

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Zootechnických věd

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Základní aspekty výživy nosných
plemen slepic

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

Autorka bakalářské práce: Tereza Papoušková

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Tereza PAPOUŠKOVÁ
Osobní číslo: Z16034
Studijní program: B4103 Zootechnika
Studijní obor: Zootechnika
Téma práce: Základní aspekty výživy nosných plemen slepic
Zadávací katedra: Katedra zootechnických věd

Zásady pro vypracování

Význam chovu drůbeže je důležitý především v oblasti produkce drůbežích produktů.

Díky vysoké adaptační schopnosti těchto zvířat na široké rozpětí klimatických a technologických podmínek je dnes chov drůbeže rozšířen po celém světě.

Produkční schopnost drůbeže limituje ze všech faktorů nejčastěji výživa. Důsledné využívání poznatků získaných studiem fyziologických a biochemických procesů spojených s přijímáním, trávením, vstřebáváním a intermediárním metabolismem živin při úpravě a podávání krmiv je spolehlivá cesta k ekonomicky efektivní produkci.

Cílem bakalářské práce je zpracování literární studie zabývající se výživou nosných plemen slepic.

V literárním přehledu zpracujete především výživu nosných plemen slepic

Zaměřte se na rozdílné aspekty ve výživě jednotlivých kategorií nosných plemen, na fyziologii trávení a potřebu živin.

V závěru práce navrhnete možná opatření, která by vedla ke zlepšení výživy, zdravotního stavu a welfare drůbeže.

Rozsah pracovní zprávy: 25 – 40 stran
Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- Amerah, M. A., Quiles, A., Medel, P., Sánchez, J., Lehtinen, J. M., Gracia, M. I. (2013): Effect of pelleting temperature and probiotic supplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 3, pp. 55 – 63.
- Apajalahti J., Vienola K. (2016): Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 221, pp. 323-330.
- Ashayerizadeh O., Dastar B., Samadi F., Khomeiri M., Yamchi A., Zerehdaran S. (2016): Effects of Lactobacillus-Based Probiotic on Performance, Gut Microflora, Hematology and Intestinal Morphology in Young Broiler Chickens Challenged with Salmonella Typhimurium. *Poultry Science Journal*, 4 (2), pp. 157-165.
- Ducatelle R., Goossens E., De Meyer F., Eeckhaut V., Antonissen G., Haesebrouck F., Van Immerseel F. 2018. Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: present status and future perspectives. *Veterinary Research*, 49, p. 43.
- Hasčík, P., Kačániová, M., Nováková, I., Fikselová, M., Kulíšek, V., Vavříšínová, K., Aarpášová, H. (2009): Effect of Probiotics on Protein Production in Fattening Chicken Meat. *Slovak Journal of Animal Science*, 42 (1), pp. 22 – 26.
- 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.
- Pan D., Yu Z. (2014): Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes*, 5 (1), pp. 108-119.
- Popova T. (2017): Effect of probiotics in poultry for improving meat quality. *Current Opinion in Food Science* 14, pp. 72-77.
- 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.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Luboš Zábranský, Ph.D.
Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: 17. září 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2020

V. Z. -   

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

prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.
vedoucí katedry

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 jejích 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. 6. 2020

.....

Tereza Papoušková

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce panu Ing. Luboši Zábranskému, Ph.D., za vedení a konzultace při zpracování mé bakalářské práce a své rodině za trpělivost a podporu. Také Národní digitální knihovně za zpřístupnění literárních děl a umožnění čerpání informací pro psaní bakalářské práce v době epidemie koronaviru.

Tereza Papoušková

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se věnuje správné výživě slepic určených k produkci vajec. Jedná se zde především o nosnice chované ve velkochovech. Jsou zde uvedeny informace o nejlepších čistokrevných plemenech chovaných u nás v malochovech a hybridech nosného typu využívaných ve velkochovech. Dále o anatomii a fyziologii trávicího traktu slepice, obecné pojednání o živinách, minerálech a vitamínech. Tyto informace jsou poté podrobně popsány s ohledem na konkrétní kategorie zvířat a jejich potřeby.

Klíčová slova: Výživa, drůbež, plemena, vitamíny, minerální látky

Abstract:

This bachelor thesis deals with the proper nutrition of hens intended for egg production. These are mainly laying hens kept in large farms. It deals with information about the best purebred breeds bred in our country in small farms and laying type hybrids used in large farms. Furthermore, the anatomy and physiology of the digestive tract of the hens, a general treatise on nutrients, minerals and vitamins. This information is then closely describe in more detail with regard to specific categories of animals and their needs.

Key words: Nutrition, poultry, breeds, vitamins, mineral substances

Seznam zkratk

N - látky (NL) - dusíkaté látky

NPN - dusíkaté látky nebílkovinné

TMK - těkavé mastné kyseliny

AMK - aminokyseliny

E - energie

BE - brutto energie

ME - metabolizovatelná energie

ME_N - metabolizovatelná energie opravená na dusíkovou rovnováhu

NE - netto energie

ATP - adenosintrifosfát

ADP - adenosinfosfát

RNA - ribonukleová kyselina

DNA - deoxyribonukleová kyselina

KS - krmná směs

K1, K2, KZK - krmné směsi určené kuřatům

N0-N3 - krmné směsi určené nosnicím

Obsah

1. Úvod	8
2. Literární přehled.....	9
2.1 Nosná plemena slepic.....	9
2.1.1 Leghornka.....	9
2.1.2 Vlaška	10
2.1.3 Česká slepice zlatě kropenatá	10
2.1.4 Hamburčanka	11
2.1.5 Hybridní plemena	11
2.2 Trávicí trakt kura domácího	12
2.2.1 Zobák.....	13
2.2.2 Vole	13
2.2.3 Žaludky	14
2.2.4 Tenké střevo	15
2.2.5 Tlusté střevo	16
2.2.6 Kloaka.....	16
2.3 Živiny ve výživě	17
2.3.1 Energie	18
2.3.2 Voda	20
2.3.3 Dusíkaté látky	21
2.3.4 Tuky a mastné kyseliny	23
2.3.5 Minerální látky.....	25
2.3.6 Vitamíny	29
2.3.7 Probiotika	34
2.4 Tvarování krmiva	34
2.5 Odchov kuřic od vylíhnutí do snášky	35
2.6 Výživa nosnic v průběhu snášky	38
2.6.1 Výživa v průběhu snášky	38
2.6.2 Důležitost vápníku ve výživě.....	39
2.6.3 Barva žloutku	40
2.6.4 Pelichání	41
3. Závěr a doporučení pro praxi	44
4. Seznam použité literatury.....	46

1. Úvod

Každý chovatel by měl dobře znát potřeby a požadavky svých svěřenců. Toto platí u jakýchkoli zvířat, ať už se jedná o zvířata zájmová, či produkční. Mít znalosti problematiky chovu a výživy daného zvířete by mělo být samozřejmostí pro každého chovatele. Drůbež je povětšinou první druh produkčních zvířat, který si lidé pořídí, protože považují chov drůbeže za jednoduchý a nedá se na něm nic pokazit. To, že výživa drůbeže není tak jednoduchou záležitostí, jak si laická veřejnost někdy myslí, si dále ukážeme. Mohlo by se zdát, že chovat slepice doma na dvoře není nic složitého a chovatel nemusí mít žádné speciální znalosti, ovšem ať už jde o zvíře na dvoře v malochovu, nebo v kleci velkochovu, je nutné v obou případech zajistit odpovídající výživu a péči a to bez výjimek. K tomu jsou alespoň základní znalosti potřebné.

Jediný způsob, jak můžeme dosáhnout dobrého zdravotního stavu, užitkovosti a efektivnosti v chovu jakýchkoli zvířat, je poskytnout jim mimo jiné kvalitní a vyváženou stravu, která odpovídá zaměření našeho chovu a potřebám dané kategorie zvířat. Zvířata chovaná dnes pro produkci vajec ve velkochovech se diametrálně liší od zvířat chovaných v minulosti. Jejich potřeby se v závislosti na jejich prošlechtění na vyšší užitkovost výrazně změnily a je nezbytné být s nimi dobře srozuměn, abychom jim mohli poskytnout vše potřebné pro kvalitní rozvoj jedince od vylíhnutí až do dospělosti. A také vše potřebné pro dosažení nejvyšší možné užitkovosti a ekonomičnosti našeho chovu. Proto se v této práci seznámíme s fyziologií trávicího traktu kura domácího, s potřebami živin, minerálií a vitamínů jak v době odchovu, tak i v produkční fázi. Tato data jsou uváděna především pro potřeby velkochovů, avšak využití těchto informací v malochovu jistě není na škodu. Správná výživa je důležitá pro všechny nosnice, ať už jsou chované v jakémkoli systému.

2. Literární přehled

2.1 Nosná plemena slepic

Nejběžnějším způsobem dělení plemen slepic je dle užitkových vlastností. Dělíme je tak na plemena nosná, masná, kombinovaná a okrasná. V této práci se budeme věnovat prvnímu typu plemen, kterému se říká také lehká (nosná). Nosnice těchto plemen jsou lehké stavby těla, u slepice 1,6-2 kg a u kohouta cca 2,5 kg. Jsou netučné, málo zmasilé a velice často se vyznačují i nízkou kvokavostí. Nejběžnějším nosným plemenům se budeme věnovat v dalších odstavcích. Mimo tato plemena se k nosným dají řadit také minorčky nebo brakelky (Šonka a kol., 2006).

2.1.1 Leghornka

Leghornky pocházejí ze selských slepic z okolí Livorna v Itálii. Později byly v USA prošlechtěny na vysokou snášku. Leghornky byly dovezeny do mnoha zemí, v nichž byly dále prošlechtěny, to je důvod, proč v různých zemích vznikly různé typy leghornek, např. americký, německý, anglický, nizozemský atd. Všechny typy ale mají společné znaky, jako jsou bílé ušnice, žluté běháky a oči oranžovočervené barvy. Nosnice tohoto plemene snese ročně kolem 250 ks vajec a ve snášce pokračuje většinou i v zimním období. Vejce mají bílou skořápku. Postupným prošlechtěním ztratily leghornky mateřský pud a nekvokají (Verhoef-Verhallen & Rijs, 2003; Šonka a kol., 2006).

Malík (1990) popisuje leghornku jako typického představitele nejvýkonnějších čistokrevných plemen. Uvádí odlišné vyšlechtěné typy, a to americký, kanadský, japonský a evropský, které se liší velikostí hřebene, ocasu, úhlem nasazení ocasu a také celkovou hmotností. Průměrně má toto plemeno snášku 180-200 vajec, ovšem některé speciálně šlechtěné linie dosahují snášky až 240-260 ks, které mají o něco nižší hmotnost.

Jak uvedl Burda (1962), leghornka je plemenem zvláště vhodným pro intenzivní chovy. Je plemenem velmi raným a výborně dokáže zužitkovat předložené krmivo. Jako chovný cíl se v této době považovalo 190 vajec snesených za rok, je to dobrý důkaz o posunu jak ve šlechtění, tak i ve zdokonalování krmiv a tím dosažení většího množství snesených vajec.

Toto plemeno zaujalo i režiséra Roberta McKimsona a jeho Foghorn Leghorn, to je kreslená postavička velkého bílého leghornského kohouta, co tropí neplechy ve filmech Walta Disneyho. Poprvé jsme jej mohli vidět ve filmu Walky Talky Hawky roku 1946, jak uvedla Prombergerová (2012).

2.1.2 Vlaška

Vlašky jsou též původem z Itálie, později z nich byly vyšlechtěny i leghornky. Nejčastěji jsou v barvě koroptví, ale vyskytují se dnes v České republice ve 29 barevných rázech, ve světě dokonce až ve 33 rázech. Kromě listového hřebenu se vyskytují i s růžicovitým hřebenem. U rodoobarvých vlašek se dá využít colorsexingu u jednodenních kuřat. Snáška se pohybuje od 230 do 280 kusů v bílé až krémové barvě (Šonka a kol., 2006).

Colorsexingu můžeme využít také u jiných barevných rázů. Jak uvedl Malík (1990), jde o rázy koroptví, rodoobarvý a žíhaný. Snáška je u barevného rázu koroptví 180 ks, u jiných rázů 160 ks.

Opět je znát velký pokrok v chovu vlašek, ze zdroje od Bureše a kol. (1955) víme, že tehdejší snáška tohoto plemene byla 120-180 vajec. Oblíbené jsou vlašky též ve zdobnělé formě (Prombergerová, 2012).

