	1,72	1,59

Graf 4: Vliv suplementárního methioninu na vlastnosti vykrmovaných kuřat (BUNCHASAK et al., 2006).



Obdobné účinky přidaného methioninu prokázal také ZHANG et al. (2010) u králíků. 100 králíků bylo náhodně rozděleno do 5 skupin a bylo jim podáváno krmivo s obsahem methioninu 0, 2, 4, 6 a 8 g/kg krmiva. Zvířata s vyšším příjmem methioninu měla vyšší denní přírůstky a jejich krevní vzorky obsahovaly vyšší množství růstového hormonu. Z výsledků pokusu vyplynulo, že nejvýhodnější množství suplementárního methioninu je 2 g/kg krmné směsi. KAEWTAPPEE et al. (2010) zkoumal vliv přídavku methioninu u prasat. 24 kříženců plemene bílé ušlechtilé prase a landrase o váze přibližně 18 kg bylo rozděleno do tří skupin. Do vody, kterou měla tato zvířata k dispozici k pití, byl přidáván hydroxy-analog DL-methioninu (LMA) v koncentraci 0; 0,05 nebo 0,10 %. Výsledky ukázaly, že přidaný methionin zvýšil množství přijatého krmiva i denní přírůstky a zlepšil konverzi krmiva. LMA v napájecí vodě zároveň zvýšil denní příjem vody, snížil její pH, díky čemuž také kleslo celkové množství bakterií *Escherichia coli*, aniž by byl ovlivněn počet bakterií ve slepém střevě. Dále přídavek LMA vedl k poklesu pH v žaludku a dalších částech trávicího traktu. Navíc byl prokázán pozitivní vliv na strukturu stěny tenkého střeva – klky ve střevě suplementovaných prasat byly vyšší. Díky získaným výsledkům však bylo rozhodnuto, že všechny uvedené efekty byly výsledkem vyšší kvality přijímané vody a ne vyššího příjmu methioninu. Pozitivní vliv dietárního methioninu také prokázala

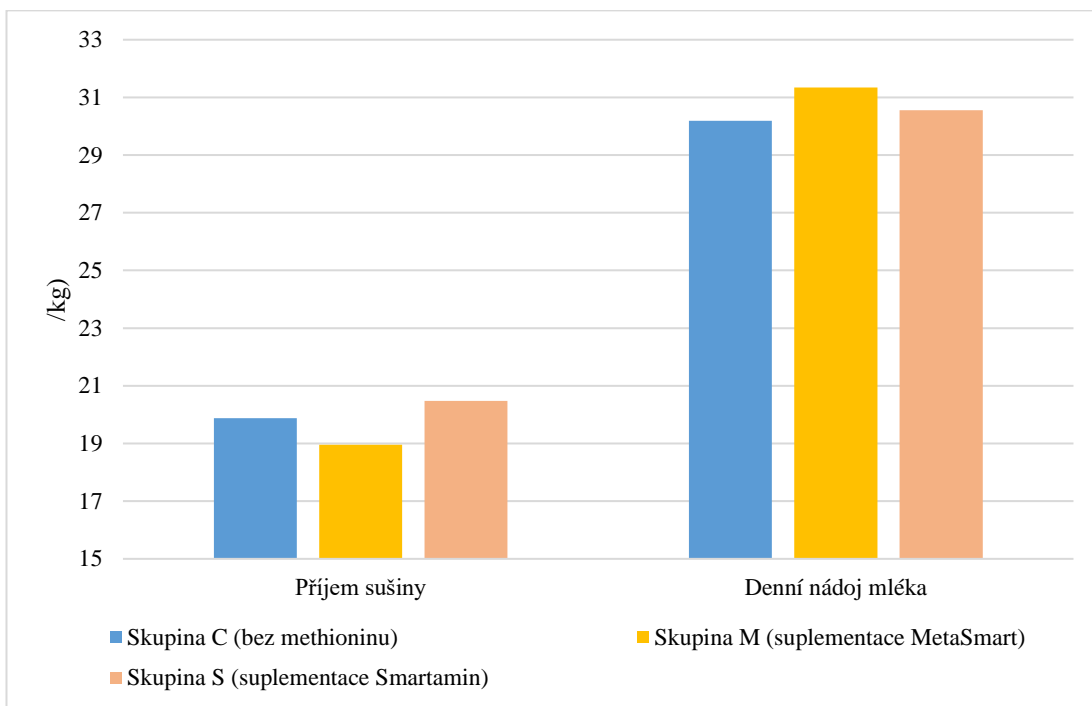
ČERMÁKOVÁ et al. (2010) u vysokoprodukčního skotu. Pro výzkum bylo použito 22 holštýnských a 8 českých strakatých dojnic. Zvířata byla rozdělena do tří vyrovnaných skupin a byla jim podávána krmná dávka založená na kukuřičné siláži, vojtěškové siláži, vojtěškovém seně, pivovarském mlátě a minerálním doplňku. Vše bylo podáváno ve formě směsné krmné dávky (TMR) ad libitum. První skupina měla k dispozici pouze tuto TMR (skupina C). Druhá skupina byla suplementována isopropylesterem kyseliny 2-hydroxy-4-(methylthio)-butanové, komerčně dostupným pod názvem MetaSmart, v množství 42,5 g/kus a den (skupina M). Třetí skupina byla suplementována methioninem ve formě přípravku Smartamin v dávce 19 g/kus a den (skupina S). Výzkum trval celkem 4 týdny, dojnicím byly odebírány vzorky krve a mléka. U zvířat s přídatkem MetaSmartu byl zaznamenán nižší příjem sušiny (18,96 kg), na rozdíl od krav s přídatkem Smartaminu, ty přijímaly průměrně 20,48 kg sušiny denně. Navzdory nižšímu příjmu sušiny však dojnice ze skupiny M produkovaly nejvíce mléka – průměrně 31,34 kg. Dojnice S také vykazovaly vyšší produkci než dojnice C. U obou suplementovaných skupin byl zjištěn vyšší obsah mléčných bílkovin a β -kaseinu.

Tabulka 5: Průměrný příjem sušiny, produkce mléka a mléčných složek u dojnic suplementovaných methioninem (ČERMÁKOVÁ et al., 2010).

