

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
VÝZNAM VITAMINŮ VE VÝŽIVĚ DRŮBEŽE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Luboš Zábranský, Ph.D.

Autorka bakalářské práce: Eva Kudrnová

České Budějovice 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Akademický rok: 2016/2017

Katedra: Zootechnických věd

Jméno a příjmení: Eva Kudrnová

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné hospodaření v krajině

Význam vitaminů ve výživě drůbeže

Zdravá a plnohodnotná výživa zahrnuje kromě základních živin (bílkovin, tuků a cukrů sloužících jako zdroj energie nebo stavební látky) také látky, kterým se začalo říkat vitaminy. Nedostatek těchto látek v organismu může vést k různým onemocněním, od snížené obranyschopnosti, až k závažným patologickým změnám v organismu, které mohou způsobit i smrt.

Cílem bakalářské práce je zpracování literární studie zabývající se významem vitaminů ve výživě drůbeže.

V literárním přehledu zpracujete především výživu nosnic, výkrmových brojlerů, kachen. Zaměříte se na rozdílné aspekty a potřeby vitaminů ve výživě jednotlivých kategorií drůbeže, na fyziologii trávení a potřebu živin. V závěru práce navrhnete možná opatření, která by vedla ke zlepšení výživy, zdravotního stavu a welfare drůbeže.

Rozsah grafických prací: Dle pokynů vedoucího práce.

Rozsah průvodní zprávy: 25 - 40 stran

Seznam odborné literatury:

Brouček, J., Benková, J., Šoch, M., Podsedníček M. (2011): Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 115 s.

Černý, H. (2005): Anatomie domácích ptáků. Nakladatelství Metoda spol. s r. o., 1. vydání, Brno, 447 s. ISBN 80-239-4966-7

Jelínek, P., Koudela, K., Doskočil, J., Illek, J., Kotrbáček V., Kovářů, F., Kroupová, V., Kučera, M., Kudláč, E., Trávníček, J., Valent M. (2003): Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 409 s. ISBN 80-7157-644-1.

Reece, O. W. (1998): Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishing, 449 s.

Shane, M. S., Trucker, A. L. (2006): Nutritional and Digestive Disorders of Poultry. Nottingham University Press, Cromwell Press Ltd, Trowbridge, England, 166 s.

Zelenka, J. (2014): Výživa a krmení drůbeže. Agriprint, 145 s. ISBN: 9788087091531

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Luboš Zábranský, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

Termín odevzdání bakalářské práce:

Vedoucí katedry

prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.

Děkan

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.

Prohlášení:

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 v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením Zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 30. listopadu 2017

.....
Eva Kudrnová

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Luboši Zábranskému, Ph.D., za cenné rady a odborné vedení při zpracování bakalářské práce.

Eva Kudrnová

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá výživou, krmením drůbeže a významem vitaminů především u nosnic, výkrmových brojlerů a kachen. Nedostatek vitaminů totiž vede nejen k metabolickým onemocněním, které mohou výrazněji narušovat produktivitu a efektivitu chovu. V první části práce objasňuji význam vitaminů, dále jejich rozdělení podle rozpustnosti. Věnuji se trávicí soustavě u ptáků, fyziologii trávení. Ve druhé části práce poskytuji informace ohledně výživy a krmení drůbeže. V závěrečné části navrhuji možná opatření, která povedou ke zlepšení zdravotního stavu, produkce a welfare drůbeže.

Klíčová slova: výživa a krmení; drůbež; vitaminy

Abstract:

Bachelor thesis deals with nutrition, feeding of poultry and importance of vitamins especially in laying hens, fattening broilers and ducks. Lack of vitamins leads not only to metabolic diseases that can significantly impair the productivity and efficiency of the breed. In the first part of the thesis I explain the importance of vitamins and their distribution by solubility. I deal with the digestive system in birds, the physiology of digestion. In the second part I provide information on feeding and feeding of poultry. In the final part I propose possible measures that will improve the health status, production and welfare of poultry.

Keywords: nutrition and feeding; poultry; vitamins

Seznam zkratek

Název vitamínu	Chemický název
B₁	Tiamin
B₂	Riboflavin
B₄	Trimetyletanolamin
B₅	Kyselina pantotenová
B₆	Pyridoxol, pyridoxal, pyridoxamin
PP	Nikotinamid
H	Biotin
B₁₂	Kobalamin
P	Biflavonoid
Kyselina listová	Kyselina folová
C	Kyselina L-askorbová
A₁	Retinol
A₂	Dehydroretinol
D₂	Ergokalciferol
D₃	Cholekalciferol
E	Tokotrienol, α -Tokoferol
K₁	Fylochinon
K₂	Farnochinon
Koenzymy Q	Ubichinony

Obsah

1. ÚVOD	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1 HISTORIE VITAMINŮ	11
2.2 POJEM (TERMÍN) VITAMINY	12
2.3 ANTIVITAMINY (ANTAGONISTÉ VITAMINŮ).....	14
2.4 ROZDĚLENÍ VITAMINŮ	14
2.5 VITAMINY ROZPUSTNÉ V TUCÍCH (LIPOFILNÍ).....	15
2.5.1 VITAMIN A	15
2.5.2 VITAMINY SKUPINY D	18
2.5.3 VITAMIN E	20
2.5.4 VITAMIN K	21
2.6 VITAMINY ROZPUSTNÉ VE VODĚ (HYDROFILNÍ).....	22
2.6.1 VITAMIN B1.....	23
2.6.2 VITAMIN B2.....	24
2.6.3 VITAMIN B4.....	26
2.6.4. VITAMIN B5.....	26
2.6.5 VITAMIN B6.....	27
2.6.6 VITAMIN B12.....	29
2.6.7 VITAMIN PP.....	30
2.6.8 VITAMIN H	31
2.6.9 KYSELINA LISTOVÁ.....	32
2.6.10 VITAMIN P	34
2.6.11 VITAMIN C.....	34
2.7 TRÁVICÍ SOUSTAVA PTÁKŮ	36
2.7.1 DUTINA ÚSTNÍ.....	37
2.7.2 HLTAN	37
2.7.3 JÍCEN.....	37
2.7.4. ŽALUDEK.....	38
2.7.5 STŘEVO	39
2.7.6 SLINIVKA BŘIŠNÍ.....	42
2.7.7 JÁTRA	42
2.8 TRÁVENÍ U PTÁKŮ	44
2.8.1 TRÁVENÍ VE VOLETI	44
2.8.2 TRÁVENÍ V ŽALUDKU	44
2.8.3 TRÁVENÍ V TENKÉM STŘEVĚ	45

2.8.4 TRÁVENÍ V TLUSTÉM STŘEVĚ.....	45
2.9 VSTŘEBÁVÁNÍ VITAMINŮ	46
2.9.1 VSTŘEBÁVÁNÍ VITAMINŮ ROZPUSTNÝCH V TUCÍCH.....	46
2.9.2 VSTŘEBÁVÁNÍ VITAMINŮ ROZPUSTNÝCH VE VODĚ.....	47
2.10 PORUCHY VE VYUŽÍVÁNÍ VITAMINŮ.....	47
2.11. VÝŽIVA A KRMENÍ DRŮBEŽE	51
3. ZÁVĚR.....	56
4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
5. SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	60
6. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	61
7. SEZNAM TABULEK	62

1. ÚVOD

Cílem každého chovatele drůbeže je dosáhnout optimální produkce s přihlédnutím na výnosný chov s minimálním počtem ztrát. Co se týká využití vitaminů ve výživě drůbeže, je zde hrozba v podobě jejich nedostatku i přebytku, což může vést k vážným nejen metabolickým onemocněním. Toto se většinou odráží na neefektivitě chovu a snížené produkci.

Šetrným přístupem a kontrolou zdravotního stavu minimálně 2 x za den, můžeme docílit toho, že včas rozpoznáme a odhalíme onemocnění z nedostatku či přebytku některého z vitaminů, pokud je chov veden nesprávně. Příkladem může být onemocnění dermatitida, typická pro nedostatek niacinu.

Drůbež je velmi vnímavá na rušivé zvuky, tento smyslový orgán je dobře vyvinutý. Dbáme na klidné zacházení se zvířaty. Poznáním etologie drůbeže a výživy se chovatel dostane na jistý stupeň, kde ho čeká očekávaná produkce a zdravé hejno.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 HISTORIE VITAMINŮ

Již od starověku byly lidstvu známy klasické karence jako skorbut a beri - beri. Avšak v boji proti nim nebylo možno učinit krok kupředu, dokud nebyla poznána etiopatogeneze a objeven způsob experimentálního vyvolání hyposaturace případně karence. První experimentální práce tohoto typu se datují do 90. let 19. století (Hlúbik a Opltová, 2004).

Nauka o vitamínech se nazývá vitaminologie. Základ této nauky položily výsledky studia onemocnění následkem jednostranné výživy. Do 2. poloviny 19. století přetrvával názor, že plnohodnotná potrava obsahuje bílkoviny, tuky, cukry a minerální látky. Důkaz, že uvedené živiny nestačí k udržení života, předložil na základě pokusů na myších M. Lunin v roce 1880 (Jelínek a Koudela, 2003).

Za zakladatele moderní nauky o vitamínech je považován polský badatel K. Funk, který v roce 1912 objevil v látce ze slupek rýže a pšeničných otrub, která léčila beri – beri a polyneuritidu, aminové skupiny. Proto tato látka dostala název vitamin (od latinského vita – život a chemického termínu amin). Tento název se používá dodnes, i když později bylo zjištěno, že ne všechny vitaminy obsahují aminové skupiny (Jelínek a Koudela, 2003).

Funk v roce 1912 shrnul a vyhodnotil do té doby známé zkušenosti a výsledky bádání a vytvořil z nich tzv. vitaminovou hypotézu: „Nemoci typu beri –beri a skorbutu nemají původ v infekci nebo intoxikaci, nýbrž v nedostatku určitých neznámých látek ve výživě, které jsou nezbytné pro život a působí již v nesmírně malých koncentracích. Pro tuto skupinu látek razil jméno vitaminy, aby vyjádřil svou představu, že jde o organické báze důležité pro život. Funk jako první charakterizoval syndromy vyvolané nepřítomností těchto látek v potravě jako avitaminózu a předpověděl, že se nemusí vztahovat pouze na beri – beri, nýbrž i na některé jiné obdobné stavy (Hlúbik a Opltová, 2004).

Zejména práce M. Lunina z univerzity v Tartu vedly k závěru, že v přírodních látkách jsou kromě základních živin látky neznámého složení, nezbytné pro zachování života. G. Hopkins nazval tyto látky doplňkovými faktory výživy.

Vitaminy jsou nízkomolekulární organické látky převážně rostlinného, příp. mikrobiálního původu. Výjimečně se tvoří v živočišných tkáních přeměnou z provitaminů. Charakteristickým znakem vitaminů je jejich strukturální specifita. Každá změna ve struktuře jejich molekuly vede ke změně aktivity nebo dokonce k objevení antagonistických vlastností. V současnosti je známo velké množství přírodních i syntetických antivitaminů. V buňkách jsou vitaminy buď volné, fosforylované nebo vázané na bílkoviny. Mnohé vitaminy slouží k syntéze koenzymů a prostetických skupin bílkovin, některé jsou výchozím materiálem pro syntézu hormonů, a tím se podílejí na řízení metabolických procesů (Jelínek a Koudela, 2003).

Nejprve byly vitaminy považovány za látky se specifickým účinkem, které se tvoří v rostlinném světě a musí plnit určité úkoly v životě rostlinné buňky (Stepp, 1952).

Objev vitaminů nelze připisovat jedinému člověku, je výsledkem dlouhodobého vývoje, který až v určité fázi umožnil experimentální ověření předchozích předpokladů. Jedna z příčin, proč si objev vitaminů a vysvětlení avitaminóz vyžádal tak dlouhou dobu, spočívá v tom, že se vyskytují v přírodě ve velmi malých koncentracích, které při tehdejší úrovni analytické chemie nebylo možno zachytit. V roce 1913 byl vysloven názor, že pro správnou výživu jsou nezbytné dva akcesorní faktory výživy, jeden rozpustný v tucích a druhý ve vodě, které byly označeny jako vitamin A a vitamin B. První vitamin v čistém krystalickém stavu byl izolován v roce 1926, kdy Jansen a Donath získali z rýžových slupek první krystaly vitamínu B₁ (tiamin) a teprve v dalších letech byly postupně identifikovány další vitaminy B-komplexu (Hlúbik a Opltová, 2004).

2.2 POJEM (TERMÍN) VITAMINY

Vitaminy jsou organické látky, které organismus nezbytně potřebuje, avšak nedovede si je sám vytvořit (kromě vitamínu D a částečně niacinu), takže je musí přijímat potravou. Tyto látky nejsou pro organismus ani zdrojem energie, ani nejsou stavebními jednotkami tkání. Vykonávají v organismu několik funkcí: nejdůležitější z nich je katalytický účinek při řadě reakcí látkové přeměny, který vykazují buď samy, nebo ve formě složitých sloučenin, které vznikají až v organismu. Některé vitaminy vytvářejí i důležité oxidačně redukční systémy (Hlúbik a Opltová, 2004).

Vitaminy jsou esenciálními složkami potravy. Jsou definovány jako organické esenciální biokatalyzátory heterotrofních organismů. Z hlediska jejich charakteristiky je důležitá především jejich exogennost, esenciálnost a katalytický charakter (Hlúbik a Opltová, 2004).

Vitaminy jsou organické, nízkomolekulární sloučeniny, syntetizované téměř výhradně autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen ve velmi omezené míře (např. člověk syntetizuje niacin z tryptofanu) a získávají je jako exogenní látky především potravou a některé z nich prostřednictvím střevní (intestinální) mikroflóry. Vitaminy jsou v určitém minimálním množství nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu. Nejsou zdrojem energie ani stavebním materiálem, ale vesměs mají funkci jako součást katalyzátorů biochemických reakcí, i když zastávají řadu dalších funkcí. Proto bývají často nazývány exogenními esenciálními biokatalyzátory (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Je-li určitá látka pro organismus nepostradatelným biokatalyzátorem, stává se pro něj vitamínem. Potřeba jednotlivých vitaminů se u různých organismů liší. Jako příklad je nejčastěji citována kyselina askorbová, která je vitamínem pouze pro člověka, primáty a morče (Hlúbik a Opltová, 2004).

Potřeba vitaminů je velmi malá a závisí na druhu zvířat, pohlaví, věku, fyziologickém stavu, úrovni produkce, technologických podmínkách chovu, obsahu vitaminů v těle, schopnosti vlastní syntézy příslušného vitaminu i schopnosti organismu využívat daný vitamin apod (Jelínek a Koudela, 2003).

Nedostatečný příjem vitaminů v potravě se v organismu projeví různými poruchami, v lehčích případech hovoříme o hypovitaminózách, těžší formy se nazývají avitaminózy. Dlouhodobý extrémní nedostatek vitaminů může mít i fatální následky. Avitaminózy nevznikají pouze jako následek nedostatečného obsahu příslušného vitaminu v potravě, ale mohou se na nich podílet i jiné faktory, například špatná resorpce vitaminů v zažívacím traktu, vliv některých fyziologických změn v organismu, přítomnost antivitaminů (Hlúbik a Opltová, 2004).