2.1.3 Česká slepice zlatě kropenatá

Patří mezi původní česká plemena, momentálně je zařazena do genových zdrojů podporovaných Ministerstvem zemědělství. Počátkem 20. století téměř vymizela působením dovozu cizích plemen. Proto došlo ve dvacátých letech k regeneraci z posledních posbíraných zbytků tohoto plemene. Kropenka je dobře přizpůsobena našim klimatickým podmínkám, a přesto je velmi líbivá. Snáška je okolo 150-180 kusů vajec ročně ve smetanové barvě (Šonka a kol., 2006).

Toto plemeno nazývané také češka můžeme najít v několika barevných rázech, jako jsou zlatá kropenatá, koroptví, bílá, černá a černobílá (Malík, 1990).

2.1.4 Hamburčanka

Toto plemeno patří mezi nejlehčí plemena s váhou slepice 1,5 kg a kohouta 2 kg. Byla známa již na počátku 18. století, kdy byla prošlechtěna do dnešní podoby. Je typická svou velice líbivou kresbou ve variantách vločkovité (tečkované) kresby, černého pruhování nebo krahujcovité kresby. Kvokání se objevuje zřídka, ale kuřata se dobře líhnou a rychle rostou. Roční snáška je 150-180 vajec (Šonka a kol., 2006; Verhoef-Verhallen & Rijs, 2003).

2.1.5 Hybridní plemena

Základem pro tvorbu bílovaječných hybridů je leghornka bílá. V České republice se ale chovají převážně hnědovaječní hybridy, proto se bílovaječným dále věnovat nebudeme. Základem pro tvorbu hnědovaječných hybridů jsou plemena rodajlendka červená, rodajlendka bílá, plymutka žíhaná a sasexka světlá. Dle použité kombinace plemen lze využít různých způsobů rozlišování pohlaví u jednodenních kuřat. Rozlišit pohlaví můžeme dle celkového zbarvení kuřete nebo detailních znaků (skvrna na hlavičce). Tomuto rozlišení pohlaví říkáme autosexing. Využít se dá také peříčková metoda, dle rychlosti růstu letek u každého pohlaví, případně japonská kloakální metoda (Výmola a kol., 1994).

Vývojem hybridních plemen nosných slepic se zabývá celá řada podniků. Mezi nejznámější patří Dominant, Tetra, Hisex, Lohman, Bovans, ISA, Moravia, Dekalb a další.

Ledvinka a kol. (2011) uvedl jako nejčastěji chované hybridy tyto:

Hisex hnědý je čtyřliniovým hybridem vyšlechtěným v Nizozemí. V České republice je od roku 1988. Užitečnost je velmi dobrá a je poměrně i odolným hybridem.

ISA hnědá patří v ČR mezi nejrozšířenější hybridní nosnice. Vyšlechtěná byla ve Francii společností INRA. Má vyšší nároky na podmínky prostředí než jiní hybridy. Vrcholu snášky dosahuje později a po 55. týdnu věku je vhodné zkrmovat směsí chudší na N-látky.

Bovans hnědý byl také vyšlechtěn v Nizozemí.

Dominant hnědý je výsledkem našeho českého šlechtění. Je výsledkem společnosti Dominant CZ. Vyšlechtěn byl z Hisexe hnědé. Jeho výhodou je možnost colorsexingu a také sexingu peříčkovou metodou. Nemá tak vysoké nároky na výživu a nese poměrně velká vejce. Vyskytuje se v celé řadě barevných variací, avšak ostatní barvy jsou vhodnější do malochovů, mají o něco nižší užitkovost, jsou ale chovateli velmi oblíbení.

Lohmann hnědý vznikl v Německu ve firmě Lohmann. Rozšiřuje se také Lohmann Tinted se světlejší barvou skořápky.

Moravia BSL je hybrid vyšlechtěný v České republice firmou Integra a. s. Žabčice. Vhodnější je tento hybrid do drobných chovů.

Z bělovaječných hybridů je to **Shaver Starcross 288** vyšlechtěný v Kanadě. Patří k těžším hybridům s bílou skořápkou a vyznačuje se velmi dobrou užitkovostí.

Lohmann LSL vznikl v SRN. V současnosti patří k nejužitečnějším hybridům, ale má vyšší nároky na prostředí.

Hisex bílý byl v ČR do roku 1988 nejvíce rozšířeným hybridem. Je ovšem náročný na podmínky prostředí.

2.2 Trávicí trakt kura domácího

Ptáci mají trávení a uspořádání trávicího traktu odlišné od savců. Jejich trávicí trakt je započat zobákem a pokračuje voletelem nebo rozšířeným jícnem, dvěma žaludky, kratším tenkým střevem, dobře vyvinutými játry a slinivkou, dvěma slepými střevy a končí kloakou. U ptáků probíhá trávení rychleji a metabolismus je intenzivnější (Jelínek a kol., 2003).

„Trávicí trubice probíhá podélně celým tělem. Kraniálně začíná za hltanem, kaudálně končí vyústěním do kloaky, která je společným vyústěním trávicích, močových a pohlavních cest. Funkce trávicího systému spočívá v příjmu, zpracování, trávení potravy a vylučování nestravitelných zbytků“ (Černý, 2005).

Trávicí trakt drůbeže je ve srovnání s jinými potravinovými zvířaty výrazně kratší a rychlejší. Trávenina prochází traktem mnohem rychleji než například u savců. Proto se v trávicím traktu drůbeže zdržují mikroorganismy, které snadno ulpívají

na stěnách nebo mají velice dynamický růst. Velice rozmanitá mikroflóra se nachází ve slepých střevech, kde je průchod tráveniny výrazně pomalejší, a proto se tu daří nejrozličnějším mikroorganismům, převážně bakteriím (Pan & Yu, 2014).

2.2.1 Zobák

Drůbež má minimální počet chuťových pohárků. Citlivé jsou hlavně na chuť kyselou. Krmivo drůbež vybírá hlavně podle mechanorecepčních a optických vlastností (Zelenka, 2014).

Chuťové pohárky se v zobákové dutině nachází jednotlivě i ve skupinách a to hlavně u vývodů některých žláz, na kořeni jazyka, ve sliznici hltanu a na stropě zobákové dutiny (Marvan, 2007).

2.2.2 Vole

Do volete se u kura domácího vejde okolo 100 g krmiva, které se zde připravuje k dalšímu trávení. Ve voleti nepůsobí žádné enzymy mucinózních žlázek, proto nemá pro trávení velký význam. Ve slinách je obsaženo jen menší množství α -amylázy, která pak působí ve voleti společně s enzymy obsaženými v krmivu. Hodnota pH ve voleti kolísá mezi 4,5-5,5. Dochází zde k trávení zejména škrobu na maltózu a glukózu, ale probíhají zde i proteolytické a lipolytické procesy. 15-20 % přijatého škrobu se tráví právě zde. Z uvolněné glukózy a dalších jednoduchých cukrů z krmiva zkvašuje mikroflóra kyselinu mléčnou, TMK (octovou, propionovou, máselnou) a alkohol. Tyto produkty organismus využije jako zdroj energie. Různé druhy krmiv se ve voleti zdržují na různě dlouhou dobu, například šroty jen jednu až tři hodiny, celé zrna obilí déle, z toho pšenice a kukuřice nejkratší dobu, delší dobu ječmen a nejdéle oves (Jelínek a kol., 2003; Zelenka, 2014).

Jak uvedl Šatava a kol. (1984), trávenina je vyprazdňována z volete dle druhu krmiva. Měkká potrava již za $\frac{3}{4}$ hodiny, tvrdá až za 1,5 hodiny. U celého zrna odchází první pšenice, následně ječmen a poslední oves. U lačné drůbeže ale prochází potrava přímo do žaludku a až další dávka potravy se shromažďuje ve voleti.

Obecná funkce volete je shromažďování potravy a její následné změkčování. K plnění volete dochází peristaltickými vlnami jícnu. Plnění volete je závislé na náplni svalnatého žaludku, při jeho vyprazdňování se trávenina z volete dostává do žaludku a vole se plní novou potravou z jícnu (Černý, 2005).

2.2.3 Žaludky

U slepic rozlišujeme dva typy žaludků, žláznatý a svalnatý. Ve žláznatém žaludku se krmivo zpracovává chemickou cestou, ve svalnatém naopak mechanickou cestou.

Funkcí žláznatého žaludku je mechanické zpracování částečně natrávené potravy, která je ale ještě velice obtížně stravitelná. Tento typ žaludku se dobře adaptoval k fyzikálnímu zpracování potravy a upravuje tak potravu pro další chemické trávení (Černý, 2005).

Ve žláznatém žaludku dochází k trávení pomocí kyseliny chlorovodíkové a pepsinu, který se aktivuje z neúčinného pepsinogenu působením právě kyseliny chlorovodíkové. Pepsin štěpí bílkoviny na albumózy a peptony. Kolísání hodnoty pH ve žláznatém žaludku se pohybuje v rozpětí 1,4-2,0. Cylindrické epitelální buňky žaludeční sliznice vylučují mucin jako ochranu sliznice před účinky žaludečních šťáv. Žaludeční šťávy se uvolňují neustále, ale při dráždění sliznice procházejícím krmivem dochází ke zvýšené sekreci. Ve srovnání se savci, je u slepic nižší koncentrace pepsinu v žaludeční šťávě, ale obsah pepsinu v závislosti na 1 kg živé hmotnosti zvířete je vyšší, než je tomu u savců. Za hodinu vyloučí slepice průměrně 25 ml žaludečních šťáv. Průchod tráveniny žláznatým žaludkem není příliš dlouhý, hlavní trávicí procesy probíhají až v dalších částech trávicího traktu. Ze žláznatého žaludku odchází trávenina pomocí rytmických stahů svaloviny do žaludku svalnatého, prosáklá žaludečními šťávami (Jelínek a kol., 2003; Zelenka, 2014).

Žaludek je svalová struktura, jejíž vnitřek vystýlá silná a tvrdá pokrývka. Tyto rysy se vztahují k jeho úloze při mletí potravy a jako místo peptické hydrolyzy. V potravě se velmi často objevuje drť s ostřejšími hranami, ať už se jedná o části zrna nebo o kaménky a písek, tyto předměty však sliznici žaludku nepoškodí. Sliznice je chráněna účinkem keratinu podobné proteinové polysacharidové komplexní sloučeniny vylučované slizničními žlázami. Tato sloučenina ztuhne

působením kyseliny chlorovodíkové, která je vylučována žláznatým žaludkem (Low & Zebrowska, 1989).

Svalnatý žaludek je mohutný orgán, který je přizpůsobený mechanickému zpracování potravy. Netvoří se zde žádné další trávicí šťávy. Rytmičné stahy svaloviny svalnatého žaludku způsobují promíchávání, tření, mletí a drolení tráveniny. Svaly se smršťují střídavě, nejprve se stahují hlavní svaly, poté svaly vmezežené. Tento cyklus trvá od 15 do 60 vteřin v závislosti na druhu potravy. Hrubší a tvrdší potrava stimuluje k silnějším a rychlejším stahům svaloviny, měkká naopak stahy zmírňuje. Svalnatý žaludek dokáže vyvinout tlak až 17,3 kPa. Účinky svalnatého žaludku podporují také drobné kaménky, písek a další hrubé částice, které drůbež požírá a zvyšuje tak tím stravitelnost krmiva až o 30 %. Jako ochrana vnitřního povrchu svalnatého žaludku proti poranění funguje silná keratinoidní kutikula, která vznikla ztuhnutím výměšků slizničních žláz. V této části trávicího traktu dochází mimo mechanického zpracování také ke štěpení až 50 % bílkovin na polypeptidy pomocí pepsinu. Tráví se zde také až 15 % sacharidů a lipidů působením pankreatických šťáv navracených z dvanáctníku. Tento pochod vytváří vhodné podmínky pro působení některých enzymů a to prostřednictvím změn pH (Jelínek a kol., 2003; Reece, 2011).

2.2.4 Tenké střevo

Stejně jako u savců se tenké střevo kura domácího dělí na dvanáctník, lačník a kyčelník. Dvanáctník tvoří typickou kličku tvaru písmene U, do níž je vměstnána slinivka břišní. Nejdělsím úsekem tenkého střeva je lačník měřící u slepice až 105 cm. Tato část střeva tvoří 10 až 11 pohyblivých kliček. Poslední částí je kyčelník, který je svým průměrem užší než předchozí část střeva (Černý, 2005).

