

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Hodnocení krmiv a krmných směsí**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Alena Fejfarová**

**Vedoucí práce: Doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.**

© 2013 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hodnocení krmiv a krmných směsí" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2013

---

Alena Fejfarová

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Petru Homolkovi, CSc., Ph.D. za odborné vedení a cenné rady. Dále bych ráda poděkovala Ing. Libuši Kacerovské, CSc. za poskytnutí věcných připomínek a materiálů.

# Hodnocení krmiv a krmných směsí

---

## Evaluation of nutrition value of feeds and feed mixtures

### Souhrn

Předložená bakalářská práce se zabývá metodami hodnocení krmiv a krmných směsí. Z obsáhlé teorie výživy hospodářských zvířat je těžiště práce věnováno způsobům hodnocení různých druhů krmiv, protože jejich nutriční hodnota může zlepšit produkční i reprodukční potenciál krmených zvířat.

Kapitola zpracovávající nutriční hodnotu krmiv se zabývá základními živinami, které jsou obsaženy v krmivech. Například krmiva obsahují energetické živiny (sacharidy, lipidy, atd.), které, jak už jejich název napovídá, slouží jako zdroj a rezerva energie. Téma dále zpracovává stavební živiny, minerální látky, cizorodé látky a vodu.

Stěžejní kapitola je zaměřena na hodnocení krmiv. U vybraných druhů byly zpracovány organoleptické vlastnosti, energetické složení krmiv a krmných směsí. Dále byly zhodnoceny základní i speciální chemické rozborů, biologické testace zahrnující stravitelnost živin a biologickou hodnotu bílkovin. V kapitole je zahrnuto i hodnocení dusíkatých látek.

**Klíčová slova:** krmivo, krmná směs, vzorkování, metody hodnocení, nutriční hodnota, živiny, energie, PDI, skot.

## **Summary**

This bachelor thesis deals with methods for evaluation of feeds and feed mixtures. The focus of this thesis is comprehensive theory of nutrition of farm animals. Part is devoted to ways of assessing different types of feed. The nutritional value of these feeds can improve the production and reproductive potential of fed animals.

Chapter which is processing nutritional value of feed, deals with the basic nutrients that are contained in the feed. For example feed containing energetic nutrients (carbohydrates, lipids, etc.). as their name suggests, serves as a reserve and a source of energy. Then is there processed topic about building nutrients, minerals, water and contaminants.

The main chapter is focused on the evaluation of feed. For selected species were processed organoleptic qualities energetic composition of feed and feed mills. Then there was also evaluated basic and specialty chemical analysis, biological testing, including nutrient digestibility and biological value protein. The chapter contain evaluation of nitrogenous substances.

**Keywords:** feed, feed mixture, sampling, evaluation methods, nutritional value, nutrients, energy, PDI, cattle.

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární přehled .....	3
3.1	Krmiva.....	3
3.1.1	Krmiva, jejich rozdělení a charakteristika .....	3
3.1.2	Objemná krmiva .....	5
3.1.2.1	Objemná krmiva suchá .....	5
3.1.2.2	Objemná krmiva šťavnatá .....	6
3.1.2.3	Objemná krmiva vodnatá .....	8
3.1.3	Jadrná krmiva.....	8
3.1.4	Krmné směsi .....	11
3.1.5	Syntetická krmiva .....	12
3.1.6	Úprava surovin pro skladování a manipulaci .....	15
3.1.7	Skladování a uchovávání krmiv .....	17
3.2	Nutriční hodnota krmiv .....	19
3.2.1	Živiny.....	19
3.2.1.1	Energetické živiny .....	19
3.2.1.2	Stavební živiny .....	24
3.2.1.3	Minerální látky .....	27
3.2.1.4	Vitamíny .....	30
3.2.1.5	Voda .....	32
3.2.1.6	Cizorodé látky .....	32
3.3	Vzorkování.....	34
3.4	Hodnocení krmiv a krmných směsí.....	36
3.4.1	Organoleptické hodnocení krmiv.....	36
3.4.2	Chemické metody .....	37
3.4.2.1	Základní chemické rozbory .....	37
3.4.2.2	Speciální chemické rozbory .....	43
3.4.3	Biologická testace .....	43
3.4.3.1	Stravitelnost živin.....	45
3.4.3.2	Biologická hodnota bílkovin (BHB) .....	47
3.4.4	Energetické hodnocení krmiv .....	47
3.4.5	Hodnocení dusíkatých látek krmiv .....	49
4	Závěr .....	54

5	Seznam použité literatury.....	55
6	Seznam použitých zkratek.....	60

# 1 Úvod

Světová populace ke konci roku 2012 překročila 7 miliard lidí. Každý den tento počet vzrůstá o více než 300 tisíc jedinců. S rostoucím počtem obyvatel této planety je nutné zajistit dostatek komodit sloužících k výživě.

Jednou z těchto komodit je i maso, které nám poskytují hospodářská zvířata. Aby tato zvířata mohla dosáhnout dostačující produkce, musí jim být poskytnuta kvalitní výživa.

Abychom dosáhli kvalitní a vyvážené výživy, musíme zvolit i kvalitní prvotní suroviny. Je potřeba brát ohledy i na ekonomickou stránku věci. Proto krmná dávka musí být optimalizována, aby co nejlépe splňovala potřeby zvířat a zároveň byly kontrolovány náklady na krmiva.

Kvalita krmiv podléhá neustálému vývoji a je zkoumána z několika hledisek. Primární testace krmiv probíhá laboratorně, následně je jejich kvalita zkoumána v praxi. Pokud se prokáže jejich vhodnost, jsou krmiva následně dodávána zemědělským podnikům.



## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je zpracovat stručnou literární rešerši na téma hodnocení krmiv a krmných směsí. Práce se primárně zaměřuje na organoleptické hodnocení krmiv, chemické metody, biologickou testaci, energetické hodnocení krmiv a hodnocení dusíkatých látek.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Krmiva

Krmivem se rozumí produkty rostlinného nebo živočišného původu, čerstvé nebo konzervované a produkty jejich průmyslového zpracování, jako i organické a anorganické látky s přidáním doplňkových látek nebo bez přidání, které jsou určeny ke krmení zvířat samostatně nebo ve směsích (Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb.).

Kudrna et al. (1998) potvrzuje předchozí definici, že krmiva jsou produkty rostlinného, živočišného a minerálního původu sloužící zvířatům k udržení života a dosažení požadované užitkovosti. Také se zkrmují látky, které zpravidla nemají výživnou hodnotu, ale pozitivně působí na zvýšení příjmu krmiv, na celkový metabolismus a neurohumorální systém.

Krmivo je jedním z hlavních nákladů v moderní produkci skotu. Kromě cen krmiva, jsou jeho celkové náklady ovlivněny účinností využití krmiva a výstupem živočišných produktů na trh. Z toho důvodu je zřejmé, že je třeba vyhodnotit kvalitu krmiva s cílem maximalizovat utilizaci (Volden, 2011).

Krmiva a potraviny si nejsou rovny v jejich schopnosti podporovat funkce zvířat pro chovu, růst, reprodukci a laktaci. Dodávají energii a základní živiny ve formě bílkovin, vitamínů a minerálů. Energie a bílkoviny jsou často nejvíce limitující faktory pro přežvýkavce a získaly největší pozornost v hodnotících systémech (Van Soest, 1994).

#### 3.1.1 Krmiva, jejich rozdělení a charakteristika

Jsou to látky rostlinného, živočišného, minerálního popřípadě syntetického původu, které zvířata tráví a zužitkovávají pro chovu životních potřeb a k produkci. Jsou zdrojem látek důležitých pro zajištění výživy zvířat (Kopřiva, 1998).

Krmiva lze třídit podle několika kritérií:

Podle původu:

- **rostlinná** – Např. zelená píce, siláže, seno, sláma, obiloviny, okopaniny, atd.
- **živočišná** – Do živočišných krmiv řadíme mléko, mlezivo, syrovátku a rybí moučku.
- **minerální** – Jedná se o minerální směsi, krmnou sůl, vápenec, atd (Zeman et al., 2006).
- **umělá** – Např. vitamíny, aminokyseliny
- **kombinovaná** – Např. krmné směsi a premixy (Čermák et al., 1997).

Podle koncentrace živin:

- **objemná krmiva** – Mezi objemná krmiva patří např. zelená krmiva, siláže, senáže, seno, okopaniny a sláma.
- **jadrná krmiva** – Do jadrných krmiv se řadí zrna obilovin, semena luskovin, krmné zbytky potravinářského průmyslu (Zeman et al., 2006).

Podle způsobu výroby:

- **statková krmiva** - Tato krmiva, objemná i jadrná, jsou vyráběna v zemědělských podnicích či farmách vlastním producentem (zelená píce, siláže, pastevní porosty, šroty obilovin, luštěnin, okopanin aj.).
- **průmyslová krmiva** - Průmyslová krmiva jsou taková krmiva, která vznikají jako krmný odpad v potravinářském průmyslu při zpracování rostlinných nebo živočišných produktů, nebo krmiva vyráběná ve výrobnách krmných směsí (Zeman et al., 2006).

Podle převažujících živin:

- **bílkovinná krmiva** - Bílkovinná krmiva v sušině obsahují větší podíl dusíkatých látek (v 1 kg sušiny více než 180 g NL) a mají nižší koncentraci energie (obvykle pod 5,5 MJ NEL / kg). Charakteristický pro ně je úzký poměr živin (NL : NEL). Typickými zástupci jsou např. jeteloviny, luskoviny, extrahované šroty, pokrutiny, rybí moučky aj.
- **polobílkovinná krmiva** - Do těchto krmiv řadíme krmiva s vyrovnaným poměrem živin, která svým poměrem k dostupné energii nejlépe vyhovují

podmínkám bachorového trávení. Lze je proto zkrmovat i samostatně. Patří mezi ně např. jetelotravní nebo luční siláže s vyšším obsahem sušiny (Zeman et al., 2006).

- **sacharidová krmiva** - Krmiva, která obsahují především lehce rozpustné sacharidy (okopaniny, melasa, krmný cukr) nebo škrob (LKS, CCM, obiloviny) a zároveň mají nízký obsah dusíkatých látek. K sacharidovým krmivům se řadí i krmná sláma, která je bohatá na strukturní vlákninu a velmi chudá na dusíkaté látky (Zeman et al., 2006).

### 3.1.2 Objemná krmiva

Objemná krmiva jsou charakteristická menší koncentrací živin v 1 kg sušiny, vyšším obsahem vody, průměrným nebo vyšším obsahem vlákniny. Chemickým složením jsou předurčena ke krmení přežvýkavců, koní a omezeně i ke krmení chovných prasat. Dále jsou objemná krmiva charakteristická vysokým obsahem alkalických prvků (Ca, K, Na, Mg) a mají proto vysokou pozitivní alkalitu. Typické pro ně také je vyšší obsah vegetační vody (Zeman et al., 2006).

Kvalita objemných krmiv je důležitá pro dosažení vysoké užitkovosti skotu. Ta je dána stravitelností krmiva, koncentrací živin a vzájemným poměrem živin. Stravitelnost pícnin i koncentraci živin nejvíce ovlivňuje obsah vlákniny (Mudřík et al., 2006).

#### **Rozdělení objemných krmiv dle Zemana et al. (2006)**

Objemná krmiva dělí podle obsahu sušiny na krmiva suchá objemná (seno, krmná sláma), šťavnatá objemná (zelená píce, siláže, okopaniny, pastevní porost) a vodnatá (lihovarské výpalky, škrobárenské zdrtky, brukvovité pícniny).

##### 3.1.2.1 Objemná krmiva suchá

Charakteristické pro objemná krmiva suchá je vyšší obsah sušiny než 85,9 %, vyšší (30 – 35 %) nebo průměrný (20 – 26 %) obsah vlákniny a tím průměrná, respektive nižší stravitelnost organických živin (Zeman et al., 2006).

Mudřík et al. (2006) shodně tvrdí, že tato skupina krmiv se vyznačuje vysokým obsahem sušiny (85 %) a vysokým obsahem vlákniny (19 – 45 %). Dále je pro ně typická nižší stravitelnost a dobrá skladovatelnost.

Do této skupiny krmiv řadíme seno, krmnou slámu a další (Zeman et al., 2006).

### Seno

Seno patří mezi významná krmiva ve výživě skotu vzhledem k nutričním i dietetickým hodnotám. Jeho kvalita je závislá na druhu sušené píce, na vegetačním stádiu rostlin při sklizni, na průběhu konzervace, na technologii sklizně a jeho skladování. Podle píce, která byla použita, hovoříme o senu vojtěškovém, jetelovém, lučním atd.

Seno, které bylo usušeno z mladých porostů, má vyšší nutriční hodnotu než seno z přestárlých porostů. V průběhu sušení bohužel dochází k velkým ztrátám odrolem lístků. Tento problém je významný především u vojtěšky. Na ztrátách se také dále podílí počasí a manipulace s pící.

Během procesu sušení dochází k odparu vody z píce. Zvyšuje se sušina. Ta musí dosáhnout hodnoty nad 85 % z důvodu skladovatelnosti sena v suchu bez větších ztrát živin. Klesá však její chutnost a zároveň klesají i dietetické vlastnosti sena.

Pro přežvýkavce je přirozeným krmivem, které má příznivý vliv na trávicí pochody v batoru, snižuje nepříznivý vliv méně kvalitních krmiv. Je hlavním zdrojem vitamínu D, provitamínu A (beta karotenu). Lze jím nahradit značnou část potřeby minerálních látek, energie a stravitelných bílkovin (Mudřík et al., 2006).

### Sláma

Její krmná hodnota je velmi nízká. V krmných dávkách se používá k doplnění chybějící sušiny, vlákniny a k mechanickému nasycení. Ke zkrmování se používá především sláma jařin, ovesná nebo ječná. Pšeničná sláma slouží k podestýlání (Mudřík et al., 2006).

#### 3.1.2.2 Objemná krmiva šťavnatá

Pro tato krmiva platí obsah sušiny od 10 do 50 %, resp. obsah vody do 90 %. Mají nízkou až průměrnou koncentraci živin, průměrnou výživnou hodnotu, která je velmi ovlivněna vegetačním stádiem v období sklizně, počasím, agrotechnickými a technologickými faktory.

Do těchto krmiv patří například zelená píce, siláže, senáže, okopaniny a pastervní porosty (Zeman et al., 2006).

### Zelená píce

Zelená píce slouží k výživě hospodářských zvířat, především skotu. Způsob pěstování, sklizeň a konzervace musí být požadavkům těchto zvířat podřízena.

- **víceleté pícniny na orné půdě** – Hlavními představiteli víceletých pícnin na orné půdě jsou jeteloviny, některé trávy a případně jejich směsky jetelovino trávy. Jsou zdrojem kvalitního krmiva.

### *Jeteloviny*

Do této skupiny pícnin zařazujeme vojtěšku, která je jednou z nejlepších pícnin pro výživu zvířat, dále jetel (Šnobl et al., 2011).

### *Pícní trávy*

Tyto trávy jsou vytrvalejší, lépe snášejí spásání, snadněji se konzervují a při jejich sklizni jsou menší ztráty krmných hodnot. Největší množství živin obsahují trávy před metáním a v době metání. Obsah živin poté klesá ve fázi květu, kdy nadzemní část rostliny inkrustuje a přibývá ligninu a vlákniny.

- **jednoleté pícniny** – Rozšiřují škálu a pestrost pícnin, které nacházejí využití v krmných dávkách hospodářských zvířat. Spolu s víceletými pícninami zajišťují nepřetržité zásobování hospodářských zvířat čerstvou pící od jara do konce podzimu. Mezi jejich zástupce řadíme obilniny, luskoviny, brukvovité případně krmné okopaniny aj.) (Šnobl et al., 2011).

### *Kukuřice na siláž*

Jedná se o jednoletou nejvýznamnější pícninu pěstovanou na orné půdě. Nejvíce se provádí sklizeň celé rostliny kukuřice na siláž o sušině 27 – 33 %. Na obsahu sušiny poté závisí délka řezanky a především konzervační pochody při samotném silážování, výše ztrát v jeho průběhu, chutnost a stravitelnost.

