

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Vliv rozdílných úprav vybraných komponentů na proces výroby krmných směsí a jejich nutriční účinnost**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Monika Maloušková**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Alois Kodeš, Csc.**

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Vliv rozdílných úprav vybraných komponentů na proces výroby krmných směsí a jejich nutriční účinnost,, jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Bc. Monika Maloušková

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Doc. Ing. Aloisi Kodešovi Csc. za odborné vedení, ochotu a metodické připomínky při zpracování diplomové práce. Rovněž děkuji Ing. Zdeňkovi Hanákovi a Ing. Janu Hortovi za odborné konzultace.

# Vliv rozdílných úprav vybraných komponentů na proces výroby krmných směsí a jejich nutriční účinnost

## Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá posouzením vlivu úprav krmných komponent na nutriční účinnost krmných směsí a související živočišnou produkci. Primárně se zaměřuje na vliv rozdílné úrovně rozmělnění vybraných krmných komponent a srovnání různých typů šrotovacích strojů. Popisuje také základní živiny v krmivu a jejich funkci v organismu, běžné typy strojů používaných při výrobě krmných.

Cílem projektu diplomové práce je vyhodnotit efekt rozdílného rozmělnění komponentů v kladívkovém a válcovém šrotovníku. Dále si projekt diplomové práce klade za cíl potvrdit, či vyvrátit čtyři stanovené hypotézy.  $H_01$  "Všechny komponenty používané při výrobě krmných směsí lze šrotovat sledovanými typy šrotovníků".  $H_02$  "Ekonomická náročnost šrotování komponentů ve VKS je u sledovaných šrotovníků stejná".  $H_03$  "Rovnoměrnost velikosti částic, vzniklých při šrotování, je u sledovaných šrotovníků stejná".  $H_04$  "Kvalita rozmělnění komponentů ve sledovaných šrotovnicích neovlivňuje nutriční účinnost krmných směsí u sledovaných druhů zvířat".

Pro potřeby výzkumu bylo vybráno 5 šrotovníků běžně používaných v zemědělských družstev a výrobnách krmiv. Data byla sbírána přímo od pracovníků pracujících na vybraných šrotovnicích, případně od expertů výrobců. Práce diskutuje některé zahraniční výzkumy a srovnává s nimi vlastní výsledky. Výsledky projektu ukázaly, že nejefektivnější jsou válcové šrotovníky, které se ale nehodí pro některé typy krmných komponent. Dobrou efektivitu mají i kladívkové šrotovníky s horním plněním. Všechny zkoumané šrotovníky vyjma válcového produkovaly šrot o velké různosti velikosti částic. Hypotézy  $H_01$ ,  $H_02$ ,  $H_03$  byly výzkumem vyvráceny. Hypotéza  $H_04$  nebyla vyvrácena ani potvrzena.

## Klíčová slova:

Zemědělství, technologie výroby krmných směsí, úpravy komponentů, rozdílné šrotování, efektivita výroby směsí, účinnost KS

# **Effect adjustments of selected components for the production of compound feed and their nutritional efficiency**

## **Summary**

This diploma thesis assesses influence of treatment of feed components on feed compounds and related animal production. It is primarily focused on different degrees of disintegrating of particular feed components and comparison of various grinding machines. It also describes essential nutrients contained in feed and their function in organism, common types of engines used in compounded feed production.

The goal of the diploma thesis' project is to evaluate an effect of various disintegrate of components in hammer and cylindric grinding machine. Another goal of diploma thesis' project is to approve or disapprove four hypotheses. H<sub>01</sub> "All components used in compounded feed production can be ground by observed types of grinding machines". H<sub>02</sub> "Economic demands of grinding is equal for all observed grinding machines". H<sub>03</sub> "Uniformity of ground particles is the same for all observed grinding machines". H<sub>04</sub> Quality of grinding does not affect nutritional value of compounded feed for observed grinding machines and observed animals.

It was chosen 5 grinding machines for the purpose of research which are commonly used in agricultural companies and feed manufacturers. Data was collected from operators of grinding machines or feed manufacturer's experts. The thesis discuss some abroad researches for comparison of results. The results discover that most effective are cylindric grinding machines, but they are inappropriate for some feed components. Good results have also hammer grinding machines with upper load. All observed grinding machines except roller produced material with low uniformity. Hypotheses H<sub>01</sub>, H<sub>02</sub> and H<sub>03</sub> were disapproved by the research. Hypothesis H<sub>04</sub> was neither approved nor disapproved.

## **Keywords:**

Agriculture, technology of compounded feed production, modifications of feed components, various grinding, effectiveness of compounded feed manufacture, effectiveness of compounded feed.

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíl práce .....</b>	<b>6</b>
<b>3 Literární řešerše .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Základní živiny krmiva .....</b>	<b>7</b>
3.1.1 Voda .....	7
3.1.2 Sacharidy.....	7
3.1.3 Lipidy .....	9
3.1.4 Dusíkaté látky.....	9
3.1.5 Minerální látky .....	11
3.1.6 Vitamíny a esenciální mastné kyseliny .....	14
<b>3.2 Krmiva a jejich rozdělení.....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Typy krmiv.....	15
3.2.2 Suroviny pro výrobu krmných směsí .....	17
3.2.3 Krmné směsi.....	19
3.2.4 Antinutrivní, škodlivé látky a toxiny v krmivech.....	21
3.2.5 Další škodliviny v krmivech .....	27
<b>3.3 Vybrané technologické uzly při výrobě krmných směsí.....</b>	<b>27</b>
3.3.1 Úpravy krmiv - rozmělnění komponentů.....	27
3.3.2 Mísení a tvarování krmiv .....	31
<b>4 Materiál a metody .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Metody výzkumu.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Sledované šrotovníky .....</b>	<b>37</b>
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>38</b>
5.1 Porovnání šrotovníků .....	38
5.2 Doporučená jemnost a uniformita šrotu .....	41
5.3 Vyhodnocení hypotéz.....	41
<b>6 Diskuze .....</b>	<b>43</b>
<b>7 Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>8 Seznam literatury .....</b>	<b>47</b>

# 1 Úvod

V současné době při stále rostoucích nákladech na živočišnou výrobu je důležité optimalizovat výkrm hospodářských zvířat tak, aby se předešlo plýtvání a přírůstky produkce byly vzhledem k nákladům co nejvyšší. Vedle toho se sledují i vlivy výkrmu na zdravotní stav zvířat, úmrtnost, porodnost a úspěšnost odchovu. Příprava optimálních krmných směsí pro výkrm hospodářských zvířat má na tyto sledované parametry zásadní vliv. Kvalitní krmná směs musí obsahovat správný poměr komponent nejen z hlediska živin a podpůrných látek, ale i funkce zažívacího traktu. Na nutriční hodnotu krmiva má mimo jiné vliv i rozmělnění krmných komponent na určitý stupeň velikosti částic. Nevhodně zvolený stupeň rozmělnění může mít negativní vliv na živočišnou produkci. Výrobci krmiva nebo zemědělská družstva vyrábějící krmné směsi pro vlastní spotřebu, musí být vybaveni vhodnou technikou aby optimalizovali ekonomické procesy výroby. Pro malou a střední výrobu se obvykle používají různé typy kladívkových šrotovníků, pro větší výroby pak efektivnější válcové šrotovníky, obvykle jako součást komplexních linek pro výrobu krmných směsí. Ty mají oproti kladívkovým šrotovníkům další výhody, jako je větší homogenita šrotu, která je vyžadována pro správné promísení sešrotované krmné komponenty s dalšími komponenty krmné směsi. To má pozitivní vliv na nutriční účinek krmné směsi a umožňuje následné zpracování, jako je granulování, nebo briketování krmiva.

## 2 Vědecká hypotéza a cíl práce

Cílem předkládané diplomové práce je vyhodnotit efekt rozdílného rozmělnění komponentů v kladívkovém a válcovém šrotovníku.

Řešení projektu zaměřeného do oblasti výroby krmných směsí, bylo orientováno na posouzení čtyř pracovních hypotéz:

- $H_01$  – Všechny komponenty používané při výrobě krmných směsí lze šrotovat sledovanými typy šrotovníků.
- $H_02$  – Ekonomická náročnost šrotování komponentů ve VKS je u sledovaných šrotovníků stejná.
- $H_03$  – Rovnoměrnost velikosti částic, vzniklých při šrotování, je u sledovaných šrotovníků stejná.
- $H_04$  – Kvalita rozmělnění komponentů ve sledovaných šrotovnících neovlivňuje nutriční účinnost krmných směsí u sledovaných druhů zvířat.



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Základní živiny krmiva

Živiny jsou biologicky významné látky, které jsou nutné pro zachování existence organismu a pro jeho tvorbu produkce. Jsou stavebními prvky i zdrojem energie pro nejrůznější metabolické procesy. Mezi hlavní stavební živiny organismu patří dusíkaté látky, minerální látky a voda. Hlavními energetickými živinami jsou sacharidy, dusíkaté látky a lipidy (Jeroch a kol., 2006).

#### 3.1.1 Voda

Voda je esenciální živina potřebná pro všechny metabolické funkce. Tělo savců po narození a drůbeže po vylíhnutí se skládá ze 70 až 80% z vody. V pozdějším věku v těle savce přibývá tuku a klesá objem vody na 40 až 55%. Voda je obsažena i v krmivu. Suchá krmiva se vysušují, aby se zamezilo mikrobiologické činnosti. Tabulka 1 ukazuje obsah vody v krmivech (Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010).

Krmivo	Obsah vody [%]
Rostliny na zelené krmení	80-85%
Siláž ze zavadlé píče	55-65%
Kukuřičná siláž	65-75%
Seno	10-14%
Krmná řepa	85-90%
Brambory	75-80%
Zrno obilí a semena luskovin	10-12%
Odstředěné mléko	85%

*Tabulka 1: Obsah vody v krmivech. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006).*

#### 3.1.2 Sacharidy

Sacharidy jsou hlavní součástí výživy hospodářských zvířat a hlavním zdrojem energie. V rostlinách plní funkci zásobních a stavebních látek, v živočišném organismu se vyskytují jen v nepatrném množství. Základními sacharidy jsou monosacharidy, rostliny obsahují převážně dimery a polymery monosacharidů. Tabulka 2 ukazuje skupiny vybraných sacharidů a jejich výskyt.

Skupina Sacharidů	Příklad výskytu
<b>Monosacharidy</b>	
Pentózy	Komponenty nukleových kyselin a Pentózanů.
Hexózy	Základní prvky složitějších sacharidů, Glukóza, Fruktóza.
<b>Disacharidy</b>	
Sacharóza	Cukrová třtina.
Laktóza	Mléko.
<b>Oligosacharidy</b>	
Rafinóza	Melasa, semena luštěnin.
Stachyóza, Verbaskóza	Semena luštěnin.
<b>Polysacharidy</b>	
Škroby	Obiloviny, brambory.
Glykogen	Svaly, játra.
Fruktanty	Trávy
<b>Neškrobové polysacharidy</b>	
Celulóza	Zelená píce, sláma.
1-3, 1-4-beta-Glukany	Ječmen, oves.
Pentózany	Žito, tritikale, pšenice.
Pektin	Cukrovkové skrojky, výlisky z ovoce, vína a citrusů.
Glykoprotein, Mukopolysacharidy, Proteoglykany	Živočišná tkáň a sekrety.
<i>Tabulka 2: Skupiny polysacharidů. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006).</i>	

Sacharidy v rostlinné buňce jsou buď strukturní, nebo nestrukturní. Nestrukturní sacharidy se nacházejí uvnitř buňky. Jedná se hlavně o volné monosacharidy, disacharidy, škroby a fruktanty. Živočišný organismus štěpí škroby pomocí vlastních enzymů. Buněčné stěny rostlin jsou složeny ze strukturních sacharidů a ligninu, který není prakticky stravitelný. Dohromady tvoří vlákninu. Do strukturních sacharidů patří pektiny a jejich doprovodné látky, celulóza, hemicelulóza a necelulózní polysacharidy. Celulóza, pektiny a další polysacharidy jsou neškrobovými sacharidy a jsou mnohem hůře stravitelnými. Jejich stravitelnost lze zvýšit přidáním enzymů do krmné směsi. To zvláště pro mladá monogastriční zvířata jako jsou kuřata a selata. Živočišný organismus neobsahuje enzymy pro štěpení neškrobových sacharidů. Přežvýkavci štěpí tyto sacharidy pomocí mikrobiálních enzymů (Jakobsen, 2014; Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010).