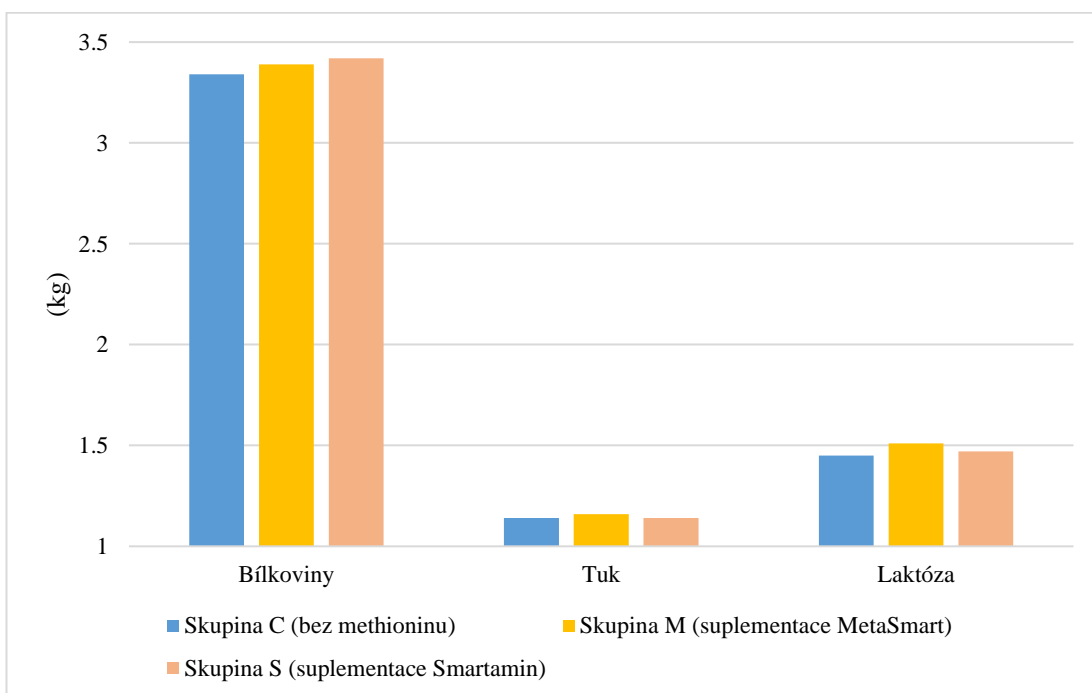
	SKUPINA C	SKUPINA M	SKUPINA S
příjem sušiny (kg)	19,88	18,96	20,48
nádoj mléka (kg)	30,19	31,34	30,56
bílkoviny (%)	3,34	3,39	3,42
bílkoviny (kg)	1,00	1,05	1,03
tuk (%)	3,80	3,75	3,75
tuk (kg)	1,14	1,16	1,14
laktóza (%)	4,79	4,80	4,78
laktóza (kg)	1,45	1,51	1,47

C – bez methioninu, M – suplementace MetaSmart, S – suplementace Smartamin

Graf 5: Průměrný příjem sušiny a produkce mléka u dojnic suplementovaných methioninem (ČERMÁKOVÁ et al., 2010).



Graf 6: Produkce mléčných složek u dojnic suplementovaných methioninem (ČERMÁKOVÁ et al., 2010).



WATANABE et al. (2015) uvádí, že glutamát je látka, která významně ovlivňuje chuť masa. Byla prokázána přímá spojitost mezi dietárním lysinem a obsahem volného glutamátu a dalších chuťově aktivních komponentů v mase brojlerových kuřat. Čtrnáctidenním kuřatům bylo po 10 dní podáváno krmivo se 100% nebo 150% doporučenou denní dávkou lysinu a poté byla sledována koncentrace volných aminokyselin a jejich metabolitů v krevní plasmě, ve svalovině a v játrech. Hladina volného glutamátu ve svalech byla u kuřat přijímajících větší množství lysinu až o 44% vyšší. Výsledky tedy poukazují na to, že krátkodobé krmení dietou s vysokým obsahem lysinu může zlepšit chuť masa. Při výzkumu u starších kuřat však WATANABE prokázal opačný efekt. 28 dní stará kuřata dostávala po 10 dní pouze 90 % doporučené denní dávky lysinu a obsah glutamátu v jejich svalovině byl vyšší o 37,5 % než u kuřat v kontrolní skupině se 100% pokrytím denní dávky.

Betain je derivát aminokyseliny glycinu se třemi methylovými skupinami. Jedná se o metabolit rostlinných pletiv i živočišných tkání. U rostlin je betain syntetizován a akumulován zejména jako osmoprotektant a ochrana proti tepelnému stresu. U zvířat betain vzniká oxidací cholinu, nebo je přijímán v potravě. V průběhu posledních desetiletí bylo provedeno několik studií, které měly za cíl zjistit potenciální efekt přísad betainu na živočišnou produkci. Byl prokázán pozitivní vliv na odolnost zažívacího traktu u drůbeže a prasat vůči osmotickému stresu při průjemových onemocněních a kokcidiózách. Také se objevily důkazy o tom, že dietární betain může zlepšit stravitelnost některých živin. Jako produkt oxidace cholinu se betain podílí na přenosech metylových skupin v metabolických drahách organismu. Vzhledem ke snadnému odštěpení metylových skupin je poskytuje pro syntézu různých metabolicky aktivních sloučenin jako je kreatin nebo karnitin. Přídavek betainu může snížit požadavky na jiné zdroje metylových skupin, například metionin nebo cholin. Studie také prokázaly, že betain zvyšuje využitelnost dietárního proteinu a snižuje ukládání tělesného tuku (EKLUND a kol., 2005). Ke stejnému závěru došel také FERNANDES-FIGARES et al. (2002). Ve skupině 32 vepřů o hmotnosti 36-64 kg byl při zkrmování betainu v množství 0-5 g/kg směsi zaznamenán snížený obsah tuku v mase až o 10 % a výška hřbetního sádla byla menší až o 26 %. Obsah proteinu v mase oproti tomu vzrostl až o 19 %. WANG et al. (2017) přidával 120 mladým prasnicím do krmné dávky betain v množství 0 mg, 1250 mg a 2500 mg na kilogram krmné směsi. Experiment trval 42 dní po sedmidenním adaptačním období. Po ukončení bylo zjištěno, že ve svalech prasat s doplňkem betainu byl znatelně vyšší

obsah volných mastných kyselin, v krevním séru jich však bylo výrazně méně. Stejně tak byla v krvi nižší koncentrace cholesterolu, avšak ve svalech ho bylo více.

L-karnitin podporuje normální růst a vývoj organismu, působí preventivně proti vývoji některých kardiovaskulárních onemocnění (hyperlipidemii), chrání příčně pruhovanou svalovinu proti vlivu metabolických destruktivních procesů a podílí se na její výstavbě, chrání játra a ledviny vůči některým onemocněním a napomáhá organismu při zužitkování živin z potravy. Má velký význam u mláďat. V plemenářství slepic se osvědčila přísada L-karnitinu jako prevence náhlého úmrtí zvířat (OPLETAL, 2004). JAMES et al. (2013) zkoumal spojitost mezi přidávkem L-karnitinu a stresem prasat. Základní myšlenka byla, že by mohl mít L-karnitin pozitivní vliv na zvířata stresovaná agresivní manipulací ze strany ošetřovatelů. Zkoumaná prasata byla rozdělena do skupin a polovině z nich byl podáván karnitin v dávce 50 mg/kg krmné směsi. Všechna prasata byla vykrmena na váhu 118 kg a poté byla podrobena manipulačnímu testu, kdy musela třikrát projít uličkou dlouhou 50 m a na jejím konci vystoupit a opět sestoupit po nakládací rampě se sklonem 15° nebo 30°. Část zvířat byla ošetřovateli poháněna pouze minimálně a trasu procházela v pomalém tempu. Ostatní prasata však byla agresivně nucena k vysokému tempu a třikrát popohnána elektrickým pohaněčem. Všem zkoumaným prasatům byly odebrány vzorky krve před, ihned po a 1 hodinu po skončení testu a také jim byla rektálně měřena tělesná teplota. Sledovalo se krevní pH, obsah laktátu, krevní laktát-dehydrogenázy a kortizolu. U zvířat krmených karnitinem bylo v krvi zjištěno méně laktátu ihned po skončení testu, avšak neprokázalo se, že by L-karnitin zkrátil čas, který prasata vystavená agresivnímu zacházení potřebovala pro návrat sledovaných parametrů na původní hodnoty, nemá tedy význam ho využívat jako prostředek ke snížení dopadů prožitého stresu. Tento výzkum však ukázal důležitost mírného zacházení a správné manipulace s vykrmovanými prasaty. LÖSEL et al. (2009) zjistil, že selata s nízkou porodní hmotností vykazují menší počty myofibrilů v kosterních svalech při narození a v průběhu života oproti selatům, která měla při narození střední nebo vyšší hmotnost. Tento jev je spojen s nižšími přírůstky a kvalitou jatečně opracovaného těla. U selat s nízkou hmotností, kterým byl po narození (od 7. do 27. dne života) podáván karnitin v dávce 400 mg/den, se zlepšila energetická bilance díky intenzivnější oxidaci mastných kyselin. Důsledkem toho byla stimulována tvorba myofibrilů, čímž se částečně kompenzoval jejich nedostatek.