Také se provádějí metody dělené sklizně. Výhodou je vysoký obsah energie ve vyrobeném krmivu, které je určeno především pro zvířata s vysokou užitkovostí.

Při použití palice s listeny vzniká krmivo LKS (Lieschen Kolben Schrott). Při odlistění palic získáme CCM krmivo (Corn Cob Mix).

Pro zkvalitnění fermentačních procesů je možné použít konzervační přípravky (obsahující BMK – bakterie mléčného kvašení nebo aditiva na bázi organických nebo anorganických kyselin) (Bouška et al., 2006).

- **travní porosty (louky, pastviny)** – Jejich účel spočívá v pravidelném využívání kvalitní vyprodukované píce. Na pastvinách a loukách je produkována čerstvá zelená píce, která je směsí jetelovin, trav a dalších dvouděložných bylin. Zlomek z píce se konzervuje převážně pro zimní krmení (Šnobl et al., 2011).

### 3.1.2.3 Objemná krmiva vodnatá

Mají nízký obsah sušiny, nižší koncentraci živin a tím i nižší nutriční hodnotu. Vedou k naředění celé krmné dávky, proto se do krmných dávek přežvýkavců používají v omezeném množství (Zeman et al., 2006).

### 3.1.3 Jadrná krmiva

Kudrna et al. (1998) uvádějí, že jako jadrná krmiva se označují krmiva, která mají vyšší koncentraci živin a energie. Obvykle je jejich obsah sušiny přesahuje 86 %. Využívají se pro zvýšení obsahu dusíkatých látek a energie v krmné dávce, která je tvořena objemnými krmivy s nižším obsahem sušiny a nižším obsahem živin a energie.

Jadrná krmiva jsou rostlinného i živočišného původu. V 1 kg sušiny obsahují více než 6,5 MJ energie NEL, více než 200 g stravitelných látek a mají nižší obsah vlákniny (méně než 18 %). Z minerálních látek převažují kyselinotvorné prvky (P, S, Cl, atd.).

Většinou se nekrmí jednotlivě, ale jsou míchána do krmných směsí. Jadrná krmiva slouží k doplňování chybějících živin v krmné dávce, které nebyly uhrazeny objemnými krmivy. Dále slouží také k výrobě doplňkových a kompletních směsí. Proto se jadrná krmiva označují za krmiva produkční (Zeman et al., 2006).

Mezi jadrná krmiva například patří zrniny, luštěniny, krmné zbytky potravinářského průmyslu a také sušená krmiva rostlinná a živočišná (Zeman et al., 2006).

U jadrných krmiv upravujeme fyzikální vlastnosti zrna i vnitřní strukturu živin za účelem zlepšení chutnosti, snížení antinutričních látek, zlepšení stravitelnosti, zvýšení ochoty příjmu, zlepšení produkční účinnosti upravovaných surovin, zlepšení konverze živin. Těchto změn docílíme například šrotováním zrnin, vločkováním, mikronizací, extruzí, pufováním, granulací, atd. (Mudřík et al., 2006).

### Obiloviny

Zrna obilnin mohou být používána ke krmení buď jako samostatné krmivo nebo v krmných směsích, kde tvoří 50 – 90 % ze všech komponentů. Jsou hlavním zdrojem energie. Každé zrno je složeno ze škrobového endospermu, aleuronové vrstvy, obalových vrstev a klíčku. Jednotlivé části zrna se liší nejen svým zastoupením, ale liší se také obsahem jednotlivých živin (Kudrna et al., 1998).

Tabulka č. 1: Průměrné živinové obsahy jednotlivých částí pšeničného zrna v % (Kudrna et al., 1998).

	ŠKROBOVÝ ENDOSPERM	ALEURONOVÁ VRSTVA	OBALOVÉ VRSTVY	KLÍČEK (ZÁRODEK)
voda	13,4	11,8	11,1	
N – látky	10,2	25	9,4	do 40
vláknina	0,3	48,8	76,6	
min. látky	0,5	5,3	2,9	5,6
tuky	0,9	9,1		12,3
škrob	74,7			23,0

Nutriční, dietetické i technologické vlastnosti obilnin zpracovávaných do krmných směsí závisí na druhu, odrůdě, obsahu hlavních živin a jejich vzájemném poměru, na obsahu minerálních látek a obsahu účinných látek zastoupených v zrně obilnin.

Nutriční hodnota závisí na obsahu živin, na stravitelnosti, chutnosti a ochotě dobrovolného příjmu suroviny zvířaty, obsahu antinutričních látek a živin v zrně.

Dietetická hodnota je dána jejich působením na činnost trávicího traktu.

Když se mluví o technologických vlastnostech, myslí se tím zpracovatelnost obilnin. Přesněji jde o úpravu pro zpracování do směsí, šrotování, mačkání, případně loupání, schopnost míchání s jinými komponenty. Poté jejich hygroskopičnost nebo naopak vysychavost. Důležitá je i viskozita (Kudrna et al., 1998).



### *Pšenice*

Nejvýznamnější obilninou je pšenice. V zrně pšenice se celkový obsah bílkovin pohybuje mezi 8 a 13 %. Do krmných směsí se však doporučuje v kombinaci s dalšími druhy obilnin kvůli obsahu bílkoviny aleuronové vrstvy, která přechází do mouky jako pšeničný lepek, který následkem trávení mění na těstovinu, mazlavou hmotu.

Pšenice je primárně zdrojem energie díky škrobu, který je obsažen v obilkách od 50 do 70 % a je lehce stravitelný. Ve výživě zvířat jsou plně využívány otruby z důvodu obsahu vlákniny.

Obsah tuku v pšenici je téměř bezvýznamný. V průměru je v zrně pšenice obsažen 1,5 – 3 %. Dále obsahuje vitaminy (B, E, beta karoten), minerální látky (fosfor) (Kudrna et al., 1998).

### *Ječmen*

Jde o druhou nejvýznamnější obilninu v našich podmínkách. Jako krmivo je vhodný pro všechny druhy hospodářských zvířat kromě drůbeže, kde je jeho využívání omezené.

Škrob je hlavním zdrojem energie. Dusíkatých látek ječmen obsahuje přibližně 10 %, záleží na odrůdě.

### *Kukuřice*

Jedná se o nejlepší zdroj energie ze všech obilnin. Má vysoký obsah bezdusíkatých látek výtahových (BNLV) se zastoupením škrobu více než 75 %. Mimo jiné obsahuje také až 5 % tuku, který je tvořen převážně nenasycenými mastnými kyselinami. To je také důvod snadné oxidovatelnosti a žluknutí při šrotování.

Má dobrý vliv na tvorbu mléka a dojnými je oblíbená. Díky vyššímu zastoupení karotenu působí i na kvalitu a to primárně másla.

Ze všech běžných obilnin je obsah hrubého proteinu v kukuřici nejnižší. Pohybuje se okolo 9 – 9,5 %.

### Luskoviny

Obsah škrobu v semenech luskovin je menší, ale mají vyšší obsah dusíkatých látek (NL), který je v rozmezí 18 – 25 %. Bílkoviny luskovin mají velmi dobrou stravitelnost.

Hospodářský význam v pěstování a využití ke krmení mají především sója, krmný hrách, bob, peluška a vikev.

Jejich hořká chuť je způsobena alkaloidy a glykosidy, pomalu se tráví a dlouho prochází trávicím traktem.

Stravitelnost luskovin je vysoká, u přežvýkavců dosahuje až 90 %.

### *Sója*

Ze všech luskovin má nejvyšší zastoupení bílkovin (cca 35 %) a lyzinu v bílkovině (až 2,7 % v sušině semene). Sója obsahuje i velké množství tuku (15 – 20 %), ale ke zkrmování se používá až po extrakci tuku extrahovaný šrot, což je významný bílkovinný komponent krmných směsí. Neodtučněná sója se doporučuje do krmných dávek vysokoprodukčních dojnic pro zvýšení energetické hodnoty krmné dávky (Kudrna et al., 1998).

### *Krmný hrách*

Dietetické vlastnosti krmného hrachu napomáhají zvyšování dojivosti, zvyšování obsahu bílkovin a tuku v mléce. Podává se jemně šrotovaný nebo velmi hrubě šrotovaný. Využití bílkovin obsažených v hrachu se zvýší hydrotermickými nebo termickými úpravami.

Zdrojem energie je škrob (Kudrna et al., 1998).

### Krmné zbytky potravinářského průmyslu

Krmné zbytky se rozdělují podle odvětví průmyslu, ve kterém byly získány. Jedná se o krmné zbytky mlýnského průmyslu (otruby), olejářského průmyslu (pokrutiny), cukrovarského průmyslu (melasa, sušárenské řízky), dále pivovarského, lihovarského a škrobárenského průmyslu (Kopřiva, 1998).

#### **3.1.4 Krmné směsi**

Krmná směs je směs krmných surovin s přídavkem nebo bez přídavku doplňkových látek, které jsou určeny jako kompletní nebo doplňková krmiva ke krmení zvířat (Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb.).

Pro skot se připravují směsi vyrovnávací nebo produkční (Mudřík et al., 2006).

### Kompletní krmná směs (KKS)

Kompletní krmné směsi jsou převážně určeny pro prasata a drůbež. Svým složením pokryjí potřebu živin bez jiných doplňků krmné dávky, kromě vody (Zelenka et al., 1990).

### Doplňková krmná směs (DKS)

Doplňkové krmné směsi jsou používány u skotu, což znamená, že doplňují chybějící živiny základní krmné dávky složené z krmiv objemných (Mudřík et al., 2006).

### Bílkovinné koncentráty (BK)

Jedná se o koncentráty používané při výrobě krmných směsí. Vyznačují se vysokým obsahem některých živin, v tomto případě bílkovin.

### Minerální a vitaminové koncentráty

Tyto koncentráty jsou směsí minerálních látek a specificky účinných látek doplněných nosičem (Zelenka et al., 1990).

## 3.1.5 Syntetická krmiva

### Doplňkové látky

Doplňkové látky jsou dle Zákona o krmivech č. 91/1996 Sb. definovány jako látky nebo přípravky použité při výrobě krmiv nebo při výživě zvířat za účelem příznivého ovlivnění vlastností krmiv nebo vlastností živočišných produktů, dále za účelem uspokojení požadavků na výživu zvířat nebo na zlepšení živočišné produkce, zejména ovlivněním zažívací a trávicí (gastrointestinální) flóry nebo stravitelnosti krmiv, a za účelem doplnění výživy zvířat o prvky, které přispívají k dosažení zvláštních výživových cílů nebo které zajišťují zvláštní požadavky na výživu zvířat v určitém období, za účelem zabránění nebo zmírnění škodlivých vlivů způsobených výkaly zvířat a za účelem zlepšení životního prostředí zvířat.

Doplňkové látky v krmivech se zařazují do základních skupin podle svých funkcí a vlastností:

- **technologické doplňkové látky** (kterákoliv látka přidaná do krmiva z technologických důvodů, např. konzervanty, antioxidanty, emulgátory, stabilizátory, zahušřovadla, želírovací činidla, pojidla, regulátory kyselosti, konzervační látky pro silážování, denaturační činidla, absorbenty)
- **senzorické doplňkové látky** (látka přimíšená do krmiva za účelem zlepšení nebo změnění organoleptických vlastností krmiva nebo vizuálních vlastností potravin získaných ze zvířat, např. barviva, aromatické látky a zchutňující látky)

- **nutriční doplňkové látky** (např. vitamíny, provitamíny, stopové prvky, aminokyseliny, močovina)
- **zootecnické doplňkové látky** (jakákoli látka používaná s cílem příznivě ovlivnit užitek a zdraví zvířat nebo s cílem příznivě ovlivnit životní prostředí, např. látky podporující trávení, látky stabilizující střevní mikroflóru, probiotika, prebiotika, látky příznivě působící na životní prostředí)
- **kokcidiostatika a histomonostatika** (látky, které umrtvují nebo inhibují protozoa) (Zeman et al., 2010).

### *Konzervanty*

Konzervanty jsou látky, případně mikroorganismy, které chrání krmiva před kažením způsobeným mikroorganismy nebo jejich metabolity. Používají se ve výživě zvířat za účelem příznivého ovlivnění vlastností krmiv nebo živočišných produktů. Napomáhají zlepšení živočišné produkce ovlivnění stravitelnosti krmiv, doplněním potřeb živin zvířat nebo zajištěním specifických potřeb výživy zvířat v určitém období. Mají pozitivní vliv na regulaci pH trávicího traktu a mohou mít vliv i na snížení patogenů v zažívacím traktu.

Jako příklad můžeme uvést kyselinu benzoovou, kyselinu sorbovou, kyselinu mravenčí, kyselinu octovou, kyselinu propionovou a kyselinu mléčnou.

### *Emulgátory*

Jsou látky umožňující vznik nebo uchování stejnorodé směsi dvou nebo více nesmíselných fází v krmivu, umožňující vznik emulzí více nemíselných látek (voda a tuk). Mezi ně řadíme lecitiny, soli mastných kyselin a jedlých tuků, mono a diglyceridy mastných kyselin.

Používají se při výrobě margarínů, pečiva, polévek apod.

### *Stabilizátory*

Jedná se o látky umožňující uchování fyzikálně chemického stavu krmiva.

### *Pojidla*

Tyto látky zvyšují přilnavost částic v krmivu. Slouží jako přídavky do krmných směsí před granulací, podílejí se na zvýšení kvality granulí, snížení obsahu prachových částí a odrolu. Do této skupiny patří látky přirozeně se vyskytující (bentonit, pšeničná mouka), ale i výrobky komerční.

### *Konzervační látky pro silážování*

Tyto látky jsou určeny k přimíchání do krmiva za účelem zlepšení kvality siláže, respektive aby eliminovaly negativní vlivy způsobené neoptimální dobou sklizně, délkou řezanky, sušinou sklizené hmoty apod.

Ideální proces silážování probíhá za anaerobních podmínek a za předpokladu dodržení všech technologických požadavků, jako jsou pořezání hmoty, čistota hmoty, úprava hmoty (udusání), vhodná volba a aplikace konzervačního přípravku, rychlost a vzduchotěsnost uzavření a samozřejmě délka zrání a zabezpečení správné a rovnoměrné technologie odběru konzervované hmoty.

### *Barviva*

Barviva jsou přirozené a chemické látky, které dávají nebo navracejí krmivům barvu a tím se stávají pro některé kategorie zvířat atraktivnější.

### *Aromatické a zchutňující látky*

Zvyšují vůni a chutnost krmiva, čímž mohou příznivě ovlivnit příjem krmiva, zvýšit jeho atraktivitu. Patří sem např. sacharin, kyselina citronová, jablečná, fumarová, adipová atd (Zeman et al., 2010).

### *Vitamíny*

Jde o skupinu chemicky velmi různorodých látek, které působí již v malých koncentracích jako katalyzátory a součásti enzymů. Podle rozpustnosti se dělí na vitamíny rozpustné ve vodě (vitamíny skupiny B, vitamín C) a vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K).

Vitamíny rozpustné v tucích jsou v tukové složce krmiv a v organismu se ukládají do jater a tukových tkání. Oproti tomu vitamíny rozpustné ve vodě se v živočišných tkáních neukládají, a proto se musí nepřetržitě dodávat krmivem (Kudrna et al., 1998).

### *Stopové prvky*

Jejich potřeba pro živé organismy se liší podle druhu a je nezastupitelná. V případě nízkého zastoupení v krmné dávce nebo využitelnosti z krmiv vede ke vzniku sekundárních deficiencí minerálních prvků a tím i ke zvýšení obsahu některých mikroprvků v prostředí.

Biologická využitelnost stopových prvků je závislá na mnoha faktorech, na chemické a fyzikální formě prvku, na velikosti částic krmiva, jeho struktuře, na vybilancování dávky na organické a minerální živiny.

Dělí se na makro a mikroprvky.

