

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky

KRMIVA A JEJICH HODNOCENÍ

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Doc. Ing. Alois Kodeš, CSc.

Autor práce: Hana Hrdá

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Krmiva a jejich hodnocení“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne: 6.4.2012

.....

Hana Hrdá

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Aloisi Kodešovi, CSc. za odborné vedení a připomínky při zpracování zadaného úkolu.

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo zpracování literárních poznatků, týkajících se krmiv podávaných hospodářským zvířatům. Na základě těchto poznatků bylo úkolem vytvořit přehled krmiv a jejich hodnocení. Bakalářská práce je rozčleněna do šesti tematických celků, kde jsou postupně utříděny získané informace.

V úvodní části je věnována pozornost krmivářské terminologii, která je využívána v praxi. Jsou zde uvedeny hlavní pojmy, které nás budou provázet během této práce.

Druhá část této práce se týká krmiv, jejich rozdělení, charakteristiky a využití. Krmivem se rozumí produkt rostlinného nebo živočišného původu, také to může být produkt minerálního, mikrobiálního, syntetického i kombinovaného původu. Tato krmiva můžeme dělit podle různých kritérií, např. lze krmiva zařazovat do skupin podle obsahu živin nebo způsobu výroby či podle převládající živiny. Rozdělením krmiv podle koncentrace živin získáme dvě velké skupiny krmiv, a to objemová krmiva a jaderná krmiva. Těmto krmivům je věnována pozornost ve třetí části, mají velké opodstatnění a jsou dále dělena na další podskupiny.

Následující část pojednává o krmných směších. Krmná směs je směs dvou nebo více krmiv. Lze je podle charakteru členit na kompletní krmné směsi a doplňkové krmné směsi. Kompletní krmné směsi obsahují veškeré živiny, doplňkové krmné směsi se pouze přidávají z důvodu chybějících živin v krmné dávce. V této části jsou dále uvedeny doplňkové krmné směsi, které mají specifické složení i využití, např. mléčné krmné směsi, různé druhy premixů apod.

Předposlední část se zabývá laboratorní kontrolou jakosti krmných surovin, které se používají ve výrobním procesu při výrobě krmiv a krmných směsí.

Poslední, ale velmi důležitá část této bakalářské práce, je určena hodnocení kvality krmiv. Krmiva jsou hodnocena podle šesti možných kritérií, kdy lze krmivo hodnotit z pohledu organoleptických vlastností, dále po stránce chemického rozboru, kdy lze stanovit množství konkrétních živin. Chemické hodnocení je velmi cenné, spolehlivé a stále se vyvíjející. Vznikají nové metody stanovení, které umožňují rychlejší a robustnější výsledky. Dalšími způsoby hodnocení kvality krmiv jsou fyzikální, mikroskopické a mikrobiologické. V neposlední řadě nesmíme opomenout toxikologické a komplexní hodnocení krmiv.

Klíčová slova: zemědělství, krmiva, nové a netradiční suroviny, hodnocení kvality, produkční schopnost účinnosti, hygiena výživy.

Summary

The goal of this bachelor thesis was the processing of literary knowledge concerning fodder fed to farm animals. On the basis of this knowledge, the task was to create a summary of fodder and its evaluation. The bachelor thesis is divided into six topical units, where the obtained information is gradually organised.

In the introductory part, attention is given to fodder terminology, which is used in practice. The main terms accompanying us throughout this thesis are stated there.

The second section of this work deals with fodder, its division, characteristics, and utilisation. Fodder means a product of plant or animal origin, it can also be a product of mineral, microbial, synthetic, and combined origin. This fodder can be divided according to various criteria, e.g. fodder can be categorised into groups according to the contents of nutrients or the manner of production or according to the prevalent nutrient. By dividing fodder according to concentration of nutrients, we get two large groups of fodder, namely coarse fodder and grain fodder. This fodder is examined in the third part, the groups have high importance and are further divided into subgroups.

The following section addresses mixed fodder. Mixed fodder is a mixture of two or more types of fodder. According to its nature, it can be sorted into complete mixed fodder and complementary mixed fodder. Complete mixed fodder contains all nutrients, complementary mixed fodder is only added for reason of missing nutrients in the mixed fodder. This part also includes complementary mixed fodder of specific composition and utilisation, e.g. milk mixed fodder, various kinds of premixes, etc.

The penultimate section deals with laboratory quality control of fodder raw materials, which are used in the fodder and mixed fodder production process.

The last, but very important part of this bachelor thesis is dedicated to fodder quality evaluation. Fodder is evaluated according to six possible criteria, where it can be judged from the standpoint of organoleptic properties, furthermore concerning the chemical analysis, where the amount of specific nutrients can be determined. Chemical evaluation is very valuable, reliable and evolving. New determination methods allowing for quicker and more robust results are being created. Further manners of fodder quality evaluation are physical, microscopic, and microbiological. Last but not least, we must not forget toxicological and complex fodder evaluation.

Keywords: Agriculture, fodder, new and non-traditional raw materials, quality evaluation, efficiency production capability, nutrition hygiene.

OBSAH

1. ÚVOD

2. CÍL PRÁCE

3. PŘEHLED LITERATURY

3.1. Definice krmivářských pojmů

3.2. Krmiva a jejich dělení

3.3. Základní charakteristika rozhodujících skupin objemných a jadrných krmiv

3.4. Problematika krmných směsí

3.5. Laboratorní kontrola

3.6. Hodnocení krmiv

4. ZÁVĚR

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Seznam zkratk

Seznam tabulek a rovnic

1. ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je problematika týkající se krmiv a jejich hodnocení. Nauka o krmivech vznikla na počátku 19. století, kdy se rozvíjelo zemědělství, vytvářely se osevní postupy. V současné době je známo přibližně 2 000 druhů krmiv.

Základem správné výživy, nejen hospodářských zvířat, je znalost obsahu živin v krmivech a zároveň znalost potřeby živin pro konkrétní druhy zvířat. Živiny jsou látky organického i anorganického původu, jsou potřebné k životním projevům. Živiny jsou zdrojem energie, kam lze zařadit tuk, protein, vlákninu, bezdusíkaté látky výtažkové, dále živiny jsou stavební látky, kam zařazujeme protein, vodu a minerální látky.

Krmivo obsahuje specificky účinné látky, které mají významnou roli; vitamíny, enzymy. Dále se mohou vyskytovat rizikové látky- těžké kovy, mykotoxíny, alkaloidy a látky inertní- lignin, křemičitany.

Dostatečný příjem živin v krmné dávce, který odpovídá nutričním požadavkům zvířat, je předpoklad vysoké užitkovosti, dobré reprodukce, dobrého zdravotního stavu zvířete a zároveň snížení ekonomických nákladů. Nutriční hodnota je vyjádření obsahu živin, energie, stravitelnost krmiva a dietetických vlastností.

Krmnou dávku lze sestavit na základě obsahu jednotlivých látek v krmivu, které získáme díky chemického rozboru. Z ekonomického hlediska jsou využívány krmivářské tabulky a zároveň počítačové programy.

Velmi podstatnou úlohu ve výživě má kvalita krmiv. Na začátku 19. století byly prováděny pokusy, kdy se porovnávala jednotlivá krmiva pro zjištění biologického účinku na zvířatech. V roce 1810 byla Thaerem zavedena senná jednotka a v roce 1906 byla zavedena škrobová jednotka Kellnerem. V polovině 19. století bylo velmi klíčové zavedení Weendské analýzy krmiv, která se v dnešní době využívá se některými změnami. Úloha hodnocení krmiv je především v objektivním posouzení kvality krmiv, dále jejich vlastností pomocí přesně definovaných parametrů, které následně vyjadřují živinou potřebu daného druhu zvířat. Krmiva lze hodnotit podle šesti možných kritérií. Hodnotí se organoleptické vlastnosti, tj. vzhled, barva, zápach, chuť, konzistence aj. Při senzorické posuzování je možné objevit některé hygienické závady například plísně, skladištní škůdci, hniloba. Chemické posuzování krmiv je předmětem stanovení obsahu základních živin, energetické hodnoty, obsahu minerálních látek, obsahu vitamínů, rizikových látek – těžké kovy, mykotoxíny, rezidua léčiv a stanovení obsahů biofaktorů- enzymy, hormony, volné aminokyseliny, stimulanty. Dalším způsobem hodnocení krmiv, je posuzování fyzikálních vlastností, především přeměna energie.

Zbývající metody zkoušení krmiv je mikroskopicky, mikrobiologicky, toxikologicky, biologická testace a komplexně.

V roce 1996 byl přijat první zákon o krmivech – č. 91/ 1996, který byl novelizován, vyhláškou č. 356/2008 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech.

Kvalita krmiv je ukazatelem užitekosti hospodářských zvířat a má dopad i na ekonomickou stránku chovu zvířat, kdy značná část finančních prostředků tvoří náklady na krmiva. Z tohoto důvodu je nezbytně nutné sledovat kvalitu krmiv.

2. CÍL PRÁCE

Na základě literárních poznatků popsat rozdělení krmiv a způsoby hodnocení jejich kvality, včetně nových a netradičních surovin.

3. PŘEHLED LITERATURY

Celá studovaná problematika je rozdělena do šesti navazujících kapitol, které se pro přehlednost dále dělí na jednotlivé podkapitoly, postupně pojednávající o KRMIVECH jako ústředním objektu našich sledování. Jejich rozdělení, rozdílech a zvláštnostech, zásadách laboratorní kontroly a nejrůznějších hodnotitelských postupech, v zájmu získávání objektivních informací o jejich živinovém a energetické potenciálu pro zvířata. Zpočátku považujeme za nejdůležitější připomenout odbornou terminologii z dané oblasti, definicemi základních pojmů.

3.1. Definice krmivářských pojmů

Tato část byla sestavena s využitím názvoslovné normy ON 46 7000 (1983) z oboru výživa a krmení hospodářských zvířat. Jedná se konkrétně o termíny:

- **Krmivo** - látka určená ke krmení zvířat
- **Krmná dávka** - celkové množství krmiv poskytované denně zvířeti
- **Krmná směs** – směs dvou nebo více krmiv
- **Kompletní krmná směs** - krmná směs, která stačí k zajištění plnohodnotné výživy zvířete
- **Doplňková krmná směs** - krmná směs určená ke zkrmování s jinými krmivy; doplňuje obsah živin v ostatních krmivech krmné dávky
- **Minerální krmná přísada; MKP**- koncentrát minerálních látek; je určena pro výrobu krmných směsí i k přímému zkrmování
- **Minerální doplněk** - koncentrát jednoho nebo více biofaktorů určený k doplnění výživy hospodářských zvířat; aby bylo umožněno jejich dávkování a dokonalé rozptýlení v krmné směsi, jsou zředěny vhodným vehikulem
- **Mléčná krmná směs** - krmná směs s převažujícím zastoupením sušeného mléka
- **Premix** - směs dvou nebo několika různých látek, která se v nízkém zastoupení míchá s ostatními komponentami krmné směsi
- **Krmná norma** - průměrná potřeba živin v krmné dávce nebo požadavek na obsah živin v hmotnostní jednotce kompletní krmné směsi se zřetelem k druhu, plemeni, pohlaví, věku, hmotnosti a užitkovosti hospodářských zvířat

- **Krmná (výživná, nutriční) hodnota** - hodnota krmiva vyjádřená obsahem energetických krmných jednotek, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálních, chemických i dietetických vlastností a působení krmiva na organismus a produkty zvířete
- **Živina** - chemicky definovaná látka potřebná k výživě zvířat, nejde vždy jen o látky nezbytné pro organismus
- **Poměr živin** - vztah obsahu dusíkatých živin v 1 kg k energetické hodnotě krmiva
- **Nepostradatelné živiny (esenciální živiny)** - živiny, které se v živočišném organismu vytvářejí jen v nedostačujícím množství nebo se vůbec nesyntetizují a přitom jsou pro organismus nezbytné; jejich nedostatek vede k poruchám metabolismu
- **Postradatelné živiny (neesenciální živiny)** - živiny, které se mohou v živočišném organismu syntetizovat v dostatečném množství nebo které organismus nutně nepotřebuje
- **Limitující živina** - živina, jejíž nedostatek v krmné dávce limituje růst a produkci
- **Limitující aminokyselina** - aminokyselina, jejíž nedostatek v krmné dávce limituje využití dalších aminokyselin a tím i růst a produkci
- **Stravitelná živina** - živina přijatého krmiva, která se nevyloučila výkaly; rozeznáváme bilančně (syn. pr. zdánlivě) stravitelnou živinu a skutečně stravitelnou živinu
- **Skutečně stravitelná živina** - stravitelná živina stanovená tak, že od živiny přijatého krmiva je odečteno to množství živiny ve výkalech, které pochází ze zkoumaného krmiva
- **Koeficient stravitelnosti živiny** - procentický podíl stravitelné živiny z celkového obsahu živin v krmivu; rozeznáváme koeficient bilanční (syn. pr. zdánlivě) stravitelnosti živiny a koeficient skutečné stravitelnosti živiny; není-li uvedeno jinak, rozumí se koeficient stravitelnosti stanovený in vivo
- **Veškeré stravitelné živiny; VSŽ** - součet bilančně stravitelných dusíkatých látek, stravitelného tuku vynásobeného koeficientem 2,25 stravitelné vlákniny a stravitelných bezdusíkatých látek výťažkových
- **Energetická hodnota krmiva** - hodnota krmiva vyjádřená jeho obsahem energie nebo jeho energetickým účinkem v organismu zvířete
- **Stravitelná energie; SE** - brutto energie přijatého krmiva, která se nevyloučila výkaly; rozeznáváme bilančně (syn. pr. zdánlivě) stravitelnou energii a skutečně stravitelnou energii

- **Energetická bilance** - rozdíl mezi brutto energií přijatého krmiva a výdejem energie z organismu; od brutto energie krmiva se odečte energie výkalů, moči, plyných zplodin trávení a celková produkce tepla; energetická bilance může být buď pozitivní nebo rovnovážná anebo negativní
- **Brutto energie; BE** - v krmivářské terminologii smluvená veličina udávající množství tepla uvolněné dokonalým spálením hmoty v kyslíkové atmosféře ve spalovacím kalorimetru za předepsaných podmínek; vztahuje-li se na 1 kg hmoty, je synonymem pro spalné teplo
- **Metabolizovatelná energie; ME** - brutto energie přijatého krmiva, která se nevytloučila výkaly, močí a plynými zplodinami trávení; u prasat a drůbeže se energie plyných zplodin trávení zpravidla zanedbává; rozeznáváme bilančně (syn. pr. zdánlivě) metabolizovatelnou energii a skutečně metabolizovatelnou energii
- **Netto energie; NE** - brutto energie přijatého krmiva, které se nevytloučila výkaly, močí a plynými zplodinami trávení ani nebyla ztracena jako přírůstek produkce tepla
- **Netto energie pro záchovu** - netto energie vynakládaná na udržení zvířete v energetické rovnováze; zahrnuje energii pro bazální metabolismus, energii volní aktivity, energii pro oteplování a pro ochlazování těla
- **Produkční energie, PE** - přídavek netto energie k netto energii pro záchovu, jehož zvíře využívá pro produkci
- **Škrobová jednotka; ŠJ** - jednotka vyjadřující energetickou produkční hodnotu organických živin krmiva odpovídající tukotvorným účinkem jednomu kilogramu stravitelného škrobu
- **Struktura krmiva**- charakteristika krmiva podle velikosti, tvaru a fyzikálních vlastností jednotlivých částic

3.2. Krmiva a jejich dělení

Krmivem je produkt rostlinného nebo živočišného původu, čerstvý nebo konzervovaný, a produkt jeho průmyslového zpracování, organická a anorganická látka, s přidáním nebo bez přidání doplňkové látky, který je určen ke krmení zvířat, samostatně nebo ve směsích (Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb.).