2.3 ANTIVITAMINY (ANTAGONISTÉ VITAMINŮ)

Jsou to takové látky, které eliminují určitým způsobem biologické účinky vitaminů, což může vést až k projevům deficience. Aktivita antivitaminů hlavně spočívá na následujících základních principech:

- Strukturní analogy vitaminů reagují s příslušnými apoenzymy (působí jako kompetitivní inhibitory enzymů) nebo s bílkovinami, které vitaminy transportují (antivitaminem thiaminu je např. oxythiamin).
- Některé enzymy přeměňují vitaminy na neúčinné látky (např. lipoxygenasy nepřímo katalyzují degradaci vitaminu A a jeho provitaminů).
- Některé látky (většinou bílkoviny, ale i látky nízkomolekulární) tvoří s vitaminy nevyužitelné komplexy (typickým příkladem je reakce biotinu s vaječnou bílkovinou avidinem) (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Látky, které snižují nebo zcela ruší účinek vitaminů, se označují jako antivitaminy. Mohou to být enzymy rozkládající vitaminy (askorbát oxidáza, peroxidázy, tiamináza), látky, které tvoří s vitaminy nevyužitelné komplexy (avidin), případně tzv. kompetitivní inhibitory, tj. látky, které vzhledem k podobné chemické struktuře mohou zaujmout místo vitaminů v biologických systémech, nejsou však schopny plnit jejich úlohu (sulfonamidy, antibiotika, dikumarol) (Jelínek a Koudela, 2003).

2.4 ROZDĚLENÍ VITAMINŮ

Důležitým rozlišovacím znakem vitaminů je jejich rozpustnost, podle níž je lze rozdělit:

A) Vitaminy rozpustné v tucích (lipofilní)

Vitamin A (retinol) a jeho provitaminy (karotenoidy)

Vitaminy D (kalciferoly)

Vitaminy E (tokoferoly a tokotrienoly)

Vitaminy K (fylochinony, farnochinony)

B) Vitaminy rozpustné ve vodě (hydrofilní)

Skupina vitaminů B-komplexu:

Vitamin B₁ (tiamin)

Vitamin B₂ (riboflavin)

Vitamin B₄ (cholin)

Vitamin B₅ (pantotenová kyselina)

Vitamin B₆ (pyridoxin)

Vitamin B₁₂ (kyanokobalamin)

Kyselina listová (folacin)

Vitamin PP (niacin, kyselina nikotinová a její amid)

Vitamin H (biotin)

Vitamin P (antipermeabilní faktor, citrin)

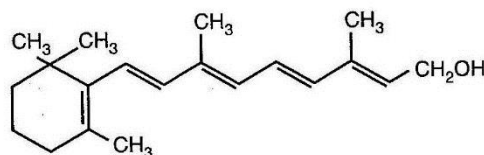
Vitamin C (kyselina L-askorbová a L-dehydroaskorbová)

Funkce hydrofilních vitaminů spočívá v katalytickém účinku, neboť se ve všech organismech vesměs uplatňují jako kofaktory různých enzymů v metabolismu nukleových kyselin, bílkovin, sacharidů, tuků a dalších látek, produktů sekundárního metabolismu. Vitamin B₁ (thiamin) je například kofaktorem dekarboxylas, dehydrogenas a dalších enzymů (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.5 VITAMINY ROZPUSTNÉ V TUCÍCH (LIPOFILNÍ)

2.5.1 VITAMIN A (ANTIXEROFTALMICKÝ VITAMIN, AXEROFTOL, RETINOL, ANTIINFEKČNÍ VITAMIN)

Obrázek 1: Strukturální vzorec retinolu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Vitamin A původně nazývaný axeroftol je podle svého účinku nejdéle známým vitaminem. Izolaci vitaminu v čisté formě a stanovení struktury jeho molekuly umožnily až na počátku 20. století moderní analytické metody. V 50. letech doporučila IUPAC pro vitamin A název retinol (Blatná a kol., 1961).

Tento vitamin je potřebný pro normální vidění, prenatální vývoj organismu, činnost epitelů, reprodukci, růst a pevnost kostí i odolnost proti infekčním chorobám. V potravě existují dvě formy vitaminu A, a to vitamin A₁, který je obsažen v tkáních savců a ptáků a vitamin A₂, nacházející se v tuku ryb. Vitamin A však není přítomen v rostlinách, proto býložravci jsou závislí na jeho provitamenech (Jelínek a Koudela, 2003).

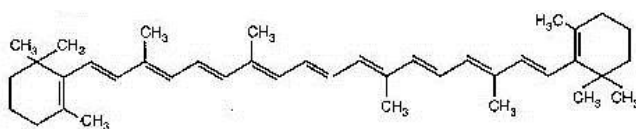
Vitamin A přichází do organismu buď volný anebo v esterifikované podobě. Volný retinol se resorbuje beze změny v tenkém střevě, esterifikovaný vitamin až po jeho hydrolýze esterázou v průběhu kontaktního trávení. Na vnitřní straně klků dochází k reesterifikaci (přes 90 %) retinolsyntetázou a ester retinolu přechází do lymfy. Část vitaminu A přechází do krve, kde se váže na plazmatické bílkoviny. Navázán na bílkovinu je retinol transportován do jater a v malém množství se ukládá v sítnici, plicích a ledvinách (Jelínek a Koudela, 2003).

Konverze β-karotenu na vitamin A probíhá ve stěnách střev. Dokonce i neúčinnější části střeva může vstřebat a převést pouze část β-karotenu ve stravu. Karoten je špatně využíván, když má strava nízký obsah tuku a strava s nedostatkem vitaminu A jsou často nedostatečné na tuk (Latham, 1997).

Při nedostatku vitaminu A nosnice vykazují zhoršení kvality vnitřních vajec a vysokou prevalenci volné krve přiléhající k žloutku. Chronická avitaminóza A vede k degenerativním lézím rohovky, spojivky a orofaryngu. Klinicky pokročilé případy přítomné jako chronická konjunktivitida - panoftalmitida, stomatitida a nefróza, které jsou patrné na postmortálním vyšetření (Shane and Tucker, 2006).

β – KAROTEN

Obrázek 2: Strukturální vzorec β-karotenu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

β – karoten je v přírodě nejrozšířenějším provitaminem A, byl izolován již v 19. století a jeho molekulární vzorec byl stanoven na počátku 20. století. Teprve ve 40. letech 20. století bylo zjištěno, že v přírodním materiálu je obvykle doprovázen α – karotenem a malým množstvím γ – karotenu. Molekula β – karotenu je tvořena dvěma β – iononovými kruhy spojenými čtyřmi isoprenovými jednotkami. Je hlavním dietním karotenoidem a v organismu plní dvě základní funkce: za prvé je prekurzorem vitamínu A (jeho molekula se v průběhu metabolických pochodů může rozštěpit na dvě molekuly vitamínu A) a za druhé má významné antioxidační vlastnosti, které chrání organismus před oxidativním poškozením. Molekula β – karotenu stejně jako u ostatních karotenoidů vzhledem ke své konfiguraci velmi snadno podléhá cis, trans izomerizaci, all-trans izomery jsou stáblejší a v přirozených systémech se vyskytují nejčastěji (Hlúbik a Opltová, 2004).

β -karoten je ve střevní sliznici, v játrech i v sekrečním epitelu mléčné žlázy rozštěpen enzymem karotenázou na vitamin A. Přeměnu karotenu na vitamin A stimulují hormony štítné žlázy. Karoten a vitamin A může být ničen vyšší koncentrací dusičnanů i přímou oxidativní destrukcí (Jelínek a Koudela, 2003).

OSTATNÍ KAROTENOIDY

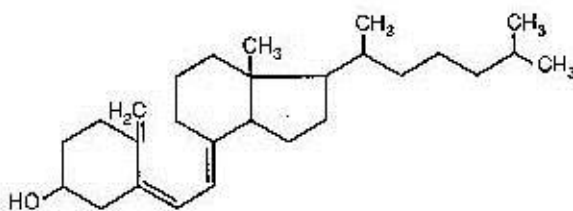
Karotenoidy jsou přírodní pigmenty, které jsou syntetizovány rostlinami a mikroorganismy. Struktura každého karotenoidu určuje jeho barvu i fotochemické vlastnosti jeho molekuly. Z této struktury dále vyplývá i chemická reaktivita karotenoidů vzhledem k oxidujícím agens nebo volným radikálům, která v organismu živočichů konzumujících karotenoidy v potravě hraje významnou roli. K nejdůležitějším vedle β – karotenu a lykopenu patří α – karoten, γ – karoten, β – kryptoxantin, lutein, zeaxantin, astaxantin, neoxantin, violaxantin, kantaxantin a citraxantin, které rovněž mohou působit jako provitaminy a antioxidanty (Hlúbik a Opltová, 2004).

V experimentu bylo zjištěno, že vliv doplňku lykopenu v krmné směsi, tj. přídavek 100 mg /kg lykopenu zvýšil konečnou živou hmotnost brojlerů, příznivě ovlivnil lipidový profil v krevní plazmě a byla zjištěna vyšší koncentrace selenu v prsním svalstvu u brojlerů s organickou formou selenu v dietě. Při organické formě selenu byla zvýšena střižná síla svalstva (Ševčíková a kol., 2008).

Zeaxanthin je hlavní karotenoidní složka vysokokarotenoidní kukuřice (Díaz - Gómez et al., 2017). [6]

2.5.2 VITAMINY SKUPINY D – (KALCIFEROL, ANTIRACHITICKÝ VITAMIN, ERGOKALCIFEROL – D₂, CHOLEKALCIFEROL– D₃)

Obrázek 3: Strukturální vzorec kalciferolu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Pod pojmem vitamin D se rozumí skupina steroidních látek s antirachitickým účinkem nazývaných kalciferoly. Pro praxi mají význam dvě: vitamin D₂ – ergokalciferol a D₃ – cholekalciferol. Ergokalciferol se vyskytuje v rostlinných surovinách, cholekalciferol je přítomen v potravě živočišného původu. Vitamin D je všeobecně znám jako antirachitický vitamin. Společně s kalcitoninem a parathormonem je důležitý pro regulaci homeostázy vápníku a pro metabolismus fosforu (Hlúbik a Opltová, 2004).

Vitamin D se podílí na metabolismu vápníku, jakož i na kvalitě kostí a skořápky, a proto je důležitý pro chovatele brojlerů (Korver and Saunders-Blades, 2014). [8]

V rostlinách je provitamin ergosterol přeměňován na vitamin D₂ (ergokalciferol) ultrafialovým zářením (k tomu dochází při sušení sena na slunci). Vitamin D₃ (cholekalciferol) se tvoří po UV ozáření jeho prekursoru 7-dehydrocholesterolu v kůži. Další formy, např. vitamin D₄ a D₅, se vyskytují v tuku některých ryb. U drůbeže je forma D₃ mnohem účinnější než D₂. Vitamin D má tři hlavní funkce, a to kontrolovat homeostázu vápníku, účastnit se na regulaci růstu kostí a jejich metabolismu a pomáhat koordinovat metabolismus fosfátů. Oba vitaminy D₂ i D₃ jsou však pro živočišný organismus metabolicky neaktivní. Metabolicky aktivní se vitamin D stává tak, že je v játrech enzymem alfa-25-hydroxylázou přeměněn v 25-hydroxy-D₃, kalcidiol, který je krevním oběhem transportován do ledvin, kde ho

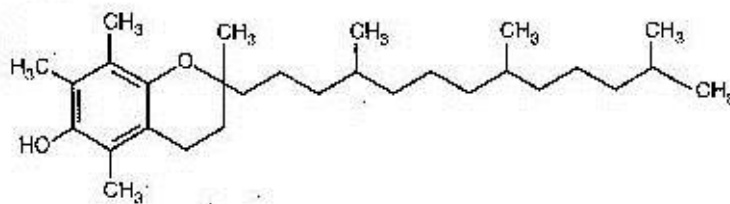
další enzym 1-alfa-hydroxyláza mění v 1,25-dihydroxy-D₃, neboli kalcitriol (vitamin D hormon). Kalcitriol je nejúčinnější metabolit vitamínu D (Jelínek a Koudela, 2003).

Je několik příbuzných metabolitů steroidní látky kalciferolu, které jsou charakteristické svým působením proti křivici (antirachitické). Jsou označovány D₂, D₃, D₄, D₅. Jako vitamin D₁ byla označována směs vitaminů D. Z hlediska výživy je významný vitamin D₂ a D₃. Vitamin D₂ (ergokalciferol) je syntetická forma, která má stejné účinky jako přirozený vitamin. Je obsažen v infadinu. Vzniká z ergosterolu působením ultrafialových paprsků (290-320 nm). Provitamin D₂ se nachází v kvasinkách a houbách. Vitamin D₃ (cholecalciferol) je přirozená forma vznikající v pokožce působením ultrafialového záření na 7-dehydrocholesterol, který se v organismu vytváří z cholesterolu. Množství aktivní formy vznikající slunečním zářením je zpětně regulováno, takže nadměrným sluněním nemůže vzniknout jeho nadbytek (Stratil, 1993).

Nedostatek vitamínu D způsobuje u mladých jedinců onemocnění označované jako křivice (rachitis). Jejím vzniku napomáhá i nedostatek vápníku a fosforu v krmné dávce. Při nedostatku vitamínu D je snížena úroveň ukládání minerálních látek u rychle rostoucích kostí, což vede k jejich deformaci a zvýšené lámavosti. Opožděný i defektní je růst zubů. U kuřat dokonce měkne zobák a slepice snášejí vejce s tenkou skořápkou. U dospělých zvířat vede nedostatek vitamínu D k demineralizaci kostí, což způsobuje měknutí kostí (osteomalacie) nebo řídnutí kostí (osteoporóza). Hypervitaminóza D se projevuje zvýšeným ukládáním vápenatých solí v ledvinách, plicích, srdci a cévách (Jelínek a Koudela, 2003).