### *Močovina*

Využívá se především ve výživě přežvýkavců jako zdroj levného dusíku.

### *Probiotika*

Jde o čisté nebo směsné kultury životaschopných mikroorganismů, které po aplikaci kladně ovlivňují hostitelský organismus zlepšením vlastností mikroflóry trávicího traktu, změnou zastoupení mikroflóry napomáhají hospodářským zvířatům ke zvýšení užitkovosti. Také se používají ke kolonizaci u mladých zvířat nebo po antibiotické léčbě (Zeman et al., 2010).

## 3.1.6 Úprava surovin pro skladování a manipulaci

### Význam úprav

Úpravou surovin rozumíme souhrn technologických postupů, kterými se zvyšuje nebo zlepšuje jejich krmná hodnota, skladovatelnost, manipulovatelnost, nebo se tím u nich odstraňují některé nepříznivé vlastnosti.

Základní požadavky pro úpravu objemných krmiv jsou následující:

- uchovat nutriční hodnotu s minimálními ztrátami,
- upravit strukturu tak, aby krmivo umožňovalo správnou funkci bачoru.

Úpravy objemných krmiv lze rozdělit na:

- **fyzikální** (sušení, vlhčení, lisování, řezání, mačkání, mělnění, šrotování, drcení, krouhání, vaření, paření atd.),
- **chemické** (např. okyselování, sterilace, louhování),
- **biologické** (př. fermentování, kvašení, nakličování).

Úpravy jadrných krmiv lze rozdělit na:

- **mechanické**
  - šrotování – Nejčastěji se provádí pomocí kladívkového šrotovníku s různými síty dle požadované zrnitosti šrotu.
  - mačkání – K mačkání dochází na válcovacích stolicích s různými otáčkami válců. Výsledkem jsou poměrně velké vločky.
- **tepelné** – Principem tepelných úprav je působení suchého nebo vlhkého tepla. Cílem této úpravy je zvýšit stravitelnost živin, snížit obsah antinutričních látek, snížit nebo vyloučit výskyt nežádoucích mikroorganismů, zvýšit chutnost a dietetické vlastnosti krmiva.
- **mikronizace**
- **pufování** – Principem pufování je rázové uvolnění tlaku a odpaření vlhkosti. Výsledkem je zvětšení objemu až 10 x.
- **toustování**
- **extruze** – Neboli protlačování.
- **expandace** – Dochází k protlačování materiálu štěrbinou.
- **tepelný granulátor**
- **granulace** – Výsledné krmivo má lepší skladovatelnost, nedochází k oddělování složek, snížení prašnosti a snížení manipulačních ztrát (Mudřík et al., 2002).

Někdy dochází ke kombinaci úprav, například řezání a mělnění, nebo míchání a louhování, častěji například okyselování a kvašení (Kudrna et al., 1998).

### Konzervace krmiv

Význam konzervace krmiv spočívá například v prodloužení uchovatelnosti krmiv, v účinné redukci nežádoucích a konkurenčních mikroflór, v rychlém okyselení silážované hmoty a snížení hodnoty pH a tím snížení ztrát sušiny a živin.

K hospodářsky důležitým způsobům konzervace krmiv řadíme:

- **sušení** – Jde o fyzikální proces, kdy se z píce odpařuje voda. Takováto píce se pak dá skladovat v suchu bez velkých ztrát živin i několik let (u sena se ale s délkou skladování zhoršuje chutnost a jeho dietetické vlastnosti). Seno se dá vyrobit z kvalitní píce, která má

vysoký obsah živin a minimální obsah antinutričních látek, je posečená v optimální zralosti, a její obsah vody byl rychle snížen na obsah sušiny vyšší než 80 % (Doležal et al., 2010).

- **silážování** – Siláž je krmivo, které vzniklo konzervací čerstvé píce nebo zavadlé píce kyselinotvorným, primárně mléčným kvašením, nebo konzervací píce s přidavkem látek inhibujících veškerou bakteriální činnost. Senáž je název pro siláž vzniklou konzervací píce po předchozím zavadnutí (Kudrna et al., 1998).

Silážování je technologie konzervace krmiv, která je založená na rychlém okyselení naskladněné, udusané a dobře pořezané hmoty bez přístupu vzduchu (Doležal et al., 2010).

Podstatou silážování bez přidavku chemických inhibičních látek je v podpoře činnosti bakterií mléčného kvašení vytvořením anaerobního prostředí (udusání, utěsnění), přidavkem látek zvyšujících obsah využitelných cukrů, přidavkem mikroorganismů napomáhajících vytvořit vhodné prostředí pro rozvoj bakterií mléčného kvašení, omezením činnosti některých mikroorganismů zavadnutím (Kudrna et al., 1998).

- **horkovzdušné sušení**

### 3.1.7 Skladování a uchovávání krmiv

Krmiva, doplňkové látky a premixy musí výrobce, dovozce a dodavatel uskladnit ve skladech nebo manipulačních, případně výrobních prostorách tak, aby bylo zajištěno uchování jejich jakosti a byla zajištěna jejich ochrana před:

- zneužitím,
- křížovou kontaminací nebo znečištěním nežádoucími mikroorganismy a plísněmi a jejich nežádoucím pomnožováním, nebo kontaminací nežádoucími doplňkovými látkami a produkty,
- hlodavci a ptáky,
- vlhkostí a látkami, které je mohou znehodnocovat nebo v nich vytvářet produkty škodlivé zdraví zvířat a lidí ohrožující životní prostředí.

Doplňkové látky, premixy a určitá proteinová krmiva musí být skladovány v uzamykatelných prostorech tak, aby nepovolané osoby k nim neměly přístup.



Podmíněně použitelná krmiva a krmné suroviny s nadlimitním obsahem nežádoucích látek stanovených vyhláškou musí být uskladněny odděleně.

Ve skladových prostorech musí být prováděna dezinfekce, dezinfekce a deratizace a zajištěno udržování odpovídajících mikroklimatických podmínek a čistoty.

Krmiva, doplňkové látky a premixy musí být skladovány tak, aby byly snadno identifikovatelné a nemohlo dojít k jejich záměně; pro odběr vzorků musí být k nim umožněn bezpečný přístup (Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb.).

### Význam skladování

Význam skladování spočívá v uchování zemědělských produktů od sklizně a příjmu do skladu až do doby jejich potřeby, ke krmení zvířat nebo dalšímu průmyslovému zpracování.

Uchování by mělo proběhnout beze ztrát jak na hmotnosti, tak i na kvalitě.

Cílem odborného skladování je uchovat hodnotu skladovaných produktů, nebo jí ještě zvýšit, čehož se dá dosáhnout např. vyčištěním nebo vysušením (Dudáš et al., 1981).

### Technika skladování

Technika skladování je určena charakterem produktů a jejich technologickou kvalitou. Zrniny a všechny krmné suroviny, kromě kapalných, se skladují:

- na hromadách,
- v zásobnících,
- v pytlích,
- v paletových kontejnerech a vacích.

#### *Na hromadách*

Většina objemu zrnin se u nás skladuje volně na hromadách v krytých skladech. Pro skladování posklizňově vyrovnaného a upraveného obilí se využívají halové sklady, kde obilí nevyžaduje přehazování nebo přepouštění. Důvodem je omezená manipulovatelnost s naskladněnou obilní hmotou. Pro skladování vlhčích a nevyrovnaných partií obilí se vybavují tyto sklady různými systémy aktivního větrání. Hlavní předností halových skladů je jejich víceúčelové využití během roku a poměrně nízké pořizovací náklady (Zelenka et al., 1990).

### *V zásobnících*

Tento způsob skladování umožňuje plnou mechanizaci. Prostorově je málo náročný. Využívá sypných vlastností obilné hmoty a její mezernatosti. Pořizovací náklady jsou ovšem vyšší oproti skladování na hromadách.

Podmínkou skladování je dodržet vhodné skladovací podmínky, rozlišovat podmínky pro krátkodobé a dlouhodobé skladování, respektovat vlastnosti skladované hmoty. Při dlouhodobém skladování vyžaduje obilí vlhkost pod 14 % a zchlazení pod 10 °C, dostatečné vyčištění, aby nevznikaly podmínky pro tvorbu ohnisek samozáhřevu a ohrožení jakosti (Zelenka et al., 1990).

### *V pytlích, kontejnerech a vacích*

Tento typ skladování se využívá především u malých partií a pro skladování méně sypkých práškovitých a vločkovitých krmných surovin (Zelenka et al., 1990).

## **3.2 Nutriční hodnota krmiv**

Nutriční (výživnou) hodnotu krmiva lze vyjádřit obsahem energie, živin a všech ostatních látek, poté fyzikálními, chemickými i dietetickými vlastnostmi a působením krmiva na organismus zvířete (Zeman et al., 2006).

### **3.2.1 Živiny**

V krmivech, která zvířata přijímají, se nacházejí živiny. Úlohou a cílem živin je naplnění záchovných, růstových, produkčních, reprodukčních a zdravotních potřeb hospodářských zvířat (Mitrík et al., 2010).

Živiny jsou látky chemicky definovatelné a potřebné k výživě zvířat. Podle významnosti pro organismus dělíme živiny obsažené v sušině na energetické, stavební a účinné látky. Energetické živiny jsou látky organické, které slouží k zachování energetické rovnováhy organismu, k tvorbě tělní hmoty atd (Zeman et al., 2006).

#### **3.2.1.1 Energetické živiny**

##### Sacharidy

Sacharidy tvoří největší podíl organické hmoty rostlin. Plní hned několik funkcí, zásobní (např. škroby v obilných zrnech a bramborách, cukr v řepě), stavební (např. celulóza).

Sacharidy jsou dominantní částí výživy hospodářských zvířat a jsou tak hlavním zdrojem energie (Čermák et al., 2006).

V krmivářské terminologii se pod pojmem sacharidy skrývá vláknina, bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV) a především sacharidy, dříve nazývané uhlohydráty nebo glycidy (Zeman et al., 2006).

Tabulka č. 2: Hlavní skupiny sacharidů a příklady jejich výskytu (Čermák et al., 2006).

SACHARIDY	PŘÍKLADY
<b>MONOSACHARIDY</b> - Pentózy (Ribóza, Arabinóza, Xylóza) - Hexózy (Glukóza, Galaktóza, Fruktóza)	- komponenty nukleových kyselin (Ribóza), základní prvky Pentózanů (Arabinóza, Xylóza) - základní prvky Di-, Oligo- a Polysacharidů, Glukóza v krvi, Fruktóza ve spermatu
<b>DISACHARIDY</b> - Sacharóza - Laktóza - Maltóza - Celobióza	- cukrovka, cukrová třtina - mléko - meziprodukty trávení glykogenu a škrobu (Maltóza), resp. Celulóza (Celobióza)
<b>OLIGOSACHARIDY</b> - Rafinóza - Stachyóza - Verbaskóza	- melasa, semena luštěnin - semena luštěnin - semena luštěnin
<b>POLYSACHARIDY</b> - Škroby - Glykogen - Fruktany -- Flein – Typ -- Inulin – Typ - Neškrobové polysacharidy -- Celulóza -- 1 – 3, 1 – 4 – beta – Glukany -- Pentózany -- Pektin -- Glykoprotein, Mukopolysacharidy, Proteoglykany	- obiloviny, brambory - svaly, játra -- trávy -- topinambur -- zelená píce, sláma -- ječmen, oves -- žito, tritikale -- cukrové skrojky, výlisky z ovoce, vína a citrusových plodů -- živočišné tkáně a sekrety

Rozdělení sacharidů podle fyzikálních a chemických vlastností dle Zeman et al., (2006):

- monosacharidy – pentózy (L – arabinóza, D – xylóza, D – ribóza, L – xylóza)
  - hexózy (D – glukóza, D – manóza, D – galaktóza, D – fruktóza)
- disacharidy – redukující (maltóza, laktóza, celobióza)
  - neredukující (sacharóza, trehalóza)
- trisacharidy – rafinóza
- polysacharidy – pentózany (arabany, xylany)
  - hexózany (škrob, inulin, celulóza)
  - jiné (pektiny, aj.)

Nejdůležitějšími sacharidy ve výživě hospodářských zvířat z hlediska jejich množství a významu jsou škrob, cukry a celulóza. Z disacharidů má mimořádný význam sacharóza, která je hlavní energetickou živinou v buňkách všech krmiv rostlinného původu, dále laktóza, která se vyskytuje výlučně v mléčných krmivech nepostradatelných pro výživu všech mláďat savců.

Ve výživě zvířat, hlavně přežvýkavců, jsou polysacharidy nejvýznamnější skupinou energetických živin. Velmi významný je škrob a celulóza z hexóz. Škrob tvoří 50 – 80 % organické hmoty semen obilnin, bramborových hlíz. Je obsažen ve všech krmivech rostlinného původu spolu s disacharidy.

Celulóza je základní podpurnou látkou rostlinné buňky. Čistá celulóza se v rostlinách najde jen výjimečně. Celulózu v krmivech bilancujeme s dalšími látkami, pod pojmem vláknina.

Vláknina je směs celulózy, hemicelulózy a nestravitelných inkrustujících látek, především ligninu, kutinu, křemičitanů atd. Její stravitelnost se mění podle vzájemného poměru sacharidů k ligninu. V krmivech rostlinného původu obsah vlákniny kolísá v sušině mezi 5 až 40 %. Čím vyšší je její zastoupení v krmivech, tím je stravitelnost organické hmoty nižší.

Mezi hlavní funkce vlákniny ve výživě zvířat patří:

- zabezpečit mechanické nasycení zvířat,
- podpořit peristaltiku střev a motoriku bачoru (u přežvýkavců),
- limitovat příjem krmiva,
- limitovat stravitelnost krmiva (krmné dávky) (Zeman et al., 2006).

Aby vláknina byla efektivní, měly by být částice krmiva delší než 0,6 cm. Její obsah rozhoduje o době, po kterou krávy přežvykují a přežvykování podporuje řádnou stimulaci bачoru (Hulsen, 2007).

Optimální zastoupení sacharidů ve výživě zvířat je základním předpokladem pro dosažení požadované produkce, zachování zdraví zvířat, reprodukce a vysoké výživné hodnoty vyráběných potravin.

Rozhodující význam ve výživě zvířat má glukóza. Glukóza je minimálně zastoupená v krmivech, ale je velmi důležitá pro tvorbu krevní glukózy. Glukózu organismus získává především štěpením polysacharidů a dál ji využívá pro krytí energetických potřeb. Je zdrojem pro vznik glykogenu a jiných cukrů, např. laktózy, mastných kyselin a těkavých mastných kyselin.

Koncentrace glukózy v krvi je přesný ukazatel intenzity metabolismu sacharidů a důležitý ukazatel hodnocení metabolického stavu zvířat. Při nedostatku glukózy v krvi dochází k hypoglykémii, při nadbytku hyperglykémii.

Nedostatek sacharidů zasahuje do užitkovosti hospodářských zvířat. Může to mít specifický účinek na složení a množství živočišných produktů (Zeman et al., 2006).

### Organické kyseliny

Organické kyseliny patří rovněž k energetickým živinám. Důležitou roli ve výživě zvířat má kyselina mléčná, octová, propionová, mravenčí a máselná. Některé z nich jsou produktem bачorové mikroflóry, další jsou produktem mikroflóry při silážování. Jsou využívány jako zdroje energie, zejména u přežvýkavců, kde jejich energetické potřeby jsou pokryty cca ze 70 % prostřednictvím těkavých mastných kyselin (TMK) (Zeman et al., 2006).

### Lipidy

Jedná se o třetí skupinu energetických živin. Jejich nejvýznamnější složkou jsou tuky. Jejich společnou vlastností je rozpustnost v organických rozpouštědlech a nerozpustnost ve vodě (Čermák et al., 2006).

Kudrna et al. (1998) uvádějí, že se lipidy dělí na jednoduché a složité. Jednoduché jsou zastoupeny acylglyceroly (tuky) a vosky. Mezi složité pak řadí fosfoacylglyceroly, sfingolipidy, lipoproteiny a glykolipidy.