### 3.1.3 Lipidy

Lipidy zahrnují různé látky, rozpustné v organických rozpouštědlech, ale nerozpustné ve vodě. Lipidy lze rozdělit na jednoduché lipidy, komplexní lipidy a tuky doprovázející látky. Jednoduché lipidy jsou hlavně neutrální tuky a vosky. Tuk je většinou ester trojmocného alkoholu glycerolu s třemi mastnými kyselinami. Tuky jsou jedním z hlavních dodavatelů energie. V rostlinách jich je obvykle méně, než sacharidů, ale mají více než dvojnásobnou energetickou výživovou hodnotu. Tuk lze snadno ukládat v těle jako depotní tuk. Ten slouží jako zásobník energie, tepelná ochrana, ochrana citlivých orgánů a zásobník v tuku rozpustných vitamínů.

S tuky úzce souvisí mastné kyseliny. Ty se dělí na nenasycené mastné kyseliny a nasycené mastné kyseliny. „Nasycené mastné kyseliny neobsahují žádnou dvojnou vazbu ve svém řetězci. Mohou být syntetizovány v organismu a patří tedy mezi neesenciální mastné kyseliny. Slouží především jako rychlý a pohotový zdroj energie“ (Zeman a kol., 2006). Hlavními nasycenými kyselinami jsou kyseliny lasturová, myristová, palmitová a stearová. „Nenasycené mastné kyseliny obsahují ve svém řetězci jednu nebo více dvojných vazeb, většinou v cis-konfiguraci“ (Zeman a kol., 2006). Monoenové mastné kyseliny, které obsahují jednu dvojnou vazbu patří mezi neesenciální mastné kyseliny. Jsou to hlavně kyseliny palmitoolejová a olejová. „Polyenové nenasycené mastné kyseliny obsahují dvě nebo více dvojných vazeb ve svém řetězci. Většinou je organismus není schopen syntetizovat a patří tedy mezi esenciální mastné kyseliny“ (Zeman a kol., 2006). Jedná se především o kyselinu linolovou, arachidovou, linolenovou, eicosapentaenovou a docosahexaenovou. Vosky jsou estery vysokomolekulárních alkoholů s mastnými kyselinami s dlouhými řetězci. Jsou v povrchových vrstvách semen a listů a pro monogastriká zvířata jsou nestravitelné. Komplexní lipidy jsou v buněčných membránách, nervových vláknech, játrech a vaječného žloutku. Tuky doprovázející látky jsou steroidy a karotenoidy (Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010; Šimeček a kol., 1995).

### 3.1.4 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky se rozdělují na bílkoviny (proteiny) a nebílkovinné dusíkaté látky. Živočišné a rostlinné bílkoviny jsou jednou z nejdůležitějších živin pro organismus. Až na vzácné výjimky jsou sestaveny z 20 druhů aminokyselin. Ty se označují jako proteinogenní aminokyseliny. Bílkoviny slouží v organismu k mnoha účelům. Strukturální bílkovina je základní stavební hmota pro orgány, také jsou součástí hormonů a enzymů. Jsou ve velkém množství obsaženy ve svalech, kostech, kůži, vlasech, orgánech a mléku.

Tabulka 3 ukazuje výčet biologických funkcí bílkovin (Hall et al., 2009; Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010; Zeman a kol., 1995).

Biologická funkce	Příklady
Enzymy (biokatalyzátory)	Trypsin, $\alpha$ -Amyláza, Lipáza, Transamináza, Ureáza.
Strukturální bílkoviny	Kolagen (v šlachách, chrupavkách, kostech), Keratin, Elastin, Fibrin.
Kontraktilní bílkoviny	Aktin, Myosin (ve svalech).
Transportní bílkoviny	Hemoglobin, Albumin, Lipoproteiny, Transferrin.
Obranné bílkoviny	Protilátky, gama-Globulin.
Regulující bílkoviny	Proteohormony (Insulin, Parathormon).
Výživné a paměťové bílkoviny	Ovalbulin (vejce), Kasein (mléko), Ferritin.
<i>Tabulka 3: Biologické funkce bílkovin. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006).</i>	

Proteinogenní aminokyseliny se rozdělují na 3 základní skupiny podle schopnosti organismu aminokyselinu syntetizovat. První skupinou jsou esenciální aminokyseliny. Těch je devět a organismus si je nemůže sám vytvořit, dodávají se v potravě. Přežvýkavci, kteří mají systém předžaludků, využívají bakteriální syntézu proteinů a jsou tak na esenciálních aminokyselinách do značné míry nezávislí. Druhou skupinou jsou neesenciální aminokyseliny. Ty se mohou tvořit při látkové výměně, pokud je k dispozici dostatek sacharidů a vhodných dusíkatých látek. Třetí jsou semiesenciální aminokyseliny, které buď nejdou syntetizovat v dostatečném množství, nebo je k jejich syntéze potřeba esenciálních aminokyselin. Tabulka 4 ukazuje rozdělení proteinogenních aminokyselin. Arginin je u drůbeže esenciální aminokyselinou, u ostatních živočichů semiesenciální (Hall et al., 2009; McDonald et al., 2010; Stupka a kol., 2009; Zeman a kol., 1995).

Esenciální AK	Semiesenciální AK	Neesenciální AK
Histidin (His)	Arginin (Arg)	Alanin (Ala)
Isoleucin (Ile)	Tyrosin (Tyr)	Kyselina asparagová (Asp)
Leucin (Leu)	Cystein (Cys), Cystin (Cys-Cys)	Asparagin (Asn)
Lysin (Lis)		Kyselina glutamová (Glu)
Methionin (Met)		Glutamin (Gln)
Fenylalalin (Phe)		Glycin (Gly)
Threonin (Thr)		Prolin (Pro)
Tryptophan (Try)		Hydroxyprolin (Hypro)
Valin (Val)		Serin (Ser)
<i>Tabulka 4: Rozdělení proteinogenních aminokyselin. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006).</i>		

Nebílkovinné dusíkaté látky jsou volné aminokyseliny, alkaloidy, amidy (asparagin, glutamin), betain, cholin, nitráty, nitridy a puriny. Volné aminokyseliny a bílkoviny jsou z fyziologického hlediska rovnocenné. Využitelné jsou také amidy. Ostatní nebílkovinné sloučeniny, jako je močovina a amonné soli, využívají přežvýkavci v bachoru. Tyto nebílkovinné dusíkaté látky se vyskytují hlavně v zelených krmných plodinách a jejich kořenech a hlízách (Hall et al., 2009; Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010).

### 3.1.5 Minerální látky

Minerální látky jsou nepostradatelná součást krmiva. Dělí se podle jejich potřeby a množství v organismu na makroprvky a mikroprvky (stopové prvky). Makroprvky jsou vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), sodík (Na), draslík (K), chlór (Cl) a síra (S). Střední obsah v organismu je mezi 0,4 a 20 g/kg tělesné hmotnosti. Potřeba v sušině je mezi 1 a 45 g/kg sušiny. Z hlediska stavby živočišného organismu jsou nejdůležitějším minerály vápník a fosfor, protože jsou důležitým stavebním prvkem kostry a zubů. Přítomnost ostatních minerálů je třeba pro fungování organismu. Například některé enzymy nefungují bez určitých minerálů, svaly by nepracovaly a nervy by nevysílaly signály.

Mezi mikroprvky patří velké množství prvků, z toho je dvacet esenciálních, ale jen některé mají praktický význam pro výživu zvířat. Jsou to železo (Fe), mangan (Mn), měď (Cu), kobalt (Ko), jód (I), zinek (Zn) a selen (Se). Některé další prvky mohou ve vysoké koncentraci působit toxicky. Jsou to především arsen (As), kadmium (Cd), fluor (F), molybden (Mo), olovo (Pb). Mikroprvky plní v organismu velké množství funkcí. Vstupují do

organických sloučenin a aktivují enzymy. Tabulka 5 ukazuje průměrné podíly minerálů v těle zvířete (Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010; Patience et al., 1995).

<b>Makroprvky</b>	<b>Podíl [%]</b>	<b>Mikroprvky</b>	<b>Podíl [ppm*]</b>
Vápník	1,50	Železo	20-80
Fosfor	1,00	Zinek	10-50
Draslík	0,20	Měď	1-5
Sodík	0,16	Mangan	0,20-0,50
Chlór	0,11	Jód	0,3-0,6
Síra	0,15	Molybden	1-4
		Selen	1,7
		Chróm	0,08

*Tabulka 5: Podíly minerálních prvků v těle zvířete. Zdroj: Patience et al., 1995.*  
*\*ppm - "parts per million" - částic na milion. 1% = 10 000ppm.*

### Vápník

Vápník je stavební látka kostry, zubů a vaječné skořápky. Je obsažen v mléce a je aktivátorem enzymů. Při jeho nadbytku obecně klesá příjem potravy a absorpce zinku a mědi. Při nedostatku vzniká osteomalácie. U prasat nadbytek vápníku navíc způsobuje parakeratózu, poruchy plodnosti, obstipaci. Nedostatek pomalý růst selat, eklampsii prasnic a kachexii (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### Fosfor

Fosfor je vedle vápníku stavební látka kostry, zubů a vaječné skořápky. Nadbytek způsobí problémy s metabolismem Mg a urolithiázu. Nedostatek pak snížení příjmu potravy, poruchy růstu, poruchy metabolismu energie, poruchy plodnosti (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### Hořčík

Hořčík je vedle fosforu a vápníku stavební látka kostry, zubů a vaječné skořápky. Je aktivátorem enzymů a nositelem biochemických reakcí. Jeho nadbytek obecně způsobí poruchy v látkové výměně Ca a Zn, poruchy činnosti ledvin a průjem. Speciálně u prasat pak slabost děložních stahů. Jeho nedostatek způsobuje nechutenství, snížení příjmu krmiva, úbytek protilátek, oslabení zadních končetin, nervozitu, svalový třes, křeče, ztráty projevů říje a slabost děložních stahů (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### Sodík

Sodík je obsažen v mléce a je součástí pufrovacího systému, a také se podílí na regulaci elektrolytického a vodního režimu. Jeho nadbytek způsobí zvýšený příjem vody a její neefektivní využití v organismu, neklid, podráždění, stres, klonické křeče, skřípění zubů, ochrnutí zadních končetin, zvýšení hodnot kationtové a aniontové reakce, zvracení a průjem. Ve spojení s chlórem pak intoxikaci solí. Nedostatek způsobí nechutenství, snížení příjmu krmiva, zvýšenou koncentraci hemu, poruchy plodnosti, zmetání, exsikózu, pokles využitelnosti bílkovin, podráždění nervů, svalové křeče, poruchy hospodaření s vodou, poruchy acidobazické rovnováhy, sníženou produkci slin, lízavku a pití moče (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### Draslík

Draslík se podílí na regulaci elektrolytického a vodního režimu a je součástí pufrovacího režimu. Nadbytek draslíku způsobí poruchu rozložení zinku v těle, poruchu plodnosti, zvýšení hodnot kationtové a aniontové bilance, průjem a slabost končetin u selat. Nedostatek draslíku způsobí pokles příjmu krmiva a narušení hospodaření s vodou a acidobazické rovnováhy (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### Chlór

Chlór se společně s draslíkem a sodíkem podílí na regulaci elektrolytického a vodního režimu. Nadbytek chlóru způsobí pokles hodnot kationtové a aniontové bilance. Společně se sodíkem pak intoxikaci solí. Nedostatek chlóru se projeví v narušení trávení v žaludku (HCl), poruchou trávení bílkovin a poruchou hospodaření s vodou a acidobazické rovnováhy (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### Síra

Síra má v organismu detoxikační účinky. Její nadbytek se projeví v poklesu příjmu krmiva, poruchou metabolismu Ca a Se, poklesem hodnot kationtové a aniontové bilance a sníženou využitelností mědi. Nedostatek způsobí pokles příjmu krmiva, nedostatečnou syntézu keratinu, onemocnění paznehtů a drápů, vypadávání srsti, ochabnutí vazů. Dále snížení tvorby glutationu, narušení tvorby inzulinu a oxytocinu. Kachexii, poškození jater a ledvin, poruchy růstu, poruchy plodnosti, silné slzení a slinění (Čermák a kol., 2000; Jeroch a kol., 2006).