Natrávený obsah svalnatého žaludku přechází působením peristaltiky do duodena (dvanáctníku), kde se mísí s pankreatickou šťávou, žlučí a střevní šťávou. Do distální části duodena ústí vývody pankreatu a žlučovodů, to je rozdíl oproti savcům. Slinivka produkuje celou řadu látek, které se podílejí na trávení. Například lipázu, amylázu, trypsinogen, chymotrypsinogen, karboxypeptidázy, cholesterolesterázu a jako pufr kyseliny chlorovodíkové také hydrogenuhličitan sodný. Epitel střeva se obnovuje přibližně každých 48 hodin, protože se rychle opotřebovává. Na 1 kg živé váhy slepice se uvolní 25 ml žluči a stejné množství pankreatické šťávy za jednu hodinu, to je výrazně více ve srovnání s jinými druhy

hospodářských zvířat. Absence Brunnerových žláz, duodenální šťávy a málo rozvinutý lymfatický systém je příčinnou vstřebávání lipidů přímo do krevního oběhu a intenzivního kontaktního trávení (Jelínek a kol., 2003; Zelenka, 2014).

V tenkém střevě se štěpí všechny energetické živiny jako bílkoviny, glycidy a tuky. Štěpeny jsou pomocí pankreatické a střevní šťávy, které obsahují např. trypsin, erepsin, amylázu, lipázu, maltázu a sacharázu (Šatava a kol., 1984).

2.2.5 Tlusté střevo

V tlustém střevě pokračuje trávení enzymy tenkého střeva a trávenina je zde vystavena mikrobiální činnosti. Vstřebávají se zde produkty cukerného kvašení, elektrolyty a dusíkaté látky. Jako anatomický rozdíl ve srovnání se savci jsou v tlustém střevě drůbeže také klky. Tlusté střevo se skládá ze dvou slepých střev a krátkého přímého střeva. Nejvýznamnější funkcí slepých střev je mikrobiální zpracování celulózy. Zvláštností tračníku u ptáků jsou antiperistaltické vlny, které pravděpodobně probíhají neustále a mohou tak dostat moč, která se dostává do tračníku z kloaky až do slepých střev. Tím se do slepých střev dostává kyselina močová, která je zdrojem dusíku pro bakterie rozkládající celulózu. Z moči se zde resorbuje také přebytečná voda. Celulóza se štěpí na těkavé mastné kyseliny, hlavně octovou, máselnou a propionovou, které se zcela resorbují. Syntetizují se zde také vitamíny skupiny B (Jelínek a kol., 2003; Zelenka, 2014; Reece, 2011).

2.2.6 Kloaka

Poslední částí trávicího traktu slepic je kloaka, společný vývod trávicího, močového a pohlavního ústrojí. Můžeme ji rozdělit na několik částí, koprodeum, ve kterém se shromažďují výkaly a je rozšířeným pokračováním rekta, urodeum, do kterého ústí močovody a chámovody, případně vejcovod a proktodeum, které je konečným úsekem kloaky (Jelínek a kol., 2003; Marvan, 2007).

2.3 Živiny ve výživě

Živiny jsou nezbytné k zajištění růstu a vývoje organismu, produkci, správnému fungování všech orgánových soustav a udržení dobrého zdravotního stavu. Potřeba živin je dána několika faktory, jako jsou dle Šatavy a kol. (1984):

1. Druh, typ a věk jedince
2. Spotřeba krmiva (při nižší spotřebě je třeba krmivo koncentrovanější na živiny, při vyšší naopak krmivo chudší na živiny)
3. Teplota prostředí (při vyšších teplotách se snižuje množství přijatého krmiva a zhoršuje se jeho využitelnost)
4. Míra užitečnosti (při vysoké snášce jsou větší nároky na živiny)

Jako živiny označujeme látky, které jsou vhodné pro zajišťování životních funkcí. Mohou to být jak živiny neesenciální, to jsou živiny, které si tělo dokáže zajistit samo, nebo živiny esenciální, které musí do organismu být přijaty z venkovního prostředí (Zelenka, 2014).

Přehled základních živin krmiva:

- 1 *Voda*
- 2 *Sušina*
 - 2.1 *Anorganická hmota*
 - 2.1.1 *Vitamíny*
 - 2.1.2 *Makroprvky*
 - 2.1.3 *Mikroprvky*
 - 2.2 *Organická hmota*
 - 2.2.1 *Dusíkaté látky*
 - 2.2.1.1 *Bílkoviny*
 - 2.2.1.2 *Dusíkaté látky nebílkovinné*
 - 2.2.2 *Tuky*
 - 2.2.3 *Vláknina*
 - 2.2.4 *Bezduškaté látky výtahové*

Když krmivo zbavíme vody, zůstane nám pouze sušina. Sušinu můžeme spálit a získáme tak popel (anorganické látky), protože organická hmota shořela. Organická hmota patří mezi energetické živiny, hmota anorganická naopak mezi živiny neenergetické (Zelenka, 2014; Výmola a kol., 1994).

2.3.1 Energie

Základní vztahy při využívání energie krmiva ukazuje následující schéma. V závorkách nalezneme přibližný podíl z brutto energie krmiva u nosnice.

1 Brutto energie krmiva

1.1 Energie výkalů (20 %)

1.2 Stravitelná energie (80 %)

1.2.1 Energie moči a plyných zplodin trávení (8 %)

1.2.2 Metabolizovatelná energie (72 %) ME

1.2.2.1 Energie tepelných ztrát (15 %)

1.2.2.2 Netto energie (57 %) NE

Brutto energie je energie krmiva vytvořená při dokonalém spálení krmiva v kalorimetrické bombě v kyslíkové atmosféře za předepsaných podmínek. Stravitelná energie je část brutto energie ochuzená o část energie vyloučenou ve výkalech. Jako metabolizovatelnou energii označujeme brutto energii přijatého krmiva nevyločenou výkaly, močí a plynými zplodinami (plynné zplodiny jsou u drůbeže zanedbatelné). Z toho důvodu je ME brutto energie mínus energie všech exkrementů. Netto energií myslíme ME, skutečně využitelnou, po odečtení tepelných ztrát. Tato energie slouží k pokrytí energetických potřeb pro udržení tělesné teploty, bazálního metabolismu, volných aktivit a v neposlední řadě produkce (sperma, vejce, váhové přírůstky, peří atd.) (Zelenka, 2014; Výmola a kol., 1994).

Metabolizovatelná energie se běžně vyjadřuje bilančně upravená na dusíkatou rovnováhu (ME_N). Její hodnoty udáváme v kilojoulech nebo megajoulech. Hodnoty metabolizovatelné energie zjišťujeme v bilančních testech se zvířaty, a to indikátorovou metodou za použití indikátoru v krmivu, nebo klasicky sledováním příjmu krmiva a vylučování exkrementů. Hodnoty ME můžeme vypočítat tak, že od spálením zjištěné hodnoty BE krmiva odečteme spalné teplo trusu. Z tohoto výpočtu zjistíme tzv. klasickou ME (Zelenka, 2014).

Obrázek 1: Výpočet klasické metabolizovatelné energie

Výpočet klasické metabolizovatelné energie:

- při použití klasické metody

$$\text{klasická ME} = \frac{M_{\text{krm}} \cdot E_{\text{krm}} - M_{\text{ex}} \cdot E_{\text{ex}}}{M_{\text{krm}}}$$

kde klasická ME - klasická metabolizovatelná energie v MJ v 1 kg sušiny krmiva

M - hmotnost sušiny v kilogramech

E - spalné teplo v MJ v 1 kg sušiny

index_{krm} - krmiva

index_{ex} - exkrementů (trusu)

- při použití indikátorové metody

$$\text{klasická ME} = E_{\text{krm}} - \frac{i_{\text{krm}}}{i_{\text{ex}}} \cdot E_{\text{ex}}$$

kde klasická ME - klasická metabolizovatelná energie v MJ v 1 kg sušiny krmiva

E - spalné teplo v MJ v 1 kg sušiny

i - obsah indikátoru v g v 1 kg sušiny

index_{krm} - krmiva

index_{ex} - exkrementů (trusu)

Zdroj: Zelenka a Zeman, 2006

Během bilančního testu si zvířata část přijaté energie ukládají ve formě bílkovin, tím u nich nastává pozitivní dusíková bilance. Kdyby organismus zvířete okamžitě rozkládal všechny dusíkaté látky, byla by dusíková bilance rovnovážná, ale v trusu by vyloučil větší množství E a ME by tím byla nižší. Tělo totiž vždy bez užitku vyloučí část E bílkovin formou dusíkatých zplodin bohatých na energii, proto je potřeba hodnoty ve výpočtu opravit na úroveň, ve které by byl organismus v dusíkové rovnováze.

Je potřeba také stanovit samotnou dusíkovou bilanci u pokusných zvířat, abychom mohli stanovit ME_N. Klasickou ME snížíme o 36,55 kJ za každý gram uloženého dusíku v těle pokusného zvířete. To je množství energie potřebné k vyloučení dusíkatých zplodin močí. Při pozitivní dusíkové bilanci zvířete je vypočtená klasická ME až o 5 % vyšší než při rovnovážném stavu (Zelenka, 2014).

Obrázek 2: Výpočet metabolizovatelné energi s úpravou na dusíkovou rovnováhu

Výpočet metabolizovatelné energie opravené na dusíkovou rovnováhu:

- při použití klasické metody

$$ME_N = \text{klasická ME} - 0,03655 \left(\frac{M_{\text{krm}} \cdot N_{\text{krm}} - M_{\text{ex}} \cdot N_{\text{ex}}}{M_{\text{krm}}} \right)$$

kde N - obsah dusíku v gramech v 1 kg sušiny

- při použití indikátorové metody

$$ME_N = \text{klasická ME} - 0,03655 \left(N_{\text{krm}} - \frac{i_{\text{krm}}}{i_{\text{ex}}} \cdot N_{\text{ex}} \right)$$

kde N - obsah dusíku v gramech v 1 kg sušiny

Zdroj: Zelenka a Zeman, 2006

Drůbež má sama tendenci pokrýt potřebu E krmivem ad libitum. Energetická hodnota krmiva také ovlivňuje množství přijatého krmiva zvířetem. Při zkrmování směsi s nízkým obsahem E, přijmou kuřata až o 30 % krmiva více než při krmení krmivem s vyšším obsahem E. Při velmi malé koncentraci E v krmivu přijímají zvířata množství potravy až do limitu kapacity trávicího traktu. To je důvod, proč ve směsích s vyšší energetickou hodnotou musejí být další komponenty ve vyšších koncentracích (bílkoviny, minerály, vitamíny případně i léčiva), aby byly živiny v dostatečných množstvích vzhledem k nižšímu příjmu krmiva. Příjem krmiva ovlivňuje i řada dalších aspektů, jako je například teplota prostředí. Při vyšších teplotách klesá příjem potravy, 1 °C nad teplotní optimum zvířete sníží příjem až o 1,5 %. Naopak při nižších teplotách je možné využít směsi s nižším obsahem živin, protože zvířata přijímají větší objem krmiva. V neposlední řadě příjem ovlivňují také mechanorecepční vlastnosti krmiva, granulované směsi jsou přijímány ve větším množství než směsi sypké (Výmola a kol., 1994; Zelenka, 2014).

2.3.2 Voda

Voda tvoří základ pro veškeré tělní tekutiny. Je proto nezbytná pro udržení krevního oběhu, fungování trávení a udržení tvaru a funkce všech tělních buněk. Je nepostradatelná při termoregulaci, očistě těla od toxinů a odpadních látek

a při dalších tělesných pochodech. Ztráta 20 % vody obsažené v organismu může mít za následek smrt. Malá část vody může být přijímána také přímo v krmivu. Například v píci, vlhkých míchanicích nebo v krmných odpadech mlékárenského průmyslu, ale to především v malochovu (Herren, 2018).

„Drůbež přijímá vodu rychlými krátkými pohyby zobáku a jazyka, za současného nadechnutí a zdvihnutí hlavy. Tekutina z dutiny zobákové stéká do hltanu a zároveň je polykána“ (Kodeš & Výmola, 2003).

Voda je součástí buněk a tělních tkání a utváří prostředí pro všechny fyzikálně-chemické změny a reakce v organismu. V těle zvířete je nerovnoměrně rozložena, například krev a pojivová tkáň obsahuje 82-93 %, jiné tkáně 70-80 %. Ve vejci je až 73 % vody. Na vodě je také závislé zásobování tkání a orgánů živinami, vměšování zplodin látkové výměny, tvorba trávicích šťáv a další procesy. Musí být neustále přijímána, protože je i neustále odváděna z těla (dýchání až 1/3 z celku, trus asi 2/3 a u nosnic i ve vejcích). Denně vyloučí slepice kolem 250 ml vody (Šatava a kol., 1984).

