

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Porovnání nutriční hodnoty a stravitelnosti ovsa setého
a ovsa černého**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Anna Gergelová

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Porovnání nutriční hodnoty a stravitelnosti ovsa setého a ovsa černého 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce PhDr. Vladimíru Plachému, za vedení mé diplomové práce, cenné rady a odborný dohled. Paní Ing. Lucii Starostové za umožnění provedení pokusu na koních z Akademického jezdeckého klubu. Poděkování patří i mé rodině za podporu a trpělivost během mého studia.

Porovnání nutriční hodnoty a stravitelnosti ovsa setého a černého ovsa

Souhrn

Literární přehled diplomové práce zahrnuje články a publikace věnované tématice trávicího traktu, problematice měření stravitelnosti živin u koní, charakteristice a nutričním hodnotám ovsa setého žlutého (*Avena Sativa*), ovsa černého (*Avena strigosa*) a sena.

Praktická část této práce je věnována porovnání nutričních hodnot a stravitelnosti ovsa v krmné dávce, která obsahovala žlutý nebo černý oves a seno. Pokus byl proveden na šesti koních zapůjčených z Akademického jezdeckého klubu v Praze – Suchdole v průběhu února 2016. Přípravné období bylo 5 dní, a vlastní odběr vzorků výkalů proběhl 5. dne ráno po ranním krmení. Z šesti koní byly vytvořeny tři páry. První pár tvořili valaši plemene český teplokrevník, kteří byli ustájeni ve vnitřní boxové stáji. Druhý pár tvořili valaši plemene hafling ve venkovním boxovém ustájení. Třetí pár tvořili valaši plemene hucul a welsh cob, ustájeni ve venkovním boxu. Vždy jeden kůň z pokusného páru byl krmen ovsem setým pluchatým a druhý kůň ovsem černým odrůdy *Raven*. Krmná dávka byla pro oba koně stejná a obě pokusná zvířata zároveň dostávala stejné množství objemného krmiva.

Koeficient stravitelnosti byl zjištěn na základě použití indikátorové metody za pomoci indikátoru ligninu. Provedeny byly chemické analýzy stanovení sušiny a popelovin, hrubé vlákniny (CF), neutrálně – detergentní vlákniny (NDF), acido – detergentní vlákniny ADF a acido – detergentního ligninu (ADL), hrubého tuku a dopočítány bezdusíkaté látky výťažkové (BNLV) a organická hmota (OH).

Mezi pokusnými páry nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Proto byla hypotéza o odlišnosti nutriční a dietetické hodnotě ovsa setého a černého zamítnuta.

Klíčová slova: oves, kůň, stravitelnost, nutriční hodnota

Comparison of the nutritional value and digestibility of classical oat and black oat

Summary

A review of literature thesis includes articles and publications dedicated to the topic of the digestive tract, the issue of measuring the digestibility of horse nutrients, characteristics and nutritional values of the yellow oat (*Avena sativa*), black oat (*Avena strigosa*) and hay. The practical part is devoted to comparing the nutritional values and digestibility of yellow and black oats in the ration using yellow or black with oat hay

The experiment was conducted on six horses borrowed from the Academic riding club in Prague - Suchbátka in February 2016. The preparatory period was 5 days, and sampling of faeces took place fifth morning after the morning feeding. Three pairs were created out of the six horses. The first pair formed gelding breed, Czech warmblood, who were housed in the inner box stable. The second pair formed a Haflinger gelding breed housed in an outdoor box. The third pair formed a Hucul gelding breed and welsh cob, housed in an outdoor box. One of the horses from an experimental pair was fed oat hulls and other horse was fed black varieties oats Raven. Rations was the same for both of the horses and both experimental animals also received the same amount of roughage.

Digestibility coefficient was found at the base of the marker method using indicator lignin. The chemical analysis of determination of dry matter and ash, crude fiber (CF), neutral - detergent fiber (NDF), acid - detergent fiber ADF and acid - detergent lignin (ADL), crude fat and calculated using nitrogen-free substances process colors (BNLV) and organic matter (OH) were performed.

Among the experimental pairs there was no statistically significant difference. Therefore, the hypothesis about differences in nutritional and dietetic value of oat and black oat was rejected.

Keywords: oat, horse, digestibility, nutritional values

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	Literární přehled	10
3.1	Trávicí soustava a fyziologie trávení	10
3.1.1	Dutina ústní.....	10
3.1.2	Jícen	10
3.1.3	Žaludek.....	10
3.1.4	Tenké střevo	11
3.1.5	Tlusté střevo	12
3.2	Živiny	13
3.2.1	Dusíkaté látky.....	13
3.2.2	Sacharidy.....	13
3.2.2.1	Vláknina.....	14
3.2.2.2	Bezdušíkaté látky výtahkové - BNLV	15
3.2.3	Lipidy.....	15
3.2.4	Minerální látky	15
3.2.5	Vitamíny	16
3.3	Stanovení stravitelnosti živin	18
3.3.1	Stanovení stravitelnosti živin	18
3.3.2	Pravidla pokusu.....	18
3.3.2.1	Zdánlivá stravitelnost	19
3.3.2.2	Skutečná stravitelnost.....	19
3.3.3	Klasická metoda stanovení stravitelnosti živin	19
3.3.4	Nepřímé metody – indikátorová metoda	20
3.4	Oves setý (Avena sativa)	21
3.4.1	Oves živinové složení	22
3.4.2	Dietetické vlastnosti ovsu	23
3.5	Černý oves	25
3.5.1	Černý oves záměna	25
3.5.2	Historie černého ovsu	25
3.5.3	Černý oves v České republice	26
3.6	Seno	27
4	Metodika	29
4.1	Stanovení sušiny a popelovin	30
4.2	Stanovení vlákniny přístrojem ANKOM220 Fiber Analyzer	31

4.2.1	Stanovení hrubé vlákniny	31
4.2.2	Stanovení neutrálně detergentní vlákniny	32
4.2.3	Stanovení acido-detergetní vlákniny	33
4.2.4	Stanovení acido-detergetního ligninu (ADL).....	34
4.3	Stanovení tuku na přístroji SER 146 (Velp)	34
4.4	Stanovení dusíkatých látek na přístroji Kjeltec 2400	35
4.5	Výpočet organické hmoty	35
4.6	Výpočet BNLV.....	36
4.7	Statistické analýzy	36
5	Výsledky	37
5.1	Výsledky živinového složení ovsa setého žlutého a černého	37
5.2	Výsledek živinového složení sena.....	38
5.3	Stravitelnost živin z analyzovaných výkalů	40
6	Diskuze	41
7	Závěr	44
8	Literatura.....	45
9	Seznam použitých zkratk	51

1 Úvod

Oves je pro koně tradičním krmivem, kterým jsou krmeni již celá staletí. Důvodem je vysoký obsah vlákniny, která působí příznivě na koňské trávení. Oves se často krmí v kombinaci s jinými obilovinami, kvůli zmírnění účinku alkaloidu aveninu. Ten u koní může způsobovat vzrušivost až zbrkllost. Tyto negativní účinky se projevují při krmení vyšších dávek ovsu a to převážně u prošlechtěných plemen. Proto se oves často vylučuje z komerčních krmných směsí, protože není pro koně nezbytný a dá se nahradit i jinými komponenty. Nepříznivě se ve výživě zvířat hodnotí i obsah neškrobových polysacharidů ovsu a to zejména obsah β -glukanů, které přispívají ke zvýšení viskozity a tím ke zpomalení trávení. Z hlediska výživy člověka jsou β -glukany vnímány pozitivně pro své antioxidační, protirakovinné účinky a schopnost snižovat glykémii.

Nejčastěji se koně krmí ovsem setým žlutým (*Avena sativa*) ať již pluchatým nebo nahým (*Avena nuda*), ale krmí se i ovsem černým (*Avena strigosa*), zejména dostihové a sportovní koně. Pěstování ovsu černého bylo minulosti hojně rozšířeno po celé Evropě. Od poloviny 20. století byl však postupně vytlačen ovšem setým žlutým. Zůstal pak rozšířen jako plevelná rostlina na chudších půdách. Jeho popularita však v současnosti opět stoupá, což dokazují dvě vyšlechtěné odrůdy černého ovsu v České republice a to odrůda *Raven* (2008) a *Cavaliere* (2013). Jako krmivo si oves černý oblíbili chovatelé koní, protože se domnívají, že má lepší nutriční hodnoty než oves žlutý. Tento předpoklad mne zaujal a svoji diplomovou práci jsem proto věnovala problematice srovnání nutričních hodnot a stravitelnosti ovsu černého a žlutého.

2 Cíl práce

Hypotéza: Nutriční a dietetická hodnota ovsa setého je odlišná od ovsa černého.

Cílem práce je srovnat nutriční hodnotu a stravitelnost ovsa setého (*Avena sativa* L.) a ovsa černého (*Avena sativa* var. *nigra* L.) při krmení dospělých koní.

3 Literární přehled

3.1 Trávicí soustava a fyziologie trávení

3.1.1 Dutina ústní

Dušek et al. (2011) uvádí, že kůň uchopuje krmivo řezáky a pohybováním horním pyskem. Velká pohyblivost pysků umožňuje potravu roztřídit a méně chutné složky z ní vynechat (Mayer a Coenen, 2003). Pomocí zubů se mechanicky zmenšují částice přijímané potravy a drcením o zubní plošky zároveň dochází ke zvětšení povrchu přijaté potravy a tím její snadnější chemické a mikrobiální degradaci (Reece, 2000). Kůň žvýká potravu vždy jen na jedné straně čelisti a pravidelně je střídá (Mayer a Coenen, 2003). Vylučování slin probíhá nepřetržitě pouze u drobných slinných žlázek, v horku i z průušních žlázek. Sliny koně obsahují méně Na, HCO₃, mají nižší pH a slabší nárazníkové schopnosti ve srovnání s přežvýkavci a neobsahují alfa – amylázu (Jelínek a Koudela, 2003). Na zpracování jednoho sousta potřebuje kůň 30 – 60 žvýkacích pohybů a asi 40 – 60 sekund. Spotřeba energie vynaložená na rozžvýkání středně kvalitního sena je až 10% z hodnoty přijímaného krmiva (Dušek et al., 2011). Sežrat 1 kg ovsa trvá koni průměrně 10 minut a 1 kg sena koni zabere 40 – 50 minut (Mayer a Coenen, 2003). Z dutiny ústní pokračuje dále potravu do jícnu.

3.1.2 Jícen

Jícen je dlouhý až 1,5 m. Jeho funkcí je transport rozmělněného sousta do žaludku (Dušek et al., 2011). Dutina jícnu je v klidu stlačená a vytváří řasy, teprve při průchodu sousta se řasy vyrovnávají, takže se nemusí jícen příliš rozšiřovat a mohou jím procházet i větší předměty. Někdy však může dojít k ucpání (Reece, 2000). Dolní úsek jícnu vstupuje do žaludku pod ostrým úhlem, který znemožňuje zpětný tok potravy (Dušek et al., 2011).

3.1.3 Žaludek

Žaludek koně je poměrně malý a přizpůsobený přijímání menších dávek potravy (Mayer a Coenen, 2003). Jeho obsah je 9 – 25 litru a zaplňuje se potravou asi do 80% své kapacity (Dušek et al., 2011). Má fazolovitý tvar a rozlišuje se na tři části: dopředu vybíhá slepý vak s kutánní, bezžlaznatou sliznicí a dvě zadní části (fundus a pyloru) do nichž ústí vývody žláz vylučující žaludeční šťávy. Motorická činnost žaludku je malá, proto se potrava, co se postupně dostává do žaludku, vrství do slepého vaku a fundu (Dušek et al., 2011). Obsah se zvlhčuje a již v průběhu krmení se přesunuje dál (Mayer a Coenen, 2003). Proto je schopen kůň přijímat větší množství krmiva než je jeho kapacita žaludku (Dušek et al., 2011).

Žaludek koně má dva typy sliznice – žláznatou a bezžláznatou. Vlastní žaludeční žlázy obsahují buňky hlavní, krycí a vedlejší. Buňky hlavní produkují pepsinogen, buňky krycí vylučují kyselinu chlorovodíkovou a solnou a vedlejší buňky produkují ochranný hlen (Reece, 2000). Za den se vyloučí přibližně 30 litrů žaludečních šťáv (Dušek et al., 2011). Ve slepém vaku je potrava vystavena působení mikroflóry (bakterií mléčného kvašení, streptokoky, kvasinky) a enzymy rostlinného původu (Jelínek a Koudela, 2003). Zde se odbourávají lehce štěpitelné glycidy, jako cukry a škroby, částečně i bílkoviny. Z těchto procesů vzniká kyselina mléčná, nižší mastné kyseliny a také plyny (CO_2 , H_2) a produkty rozkladu bílkovin (amoniak, fenoly) (Mayer a Coenen, 2003). Celulóza se v žaludku netráví díky nepřítomnosti celulólytických bakterií (Jelínek, Koudela, 2003) Největší část bílkovin se tráví ve fundu žaludku, kde žaludeční žlázy vylučují a pepsinogen a kyselinu chlorovodíkovou (Dušek et al., 2011). Ale žádné látky nerozkládají tuky a glycidy (Mayer a Coenen, 2003).. Přibližná doba rozložení bílkovin obsažených v žaludku je 5 hodin (Dušek et al., 2011). Smícháním potravy s žaludečními šťávami klesá pH a přerušuje se činnost mikroorganismů (Mayer a Coenen, 2003). V přední části žaludku převládá mikrobiální trávení díky vysokému obsahu mikrobů a pH. Hodnota pH v jednotlivých částech kolísá 1,5 – 4,3 ve žláznaté části a 6 – 6,6 ve slepém vaku (Jelínek a Koudela, 2003).

