

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Srovnání nutriční hodnoty vybraných odrůd pšenice seté
ve vztahu k výživě brojlerových kuřat**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Viktória Gallie

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2016/2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Srovnání nutriční hodnoty vybraných odrůd pšenice seté ve vztahu k výživě brojlerových kuřat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. dubna 2017 _____

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Plachému, PhD., za pomoc při psaní literární rešerše a za odborné vedení při provádění tohoto experimentu.

Děkuji také Ing. Doskočilovi, PhD. za pomoc při experimentu.

Děkuji také svojí rodině za podporu a pochopení v době psaní diplomové práce.

Srovnání nutriční hodnoty vybraných odrůd pšenice seté ve vztahu k výživě brojlerových kuřat

Souhrn

Produkce drůbežního masa má v ČR a ve světě stoupající trend. Je to dáno především vysokou výkrmovou schopností, krátkým reprodukčním intervalem, dietetickými vlastnostmi masa a účinností přeměny živin.

Brojlerová kuřata jsou speciálním typem kuřete chovaným za účelem produkce masa. Kuřecí maso je levnější než ostatní druhy masa, jeho úprava je rychlá a velice jednoduchá.

Výživa drůbeže je odlišná od výživy jiných druhů hospodářských zvířat. Jde o ptáky se specifickou stavbou trávicí soustavy. Ptáci nemají zuby, mají zobák, vole a dva žaludky. Drůbež se vyznačuje větší rychlostí procesů trávení a vstřebávání. Vyrovnaná výživa je předpokladem pro maximální využití genetického potenciálu, správný růst a vývoj brojlerů. Správná výživa snižuje náklady na produkci a umožňuje hospodárné využití krmiv. Účinnost přeměny živin je jedním z nejdůležitějších ekonomických faktorů v chovu drůbeže a její produkci.

Pšenice je dominantní obilovinou v řadě zemí světa včetně ČR. V ČR bývá zkrmováno více než 50 % vypěstované pšenice. Rod pšenice je velmi rozmanitý. Krmná hodnota pšenice je dána obsahem jednotlivých živin, jejich přístupností, energetickou hodnotou, dietetickými, specifickými a dalšími vlastnostmi.

Předmětem mé diplomové práce bylo vyhodnocení a porovnání nutriční hodnoty vybraných odrůd pšenice seté za pomoci chemických analýz a bilančních pokusů provedených na kuřecích brojlerech. U 16 odrůd byly vyhodnoceny dusíkaté látky, gluten index, albuminy a globuliny, organická hmota, škrob, tuk, popeloviny, vláknina a metabolizovatelná energie. Vše bylo při 100 % sušině.

Dusíkaté látky v pšenici pro drůbež by se měly pohybovat v rozmezí 10 – 17 %. V tomto rozmezí se pohybovaly všechny zkoumané odrůdy. Hodnota gluten indexu by měla být pro drůbež menší. Vyšší hodnoty gluten indexu se oceňují v potravinářském průmyslu. U krmných odrůd jsou více hodnocené rozpustné frakce – albuminy a globuliny, které jsou pro drůbež přijatelnější – jsou pak lepší přírůstky hmotnosti a nižší riziko zdravotních problémů.

Celkově nejlepší odrůdou ze všech 16 testovaných vychází na odrůdu P488, která má 15,62 % NL, 3,48 % albuminů a globulinů, 14,82 MJ metabolizovatelné energie a stravitelnost dusíkatých látek na úrovni 82,26 %.

Potvrdila se hypotéza, že odrůda pšenice má vliv na nutriční hodnotu zrna pšenice jako krmiva.

Při pokusu zkoumajícím vliv extruze na krmnou hodnotu pšenice byla potvrzen pozitivní vliv extruze ve formě nižší konverze krmiva. Tato úprava bude mít zřejmě pozitivní vliv na zlepšení nutriční hodnoty v rámci celého spektra odrůd pšenice seté bez ohledu na pekařskou kvalitu.

Klíčová slova: drůbež, brojler, pšenice, výživa, kuřecí maso

Comparison of the nutritional value of grain selected wheat varieties in relation to the feeding of broiler chickens

Summary

Production of poultry meat in the Czech Republic and worldwide has rising trend. That is first of all due to the high fattening ability, short reproduction interval, dietary qualities of meat and conversion efficiency of nutrients.

Broiler chicken is a special kind of chicken bred and its consumed for meat. Poultry meat is cheaper than other kinds of meat, its preparation is quick and very simple. Poultry nutrition is different from other kinds of livestock. Chickens are birds with specific structure of the digestive system. Birds don't have teeth, they have got beaks, gizzards and two stomachs. Poultry is characterized by a higher speed of digestion and absorption processes. A balanced diet is essential for maximizing the genetic potential, proper growth and development of broilers. Proper nutrition reduces the cost of production and enables efficient use of feed. Conversion efficiency of nutrients is one of the most important economic factors in poultry breeding and its production.

Wheat is a dominant cereal in many countries including the Czech Republic. More than 50 % of grown wheat is used for feeding in our country. There are many kinds of wheat. Wheat feed value is determined by the content of nutrients, their accessibility, calories, dietetic and other specific features.

The subject of my thesis is to evaluate and compare the nutritional value of selected varieties of wheat bred with the help of chemical analysis and balance trials carried out on chicken broilers. Crude protein compounds, gluten index, albumins and globulins, organic substance, starch, fat, ashes, fiber and metabolized energy were evaluated on 16 cultivars of wheat. Everything was in 100 % of dry matter. Crude protein content in wheat for poultry should be in the range of 10-17 %. All our varieties of wheat were moved within this range. Gluten index value should be lower for poultry. Higher values of gluten index are valued in the food industry. Soluble fractions – albumins and globulins (which are more acceptable for poultry) are more evaluated for feed varieties. And they cause better weight gain and lower risk of health problems.

Generally, the best variety of all 16 tested wheats is the variety P488 which has 15,62 % crude protein compounds, 3,48 % albumins and globulins, 14,82 MJ metabolizable energy and 82,26 % crude protein digestibility.

The hypothesis was confirmed that the wheat variety has an effect on the nutritional value of wheat grains as an animal feed.

In this experiment (examining the influence of extrusion on the feeding value of wheat) the positive impact extrusion in the form of lower feed conversion was confirmed. This modification will obviously have a positive impact on improving the nutritional value across the whole spectrum of varieties of wheat, irrespectively of its baking quality.

Keywords: poultry, broiler, wheat, nutrition, chicken meat

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecká hypotéza a cíl práce	2
3 Přehled literatury (literární rešerše)	3
3.1 Výživa a krmení drůbeže	3
3.1.1 Trávicí ústrojí drůbeže	3
3.1.2 Živiny sledované ve výživě drůbeže	5
3.1.2.1 Energie.....	5
3.1.2.2 Dusíkaté látky a aminokyseliny	6
3.1.2.3 Sacharidy	7
3.1.2.4 Tuky	7
3.1.2.5 Xantofyly	7
3.1.2.6 Živiny organické neenergetické.....	8
3.1.2.7 Živiny anorganické.....	8
3.1.3 Vybraná krmiva zařazovaná do krmných směsí pro drůbež.....	9
3.1.3.1 Pšenice	9
3.1.3.2 Sojový extrahovaný šrot.....	14
3.1.3.3 Řepkový extrahovaný šrot.....	15
3.1.3.4 Vápenatý grit.....	15
3.1.4 1.1.1 Stravitelnost živin a krmiv u drůbeže.....	15
3.1.5 Krmné směsi pro drůbež.....	16
3.1.5.1 Výživa a krmení brojlerových kuřat.....	17
3.1.6 Zásady techniky krmení	17
3.1.7 Úprava krmiv.....	17
4 Materiál a metodika	19
4.1 Předmět sledování	19
4.2 Metodika	19
4.2.1 Laboratorní postupy	19
5 Výsledky	23
5.1 Pšenice – sledované živiny	23
5.2 Výkrmový pokus na brojlerech	28
5.2.1 Statistické vyhodnocení výsledků	30
6 Diskuze	32

7 Závěr	35
8 Seznam literatury.....	36
9 Seznam použitých zkratek a symbolů.....	46
10 Samostatné přílohy (grafy, tabulky)	47

1 Úvod

Do chovu drůbeže se zařazuje devět druhů zvířat (slepice, krůty, kachny, husy, japonské křepelky, perličky, holuby, bažanty a pštrosy). Jejich výživa je odlišná od ostatních zvířat.

Výživa drůbeže je podstatně odlišná od výživy ostatních druhů hospodářských zvířat, protože se jedná o ptáky se specifickou stavbou trávicí soustavy. Drůbež je charakteristická absencí zubů, a proto je u drůbeže množství přijaté potravy limitované mechanickým zpracováním prostřednictvím zobáku a svalnatého žaludku.

Chov drůbeže je velmi důležitým odvětvím živočišné výroby. Drůbež poskytuje mnohostrannou užitkovost. Jedná se o nejčastěji spotřebovávané maso. Jde o maso s příznivými dietetickými vlastnostmi, vhodné pro rychlou úpravu a je to maso, které je cenově nejlevnější.

2 Vědecká hypotéza a cíl práce

Hypotéza: Odrůda pšenice má vliv na nutriční hodnotu zrna pšenice jako krmiva

Cíl práce: Cílem práce je vyhodnocení a srovnání nutriční hodnoty vybraných odrůd pšenice seté za pomoci bilančních pokusů provedených na kuřecích brojlerech.

3 Přehled literatury (literární rešerše)

3.1 Výživa a krmení drůbeže

3.1.1 Trávicí ústrojí drůbeže

Trávicí soustava ptáků se obecně podobá trávicí soustavě savců, ale existují mezi nimi některé zásadní rozdíly. 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).

Trávení začíná v dutině ústní. Sliny produkované slinnými žlázami zvlhčují krmivo, které je pak snadnější polknout (Blair, 2008a). Dále potrava jde přes dutinu hltanovou a jícnem, kde je vpravena u hrabavé drůbeže a holubů do volete nebo u vodní drůbeže přímo do žláznatého žaludku. Vole a jícnem jsou velmi roztažitelné, potrava v nich bobtná a stává se vhodnější pro další chemické a mechanické zpracování v žaludcích (Kříž, 1997a). U kura se vyvíjí vole jednostranně, má podobu jednoduchého vaku, který se vychlipuje z jícnu na pravou stranu. Stěna volete má téměř shodnou stavbu se stěnou jícnu. Rozdíl je v tom, že hlenové žlázy, jsou jen ve sliznici jícnového žlabu, ostatní sliznice volete je bezžláznatá. Obecnou funkcí volete je shromažďování přijaté potravy, která je během skladování ve voleti změkčována. Shromažďování potravy ve voleti je závislé na náplni svalnatého žaludku, při vyprazdňování žaludku je potrava doplňována z volete. Dutina volete kura pojme 75 – 120 g potravy (Černý, 2005a). Výměšek mucinózních žlázek volete neobsahuje enzymy, a proto nemá pro trávení podstatný význam. Ve voleti se může potrava trávit pouze částečně enzymy rostlinného a bakteriálního původu, které tam přicházejí s potravou a alfa – amylázou slin. Ve voleti se nachází aerobní mikroorganismy a laktobacily. Vyskytují se zde i kvasinky a plísně. Hodnota pH kolísá v rozmezí 4,5 – 5,5. Pokles pH po příjmu krmiva ovlivňuje negativně intenzitu bakteriálních pochodů. Bakterie tráví zejména část škrobu na maltózu a glukózu, ale uskutečňují i procesy proteolytické a lipolytické (Jelínek et al., 2003a).

Žaludek je morfologicky a funkčně rozdělen na tři oddíly: žláznatý žaludek, svalnatý žaludek a vrátničná část žaludku, na kterou navazuje dvanáctník. Počáteční žláznatý oddíl tvoří tenkostěnný žláznatý žaludek, v jehož sliznici se nacházejí tubulózní žaludeční žlázy. Sekret žaludečních žláz, označovaný jako žaludeční šťáva, obsahuje enzymy pepsin a chymozin,

jejichž aktivita se uplatňuje ve výrazně kyselém prostředí vlivem přítomnosti kyseliny chlorovodíkové v žaludeční šťávě (Černý, 2005b). Složité tubulózní žlázy obsahují pouze jeden druh sekrečních buněk, které nahrazují funkci hlavních, tak i krycích buněk savců. Apikální konec těchto buněk produkuje kyselinu chlorovodíkovou, zatímco v jejich bazální části se tvoří pepsinogen. Působením kyseliny se neúčinný pepsinogen přeměňuje na aktivní pepsin, který štěpí bílkoviny na albumózy a peptony (Jelínek et al., 2003b). Ve žláznatém žaludku začíná u ptáků složitý proces chemického trávení potravy. Stěnu žláznatého žaludku tvoří převážně kruhové svalstvo střední vrstvy trávicí trubice, které zde tvoří tlustou kompaktní vrstvu. Na žláznatý žaludek navazuje kaudálně žaludek svalnatý (Černý, 2005c). Svalnatý žaludek vytváří v těle některých ptáků na pohled zvláštní útvar, s nímž se u jiných obratlovců téměř nesetkáváme. Svalnatý žaludek vytváří u našich domácích ptáků okrouhlý nebo oválný bikonvexní útvar, který je zcela umístěný v levé polovině dutiny tělní, tuto polovinu z velké míry vyplňuje, takže většina střev je odtlačena doprava. Skladba stěn svalnatého žaludku je obdobná skladbě žaludku žláznatého, až na keratinoidní povlak sliznice. Povrch svalnatého žaludku je kryt po pravé straně povlakem vnitřností pobřišnice. Na levé straně více či méně srůstá svalnatý žaludek s levou stěnou tělní řídkým obalovým vazivem, které je zvláště v zadních partiích v různém stupni prostouplé vazivem tukovým. Nejvnitřnější vrstvu stěn svalnatého žaludku tvoří sliznice, spojená s vrstvou svalovou podslizničním řídkým vazivem, které je nositelem četných cév. Ve svalnatém žaludku dochází k důkladnému mechanickému zpracování, ale k vlastnímu trávení jen v nepatrné míře, částečné trávení je zde umožněno jednak trávicí šťávou žláznatého žaludku a jednak šťávou střevní, která sem vnikla (Kolda et Komárek, 1958). Pro mechanické zpracování potravy má svalnatý žaludek morfologické předpoklady. Rytmičké 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 sekund v závislosti na konzistenci krmiva. Tvrdší a hrubší potrava má za následek zesílení a zrychlení pohybu. Kromě mechanického zpracování 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. Ve svalnatém žaludku se

zdržuje potrava různou dobu, především v závislosti na jejím fyzikálním stavu (Jelínek et al., 2003c).