### 3.1.6 Vitamíny a esenciální mastné kyseliny

„Vitamíny jsou nízkomolekulární organické sloučeniny, které jsou v nepatrných množstvích životně důležité“ (Jeroch a kol., 2006). Vitamíny se až na výjimky do těla dostávají s potravou a musí se absorbovat v trávicím traktu zvířat. U přežvýkavců mohou vzniknout prostřednictvím mikrobiální syntézy vitamínů. Některé vitamíny živočišný organismus syntetizuje. Je to vitamín C, cholin, Niacin a D3. Vitamíny se dělí podle rozpustnosti na rozpustné v tucích a rozpustné ve vodě. Tabulka 6 obsahuje výčet vitamínů rozpustných v tucích, spolu s jejich funkcí a problémy způsobenými jejich nedostatkem. Tabulka 7 ukazuje výčet, funkci a problémy způsobené nedostatkem vitamínů rozpustných ve vodě (Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010; Patience et al., 1995).

Vitamín	Hlavní funkce	Příklad poruch při nedostatku
Vitamín A	Ochrana kůže, růst, plodnost	Poruchy reprodukce, zvýšená náchylnost k onemocnění
Beta-karoten	Plodnost	Poruchy plodnosti, mastitidy
Vitamín D	Regulace látkové výměny vápníku a fosforu	Rachitis, osteomalácie, nedostatečná odolnost vaječné skořápky
Vitamín E	Antioxidant, látková výměna hormonů, tvorba protilátek	Svalová dystrofie, poškození jater, poruchy plodnosti
Vitamín K	Srážení krve, Ca-transportní protein.	Hemoragie, poruchy srážení krve

*Tabulka 6: Vitamíny rozpustné v tucích. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006).*



Vitamín	Hlavní funkce	Příklad poruch při nedostatku
B1	Metabolismus sacharidů	Cerebro-kortikální-nekróza u telat, skotu a ovcí.
B2	Přeměna energie	Poruchy funkce centrálního nervového systému, poruchy plodnosti.
B6	Metabolismus aminokyselin	Poruchy centrálního nervového systému
B12	Tvorba vaječného bílku	Poruchy růstu, hubnutí
Niacin	Přeměna energie	Změny na kůži, peróza
Kyselina pantotenová	Metabolismus tuků, přeměna energie	Dermatitida, spastická chůze u prasat
Kyselina listová	Metabolismus aminokyselin a nukleových kyselin	Narušení krvetvorby, zhoršená kvalita srsti, poruchy plodnosti
Biotin	Metabolismus mastných kyselin, přeměna energie	Změny na kůži (dermatitida), peróza, snížení líhivosti
Cholin	Metabolismus tuků, přeměna energie	Narušení metabolismu tuků (tučnění jater), funkční poruchy kostí a kloubů
C	Oxidoredukční reakce	Pokřivení páteře

*Tabulka 7: Vitamíny rozpustné ve vodě. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006).*

Příliš nízký, nebo vysoký příjem vitamínů může způsobit zhoršení zdravotního stavu, nebo užitkovosti, případně onemocnění následkem předávkování. Totální nedostatek některého vitamínu se nazývá "Avitaminóza". To může způsobit kurděje (vitamín C), beri-beri (vitamín B1), nebo rachitis (vitamín D). Nedostatek některého vitamínu se nazývá "Hypovitaminóza". Způsobuje poruchy vývoje, snižuje odolnost proti infekčním nemocem, způsobuje problémy s reprodukcí. Příliš vysoký příjem vitamínů se nazývá "Hypervitaminóza". U prasat mohou příliš velké dávky vitamínu A způsobit poruchu růstu kostí, u kuřat poruchu srážení krve. Příliš velký příjem vitamínu D zvyšuje vylučování vápníku a fosforu z kostí a jejich usazování ve stěnách tepen, vápenatění ledvin, kloubů a dalších orgánů (Jeroch a kol., 2006; McDonald et al., 2010; Patience et al., 1995).

## 3.2 Krmiva a jejich rozdělení

### 3.2.1 Typy krmiv

Existuje několik základní typů krmiv. Hlavní skupinou krmiv jsou krmiva vyráběná přímo v zemědělském podniku. Sem patří statková krmiva - zelené krmení, siláže, řepa, brambory, zrno obilovin a luskovin. "Zrno obilovin může být používání přímo ke krmení jako samostatné - upravené či neupravené - krmivo (Kodeš a kol., 2001)."

Další skupinou jsou krmiva vzniklá jako vedlejší produkt při průmyslovém zpracování živočišných nebo rostlinných surovin. Například v mlékárenském nebo pivovarnickém průmyslu. Dalším typem jsou doplňkové látky vniklé z biologických a chemických syntéz, například aminokyseliny a vitamíny. Krmiva mohou být i potravinářského původu, pokud z nějakého důvodu nemohou sloužit potravinářskému účelu. Poslední skupinou jsou míchaná krmiva, tedy směsi jednotlivých krmných komponent s doplňkovými látkami. Krmiva lze rozdělit podle obsahu hlavní látky na krmiva bohatá na sacharidy, tuky, bílkoviny, minerální látky, nebo vitamíny (Jeroch a kol., 2006).

Krmiva bohatá na sacharidy obsahují ve velké míře jednu nebo dvě sacharidové komponenty. První skupinou jsou krmiva bohatá na sacharidy buněčných stěn. To jsou zelená krmiva, konzervovaná krmiva (siláže a seno), sláma a různé druhy vedlejších produktů po zpracování rostlin, například suché řepné řízky nebo lihovarské výpalky. Druhou skupinou jsou krmiva bohatá na škroby. Patří sem zrno z obilovin a vedlejší produkty po zpracování obilí, brambor a maniok. Třetí skupina jsou krmiva bohatá na cukry. Je to hlavně řepa, řepné řízky a melasa. Mezi dvousložková krmiva s bohatým obsahem sacharidů patří kukuřičná siláž (sacharidy buněčných stěn a škrob), nebo tráva ve stavu naklíčení (sacharidy buněčných stěn a cukr) (Jeroch a kol., 2006).

Do krmiv bohatých na tuky patří olejnatá semena, tedy sójové boby, semena slunečnice a řepky. Dále zbytky po zpracování olejnatých semen, rostlinné tuky (řepkový a slunečnicový olej) a živočišné tuky, například rybí tuk. Největší obsah tuku mají semena loupané slunečnice (Jeroch a kol., 2006).

Krmiva bohatá na bílkoviny vznikají buď přímo v zemědělském podniku, nebo jako vedlejší produkt zpracování rostlinných a živočišných surovin. Patří sem zrno luskovin (hrách), vedlejší produkty z výroby oleje, například extrahované šroty z řepky, slunečnice a sóji. Dále vedlejší produkty ze škrobárenského průmyslu, například kukuřičný lepek. Dalším krmivem bohatým na bílkoviny jsou kvasnice, například pivovarnické, nebo živočišná bílkovinná krmiva jako je odstředěné mléko a rybí moučka (Jeroch a kol., 2006).

Krmiva bohatá na minerální látky obsahují téměř výlučně jak makroprvky, tak mikroprvky. Jedná se například o uhličitan vápenatý, chlorid vápenatý, síran vápenatý, chlorid sodný, chlorid hořečnatý, oxid hořečnatý, uhličitan sodný, monokalciumfosfát, dikalciumfosfát, monodikalciumfosfát, monoamoniumfosfát, kalcium-natrium-fofát, fosforečnan sodný, vaječné vysušené sterilizované skořápky, uhličitany z alginátů a moučka z mořských řas (Jeroch a kol., 2006).

Krmiva bohatá na vitamíny nebo jejich prekurzory mají i vysoký obsah hlavních živin. Patří zde především rybí tuk, ten má vysoký obsah v tuku rozpustných vitamínů. Dále obilné klíčky a klíčkový olej (vitamín E), travní a luskovinné moučky (betakaroten). Pro skupiny vitamínu B sušená syrovátka, rybí koncentráty, kvasnice, koncentrát z kukuřice – gluten (Jeroch a kol., 2006).

### 3.2.2 Suroviny pro výrobu krmných směsí

Na úroveň živočišné produkce má vliv dobré využití půdy ke sklizni píce a zrn, z kterých se pomocí správných výrobních postupů vytváří kvalitní krmiva. Suroviny pro výrobu krmiv se sklízí ve vegetačním stádiu, ve kterém obsahují nejvíc živin. Krmné suroviny jsou produkty rostlinného, živočišného nebo minerálního původu. Jejich účelem je dodat hospodářským zvířatům všechny živiny potřebné k udržení života, růstu a reprodukci. Krmné suroviny nelze hodnotit jen na základě poskytnutých živin, důležité jsou i vlivy na zdravotní stav zvířat a jejich užítokovost. Tou je například kvalita a množství masa, nadojeného mléka, nebo snesených vajec (Maloun, 2001).

Krmné suroviny lze podle původu rozdělit na několik skupin. První skupinou jsou krmiva rostlinného původu. Také sem patří různé zbytky po zpracování jiných krmných surovin, jako jsou okopaniny, obiloviny a olejiny. Druhou využívanou skupinou jsou krmiva živočišného původu. Sem patří usušené produkty, jako jsou mléko a různé látky vzniklé jeho zpracováním, odpady z jatek, jatečná krev, masokostní, živočišné a rybí moučky. Důležitým doplňkem krmných surovin jsou minerální komponenty. Do nich se řadí velké množství krmných přísad, které dodávají hospodářským zvířatům potřebné minerální látky. Například dobytčí sůl. Další možné rozdělení je podle vztahu koncentrace živin. Krmiva jadrná mají vysoký obsah živin vzhledem k objemu. Patří sem zrno obilovin, semena luštěnin, krmné směsi, sušené okopaniny, kvasnice, sušené mléko, zbytky po lisování olejnatých semen a další krmiva. Krmiva objemná mají malou koncentraci k objemu a patří sem zelená píče, okopaniny, siláže, seno a sláma, které se však do krmných směsí nezpracovávají (Maloun, 2001).

Široce využívanou a neopomenutelnou plodinou v tuzemských podmínkách je pšenice. Ta je třeba před vlastním zkrmováním upravit. Využívá se pšeničný šrot, krmná mouka, otruby a otruby. Je vhodné ji šrotovat drcením, aby vzniklý šrot nebyl příliš jemný a těžko stravitelný. V pšeničném šrotu je málo minerálních látek, chybí hlavně vápník. Krmná mouka je velmi často složkou krmných směsí pro všechny druhy hospodářských zvířat. Otruby se využívají pro zlehčení hutných krmných směsí a mají i mírně projímavý účinek.

Ječmen je snadno zkrmitelné krmivo bohaté na škrob. Má nízký obsah tuku a je vhodný pro všechna hospodářská zvířata. Stejně jako pšenice se i ječmen musí před vlastním zkrmováním opracovat, nejlépe drcením. Jarní odrůdy se využívají v pivovarnictví na výrobu sladu. Při výrobě piva vnikají odpady zahrnující sušené klíčky a kořínky z naklíčeného ječmene a pivovarnické mláto. Tyto odpady jsou částečně stravitelné přežvýkavci. Pro výrobu krmných směsí lze využít zbytky po mlynářské výrobě.

Oves je vhodný pro koně, skot a ovce. Má vysokou výživnou hodnotu. Oproti ječmeni závisí jeho krmná hodnota více na podílu pluch. Ty nejsou tak pevně přirostlé k obálce, ale jsou mnohem těžší a tlustší. Oves má z obilovin nejvyšší obsah bílkovin, tuků, minerálních látek a vitamínů skupiny B. Má nejnižší obsah sacharidů. Pro krmné účely se vyrábí ovesná mouka nebo rýže.

Zrno kukuřice je velmi tvrdá zrna, kterou je nutné vždy drtit. Má nejvyšší podíl škrobu a nedostatek vlákniny a minerálních látek, hlavně vápníku. Bílkovina kukuřice má nízkou biologickou hodnotu. V krmivech je nutné kukuřici obohacovat o další látky, aby se vyvážily její nedostatky. Pro výrobu krmiv či přímé zkrmování se využívají dva druhy kukuřice. Koňský zub a kukuřice obecná (Maloun, 2001).