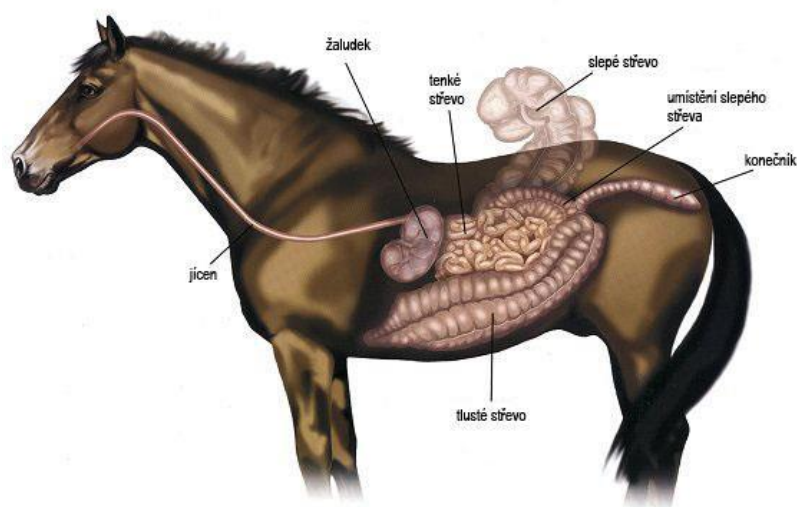
3.1.4 Tenké střevo

Délka tenkého střeva je zhruba 20 metrů a skládá se ze tří částí: dvanáctníku (duodenum), lačníku (jejunum) a kyčelníku (ileum). Ústí do něj dvě dva vývody orgánu jater a pankreatu jejich produkty jsou žluč, pankreatická šťáva a střevní šťáva a naopak z tenkého střeva proudí látky do krevního oběhu cestou miznicových cév a vrátníční žilou (Dušek et al., 2011). Sliznice je zvrásněna klky, jejichž povrch je tvořen cylindrickým epitelem s řasinkami. Díky klkům je zvětšen povrch stěny sliznice (Mayer a Coenen, 2003). Slinivka břišní tvoří permanentně pankreatickou šťávu, která u koní obsahuje jen málo enzymů. Vylučování pankreatické šťávy se pohybuje mezi 5 – 10 % z živé hmotnosti zvířete (Mayer a Coenen, 2003).. Pankreatická šťáva obsahuje enzymy jako trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidázu, elastázu, amylázu, lipázu, cholestrolesterázu, kolipázu dále zásadité sloučeniny jako hydrogenuhličitan sodný dále také Na_3CO_2 , NaCl , soli K, Ca, Mg, Fe (Jelínek a Koudela, 2003). Kůň nemá žlučník, žluč je vylučována kontinuálně a ve velkém množství přímo do dvanáctníku (Mayer a Coenen, 2003). Žluč je produktem jaterních buněk a jejím hlavním účelem je trávení a vstřebávání tuků a vylučování některých látek z organismu. Sloučí k emulgaci tuků, resorpci vitamínu rozpustných v tucích, neutralizaci kyselého prostředí ve

dvanáctníku, odstraňují z organismu látky jako cholesterol, bilirubin a mnohé produkty detoxikace (Jelínek a Koudela, 2003). Střevní šťáva je produktem Lieberkühnových krypt, které se nacházejí ve sliznici Brunnerových žláz z podslizničního vaziva dvanáctníku. Pohárkové buňky sliznice tvoří hlen, který chrání sliznici (Jelínek a Koudela, 2003). Za normálních podmínek pH ve dvanáctníku dosahuje 6,5 a v lačnicku a kyčelníku nad 7 (Mayer a Coenen, 2003).. Doba pasáže tráveniny je 5-6 hodin potom přechází do tlustého střeva pomocí dvou typů pohybů místních a peristaltických (Jelínek a Koudela, 2003)

3.1.5 Tlusté střevo

U koně má tlusté střevo analogickou úlohu jako předžaludek u přežvýkavců. Účelem mikroflóry je především trávení sacharidů za vzniků těkavých mastných kyselin a to kyseliny octové 64 %, propionové 19 % a máselné 14 % v malém množství i kyselina mravenčí, mléčná a jantarová (Jelínek, Koudelka, 2003). Kůň získává až 75 % energie z těchto těkavých mastných kyselin resorbovaných v tlustém střevě (Reece, 2000). Délka střeva je jen 6 m, ale jeho objem je 130 litrů (Dušek et al., 2011). Skládá se z e slepého střeva, tračnicku a konečníku (Reece, 2000). V tlustém střevě je pomalejší peristaltika a proto se zde potrava obvykle zdržuje 15-20 hodin. Na trávení se podílí mikrobiální biomasa, která ovšem není tak početná jako u přežvýkavců. Nejvhodnější podmínky pro rozvoj biomasy je ve slepém střevě a v počátečním úseku tračnicku. V distálních částech tračnicku jsou již nepříznivé podmínky a bakterie hromadně odumírají. Resorbovány jsou pak nejen jejich těla, ale i glykogen, rozkladné produkty celulózy a vitamíny skupiny B (Dušek et al., 2011). V poslední části tračnicku a konečníku se vstřebává voda a tím se zahustí obsah střev (Mayer a Coenen, 2003).



Obr. 1 – Trávicí trakt koně (Jančíková, 2013)

3.2 Živiny

3.2.1 Dusíkaté látky

Jsou to složité, velké molekuly s velkou molekulovou hmotností (Reece, 2000). Jejich základními stavebními kameny jsou aminokyseliny, který vznikají hydrolýzou bílkovin. Aminokyseliny jsou navzájem spojeny peptidickou vazbou (Reece, 2000). Degradace bílkovin probíhá při vstupu molekuly vody (Reece, 2000). Trávení bílkovin začíná v žaludku a pokračuje v tenkém střevě. Peptidázy a to hlavně trypsin štěpí bílkovinné řetězce na tri - a di - peptidy a ty jsou dále štěpeny až na aminokyseliny střevní sliznicí (Reece, 2000). Volné aminokyseliny se krevní plazmou a tkáňovými tekutinami transportují do buněk, kde podléhají metabolickým přeměnám (Jelínek a Koudela, 2003). Bílkoviny mají hlavně stavební funkci, ale při sníženém přísunu energie mohou za předem stanovených podmínek částečně převzít i funkci energetickou. Po odštěpení dusíkaté složky pod proteinů zůstává tzv. bezdusíkatý zbytek, který může vstoupit složitými biochemickými pochody do metabolismu tuků a glycidů s konečnou přeměnou na glycidy a tuk, nebo se může uvolnit jako energie (Dušek et al., 2011). Průměrná bílkovina obsahuje 16 % dusíku, vyjádření obsahu dusíku v krmivu jako prvku násobeného zpravidla koeficientem 6,25 (Zeman et al., 2006).

3.2.2 Sacharidy

Jsou zdrojem energie, která je přijímána potravou ve formě monosacharidů, disacharidů a polysacharidů (Jelínek a Koudela, 2003). Polysacharidy důležité pro zvířata jsou škrob, glykogen, celulóza, hemicelulóza a pektiny (Štercová et al., 2012). Glykogen představuje sacharidovou rezervu zvířat, která se skladuje v játrech a ve svalech (Reece, 2000). Škrob je vynikající zdroj energie a degraduje se hydrolýzou pomocí amylázy v tenkém střevě nebo mikroorganismů v tlustém střevě na disacharid maltózu a dále až na monosacharid glukózu, která již se snadno resorbuje (Reece, 2000). Disacharidy se snadno štěpí pomocí sacharázy, která je plně aktivní až od 7. měsíce věku koně a naopak laktózu mohou plně využívat pouze hříbata (Mayer a Coenen, 2003). Jednoduché cukry jako glukóza a fruktóza se vstřebávají přímo stěnou tenkého střeva do vrátnicového krevního oběhu (Mayer a Coenen, 2003). Sacharidy se dělí na strukturální, které jsou přítomny v rostlinných stěnách a na nestrukturální, které se nacházejí uvnitř rostlinných buněk. Nestrukturální sacharidy představují bezdusíkaté látky výtahové mezi než patří škrob a cukry. Vlákna představuje strukturální sacharidy. Jedná se o směs celulózy, hemicelulóz a nestravitelných inkrustujících látek jako lignin, kutin a křemičitany (Štercová et al., 2012)

3.2.2.1 Vlákna

Není přesně chemicky definovaná látka, je to směs látek skládajících se z celulózy, hemicelulózy a nestravitelných inkrustujících látek, zejména ligninu, kutinu, křemičitanů atd. (Zeman et al., 2006). Vlákna je hlavní podpůrnou složkou rostlinných buněčných stěn.

Funkce vlákniny (Štercová et al., 2012)

- Zajišťuje mechanické nasycení zvířat
- Podporuje motoriku trávicího traktu
- Limituje příjem krmiva
- Limituje stravitelnost krmiva

Při dostatečně hustém osídlení mikroorganismy tenkého střeva dochází k částečnému rozkladu vlákniny už v tenkém střevě jako např. u ovesných složek ze 3 %. Větší význam má, ale až trávení v tlustém střevě, kde rozkladem vlákniny vznikají těkavé mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které přecházejí přes stěnu tlustého střeva do krve a zásobují organismus energií. Z těchto kyselin se na glukózu může metabolizovat pouze kyselina propionová (Mayer a Coenen, 2003).

Celulóza tvoří většinu podpůrných tkání rostlin. Je tvořena glukózovými jednotkami spojenými β – (1,4) – glykosidickými vazbami. Vytváří pevnou vlákninou molekulou, která se dá hydrolyzovat pouze koncentrovanými kyselinami (Štercová et al., 2012).

Hemicelulóza je strukturální necelulózový polysacharidy buněčných stěn, který vyplňuje prostory mezi celulózovými vlákny. Je rozpustná ve zředěných kyselinách a zásadách (Štercová et al., 2012) Neutrálně-detergentní vlákna zahrnuje celkový obsah celulózy, hemicelulózy a ligninu (Štercová et al., 2012). Principem metody stanovení NDF je působení neutrálního detergentu a alfa amylázy za varu na testované krmivo. Alfa amyláza se přidává za účelem odstranění reziduí škrobu (Van Soest, 1994).

Acido-detergentní vlákna obsahuje celulózu a lignin (Štercová et al., 2012). Principem metody je působení kyselého detergentu za varu na testované krmivo (Třináctý et al., 2013) Při nižším obsahu ligninu dochází ke zvýšení stravitelnosti buněčných stěn a to díky lepšímu přístupu enzymů a bakterií k celulóze a hemicelulóze. Lignin přispívá ke strukturální integritě pletiv rostliny. Dosud se podařilo identifikovat vazby mezi ligninem a arabinoxylany, které zamezují jednotlivým mechanickým a strukturním složkám dřevnatět – lignifikovat (Třináctý et al., 2013). Stanovení obsahu acido-detergentního ligninu navazuje na stanovení acido-detergentní vlákniny. Vzorek se promývá 72 % kyselinou sírovou (Třináctý et al., 2013).

3.2.2.2 Bezdušikaté látky výtažkové - BNLV

Jedná se o nestrukturální sacharidy, které představují energetickou složku krmiva. Jde o množství škrobu, cukrů, organických kyselin a jiných látek rozpustných ve vodě a slabých kyselinách (Dušek et al., 2011). Hlavním představitelem nestrukturálních sacharidů je škrob. Ten tvoří 50 – 80 % organické hmoty semen obilovin (Zeman et al., 2006). Skládá se ze dvou složek amyulózy a amylopektinu.

Dále jsou z BNLV jsou významné hlavně hexózy (D – glukóza, D – fruktóza, D – galaktóza, D – manóza) z disacharidů má mimořádný význam především sacharóza (řepný cukr, třtinový) (Zeman et al., 2006). Ty slouží v organismu jako zdroj glukózy, která je hlavním zdrojem energie buněk (Štercová et al., 2012).

3.2.3 Lipidy

Mezi významné lipidy přijímané v potravě patří triacylglyceroly, fosfolipidy, glykolipidy, steroly a steroidy a lipochromy (Jelinek, Koudela, 2003). Rozklad tuků probíhá počátečním úseku tenkého střeva. Po emulgaci žlučovou kyselinou jsou taky působením lipázy štěpeny převážně na mastné kyseliny a monoglyceridy, které se vstřebávají (Mayer a Coenen, 2003). Hlavním médiem pro transport je lymfa prostřednictvím chylomikronů a lipoproteidu s velmi nízkou hustotou VLDL, která přenáší triacylglyceroly. Lipidové frakce a vitamíny rozpustné v tucích (Mayer a Coenen, 2003). V tlustém střevě se ještě vstřebávají mastné kyseliny z tuků obsažených v potravě a žijí zde mikroorganismy syntetizující tuky (Mayer a Coenen, 2003). V běžných zrninách a olejninách je od 1 % až po 45 % tuku (Zeman et al., 2006).