4.3.2 Vitamíny a provitamíny

Vitamíny jsou nízkomolekulární sloučeniny, které jsou syntetizovány autotrofními organismy. Jejich struktura je velmi různorodá a díky tomu jsou různé i funkce, které v organismu plní. V určitém malém množství jsou nezbytné pro procesy látkové přeměny a regulaci metabolismu zvířat. Nejsou však zdrojem energie, ani neslouží jako stavební materiál, většinou fungují jako součást katalyzátorů chemických reakcí. Provitamíny jsou tzv. prekurzory vitaminů – jsou to látky, ze kterých dokáže organismus vitamíny syntetizovat. Patří sem např. β -karoten, který je provitaminem retinolu (vitaminu A). V krmivech se vyskytují v různém množství od $\mu\text{g}/\text{kg}$ až po tisíce mg/kg (ZEMAN A TVRZŇÍK, 2010).

REILLY et al. pozoroval příznivé účinky suplementárního biotinu (vitamin B₇) u koní. Skupině shetlandských poníků byl podáván biotin v dávce 0,12 mg/kg živé váhy a po pěti měsících byla posuzována kvalita jejich kopytní rohoviny. Rohovina přirostla v průměru o 5 mm více ve srovnání s kontrolními zvířaty. U prasat byl sledován vliv nadbytečného příjmu riboflavinu (vitaminu B₂) a dalších vitaminů skupiny B. Prasata byla rozdělena do pěti skupin a krmena standartní dietou na bázi ječmene, pšenice, kukuřice a sóji. Jednotlivým skupinám byla do krmiva přidávána 400% nebo 800% doporučená denní dávka vitaminu B₂, B₆, a kyseliny pantotenové nebo biotinu, ostatní vitamíny byly doplňovány v mezích doporučené denní dávky. Vyhodnocovaly se růstové schopnosti zvířat, charakteristiky jatečných těl, hladiny vitaminů v krvi, játrech a svalovině. Rychlost růstu nebyla ovlivněna, avšak prasata s vyšší dotací B vitaminů měla výrazně vyšší podíl hřbetního tuku. Co se týče vitaminu B₂, jeho koncentrace v krvi, svalech i játrech byla u všech skupin přibližně stejná. Naopak obsah vitaminu B₆ ve svalech testovaných zvířat byl mnohem vyšší, stejně jako obsah kyseliny pantotenové i biotinu. Hladina vitaminů v játrech odpovídala u vitaminu B₆, kyseliny pantotenové i biotinu přijímané dávce. Výsledky tedy ukazují, že přidávkem vitaminů B nelze pozitivně ovlivnit růst prasat, ale lze zvýšit obsah těchto vitaminů v mase a játrech (BÖHMER a kol., 2007).

4.4 Zootechnické doplňkové látky

Kromě enzymů, probiotik a prebiotik tato skupina zahrnuje také látky příznivě působící na životní prostředí. Přidáváním těchto látek do krmných směsí lze snížit tvorbu amoniaku ve výkalech. Aplikují se do krmiva, vody, na hlubokou podestýlku, rošty, skládky exkrementů, chlévského hnoje a kejdy (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

4.4.1 Látky podporující trávení

Látky z této skupiny přidáním do krmiva zlepšují proces trávení prostřednictvím svého působení na krmné suroviny. Jedná se o enzymatické preparáty, které se používají nejčastěji do směsí s vysokým obsahem ječmene a pšenice. Neškrobové polysacharidy obsažené v těchto obilovinách zahušťují obsah trávicího traktu, zabráňují jeho promíchání a narušují působení trávicích enzymů. Hlavním důsledkem je snížení stravitelnosti živin a využitelnosti energie. Aditivní enzymy mají za úkol štěpit tyto dlouhé polysacharidové řetězce. Další možnost využití přídavku enzymů je zvýšení využití fytátového fosforu z rostlinných produktů. Enzym fytasa dokáže fosfor vázaný ve formě fytátů uvolnit prostřednictvím hydrolytického štěpení. (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

VÁCLAVKOVÁ (2009) uvádí, že rozvoj biotechnologií umožnil výrobu a využití značného množství enzymů ve výživě zvířat. Využívají se především ve výživě monogastrů. Prvními enzymy, které se zařazovaly do krmných dávek, byly xylanáza, β -glukanáza a další enzymy štěpící neškrobové polysacharidy. Využívaly se zejména v krmných směsích pro drůbež. Už v 70. letech minulého století zjistil dr. Nelson se svým kolektivem lepší využití fosforu z fytátu a jeho zvýšené ukládání do kostí u drůbeže, která byla krmena směsí s přidanou fytázou. Fosfor ve formě fytátu je pro monogastry pouze částečně dostupný, přežvýkavci ho naopak dokáží využít velmi dobře, protože fytát je v batoru hydrolyticky štěpen. Fosfor, který není zvířetem využit, je z těla odváděn prostřednictvím výkalů a moči. Odtud se dostává do půdy a při deštích je splaven do povrchových vod. OWUSU-ASIEDU et al. (2012) uskutečnil experiment, ve kterém byla zjišťována efektivita přidávání xylanázy a β -glukanázy do krmiva prasat. Krmná směs byla založena převážně na pšenici a ječmeni. V první části bylo použito 192 prasat o tělesné hmotnosti 6,5 kg a po 42 dní byl sledován jejich růst. Suplementovaná prasata vykazovala oproti kontrolním vyšší přírůstek až o 20 %. Ve

druhé části výzkumu byla sledována využitelnost energie a stravitelnost aminokyselin u čtyř vepřů o hmotnosti 21 kg. Oba sledované ukazatele byly u prasat suplementovaných směsí enzymů vyšší. Prasata tedy dokázala využít více energie a aminokyselin z diety.

Tabulka 6: Vliv dietární xylanázy a β -glukanázy na růst a stravitelnost živin u prasat (OWUSU-ASIEDU et al., 2012).