2.5.3 VITAMIN E (TOKOFEROL, ANTISTERILNÍ VITAMIN)

Obrázek 4: Strukturální vzorec tokoferolu



Zdroj: Hlúbík a Opltová, 2004

H. M. Evans a M. J. Bishop nazvali v roce 1922 tento v tuku rozpustný vitamin tokoferol. V roce 1937 byla odhalena jeho chemická struktura a uskutečněna jeho syntéza. V přírodě se vyskytuje několik vitaminů E s odlišnou chemickou strukturou. Tokoferoly jsou deriváty chromanu, jeho základem je alkohol tokol. Biologickou aktivitu mají i některé metabolity chromanu s kratším řetězcem než tokoferol. Tokoferoly se člení na monometyltokoly, dimetyltokoly a trimetyltokoly a každý z nich může mít osm optických izomerů. Biologická aktivita tokoferolů závisí na počtu a umístění metylových skupin. Nejúčinnější je 5,7,8 trimetyltokol (tokoferol α). Asi poloviční a nižší aktivitu má 5,8 dimetyltokol a pouze 8% účinnost má 7,8 dimetyltokol. Monometyltokoly mají pouze 1% aktivitu. E-vitaminovou aktivitu mají rovněž ubichinony, např. Q₁₀. Vitaminy E jsou citlivé vůči oxidantům. Antagonisty vitaminu E jsou produkty oxidace tuků. Syntéza tokoferolů probíhá pouze v zelených rostlinách. Vitamin E se účastní oxidoredukčních procesů a podílí se na celistvosti membránových struktur a tvoří jejich nedílnou součást. I přes přetrvávající označení vitaminu E jako antisterilní vitamin, snad nejvýznamnější je jeho antioxidační účinek. Ten spočívá v ochraně molekul, které podléhají oxidaci jako polynenasycené mastné kyseliny buněčných membrán. Enzymy cyklooxygenázy a lipoxigenáza působí na polynenasycené mastné kyseliny buněčných membrán za vzniku škodlivých peroxidů a volných radikálů, které musí být neutralizovány, jinak dochází k autokatalytické řetězové reakci, nazývané lipidová peroxidace. Vitamin E tudíž stabilizuje polynenasycené mastné kyseliny tím, že inhibuje tvorbu toxických lipoperoxidů a tak přispívá k normální funkci buněčných membrán. Vitamin E jako antioxidant je funkčně synergicky spojen s enzymem glutathionperoxidázou, jež obsahuje selen. Tento enzym zajišťuje antioxidační aktivity v buňce, buněčné membráně i extracelulárnímu prostoru a tak chrání buňky před poškozením. Proto je

přítomnost přiměřeného množství selenu k udržení tohoto enzymu v plné funkci důležitým mechanismem doplňujícím účinek vitaminu E (Jelínek a Koudela, 2003).

Vitamin E je v biologických systémech považován za velmi silný antioxidant. Je prospěšný v boji proti nežádoucímu účinku oxidativního stresu (Panda et al., 2014). [7]

Oxidativní stres je způsoben nerovnováhou mezi prooxidanty a antioxidanty v buněčné nebo individuální úrovni (Voljc et al., 2011).

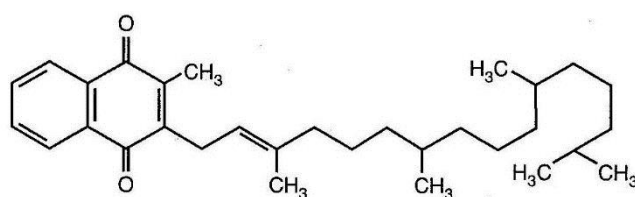
Při nedostatku vitaminu E a selenu dochází vlivem zvýšené tvorby toxických peroxidů k destrukci buněčných membrán (buněk), což má za následek degeneraci zejména kosterní a srdeční svaloviny, jater, mozku a cév. Specifickými onemocněními při nedostatku vitaminu E u drůbeže, zejména kuřat, jsou encefalomalacie a exudativní diatéza. Při encefalomalacii jsou na mozku a mozečku různě rozsáhlá nekrotická postižení, v jejichž důsledku klinicky pozorujeme pohybové poruchy (padání na bok, třes, zvrácení hlavy, křeče střídající se s ochabnutím i ochrnutím) (Jelínek a Koudela, 2003).

Encefalomyelacii lze zabránit zabudováním syntetického antioxidantu do krmiva, aby se zachránily volné radikály, čímž se chrání citlivé cévy mozku (Shane and Tucker, 2006).

Při exudativní diatéze v důsledku zvýšené propustnosti krevních kapilár zjišťujeme červeno-zelenavé zbarvení a otoky podkožního vaziva pod křídly a na stehnech (Jelínek a Koudela, 2003).

2.5.4 VITAMIN K (KOAGULAČNÍ, ANTIHEMORAGICKÝ VITAMIN, FYLOCHINON, FARNOCHINON)

Obrázek 5: Strukturální vzorec fylochinonu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

V roce 1929 popsal dánský vědec H. C. P. DAM avitaminózu K u kuřat. Základním příznakem je hemoragie – krevní výrony především do podkoží a svaloviny, jako důsledek snížené srážlivosti krve. V roce 1939 byl izolován z vojtěšky vitamin K₁ (fylochinon). Téhož roku byla získána ze zahnívající rybí moučky látka s antihemoragickým účinkem, ale s jinými vlastnosti než preparát z vojtěšky – vitamin K₂. Vitamin K je nepostradatelný v procesu srážení krve. Nezapojuje se bezprostředně do homeostáze, je však nezbytný pro syntézu protrombinu, prokonvertinu a faktorů IX a X v játrech. V jeho nepřítomnosti ztrácí protrombin schopnost reagovat s lipidy, sacharidy a vápníkem. Důsledkem je narušení aktivační schopnosti koagulačních faktorů a procesu přeměny protrombinu na trombin. Vedle účasti v procesech syntézy bílkovinných faktorů srážení krve se vitamin K podílí na oxidoredukčních pochodech. Předpokládá se i úloha tohoto vitaminu v oxidační fosforylaci v mitochondriích (Jelínek a Koudela, 2003).

Jedinou fyziologickou roli vitaminu K, která byla jasně identifikována, je srážení krve. Způsob tvorby sraženin závisí na přeměně řady různých proteinových faktorů z neaktivních na aktivní formy. Nejlépe z nich rozumí konverze inaktivního protrombinu na aktivní proteolytický enzym trombin. Tato konverze vyžaduje karboxylaci dvojice zbytků glutamátu na jednom konci polypeptidového řetězce (Coulter, 2001).

Některé látky obdobné chemické stavby jako vitamin K mají antivitaminové vlastnosti. Patří k nim především dikumarol, který vzniká mikrobiální činností z kumarinu v zapařených a zahnívajících vikvovitých rostlinách (Jelínek a Koudela, 2003).

Deficit vitaminu K se projevuje poruchou srážení krve a tvorbou hemoragií (krevních podlitin a krvácivostí). Abnormálnímu protrombinu chybí specifická místa vážící vápník, a tím není schopen asociace s fosfolipidovými povrchy (Stratil, 1993).

2.6 VITAMINY ROZPUSTNÉ VE VODĚ (HYDROFILNÍ)

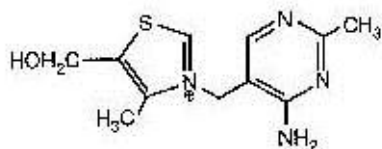
Vitaminy skupiny B zabezpečují biologický průběh metabolických pochodů, kterých se zúčastňují především jako koenzymy. Úzký funkční vztah mají zejména k metabolismu bílkovin a sacharidů, k činnosti nadledvin, štítné žlázy, pohlavních

žláz a nervové soustavy. S výjimkou přežvýkavců s rozvinutou mikroflórou předžaludku a králíků jsou ostatní zvířata odkázána na jejich příjem v krmivu. Platí to zejména pro drůbež a prasata (Jelínek a Koudela, 2003).

Vzhledem k rozpustnosti vitamínů B - komplexu ve vodě se jakýkoliv přebytek vylučuje a neuchovává (Dunne and Kirschmann, 1990).

2.6.1 VITAMIN B1 (TIAMIN, ANEURIN)

Obrázek 6: Strukturální vzorec tiaminu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Tiamin byl objeven již v roce 1897. Krystalický tiamin byl poprvé získán a popsán v r. 1926, v r. 1931 byla stanovena jeho chemická struktura, která byla potvrzena v r. 1936 chemickou syntézou (Jelínek a Koudela, 2003).

Tiamin je nezbytný pro normální činnost nervové soustavy a významně zasahuje do intermediárního metabolismu. Jako součást enzymů je zapojen především do metabolismu sacharidů. Biologicky aktivní je tiaminpyrofosfát, který je kofaktorem dekarboxyláz, transketoláz a některých dalších enzymů. Nejdůležitější reakce, na kterých se tiaminpyrofosfát podílí, je oxidační dekarboxylace α – ketokyselin. Svou účastí v cyklu kyseliny citronové ovlivňuje tiamin produkci ATP a zasahuje i do metabolismu bílkovin a tuků. Tiamin ovlivňuje transaminační pochody v játrech a ve svalech, využití bílkovin, syntézu nukleových kyselin, syntézu glukózy z kyseliny pyrohroznové a mléčné, syntézu glykogenu z glukózy, přeměnu cukrů na tuky a jejich ukládání v organismu, činnost nadledvin a štítné žlázy (Jelínek a Koudela, 2003).

Tiamin je jedním z nejvíce labilních vitamínů. Pouze za kyselých podmínek, nižší než pH 5, bude odolávat zahřívání. Důvodem je připravenost, s níž se vyskytují

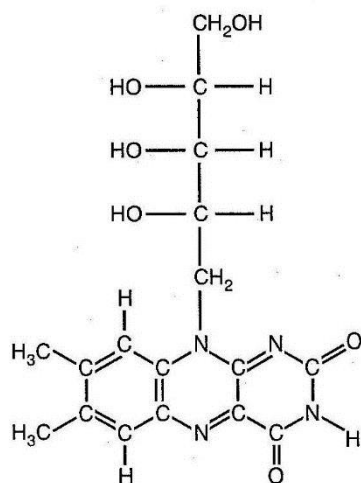
nukleofilní reakce přemístění na atomu spojujícím dva kruhové systémy (Coulter, 2001).

Nedostatek vitamínu B₁ způsobuje u zvířat polyneuritidu a polioencefalomaláci (cerebrokortikální nekrózu). Onemocnění vlivem nedostatku vitamínu B₁ se projevují zejména poruchami funkce nervové, cévní a trávicí soustavy. Narušena je i hemopoetická funkce kostní dřeně. Z hospodářských zvířat se hypovitaminóza B₁ vyskytuje nejčastěji u drůbeže, domácích a faremě chovaných masožravců, méně u prasat a mláďat přežvýkavců. Silný nedostatek vitamínu B₁ může mít za následek smrt v důsledku ochrnutí dýchacích svalů. Antivitaminem tiaminu je tiamináza, enzym štěpící tento vitamin (Jelínek a Koudela, 2003).

U drůbeže a holubů má nedostatek vitamínu B₁ za následek zpomalení růstu, snížení příjmu krmiva, nedostatečné využití energie, hubnutí, svalovou atrofii, poruchy nervového systému, paralýzu krčního svalstva, poruchy metabolismu sacharidů a bilance vody (u nosnic je snížena snáška). Charakteristickým znakem jsou ohnuté končetiny a hlava zvrácená dozadu. Hlavní příznaky nedostatku thiaminu se vyskytují u kuřat ve věku 10 až 20 dnů a zahrnují nekoordinaci a abnormální zatahování hlavy (Shane and Tucker, 2006).

2.6.2 VITAMIN B₂ (RIBOFLAVIN)

Obrázek 7: Strukturální vzorec riboflavinu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Objevení vitamínu B₂ je úzce svázáno s vitamínem B₁. Ukázalo se, že produkty obsahující tiamin podporují růst mikroorganismů i zvířat. Později bylo zjištěno,

že tato vlastnost, zpočátku připisovaná vitaminu B₁, náleží jiné látce – vitaminu B₂. Faktor růstu byl později nazván riboflavinem. V krystalické podobě byl izolován v roce 1933. V r. 1935 byla stanovena jeho chemická struktura a provedena chemická syntéza (Jelínek a Koudela, 2003).

Velkým krokem kupředu byl poznatek, že váhové přírůstky pokusných zvířat jsou přímo úměrné intenzitě fluorescence koncentrátů a že tedy vitamin B₂ je pravděpodobně identický se žlutozeleným pigmentem, který tuto fluorescenci vyvolává. Tuto látku se podařilo izolovat ve 30. letech minulého století z vaječného bílku, mléka, syrovátky, kvasnic a jater (Hlúbik a Opltová, 2004).

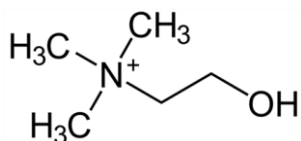
Struktura tohoto vitaminu je obvykle prezentována jako struktura samotného riboflavinu, jádra izoaloxazinu pouze s připojeným ribitolovým postranním řetězcem, ale ve většině biologických materiálů se vyskytuje převážně ve formě dvou nukleotidů, flavin mononukleotidu, FMN a flavin-adenin dinukleotidu, FAD. Ty se vyskytují jak jako protetické skupiny ve skupině respiračních enzymů známých jako flavoproteiny, tak také volné, když jsou označovány jako koenzymy (Coultate, 2001).

Riboflavin je výchozí látkou pro dva základní koenzymy živočišných tkání – FMN a FAD, které jsou součástí flavinových enzymů, především oxidáz a dehydrogenáz. Riboflavin se zúčastňuje téměř všech oxidoredukčních reakcí v živočišném organismu a ovlivňuje tak využití živin. Podílí se na normální funkci CNS, oka, pohlavních žláz a ovlivňuje tvorbu hemoglobinu a glykogenu. Je ve funkčním vztahu s vitaminem C (Jelínek a Koudela, 2003).

Příčinou hypovitaminózy je omezené podávání zeleného krmiva, sena, kvasnic, otrub a živočišných bílkovin, zejména během gravidity a po porodu, nízký obsah riboflavinu v kolostru a mléku, časný přechod na mléčné náhražky bez doplnění vitaminu B₂, časný odstav, poruchy resorpce riboflavinu, příp. nadměrný přívod antibiotik a sulfonamidů. Nejčastěji se hypovitaminózy B₂ vyskytují u drůbeže a prasat. U drůbeže se hypovitaminóza projevuje narušením reprodukčních funkcí (snížená snáška a líhivost, vysoká mortalita embryí, zpomalený růst, průjem, záněty kůže, svalová slabost s pozdější paralýzou svalů končetin a křídel provázenou zkroucenými prsty a svěšenými křídly) (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.3 VITAMIN B4 (CHOLIN, TRIMETYLETANOLAMIN)

Obrázek 8: Strukturální vzorec cholinu



Zdroj: [1]

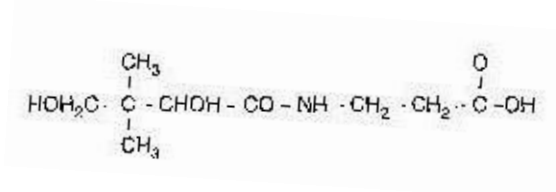
Cholin je řazen do skupiny tzv. vitagenů, tj. látek potřebných v gramovém množství a majících úlohu stavebních látek a zdroje energie. Cholin má však i aktivitu funkční v biochemických reakcích, která mu dává i povahu vitamínu (Stratil, 1993).

Cholin je nepostradatelnou složkou výživy především pro rostoucí organismus. Poprvé byl objeven ve žluči prasat. Chrání organismus před tukovou infiltrací jater. Jako složka lecitinu (fosfaticholin) je součástí všech rostlinných a živočišných buněk, podílí se na lipidovém metabolismu, je prekurzorem neurotransmiteru acetylcholinu, ovlivňuje metabolismus karotenu a vitamínu A a má význam pro činnost nervové soustavy. Oxidací cholinu vzniká betain, který poskytuje metylové skupiny pro syntézu metioninu a kreatinu (Jelínek a Koudela, 2003).