Jemně rozemletý obsah svalnatého žaludku se peristaltickými vlnami dostává do duodena, kde se mísí s pankreatickou šťávou, žlučí a střevní šťávou. Trávení v tenkém střevě ptáků se principiálně neliší od trávení u savců (Jelínek et al., 2003d), ale má také své tvarové zvláštnosti. Střevo ptáků, u nichž převládá potrava rostlinného původu, je mnohem delší. Tenké střevo je několika násobně delší než tlusté střevo a po celé délce má přibližně stejnou tloušťku. 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. Lačník je nejdelší úsek střeva. Kyčelník je krátký úsek tenkého střeva, který v místě výstupu slepých střev přechází do konečníku (Marvan, 2007a). Pro ptačí střevo je však charakteristické že enzymatické pochody v něm mohou probíhat jak v prostředí slabě kyselém, tak i slabě alkalickém. V duodenu ptáků se ještě dokončuje žaludeční trávení (Jelínek et al., 2003e).

Tlusté střevo tvoří párová slepá střeva, krátký konečník, který ústí do kloaky. Skladba střevní stěny je podobná jako u savců s tím rozdílem, že klky pokračují i do tlustého střeva. Hojně se vyskytuje mízní tkáň difúzní i ve formě uzlíků, zvláště na začátku dvanáctníku a hlavně krčku slepých střev (Marvan, 2007b). V tlustém střevě se dokončuje trávení enzymy tenkého střeva a kromě toho je obsah vystaven mikrobiální činnosti. Vedle vody a produktů cukerného kvašení se zde mohou částečně vstřebávat i elektrolyty a N – látky (Jelínek et al., 2003f).

3.1.2 Živiny sledované ve výživě drůbeže

3.1.2.1 Energie

Zdrojem energie pro zvířata jsou především sacharidy a tuky, ale také bílkoviny. Potřeba energie pro drůbež i její obsah v krmivech se vyjadřuje v hodnotách bilančně metabolizovatelné energie opravené na dusíkovou rovnováhu. Udává se v kilojoulech (kJ) nebo megajoulech (MJ).

Metabolizovatelná energie se vypočte tak, že se od brutto energie krmiva, která se stanoví spálením vzorku v kalorimetru, odečte spalné teplo trusu. Zjistíme tak tzv. klasickou metabolizovatelnou energii. Vzorec pro výpočet klasické metabolizovatelné energie je : ME

$(\text{MJ/kg}) = 34,31 \cdot \text{tuk (g/g)} + 15,51 \cdot \text{dusíkaté látky (g/g)} + 16,69 \cdot \text{škrob (g/g)} + 13,01 \cdot \text{cukr (g/g)}$. U pšenice: $26,4 \cdot \text{tuk} + 14,61 \cdot \text{dusíkaté látky} + 15,24 \cdot \text{bez dusíkaté látky}$ výtažkové (Zelenka et Zeman, 2006a).

3.1.2.2 Dusíkaté látky a aminokyseliny

Dusíkaté látky jsou definovány jako dusík stanovený metodou podle Kjeldahla vynásobený koeficientem 6,25 (Zeman et Zelenka, 2006b), který je odvozen ze skutečnosti, že bílkoviny obsahují 16 % dusíku. Dusíkaté látky rozdělujeme na bílkoviny a nebílkovinné dusíkaté látky. Mezi nebílkovinné dusíkaté látky zařazujeme volné aminokyseliny, amidy, nízkomolekulární peptidy, nitráty, puriny, deriváty pyrimidinu, amonné soli, betain, cholin a glykosidy obsahující dusík.

Drůbež potřebuje dusíkaté látky v množství, které zabezpečuje dostatek všech esenciálních aminokyselin a také dostatek jednotlivých aminokyselin neesenciálních nebo látek potřebných pro jejich tvorbu (Zeman et Zelenka, 2006c).

Sírné aminokyseliny podporují imunitní systém, napomáhají zlepšit odolnost vůči tepelnému stresu a zvyšují ukládání prsní svaloviny (Klasing, 2013).

3.1.2.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou stavebním materiálem tkání, součástí hormonů a enzymů. Jsou ve výživě nepostradatelné, není bez nich možný růst, tvorba svaloviny, peří apod. Bílkoviny se skládají z aminokyselin (Prombergerová, 2013)

Deset aminokyselin je nezbytných – arginin, methionin, histidin, fenylalanin, izoleucin, leucin, lysin, threonin, tryptofan a valin. Tyto aminokyseliny nejsou syntetizovány v těle a tudíž, musí být přijaté ve stravě. Methionin je důležitý pro tvorbu peří a je obvykle první limitující aminokyselinou. Cystein a Tyrozin jsou semi-esenciální, protože mohou být syntetizovány z methioninu a fenylalaninu. Ostatní aminokyseliny jsou neesenciální, protože mohou být vyrobeny v těle (Blair, 2008b).

Hlavní odpadní zplodinou dusíkového metabolismu je u drůbeže kyselina močová, při jejíž tvorbě je nezbytný glycin. Může se vyrábět ze serinu, jeho produkce pro úhradu potřeb spojených s intenzivním růstem a syntézou kyseliny močové však bývá nedostatečná. Glycin nebo serin se proto může stát u rychle rostoucích mláďat esenciální aminokyselinou. Také prolin může být u rostoucích kuřat esenciální (Zelenka et al., 1999a).

3.1.2.3 Sacharidy

Sacharidy jsou velmi důležitou složkou ve výživě drůbeže, které na rozdíl od bílkovin neobsahují dusík. V krmivech jsou přítomny ve formě škrobu, cukrů, vlákniny a organických kyselin. Výsledkem trávení glycidů je uvolňování zdrojů tepla a svalové energie, kterou drůbež potřebuje k udržení všech životních pochodů. Přebytek sacharidů v krmné dávce způsobuje tučnění, neboť se přeměňují v zásobní látky – tuky. Sacharidy jsou obsaženy v obilninách, krmných moukách, otrubách, okopaninách apod. (Kříž, 1997b).

3.1.2.4 Tuky

Tuky jsou nejkoncentrovanějším zdrojem energie. Obsahují přibližně 90 % mastných kyselin a 10 % glycerolu. Nasycené mastné kyseliny jsou odolnější proti hydrolýze v trávicím traktu než kyseliny nenasycené, a to zvláště u nejmladších zvířat. Čím je vyšší bod tání tuku, tím je horší jeho stravitelnost. Rostlinné oleje, obsahují více nenasycených mastných kyselin, jsou využívány lépe než tuky živočišného původu.

Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) linolová a alfa – linolenová jsou esenciálními živinami. Zvířata je nedovedou syntetizovat a přitom je nutně potřebují. Při nedostatku kyseliny linolové se snižuje odolnost proti chorobám, snižuje se hmotnost vajec a ovlivňuje se také jejich líhivost. Její přebytek při současném nedostatku kyseliny alfa – linolenové vede ke kardiovaskulárním potížím (Zelenka et al, 1999b).

3.1.2.5 Xantofyly

Xantofyly jsou kyslíkaté deriváty karotenů, které jako přirozené karotenoidní pigmenty zbarvují vaječné žloutky, běháky, kůži a tuk drůbeže. Koncentrace umožňující významněji ovlivnit barvu drůbežích produktů dosahují z běžných krmiv zejména vojtěšková moučka a žlutá kukuřice. Z několika xantofylů obsažených ve vojtěškové moučce je nejdůležitější žlutý lutein. Kukuřice obsahuje především zeaxantin, který dodává oranžovo červené zbarvení. Xantofyly jsou nestabilní, snadno podléhají oxidaci. Ztráty během skladování krmiv lze omezit přidávkou některých antioxidantů.

Pro dosažení přiměřené pigmentace vaječných žloutků a kůže jatečné drůbeže se vyžaduje přítomnost alespoň 15 mg xantofylů v 1 kg krmné směsi. Takový obsah lze zajistit použitím 40 – 50 % žluté kukuřice a 2 – 3 % úsušků (Zelenka et al., 1999c).

3.1.2.6 Živiny organické neenergetické

Mezi neenergetické živiny řadíme vitamíny. Podílejí se významným způsobem na řízení životních funkcí, a to buď přímo, nebo prostřednictvím enzymů, na jejichž výstavbě se zúčastňují. Hlavním zdrojem vitamínů ve výživě zvířat jsou jednotlivá krmiva, i když některé vitamíny jsou syntetizovány v trávicím ústrojí zvířat činností mikroorganismů. Zvířata přijímají vitamíny buď ve formě účinných látek, nebo ve formě provitamínů, které se v živočišném těle přeměňují na aktivní vitamíny. Vitamíny dělíme na vitamíny rozpustné v tucích a rozpustné ve vodě (Kroulík, 1996a).

Mezi vitamíny rozpustné v tucích patří vitamín A, který je nezbytný pro podporu růstu, zdraví a zraku (Mc Dowell, 1989). Dalším vitamínem je vitamín D, který je zodpovědný za udržování vápníkové homeostázy (Norman, 1979). Vitamín E je důležitý pro správné fungování neurologických funkcí (Pandit, 2015). Vitamín K ovlivňuje syntézu bílkovin a hlavně koagulaci krve. Mezi vitamíny rozpustné ve vodě patří vitamíny skupiny B, které jsou významné zejména pro intenzivně rostoucí drůbež, jejich schopnost tvorby vitamínů je limitována. Tyto vitamíny podporují činnost především nervové, trávicí, reprodukční a kožní soustavy a některé podporují činnost imunitního systému (Lamka et Ducháček, 2014).

3.1.2.7 Živiny anorganické

Mezi anorganické živiny patří minerální látky a voda.

3.1.2.7.1 Minerální látky

Jsou důležitou složkou výživy zvířat. Jejich úloha v organismu hospodářských zvířat je mnohostranná. Nejsou jen nepostradatelné pro správný vývoj kostry, ale jsou také důležitým faktorem látkové výměny, zúčastňují se tvorby různých enzymů, hormonů, hemoglobinu a jiných látek nezbytných pro život.

Tělo zvířete obsahuje pouze 2,3 až 6,4 % minerálních látek. Převážná část minerálních látek (83 %) je obsažena v kostech a pouze 17 % v ostatních částech těla. V průměru 99,96 % tvoří makroelementy (stavební prvky), sem patří vápník, fosfor, hořčík, draslík, sodík, síra a chlor, a pouze 0,04 % mikroelementy (stopové prvky) – železo, fluor, jod, mangan, měď, zinek, kobalt, chrom, molybden, selen, nikl, křemík (Kroulík, 1996b).

3.1.2.7.2 Voda

Voda patří k základním anorganickým neenergetickým živinám. S vodou jsou ve zvířecím organismu spojeny všechny životní procesy. Podmiňuje průběh trávicích pochodů, transport vstřebaných živin, je podstatnou složkou enzymů, hormonů a trávicích šťáv (Kroulík, 1996c). Podávání pitné vody drůbeži je stejně důležité jako krmení.

Voda musí být zdravotně bezchybná a poskytuje se do zásoby, ne však na několik dní. Dlouho stojící voda, podávána v otevřených znečištěných napáječkách se mohou stát zdrojem nákaz. Používáme taková napajedla, která co nejvíce zamezují znečištění vody a je možné je lehce čistit (Malík et al., 1995a).

3.1.3 Vybraná krmiva zařazovaná do krmných směsí pro drůbež

Výživná hodnota a cena komponent jsou sice hlavními posuzovanými faktory při sestavování směsi, každé krmivo má však i specifické vlastnosti, výhody a nevýhody, rizika kontaminace a specifický vliv při použití v příliš vysokých dávkách (Zelenka et Zeman, 2006d). Trávicí soustava drůbeže je přizpůsobená trávení zrnin, to však neznamená, že nemůže konzumovat i jiné druhy a struktury krmiv (Malík et al., 1995b).

3.1.3.1 Pšenice

Pšenice je po kukuřice druhou nejvýznamnější obilovinou. V ČR je pšenice dominantní obilovinou a zároveň nejdůležitější krmnou obilovinou (Novotný et al., 2014).

Pšenice má velmi variabilní obsah dusíkatých látek (10 – 17 %), proto je třeba pracovat s hodnotami stanovenými vlastním rozbořem. Minimální sušina má být 86 %. Doporučený obsah ve směsi je do 20 – 25 %, s doplňkem enzymů, pokud je to ekonomicky výhodné, i 50 %. Čerstvě sklizená pšenice je hůře stravitelná a nepříznivě ovlivní užitkovost. Pšenice obsahuje více fytázy než jiné obilniny, a proto jsou živiny vázané ve fytátech lépe využívány (Zelenka et Zeman, 2006e).

Chemické složení pšenice daného druhu a odrůdy se liší rok od roku v závislosti na oblasti, umístění, používání hnojiv, vlhkostních podmínkách a dalších zemědělských faktorů (Ravindran et Amerah, 2009). Kvalita pšenice má významný vliv na růst kuřat. Rozdíly v užitkovosti

brojlerů při podávání různé pšenice byla přičítána ve většině studií k vysoké variabilitě chemického složení.

3.1.3.1.1 Stavba pšeničného zrna

Skládá se ze tří částí: obalů, vnitřního jádra (endospermu) a zárodku (embrya) (Petr et Louda, 1998).

Obaly (otruby) – chrání obilku před nepříznivými vlivy (Kadlec et al., 2002). Jejich podíl na celkové hmotnosti činí asi 8 %. Obaly jsou dva – oplodí (pedikarp) a osemení (Čepička et al., 1995a).

Prvním úkolem oplodí je chránit zrna před mechanickým poškozením, krátkodobými účinky vody a škodlivými látkami. Oplodí je proto tvořeno nerozpustnými a obtížně bobtnajícími materiály např. celulózu (Příhoda et al., 2006a). Endosperm zaujímá 80 – 85 % hmotnosti obilky. Vnější část endospermu je tvořena jednou nebo více vrstvami aleuronových buněk, které mají vysoký obsah bílkovin. Vlastní endosperm je tvořen velkými tenkostěnnými buňkami se škrobovými zrny. Zárodek zaujímá 1,5 – 3 % hmotnosti obilky (Čepička et al., 1995b).