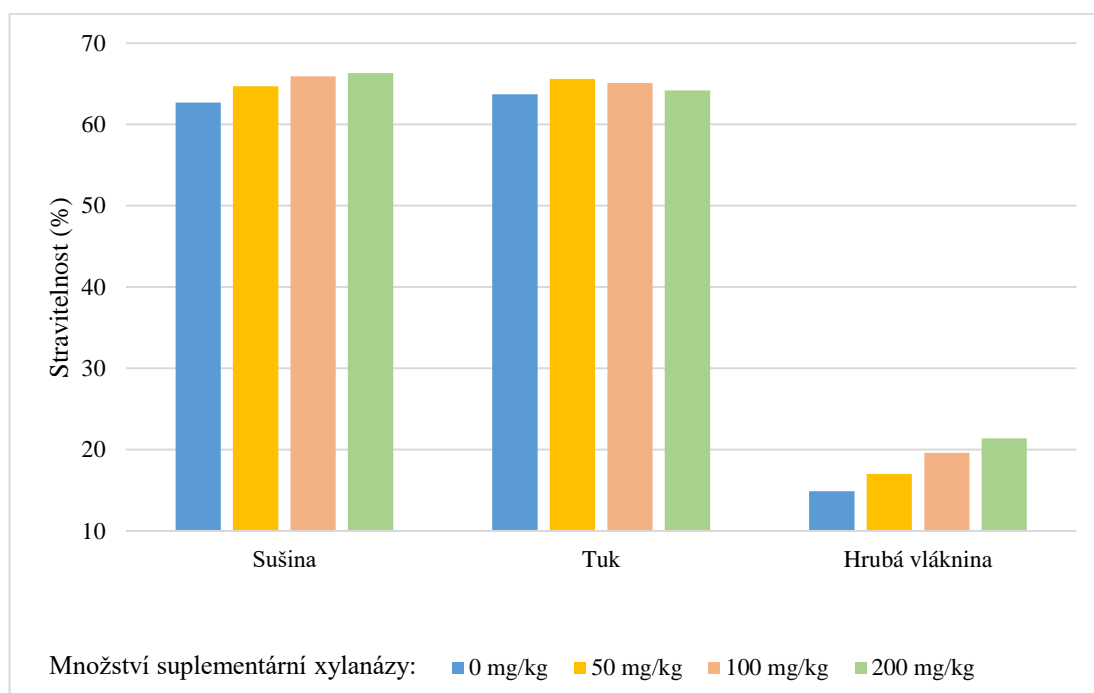
	MNOŽSTVÍ SMĚSI ENZYMŮ XYLANÁZY A β-GLUKANÁZY (g/t krmiva)			
	0	50	100	200
Průměrný přírůstek (kg)	0,5	0,5	0,51	0,52
Využitelnost energie (%)	64	67,3	66,7	68,6
Stravitelnost argininu (%)	59,8	61,3	62,4	65,4
Stravitelnost histidinu (%)	69,2	70,8	70,1	72,6
Stravitelnost isoleucinu (%)	68,7	74,6	77,0	78,0
Stravitelnost leucinu (%)	68,8	72,3	74,1	75,1
Stravitelnost methioninu (%)	62,9	64,8	65,1	66,4
Stravitelnost fenylalaninu (%)	69,9	71,8	73,1	74,9
Stravitelnost threoninu (%)	80,8	81,6	81,3	83,0
Stravitelnost valinu (%)	80,3	82,1	82,4	82,8
Prům. stravitelnost aminokyselin (%)	69,6	71,9	72,6	74,2

Prospěšnost zkrmování xylanázy popsal také BRESTENSKÝ et al. (2011). U suplementovaných prasniček byla zjištěna lepší stravitelnost sušiny, tuku a vlákniny, viz tabulka a graf č. 7.

Tabulka 7: Stravitelnost živin u prasat suplementovaných xylanázou (BRESTENSKÝ et al., 2011).

	MNOŽSTVÍ PŘIDANÉ XYLANÁZY (mg/kg krmiva)			
	0	50	100	200
Stravitelnost sušiny (%)	62,7	64,7	65,9	66,3
Stravitelnost tuku (%)	63,7	65,6	65,1	64,2
Stravitelnost hrubé vlákniny (%)	14,9	17,0	19,6	21,4

Graf 7: Stravitelnost živin u prasat suplementovaných xylanázou (BRESTENSKÝ et al., 2011).



NGUYEN et al. (2016) použil celkem 480 brojlerových kuřat o hmotnosti přibližně 42 g k pětitydennímu testu, ve kterém zjišťoval účinky suplementace multi-enzymovým preparátem. Pro test byly sestaveny 2 diety – vysoce energetická (HE) a nízkoenergetická (LE). Kuřata byla rozdělena do skupin a byly jim podáván buď pouze základní diety HE a LE, nebo diety obohacené o směs enzymů proteázy, amylázy,

xylanázy, glukonázy, pektinázy, galaktosidázy a fytázy. Byla sledována tělesná hmotnost a příjem krmiva a zároveň byly odebrány vzorky exkrementů pro zjištění stravitelnosti živin a množství vylučovaného amoniaku a sulfanu. Kuřata krmená směsí s enzymy vykazovala vyšší přírůstky a také vyšší hmotnost prsních svalů po porážce. Navíc byly v jejich exkrementech zaznamenány nižší hladiny amoniaku a sulfanu.

PATRÁŠ et al. (2006) zkoumal u 6 prasnic s hmotností 50 kg účinek fytázy na stravitelnost fosforu a dusíku. Byly krmeny dietou s obsahem fosforu 2,3 g/kg, která se skládala z ječmene (dieta B) nebo sójové mouky (dieta S) a nebo jejich kombinace (dieta BS). Přidání fytázy do krmiva způsobilo vzrůst stravitelnosti fosforu u diety S z 56,5 na 69,0 % a u diety BS z 57,2 na 65,2 %. U diety B nebyly rozdíly ve stravitelnosti statisticky významné. Suplementace fytázou měla za důsledek nižší vylučování fosforu u prasat krmených dietou S a BS a to o 25, respektive 14 %. U zvířat s dietou B byla znatelně vyšší exkrece fosforu močí. Přídavek fytázy nijak neovlivnil stravitelnost dusíku. Výzkum, který byl proveden ENGELMAIEROVOU et al. (2015), měl za cíl zjistit účinky různého množství přidané fytázy do krmiva nosných slepic. Toto krmivo obsahovalo malé množství nefytátového fosforu (NPP, 1,8 a 2,1 g/kg krmiva). Sledovalo se množství a kvalita snesených vajec, stravitelnost vápníku a fosforu a druhy bakterií zastoupených v mikroflóře tenkého a slepého střeva. Fytáza byla podávána v množství 0, 150, 250 a 350 fytázových jednotek (FTU)/kg krmiva. Kompletní výsledky výzkumu jsou zaznamenány v tabulce 8. Dieta s 2,1 g/kg NPP a 350 FTU/kg zvýšila hmotnost vajec a celkovou produkci vaječné hmoty, avšak u těchto vajec byl nejvyšší procentuální obsah vaječné skořápky a nejvyšší tloušťka skořápky. Suplementace 350 FTU/kg spolu s 1,8 g/kg NPP zlepšila parametry skořápky na úroveň srovnatelnou s přídavkem 2,1 g/kg NPP, nedostatek nefytátového fosforu tedy lze vyvážit přídavkem fytázy. Množství 350 FTU/kg fytázy spolu s 1,8 g/kg NPP zvýšilo stravitelnost fosforu o 7,4 %.