Nedostatek cholinu má za následek zpomalení růstu a tukovou infiltraci jater. Nejvyšší požadavek na cholin má drůbež, u které se nedostatek cholinu projevuje zpomalením růstu, chondrodystrofií – perózou, snížením snášky, kvality a líhivosti vajec, malformací kloubů a kostí a zvýšenou mortalitou kuřat. I když cholin není většinou zařazován mezi vitamíny, je to velmi důležitá látka pro prasata, hlodavce, masožravce a zejména pro drůbež (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.4. VITAMIN B5 (Kyselina pantotenová, PANTOTENÁT, FAKTOR PROTI DERMATITIDĚ KUŘAT)

Obrázek 9: Strukturální vzorec kyseliny pantotenové



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Kyselina pantotenová byla objevena v r. 1901 při studiu komplexu stimulatorů růstu z kvasnic a v r. 1940 byla uskutečněna její syntéza (Jelínek a Koudela, 2003).

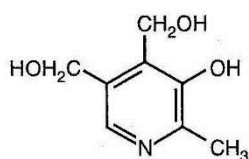
Je to amid tvořený kyselinou pantoovou připojenou k β -alaninu. Kyselina pantotenová je funkční skupinou koenzymu A (CoA), který plní důležitou funkci acyltransferázového kofaktoru pro mnoho enzymových reakcí (přenáší skupiny karbových kyselin). CoA se podílí na acetylaci aminů (včetně cholinu), oxidaci pyruvátu a ketoglutarátu, na beta-oxidaci mastných kyselin, syntéze mastných kyselin, cholesterolu, sfingosinu, citrátu, cholinu a acetylcholinu, acetacetátu a porfyrinů (Stratil, 1993).

Jako součást koenzymu A i jiných peptidových koenzymů se účastní klíčových reakcí v metabolismu aminokyselin, tuků a sacharidů. Speciální funkci má kyselina pantotenová při syntéze a degradaci tuků, protože koenzym A přenáší dvojhálikové skupiny (acetylCoA) a aktivuje mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (Hlúbik a Opltová, 2004).

Nedostatek kyseliny pantotenové má za následek poruchy růstu a patologické změny v mnoha orgánech, zejména v kůži. Kuřata vykazují poruchy pigmentace a vývoje peří, zpomalení růstu, dermatitidu, degeneraci lymfoidních buněk a myelinu, poruchy pohybu a degeneraci kůry nadledvin (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.5 VITAMIN B6 (PYRIDOXIN, PYRIDOXOL, PYRIDOXYL, ADERMIN, PYRIDOXAMIN)

Obrázek 10: Strukturální vzorec pyridoxinu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

V roce 1938 byl z kvasnic a rýžových otrub získán krystalický vitamin B₆. V r. 1939 byla stanovena jeho chemická struktura a vitamin dostal název pyridoxin. V současné době je známo, že biologicky aktivní jsou vedle pyridoxinu, nacházejícího se v rostlinách, jeho deriváty – pyridoxal, pyridoxamin, vznikající v těle zvířat. Všechny tyto látky se mohou v živočišném organismu přeměnit

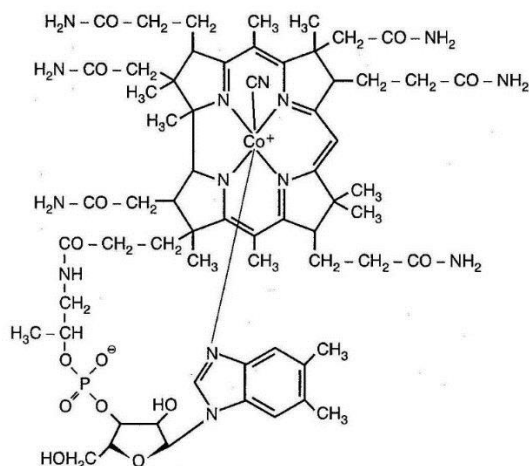
na aktivní koenzym pyridoxalfosfát, který je účinnou součástí především aminotransferáz, ale i dekarboxyláz, různých lyáz a syntáz. Pyridoxalfosfát ovlivňuje zejména metabolismus aminokyselin – transaminaci, dekarboxylaci, deaminaci a další reakce. Dále se podílí na syntéze katecholaminů, metabolismu kyseliny gamaaminomáselné, syntéze porfyriu, dále se uplatňuje při využívání železa, biochemismu svalové kontrakce, metabolismu tuků a glykogenu (Jelínek a Koudela, 2003).

Pyridoxalfosfát a pyridoxaminfofát působí jak koenzymy (transaminázy, recemázy, dekarboxylázy) ve více než 50 enzymatických reakcích, zejména v metabolismu aminokyselin, v centrálním nervovém systému působí jako koenzymy při syntéze biogenních aminů, mají důležitou funkci v metabolismu homocysteinu a při přeměně tryptofanu na niacin. Vitamin B₆ je vstřebáván v proximálním jejunu pasivní difuzí (Hlúbik a Opltová, 2004).

U hospodářských zvířat se hypovitaminóza B₆ vyskytuje jen zřídka. Dochází při ní k narušení metabolismu aminokyselin a bílkovin včetně hemoglobinu, k poruchám přeměny sacharidů a proteinů na tuky, k poškození regulace glykemie a glykogenových rezerv, je narušena činnost hypofýzy a nadledvin. Obecným příznakem je zarudnutí kůže (erytema), akrodermatitida, vypadávání srsti a peří, zpomalení růstu. U zvířat dochází ke ztrátě chuti k žrádлу, zvracení, průjmům, apatii, zaostávání v růstu, paréze končetin, poruchám vidění až slepotě. Může být provázena mikrocytární hypochromní anémií. Tento příznak se vyskytuje zejména u kuřat. U drůbeže se vyskytuje celková slabost, atypický postoj, opožděný růst peří, zánět kůže, nervové poruchy, křeče a úhyn. U nosnic klesá snáška. Poruchy funkce CNS se projevují podrážděností, pohybovými poruchami a křečemi (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.6 VITAMIN B₁₂ (KOBALAMIN, CYANOKOBALAMIN, ANTIANEMICKÝ FAKTOR)

Obrázek 11: Strukturní vzorec kobalaminu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

V první polovině 19. století byla popsána zhoubná anémie, která byla v té době nevléčitelná a většinou smrtelná. Toto onemocnění bylo provázeno částečnou atrofií žaludeční sliznice a nedostatečnou sekrecí kyseliny chlorovodíkové. Byl vysloven předpoklad, že příčinou zhoubné anémie je nedostatek jednak vnějšího faktoru, obsaženého v krmivu, jednak vnitřního faktoru (IF) vylučovaného žaludeční sliznicí. Pro využití vnějšího faktoru je nezbytná přítomnost vnitřního faktoru. Později bylo zjištěno, že konzumace jater ochraňuje před touto nemocí. Skutečná příčina tohoto onemocnění byla odhalena až v r. 1948, kdy byl izolován z jater vitamin B₁₂ (cyanokobalamin) a v roce 1953 byla stanovena jeho chemická struktura. Schopnost syntetizovat vitamin B₁₂ má většina bakterií v předžaludku a střevech. K jeho syntéze je nezbytná přítomnost dostatečného množství kobaltu, neboť kobalt je součástí molekuly vitaminu B₁₂. Kvasinky a zelené rostliny vitamin B₁₂ syntetizovat nedovedou. K jeho průmyslovému získávání lze využít některých mikroorganismů. Volný vitamin B₁₂ je metabolicky neaktivní a bez přítomnosti vnitřního faktoru se nevstřebává (Jelínek a Koudela, 2003).

Mnoho studií odhalilo schopnost absorbovat vitamin B₁₂ pasivní difuzí (Florkin and Stotz, 1971).

Vitamin B₁₂ má úzký vztah ke kyselině listové. Účastí na některých koenzymech zasahuje do četných metabolických procesů. Podílí se na tkáňovém metabolismu, katalyzuje mnohé reakce bílkovinného, sacharidového a lipidového metabolismu, je nenahraditelný při tvorbě esenciálních složek nukleových kyselin, cholinu a kreatinu. Spolu s kyselinou listovou zasahuje do tvorby metioninu přenosem metylové skupiny na homocystein a snižuje tak požadavek na obsah metioninu v krmné dávce. Vzhledem k jeho podílu na metabolismu bílkovin je kobalamin považován za růstový faktor. Ovlivňuje funkci CNS a reprodukčního systému. K nejvýznamnějším funkcím patří jeho účast na tvorbě krve (hemopoetická funkce), a proto je také označován jako antianemický faktor (Jelínek a Koudela, 2003).

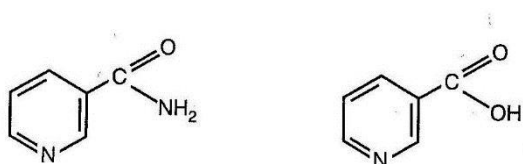
Příčinou hypovitaminózy může být nedostatek vitamínu v krmné dávce, porucha tvorby vnitřního faktoru nebo nedostatek kobaltu v krmivu. Dochází k narušení erythropoézy s následným snížením počtu červených krvinek, zvýšením počtu nezralých erytrocytů a klesá i množství leukocytů. Při déle trvajícím nedostatku nastupuje anémie, příp. i smrt (Jelínek a Koudela, 2003).

Klasickým onemocněním zjevného nedostatku kobalaminu je perniciózní anémie (Coulter, 2001).

Při nedostatku vitamínu B₁₂ dochází u drůbeže k narušení metabolismu bílkovin, poruchám opeření, snížení počtu erytrocytů a obsahu hemoglobinu, snížení snášky a vysokému embryonálnímu úhynu (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.7 VITAMIN PP (NIACIN, KYSELINA NIKOTINOVÁ, ANTIPELAGICKÝ FAKTOR, NIKOTINÁT)

Obrázek 12: Strukturální vzorec kyseliny nikotinové



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Objevení vitamínu PP je spojováno s pelagrou člověka, onemocněním projevujícím se především dermatitidou (pelle agra – drsná kůže) a nervovými poruchami,

i když původně byl izolován již při hledání faktoru proti beri –beri. Niacin (kyselina nikotinová) je derivát pyridinu (Jelínek a Koudela, 2003).

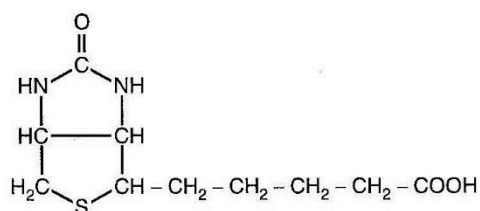
Název Niacin se často používá pro dvě sloučeniny, jmenovitě pyridin-3-karboxylovou kyselinu a amin pyridin-3-karboxylovou kyselinu (Florkin and Stotz, 1964).

Účinný proti pelagře je i amid této kyseliny (niacinamid, amid kyseliny nikotinové). V této podobě je vitamin vestavěn do koenzymu NAD (nikotinamidadenindinukleotid) a NADP (nikotinamidadenindinukleotidfosfát), které jsou součástí četných dehydrogenáz, zasahujících do mnoha oxidoredukčních pochodů při metabolismu lipidů, sacharidů i aminokyselin, při biosyntéze purinů a pyrimidinů a některých vitaminů. Niacin potřebují ke svému vývoji téměř všechny organismy a většina z nich ho dovede syntetizovat mj. z tryptofanu (Jelínek a Koudela, 2003).

Nedostatek vitaminu PP se projevuje zejména při zkrmování vysokých dávek kukuřice, která má málo niacinu; ten je vázaný ve formě pro zvířata nevyužitelné a navíc je kukuřice deficitní na tryptofan. Aby byl zajištěn dostatek niacinu, musí být v 1 kg krmiva obsaženo více než 150 mg tryptofanu. Ostatní obiloviny s výjimkou rýže tento požadavek splňují. Při nedostatku vitaminu PP dochází k narušení oxidoredukčních pochodů v organismu. Projevem hypovitaminózy je dermatitida, krváceniny a záněty sliznice trávicího traktu, nechutenství, zpomalený růst, průjem. Kuřata pomalu rostou, vyskytují se záněty kůže na hlavě, zánět jazyka, zobákové dutiny a horní části jícnu, peróza, průjem a deformace stehenní kosti (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.8 VITAMIN H (BIOTIN, ANTISEBORHOICKÝ VITAMIN)

Obrázek 13: Strukturální vzorec biotinu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Výzkumy, které vedly k odhalení vitamínu H, byly zahájeny v 70. letech 19. století L. Pasteurem. Avšak teprve v r. 1935 byl z komplexu biologicky aktivních látek kvasnic izolován krystalický biotin. Chemická struktura vitamínu H byla stanovena v r. 1942 a rok poté byl vyroben syntetický vitamin (Jelínek a Koudela, 2003).

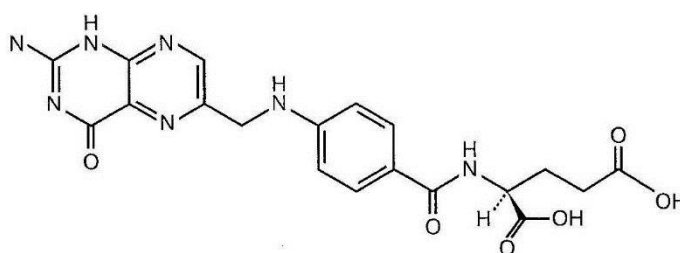
Biotin syntetizují mikroorganismy a různé rostlinné druhy. Vyskytuje se v rostlinné i živočišné potravě, ale poměrně v malém množství. Podílí se na transkarboxylaci, oxidativní fosforylaci, deaminaci, karbamylaci a jiných metabolických krocích v metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin. Biotin je prostetickou skupinou několika enzymů. Tyto enzymy se podílejí na glukoneogenezi, syntéze mastných kyselin, metabolismu propionátu a katabolismu aminokyseliny leucinu. Biotin má vztah k získávání energie v buňce (Stratil, 1993).

V minulosti nebyl biotin běžným doplňkem pro drůbež, částečně kvůli jeho vysokým nákladům. Následné studie prokázaly špatnou dostupnost tohoto vitamínu v některých běžných krmivech, např. pšenice (Whitehead, 2000).

Nedostatek biotinu se může projevit při vysokém obsahu antivitaminů v krmné dávce, při omezení koprofagie a při vysoké teplotě prostředí. Jeho potřeba se zvyšuje při podávání antibiotik a sulfonamidů. U drůbeže nedostatek biotinu způsobuje zpomalený růst, poruchy v opeřování, trhliny v kůži na chodidlové ploše prstů. Dalším projevem je zánět kůže v okolí očí a zobáku. Uhynulá zvířata mají světlá, zvětšená a tukem infiltrovaná játra a ledviny (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.9 KYSELINA LISTOVÁ (Kyselina folová, kyselina pteroylglutamová, folacin)

Obrázek 14: Strukturální vzorec kyseliny folové



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Kyselina listová, látka pojmenovaná po listech, z nichž byla poprvé izolována v r. 1941 a jako růstový faktor pro některé bakterie, byl charakterizován v r. 1943. Je derivátem piridinu, který je pomocí kyseliny para-aminobenzoové připojen na jeden nebo více zbytků kyseliny glutamové. Koenzymovou formou je kyselina tetrahydrolistová, která slouží k přenosu hydroximetylových a formylových skupin a zasahuje tak do metabolismu některých aminokyselin, purinů, cholinu, nukleových kyselin, katecholaminů a serotoninu. Pro drůbež to je růstový faktor, který také ovlivňuje reprodukční funkce a má lipotropní účinek. Spolu s vitamínem B₁₂ ovlivňuje tvorbu erytrocytů. Kyselinu listovou syntetizují zelené rostliny a mikroorganismy. Mikrobiální syntéza ve střevě je primárním zdrojem kyseliny listové pro nebyložravé druhy, u zvířat je obsažena především v játrech a ledvinách (Jelínek a Koudela, 2003).