Stejný zákon (č. 91/1996 Sb.) ve svém druhém paragrafu vymezuje i další související termín - krmná surovina. Tou se rozumí krmivo pro přímé krmení zvířat v původním stavu nebo po úpravě, anebo krmivo, které je určeno k výrobě krmných směsí nebo jako nosič pro

výrobu premixů. V krmivářských databázích, kupř. v katalogu krmiv (Zeman a kol., 1995) nacházíme těchto položek více než 2 000, které se pro přehlednost různě dělí. Zeman a kol., (2006) příkladně popisuje rozdělení krmiv podle čtyř kritérií, a to:

1. Podle původu, místa vzniku a charakteru:

- Krmiva rostlinná (zrniny, zelená píce, okopaniny, sena, siláže, úsušky, sláma...)
- Krmiva živočišná (rybí, masokostní, masové, kostní krevní moučky, mléka ...)
- Krmiva mikrobiální (krmné kvasnice, bakteriální biomasa, řasy, houby ...)
- Krmiva minerální (krmná sůl, vápenaté, hořečnaté, fosforečné, železnaté soli apod.)
- Krmiva syntetická (močovina, aminokyseliny, nejrozumnější krmná aditiva atd.)
- Krmiva kombinovaná (krmné směsi, premixy, přísady, doplňky apod.)

2. Podle koncentrace živin :

- Krmiva objemná - s nižší až velmi nízkou koncentrací živin jako u balastních krmiv.
- Krmiva jadrná - s vyšší či dokonce velmi vysokou koncentrací energie, organických a anorganických živin.

3. Podle způsobu výroby :

- Krmiva statková – (objemná i jadrná krmiva), vyráběná v zemědělských podnicích či farmách a to jak na polích, tak stájích.
- Krmiva průmyslová – produkovaná, buď jako odpad v potravinářském průmyslu při zpracování rostlinných nebo živočišných produktů (krmné zbytky mlýnského, sladařského, pivovarského, lihovarského, cukrovarského, tukového průmyslu atd.), nebo krmiva (krmné směsi, přísady, premixy apod.) vyráběná, příkladně ve výrobnách krmných směsí.

4. Podle obsahu převládající živiny :

- Krmiva bílkovinná – obsahující v sušině vyšší zastoupení nejen bílkovin, ale i dusíkatých látek, vyznačující se úzkým poměrem živin (příkladně jeteloviny, luskoviny, extrahované šroty, živočišné moučky apod.).

- Krmiva sacharidová – krmiva opačného charakteru než bílkovinná, to znamená krmiva bohatá na energii, tudíž s vyšším zastoupením tuků (krmné tuky, olejnin), anebo nejrozličnějších frakcí oligosacharidů (pentóza, hexóza) či polysacharidů (pentózany, hexózanů a dalších), tedy bezdušičatých látek výťažkových (BNLV) a vlákniny. Jsou charakteristická širokým poměrem živin (např. krmné cukry, škrobnatá krmiva a krmiva s vyšším zastoupením strukturních sacharidů - vlákniny).
- Krmiva polobílkovinná – tvoří jakýsi přechod mezi předchozími skupinami. Znamená to, že neobsahují ani extrémně vysoké obsahy N-látek, ani energie.

3.3. Základní charakteristika objemných a jadrných krmiv

OBJEMNÁ KRMIVA zaujímají ve výživě hospodářských zvířat velice důležité místo a to především u býložravců (skot, ovce, kozy, koně, králíci). V malochovech či v chovech s tradiční technologií krmení, obdobně jako na ekologických farmách, bývají však zkrmovány i některým všežravcům, jako jsou prasata i drůbež. Jejich základní dělení vychází z obsahu sušiny, což je prezentováno níže.

1. Suchá objemná krmiva. Pro tuto skupinu krmiv je typický vysoký obsah sušiny, přesahující v původní hmotě 86 %, což je sušina zajišťující dobrou skladovatelnost. Tato sušina nikdy v běžných (ani laboratorních) podmínkách nedosahuje u krmiv 100 %. Dalším charakteristickým rysem těchto krmiv je vysoký obsah vlákniny (zpravidla nad 20 %, někdy dokonce přesahující hladinu 35 %), z čehož vyplývá i skutečnost, že vlivem velkého obsahu právě této živiny, dochází k depresi stravitelnosti všech ostatních (zejména organických) živin (Kudrna a kol., 2006, Abramson, 2008). Klasickými představiteli této skupiny krmiv s typickými vlastnostmi jsou:

- ❖ Seno (vojtěšková, jetelová, vojtěško-travní, jetelo-travní, luční, směšková) - příznivě ovlivňující trávicí pochody, u přežvýkavců navíc i motoriku předžaludku s pufrčním efektem, jak se zmiňuje Šarapatka, (2006). Podle Veselého a kol., (1984), ale i dalších Jakobe a kol. (1987) a Kudrna a kol. (2006) nutriční a dietetická hodnota sena závisí na druhu sušené píce, na vegetačním stadiu rostlin a na průběhu vlastní konzervace.
- ❖ Úsušky (pícnin a okopanin) – zahrnující podle Veselého a kol., (1984) krmiva konzervovaná horkovzdušným sušením. Jde převážně o suroviny s relativně vysokou nutriční a biologickou hodnotou, které se využívají, podobně jako jadrná krmiva, k přímému krmení nebo jako komponenty do krmných směsí.

❖ Sláma – (z obilovin, luštěnin, olejnin) je podle Zemana a kol., (2006) typicky balastní objemné krmivo s vysokým obsahem vlákniny (30 - 40 %), všeobecně nízkou koncentrací živin v sušině a nízkou stravitelností organických živin (40 - 45 %). Z uvedeného vyplývá, že nedostupnost energetických zdrojů slámy zvířatům (malá energetická hodnota) i přesto, že se jedná o sacharidové krmivo.

2. Šťavnatá objemná krmiva se vyznačují obsahem sušiny převážně od 10 do 50 % (resp. obsah vody je do 90 %), nízkou až průměrnou koncentrací živin, průměrnou výživnou hodnotou, která je velmi ovlivněna vegetačním stadiem v době sklizně, počasím, agrotechnickými a technologickými faktory, vysvětluje Zeman a kol. (2006). Představitelé této skupiny krmiv jsou:

❖ Zelená píce z orné půdy i trvalých travních porostů – se podle Veselého a kol. (1984) dělí na pícniny víceleté a jednoleté. K víceletkám patří dvě rozsáhlé skupiny rostlin, a to jeteloviny a trávy. Z hospodářsky významných pícnin trav uvádíme příkladně jílky, bojínek, kostřavy, srhy, lipnice atd. Do jednoletých pícnin patří řada různorodých druhů pícnin (krmné luskoviny, obiloviny na zelené krmení a ostatní jednoleté pícniny a nejrůznější směsky). Luční a pastevní porosty tvoří společenstva travních porostů, které podle Kudrny a kol. (1998), představují přirozené, polopřirozené nebo kulturní útvary, složené z trav, jetelovin a ostatních bylinných odrůd, které jsou spojené prostředím, vymezeným klimatickými, geologickými a půdními faktory.

❖ Siláže – pícniny, okopaniny či vlhké odpady ze zpracovatelského průmyslu (cukrovarské řízky), konzervované silážováním - technologií založenou na principu okyselení hmoty (pokles pH) kyselinou mléčnou, která vzniká činností bakterií mléčného kvašení (*Streptococcus*, *Lactobacillus* aj.) z vodorozpustných cukrů v prostředí bez přístupu vzduchu, jak vysvětluje Šarapatka, Urban a kol. (2006).

❖ Okopaniny - se podle Kudrny a kol., (1998), zkrmuje buď přímo, nebo se silážují, vaří, paří, popřípadě suší. Zeman a kol., (2006) dodává, že okopaniny jsou lehce stravitelná sacharidová krmiva, s vysokou výživnou hodnotou, vyznačující se vysokým obsahem lehce rozpustných jednoduchých i složitých sacharidů (BNVL) a velmi nízkou koncentrací vlákniny. Z minerálních látek v okopaninách převládá K, zatímco obsah Ca, P a Na je nízký. Největší význam ve výživě zvířat mají krmná řepa, krmná cukrovka, brambory a krmná mrkev.

3. Vodnatá krmiva (tekuté lihovarské výpalky, škrobářenské zdrtky apod.), mající velmi nízký obsah sušiny a tudíž i nepatrnou koncentraci živin a výživnou hodnotou, jak tato krmiva charakterizuje Zeman a kol., (2006).

JADRNÁ KRMIVA jsou živinově koncentrované substráty, určené ke krmení zvířat. Mohou sem patřit zástupci všech skupin krmiv, připomenutých při rozdělování krmiv podle původu jejich vzniku. Obecně nejvíce jsou zastoupeny (Zelenka, 1990) krmiva jak rostlinného, tak živočišného původu. Tato krmiva bývají živinovými koncentráty, mají nižší obsah vlákniny v 1 kg sušiny a z minerálních látek převažují anionty (kyselinotvorné prvky), vytvářející negativní alkalitu. Jadrná krmiva slouží k doplňování chybějících živin v krmných dávkách, které nebyly uhrazeny objemnými krmivy. Dále slouží k výrobě doplňkových a kompletních směsí, popř. nejrozličnějších koncentrátů. Jadrná krmiva se také v krmných dávkách skotu označují jako krmiva produkční. Mezi tuto skupinu jadrných krmiv patří zejména všechny zrniny a zkrmitelné zbytky ze zpracovatelského průmyslu, obdobně jako i další sušená rostlinná a živočišná krmiva. V další části o nich pojednáme.

1. Zrniny – do této skupiny, která patří mezi statková krmiva patří podle Burdy a Zajíce, (1967) obiloviny, luskoviny a olejnin.

a/ obiloviny - patří podle Petra (2001) do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Společný botanický původ obilovin předurčuje jejich značnou vzájemnou podobnost, jak ve struktuře a tvorbě zrna, tak v jeho chemickém složení (např. v zastoupení jednotlivých aminokyselin v obilné bílkovině nebo mastných kyselin v tukových složkách). Obiloviny mají ve výživě lidstva rozhodující podíl. V celosvětovém průměru pokrývají 56 % energetických potřeb a přes 30 % spotřeby bílkovin. Vlivem různých klimatických podmínek a během staletí šlechtění a pěstování se však současně vytvořily odlišnosti mezi jednotlivými botanickými rody a druhy obilovin i mezi jednotlivými odrůdami téhož druhu, příkladně ve složení a obsahu tzv. slizovitých látek, které silně vážou vodu, v obsahu tuku nebo v kvalitě bílkovin (Příhoda a kol., 2004).

Jak uvádí Vaculová a kol., (2006) není zkrmování obilovin monogastričným zvířatům či polygastrům žádnou novinkou. S rostoucími nároky na optimální výživu a respektování všech základních podmínek složení krmných dávek a diet, techniky a technologie krmení, hygieny výživy i dalších parametrů, je studium a hodnocení nutriční kvality obilovin jednou z cest ke

zvyšování jejich produkční účinnosti a tím i ke zvyšování ekonomické efektivnosti výroby živočišné produkce. V další části pojednáme o nejdůležitějších obilovinách.

❖ Pšenice, že je naší nejvýznamnější obilninou, uvádí Kudrna a kol. (1998). Obsah celkových bílkovin v zrně se podle citovaného autora pohybuje od 8 do 13 %. Pšenice je však především energetickým zdrojem. Škrob, který je v obilkách zastoupen od 50 do 70 %, je lehce stravitelný a tedy pohotovým zdrojem energie. Vláknina pšenice je tvořena celulórou, hemicelulórou a ligninem. Zrno pšenice obsahuje rovněž vitaminy, především skupiny B, vitamín E a také menší množství beta karotenu. Obsahuje i minerální látky, z nichž je nejvýznamněji zastoupen makroprvek fosfor. Pšenici setou Šarapatka, (2006), Urban a kol. (2006) charakterizují jako hlavní plodinu teplejších a sušších oblastí.

❖ Ječmen, o této obilovině Kudrna a kol. (1998) uvádí, že je v našich podmínkách druhou nejvýznamnější. Hlavním zdrojem energie uložené v ječmeni je stejně jako u ostatních obilnin škrob, který je lehce stravitelný. Vztah mezi koeficientem stravitelnosti energie a obsahem škrobu je u ječmene vysoce kladný. Ječmen obsahuje okolo 10 % dusíkatých látek. První limitující aminokyselinou je u ječmene lyzin. Podle Zelenky (2006) obsahuje ve vztahu k výživě drůbeže mnoho vlákniny. Nižší obsah energie je nutné proto ve směsích pro nosnice a kuřecí brojlerů kompenzovat přídatkem tuku.

❖ Kukuřice je nejlepším energetickým zdrojem ze všech obilnin, jak uvádí Kudrna a kol. (1998). Má vysoký podíl BNVL s vysokým zastoupením škrobu- více než 75 %. Mimo to obsahuje podobně jako oves až 5 % tuku. Tuk kukuřice je tvořen převážně z nenasycených mastných kyselin, proto je zvláště při našrotování snadno oxidovatelný, žlukne, zhoršuje se chuťnost kukuřičného šrotu a energetická úroveň kukuřice se snižuje.