Tabulka 8: Vztah mezi množstvím dietární fytázy a produkcí vajec nosných slepic (ENGELMAIEROVÁ et al., 2015).

NPP	1,8 g/kg				2,1 g/kg			
	0	150	250	350	0	150	250	350
F (FTU/kg)								
Hmotnost vajec (g)	64,7	65,8	65,9	65,8	64,5	64,9	67,0	63,1
Hmotnost vyprodukované vaječné hmoty (g/den)	62,6	64,0	62,7	63,6	62,1	62,1	63,8	59,8
Příjem krmiva (g/den/ks)	118,8	116,9	115,6	115,2	118,0	119,4	120,4	115,3
Příjem krmiva (g/snesené vejce)	122,8	120,3	121,7	119,3	122,6	125,0	126,4	121,9
Konverze krmiva	1,90	1,82	1,84	1,81	1,90	1,93	1,89	1,93

NPP - nefytátový fosfor, F - množství přidávané fytázy

4.4.2 Látky stabilizující střevní mikroflóru

ZEMAN A TVRZNÍK uvádí, že tato skupiny zahrnuje mikroorganismy a chemicky přesně definované látky, které po přidání do krmiva mají příznivý účinek na mikroflóru trávicího traktu. OPLETAL (2010) ve své studii uvádí, že probiotika jsou kultury životaschopných mikroorganismů, které mají po požití pozitivní vliv na hostitelský organismus. Mění zastoupení mikroflóry v zažívacím ústrojí a pomáhají zvířatům dosáhnout vyšší užitkovosti. Používají se ke kolonizaci gastrointestinálního traktu u mladých zvířat nebo po antibiotické léčbě.

Mikroorganismy musí splňovat určité podmínky, aby mohly být součástí probiotického přípravku. Musí mít:

- stabilitu a schopnost přežít v krmivu,
- schopnost množit se i po průchodu žaludkem,
- schopnost blokovat účinky škodlivých mikroorganismů nebo vylučovat metabolity, které omezují růst škodlivých bakterií.

(BERAN, 2012)

Podle HAYAKAWY et al. (2016) můžeme nejlépe pozitivní vliv probiotik pozorovat u zvířat, která prochází určitým obdobím spojeným se zvýšeným stresem, jako je například porod a začátek laktace. U březích prasnic byly použity probiotické bakterie *Bacillus mesentericus* (množství 10^8 CFU/g - kolonie tvořících jednotek na gram krmiva), *Clostridium butyricum* (10^8 CFU/g) a *Enterococcus faecalis* (10^9 CFU/g). Hmotnost vrhů narozených těmto prasnicím byla vyšší a zkrátila se doba od porodu do projevení první říje. Během laktace také prasnice přijímaly více krmiva. Navíc byla u selat těchto matek zaznamenána nižší frekvence výskytu průjmových onemocnění a selata rychleji rostla.

Kokcidióza je intestinální parazitární infekce a jedna z nejčastějších a ekonomicky nejnáročnějších nemocí u drůbeže. Navíc se u zvířat napadených kokcidiemi často objevují sekundární infekce bakteriemi *Clostridium perfringens*, které způsobují nekrotickou enteritidu. Dřívější výzkum prokázal, že kultury *Bacillus amyloliquefaciens* mohou inhibovat růst *C. perfringens*. Proto byla provedena studie s cílem zjistit, jak efektivní by bylo využití BA za účelem potlačení kolonizace střev *C. perfringens*. Bylo použito celkem 20 brojlerů, 10 z nich bylo suplementováno (2×10^5 CFU/g krmiva), zbylých 10 přijímalo pouze základní dietu. Všechna kuřata byla ve věku 28 dnů nakažena kokcidiemi *Eimeria tenella* a *Eimeria maxima* v množství 5000 oocyst od každého druhu. Po zabití byla vyšetřena střeva všech ptáků a bylo zjištěno, že podávání probiotik redukovalo projevy kokcidiózy (např. léze na střevní stěně). Také byl rozdíl ve skladbě střevní mikroflóry, ve střevech suplementovaných brojlerů byly potlačeny kolonie *C. perfringens* a *E. coli* a převládaly kolonie *Faecalibacterium prausnitzii* a bakterií rodu *Lactobacillus* (TSUKAHARA, 2017). Výzkum ohledně účinku probiotik byl proveden také u telat dojného skotu. 24 novorozených holštýnských telat bylo rozděleno do tří skupin. Kontrolní skupina

přijímala mléčnou náhražku bez přídavku probiotika. Náhražka druhé skupiny byla obohacena o $1,7 \times 10^{10}$ CFU *Lactobacillus plantarum* na kus a den. Dieta třetí skupiny obsahovala stejné množství *L. plantarum* a navíc ještě $1,7 \times 10^8$ CFU *Bacillus subtilis*. Výsledky neukázaly podstatný rozdíl v příjmu sušiny nebo v průměrných denních přírůstcích, ale u telat z druhé a třetí skupiny byla zaznamenána lepší konverze krmiva. Stravitelnost většiny živin nebyla zásadně ovlivněna, rozdíl byl patrný pouze u stravitelnosti fosforu a bílkovin - v obou případech byla stravitelnost vyšší u suplementovaných zvířat. Telata z druhé a třetí skupiny také měla ve věku 2 měsíců v krvi vyšší množství T-lymfocytů a nižší hladinu hormonu kortizolu, což znamená, že byla odolnější vůči stresu (ZHANG, 2015).

Termínem prebiotika se označuje nestravitelná část krmiva, která selektivně stimuluje růst prospěšných bakterií ve střevě, z čehož těží hostitel. Tyto látky, primárně odvozované od nestravitelných oligosacharidů, procházejí zažívacím traktem zvířete, aniž by byly stráveny a poskytují vhodný substrát pro růst žádoucích bakterií (BERAN, 2012). Prebiotické mannooligosacharidy (MOS) působí v zažívacím traktu zvířat podobně jako antibiotické stimulatory růstu. Brání adhezi škodlivých mikroorganismů (např. *E-coli*, *Salmonella*) na sliznici trávicí trubice tím, že se přichytí na vazebná místa, která jsou přímo na povrchu patogenních buněk. Prebiotické fruktooligosacharidy jsou složitější cukry nevyužitelné pro mikroorganismy rodu *E-coli* a *Salmonella*. Mikroorganismy tvořící kyselinu mléčnou a volné těkavé mastné kyseliny (TMK) je však využít dokáží, díky tomu klesá pH v trávicím traktu a dochází k potlačení rozvoje nežádoucích patogenů a omezení tvorby amoniaku. TMK slouží jako zdroj energie pro střevní tkáň, což v kombinaci s působením výše zmiňovaných mannooligosacharidů vede ke zvýšení odolnosti stěny střevní trubice proti působení patogenů (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010).