Luštěniny mají vysokou biologickou hodnotu a dobře se doplňují s obilovinami. Mají menší množství minerálů a vitamínů. Pro krmení je nutné luštěniny vždy drtit. Do této skupiny krmiv patří bob, hrách, vikev, sója a fazole (Maloun, 2001).

Do krmiv z olejnatých semen patří extrahované šroty, které vznikají jako vedlejší produkty při výrobě rostlinného tuku. Ten se vyrábí lisováním, přičemž se z olejnatých semen vymáčkne tuk a zůstanou pokrutiny. Ty stále obsahují asi 5-10% tuku a dále se drtí a extrahují v rozpouštědlech. Extrahovaný šrot může být sójový, podzemnicový, lněný, slunečnicový, sezamový, řepkový, pokrutinový a další (Maloun, 2001).

Jako krmiva živočišného původu mohou složit i různé sušené odpady živočišného původu. Obvykle se jedná o odpady z jatek nebo ryb, může být i z uhynulých zvířat. Příkladem je masokostní moučka, krevní šrot, krevní vločky, krevní moučka, masokostní kafilerní moučka, masová moučka a další. Tato krmiva je nutné sterilizovat, aby se předešlo jejich zdravotní závadnosti. Další, typem živočišného krmiva jsou různé vedlejší produkty po zpracování mléka, jako je odstředěné mléko, podmásli nebo syrovátka. Tyto krmiva se suší nebo zahušťují, aby se předešlo znehodnocení (Maloun, 2001).

Kvalitní krmivem může být senná moučka. Toto krmivo je vysoce energeticky náročné na výrobu, protože se obvykle zpracovává vysokoteplotním umělým sušením. Díky

tomu se zachová vysoká hodnota karotenu a vitamínů. Produktem je sušená zelená píce, která se obvykle dále granuluje.

Cukrovarské řízky jsou dieteticky vhodným glycidovým krmivem. Jedná se i zbytek bulev cukrové řepy po nakrouhání, vyslazení, lisování a sušení.

Melasa je glycidové krmivo, které navíc obsahuje i dusíkaté a minerální látky. Je to zbytek po výrobě řepného cukru, ve kterém zbývající cukr už není schopen krystalizace. Melasu lze použít jako pojivo při granulování krmných směsí (Maloun, 2001).

### 3.2.3 Krmné směsi

Mísením jednotlivých krmných surovin lze zvýšit biologickou hodnotu výživy při snížení spotřeby krmiva. Mísí se základní suroviny s premixy, či samostatnými doplňkovými látkami a minerálními látkami. Premix je směs doplňkových látek, tedy hlavně aminokyselin a vitamínů. Krmné směsi můžeme rozdělit na kompletní a doplňkové. Kompletní krmné směsi plně pokrývají potřebu živin výživy hospodářských zvířat. Doplňkové mají vysoký obsah určitých látek a doplňují výživu zvířat. Doplňkové krmné směsi jsou často vytvářeny podle zvláštních receptur přímo zemědělskými producenty. Krmiva se klasifikují podle účelu, například energetická krmiva, nebo krmiva bohatá na protein (Hall et al., 2009; Maloun, 2001).

Příklad receptury krmné směsi, včetně její živinové charakteristiky, je uveden v tabulkách 8 a 9.

Název Suroviny	Podíl [%]
Ječmen	42,330
Pšenice	26,000
Tritikale	10,200
Řepkový extrahovaný šrot	9,000
Řepkové expelery	5,900
Sojový extr. šrot	3,000
Cukrovkové řízky sušené	1,300
Uhličitan vápenatý	0,500
Živočišný tuk	0,480
Chlorid sodný	0,340
L-lysin HCl	0,280
MCP	0,150
AG-PB1 0,05-0,2% (AG-22102)	0,100
AG-PB2 0,06-0,11% (AG-22201)	0,100
Acid A Mix WT Lq 0,1-0,2% (AG-50101)	0,080
L-threonin	0,070
AG-Fytáza OptiPhos 0,05-0,1% (AG-16409)	0,070
AG-Vitamín E 0,05-0,3% (AG-16710)	0,050
DL-methionin	0,050
<i>Tabulka 8: Příklad složení krmné směsi. Vlastní zdroj.</i>	

Název Živiny	Hodnota	Jednotka	Název Živiny	Hodnota	Jednotka
Sušina	875,11	g	TRP str. prasata	1,48	g
Protein	156,83	g	ARG str. prasata	7,68	g
Vláknina	37,40	g	Ca	7,18	g
Tuk	24,84	g	Ca fytáza	8,14	g
Popel	49,04	g	P	5,00	g
ME prasata Zeman	12,92	MJ	P strav. pras.	2,70	g
ME pras. Zeman enz	13,28	MJ	Na	1,99	g
THR/LYS	0,69		Cl	3,88	g
MET/LYS	0,34		Mg	1,51	g
LYS	9,16	g	Fe celkem	205,43	mg
MET	3,14	g	Cu celkem	25,77	mg
MET+CYS	6,51	g	Zn celkem	112,48	mg
THR	6,36	g	Vitamín A	8 500,00	m.j.
TRP	1,98	g	Vitamín D3	1 330,00	m.j.
ARG	9,16	g	Vitamín E (jako alfa-tokoferol)	85,29	mg
LYS str. prasata	7,54	g	Cholinchlorid	80,00	mg
M+C str. prasata	5,26	g	Škrob celkem	437,00	g
THR str.prasata	4,68	g			

*Tabulka 9: Příklad výživných hodnoty krmné směsi. Vlastní zdroj.*

### 3.2.4 Antinutritivní, škodlivé látky a toxiny v krmivech

Krmiva obsahují velké množství sekundárních látek, které při překročení množstevních limitů ovlivňují kvalitu a nezávadnost krmiva. Mohou mít vliv na zdravotní stav zvířat a následně i kvalitu živočišných produktů. Sekundární látky s možným negativním vlivem se nazývají antinutritivní látky (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004). Několik příkladů antinutritivních látek, obsažených v zeleném krmivu, uvádíme v tabulce 10.

Antinutritivní látky v zeleném krmivu

Druh látky	Příklad látky	Výskyt	Účinek
Glukosinoláty	ITK- Isothiokyanát	Zelí, řepka, řepka olejka	Poruchy funkce štítné žlázy, růstu, plodnosti, zhoršení chuti mléka
Kyanogenní glykosidy	Viciancin Linamarin Dhurrin	Bob sviňský, jetel bílý a červený, čiroku	Intoxikace kyselinou kyanovodíkovou, snížení výkonnosti
Alkaloidy	Perloin, Hordenin	Pastevní trávy, kostřavy	Malá jedovatost
	Histamin	Ječmen, oves, klubkaté trávy	Malá jedovatost
	Tryptamin-alkaloid	Lesknice	Zpomalení vývoje, jedovatost
	Lubinin, Sparteín Angustifolin	Lupiny	Zpomalení vývoje, jedovatost, poškození jater
Izoflavony	Biochanin Formonoentin	Jetel červený a bílý	Slabé účinky estrogenů, poruchy plodnosti
	Kumestrol Trifoliol Medikagol Lucernol	Vojtěška, jetel bílý	Slabé účinky estrogenů, poruchy plodnosti
Steroly	Antagonista vitamínu D	Trojštět žlutavý	Zvápenatění aorty, hypervitaminóza vitamínu D
Kumarin	Dikumarol	Komonice bílá, trávy	Zastavení příjmu krmiva, pokles výkonnosti
Taniny		Luštěniny	Snížení stravitelnosti bílkovin
Saponiny		Vojtěška, luštěniny, řepný chrást	Tympanie, hemolytické účinky
Fotosenzibilní látky		Jetel švédský, pohanka, komonice bílá	Světlá místa na těle se mohou vznítit při slunečním záření
Kyselina Šťavelová, organické kyseliny		Řepný chrást	Průjem

*Tabulka 10: Antinutritivní látky obsažené v zeleném krmivu. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).*



Vliv těchto antinutritivních látek (tabulce 10) lze potlačit příkladně omezením pastvy či zkrmování daného typu zeleného krmiva. To se týká například vojtěšky, jetele bílého (Kumestrol Trifoliol Medikagol Lucernol, saponiny), některých luštěnin a řepného chrástu (saponiny, organické kyseliny). Dále pak surovin obsahujících glukosinoláty, tedy řepky, řepky olejky a jejich kříženců. Omezit by se měla také lesknice. U dalších látek nejsou opatření nutná, protože se vyskytují jen v malé míře, případně jsou zvířaty přijímány v malé míře nebo vůbec, kvůli malé chutnosti (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).

#### Antinutritivní látky v hlízách a kořenech

Druh látky	Příklad látky	Výskyt	Účinek
Bílkoviny	Inhibitory bílkovin	Brambory	Snížení kvality bílkovin
Glykoalkaloidy	Solanin, Chakonin, leptin	Hlízy brambor, klíčky	Zánětlivé dráždění zažívacího traktu, poruchy absorpce, ochrnutí centra pro dýchání a pohybové soustavy
Glykosidy	Kyanigenní Glykosidy	Maniok	HCN otrava
	Glykosinoláty	Tuřín, vodnice	Porucha funkce štítné žlázy, změna chuti mléka

*Tabulka 11: Antinutritivní látky obsažené v hlízách a kořenech. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).*

Hlízy a kořeny se pro zkrmování běžně upravují, čímž se potlačí nežádoucí látky v nich obsažené. Brambory se upravují termicky (paření, sušení) a oddaluje se klíčení. Tím se inaktivují inhibitory bílkovin a ničí se glykoalkaloidy. U ostatních rostlin popsanych v tabulce 11 je třeba omezit jejich zkrmování (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).

### Antinutritivní látky v zrnech obilovin

Druh látky	Příklad látky	Výskyt	Účinek
Neškrobové polysacharidy	Rozpustné podíly $\beta$ -Glukanu a pentózanů	Ječmen, oves, žito	Zvýšení viskozity střevního obsahu, omezení trávení a resorpce, změny střevní mikroflóry, snížení doby průchodu krmiva.
		Žito, tritikale, pšenice	
Bílkoviny	Inhibitory proteázy	Žito	Trypsin zpomalující účinky
Deriváty fenolu	Tanin	Čirok Milo, ječmen	Pokles příjmu potravy
	Alkylresorcinol	Žito, tritikale, pšenice	Pokles příjmu potravy, poruchy růstu
Tvůrce chelátu	Kyselina fytová	Všechny obiloviny	Tvorba Ca a P a jejich interakce k ostatním stopovým prvkům
Námelový alkaloid	Ergotoxin, Ergotamin	Hlavně žito a tritikale	Poruchy rovnováhy, ochrnutí, křeče, potraty
<i>Tabulka 12: Antinutritivní látky obsažené v zrnech obilovin. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).</i>			

Neškrobové polysacharidy jsou problematické hlavně pro mláďata (kuřata a selata). Řešením je omezit zkrmování, nebo přidat podpůrné enzymy, které je odbourávají. Obilná zrna je třeba také třídit, aby se vyloučila zrna napadená, příkladně námelem. U Čiroku Milo může být nebezpečná koncentrace derivátů fenolu, tudíž má omezené využití. Ostatní antinutritivní látky v zrnech obilovin nebývají v nebezpečné koncentraci, případně nemají velký závadný účinek (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).