Mezi hlavní biologické funkce lipidů patří:

- **zdroj a rezerva energie** – Tuky jsou energeticky nejvýznamnější látkou v krmivu zvířat. Jejich oxidací získá organismus dvojnásobek množství energie než ze stejného množství sacharidů. Pokud není přijatá energie tuků využita k přímé spotřebě, mění se zpět na acylglycerol, který se ukládá v některých tkáních živočišného organismu. Depotní tuk je občas též využíván organismem, obzvláště v období, kdy není k dispozici energie z dietních zdrojů.
- **strukturní funkce** – Lipidy se účastní přenosu podnětů v nervové tkáni a při vytváření strukturního jádra biomembrán.
- **ochranné funkce** – Obalují některé orgány, čímž je chrání před mechanickým poškozením. Dále jsou v podkoží, kde slouží jako izolační bariéra nadměrným ztrátám tepla (Kudrna et al., 1998).

Lipidy jsou složeny především z mastných kyselin. Ty se rozdělují na:

- **nasycené mastné kyseliny** – Tyto kyseliny mohou být syntetizovány v organismu. Patří mezi neesenciální mastné kyseliny. Využití nacházejí především jako rychlý a pohotový zdroj energie (Zeman et al., 2006).
- **nenasycené mastné kyseliny** - Označují se též jako esenciální mastné kyseliny. Živočišný organismus si tyto kyseliny nedokáže sám vytvořit sám, proto je nutné zajistit jejich přítomnost v krmivu. Nedostatek esenciálních mastných kyselin vede ke kožním změnám (vypadávání srsti), ovlivňuje negativně reprodukci, snižuje odolnost vůči nemocem a vede k poruchám růstu (Čermák et al., 2006).

Tuky nejsou stabilní sloučeniny. Časem podléhají různým kvalitativním změnám. Pozměněné tuky nebo mastné kyseliny a produkty vzniklé rozpadem tuků mohou mít vliv na stav a zdraví zvířat, na nutriční hodnotu a zdravotní nezávadnost olejů a potravin živočišného původu (Čermák et al., 2006).

Tabulka č. 3: Změny v kvalitě tuků (Čermák et al., 2006).

PROCES	VÝSLEDEK
Hydrolyza molekuly triglyceridu (enzymatická, chemická)	Volné mastné kyseliny, intenzivní zápach, příjem potravy ↓
Oxidační změny mastných kyselin (především MK s 2 a více dvojnými vazbami)	Hydroxiperoxidy (1. krok) ⇌ při odštěpení vody aldehydů, ketonů, mastných kyselin, produkty polymerace (2. krok), zhoršení chutnosti a zápachu (žluklost, příjem potravy nižší), zánik lehce oxidovatelných látek obsažených v krmivu (vitamíny A, D, E, karoteny, karotenoidy), toxický efekt
Polymerace mastných kyselin působením žáru (např. fritování, pečení tuků)	Termické poškození mastných kyselin, toxický účinek.

Fosfolipidy a glykolipidy se účastní především výstavby buněčných membrán a jsou kvantitativně hojně zastoupeny jako součást nervových vláken, jater a vaječného žloutku (Čermák et al., 2006).

Při zařazování tuku do krmných dávek je nutné, aby nedošlo k překročení jejich optimální dávky. Průměrný obsah tuku v sušině krmné dávky pro skot je 2,5 až 3,5 %. Vyšší dávky ale narušují procesy bachoru. U monogastrů je možno tento obsah zvýšit až na 7 %.

Jako zdroj lipidů slouží běžné zrniny a olejniny, kde je jejich zastoupení od 1 do 45 % tuku (Zeman et al., 2006).

### 3.2.1.2 Stavební živiny

#### Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou chemické sloučeniny obsahující dusík. Při analýze krmiv se vychází z předpokladu, že rostlinné bílkoviny obsahují průměrně 16 % dusíku, takže přepočtení obsahu dusíkatých látek z analyzovaného obsahu dusíku (N) je následovný:

- $N - \text{látky} = \% N / (16 / 100)$ , resp.
- $N - \text{látky} = \% N \times 6,25$ .

Dusíkaté látky se v krmivech nacházejí ve dvou základních formách:

- bílkoviny
- řetězce aminokyselin
- nebílkovinné dusíkaté látky
- aminokyseliny

- nukleové kyseliny
- amidy (močovina)
- amíny
- amoniak
- nitráty a nitrity.

Krmiva obsahují téměř vždy různé množství bílkovin a vícero typů nebílkovinných látek. Poměr mezi bílkovinnou a nebílkovinnou formou dusíku se v krmivech pohybuje v širokém rozpětí.

### *Bílkoviny*

Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin, které jsou pospojované do řetězců a různých trojrozměrných struktur ( Mitrík et al., 2010).

Tabulka č. 4: Biologické funkce bílkovin (Čermák et al., 2006).

BIOLOGICKÁ FUNKCE	PŘÍKLADY
enzymy (biokatalyzátory)	Trypsin, $\alpha$ – Amyláza, Lipáza, Transamináza, Ureáza
strukturální bílkoviny	Kolagen (v chrupavkách, kostech, šlachách), Keratin, Elastin, Fibrin
kontraktilní bílkoviny	Aktin, Myosin (ve svalech)
transportní bílkoviny	Hemoglobin, Albumin, Lipoproteiny, Transferrin
obránné bílkoviny	Protilátky, gama – Globulin
regulující bílkoviny	Proteohormony (Insulin, Parathormon)
výživné a paměťové bílkoviny	Ovalbumin (vejce), Kasein (mléko), Ferritin

### *Aminokyseliny*

Jsou to základní stavební jednotky bílkovin. Typické pro ně je, že obsahují  $\text{NH}_2$  a  $\text{COOH}$  v jedné molekule, přičemž některé mají i dvě aminové, případně karboxylové skupiny ve své molekule.

Z nutričního hlediska je aminokyselin významných 21. Podle schopnosti být syntetizovány v živočišném organismu byly rozděleny na esenciální (nepostradatelné) a neesenciální (postradatelné). Esenciální nejsou vůbec nebo velmi omezeně syntetizovány v organismu zvířat. Vyrábějí je pouze autotrofní organismy, proto musí esenciální aminokyseliny zvířata dostávat v dietě. Výjimkou jsou ovšem přežvýkavci, kteří v krmivech nedostávají všechny esenciální aminokyseliny. Mikroorganismy žijící symbioticky



v předžaludcích jsou schopny syntetizovat tyto aminokyseliny. Jejich těla jsou následně při postupu do další části trávicího traktu zdrojem těchto esenciálních aminokyselin.

Aminokyseliny se využívají při tvorbě bílkovin, při tvorbě jiných dusíkatých látek a při jejich odbourávání pro získání energie.

Esenciální aminokyseliny mají za úkol v organismu:

- Histidin – pro tvorbu bílkovin a peptidových hormonů, je silně zastoupen v bílkovinné složce krevního barviva,
- Isoleucin a leucin – pro tvorbu bílkovin,
- Lysin – nezbytný pro tvorbu peptidů, bílkovin, karnitinu, má velký význam při syntéze kaseinu,
- Methionin – v buněčném metabolismu využíván pro tvorbu specifických látek, které jsou donory metylových skupin v mnoha syntetických procesech, při tvorbě cholinu, kreatinu, adrenalinu apod.,
- Fenylalanin – pro tvorbu dihydrotyroninu, tyroxinu, adrenalinu a melaninu,
- Tryptofan – pro tvorbu bílkovin u mladých i dospělých zvířat, může se degradovat za vzniku alaninu a kyseliny nikotinové,
- Treonin – součást kaseinu, nezbytný pro tvorbu bílkovin a peptidů.

Limitující aminokyseliny jsou takové, které při syntéze bílkovin nejsou v krvi k dispozici. To vede k zastavení procesu proteosyntézy (Kudrna et al., 1998).

Methionin a lysin byly uznány jako první a druhá limitující aminokyselina ve většině systémů výživy laktujících dojnic. Ze série experimentů hodnotících požadavky vysokoužitkových dojnic na aminokyseliny pro maximální užitkovost a obsah mléčného proteinu vyplynula potřeba lysinu 7,3 % a methioninu 2,5 % v metabolizovatelném proteinu (Abdelqader, 2012).

Potřeby dusíkatých látek pro skot vycházejí z jejich zhodnocení pro záchovu a pro tvorbu produktu. Rozdíl v potřebě je dán fyziologickým stavem. Jde – li mladé zvíře ve vývoji a růstu nebo jde – li od zvíře v produkci s ukončeným tělesným růstem, potřeba na záchovu se stanovuje na hmotnost zvířete. Potřeba na produkci se stanovuje na jednotku produkce. Součet obou potřeb následně vyjadřuje celkovou potřebu, kterou je nutno v krmné dávce pokrýt (Kudrna et al., 1998).

### 3.2.1.3 Minerální látky

Minerální látky jsou nepostradatelnou součástí krmiva (Čermák et al., 2006).

Mají důležitý vliv na přirozený průběh metabolických procesů, tím i na užitkovost a zdraví zvířat, jejich dlouhověkost, reprodukci atd. V živočišném organismu jsou zastoupeny 3 – 5 % tělní hmoty (Zeman et al., 2006).

Minerální látky mají v živočišném organismu čtyři základní funkce:

- **strukturální funkce** – Tvoří strukturální složky tkání a orgánů.
- **fyzilogická funkce** – Mají význam v procesech trávení, resorbce, využití živin. Jsou potřebné pro přenos a přeměnu energie, pro udržení nervosvalové dráždivosti, ovlivňují reprodukční funkce.
- **katalytická funkce** – Působí jako katalyzátory enzymatických a hormonálních systémů, čímž zasahují do celého metabolismu.
- **regulační funkce** – Regulují metabolické pochody (Mudřík et al., 2006).

Podle množství a významu pro organismus se minerální látky obsažené v krmivech rozdělují na makroelementy (Ca, P, Mg, Na, K, S, Cl) a mikroelementy (Fe, Cu, Mn, Co, Zn, I, Mo, Se a další).

Na rozdíl od organických látek si organismy minerální látky nedokáží sami vyrábět, proto jsou závislé na jejich příjmu (Kacerovský et al., 1990).

#### *Makroprvky*

Mezi makroprvky řadíme vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), sodík (Na), draslík (K), chlór (Cl) a síru (S). Tyto všechny prvky jsou esenciální (nepostradatelné), tudíž je jejich příjem v krmivu nutný.

Makroprvky plní v organismu mnoho funkcí. Jsou stavebními látkami kostry, zubů nebo vaječné skořápky (Ca, P, Mg), dále jsou obsaženy v mléce, slouží jako aktivátory enzymů (Mg, Ca), jsou nositeli biochemických reakcí (Mg), regulují elektrolytický a vodní režim (Na, K, Cl) a jsou také součástí pufrovacího systému (Na, K, Cl).

Jejich nedostatek i nadbytek způsobuje snížení užitkovosti, nemoci a poruchy snížení užitkovosti (Čermák et al., 2006).

- Vápník (Ca) je v živočišném těle nejvíce zastoupený prvek. Jako jeho nejrozšířenější zdroj slouží krmný vápenec (Zeman et al., 2006).

Z 99 % je vápník obsažen ve skeletu. Zbývající procento se nachází v extracelulární tekutině a měkkých tkáních jako součást membránových struktur.

Účastní se například tvorby a mineralizace kostí a zubů (společně s fosforem), dále má vliv na permeabilitu buněčných membrán, je nepostradatelný pro svalovou dráždivost i pro svalovou kontraktilitu a má také nezastupitelnou funkci v procesu srážení krve.

Nedostatek vápníku vede k různým poruchám zdravotního stavu zvířat. Jeho deficit například způsobuje rachitidu, osteomalacii, osteoporózu, u krav v období porodu tzv. porodní parézu (Mudřík et al., 2006).

- Fosfor (P) se podobně jako vápník také převážně nachází v kostech a zubech. V krvi je součástí erytrocytů. K resorpci fosforu dochází především v tenkém střevě, u přežvýkavců i ve slezu. Vylučován je výkaly a močí, ale jeho vylučování je závislé na jeho množství v krmné dávce.

Fosfor je součástí nukleových kyselin, fosfoproteinů, fosfolipidů. Je také složkou adenosintrifosfátu (ATP), adenosindifosfátu (ADP) a některých vitamínů (B1).

U přežvýkavců hraje důležitou roli u rozmnožování. Rozvoj bачorové mikroflóry má vliv na produkci mléka a obsah tuku. Jeho poměr k vápníku má úzký vztah k plodnosti.

Jeho nedostatek u mláďat způsobuje poruchy kostry (rachitida. U dospělých vede k osteomalacii, poruchám činnosti pohlavních žláz, zadržování lůžka, snížené produkci a nižší tučnosti mléka, nedostatečnému využití bачorové mikroflóry a mikrofauny (Kudrna et al., 1998).

- Draslík (K) je do organismu dodáván krmivou rostlinného původu, je vstřebáván ve střevě. Značná část se nachází v játrech a především ve svalech (75 %) a ve všech sekretech trávicího systému. Vstřebaný draslík je následně vylučován močí (90 %), vylučování výkaly a potom je minimální.

Jeho hlavní funkcí je udržovat dráždivost některých buněk (sval), souvisí s působením vápníku při udržování dráždivosti nervových vláken. Má také významnou roli při metabolismu sacharidů, v regulaci intracelulárního osmotického tlaku a acidobazické rovnováhy, při buněčném dělení a při udržování normálního svalového napětí. Také pomáhá udržovat pH bачorového obsahu.

Nedostatek nebo nadbytek se zřídka vyskytuje (Kudrna et al., 1998).

- Sodík (Na) je dodáván ve formě chloridu sodného (NaCl). Vysoké dávky soli způsobují průjemy a mohou vést až k toxicitě (Zeman et al., 2006).

- Hořčík (Mg) a jeho vstřebatelnost je stejně jako u fosforu funkcí té části přijaté minerální látky, která je v trávicím traktu před dosažením místa resorpce rozpuštěna. Čím je vyšší pH, tím je rozpustnost menší. Hořčík běžných krmných dávek je obvykle využíván jen asi z 20 %. V kostní tkáni je z celkového hořčíku uloženo 60 – 70 %. V ostatních tkáních je část vázána na kyselinu deoxyribonukleovou (Zahrádková et al., 2009).

Je součástí oxidu hořečnatého. Jeho využitelnost z přirozených krmiv se liší podle druhu a kategorie hospodářských zvířat, což činí 15 – 25 % (Zeman et al., 2006).

### *Mikroprvky*

Tyto prvky se v organismu vyskytují ve velmi malých koncentracích. Mnoho z nich jsou pro zvířata nepostradatelné. Nedostatek v půdě vede i k jejich nedostatku v krmivu. Do této skupiny prvků řadíme železo (Fe), měď (Cu), mangan (Mn), kobalt (Co), jód (I), zinek (Zn) a selen (Se).

Nedostatečné zásobení těmito prvky může vést v průběhu času ke snížení příjmu krmiva, nižší užitkovosti, zvýšené náchylnosti k nemocem (Čermák et al., 2006).

- Železo (Fe) je součástí hemoglobinu, myoglobinu a cytochromů i řady enzymů. Při nedostatku je možné ho přidávat do krmiva například jako krystalický síran železnatý nebo fumaran železnatý. Nedostatek vede k anémii (Zeman et al., 2006).

- Měď (Cu) napomáhá mobilizaci železa a jeho vazbě do hemu. Účastní se tkáňového dýchání a má vliv na některé žlázy s vnitřní sekrecí. Nedostatek způsobuje ruptury aorty. Měď lze dodávat například jako součást krystalického síranu měďnatého (Zeman et al., 2006).

- Mangan (Mn). Jeho vstřebávání je nepříznivě ovlivňováno vyšším obsahem vápníku, fosforu a železa v krmné dávce.

- Zinek (Zn) se účastní na metabolismu sacharidů a je také aktivátorem inzulínu. Nedostatek vede k parakeratózám, deformacím kostí.