3.1.3.1.2 Škrob

Škrob je nejhojnější ze sacharidů v pšenici. Obsah škrobu se pohybuje od 60 – 75 % (Latstity, 1999). Je primárním zdrojem energie ve výživě drůbeže. Více než 50 % z metabolizovatelné energie v krmivech pro drůbež je poskytována škrobem. Struktura a složení škrobových granulí, jejich interakce s proteinem, a jejich dostupnost po zpracování krmiv hrají důležitou roli při trávení škrobu (Weurding, 2002a). Ve voleti se tráví 15 – 20 % přijatého škrobu a mikrobiální proteolýza a lipolýza nepřevyšují 10 %. Celulóza se ve voleti netráví (Jelínek,).

Škrob se hromadí v zrnech v endospermu (Svihus et al., 2005a) a skládá se z přibližně 28 % amylozy a 72 % amylopektinu a je hlavní složkou zrna představující 72 % hmotnosti zrna (Debiton et al., 2011). Škrobové granule se mohou lišit co do velikosti i tvaru granulí jsou dva důležité faktory, které mají vliv na funkční vlastnosti škrobu (Svihus et al., 2005b). Škrob je kompletně postaven z molekul glukózy a glukóza je klíčová v metabolismu zvířat. Další pozitivní vlastností škrobu je skutečnost, že je relativně snadno dostupná pro enzymatické

štěpení, protože molekuly glukózy jsou propojeny alfa – vazbami. Zvířata produkují enzymy, které mají schopnost štěpit tyto typy vazeb (Weurding, 2007b).

Zbytek škrobu se hydrolyzuje působením pankreatické alfa – amylázy v duodenu a jejunu, která hydrolyzuje 1 – 4 glykosidické vazby v amylose a amylopektinu (Lehman et Robin, 2007). Kuřata jsou schopna zvýšit sekreci pankreatické alfa – amylázy při požití většího množství škrobu (Moran, 1985a). Nicméně jsou důkazy o tom, že škrob není plně stravitelný drůbeží a existují značné rozdíly mezi jednotlivými druhy obilovin a kultivarů v rámci druhu. Optimální pH pro alfa – amylázu je 6,9 (Weurding, 2002c). Během hydrolyzy se amylose člení na maltózu a maltotriózu. Amylopektin je degradován na maltózu, maltotriózu a alfadextriny (Moran, 1985b). Tyto ve vodě rozpustné molekuly nemohou projít střevní stěnou a jsou dále hydrolyzovány na glukózu činností maltázy a izomaltázy. Glukóza se vstřebává z tenkého střeva. Část absorbované glukózy oxiduje a slouží jako zdroj energie pro střevní stěny. Zbytek je transportován portálními žilami do jiných tkání nebo je uložena jako glykogen nebo tuk pro budoucí energetickou potřebu.

Využití škrobu je neúčinnější, když se škrob štěpí v tenkém střevě, protože v této části traktu se škrob štěpí právě na již zmiňovanou glukózu. Trávení škrobu v zadní části střeva se provádí pomocí mikrobioty a fermentují glukózu na těkavé mastné kyseliny, methan, vodík a oxid uhličitý.

Mastné kyseliny tvoří 90 % těchto fermentačních produktů. Účinnost využití mastných kyselin v metabolismu živočichů je nižší, než využití glukózy jako takové (Weurding, 2002d).

Frakce škrobu

Dle způsobu chování při trávení se škroby rozdělují do tří skupin: stravitelný škrob (RDS), pomalu stravitelný škrob (SDS) a rezistentní škrob (RS).

Stravitelný škrob se postupně hydrolyzuje především enzymy na glukózu. Většina škrobu se hydrolyzuje pomocí pankreatické amylázy, která se uvolní v tenkém střevě (Yousefi et Razavi, 2017).

Rezistentní škrob, je frakcí škrobu, který odolává trávení v žaludku a dvanáctníku a je degradován až v tlustém střevě (Martínez – Ortiz et al., 2017). Rezistentní škrob není enzymaticky degradován na glukózu. Bylo prokázáno, že působí jako zdroj uhlíku pro fermentaci přirozeně se vyskytujícími se prospěšnými bakteriemi v tlustém střevě. S touto fermentací je spojena řada důležitých zdravotních výhod jako je například výroba mastných

kyselin s krátkým řetězcem, které snižují pH tlustého střeva a pomáhá tím při prevenci růstu patogenních bakterií a podporuje množení přátelských bakterií (Sullivan et al., 2017).

3.1.3.1.3 Potravinářská pšenice

V současné době je potravinářská kvalita hodnocena dle norem EU, které předepisují hodnocení kvality odrůd v pekařském pokusu metodou „Rapid Mix test (RMT). Při výkupu pšenice jsou používány nepřímé metody: obsah N látek, objemová hmotnost, sedimentační hodnota a číslo poklesu. Sedimentační test pro výslednou technologickou jakost potravinářské pšenice není důležitý pouze obsah bílkovin či mokrého lepku, ale především viskoelastické vlastnosti těchto bílkovin a jejich kvalita, umožňující fermentační procesy v těstě (kynutí). Číslo poklesu se stalo v Evropě používaným kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní vlivem nadměrného příjmu vlhkosti. Od roku 1998 jsou pšenice vhodné pro pekařské zpracování členěny dle jakosti – elitní (E), kvalitní (A), chlebová (B) a nevhodné (C). Cílem je zařadit každou odrůdu do přesně definované jakostní kategorie a tím umožnit pěstiteli a spotřebiteli zvolit optimální odrůdu pro daný užitkový směr (Zimolka, 2005).

3.1.3.1.4 Krmná pšenice

Jde o nepotravinářské odrůdy pšenice s menším podílem nerozpustných frakcí bílkovin (prolaminu, gluteninu) a vysokým bílkovinným produkčním indexem (PER). To je poměr mezi hmotnostním přírůstkem a množstvím přijatých bílkovin (Petr, 2001).

3.1.3.1.4.1 Bílkovinné frakce

Pšeničné bílkoviny lze rozdělit podle Osbourny na základě jejich rozpustnosti v různých rozpouštědlech do čtyř skupin:

- 1)**Gliandiny (Prolaminy)** – rozpustné v 70 % ethanolu
- 2)**Gluteniny** – zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad)
- 3)**Albuminy** – rozpustné ve vodě
- 4)**Globuliny** – rozpustné v roztocích soli (Příhoda et al., 2006b)

Tabulka 1 - Podíl frakcí bílkovin u pšenice (%) (Čerešňáková, 1991)

Frakce	Pšenice
albuminy	12,7
globuliny	9,9
prolaminy	49,7
gluteniny	20,1
zbytky	7,1

Bílkoviny v zrnech pšenice jsou rozděleny na albuminy, globuliny, prolaminy a gluteniny na základě sekvenčních extrakcí a různé rozpustnosti (Zhang et al., 2017).

Bílkoviny jsou hlavní složkou pšeničného zrna, které upravují kvalitu konečného použití (Majoul-Haddad et al., 2013a). Za hlavní složku pšeničného zrna jsou považovány komponenty dvou frakcí – gliandinu a gluteninu a jsou zastoupeny přibližně v poměru 2:3 (Příhoda et al., 2006c). Gliandiny a gluteniny (lepek) jsou zásobní proteiny v pšenici (Plessis et al., 2013), které jsou bohaté na síru a jsou to proteiny s vysokou molekulovou hmotností (Sharma et Rallabhaudi, 2015a). Nedostatek síry má vážný vliv na složení lepku v pšeničném zrně a má za následek zvýšení syntézy bílkovin chudých na síru jako jsou ω -gliadin a vysokomolekulární podjednotky gluteninu (Wrigley et al., 1980). Pšeničný lepek je užitečný v potravinářském průmyslu (Liao et al., 2016) Kvalita potravin je závislá na struktuře, podílu a složení lepku, který může být ovlivněn tepelnými nebo jinými podmínkami zpracování. Zpracování potravin může ovlivnit strukturu lepku a jeho vlastnosti (Sharma et Rallabhaudi, 2015b).

Obsah albuminů a globulinů pšeničného endospermu představuje asi 20 % z celkového množství pšeničných proteinů (Merlino et al., 2009). Albuminy a globuliny jsou rozpustné proteiny (Dong et al., 2012), které jsou důležité z nutričního hlediska, vzhledem k velmi dobré rovnováze aminokyselin (Gianibelli et al., 2001).

Albuminy jsou neutrální bílkoviny dobře rozpustné ve vodě, vysolují se ze svých vodných roztoků síranem amonným při nasycení větším než 60 % a při teplotě 75 °C nevratně koagulují. V pšenici se označují názvem leukosin.

Globuliny jsou slabě kyselé a nerozpustné ve vodě, rozpustné ve zředěných roztocích solí. Vysolují se síranem amonným při nasycení větším než 40 % a za tepla koagulují. V pšenici se používá pro globuliny pojem edestin (Velíšek, 2002).

Oba proteiny jsou hlavně enzymy zapojené do různých metabolických funkcí, zatímco některé vyšší albuminy a globuliny mají funkci skladovací (Tomič et al. 2016). Většina enzymů, které se vyskytují v endospermu, patří do frakce albuminů a globulinů nebo to jsou amfifilní proteiny (Debiton et al., 2011a). Amfifilní proteiny jsou detergentní rozpustné membránové proteiny, které nejvíce vážou lipidy (Amiour et al., 2002). Albuminy a globuliny a amfifilní proteiny obsahují hlavní enzymy přítomné v obilí (Debiton et al., 2011b).

Akumulace bílkovin v zrnech pšenice je do značné míry závislý na asimilaci dusíku, která se řídí několika enzymy ((Majoul-Haddad et al., 2013b). Aplikace dusíku výrazně zvyšuje celkový obsah bílkovin pšeničného zrna (Gao et al., 2012), ale má různé účinky na každé frakci (Dubetz et al., 1979).

3.1.3.1.5 Waxy pšenice

Voskové (Waxy) pšenice (*Triticum aestivum L.*), je druh pšenice, který byl poprvé vyvinut v Japonsku (Fujita et al., 2012). Waxy pšenice obsahují velmi nízkou koncentraci amylosy (zpravidla méně než 2 %) v endospermu. Zbytek tvoří amylopektin (Delwiche et Graybosch, 2016).

Voskový škrob se liší od běžného škrobu, protože obsahuje v podstatě 100 % amylopektinu (Li et al., 2016). Strukturálně je škrob glukán homopolymer složený z jedné čtvrtiny amylozy a tří čtvrtin amylopektinu a lineární řetězce jsou tvořeny 1,4 glykosidickými vazbami (Ahuja et al., 2014).

3.1.3.2 Sojový extrahovaný šrot

Sojový extrahovaný šrot je hlavní zdroj dusíkatých látek. Obsah dusíkatých látek bývá variabilní, dle odrůd a podmínek zpracování (Leeson et Summers, 2001), 44 % s podílem slupek, 46,5 – 50 % bez obsahu slupek. Sojový šrot má vynikající profil esenciálních aminokyselin a ostatních živin včetně draslíku a vitaminů (cholinu, kyseliny listové, riboflavinu, niacinu, kyseliny pantotenové). Aminokyseliny obsažené v sojovém šrotu jsou vysoce stravitelné. Sojový šrot vykazuje ze všech běžně dostupných bílkovinných zdrojů nejvyšší stravitelnost lyzinu (91 %). Také stravitelnost metioninu, cystinu a treoninu je

vysoká. Ve srovnání s ostatními rostlinnými zdroji bílkovin má sojový šrot nízký obsah vlákniny a vysokou hladinu energie (Britzman, 2001)

3.1.3.3 Řepkový extrahovaný šrot

Řepkový extrahovaný šrot je nejrozšířenějším bílkovinným krmivem z naší domácí produkce. Obsahuje 32 – 38 % dusíkatých látek (Vyskočil, 2008a). Obsah řepky by neměl překročit 100g/kg krmné směsi vzhledem ke sníženému příjmu. Kvůli nízkému příjmu krmiva a zhoršené konverzi se nedoporučuje zkrmovat řepkové produkty v dávce vyšší než 10 % (Suchý et al., 2007). Fenwick a Curtis (1980) vysledovali, že odrůdy řepky s nízkým obsahem glukosinolátů mohou být krmeny bez negativního ovlivnění užítkovosti či zdravotního stavu až do výše 200 g/kg krmné směsi. A proto se už dnes pěstují dvounulkové řepky, které mají nízký obsah pro výživu méně vhodné kyseliny erukové a snížený obsah glukosinolátů, z nichž se vytvářejí látky narušující činnost štítné žlázy (Vyskočil, 2008b).

3.1.3.4 Vápenatý grit

Vápenatý grit - drůbež nemá zuby a konzumuje poměrně tvrdou potravu (zrna obilovin). Potrava se rozdrobuje v žaludku tlakem svalových disků a pomocí drobných kamínků. Kamínky s nestrávenými zbytky tělo drůbeže opustí a musí se soustavně doplňovat. Bez nich by nastalo horší zužitkování krmiv. Pro velkochovy se připravuje rozemletý křemičitý nebo vápenatý grit nejčastěji ve dvou velikostních kategoriích. Menší zrnitost je vhodná pro mladou drůbež a větší pro dospělou drůbež. Vápenatý grit sloučí částečně i jako zdroj vápníku a drůbež ho spotřebuje více (Malík et al., 1995c).

3.1.4 1.1.1 Stravitelnost živin a krmiv u drůbeže

Živiny obsažené v krmivech se v trávicím ústrojí rozkládají prostřednictvím enzymů trávicích šťáv na jednodušší látky, které se krví a mizou dostávají do ústrojí a částí těla, kde se z nich opět vytvářejí složité sloučeniny tvořící produkty nebo tělní tkáň. Nestrávené části krmiv a další součásti jsou vylučovány z těla výkaly. Stupeň využití živin krmiva pro potřeby organismu je určován stravitelností. Stravitelnost určuje rozdíl mezi živinami v krmivu a živinami ve výkalech. U drůbeže je komplikace v tom, že výkaly a moč se v kloace míchají a

jsou vylučovány společně jako trus. Pro stanovení stravitelnosti je pak nutné obě součásti oddělit.