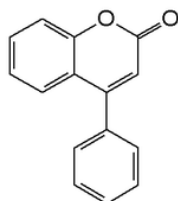
Kyselina listová je název, který je dán blízké příbuzné skupině široce distribuovaných sloučenin, jejichž vitaminová aktivita je podobná jako u kobalaminů. Tyto látky se důsledně podílejí na metabolismu mnoha aminokyselin, purinů a pyrimidinů (složky nukleotidů a nukleových kyselin) a nepřímo, prostetické skupiny obsahující atom železa. U živočichů je metabolismus methylových skupin, které musí být dodáván ve stravě (převážně cholinem), obzvláště složitý. Jak reakce vyžadující kyselinu listovou, tak kobalamin, jsou zahrnuty, takže není překvapující, že dochází k určitému překryvu symptomů nedostatků těchto dvou vitaminů. Rutinní dietní opatření se nedoporučuje. Důvodem je to, že extra kyselina listová zmírní a tím maskuje zřejmou anemii nedostatku kobalaminů. Nemá však vliv na doprovodné neurologické poškození, které způsobuje nedostatek kobalaminu (Coulter, 2001).

Příčinou hypovitaminózy může být nedostatek folacinu v krmné dávce, narušená resorpce v důsledku gastrointestinálních poruch i aplikace sulfonamidů a některých antibiotik, jež inhibují střevní mikroflóru produkující kyselinu listovou. U drůbeže se ztrácí bohatý zdroj vitaminu omezením cekotrofie a koprofagie. U monogastričních zvířat v důsledku deficitu kyseliny listové je narušena syntéza DNA a dochází k anémii. Je registrována zvýšená embryonální mortalita, zpomalený růst, malátnost, průjem, slabost končetin. U drůbeže navíc zaznamenáváme paralýzu krčního svalstva, poruchy opeření a depigmentaci peří. Tyto příznaky byly pozorovány

především u kuřat a krůtat při zkrmování krmných dávek založených na bázi kukuřice (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.10 VITAMIN P (ANTIPEMEABILNÍ FAKTOR, CITRIN, C KOMPLEX)

Obrázek 15: Strukturní vzorec citrinu

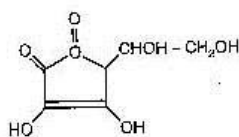


Zdroj: [2]

Vitamin P ovlivňuje propustnost krevních kapilár, odkud i získal svůj název. Je směsí flavonoidních glykosidů. Výskytem a funkcí je spojen s vitaminem C. Ovlivňuje jeho resorpci a funkci, poskytuje mu ochranu před oxidací a společně se podílejí na udržování zdravých pojivových tkání a obranyschopnosti organismu proti infekci. Primární funkcí vitaminu P je zabezpečení pevnosti kapilární stěny a regulace resorpce. Zvyšuje rovněž obsah trombocytů v krvi. Nedostatek se projevuje změnou pevnosti a propustnosti krevních kapilár s následnou tvorbou krevních podlitin (Jelínek a Koudela, 2003).

2.6.11 VITAMIN C (Kyselina L – Askorbová)

Obrázek 16: Strukturní vzorec kyseliny L - askorbové



Zdroj: Hlúbík a Opltová, 2004

Význam kyseliny askorbové je polyfaktoriální. Je nezastupitelná pro vývoj, růst, tvorbu kolagenu, kostí, krve, pevnost skořápky, obranyschopnost organismu, hojení ran, zlomenin i popálenin, regeneraci nervů, metabolismus železa, kyseliny listové i pro zvládnutí stresových reakcí (Jelínek a Koudela, 2003).

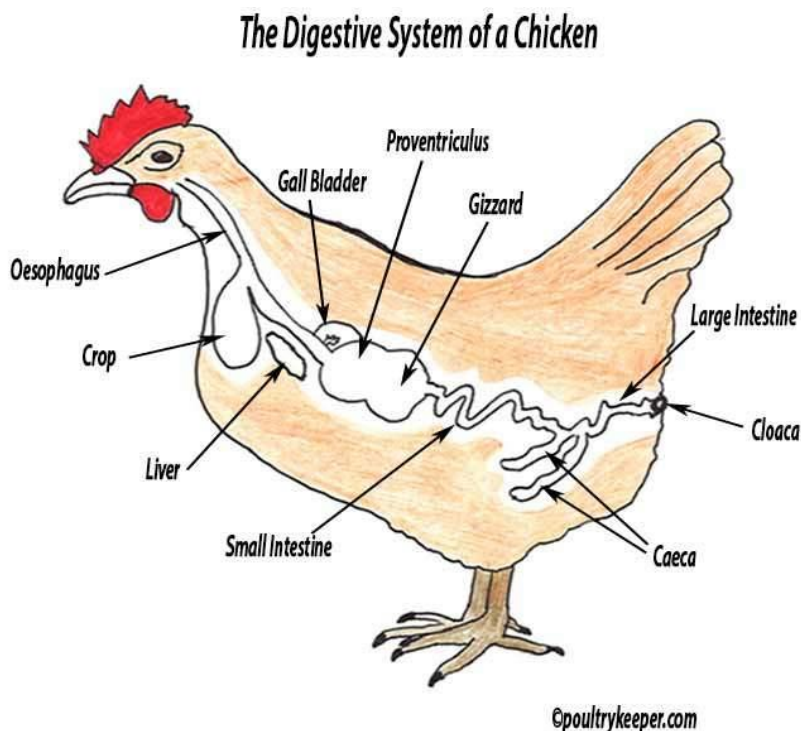
Rostliny a mnoho živočišných druhů může syntetizovat kyselinu askorbovou ze sacharidových prekurzorů včetně glukózy a galaktózy. Výjimku tvoří hmyz, bezobratlí, ryby, některé druhy netopýrů (konzumující ovoce) a ptáků, morče a primáti včetně člověka. Je to způsobeno defektem nepřítomnosti mikrozomálního enzymu L-gulonolaktonoxidoreduktázy, který je posledním článkem mnohaenzymového řetězce přeměny glukózy nebo galaktózy na kyselinu askorbovou (askorbát) (Stratil, 1993).

Vitamín C a vitamín E jsou velmi důležité a užitečné pro zlepšení oxidativního stresu a zlepšením oxidativního stavu a dalšího zdraví. Obojí vitaminy byly také nalezeny jako podpůrné při regeneraci oxidačního poškození jater. Proto tyto vitaminy se doporučuje přidat do režimu krmení drůbeže (Arslan Iftikhar et al., 2015). [4]

Nedostatek přívodu kyseliny askorbové vyvolává skorbut, který je známý u člověka, vyskytuje se však také u selat a psů. Pro postižená zvířata je příznačné zaostávání v růstu, výskyt poruch ve vývoji zubů, kostry, jsou pozorovány otoky dásní, viklání zubů a anémie. Při déle trvající hypovitaminóze se objevují kapilární krváceniny v dutině ústní, nosní, ve střevech, v močovém měchýři, v ledvinách a pod okosticí. Dostatečný přísun kyseliny askorbové potřebují člověk a další primáti, morčata a různé druhy ryb. V praktických chovatelských podmínkách se doporučuje dávat kyselinu askorbovou gravidním samicím, skorbutem stíženým zvířatům, rovněž při infekčních chorobách, po operačních zákrocích (Jelínek a Koudela, 2003).

2.7 TRÁVICÍ SOUSTAVA PTÁKŮ

Obrázek 17: Trávicí systém drůbeže



Zdroj: [3]

Vzhledem k tomu, že ptáci nemají zuby, zpracovávají potravu mechanicky zobákem a ve svalnatém žaludku. Ptáci mají i slinné žlázy, které jsou vyvinuté u těch druhů, které se živí suchou potravou. Chuťové pohárky jsou rozmístěny na jazyku a na stěnách zobákové dutiny, podobně jako u savců (Reece, 2011).

Střediska v laterálním hypotalamu jsou zodpovědné za stimulaci příjmu potravy (Shane and Tucker, 2006).

Ptáci nemají zuby, mají zobák, vole nebo rozšířený jícen, dva žaludky, poměrně krátké tenké střevo, dobře vyvinutá játra a zejména pankreas, dvě slepá střeva a kloaku. Ptáci se vyznačují větší rychlostí procesů trávení a vstřebávání, proto vyžadují krmivo s nízkým obsahem vlákniny. S těmito procesy je spojena i vyšší intenzita látkového a energetického metabolismu (Jelínek a Koudela, 2003).

Všechny orgány jsou lehké, vyžadují jen málo místa, a přesto mají neobvyklý výkon (Herzog, 1968).

2.7.1 DUTINA ÚSTNÍ (*CAVITAS ORALIS*)

Dutina ústní je ohraničena horním a dolním zobákem, tvářemi, patrem a jazykem. Vzhledem k tomu, že ptáci nemají měkké patro, není dutina hltanu rozdělena na nosohltan, ústní a hrtanovou část faryngu jako u savců. V ústní dutině ptáků nejsou zuby, ústní štěrbina není ohraničena pysky a tváře jsou rudimentární. (Černý, 2005).

2.7.2 HLTAN (*PHARYNX*)

Ústní neboli zobáková dutina přechází neznatelně v hltan. Na jejím ohraničení se podílejí horní a dolní zobák, patro a spodina ústní dutiny. Strop zobákové dutiny tvoří patro, pokryté zrohovatělou sliznicí, která plynule přechází na strop hltanu bez vytvoření měkkého patra. Na stropě zobákové dutiny se nachází choanová štěrbina, která je u hrabavých mnohem delší než u vrubozobých. Tato rostrálně zúžená a kaudálně rozšířená štěrbina umožňuje stálou komunikaci nosní a zobákové dutiny. Kaudálně za choanovou štěrbinou následuje nálevková štěrbina. Pod ní se nachází nálevka, do níž společně ústí sluchové trubice (Marvan, 2003).

Kaudálně za štěrbinovitým nosním průduchem přechází bez zřetelné hranice ústní dutina v hltanovou dutinu. Hltanovou dutinu vystýlá sliznice, jejíž stavba je velmi podobná sliznici ústní dutiny. Na povrchu sliznice je dlaždicovitý epitel, který obvykle nerohovatí (Černý, 2005).

2.7.3 JÍCEN (*ESOPHAGUS*)

Jícen je část trávicí trubice spojující hltan se žláznatým žaludkem. Vzhledem k průběhu se jícen rozděluje na delší krční část a na kratší hrudní část (Černý, 2005).

Jícen se u ptáků rozděluje na úsek před voletem a za voletem. Jeho průměr je větší, než je tomu u savců, což ptákům umožňuje polykat i velké kusy potravy, které by savci rozkousali na menší kousky. Hlenovité žlázy mají ptáci hojně v jícnu, kde sekret usnadňuje posun potravy při polykání (Reece, 2011).

2.7.3.1 VOLE (*INGLUVIES*)

Kaudální krční část jícnu se před vstupem do tělní dutiny rozšiřuje nebo vakovitě vychlipuje. U kachny se jícen před vidlicí vřetenovitě rozšiřuje, u kura tvoří jednoduché vakovité vychlípění označované jako vole, *ingluvies* (Černý, 2005).

Jícen i s voletem leží v převážné míře na pravé straně krku. Sliznice stěny jícnu obsahuje četné hlenové žlázy. Sliznice volete je bez žláz (Marvan, 2003).

2.7.4. ŽALUDEK (*GASTER*)

Žaludek ptáků je sestaven ze tří samostatných oddílů, jejichž rozvoj a uspořádání je druhově specifické a odpovídá způsobu trávení přijaté potravy. Žaludek ptáků tvoří: žláznatý žaludek, *proventriculus*, svalnatý žaludek, *ventriculus* a pylorická část žaludku, *pars pylorica*. Žláznatý a svalnatý žaludek spojuje přechodný úsek, *zona intermedia gastris* (Černý, 2005).

2.7.4.1 ŽLÁZNATÝ ŽALUDEK (*PROVENTRICULUS*)

Žláznatý žaludek navazuje bez zřetelné hranice na hrudní část jícnu. U kura je vřetenovitě rozšířený, 40 mm dlouhý a 20 mm široký. Na rozdíl od savců u ptáků existuje pouze jeden buněčný typ, který secernuje jak kyselinu chlorovodíkovou, tak i pepsin. U ptáků působí ve žláznatém žaludku navíc ještě chymozin (Černý, 2005).

Žláznatý žaludek je uložen před svalnatým žaludkem. Žaludeční sekrece HCl, pepsinogenu a mucinu probíhá ve žláznatém žaludku, kde se potrava dlouho nezdržuje, ale pokračuje plynule do svalnatého žaludku (Reece, 2011).

2.7.4.2 SVALNATÝ ŽALUDEK (*VENTRICULUS*)

Svalnatý žaludek je část trávicí trubice, kterou charakterizuje mohutně vyvinutá kruhová svalová vrstva, která je jediným svalstvem jeho stěny, a dále přítomnost tuhé a pevné kutikuly na povrchu sliznice. Hlavní funkcí svalnatého žaludku je mechanické zpracování (mletí a drcení) potravy na základě vydatných kontrakcí asymetrických svalů a za mechanického působení zrněk písku ve zpracovávaném obsahu. Proti poranění a samonatravení chrání povrch sliznice pevná kutikula. Mechanická příprava zčásti natrávené potravy je nutná k jejímu dalšímu chemickému trávení v tenkém střevě. U kura má svalnatý žaludek kruhový nebo mírně oválný

tvar, je asi 50 mm dlouhý a 25 mm široký. U kachny šlašité středy pevně srůstají se svalovým podkladem, slepé vaky jsou výrazné (Černý, 2005).

Leží zčásti mezi jaterními laloky a zaplňuje převážnou část levé poloviny tělní dutiny. Pro tlustou stěnu svalnatého žaludku je charakteristická mohutná hladká svalovina, která se diferencovala ve dva páry svalů. Jsou to jednak tzv. tenké svaly, jednak dva nápadné tmavočervené silné svaly. Oba posledně jmenované svaly jsou laterálně spojeny šlachou, která je pro svoji skladbu a namodralou barvu označována jako šlašité zrcadlo (Marvan, 2003).

2.7.4.3 PYLORICKÁ ČÁST (*PARS PYLORICA*)

Pylorická část svalnatého žaludku, *pars pylorica*, je třetím a posledním oddílem ptačího žaludku. U všech druhů domácích ptáků představuje asi 5 mm dlouhý světlý úsek ohraničující *canalis pyloricus*, který vystylá sliznice se žlázami, *gll.pyloricae*. Kanál se zakončuje v *ostium pyloricum*, ve kterém přechází pylorická část žaludku bez zjevné hranice ve vzestupnou slohu dvanáctníkové kličky (Černý, 2005).