❖ Oves je podle Kudrny a kol. (1998) je považován za obilninu s vysokými dietetickými účinky, které jsou připisovány obsahu zvláštního, ve vodě rozpustného mucinu, obsaženého v plevách. Obsah dusíkatých látek v ovsu se pohybuje v rozmezí 9-11 %. Uvádí se však, že bílkovina ovsa má vysokou biologickou hodnotu. Obsah lyzinu je 0,49 %, methioninu 0,30 % a threoninu 0,44 %. Obsah BNVL je u ovsa okolo 57 % a z toho je nejvyšší zastoupení škrobu. Tuku obsahuje oves okolo 5 %, což je minimálně 2x tolik jako v ostatních obilninách. Vlákniny obsahuje oves také více než ostatní obilniny, nacházíme ji u něj okolo 12 %.

❖ Žito patří mezi nejméně náročné obilniny, zmiňuje Šarapatka (2006) a s ohledem na vyšší zastoupení antinutričních látek i k nejméně používaným ke krmení zvířat.

❖ Tritikale je obilovina vyšlechtěná mezidruhovým křížením pšenice a žita, jak vysvětluje Zelenka a kol. (2006). Obsahuje v menším množství i některé antinutriční látky

(alkylresorcinoly aj.), kterých ovšem je méně než v žitě. Dále Kudrna a kol. (1998) dodává, že obsah NL je v jejich zrna vyšší než u jiných obilnin (průměrně 15-17 %).

Pro celkovou představu o nutričním potenciálu obilovin uvádíme podle literárních pramenů (Vaculová a kol., 2006), přehlednou tabulku (tab.č.1) v níž pozornost zasluhuje ohromný rozkmit nutričních hodnot v rámci jednotlivých druhů.

Tabulka č. 1: Variabilita obsahu živin a dalších látek v zrně obilnin

UKAZATEL	Pšenice	Ječmen	Tritikale	Žito	Oves setý
Sacharidy (%)	65,4-84,0	55,8 – 84,0		71,8	62,9 – 67,4
Škrob (%)	50 - 75	48 - 72	65,9 – 67,8		34,4 – 70,0
Vláknina (%)	0,74 – 3,10	0,5 – 9,3	1,72 – 2,90	2,2 - 2,4	1,0 – 28,9
Beta-gluk. (%)	0,5 – 1,0	1,9 – 11,0		1 - 2	3,00 -3,83
NL (%)	6 - 20	8,1 – 21,2	10 - 20	8,7 – 10,5	9,3 – 23,2
Tuk (%)	1,5 – 3,32	0,9 – 3,4	1,50 – 1,61	1,5 – 4,5	2,0 – 10,5
Popel (%)	1,4 – 2,0	1,3 – 2,5	1,67 – 2,90	1,8 – 1,9	1,6 – 9,6
P (mg/g)	3,5 – 4,0	1,89 – 3,80	3,90 – 4,40	3,60	0,5 – 10,2
K (mg/g)	3,7 – 4,5	1,60 – 5,62	5,60	5,20	2,2 – 8,9
Ca (mg/g)	0,1 – 0,6	0,11 – 0,61	0,09 – 1,20	0,09	0,04 – 0,59
Mg (mg/g)	0,11 - 1,50	0,11 – 1,20	0,13	0,13	0,13

b/ luštěniny - jsou druhou a velmi kvalitní skupinou zrnin, ovšem s ohledem na poměrně značnou variabilitu a nejistotu jejich sklizně, jsou málo pěstovaným krmným komponentem, jak uvádí Kudrna a kol. (1998). Dle Veselý a kol. (1984) patří mezi rostlinná krmiva bílkovinná, protože obsahují přibližně 20-30 % dusíkatých látek, s poměrně velmi dobrou stravitelností. Zeman a kol. (2006) uvádějí, že limitující aminokyselinou luštěnin je methionin. Proti obilninám obsahují dvojnásobné až trojnásobné množství bílkovin, jsou též bohaté fosforem, snadno však plesnivějí a ztuhnou. Zkrmuji se všem zvířatům jen v menších dávkách (Burda a Zajíc, 1967), neboť větší dávky způsobují zácpu a nadýmání. Tyto plodiny mají menší zastoupení škrobu v semenech, jejich energetická hodnota je nižší než u obilnin. U nás se zkrmuje především krmný hrách, peluška, bob koňský a stále více pěstovaná sója. V úvahu přichází také vikev, lupina aj. Pánek a kol. (2002) dodávají, že luštěniny jsou i dobrým zdrojem vitaminů (skupiny B, sója i vitamin E) a vlákniny. Kromě ve výživě pozitivně působících látek mají luštěniny i řadu antinutričních a přírodních toxických

sloučenin. Základní přehled o výživné hodnotě luštěnin shrnuli Kodeš a kol., (2001) v navazující tab. č. 2

Tabulka č. 2: Nutriční charakteristika základních luštěnin

Obsah živin (g) a	L u š t ě n i n y				
	hrách	bob	bílá lupina	vikev	soja
energie (MJ) / kg					
Dusíkaté látky	210	265	332	251	359
Vláknina	61	76	145	66	52
Tuk	16	21	83	17	179
MEp	13,6	11,6	12,8	12,8	16,3
Lysin	14,8	16,4	19,4	14,1	22,8
Methionin+cystin	5,3	5,2	9,1	5,6	10,6
Threonin	8,6	9,0	12,1	8,3	14,5
% LYS v proteinu	7,1	6,2	5,8	5,6	6,4

c/ **olejnin** - podle Veselého a kol. (1984) se naprostá většina olejin využívá na výrobu tuků a ke krmným účelům zůstávají hlavně vedlejší produkty tukového průmyslu, tj. extrahované šroty a pokrutiny. Zeman a kol. (2006) velmi stručně charakterizuje jednotlivé olejnin takto:

- ❖ **Řepka olejná** – semeno obsahuje asi více než 30 % dusíkatých látek a 40 % tuku. Šlechtěním došlo ke snížení obsahu kyseliny erukové v řepkovém oleji (řepky typu „0“) a obsahu glukosinolátů (z původních 100-150 $\mu\text{mol/g}$), u tzv. dvounulových („00“) odrůd.
- ❖ **Semeno lnu setého** - obsahuje 30-40 % tuku a 22-27 % bílkovin. Je bohaté na polynenasycené mastné kyseliny (PUFA), zejména kyseliny linolovou a linolenovou. Má velmi příznivé dietetické účinky, je zvláště vhodné pro zvířata mladá, březí, nemocná a v rekonvalescenci.
- ❖ **Sója** - je významná plodina, která je botanicky klasifikována jako luštěnina, ale protože obsahuje hodně tuku (16 – 18 %), je popisována také jako olejnin. Je nejdůležitějším zdrojem oleje a bílkovin na světě.

Pro přehlednost (tab.č. 3) a vzájemné srovnání uvádíme dále podle Kodeš a kol. (2001) i sumář přehledu o výživné hodnotě olejnatých semen v tuzemsku.

Tabulka č. 3: Nutriční charakteristika olejnatých semen

Olejniný	(gramy)			(MJ)	
	dusíkaté látky	tuk	vláknina	lysin	MEp
<u>Řepka</u>	203	408	68	11,5	19,5
<u>Slunečnice</u>	159	333	184	5,6	15,9
<u>Lněné semeno</u>	234	363	103	8,0	16,2
<u>Podzemnice olejná loupaná</u>	267	436	36	8,5	19,6
<u>Soja</u>	359	179	52	22,8	16,3

2. Další bílkovinná krmiva – do této skupiny patří dle Zelenka (1990) zkrmitelné zbytky ze zpracovatelského průmyslu, obdobně jako i další sušená rostlinná, mikrobiální a živočišná krmiva. Kodeš, Výmola a kol. (2003) je s komentářem uspořádal takto:

a/extrahované šroty

- ❖ **Sójový extrahovaný šrot** – je vedlejším produktem zpracování sóji v tukovém průmyslu. Je prodáván podle obsahu (43 – 48 %) dusíkatých látek. Patří mezi základní bílkovinná krmiva, celosvětově využívaná ve výživě zvířat. S náhradou živočišných komponentů ve směsích komponenty rostlinného původu, význam tohoto komponentu nadále roste. Problémovými složkami, kromě antienzymu - antitrypsinu, mohou být i některé neškrobové polysacharidy, lektiny, hořčiny a enzym ureáza.
- ❖ **Slunečnicový extrahovaný šrot** – jedná se o vedlejší produkt po získání oleje z loupaných či neloupaných semen slunečnice. Ve srovnání se sojovým extrahovaným šrotem má slunečnicový extrahovaný šrot z neloupaných semen nižší obsah základních esenciálních aminokyselin i nižší energetickou hodnotu. Jeho cena, ve srovnání s podobnými komponenty, bývá pro výrobce krmných směsí příznivá. Problémovou složkou mohou být (NSP) neškrobové polysacharidy.
- ❖ **Řepkový extrahovaný šrot OO** – jedná se o vedlejší produkt zpracování řepky, variety s nízkým obsahem glukosinolátů a kyseliny erukové. S ohledem na vyšší účinnost extrakční technologie, obsahuje tento šrot nižší množství tuku (okolo 2-3 %) než řepkové pokrutiny. Klady i zápory krmivářského použití jsou shodné pro všechna řepková krmiva.

- ❖ **Podzemnicový extrahovaný šrot** – je vedlejším produktem po extrakci tuku z podzemnice olejné. Vyrábí se z částečně nebo úplně odslupkovaných arašídů. V současné době se v tuzemsku ze zdravotně-hygienických důvodů (riziko přítomnosti aflatoxinů), příliš nevyužívá. V případě výhodné ceny a včasné zdravotní kontroly, může být jeho využití výhodné.

b/ úsušky pícnin

- ❖ **Vojtěšková moučka** – je produktem horkovzdušného sušení mladé vojtěšky seté. Tento komponent je typický poměrně značným obsahem N-látek, karotenoidů, ale i vlákniny a naopak nízkou energetickou hodnotou. Do směsí bývá zařazován dle potřeby (0 – 10 %) i s ohledem na cenu syntetických pigmentů (náhrada xantofylů). Problémovou složkou mohou být kumestrol, estradiol, lucernol, repensol a další.

c) mikrobiální krmiva

- ❖ **Kvasnice sulfitové Vitex** – nejedná se bezprostředně o rostlinný komponent, nýbrž o vedlejší mikrobiální produkt při výrobě celulózy a papíru. Jde o kvalitní a cenově zajímavé bílkovinné krmivo, jehož využití je limitováno objemem výroby a jeho exportu. Problémovou složkou mohou být NPN – dusíkaté látky povahy nebílkovinné, zejména nukleové kyseliny, působící jako depresor užitekosti.

d/ živočišné moučky

- ❖ **Rybí moučka** – vyrábí se tepelnou úpravou celých ryb nebo jejich zbytků po potravinářském zpracování. Po rozvaření, usušení a rozšrotování se dodává s obsahem dusíkatých látek v rozmezí 60 – 70 %. Jde o krmivo nutričně velmi kvalitní, je bohaté na popeloviny, dobře stravitelné bílkoviny a aminokyseliny, energii, z makroprvků na využitelný fosfor a sodík. Uplatňuje se především ve startovacích směsích pro odchov i výkrm drůbeže. Její cena ji však často pro zařazení do směsí defavorizuje. Limitem jejího dávkování do směsí (0 – 8 %) je obsah sodíku, hygienická nezávadnost, popř. zákaz používání ve výživě hospodářských zvířat. Problémovou složkou může být NaCl, případně mikrobiální znečištění.
- ❖ **Masokostní moučka** - vyrábí se hydrotermickým zpracováním jatečných odpadů a kadaverů ve veterinárních asanačních ústavech. Jedná se o živinově bohaté krmivo, využívané jak k řešení bílkovino-minerální složky výživy, tak ke zlevnění krmných směsí.

3.4. Problematika krmných směsí

Krmnou směsí je směs krmných surovin s přídavkem nebo bez přídavku doplňkových látek, která je určena jako kompletní nebo doplňkové krmivo ke krmení zvířat (Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb.).

Podle charakteru a určení se krmné směsi dělí na kompletní směsi (zcela pokrývají živinovou potřebu zvířat s výjimkou vody, nedoporučuje se jejich doplňování dalšími krmivy) a doplňkové směsi (sloužící k doplnění chybějících živin v základní krmné dávce ze statkových krmiv). V tuzemských podmínkách tvoří většinu vyráběných směsí (80 %) kompletní směsi, vyráběné jak v sypké formě (pro zkrmování v suchém, zvlhčeném či mokřém stavu), tak granulované či ve formě drcených granulí (Kodeš a kol., 2001). Doplňkové směsi se vyrábějí především pro skot, ovce, kozy a koně, výjimkou však nejsou ani směsi pro prasata k objemným krmivům.

Podle Zeman a kol. (2006) doplňkový charakter mají i:

- **Mléčné krmné směsi**, obsahující více než 40 % mléčných produktů, které jsou určeny k výživě mláďat jako doplněk nebo náhrádka postkolostrálního mléka nebo k výkrmu mláďat.
- **Melasová krmiva**, obsahující více než 140 g/kg sušiny veškerých cukrů, vyjádřených jako sacharóza, k jejichž výrobě bylo použito mimo jiné i melasa.
- **Minerální krmné přísady** - jako směsi makro a mikro minerálních solí, určených pro výrobu kompletních a doplňkových krmných směsí, případně k přímému využití ve výživě hospodářských a domácích zvířat. Jsou vyráběny pro určitý druh a kategorii zvířat nebo podle typu krmné dávky.
- **Bílkovinné koncentráty** - jsou směsi bílkovinných krmiv, které slouží při dvoustupňové výrobě krmných směsí jako jeden z komponentů kompletních i doplňkových směsí. Jsou vyráběny tak, aby svým obsahem živin odpovídaly požadavkům na doplnění především dusíkatých živin při výrobě směsí pro konkrétní druh a kategorii zvířat.
- **Nejrůznější premixy** (doplňky biofaktorů) - jsou směsi doplňkových látek bez nosičů nebo směsí jedné či více doplňkových látek s nosiči, které jsou určeny k výrobě krmných směsí. Doplňkové látky mohou být rozdílného charakteru (Zeman, 2010), například technologické (konzervanty, antioxidanty, emulgátory, stabilizátory,

zahušťovadla, pojiva), senzorické (pigmenty, aromatické a zchutňující látky), nutriční (vitamíny, provitamíny, stopové prvky aminokyseliny), zootechnické (probiotika, prebiotika, léčiva...).