3.2.4 Minerální látky

Minerální látky jsou anorganické komponenty krmiva (Reece, 2000). V živočišném těle tvoří 3-5 % tělesné hmoty (Zeman et al., 2006). Tělo koní obsahuje zhruba 22 známých minerálů, většina je považována za významné pro život (Davides, 2009). Mají významy vliv na metabolické procesy a tím na užitkovost a zdraví zvířat (Zeman et al., 2006). Mají – li své funkce plnit své funkce v organismu, musejí být obsaženy v dostatečném množství a v požadovaném poměru (Dušek et al., 2011). Ve výživě rozdělujeme nepostradatelné prvky na makro a mikro elementy.

Makroelementy	Mikroelementy
Vápník (Ca)	Železo (Fe)
Fosfor (F)	Měď (Cu)
Sodík (Na)	Mangan (Mn)
Hořčík (Mg)	Kobalt (Co)
Draslík (K)	Jod (I)
Síra (S)	Selen (Se)
Chlor (Cl)	Molybden (Mo)

Některé minerální látky je nutné dodávat v poměrně velkých množstvích jako např. vápník a fosfor, naopak např. mangan a kobalt jsou potřebné jen v malých množstvích, tyto prvky se označují jako stopové (Reece, 2000).

V živočišném těle převládá z makroprvků vápník a fosfor. Ty se musejí před vstřebáním nejprve rozpustit (Mayer a Coenen, 2003). Velmi omezené je vstřebávání z těžce rozpustných sloučenin jako jsou vápenaté sírany, šťavelany a fytiny (Mayer a Coenen, 2003). Resorpce vápníku je ovlivňována hlavně vitamínem D, parathormonem, kalicitoninem, rozpustností solí vápníku, pH, poměrem k jiným prvkům, přítomností některých sacharidů, tuků a bílkovin. Ze střeva se vápník dostává do buňky po koncentračním gradientu. Na jeho transportu se podílejí i proteiny membrán, které na sebe váží Ca^{2+} . Přejít do krve zajišťuje ATPáza. Vápník a hořčík se vstřebávají v tenkém střevě (Jelínek a Koudela, 2003).

Fosfor se dostává do tenkého střeva společně s trávicími šťávami, při krmení objemného krmiva se tímto způsobem dostane do tenkého střeva více fosforu, než je možné vstřebat. Intenzivněji se vstřebává v tlustém střevě (Mayer a Coenen, 2003). Sodík je vstřebáván v průběhu celé délky střeva pomocí kotransportu s Cl^- , kotransportu s organickými látkami i samostatně. Nejúčinnější je sodíko-draslíková pumpa (Jelínek a Koudela, 2003).

3.2.5 Vitamíny

Pro organismus nejsou ani zdrojem energie ani stavební živinou a jejich zásoba v organismu je nepatrná. Podílejí se ovšem na udržování normálních životních funkcí (Dušek, 2000). Provitamíny jsou látky, které nemají biologickou hodnotu jako vitamíny, ale organismus je schopen i z nich vitamíny vyrobit (Zeman et al., 2006). Vitamíny se dělí na

vitamíny rozpustné v tucích tzn. lipofilní (A,D,E,K,) a na rozpustné ve vodě tzn. hydrofilní (C, B – komplex) (Zeman et al., 2006).

Obrázek 1- chemické složení krmiv (Zeman et al., 2006)

Sušina	N-látky		Bílkoviny	aminokyseliny	
			Nebílkovinné látky	močovina	
	Lipidy		Tuky		
			Vosky		
			Jiné		
	Sacharidy		Vláknina	Celuloza	
				Hemiceluloza	
				Lignin	
			BNLV	Polysacharidy	škrob
				Monosacharidy	cukry
	Popeloviny		Makroprvky	Ca, F, K, Na, S, Mg, Cl	
			Stopové prvky	Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Se, I	

3.3 Stanovení stravitelnosti živin

3.3.1 Stanovení stravitelnosti živin

McDonald et al. (2002) uvádí stravitelnost jako podíl krmiva, které nebylo vyloučeno výkaly, a proto se předpokládá, že se vstřebalo do zvířete, běžně se vyjadřuje jako koeficient stravitelnosti. Zeman et al. (2006) stravitelnost popisuje jako živinu přijatého krmiva (např. dusíkaté látky, jednotlivé aminokyseliny, tuk, mastné kyseliny, vlákninu, škrob, bezdusíkaté látky výtahkové, fosfor, vápník), která nebyla vyloučena výkaly. Nemusí to být jen živina resorbovaná pouze v trávicím traktu, ale za strávenou živinu považujeme i např. živinu přeměněnou v mikrobiálním trávení předžaludku přežvýkavců a energeticky bohatý plyn, který je z organismu vylučován krkáním.

Ke zjišťování stravitelnosti je možno použít několik metod. Cuddeford (2000) uvádí, že měření in vivo je ideální metodou pro stanovení stravitelnosti u koní. Stanovení stravitelnosti se také provádí různými metodami in vitro (například inkubací sáčků se zkoumaným krmivem) (Zeman et al., 2006). Běžně se užívá zjišťování bilančně strávené živiny, když z obsahu krmiva odečítáme celý obsah živin ve výkalech. Tuto metodu označujeme jako zdánlivá stravitelnost (Zeman et al., 2006).

3.3.2 Pravidla pokusu

Zvířata zařazená a vybraná pro pokusné účely musí být vždy zdravá a nezamořená parazity. Pokus má dvě období, přípravné (adaptační) období a bilanční období (Zeman et al., 2006) Účelem adaptačního období je především zajistit, aby byly zbytky vylučované výkaly z hodnoceného krmiva a mikroflóra stabilní (Goachet et al, 2009). Dále se zvířata navykají na novou krmnou dávku, případně na bilanční stání či sběrný postroj (Zeman et al., 2006). Délka přípravného období záleží na druhu zvířete a složení krmné dávky. Nejčastěji se pohybuje od pěti do 15 dnů. Smolder et al. (1990) uvádí 10 dní a (Karlsson et al., 2000) udává 9 a (Van Weyeyenberg et al., 2007) až 21 dní. Bilanční pokus by měl trvat minimálně 5-10 dní (Zeman et al., 2006)

Můžeme pracovat klasickou nebo indikátorovou metodou. Při klasickém bilančním pokusu zaznamenáváme množství veškerého přijímaného krmiva a zaznamenáváme nedožerky, shromažďujeme všechny výkaly a odebíráme vzorky na analýzu. Čerstvé vzorky výkalů zamrazujeme po přidavku několika kapek chloroformu a uchováváme v hermeticky uzavřené nádobě k chladničce (Zeman et al., 2006)

3.3.2.1 Zdánlivá stravitelnost

Zeman et al. (2006) udává že, při zjišťování zdánlivé stravitelnosti zanedbáváme skutečnost, že výkaly obsahují také živiny metabolického původu, které nepocházejí ze zkoumaného krmiva, ale z organismu zvířete. Výkaly mohou obsahovat zbytky z trávicích šťáv, odloupané buňky sliznice. Stravitelnost krmiva (Mayer a Coenen, 2003) lze vypočítat na základě znalostí množství přijatého krmiva a vyloučeného trusu podle jednoduchého vzorce. Výpočet zdánlivé stravitelnosti živin (Zeman et al., 2006):

$$\text{Bilančně stravitelná živina} = \text{živina v krmivu} - \text{živina ve výkalech}$$

Výpočet koeficientu bilanční (zdánlivé) stravitelnosti

$$\text{Koeficient bilanční stravitelnosti} = \frac{\text{bilančně stravitelná živina}}{\text{živina krmiva}} \times 100$$

3.3.2.2 Skutečná stravitelnost

Jestliže při vhodném uspořádání pokusu stanovíme obsah živin metabolického původu, pak od přijaté živiny odečteme jen nestrávenou živinu krmiva a tím zjistíme skutečné množství strávené živiny (Zeman et al., 2006)

$$\text{Skutečně strávená živina/ standardizovaná} = \text{živina v krmivu} - (\text{celkový obsah živiny ve výkalech} - \text{živina metabolického původu ve výkalech (bazální endogenní živina)})$$

Procentuální podíl skutečně stravitelné živiny z celkového obsahu v krmivu nazýváme koeficientem skutečné stravitelnosti (Zeman et al., 2006). Standardizovaná stravitelnost je vždy vyšší než stravitelnost zdánlivá a je neměnná, na příjmu živiny nezávislá (Třináctý et al., 2013).

3.3.3 Klasická metoda stanovení stravitelnosti živin

Vyčíslení příjmu potravy a celkový sběr výkalů jsou považovány za nejpřesnější ke stanovení stravitelnosti u koní (Bergero et al., 2009). Nicméně tato metoda je velmi časově náročná a velmi pracná a omezuje počet pokusných zvířat (Schurg, 1981). Kromě toho vyžaduje zadržení zvířat ve stáji, což ohrožuje jejich welfare.

Existují zařízení a přístroje, které umožňují shromažďování veškerých výkalů a moče odděleně do automatického zařízení pro denní sběr výkalů (Vander Noot et al., 1965) . Tyto speciální postroje a potřeba uložit a analyzovat velké množství výkalů zvyšují náklady celého pokusu. Doba sběru výkalů se pohybovala od 3 dnů (Lindberg et al., 2006) do 10 dnů (Smolders et al., 1990). Martin-Rosset et al. (1994) doporučil 6-denní sběr výkalů po 14 dnech adaptace, zatímco Pagan (1998) doporučil 5-denní sběr výkalů po třech týdnech adaptace. Goachet et al. (2009), uvádí jen 3-denní sběr pro stanovení DM, organické hmoty a vláknité frakce. Ale pro stanovení hrubého tuku Hintz a Loy (1966) doporučuje 4 dny. Naopak Araújo et al. (2003) doporučuje 5-denní období sběru, pro stanovení stravitelnosti pícnin nebo pícnin a koncentrátu.

3.3.4 Nepřímé metody – indikátorová metoda

Jako alternativy k předešlým metodám se používá nepřímé metody, která se vyhodnocuje na základě použití nestravitelných markerů v krmivech (Miraglia, et al. 1999). Umožňuje pouze periodicky sběr reprezentativního vzorku místo shromažďování všech výkalů. Použitím této metody se minimalizují změny v běžném ustájení koně (Goachet et al., 2009). Výpočty koeficientů stravitelnosti jsou pak založeny na koncentraci markerů přirozeně přítomných nebo přidaných do krmiva.

Běžně se využívá jako interní marker pro odhad stravitelnosti u koní popel nerozpustný v kyselině, lignin a n-alkany (Oradakwski et al. 2001). Dále také methoxylové skupiny nebo komponenty ke krmné dávce záměrně přidané tzn. externí indikátory (Třináctý et al., 2013). K externím indikátorům patří oxid chromitý (Cr_2O_3), oxid titaničitý (TiO_2) i jiné látky, z hydrosolubilních sloučenin např. polyetylénglykol o vhodné molekulové hmotnosti (cca 4000) nebo chromitý komplex etylendiamintetraoctové kyseliny (cr-EDTA) (Třináctý et al., 2013). Zeman et al. (2006) uvádí, že markery se průchodem trávicím ústrojím nijak nemění a ani nejsou vstřebávány. Výpočet se provádí odečtením jejich rozdílu koncentrace v potravě a v trusu a s pomocí tohoto výpočtu se dá dopočítat stravitelnost zbývajících složek krmiva. Tato metoda je ideální pokud se chceme vyhnout nutnosti sběru všech výkalů a zjišťování přesné spotřeby krmiva (Třináctý et al., 2013). Sales a Janssens (2003) uvádějí, že marker musí splňovat následující:

- musí být netoxický
- -nezměněném stavu procházet trávicím traktem
- nemá mít vliv na fyziologické procesy v trávicím traktu
- má být zcela izolovatelná ve stolici

3.4 Oves setý (*Avena sativa*)

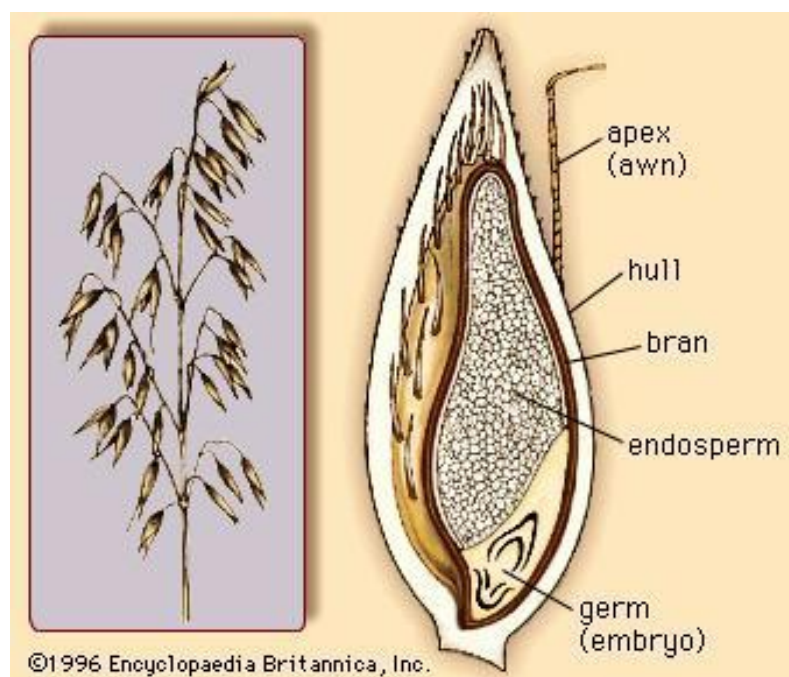
Oves je hexaploidní kulturní druh patřící do řádu lipnicotvarých (*Poales*). V minulosti býval oves mnohem významnější než je tomu dnes, světová produkce byla 50 mil tun na začátku 1960. Od druhé poloviny 20. století ovšem neustále klesá jeho produkce, díky jeho nahrazování více energetickými živinami jako je ječmen a kukuřice (Hoffman, 1995).