2.7.5 STŘEVO (*INTESTINUM*)

Střevo, *intestinum*, je nejdelší úsek trávicí trubice spojující žaludek s kloakou. Dělí se na tenké střevo, *intestinum tenue*, a tlusté střevo, *intestinum crassum* (Černý, 2005).

Celková délka střeva u kura a kachny je 1,6–2,3 m (Marvan, 2003).

2.7.5.1 TENKÉ STŘEVO (*INTESTINUM TENUE*)

Tenké střevo ptáků se dělí na dvanáctník, duodenum, lačník, jejunum, a kyčelník, ileum (Černý, 2005).

Zhruba uprostřed délky tenkého střeva je patrný pozůstatek po žloutkovém váčku (Meckelovo diverticulum) (Reece, 2011).

Tenké střevo je několikanásobně delší než tlusté střevo a po celé délce má přibližně stejnou tloušťku (Marvan, 2003).

2.7.5.1.1 DVANÁCTNÍK (*DUODENUM*)

Je počáteční úsek tenkého střeva, který navazuje na *pars pylorica* v *ostium pyloricum*. Vrátník se nachází v úrovni předního slepého vaku svalnatého žaludku. U všech druhů domácích ptáků tvoří dvanáctník charakteristickou kličku, která má podobu písmene U (Černý, 2005).

Dvanáctník po svém výstupu ze svalnatého žaludku vytváří protáhlou kličku, v níž je téměř po celé délce uložena slinivka břišní. Celá klička je volná a vazivově je připojena ke svalnatému žaludku a k jaterní bráně. Do dvanáctníku ústí vývody jater a slinivky břišní (Marvan, 2003).

2.7.5.1.2 LAČNÍK (*JEJUNUM*)

Lačník je nejdelším úsekem tenkého střeva. Délka lačníku u kura a kachny dosahuje 105 cm. Topograficky se tenké střevo nachází vpravo v kaudální polovině tělní dutiny. Kličky tenkého střeva naléhají na svalnatý žaludek, dotýkají se sleziny, pravého jaterního laloku a u samičích jedinců vejcovodu zvětšeného v období snášky (Černý, 2005).

Kraniální část lačníku je nejvýznamnější místo, kde dochází k resorpci konečných produktů trávení tuků, sacharidů a bílkovin. Tepelné stresy (horko nebo chlad) mohou ovlivňovat trávení tak, že mění průtok krve v mezenteriu (ke střevům). Tak se u kuřat může průtok krve snížit až o 50 % vlivem zvýšené teploty prostředí na 37 °C (tepelný stres) (Reece, 2011).

2.7.5.1.3 KYČELNÍK (*ILEUM*)

Kyčelník je kaudálním pokračováním tenkého střeva. Začíná za rudimentem žloutkového váčku a končí na úrovni ústí slepých střev, kde přechází v přímé střevo (Černý, 2005).

Kyčelník je krátký úsek tenkého střeva (u kura 10-20 cm), který v místě výstupu slepých střev přechází do konečníku. Se slepými střevy je spojen pomocí vazy a od tlustého střeva je oddělen zřetelnou slizniční řasou (Marvan, 2003).

2.7.5.2 TLUSTÉ STŘEVO (*INTESTINUM CRASSUM*)

Tlusté střevo ptáků se skládá pouze ze dvou částí. Ve srovnání s poměry u savců je velmi krátké a tvoří ho dvě slepá střeva, jejichž velikost je druhově variabilní, a přímé střevo (Černý, 2005).

2.7.5.2.1 SLEPÉ STŘEVO (*CECUM*)

U ptáků se slepé střevo vyskytuje jako párový úsek střeva, který se dělí na pravé a levé slepé střevo. Slepá střeva jsou značně vyvinutá u kura a vrubozobých. U kura dosahují délky 1 až 25 cm, u kachny 10 – 20 cm. Slepá střeva jsou uložena po stranách kyčelníku, který mezi sebe zaujímají a se kterým se spojují krátkými vazy. U kurovitých a vrubozobých ptáků rozlišujeme na slepých střevech tři části. Zúžený krček představující bázi, tělo, a volný hrot. (Černý, 2005).

Nejvýznamnější funkcí slepých střev je mikrobiální zpracování celulózy. Vzhledem k větší potřebě energie má tento proces význam především pro volně žijící ptáky. Ve slepých střevech se kyselina močová (přítomná v moči) stává zdrojem dusíku pro bakterie, které provádějí rozklad celulózy. Moč, která se dostává do tračnicku z kloaky, se může dostat až do slepých střev antiperistaltickými vlnami, které jsou největší zvláštností pohybů tračnicku ptáků, a předpokládá se, že probíhají neustále. V důsledku této antiperistaltiky se slepá střeva plní. Kruhový svalový svěrač na kyčelníku zasahuje až na tračník a jeho kontrakce účinně zabraňuje zpětnému toku tráveniny z tračnicku zpět do kyčelníku. Další důležitou funkcí slepých střev je zpětná resorpce vody z moči (Reece, 2011).

Obsahem slepých střev se stává pouze nutričně bohatý substrát, kdežto nestravitelná frakce potravy je vylučována, aniž by se stala obsahem slepých střev. Tmavě zelený až tmavě hnědý želatinózní obsah je ze slepých střev vylučován jednou nebo dvakrát za den (Černý, 2005).

2.7.5.2.2 PŘÍMÉ STŘEVO (*RECTUM*)

Přímé střevo je konečná část střeva, která se nachází mezi kyčelníkem a kloakou. U kura je rectum 8 -11 cm dlouhé, u kachny 7 - 12 cm.

Jestliže v tenkém střevě dochází k chemickému trávení potravy a resorpci živin, pak v tlustém střevě a kloace se vstřebává přebytečná voda nejen ze střevního obsahu, ale i z moče (Černý, 2005).

Trávicí soustava ptáků končí kloakou, která je společným vývodem pro trávicí, pohlavní a močovou soustavu. Fabriciova burza je dorzálně umístěný váček ve stěně proktodea (část kloaky), který má souvislost s látkovou imunitou. Je to důležité místo pro dozrávání B-lymfocytů, které pak tvoří protilátky (Reece, 2011).

2.7.6 SLINIVKA BŘIŠNÍ (*PANKREAS*)

Pankreas je žláza s vnější i vnitřní sekrecí bledě růžové až nažloutlé barvy uložená mezi serózními listy, které vzájemně spojuje obě slohy dvanáctníkové kličky. Pankreas má jako orgán tři laloky. Dorzální lalok, ventrální lalok a kraniální slezinný lalok. Z pankreatu vystupují u domácích ptáků dva až tři vývody. Dorzální, ventrální, a přídatný. U kura jsou vytvořeny zpravidla tři vývody, u kachny většinou jenom dva. Všechny pankreatické vývody vyústí společně do vzestupné slohy, dvanáctníkové kličky a přivádějí pankreatickou šťávu do střeva. Pankreatická šťáva je produktem exokrinní složky pankreatu. Obsahuje enzymy pro chemické trávení všech základních komponentů potravy. V pankreatické šťávě byla prokázána amyláza, lipáza a proteázy včetně trypsinu (Černý, 2005).

2.7.7 JÁTRA (*HEPAR*)

Játra jsou po pankreatu druhým přidruženým orgánem trávicí trubice, který vylučuje do střeva svůj sekret – žluč. Žluč napomáhá emulgaci tuků. Játra se u ptáků člení jen na dva laloky, na větší pravý lalok a menší levý lalok. U kura je ještě levý lalok rozdělen hlubokým mezilalokovým zářezem na dvě části. Topograficky se játra nacházejí v předních ventrolaterálních kvadrantech tělní dutiny (Černý, 2005).

Hmotnost jater u kura se pohybuje mezi 30 – 60 g. Jejich barva přechází z červenohnědé přes světle hnědou až do žlutohnědé u ztučnělých ptáků. Játra se nacházejí v jaterních pobřišničních vacích. Jsou uložena v prostoru ohraničeném žebry a jen malá část jater přesahuje žebra (Marvan, 2003).

2.7.7.1 ŽLUČOVÉ CESTY

Žlučový měchýř, (*vesica fellea*), slouží u kura a kachny k shromažďování žluče. Je uložen na viscerální ploše pravého jaterního laloku v jámě žlučového měchýře, po stranách ho částečně překrývá jaterní parenchym. U kura má žlučový měchýř hruškovitý tvar a dosahuje ke kaudálnímu okraji pravého laloku. U kachny je trubicovitě protáhlý, celkově je kratší a nedosahuje ke kaudálnímu okraji jater.

Ze žlučového měchýře vystupuje samostatný vývod, který spojuje žlučový měchýř s dvanáctníkem. V žádném případě se nespojuje s jaterními žlučovými vývody ve společný žlučovod jako u savců. Ptáci nemají společný žlučovod (Černý, 2005).

Jeden z jaterních žlučových vývodů vede přímo do duodena a druhý ústí do žlučníku. Žlučník má kur, krocan, kachna a husa (Reece, 2011).

2.8 TRÁVENÍ U PTÁKŮ

2.8.1 TRÁVENÍ VE VOLETI

Vole srůstá vnější stranou s kožním svalem, který umožňuje jeho rozšíření při plnění krmivem. Vchod a východ volete jsou uzavřeny svěrači. U slepice pojme vole okolo 100 g krmiva, které se v něm připravuje k dalšímu trávení. Výměšek mucinózních žlázek volete neobsahuje enzymy, a proto nemá pro trávení podstatný význam. Ve voleti se tráví 15 - 20 % přijatého škrobu a mikrobiální proteolýza a lipolýza nepřevyšují 10 %. Celulóza se ve voleti netráví (Jelínek a Koudela, 2003).

2.8.2 TRÁVENÍ V ŽALUDKU

Žláznatý žaludek je poměrně malý a potrava se v něm dlouho nezdržuje. Složitě tubulózní žlázy obsahují pouze jeden druh sekrečních buněk. Apikální konec těchto buněk produkuje HCl, zatímco v jejich bazální části se tvoří pepsinogen. Působením kyseliny chlorovodíkové se neúčinný pepsinogen přeměňuje na aktivní pepsin, který štěpí bílkoviny na albumózy a peptony. Nejvíce těchto žlázek je u kachen a nejméně u slepic. Hodnota pH čisté žaludeční šťávy se pohybuje v rozmezí 1,4 – 2,0. Cylindrické epiteliální buňky žaludeční sliznice vylučují mucin, který chrání sliznici před agresivním účinkem žaludeční šťávy. Ve zvýšené míře je vylučován v době příjmu krmiva. Vylučování žaludeční šťávy probíhá nepřetržitě. Po nakrmení se její množství zvyšuje. Nejvyšší trávicí účinek má žaludeční šťáva slepic, následují kachny. Vlastní žaludeční trávení neprobíhá ve žláznatém žaludku, ale až v dalších oddílech trávicího traktu, především v duodenu. Ve žláznatém žaludku se krmivo dlouho nezdržuje. Rytmickými stahy svaloviny, ke kterým dochází asi v minutových intervalech, se obsah prosáklý žaludeční šťávou posunuje do svalnatého žaludku. Rovněž přebytek žaludeční šťávy odtéká do svalnatého žaludku (Jelínek a Koudela, 2003).

Ve svalnatém žaludku se vlastní trávicí šťávy netvoří. Potrava se zde zpracovává mechanicky, promíchává se a tráví působením enzymů žaludeční šťávy, krmiva i enzymů bakteriálního původu. Pro mechanické zpracování potravy má svalnatý žaludek morfologické předpoklady. Rytmické smršťování hladké svaloviny probíhá ve dvou fázích. Nejdříve se smršťují hlavní svaly, ve druhé fázi svaly vmezežené, za současného uvolnění svalů hlavních. Potrava se přitom nejen promíchává,

ale asymetrie svalů má za následek i pohyby třecí, mlecí a drtící. Jeden cyklus trvá asi 15 – 60 vteřin v závislosti na konzistenci krmiva. Frekvenci svalových kontrakcí ovlivňuje i světelný režim, pohlaví, nucené krmení, teplota okolního prostředí a obsah gritu. Po 2 – 5 cyklech přechází obsah svalnatého žaludku do dvanáctníku. Drtící a mlecí účinek svalnatého žaludku zvyšuje hrubý písek a drobné kaménky, které ptáci požírají. Grit zlepšuje využití krmiva až o 30 %. Aby nedocházelo k poranění sliznice svalnatého žaludku, je pokryta několik milimetrů silnou keratinoidní vrstvou, která vznikla ztuhnutím výměšků slizničních žláz. Kromě mechanického zpracovávání potravy dochází ve svalnatém žaludku k intenzivnímu štěpení bílkovin pepsinem žaludeční šťávy. Štěpí se zde na polypeptidy 35 -50 % bílkovin krmné dávky při pH 2,5 – 3,5. Vedle bílkovin se ve svalnatém žaludku tráví 10 -15 % sacharidů a lipidů, pravděpodobně enzymy pankreatické šťávy, která se sem dostává regurgitací z duodena (Jelínek a Koudela, 2003).

2.8.3 TRÁVENÍ V TENKÉM STŘEVĚ

Jemně rozemletý obsah svalnatého žaludku se peristaltickými vlnami dostává do duodena, kde se mísí s pankreatickou šťávou, žlučí a střevní šťávou. Pro ptačí střevo je však charakteristické, že enzymatické pochody v něm mohou probíhat jak v prostředí slabě kyselém, tak i slabě alkalickém. Pankreas je u ptáků vyvinut relativně mnohem více než u savců. Pankreatická šťáva drůbeže je přibližně neutrální. Neobsahuje laktázu. Žluč je převážně slabě alkalická (pH 7,3 – 8) a na rozdíl od savců obsahuje kyselinu stearovou a amylázu. Ze žlučových kyselin převažuje kyselina chenodeoxycholová. Na 1 kg živé hmoty se u slepice vylučuje za hodinu kolem 25 ml žluči a přibližně stejné množství pankreatické šťávy. To je více než u ostatních druhů hospodářských zvířat. Ke zvláštnostem trávení ve střevě patří nepřítomnost Brunnerových žláz a absence duodenální šťávy, slabě rozvinutý lymfatický systém a v důsledku toho resorpce lipidů bezprostředně do krve a intenzivní průběh kontaktního trávení, se kterým se setkáváme již během embryonálního vývoje (Jelínek a Koudela, 2003).

2.8.4 TRÁVENÍ V TLUSTÉM STŘEVĚ

Dokončuje se zde trávení enzymy tenkého střeva a kromě toho je obsah vystaven mikrobiální činnosti. Slepá střeva jsou dobře vyvinuta u kachen, které přijímají krmivo s vysokým obsahem celulózy. Při krmení krmivem bohatým na dusík zvětšují

slepá střeva svůj objem. Vyloučený obsah slepých střev je čokoládově hnědý a lze ho snadno odlišit od ostatních exkrementů. Na 7 -11 vyloučení trusu připadá jedno vyprázdnění slepých střev. Drůbež má nedostatečně vyvinutou schopnost trávit celulózu. K částečnému trávení dochází prostřednictvím mikroflóry ve slepých střevech, kde se obsah dlouho zdržuje. U různých druhů drůbeže se štěpí 10-30 % hrubé vlákniny. Vznikají TMK, hlavně octová, propionová a máselná a jsou zde zcela resorbovány. Bakteriální činností se ve slepých střevech syntetizují vitaminy skupiny B. Drůbež má však malou schopnost syntetizovat ve střevním traktu vitamin B₁₂ (Jelínek a Koudela, 2003).