Stravitelnost jednotlivých živin je rozdílná. Tuky a bílkoviny tráví drůbež poměrně dobře, nejhůře stravitelná je vláknina. Na stravitelnost krmné dávky mají vliv četní činitelé. Z hlavních činitelů je to složení krmné dávky z hlediska obsahu živin. Dále jsou to velikost a struktura krmné dávky, dále druh, věková kategorie a individualita drůbeže. Na příjem krmiva u drůbeže má vliv také chuť a dietetické účinky krmiv. Přestože u drůbeže chuť není příliš vyvinutá, klade se důraz na pestrost a chutnost dávek. Dietetické účinky se projevují ve využití, průběhu trávení, zdravotním stavu a následně v užitkovosti (Kříž, 1997c). Významná je rovněž rychlost, jakou krmivo postupuje celým trávicím traktem. Méně stravitelné složky krmiva postupují rychleji. Doba pasáže má jen malý vliv na stravitelnost a nezávisí na pohlaví a teplotě. Zrychluje se s věkem a množstvím krmiva (Jelínek et al., 2003g).

3.1.5 Krmné směsi pro drůbež

Ledvinka et al. (2009) uvádí, že prvních 10 dnů se zkrmuje směs BR1, která obsahuje 22 – 24 % NL (dusíkatých látek) a 12,5 – 13 MJ metabolizovatelné energie. BR2 se zkrmuje od 11 – 24. dne věku a obsahuje 21 – 23 % NL. Od 25. Dne do konce výkrmu se používá BR3 s obsahem 19 – 21 % NL. Během výkrmu se krmí krmná směs ad libitum.

- Směs Starter (BR 1)

Cílem je, co nejdříve vyvolat správnou chuť k žrádлу a maximální růst a splnit tak cílovou tělesnou hmotnost pro sedmidenní brojlery. Krmivo o doporučené výživné hodnotě zajistí optimální růst během tohoto důležitého období života.

- Směs Grower (BR 2)

Přechod od krmiva Starter na krmivo Grower zahrnuje změnu tvaru od drcených granulí/mini pelet na granule. V závislosti na vyráběné velikosti granulí může být nezbytné podávat první dávku krmiva Grower v drcené formě nebo jako mini pelety. Během této doby pokračuje dynamický růst brojlerů a je proto nutné jej podpořit odpovídajícím přísunem živin. Pro optimální příjem živin, růst a konverzi krmiva je důležité podávat krmivo se správným obsahem živin, zvláště energie a aminokyselin.

- Směs Finisher (BR 3)

Směs Finisher představuje hlavní objem a náklady na výkrm brojlerů. Je proto důležité navrhnout krmivo tak, aby pro daný typ produktu zaručilo maximální finanční návratnost.

U brojlerů porážených později než za 42 až 43 dnů může být třeba zajistit druhou specifikaci krmiva Finisher od 42. dne dále. Použití jedné nebo více směsí Finisher určených pro brojlery bude záviset na:

- Požadované hmotnosti při porážce.
- Délce výkrmu.
- Rozvržení krmného programu (Technologický postup pro výkrm brojlerů Ross, 2009).

3.1.5.1 Výživa a krmení brojlerových kuřat

Krmivo je hlavní složkou celkových nákladů na výkrm brojlerů. Za účelem podpory optimální užitkovosti je nutné směsi pro brojlery sestavit tak, aby kuřata získala správně vyvážený poměr energie, proteinů a aminokyselin, minerálů, vitamínů a esenciálních mastných kyselin (Technologický postup pro výkrm brojlerů Ross, 2009).

3.1.6 Zásady techniky krmení

Technikou krmení se rozumí souhrn technických a organizačních opatření spojených se sestavováním, úpravou a způsobem podávání krmných dávek. V technice krmení drůbeže je třeba věnovat pozornosti zejména těmto zásadám: používat vhodná krmiva s ohledem na druh drůbeže, její věk a produkční zaměření, krmné dávky příliš neměnit a používat vhodné typy krmítek a napáječek (Kříž, 1997d)

3.1.7 Úprava krmiv

Granulace

Patří mezi nejčastější úpravy krmných směsí především pro svojí příznivou cenu. Zvlhčená směs složená z pomletých surovin se protlačí přes matici za zvýšení teploty až na 90°C. Tímto dojde ke zmazování škrobu, který spolu s dalšími fyzikálními vlivy zajistí soudržnost finálního produktu. Díky výrobnímu procesu jsou ingredience rovnoměrně rozmístěny v každé granuli, jsou méně prašné a zabírají i méně místa. Rovněž se zamezí třídění a

oddělování jednotlivých složek krmné dávky. Jelikož tato úprava má pouze nepatrný vliv na stravitelnost, jsou vhodným krmivem do střední úrovně pracovního zatížení. Nevýhodou je, že neznáme kvalitu výchozích komponentů a musíme tak spoléhat na výrobce (Otrubová a).

Extruze

Extruze je proces, ve kterém je surovina protlačována za různých podmínek míchání, ohřevu a tření přes matrici, která ji formuje nebo expanzí vysušuje.

Extruze může plnit funkce, jako jsou aglomerace (částičky surovin jsou spojovány do kusů požadované velikosti), odplynění (u surovin obsahujících vzduchové kapsy), dehydratace (během extruze se ztrácí 4-5 % vlhkosti), expanze (regulace měrné teploty), želatinizace (zmazovatění škrobu), mletí (suroviny mohou být drceny), homogenizace (přeměna neatraktivních komponent do lépe přijatelné formy), míchání (použitím různých šneků se mění efektivnost a účinnost míchání), komprese (extruze probíhá za vysokých tlaků), sterilizace (různé stupně tepelného ošetření surovin podle jejich použití), denaturace bílkovin, změna struktury (extruze může měnit fyzikální a chemickou strukturu suroviny).

Extruzí dojde k narušení buněčné struktury a uvolnění škrobů, bílkovin a tuků. To umožňuje lepší přístup trávicích šťáv pro enzymatický rozklad v trávicím traktu (Ježková, 2016a). Škrobová zrna obsažená v obilkách rozloží až na glukózu, která je snadno a rychle vstřebávána pomocí enzymů přes sliznici tenkého střeva do krevního oběhu, kde je využita buď k syntéze glykogenu, nebo jako okamžitý zdroj energie (Otrubová b)

Výhody extruze spočívají v odstranění antinutričních látek, denaturaci bílkovin, zvýšení hygienické kvality krmiv, želatinizaci škrobu, homogenizaci směsí a mechanickém rozmělnění.

Extruze může mít i negativní vliv na výživářskou hodnotu krmiva. Může dojít ke ztrátě části termolabilních složek, jako jsou vitamíny A, K, tiamin, kyselina listová, a aminokyselin lyzinu a cysteinu. Dojde k inaktivaci některých aditiv (antibiotika, enzymy a barviva – karotenoidy a xantofyly). V případě použití nekvalitní vstupní suroviny o nízké rozpustnosti bílkovin, nízké vstupní vlhkosti materiálu a malém dávkování vody nebo páry může dojít k Maillardově reakci a znehodnocení bílkovin (Ježková, 2016b).

4 Materiál a metodika

Celý výzkum se prováděl na České zemědělské univerzitě. Drůbež byla sledována v univerzitní stáji. Laboratorní část výzkumu byla prováděna v laboratořích fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Postupovalo se dle normy 152/2009, ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv (Evropská komise, 2012).

4.1 Předmět sledování

- **Pšenice** – ve výzkumu bylo zkoumáno 16 odrůd pšenice seté.
- **Modelové zvíře** – drůbež. Do pokusu byli zařazeni jednodenní vakcinovaní kohoutci hybridní kombinace ROSS 308. Byly vytvořeny 2 skupiny po 100 kusech, chované v identických podmínkách co se týká světelného režimu, teploty, plochy, způsobu krmení a napájení. (viz metodika Xavergen) Rozdíl mezi kontrolní a pokusnou skupinou byl v podávaném krmivu.

4.2 Metodika

4.2.1 Laboratorní postupy

Základní analýza krmiv se provádí podle Weendské metody, kterou se stanoví obsah sušiny, popela, dusíkatých látek, vlákniny a tuku:

- **Sušina** – je zbytek po vysušení při 105 stupních do konstantní hmotnosti.
- **Dusíkaté látky (NL)** – se stanovuje metodou podle Kjejdahla vynásobený koeficientem 6,25.
- **Vláknina (hrubá vláknina CP)** – se stanovuje metodou dle Henneberga – Stohmana – jako organická hmota po 30 minutové hydrolýze vzorku v 1,25 % roztoku kyseliny sírové, 1,25 % roztoku hydroxidu draselného, po promytí organickým rozpouštědlem a po odečtení popela za předepsaných podmínek.
- **Popel** – se stanovuje vázkově jako zbytek hmoty po dokonalém spálení organické hmoty při teplotě 550 +/- 20 stupňů do konstantní hmotnosti.
- **Tuk** – za tuk se považuje organická hmota krmiva, která se rozpouští v etyleteru nebo petroleteru.

Dále se stanovují:

- **Bezdušikáté látky výtažkové (BNLV)** – obsah se stanovuje nepřímo výpočtem z údajů získaných chemickou analýzou, jako zbytek sušiny po odečtení obsahu dusíkatých látek, tuku a vlákniny.
- **Škrob** – se stanovuje pomocí infračervené spektrometrie.
- **Vláknina** – NDF (neutrálně detergentní) a ADF (acido detergentní) – stanovuje se k přesnějšímu určení skutečného obsahu vlákniny v krmivech. Nepatří do základní Weendenské analýzy. Neutrálně detergentní vláknina zahrnuje celkový obsah celulózy, hemicelulózy a ligninu, acidodetergentní vláknina obsahuje celulózu a lignin. V současné době se ke stanovení všech typů vlákniny používají moderní přístroje, např. přístroj Ankom.

Lepek a gluten index

Lepek má schopnost ve vodném prostředí zvětšovat svůj objem a vytvářet pružný gel. Kolik vody lepek pojme a jaké budou fyzikální vlastnosti nabobtnalého gelu (pevnost, pružnost, tažnost), to závisí na jeho specifických vlastnostech, určených především odrůdou a počasím v průběhu vegetace, agrotechnickými zásahy apod. Lepku se připisuje možnost vázat asi 70 % vody, škrobu 30 %. Proto v moukách se slabým lepkem se na vaznosti vody více podílí škrob. U lepku tedy není důležité zjistit jen jeho množství, ale hlavně jeho vlastnosti - tažnost a bobtnavost. Vedle obsahu lepku má význam i jeho kvalita. Tradiční ukazatel kvality nazývaný „bobtnavost lepku“ představuje nárůst objemu relativně čistého mokrého lepku v roztoku kyseliny mléčné. V současné době je spolehlivějším ukazatelem pekařské kvality mouky tzv. „lepkový index“ (Gluten Index). Lepkový index je udáván v procentech zbylého lepku na sítku k celkovému množství lepku (ONDŘEJČÁK, MUCHOVÁ, 2005)

Stanovení oxidu chromitého

Pomůcky: titrační baňka objem 100 ml, 250 ml, písková lázeň, rukavice, kulatá baňka na míchání oxidačního činidla objem 2 litry (**pro míchání je možné použít i nádoby s jiným tvarem, ale hrozí nebezpečí, že dojde k prasknutí skla, protože při přidávání kyseliny sírové**

dochází k silnému záhřevu), kádinky, odměrné válce (500, 100 ml, 250 ml), analytické váhy a předvážky Byreta 10 ml (nejlépe automatická), pipety podle potřeby

Chemikálie: molybdenan sodný, voda, kyselina sírová 96%, kyselina chloristá 70 %, jodid draselný, škrobový maz, thiosíran sodný 0,1 mol na litr - 15,81 g na 1 litr roztoku (= 7,905 g na 500 ml) - spotřeba na 1 titraci při 1 % přídávku oxidu chromitého do krmiva je 2 – 8 ml. Pozor – tyto hodnoty jsou počítané pro bezvodou formu. (*Hydratovanou formu je možné použít také, ale je nutné přizpůsobit výpočet koncentrace kvůli molekulám vody v hydrátu.*), (Dichroman draselný 0,1 mol na litr = navážka do titrační baňky je kolem 2,2 g s přesností na 4 desetinná místa toto by mělo odpovídat spotřebě kolem 8 ml na titraci (0,1 M = 2,9419 g do 100 ml roztoku)

Příprava 500 ml oxidačního činidla: 10 g molybdenanu sodného rozpustit v 150 ml vody. Opatrně přidat 150 ml k. sírové, ochladit a potom přidat 200 ml 70% k. chloristé

Příprava škrobového mazu: 1 g škrobu rozmíchat v 50 ml studené vody. Suspenzi nalít do 500 ml vroucí vody a zamíchat. Při titraci se používá asi 10 ml roztoku. V případě, že vzniká fialové zabarvení (působením jodu), je nutno připravit nový roztok.

Stanovení faktoru thiosíranu sodného: Navážit do 100 ml titrační baňky 0,22 g dichromanu draselného a vypočítat, jaká bude spotřeba pro 0,1 M roztok: $V = \frac{\text{navážka} \cdot 10}{0,2942}$. K navážce přidat 10 ml destilované vody, 2 ml koncentrované kyseliny sírové a 0,5 g jodidu draselného. Nechat 5 minut odstát a pipetovat testovaným roztokem thiosíranu sodného. Toto opakovat třikrát a vypočítat s přesností na 4 desetinná místa faktor titrace podle vzorce

$$F = \frac{\text{zjištěná spotřeba}}{\text{plánovaná spotřeba}}$$

Postup:

Navážka vzorku 0,5 g (u výkalů stačí 0,2 – 0,3 g) do 100 ml Erlenky, přidat 25 ml oxidačního činidla a dát vařit na pískovou lázeň. Roztok změni barvu z černé na zelenou a potom na hnědou nebo žlutou podle koncentrace oxidu chromitého. Po změně barvy je potřeba krouživým pohybem ze stěn odstranit ulpělé zbytky vzorku. Poté je potřeba nechat vzorek ochladit, přidat 2 ml 70% kyseliny chloristé a nechat přejít varem. Opět nechat vychladit a kvantitativně převést do 250 ml odměrné baňky, přidat 100 ml destilované vody, 1 – 2 varné kamínky a mírně vařit, dokud se neodpaří alespoň 1/4 objemu. Od varu s přídávkem kyseliny

chloristé je možné použít hnízdo pro mineralizaci dusíkatých látek. První vaření s kyselinou je třeba použít teplotu 290 °C a při vaření s vodou snížit na 230 °C.