Stéblo je pevné, méně poléhavé s výškou 1,2 až 1,4 m. Listy jsou široké, dlouhé, barvy modrozelené a levotočivé. Ouška chybí. Květenstvím je lata (Loskutov a Rines, 2011).

Oves je obilovina nenáročná na teplo, ale zároveň je velmi náročná během celé doby vegetace na zásobení vodou. Počet klásků v latě se běžně pohybuje mezi 25-40. Má mohutně vyvinutý kořenový systém, díky němuž je schopen využít až 60% z půdní zásoby (SELGEN, 2016).

Mezi druhy ovsa nejčastěji celosvětově pěstované patří *Avena sativa*, *Avena abyssinica*, *Avena byzantina*, *Avena nuda*, *Avena strigosa*. Běžně se krmí koním dva druhy ovsa setého (*Avena Sativa*) oves pluchatý a nahý (*Avena nuda*). Nahý oves obsahuje více hrubého proteinu a oleje a má až o 30 % více pomalu uvolňující se energie než oves pluchatý. Krmít by se s ním mělo opatrně, protože obsahuje i více škrobu než běžný oves (Davides, 2009). Současné odrůdy pluchatého ovsa dosahují v odrůdových pokusech výnosu 6-7t/ha a u nahého 4-5 t/ha (SELGEN, 2016).

Obrázek 2-morfologie zrna ovsa (*Encyclopedia Britannica*, 1996)



3.4.1 Oves živinové složení

Oves má střední obsah dusíkatých látek (Zeman et al., 2006) a příznivé aminokyselinové složení. Zrno také obsahuje oleje bohaté na kyselinu linolovou, nadprůměrný obsah thiaminu a rozpustnou vlákninu složenou převážně z β -glukanů (Peterson et al. 1995).

Obsah dusíkatých látek se pohybuje mezi 12,1 až 16 % a u nahého ovsa 15,2 až 23,6 % (Moudrý, 1991). Obsah dusíkatých látek je však ovlivňován úrodností půdy, dávkou a dobou aplikace dusíku a dalších faktorech. Oproti ostatním obilovinám se oves vyznačuje příznivým aminokyselinovým složením a to především oves nahý (Campbell, 1996).

Aminokyselina	Nahý oves
Lysin	4,6
Valin	4,9
Isoleucin	3,2
Leucin	8,4
Threonin	2,8
Fenylalanin	3,2

Tabulka 1 - Aminokyselinové složení u nahého ovsa v $g \cdot kg^{-1}$ (Moudrý, Vavreiová, 1998)

Obsah tuku se pohybuje kolem průměrné hodnoty 7 % (Moudrý, 1991). Prostředí ovlivňuje obsah tuku méně než u dusíkatých látek, rozhodující je zejména pozitivní vliv nižších teplot v době syntézy tuku. Tuk nahého ovsa se vyznačuje příznivým složením vyšších mastných kyselin z nich jsou nejvíce zastoupené – palmitová, olejová a linolová (Vaculová et al., 1999). Vysoký obsah tuku může jedné straně zvyšovat energetickou a nutriční hodnotu ovsa, ale na druhé straně jeho nízká stabilita, může být příčinou hořké chuti zrna (Moudrý, 1991). Hydrolytický enzym lipáza byl nalezen především ve vnějších vrstvách ovesného zrna a je aktivován mletím nebo mechanickým poškozením (Valentine, 1995). Žluknutí a tím hořknutí ovsa roste také se stoupající vlhkostí a dobou skladování (Moudrý, 1991).

Pluchatý oves	Palmitová	stearová	olejová	linolová	linolenová	eikosenová
Průměrné hodnoty v %	16,7	0,7	38,6	41,4	1,5	0,8
Nahý oves						
Průměrné hodnoty v %	16,4	1,1	39,8	40,0	1,4	0,7

Tabulka 2 - Procentický obsah vyšších mastných kyselin v tuku pluchatého a nahého ovsa (Moudrý, 1991)

Z hlediska sacharidového složení v zrně převládají především polysacharidy. Jednoduché sacharidy (sacharóza, rafinóza, maltóza, fruktóza, glukóza) jsou obsaženy v zrně ovsa pouze v množství kolem 1%. Naopak obsah škrobu se pohybuje kolem 66%. Změny v obsahu a složení sacharidů jsou ovlivněny především teplotou a intenzitou slunečního svitu (Plugar, 2008).

Obsah hrubé vlákniny u nahého ovsa se pohybuje od 1,3 % do 3,2 % (Vaculová, 1999). Obsah hrubé vlákniny u pluchatého ovsa je průměrně 12,7 % (Vyskočil et al., 2008). Rozhodující vliv na obsah hrubé vlákniny má ročník a zásobení vláhou. Stanoviště a agrotechnika má nevýznamný vliv (Vaculová, 1999). Obsah neutrálně detergentní vlákniny má průměrnou hodnotu 27 % a obsah acido-detergentní vlákniny je v průměrně 13,6 %. Oves je vedle ječmene nejlepším zdrojem lehce rozpustné vlákniny. Nahý oves obsahuje nejvíce β -glukanů (3,1-5,8 %) z obilovin (Wood et al., 1990).

3.4.2 Dietetické vlastnosti ovsa

Pohledy na dietetické vlastnosti ovsa mohou být odlišné z hlediska lidské výživy a výživy zvířat. Ve výživě zvířat může být nutriční hodnota negativně ovlivněna neškrobovými polysacharidy (NSP). NSP jsou stavební polysacharidy a při hodnocení krmiv jsou součástí komplexu vlákniny (Zeman et al., 2006). Nejzávažnější anitnutriční účinky mají β -glukany a arabinoxylany (Zeman et al., 2006). β -glukany absorbují do sebe tekutiny a přispívají ke zvýšení viskozity a tím ke zpomalení trávení (Duss a Nyberg, 2004). Čímž dochází ke zhoršení podmínek pro vstřebávání živin, dochází k zalepení střevních klků, mohou se rovněž tvořit komplexy s trávicími enzymy. Nevýrazněji klesá využitelnost nasyceným tuků a lipofilních

vitamínů. β – glukany obsažené v ovsu mají větší rozpustnost ve vodě než β -glukany ječmene nebo žita (Butt et al., 2008).

Naopak v lidské výživě je posuzována přítomnost β - glukánů příznivě. Podle současných poznatků se uvádí, že konzumace ovsu snižuje plazmatickou hladinu celkového a LDL cholesterolu. Pozitivní účinek je připisován β -glukanům, které jsou součástí rozpustné vlákniny (Butt et al 2008). β -glukany mají schopnost snižovat absorpci glukózy, což se projevuje snížením hladiny produkovaného inzulínu a sníženou syntézou cholesterolu v játrech (Andersson a Hellstrand, 2012). β - glukany mají význam i při aktivaci imunitních buněk makrofágů. Leukocyty rozpoznají β -glukany pomocí specifických receptorů. Po spojení β -glukanů s makrofágy dochází ke zvýšení fagocytující aktivity (Akramiene et al., 2006). Dále jsou známé antioxidační účinky avenanthramidů, α -tokoferolů a α -tokotrienolů, které jsou obsaženy ve větším množství v ovsu (Anderson a Hellstrand, 2012). Oves má také nízký glykemický index a doporučuje se ke snížení glykemie u onemocnění *Diabetes mellitus* (Duss a Nyberg, 2004) a inzulínové rezistence a omezení rozvoje obezity (McGeich et al., 2013). β - glukany pomáhají k pozvolnému zvyšování hladiny glykemie a tím i snížené inzulínové odpovědi (Duss a Nyberg, 2004). β – glukany mají i inhibiční účinek na nádorové bujení díky β -fectinu (PGG-glukan) s anti-infekční aktivitou (Liang et al., 1998).

3.5 Černý oves

3.5.1 Černý oves záměna

Avena strigosa schreb. je také známý pod řadou jiných názvů jako např. nesouměrný, hřebíkatý, písečný, černý nebo malý oves. *Avena strigosa* může být zaměněn za dva velice příbuzné diploidní druhy *Avena hispanica* a *Avena brevis* (Paczos-Grzęda, 2003).

K záměně černého ovsa kvůli barvě zrna může dojít i u znehodnocených zrn ovsa žlutého. Černá nebo ztrouchnivělá zrna se vyskytují v průměru 0,2 – 14 % z celkového počtu v latách u nahého ovsa. Důvodem jsou houby rodu *Alternaria* (*A. tenuissima*, *A. alternata*) (Clothier et al., 1995). Houby rodu *Fusarium* napadají laty ovsa v době kvetení, zatímco rod *Alternaria* až v pozdější fázi vývoje (Adler et al., 2003). Černá zrna snižují senzoričnou hodnotu mlýnských produktů změnou jejich barvy, což je nežádoucí hlavně pro výrobu pro lidskou výživu (Moudrý, 1991).

3.5.2 Historie černého ovsa

Byl pěstován v minulosti lidmi záměrně pěstován, v současnosti roste jako plevel mezi jinými jarními obilovinami. Pochází z západní a severozápadní Evropy s častým výskytem na Iberijském poloostrově. *Avena strigosa schreb.* byl pravděpodobně sklizen již za doby bronzové (Korniak, 1999). Jeho obilky nalezené na nejrůznějších archeologických nalezištích jsou starší než obilky divokého obecného ovsa. Od konce 17. století většina ovesných plodin v Irsku a Velké Británii pravděpodobně patřila k druhu *Avena Strigosa*. Velšští a skotští farmáři pěstovali mnoho lokálních kultivarů, které pravděpodobně vymřely. Kultivary ovsa černého byly také pěstovány v Německu a Švýcarsku. Oves černý byl pěstován na chudých půdách ve Skotsku, Portugalsku, Španělsku a v severních a západních částech Evropy ještě v polovině 20. století jako obilovina a krmivo. Byl součástí ovesné úrody na nejméně výnosných polích. Jeho podíl v Evropě se výrazně snížil po zavedení více produktivního ovsa žlutého (*Avena sativa*) (Steinberg, 2005).

Avena strigosa je diploidní druh ($2n=14$) dosahující výšky od 60 cm do více než 150 cm. Hmotnost tisíce zrn je 13-26 g (u běžného ovsa 16-47g) (Korniak, 1999). Varianty *Aveny strigosa* jsou charakteristické vysokou odolností vůči houbovým onemocněním *Sporisorium scitamineum*. Proto byl tento druh ovsa v mnoha zemích používán ve šlechtění pro svoje geny odolné vůči rzím a dalším nákazám. Je také znám díky své toleranci vůči nízkým teplotám, suché a rozmanité půdě (Fernandez et al., 1992). Zároveň je doporučován jako ochrana půd

vůči erozím. Je využívám i pro své dietetické vlastnosti a lehké stravování. Chemická analýza složení obiliek ukazuje na vyšší nutriční hodnoty u černého ovsa oproti běžným ovsům. V průměru tento oves obsahuje o 27-52 % více proteinů, o 14-27 % více tuku a o 28-72% více cukrů než běžný oves. Oleje ze semen černého ovsa se používají v kosmetice na pleť a vlasy (Uranguchi et al., 2006).

3.5.3 Černý oves v České republice

První odrůda českého šlechtění černého ovsa byla pojmenována Raven a získala registraci v roce 2008. Jeho výhodou je větší hektolitrová hmotnost, což znamená kilogramu více energie a jemnější plucha a pluška Na základě základního chemického složení, jako je obsah bílkovin, škrobu a vlákniny, se žádné rozdíly nenašly. Rozdíl byl v obsahu antioxidantů. Ten má odrůda Raven podle jednoletých výsledku z českých i zahraničních odrůd nejvyšší a zároveň má nejnižší obsah β - glukanů. Raven má také vysoký obsah kyseliny ferulové. Hektolitrová hmotnost u státních odrůdových zkoušek Ústředního a zkušebního ústavu byla 52 kg/hl a byla v porovnávaném sortimentu nejvyšší. Černý oves má ovšem nižší výnos oproti žlutý a bílým odrůdám (Bouma, 2010). Druhou registrovanou odrůdou černého ovsa je Cavaliere. (ÚKZÚZ, 2013a)

Charakteristika odrůdy Raven

Raven je pluchatá, polopozdní odrůda se středně velkým zrnem. Vhodná jak pro krmení hospodářských zvířat tak pro potravinářské účely. Rostliny sou středně vysoké a středně odolné proti polehání před sklizní. Obsah dusíkatých látek je 12,4 %. Objemová hmotnost je 52 kg.hl⁻¹. Pluchatost je 99%.