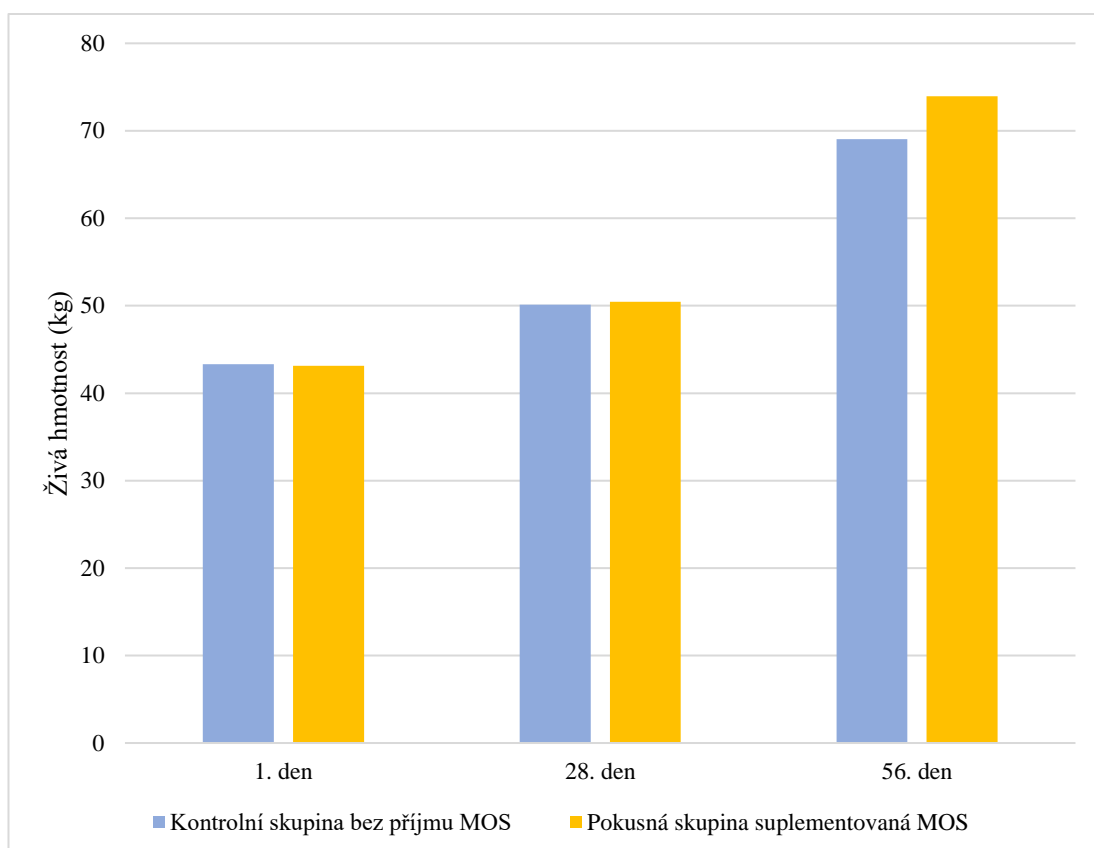
ILLEK et al. (2013) experimentálně ověřoval účinnosti prebiotika na bázi mannooligosacharidů. Bylo sledováno 19 telat holštýnského plemene v provozních podmínkách. Telata byla rozdělena do dvou skupin. Pokusné skupině (10 telat) byl od 5. do 56. dne zkrmován v mléčném nápoji přípravek Bio-mos (mannanový oligosacharid) v dávce 5 g na kus a den. Telata kontrolní skupiny (9 telat) přípravek nedostávala. Byl sledován zdravotní stav, výskyt průjmů, vývoj hmotnosti a vybrané ukazatele metabolického profilu telat. V dalším experimentu byl zjišťován efekt různých dávek MOS na zdravotní stav telat v období mléčné výživy. Celkem bylo do experimentu zařazeno 366 telat. MOS dostávala v mléčném nápoji a starterové krmné

směsi v dávce 0, 100, 500, 2000 ppm. Výsledky obou pokusů jsou zaznamenány v tabulkách č. 9 a 10 a v grafech 8 a 9.

Tabulka 9: Efekt zkrmování mannanooligosacharidů (MOS) na hmotnost telat (ILLEK, 2013).

	KONTROLNÍ SKUPINA	POKUSNÁ SKUPINA
Hmotnost 1. den (kg)	43,31	43,12
Hmotnost 28. den (kg)	50,11	50,45
Hmotnost 56. den (kg)	69,04	73,96

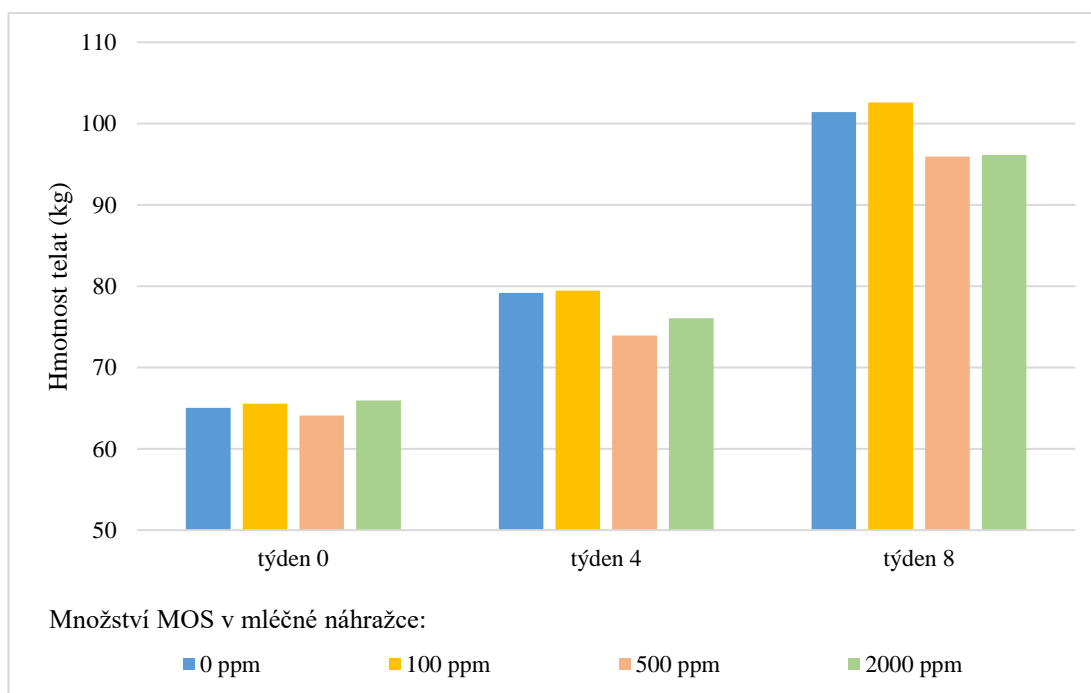
Graf 8: Efekt zkrmování mannanooligosacharidů (MOS) na hmotnost telat (ILLEK, 2013).



Tabulka 10: Průměrná živá hmotnost telat s různým množstvím mannanooligosacharidů (MOS) v mléčné náhražce (ILLEK, 2013).

	MNOŽSTVÍ MOS V MLÉČNÉ NÁHRAŽCE (ppm)			
	0	100	500	2000
živá hmotnost (kg) týden 0	65,02	65,54	64,08	65,93
živá hmotnost (kg) týden 4	79,19	79,46	73,92	76,05
živá hmotnost (kg) týden 8	101,40	102,58	95,96	96,14

Graf 9: Průměrná živá hmotnost telat s různým množstvím mannanooligosacharidů (MOS) v mléčné náhražce (ILLEK, 2013).