Hlavním zdrojem tekutin pro drůbež je pitná voda, částečně může být i voda obsažená v krmivu, ale to spíše jen v malochovech. Množství přijaté vody je závislé na druhu zkrmované směsi (sypká, granulovaná), obsahu solí, celkové teplotě prostředí, teplotě napájecí vody a věku, aktivitě a užitkovosti samotného jedince. Poměr příjmu krmiva a vody je 1:2 až 1:3 dle výše zmíněných faktorů. Granulovaná směs zvyšuje nároky na napájení ve srovnání se směsí sypkou. Napájecí voda by měla mít teplotu 21-27 °C (Kodeš a kol., 1988). Ale Šatava a kol. (1984) uvedl, že vhodná teplota napájecí vody je 5-15 °C. Z nedostatku vody drůbež hyne mnohem dříve než z nedostatku potravy. U slepic již po 2-3 dnech. Nedostatek vody se ale za kratší dobu projeví na snížení užitkovosti a kvality vajec.

2.3.3 Dusíkaté látky

„Obsah bílkovin dosahuje v těle kuřete asi 21 %, v čerstvém vejci přibližně 12 % a v peří téměř 50 %. Z celkového množství bílkovin, podílejících se na stavbě těla, je asi 60 % obsaženo v jedlých částech, v nepoživatelných částech zhruba 17 % a 23 % v peří“ (Kodeš a kol., 1988).

Bílkoviny jsou nezbytné pro růst, produkci, ale i obnovu všech tkání těla. Jsou tvořeny dusíkatými sloučeninami. Sušina každé buňky těla je až z 50 % tvořena bílkovinami, z toho vyplývá, jak důležité jsou dusíkaté látky pro organismus zvířete. Stanovení dusíkatých látek (N- látek) v krmivu provádíme stanovením samotného dusíku (N) a znásobením této hodnoty číslem 6,25. Mezi N-látky patří bílkoviny a NPN/ dusíkaté látky nebílkovinné. Setkat se můžeme ale také s označením protein a hrubý protein (Výmola a kol., 1994).

Nedostatek NL oslabuje obranyschopnost organismu a tvorbu protilátek. Zvíře se tak stává méně odolné vůči chorobám a toxinům. Chemickým složením se všechny bílkoviny sobě velmi podobají. Skládají se z 53 % z uhlíku, 7 % z vodíku, 22 % z kyslíku a některé ještě ze síry 2 %. Některé obsahují ještě menší množství jiných prvků. Bílkoviny můžeme rozdělit z několika hledisek. Na jednoduché a složené, vodorozpustné a nerozpustné ve vodě, rozpustné v kyselinách a v zásadách, stravitelné a nestravitelné (Kodeš a kol., 1988).

Biologická hodnota bílkovin se liší dle jejího původu. Živočišné bílkoviny se řadí k tzv. plnohodnotným bílkovinám. Z těchto bílkovin se v organismu může tvořit až 95 % bílkovin. U bílkovin rostlinného původu je to jen 60 – 65 %, proto je řadíme k neplnohodnotným bílkovinám. Nejvyšší biologickou hodnotu mají bílkoviny mléka, vajec nebo rybí moučky. Mezi rostlinnými bílkovinami jsou značné rozdíly, obilniny a produkty z nich jsou obecně chudší na obsah lysinu a metioninu. Kukuřice a ječmen jsou chudé také na tryptofan. Naopak luštěniny a pokrutiny obsahují vysoké množství dusíkatých látek, ale také AMK, právě důležitého lysinu a tryptofanu, ale nedostatek metioninu je i u této skupiny krmiv. Z rostlinných zdrojů má nejvyšší biologickou hodnotu bílkovina sóji (Šatava a kol., 1984).

V tělesných bílkovinách je 22 aminokyselin. Některé jsou pro tělo esenciální, to znamená nepostradatelné a tělo si je nedokáže samo syntetizovat nebo je jejich tvorba v těle nedostačující. Mezi takové, které si organismus drůbeže nedokáže syntetizovat vůbec, patří např. lysin a treonin. K vytváření těchto AMK (aminokyselin) nemá v těle potřebné transaminázy. AMK, které si drůbež dokáže sama syntetizovat, ale v nedostačujícím množství jsou např. tryptofan, histidin, fenylalanin, leucin, izoleucin, metionin, valin a arginin. Jejich tvorba v těle je ale jen minimální, protože v krmivu drůbeže nejsou potřebné ketokyseliny k jejich syntéze. Proto musíme ve skladbě krmné dávky počítat s tím, že pokrytí všech uvedených AMK musí zabezpečit předložené

krmivo. Glycin běžně mezi esenciální AMK nepatří, ale v intenzivně rostoucím organismu může být tvorba glycinu ze serinu nedostatečná a jeho spotřeba při tvorbě kyseliny močové vysoká. Na tvorbu jedné molekuly kyseliny močové je potřeba jedna molekula glycinu, snadno se tak glycin může stát další esenciální AMK. Při nedostatku některé z AMK dochází k zástavě růstu, produkce, případně až k úbytkům váhy (Zelenka, 2014; Výmola a kol., 1994).

Další skupinou AMK jsou poloesenciální. Ty se v organismu mohou syntetizovat, ale pouze z jiné nepostradatelné AMK. Jako příklad tyrosin je možné syntetizovat z fenylalaninu nebo cystein z metioninu. Zbylé AMK nazýváme neesenciální. Tělo si je dokáže syntetizovat z jiných esenciálních i neesenciálních AMK, běžně se ale k tvorbě využívají neesenciální. Mezi takové patří alanin, serin, prolin, kyselina asparagová, asparagin, kyselina glutamová a glutamin. V krmných směsích by poměr esenciálních a neesenciálních AMK měl být cca 1:1. U drůbeže bývá limitující aminokyselinou cystein dále metionin nebo lysin. Nedostatek může být také treoninu, argininu, tryptofanu nebo valinu (Zelenka, 2014).

Jednotlivé AMK mají mezi sebou jisté vztahy, například sirné AMK se počítají v krmných směsích dohromady. Jde o metionin a cystein, potřeba metioninu může být pokryta pouze jím samotným, ale potřeba cysteinu může být pokryta jak metioninem, tak i samotným cysteinem. Při nedostatku sirných AMK mohou být nahrazeny sulfáty, jako je sulfát sodný nebo draselný. Velké množství AMK drůbež využívá na růst peří. Důležité jsou také k detoxikaci mykotoxinů a odbourávání dalších toxinů z těla. AMK se vstřebávají v tlustém střevě (Zelenka, 2014; Výmola a kol., 1994).

2.3.4 Tuky a mastné kyseliny

Asi 90 % hmotnosti tuku tvoří energeticky bohaté mastné kyseliny (39 kJ/g). Zbylých 10 % tvoří glycerol (18 kJ/g). Mastné kyseliny rozdělujeme na nasycené, to jsou takové, které mají pouze jednoduché vazby, mononenasycené mají jednu dvojitou vazbu a polynenasycené mají takových dvojitých vazeb více. Využíváme označení PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids) pro polynenasycené mastné kyseliny (Zelenka, 2014).

Nenasycené mastné kyseliny dokáže tělo drůbeže vstřebat snadněji než nasycené mastné kyseliny. Kyselina linolová, patřící mezi nenasycené

masné kyseliny, je jednou z esenciálních živin. Je součástí buněčných membrán a její nedostatek může způsobit zpomalení růstu, tučnění jater a zhoršenou imunitu. Další takovou esenciální živinou je i kyselina linoleová. Obě tyto kyseliny jsou pro organismus nezbytné a umožňují v těle syntetizovat celou řadu dalších velice důležitých látek ovlivňujících velkou škálu biologických pochodů jako je transport elektrolytů, hormonální a imunologická aktivita, regulace embryonálního vývoje, vývoj kostí a další (Ledvinka a kol., 2011; Zelenka, 2014).

Nenasycené masné kyseliny podléhají snadno oxidaci, proto by v krmné směsi neměly chybět antioxidanty. Takovými antioxidanty mohou být např. vitamín E nebo některý ze syntetických antioxidantů (butylhydroxytoluen atd.) (Ledvinka a kol., 2011; Zelenka, 2014).

Do skupiny tuků patří také fosfolipidy, které jsou estery glycerolu s masnými kyselinami a kyselinou fosforečnou. Nejvýznamnější z nich jsou lecitiny, které se podílejí na transportu tuků z jater do tkání těla. S bílkovinami jsou součástí všech tkání, obzvláště tkáně nervové. Do skupiny tuků řadíme také steroidy, z nichž nejvýznamnější jsou steroly (cholesterol a ergosterol). Z nich vznikají například žlučové kyseliny, celá řada hormonů (pohlavní, kůry nadledvinek) a vitamíny skupiny D (Kodeš a kol., 1988).

Tuky jsou emulgovány v dvanáctníku působením žlučových solí. Mezi hlavní žlučové soli patří taurochenodeoxycholát, taurocholát a další. Degradované tuky ve formě monoglyceridů a mastných kyselin se transformují na micely (Shane, 2006).

Přidáním tuku do krmných směsí má i praktické důvody. Nejenže zvýší energetickou hodnotu krmiva, ale také snižuje prašnost krmiva a snižuje náchylnost k delaminaci například u granulovaných krmiv (Polska Akademia Nauk, 1991).

2.3.5 Minerální látky

Minerální látky jsou součástí všech tkání, nejvíce je jich ale uloženo v kostech. V těle mají minerály své funkce, jako například aktivaci některých enzymů nebo udržování osmotického tlaku.

Jednotlivé minerály dělí Kodeš a kol. (1988) a Výmola a kol. (1994) do tří skupin:

1. Makroprvky (10^{-1} - 10^{-2} %)-vápník, fosfor, sodík, chlór, draslík, síra a hořčík.
2. Mikroprvky (10^{-3} - 10^{-5} %)-železo, měď, zinek, mangan, jód, molybden, selen, kobalt, hliník, nikl, arsen, křemík, bor, brom, fluor, barium, titan a další.
3. Ultramikroprvky (10^{-5} -méně %)-kadmium, rtuť, olovo, cesium, zlato, stříbro, radium

Vápník a fosfor

Makroprvek s největším zastoupením v organismu drůbeže je vápník. Funkce vápníku je v těle úzce spjata s fosforem. Jako zdroj vápníku se v krmných směsích využívá krmný vápenec nebo ve spojení s fosforem dihydrogenfosforečnan vápenatý nebo hydrogenfosforečnan vápenatý. Nadbytek vápníku způsobuje zhoršené vstřebávání dalších prvků ve střevech. 99 % vápníku je v těle drůbeže uloženo v kostech, pouze 1 % v ostatních tkáních. Podílí se na udržování acidobazické rovnováhy, neurosvalové dráždivosti a v neposlední řadě se podílí na srážení krve. Více o vápníku se dočtete v kapitole **Důležitost vápníku ve výživě**. Fosfor je ve velké míře vázán v solích kyseliny fytové v rostlinných krmivech. Takový fosfor drůbež nedokáže dobře využít, jeho využitelnost je asi 30 %. Potřeba fosforu se proto uvádí v tzv. nefytátovém nebo využitelném množství fosforu. V praxi se k fosforu obsaženému v minerálních a živočišných složkách krmiva připočte 30 % fosforu z krmiv rostlinného původu. Přibližně takové množství fosforu je drůbež schopna resorbovat pomocí stázy obsažené v rostlinném krmivu. Zvýšit stravitelnost fytátového fosforu z rostlinného krmiva můžeme přidáním průmyslově vyrobené fytázy, stravitelnost se poté zvýší o 10-30 %. 90 % fosforu je v těle drůbeže obsaženo v kostní tkáni a 10 % v ostatních tkáních ve formě fosfatidů, nukleoproteidů, fosfoproteidů. Fosfor je nepostradatelný při energetických pochodech (ADP, ATP) a dále se účastní na udržení acidobazické rovnováže

stejně jako vápník. Nedostatek tohoto prvku způsobuje nechut. Správný poměr vápníku a fosforu v krmné dávce je důležitějším ukazatelem než přesné množství prvků. Vhodný poměr například pro nosnice je 5 Ca: 1 P, pro rychle rostoucí brojlerů 2 Ca: 1 P. Mezi kostmi a tělními tekutinami dochází k neustálé výměně těchto minerálů (Zelenka, 2014; Výmola a kol., 1994; Kodeš a kol., 1988).

Hořčík

Hořčík se v organismu drůbeže vyskytuje v největší míře v kostech. Dle Kodeše a kol. (1988) je tomu 50 %, ale dle Zelenky (2014) je to dokonce 60-70 %. Dostatečné množství hořčíku se vyskytuje v běžně používaných komponentech krmných směsí, proto není nutné hořčík do krmiva přidávat. Hořčík je součástí nebo aktivuje celou řadu enzymů. Podílí se tak na glykolýze, syntéze ATP, DNA, RNA, sacharidů, lipidů i bílkovin (Zelenka, 2014).