Po vychladnutí do baňky přidat cca 1 g jodidu draselného, rozmíchat a titrovat roztokem thiosíranu sodného. Po zmírnění intenzity barvy do roztoku přidat 5 – 10 ml škrobového mazu a po výrazném zmírnění intenzity modré barvy opatrně titrovat do odbarvení roztoku.

Při titraci pozor – změna barvy má po přerušení dávkování ještě doběh, než se titrovaný roztok úplně promíchá.

Výpočet procentrického množství oxidu chromitého:

$$x = \frac{\textit{spotřeba thiosíranu sodného} \cdot \textit{faktor} \cdot 0,2533}{\textit{navážka}}$$

5 Výsledky

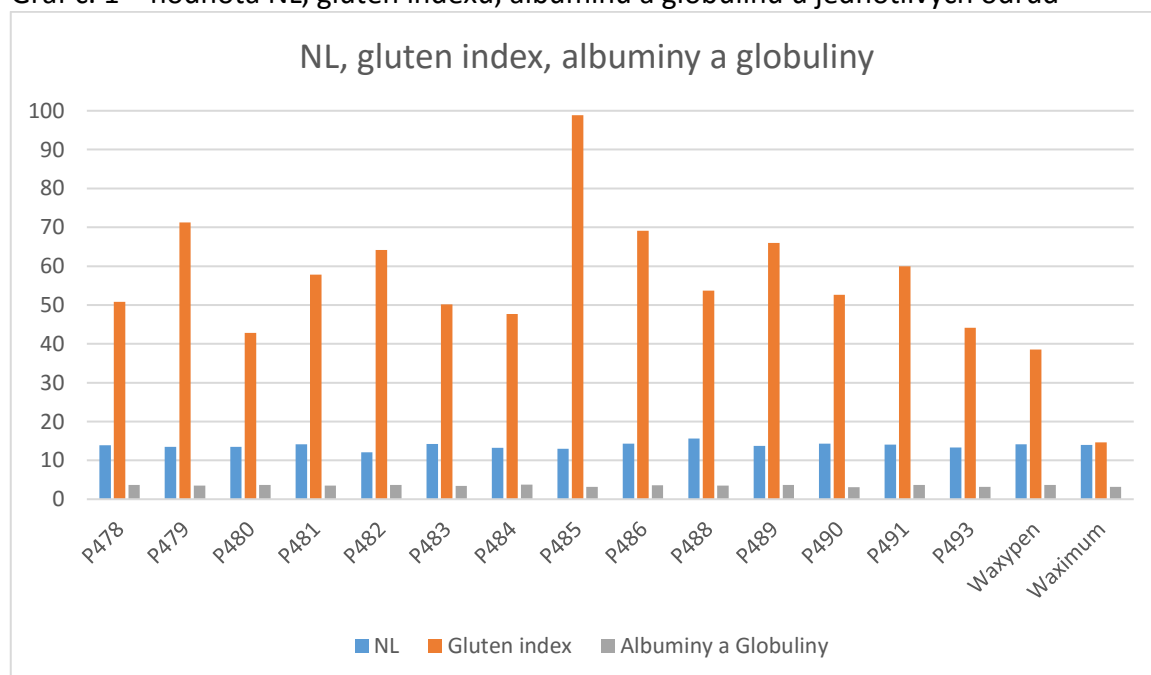
5.1 Pšenice – sledované živiny

Všechny hodnoty jsou uvedeny v 100 % sušině.

Tabulka 2 – Přehled NL, gluten indexu a albuminu, globulinu a stravitelnosti NL u jednotlivých odrůd

odrůda	NL (%)	gluten index (%)	albuminy + globuliny (%)	stravitelnost NL (%)
P478	13,86	50,83	3,71	82,78
P479	13,52	71,23	3,51	70,32
P480	13,48	42,86	3,68	49,45
P481	14,14	57,81	3,52	75,37
P482	12,1	64,14	3,66	50,87
P483	14,22	50,17	3,43	74,2
P484	13,27	47,65	3,72	78,34
P485	12,96	98,88	3,22	83,04
P486	14,27	69,14	3,59	67,11
P488	15,62	53,71	3,48	82,26
P489	13,74	66	3,68	76,25
P490	14,32	52,6	3,12	68,41
P491	14,02	59,93	3,69	82,4
P493	13,31	44,17	3,19	84,42
193 Waxy	14,13	38,5	3,69	64,13
Waximum	14	14,67	3,15	61,64

Graf č. 1 – hodnota NL, gluten indexu, albuminů a globulinů u jednotlivých odrůd



Množství dusíkatých látek v pšenici pro drůbež se pohybuje v rozmezí 10 – 17 %. Z těchto odrůd má nejméně dusíkatých látek odrůda P482 (12,1 %) a nejvíce odrůda P488 (15,62 %), ale odrůda P482 má větší hodnotu u gluten indexu (64,14 %), albuminů a globulinů (3,66 %) než odrůda P488. Nejvyšší hodnotu gluten indexu má odrůda P485 (98,88 %) a nejnižší hodnotu má odrůda Waximum (14,67 %). Nejvíce albuminů a globulinů má odrůda P478 (3,71 %).

Největší stravitelnost má odrůda P493 (84,42 %) a nejmenší P480 (49,45 %).

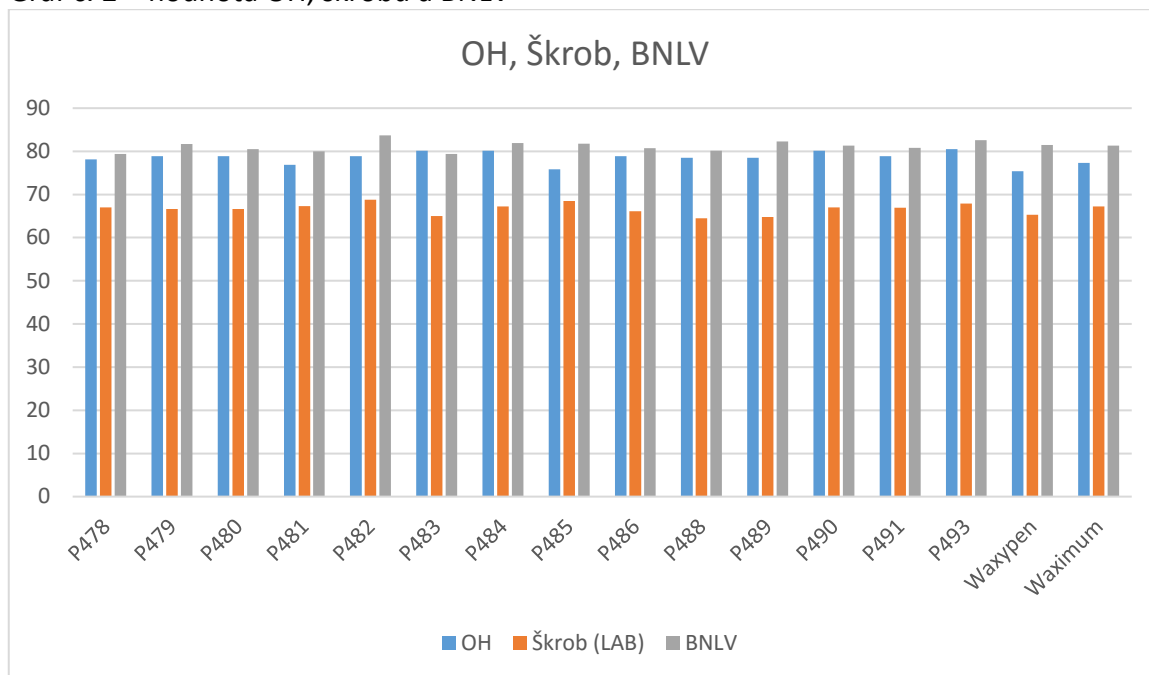
Byla provedena analýza lineární regrese a korelace ve vztahu stravitelnosti NL oproti obsahu NL, gluten indexu, rozpustným bílkovinám a metabolizovatelné energii. Ve všech případech šlo o velmi slabé závislosti, takže není možné predikovat z uvedených živin stravitelnost NL.

Tabulka 3 – Přehled sušiny, škrobu, BNLV, popelovin a tuku z jednotlivých odrůd

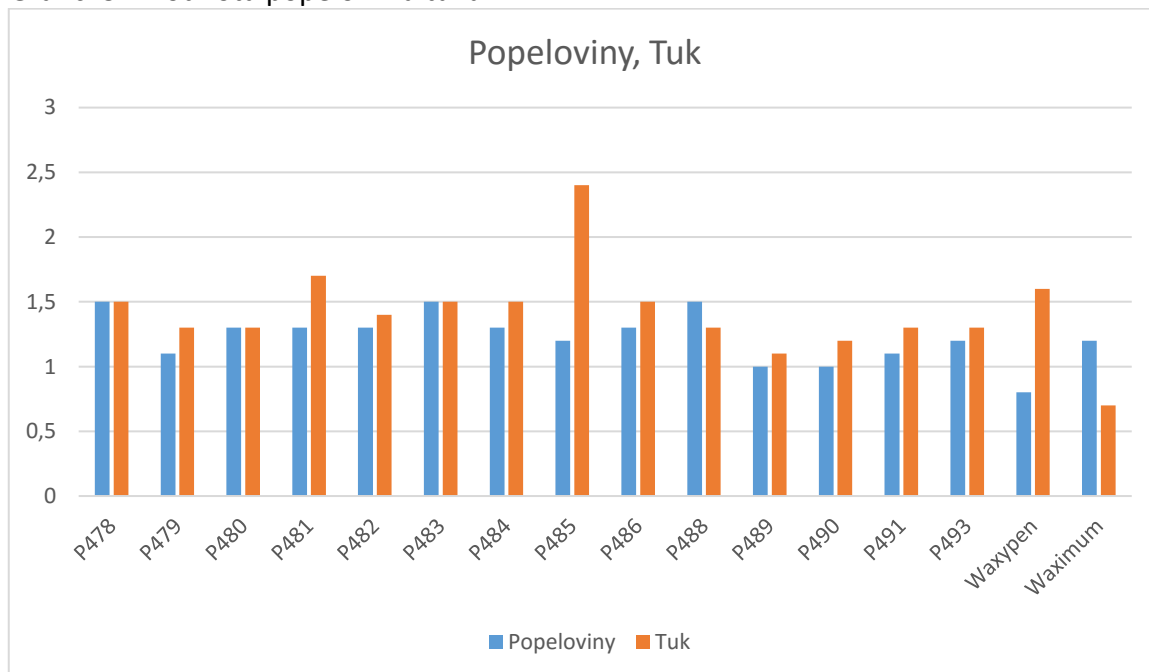
Odrůda	OH (%)	Škrob (%)	BNLV (%)	Popel (%)	Tuk (%)
P478	78,1	67	79,4	1,5	1,5
P479	78,9	66,6	81,7	1,1	1,3
P480	78,9	66,6	80,5	1,3	1,3
P481	76,9	67,3	80	1,3	1,7
P482	78,9	68,8	83,7	1,3	1,4
P483	80,1	65	79,4	1,5	1,5
P484	80,1	67,2	81,9	1,3	1,5
P485	75,8	68,5	81,8	1,2	2,4
P486	78,9	66,1	80,7	1,3	1,5
P488	78,5	64,5	80,1	1,5	1,3
P489	78,5	64,8	82,3	1	1,1
P490	80,1	67	81,3	1	1,2
P491	78,9	66,9	80,8	1,1	1,3
P493	80,5	67,9	82,6	1,2	1,3
Waxypen	75,4	65,3	81,5	0,8	1,6
Waximum	77,3	67,2	81,3	1,2	0,7

BNLV – bezdusíkaté látky výtažkové, OH – organická hmota

Graf č. 2 – hodnota OH, škrobu a BNLV



Graf č. 3 – hodnota popelovin a tuku



Organická hmota se pohybuje v rozmezí 75,4 – 80,5 %. Nejvíce organické hmoty má odrůda P493 (80,5 %) a nejméně odrůda Waxypen (75,4 %).

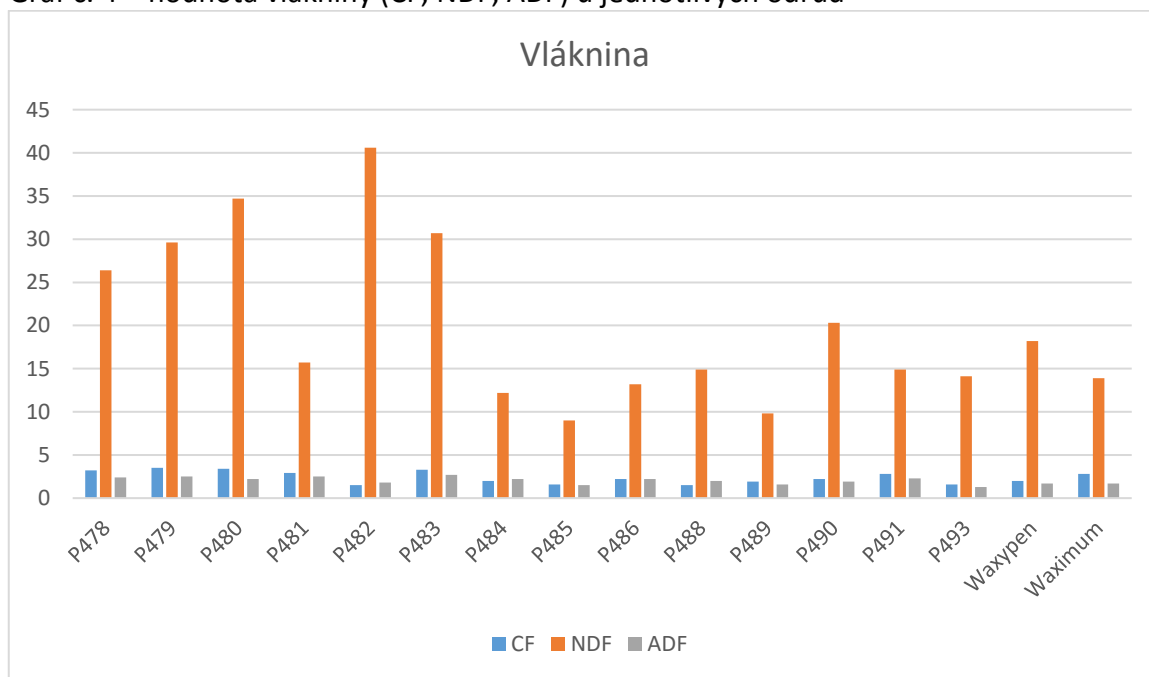
Hodnoty popelovin jsou u jednotlivých odrůd v rozmezí 0,8 – 1,5 % a hodnoty tuku se pohybují v rozmezí 0,7 – 2,4 %. Nejvíce tuku má odrůda P485 (2,4 %). Nejméně tuku má odrůda Waximum (0,7 %).