3. 5. Laboratorní kontrola

Kontrola jakosti krmných surovin při výrobě krmných směsí je nedílnou součástí celého výrobního procesu a plní několik funkcí. Předně, prověřuje kvalitu vlastních i nakupovaných krmných surovin a vyráběných krmných směsí z hlediska plnění odběratelsko-dodavatelských smluv, dále, poskytuje podklady pro řízení a organizaci výrobního postupu a dále pro hospodárné využívání krmné hodnoty surovin.

Podle sféry působnosti lze laboratorní kontrolu dělit na:

- vstupní kontrolu jakosti surovin,
- mezioperační kontrolu výrobního procesu,
- výstupní kontrolu jakosti vyráběných směsí.

(Sborník zásad správných praxi a HACCP pro výrobu, skladování a přepravu doplňkových látek, premixů a krmiv určených zvířatům).

Střížová (2008) popisuje odběr a úpravu vzorku jako postup, který ze vzorku dodaného do laboratoře připraví vzorek s nejvyšší možnou homogenitou. Při tomto postupu nesmí dojít ke změně obsahu stanovených látek. Obecně má být vzorek tak velký, aby odpovídal minimálně 500 g sušiny vzorku. Upravený vzorek má mít hmotnost nejméně 100 g sušiny. Příprava zkušební vzorku ze vzorku laboratorního probíhá v několika krocích – dělení, mělnění, homogenizace. Vždy se musí postupovat tak, aby zkušební vzorek byl reprezentativní, homogenní a nekontaminovaný. V ideálním případě by měl být odebraný vzorek krmiva ihned analyzován. Všechny látky totiž podléhají chemické i strukturální změně, některé látky jsou měni dokonce velmi rychle (Moughan et al. 2000). Kacerovský a kol. (1990) k tomu dodává, že není-li možno vzorek ihned zpracovat, musí se zajistit jeho krátkodobé uchování pokud možno v nezměněném stavu. U suchých krmiv dostatečnou sušinou (nad 86 %), siláže se konzervují několika kapkami chloroformu (na 1 litr obsahu), šťavnatá a vodnatá krmiva lze po odvážení uchovávat do tří dnů v chladničce při 4 ° C.

3. 5. Hodnocení krmiv

Smyslem hodnocení krmiv (Jílek a kol., 2001) je, co nejpřesněji a nejvýstižněji popsat objektivní kvalitu a vlastnosti krmiv a to prostřednictvím jednoznačně definovaných parametrů, sloužících k logickému vyjádření živinové potřeby zvířat.

Prvopočátky hodnocení krmiv spadají přibližně do poloviny 18. století, kdy se vycházelo z principu vzájemné porovnatelnosti (Albrecht Thaer – senná jednotka) produkční účinnosti krmiv. Uplatnění krmivářské chemie (výzkumná stanice ve Weende u Hanoveru) a poznatků z fyziologie výživy a nauky o krmení zvířat, nesporně vedlo k upřesnění, ovšem ani kritérium obsahu stravitelných živin nebylo ideálním měřítkem kvality a specifických vlastností krmiva. Zdokonalení systému přinesl až rozvoj poznání metabolismu živin a nutričních potřeb zvířat.

Ve shodě s předchozím konstatováním je hodnocení krmiv podle Kodeše a Stehlíkové (2001) orientováno především na posouzení nutriční (krmné, výživné) hodnoty, kterou limituje celé spektrum krmivářských parametrů a vnějších vlivů. Ty celkově determinují výši odezvy zvířete na předloženou dietu. Kvalita (hodnota) krmiva představuje tedy jakousi užitnou hodnotu vymezenou:

a./ krmivem - obsahem jednotlivých živin a specificky účinných látek, jejich přístupností (stravitelností), živinovou vyvážeností (využitelností) pro živočišný organismus, energetickou hodnotou, dietetickými, specifickými a dalšími vlastnostmi, ovšem i možnou přítomností nežádoucích vazeb či substancí, antinutričních látek, inhibitorů enzymů a jiných depresorů,

b./ přípravou krmiva a technikou krmení, které mohou více, či méně tlumit nedostatky a zvyšovat přednosti krmiva nebo naopak,

c./ biologickými faktory, souvisejícími se zvířetem (jeho druhem, věkovou kategorií, pohlavím, typem užitkovosti, zdravotním stavem, fází reprodukčního cyklu apod.),

d./ podmínkami chovu (přítomností stresorů, hygienou, nálezovou situací apod.).

V krmivářství se využívá osm základních přístupů k hodnocení krmiv (organoleptické, chemické, fyzikální, mikroskopické, mikrobiologické, toxikologické, biologické a komplexní) o kterých bude pojednáno níže.

A. Organoleptické hodnocení krmiv

Podle Kacerovského a kol. (1990) je neoddělitelnou součástí posuzování krmiv. Při tomto hodnocení se hodnotí ty vlastnosti krmiv, které se mohou posoudit zrakem, čichem,

hmater a chutí. Při organoleptickém hodnocení se získávají denní poznatky o krmivu, které se nemohou zjistit fyzikálními nebo chemickými zkouškami, přičemž se vychází ze subjektivních vjemů proškoleného hodnotitele, znalého příslušných metodik a bodových systémů.

Vlastní hodnocení zrakem spočívá v posuzování charakteristického vzhledu, barevného odstínu, tvaru semene či jiných částí rostliny, čistoty, příměsí a škůdců. Čichem se posuzuje charakteristický pach či aroma ihned po odebrání vzorku, po otevření vzorkovnice nebo po spaření. Chutí se posuzuje charakteristická chuť či pachuti, hmatem potom tvrdost, měkkost, struktura a konzistence.

B. Chemické hodnocení krmiv

Toto hodnocení dovede nejvýstižněji popsat objektivní kvalitu a vlastnosti krmiv a to prostřednictvím jednoznačně definovaných parametrů - živin, sloužících k logickému vyjádření nutriční - živinové potřeby zvířat. Základní metodou, využívanou v tomto hodnocení je Weendská metoda. Jeroch a kol. (2006) dodávají, že tento postup analýzy krmiv byl vyvinut Hennebregem a Stohmannem v roce 1860 ve Weende u Göttingenu v Německu. Spočívá, jak uvádějí Zeman a kol. (2006), ve stanovení obsahu vody a sušiny v krmivu, v sušině dále obsahu popelovin a organických látek a v organické hmotě obsahu dusíkatých látek, tuku a sacharidů.

K jednotlivým živinám je možné uvést:

VODA je obsažena, podle Jerocha a kol. (2006), v různém množství prakticky ve všech krmivech. V převážné míře se vyskytuje ve formě volné vody, sloužící v buňkách jako rozpouštědlo organických a anorganických látek. Volná voda se z krmiv odstraňuje sušením. Druhou formou je voda vázaná, a to hlavně fyzikálně - chemickými a chemickými vazbami. Tato forma se především vyskytuje v minerálních krmivech. Z krmivářského hlediska má praktický význam volná voda. Všechny živiny, které krmivo kromě vody obsahuje, tvoří sušinu.

SUŠINA se stanoví z rozdílů hmotností rozborovaného vzorku před vysušením a po vysušení (při 105 °C), za předepsaných podmínek. Krmiva s vyšším obsahem vody než 15 % se předsušují (Kacarovský a kol., 1990).

POPEL se stanovuje jako nespalitelný podíl vzorku při zpopelňování v muflové peci při teplotě 550 °C (Kacarovský a kol., 1990). Vzniklý podíl se označuje jako hrubý popel.

Termín hrubý popel pro nespalitelnou část krmiva byl zvolen proto, že vedle minerálních látek jsou v něm obsaženy i nespalitelné cizorodé částice (např. půdní nečistoty, mimo jiné silikáty).

ORGANICKÉ ŽIVINY – suma organických živin se vypočte a to odpočtem popelovin od stanoveného množství sušiny.

DUSÍKATÉ LÁTKY mají základní význam pro výživu veškerých živočichů. Jsou definovány jako obsah dusíku, stanoveného metodou Kjeldahla, vynásobeným faktorem 6,25. Dusík se stanoví po převedení dusíkatých sloučenin krmiva mineralizací kyselinou sírovou za varu a přítomností katalyzátorů na síran amonný a po oddestilování vzniklého amoniaku titračně alkalimetricky. Touto metodou se stanoví dusík vázaný v bílkovinách, volných aminokyselinách, aminech a amidech. Nestanoví se dusík dusičnanový, dusitanový ani dusík azosloučenin a hydroazosloučenin. Z toho vyplývá, že hlavní složkou dusíkatých látek jsou bílkoviny, které obsahují asi 16 % dusíku, proto pro přepočet dusíku na dusíkaté látky se užívá faktor 6,25 ($100 : 16 = 6,25$). Tento faktor se používá při analýzách krmiv i při sledování bilance dusíku v biologických testech na zvířatech, bez ohledu na typ testovací bílkoviny. Obsah organického dusíku vynásobený faktorem 6,25 bývá také nesprávně označován jako hrubá bílkovina. Pro krmné suroviny se známou bílkovinou, se používá přesnějších faktorů, např. 6,37 pro kasein, mléko a mléčné výrobky, 5,95 pro rýži, 5,83 pro cereálie, 5,71 pro sóju, 5,70 pro pšenici, 5,46 pro ořechy, 7,69 pro kolagen, 10,65 pro methionin, 5,22 pro lysin.

Dusíkaté látky jsou ve výživě zvířat nezastupitelné, potvrzuje Zeman a kol. (2006). Existence živočichů a jejich produkce jsou podmíněny přítomností využitelných forem dusíkatých látek.

Z krmivářského hlediska dnes rozlišujeme dusíkaté látky na:

- bílkoviny (složené z aminokyselin), které se dělí na proteiny a proteidy
- nebílkovinné dusíkaté sloučeniny, které se dělí na aminokyseliny (volné), amidy, alkaloidy, peptidy, nukleové kyseliny, glykosidy obsahující dusík, purinové a pyrimidinové zásady, amonné soli, amoniak, močovinu, dusičnany aj.

TUKY označuje Kacerovský a kol. (1990) z chemického hlediska jako estery glycerolu s vyššími mastnými (nasycenými i nenasycenými) kyselinami. Podle délky řetězce a počtu

dvojných vazeb v molekule tuků se pak řídí jejich fyzikálně chemické vlastnosti. Podle Velíška (2002) se tuky dělí do tří skupin - homolipidy, heterolipidy, komplexní lipidy. Homolipidy jsou sloučeniny mastných kyselin a alkoholů. Estery masných kyselin s jednosytnými alkoholy se označují triviálním názvem vosky. Heterolipidy jsou lipidy, které obsahují kromě mastných kyselin a alkoholu ještě další kovalentně vázané sloučeniny. Komplexní lipidy jsou makromolekulární látky, jejichž lipidová složka je na nelipidový podíl vázána vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi a jinými fyzikálními vazbami. Jeroch a kol. (2006) popisuje, že společnou vlastností všech lipidů je rozpustnost v organických rozpouštědlech a nerozpustnost ve vodě. Lipidy se dělí na jednoduché, komplexní a tuky doprovázející látky.

Stanovení obsahu tuku v krmivech je významné proto, že tuk je nositelem vysoké energetické hodnoty i důležitým ukazatelem jakostního stavu krmiva, vysvětluje Kacerovský a kol. (1990). Dále dodává, že za usanční metodu stanovení obsahu tuku je všude považována extrakční metoda s použitím Soxhletova extraktoru nebo různých konstrukcí extraktorů kontinuálních. Jako rozpouštědlo se používá etyléter nebo petroéter, popř. jeho frakce o bodu varu max. 60 °C. Z hlediska způsobu provedení analýzy dělíme metody stanovení tuku přímou extrakcí vzorku a po hydrolýze vzorku.

K popisu destrukčních pochodů, probíhajících v tuku krmiva slouží tzv. číslo kyselosti tuku (množství mg KOH potřebného k neutralizaci kyselých reagujících látek v 1 g extraktu získaného předepsaným extrakčním činidlem) a peroxidové číslo (jodometrické stanovení produktů žluknutí tuku).

Hovoříme-li o SACHARIDECH, tak v krmivářské terminologii hovoříme o součtu vlákniny a bezdušíkatých látkách výtažkových.

Jako VLÁKNINA se označuje komplex látek, který je možno charakterizovat jako sumu polysacharidů včetně ligninu, popř. i kutinu, který prochází trávicím ústrojím, aniž by byl dotčen účinky enzymů (Kacerovský a kol., 1900). Podle základních funkcí, které vykonávají v tkáních živočichů, v pletivech a buňkách rostlin, řas, vyšších hub a mikroorganismů, se polysacharidy dělí podle Velíšek (2002) na zásobní neboli rezervní, stavební neboli strukturální a mající jiné funkce.

Z analytického hlediska lze vlákninu stanovit:

- chemickými metodami

- enzymatickými metodami.

BEZDUSÍKATÉ LÁTKY VÝTAŽKOVÉ představují dle Javorského a kol. (1981) převážně lehce hydrolyzovatelné sacharidy. BNLV jsou přítomny jen v rostlinném materiálu, proto živočišná krmiva, například masokostní moučky nebo rybí moučky, mají dávat součet vlhkosti, dusíkatých látek, vlákniny a popelovin v % rovných 100. V ostatních krmivech se výpočet řídí rovnicí č. 1:

$X = 100 - (a + b + c + d + e)$	(1)
---------------------------------	------------

Kde v % : a - je obsah vody

B - obsah dusíkatých látek

c - obsah tuku %

d - obsah popelovin

e - obsah vlákniny

Kromě stanovení základních živinových skupin dle Weendské metody, sehrávají ve výživě zvířat významnou roli i daleko detailnější informace jako je OBSAH JEDNOTLIVÝCH MINERÁLNÍCH LÁTEK. Ty charakterizuje Kudrna a kol. (1998) jako významné stavební kameny živočišného organismu (pro růst, vývin, udržení dobrého zdravotního stavu), dělené do dvou skupin:

- makroprvky - základní minerální látky- vápník, fosfor, draslík, sodík, hořčík, chlór a síra (koncentrace > 50 mg/kg živé hmotnosti)
- mikroprvky - stopové prvky- železo, mangan, zinek, měď, kobalt, jód, molybden, selen a chróm.

Vápník (Ca) – je podle Zemana a kol. (2006) v živočišném těle nejvíce zastoupený prvek (v kostech, zubech, v krevním séru). Jeho nejrozšířenějším zdrojem je krmný vápenec (uhličitan vápenatý a vápenato-hořečnatý - získaný drcením). Obsah vápníku se stanoví z chloridového výluhu popela vzorku nebo u minerálních krmiv po rozpuštění vzorku v kyselině chlorovodíkové. Stanoví se titračně manganometricky nebo vážkově jako síran nebo metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS) nebo titračně chelatometricky.