Sodík, draslík a chlór

Na udržení acidobazické rovnováhy organismu se podílejí ionty sodíku, draslíku a chlóru. Sodík se také podílí na udržení stálého pH tělních tekutin. Až 93 % kationtů v krevním séru je právě sodík. Součástí krevního séra je také chlór, který najdeme i v mezibuněčné tekutině a žaludečních šťávách ve formě kyseliny chlorovodíkové. Množství sodíku i chlóru v těle regulují hormony nadledvinek. Dostatečné množství sodíku v krmné dávce příznivě ovlivňuje chuť k příjmu krmiva, využitelnost krmiva a také vývin, činnost srdce a další pochody. Hlavním zdrojem sodíku i chlóru je krmná sůl (NaCl). Při nadměrném množství těchto prvků v krmné dávce zapříčiňuje zvýšený příjem tekutin a s tím spojené potíže s vlhkostí podestýlky a komplikacemi při ošetřování (Zelenka, 2014; Kodeš a kol., 1988). „Přebytek chloru může vyvolat acidózu organismu, zhoršuje mineralizaci kostí, snižuje využití některých vitaminů a zhoršuje kvalitu vaječných skořápek“ (Zelenka, 2014). Dle Kodeše a kol. (1988) je draslík nepostradatelný při metabolismu sacharidů, kontrakcích svalů, udržování osmotického tlaku a najdeme jej i v nervových buňkách, také podílí na metabolismu aminokyselin, na regulaci srdečního rytmu a stimuluje vnitrobuněčnou hormonální činnost.

Síra

Největší množství síry v organismu drůbeže najdeme v sirných aminokyselinách (metionin, cystein a další). Zvýšenou potřebu síry vykazuje drůbež v době opeřování mláďat, případně přepeřování dospělých jedinců. Rostlinná krmiva bývají dostatečným zdrojem tohoto prvku (Kodeš a kol., 1988).

Železo

Tímto jsme pokryly potřebu makroprvků a dále se budeme věnovat zastoupení mikroprvků. Prvním z nich je železo. To je součástí bílkovinných přenašečů kyslíku, jako je hemoglobin (až 50 %), myoglobin (7 %) a cytochrom. Dále je také přítomný v mnoha enzymech. Železo se z těla vylučuje jen minimálně, k jeho ztrátám dochází hlavně při krvácení. Nedostatek tohoto prvku se projevuje anémií a depigmentací (Zelenka, 2014; Kodeš a kol., 1988). Dle Výmoly a kol. (1994) se nedostatek železa u slepic s červeným zbarvením peří neprojevuje depigmentací, naopak Kodeš a kol. (1988) uvádí vliv nedostatku železa na černé i červené zbarvení peří. „Při nedostatku lze přidávat do krmiva krystalický síran železnatý, fumaran železnatý, chelát železa a aminokyselin aj.“ (Zelenka, 2014).

Měď

Měď je nezbytná při tvorbě hemoglobinu. Největší část mědi je uložena v játrech, srdci, plicích a v ledvinách. Je součástí některých enzymů, například metaloenzymů a další enzymy ovlivňuje. Je přítomna při tkáňovém dýchání a ovlivňuje i žlázy s vnitřní sekrecí. Nedostatek mědi vyvolává výdutě aorty způsobené sníženou pružností cév. Dále způsobuje deformace kostí, změny v pigmentaci peří a zápalý kůže. Měď můžeme do krmiva dodávat ve formě krystalického síranu mědnatého, methionátu mědnatého a dalších sloučenin. Jako nevyšší možnou dávku považujeme 35 mg/kg krmné směsi, ale záleží na zvoleném způsobu dodávání mědi do krmiva. V případě některých sloučenin je přípustná dávka pouze 20 mg/kg směsi (Zelenka, 2014; Kodeš a kol., 1988).

Mangan

Drůbež má na obsah manganu v krmné dávce vyšší nároky než jiní živočichové. Ve stádiu vývoje v důsledku nedostatku tohoto prvku dochází k peróze. Peróza je onemocnění kloubů a kostí, při němž dochází k vyklouznutí Achillovy šlachy a tím dojde k vybočení a deformaci končetiny. Vznik tohoto onemocnění může podpořit nedostatek i jiných sloučenin jako je například cholin, biotin a další. U nosnic se nedostatek projevuje zhoršenou kvalitou skořápky snesených vajec. Jako zdroj manganu v krmné dávce můžeme využít chlorid, síran, uhličitán a oxid manganatý. U mladých kuřat se nedostatek může projevit také typickým postojem s vyvrácenou hlavou vzad a v době embryonálního vývoje také zkrácením dlouhých kostí a zkřivením zobáku (Zelenka, 2014; Kodeš a kol., 1988; Výmola a kol., 1994; Jurajda, 2001).

Zinek

V orgánech ptáků je až dvojnásobné množství zinku než u jiných živočichů. S věkem množství tohoto prvku v těle stoupá. Zinek se účastní činností enzymových soustav, syntézy bílkovin, přeměny sacharidů a dalších reakcí organismu. K vstřebávání tohoto prvku dochází v první části zažívacího ústrojí, jeho největší část se ukládá do jater. Vylučuje se převážně močí, výkaly jen v menším množství. Obsah vápníku a mědi v krmné dávce je určující pro využitelnost zinku. Při nedostatku dochází ke ztrátám hmotnosti způsobenými především snížením chuti (Kacerovský, 1989). Vyloučení zinku z krmné dávky vede ke snížení rychlosti růstu a chondrodystrofii (Shane, 2006).

Kobalt

Kobalt nalezneme ve struktuře vitamínu B12. Spolu s tímto vitamínem silně ovlivňuje tvorbu červených krvinek. Přídavek tohoto prvku do krmiva příznivě působí na intenzitu růstu kuřat (Kodeš a kol., 1988).

Jód

Jód je nezbytným minerálem pro funkci štítné žlázy. Pokud není deficit příliš velký, je možné kompenzovat nedostatek prvku ve stravě, uvolňováním jódu z krevního oběhu. Následky nedostatku se mohou projevit zhoršením růstu a snížením snášky a hmotnosti vajec. Také líhnivost takto snesených vajec klesá, a to v důsledku zvětšení štítné žlázy embrya (Výmola a kol., 1994).

Molybden

Molybden je součástí některých enzymů. Na rozdíl od jiných mikroprvků se molybden uvolňuje v alkalickém prostředí a v kyselém prostředí je vázán. Při otravách mědí účinkuje jako protijed a zabraňuje její kumulaci. Jeho přítomnost v krmivu zvyšuje chuť a využitelnost krmné dávky. Častěji než onemocnění z nedostatku se setkáváme s onemocněním z nadbytku tohoto prvku, projevuje se silnými průjmy, hubnutím a končí i smrtí (Kacerovský, 1989).

Selen

Obsah antioxidantů a vitamínu E úzce souvisí s obsahem selenu v krmných směsích. Nedostatek se projevuje především exsudativní diatézou, která je doprovázena vysokou mortalitou. Při sestavování krmných směsí je třeba sledovat, kde jsou plodiny pěstovány. Při použití plodin vypěstovaných v půdách chudých na selen, je třeba obsah tohoto minerálu v krmných směsích doplnit (Výmola a kol., 1994). Dodávat selen do krmiva je nejvhodnější formou

seleničitanu, který je nejsnáze přijatelný pro organismus drůbeže. Byla potvrzena souvislost mezi výskytem nádorových onemocnění a nedostatkem selenu ve stravě (Kodeš a kol., 1988).

2.3.6 Vitamíny

Pojem vitamíny zahrnuje soubor látek, které v těle nefungují jako stavební látky ani energetické zdroje. Jejich funkcí je hlavně katalyzace při látkové výměně, kde působí buďto samostatně, nebo ve sloučeninách, které se z nich v těle dále utvářejí. Jde o látky, které jsou pro tělo nezbytné, ale nedokáže si je samo vytvářet, proto je jejich dodání formou potravy nutné. Jednotně se nedají zařadit do žádné skupiny, každý vitamín je svou stavbou i strukturou odlišný (Kudrnová, 2017).

Vitamíny rozlišujeme na vitamíny rozpustné v tucích (lipofilní):

1. Vitamín A (retinol)
2. Vitamín D (kalciferoly)
3. Vitamín E (tokoferoly, tokotrienoly)
4. Vitamín K (fylochinony, farnochinony)

A vitamíny rozpustné ve vodě (hydrofilní):

1. Vitamíny skupiny B:
 - 1.1 Vitamín B₁ (tiamin)
 - 1.2 Vitamín B₂ (riboflavin)
 - 1.3 Vitamín B₃ (niacin)
 - 1.4 Vitamín B₄ (cholin)
 - 1.5 Vitamín B₅ (pantotenová kyselina)
 - 1.6 Vitamín B₆ (pyridoxin)
 - 1.7 Vitamín B₇ (biotin)
 - 1.8 Vitamín B₉ (kyselina listová)
 - 1.9 Vitamín B₁₂ (kyanokobalamin)

Vitamín C (kyselina askorbová)

Vitamín A

Vitamín A jinak označovaný také jako retinol, antiinfekční vitamín případně růstový vitamín, se v běžných komponentech krmných směsí vyskytuje jen minimálně. Proto se do směsí přidává průmyslově vyrobený ve formě žlutého prášku. V malochovech se potřeba retinolu dá bez potíží pokrýt β -karotenem, obsaženým v zeleném krmivu jako je píce. β -karoten je prekurzorem vitamínu A a organismus si jej už sám upraví. Vitamín A je v těle potřebný pro obnovu kůže, růst, obranyschopnost a v neposlední řadě i pro produkční aspekty (snáška, oplozenou vajec). Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje zpomalení růstu, zhoršení kvality peří, vymizení žlutého pigmentu (zobák, běháky ...), zhoršení zraku a rohovatění kůže (Výmola a kol., 1994; Jurajda, 2001).

Deficit vitamínu A se projevuje u kuřat špatným růstem a opeřováním, v pokročilejších případech ataxií a xeroftalmií (suchostí oka). U nosnic dochází k častějšímu výskytu krvavých skvrn ve žloutku. Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje také vyšší náchylnost k nákaze E. coli a dalšími bakteriálními infekcemi, endoparazity a kokcidiózou (Shane, 2006).

Vitamín D

Vitamín D je důležitou sloučeninou při regulaci vápníku a fosforu v těle. Ovlivňuje jejich ukládání, vstřebávání střevní stěnou i vylučování. Ovlivňuje tak širokou škálu pochodů v organismu drůbeže a jeho nedostatek působí značné problémy. Z počátku se u nosnic objevují častější vejce s porušenou skořápkou nebo vejce pouze v podskořápečné blance. Dále dochází u dospělé drůbeže k osteomalacii, tím způsobenému měknutí jak kostí, tak i jiných zrohovatělých částí jako je například zobák a k deformacím kostí. Dále nastává omezení pohybu zvířete, bolest kloubů a další poruchy. U rostoucí drůbeže se zastavuje růst a dochází ke zkřivení kostry. Vitamín D je potřeba drůbeži dodat v krmivu například formou cholekalciferolu (D_3).

Vitamín E

„Vitamín E je v biologických systémech považován za velmi silný antioxidant. Je prospěšný v boji proti nežádoucímu účinku oxidativního stresu“ (Kudrnová, 2017). Hlavními zdroji tohoto vitamínu jsou obiloviny, olejniny a zelená píce. Podílí se na funkci pohlavního ústrojí, trávení sacharidů, obranyschopnosti organismu a ovlivňuje i srážení krve (Výmola a kol., 1994). Nedostatek vitamínu E způsobuje encefalomalacii, exsudativní diatézu a svalovou dystrofii. Encefalomalacie se projevuje ochablostí, nekoordinovanými pohyby těla,

překrucováním hlavy, křečemi a následným úhynem. Postihuje nejvíce mláďata. Rovněž u mladých zvířat se objevuje exsudativní diatéza, která má za následky vysokou úmrtnost a to v důsledku kolapsu krevního oběhu (Jurajda, 2001).

Vitamín K

Vitamín K je důležitý při tvorbě protrombinu, který je nezbytný pro srážení krve. Mikroorganismy v trávicím traktu drůbeže dovedou syntetizovat tento vitamín, ale jen v menším množství, než jaké je potřeba pro pokrytí denní potřeby. Množství vitamínu, jaké jsou mikroorganismy schopné vytvořit je také zmenšováno při použití některých látek (antibiotika, antikokcidika, sulfonamidy atd.). Z těchto důvodů je dobré dodávat tento vitamín i v krmivu, ve zvýšených dávkách se doporučuje před krvavými zákroky. Nedostatek se projeví jako podkožní krváceniny. Při podávání zvýšeného množství nehrozí předávkování (Zelenka & Zeman, 2006).