Tabulka 4 – vlákna u jednotlivých odrůd

odrůda	CF (%)	NDF (%)	ADF (%)
P478	3,2	26,4	2,4
P479	3,5	29,6	2,5
P480	3,4	34,7	2,2
P481	2,9	15,7	2,5
P482	1,5	40,6	1,8
P483	3,3	30,7	2,7
P484	2	12,2	2,2
P485	1,6	9	1,5
P486	2,2	13,2	2,2
P488	1,5	14,9	2
P489	1,9	9,8	1,6
P490	2,2	20,3	1,9
P491	2,8	14,9	2,3
P493	1,6	14,1	1,3
Waxyphen	2	18,2	1,7
Waximum	2,8	13,9	1,7

Vlákna – CF – hrubá, NDF – neutrálně detergentní, ADF – acido detergentní

Graf č. 4 – hodnota vlákny (CF, NDF, ADF) u jednotlivých odrůd

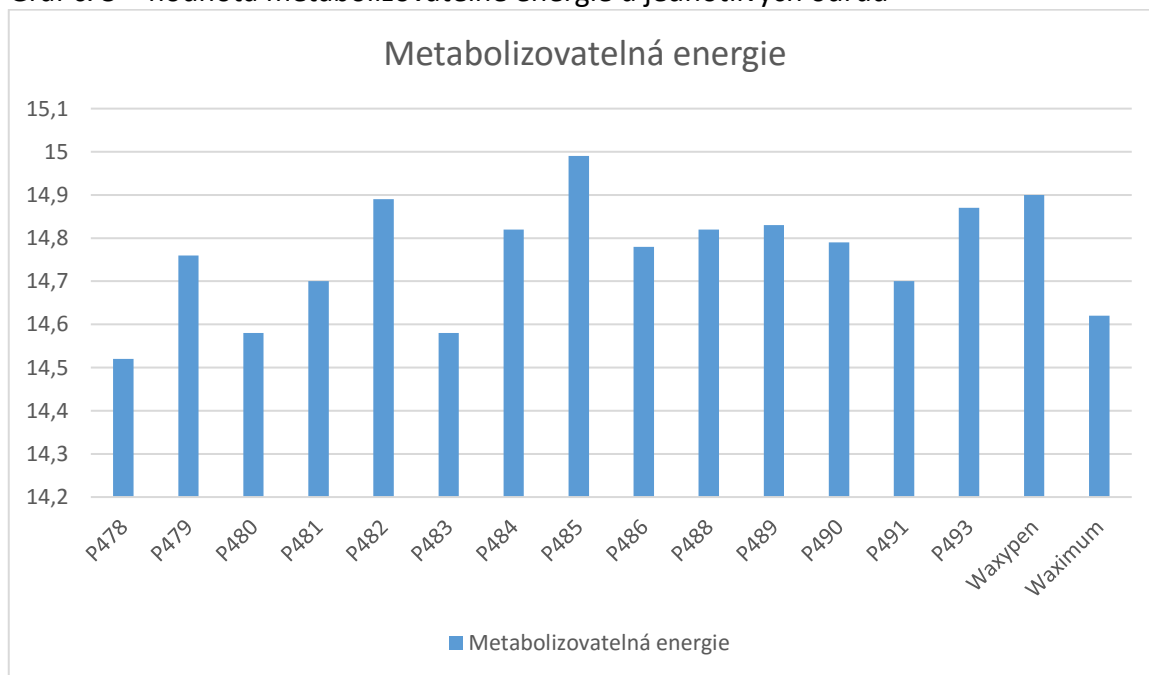


Hodnoty u jednotlivých odrůd u hrubé vlákniny se pohybuje v rozmezí 1,5 – 3,4 %. Nejvíce vlákniny má odrůda P479 (3,5 %) a nejméně má odrůda P482 (1,5 %), která má nejvíce neutrálně detergentní vlákniny (40,6 %) a nejméně má odrůda P485 (9 %). Nejvíce acido detergentní vlákniny má odrůda P483 (2,7 %) a nejméně odrůda P493 (1,3 %).

Tabulka 5 – metabolizovatelná energie v sušině jednotlivých odrůd

odrůda	metabolizovatelná energie (MJ ME _N)
P478	14,52
P479	14,76
P480	14,58
P481	14,7
P482	14,89
P483	14,58
P484	14,82
P485	14,99
P486	14,78
P488	14,82
P489	14,83
P490	14,79
P491	14,7
P493	14,87
Waxyphen	14,9
Waximum	14,62

Graf č. 5 – hodnota metabolizovatelné energie u jednotlivých odrůd



Hodnoty metabolizovatelné energie jednotlivých odrůd pšenice se pohybuje kolem 14 MJ. Nejvíce metabolizovatelné energie má odrůda P485 (14,99 %) a nejméně P478 (14,52 %). Metabolizovatelná energie se počítala dle vzorce: $26,4 * \text{tuk} + 14,61 * \text{dusíkaté látky} + 15,24 * \text{bezdušíkaté látky výtahové}$ (Zelenka et Zeman, 2006).

5.2 Výkrmový pokus na brojlerech

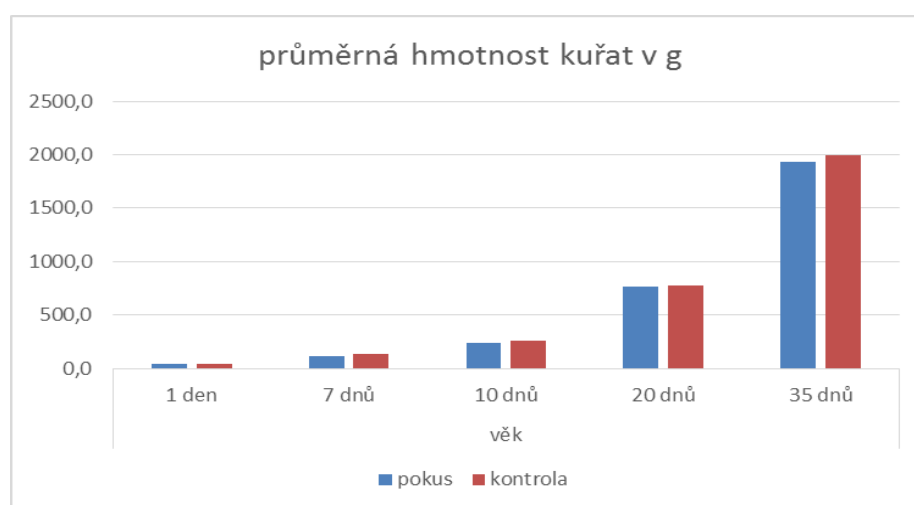
Sledovány byly dvě skupiny po 100 ks. Kontrolní skupině bylo krmivo pouze granulováno na granulátoru Testmer 200 a v případě pokusné skupiny byla kompletní směs extrudována na extrudéru firmy Farnet za použití matrice o průměru otvorů 2 mm. Pro granulaci byly hlavní komponenty mlety na horizontálním přísavacím šrotovníku se sítí s průměrem ok 3 mm. Pro extruzi byl materiál před přidavkem tuku mletý na horizontálním šrotovníku se sítí s průměrem ok 0,8 mm.

Od 10. do 20. dne věku byla kuřata pokusné skupiny krmena granulovanou krmnou směsí bez dalších úprav.

Tabulka č. 7: průměrná hmotnost kuřat

	průměrná hmotnost kuřat v g				
věk	1 den	7 dnů	10 dnů	20 dnů	35 dnů
pokus	46,2	114,0	240,8	760,8	1928,6
kontrola	46,1	130,5	264,3	776,3	1996,7

Graf č. 5: Průměrná hmotnost kuřat v g

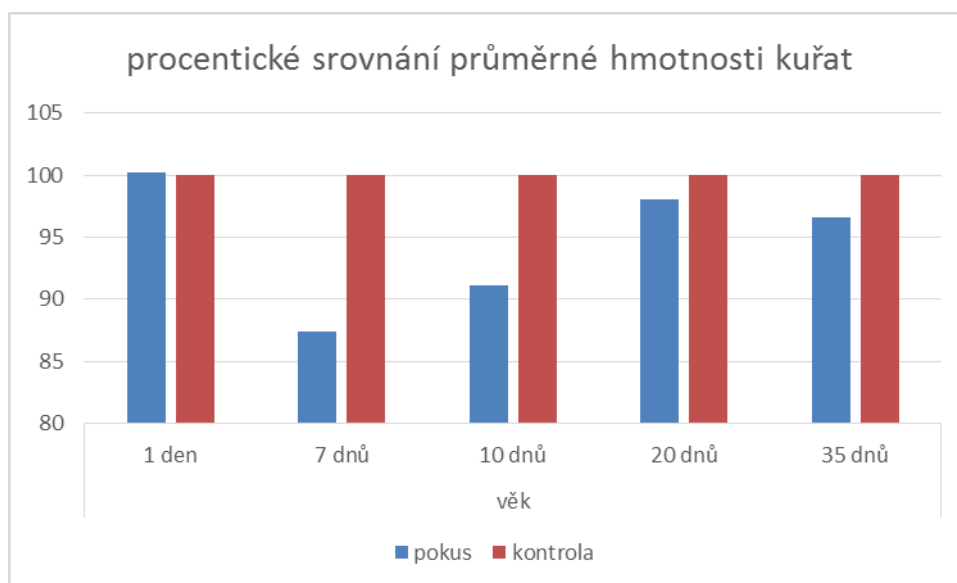


První den je hmotnost kuřat u obou skupin 100 %. V ostatních dnech vykazuje 100 % hmotnost jen kontrolní skupina. Pokusná skupina má v sedmi dnech 87 % hmotnost, v 10 dnech 91 %, 20 dnech 98 % a 35 dnech 96 %.

Tabulka č. 8: Procentické srovnání průměrné hmotnosti

	procentické srovnání průměrné hmotnosti kuřat				
věk	1 den	7 dnů	10 dnů	20 dnů	35 dnů
pokus	100,20	87,36	91,12	98,01	96,59
kontrola	100	100	100	100	100

Graf č. 6: Procentické srovnání průměrné hmotnosti kuřat

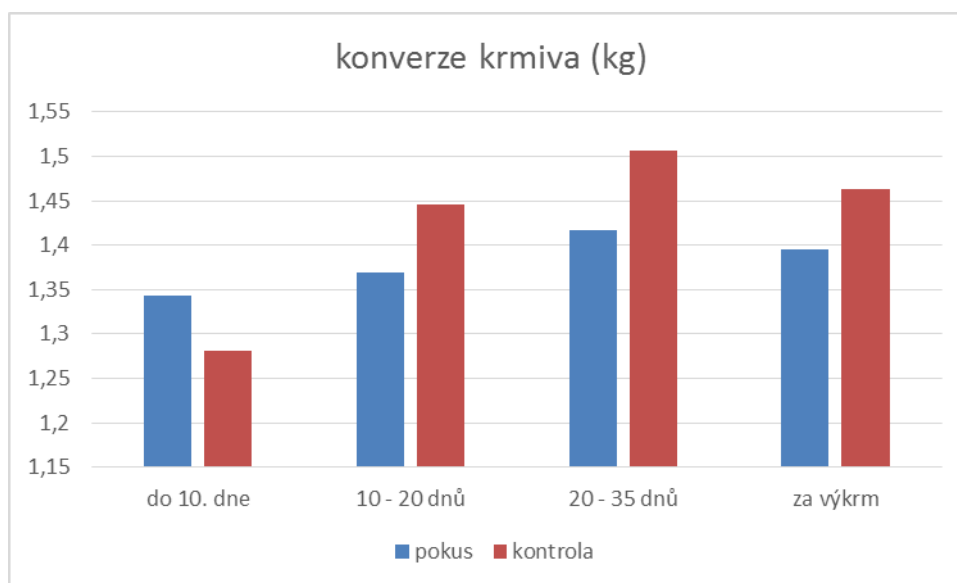


Tabulka č. 9: Srovnání konverze krmiva

	konverze krmiva			
věk	do 10. dne	10 - 20 dnů	20 - 35 dnů	za výkrm
pokus	1,343	1,369	1,416	1,395
kontrola	1,282	1,446	1,507	1,463

Do 10. dne měla pokusná skupina konverzi 1,343 kg a kontrolní 1,282 kg. V rozmezí 10 a 20 dnů měla pokusná skupina konverzi 1,369 kg a kontrolní skupina 1,446 kg. Ve 20 až 35 dnu vykazovala pokusná skupina konverzi 1,416 kg a kontrolní skupina 1,507 kg. Za celý výkrm měla pokusná skupina konverzi 1,395 kg a kontrolní 1,463 kg.

Graf č. 7: Srovnání konverze krmiva



5.2.1 Statistické vyhodnocení výsledků

Experiment byl statisticky vyhodnocen v programu Statistica 12 od firmy Statsoft. K základnímu statistickému vyhodnocení byl použit jednovýběrový t-test, za pomoci kterého byly vyhodnoceny rozdíly v hmotnostech mezi kontrolní a pokusnou skupinou.