- Jód (I). Jeho zásoby jsou ve štítné žláze. Dalším bohatým zdrojem je rybí moučka (Zeman et al., 2006).

#### 3.2.1.4 Vitamíny

Jde o skupinu chemicky velmi různorodých látek, které působí již v malých koncentracích jako katalyzátory a součásti enzymů. Podle rozpustnosti se dělí na vitamíny rozpustné ve vodě (vitamíny skupiny B, vitamín C) a vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) (Kudrna et al., 1998).

Vitamíny rozpustné ve vodě s výjimkou vitamínu C jsou pro hospodářská zvířata esenciální a musí být tedy přijímány v krmivu nebo vytvořeny mikrobiální syntézou v trávicím traktu zvířete (zvláště u přežvýkavců vitamíny B – komplex a vitamín K). Vitamíny A, D a E jsou také nezbytné pro tvorbu a záchovu tkáňových a buněčných struktur. Vitamín K a B – komplex jsou součástí koenzymů a tím se podílejí na mnoha funkcích intermediární látkové výměny. Nedostatek vitamínů způsobuje četné poruchy. Příliš vysoký příjem vitamínů A a D vede k hypervitaminózám (Čermák et al., 2006).

##### Vitamíny rozpustné v tucích

###### *Vitamín A (retinol)*

Nejdůležitější vitamín ve výživě skotu. Napomáhá zachování celistvosti epiteliálních buněk a má důležitou roli v metabolismu reprodukce, v procesu vidění a při vývoji kostí. Jeho nedostatek vede k degeneraci mnoha tkání, které jsou následně citlivé k infekcím. Mezi příznaky jeho nedostatku řadíme narození mrtvých a defektních telat, ztrátu chuti, průjem, záněty očí, někdy i slepotu.

###### *Vitamín D (kalciferol)*

Vitamín D je důležitý pro absorpci a poté pro využití Ca a P ze zažívacího traktu. Také má vliv na prostupnost střeva pro další minerální látky jako jsou například Zn, Fe, Co a Mg. Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje u mladých zvířat křivici, u dospělých zvířat lomivost kostí a osteoporózu.

### *Vitamín E (tokoferol)*

Tento vitamín se podílí na tvorbě vitamínu C a metabolismu sirných aminokyselin. Dobrým zdroje vitamínu E jsou rostlinné oleje, dále ho můžeme najít v kolostru.

Jeho nedostatek může u dojnic způsobit poškození srdeční svaloviny s následným selháním srdeční činnosti.

Přídavky vitamínu E snižují výskyt mastitid, podporují imunitu zvířat a zlepšují reprodukční ukazatele.

### *Vitamín K*

Vitamín je významný pro normální srážlivost krve. Zdrojem tohoto vitamínu jsou zelené listy čerstvé nebo sušené píče anebo je syntetizován v bacheru.

### Vitamíny rozpustné ve vodě

Do této skupiny vitamínu patří thiamin (B1), riboflavin (B2), kyselina pantotenová, niacin, biotin, cholin, kyselina listová, pyridoxin (B6), cyancobalamin (B12) a kyselina askorbová (C).

### *Niacin*

Niacin neboli B3 je prekursorem důležitých koenzymů, které působí při syntéze a degradaci mastných kyselin, sacharidů a aminokyselin.

Jeho význam stoupá u dojnic na začátku laktace z důvodu jeho antiketogenních účinků. Díky podávání niacinu na začátku laktace dochází ke zlepšení energetické bilance. Také zlepšuje kondici dojnic v období zabřezávání.

### *Thiamin*

Pod tímto názvem se skrývá vitamín B1. Tento vitamín je důležitý pro normální funkci centrálního nervového systému. Jeho potřeba u vysokoprodukčních dojnic stoupá při nepřiměřeném obsahu dusíkatých látek v krmné dávce, kdy je omezována jeho bacherová syntéza a snižuje se tak jeho přívod do tenkého střeva.

### *Cholin*

Je nepostradatelnou látkou pro výstavbu a uchování buněčných struktur. Podporuje přenos lipidů buněčnými membránami a omezuje jejich hromadění v játrech. Doplnění tohoto vitamínu do krmné dávky může zvýšit obsah tuku v mléce (Kudrna et al., 1998).

### 3.2.1.5 Voda

Voda je životně důležitou součástí živočišného i rostlinného organismu. Obsah vody se významně mění. V krmivech je například její podíl od 10 do 90 % a v živočišných organismech od 40 do 80 % (Čermák et al., 2006).

Prakticky se voda vyskytuje ve všech krmivech. Vyskytuje se ve formě volné vody, která slouží v buňkách jako rozpouštědlo organických a anorganických látek. Tato voda se dá ze vzorku odstranit sušením. Další formou je voda vázaná. Tato voda je vázaná fyzikálně chemickými a chemickými vazbami. Vyskytuje se především v minerálních krmivech a krmných doplňcích. Praktický význam má voda volná.

Obsah vody je z hlediska nutriční hodnoty krmiva důležitý. Krmiva s vysokým obsahem vody mají malý obsah sušiny, tím pádem málo živin. Oproti tomu krmiva s nízkým obsahem vody mají vysoký obsah sušiny, tudíž i živin.

Na jejím obsahu závisí skladovatelnost krmiv. Krmiva s vysokým obsahem vody mají omezenou skladovatelnost a zhoršenou silážovatelnost (Kacarovský et al., 1990).

### 3.2.1.6 Cizorodé látky

Za cizorodé látky považujeme takové látky, které jsou převážně chemického charakteru, které jsou obsaženy v poživatinách a nejsou jejich přirozenou složkou.

#### Krmná aditiva

Tímto názvem jsou označovány látky, které nemají charakter živin a jsou zvířatům podávána za účelem lepšího využití krmiva, zvýšení užitkovosti nebo zlepšení zdravotního stavu. Často se jednotlivá aditiva různě kombinují, doplňují se dalšími látkami a dále se technologicky upravují (Kudrna et al., 1998).

Zeman et al. (2006) uvádějí, že doplňkovými látkami se rozumí látky specificky účinné, které při zkrmování ve vhodném množství příznivě ovlivňují vlastnosti krmiv a živočišných produktů i zdraví zvířat. Slouží jako doplňky chybějících živin do krmných dávek.

Do krmných aditiv patří:

- **nutriční aditiva** (vitamíny, provitamíny, sloučeniny stopových prvků, aminokyseliny, jejich soli a analogy, močovina a její deriváty),

- **zootechnická aditiva** – látky, které mohou zlepšit užitek zviřat nebo příznivě ovlivnit životní prostředí, například látky zlepšující stravitelnost živin, mikroorganismy, nebo chemicky definované látky, které mají příznivý vliv na mikrobiální populaci trávicího traktu,
- **aditiva ovlivňující senzorické vlastnosti** – látky zlepšující organoleptické vlastnosti krmiva nebo vzhled živočišných produktů,
- **technologická aditiva** – například konzervační látky, antioxidanty, emulgátory, pojiva, stabilizátory, protispékavé látky, regulátory kyselosti,
- **silážní aditiva,**
- **antikokcidika a látky pro prevenci histomoniázy.**

### Kontaminující látky

Do skupiny kontaminujících látek se řadí takové, které přecházejí do poživatin z prostředí. Jde o látky anorganické, zejména těžké kovy (olovo, kadmium, rtuť), dále dusičnany a dusitany, fluor, arsen, hliník, ale též některé prvky, které do určitého množství ve stravě plní funkci biogenní a hodnoty nad rozmezím esenciálního působení mohou vyvolat toxické nebo jiné nepříznivé účinky (zinek, měď, selen, mangan).

Dále se jedná o organické látky, různé chlorované sloučeniny, alifatické i aromatické, zejména např. polychlorované bifenyly, dioxiny, dibenzfurany, dále polyaromatické uhlovodíky, estery kyseliny ftalové aj. Do této skupiny toxických látek se zahrnují též takové, které vznikají v poživatinách při nesprávné technologii při výrobě nebo skladování (Anon, 2009).

Ke zvýšení obsahu těchto látek v krmivech může dojít různým způsobem. Na jedné straně jsou nebezpečné pro užitek zviřat a zdraví zviřat, na druhé straně se mohou ukládat v jejich těle a v živočišných produktech, čímž se následně mohou dostat do potravního řetězce a mít vliv na lidské zdraví.

Nejvyšší přípustné limity a povolené hodnoty jsou zaznamenány v Evropských normách, také v Národních normách pro krmiva.

Do této skupiny látek zařazujeme látky rostlinného původu (př. kyseliny kyanovodíková, izotiokyanatany), těžké kovy (př. olovo), dále také prostředky na ochranu rostlin jako jsou herbicidy, pesticidy, fungicidy, dezinfekční a čisticí prostředky a další (Čermák et al., 2006).



## Mikrobiální toxiny

V této skupině jsou zastoupeny endotoxiny a mykotoxiny.

### *Endotoxiny*

Jsou to produkty látkové výměny gramnegativních bakterií (*E. coli*, salmonely, streptokoky), které jsou vylučovány během růstové fáze. Jsou rozpustné ve vodě a jsou teplovzdorné. Při zvýšeném příjmu se stávají toxickými. Zvýšená kontaminace je podporována neodbornou konzervací a skladováním.

### *Mykotoxiny*

Pod tímto názvem se skrývají sekundární metabolity plísní. Již při nepatrné koncentraci mohou poškodit zdraví zvířete. Při konzumaci toxinů plísní v krmivu může dojít k tvorbě reziduí v mase, tuku, mléce a vejcích a tím může být ohrožen spotřebitel. V praxi jsou významné především toxiny tvořené plísněmi rodu *Fusarium*, *Aspergillus* a *Penicillium* (Čermák et al., 2006).

## 3.3 Vzorkování

Základní podmínkou pro objektivní posouzení krmiva je správný odběr vzorku pro danou analýzu. Odebraný vzorek musí reprezentovat hodnocené krmivo. Vzorkování je odborné odebrání, případně úprava vzorku provedená předepsaným způsobem.

Cílem vzorkování je stanovit průměrné hodnoty sledovaného znaku ve vzorkovaném celku, rozhodnout, zda průměrná hodnota sledovaného znaku ve vzorkovaném celku odpovídá předepsaným mezím, posoudit proměnlivost znaku ve vzorkovaném celku.

Každé krmivo musí být před zahájením vzorkování smyslově posouzeno pro správný způsob vzorkování, pro správnou volbu vzorkovacího zařízení.

Z důvodu rozdílných smyslových, fyzikálních a chemických vlastností, které ovlivňují způsob a techniku vzorkování i druh vzorkovacích pomůcek, se krmiva dělí na:

- **suchá sypká** (obilniny, luštěniny, úsušky píce, mlýnská krmiva, pokrutiny, extrahované šroty, krmiva živočišného původu, sušené kvasnice, droždí atd.),
- **objemná suchá** (seno, sláma, plevy, slupky zrnin, odpady zrnin),
- **objemná vlhká čerstvá** (zelená píce, cukrovarské řízky, bramborové zdrtky atd.),
- **objemná vlhká konzervovaná** (konzervovaná píce),
- **pastovitá** (mláto, krmné pasty),

- **kapalná tekutá** (melasa, výpalky, tekuté krmné směsi, mléčné výrobky, syrovátka atd.),
- **krmné okopaniny** (brambory, krmná řepa, mrkev, tuřín).

### Typy vzorkování

Dle způsobu odběru vzorku rozeznáváme:

- **Statické vzorkování** – Jedná se o způsob odběru, při kterém se vzorky odebírají ze vzorkovaného krmiva, jenž je v klidu, např. z porostů, pokosů, dopravního prostředku.
- **Dynamické vzorkování** – Je to způsob odběru, při které se dílčí vzorky odebírají ze vzorkovaného krmiva, které je v pohybu, např. z toku krmiva pod výpustí zásobníku, z dopravního pásu apod.

### Typy vzorků

- **Dílčí vzorek** – Množství krmiva odebraného jednorázově ze stanovené části vzorkovaného celku.
- **Hrubý vzorek** – Vzniká smícháním a promícháním dílčích vzorků. Dříve základní vzorek, který odpovídá průměrné jakosti vzorkovaného celku.
- **Konečný vzorek** – Tento vzorek vzniká trojúhelníkovou metodou ze vzorku hrubého. Konečný vzorek má takovou hmotnost, aby z něj bylo možno získat dostatečný počet reprezentativních dílů, pro přípravu vzorků laboratorních, rozhodčích a eventuelně rezervních.
- **Laboratorní vzorek** – Připravuje se z konečného vzorku pro laboratorní zkoušky.
- **Rozhodčí vzorek** – Je část konečného vzorku určeného pro závazná rozhodnutí o jakosti krmiva. Tento vzorek musí být zapečetěn a jeho pravost musí být potvrzena podpisy pověřených pracovníků.
- **Rezervní vzorek** – Tento vzorek je určený pro novou nebo další zkoušku.
- **Kontrolní vzorek** – Je používán pro kontrolu přesnosti práce laboratoří.

### Úprava vzorků po odběru

Postup je ovlivněn druhem krmiva, jejich konzistencí a použitými pomůckami. Vzorek se vysype na podložku, vytvoří se z něj kužel. Přiloží se šablona, která kužel rozdělí na čtyři části. Dvě protilehlé části se odstraní a ze zbylých dvou se vytvoří nový kužel, který se dále dělí na požadovanou velikost konečného vzorku.

## Úprava vzorku k chemické analýze

Vzorky zvážíme a smyslově posoudíme. Zjistíme vegetační stav, botanické složení, pach, barvu, konzistenci, omak, celkový vzhled, přítomnost škůdců, zaplísnění, obsah cizích a nepřírodných složek. Není – li možné vzorek ihned zpracovat, je nutné zajistit jeho krátkodobé uchování.

Krmiva se analyzují suchá, jemně rozemletá. Krmiva s vyšším obsahem vody (nad 15 %) se pedsoušejí v sušárně při 50 – 60 °C. Krmiva hrubá se rozsekají, řezou, stříhají nebo krouhají na částice vhodné pro rychlé sušení.

Krmiva suchá se drtí na laboratorním mlýnku, následuje prosívání na sítu. Prosívání se opakuje, dokud vzorek nepropadne sítím beze zbytku. Promícháním se vytvoří homogenizovaný reprezentativní vzorek, který se po vychladnutí nechá v laboratoři, aby přijal přiměřenou vlhkost (Kacerovský et al., 1990).

### **3.4 Hodnocení krmiv a krmných směsí**

#### **3.4.1 Organoleptické hodnocení krmiv**

Organoleptické hodnocení krmiv je neoddělitelnou součástí posuzování krmiv. Při organoleptickém hodnocení se hodnotí vlastnosti, které se mohou posuzovat zrakem, čichem, hmatem a chutí. Při organoleptickém hodnocení se získávají denní poznatky o krmivu, které se nemohou zjistit fyzikálními nebo chemickými zkouškami. Při hodnocení se vychází ze subjektivních vjemů hodnotitele a ten se řídí vypracovanými metodikami a bodovými systémy.

Vlastní hodnocení spočívá v posouzení barvy, pachu, vůně, struktury, konzistence, cizích příměsí a přítomnosti škůdců

Barva se určuje vyjádřením barevného odstínu nebo se uvádí, jak se zkoumané krmivo liší či neliší od barvy, která je pro dané krmivo charakteristická.

Pach, vůně se určuje ihned po odebrání nebo otevření vzorkovnice. Nevýrazný pach se zvýrazní následujícími způsoby:

- **pomocí teplé vody:** do kádinky se nasype 10 – 20 g krmiva, zalije 50 – 60 ml 50 °C teplé vody, promíchá a zakryje se hodinovým sklíčkem, pak za 15 min po promíchání se posuzuje;
- **pomocí louhu draselného:** do zkumavky se nasype 1 g krmiva, přidá se 2 ml 1 % KOH a nechá se nad plamenem přejít varem, u nenarušených krmiv se normální pach nemění. Tato zkouška je vhodná pro krmiva živočišného původu;

- **vložení do termostatu:** 30 g jemně mletého krmiva se nasype do Erlenmayerovy baňky, uzavře se zátkou a postaví se do termostatu při 35 ° C na 30 min. Po uplynutí 30 min se posoudí pach.