Předběžné označení odrůdy: SG-K 021014

Původ odrůdy: Atego x Ebene

Zmocnění zástupce: SELGEN a.s. (ÚKZÚZ, 2013B)

3.6 Seno

Seno patří mezi suchá objemná krmiva. (Zeman et al., 2006). Pro krmení koní je nejlepší seno s obsahem více než 20% vlákniny (Mayer a Coenen, 2003). Seno je významným zdroje vitamínu D a beta-karotenu. V 1 kg sušiny sena by mělo být minimálně 30-40 mg β -karotenu, 110 – 150 g stravitelného hrubého proteinu (Zeman et al., 2006).

Tabulka 3- živinové složení lučního sena (Vyskočil et al., 2008)

Živina	Množství v g/kg
Sušina	854,00
N-látky	117,90
Tuk	16,00
Vláknina	318,80
ADF	249,52
NDF	483,50
BNLV	463,30
škroby	5,00
cukry	35,80
Popel	84,00
Ca	9,00
P	2,80

Optimální doba sklizně se pohybuje v první polovině kvetení trav (Mayer a Coenen, 2003). Vhodnější je spíše tvrdší materiál ze stonků než měkké seno bohaté na listy (Mayer a Coenen, 2003). Takové seno má menší obsah proteinů než listové (Davides, 2009). Kvalitní seno působí dieteticky příznivě na trávicí procesy, snižuje negativní účinky vysokých jaderných dávek (Zeman et al., 2006). Struktura sena vyžaduje, aby kůň seno pořádně rozměnil a proslinil. Sliny pomáhají udržet vyrovnané pH v trávicím traktu a napomáhá trávení některých živin např. škrobu. Tím se předchází kolikám (Pagan, 1998).

Seno je bezpečné zkrmovat až po ukončení fermentačních procesů, které trvají 5-8 týdnů (Zeman et al., 2006). Během tohoto období by obsah vody měl klesnout pod 15 % (Mayer a Coenen, 2003). Zkrmované seno nesmí obsahovat plísň (Aspergillus, Penicillium,

Muco nebo *Oidium*), které se mohou objevit při sušení za nevhodného počasí (Frape, 2008) dále také bakterie a roztoči (Mayer a Coenen, 2003).

Kvalita a výživná hodnota závisí na následujících faktorech:

- druh a botanické složení píce
- vegetační stádium a pořadí seče
- způsob sklizně, doba zavadání a technologie dosušování
- způsob a doba skladování

4 Metodika

Pokus probíhal ve dnech 22.2 – 26.2.2015 v Akademickém jezdeckém klubu v Praze na zapůjčených školních koních. Přípravné období bylo 5 dní a vlastní odběr vzorků výkalů proběhl 5. dne ráno po ranním krmení. Bylo vybráno šest koní, z nich byly vytvořeny tři páry. Páry byly zvoleny vždy tak, aby vykazovaly co nejvíce shodných znaků. Kritériem bylo pohlaví, věk (s maximálním rozdílem věku 3 roky), kondice a jezdecké využití. Koně byli pravidelně odčervováni a byl jim pohlédnut chrup veterinářem. Oves setý měli koně ve své běžné krmené dávce ještě před pokusem. Pokusné páry byly krmeny ovsem setým pluchatým a ovsem černým odrůdy Raven. Vždy jeden kůň z pokusného páru byl krmen ovsem setým pluchatým a druhý kůň ovsem černým. Krmná dávka byla pro oba koně stejná (viz. Tabulka 1). Obě pokusná zvířata zároveň dostávala jako objemné krmivo seno.

Po dobu pokusu měli koně podestýlku Granofyt (suchá pšeničná sláma slisovaná do granulí o průměru 8 mm). Výhodou této podestýlky je, že se granule vlivem vlhka a rozdupáním v boxu rozpadnou, a koně o ně nejeví zájem jako o potravu. Během pokusu byl koním zamezen přístup k čerstvé trávě. Pokusný pár měl v průběhu pozorování zajištěné stejné pracovní vytížení. Koeficient stravitelnosti byl zjišťován na základně použití indikátorové metody za pomoci indikátoru ligninu.

Složení párů podle plemene

První pár tvořili valaši plemene český teplokrevník, kteří byli ustájeni ve vnitřní boxové stáji. Druhý pár tvořili valaši plemene hafling ve venkovním boxovém ustájení. Třetí pár tvořili valaši plemene hucul a welsh cob, ustájeni byli ve venkovním boxu.

Tabulka 4 - krmná dávka

	ráno	poledne	večer	denní dávka sena
1. pár	1 kg ovsa	0,6 kg ovsa	1kg ovsa	10 kg
2. pár	0,31 kg ovsa	x	0,62 kg ovsa	10 kg
3. pár	0,31 kg ovsa	x	0,62 kg ovsa	10 kg

Pátý den pokusu se po ranním krmení bylo od každého koně odebráno přibližně 500 g výkalů a vzorky krmiv. Odebrané výkaly byly zamrazeny pro další analýzu.

Příprava vzorků pro analýzu

Vzorky byly označeny a zamrazeny po dobu tří dnů. Vzorky výkalů rozmrzaly jeden den v laboratoři. Poté byly předsušeny a rozemlety na homogenizovaný vzorek se stejně velkými částicemi. Dále byly rozemlety vzorky krmiv. Tím byly všechny vzorky připraveny pro další analýzy.

Byly provedeny následující chemické analýzy podle ŘÍZENÍ KOMISE (ES)č. 152/2009

- **Stanovení sušiny a popelovin**
- **Stanovení hrubé vlákniny na přístroji ANKOM 220**
- **Stanovení NDF, ADF, ADL**
- **Stanovení dusíkatých látek**
- **Stanovení hrubého tuku na přístroji SER 146 (Velp)**
- **Stanovení BNLV a organické hmoty bylo dopočítáno**

4.1 Stanovení sušiny a popelovin

Pomůcky a chemikálie

Analytické váhy
Elektrická sušárna
Spalovací kelímky
Elektrická mufová pec

Do vysušených, vychladlých a předem zvážených porcelánových kelímku bylo naváženo 5 g vzorku. Kelímky byly dány do sušičky na 3 hodiny při 103 ° C. Po vychladnutí v exsikátoru byly zváženy.

Stanovení vlhkosti krmiva g/kg stanovené z předsušení bylo vypočítáno ze vzorce:

$$X = \left(1 - \frac{m_2 \times m_3}{m_0 \times m_1} \right) \times 100$$

Kde:

m_0 hmotnost navážky vzorku před předsušením

m_1 hmotnost předsušeného vzorku po vyrovnání na vzdušnou vlhkost v g

m_2 hmotnost navážky vzorku při sušení o 103°C v g

m_3 hmotnost vysušeného vzorku po 3 hodinách při 103°C v g

Opět byly použity porcelánové kelímky z předešlé analýzy s vysušeným vzorkem. Kelímky byly dány do mufové pece, kde se žihaly po dobu 5,5 hodiny při teplotě 550 °C. Po vychladnutí v exsikátoru byl kelímek zvážen.

Stanovení popele g/kg se vypočítalo ze vzorečku:

$$X = \frac{1000 \times (m_2 - m_0)}{m_1 - m_0}$$

Kde:

m_0 hmotnost prázdného kelímku v g

m_1 hmotnost kelímku s navázkou vzorku v g

m_2 hmotnost spáleného kelímku se vzorkem v g

Sušina vzorku se vypočítala podle vzorce $Y = 1000 - X$

4.2 Stanovení vlákniny přístrojem ANKOM220 Fiber Analyzer

4.2.1 Stanovení hrubé vlákniny

Použité chemikálie:

Destilovaná voda (cca 12 l na jednu analýzu)

2 l 0,255 M H₂SO₄ (28,6 ml 96 % H₂SO₄ ve 2 litrech destilované vody)

2 l 0,313 M NaOH (25,19 g ve 2 litrech destilované vody)

250 ml petroléteru

250 ml acetonu

Bylo popsáno fixem 19 filtračních sáčků (F56 – Ankom) . Pro každý vzorek dva sáčky a jeden sáček jako kontrola. Sáčky byly vloženy do sušárny po dobu 45 minut při 103 °C. Po vychladnutí v exikátoru byly sáčky zváženy a do každého sáčku navážen 1 g vzorku s přesností na 4 desetinná místa, zataven a proklepán, kvůli rozprostření vzorku. Sáčky byly vloženy do přístroje. A do něj bylo nalito 1600 ml roztoku kyseliny sírové a byl zapnut. Od zahřátí na 100°C po dobu 45 minut se nechal běžet. Po uplynutí lhůty byl přístroj vypnut a vypuštěn roztok a do přístroje byla nalita horká destilovaná voda a zapnuto míchání po dobu pěti minut, poté byla voda vypuštěna. Proplach se provedl ještě dvakrát.

Po proplachu destilovanou vodou byl nalit hydroxid sodný. Přístroj zapnut a po dosažení 100°C se opět nechal běžet 45 minut. Po uplynutí doby byly sáčky opět třikrát promyty destilovanou vodou, a vyndány z přístroje na filtrační papír. Pinzetou byly vloženy sáčky do sklenice s 250 ml acetonu a v ní byly sáčky 1 minutu protřepány. Aceton byl vylit přes síto a ze sáčků vymačkán aceton filtračním papírem. Po odpaření acetonu byly sáčky dány do sušárny na 2 hodiny při 103°C. Po usušení byly sáčky zváženy a vloženy do vysušených a zvážených kelímků a spáleny v peci při 600°C v průběhu 2 hodin po dosažení stanovené teploty. Kelímky byly po vychladnutí zváženy.

Hrubá vláknina v % byla vypočítána pomocí vzorce:

$$CF = \frac{m_3 + m_4 - m_5 - (m_1 * c_1)}{m_2} * 100$$

Kde:

m_1 je hmotnost prázdného sáčku v g

m_2 je hmotnost navážky vzorku v g

m_3 je hmotnost sáčku po vysušení v g

m_4 je hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

m_5 je hmotnost prázdného kelímku po spálení v g

c_1 je korekční faktor prázdných sáčků daných při analýzy bez vzorku

$$c_1 = \frac{m_3}{m_1}$$

4.2.2 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Bylo popsáno fixem 19 filtračních sáčků (F56 – Ankom). Pro každý vzorek dva sáčky a jeden sáček jako kontrola. Sáčky byly vloženy do sušárny po dobu 45 minut při 103 °C. Po vychladnutí v exsikátoru byly sáčky zváženy a do každého sáčku navážen 1 g vzorku s přesností na 4 desetinná místa, vzorek byl zataven a proklepán. Sáčky byly do přístroje. Do něj bylo nalito 1700 ml roztoku NDF a 3,5 ml α -amylázy a byl zapnut. Od zahřátí na 100°C po dobu 75 minut se nechal běžet. Po uplynutí lhůty byl přístroj vypnut a vypuštěn roztok a do přístroje byla nalita horká destilovaná voda a zapnuto míchání po dobu pěti minut, poté byla voda vypuštěna. Proplach se provedl ještě dvakrát. Poté byly vyndány sáčky z přístroje

na filtrační papír. Pinzetou byly dány sáčky do sklenice s 250 ml acetonu a v ní 1 minutu protřepány. Aceton byl vylit přes síto a ze sáčků vymačkán aceton filtračním papírem. Po odpaření acetonu ze sáčků byly dány do sušárny na 2 hodiny při 103°C. Po usušení byly sáčky zváženy.

NDF v % byla vypočtena podle vzorce:

$$\text{NDF} = \frac{(m_3 - m_4 + m_5 - m_1 \cdot c)}{m_2} * 100$$

kde:

m_1 hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 hmotnost navážky vzorku v g

m_3 hmotnost sáčku po hydrolýze a vysušení

m_4 hmotnost spáleného kelímku v g

m_5 hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

c korekční faktor prázdných sáčků dané do analýzy bez vzorku

4.2.3 Stanovení acido-detergetní vlákniny

Usušené a zvážené sáčky po NDF analýze byly dále použity pro stanovení ADF. Sáčky byly vloženy do přístroje. A do něj bylo nalito 1600 ml roztoku ADF a byl zapnut. Od zahřátí na 100°C po dobu 60 minut se nechal běžet. Po uplynutí lhůty byl přístroj vypnut a vypuštěn roztok a do přístroje byla nalita horká destilovaná voda a zapnuto míchání po dobu pěti minut, poté byla voda vypuštěna. Proplach se provedl ještě dvakrát. Poté byl vyndány sáčky z přístroje na filtrační papír. Pinzetou byly dány sáčky do sklenice s 250 ml acetonu a v ní 1 minutu protřepány. Aceton byl vylit přes síto a ze sáčků vymačkán aceton filtračním papírem. Po odpaření acetonu ze sáčků byly dány do sušárny na 2 hodiny při 103°C. Po usušení byly sáčky zváženy.