Fosfor (P) – jeho nejčastěji používaným zdrojem, ale i Ca, je monokalciium fosfát, popř. di resp. trikalciium fosfát a kostní vyklížená moučka. Fosfor se stanovuje po reakci s molybdáto-vanadátovým činidlem spektrofotometricky nebo po vysrážení chinolinovým

činidlem. (Praktická příručka, Zákon o krmivech č.91/1996 Sb. O krmivech, Vyhláška Mze č. 222/1996 Sb.,vyhláška č.22).

Základní mikroprvky – (Fe, Cu, Zn, Mn, Co, I, Mo, Se, Cr), ovšem i rizikové těžké kovy (Hg, Pb, Cd...) se v současnosti nejčastěji stanovují atomovou absorpční spektrometrií, kdy se do acetylen - vzduchového plamene vstříkují zředěný roztok kyseliny chlorovodíkové obsahující uvedené prvky. Absorpce záření prvků se změní na vhodných rezonančních čarách (Kacerovský a kol., 1990).

Do chemického hodnocení patří celkové posouzení MINERÁLNÍ HODNOTY. V této souvislosti je třeba připomenout, že **využitelnost minerálií zvířaty** závisí na mnoha faktorech, souvisejících s krmivem (fyzikální struktura, chemická vazba, zastoupení prvků, poměr mezi živinami aj.) i zvířetem (věk, zdraví, fáze reprodukčního cyklu, velikost potřeby). Předpokladem dostupnosti minerálních látek pro zvířecí organismus je jejich rozpustnost ve vodě, případně slabých kyselinách. Látky tohoto charakteru, za uvedených podmínek nerozpustné, jsou označovány za nevyužitelný PÍSEK, který je pro organismus balastem.

Minerální hodnota a celková alkalita krmiva je sumárně dána množstvím anorganických látek (g/kg) v krmivu. Minerální prvky (makroelementy, mikroelementy, inertní prvky a těžké kovy) mají rozdílnou alkalitu (aciditu). Mezi kyselinotvorné prvky patří například fosfor, síra a chlór, do skupiny zásadotvorných prvků kupříkladu vápník, draslík, sodík a hořčík. Jestliže v krmivu převládají prvky kyselinotvorné, má celkovou alkalitu zápornou, při převaze prvků zásadotvorných je alkalita krmiva kladná. Celkovou alkalitu krmiva lze zjistit ze vztahu č. 2:

$(Ca + Mg + K + Na +) \cdot \text{gramekvivalent} - (P + S + Cl) \cdot \text{gramekvivalent} \quad (2)$

Celkovou alkalitu zápornou mají především krmiva s vysokým obsahem bílkovin (živočišné – masové, rybí a jiné moučky). Jejich rozklad v organismu způsobuje okyselení a to vlivem uvolněné síry a fosforu. Zápornou alkalitu mají i zrniny. Celkově kladnou alkalitu mají objemná krmiva – zelená píče, seno a okopaniny. U obvyklých krmných dávek pro býložravce zjišťujeme zpravidla kladnou alkalitu, u všežravců a masožravců bývá alkalita záporná. Acidobazickou rovnováhou rozumíme vyrovnaný poměr mezi zásadotvornými a kyselinotvornými prvky. Tuto rovnováhu zajišťují v organismu pufrý (Jílek a kol., 2001).

VITAMINY patří do skupiny biofaktorů, což jsou organické, nízkomolekulární látky, sehrávající klíčovou roli v metabolismu (Combs, 1998). McDowell (1989) dodává, že byly rozděleny do dvou skupin na základě jejich rozpustnosti v tucích (A, D, E a K) a ve vodě (skupina B vitamínů a C). Podle Vodrážky (1996) vitaminy dovedou však syntetizovat jen autotrofní organismy. Živočichové ztratili tuto schopnost během vývoje a musí proto vitaminy přijímat v potravě buď v hotové formě, nebo jako tzv. provitaminy. Vitamíny mohou mít katalytickou funkci v řadě reakcí látkové přeměny buď samy, nebo jako součásti sloučenin, které z nich vznikají až v organismu a tvoří kofaktory enzymů. Nedostatek vitamínů v potravě se projevuje různými poruchami, podle hloubky jejich absence (hypovitaminosy, avitaminosy).

Kacerovský a kol. (1990) zdůrazňuje, že stanovení vitamínů v biologických materiálech - krmivech vyžaduje značné analytické zkušenosti. Především přesnou práci a dodržování metodických postupů, naprostou čistotu používaných chemikálií, popř. i zvláštní tepelný i světelný režim.

Pro extrakci vitamínů rozpustných ve vodě se používá extrakce vodou, zředěnými minerálními kyselinami, někdy zředěnými louhy, popř. roztoky pufrů. Pro vitamíny rozpustné v tucích se používá univerzálnějších metod extrakce. Nejčastěji se vitamíny této skupiny stanovují po zmýdelnění, které se provádí buď u tuků krmiv přímo, nebo po jejich vyextrahování. Před vlastním stanovením jednotlivých vitamínů se musí soubor vitamínů vyextrahovaných z krmiv rozdělit. K dělení vitamínů se využívá plynová nebo kapalná chromatografie. Teprve po rozdělení vitamínů lze provést detekci jednotlivých vitamínů.

Vitamínová hodnota se posuzuje podle konkrétního obsahu vitamínů (provitamínů) v krmivech. Množství těchto specificky účinných látek se vyjadřuje buď v mezinárodních jednotkách (m.j.), nebo miligramech (mg) nebo dokonce v mikrogramech (mcg) na jeden kilogram krmiva.

AMINOKYSELINY charakterizuje Velíšek (2002) jako sloučeniny, v jejichž molekule je přítomna alespoň jedna primární aminoskupina ($-NH_2$) a současně alespoň jedna karboxylová skupina $-COOH$. Jsou tedy substituovanými karboxylovými kyselinami.

Zeman a kol. (2006) z nutričního hlediska rozděluje aminokyseliny na :

- **esenciální - nepostradatelné**, které organismus vyšších živočichů s jednoduchým žaludkem syntetizuje v nedostatečné míře. U přežvýkavců je syntetizují bakterie. Patří sem

příkladem lysin, methionin, fenylalanin, tryptofan, histidin, leucin, izoleucin, treonin, valin, (arginin).

- **neesenciální - postradatelné**, které organismus živočichů syntetizuje v dostatečné míře, například glycin, prolin, cystein, alanin, serin, tyroxin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, hydroxyprolin, citrulin.

Zvíře potřebuje (Zelenka, 2011) aminokyseliny v určitém vzájemném poměru. Esenciální aminokyselina, jejíž nedostatečné zastoupení v dusíkatých látkách limituje využití ostatních aminokyselin, a tím zvyšuje nároky na množství dusíkatých látek v krmné dávce, nebo limituje užitek zvířat při nezměněném množství dusíkatých látek, se nazývá limitující aminokyselina.

Má-li být dosaženo vysokého využití dusíkatých látek, musí být nepostradatelné aminokyseliny zastoupeny v určitém vzájemném poměru. Čím je poměr aminokyselin blíže skutečným potřebám zvířete (ideální protein), tím vyšší kvalitu a využití mají zkrmované dusíkaté látky, což se projevuje snížením exkrece dusíku zvířaty do životního prostředí. Nedostatek některé esenciální aminokyseliny je limitem využití celého komplexu dusíkatých látek (Jílek a kol., 2001).

Vývoj základních kritérií, vyjadřujících potřebu zvířat v dusíkatých živinách za posledních 50 let v tuzemsku, je představen v tabulce č. 4. V uvedené tabulce je tučným písmem označen současný aktuální stav.

Tabulka č. 4: Postup vývoje kritérií k vyjádření potřeby zvířat v dusíkatých látkách

Polygastrická zvířata			Monogastrická zvířata		
Skot	Ovce	Kozy	Koně	Prasata	Drůbež
SB	SB	SB	SB	SB	SB
SNL	SNL	SNL	SNL	SNL	SNL
PDI	PDI	PDI		NL	NL
			AMK	AMK	AMK
				SAMK	

Jak je patrné, výchozím parametrem v dané oblasti, pro stanovení nutriční hodnoty krmiv i živinových potřeb zvířat, byly **stravitelné bílkoviny** (SB). Složitost a nepřesnost jejich

stanovení vedl v polovině 60. let k přehodnocení tohoto ukazatele, ve prospěch objektivnějšího parametru - **stravitelných dusíkatých látek** (SNL), které se ještě v současnosti používají k vyjádření potřeb koní. Kromě stravitelných bílkovin, zahrnují totiž i stravitelnou část dusíkatých látek povahy nebílkovinné (NPN). U prasat a drůbeže došlo, s ohledem na téměř plošné využívání kompletních krmných směsí (s minimálním výkyvem stravitelnosti), ke zjednodušení tím, že potřeba aminokyselin byla vyjadřována prostřednictvím **dusíkatých látek** (NL). Ty jsou definovány jako dusík (N), stanovený metodou podle Kjeldahla, vynásobený koeficientem 6,25 ($N \times 6,25$). Za normálních podmínek krmení zpravidla stačí omezit pozornost pouze na limitující **aminokyseliny** (AMK), které bývají nejčastěji v nedostatku. Ve výživě prasat bývá takovou aminokyselinou lysin, u drůbeže jsou to sirné aminokyseliny – methionin a cystin (Jílek a kol., 2001). Vývoj poznání, zejména u monogastričních zvířat ukazuje, že dochází k přechodu od hodnot celkových aminokyselin k hodnotám stravitelným, konkrétně **skutečně stravitelným aminokyselinám** (SAMK). Vše je motivováno snahou lépe přizpůsobit přívod aminokyselin potřebám zvířat a tím, zvýšit využitelnost proteinu krmiva, což svými efekty (snížení exkrece N do atmosféry), je výrazným příspěvkem k ochraně životního prostředí.

Poněkud jinak se vyvíjela situace ve výživě přežvýkavců (Mudřík a kol, 2006). Zatímco u monogastričních zvířat závisí spektrum vstřebaných aminokyselin na jejich obsahu v přijatých krmivech, u polygastričních zvířat je toto spektrum výrazně modifikováno (rozkladnou i syntetickou) činností mikroorganismů v předžaludcích. Z tohoto pohledu, dříve používané SNL neodrážely fyziologické pochody trávení dusíkatých látek u skotu, ovcí a koz. Z uvedeného důvodu byl pro naše podmínky převzat francouzský **systém PDI – protein skutečně stravitelný ve střevě**. PDI, ve shodě se vztahem (3), tedy představuje sumu proteinu, přesněji aminokyselin (Alimentárních i Mikrobiálních), vstupujících do střeva, tzn. do prostoru, kde mohou být vstřebány a zvířeti dále k dispozici na pokrytí záchovné a produkční potřeby (Homolka a kol., 1996).

PDI = PDIA + PDIM (3)

Velikost PDIA (proteinu stravitelného ve střevě alimentárního původu) je dána nedegradovatelností (nerozbouratelností) bílkovin v batoru a jejich stravitelností v tenkém střevě. Tvorba mikrobiálního proteinu a odvozeně i PDIM je však závislá na dalších faktorech, především bohatosti krmivového zdroje na :

- degradovatelný protein, který je nosičem základního stavebního elementu - **dusíku** (N),

- fermentovatelné organické živiny, jako rozhodujícího zdroje **energie (E)**.

Z uvedených důvodů (závislost mikrobiální syntézy na zdroji dusíku a energie) je třeba podle Venclo a kol. (1991) rozlišovat pojmy:

a/ **PDIMN** - protein stravitelný ve střevě mikrobiálního původu, jehož výše syntézy je limitována (při dostatku energie) zdrojem dusíku,

b/ **PDIME** - protein stravitelný ve střevě mikrobiálního původu, jehož výše syntézy je limitována (při dostatku dusíku) zdrojem energie.

Parametry PDIMN a PDIME se počítají (Kudrna a kol., 1998) podle speciálních rovnic na základě znalosti obsahu dusíkatých látek v krmivu, jejich degradovatelnosti v bachoru, účinnosti přeměny na mikrobiální protein, množství fermentovatelné hmoty a předpokládané výtěžnosti a stravitelnosti mikrobiálních bílkovin.

Každé krmivo pro přežvýkavce musí být proto charakterizováno dvěma hodnotami, a to prostřednictvím **PDIN** a **PDIE**, pro které platí vztahy (4) a (5) .

PDIN	=	PDIA	+	PDIMN	(4)
PDIE	=	PDIA	+	PDIME	(5)

Nižší z hodnot (PDIN nebo PDIE) vyjadřuje skutečnou výživnou hodnotu, zatímco vyšší představuje hodnotu potenciální, které je možno dosáhnout kombinací s vhodným krmivem. Při výpočtu hodnoty PDI krmné dávky jsou PDIN a PDIE jednotlivých krmných komponentů sumarizovány odděleně. Vyšší hodnota PDIN signalizuje potřebu snížení příjmu krmiv se snadno degradovatelným proteinem v krmné dávce. Je-li naopak vyšší PDIE je nutné zařadit krmiva opačného charakteru .

C. Fyzikální hodnocení krmiv

Do této skupiny posuzování krmiv nesporně patří především energetické hodnocení. Obecně řečeno, přeměny energie (chemicky vázané sluneční energie v živinách krmiv na mechanickou, tepelnou, popř. jinou formu chemicky vázané energie) jsou v živém organismu společným rysem všech metabolických procesů, vedoucích k úhradě energetických potřeb zvířete. Zdrojem energie pro zvířata jsou organické (energetické) živiny přijatého krmiva (dusíkaté látky, tuk, vláknina a bezdusíkaté látky výtažkové), ze kterých je energie

uvolňována v průběhu trávicích pochodů. Ta je ukládána v makroergických vazbách ATP (adenosintrifosfátu) a využívána na záchovu a produkci. Přes zdánlivou dokonalost živočišných organismů, je účinnost utilizace (využití) energie na jednotlivé činnosti značně rozdílná, někdy až překvapivě nízká. Příkladně, využitelnost metabolizovatelné energie se pohybuje v rozpětí (Jílek a kol., 2001):

- 10 – 20 % na tvorbu plodu,
- 40 – 60 % na růst,
- 60 – 65 % na laktaci,
- 70 – 80 % na záchovu,
- téměř 100 % při stressu.