2.9 VSTŘEBÁVÁNÍ VITAMINŮ

Proces, kterým živiny vstupují do oběhového systému z gastrointestinálního traktu. Aby se vitaminy dostaly do krevního oběhu, musí se rozpouštět v žaludku nebo střevech a rozptýlit se přes membrány lemující zažívací trakt. Nežádoucí látky, které se neabsorbují, mohou projít trávicím traktem a vylučovat ve stolici (Navarra and Lipkowitz, 1996).

Vitamíny se vstřebávají střevní stěnou do krevního řečiště. Jsou metabolizovány nebo zpracovávány játry a transportovány přes krev do tkání. Jakmile vitamín nebo jeho metabolity (produkty rozkladu) vstupují do tkáňových buněk, převádějí se na koenzymy, provádějí metabolické úlohy nebo rozklad na jiné metabolity. Vitamín a v některých případech jeho vedlejší produkty se vylučují močí nebo výkaly (Navarra and Lipkowitz, 1996).

2.9.1 VSTŘEBÁVÁNÍ VITAMINŮ ROZPUSTNÝCH V TUCÍCH

Výsledkem trávení tuků jsou volné mastné kyseliny, 2-monoacylglyceroly, diacylglyceroly a a glycerol. Tyto produkty trávení spolu s malým množstvím nehydrolyzovaných tukových kapének se převážně v tenkém střevě resorbují do krve a mízy. Micely jsou uspořádány podobně jako kapénky tukové emulze, jsou však menší (3-10 nm). Z vitaminů rozpustných v tucích jsou v micelách ke kartáčkovému lemu dopravovány vitaminy E, K₁, K₂, zatímco vitaminy A, D, K₃ se vstřebávají nezávisle na micelách (Jelínek a Koudela, 2003).

Narušení přítoku žluči do duodena inhibuje resorpci těchto vitaminů, i když některé z nich (A, D, K₃) se mohou resorbovat nezávisle na přítomnosti žluči (Jelínek a Koudela, 2003).

Jako absorpční místo vitaminů rozpustných v tucích má vedle tenkého střeva žaludek určitý význam (Henning, 1972).

2.9.2 VSTŘEBÁVÁNÍ VITAMINŮ ROZPUSTNÝCH VE VODĚ

Tiamin, riboflavin, kyselina askorbová, biotin a niacin se resorbují obdobně jako glukóza a aminokyseliny, tj. sekundárním aktivním transportem spolu se sodíkem. Místem jejich resorpce je lačník (jejunum), pro vitamin C kyčelník (ileum). Většina studií však uvádí jako hlavní transportní proces u vitaminů rozpustných ve vodě (s výjimkou B₁₂) pasivní difuzi. Pouze pasivní difuzí se vstřebávají vitaminy B₆ (pyridoxal, pyridoxin, pyridoxanin). Vitamin B₁₂ má vlastní transportní mechanismus. Vstřebává se převážně aktivním transportem v ileu (Jelínek a Koudela, 2003).

Na rozdíl od vitaminů rozpustných v tucích můžou být vitaminy rozpustné ve vodě skladovány v těle pouze omezeném rozsahu. Tyto vitamíny musí být proto trvale absorbovány v zažívacím traktu (Henning, 1972).

2.10 PORUCHY VE VYUŽÍVÁNÍ VITAMINŮ

Syndrom nebo onemocnění způsobené nedostatečným zásobováním látky, kterou organismus požaduje pro optimální fungování a zdraví. Nedostatkem je často léčitelná adekvátní doplnění chybějící nebo nedostatečné látky (Navarra and Lipkowitz, 1996).

Všechny organismy nepotřebují ke svému životu všechny vitaminy. Pokud však je určitá látka nepostradatelným biokatalyzátorem, který si organismus nedovede sám vyrobit, stává se pro něj vitaminem. Dlouhotrvající nedostatek určitého vitaminu v krmné dávce vyvolává specifické onemocnění nazývané primární (alimentární) avitaminózu, která může v krajním případě končit smrtí. Poruchy ve využívání vitaminů vyvolávají sekundární avitaminózy. Avitaminózy lze vyléčit zvýšenými dávkami vitaminů (Jelínek a Koudela, 2003).

Avitaminózy nevznikají pouze jako následek nedostatečného obsahu příslušného vitamínu v potravě, ale mohou se na nich podílet i jiné faktory, například špatná resorpce vitaminů v zažívacím traktu, přítomnost antivitaminů a v některých případech i zvýšená potřeba vitaminů při zvýšené psychické nebo fyzické zátěži (Hlúbik a Opltová, 2004).

Avitaminózy se nazývají buď písmenem podle chybějícího vitamínu (avitaminóza A atd.) nebo podle onemocnění, které nedostatek vitaminů vyvolává (skorbut, rachitis apod.). Částečný nedostatek některého vitamínu, který se projeví v poruše jen některých životních procesů v lehčí formě, nazýváme hypovitaminózou. Hypovitaminóza může být rovněž primární (nedostatečný přísun vitaminů do organismu) nebo sekundární (nedostatečná utilizace vitaminů) (Jelínek a Koudela, 2003).

Tabulka č. 1: Doporučená hladina vitamínů a stopových minerálů používaná dle SPESFEED (2012)

		<i>Nosnice</i>	<i>Nosnice ve výkrmu</i>	<i>Brojler počátek výkrmu</i>	<i>Brojler výkrm dospělý</i>	<i>Kuře počátek krmení</i>	<i>Kuře dospělé</i>
Vitamin A	IU	8000	13000	12000	10000	10000	7500
Vitamin D₃	IU	3500	4500	3500	2000	3000	2000
Vitamin E	mg	20	40-80	40-80	30	20	10
Vitamin K	mg	3	4	4	2	2	2
Vitamin B₁	mg	0,5	3	2	2	2	2
Vitamin B₂	mg	3	8	6	5	5	5
Vitamin B₆	mg	2	4	4	3	3	3
Vitamin B₁₂	mg	0,02	0,03	0,02	0,01	0,015	0,01
Folic acid	mg	0,5	2	2,5	2	0,8	0,5
Niacin	mg	20	40	40	30	20	20
Pantothenic	mg	4	12	15	12	10	10
Choline (60%)	mg	250	600	600	500	400	250
Biotin	mg	0,05	0,25	0,075	0,05	0,05	0,05
Vitamin C	mg	0	100	0	0	0	0
Mn	mg	100	120	100	100	100	100
Zn	mg	80	100	100	100	100	100
Cu	mg	8	8	8	8	8	6
Fe	mg	70	70	70	70	70	70
I	mg	1	1	1	1	1	1
Se	mg	0,25	0,35	0,35	0,25	0,25	0,25
Co	mg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Zdroj: *Chicken nutrition: a guide for nutritionists and poultry professionals*. S.I.: Context Publications, 2013. ISBN 9781899043422.

Tabulka č. 2: Deficience vitaminů u drůbeže

Vitamin	Příznaky hypovitaminózy	Potřeba na 1 kg KS
A retinol	Hyperkeratóza, keratomalacie, deprese růstu, pokles snášky, nedostatečný vývoj kostry a peří, snížená oplozenost, líhnivost i životaschopnost líhnutých mládřat, zvýšená náchylnost k onemocnění	6 000 – 15 000 m.j.
B1 thiamin	Polyneuritidy, slabost svalstva, ochrnutí končetin i křídel, thiamin opistotonus, tortikolis, anorexie, deprese růstu	2 – 3 mg
B2 riboflavin	Pohybové poruchy (zkroucení prstů běháků dovnitř), dermatitidy, deprese růstu, pokles snášky, snížená líhnivost (zakrslost a kadeřavost peří u uhynulých embryí), snížená životaschopnost líhnutých mládřat	2 – 6,5 mg
Kyselina pantotenová	Degenerativní změny CNS, změny na kůži a sliznicích, poruchy růstu a opeření	2 – 25 mg
Cholin	Peróza, poruchy metabolismu tuků, změny na kůži a sliznicích, poruchy růstu a opeření	500 – 2 000 mg
Niacin	Peróza, pokles snášky, deprese růstu, poruchy v opeření	25 -80 mg
B6 pyridoxin	Nervové poruchy, deprese růstu, snížená snáška a líhnivost	3 – 6 mg
B12 kobalamin	Pokles snášky, deprese růstu, snížená líhnivost i životaschopnost líhnutých mládřat	3 -20 µg
Kyselina listová	Peróza, anémie, depigmentace, zvýšená mortalita embryí, zkřížení zobáku	0,25 – 2 mg
C kyselina askorbová	Klecová únava nosnic, zvýšená vnímavost k onemocnění a stresorům, zhoršená kvalita vaječné skořápky	30 – 50 mg
D3 cholekalciferol	Rachitida, osteomalacie, zhoršená oplozenost a líhnivost násadových vajec i kvalita vaječné skořápky. Snížená snáška a životaschopnost líhnutých mládřat. Deprese růstu.	700 – 3 500 m.j.
E tokoferol	Encefalomalacie, exsudativní diatéza, svalová dystrofie, snížená oplozenost a líhnivost násadových vajec	2,5 – 40 mg
H biotin	Poruchy opeření, záněty kůže, zhoršená líhnivost, peróza, deprese růstu	0,1 – 0,4 mg
K fylochinon	Poruchy srážlivosti krve, hemoragický syndrom, krváceniny na serózách a sliznicích	2 – 4 mg

Zdroj: Jurajda, 2001

2.11. VÝŽIVA A KRMENÍ DRŮBEŽE

Výživa je zajištění živin potřebných pro existenci organismu. Organismus je složitý systém, v němž jsou jednotlivé orgány, popřípadě jejich soustavy, funkčně uspořádány tak, aby byla zajištěna stabilita organismu (princip homeostázy) a veškeré jeho životní funkce (Pánek, 2002).

Kur domácí stráví v přirozených podmínkách až 90 % denního času aktivním vyhledáváním potravy, přehrabáváním a zobáním (Šarapatka a Urban, 2005).

Přijímaná potrava množstvím a kvalitou podstatně ovlivňuje růst, vývin a produkci hrabavé drůbeže (Tuláček, 2002).

Seznam látek považovaných za vitaminy pro drůbež je následující:

- Vitamíny rozpustné v tucích: vitamín A (retinol), vitamín D₃ (cholecalciferol), vitamín E (tokoferol), vitamín K (menachinon).
- vitamíny B-komplexu: thiamin, riboflavin, niacin, kyselina pantothenová, pyridoxin, kyselina listová, biotin, kobalamin (vitamin B₁₂), cholin (Elwinger, 2016). [5]

Řada vitaminů, zejména vitaminů rozpustných v tucích, se ukládá ve vejcích a v maso úměrně k jejich obsahu v krmivu. Budeme-li chtít, aby vejce a maso měly vyšší nutriční hodnotu, popř. mohly být považovány i za funkční potraviny, musíme obsah příslušných vitaminů v krmivu rovněž zvýšit (Zelenka a kol., 2007).

Krmení je buď ad libitum (dle chuti), nebo restriční, uplatňované formou omezených dávek. Restriční krmení není možné využívat stejným způsobem u všech druhů a kategorií drůbeže. Nejvíce se uplatňuje při odchovu kuřic masného typu (Brouček, 2011).

Rozlišujeme tři základní způsoby restrikce krmiva:

- a) Časová – časové omezení krmení po dobu 24 hodin nebo po dobu týdne do takové míry, že se sníží příjem krmiva v porovnání s krmením ad libitum.
- b) Kvantitativní – představuje omezení podávaného krmiva o 10 - 40 %. Nejčastěji se využívá při odchovu a chovu rodičovských forem brojlerových kuřat, může se však využít případně při chovu vodní drůbeže.

- c) Kvalitativní – znamená snížení příjmu energie (energetická restrikce) nebo dusíkatých látek (bílkovinná restrikce) do takové míry, až se zpomalí růst mladé drůbeže. Využívá se především v odchovu kuřic masného typu.

V technice krmení drůbeže je nutné věnovat pozornost použití vhodných krmiv s ohledem na druh drůbeže, věk a produkční zaměření (Brouček, 2011).

KRMENÍ SLEPIC NOSNÉHO TYPU

Obsah živin v krmných směsích je vhodné regulovat podle teploty, způsobu chovu, genotypu či při stresové situaci. Systémů krmení slepic během snášky může být několik. Nosnice můžeme krmit po celou dobu snášky jednou krmnou směsí. Poměrně často je využívána fázová výživa, při které se zkrmují 2 krmné směsi (Skřivan a kol., 2000)

V prvním roku věku nosnic se doporučují minimálně čtyři krmné směsi: v 1. až 4. týdnu startér, potom do 10. týdne růstová směs a od 11. do 16. týdne vývojová směs. V období od 17. do 24. týdne se podává už směs předsnášková a od 24. týdne kompletní směs snášková (Brouček, 2011).

Krmení ad libitum lze doporučit do věku 30 týdnů, později je třeba příjem krmiva pečlivě kontrolovat (Zelenka, 2014).

Z vitaminů rozpustných v tucích jsou důležité především vitaminy A, D₃, E a K₃. Z vitaminů rozpustných ve vodě to pak jsou vitaminy B₁, B₂, B₆, B₁₂, vitamin PP (niacin), kyselina pantotenová, kyselina listová, cholin a biotin (Brouček, 2011).

KRMENÍ BROJLERŮ

Správné krmení patří k hlavním předpokladům pro využití genetického potenciálu zvířat. Krmení na počátku života do značné míry rozhoduje o úspěšnosti celého výkrmu brojlerů (Zelenka, 2014).

Brojlerová kuřata jsou selektována na vysokou intenzitu růstu a využití krmiva. Běžný výkrm končí při hmotnosti 1,8 – 2 kg (Skřivan a kol., 2000).

Brojlerový výkrm kuřat se provádí do věku 38 až 42 dní, živá hmotnost se pohybuje kolem 2,0 kg, konverze 1,8 kg, úhyn do 4 %, výtěžnost okolo 75 % (Brouček, 2011).

Procentuální podíl jednotlivých skupin krmiv je ve složení krmné směsi následující: 65-75 % zrnin, 20 % bílkovinných krmiv (z toho 1/3 živočišného původu), 2-7 % vitaminové vojtěškové moučky, 5 % minerální přísady a 1 % doplněk biofaktoru. Podávání krmné soli se pohybuje v rozpětí 0,5-1 g na 1 kg živé hmotnosti drůbeže. Velmi důležitý faktor představuje kvalitní pitná voda. Optimální teplota vody pro napájení drůbeže je v rozmezí od 5 do 15 °C pro dospělou a odchovávanou drůbež. Důležitý doplněk výživy drůbeže je grit. Křemičitý, případně vápencový grit je pro drůbež nenahraditelný, protože nahrazuje chybějící zuby. Kuře má mít ve svalnatém žaludku přibližně 4 až 18 g, kachna asi 10 g hrubozrnného písku nebo kamínků. Podává se drůbeži zpravidla v týdenních intervalech nebo dvakrát za týden (Brouček, 2011).