Kombinace probiotik a prebiotik se souhrnně označuje jako synbiotika. Neposkytují esenciální živiny, ale potenciální výhody jejich využití by mohly být v tom, že by alespoň částečně mohla nahradit antibiotické stimulatory růstu, které byly v průběhu let používány, což vedlo k vytvoření rezistentních kmenů bakterií (BERAN, 2012).

4.5 Kokcidiostatika a histomonostatika

Kokcidiostatika a histomonostatika jsou látky, které umrtvují nebo inhibují aktivitu prvoků (ZEMAN A TVRZNÍK, 2010). Kokcidiózy a histomonózy obecně (především však u slepic a krůt) jsou významným nebezpečím velkochovů drůbeže. Těmto protozoárním infekcím je velmi obtížné se vyhnout, často v chovu vzplanou velmi rychle a i přes relativní čistotu se také rychle šíří. Pak nezbývá, než aplikovat kokcidiostatika. Chovy od těchto prvoků nelze úplně vyčistit, lze však infekci utlumit. Jako kokcidiostatika a histomonostatika lze v současnosti využít například amprolium, dimetridazol, lasalocid, narasin, nifursol, nikarbazin nebo robenidin (OPLETAL, 2004). Podle Nařízení Evropského společenství 1831/2003 jsou aktuálně na seznamu povolených histomonostatik a kokcidiostatik tyto látky: dekokchinát, monensinát sodný, robenidin hydrochlorid, lasalocid sodný, halofuginon hydrobromid (zakázán pro odchov kuřat a kuřic), narasin, salinomycinát sodný (zakázán pro výkrm kuřat), diclazuril, semduramicynát sodný (zakázán pro výkrm kuřat), robenidin hydrochlorid, nikarbazin.

5 Závěr

Z uvedených výzkumů vyplývá, že aditivní látky se mohou uplatnit ve výživě různých druhů i kategorií hospodářských zvířat.

U dojnic, kterým se podává krmivo s obsahem aflatoxinu nebo jiných mykotoxinů, lze zabránit přechodu těchto škodlivých látek do mléka pomocí adsorbentů. Nejčastěji se používá bentonit nebo glukomannany obsažené v buněčných stěnách kvasinek. Preparáty s obsahem těchto látek dokáží snížit množství aflatoxinu v mléce o více než 60 %. Dále mohou být u dojnic využity antioxidanty, přidávání vitamínu C do krmiva zvyšuje denní nádoj a obsah laktózy v mléce. Zařazením vhodného množství vybraných aminokyselin do krmné dávky lze zvýšit využití dietárního dusíku. K tomuto účelu lze využít např. methionin, který zvýšil u holštýnských a českých červenostrakatých krav produkci mléka i jednotlivých mléčných složek, zejména proteinů. U telat má pozitivní vliv na živou hmotnost podávání přiměřeného množství prebiotik.

Ve výživě prasat se uplatňují emulgátory, které zvyšují stravitelnost některých živin. Konzervanty, jako např. kyselina benzoová, působí pozitivně na živou hmotnost, přírůstky a konverzi krmiva u selat a také ovlivňují pH trávicího traktu, čímž příznivě mění složení střevní mikroflóry. Zkrmování betainu zlepšuje využitelnost dietárních proteinů a snižuje množství ukládaného tuku, výška hřbetního sádla u suplementovaných prasat byla až o 26 % menší. Přídavkem karnitinu můžeme zvýšit počet myofibril ve svalech selat s nízkou porodní hmotností, selata jsou pak lépe osvalená. Ve výživě prasat se také mohou uplatnit enzymy, především glukonáza a xylnáza. díky kterým dokáží zvířata lépe využít energii a živiny z krmiva. Dalším enzymem, který je však ekonomicky poměrně náročný, je fytáza, která zvyšuje využitelnost fosforu. Prasata ho pak méně vylučují výkaly a močí a dochází k menšímu zatěžování životního prostředí. Z probiotik se používají bakterie rodu *Bacillus*, *Clostridium* a *Enterococcus*. Podávání se u prasnic projevuje vyšší hmotností vrhů a selata méně trpí průjemovými onemocněními a lépe rostou.

Probiotika lze využít také ve výživě drůbeže. Bakterie *Bacillus amyloliquefaciens* prokazatelně potlačují rozvoj bakterií *Clostridium perfringens*, které způsobují nekrotickou enteritidu. Dále se používají aditivní antioxidanty, například vitamín C může u nosných slepic zvýšit snášku, u kachňat zvyšuje denní

přírůstky a stimuluje obranyschopnost. Pokud se do krmné směsi přidávají zelená a modrá barviva, je pro kuřata a krůťata atraktivnější, rychleji se ji naučí přijímat a tím i rychleji rostou a lépe prospívají. Barviva se také využívají pro dobarvení vaječných žloutků nosnic. Živou hmotnost a přírůstky vykrmované drůbeže lze ovlivnit hned několika aditivy, například methioninem nebo kyselinou citronovou. Z hlediska chutnosti masa je zajímavou látkou lysin, který při suplementaci zvyšuje obsah glutamátu v svalovině. Glutamát je látka, která ovlivňuje chuťové vlastnosti masa. Enzymy se ve výživě drůbeže také uplatňují, při jejich použití dosahují brojleři vyšších přírůstků a lepšího osvalení prsních a stehenních partií. Navíc tato kuřata vylučují méně amoniaku a sulfanu. Velmi důležitou skupinou doplňkových látek v chovech drůbeže jsou kokcidostatika a histomonostatika, která se používají v boji s protozoárními infekcemi.

Doplňkové látky mohou mít v různých směrech mnoho žádoucích účinků. Je však třeba pečlivě dodržovat stanovené dávkování vzhledem k zachování zdraví zvířat a také bezpečnost potravinového řetězce.

6 Seznam použité literatury

- Beran O., Marcinková A. (2012): Probiotika, prebiotika, synbiotika... Krmivářství, 2012(6): 16-17
- Böhmer B. M., Roth-Maier, D. A. (2007): Effects of high-level dietary B-vitamins on performance, body composition and tissue vitamin contents of growing/finishing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91: 6–10
- Brestenský M., Nitrayová S., Patráš P., Heger J. (2011): Neškrobové polysacharidy vo výžive odstavčiat a zvyšovania ich využitia. *Krmivářství*, 2011(3): 26-27
- Bunchasak C., Keawarun N. (2006): Effect of methionine hydroxy analog-free acid on growth performance and chemical composition of liver of broiler chicks fed a corn–soybean based diet from 0 to 6 weeks of age. *Animal Science Journal*, 77: 95–102
- Čermáková J., Kudrna V., Illek J., Blažková K., Haman J. (2012): Effects of a rumen-protected form of methionine and a methionine analogue on the lactation performance of dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 57: 410-419
- Daněk P., Paseka A., Smola J., Ondráček J., Bečková R., Rozkot M. (2005): Influence of lecithin emulsifier on the utilisation of nutrients and growth of piglets after weaning. *Czech Journal of Animal Science*, 50: 459-465
- Eklund M., Bauer E., Wamatu J., Mosenthin, R. (2005): Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. *Nutrition Research Reviews*, 18: 31-48
- Engelmaierová 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 Journal of Animal Science*, 12: 542-549
- Fernández-Fígares I., Wray-Cahen D., Steele N. C., Campbell R. G., Hall D. D., Virtanen E., Caperna T. J. (2002): Effect of dietary betaine on nutrient utilization and partitioning in the young growing feed-restricted pig. *Journal of Animal Science*, 80:421-428