### Antinutritivní látky v zrnech luštěnin

Druh látky	Příklad látky	Výskyt	Účinek
Deriváty fenolu	Tanin	Bob obecný, hrách	Snížení příjmu potravy, inhibice proteolytických enzymů, snížení stravitelnost bílkovin
Bílkoviny	Lektin	Bob obecný, hrách, druhy Phaseolus	Koagulace erytrocytů, narušení obranných mechanismů zvířat
	Inhibitory proteázy	Bob obecný, hrách, lupiny	Brzdící účinky trypsinu, hypertrofie a hyperplasie slinivky břišní, deprese růstu
Glykosidy	Glykosidy pyrimidinu (Vicim, Konvicim)	Bob obecný, vikve	Narušení metabolismu tuků, snížení zabřezávání a výkonnosti
	Saponiny	Bob obecný, hrách, lupiny	Potlačuje účinek vitamínu D, povrchová aktivita a hemolytické vlastnosti
	Galaktosidy	Lupiny, bob obecný, hrách	Narušení trávicích pochodů nadměrnou tvorbou plynů
	Kyanogenní Glykosidy	Vikve, druhy Phaseolus	Příznaky otravy při příjmu modře kvetoucích odrůd
Alkaloidy	Sparteín, Lubinin, Lupanin, Hydroxy-lupanin, Angustofolin	Hořké lupiny, pouze stopy ve sladkých lupinách	Poškození jater, dýchacího centra, snížení příjmu potravy
Tvůrce chelátu	Kyselina fytová	Všechny luštěniny	Vazba Ca a P se stopovými prvky - horší využitelnost
Antivitamíny		Bob obecný	Snížení aktivity Niacinu

*Tabulka 13: Antinutritivní látky obsažené v zrnech luštěnin. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).*

Tanin má škodlivé účinky až při relativně vysokých dávkách. Pěstují se hlavně bíle kvetoucí druhy, které obsahují taninu méně. Druhy Phaseolus se termicky upravují kvůli lektinu a kyanogenním glykosidům. Plemenné slepice a plemenné prasnice mohou mít problémy s glykosidy pyrimidinu, doporučuje se omezit příjem bobu obecného a vikve. Velký problém jsou alkaloidy, které je třeba hlídat po celou dobu chovu. Jejich zbytkový obsah nesmí přesáhnout 0,04 %. Ostatní látky nemají tak velký účinek, případně se jejich závadnost

řeší doplněním krmiva o enzymatické preparáty, niacin nebo mikrobiální fytázu (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).

#### Antinutritivní látky v olejnatých krmivech

Výskyt látky	Látka	Účinek
Soyové boby	Retardátor Trypsinu	Zvětšení štítné žlázy, zhoršení stravitelnosti bílkovin
	Kyselina fytová	Vazba Ca a P se stopovými prvky - horší využitelnost
Semena řepky a řepice	Glykosinoláty	Strumigenní, deprese trávení a růstu
	Kyselina fytová	Vazba Ca a P se stopovými prvky - horší využitelnost
	Tanin	Inhibice proteolytických enzymů, zhoršené trávení enzymů
	Sinapin	Trimethylamin - rybí zápach, ovlivňuje vejce
Semena bavlníku	Glyssopol	Narušení metabolismu bílkovin, inhibice spermatogeneze, snížení líhnivosti
	Malavová a sterculová kyselina	Změna zbarvení žloutku a bílku
Lněná semena	Kyanogenní glykosidy	Otrava kyselinou kyanovodíkovou
Arašídny, semena bavlníku	Mykotoxiny, hlavně aflatoxin	Snížení výkonnosti, poškození jater a ledvin, oslabení obranyschopnosti, případy úmrtí.
<i>Tabulka 14: Antinutritivní látky obsažené v zrnech luštěnin. Zdroj: (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).</i>		

Sójové boby se ošetřují vodní párou, aby se redukoval retardátor trypsinu. Pro odstranění vlivu kyseliny fytové z sojových bobů a řepky se do krmných dávek doplňuje mikrobiální fytáza. Sinapin z řepky se odstraňuje expandací s  $\text{NaHCO}_3$ . Řepka se také termicky upravuje, aby se odstranily produkty hydrolýzy. Stejně tak semena bavlníku se tepelně upravují kvůli gossypolu. Lněná semena se ošetřují vodní párou kvůli kyanogenním glykosidům. Je třeba semena a plody s vysokým obsahem oleje správně skladovat, aby se předešlo kontaminaci mykotoxiny. Ty lze odstranit chemicky nebo fyzikálně (ozařování), ale je to náročné (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).

### 3.2.5 Další škodliviny v krmivech

Krmivo se může různými způsoby kontaminovat škodlivými látkami. Ty ohrožují zdraví zvířat i nezávadnost živočišných produktů. Mezi běžné kontaminanty patří látky rostlinného původu, jako je kyselina kyanovodíková nebo izotiokyanatany, těžké kovy, různé chemické prostředky na ochranu nebo podporu rostlin, dezinfekční a čistící prostředky, emise a další látky. Evropské normy určují maximální povolené hodnoty těchto látek v krmivech.

Obecný problém uskladnění krmiv jsou mikrobiální toxiny, hlavně endotoxiny a mykotoxiny. Endotoxiny vznikají látkovou výměnou gramnegativních bakterií, například *B. E. coli*, salmonely, streptokoky nebo pasterely. Endotoxiny rozpustné ve vodě jsou teplovzorné a ve vyšších koncentracích toxické pro zvířata. Bakterie, které produkují endotoxiny, se množí při zahřívání siláže, hlavně v oblasti odběrné plochy, při meziskladování, nebo nedostatečném odstranění zbytků krmiva.

Mykotoxiny jsou sekundární metabolity plísní, které už při nízkých koncentracích poškozují zdravotní stav organismu. Rezidua mykotoxinů se dostávají i do živočišných produktů a tím ohrožují spotřebitele. Ke kontaminaci krmiva mykotoxiny může dojít už v růstové fázi rostlin, napadením generativních orgánů rostlin plísněmi. Plísně mohou vznikat i při skladování krmiv, hlavně při nedostatečně izolovaných skladovacích prostorách, nebo při kondenzaci vody v silech. Problém může způsobit i příliš vlhké počasí v období sklizně (Jeroch a kol., 2006; Kudrna, 2004).

## 3.3 Vybrané technologické uzly při výrobě krmných směsí

### 3.3.1 Úpravy krmiv - rozmělnění komponentů

„Prakticky veškeré suroviny používané ke krmení hospodářských zvířat je třeba před krmením opracovat. To platí pro jejich přípravu na farmě, ale zejména při výrobě krmných směsí ve specializovaných průmyslových výrobnách. Vhodné rozmělnění surovin usnadňuje přijímání krmiv zvířaty, zlepšuje stravitelnost a tím i využití nutričních látek obsažených v krmivu“ (Maloun, 2001).

Suroviny k výrobě krmiv se rozmělnují pomocí řezání, mačkání, mletí, nebo krouhání. Řezání se používá k dělení objemných. Mačkáním se upravují zrniny. Vstupní suroviny lze přetvořit i na tvar vločky, pak lze tento proces nazývat vločkování. Mletí je typické pro výrobu krmných směsí, obdobně jako drcení, šrotování, míchání, tvarování, granulace, briketování apod. Krouháním se obvykle rozmělnuje řepa, cukrovka, nebo mrkev. (Andrt, 2011).

V další části se zaměříme, zejména na úpravy jaderných krmiv, především zrnin. Ty se zpracovávají šrotováním ve šrotovnicích na šrot. Šrotováním se zvyšuje využití stravitelných látek krmiva, usnadňuje se mísení a zvyšuje chutnost. Je základem pro výrobu krmných směsí.

Šrot lze rozdělit podle jemnosti největších částic na:

- hrubý (2mm),
- střední (1,5mm),
- jemný (1mm).

Šrotovnice mohou fungovat na principu:

- mačkání (tlakem),
- řezání,
- roztírání,
- drcení (úderové).

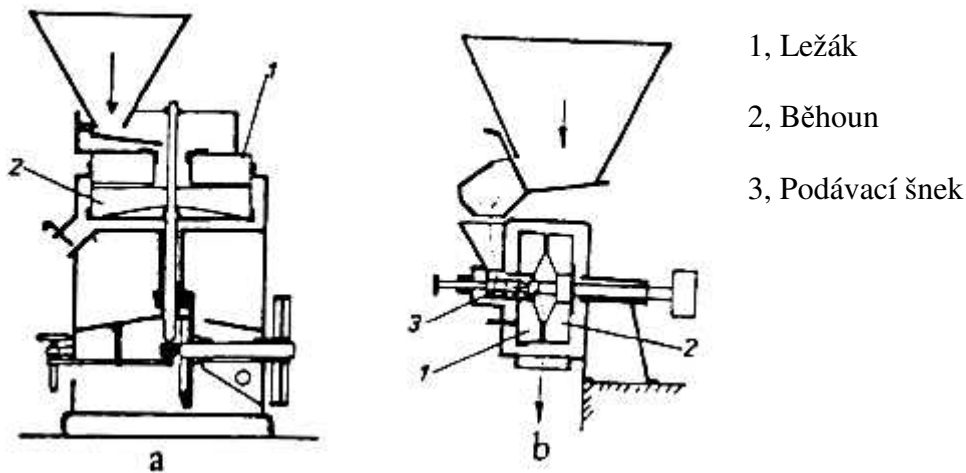
Obvykle se nevyužívá jen jeden princip, ale jejich kombinace. Z hlediska konstrukce lze šrotovnice rozdělit na:

- kamenové (talířové),
- válcové,
- kladívkové

(Andrt, 2011).

#### Kamenové a talířové šrotovnice

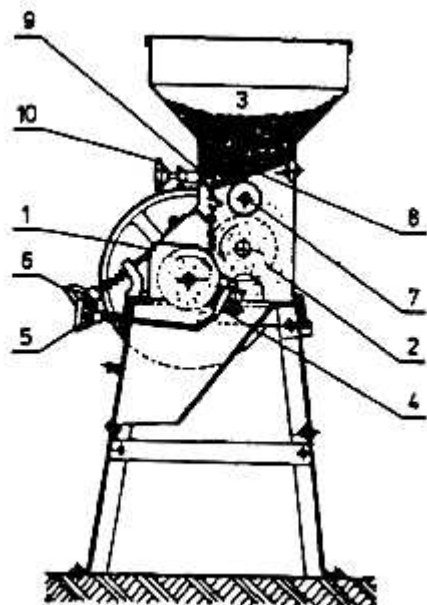
Tato šrotovnice mají stejný princip. Tím je mletí materiálu řezáním, lámáním, a částečně také mačkáním a roztíráním. Jádro stroje tvoří dva přírodní kameny, z nichž jeden se otáčí a nazývá běhoun. Druhý kámen je statický a nazývá se ležák. Změnou mezery mezi kameny se nastavuje stupeň semletí. U talířových šrotovnic se místo kamenů využívají kotouče z oceli nebo litiny. Na pracovních plochách mají tyto šrotovnice rýhy, tzv. remíše, které zvyšují jejich drobicí účinek, dopravují materiál ze středu na obvod a částečně ochlazují pracovní plochy. Ty mohou být přímkové pro jemné šrotování, nebo křivkové pro hrubší šrotování. Tyto šrotovnice se využívají ke šrotování neolejnatých semen a zrnin do vlhkosti 14% (Andrt, 2011). Obrázek 1 ukazuje schéma kamenového šrotovnicu.



Obrázek 1: Schéma horizontálního a vertikálního kamenového šrotovníku. Zdroj: (Andrt, 2011).

### Válcové šrotovníky

Dané šrotovníky fungují na principu řezání kluzným řezem, částečně využívají také lámání a mačkání. Jádrem stroje jsou dva rýhovací válce, otáčející se nestejnou rychlostí proti sobě. Tyto válce jsou rýhované. Uspořádání a počet válců se může lišit. Válce mohou být o stejném průměru v horizontální nebo šikmé rovině, mohou být nestejněho průměru v horizontální rovině, nebo tam mohou být i tři válce. U tohoto typu šrotovníku jsou pracovní plochy zatěžovány jen na malém úseku obvodu, což vede k lepšímu odvodu tepla a šrot se téměř neohřívá. Nastavení stupně mletí se provádí nastavením mezery mezi válci, případně postavením válců vzhledem k sobě. Šrotovat lze zrniny a semena do vlhkosti 14%. Obrázek 2 ukazuje schéma válcového šrotovníku. Pro potřeby mačkání zrnin se používají válcové mačkače velmi podobné válcovým šrotovníkům. Liší se jen tím, že válce se otáčejí stejnou rychlostí (Andrt, 2011, Maloun, 2001).