Tabulka č. 9: Základní statistické vyhodnocení živé hmotnosti vykrmovaných kuřat

		1 den	7 dnů	10 dnů	20 dnů	35 dnů
průměr	pokus	46,17	114,02	240,80	760,84	1928,56
	kontrola	46,07	130,51	264,26	776,28	1996,67
směrodatná odchylna	pokus	3,339	12,793	25,903	97,231	177,036
	kontrola	3,702	9,980	30,556	106,792	269,416
variační koeficient	pokus	8,02	8,75	12,69	14,04	13,97
	kontrola	8,04	7,65	11,56	13,76	13,49

Průměrná hmotnost kuřat 1. den byla u pokusné skupiny 46,17 g a u kontrolní 46,07 g. 7. denní kuřata u pokusné skupiny měla průměrnou hmotnost 114, 02 g a kontrolní skupina 130, 51 g. V deseti dnech měla pokusná skupina průměrnou hmotnost 240, 80 g a kontrolní

skupina 264, 26 g. Průměrná hmotnost kuřat ve 20. dnech byla u pokusné skupiny 760, 84 g, u kontrolní 776, 28g. Kuřata ve stáří 35. dnů měla průměrnou hmotnost u pokusné skupiny 1928,56 g a u kontrolní skupiny 1996,67 g.

Směrodatnou odchylku měla pokusná skupina 1. den 3,339 g, v 7. dnech 12, 79 g, v 10. dnech 25, 903 g, ve stáří 20. dnů 97, 231 g a v 35. dnech 177, 036 g. U kontrolní skupiny byla 1. den 3,702 g, 7. den 9,980 g, 10. den 30,556 g, 20. den 106, 792 g a 35. den 269, 416 g.

Tabulka č. 10: Statistické vyhodnocení rozdílů v živé hmotnosti v závislosti na věku

		Kontrolní skupina				
		1 den	7 dnů	10 dnů	20 dnů	35 dnů
Pokusná skupina	1 den					
	7 dnů		A			
	10 dnů			A		
	20 dnů					
	35 dnů					A

Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny písmenem A; $\alpha=0,01$

6 Diskuze

Ball et al. (2013) testovali 164 vzorků pšenice. Byly analyzovány chemické i fyzikální parametry. Pozornost byla věnována zejména energii, dusíkatým látkám, NDF, škrobu, neškrobovým polysacharidům, lysinu, threoninu, amylóze a byla sledována rychlost trávení škrobu. Bylo prokázáno, že vysoký stupeň aplikace dusíkatých hnojiv ve vzorcích pšenice měl tendenci ve prospěch užítkovosti ptáků. Bylo zjištěno, že odrůda pšenice a podmínky, ze kterých pšenice pochází, výrazně ovlivňují užítkovost drůbeže při zkrmování. V našem výzkumu jsme analyzovali 16 odrůd pšenice seté, na kterých jsme porovnávali množství dusíkatých látek, gluten index, albuminy a globuliny, organickou hmotu, škrob, BNLV, vlákninu, tuk, popeloviny a metabolizovatelnou energii.

Nejvíce NL má odrůda P488 (15,62 %), ale nemá největší hodnotu gluten indexu a nemá nejvíce albuminů a globulinů. Nejmenší hodnotu NL má odrůda P482 (12,1 %), ale má čtvrtou největší hodnotu gluten indexu (64,14 %) a zároveň patří mezi odrůdy, které mají více albuminů a globulinů (3,66 %). Největší hodnotu gluten indexu má odrůda P485 (98,88 %), ale zároveň druhou nejmenší hodnotu NL (12,96 %) a třetí nejmenší hodnotu albuminů a globulinů (3,22 %). Nejmenší hodnotu gluten indexu má odrůda Waximum (14,67 %), která patří mezi odrůdy s větší hodnotou NL (14 %) a druhou nejmenší hodnotou albuminů a globulinů (3,15 %).

Smeets et al. (2016) analyzovali koncentraci škrobu a proteinu, kde jim vyšlo, že průměrná hodnota škrobu byla 63,4 % a dusíkatých látek 12,3 %. Nám vyšla průměrná hodnota škrobu (LAB) – 66,67 % a dusíkatých látek 13,81 % vyšší.

Odrůda P493 má nejvíce organické hmoty a druhou nejvyšší hodnotu BNLV. Odrůda Waxypen má nejméně organické hmoty a popelovin, ale má vyšší hodnotu BNLV a tuku. Odrůda P488 má nejvíce škrobu, ale má méně BNLV a nejméně škrobu (LAB). Odrůda P482 má nejvíce škrobu (LAB) a BNLV a u organické hmoty má hodnotu, která patří mezi ty vyšší.

Lasek et al. (2011) analyzovali 6 odrůd jarní pšenice a 3 zimní odrůdy. Sledovali množství aminokyselin, mastných kyselin, škrobu, cukru a vlákniny a jejich stravitelnost a metabolizovatelnou energii u brojlerů. Obsah bílkovin jim vycházel na 12,3 – 15,5 %, obsah škrobu – 61,4 – 74,8 %. Tyto hodnoty jsou v porovnání s našimi podobné. Průměrná stravitelnost všech živin byla nižší, zatímco množství dusíkatých látek bylo u jarních odrůd vyšší než u zimních odrůd.

Steenfeldt (2001a) zkoumal variabilitu chemického složení u 16 odrůd pšenice a jejich vliv na užítkovost brojlerů. Dusíkaté látky se pohybovaly v rozmezí 11,2 – 12,7 %, škrob – 65,8 – 72,2 %.

Stravitelnost dusíkatých látek testovaných odrůd se pohybovala v intervalu hodnot 49,45 % – 84,2 %. Tento velký rozptyl byl zřejmě způsoben odrůdovými odlišnostmi a v budoucnu by se dalo o tomto ukazateli uvažovat jako o jednom z kritérií posuzování krmné kvality. Byla provedena analýza lineární regrese a korelace ve vztahu stravitelnost NL oproti obsahu NL, gluten indexu, rozpustným bílkovinám a metabolizovatelné energii. Ve všech případech šlo o velmi slabé závislosti, takže není možné predikovat z uvedených živin stravitelnost NL.

V první fázi výkrmu bylo zjištěno, že extrudované granule, vytvářené na 2 mm matici nejsou svou velikostí vhodné pro kuřata do 10 dnů věku. Při mletí na vertikálním šrotovníku, i při odstranění síta, je velikost částic příliš malá, což zhoršuje příjem krmiva. Velikost částic byla zřejmě ovlivněna nejenom mletím hotových granulí, ale i jemností materiálu určeného k extruzi, který byl mletý na síte s průměrem ok 0,8 mm. Jak ukazují grafy č. 1 a 2, průměrná hmotnost pokusné skupiny ve věku 10 dnů byla nižší (91,12 % průměrné živé hmotnosti kontrolní skupiny), než u skupiny kontrolní i přes to, že na začátku byly průměrné živé hmotnosti v obou skupinách vyrovnané. Toto mohlo být zčásti způsobeno nedostatkem proteinu v dietě, který byl možná tepelnou úpravou znehodnocen, ale hlavním důvodem byla zřejmě nevhodná velikost částic krmiva. Steenfeldt (2001b) v uvedené publikaci se také zmiňuje o tom, že kvalitní mletí zrna má za následek lepší užítkovost.

Od 10. do 20. dne věku byla kuřata krmena granulovanou krmnou směsí a při srovnání průměrných živých hmotností je vidět, že pokusná skupina má sice nižší průměrnou živou hmotnost, ale už jenom 98,01 % ve dvaceti dnech ve srovnání s kontrolou. Z toho by se dalo předpokládat, že extrudovaná směs byla nutričně a hlavně energeticky výhodnější.

Ve věku od 20 do 35 dnů došlo opět ke zvýšení rozdílu v neprospěch kontrolní skupiny (96,59 % ve 35 dnech). Toto bylo zřejmě způsobeno chybou při krmení, protože granule měly menší objemovou hmotnost a musely být doplňovány častěji, což se v odpoledních a večerních hodinách nevedlo.

Rozdíl mezi hmotností pokusné skupiny a kontrolní skupiny byl 1. den – 0,1 g, v 7 dnech – 16,5 g, v 10 dnech 23,5 g, ve 20 dnech 16,5 g a ve 35 dnech 68,1 g.

Z hlediska konverze krmiva je možné konstatovat, že s výjimkou období do 10 dnů věku byly hodnoty ve prospěch pokusné skupiny a to i v případě hodnoty za celou dobu výkrmu.

Rozdíl v konverzi krmiva mezi pokusnou a kontrolní skupinou do 10. dne je 0,061 kg, od 10 – 20 dnů – 0,077 kg, mezi 20 – 35 dnem je to 0,091 a za výkrm 0,068 kg.

Extrudovaná směs vyráběná na matrici s průměrem děr 2 mm není vhodná pro výkrm kuřat do 10 dnů věku. Při extruzi odpadá problém soudržnosti granulí i v případě tukování nad 6 % tuku do krmné směsi. Extrudované granule mají velký objem a nízkou hmotnost (zhruba poloviční oproti granulím).

Extruze nemá zřejmě vliv na stravitelnost tuku - nutno doložit na základě in vitro stravitelnosti. S příjmem extrudovaných granulí kuřaty není problém. Spíše naopak by stálo považovat o zvýšení počtu krmných míst - kuřata tráví příjmem delší čas. Nutno upravit dávkování krmiva kuřatům, v případě neautomatického krmení je nutné počítat s vyšší frekvencí doplňování krmiva

Za pomoci t-testu byly vyhodnoceny rozdíly v hmotnostech mezi kontrolní a pokusnou skupinou v závislosti na věku zvířat. Při srovnání hmotnosti v prvním dnu vyšlo, že rozdíly jsou statisticky nevýznamné. To samé platí i pro srovnání živé hmotnosti ve věku 20 dnů. Naproti tomu 7., 10. a 35 den věku byly rozdíly statisticky významné s pravděpodobností 99 %. Průměrná hmotnost se u pokusné a kontrolní skupiny pohybovala od 46 g první den, a pak až 1996,67 g ve 35 dnech. Kromě prvního dne, kdy byly hmotnosti obou skupiny vyrovnané, měla větší průměrnou hmotnost kontrolní skupina.

Směrodatná odchylka byla 1. den u obou skupin téměř vyrovnaná – u pokusné skupiny 3,339 g, kontrolní skupina 3,702 g. V 7 dnech měla pokusná skupina větší směrodatnou odchylku – 12,793 g, kontrolní skupina 9,980 g. V 10, 20, a 35 dnech měla kontrolní skupina větší směrodatnou odchylku v 10 dnech – 30,556 g, 20 dnech – 106,792 g a ve 35 dnech 269,416 g.

Variační koeficient by měl být maximálně 10, případně do 12, pak už je to moc velký rozptyl. První den a v 7 dnech se variační koeficient u pokusné a kontrolní skupiny pohyboval od 8,02 – 8,75. V 10 dnech měla kontrolní skupiny variační koeficient 11,56. U pokusné skupiny už ale variační koeficient přesáhl hodnotu 12 na 12,69. Ve 20 dnech a 35 dnech už byly hodnoty vyšší, což nám naznačuje velký rozptyl mezi hmotnostmi kuřat. Hodnoty se pohybovaly od 13,76 – 14,04 g. Největší variační koeficient měla pokusná skupina ve 20 dnech.

Statisticky významný rozdíl byl v 7 dnech, 10 dnech a 35 dnech.

Potvrdila se hypotéza, že odrůda pšenice má vliv na nutriční hodnotu zrna pšenice jako krmiva.

7 Závěr

Cílem práce bylo vyhodnocení a srovnání nutriční hodnoty vybraných odrůd pšenice seté a jejich vliv na kuřecí brojlery. U 16 odrůd byly vyhodnoceny dusíkaté látky, gluten index, albuminy a globuliny, organickou hmotu, škrob, BNLV, tuk, popeloviny, vlákninu a metabolizovatelnou energii. Vše jsme měli při 100 % sušině.

Dusíkaté látky v pšenici pro drůbež by se měly pohybovat v rozmezí 10 – 17 %. V tomto rozmezí se pohybovaly všechny testované odrůdy. Hodnota gluten indexu by měla být pro drůbež menší narozdíl od požadavků potravinářského průmyslu. U krmných odrůd jsou více ceněné rozpustné frakce – albuminy a globuliny, které jsou pro drůbež přijatelnější – jsou pak lepší přírůstky hmotnosti a nižší riziko zdravotních problémů. Celkově nejlepší odrůdou ze všech 16 testovaných vychází na odrůdu P488, která má 15,62 % NL, 3,48 % albuminů a globulinů, stravitelnost 82,26 % a 14,82 MJ metabolizovatelné energie.

Potvrdila se hypotéza, že odrůda pšenice má vliv na nutriční hodnotu zrna pšenice jako krmiva.

Při pokusu zkoumajícím vliv extruze na krmnou hodnotu pšenice byla potvrzen pozitivní vliv extruze ve formě nižší konverze krmiva. Tato úprava bude mít zřejmě pozitivní vliv na zlepšení nutriční hodnoty v rámci celého spektra odrůd pšenice seté bez ohledu na pekařskou kvalitu.

8 Seznam literatury

Ahuja, G., Jaiswal, S., Hucl, P., Chibbar, R. N. 2014. Wheat genome specific granule – bound starch synthase I differentially influence grain starch synthesis. *Carbohydrate Polymers*, 114, 87 – 94.

Amerah, A. M. 2015. Interactions between wheat characteristics and feed enzyme supplementation in broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*. 199. 1 – 9.

Amiour, N., Merlino, M., Leroy, P., Branlard, G. 2002. Proteomic analysis of amphiphilic proteins of hexaploid wheat kernels. *Proteomics* 2. 632 – 641.

Ball, M. E. E., Owens, B., McCracken, K. J. 2013. The effect of variety and growing conditions on the chemical composition and nutritive value of wheat for broilers. *Asian Australasian Journal of Animal Science*. 26 (3), 378 – 385.

Blair, R., 2008. *Nutrition and feeding of organic poultry*. Wallingford. Oxfordshire. p. 1-314. ISBN: 9781845934064.

Britzman, D. G. 2001. *Sojový extrahovaný šrot: výborný zdroj proteinu do krmných směsí pro drůbež*. Bruxelles – Belgie. 1 – 14.

Černý, H. 2005. *Anatomie domácích ptáků*. Metoda. Brno. p. 5 – 447. ISBN: 8023949667.

Čerešňáková, Z. 1991. Porovnanie nutričnej hodnoty vybraných odrod pšenice triticales. Krmivářství. 3-4.