Z fyziologického hlediska, v souladu s tabulkou č. 5, se energie třídí na :

- **brutto energii** – zahrnující celkovou chemickou energii krmiva (spalné teplo), která byla z organických živin uvolněna při dokonalém spalování v kyslíkové atmosféře kalorimetru. Zvířetem nebývá nikdy zcela využita. Její hodnoty se pohybují na 1 kg dusíkatých látek kolem 23,9 MJ, u tuku – 39,7 MJ, vlákniny – 20 MJ a u BNLV přibližně 17,4 MJ,
- **stravitelnou energii** – vyjadřovanou z brutto energie, prostřednictvím koeficientu stravitelnosti energie,
- **metabolizovatelnou energii** – odvozenou od stravitelné energie po odpočtu energie moči a plynů. Poměr metabolizovatelné energie ku brutto energii (ME / BE) se nazývá metabolizovatelnost (**q**) energie, která rozhoduje o využitelnosti energie,
- **netto energii** – představující zbývající množství energie po odpočtu všech metabolických (tepelných) ztrát.

Systémy energetického hodnocení krmiv, používané v tuzemsku i ve světě, vycházejí ze dvou základních principů (Kodeš a kol., 2003) a to :

- a./ **Netto energie**, tj. energie, která je zadržena (projevuje se) v těle nebo produkci,
- b./ **Metabolizovatelné energie**, tj. energie, kterou má zvíře k dispozici na pokrytí svých energetických potřeb.

Klasickým představitelem prvního, principu byla škrobová jednotka (ŠJ), obdobně jako skandinávská (ječná) nebo ruská (ovesná) jednotka. Jeroch a kol. (2006) uvádí, že škrobovou jednotku odvodil kolem roku 1900 Oskar Kellner v zemědělské pokusné stanici Möckern u Lipska v Německu. Jednalo se o jednotku, vyjadřující energetickou produkční hodnotu

organických živin krmiva, odpovídající tukotvorným účinkem 1 kilogramu stravitelného škrobu. Její hodnota představovala 9,868 MJ netto energie., což bylo odvozeno od toho, že 1 kg stravitelného škrobu (podaný nad záchovnou potřebu) vyvolal u dospělého zvířete tvorbu tuku ve výši 248 gramů. Pozdější poznatky energetického metabolismu ukázaly, že systém škrobových jednotek podhodnocoval objemná krmiva a nadhodnocoval jaderná krmiva. Nepřesnost systému se ještě prohlubovala směrem od přežvýkavců k monogastrům. Dalším vývojovým stupněm Kellnerovy teorie škrobové jednotky byl Rostocký systém hodnocení krmiv, který vypracovali především Nehring, Schiemann a Hoffmann, který se používal více než 20 let v bývalé NDR.

Tabulka č. 5: **Zdroje energie a její třídění ve výživě zvířat**

ORGANICKÉ ŽIVINY			
			Dusíkaté látky
		Tuk	
	Vláknina		
BNLV			
Spalné teplo organických živin Brutto energie - BE			
Energie výkalů			
	Energie strávených organických živin Stravitelná energie - SE		
	E. moči a plynů		
		Využitelná - disponibilní energie organických živin Metabolizovatelná energie - ME	
		Tepelné ztráty	
		Energie záchovy a produkce Netto energie - NE	

Představitelem jednotky, vycházející z disponibilní energie, byly **veškeré stravitelné živiny**. Ty byly první metodou hodnocení biologického účinku krmiva, v němž množství stravitelných živin představovalo výpočetní základ ke stanovení energetické hodnoty krmiva. Přes tento nesporný progres, vývoj poznání ukázal, že vyčíslení míry potenciální energie

krmiva prostřednictvím **stravitelné** či **metabolizovatelné energie** je přehlednější a pro vyjadřování energetických potřeb zvířete i logičtější.

Tabulka č. 6: Vývoj používaných energetických jednotek

Polygastrická zvířata			Monogastrická zvířata		
Skot	Ovce	Kozy	Koně	Prasata	Drůbež
ŠJ	ŠJ	ŠJ	ŠJ	ŠJ	ŠJ
				VSŽ	ME
NEL, NEV	NEL	NEL	SE _k	ME _p	ME _N

Energetická hodnota krmiva (kJ/kg) vychází z konkrétního obsahu živin v krmivu (g/kg) a počítá se s pomocí rovnic, odvozených z bilančních pozorování u jednotlivých druhů zvířat. Příkladně, množství stravitelné energie pro koně se zjišťuje podle rovnice (6), metabolizovatelné energie pro prasata ze stravitelných (S) živin podle rovnice (7), metabolizovatelné energie pro drůbež, korigované na dusíkovou (N) rovnováhu pro drůbež, dle rovnice (8), metabolizovatelné energie pro psa, podle rovnice (9) a stravitelné energie pro králíky podle rovnice (10).

$$SE_k \text{ pro koně} = 11100 + 3,8 \cdot NL + 18,4 \cdot \text{Vláknina} - 0,2 \cdot \text{Vláknina} \cdot \text{Vláknina} \quad (6)$$

$$ME_p \text{ pro prasata} = 21 \cdot SNL + 37,4 \cdot STuk + 14,4 \cdot SVláknina + 17,1 \cdot SBNLV \quad (7)$$

$$ME_N \text{ pro drůbež} = 15,51 \cdot NL + 34,31 \cdot Tuk + 16,69 \cdot Škrob + 13,01 \cdot Cukr \quad (8)$$

$$ME \text{ pro psa} = 14,7 \cdot NL + 35,4 \cdot Tuk + 14,8 \cdot BNLV \quad (9)$$

$$SE \text{ pro králíky} = 17,79 \cdot NL + 27,04 \cdot Tuk + 4,96 \cdot \text{Vláknina} + 13,71 \cdot BNLV \quad (10)$$

Nové poznatky (Sommer a kol., 1994) o metabolismu energie u přežvýkavců, spolu se zjišťovanými rozdíly mezi skutečnou a vypočtenou užitkovostí zvířat, vedly k náhradě škrobových jednotek **systémem netto energie laktace (NEL) a netto energie výkrmu (NEV)**. Tento systém (na rozdíl od ŠJ) respektuje (Richter a kol., 2010) rozdílné využití metabolizovatelné energie pro různé druhy produkce, zohledňuje koncentraci energie v krmné dávce a umožňuje provádět korekci na úroveň výživy.

Jednotky energetického hodnocení krmiv pro přežvýkavce (NEL, NEV) se zjišťují korekcí metabolizovatelné energie, dle obecného vztahu (11), takto :

$$\text{NEL (NEV)} = \text{ME} \cdot (\text{korekce koeficientem utilizace na záchovu a produkci}) \quad (11)$$

Koeficient účinnosti utilizace (využití) metabolizovatelné energie na záchovu i tvorbu mléka (k_l) je popsán regresní přímkou (12), rovnice k propočtu NEL má tvar (13), rovnice (14 a 15) slouží k výpočtu potřebných vstupních parametrů, tj. BE a ME z objemných krmiv.

$$k_l = 0,463 + 0,24 \cdot \text{ME} / \text{BE} \quad (12)$$

$$\text{NEL} = \text{ME} \cdot 0,463 + 0,24 \cdot \text{ME} / \text{BE} \quad (13)$$

$$\text{BE} = 5,88 \cdot \text{NL} + 19,18 \cdot \text{Suma organických živin} \quad (14)$$

$$\text{ME} = 1,37 \cdot \text{NL} + 15,04 \cdot \text{Suma stravitelných organických živin} \quad (15)$$

Poněkud složitější je propočet netto energie výkrmu – NEV. Je tomu proto, že účinnost utilizace energie na záchovu a přírůstek se výrazně liší (oproti utilizaci na záchovu a tvorbu mléka), což musí být zohledněno samostatnými koeficienty k_m – na záchovu a k_f – na přírůstek, popsány rovnicemi (16 a 17). Jejich sumarizaci v podobě k_{mf} uvádí rovnice (18) a v obecné podobě rovnice (19) metodicky popisuje výpočet NEV.

$$k_m = 0,554 + 0,287 \cdot \text{ME} / \text{BE} \quad (16)$$

$$k_f = 0,006 + 0,780 \cdot \text{ME} / \text{BE} \quad (17)$$

$$k_{mf} = \frac{1}{k_m \cdot k_f \cdot 1,5} \cdot \frac{1}{k_f + k_m \cdot (1,5 - 1)} \quad (18)$$

$$\text{NEV} = \text{ME} \cdot k_{mf} \quad (19)$$

Energetická hodnota velké většiny dostupných krmiv je tabelována a komplexně uvedena ve všech používaných jednotkách v katalogu komponentů, případně dalších databázích (Zeman a kol., 1995).

Zeman a kol. (2006) jmenuje další fyzikální vlastnosti surovin, které jsou významné pro výrobu krmných směsí, jako jsou :

- sypkost (ovlivněná velikostí, tvarem a specifickou hmotností částic),
- samotřídění (homogenní a heterogenní materiály),
- celistvost (mezernatost), ovlivněná velikostí částic, významnost pro propustnost plynů – plynování, zchlazování provětrávání, dosoušení,
- sorpční schopnost (absorbce, adsorpce),

- tepelná vodivost (rozhoduje výšce skladování materiálů, popř. izolaci stěn v silech
- sléhavost (je dána rychlostí vytěsňování vzduchu mezi částicemi),
- ale i tekutost, mazlavost, ostrost hran a pevnost granulí.

D. Mikroskopické a mikrobiologické hodnocení krmiv

Tato metoda je podle Zeman a kol. (2006) je náročnější, protože vyžaduje hlubší znalosti z cytologie a histologie rostlin, obsluhu mikroskopu a zařízení na přípravu příslušných preparátů, popř. speciální chemikálie. Mikroskopicky se podle rostlinných pletiv a tkání určují komponenty směsí, zjišťuje se přítomnost zakázaných krmiv apod., jak dodává Zelenka a Zeman (2006). Slouží k identifikaci jednotlivých druhů krmiv a k určení přítomnosti semen a plodů, uvedených jako nežádoucí látky ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 194/1996 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech. Buněčné struktury se posuzují mikroskopicky porovnáním s preparáty připravenými z jednotlivých druhů krmiv, zbavených všech cizích příměsí (Příloha č. 13 k vyhlášce č.222/1996 Sb.).

E. Toxikologické hodnocení krmiv

Při toxikologickém vyšetření se sleduje výskyt reziduí, mykotoxinů, rizikových prvků, výskyt farmakologicky specifických látek s toxickým účinkem, vysvětlují Zelenka a Zeman (2006). Mykotoxiny jsou pravděpodobně nejdůležitější kontaminující látky potravin i krmiv z hlediska toxicity a širokého rozptylu (Raid and Varna, 2010).

Zeman a kol. (2006) dále uvádějí, že mykotoxiny jsou velmi stabilní látky produkty sekundárního metabolismu mikroskopických hub - plísní. Plísně nevylučují toxiny vždy a také ne každý druh je toxinogenní. Nejčastěji diagnostikovanými mykotoxiny v ČR, podobně jako u ostatních zemích mírného pásma, jsou: **zearalenon, vomitoxin (DON), T-2 toxin**. Mykotoxiny typu **aflatoxin, ochratoxin, trichoteceny a zearalenon** produkují v krmivech hlavně rody *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium* (skladištní druhy hub). Často jsou diagnostikovány biologické efekty těchto toxinů, jako neurotoxické, estrogenické, hepatotoxické, nephrotoxické, ale i karconogenní (Zeman a kol., 2006).

Deoxynivalenol (syn. vomitoxin) patří u nás k nejčastěji vyskytujícím mykotoxinům. Narušuje syntézu nukleových kyselin a buněčných proteinů, vyvolává zvracení, akutní průjemy, poruchy koordinace pohybů, hemoragie na sliznicích a při vyšších dávkách náhlý úhyn (Chrpová, 2011).

Produkce toxinů také nikterak nesouvisí se stupněm a intenzitou rozvoje a růstu plísní a nelze pro jejich detekci použít orientační metody, jako je počet spor, nebo indikátorové metody (stanovení ergosterolu, nebo metoda imunofluorescence). Jde pouze o orientační metody, které musí být doplněny speciálními diagnostickými analýzami (HPLC). (Zeman a kol., 2006). Diaz (2005) uvádí, že hlavní výhody pro rychlé určení mykotoxinů budou založeny na principu ELISA a imunoafinitní kolony.

F. Biologické hodnocení krmiv

Základním biologickým zkoušením se zjišťuje vliv krmiva (doplňkové látky nebo premixu) na užitkovost zvířat (dojivost, přírůstky, snášku vajec apod.) a kvalitu jejich živočišných produktů. Zabezpečuje se prostřednictvím biologických testací na zvířatech, bilančními a krmným zkouškami (Vyhláška č. 451/1996 Sb., o krmivech, ve znění zákona č. 244/2000 Sb.)

1./ Biologická testace - představuje soubor minimálně pěti souběžně opakovaných nebo tří periodicky opakovaných (metoda latinského čtverce) srovnávacích krmných pokusů se dvěma nebo více skupinami zvířat. Krmné směsi či krmné dávky se u kontrolní a pokusné skupiny zvířat liší pouze ve zkoušeném krmivu, doplňkové látce nebo premixu. Veškerá krmiva, včetně všech použitých krmných surovin se předem ověřují analyticky. Využívá se principu jednoduchých testací, screeningu či faktoriálně organizovaných pokusů. V ověřovaných skupinách zvířat (Vyhláška č. 194/1996 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech) je podle druhů a kategorií tento minimální počet:

- selat – 20 kusů,
- rostoucích či dospělých prasat, skotu, ovcí – 10 kusů,
- u odchovávané nebo vykrmované drůbeže - 100 kusů
- u chovných slepic, hus, kachen, krůt - 25 kusů,
- u užitkových slepic - 60 kusů,
- u králíků - 40 kusů,
- u ryb plůdek - 1000 ks, výkrm - 200 ks, generační ryby - 50 ks.

Vzájemná srovnatelnost skupin vyžaduje věnovat velkou péči výběru zvířat, aby byla jednotného původu, shodně zastoupeného pohlaví, podobného věku i hmotnosti a dobrého zdravotního stavu.

2./ Bilanční zkouškou se zjišťuje stravitelnost, event. využitelnost živin a energie krmiva nebo vliv krmiva, doplňkové látky a premixu na stravitelnost celé krmné směsi a na bilanci živin (Vyhláška č. 194/1996 Sb., kterou provádí zákon o krmivech).

3./ Krmné zkoušky se provádějí na druhu a kategorii zvířat, pro které je zkoušené krmivo určeno, minimálně ve třech dílčích skupinových srovnávacích pokusech (Vyhláška č. 194/1996 Sb., kterou provádí zákon o krmivech) a prověřují příkladně rychlost příjmu krmiva, které signalizuje jeho chutnost, dále velikost příjmu sušiny krmiva, informující chovatele o její plnivosti (zasycovací schopnosti), vliv krmiva na zdraví zvířat, případně na kvalitativní parametry živočišného produktu.