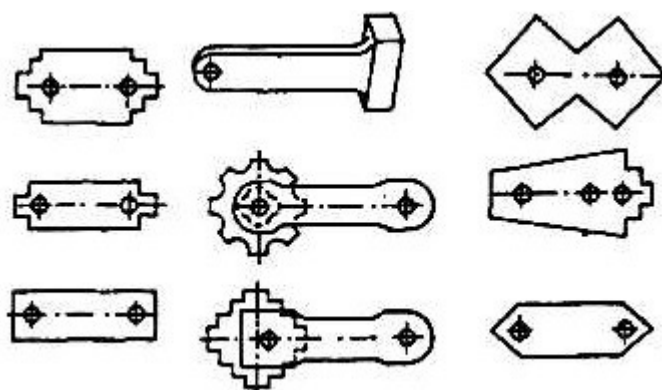


- 1, Válec
- 2, válec
- 3, Násypka
- 4, Mlecí vložka
- 5, Regulační šroub mlecí vložky
- 6, Regulační šroub přítlačné pružiny válců
- 7, Excentricky uložený váleček
- 8, Třasadlové dno
- 9, Uzavírací záklopka
- 10, Šroub regulační záklopy

Obrázek 2: Schéma válcového šrotovníku. Zdroj: (Andrt, 2011).

### Kladívkové šrotovnice

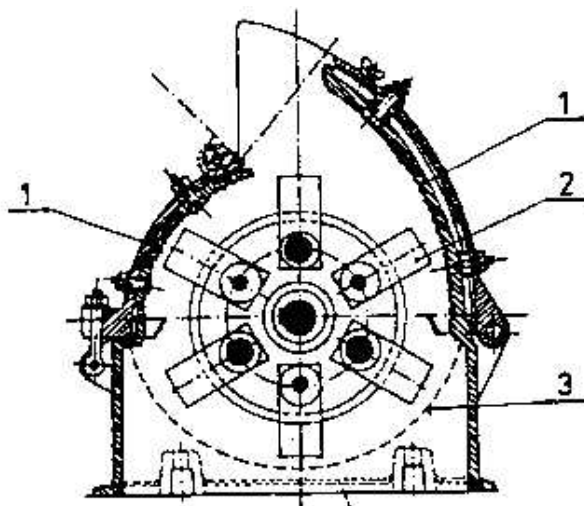
Kladívkové šrotovnice rozmělnují materiál úderem. Pracovním jádrem stroje je rotující buben s kladívky. Kladívka jsou volně uložena na čepech rotoru a do radiální polohy se ustaví vlivem odstředivé síly jeho otáčení. Kladívka narážejí do drhlice a krmný materiál při tom rozmělnuje. Rozmístění kladívek je střídavé, ale buben musí být vyvážený. Obrázek 3 ukazuje různé typy kladívek. Rozšrotovaný materiál po dosažení určité velikosti propadá sítím ve spodní části stroje a je dále dopravován pneumatickým dopravníkem (Andrt, 2011).



Obrázek 3: Typy kladívek kladívkového šrotovníku. Zdroj: (Andrt, 2011).

Kladívkové šrotovnice se používají ke šrotování jak zrnin, tak i objemných materiálů (horkovzdušných úsušků) a odpadů potravinářského průmyslu. Je to velmi univerzální šrotovník s velkou spotřebou energie. Obrázek 4 ukazuje schéma kladívkového šrotovníku.





- 1, Drhlice
- 2, Rotor s kladívky
- 3, Síto

Obrázek 4: Schéma kladívkového šrotovníku. Zdroj: (Andrt, 2011).

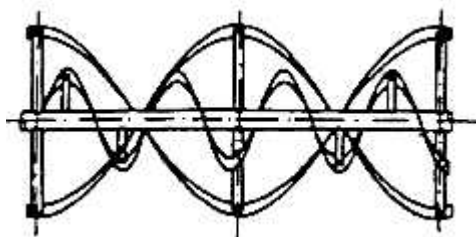
### 3.3.2 Mísení a tvarování krmiv

#### Míchání krmiv

Zpravidla konečnou fází při výrobě krmných směsí (pokud nebereme v úvahu možnou granulaci či následné pytlování) je míchání komponentů až do konečné jejich homogenizace v krmné směsi. Mícháním se zvyšuje chutnost krmiv a umožní se zkrmovat i problematická krmiva. Vytváří se rovnoměrně hodnotná krmiva, často i různě fortifikovaná. Míchaná krmiva nemusí být jenom suchá, mohou být tekutá, vlhká (mokrá), suchá, nebo objemná. Podle toho existují různé druhy míchacích strojů (Lewis et al., 2011).

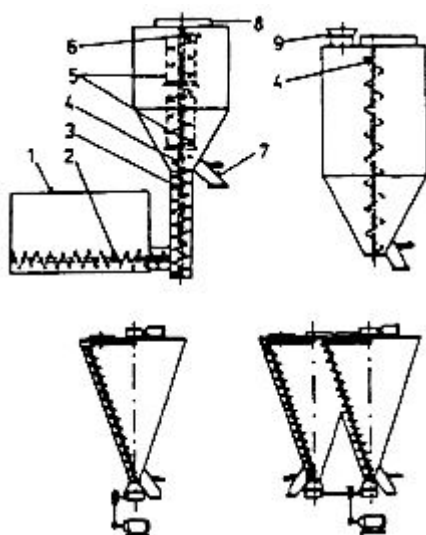
Míchání tekutých krmiv probíhá buď samovolným, nebo nuceným mícháním. Samovolné míchání nemá velkou účinnost a v praxi se nepoužívá. Nucené míchání se provádí v nádrži nebo potrubí, za pomoci mechanických míchadel nebo trysky.

Míchání mokrých a vlhkých směsí probíhá pomocí lopatkových nebo pásových (šnekových) míchaček. Lopatkové míchačky využívají hřídele s lopatkami různého tvaru, která se otáčí kolem své osy a míchá materiál. Pásové, neboli šnekové míchačky jsou založeny na pásech zkroucených do šroubovice. Vnitřní pás má dvojnásobné stoupání než vnější pás. Otáčením pásů se materiál promíchává. Obrázek 5 ukazuje schéma šnekové míchačky (Lewis et al., 2011).



Obrázek 5: Šneková (pásová) míchačka. Zdroj (Andrt, 2011).

K míchání suchých směsí se používá rotujících nádob nebo šnekových míchaček, které mohou být vertikální, horizontální, nebo diagonální. Vertikální šneková míchačka může mít jen šnek rotující kolem vlastní osy, nebo navíc může celý šnek rotovat kolem vnitřní stěny míchačky. Obrázek 6 ukazuje schéma vertikální šnekové míchačky. Diagonální míchačka má šikmo uložený zásobník s pomalu se otáčející šnekovicí o velkém průměru. Ta vytlačuje komponenty míchaných materiálů nahoru, kde propadávají zpět dolů (Andrt, 2011; Lewis et al., 2011).



- 1, Násypka
- 2, Dopravní šnek vodorovný
- 3, Dopravní šnek svislý
- 4, Míchací šnek
- 5, Usměřovací trubky
- 6, Rozdělovací hřeblo
- 7, výpustný otvor
- 8, Kryt pohonu
- 9, Násypný otvor

Obrázek 6: Schéma vertikální šnekové míchačky. Zdroj: (Andrt, 2011).

Objemná krmiva se míchají v technologických linkách pro krmení skotu. Využívají se dávkovací stoly, krmné vozy, přihrnovací šneky a další technologie (Andrt, 2011).

#### Tvarování krmiv

„Tvarování krmiv umožňuje využít ke zkrmování i méně hodnotná krmiva (Andrt, 2011)“. S tvarovanými krmivy je lepší manipulace, dají se lépe skladovat. Tvarované krmné směsi mají lepší využití, krmené zvíře si nemůže vybírat preferované složky krmiva a musí

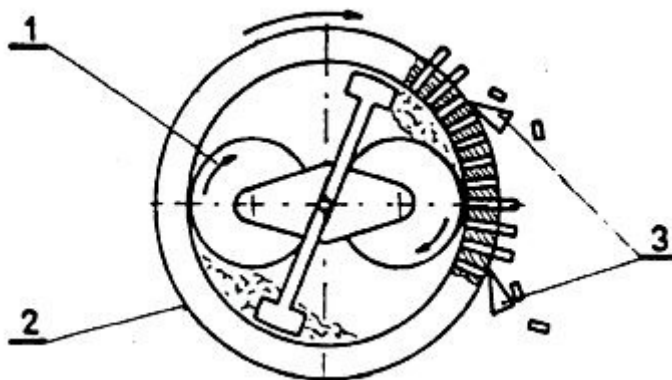
směs konzumovat celou. Mezi další výhody patří omezení ztrát rozprášením nebo rozsypaním, možnost přesného dávkování a lepší možnost mechanizace a automatizace procesu krmení. Produkty tvarování krmiva jsou granule nebo brikety. Je třeba vhodně nastavit velikost částic krmiva. Menší částice nemají velký vliv na růst svalové hmoty, ale zvyšují efektivitu krmiva. Na druhou stranu příliš malé částice mohou způsobit zdravotní problémy, jako jsou žaludeční vředy a střevní potíže (Cronje et al., 2013; Lewis et al., 2011).

Granule se vyrábí lisováním krmných směsí skrz otvory lisovací matrice. Jednotlivé složky krmiva jsou předzpracovány obvykle šrotováním nebo drcením na malé částice. Ve výrobním procesu je možné dodat další podpůrné látky, jako jsou močovina, melasa, tuk, vitamíny a různé biofaktory. Granule mají obvykle průměr 2,5 až 20 mm. Délka může být až trojnásobek průměru. Využívají se hlavně pro výkrm prasat a drůbeže. Granulované směsi si dlouho zachovávají chutnost a výživnou hodnotu. Je to velmi kvalitní koncentrované krmivo.

Druhým typem tvarovaného krmiva jsou brikety. Ty se vyrábí z předsušeného nebo zavádlého krmiva za použití tlaku (lisování) nebo svinováním. Pro lisování se využívají matrice s otvory. Lisovat se dají krmiva do vlhkosti 13%. Briketování vlhčích krmiv se provádí svinováním. Zde se využívá obvodová rychlost svinovacích válců. Svinovat lze krmivo až do vlhkosti 40%, ale takto vlhké krmivo je obtížné skladovat. Brikety mohou mít různý tvar a velikost. Nevýhodou briketování je velká energetická náročnost, obzvláště když se brikety upravují pro snížení vlhkosti a lepší skladovatelnost (Lewis et al., 2011).

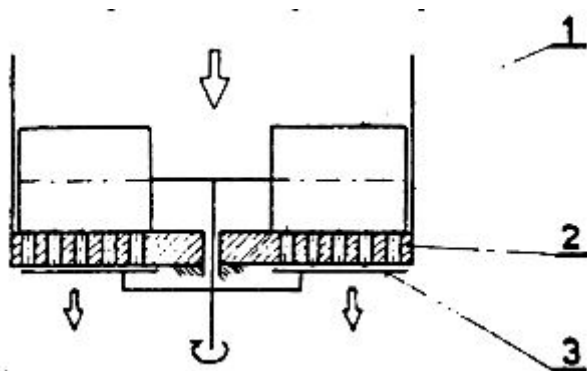
Tvarovaná krmiva mohou být jednosložková, doplňková a komplexní. Jednosložková krmiva jsou obvykle úsušky horkovzdušných sušáren a využívají se buď pro přímé zkrmování, nebo jako komponenta pro další výrobu doplňkových a komplexních krmných směsí. Doplňková tvarovaná krmiva v podobě briket nebo granulí se používají k doplnění stravy hospodářských zvířat, která jsou jinak krmena hlavně základními krmivy, aby měla vyvážený příjem všech živin, minerálních látek a vitamínů. Komplexní tvarovaná krmiva zajišťují kompletní výkrm prasat, drůbeže a skotu.

Lisovací zařízení pro tvarování krmiv lze rozdělit do 4 základních skupin. První skupinou jsou rotační lisovací ústrojí s maticí deskového nebo prstencového tvaru. Obrázek 7 ukazuje schéma lisovacího zařízení s rotující prstencovou maticí. Obrázek 8 ukazuje schéma lisovacího zařízení s plochou maticí a rotujícími protlačovacími válečky. Obrázek 9 ukazuje obdobné zařízení s rotační kuželovou maticí (Lewis et al., 2011).