Každé krmivo má svůj charakteristický pach. U krmných směsí převládají pachy krmiv živočišného původu. Při určování pachu se posuzuje příslušnost, intenzita a odlišnost pachu charakteristické pro dané krmivo.

Struktura a konzistence se posuzují hmatem. Hodnotí se hlavně odchylky od charakteristické struktury a konzistence.

Přítomnost cizích příměsí a škůdců se zjišťuje při rozprostření krmiva na pevné jednobarevné (bílé) podložce. Úplná identifikace cizích příměsí se zjišťuje až při makroskopickém rozboru po prosetí krmiva a při mikroskopickém vyšetření (Kacerovský et al., 1990).

### 3.4.2 Chemické metody

Chemické metody lépe splňují požadavek rychlého stanovení podstaty krmiva s možností sledovat dynamiku změn probíhajících v krmivech. Citlivé rozborů krmiv ve většině případů lépe splní postupy s použitím přístrojové techniky než klasické metody chemické analýzy. Úloha těchto metod v analytice krmiv nabude v budoucnu ještě většího významu, v souladu s obecným trendem povede k úplné automatizaci rozborů, tzn. od prvního zpracování vzorku po vyhodnocení jednotlivých metod i popis měření (Kacerovský et al., 1990).

#### 3.4.2.1 Základní chemické rozborů

Organický rozbor krmiva se provádí dle Weendské metody, která je uváděná například v ČSN 46 7093 (1982). Stanovuje se: sušina, NL, tuk, vláknina, popeloviny a dopočítávají se bezdusíkaté látky výtahové (Čermák a Lád, 1996; Zeman et al., 2006).

#### Sušina

Stanovení obsahu sušiny spočívá ve stanovení rozdílů hmotností rozborového vzorku před vysušením a po vysušení při 105 ° C za předepsaných podmínek. Krmiva s vyšším obsahem vody než 15 % se předsušují.

Při stanovení výživné hodnoty krmiv je třeba vždy stanovit sušinu původní hmoty. Sušinu rozborového vzorku je nutno zjistit vždy současně s každým stanovením dalších živin.

Výpočet:

- s předsoušením:

$$S_1 = \frac{a \times b}{A \times B} \times 100$$

$S_1$  – sušina původní hmoty v procentech

A – navážka průměrného vzorku na předsoušení v gramech

B – navážka rozborového vzorku na dosoušení v gramech

a – hmotnost vzorku po předsušení v gramech

b – hmotnost vzorku po dosoušení v gramech

- bez předsušování:

$$S_1(S) = \frac{b}{B} \times 100$$

$S_1(S)$  – sušina původní hmoty rozborového vzorku v gramech

B – navážka vzorku v gramech

b – hmotnost vysušeného vzorku v gramech

### Dusíkaté látky

Dusíkaté látky mají základní význam pro výživu hospodářských zvířat. Jsou definovány jako obsah veškerého dusíku, stanoveného metodou podle Kjeldahla, vynásobený faktorem 6,25. Dusík se stanoví po převedení dusíkatých sloučenin mineralizací kyselinou sírovou během varu a za přítomnosti katalyzátorů na síran amonný a po oddestilování vzniklého čpavku titračně alkalimetry. Touto metodou se stanoví dusík vázaný v bílkovinách, volných aminokyselinách, aminech a imidech.

Hlavní složkou dusíkatých látek jsou bílkoviny (80 – 100 %), které obsahují přibližně 16 % dusíku. Proto pro přepočítání dusíku na dusíkaté látky se používá faktor  $100 : 16 = 6,25$  (Kacerovský et al., 1990).

Nejrozšířenější a nejpoužívanější metodou hodnocení dusíkatých látek je metoda podle Kjeldahla. Tato metoda lze rozdělit do třech základních operací:

- **mineralizace biologického materiálu**

Dusíkaté sloučeniny se převedou mineralizačním médiem (př. koncentrovaná  $H_2SO_4$ ) za varu a za přítomnosti katalyzátoru (sloučeniny rtuti, mědi, selenu) na síran amonný.

- **destilace** (oddělení amoniaku od mineralizátu)

Síran amonný vzniklý mineralizací reaguje s hydroxidem sodným za varu v destilačním přístroji. Uvolněný amoniak se jímá do předlohy s kyselinou sírovou.

- **stanovení amoniaku**

Množství amoniaku uvolněného z mineralizátu destilací se stanoví titračně alkalimetry. Jako roztok pro titraci můžeme např. použít roztok hydroxidu sodného o koncentraci 0,25 mol / l (Kacerovský et al., 1990).

## Vláknina

Jako důležitá složka krmiv, představuje vláknina tu část zdrojů, která je objemná a těžko stravitelná (Mertens, 2002).

Jedná se o komplex látek, který je možno charakterizovat jako součet polysacharidů včetně ligninu, popřípadě i kutinu, který prochází trávicí soustavou, aniž by byl narušen účinky enzymů. Většinou se do této skupiny řadí celulóza, hemicelulóza, pektinové látky, rostlinné slizy, gumy a lignin.

Hrubá vláknina je zbytek rostlinného materiálu, na který působily během dvoustupňové hydrolýzy slabé roztoky kyseliny sírové a louhu draselného.

Vláknina potravy jsou pozůstatky buněčných stěn rostlinných tkání, které jsou rozkládány pomocí enzymů vylučovanými v trávicím ústrojí. Je to směs celulózy, hemicelulózy a ligninu.

Vlákninu lze z analytického hlediska stanovit za pomoci:

- chemických metod
- enzymatických metod

Chemické metody stanovení obsahu vlákniny patří mezi nejstarší metody v analytické chemii krmiv. Podstatou těchto metod je hydrolytická degradace rostlinných materiálů (Kacerovský et al., 1990).

Vláknina se stanoví metodou podle Henneberga – Stohmanna za pomoci dvoustupňové hydrolyzy (kyselá a zásaditá) za přesně definovaných podmínek (Kacerovský et al., 1990; Čermák et al., 1996).

Výpočet:

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

$m_1$  – hmotnost navážky vzorku krmiva v gramech

$m_2$  – hmotnost vlákniny po vysušení v gramech

$m_3$  – hmotnost popela vlákniny v gramech (Kacerovský et al., 1990).

#### *ADF (Acidodetergentní vláknina)*

Obsah ADF je hmotnostní podíl vláknitého zbytku, který byl získán použitím kationaktivního detergentu v 0,5 mol / l kyselině sírové, primárně sestávající z celulózy, ligninu a nerozpustných komplexů proteinů (ČSN EN ISO 13906, 2011).

Obsah ADF lze využít při predikci energetické hodnoty píce (Beauchemin, 1996).

Výpočet obsahu ADF se provede z původní hmoty,  $w_1$ , nebo jako obsah ADF v sušině,  $w_2$ , vyjádřený jako procento hmotnostního podílu, také pomocí rovnice.

Výpočet:

- Pro nesusušené materiály:

$$w_1 = \frac{(m_3 - m_1) - (m_{b2} - m_{b1})}{m_2} \times 100$$

- Pro usušené materiály:

$$w_2 = \frac{(m_3 - m_1) - (m_{b2} - m_{b1})}{m_2 w_d} \times 100$$

kde  $m_1$  – hmotnost kelímku v gramech;

$m_2$  – hmotnost zkušební vzorku v gramech;

$m_3$  – hmotnost kelímku a zbytku v gramech;

$m_{b1}$  – průměrná hmotnost všech slepých vzorků po usušení, před acidodetergentní extrakcí, v gramech;

$m_{b2}$  – průměrná hmotnost všech slepých vzorků po usušení, po acidodetergentní extrakci, v gramech;  
 $w_d$  – hmotnostní podíl sušiny dělený 100, v procentech (ČSN EN ISO 13906, 2011).

#### *NDF (Neutrálně detergentní vláknina)*

Hlavní funkcí NDF frakce v krmné dávce je poskytovat energii pro mikrobiální syntézu, zajišťovat správnou činnost bachoru a tím i zdravotní stav zvířat (Mertens, 1994; Eastridge, 2006).

Metoda stanovení neutrálně detergentní vlákniny, vyvinutá před 30 lety, je metodou pro měření celkové vlákniny v pícech i dalších krmivech. V metodě bylo provedeno několik změn za účelem zlepšit aplikovatelnost na všechna krmiva (Mertens, 2002).

Stanovení NDF je prioritní chemickou analýzou používanou k predikci příjmu píce (Van Soest, 1994).

#### *ADL (acidodetergentní lignin)*

Obsah acidodetergentního ligninu je definován jako hmotnostní podíl zbytku celulózy a jiné organické hmoty. Získá se rozpuštěním zbytku po stanovení obsahu ADF v 72 % kyselině sírové. Je možné ho také vypočítat z původní hmoty ( $w_3$ ) nebo jako obsah ADL v sušině ( $w_4$ ).

Výpočet:

- Pro nesusušené materiály:

$$w_3 = \frac{(m_4 - m_5) - (m_{b3} - m_{b4})}{m_2} \times 100$$

- Pro sušené materiály:

$$w_4 = \frac{(m_4 - m_5) - (m_{b3} - m_{b4})}{m_2 w_d} \times 100$$

kde  $m_{b3}$  – průměrná hmotnost všech slepých vzorků po usušení, před spálením, v gramech;  
 $m_{b4}$  – průměrná hmotnost všech slepých vzorků po usušení, po spálení, v gramech;  
 $m_4$  – hmotnost kelímku a zbytku po usušení, v gramech;  
 $m_5$  – hmotnost kelímku po spálení, v gramech (ČSN EN ISO 13906, 2011).

#### Bezdušičaté látky výtažkové

Tyto látky se stanoví pomocí výpočtu jako zbytek ze sušiny po odečtení obsahu dusičkatých látek, tuku, vlákniny a popele (Čermák et al., 1996).



## Tuk

Stanovení obsahu tuku v krmných směsích a krmných surovinách je významné z hlediska vysoké energetické hodnoty a možnosti ukázat jakostní stav krmiva (Kacerovský et al., 1990).

Tuky se stanoví jako zbytek získaný sušením petroléterového případně etyléterového výtažku (obsahuje tuky, mastné kyseliny, vosky, lipoproteiny a některé další látky jako chlorofyl nebo steroly aj.) (Zeman et al., 2006).

Pro stanovení obsahu tuku se používá extrakční metoda podle Soxhleta. Jako rozpouštědlo se užívá etyléter nebo petroléter, popř. jeho frakce o bodu varu max. 60 °C. Dále se může použít tetrachlormetan, trichloretylen aj.

Z hlediska způsobu provedení analýzy dělíme metody stanovení tuku na:

- stanovení tuku přímou extrakcí vzorku,
- stanovení tuku po hydrolýze vzorku.

Výběr metody závidí na povaze analyzovaného vzorku (materiálu).

Výpočet:

$$x = (m_2 - m_0) \times \frac{100}{m_1},$$

$m_0$  – hmotnost prázdné extrakční baňky v gramech

$m_1$  – hmotnost navážky vzorku v gramech

$m_2$  – hmotnost extrakční baňky s vyextrahovaným tukem v gramech

(Kacerovský et al., 1990).

## Popeloviny

Princip stanovení obsahu popelovin spočívá v navážení vzorku, pak následuje přesunutí vzorku do muflové spalovací pece, kde je následně spálen a vyžihán při 550 °C a po vychladnutí se popel v exikátoru odváží.

$$\text{Obsah popela} = \frac{a}{n} \times 100$$

kde  $a$  – hmotnost popela v gramech

$n$  – navážka v gramech (Kacerovský et al., 1990).

### 3.4.2.2 Speciální chemické rozbory

#### Škrob

Škrob se stanoví působením HCL na škrob, čímž dojde k hydrolýze škrobu na glukózu, která se následně stanoví polarimetricky (Čermák et al., 1996).

#### Sacharidy

U krmiv bohatých na sacharózu se stanovují sacharidy polarimetricky po vyčechení vodního výluhu. V ostatních případech se sacharidy ze vzorku krmiva vyextrahují 40 % ethanolem a po vyčechení extraktu se stanoví obsah redukujících sacharidů po inverzi titračně podle metody Luff – Schoorla (Čermák et al., 1996).

#### Vitamíny

Stanovení vitamínů v biologických materiálech vyžaduje zkušenosti, přesnou práci a přesné dodržení metodických postupů, čistotu chemikálií, případně i zvláštní atmosféru stanovování.

Problematiku stanovování vitamínů lze rozdělit z metodického hlediska na extrakci vitamínů z krmiva, popř. spojenou s čištěním a jejich rozdělením, a na vlastní identifikaci jednotlivých vitamínů.

Extrakce vitamínů se různí dle vitamínů rozpustných v tucích a rozpustných ve vodě. Pro extrakci vitamínů rozpustných ve vodě se používá extrakce vodou, zředěnými minerálními kyselinami, někdy i zředěnými louhy. Pro vitamíny rozpustné v tucích se využívají metody zmýdelnění, které se provádí buď u tuků přímo, nebo po jejich vyextrahování. K extrakci vitamínů z tuku po zmýdelnění se používají organická rozpouštědla prostá oxidačních činidel (Kacerovský et al., 1990).

### 3.4.3 Biologická testace

Biologickou testací krmiv máme obecně na mysli ověřování jejich produkční účinnosti in vivo, tzn. v pokusu na zvířatech. Každý biologický pokus musí být uspořádán tak, aby splňoval tři základní podmínky:

- **kontrola** – Kontrolou se rozumí zařazení standardu charakterizujícího normální stav, se kterým je srovnávána odezva na pokusný zásah. Účelem pro zařazení standardu (kontrolní skupiny zvířat) je „odfiltrování“ vlivů jiných faktorů než je pokusný zásah.

V případě, že by standard nebyl zařazen do pokusu, mohla by být odezva na pokusný zásah porovnávána pouze nepřesně s jiným stavem, jako je typická nebo průměrná odezva.

Dále se kontrolou rozumí posouzení variability experimentálních podmínek. Kontroly je dosaženo, pokud je pokus prováděn v uniformních podmínkách, podle stejného experimentálního postupu a s použitím uniformních zvířat.

- **opakování** – Opakováním se myslí ověření pokusného zásahu na určitém počtu subjektů. Čím větší bude vzorek pokusných zvířat, tím pravděpodobněji se bude průměr odezvy přibližovat průměru celé populace.
- **náhodnost** – Náhodností je myšleno přiřazení jednotlivých pokusných zásahů příslušným pokusným subjektům, které nepodléhá systematickému výběru experimentátora (př. pomocí losování) (Mudřík et al., 2002).

Biologická testace je soubor minimálně pěti souběžně opakovaných skupinových srovnávacích nebo tří periodicko – skupinových srovnávacích pokusů. Pokusy jsou uspořádány tak, aby se vyloučil vliv všech faktorů na sledovanou odezvu s výjimkou faktoru samého. Skupinový srovnávací pokus se provádí se dvěma nebo více skupinami zvířat. Periodicko – skupinový srovnávací pokus se provádí se dvěma skupinami zvířat, kdy se zkoušené krmivo střídá ve skupinách tak, aby každá skupina zvířat byla vždy minimálně jednou jako kontrolní a jednou jako pokusná.

Krmné směsi a 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, doplňkových látek a premixů, se předem ověřují analyticky.

Minimální počet zvířat v každé skupině je např. u skotu 10 ks, u drůbeže 100 ks a u králíků 40 ks (Zákon o krmivech, 2004).

Základní typy pokusů na zvířatech dle Mudřík et al. (2002):

- **Screening (prosévání)** – Příkladem je vyhledávání látek s požadovanou účinností, z určité skupiny látek. Pro zvýšení pravděpodobnosti nálezu účinné látky se většinou uměle vytvoří vhodné experimentální podmínky. Sledovanými ukazateli mohou být přírůstek hmotnosti, konverze krmiva, případně další.