Avitaminóza K se diagnostikuje zkouškou srážení krve. Při normálním stavu se krev sráží za 20-30 vteřin, při avitaminóze se tato doba prodlužuje i na 5 minut (Shane, 2006).

Vitamín B₁

Vitamín B₁ neboli tiamin je nezbytný pro funkce nervové soustavy a výraznou měrou zasahuje do intermediárního metabolismu. Aktivně působí ve formě tiaminpyrofosfátu. Podílí se na oxidační dekarboxylaci α -ketokyselin. Tiamin působí v cyklu kyseliny citronové, kde ovlivňuje produkci ATP, zasahuje také do metabolismu lipidů a bílkovin. Mimo vyjmenované se účastní celé řady dalších pochodů. Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje polyneuritidu a cerebrokortikální nekrózu. U drůbeže má za následky zpomalený růst, snížený příjem krmiva, svalovou atrofii, poruchu metabolismu sacharidů a vody. U nosnic dochází rovněž k poklesu snášky. Typickým projevem jsou zkřivené nohy a hlava vyvrácená vzad. Nejčastěji se toto onemocnění vyskytuje u mladých kuřat ve věku 10-20 dnů (Kudrnová, 2017).

Vitamín B₂

Vitamín B₂ je hojně obsažen v krmivech živočišného původu, ale například i v sušeném mléce nebo kvasnicích. Drůbež dokáže dobře využít takto přirozeně se vyskytující vitamín (Výmola a kol., 1994). Mezi komplementy s relativně vysokým obsahem tohoto vitamínu patří také extrahované šroty arašídů nebo kokosu, vojtěšková moučka nebo fish soluble (šťáva, která zůstává

v autoklávu po tepelném opracování ryb, zahuštěná se používá do krmných směsí). Při nedostatku tohoto vitamínu dochází ke zpomalení růstu, zánětům kůže, strupovitosti kůže, ochromení končetin a vysoká embryonální mortalita (Kodeš a kol., 1988).

Vitamín B₃

Vitamín B₃ jinak také nazývaný niacin nebo kyselina nikotinová se podílí na metabolismu glycidů, lipidů i sacharidů. Drůbež si dokáže tento vitamín v těle sama vytvořit z tryptofanu. Nedostatek vede k zánětům zobákové dutiny a zpomalení růstu. U mladých zvířat dochází k zánětům kůže, otokům kloubů, dehydrataci, způsobenou průjmami a růst peří je velmi nekvalitní (Zelenka a Zeman, 2006). Tento vitamín se nachází ve většině krmiv rostlinného původu (Výmola a kol., 1994).

Vitamín B₄

Cholin označujeme někdy také jako vitamín B₄. Radíme jej mezi tzv. vitageny, to jsou látky potřebné jako stavební látka a energetický zdroj. Cholin plní celou řadu funkcí, jako například brání infiltraci tuku do jater, je prekurzorem neurotransmiteru acetylcholinu, podílí se na metabolismu vitamínu A a karotenu a výrazně ovlivňuje nervovou činnost. Drůbež je jedna z nejnáročnějších skupin zvířat na množství přijímaného cholinu. Nedostatek se projevuje zpomalením růstu, tukovou infiltrací jater, perózou, snížením snášky i kvality vajec (Kudrnová, 2017).

Vitamín B₅

Jako vitamín B₅ označujeme kyselinu pantotenovou. Jako součást koenzymu A ovlivňuje přeměnu kyseliny octové v citrátovém cyklu. Jako zdroj této kyseliny využíváme ve výživě zvířat vodorozpustný pantotenát vápenatý. Nedostatek způsobuje špatný růst, záněty a výtoky z očí, špatnou kvalitu opeření a dermatologické změny. Dle příznaků se snadno zamění za avitaminózu A (Zelenka & Zeman, 2006). „Kuřata vykazují poruchy pigmentace a vývoje peří, zpomalení růstu, dermatitidu, degeneraci lymfoidních buněk a myelinu, poruchy pohybu a degeneraci kůry nadledvin“ (Kudrnová, 2017).

Vitamín B₆

Vitamín B₆ neboli pyridoxin je důležitým koenzymem při přeměně aminokyselin, ovlivňuje tak transaminaci, dekarboxylaci, deaminaci i syntézu aminokyselin. V krmivu jej můžeme doplňovat formou kvasnic, vedlejších kukuřičných a pšeničných produktů, vojtěškové moučky a některými extrahovanými šroty (sójový, arašídový). Deficit v krmné dávce způsobuje zpomalení růstu, záněty očních víček, poruchy zažívání, kožní edémy a rozčepýřenost peří (Kodeš a kol., 1988).

Vitamín B₇

Pod názvem vitamín B₇ se skrývá i jinak známý vitamín H nebo také biotin, který funguje jako koenzym karboxyláz. Významně se podílí na metabolismu tuků a sacharidů. Brání před záněty kůže i jejích zrohovatělých částí (zobák) a velmi důležitou roli hraje při produkci násadových vajec. Vejce určené k líhnutí kuřat má vyšší nároky na obsah biotinu, ten je nezbytný pro kvalitu z hlediska líhivosti (Zelenka, 2014). „Nedostatek biotinu se projevuje u drůbeže perozí a poruchami kůže. Celková potřeba tohoto vitamínu by měla být u drůbeže kryta asi z 80 % doplňky do krmiva“ (Výmola a kol., 1994).

Vitamín B₉

Vitamínem B₉ rozumíme jinak známou kyselinu listovou. Tato kyselina je pro organismus drůbeže růstovým faktorem a výraznou měrou ovlivňuje reprodukční funkce. Je syntetizována v zelených rostlinách, ale i mikroorganismy mají schopnost její syntézy a to hlavně u zvířat nebýložravých. Tato kyselina je nepostradatelnou složkou při metabolismu aminokyselin, nukleových kyselin a ovlivňuje tvorbu červených krvinek. Při deficitu dochází k anémii, zvýšené embryonální mortalitě, zpomalení růstu, ochablosti a průjmům. U drůbeže je typickým znakem paralýza krčního svalstva a poruchy opeření (Kudrnová, 2017).

Vitamín B₁₂

Vitamín B₁₂ je posledním objeveným vitamínem. Chemicky je nazýván kyanokobalamin a je nezbytným prvkem při zrání červených krvinek a metabolismu bílkovin. Svou funkci má i při líhnutí drůbeže, ovlivňuje kvalitu násadových vajec. Určitou část potřeby tohoto vitamínu jsou zvířata schopna pokrýt koprofágií, ale pouze taková zvířata, která mají přístup k trusu, v klecových chovech je toto nemožné (Zelenka & Zeman, 2006).

Vitamín C

Vitamín C si dokáže většina organismů vytvořit ve svém těle sama. V intenzivních chovech se tento vitamín přidává do směsí hlavně jako protistresový faktor. Při nedostatku je organismus náchylnější k infekcím, krváceninám sliznic a u nosnic ke zhoršení kvality skořápky (Kodeš & Výmola, 2003).

2.3.7 Probiotika

Probiotika si v dnešní době nacházejí čím dál větší oblibu u chovatelů. V minulosti se při chovu drůbeže často využívalo účinků antibiotik, jejichž používání je v současné době zákony velice omezeno. A to z důvodů zanechávání reziduí v organismu zvířete, nepříznivému působení na schopnosti trávení a rozmanitost střevní mikroflóry. Z těchto důvodů se dnes chovatelé opět obrací na přírodní produkty, kterými mohou být právě zmíněná probiotika. Probiotika už z významu slova jsou látky pro organismus prospěšné. Zlepšují rozmanitost střevní mikroflóry, napomáhají správnému fungování imunitního systému, podporují syntézu některých enzymů, vitamínů, kyselin a přírodních antibakteriálních látek. V probiotických přípravcích pro drůbež se využívají nejrůznější mikroorganismy. Z bakterií jsou to například rody *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* nebo *Escherichia*. Z hub je to především rod *Aspergillus* a v případě kvasinek rod *Saccharomyces* (Popova, 2017).

2.4 Tvarování krmiva

K výživě drůbeže se využívají sypké krmné směsi, u kterých je ale nebezpečí selekce jednotlivých komponentů zvířaty. Snadno tak může docházet k nevyvážené výživě a krmná dávka tak není optimální, ač ve směsi je vše dobře namícháno. Jak je známo, drůbež vybírá pohledem. První proto zobe větší částice a také částice v barvách žluté, oranžové a zelené, které jsou pro ni vizuálně přitažlivější. Proto ze směsi například jako první mizí větší úlomky kukuřičného zrna. Aby se tomuto chování předešlo, upravují se krmné směsi například do malých pelet. Podávané pelety mají všechny přibližně stejný tvar a nedochází proto k výběru a upřednostňování některých částic.

K hlavním výhodám tvarování patří snížení objemu takového krmiva a snížení tak nákladů na manipulaci a skladování. Takové krmivo je zvířaty velice dobře přijímáno, a to ve větším množství, než je tomu u sypké směsi. Zvíře tak přijme větší množství energie za kratší časový úsek (Zelenka a Zeman, 2006).

Jako další výhody můžeme uvést snížení plýtvání krmivem, zlepšení stravitelnosti, ušetření energie zvířete potřebné k nakrmení. Upravování krmiva peletováním je také způsob, jak bojovat proti patogenům obsaženým v zrninách a dalších komponentech. Při peletování se využívají poměrně vysoké teploty, které ničí některé druhy patogenů a spór. Do směsí se také přidávají komponenty, které rovněž napomáhají ničení patogenů a choroboplodných zárodků. Například probiotika na bázi spór *Bacillus*, jejichž velká část se dokáže dostat až do tenkého střeva v neporušeném stavu a je schopna v tomto úseku trávení příznivě působit (Amerah a kol., 2013).

Při tvarování má krmivo menší povrch přístupný vnějším vlivům, jako je například oxidace tuků nebo vitamínů a případná kontaminace spórami některých plísní. Skladovatelnosti takového krmiva je proto snazší a delší. Také prašnost je snížena a nedochází ke ztrátám některých jemných komponentů vlivem prášení do vzduchu nebo spláchnutím do vody ze zobáku při pití z napáječky. Je ale nezbytné takové směsi sestavovat s ohledem na další zpracování. Některé technologické postupy při granulování nebo peletování zasahují do výživové hodnoty a obsahových vlastností jednotlivých komponentů a dochází zde k určitým ztrátám, se kterými je třeba počítat. Také samotný proces úpravy krmiva je energeticky a finančně náročnější než samotná sypká směs. I to jsou náklady, které musí chovatel vzít v úvahu (Zelenka, 2014).

2.5 Odchov kuřic od vylíhnutí do snášky

Chov nosných slepic je v České republice praktikován převážně v klecových chovech. Pomalu ale jistě se ve společnosti začíná zvedat vlna odporu proti tomuto způsobu chovu a objevuje se řada alternativních chovů. Jsou to chovy na podestýlce v halách nebo volné chovy například v pojízdných kurnících, kdy se využívá možnost kočovat za novou zelenou pastvou. Samozřejmostí je i domácí drobnochov, ale ten je vzhledem k množství produkovaných vajec zanedbatelný. Každý z těchto způsobů chovu odchovává kuřice před dobou snášky jinak, vzhledem k podmínkám chovu a výživě.

Nejvíce takových kuřic je odchovávaných ale do klecových chovů a právě těm se budeme dále věnovat.

Při odchovu kuřic platí pravidlo, že jejich odchov by měl probíhat ve stejném systému jako jejich následný produkční chov. Kuřice odchovávané do klecových chovů by v takovém systému měly i růst. K odchovu se hned po vylíhnutí z vajec sexují pouze kuřičky. Kohoutci se vyřazují a utrácí, jejich odchov je ekonomicky nevýhodný (Skřivan a kol., 2000). Při třídění kuřat se využívá autosexingu, který můžeme rozdělit na dva typy. Jedním je colorsexing neboli odlišení pohlaví kuřat podle zbarvení juvenilního peří. U takových kuřat na první pohled poznáme pohlaví jedinců. Dalším typem je feathersexing, takzvaná peříčková metoda. Jedná se o rozlišení intenzity růstu křídelních letek. Tento způsob se využívá především u hybridů bíle opeřených (Matoušek a kol., 2013). Utracení kohoutci se dále využívají například jako krmení dravců, plazů a dalším zvířatům jak v zoologických zahradách, tak i v drobnochovech. Jak uvedl Holoubek a kol. (2007) kohoutci se odchovávají pouze ve šlechtitelských a rozmnožovacích chovech.

Při krmení kuřat, kuřic a posléze nosnic je důležité krmivo podávat přirozeným způsobem. Z tohoto důvodu se krmivo podává u podlahy. Doporučuje se, aby dno krmných žlábků bylo v úrovni podlahy. Tím zajistíme přirozenou polohu těla zvířete při krmení (Gálik, 2015).