Výživnou hodnotu, obecně řečeno (Jílek a kol., 2001), determinuje biologický účinek živin, využitých v těle zvířete z jednotky zkrmeného krmiva. Ten se projevuje pokrytím záchowné potřeby (bazálního metabolismu, základních životních funkcí, pohybové aktivity, termoregulace) a tvorbou produkce (růst, reprodukce, mléko, maso, vejce, vlna, práce atd.). K nejvýznamnějším patří esenciální (nepostradatelné) živiny, které zvíře neumí syntetizovat a které proto musí být přítomny v krmivu.

Obsah základních živin, zjištěný chemickým rozbohem, má pro hodnocení krmiv jen malý význam. Zvíře totiž pro přeměnu látek a úhradu materiálních, případně energetických potřeb organismu nemá k dispozici celou sumu přijatých živin, ale pouze tu část, která byla strávena a resorbována.

Stravitelnost jednotlivých **živin** je vyjadřována prostřednictvím koeficientů stravitelnosti. Ty se klasicky zjišťují exaktními bilančními pokusy, při nichž se kvantitativně stanoví množství živin, které zvíře přijalo v krmivu a množství živin vyloučených ve výkalech. Z rozdílu obou hodnot vyplývá množství strávených živin a příslušný, procenticky vyjádřený, **koeficient stravitelnosti**. V zásadě rozlišujeme 2 typy stravitelnosti, a to **bilanční** (zdánlivou) a **skutečnou**, které vycházejí ze vztahů (20) a (21).

Bilančně

stravitelná = živina krmiva - živina výkalů

(20)

živina

Skutečně

$$\text{stravitelná} = \text{živina krmiva} - (\text{živina výkalů} - \text{živina metabolického původu}) \quad (21)$$

živina

Jak je patrné, při zjišťování bilanční stravitelnosti je zanedbávána skutečnost, že výkaly obsahují také živiny metabolického původu, které nepochází přímo ze zkoumaného krmiva, ale z organismu zvířete. Jestliže při vhodném uspořádání pokusu je stanoven obsah živin metabolického původu, pak od přijaté živiny lze odečíst jen nestrávenou živinu krmiva, zjistit množství skutečně stravitelné živiny (Kacarovský a kol., 1990).

Ke zjištění stravitelnosti, kromě běžně užívaných metod in vivo (na zvířatech), existuje celá řada laboratorních metod in vitro (infračervená spektroskopie, chemické metody). Pro rychlou orientaci, lze stravitelnost u krmiv zjistit i z krmivářských tabulek a databází. V tomto případě jsou běžně uváděny pouze koeficienty bilanční (tj. zdánlivé) stravitelnosti, které jsou přibližně o 2-6 % nižší než koeficienty stravitelnosti skutečné (Kodeš a kol., 2001).

V pokusech se zvířaty je možné pracovat klasickou nebo indikátorovou metodou. Stravitelnost živin se zjišťuje vždy u několika zvířat. Čím větší počet zvířat, tím jsou výsledky přesnější a jejich spolehlivost je vyšší. Do pokusu zařazujeme zvířata zdravá, nezamořená parazity. Délka přípravného období záleží především na druhu zvířat a složení krmné dávky a kolísá nejčastěji mezi 5 a 15 dny. Vlastní stanovení probíhá v bilančním období pokusu, trvající nejčastěji 5-10 dní (Kacarovský a kol., 1990).

Při klasické metodě, jak uvádějí Zeman a kol. (2006) se v bilančním období zaznamenávají předkládaná krmiva, evidují případné nedožerky a kvantitativně zaznamenávají množství výkalů. Ty se dále analyzují, aby byly podklady k živinové bilanci (Kacarovský a kol., 1990). Při indikátorové metodě se vychází z rozdílných koncentrací inertních látek v krmivu a výkalech. Vlastní výpočet se uskuteční podle rovnice (22):

$$\text{Stravitelnost (\%)} = 100 - [(\% \text{ indikátoru v krmivu} : \% \text{ indikátoru ve výkalech}) \cdot (\% \text{ živin ve výkalech} : \% \text{ živin v krmivu}) \cdot 100] \quad (22)$$

Jeroch a kol.(2006) dále dodává, že odpadá náročný sběr výkalů nebo exkrementů a není nutné sledovat přesně množstevní příjem krmiva. Použité indikátory musí splňovat určité požadavky, jako je nestravitelnost, nylová resorpce, dobrá mísitelnost a rovnoměrný průchod

trávicím traktem. Jako indikátor se většinou používá oxid chromu, oxid titanu, popeloviny nerozpustné v kyselině solné (písek) anebo také lignin.

Jeroch a kol. (2006) vysvětluje principy i dalších metod. U diferenční metody se zjišťuje stravitelnost ve dvou dílčích pokusech, složených vždy z předperiody a hlavní periody. V prvním dílčím pokusu se podává krmivo (základní dávka), které lze samostatně zkrmovat (např. seno pro přežvýkavce, ječmen pro prasata). Ve druhém dílčím pokusu se testované krmivo (přídavek) přidává k základní dávce a opět se zjišťuje stravitelnost. Složení dávky a její množství se přitom nesmí příliš měnit. Substituční metoda je zase postavena tak, že jeden díl základní dávky je ve druhé části pokusu nahrazen testovaným krmivem (přídavkem). Množství krmiva je tak u obou dílčích pokusů stejné. Stravitelnost se pak vypočte pomocí regresních rovnic. Dále popisuje i techniku nylových sáčků (nylon bag), kdy testované vzorky krmiva se zavaří do síťovaného nylonového sáčku s malými oky a vloží napříkladně praseta do dutiny ústní ke spolknutí nebo se píštělí vpraví do batoru. Po určité době jsou prasata vykáleny nebo po stanovené době z batoru vyjmuty ke stanovení nestráveného zbytku.

Ke stanovení kvality bílkovin jednotlivých krmiv se nejčastěji používá (Jílek a kol., 2001) těchto biologických parametrů :

a/ biologická hodnota bílkovin – BHB (dle Thomase a Mitchella) vychází z alimentární bilance, jejíž podstatou je určení procentického podílu dusíku uloženého (zadržného) v těle z množství dusíku zvířetem stráveného. Pro představu BHB vaječného proteinu se pohybuje kolem 96, u kvasnic 70 a luštěnin asi 50. Uvedené hodnoty vypovídají o tom, že v prvním případě, téměř všechny (96 %) aminokyseliny našly uplatnění při syntéze tělního proteinu, v druhém případě 70 %, zatímco u luštěnin, zřejmě vlivem nevyrovnaného spektra, došlo pouze k polovičnímu využití aminokyselin při tvorbě nových nebo opotřebovaných či spotřebovaných bílkovinných tkání,

b/ netto-využití proteinu – NPU, které vyjad řuje, (na základě uzavřené bilance), kvalitu bílkovin jako procentický podíl dusíku skutečně uloženého v těle, z množství dusíku přijatého. Hodnoty NPU nejčastěji kolísají v rozmezí 20 – 60 (souvisí to se stravitelností a biologickou hodnotou proteinu), což ukazuje na velikost uplatnění přijatých aminokyselin v syntéze tělního proteinu,

c/ **bílkovinný produkční poměr – PER**, vyčísľující hmotnostní přírůstek těla, připadající na jednotku přijaté bílkoviny. U nejběžnějších diet se pohybuje v rozpětí hodnot 2 – 3. Znamená to, že jednotka proteinu krmiva vyvolává u zvířete dvou až třináásobný efekt v tvorbě tělní substance.

Kromě uvedených biologických metod hodnocení kvality proteinu, jsou k dispozici i chemické metody. Z nich se využívá především:

d/ **chemické skóre**, které určuje stupeň limitace první limitující aminokyseliny v testované bílkovině,

e/ **index esenciální aminokyseliny**, který do kalkulace zahrnuje všechny esenciální aminokyseliny.

Do biologických metod hodnocení krmiv nesporně patří i **hodnocení velikosti denního příjmu sušiny zvířaty** (Jílek a kol., 2001). Ten rozhoduje o kvantitě přijatých živin a tudíž o úrovni manifestace (projevu) užítkovosti. Jedná se o složitý proces, kdy se vzájemně setkávají a ovlivňují faktory spojené se :

- zvířetem – jeho hmotností, věkem, fází reprodukčního cyklu, zdravotním stavem, zátěží, užítkovostí, dědičnými vlastnostmi apod.,
- ustájením – možností pohybu, intenzitou osvětlení, parametry mikroklimatu, výskytem rušivých momentů aj.,
- technikou a technologiemi krmení a napájení,
- krmivem – jeho přitažlivostí, stravitelností, konzistencí, koncentrací živin atd.

Velikost příjmu krmných dávek je ovlivňována souhrou všech výše uvedených faktorů, což způsobuje kolísání žravosti zvířat a komplikuje predikci (předpověď, stanovení) denního příjmu sušiny. Ten se obvykle u hospodářských zvířat pohybuje v rozpětí 2 – 5 % jejich živé hmotnosti (Kodeš a kol., 2003).

Teoreticky správně postavená krmná dávka by měla být zvířetem konzumovatelná (Sommer a kol., 1994). Někdy se však stane, že stejné množství sušiny z jednoho krmiva zvíře sežere, zatímco z druhého krmiva ne. V celku jednoznačně z dané skutečnosti vyplývá různá sytící schopnost sušiny odlišných krmiv, tedy jejich rozdílná plnivost sušiny (Vencľ a kol., 1991) Ta je dána zjednodušeně řečeno jak schopností zvířete (přijímat za daného stavu dané krmivo), tak způsobilostí krmiva (pro příjem zvířaty). K jejímu vyjádření byly

vytvořeny jednotky plnivosti (Theodorou and France, 2000) objemných krmiv pro dojnice, mladý skot a ovce. Za jejich základ byl vybrán 1 kilogram sušiny referenčního krmiva - standardního pastevního porostu (z 1. seče, obsahující 150 g dusíkatých látek, 250 g vlákniny, při stravitelnosti organické hmoty 77 %). Plnivost ostatních krmiv je zjišťována porovnáváním adlibitního (neomezovaného) příjmu referenčního krmiva s adlibitním příjmem krmiva sledovaného. Množství krmiva, které je schopno zvíře přijmout, je vyjadřováno kapacitou příjmu krmiv, determinovanou velikostí zvířete, potřebou energie a kapacitou předžaludků.

Novější výzkumy doporučují systém posuzování příjmu sušiny, který vychází z principu, ve kterém je příjem krmiva neuro-humorálně řízen, především v závislosti na stavu energetické bilance v organismu. Proto je kalkulováno s takovými pojmy jako jsou **potřeba energie** (na záchovu a produkci), **potenciální** (možný) **příjem energie**, **standardní příjem sušin** (očekávané množství přijaté sušiny referenčního krmiva), **koeficient vytěsňování sušiny** (objemných krmiv jadrnými krmivy) apod.

G. Komplexní hodnocení

Kromě výše uvedených kritérií popisu nutriční hodnoty, používají se při komplexním hodnocení krmiv i další hlediska (Jílek a kol. 2001). Jedná se zejména o zdravotně – hygienickou nezávadnost a dietetické, případně specifické vlastnosti krmiv, které musí být plně respektovány při sestavování krmných dávek a krmných směsí pro hospodářská zvířata. V opačném případě, bývá ohrožena potřebná úroveň efektivnosti výroby živočišných produktů.

Závadnost krmiva může být způsobena nejrůznějšími rizikovými látkami, nepříznivě ovlivňujícími velikost užitkovosti zvířat, jejich reprodukci, zdravotní stav, technologické vlastnosti (zpracovatelnost) živočišné produkce a použitelnost potravin (průnikem do potravního řetězce). Nežádoucí účinky lze očekávat po kontaminaci krmiv cizorodými látkami, typu:

- pesticidů, desinfekčních přípravků, saponátů, léčiv, antibiotických či hormonálních preparátů, polychromovaných bifenylů,
- těžkých kovů (Pb, Cd, Hg, Cr, F),
- mykotoxinů a jiných toxických látek (alkaloidů, glykosidů),
- patogenních mikroorganismů, zárodků parazitů apod.

Závadná krmiva by měla být spíše likvidována (kompostováním, spalováním) než zvířaty zkrmována. Ve výjimečných případech lze uvažovat o jejich omezeném využití, a to naředěním v krmné dávce.

Dietetická hodnota je dána celým komplexem vlivů krmiva na funkčnost trávicích orgánů. Některá krmiva působí v tomto směru velice příznivě (krmná mrkev, lněné semeno, kyselé mléko a mléčně zkvašená krmiva), hovoříme proto o dietetických krmivech, jiná zhoršují stravitelnost (nahnilá, namrzlá, zahliněná) a vyvolávají průjmy nebo zácpy.

Po zkrmení některých krmiv pozorujeme nečekané zvýšení užitkovosti. Příkladně, příznivý vliv na doživost zaznamenáme po zkrmování pivovarského mláta či pšeničných otrub, tučnost mléka zvyšují kokosové a palmojádrové pokrutiny, na jakost vepřového sádla dobře působí ječmen, temperament zvířat probouzí oves apod. V těchto případech hovoříme o specifických účincích krmiv.

4. ZÁVĚR

Smyslem předkládané bakalářské práce bylo shromáždit, utřídit a vytvořit přehled týkající se krmiv, podávaných hospodářským zvířatům, dále popsat jejich charakteristiku, složení, použití. Podstatná část bakalářské práce byla věnována kvalitě krmiv a způsobů jejich hodnocení krmiv.

Krmivem se rozumí látka určená pro výživu zvířat, produkt rostlinného nebo živočišného původu, předkládána v čerstvém nebo konzervované stavu. Krmivem může být i produkt, který je průmyslově zpracovaný. Tyto produkty lze pro přehlednost a správné využití, zařazovat do skupin podle různých kritérií. Na základě rozdělení podle obsahu živin získáme dvě skupiny, a to objemová krmiva a jaderná krmiva. První jmenovaná skupina krmiv je určena především pro býložravce, ale může být předkládáno i všežravcům. Jaderná krmiva jsou ve své podstatě živinovými koncentráty.

Krmná směs je směs dvou nebo více krmných surovin, mají několik kritérií členění. Celková výroba krmných směsí v České Republice v roce 2010 činila 2 757 405 tun. Nejvíce krmných směsí se vyrobilo pro drůbež a pro prasata. V tom roce poklesla výroba krmných směsí pro skot. Nejvýznamnější surovinou pro výrobu krmných směsí byly obiloviny, kde největší zastoupení měla pšenice, ječmen a kukuřice.