Stanovení ADF v % byl vypočítán na základě vzorce:

$$\text{ADF} = \frac{(m_3 - m_4 + m_5 - m_1 \cdot c)}{m_2} * 100$$

kde:

m_1 hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 hmotnost navážky vzorku v g

m_3 hmotnost sáčku po hydrolýze a vysušení v g

- m4 hmotnost spáleného kelímku v g
- m5 hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g
- c korelační faktor prázdného sáčku do analýzy bez vzorků

4.2.4 Stanovení acido-detergetního ligninu (ADL)

Lignin byl stanoven jako zbytek z ligninocelulósového komplexu po oxidaci kyselinou sírovou za studena. Ke stanovení ADL byly použity filtrační sáčky po hydrolyze ADF. Sáčky byly propláchnuty horkou vodou a po odkapání vloženy do 72 % roztoku kyseliny sírové po dobu 3 hodin a protřepávány. Po extrakci byly sáčky propláchnuty třikrát destilovanou vodou. Vzorky se daly usušit do sušárny při 103°C po dobu 2 hodin. Po vychladnutí byly zváženy a dány do předem předsušených a zvážených porcelánových kelímků. Kelímky byly dány do mufové pece po dobu dvou hodin. Po vychladnutí byly zváženy.

Stanovení ADL v % byl vypočítán na základě vzorce:

$$ADL = \frac{m_3 - (m_4 - m_5) - (m_1 \cdot c)}{m_2} \cdot 100$$

Kde:

- m1 hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g
- m2 hmotnost navážky vzorku v g
- m3 hmotnost sáčku po analýze ADL a vysušení v g
- m4 hmotnost spáleného kelímku v g
- m5 hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g
- c korelační faktor prázdného sáčku dané do analýzy bez vzorku

4.3 Stanovení tuku na přístroji SER 146 (Velp)

Chemikálie a pomůcky:

Petroléter

Celulosové patrony

Extrakční skleničky

Sušárna

Do celulosových patron bylo naváženo 5g materiálu a ucpáno vatou. Patrony byly vloženy do přístroje a k nim vysušený a zvážený skleněný kelímek se 50-75 ml petroléterem. Stanovení hrubého tuku mělo tři cykly.

Během prvního cyklu byly patrony ponořené v rozpouštědle po dobu 45 minut. Během druhého cyklu byly patrony vytažené z rozpouštědla a nechaly se překapávat po dobu 20 minut. Po dobu třetího cyklu byly patrony vytažené, kohout zavřený a spouštěné tlačítko AIR po dobu 20 min než byly skleněné nádobky suché. Daly se usušit do sušárny na jednu hodinu, na teplotu 103°C. Po usušení se skleněné nádobky daly vychladnout do exsikátoru a zvažily se.

Stanovení tuku v % byl vypočítán na základě vzorce:

$$\text{tuk} = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \times 100$$

m_1 hmotnost extrakčního kelímku s vysušeným vyextrahovaným tukem

m_2 hmotnost prázdného extrakčního kelímku

m_3 navážka vzorku

4.4 Stanovení dusíkatých látek na přístroji Kjeltec 2400

Naváženo bylo 0,5 g vzorku do mineralizační tuby. Do tuby byla přidána mineralizační tableta, 10 ml kyseliny sírové a 2 x 5 ml peroxidu vodíku. Na tuby byl přiložen exhaustor a po skončení pěnivé reakce byl stojan vložen do mineralizačního bloku při 420°C po dobu 60 minut. Poté co byly tuby vyndány a po vychladnutí bylo přidáno 2 x 5 ml destilované vody a obsah byl promíchán.

Do přístroje Kjeltec 2400 byla zadána hmotnost vzorku. Do přístroje byla vložena tuba a spuštěním dvířek se zahájila analýza. Přístroj zobrazoval výsledky v % N x 6,25.

4.5 Výpočet organické hmoty

Podle následující vzorce byla vypočítána organická hmota

OH = sušina – popeloviny

4.6 Výpočet BNLV

Podle následujícího vzorce bylo dopočítáno BNLV

$$\text{BNLV} = 1000 - (a+b+c+d+e) \text{ (g/kg)}$$

a=vlhkost v g/kg

b=dusíkaté látky v g/kg

c=tuk v g/kg

d=popel v g/kg

e=vláknina v g/kg

4.7 Statistické analýzy

Ke statistickému vyhodnocení byl použit program Statistika 2012 (StatSoft) a tabulkový editor Microsoft Excel 2007. K podrobnějšímu vyhodnocení byla využita analýza rozptylu jednoduchého třídění a Turkeyho HSD test

5 Výsledky

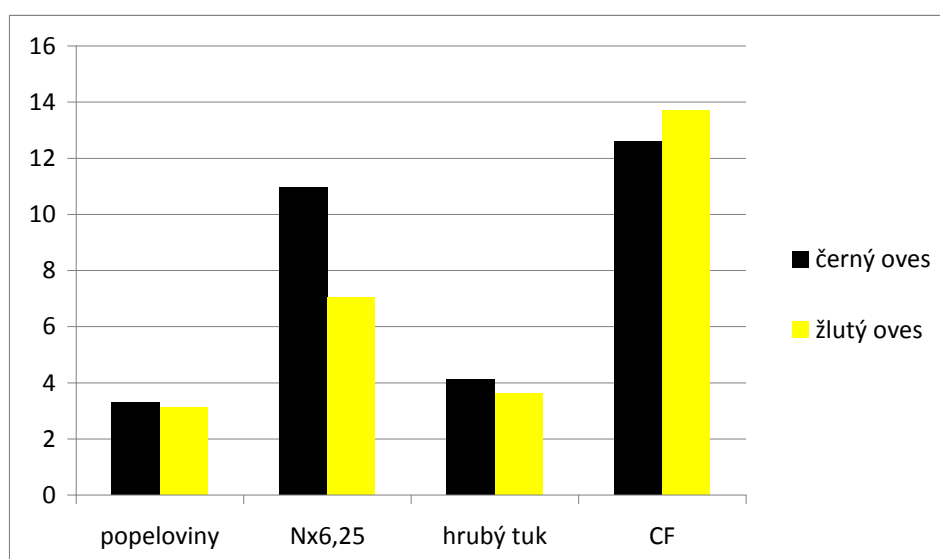
5.1 Výsledky živinového složení ovsa setého žlutého a černého

Tabulka 5. zobrazuje porovnání živinových hodnot u ovsa žlutého a černého ve 100% sušíně. Vyšší obsah sušiny byl u žlutého ovsa 92,9 %, naproti tomu byl u černého ovsa vyšší obsah popelovin 3,3%. Obsah dusíkatých látek byl vyšší u černého ovsa 10,95 %. Obsah hrubého tuku byl také vyšší u černého ovsa 4,1 %. Obsah vlákniny byl vyšší u žlutého ovsa 13,9 %. Organická hmota (OH) byla vyšší u žlutého ovsa 96,9 %. Obsah bezdusíkatých látek výtahových (BNLV) byl vyšší u žlutého ovsa 72,5%.

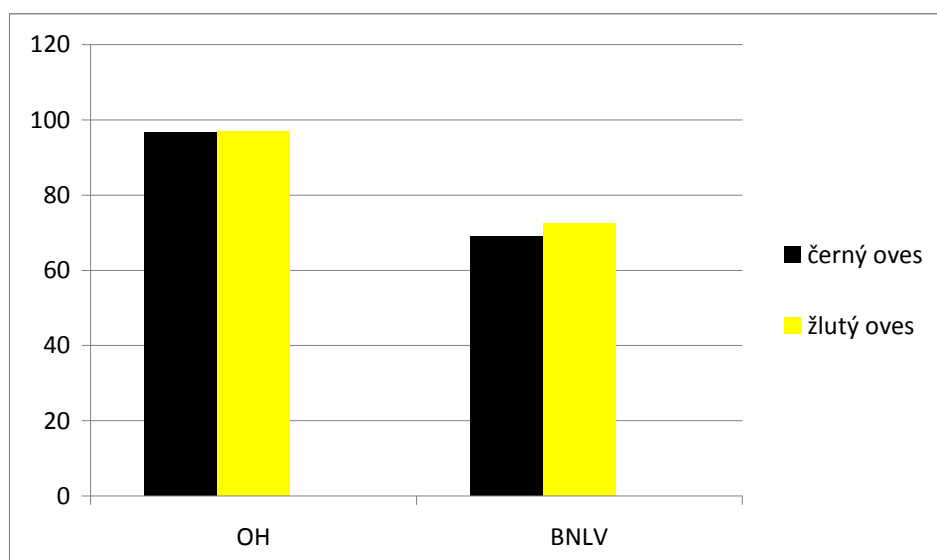
Tabulka 5 - obsah živin ovsů ve 100% sušíně v %.

	sušina	popeloviny	Nx6,25	hrubý tuk	CF	OH	BNLV
černý oves	90,51	3,31	10,95	4,13	12,61	96,68	68,99
žlutý oves	92,86	3,11	7,04	3,63	13,68	96,88	72,53

Graf 1 - porovnání vybraných živin ovsa žlutého a černého v %.



Graf 2 – porovnání vybraných živin ovsa černého a žlutého v %.



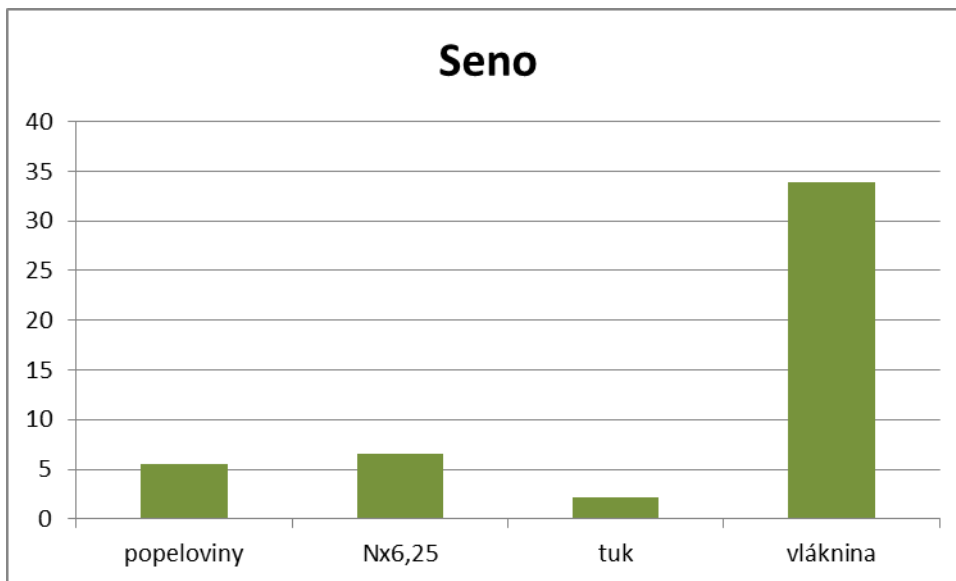
5.2 Výsledek živinového složení sena

Tabulka 6. zobrazuje živinový obsah zkrmovaného sena. U sena byl stanoven obsah sušiny 93,33 % a obsah popelovin 5,5 %. Obsah dusíkatých látek 6,5% a obsah tuku 2,2 %. Obsah hrubé vlákniny 31,8 %. Dopočítána byla organická hmota 94,6 % a bezdusíkaté látky výtahové 51,99%.

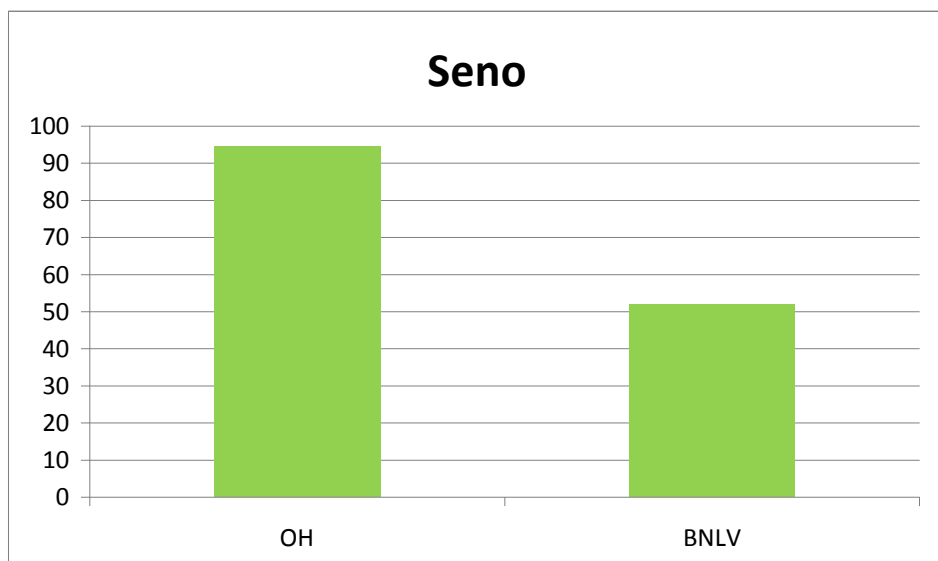
Tabulka 6 - živinové složení sena v %.

	sušina	popeloviny	Nx6,25	hrubého tuku	CF	OH	BNLV
Seno	93,33	5,46	6,53	2,17	33,84	94,55	51,99

Graf 3 - % složení vybraných živin sena



Graf 4 - % složení vybraných živin sena



5.3 Stravitelnost živin z analyzovaných výkalů

Páry krmené žlutým a černým ovsem nebyly statisticky významně rozdílné z hlediska stravitelnosti vybraných živin, jak ukazují tabulky 7. a 8. Stravitelnost byla spočítána pro celou krmnou dávku (KD).