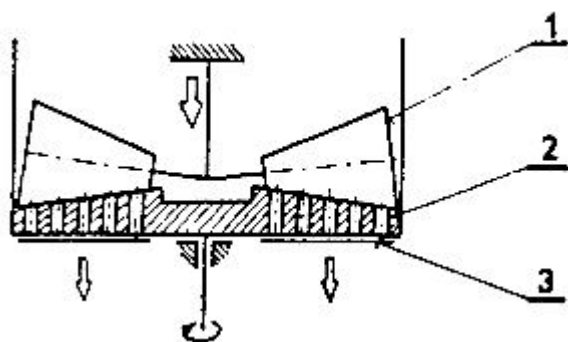
- 1, Protlačovací válečky
- 2, Rotující matice
- 3, Odřezávací nože

Obrázek 7: Schéma lisovacího zařízení s rotující prstencovou maticí. Zdroj: (Andrt, 2011).



- 1, Protlačovací válečky
- 2, Plochá matrice
- 3, Odřezávací nože

Obrázek 8: Schéma lisu s plochou maticí a rotujícími protlačovacími válečky. Zdroj: (Andrt, 2011).

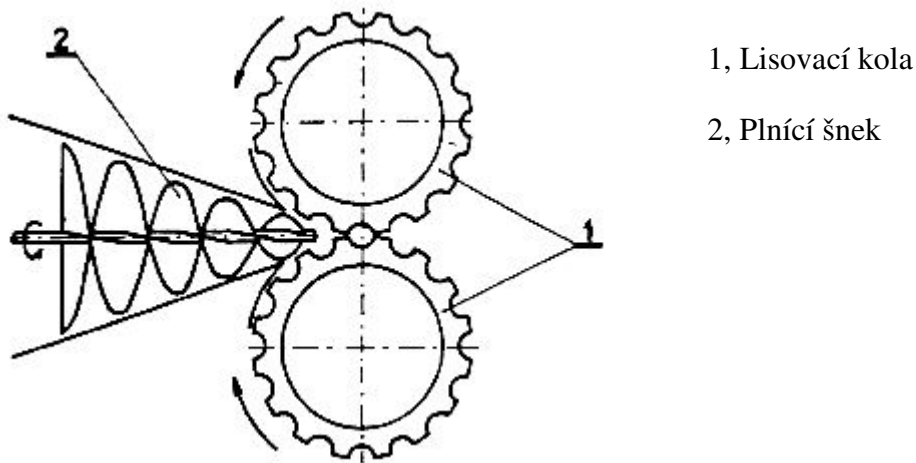


- 1, Lisovací válečky
- 2, Kuželová matrice
- 3, Odřezávací nože

Obrázek 9: Schéma lisu s rotační kuželovou maticí. Zdroj: (Andrt, 2011).

Druhou skupinu tvoří kolové lisu. Lisování stébelnatého rozšrotovaného nebo nařezaného materiálu se často provádí pomocí spolu zabírajících ozubených kol s vyfrézovanými tvarovacími komůrkami. Lisovaný materiál se tvaruje buď mezi hlavou a patou ozubených kol, nebo je hlavami zubů protlačován otvory spoluzabírajícího kola. U kolových lisů se materiál tvaruje v komůrkách na obvodu lisovacích kol. Tento lis má malou

energetickou náročnost, ale tvarované krmivo nemá tak dobrou soudržnost (Andrt, 2011).  
Obrázek 10 ukazuje kolové lisovací zařízení.

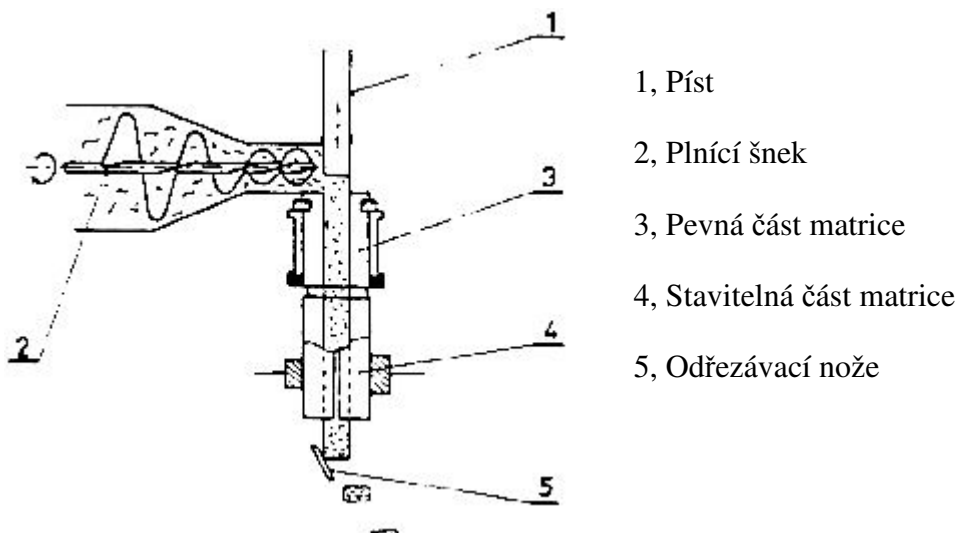


1, Lisovací kola

2, Plnicí šnek

Obrázek 10: Kolové lisovací zařízení. Zdroj: (Andrt, 2011).

Třetí skupinou jsou šneková lisovací ústrojí. Ty se používají hlavně k plnění tvarovacích lisů a předlisování tvarovaného materiálu. Čtvrtou skupinou jsou pístové lisy. Využívají nejstarší způsob lisování. Jsou vhodné pro stébelnaté materiály, zejména balíkování pícnin a slámy, ale lze jimi i tvarovat jiný typ krmiva. Tyto lisy nemají vysokou výkonnost kvůli svému principu lisování, kdy přerušovaně stlačují materiál (Andrt, 2011). Obrázek 11 ukazuje lisovací zařízení s přímovratně se pohybujícím pístem.



1, Píst

2, Plnicí šnek

3, Pevná část matrice

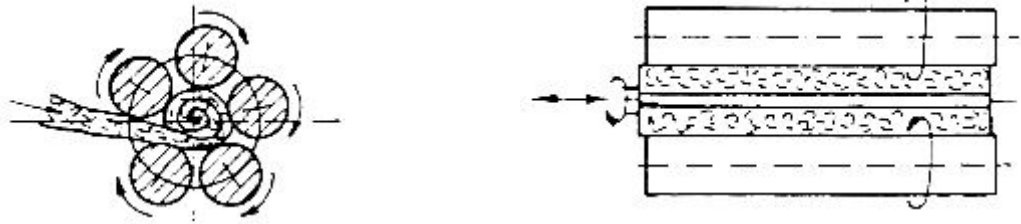
4, Stavitelná část matrice

5, Odřezávací nože

Obrázek 11: Lisovací zařízení s přímovratně se pohybujícím pístem. Zdroj: (Andrt, 2011).

Svinovací jednotky mají jako pracovní orgán otáčející se válce, mezi které se vkládá krmná hmota. Obvykle se používá 3 až 5 svinovacích válců. Ty jsou umístěny soustředně okolo osy svinování, krmný materiál se tak svinuje podélně mezi nimi. Materiál se mezi válci

svinuje pomocí navíjecího trnu, nebo rotačním pohybem válců. Obrázky 12 a 13 ukazují svinovací lis z bočního a čelního řezu. Tento lis se používá hlavně k briketování všech stébelnatých krmiv. Lze ho využít pro materiál s vyšší vlhkostí. Vzniklé svitky se při zkrmování rozvinou. Hlavní nedostatek je nutnost konzervace takto briketovaných krmiv. S lisy se může používat bubnová sušárna, nebo mohou být součástí komplexnějších tvarovacích linek (Maloun, 2001).



Obrázky 12 a 13: Boční a čelní průřez svinovacího lisu. Zdroj (Andrt, 2011).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Metody výzkumu

Data pro naše sledování byla zjištěna přímou spoluprací s pracovníky pracujícími přímo na zkoumaných šrotovnicích, případně se zástupci firem prodávajících dané šrotovnice, kteří jsou specialisty v oblasti šrotování. Zkoumány byly i parametry v technických manuálech strojů a energetické štítky.

### 4.2 Sledované šrotovnice

Pro výzkum bylo zvoleno 5 šrotovnic uvedených v tabulce 15. Zastoupeny jsou různé typy kladívkových šrotovnic: AGRICO RVO 752, Agroing RB-P37, Agroing 4000R, Taurus VM 7,5 a jeden válcový šrotovnik Romill S900.

Výrobce a typ	Typ šrotovniku
AGRICO RVO 752	Kladívkový
Agroing RB-P37	Vertikální kladívkový
Agroing 4000R	Kladívkový přísávací
Taurus VM 7,5	Vertikální kladívkový
Romill S900	Kotoučový, válcový

*Tabulka 15: Seznam sledovaných šrotovnic.*

## 5 Výsledky

### 5.1 Porovnání šrotovníků

Nejdříve byl posuzován elektrický příkon a hodinový výkon (tabulka 16). Ze srovnání poměru výkonu na spotřebovanou elektrickou energii vychází nejlépe válcový šrotovník. Při hrubém šrotu má maximální výkon 0,54 tuny / kWh. Kladívkové šrotovníky mají tento poměr výrazně horší 0,19 t/kWh respektive 0,16 t/kWh. Výjimku tvoří RVO 752, což je kladívkový horizontální šrotovník s horním plněním, který má maximální efektivitu 0,24 t/kWh. Poslední sledovaný kladívkový přísávací šrotovník je s efektivitou 0,1 t/kWh nejhorší.

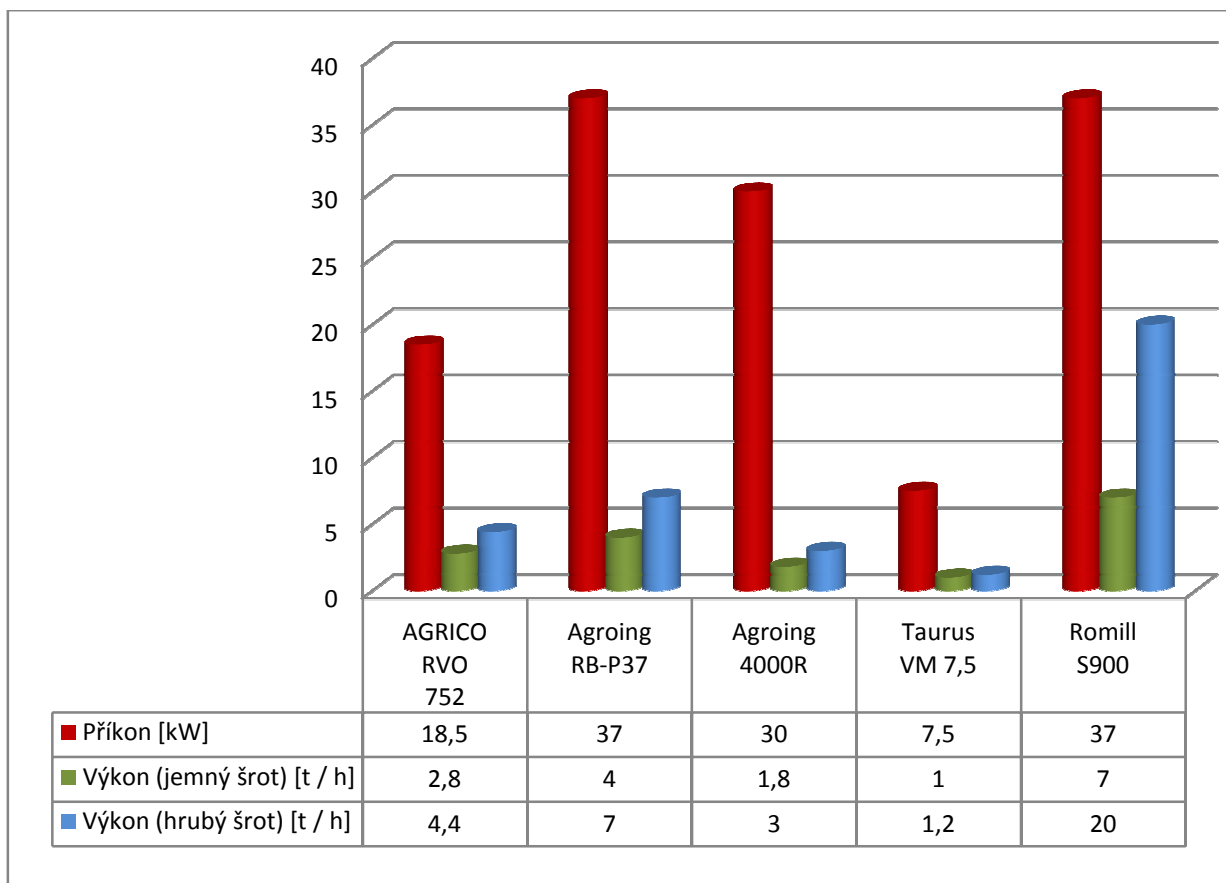
Šrotovník	Elektrický příkon [kW]	Výkon [t/h]
RVO 752 (kladívkový)	18,5	4,4
RB-P37 (Vertikální kladívkový)	37	4 - 7
4000R (kladívkový přísávací)	30	3
VM 7,5 (vertikální kladívkový)	7,5	1 - 1,2
S900 (kotoučový, válcový)	37	7 - 9 (14-20)

*Tabulka 16: Výkonové parametry sledovaných šrotovníků.*

Popsané výkony šrotovníků jsou vyznačeny spolu s energetickou náročností v grafu 1. Výkony šrotovníků se v praxi často liší od deklarovaných hodnot, protože množství zpracovaného materiálu za hodinu je ovlivněno velkým množstvím různých faktorů. Rychlost šrotování se nedá totiž určit jen na základě stupně mletí materiálu.