KRMENÍ KACHEN

Ve výživě kachen se zaměřujeme na obsah a význam energie, dusíkatých látek, resp. bílkovin a jednotlivých esenciálních a neesenciálních aminokyselin, minerálních látek a vitaminů. Potřeba aminokyselin má přímý vztah k očekávané užitkovosti. Proto je třeba ve výživě zajistit požadovaný aminokyselinový profil (poměr aminokyselin k lyzinu), ideální bílkovinu (ve vztahu k produkci masa a vajec) a sledování limitujících aminokyselin (metionin, lyzin). Za tímto účelem je nutné sledování minimálně 10 esenciálních aminokyselin, dalších 2-3 semi-esenciálních, bez kterých není možná syntéza nové bílkoviny. Pro růst vlastní tělesné bílkoviny potřebuje kachna minimálně 22 aminokyselin (Brouček, 2011).

Chovají se kachny rodu *Anas* (domestikovanou formou kachny divoké je kachna domácí, u nás je chováno především plemeno kachna pekingská) a kachny rodu *Cairina* (domestikovanou formou pižmovky velké je pižmovka domácí, kachna pižmová). Pro produkci tučných jater na přípravu foie gras se vykrmují také kačeři mulardů, neplodných mezirodových kříženců kachny domácí (nejčastěji pekingské) a kačera pižmovky (Zelenka, 2014).

Kachňata samčího i samičího pohlaví se vykrmují společně. Výkrm obvykle trvá 44 dní, u různých hybridních kombinací se dosáhne průměrné živé hmotnosti mezi 3,3 – 3,5 kg a na 1 kg přírůstku se spotřebuje 2,2 -2,4 kg krmné směsi (Zelenka, 2014).

V prvních 3 týdnech výkrmu se podává startérová směs, ve které připadá na jeden gram dusíkatých látek 55 kJ ME_N. Následuje finišér s poměrem živin cca 70. Krmí se

ad libitum. Směsi je vhodné zkrmovat ve formě granulí. Granule startérové by měly mít průměr do 3 mm, finišérové 4 mm. Od 9. do 20. týdne se jednou denně zkrmuje jen 160-170 g směsi s poměrem živin 73 (Zelenka, 2014).

Kachňata jeví od prvního dne po vylíhnutí poměrně živý zájem o krmivo, a proto ho mají mít k dispozici co nejdříve. Kachňata se krmí 3-5 denně. K dispozici by měl být grit (Brouček, 2011).

Je nezbytné zajistit kachňatům v průběhu odchovu dostatečné množství nezávadné vody. Spotřeba vody u dospělých kachen činí asi 2 l na kus a den (Brouček, 2011).

Kachny dospělé dostávají směs obsahující v 1 kg 11,3 MJ ME_N, 180 g dusíkatých látek, 9,5 g lyzinu, 7,8 g sirných aminokyselin, 12 g kyseliny linolové a 30 g vápníku (Zelenka, 2014).

Kachny začínají snášet ve věku 22 týdnů a snáška za 50týdenní snáškové období dosahuje 250-300 vajec při konverzi krmiva 2,75 (Zelenka, 2014).

Nejvhodnější jsou pro odchov kachňat kompletní krmné směsi. Pro kachničky od prvního dne do 8. týdne věku se používá první typ směsi, od 8. – 24. týdne věku druhý typ směsi a od 24. týdne až do konce snůšky třetí typ krmné směsi. Podle dalšího návodu se do věku 3 týdnů kachňatům zkrmuje směs s obsahem 20 % dusíkatých látek. Podává se v sypkém stavu a neomezeně. Od 4. týdne věku se používá krmná směs s 13 % dusíkatých látek, která by měla být granulovaná. Tato směs se do 8 týdnů krmí ad libitum a potom do začátku přípravy na snůšku v množství 160 až 170 g na kus a den. V této době se doporučuje část krmné směsi nahradit zrninami. Od věku čtyř dnů se přidává zelené krmivo. Zrno obilnin se podává asi od 7. dne věku. Zelené krmivo se zkrmuje od 4. týdne v množství 70 – 100 g na kus a den⁻¹ a doplňuje se minerálními látkami a vitaminy. Ve věku 24 týdnů se přechází na krmnou směs pro chovné kachny. Na začátku snášky kachny dostávají až 170 g krmné směsi na kus a den. Jakmile začne snáška, postupně zvyšujeme krmnou dávku tak, aby po 14 dnech přijímaly kachny krmivo ad libitum. Nejvhodnější je pro kachny kompletní krmná směs s obsahem 18 % dusíkatých látek, která je určená na intenzivní snášku. Směs se většinou zkrmuje v množství 290-320 g na kus a den. V období reprodukčního klidu se kachny krmí směsí s obsahem 13 % dusíkatých látek. Intenzivním výkrmem za 47-49 dní získáme kachny o živé

hmotnosti 2,8-3,3 kg při spotřebě krmiva 2,6-2,8 kg na kg přírůstku hmotnosti (Brouček, 2011).

3. ZÁVĚR

Drůbež má vysoké nároky na potřebu vitaminů. Souvisí to s intenzivnějším metabolismem. Z mého pohledu je proto optimální přísun těchto organických látek zásadní pro růst, vývoj a užitkovost. Vitaminové pokrytí se také zvyšuje při nemocech a při stresových situacích. Intenzifikace chovu drůbeže klade vysoké nároky na přísun vitaminů.

Z uvedených poznatků lze odvodit následující možná opatření, která by mohla vést ke zlepšení výživy, zdravotního stavu a welfare drůbeže:

- Důležitá je prevence a předcházení onemocnění.
- Kontrola zdravotního stavu, alespoň 2 x denně.
- Vyřazovat již nemocné kusy a dbát na zdravotní stav hejna.
- Znalost a včasné rozpoznání příznaků hypervitaminózy či hypovitaminózy usnadňují chovatelům zasáhnout a léčit daný problém.
- Dodržovat stanovený obsah vitaminů v krmných směsích.
- Správná technika krmení s ohledem na druh drůbeže, věk a produkční zaměření.
- Krmit pravidelně, přibližně ve stejnou denní dobu.
- Šetrný přístup, zacházení se zvířaty a klidné prostředí mohou napomoci ke zdravému vývinu a optimální produkci.
- Zajistit zvířatům vhodné životní podmínky a vnímat potřeby jejich vrozeného chování.

4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BLATTNÁ, J. a kol. Vitaminy: jejich chemie a biochemie. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1961, s. 647

BROUČEK, J. Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2011, s. 10 - 79. ISBN 978-80-7394-337-0.

COULTATE, T.P. Food: The Chemistry of Its Components , 2001, pp. 212 - 243. ISBN 0-85404-513-9.

ČERNÝ, H. Anatomie domácích ptáků. Brno: Metoda, 2005, s. 227 - 274. ISBN 80-239-4966-7.

DUNNE, L. J. and KIRSCHMANN, J. D. Nutrition almanac. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, c1990, pp. 18. ISBN 0-07-034912-6.

FLORKIN, M. and STOTZ, E. H., ed. Comprehensive biochemistry. Amsterdam: Elsevier, 1964, pp. 36.

FLORKIN, M. and STOTZ, E. H. Metabolism of vitamins and trace elements. 2d ed. Amsterdam, New York: Elsevier, 1971, pp. 162. ISBN 0444408711.

HENNING, A., ed. Mineralstoffe, Vitamine, Ergotropika. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1972, pp. 313 – 327.

HERZOG, K. Anatomie und Flugbiologie der Vögel. Jena: G. Fischer, 1968, pp.12.

HLÚBIK, P. a OPLTOVÁ, L. Vitaminy. Praha: Grada, 2004, s. 9- 139. ISBN 80-247-0373-4.

JELÍNEK, P. a KOUDELA, K. Fyziologie hospodářských zvířat. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, s. 131 – 172. ISBN 80-7157-644-1.

JURAJDA, V. Kompendium chorob drůbeže a ptactva. Brno: Noviko, 2001, s. 190. ISBN 80-902676-6-1.

KLEYN, R. Chicken nutrition: a guide for nutritionists and poultry professionals. S.l.: Context Publications, 2013, pp. 57 – 67. ISBN 9781899043422.

LATHAM, M. C. Human nutrition in the developing world. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997, pp. 113. ISBN 92-5-103818-x.

LEESON, S. and SUMMERS, J.D. Broiler breeder production. S.l.: Context Products, 2009, pp. 123. ISBN 9781899043392.

MARVAN, F. Morfologie hospodářských zvířat. Vydání třetí. Ilustroval Karel JELÍNEK. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakladatelství Brázda, 2003, s. 277 – 282. ISBN 80-209-0319-4.

NAVARRA, T. and LIPKOWITZ, M.A. Encyclopedia of vitamins, minerals, and supplements. New York: Facts on File, c1996, pp. 6 - 188. ISBN 0-8160-3183-5.

PÁNEK, J. Základy výživy. Praha: Svoboda Servis, 2002, s. 33. ISBN 80-86320-23-5.

REECE, W. O. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Praha: Grada, 2011, s. 354 - 355. ISBN 978-80-247-3282-4.

SHANE, S. M. WITH CONTRIBUTIONS BY LUCY A. TUCKER. Nutritional and digestive disorders of poultry. Nottingham: Nottingham University Press, 2006, pp. 9 - 48. ISBN 1904761356.

SKŘIVAN, M. a kol. Drůbežnictví 2000. [1. vyd.]. Praha: Agrospoj, 2000, s. 67–9. ISBN 80-239-4225-5.

STEPP, W. et al. Die Vitamine und ihre klinische Anwendung. Stuttgart: Ferdinand Enke, 1952, pp. 4.

STRATIL, P. ABC zdravé výživy. Brno: vl. n, 1993, s. 146 – 185. ISBN 8090002986.

ŠARAPATKA, B. a URBAN, J. Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. Šumperk: PRO-BIO, 2005, s. 156. ISBN 80-903583-0-6.

ŠEVČÍKOVÁ S. a kol. Poultry - Techagro 2008: Vliv lycopenu v dietě na užitkovost, lipidový profil a kvalitu masa u brojlerů. [sborník z mezinárodní konference]. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, s. 133-135. ISBN 978-80-7375-165-4.

TULÁČEK, F. Chov hrabavé drůbeže. Praha: Brázda, 2002, s. 10. ISBN 80-209-0309-7.

VELÍŠEK, J. a HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, s. 371-372. ISBN 978-80-86659-15-2.

VOLJC, M., FRANKIĆ, T., LEVART, A., NEMEC, M., SALOBIR, J.
Evaluation of different vitamin E recommendations and bioactivity of α -tocopherol isomers in broiler nutrition by measuring oxidative stress in vivo and the oxidative stability of meat. Poultry Science, 90: 1478-1488. 2011.

WHITEHEAD, C.C. (2000) Nutrition: the integrative science. British Poultry Science 41: 5-15.

ZELENKA, J. Výživa a krmení drůbeže. Olomouc: Agriprint, 2014, s. 69 - 127. ISBN 978-80-87091-53-1.

ZELENKA, J., HEGER, J., ZEMAN, L. Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež: Recommended nutrient content in poultry diets and nutritive value of feeds for poultry. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, s. 22. ISBN 978-80-7375-091-6.

ŽAMBOCH, J. Vitamíny. Praha: Grada, 1996, s. 73. ISBN 80-7169-322-7.

5. SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- [1] **CHOLIN:** Welche Formen gibt es? Wirkung & Eigenschaften erklärt . [Online] 2017. [Citace: 14. 11. 2017.] Dostupné z: <http://nootro.de/nootropika/cholin/>
- [2] **MY ORGANIC CHEMISTRY.** [Online] 2017. [Citace: 3. 10. 2017] <https://myorganicchemistry.wikispaces.com/Vitamin+P>
- [3] **THE DIGESTIVE SYSTEM OF A CHICKEN.** [Online] 2017. [Citace: 12. 11. 2017.] <https://poultrykeeper.com/digestive-system-problems/digestive-system-chicken/>
- [4] **EFFICACY OF VITAMINS, PROBIOTICS AND PROTEIN SUPPLEMENTATION ON SERUM HEALTH BIOMARKERS OF MOLTED MALE LAYER BREEDERS: IFTIKHAR, A. ET AL.** ISSN: 0253-8318 [Online] 2015. [Citace: 12. 11. 2017] Dostupné z: www.pvj.com.pk
- [5] **HISTORY OF POULTRY NUTRITION: ELWINGER, K. ET AL.** Digital Object Identifier (DOI): [Online] 2016. [Citace: 3. 10. 2017] Dostupné z: <https://www.cambridge.org/core/terms>. <https://doi.org/10.1017/S004393391600074X>
- [6] **PROVITAMIN A CAROTENOIDS FROM AN ENGINEERED HIGH CAROTENOID MAIZE ARE BIOAVAILABLE AND ZEAXANTHIN DOES NOT COMPROMISE β -CAROTENE ABSORPTION IN POULTRY: DÍAZ-GÓMEZ, J. et al.** Digital Object Identifier (DOI): [Online] 2017. [Citace: 08. 11. 2017] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28646243> DOI 10.1007/s11248-017-0029-y
- [7] **ROLE OF VITAMIN E IN COUNTERACTING OXIDATIVE STRESS IN POULTRY: PANDA, A.K. ET AL.** Digital Object Identifier (DOI): [Online] 2014. [Citace: 29. 10. 2017] Dostupné z: <http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jpsa> doi: 10.2141/jpsa.0130134
- [8] **THE EFFECT OF MATERNAL VITAMIN D SOURCE ON BROILER HATCHING EGG QUALITY, HATCHABILITY, AND PROGENY BONE MINERAL DENSITY AND PERFORMANCE: KORVER, D. R. AND SAUNDERS-BLADES, J. L.** 2014 J. Appl. Poult. Res. 23 :773–783 [Online] 2014. [Citace: 14. 11. 2017] Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2014-01006>

6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Strukturní vzorec retinolu.....	15
Obrázek 2: Strukturní vzorec β -karotenu	16
Obrázek 3: Strukturní vzorec kalciferolu.....	18
Obrázek 4: Strukturní vzorec tokoferolu	20
Obrázek 5: Strukturní vzorec fylochinonu	21
Obrázek 6: Strukturní vzorec tiaminu	23
Obrázek 7: Strukturní vzorec riboflavinu	24
Obrázek 8: Strukturní vzorec cholinu.....	26
Obrázek 9: Strukturní vzorec kyseliny pantotenové.....	26
Obrázek 10: Strukturní vzorec pyridoxinu	27
Obrázek 11: Strukturní vzorec kobalaminu	29
Obrázek 12: Strukturní vzorec kyseliny nikotinové.....	30
Obrázek 13: Strukturní vzorec biotinu	31
Obrázek 14: Strukturní vzorec kyseliny folové.....	32
Obrázek 15: Strukturní vzorec citrinu	34
Obrázek 16: Strukturní vzorec kyseliny L - askorbové	34
Obrázek 17: Trávicí systém drůbeže	36

7. SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Doporučená hladina vitamínů a stopových minerálů používaná dle SPESFEED (2012).....	49
Tabulka č. 2: Deficience vitamínů u drůbeže	50