Průměrná stravitelnost popelovin byla nižší u KD se žlutým ovsem 42,9 % ± 3,51. U dusíkatých látek byla průměrná stravitelnost vyšší u KD s černým ovsem 60,4 % ± 6,06. U hrubého tuku byla vyšší průměrná stravitelnost u KD se žlutým ovsem 43,2 % ± 4,41. U hrubé vlákniny byla stanovena průměrná stravitelnost KD se žlutým ovsem 38,1 % ± 3,55, což byla nižší hodnota než 41,5 % ± 3,53 KD s černým ovsem. U BNLV byla stravitelnost nižší u KD se žlutým ovsem 64,3 % ± 7,1 než u KD s černým ovsem 66,9 % ± 7,77.

Tabulka 7 - stravitelnost živin z analyzovaných výkalů koní krmených KD s ovsem žlutým v %.

	popeloviny	Nx6,25	tuk	CF	NDF	ADF	OH	BNLV
1 pár	40,2	51,5	37,1	30,1	48,6	47,7	66,6	73,7
2 pár	40,6	66,1	47,6	44,4	57,2	38,1	64,3	62,6
3 pár	47,8	61,1	44,8	39,8	53,7	50	64	56,5
Průměr	42,9	59,6	43,2	38,1	53,2	45,3	65	64,3
Směrodatná odchylka	3,51	6,06	4,41	5,97	3,55	5,15	1,18	7,1

Tabulka 8 - stravitelnost živin z analyzovaných výkalů koní krmených KD s ovsem černým odrůdy Raven v %.

	popeloviny	Nx6,25	tuk	CF	NDF	ADF	OH	BNLV
1 pár	50,7	52,9	40,8	36,6	50,8	40,6	63,4	75,7
2 pár	43,6	65,9	45,7	43,1	54,3	44,5	67,9	68,2
3 pár	42,4	62,3	41,3	44,7	51,6	46,6	64	56,8
Průměr	45,6	60,4	42,6	41,5	52,2	43,9	65,1	66,9
Směrodatná odchylka	3,65	5,51	2,18	3,53	1,5	2,45	2,02	7,77

6 Diskuze

Během mého pokusu nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly v nutriční hodnotě a stravitelnosti mezi černou odrůdou *Raven* a ovsem setým žlutým. V podobných studiích zabývajících se stejnou hypotézou také nebyly zjištěny významné rozdíly. Šajdler a Zeman (2004) prováděli studii u šesti sportovních koní. Testováno bylo 9 krmných dávek. První tři krmné dávky obsahovaly různé zastoupení sójové moučky, další tři různá zastoupení lněného semínka, a poslední tři testované krmné dávky obsahovaly tři druhy ovsa. Pokusných zvířat bylo testováno stejně jako v mé práci. Ve studiích o stravitelnosti krmiv u koní je to obvyklý počet z důvodů náročnosti těchto studií. Je možné pokus provést i na čtyřech koních s použitím překřížení (4 x 4 latinský čtverec) (Karlsson et al., 2000). V mé studii jsem využila možnosti pokus provést na šesti koních, z důvodu minimalizování doby po kterou musí být koně v pokusném režimu, tedy převážně zavření ve stáji. Doba pokusu jsem volila mimo vegetační období, které by mohlo ovlivnit výsledek pokusu.

Šajdler a Zeman (2004) uvádí u sledovaných odrůd ovsa následující živinové obsahy. U černého ovsa odrůdy *Avesta* obsah dusíkatých látek 10,7 %, obsah tuku 4,4 %, obsah hrubé vlákniny 12,7 % a obsah BNLV 68,8 %. U černého ovsa odrůdy *Noirine* obsah dusíkatých látek 10,7 %, obsah tuku 4,3 %, obsah vlákniny 12,6 % a obsah BNLV 69,3 %. U žlutého ovsa obsah dusíkatých látek byl nižší (10,3 %), obsah hrubého tuku nižší (4,1 %), obsah vlákniny také nižší (12,2 %) a obsah BNLV vyšší (70,4 %). Další studie zabývající se rozdíly mezi druhy ovsů byla studie Brindzova et al. (2008), kde byly zjištěny následující hodnoty u zkoumaného černého ovsa (neudané odrůdy) obsah dusíkatých látek byl 12,1 %, obsah hrubého tuku byl 3,6 %. U žlutého ovsa byly naměřeny podobné hodnoty. Obsah dusíkatých látek byl opět nižší (11,9 %), obsah hrubého tuku naopak vyšší (4,2 %).

Výsledky mého pokusu u obsahu dusíkatých látek byly u černého ovsa odrůdy *Raven* 10,95 % a u žlutého ovsa výrazněji nižší (7,04 %). Obsah hrubého tuku 4,1 % u černého ovsa a nižší hodnota u žlutého ovsa (3,6 %). Obsah hrubé vlákniny byl nižší (12,6 %) u černého ovsa odrůdy *Raven* a vyšší (13,7 %) u žlutého ovsa. U obsahu BNLV byla stanovena nižší hodnota u černého ovsa (68,99 %) a vyšší u žlutého (72,5 %). Šajdler a Zeman (2004) a Brindzova et al. (2008) uvádějí odlišné hodnoty v obsahu živin, které mohou být způsobeny odlišnou zkoumanou odrůdou černého i žlutého ovsa, odlišnou dobou sklizně a klimatickými podmínkami daného roku.

Zajímavý je obsah popelovin, který v mém výzkumu vyšel podobně jako v jiných. Cieolek et al. (2007) udává, že zrna černého ovsa se liší od standardních odrůd vyšším

obsahem popela. Podobný vztah uvádí i studie Gambu et al. (2006), který zaznamenal obsah popele 3,35 % u žlutého pluchatého ovsa a 3,66 % u černého pluchatého ovsa. V mé práci byl také zjištěn vyšší obsah popele u černého ovsa (3,31 %) oproti žlutému ovsu (3,11 %). Ve studii Cieolek et al. (2007) nejvyšší procento hrubých popelovin bylo nalezeno u nové černé odrůdy *CHD28/75/01* a to 2,53 % a u další černé odrůdy *CHD 29/09/01* 2,50 %. Odrůda žlutého ovsa *Bohun* byla nejchudší na popeloviny 2,16 %.

Šajdler a Zeman (2004) udává stravitelnost černého ovsa odrůdy *Avesta* v průměrných hodnotách 76 % u sušiny, 77 % u organické hmoty, 81 % u dusíkatých látek, 65 % u hrubého tuku, 71 % u vlákniny, 80 % u BNLV. Stravitelnost odrůdy černého ovsa odrůdy *Noirine* udává 76 % u sušiny, 76 % u organické hmoty, 81 % u dusíkatých látek, 67 % tuku, 70 % u vlákniny, 80 % u BNLV. Stravitelnost žlutého ovsa udává 76 % u sušiny, 77 % u organické hmoty, 82 % u dusíkatých látek, 65 % u tuku, 70 % u vlákniny, 81 % u BNLV.

V mé studii byla zjištěna u KD se žlutým ovsem průměrná stravitelnost 42,9 % u popelovin, u organické hmoty 65%, u dusíkatých látek 59,6 %, u tuku 43,2 %, 38,1 % u vlákniny, 64,3 % v BNLV. U KD s černým ovsem odrůdy *Raven* průměrná stravitelnost popelovin 45,6 %, organické hmoty 65,1 %, u dusíkatých látek 60,4 %, obsah tuku 42,6 %, u hrubé vlákniny 41,5 %, u BNLV 66,9 %. Můj pokus mohl být také ovlivněn vyšším podílem sena ku ovsu, možnou nehomogenitou zkrmovaného sena a odlišností jednotlivých skupin pokusných koní.

U stravitelnosti žlutého a černého ovsa samozřejmě záleží hlavně na odrůdách obou ovsů, které jsou analyzovány a mezi sebou porovnávány. Živinové složení u žlutého ovsu je značně variabilní a záleží na mnoha faktorech. V mém pokusu byli koně krmeni ovsem černým odrůdy *Raven*. Tato odrůda je v České republice nejdostupnější na trhu a je oblíbená mezi chovateli koní. Společnost SELGEN a.s., která vyšlechtila *Raven* prováděla základní chemické složení – bílkovin, škrobu a vlákniny u ovsů žluté, bílé i černé barvy, kde nenalezla žádný rozdíl. Zaznamenám byl rozdíl v nutriční hodnotě pouze v obsahu antioxidantů, který měl černý oves odrůdy *Raven* z deseti testovaných českých i zahraničních odrůd ovsa nejvyšší. Zároveň měl nejnižší obsah β - glukanů. studie. Jak uvádějí další studie je pravděpodobné, že není statisticky významný rozdíl v základních chemických rozporech, ale v obsahu β – glukanů a jiných mnou neanalyzovaných živinách. Analýzy β – glukanů jsem ve své práci nedělala, ale rozdíly v obsahu β – glukanů a mastných kyselin uvádí i studie Brindzova et al., (2008) a Cieolek et al., (2007) .

Jednou z nich je studie Brindzova et al. (2008) zabývající se barvou ovesných plev. Testovali 63 genotypů ovsa setého různé barvy plev žluté, černé, bílé z hlediska obsahu

bílkovin, β – D – glukánů, hrubého tuku a vybraných mastných kyselin (C16:0, C: 18, C18:1, C18:2 a C18:3). Obsah β – D – glukánů u černého ovsa byl $3,3 \% \pm 0,46$, obsah vybraných mastných kyselin u C16:0 byl $16,2 \pm 0,75 \%$, C18:0 $1,5 \pm 0,29$, C18:1 byl $37,1 \% \pm 1,61$, C18: 2 byl $39,0 \% \pm 0,99$, C18:3 byl $1,7 \% \pm 0,27$. U žlutého ovsa byl zjištěn obsah β – D – glukánů $3,3 \% \pm 0,62$ a obsah vybraných mastných kyselin následující u C16:0 byl $16,3 \% \pm 0,57$, C18:0 byl $1,6 \% \pm 0,32$, C18:1 byl $37,0 \% \pm 2,02$, C18:2 byl $39,0 \% \pm 1,77$, C18:3 byl $1,7 \% \pm 0,29$. Nebyla zjištěna statisticky významná korelace mezi jednotlivými sledovanými parametry, ale genotypy ovsa s černou barvou plevy vykazovaly nejnižší standardní odchylky v obsahu sledovaných biochemických znaků, což může naznačovat výrazně stabilnější biosyntézu daných metabolitů. V hodnoceném souboru byly nízké korelační koeficienty mezi jednotlivými sledovanými znaky v závislosti na barvě plevy. Vysoký korelační koeficient byl pozorován mezi obsahem β – D – glukánů a indexem nasycenosti mastných kyselin v souboru genotypů s černou barvou plevy.

Další studie Cieolek et al. (2007) se zabývala třemi novými odrůdami černého ovsa (*CHD 28/75/01*, *CHD 28/33/01*, *CHD 29/09/01*) a dvěma běžnými odrůdami žlutého ovsa *Bohun* a *Deresz*. Porovnáván byl obsah hrubého proteinu, hrubého tuku, složení mastných kyselin, minerální látky. U odrůdy černého ovsa *CHD 28/75/01* byl zjištěn nejvyšší obsah nenasycených mastných kyselin (83,17%), ostatní odrůdy měly v průměru více než 81% nenasycených mastných kyselin.

U černého ovsa odrůdy *Raven* byl zjištěný obsah CF (11,41 %) a NDF (37,45 %), což jsou nižší hodnoty než u obsahu CF ovsa žlutého (12,71 %) a obsahu NDF (39,63 %). Což by mohlo vysvětlovat, proč měl černý oves o tolik vyšší obsah dusíkatých látek než žlutý a zároveň i obsah hrubého tuku. Ovšem stravitelnost NDF z analyzovaných výkalů byla průměrně u KD s černým ovsem odrůdy *Raven* o 1 % nižší (52,2 %) než stravitelnosti NDF v KD se žlutým ovsem (53,2%). To by mohlo poukazovat na sice vyšší obsah dusíkatých látek a hrubého tuku u černého ovsa, ale jeho nižší stravitelnosti a kvality, i když rozdíl nebyl statisticky prokázán. Stravitelnost NDF v KD byla u 2. skupiny u koní plemene hafling, naopak nejnižší stravitelnost NDF byla u 1. skupiny koní českého teplokrevníka.