- Gerlof, B. J., Herdt T. H., Emery R. S., Wells W. W. (1984): Inositol as a Lipotropic Agent in Dairy Cattle Diets. *Journal of Animal Science*, 59:806-812
- Hayakawa T., Masuda T., Kurosawa D., Tsukahara T. (2016): Dietary administration of probiotics to sows and/or their neonates improves the reproductive performance, incidence of post-weaning diarrhea and histopathological parameters in the intestine of weaned piglets. *Animal Science Journal*, 87: 1501–1510
- Chen J. L., Zheng P., Zhang C., Yu B., He J., Yu J., Luo J. Q., Mao X. B., Huang Z. Q., Chen, D. W. (2017): Benzoic acid beneficially affects growth performance of weaned pigs which was associated with changes in gut bacterial populations, morphology indices and growth factor gene expression. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101: 1137-1146
- Illek J., Kumprechtová D., Prášek J., Vlček M., Tulis F. (2013): Aditiva ve výživě skotu. *Krmivářství*, 2013(5): 12-15
- Islam K. M., Schaeublin H., Wenk C., Wanner M., Liesegang A. (2012): Effect of dietary citric acid on the performance and mineral metabolism of broiler. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96: 808-817
- James B. W., Tokach M. D., Goodband R. D., Nelssen J. L., Dritz S. S., Owen K. Q., Woodworth J. C., Sulabo R. C. (2013): Effects of dietary L-carnitine and ractopamine HCl on the metabolic response to handling in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 91: 4426-4439
- Kaewtapee C., Krutthai N., Poosuwan K., Poekhampha T., Koonawootrittriron S., Bunchasak C. (2010): Effects of adding liquid dl-methionine hydroxy analogue-free acid to drinking water on growth performance and small intestinal morphology of nursery pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94: 395–404
- Kissell L., Davidson S., Hopkins B. A., Smith G. W., Whitlow L. W. (2013): Effect of experimental feed additives on aflatoxin in milk of dairy cows fed aflatoxin-contaminated diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97: 694-700
- Legislativa Ministerstva zemědělství České republiky. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/>. Citováno 14.12.2017

- Lösel D., Kalbe C., Rehfeldt C. (2009): L-carnitine supplementation during suckling intensifies the early postnatal skeletal myofiber formation in piglets of low birth weight. *Journal of Animal Science*, 87:2216-2226
- Mendoza S. M., Boyd R. D., Zier-Rush C. E., Ferket P. R., Haydon K. D., van Heugten E. (2017): Effect of natural betaine and ractopamine HCl on whole-body and carcass growth in pigs housed under high ambient temperatures. *Journal of Animal Science*, 95: 3047-3056
- Nařízení ES 1831/2003 o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32003R1831>. Citováno 14.12.2017
- Nguyen D. H., Kim H. S., Kathannan S., Shanmugam S., Kim I. H. (2016): Effect of a multi-enzyme component on growth performance, nutrient digestibility, carcass quality, and gas emission in broilers. *Journal of Animal Science*, 94:444
- Nwunuji T. P., Mayowa O. O., Yusoff S. M., Bejo S.-K., Salisi S., Mohd E. A.W. (2014): The ameliorative effect of ascorbic acid on the oxidative status, live weight and recovery rate in road transport stressed goats in a hot humid tropical environment. *Animal Science Journal*, 85: 611–616
- Opletal, L. (2004): Využití krmných aditiv s ohledem na bezpečnost krmivového a potravinového řetězce. Hradec Králové. Dostupné z: <http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/Studie%20Opletal.pdf>. Staženo 14.12.2017
- Opletal L., Skřivanová V. (2010): Přírodní látky a jejich biologická aktivita. Karolinum, Praha, 653s.
- Owusu-Asiedu A., Kiarie E., Péron A., Woyengo T. A., Simmins P. H., Nyachoti C. M. (2012): Growth performance and nutrient digestibilities in nursery pigs receiving varying doses of xylanase and β -glucanase blend in pelleted wheat- and barely-based diet. *Journal of Animal Science*, 90 : 92-94
- Patráš P., Nitrayová S., Sommer A., Heger J. (2006): Effect of microbial phytase on apparent digestibility and retention of phosphorus and nitrogen in growing pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 51: 437-443

- Reilly J. D., Cottrel D. F., Martin R. J., Cuddeford D. J. (1998): Effect of supplementary dietary biotin on hoof growth and hoof growth rate in ponies: a controlled trial. *Equine Veterinary Journal*, 30: 51–57
- Skřivan M., Marounek M., Englmaierová M., Skřivanová V. (2013): Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the performance of laying hens and quality of eggs. *Czech Journal of Animal Science*, 58: 91-97
- Smith T. (2012): Chránit krmivo pro dojnice před mykotoxiny. *Krmivářství*. 2012(5): 33
- Tanaka M., Kamiya Y., Suzuki T., Kamiya M., Nakai Y. (2008): Relationship between milk production and plasma concentrations of oxidative stress markers during hot season in primiparous cows. *Animal Science Journal*, 79: 481–486
- Tsukahara T., Inoue R., Nakayama K., Inatomi T. (2017): Inclusion of *Bacillus amyloliquefaciens* strain TOA5001 in the diet of broilers suppresses the symptoms of coccidiosis by modulating intestinal microbiota. *Journal of Animal Science*, 00: 1–9
- Úřad pro publikace Evropské unie. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>. Citováno 14.12.2017
- Wang H., Li S., Wang X., Wang Y., Feng J. (2017): Betaine affects muscle lipid metabolism via regulating the fatty acid intake and oxidation in finishing pig. *Journal of Animal Science*, 95: 345
- Wang A., Xie F., Wang Y. H., Wu J. L. (2011): Effects of vitamin C supplementation on growth performance and antioxidant status of layer ducklings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95: 533–539
- Watanabe G., Kobayashi H., Shibata M., Kubota M., Kadowaki M., Fujimura S. (2015): Regulation of free glutamate content in meat by dietary lysine in broilers. *Animal Science Journal*, 86: 435–442
- Zelenka J. (2012): Látky ovlivňující chuť a vůni krmiva, barviva jako krmná aditiva. *Krmivářství*. 2012(4): 13-14

- Zeman L., Tvrzník P. (2010): Aktualizace předpisů a poznatků v oblasti doplňkových látek. Vědecký výbor výživy zvířat, Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. Dostupné z: <http://vuzv.cz/sites/File/vybor/Studie%20Zeman.pdf>. Staženo 14.12.2017.
- Zhang R., Zhou M., Tu Y., Zhang N. F., Deng K. D., Ma T., Diao Q. Y. (2016): Effect of oral administration of probiotics on growth performance, apparent nutrient digestibility and stress-related indicators in Holstein calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100: 33-38
- Zhang Y. C., Li F. C. (2010): Effect of dietary methionine on growth performance and insulin-like growth factor-I mRNA expression of growing meat rabbits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94: 803–809