- **Srovnávací krmný pokus** – Účelem je posoudit účinnost určitého krmného zásahu. Sledovanými ukazateli bývají přírůstky hmotnosti, konverze krmiva, index ekonomiky výkrmu, případně jiné.
- **Bilanční pokus** – Nejčastěji se provádí s cílem posoudit účinnost krmného zásahu nebo stanovit stravitelnost živin a energie. Při bilančním pokusu se sleduje příjem, vylučování a retence sledované živiny, respektive energie.

#### 3.4.3.1 Stravitelnost živin

Živina, která byla přijata krmivem (např. dusíkaté látky, tuk, vláknina, bezdusíkaté látky výtažkové) a nebyla vyloučena výkaly, je označována jako stravitelná. Nemusí to být živina resorbovaná v trávicím traktu. Za stravitelnou považujeme například i živinu přeměněnou při mikrobiálním trávení v předžaludku přežvýkavců v energeticky bohatý plyn, který se z organismu vyloučí krkáním (Kacerovský et al., 1990).

Stravitelnost živin zjišťujeme v bilančních pokusech na zvířatech nebo využíváme podobnosti trávení živin v živočišném organismu a poměrů při chemických hydrolyzách, resp. jejich následné enzymatické hydrolyze. Řeč je tedy o zjišťování stravitelnosti v pokusech „in vivo“, pokusech „in vitro“ a o chemickém trávení (Čermák et al., 1996).

Stravitelnost je členěna dle několika kritérií:

**1. – Stravitelnost celková** – založená na analýze výkalů,

- **Stravitelnost ileální** – založená na analýze vzorků odebraných z kyčelníku.

**2. – Stravitelnost zdánlivá** =  $\frac{P-V}{P} \times 100$  ,

P – příjem živiny krmivem

V – exkrece živiny výkaly

- **Stravitelnost skutečná** =  $\frac{P-(V-E)}{P} \times 100$  ,

P – příjem živiny krmivem

V – exkrece živiny výkaly

## E – množství živin metabolického původu

Metody stanovení stravitelnosti:

- **Konvenční** – Ověřované krmivo lze zkrmovat samostatně (Mudřík et al., 2002).
- **Diferenční** – Ověřované krmivo nelze zkrmovat samostatně, ale je možné jich zařadit menší množství do krmné dávky (Kacerovský et al., 1990).

Pokus je složen z 2 pokusů:

1. pokus – Zjistí se stravitelnost základního krmiva.
2. pokus – Zjistí se stravitelnost krmiva základního a testovaného. V tomto pokuse je nutné uhradit větší část sušiny testovaným krmivem (60 – 70 %) (Tomme, 1969).

V obou pokusech by měl být zachován stejný příjem sušiny, stejný poměr a obsah živin. Nevýhodou této metody však je, že nerespektuje možnou interakci mezi oběma krmivy, která má vliv na výslednou stravitelnost (Homolka et al., 1995).

$$\text{Koeficient bilanční stravitelnosti živin} = \frac{B \times (x+y) - A \times x}{y},$$

A – koeficient bilanční stravitelnosti živiny základní směsi s nízkým zastoupením zkoumaného krmiva

B – koeficient bilanční stravitelnosti živiny pokusné krmné dávky s vysokým zastoupením zkoumaného krmiva

x – podíl základní směsi v sušině pokusné krmné dávky v procentech

y – podíl zkoumaného krmiva v sušině pokusné krmné dávky (s výjimkou množství patřícího do základní směsi) v procentech (Kacerovský et al., 1990).

- **Indikátorová** – Za použití vnitřního (lignin) nebo vnějšího indikátoru (oxid chromitý) (Mudřík et al., 2002).

Výhoda těchto metod spočívá především ve vyhnutí se kvantitativního zjišťování spotřeby krmiva, kvantitativnímu zjišťování výkalů. Stravitelnost živin je zjišťována ze změny indikátoru k živině v krmivu a poměru indikátoru k živině ve výkalech (Čermák et al., 1996).

### 3.4.3.2 Biologická hodnota bílkovin (BHB)

Biologická hodnota bílkovin z hlediska plnohodnotné bílkovinné výživy hospodářských zvířat je vyjádřena stupněm využití bílkovin krmiva živočišným organismem. Čím více se z dané bílkoviny asimiluje, a naopak čím menší množství dusíku se vyloučí z těla zvířete, tím menší množství této bílkoviny stačí k pokrytí bílkovinné potřeby organismu, a tím vyšší je tedy biologická hodnota dané bílkoviny.

Biologická hodnota bílkovin má význam pouze u zvířat s jednoduchým trávicím traktem, protože zvířata se složitým traktem (přežvýkavci) kryjí potřebu bílkovin syntézou bílkovin při trávicích pochodech v bachoru (Čermák et al., 1996).

Výpočet:

$$\text{BHB} = \frac{NP - NV - NM + Nz}{NP - NV + Nmet} \times 100 ,$$

NP – dusík přijatý

NV – dusík vyloučený výkaly

NM – dusík vyloučený močí (vše v miligramech na den)

Nz – záchovná potřeba dusíku

Nmet – metabolický dusík výkalů (Kacerovský et al., 1990).

### 3.4.4 Energetické hodnocení krmiv

Energie je živina, která často limituje užitek zvířat. Proto je důležité zajistit její dostatečný přísun. V novém systému hodnocení byly škrobové jednotky nahrazeny netto energií. Stanovení stravitelnosti energie se provádí v bilančních pokusech (Homolka et al., 1995).

Současné systémy hodnocení energie vycházejí ze skutečnosti, že nejefektivněji se energie využívá pro záchovu, o něco hůře nebo stejně efektivně pro tvorbu mléka a s nejmenší účinností se ukládá v přírůstku. V ČR se potřeba energie pro dojnice vyjadřuje v jednotkách netto energie laktace (NEL) a pro výkrm skotu v jednotkách netto energie přírůstku (NEV). Vypočítává se z obsahu metabolizovatelné energie vynásobením koeficientem účinnosti jejího využití (Bouška et al., 2006).

Nové systémy hodnocení energie krmiv uváděné dle Mudřík et al. (2006) pro přežvýkavce vycházejí z fyziologického třídění energie v těle a na podkladě jejího trávení a utilizace pro jednotlivé druhy produkce ji dělí na:

- brutto energie
- stravitelná energie
- metabolizovatelná energie
- netto energie.

Brutto energie (BE) zahrnuje množství chemické energie obsažené v krmivu, které se stanoví z produkce tepla oxidací vzorku krmiva v kalorimetrické bombě.

Stravitelná energie (SE) je množství přijaté energie, od které odečteme množství energie vylučované ve výkalech. Vyjadřujeme jí z množství brutto energie a koeficientu stravitelnosti energie.

Metabolizovatelná energie (ME) je množství energie, které zbude po odečtení ztrát energie v moči a plynných produktech kvašení od stravitelné energie. Energie plynných produktů je tvořena převážně metanem a činí asi 8 % brutto energie při zachovné úrovni výživy. Poměr metabolizovatelné energie ku brutto energii se označuje jako metabolizovatelnost. Tato hodnota má vliv na účinnost využití metabolizovatelné energie pro jednotlivé druhy produkce. Se zvýšenou úrovní výživy se snižuje množství ME v důsledku poklesu stravitelnosti. Pokles je pak kompenzován částečným omezením ztrát energie v metanu a moči. Korekce na úroveň výživy, která zohledňuje pokles obsahu ME, je zahrnuta do nových systémů hodnocení a provádí se snížením energetické hodnoty krmiv nebo zvýšením požadavků normy.

Netto energie (NE) je množství energie využité pro tvorbu produkce (uložené v produkci), záchovu a práci. Představuje množství energie vypočtené z ME a koeficientu účinnosti utilizace ME. Po odečtení netto energie záchovy od celkového množství netto energie zbývá množství netto energie pro účely produkce (Vencl et al., 1991).

Jednotky energetického hodnocení krmiv pro dojnice – NEL – vycházejí z netto energie mléka. Protože koeficient utilizace energie pro produkci mléka a záchovu je podobný, jsou požadavky pro záchovu dojníc vyjadřovány také v jednotkách NEL.

NEV – jednotka netto energie přírůstku se specializovanou jednotkou používanou pro intenzivně rostoucí skot. Pro zjednodušení je vyjádřena společná utilizace energie

pro záchovu a přírůstek při zavedení dalšího ukazatele – úrovně výživy (ÚV nebo také úroveň živočišné produkce – APL).

Energetická hodnota krmiva v jednotkách NEL se vypočte z hodnoty BE a ME dle rovnice:

$$NEL = ME \times (0,463 + 0,24 \times (ME / BE))$$

K výpočtu energetické hodnoty krmiva v jednotkách NEV slouží rovnice:

$$NEV = ME \times k_{zp} ,$$

$$\text{kde } k_{zp} = (k_z \times k_p \times 1,5) / (k_p + k_z \times (1,5 - 1))$$

$$k_z = 0,554 + 0,287 \times (ME / BE)$$

$$k_p = 0,006 + 0,780 \times (ME / BE) \text{ (Kudrna et al., 1998).}$$

Výpočet obsahu jednotek NEL a NEV v krmivu předpokládá znalost hodnot BE a ME. Tyto hodnoty lze stanovit v bilančním pokuse s využitím kalorimetru nebo výpočtem za pomoci regresních rovnic. Regresní rovnice včetně potřeb živin pro jednotlivé kategorie skotu lze najít v krmivářských publikacích (Kudrna et al., 1998; Mudřík et al., 2002).

Potřeba energie pro prasata je v České republice vyjadřována v jednotkách metabolizovatelné energie v megajoulech (ME<sub>p</sub> v MJ). Systémy hodnocení energie pro prasata se skládá ze stanovení energetické hodnoty krmiv, dále z kontroly obsahu energie v krmných dávkách a z celkového stanovení potřeby energie pro prasata (Šimeček et al., 2000).

Obsah energie a potřeba energie pro drůbež lze vyjádřit v hodnotách bilančně metabolizovatelné energie. Metabolizovatelná energie krmiv se zjišťuje pomocí bilančních pokusů se zvířaty. Buď se využívá metoda kvantitativního sledování množství přijatého krmiva a vyloučených exkrementů, nebo metoda indikátorová (Anon, 2011).

#### 3.4.5 Hodnocení dusíkatých látek krmiv

Současné systémy hodnocení přijaté ve Velké Británii (RDP / UDP), Francii (PDI), USA (NRC), Německu (RPD) a dalších zemích vycházejí ze stejných principů. Odděleně hodnotí přicházející dusíkaté látky (NL) pro bachorové mikroorganismy a pro organismy hostitelského zvířete. Dále uvádějí hodnoty degradovatelnosti NL jako nejdůležitější kritérium. Liší se v detailech ohodnocení syntézy mikrobiálních NL z dostupné energie,



metodě stanovení degradovatelnosti a výtokové rychlosti částic, hodnotách intestinální stravitelnosti nedegradovaného proteinu, účinnosti využití degradovatelných NL a neproteinového dusíku bachorovými mikroorganismy, složení a stravitelnosti mikrobiálních NL a účinnosti využití absorbovaných aminokyselin.

Dříve se používal ukazatel stravitelných dusíkatých látek (SNL), který byl souběžně se škrobovou jednotkou v České republice nahrazen systémem PDI (Kudrna et al., 1998).

Cílem moderních systémů výživy dojnic v oblasti dotace proteinu je co nejpřesněji predikovat tok jednotlivých proteinových frakcí do tenkého střeva. Protein krmiva je v bachoru rozdělen na část, která unikla degradaci a pokračuje dál jako jedna z frakcí do tenkého střeva a na část v bachoru degradovanou, která se za přispění energie podílí na syntéze další proteinové frakce - bakteriálního proteinu (Třináctý et al., 2009).

Systém hodnocení NL pro přežvýkavce, označovaný jako PDI, vychází z francouzského systému INRA. PDI znamená v překladu „protein skutečně stravitelný v tenkém střevě“. Systém PDI je založen na porovnání přívodu živin s normou potřeby pro daný druh a užitkovost (Homolka et al., 1996).

Degradovatelnost dusíkatých látek je jednou ze základních charakteristik současného systému hodnocení, jehož pomocí se dusíkaté látky dělí na degradovatelné a nedegradovatelné. Nedegradovatelné dusíkaté látky jsou takové látky, které nebyly degradovány mikrobiální činností v bachoru a přecházejí do tenkého střeva. Tam následně podléhají enzymatickému trávení. Systém hodnocení stravitelných dusíkatých látek, který byl používán dříve, nerespektoval fyziologické pochody trávení dusíkatých látek a protein dostupný organismu se odvozoval z rozdílu mezi množstvím dusíkatých látek přijatých v krmivu a vyloučených výkaly. Nynější podmínky hodnocení respektují degradovatelnost NL v bachoru, vliv příjmů energie na mikrobiální proteosyntézu a zahrnují střevní stravitelnost nedegradovaných dusíkatých látek. Degradovatelné NL jsou zdrojem dusíku pro bachorové mikroorganismy a nedegradovatelné jsou zdrojem aminokyselin pro zvíře (Tománková et al., 2012).

Degradovatelnost proteinu je měřena metodou nylonových nebo polyesterových sáčku, tzv. metoda „in situ“ („in sacco“). Princip této metody spočívá v umístění fixovaných sáčků s krmivem na speciálním nosiči do bachoru zvířete. V určitých časových rozestupech

jsou sáčky vyndávány a je stanoven úbytek proteinu. Konečným výsledkem je „efektivní degradabilita proteinu“ daného krmiva (Třináctý et al., 2009).

Další metoda, která je vhodná pro stanovení degradovatelnosti NL, je metoda enzymatická (Homolka et al., 1996). Tato metoda na rozdíl od předchozí nevyžaduje kanylovaná zvířata a umožňuje provádět stanovení v laboratoři. Střevní stravitelnost NL nedegradovaných v bachoru se stanovuje pomocí metody mobile bag. Princip se skládá z inkubace krmiva v bachoru, pak v umělém slezu a nakonec vložení sáček s krmivem do duodenální kanyly s pasáží trávicím traktem. Další možností je stanovení enzymaticky pankreatinem s využitím regresních rovnic (Mudřík et al., 2002).

Metoda *in vitro* je technika používaná pro hodnocení nutriční hodnoty krmiv, kdy se měří plyn v bachoru. Vzestup zájmu o efektivní využití objemných krmiv vedlo k nárůstu využití této techniky díky své výhodě při studiu fermentace. Měření plynu poskytuje užitečné údaje o trávení jak rozpustných, tak i nerozpustných frakcí krmiv (Getachew et al., 1998).

*In vitro* enzymatická metoda slouží k zjištění stravitelnosti NL nedegradovaných v bachoru. Pro výpočet stravitelnosti nedegradovaných NL je potřeba stanovit obsah dusíku a rozborovou sušinu v reziduu krmiva po 16 hodinové degradaci. Následně z hodnot obsahu dusíku v reziduích krmiva po inkubaci v čase 24 hodin se vypočítá procento dusíku z navážky vzorku. Reciproká hodnota vyjadřuje stravitelný dusík v tenkém střevě (Tománková et al., 2012).

Sommer et al. (1994) definuje PDI následovně. PDI je protein skutečně stravitelný v tenkém střevě. Jeho obsah v krmivu se skládá ze dvou frakcí:

- **PDIA**, což je nedegradovaný protein krmiva v bachoru skutečně stravitelný v tenkém střevě,
- **PDIM** je mikrobiální protein skutečně stravitelný v tenkém střevě.

Protože každé krmivo zajišťuje degradovatelný protein bachorovým mikroorganismům pro zajištění proteosyntézy a zdroj energie, má PDIM dvě složky:

- **PDIMN** – množství mikrobiálního proteinu syntetizovaného z degradovaného proteinu krmiva, pokud není obsah využitelné energie a dalších živin limitující,

- **PDIME** – množství mikrobiálního proteinu krmiva syntetizovaného z využitelné energie, pokud není obsah degradovatelného proteinu a dalších živin limitující.