7 Závěr

Během pokusu byly jednotlivé páry koní krmeny odlišným poměrem ovsa a sena (viz Tabulka č. 5.), protože se lišila jejich plemenná dispozice (1 pár český teplokrevník, 2 pár hafling, 3 pár hucul a welsh). Pro pár hafling a pár hucul/welsh cob byla krmná dávka snížena z důvodu nepřiměřené výživné hodnoty pro tato plemena. Je nutné vzít v úvahu i to, že pokus mohl být ovlivněn i různou kvalitou a homogenitou zkrmovaného lučního sena.

Nicméně pokus prokázal, že mezi žlutým a černým ovšem odrůdy *Raven* není statisticky významný rozdíl. Proto byla hypotéza, že nutriční a dietetická hodnota ovsa setého je odlišná od ovsa černého, zamítnuta.

8 Literatura

- Adler, A., Lew, H., Moudrý, J., Štěřba, Z., Vrátilová, K., Edinger, W., Brodacz, W., Kiendler, E. 2003. Microbiological and mycotoxicological quality parameters of naked and covered oats with regard to the production of bran and flakes. *Die Bodenkultur* 2003.54: 41-48.
- Akramiene, D., Kondrotas, A., Didziapetriene, J., Kevelaitis, E. 2006. Effects of β -glucans on the immune system. *Medicina Kaunas, Lithuania*.43(8). 597-606.
- Andersson, K. E., Hellstrand, P. 2012. Dietary oats and modulation of atherogenic pathways. *Molecular nutrition and food research*, 56(7).1003-1013.
- Araújo, K.V., Lima, J.A. de F., Fialho, E.T., Franco, G.L., 2003. Avaliac, ão de períodos de coleta total de fezes para determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes em eqüinos. *Cien. Agrotec.* 27.886–893 .
- Bergero, D., Préfontaine, C., Miraglia, N., Peiretti, P.G., 2009. A comparison between the 2 N and 4 N HCl acid-insoluble ash methods for digestibility trials in horses. *Animal* 3.1728–1732
- Bouma, D. 2010. Úroda [online]. Brno. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z <http://uroda.cz/po-cernem-ovsu-kone-behaji-radi/>
- Butt, M. S., Tahir-Nadeem, M., Khan, M. K. I., Shabir, R., Butt, M. S. 2008. Oat: unique among the cereals. *European journal of nutrition*, 47(2), 68-79.
- Brindzova, L., Certik, M., Rapta, P., Zalibera, M., Mikulajova, A., Takacsova, M. 2008. Antioxidant activity, β -glucan and lipid contents of oat varieties. *Czech journal of food sciences*, 26(3).163-173.
- Campbell, G. L. 1996.. Oat and barley as livestock feed–the future. *Proc. Internat. Oat Conf. Internat. Barley Genet. Symp.*77-81.
- Ciolek, A., Makarski, B., Makarska, E., Zadura, A. 2007. Content of some nutrients in new black oat strains. *Journal of Elementology*, 12(4). 251-259.
- Clothier, R. B., Roderick, H. W., Valentine, J. 1995. Changing threats from oat diseases in the UK. *Proceedings 1st European Oat Disease Nursery Workshop Petria* 5. 68-70.

- Cuddeford, D., Hughes, D., 1990. A comparison between chromium-mordanted hay and acid-insoluble ash to determine apparent digestibility of a chaffed, molassed hay/straw mixture. *Equine Vet. J.* 22. 122–125.
- Davides, Z. 2009. *Introduction to horse nutrition*. Ames. Wiley – Backwell. Oxford. 248. s. ISBN: 9781405169981.
- Duss, R., Nyeberg, L. 2004. Oat soluble fibers (β -glucans) as a source for healthy snack and breakfast foods. *Cereal Food World*. 6. 49. 320-325.
- Dušek, J., Misař, D., Müller, Z., Navrátil, J., Rajman, J., Tluchoř, V., Žlumov, P. 2007. *Chov koní*. Nakladatelství Brázda s.r.o. Praha, 352 s. ISBN: 8020003526
- Fernandez, M. R., Santos, H. P. 1992. Contribution of *Avena* spp., used in crop rotation systems under conservation tillage, to the inoculum levels of some cereal pathogens. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 14(4). 271-277.
- Frape, D. 2008. *Equine Nutrition and Feeding*. Backwell Publishing. 664 s. ISBN: 1405105984.
- Gambus, H., Gambus, F., Pisulewska, E. 2006. Caloziarnowa maka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, (239), 259-267.
- Goachet, A. G., Philippeau, C., Varloud, M., Julliand, V. 2009. Adaptations to standard approaches for measuring total tract apparent digestibility and gastro-intestinal retention time in horses in training. *Animal feed science and technology*. 152(1). 141-151.
- Hintz, H. F., Loy, R. G. 1966. Effects of pelleting on the nutritive value of horse rations. *Journal of Animal Science*. 25(4). 1059-1062.
- Hoffman, L. A. 1995. *World production and use of oats. The Oat Crop*. Springer Netherlands. 34-61 s. ISBN: 978-94-010-4010-5.
- Janičková, P. 2013. *Výživa koní*. In: Brno [cit. 09.9.2015]. Dostupné z :http://web2.mendelu.cz/af_29_1_projekty2/vseo/stranka.php?kod=83

- Jelínek, P. Koudela, K. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. 1. vyd. Brno. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 409 s. ISBN: 80-7157-644-1
- Karlsson, C. P., Lindberg, J. E., Rundgren, M. 2000. Associative effects on total tract digestibility in horses fed different ratios of grass hay and whole oats. *Livestock Production Science*. 65(1). 143-153.
- Korniak, T., Kuszewska, K., Błocki, K. 1999. Niektóre taksonomiczne cechy owsa szorstkiego (*Avena strigosa* Schreb).
- Liang, J., Melican, D., Cafro, L., Palace, G., Fiset, L., Armstrong, R., Patchen, M. L. 1998. Enhanced clearance of a multiple antibiotic resistant *Staphylococcus aureus* in rats treated with PGG-glucan is associated with increased leukocyte counts and increased neutrophil oxidative burst activity. *International journal of immunopharmacology*, 20(11), 595-614.
- Lindberg, J.E., Essen-Gustavsson, B., Dahlborn, K., Gottlieb-Vedi, M., Jansson, A., 2006. Exercise response, metabolism at rest and digestibility in athletic horses fed high-fat oats. *Equine Vet. J.* 36. 626–630.
- Loskutov, I. G., Rines, H. W. 2011. *Avena*. In *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer Berlin Heidelberg. 109-183
- Martin-Rosset, W., Vermorel, M., Doreau, M., Tisserand, J.L. Andrieu, J. 1994. The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. *Livestock Production Science* 40(1). 37-56.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. Morgan, C.A. 2002. *Animal nutrition*. 6th edition. Harlow. 673 s. ISBN 0582419069
- McGeoch, S.C., Johnstone, A.M., Loble, G.E., Adamson, J., Hickson, K., Holtrop, G., Fyfe, C., Clark, L.F., Pearson, D.W.M., Abraham, P. and Megson, I.L., 2013. A randomized crossover study to assess the effect of an oat-rich diet on glycaemic control, plasma lipids and postprandial glycaemia, inflammation and oxidative stress in Type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, 30(11): 1314-1323.
- Meyer, H., Coenen, M. 2003. *Krmení koní*. IKAR. 254 s. ISBN: 8024902648.

Miraglia, N., Bergero, D., Bassano, B., Tarantola, M. Ladetto, G. 1999. Studies of apparent digestibility in horses and the use of internal markers. *Livestock Production Science* 60(1), 21-25.

Moudrý, J. 1991. Regulace tvorby výnosu a kvality ovsa. Kand. disert. práce. 1 díl. České Budějovice. 234 s.

Moudrý, J. 1992. Bezpluchý oves v České republice. JU ZF České Budějovice. 220 s.

Nařízení komise (ES) č. 152/2009 ze dne 27. ledna kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv. In: Úřední věstník Evropské unie L54/1 [cit. 2016-03-25].

Ordakowski, A.L., Kronfeld, D.S., Holland, J.L., Hargreaves, B.J., Gay, L.S., Harris, P.A., Dove, H. Sklan, D. 2001. Alkanes as internal markers to estimate digestibility of hay or hay plus concentrate diets in horses. *Journal of Animal Science* 79(6): p. 1516-1522.

Paczos-Grzeda, E. 2003. Systematyka, ewolucja i cytogenetyka gatunkow rodzaju *Avena* L. *Wiadomości Botaniczne*, 47(1-2), 7-17.

Pagan, J.D. 1998. Nutrient digestibility in horses. Pagan, J.D. *Advances in Equine Nutrition*. Nottingham University Press, p. 77-84.

Peterson, D. M., Wesenberg, D. M., Burrup, D. E. 1995. β -glucan content and its relationship to agronomic characteristics in elite oat germplasm. *Crop science*.35(4) 965-970.

Prugar, J. 2008. Česká akademie zemědělských věd a komise jakosti rostlinných produktů.. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. Praha. ISBN 978-80-86576-28-2.

Reece, O.W. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada. Praha. 473 s. ISBN: 978802473824.

Sales, J., Janssens, G. P. J. 2003. The use of markers to determine energy metabolizability and nutrient digestibility in avian species. *World's Poultry Science Journal*, 59(3).314-327.

SELGEN, a.s. 2016. SELGEN a.s. [online]. Praha. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z <http://selgen.cz/>

Schurg, W. A. 1981. Compilation of data evaluating various techniques for determining digestion of equine rations. 7th Equine Nutr. Physiol. Symp.1.

Skibniewska, K. A., Kozirok, W., Fornal, L., Markiewicz, K. 2002. In vitro availability of minerals from oat products. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82(14).1676-168

Smolders, A.A., Steg, A., Hindle, V.A., 1990. Organic matter digestibility in horses and its prediction. Neth. J. Agric. Sci. 38.435-447.

Steinberg, J.G., Fetch JM, Steinberg, J. G., Fetch, J. M., Fetch Jr, T. G. 2005. Evaluation of Avena spp. accessions for resistance to oat stem rust. Plant disease, 89(5).521-525.

Šajdler, P. Zeman, L. 2003. Digestibility of organic nutrients in the feed rations of horses. Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis. 51(1).133-140

Štercová, E., Straková, E., Rusníková, L., Hudečková, P. 2012. Chemická analýza krmiv [online]. In: . VFU Brno [cit. 13.2.2016]. Dostupné z: http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav_vyzivy_zvirat/chemicka_analyza_krmiv/metodiky/chemicka_analyza.pdf

Třináctý J., Richter M., Křížová L. 2013. Hodnocení krmiv pro dojnice. AgroDigest s.r.o., Pohořelice, 592 s. ISBN 978-80-260-2514-6

UKZUZ. 2013a. Věstník ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. [online]. In: Ročník XII. Brno. [cit. 13.2.2016] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/243170/_22013.pdf

UKZUZ. 2013b. Oves setý pluchatý. [online]. In: Brno. [cit. 13.2.2016] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/230788/SDO_oves_listovka_2013.pdf

Uraguchi, S., Watanabe, I., Yoshitomi, A., Kiyono, M., Kuno, K. 2006. Characteristics of cadmium accumulation and tolerance in novel Cd-accumulating crops, Avena strigosa and Crotalaria juncea. Journal of Experimental Botany, 57(12).2955-2965.

Vaculová, K., Heger J., Machán, F. 1999. Hospodářské aspekty zkrmování zrna bezpluchého ovesa. Czech Journal Animal Science, 44. 169-177.

Valentine, J. 1995. Naked oats. The oat crop Springer Netherlands. 504-532.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. edition. Ithaca. London. Comstock.336 s. ISBN: 0-8014-2772-X

Van Weyenberg, S., Buyse, J. Janssens, G.P.J. 2007. Digestibility of a complete ration in horses fed once or three times a day and correlation with key blood parameters. The Veterinary Journal.173(2). 311-316.

Vander Noot, G.W., Fannesbeck, P.V., Luxman, R.K., 1965. Equine metabolism stall and collection harness. J. Anim. Sci. 24.691–696

Vyskočil, I. Zeman, L., Kratochvílová, P. Večerek, M. Vašátková, A. 2008. Kapesní katalog krmiv. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno.ISBN 978-80-7375-218-7. Dostupné z: http://is.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=40047;download=46794

Wood, P. J., Braaten, J. T., Scott, F. W., Riedel, D., Poste, L. M. 1990. Comparisons of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic index. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38(3).753-757.

Zeman, L. Veselý, P. , Ryant, P. Skládanka, J., Zelenka, J., Suchý, P., Straková, E., Doležal, P., Mrkvicová, E., Kopřiva, A., Procházková, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press. Praha. 360 s. ISBN: 8086726177

9 Seznam použitých zkratk

ADF acido- detergentní vláknina

ADL acido-detergentní lignin

BNVL bezdusíkaté látky výtahové

CF hrubá vláknina

KD krmná dávka

NDF neutrálně detergentní vláknina

NSP neškrobové polysacharidy

OH organická hmota

VLDL very low density lipoproteins