Krmiva podávaná hospodářským zvířatům tvoří velmi důležitý článek ve výrobním řetězci potravin, mají přímý vliv na kvalitu a bezpečnost potravin živočišného původu. Je nutné dodávat do průmyslu a maloobchodu zboží vysoké kvality, které je zdravotně nezávadné a splňuje všechny požadavky. Jedná se o maso, mléko a vejce. Z důvodu správné výživné hodnoty je důležité kontrolovat a hodnotit kvalitu krmiv. Posuzování krmiv se provádí podle šesti způsobů hodnocení. Hodnocení provádíme smyslově, chemicky, posuzování fyzikálních vlastností, dále krmiva musí splňovat mikrobiologické, biologické a toxikologické parametry. Komplexní hodnocení spočívá ve zdravotně - hygienické nezávadnosti.

Kontrola jakosti krmných směsí v rámci výrobního procesu je velmi významná. Provádí se kontrola vstupních surovin, mezioperační a výstupní kontrola. Dodržují se zásady správné výrobní praxe, které jsou uvedeny ve Sborníku zásad správných praxi a HACCP pro výrobu, skladování a přepravu doplňkových látek, premixů a krmiv určených zvířatům poskytující produkty pro výrobu potravin.

Systém hodnocení krmiv, především metody i přístroje určené ke kontrole a stanovení jednotlivých složek, se neustále vyvíjejí. Chemické metody umožňují stanovit obsah

konkrétních látek. Na základě všech znalostí, které se týkají složení krmiv a potřeb daného druhu zvířat, se sestavují krmné dávky. Nové technologie a počítačové systémy napomáhají k vytvoření krmné dávky.

V dnešní době je známo přibližně 2 000 druhů krmiv, hledají se možnosti v zastoupení jednotlivých krmiv, využívají se netradiční krmiva. Nové biotechnologie, šlechtitelské metody, potlačují nebo zeslabují přirozené vlastnosti organismů. Mezi plodiny geneticky modifikované patří sója, kukuřice, cukrovka aj.

Na závěr bakalářské práce bych ráda zdůraznila, že kvalita krmiv má klíčový význam ve výživě zvířat a následně i ve výživě lidí. Dostatečný příjem živin v krmné dávce, který odpovídá všem nutričním požadavkům, je předpoklad vysoké užitkovosti, dobré reprodukce, dobrého zdravotního stavu zvířete a zároveň snížení ekonomických nákladů v chovu zvířat.

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Abramson, S. 11/2008. Náš chov. ročník LXVIII, Profi Press, Praha, 102 s.

Bína, J. a kol., Malá encyklopedie chemie, Obzor, vydavatel'stvo kníh a časopisu, Bratislava, 1968. Přeložila Keilová, H. a kol. vydalo SNTL-Nakladatelství technické literatury, Praha, 1976

Boisen, S. August 2007. A New concept for practical feed evaluation systems. DJF animal science NO.79, 68 s.

Burda, F., Zajíc, J. 1967. Živočišná výroba. 1.vyd., Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 266 s.

Combs, G. F. 1998. The vitamins. Fundamentals aspects in nutrition and health. 2. vyd., Academic Press, Kalifornie USA, 618 s.

Diaz, D. E. 2005. The Mycotoxin Blue Book. 1. vyd., Nottingham University Press, 348 s.

Chrpová, J. a kol. 12/2011. Fuzariózy klasu a jejich vliv na hygienickou kvalitu. Úroda, Profi Press, Praha.

Homolka, P., Tománková, O., Komprda, T., Frydrych, Z. 1996. Hodnocení dusíkatých látek krmiv pro přežvýkavce podle systému PDI. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 33 s.

Jakobe, P., Barančic, F., Doležal, P., Hartman, M., Kalač, P., Přikryl, J. 1987. Konzervace krmiv. 1. vyd., SZN, Praha, 264 s.

Javorský, P., Fojtíková, D., Kalaš, V., Kratochvíl, J., Schwarz, M. 1981. Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. 434. publikace. MZVŽ ČSR, Praha, 287 s.

Jeroch, H., Čermák, B., Kroupová, V. 2006. Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. 1.vyd., Jihočeská univerzita ČB, 290 s.

Jílek, F., a kol. 2001. Biologické základy chovu hospodářských zvířat, 2. vyd., Česká zemědělská univerzita, Praha, 227 s.

Kacarovský, O., Babička, L., Bíro, D., Heger, J., Jedlička, Z., Lohnický, J., Mudřík, Z., Roubal, P., Svobodová, M., Vencl, B., Vrátný, P., Zelenka, J. 1990. Zkoušení a posuzování krmiv. 1. vyd., Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 216 s.

Kodeš, A., Hučko, B., Kacarovská, L., Mudřík, Z. 2001. Základy moderní výživy prasat. Česká zemědělská univerzita, Praha, 116 s.

Kodeš, A., Stehlíková, K. 2001. Limity využití krmných obilovin. Krmivářství, 5 (3), s. 14-16.

Kodeš, A., Výmola, J., a kol. 2003. Základy moderní výživy drůbeže. 1. vyd., Česká zemědělská univerzita, Praha, 137 s.

Kudrna, V., Čermák, B., Doležal, O., Frydrych, Z., Herrmann, H., Homolka, P., Illek, J., Loučka, R., Macháčová, E., Martínek, V., Mikyska, F., Mrkvička, J., Mudřík, Z., Pind'ák, J., Poděbradský, Z., Pulkrábek, J., Skřivanová, V., Šantrůček, J., Šimek, M., Veselá, M., Vrzal, J., Zelenka, J., Zemanová, D. 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. Agrospoj Praha, Těšnov, 362 s.

McDowell, L.R. 1989. Vitamins in animal nutrition. 2.vyd., Academic press, Inc., 486 s.

Moughan, P. J., Verstegen, M. W. A., Visser-Reyneveld, M. I., 2000. Feed evaluation principles and practice, 1. vyd., Wageningen Pers, Nizozemí, 285 s.

Mudřík, Z., Doležal, P., a kol. 2006. Základy moderní výživy skotu. ČZU, Praha, 276 s.

Oborová norma. 1983. Názvosloví v oboru výživy a krmení hospodářských zvířat, Vydavatelství ÚNM, Praha, 68 s.

Opletal, L., Skřivanová, V. 2010. Přírodní látky a jejich biologická aktivita sv.2. Využití látek pro ovlivnění fyziologických procesů hospodářských zvířat, Karolinum, Praha, 653 s.

Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P. 2002. Základy výživy. 1. vyd., Svoboda Servis, 207 s.

Petr, J. 2001. Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 40 s.

Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. 2004. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin, 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha. 202 s.

Rai, M., Varma, A. 2010. Mycotoxins in food, feed and Bioweapons, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 397 s.

Richter, M., Třináctý, J., Křížová, L. 2010. Hodnocení energie, plnivosti a hodnota DINAG u krmiv pro dojnice dle IRNA. Agrovýzkum Rapotín s.r.o., 39 s.

Roubalová, M. Prosinec 2010. Situační a výhledová zpráva. Průmyslová krmiva. Ministerstvo zemědělství, Praha, 63 s.

Sommer, A. a kol. 1994. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. ČAZU, Komise výživy hospodářských zvířat, Pohořelec, 196 s.

Střížová, I. 2008. Úprava vzorků krmiv a rostlinného materiálu, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, 118 s.

Šarapatka, B., Urban, J. a kol. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO - BIO Svaz ekologických zemědělců ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí ČR, Šumperk, 502s.

Theodorou, M. K., France, J. 2000. Feeding systems and feed evaluation models. CABI Publishing, UK, 481 s.

Vaculová, K., Pozdíšek, J., Trojanová, H. 2006. Hodnocení kvality obilovin pro krmení přežvýkavců. Úroda. 54 (1). 17-21.

Velíšek, J. 2002. Chemie potravin 1. 2.vyd., Nakladatelství OSSIS, Tábor, 344 s.

Vencl, B., Frydrych, Z., Krása, A., Pospíšil, R., Pozdíšek, J., Sommer, A., Šimek, M., Zeman, L. 1991. Nové systémy hodnocení krmiv pro skot. Akademie zemědělských věd ČSFR, Praha, 134 s.

Vencl, B. a kol. 1991. Nové směry hodnocení krmiv pro skot. ČAZV, Praha, 134 s.

Veselý, Z., Chloupková, V., Jagoš, P., Jakobe, P., Jambor, V., Kolář, I., Lakota, V., Ochodnický, D., Piskač, A., Šimeček, K., Špaček, F. Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd., Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1984, 360 s.

Vodrážka, Z. 1996. Biochemie. 2. vyd., Akademie věd České republiky, Praha, 191 s.

Zedník, J., Fisherová, J., Pilát, T. 2007. Sborník zásad správných praxí a HACCP pro výrobu, skladování a přepravu doplňkových látek, premixů a krmiv určených zvířatům poskytující produkty pro výrobu potravin, Ministerstvo zemědělství, 109 s.

Zelenka, J. 1990. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Vysoká škola zemědělská v Brně. Brno. 184 s.

Zelenka, J., Zeman, L. 2006. Výživa a krmení drůbeže, 117 s.

Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1.vyd., Profi Press, 360 s.

Zeman, L., Šimeček, K., Krása, A., Šimek, M., Lossmann, J., Třináctý, J., Rudolfová, Š., Veselý, P., Háp, I., Doložal, P., Kráčmar, S., Tvrzník, P., Mechele, P., Zemanová, D., Šiške, V., 1995. Katalog krmiv. 1.vyd., VÚVZ Pohořelec, 465 s.

Zeman, L., Tvrzník, P. 2010. Aktualizace předpisů a poznatků v oblasti doplňkových látek. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves, 39 s.

Legislativa

Zákon o krmivech, úplné znění zákona č. 91/1996 Sb., o krmivech, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 244/2000 Sb., včetně vyhlášky č. 451/2000 sb., kterou se zákon o krmivech provádí, 1. vyd., Savov F, Praha, 2001. 159 s.

Praktická příručka, Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb. O krmivech, Vyhláška Mze č. 222/1996 Sb.

Příloha č. 13 k vyhlášce č.222/1996 Sb.

Vyhláška č. 451/1996 Sb.

Vyhláška č. 194/1996 Sb.

Nařízení komise (ES) č.152/2009

Seznam zkratek

AAS - atomová absorpční spektrometrie

AMK - aminokyseliny

ATP - adenosintrifosfát

BE - brutto energie

BHB - biologická hodnota bílkovin

BNVL - bezdusíkaté látky výtažkové

E - energie

ELISA - heterogenní enzymová imunoanalýza (angl. Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay)

HPLC - vysokoúčinná kapalinová chromatografie (angl. High performance liquid chromatography)

k_f - koeficient na přírůstek

k_l - koeficient účinnosti utilizace metabolizovatelné energie na záchovu a tvorbu mléka

k_m - koeficient na záchovu

k_{fm} - souhrnný koeficient na záchovu a přírůstek

ME- metabolizovatelná energie

ME_N - metabolizovatelné energie pro drůbež, korigované na dusíkovou rovnováhu

ME_p - metabolizovatelná energie pro prasata

NEL - netto energie pro laktaci

NEV - netto energie pro výkrm

NE - netto energie

N - dusík
NL - dusíkaté látky
NPN - dusíkaté látky nebílkovinné povahy
NPU - netto využití dusíkatých látek
NSP - neškrobové polysacharidy
MJ - megajoul
PDI - protein skutečně stravitelný ve střevě
PDIA - protein skutečně stravitelný ve střevě alimentárního původu
PDIE - zdroj proteinu v případě limitované energie
PDIME - protein stravitelný ve střevě mikrobiálního původu, jehož výše syntézy je limitována zdrojem energie
PDIN – zdroj proteinu v případě limitovaného dusík
PDIMN - protein stravitelný ve střevě mikrobiálního původu, jehož výše syntézy je limitována zdrojem dusíku
PER - bílkovinný produkční poměr
PUFA - polynenasycené mastné kyseliny
q - koeficient metabolizovatelné energie
SAMK - skutečně stravitelné aminokyseliny
SB - stravitelné bílkoviny
SE - stravitelná energie
SE_K - stravitelná energie pro koně
SNL - stravitelné dusíkaté látky
ŠJ - škrobová jednotka
VSŽ - veškeré stravitelné živiny

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Variabilita obsahu živin a dalších látek v zrně obilnin
Tabulka č. 2: Nutriční charakteristika základních luštěnin
Tabulka č. 3: Nutriční charakteristika olejnatých semen
Tabulka č. 4: Postup vývoje kritérií k vyjádření potřeby zvířat v dusíkatých látkách
Tabulka č. 5: Zdroje energie a její třídění ve výživě zvířat
Tabulka č. 6: Vývoj používaných energetických jednotek

Seznam rovnic

Výpočet č. 1: Výpočet bezdusíkatých látek výťažkových

Výpočet č. 2: Výpočet celkové alkality krmiva

Výpočet č. 3: Výpočet proteinu skutečně stravitelného ve střevě

Výpočet č. 4: Výpočet množství poskytovaného proteinu v případě limitovaného dusík

Výpočet č. 5: Výpočet množství poskytovaného proteinu v případě limitované energie

Výpočet č. 6: Výpočet stravitelné energie pro koně

Výpočet č. 7: Výpočet metabolizovatelné energie pro prasata

Výpočet č. 8: Výpočet metabolizovatelné energie pro drůbež

Výpočet č. 9: Výpočet metabolizovatelné energie pro psa

Výpočet č. 10: Výpočet stravitelné energie pro králíky

Výpočet č. 11: Výpočet netto energie laktace (výkrmu)

Výpočet č. 12: Výpočet koeficientu účinnosti utilizace metabolizovatelné energie na záchovu i tvorbu mléka

Výpočet č. 13: Regresní rovnice k propočtu NEL

Výpočet č. 14: Regresivní rovnice pro výpočet obsahu brutto energie

Výpočet č. 15: Regresivní rovnice pro výpočet obsahu metabolizovatelné energie

Výpočet č. 16: Výpočet koeficientu na záchovu

Výpočet č. 17: Výpočet koeficientu na přírůstek

Výpočet č. 18: Výpočet souhrnného koeficientu na záchovu a přírůstek

Výpočet č. 19: Výpočet energie výkrmu

Výpočet č. 20: Výpočet bilančně stravitelné živiny

Výpočet č. 21: Výpočet skutečně stravitelné energie

Výpočet č. 22: Výpočet stravitelnosti živin