Každé krmivo má dvě hodnoty PDI, PDIN a PDIE:

- $PDIN = PDIA + PDIMN$
- $PDIE = PDIA + PDIME$

Hodnoty PDIN a PDIE se při výpočtu krmiva počítají zvlášť. Nižší hodnota pak určuje skutečnou výživnou hodnotu krmiva PDI. Vyšší hodnota je hodnotou potenciální, které můžeme dosáhnout v případě spojení s vhodnými krmivy v krmné dávce. Z pozorování těchto dvou hodnot můžeme získat vyváženost krmné dávky. Vyšší hodnota PDIN vyžaduje snížit příjem lehce degradovatelných krmiv v krmné dávce. V případě, že vyšší hodnoty dosahuje PDIE, je nutné zařadit do krmné dávky lehce degradovatelné krmivo (Mudřík et al., 2006).

Čermák et al. (1996) uvádí, že pro výpočet hodnoty PDI potřebujeme znát 4 základní vstupní údaje:

- obsah N – látek ( $N \times 6,25$ ),
- degradovatelnost N – látek ( $deg = \text{degradované NL} / \text{přijaté NL}$ )
- obsah fermentovatelné organické hmoty (FOH)
- skutečná stravitelnost (dsi) nedegradovaných N – látek v tenkém střevě

$$PDIA = NL \times 1,11 \times (1 - deg / 100) \times 1,0 \times dsi / 100$$

$$PDIMN = NL \times (1 - (1,11 \times (1 - deg / 100))) \times 0,9 \times 0,8 \times 0,8$$

$$PDIME = FOH \times 0,145 \times 0,8 \times 0,8 ,$$

kde koeficient 1,11 – koriguje rozdílné podmínky při fermentaci krmiva v sáčku v porovnání s volně se nacházejícím se krmivem v bachoru,

koeficient 1,0 – vyjadřuje předpoklad, že nedegradované NL jsou tvořeny výhradně bílkovinami,

koeficient 0,9 – charakterizuje účinnost konverze degradovaných NL na mikrobiální NL (90 %),

koeficient 0,8 – vyjadřuje, že mikrobiální protein je tvořen z 80 % bílkovinami (20 % jsou nukleové kyseliny),

koeficient 0,8 – je předpokládaná stravitelnost mikrobiálního proteinu v tenkém střevě,

koeficient 0,145 – je předpokládaná syntéza mikrobiálního proteinu z FOH.

Z počtu charakteristik zahrnujících hodnocení NL podle systému PDI je zřejmé, že nároky na rozsah vstupních dat jsou větší, než tomu bylo u dříve používaného systému SNL. Při výpočtu hodnoty PDI postupujeme tím způsobem, že převezmeme hodnoty z tabulek od podobného typu krmiva (Mudřík et al., 2006).

Potřeba dusíkatých látek u prasat je dnes pouze pomocným kritériem. Je používána pouze k definování maximálního množství dusíkatých látek v krmné dávce s ohledem na množství dusíku unikajícího ze stáji nebo z výkalů nebo moče do životního prostředí.

Stanovení potřeby aminokyselin se provádí několika metodami. Jednou z nejpoužívanějších je bilanční pokus, kdy jsou prasata umístěna do bilanční klece. V této kleci je možnost kvantitativního sběru výkalů a moče. Během tohoto pokusu je zjišťován příjem sušiny, dusíkatých látek a aminokyselin (Pulkrábek et al., 2005).

## 4 Závěr

Krmiva mohou být produkty rostlinného i živočišného původu, případně minerálního nebo syntetického.

Mezi metody používané ke zkoumání krmiv patří chemické metody zahrnující základní a speciální chemické rozbory, které mají za úkol zjistit obsah sušiny, dusíkatých látek, vlákniny, bezdusíkatých látek a dalších. Dále se využívá biologické testace, kde je zjišťována stravitelnost živin krmiva. Mimo jiné lze použít energetické hodnocení krmiv a hodnocení dusíkatých látek, které jsou dle mého názoru největším přínosem.

Zkoumání krmiv je relativně nákladnou záležitostí a záleží čistě na dané firmě či podniku, zda se rozhodne pro hodnocení krmiv. Rozbory spíše využijí velkochovy než malé farmy.

V České republice existuje mnoho společností, které se mohou zabývat zkoumáním krmiv na objednávku z odebraných vzorků, nebo přímo samy vyvíjejí a vyrábějí krmiva, která dále distribuují.

Trendy v hodnocení krmiv stále postupují kupředu a jsou stále dokonalejší. Napomáhají lepší výživě hospodářských zvířat.

## 5 Seznam použité literatury

- Abdelwader, M. 2012. Význam aminokyselin pro zlepšení užitkovosti a ekonomiky produkce mléka. *Krmivářství*. 16 (5). 18.
- Anon. Cizorodé látky a aditiva [online]. 19. 1. 2009. [18. 3. 2013]. Dostupné z <<http://studentka.sms.cz/prednaska/cizorode-latky-a-aditiva>>.
- Anon. Hodnocení obsahu energie pro drůbež. [on line]. 2011. [8. 4. 2013]. Dostupné z <[http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/cvicebnice/page.php?sekce=5&page=12](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/cvicebnice/page.php?sekce=5&page=12)>
- Beauchemin, K. A. Using ADF and NDF in dairy cattle diet formulation – a western Canadian perspective. [on line]. 1996. [7. 4. 2013]. Dostupné z <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377840195008772>>.
- Bouška, J. Doležal, O. Jílek, F. Kudrna, V. Příbyl, J. Rajmon, R. Sedmíková, M. Skřivanová, V. Šlosárková, S. Tyrolová, Y. Vacek, M. Žižlavský, J. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Press, s. r. o. Praha. 186 s. ISBN: 80-86726-16-9
- Čermák, B. Jeroch, H. Kroupová, V. 2006. Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. České Budějovice. 212 s + přílohy. ISBN.: 80-7040-873-1.
- Čermák, B. Šoch, M. 1997. Úprava a hodnocení krmiv. JU ZF České Budějovice. České Budějovice. 190 s. ISBN: 80-7040-202-4.
- Čermák, B. Lád, F. 1996. Cvičení z výživy a krmení hospodářských zvířat II. díl. JU ZF České Budějovice. České Budějovice. 268 s. ISBN: 80-7040-191-5.
- ČSN EN ISO 13906. Krmiva – Stanovení obsahu acidodetergentní vlákniny (ADF) a acidodetergentního ligninu (ADL). 2011. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. 18 s.

- Doležal, P. a kolektiv. 2010. Konzervace, skladování a úpravy objemových krmiv. Mendelova univerzita v Brně. Brno. ISBN: 978-80-7375-441-9.
- Dudáš, F. Martínková, A. 1981. Skladování a zpracování rostlinných výrobků. 2. vyd. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 383 s.
- Eastridge, M. L. 2006. In: Homolka, P. Tománková, O. 1995. Predikce stravitelnosti organické hmoty a živin a enzymové stanovení střevní stravitelnosti N – látek. Výzkumný ústav Uhřetěves. Praha. 73 s.
- Getachew, G. Blümmel, M. Makkar, H. P. S. Becker, K. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds. [on line]. [6. 4. 2013]. Dostupné z < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840197001892>>.
- Homolka, P. Tománková, O. Komprda, T. Frydrych, Z. 1996. Hodnocení dusíkatých látek pro přežvýkavce podle systému PDI. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. ISSN: 0862-3562.
- Homolka, P. Tománková, O. 1995. Predikce stravitelnosti organické hmoty a živin a enzymové stanovení střevní stravitelnosti N – látek. Výzkumný ústav Uhřetěves. Praha. 73 s.
- Hulsen, J. 2007. Cow signals: a practical guide for dairy farm management. RoodBont Publishers. Netherlands. 96 s. ISBN: 90-752-8065-3.
- KaceroVský, O. Babička, L. Bíro, D. Heger, J. Jedlička, Z. Lohniský, J. Mudřík, Z. Roubal, P. Svobodová, M. Vencl, B. Vrátný, P. Zelenka, J. 1990. Zkoušení a posuzování krmiv. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 213 s. ISBN: 80-209-0098-5.
- Kopřiva, A. 1998. Krmivářský průmysl. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 69 s., [37] s. obr. příl. ISBN 80-715-7310-8.

- Kudrna, V. Mudřík, Z. Šantrůček, J. Veselá, M. Vrzal, J. Mrkvička, J. Pulkrábek, J. Loučka, R. Frydrych, Z. Zemanová, D. Homolka, P. Skřivanová, V. Macháčová, E. Čermák, B. Herrmann, H. Zelenka, J. Mikyska, F. Illek, J. Martínek, V. Doležal, O. Pindřák, J. Poděbradský, Z. 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. Agrospoj Praha. Praha. 362 s. ISBN: 80-239-4241-7.
- Mertens, D. R. 1994. In: Homolka, P. Tománková, O. 1995. Predikce stravitelnosti organické hmoty a živin a enzymové stanovení střevní stravitelnosti N – látek. Výzkumný ústav Uhřetěves. Praha. 73 s.
- Mertens, D. R. Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. [on line]. AOAC International. November 2002. [6. 4. 2013]. Dostupné z <  
<http://www.ingentaconnect.com/content/aoac/jaoac/2002/00000085/00000006/art00003>>.
- Mitrík, T. Vajda, V. 2010. Objemové krmivá a ich kvalita VIII. Náš chov. Ročník LXX (10). 18 – 19.
- Mudřík, Z. Hučko, B. Kodeš, A. Baumruker, J. Čermák, B. Doležal, O. Fišerová, J. Frydrych, Z. Hanušová, M. Homolka, P. Jílek, F. Kacerovská, L. Kvapilík, J. Lanzová, B. Linhart, Z. Loučka, R. Mikulová, V. Poděbradský, Z. Pytloun, J. Skřivanová, V. 2002. Krmivářské poradenství. Česká zemědělská univerzita. Praha. 177 s. ISBN 80-213-0948-2.
- Mudřík, Z. Doležal, P. Homolka, P. Hučko, B. Kacerovská, L. Kodeš, A. Koukal, P. Krása, A. Zeman, L. Zemanová, D. 2006. Základy moderní výživy skotu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 270 s. ISBN: 80-213-1559-8.
- Pulkrábek, J. Čerovský, J. Dolejš, J. Drábek, J. Dubanský, V. Hájek, J. Kernerová, N. Kvapilík, J. Matoušek, V. Novák, P. Pražák, Č. Pytloun, J. Rozkot, M. Špinka, M. Toufar, O. Vališ, L. Zeman, L. 2005. Chov prasat. Profí Press. Praha. ISBN: 80-86726-11-8.



- Sommer, A. Zeman, L. 1994. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. ČZS a VÚVZ Pohořelice. Pohořelice. ISBN: 80-901598-1-8.
- Šimeček et al. 2000. In: Pulkrábek, J. Čerovský, J. Dolejš, J. Drábek, J. Dubanský, V. Hájek, J. Kernerová, N. Kvapilík, J. Matoušek, V. Novák, P. Pražák, Č. Pytloun, J. Rozkot, M. Špínka, M. Toufar, O. Vališ, L. Zeman, L. 2005. Chov prasat. Profi Press. Praha. ISBN: 80-86726-11-8.
- Šnobl, J. Pulkrábek, J. Baranyk, P. Faměra, O. Fuksa, P. Hakl, J. Hamouz, K. Horák, L. Hosnedl, V. Kuchtová, P. Mrkvička, J. Novák, D. Petr, J. Svobodová, M. Šantrůček, J. Škoda, V. Štaud, J. Tlustoš, P. Vaněk, V. Vašák, J. Veselá, M. 2011. Základy rostlinné produkce. Česká zemědělská univerzita. Praha. 174 s. 978-80-213-1340-8.
- Tománková, O. Homolka, P. 2012. Odhad střevní stravitelnosti N – látek uniklých degradaci v bachoru skotu. Krmivářství. 16 (4). 33 – 35.
- Tomme, M. F. 1969. In: Homolka, P. Tománková, O. 1995. Predikce stravitelnosti organické hmoty a živin a enzymové stanovení střevní stravitelnosti N – látek. Výzkumný ústav Uhřetěves. Praha. 73 s.
- Třináctý, J. Richter, M. 2009. Hodnocení proteinu krmiv pro dojnice dle systému INRA. Agrovýzkum Rapotín. Rapotín. 53 s. ISBN:978-80-87144-10-7.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Comstock Publisher. Ithaca. 476 s. ISBN: 08-014-2772-X.
- Vencl, B. Frydrych, Z. Krása, A. Pospíšil, R. Pozdíšek, J. Sommer, A. Šimek, M. Zeman L. 1991. Nové systémy hodnocení krmiv pro skot: The New Systems of Feed Evaluation for Cattle. Akademie zemědělských věd ČSFR. Praha. 134 s. ISBN: 80-7002-022-9.

- VOLDEN, Ed. by: Harald. 2011. *NorFor - the Nordic feed evaluation system*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. The Netherland. ISBN 978-908-6861-620.
- Zahrádková, R. Bartoň, L. Brychta, J. Bureš, D. Doležal, P. Illek, J. Kaplanová, K. Kvapilík, J. Rozsypal, R. Skládanka, J. Slavík, J. Stehlík, L. Stejskalová, E. Stěhulová, I. Šárová, R. Šeba, K. Špínka, M. Teslík, V. Veselá, Z. Vostrý, L. Zeman, L. Žďárský, P. 2009. *Masný skot od A do Z. Český svaz chovatelů masného skotu*. Praha. 397 s. ISBN: 978-80-254-4229-6.
- Zákon o krmivech : (konsolidované znění vyhlášky č. 451 / 2000 Sb., kterou se provádí zákon č. 91 / 1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů). 2004. Agrospoj. Praha. 176 s.
- Zelenka, J. Čurda, K. 1990. *Krmivářství I*. Vysoká škola zemědělská v Brně. Brno. 70 s.
- Zeman, L. Tvrzník, P. 2010. *Aktualizace předpisů a poznatků v oblasti doplňkových látek*. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 39 l. ISBN 978-80-7403-068-0.
- Zeman, L. Doležal, P. Kopřiva, A. Mrkvicová, E. Procházková, J. Ryant, P. Straková, E. Suchý, P. Veselý, P. Zelenka, J. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha. 360 s. ISBN 80-867-2617-7.

## 6 Seznam použitých zkratek

aj.	– a jiné
atd.	– a tak dále
BE	– brutto energie
BK	– bílkovinný koncentrát
BMK	– bakterie mléčného kvašení
BNLV	– bezdusíkaté látky výtažkové
CCM	– kukuřičná siláž pouze palic (Corn Cob Mix)
COOH	– karboxylová skupina
DKS	– doplňková krmná směs
et al.	– a kolektiv
FOH	- fermentovaná organická hmota
g	– gram
GPS	– kukuřičná siláž celých rostlin
kg	– kilogram
KKS	– kompletní krmná směs
LKS	– kukuřičná siláž palic a listenů (Lieschen Kolben Schrott)
ME	– metabolizovatelná energie
MEp	- metabolizovatelná energie prasat
min.	- minuta
MJ	– mega joul
MK	– mastné kyseliny
ml	- mililitr
např.	– například
NE	– netto energie
NH <sub>2</sub>	– aminová skupina
NL	– dusíkaté látky
NEL	– netto energie laktace
NEV	– netto energie výkrmu (přírůstku)
PDI	– protein skutečně stravitelný v tenkém střevě
PDIA	– nedegradovaný protein krmiva v batoru skutečně stravitelný v tenkém střevě
PDIM	- mikrobiální protein skutečně stravitelný v tenkém střevě

PDIMN	- množství mikrobiálního proteinu syntetizovaného z degradovaného proteinu krmiva
PDIME	- množství mikrobiálního proteinu krmiva syntetizovaného z využitelné energie
popř.	– popřípadě
př.	- příklad
příp.	– případně
resp.	– respektive
SE	– stravitelná energie
SNL	– stravitelné dusíkaté látky
TMK	– těkavé mastné kyseliny
tzv.	– tak zvaný
ÚV	– úroveň výživy