Odchov kuřic trvá většinou 16 týdnů, poté se kuřičky přesouvají do produkční haly. Při odchovu kuřic chceme dosáhnout vysoké užitkovosti a odolnosti budoucí nosnice. K tomu je třeba vyvážený vývin organismu takové nosnice. Vývin je ovlivňován mnoha aspekty, jako je světelný režim, výživa a technika krmení a mnohé další. Před samotným naskladněním odchovní haly je třeba připravit prostředí. Nutná je několikastupňová očista, která se provádí mechanicky, mokrou cestou, plynováním a následným větráním (Skřivan a kol., 2000).

Po vylíhnutí je třeba zajistit dostatečnou teplotu prostředí. Vylíhnuté kuře dokáže okamžitě přijímat krmivo, ale termoregulace organismu není ještě vyvinuta. Celý odchov můžeme rozdělit do několika fází. První fáze je nejnáročnější a končí přibližně ve 4. týdnu. V této době dochází i k prvnímu přepelichání peří. Další fáze je od 4. do 20. týdne věku, v tuto dobu probíhá vývin sekundárních pohlavních znaků. V poslední fázi končí vývoj kosterní soustavy a všech dalších

orgánů a končí pohlavní dospělostí (Šatava a kol., 1984). Vzhledem ke stáří použitého zdroje je dnešní praxe už trochu jiná. Ve 20. týdnu věku kuřice hnědovaječných hybridů již pohlavně dospívají, bělovaječní hybridi dospívají dokonce už dříve v 18. -19. týdnu.

„Nesprávně odchované kuřice a posléze nosnice nikdy nevyprodukují množství vajec, které je v genofondu zakódováno“ (Kodeš a kol., 1988). Kodeš (1988) také uvedl, pokud ve věku 140 dní kuřice dosahuje hmotnosti odpovídající technologickému postupu vyšlechtěného hybridního jedince, je to zárukou dobré užítkovosti a ekonomického zhodnocení krmiva.

Holoubek a kol. (2007) uvádí souvislost mezi vyšší koncentrací N-látek v krmných směsích krmných ad libitně a nástupem předčasně snášky. V důsledku tohoto se v dalším chovu objevuje vyšší množství menších vajec z počátku snášky, nižší intenzita snášky a vytrvalost ve snášce klesá.

Jak uvedl Zelenka & Zeman (2006), cílem chovatele je odchovat hejno dobře vyvinutých, neztučněných, zdravých kuřic, které budou včas, nikoli předčasně dospívat, brzy po dosažení dospělosti ponese velké vejce a budou dobře připraveny na zátěž spojenou s vysokou produkcí. Jejich vývoj můžeme rozdělit na **1. období nejintenzivnějšího růstu**, kdy je naším cílem utvořit velký tělesný rámec kuřice, při němž není rozhodující ukazatel hmotnost, ale prostomost organismu. Podstatné je dosáhnout prostorného a výkonného trávicího traktu a rozmnožovacích orgánů uzpůsobených k vysoké produkci vajec. Z tohoto důvodu je klíčové hned v prvních týdnech života krmit tak, aby se dosáhlo co nejrychlejšího růstu. V pozdějším období už není šance napravit nedostatky, které v tomto období zanedbáme. Toto období trvá přibližně do 9-10 týdnů věku.

Ve **2. období** dochází k pozvolnému poskytujícímu růstu dostatek času pro dobrý vývin organismu. Naším cílem je rozvinout trávicí trakt do maximální možné míry, a to tréninkem trávicího traktu na kapacitu a výkonnost. K tomu účelu využíváme krmivo s větším obsahem balastních látek, aby kuřice dosahovaly vyšší žravosti. Budoucí nosnice se tak naučí přijímat dostatek potravy a živin, aby zbylo i na produkci. Toto období trvá do 16. týdnů věku.

Rozvoj vaječníku a vejcovodu probíhá hlavně ve **3. období** růstu. Od 18. týdne je požadavek na obsah bílkovin vyšší právě z důvodu růstu pohlavních orgánů. Obsah bílkovin v krmivu je přibližně stejný, jako bude i v době snášky. V tomto

období si také kuřice dělají zásoby válníku v medulární kostní tkáni. Tato zásoba jim poté umožní dobrý start snáškového období, bez potíží se špatnou kvalitou skořápek nebo hrozící osteomalácií (Zelenka & Zeman, 2006).

Při odchovu je třeba dodržet celou řadu aspektů pro vytvoření vhodného mikroklimatu v daných fázích odchovu, zde se ale budeme věnovat jen aspektům technologie výživy.

V začátku odchovu se využívá krmných směsí označených K1 nebo také startérová KS. Do 5 týdnů života by jedinec měl zkonzumovat přibližně 0,9kg tohoto krmiva. Od 5. do 10. týdne věku se zkrmuje směs označená K2 nebo také růstová KS a její spotřeba na jedince by měla být asi 1,6kg. Jako poslední v době odchovu se využívá směs KZK nebo také odchovná KS, jejíž spotřeba činí 2,6kg. Zkrmuje se ve věku 10 – 16 týdnů. Celková spotřeba krmiva na jednoho jedince za odchov je přibližně 5,1kg (Kodeš & Výmola, 2003). Skřivan a kol. (2000) uvádí mírně odlišná data. U hnědovaječných hybridů zkrmuje směs K1 do věku 4 týdnů ad libitum. 5. – 10. týden krmíme směsí K2 a to v množství odvíjejícím se od dosažené živé hmotnosti. Od 11 týdnů podáváme směs KZK opět v závislosti na živé hmotnosti. Celková spotřeba krmiva na jedince za odchov je přibližně 6-7kg. U bílovaječných hybridů podáváme směs K1 do 6 týdnů věku. Od 6 do 10 týdnů podáváme směs K2 a od 11. týdne do konce odchovu pak směs KZK. Po celou dobu poskytujeme krmivo bílovaječným hybridům ad libitum.

2.6 Výživa nosnic v průběhu snášky

2.6.1 Výživa v průběhu snášky

Po přestěhování kuřic z odchovu do snáškových klecí si jedinci musejí rychle přivyknout novému prostředí, započnou snášku a během toho jsou stále v růstu. Rychle se tak zvyšují nároky na živiny v krmné dávce, proto je vhodné v této fázi krmit koncentrované krmné směsi předkládané adlibitně. Využít můžeme také krátkodobého přisvícení pro přikrmení v noci. Takto stimulovat k příjmu potravy je vhodné do 30 týdnů věku, později by mohlo docházet k tučnění nosnic a snižování snášky. Je velice výhodné pružně upravovat obsah živin v krmivu dle aktuálního stavu snášky hejna. Předejdeme tak dvouvrcholové snášce některých jedinců, kteří nedostatečným příjmem živin vyčerpali tělesné rezervy a na 1-2 dny přeruší snášku. Na začátku máme ve snáškové hale dvě skupiny

zvířat. První skupina již započala snášku a zvýšila tak příjem krmiva, aby získala dostatek živin na produkci. Druhá skupina snášku ještě nezapočala a přijímá menší množství krmiva. Při pružné úpravě obsahu živin je nutné vyjit vstříc ranějším zvířatům, která již nesou, při nedostatečné výživě těchto zvířat bychom přišli o produkci. Kdybychom použili pro úpravu výpočet z průměrné spotřeby krmiva na jedince, sestavili bychom směs příliš bohatou na vápník a snížili tak její chutnost (Zelenka & Zeman, 2006).

Stejně jako kuřata, i nosnice krmíme fázově. Využíváme k tomu směsi N0-N3. V první tzv. přípravné fázi krmíme nosnice směsí N0. Obsahem živin je tato směs téměř totožná s následující N1, ale obsah vápníku je zde navýšen téměř dvojnásobně. Zajistí to tak dostatečné zásoby uloženého vápníku na začátek snášky. Na dobu nejintenzivnější snášky využíváme směs N1. Tato směs je na obsah živin nejkoncentrovanější, aby dobře pokryla potřeby pro dobrou produkci. Důležité je zmínit nižší obsah vápníku a mírně vyšší obsah fosforu. Při počátku mírného poklesu snášky krmíme směs označenou N2, která už je na obsah živin méně koncentrovaná. V tomto období už slepice méně nesou, ale přijímají více krmiva. Není proto nutné podávat tak koncentrované krmivo a je proto ekonomické krmit levnější stravou. V poslední fázi, kdy se snáška chýlí ke konci, využíváme směs N3, která je na koncentraci živin ještě chudší než N2. V tuto dobu nosnice utlumují snášku a objevují se častěji i poškozená a deformovaná vejce (Kodeš & Výmola, 2003).

2.6.2 Důležitost vápníku ve výživě

Skořápka slepičího vejce je tvořena z 95,1 % minerálními látkami. Převládajícím prvkem je vápník ve formě CaCO_3 . Průměrná skořápka obsahuje 2 g vápníku (Ledvinka a kol., 2011). Špatná kvalita skořápek způsobuje největší ztráty v chovu nosnic. Z hmotnosti vejce tvoří skořápka asi 10 %. Chemicky je složena z organických látek (4,1 %), uhličitanu hořečnatého (1,4 %), fosforečnanu vápenatého a hořečnatého (0,8 %) a uhličitanu vápenatého (93,7 %). Za rok využije nosnice 30 – 40x více vápníku do skořápek než je obsaženo v její vlastní kostře (Zelenka & Zeman, 2006).

Nedostatek vápníku u mladých rostoucích zvířat narušuje harmonický rozvoj organismu, nedochází k dostatečnému zvápenatění kostí a výsledkem může být až křivice (rachitida). U dospělých zvířat ve snášce dochází k postupnému odvápnění kostí a nastává osteomalacie (Jurajda, 2001).

Nejvyšší nároky na vápník mají nosnice v nočních hodinách. Právě v tuto dobu se ukládá největší část vápníku do skořápky vejce. Z 60–70 % se do skořápky ukládá vápník přijatý z krmiva, zbylých 30–40 % nosnice čerpá z vlastních zásob uložených v medulárních kostech. Medulární kosti jsou specializované lokace na vnitřních plochách dutých kostí, kam nosnice dokáže ukládat přebytečný vápník přijatý z krmiva a opět jej odtud může v případě potřeby čerpat pomocí krve do vejcovodu (Zelenka, 2014).

Může ale také dojít k předávkování vápníkem. Tato situace omezuje tvorbu parathormonu a přeměna cholekalciferolu na 1,25 dihydroxycholecalciferol se zpomalí. Potřeba jiných minerálů vlivem toho stoupá a klesá stravitelnost tuků (Čermák a kol., 1994).

2.6.3 Barva žloutku

Barvu žloutku můžeme do jisté míry ovlivnit krmením. Pigmenty tvoří důležitou složku žloutku, ač je jejich obsah nízký (0,2 %). Zastoupeny jsou zde hlavně karotenoidy, lutein a xantofyly. Do krmiva se jako přírodní barviva dají přidat například kukuřičný gluten, sušená paprika nebo sušený měsíček zahradní. Z přípravků můžeme uvést také Carophyl, který kombinuje žlutý, oranžový i červený pigment. Cílenou barvu žloutku můžeme pomocí tohoto přípravku navolit (Ledvinka a kol., 2011).

Dědivost barvy žloutku je velice nízká. Barvu ovlivňují pigmenty obsažené v krmivu (kukuřice, zelená píce). Pro zajištění požadované barvy žloutku se využívají výtažky z rostlin (vojtěška, řasy, paprika a další) ve formě stabilizovaných prášků nebo se dají využít syntetické pigmenty. Známý je například Carophyl nebo Carotinal. V ČR byl vyvinut také Pigmental (Šatava, 1984).

„Tráva a zelená píce vůbec obsahují přírodní xantofyly, a proto žloutky vajec od slepic z malochovu s možností travnatého výběhu jsou dostatečně barevné a žádný přídavek barviva nepotřebují“ (Výmola a kol., 1994).

2.6.4 Pelichání

Pelichání peří je hormonálně řízený proces, který ovlivňuje některé fyziologické procesy v organismu nosnice. Na tvorbu nového peří je potřeba krmení bohaté na bílkoviny, je proto vhodné v tuto dobu nosnice krmit jinak než doposud (Verhoef – Verhallen & Rijs, 2003).

V přírodě dochází k výměně peří nejčastěji 1x ročně a to po snášce několika vajec. U domestikovaných zvířat přichází pelichání po dlouhém snáškovém období. Během tohoto procesu ustává snáška a v organismu dochází ke specifickým procesům. Působí celá řada hormonů, hormony hypofýzy (folikulostimulující hormon, luteinizační hormon), hormony vaječníků (androgeny, estrogeny, progesteron). Dále také hormony nadledvinek s předního laloku hypofýzy. S protichůdným účinkem k těmto hormonům působí tyroxin (hormon štítné žlázy), který vyvolává výměnu peří a regresi rozmnožovacích orgánů (Ledvinka a kol., 2011).