Debiton, C., Merlino, M., Chambon, Ch., Bancel, E., Decourteix, M., Planchot, V., Branlard, G. 2011. Analyses of albumins, globulins and amphiphilic by proteins approach give new insights on waxy wheat starch metabolism. Journal Cereal Science. 53/2. 160 – 169.

Delwiche, S. R., Graybosch, R. A. 2016. Binary mixtures of waxy wheat and conventional wheat as measured by NIR reflectance. Talanta. 146 (1). 496 – 50.

Dong, K. Ge, P., Ma, C. Y., Wang, K., Yan, X., Yan, L. Y., Gao, L. Y., Li, X. H., Lin, J. X., Ma, W. J., Yan, Y. M. 2012. Albumin and globulin dynamics during grain development of elite chinese wheat, cultivar xiaoyan 6. Journal of Cereal Science. 56. 615 – 622.

Dubetz, S., Gardiner, E. E., Flynn, D. 1979. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen fractions and amino acids composition of spring wheat. Canadian Journal of Plant Science. 59. 299c – 305.

Evropská komise. Nařízení Komise (ES) č. 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv [online]. Pravo a publikace EU. 2012. [2017 – 04 - 05]. Dostupné z: <https://publications.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/a72a297b-a867-4424-9f5f-a3c687ba2960/language-cs>.

Fenwick, G. R., Curtis, R. F. 1980. Rappeseed Meal and its use in poultry diets. *Animal Feed Science and Technology*. 5. 255 – 298.

Fujita, S., Kumagai, T., Yanagimachi, M., Sakuraba, S., Sanpei, R., Yamoto, M., Tohara, H. 2012. Waxy wheat as a functional food for human consumption. *Journal of Cereal Science*. 55 (3). 361 – 365.

Gao, X. P., Lukow, O. M., Grant, C. A. 2012. Grain concentrations of protein, iron and zinc and bread making quiality in spring wheat as affected by seeding date and nitrogen fertilizer management. *Journal of Geochemical Exploration*. 121. 36 – 44.

Gao, L., Wang, A., Li, X., Dong, K., Wang, K., Appels, R., Ma, W., Yan, Y. 2009. Wheat quality related differential expressions of albumins and globulins revealed by two-dimensional difference gel electrophoresis. *Journal of Proteomics*. 73/2. 279 – 296.

Gianibelli, M. C., Larroque, O. R., MacRitchie, Wriglby, C. W. 2001. Biochemical genetic and molecular characterization of wheat endosperm proteins. *American Association of Cereal Chemists*. 1 – 20.

Holic, M. F. 2003. Vitamin D: a milénium perspective. *Journal of Cellular Biochemistry*. 88 (2). 296 – 307.

Chase, L., Buchaman-Smith, J., De Lange, C. F. M. 1999. Phosphorus in animal nutrition, *Better Crops*. 83.

Ježková, A. 2016. Využití extrudovaných krmiv ve výživě zvířat. *Krmivářství*. 3 ,28 - 30.

Klasing, K. 2013. Examining sulphur amino acids use in poultry production [online]. World Poultry [2013 – 10 - 10]. Dostupné z: <http://www.worldpoultry.net/broilers/nutrition/2013/10/examining-sulphur-amino-acids-in-poultry-production-1387117w/>.

Kolda, J., Komárek, V. 1958. Anatomie domácích ptáků. SZN. Praha. p. 5-323.

Kroulík, J 1996. Rádce chovatele. Brázda. Praha. p. 5-203. ISBN: 8020902600.

Kříž, L 1997. Základy výživy a technika krmení drůbeže. Institut výchovy a vzdělávání MZE ČR. Praha. p. 3-47. ISBN: 807105142X.

Lamka, J., Ducháček, L. 2014. Veterinární léčiva pro posluchače farmacie. Karolinum. Praha. p. 1-152. ISBN: 9788024628226.

Lasek, O., Barteczko, J., Augustyn, R., Smulikowska, S., Borowiec, A. 2011. Nutritional and energy value of wheat cultivars for broiler chickens. Journal of Animal and Feed Sciences. 20 (2), 246 – 258.

Lasztity, R. 1999. Cereal chemistry. Budapest. p. 2-300. ISBN: 9630576260.

Ledvinka, Z., Zita, L., Tůmová, E. 2009. Vybrané kapitoly z chovu drůbeže. Praha. ISBN: 9788021319219.

Leeson, S., Summers, D. 2001. Nutrition of the chicken, Ontario, p. 591, ISBN: 096960044.

Li, W., Gao, J., Wu, G., Zheng, J., Ouyang, S., Luo, Q., Zhang, G. 2016. Physicochemical and structural properties of A- and B- starch isolated from normal and waxy wheat: Effects of lipids removal. *Food Hydrocolloids*. 60. 364 – 373.

Moran, E. T. 1985. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. *Journal of Nutrition*. 115. 665 – 674.

Plessis, A., Ravel, C., Bordes, J., Barfourier, F., Martre, P. 2013. Association study of wheat grain protein composition reveals that gliadin and glutenin composition are trans-regulated by different chromosome regions. *Journal of Experimental Botany*. 64. 3627 – 3644.

Malík, V a kolektiv 1995. Chov hrabavej hydiny. Animapress. Dunajská streda. p. 5-145. ISBN: 8085567105.

Majoul – Haddad, T., Bancel, E., Martre, P., Triboui, E., Branlard, G. 2013. Effect of short heat shocks applied during grain development on wheat (*Triticum aestivum L.*) grain proteome. *Journal of Cereal Science*. 57/3. 486 – 495.

Marvan, F. 2007. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda. Praha. p. 5-303. ISBN 978802131658 4.

Martínez - Ortiz, M. A., Vargas – Torres, A., Román – Gutiérrez, A. D., Chavarría – Hernandez, N., Zamudio – Flores, P. B., Meza – Nieto, M., Palma – Rodríguez H. M. 2017. Partial characterization of chayotextle starch – based films added with ascorbic acid encapsulated in resistant starch. *International Journal of Biological Macromolecules*. 98. 341 – 347.

McDowell, L. R. 1989. *Vitamins in animal nutrition*. Elsevier. London. p. 1 – 479. ISBN: 0124833721.

Merlino, M., Leroy, P., Chambou, C., Branlard, G. 2009. Mapping and proteomic analysis of albumins and globulin in hexaploid wheat kernels (*Triticum aestivum L.*). *Theoretical and Applied Genetics*. 118. 1321 – 1337.

Novotný, P., Poláčková, J., Masaříková, J. 2014. *Význam pšenice ve světě a v ČR a ekonomika jejího pěstování*. Praha. 2-94. ISBN: 9788074271571.

Norman, A. W. 1979. *Vitamin D the calcium homeostatic steroid hormone*. Academic Press. New York. ISBN: 0125210507.

Ondřejčák F., Muchová D. 2005. Podmienky pre dosahovanie kvality potravinárskej pšenice v zemiakarskej oblasti. *Naše pole*.9 (12).

Otrubová, M.. Nejčastější úpravy jadrných krmiv [online]. [2017 – 04 - 12]. Dostupné z: http://www.vyzivavvirat.cz/blog/32_nejcastejsi-upravy-jadrných-krmiv.html.

Petr, J. 2001. Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Ústav zemědělských a potravinových informací ÚZPI. Praha. p. 1 – 40. ISBN: 8072710907.

Petr, J., Louda, F. 1998. Produkce potravinářských surovin. Praha. p. 213. ISBN: 8070803320.

Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. 2004. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha. p. 202. ISBN: 8070805307.

Prombergerová, I., 3. část: O Krmení Drůbeže [online]. iFauna, 2013, [2016 – 11 - 14]. Dostupné z: <http://www.ifauna.cz/drubez/clanky/r/detail/6592/vejce-nad-zlato-3-cast-o-krmeni-drubeze/>.

Pandit, H., Importance of Vitamins in Poultry Nutrition [online]. The Poultry Site, 2015, [2016 – 10 -17]. Dostupné z: <http://www.thepoultrysite.com/articles/3508/importance-of-vitamins-in-poultry-production/>

Velíšek, J. 2002. Chemie potravin. OSSIS. Tábor. p. 344. ISBN: 808659003.

Vyskočil, I., Zeman, L., Kratochvílová, P., Večerek, M., Vašatková, A. 2008. Kapesní atlas krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. p. 3 – 43. ISBN: 9788073752187.

Technologický postup pro výkrm brojlerů Ross. Aviagen [online]. 2009. [2017 – 02 - 20].
Dostupné z: <http://en.aviagen.com//language – mini-site/show/cz>.

Tomič, J., Torbica, A., Popovič, L., Hristov, N., Nikolovski, B. 2016. Wheat breadmaking properpeties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions. Food Chemistry. 199. 565 – 572.

Ravindran, V. R., Amerah, A. M. 2009. Wheat: composition and feeding valnefor poultry soyabeans and wheat crops: growth, fertilization. Nova Science. 245 – 259.

Reece, W. O. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada Publishing a.s. Praha. p. 11 – 473. ISBN: 9788024732824.

Smeets, N., Nuyens, F., Campenhout, L. V., Niewold, T. 2016. Insight into the chemical composition of wheat used in european broiler diets. Animal Feed Science and Technology. 16. 176 – 184.

Suchý, P., Straková, E., Herzig, I. 2007. Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 4 – 112.

Sullivan, W. R., Hughes, J. G., Cockman, R. W., Small, D. M. 2017. The effects of temperature on the crystalline properties and resistant starch during storage of white bread. Food Chemistry. 228. 57 – 61.

Steenfeldt, S. 2001. The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science*, 42 (5). 595 – 609.

Weurding, E. 2002. Kinetics of starch digestion and performance of broiler chickens. Universiteit. Wageningen. p. 1 – 155. ISBN: 9058085996.

Wrigley, C. W. et al. 1980. The sulfur content in wheat endosperm and its relevance to grain quality. *Aust J Plant Physiol*. 7. 798 – 807.

Yousefi, A. R., Razavi, S. M. A.. Modeling of glucose release from native and modified wheat starch gels during in vitro gastrointestinal digestion using artificial intelligence methods. *International Journal of Biological Macromolecules*. 97. 2017. 752 – 760.

Zelenka, J, Heger, J., Zeman, L. 1999. Potřeba živin a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Česká akademie zemědělských věd, Komise výživy hospodářských zvířat. Brno. p. 7 – 60. ISBN: 8071573353.

Zelenka, J, Zeman, L. 2006. Výživa a krmení drůbeže. Brno. p. 7 – 115.

Zimolka, J. 2005. Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha. p. 5-180. ISBN: 8086726 096.

Zhang, M., Ma, D., Ma, G., Wang, Ch., Xie, X., Kang, G. 2017. Responses of glutamine synthetase activity and gene expression to nitrogen levels in winter wheat cultivars with different grain protein content. *Journal of Cereal Science*.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

NL – dusíkaté látky

BNLV – bezdusíkaté látky výtažkové

CP – hrubá vláknina

NDF – neutrálně detergentní vláknina

ADF – acidodetergentní vláknina

10 Samostatné přílohy (grafy, tabulky)

Tabulka č. 1: receptura

komponent	%
pšenice	57,08
sojový extrahovaný šrot 46 % NL	32,6
olej řepkový	6,5
L-threonin	0,07
lysin HCl	0,02
chlorid sodný	0,2
uhličitan sodný	0,2
Vápenec drcený	1,27
monoklaciium fosfát	1,06
Aminovitan BR-výkrm	1
celkem	100

Tabulka č. 2 doporučený obsah živin

Živina		Dny výkrmu					
		od 1. do 10.	od 11. do 24. - 28.	od 25. - 29. do konce výkrmu		od 43.	
		Pohlaví kuřat ¹⁾					
		K i S ²⁾	KS i K ³⁾	S ⁴⁾	KS i K	S	K
ME _N ⁵⁾	MJ	12,6	13,3	13,3	13,4	13,4	13,4
Dusíkaté látky	g	230	210	210	190	190	180
Kys. linolová	g	12,5	12,0	12,0	10,0	10,0	10,0
Veškeré aminokyseliny							
lysín	g	14,1	12,2	11,8	10,4	9,9	9,7
methionín	g	5,3	4,6	4,5	4,0	3,8	3,8
methionín + cystein	g	10,3	9,1	8,8	7,9	7,5	7,5
threonín	g	9,4	8,3	8,0	7,2	6,8	6,8
tryptofan	g	2,4	2,1	2,1	1,8	1,8	1,8
arginín	g	14,6	12,8	12,4	11,0	10,5	10,4
Stravitelné aminokyseliny							
s. lysín	g	12,5	10,9	10,6	9,3	8,9	8,7
s. methionín	g	5,0	4,4	4,2	3,8	3,6	3,5
s. methionín + cystein	g	9,3	8,2	8,0	7,1	6,8	6,8
s. threonín	g	7,9	7,0	6,8	6,0	5,8	5,7
s. tryptofan	g	2,1	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5
s. arginin	g	13,1	11,5	11,2	10,0	9,5	9,4
Ca	g	10,0	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5
P využitelný	g	5,0	4,5	4,5	4,2	4,2	4,2
Mg	g	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
K ⁶⁾	g	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Na ⁶⁾	g	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Cl	g	1,6 - 2,2	1,6 - 2,2	1,6 - 2,2	1,6 - 2,2	1,6 - 2,2	1,6 - 2,2
Mn	mg	100	100	100	100	100	100
Zn	mg	100	100	100	80	80	80
Fe	mg	80	80	80	80	80	80
Cu	mg	8	8	8	8	8	8
I	mg	1	1	1	1	1	1
Se	mg	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15
Vit. A	tis. m.j.	14	12	12	11	11	11
D ₃	tis. m.j.	5	5	5	4	4	4
E	mg	80	60	60	50	50	50
K ₃	mg	4	3	3	2	2	2
B ₁	mg	3	2	2	2	2	2
B ₂	mg	8	6	6	5	5	5
B ₆	mg	5	4	4	3	3	3
B ₁₂	mg	0,020	0,020	0,020	0,015	0,015	0,015
Biotin	mg	0,18	0,18	0,18	0,05	0,05	0,05
Kys. listová	mg	2	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5
Kys. nikotinová	mg	60	60	60	40	40	40
Kys. pantotenová	mg	16	16	16	15	15	15
Cholin	mg	1800	1600	1600	1400	1400	1400