Ve velkochovech drůbeže využíváme metody nuceného pelichání, abychom dosáhli co nejnižších ekonomických ztrát. Právě z ekonomických důvodů se velice často přistupuje k jednocyklovým chovům, kdy po prvním snáškovém cyklu se nosnice vyskladí na jatky nebo za nízkou cenu prodají chovatelům do drobných chovů a na jejich místo se naskladní nově odchované kuřice před snáškou. Je ale vytvořeno i několik metod k urychlení pelichání a možnosti využití nosnic ve více snáškových cyklech. Je tak možné od jedné nosnice získat podstatně větší množství vajec a snížit nutnost odchovu nových zvířat. Přirozené pelichání zastaví snášku až na 4 měsíce, nuceným pelicháním tento čas dokážeme zkrátit na 8–10 týdnů (Peter a kol., 1986).

Dle Ledvinky a kol. (2011) jako nástroje k nucenému pelichání využíváme omezování napájení, omezování krmiva a změny světelného režimu. Tři neznámější metody k dosažení pelichání si uvedeme i s upřesňujícími tabulkami.

1. Běžný program nuceného pelichání

Krmivo podáváme každý druhý den, musíme dbát na dostatečný krmný prostor, aby mohla všechna zvířata najednou přijímat krmivo. Volně podáváme po dobu dvou týdnů ústřicové skořápky.

Tabulka 1: Běžný program

Den	Krmivo	Voda	Světlo
1.	žádné	bez	8 hodin
2.	žádné	bez	
3.	4,5 kg/100 slepic	voda	
4.	žádné	bez	
5.	4,5 kg/100 slepic	voda	
6.	žádné	bez	
7.	4,5 kg/100 slepic	voda	
8.	žádné	bez	
9.	4,5 kg/100 slepic	bez	
10. do 55. – 60.	restrikce krmiva 75 % z krmiva dosyta	voda	
61.	krmivo do syta KS pro slepice		14 – 16 hodin

Zdroj: Ledvinka a kol., 2011

2. Washingtonský program nuceného pelichání

Krmivo podáváme dle harmonogramu a opět podáváme ústřicové skořápky prvních 14 dní.

Tabulka 2: Washingtonský program

Den	Krmivo	Voda	Světlo
1.	bez krmiva	voda	
2.		bez	
3.	bez krmiva		8 hodin
4.			
5.	2,7 kg/100 slepic do období 1 % snášky	voda	
50.	potom plně krmení KS		14 – 16 hodin

Zdroj: Ledvinka a kol., 2011

3. Kalifornský program nuceného pelichání

U této metody se využívá dlouhodobého hladovění a následně krmení celým zrnem (pšenice, ječmen). Vodu neomezujeme.

Tabulka 3: Kalifornský program

Den	Krmivo	Voda	Světlo
1. až 10.	bez krmiva		
11. až 35.	omezené krmení		přerušovaný
36. až 45.	bez krmiva	voda	anebo 8 hodin
46. až 60. - 67.	krmivo dosyta (kukuřice, anebo ječmen)		
61. - 68.	krmivo dosyta KS		14 -16 hodin

Zdroj: Ledvinka a kol., 2011

3. Závěr a doporučení pro praxi

Česká republika prozatím není plně samostatná ve výrobě konzumních vajec. Pokud bychom zastavili vývoz a všechna vejce by zůstávala u nás, i tak bychom nebyli v produkci vajec soběstační. Tento směr zemědělské výroby je v dnešní době poměrně lukrativní, ale velice náročný na dosažení efektivnosti a dobré ekonomiky chovu. Aby námi chovaná zvířata měla správnou péči a chov byl ekonomicky prosperující, je třeba znát vše potřebné, aby chovatel poskytl zvířatům nejkvalitnější možnou výživu a péči a chov finančně prosperoval. Momentálně je velký tlak na zrušení klecových chovů a využívání více alternativních chovů, jako jsou chovy podestýlkové, voliérové nebo volné. Všechny tyto způsoby chovu jsou po finanční stránce ještě náročnější, a proto je nezbytné nedělat zbytečné chyby, které by ekonomiku našeho chovu poškozovaly a dobře znát fyziologii a potřeby zvířat, na kterých celé naše úsilí stojí.

Výživa nosnic není snadným úkolem. Ač se běžnému člověku může zdát, že je to jednoduchá disciplína, když slepice chová na svém dvorku každý druhý. Ve velkochovu je situace velmi odlišná. S větším množstvím zvířat přichází spousta potíží a problémů, které v malochovu nenajdete. A pokud přeci jen ano, řešení je vždy mnohem snazší.

Nevyvážená strava v období růstu kuřat způsobí, že takto odchovaná zvířata nám nemohou poskytnout maximální užitek v budoucím chovu, protože nedostala příležitost ke kvalitnímu růstu. V tomto období se formuje celý organismus budoucí nosnice. Aby vzniklo prostorné tělo s dobře vyvinutým trávicím traktem, který bude připravený na zátěž celého snáškového období, je kvalitní výživa nezbytná. Reprodukční orgány musí být dostatečně vyspělé a připravené na vysokou produkci vajec.

Pokud se podaří odchovat opravdu kvalitní jedince, může se zdát, že je vyhráno. Během celého produkčního období je ale potřeba rovněž dbát na kvalitní výživu. Nosnice svůj potenciál mohou předvést pouze tehdy, pokud dostanou dobře sestavenou krmnou dávku, kterou jejich organismus dokáže co nejefektivněji zpracovat. Jen tak dosáhneme výborné užitkovosti, efektivnosti a v neposlední řadě také ekonomičnosti našeho chovu.

Doporučení pro praxi

Při sestavování krmné dávky je vždy potřeba brát v úvahu způsob chovu, který budeme praktikovat, formu podávání krmiva a další důležité aspekty. Při podávání sypké směsi je třeba počítat se ztrátami jemných částic způsobených prašností, vizuálním výběrem komponentů ze strany zvířat nebo spláchnutím do napáječek během přijímání tekutin. Při využívání tvarovaných směsí je třeba více sledovat chování zvířat. Při tomto způsobu krmení se častěji objevují případy kanibalismu, ovšem výhody tohoto způsobu krmení jsou významné.

Chov zvířat má vždy jedno velké pravidlo. Chovatel je odpovědný za zdraví svých zvířat a je povinen poskytnout jim vše pro jejich kvalitní vývoj a celý následný život. Nesmí nikdy dopustit, aby jemu svěřená zvířata strádala nebo trpěla. Toho by si měl být každý chovatel vědom v každé minutě své činnosti.

Aby chov dobře fungoval, měla by se dodržovat tato opatření:

- Důsledně dbát na kvalitu podávané směsi (dobré promíchání komponentů, správné sestavení směsi pro potřebu dané kategorie zvířat ...)
- Dobře zvolená technika krmení (forma podávaného krmiva, krmný systém atd.)
- Důsledně dbát na kvalitu a vlastnosti podávané pitné vody
- Pravidelná a častá kontrola zdravotního stavu zvířat
- Schopnost chovatele (personálu) rozpoznat příznaky chorob a zdravotních problémů a zajistit jejich včasnou identifikaci a nápravu
- Lidský přístup ke zvířatům, šetrné zacházení a vytvoření příznivého prostředí chovu a dobrého welfare

4. Seznam použité literatury

AMERAH, M. A. a kol. Effect of pelleting temperature and probiotic supplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 2013. Vol. 3, pp. 55-63.

ANONYM. Normy výživy drůbeže, nutriční hodnota krmiva. Kolektivní práce. Varšava: Omnitech Press, c1991, s. 12. ISBN 83-85262-11-3

BURDA, František. Základy chovu hospodářských zvířat. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1962, s. 268–269.

BUREŠ, Jan a kol. Chov zvířat. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1955, s. 12-13.

ČERMÁK, Bohuslav a kol. Výživa a krmení hospodářských zvířat. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1994, s. 125. ISBN 80-7040-115-X

ČERNÝ, Hugo. Anatomie domácích ptáků. Brno: Metoda, 2005, s. 225-258. ISBN 80-239-4966-7

GÁLIK, Roman a kol. Technika pre chov zvierat. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015, s. 122. ISBN 978-80-552-1407-8

HAFEEZ, A. a kol. Implication of milling methods, thermal treatment, and particle size of feed in layers on mineral digestibility and retention of minerals in egg contents. *Poultry Science*, 2015. Vol. 94, no. 2, pp. 240-248.

HERREN, Ray V. The science of animal agriculture. Boston: Cengage, 2018, s. 297. ISBN 978-1-337-39086-6

HOLOUBEK, Jaroslav. Základy chovu drůbeže. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, s. 42, 48. ISBN 978-80-213-0660-8

JELÍNEK, Pavel a kol. Fyziologie hospodářských zvířat. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, s. 131-135. ISBN 80-7157-644-1

JURAJDA, Vladimír. Kompendium chorob drůbeže a ptactva. Brno: Noviko, 2001, s. 187-190. ISBN 80-902676-6-1

KACEROVSKÝ, Otto a kol. Výživa hospodářských zvířat – 1. díl. Vysoká škola zemědělská Praha: Čs. Redakce VN MON, 1989, s. 16-18.

KODEŠ, Alois a Jarmil VÝMOLA a kol. Základy moderní výživy drůbeže. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2003, s. 68-78. ISBN 80-213-1077-4

KODEŠ, Alois a kol. Systémy výživy, potřeba živin a charakteristika krmiv pro drůbež. České Budějovice: Agrodat, 1988, s. 44-46, 76-94.

KUDRNOVÁ, Eva. Význam vitaminů ve výživě drůbeže. České Budějovice, 2017. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, s. 12-13, 20-27, 32-34.

LEDVINKA, Zdeněk a kol. Chov drůbeže I. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2011, s.13, 15, 86-91, 119-120, 131. ISBN 978-80-213-2174-8

LOW, A. G. a T. ZEBROWSKA. Digestion in poultry. In: BOCK, H. D. a kol., Protein Metabolism in Farm Animals: Evaluation, Digestion, Absorption and Metabolism. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1989, s. 122-123. ISBN 3-331-00288-7

MALÍK, Vladimír. Atlas malých hospodářských zvířat. Bratislava: Příroda, 1990, s. 22, 28, 36. ISBN 80-07-00254-5

MARVAN, František. Morfologie hospodářských zvířat. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakl. Brázda, 1992, s. 277-282. ISBN 978-80-213-1658-4

MATOUŠEK, Václav a kol. Chov hospodářských zvířat II. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013, s. 72-73. ISBN 978-80-7394-392-9

PAN D. a Z. YU. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. Gut Microbes, 2014. Vol. 5, no. 1, pp. 108–119.

PETER, Vladimír a kol. Chov hydiny. Bratislava: Příroda, 1986, s. 178-181.

POPOVA, T. Effect of probiotics in poultry for improving meat quality. Current Opinion in Food Science, 2017. Vol. 14, pp. 72–77.

PROMBERGEROVÁ, Iveta. Drůbež na vašem dvoře. Praha: Brázda, 2012, s. 13-14. ISBN 978-80-209-0395-2

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

SHANE, Simon M. Nutritional and Digestive Disorders of Poultry. Nottingham University Press, 2006, s. 11, 43, 47. ISBN 1-904761-35-6

SKŘIVAN, Miloš a kol. Drůbežnictví 2000. Praha: Agrospoj, 2000, s. 56-61. ISBN 80-239-4225-5

ŠATAVA, Miloslav a kol. Chov drůbeže. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984, s. 39, 168-176, 187, 210.

ŠONKA, František a kol. Drobnochovy hospodářských zvířat. Praha: Profi Press, 2006, s. 32-33. ISBN 80-86726-19-3

VERHOEF-VERHALLEN, Esther a Aad RIJS. Encyklopedie slepic. Čestlice: Rebo Productions, 2003, s. 62, 146-152. ISBN 80-7234-285-1

VÝMOLA, Jarmil a kol. Drůbež na farmách a v drobném chovu. Praha: Apros, 1994, s. 11-12, 68-79, 83. ISBN 80-901100-4-5

ZELENKA, Jiří. Výživa a krmení drůbeže. Olomouc: Agripriint, 2014, s. 58-60. ISBN 978-80-87091-53-1

ZELENKA, Jiří a Ladislav ZEMAN. Výživa a krmení drůbeže. Praha: Biofaktory Praha, 2006, s. 13-14, 38-40, 46-48, 79-86.