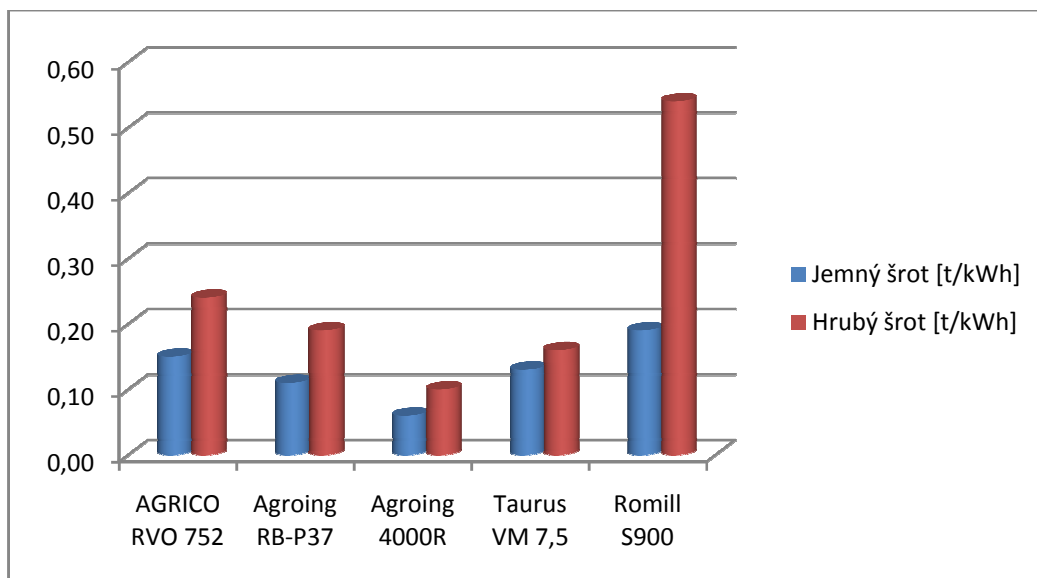
Nejdůležitějšími faktory jsou typ šrotovaného materiálu a jeho vlhkost. Různé druhy zrnin se proto šrotují různě dlouho. Deklarované hodnoty jsou vztažené k pšenici o předepsané vlhkosti do 14%, která je pro šrotování velmi vhodná.





Graf 1: Porovnání energetické náročnosti a výkonu šrotovníků. Vlastní zdroj.

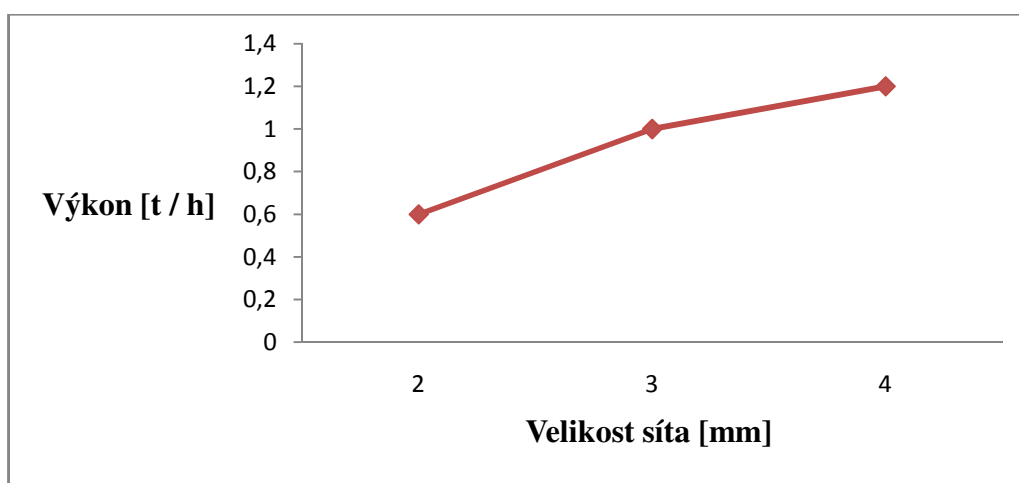
Nejlépe vycházejí šrotovníky Romill S900, které mají válcovou konstrukci. Jedná se o velkokapacitní šrotovníky dodávané jako součást malých linek na výrobu krmných směsí. Jejich výkon roste se zvyšující se hrubostí šrotu ze 7 - 9 tun za hodinu až na maximálně 20 tun za hodinu. Tento typ šrotovníku je vhodný pro výrobce krmných směsí, protože má nejlepší poměr výkonu k příkonu, vysokou rychlost šrotování a snadnou regulaci stupně rozmělnění krmných komponent. Obvykle je zakomponován do linky na výrobu krmiva. Dobré maximální hodnoty měly i vertikální kladívkové šrotovníky Agroing RB-P37 a Agrico RVO 752. Agrico RVO 752 je horizontální šrotovník s vertikálním podávacím ústrojím a Agroing RB-P37 je vertikální šrotovník. Oba jsou vhodné jako součást menších linek na výrobu krmných směsí. Nejhorší výsledky mají přísávací šrotovníky. To je vidět i u sledovaného Agroing 4000R. Přísávací šrotovníky jsou obvykle menší stoje, vhodné spíše pro chovatele a farmy. Jejich výhodou je, že jejich kladívkové ústrojí samo žene šrotovaný materiál do šrotovníku a ven, nepotřebuje tedy dopravníky. Graf 2 ukazuje srovnání efektivity (tun zpracovaného materiálu na 1 kWh) sledovaných šrotovníků.



Graf 2: Srovnání efektivity sledovaných šrotovníků.

Detailnější diskuze byla vedena o šrotovníku Taurus VM 7,5. Podle pracovníků obsluhujících tento šrotovník závisí rychlost šrotování hlavně na druhu šrotovaného materiálu a velikosti podílu vlhkých složek. Pluchaté zrniny, jako je oves a ječmen se šrotují hůře, protože jejich zrna se obtížněji kladívky rozbíjejí. Především s ovsem jsou na tomto šrotovníku velké problémy. Olejnatá semena nelze šrotovat, protože vlhký šrot zalepí síto, kterým se rozšrotovaný materiál dostává z pracovního jádra stroje. Nejlépe se šrotuje pšenice, hrách a kukuřice.

Výsledky u pšenice s ideální maximální vlhkostí do 14% ukazuje graf 3. Hrubost šrotu je určena velikostí děr síta v pracovním jádru stroje. Tento šrotovník je vhodný pro menší a střední zemědělská družstva, která si krmné směsi připravují sama.



Graf 3: Výkon šrotovníku Taurus VM 7,5 při různé hrubosti šrotu.

## 5.2 Doporučená jemnost a uniformita šrotu

Všechny hodnocené kladívkové šrotovníky produkovaly šrot s velmi různorodou velikostí částic. Vedle malých částic s neměřitelnou velikostí obsahoval i poměrně velké částice o velikosti až 2 mm. Podle vyjádření konzultovaného zemědělského družstva je takový šrot vhodný pro přežvýkavce a drůbež. O shodnou velikost rozšrotovaných částic se v praxi příliš neusiluje. Vzhledem k principu kladívkového šrotovníku to ani není možné. Účinnost šrotu v prostředí zemědělských družstev kontrolují zootechnici analýzou exkrementů krmených zvířat. Ty by nikdy neměly obsahovat zbytky nestráveného šrotu. U výroben granulovaných směsí je uniformita šrotu vyšší, aby se nekomplikovalo další zpracování, jako je mísení s dalšími přísadami a granulování. Velcí producenti krmivářských technologií obvykle doporučují, v souladu s potřebou praxe, výkonné válcové šrotovníky, které umožňují maximálně homogenně opracovat komponenty i navolit požadovanou zrnitost (jemnost částic) šrotu.

## 5.3 Vyhodnocení hypotéz

**Hypotéza H<sub>01</sub>** "Všechny komponenty používané při výrobě krmných směsí lze šrotovat sledovanými typy šrotovníků" byla vyvrácena. Na některé komponenty krmiva je válcový i kladívkový šrotovník nevhodný. Jedná se o komponenty s velkým podílem tekuté složky, například olejnatá semena. Výzkumem bylo zjištěno, že takový, popř. vlhký šrot ucpává síta kladívkových šrotovníků. U válcových šrotovníků může zalepovat drážky válců, čímž klesá schopnost rozdělovat semena stříhem. Šrotovníky se hodí hlavně na zpracování suchých zrnin. Olejnatá semena je nejlepší mačkat v mačkačích, které jsou konstrukčně podobné válcovým šrotovníkům, ale jejich válce fungují jinak.

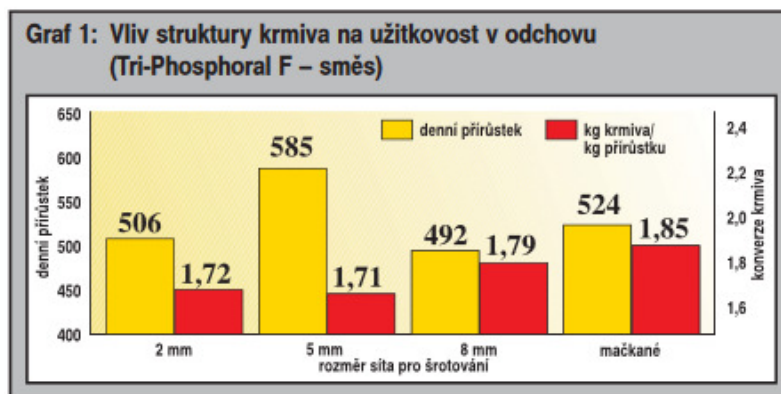
**Hypotéza H<sub>02</sub>** "Ekonomická náročnost šrotování komponentů ve VKS je u sledovaných šrotovníků stejná" rovněž byla vyvrácena. Válcový šrotovník spotřebovává při přepočtu na tunu zpracovaného materiálu jen 40% energie v porovnání s kladívkovým šrotovníkem. Rozdíly jsou i u kladívkových šrotovníků. Vertikální kladívkový šrotovník je až o 30% energeticky účinnější, než přísávací horizontální typ, vyžaduje ale složitější dopravní cesty. Je proto vhodný pro střední výrobní krmiv a zemědělská družstva. Často je využit jako součást linky pro výrobu krmné směsi.

**Hypotéza H<sub>03</sub>** "Rovnoměrnost velikosti částic, vzniklých při šrotování, je u sledovaných šrotovníků stejná" také byla vyvrácena. Během výzkumu byla zjištěna značná rozdílnost částic šrotu bez ohledu na typ šrotovníku. Kladívkové šrotovníky mají menší uniformitu šrotu, než válcové šrotovníky, protože zrna šrotovaného materiálu často nepropadnou sítím hned, jak k tomu mají vhodnou velikost, ale jsou dále rozbíjeny na menší části.

**Hypotézu H<sub>04</sub>** "Kvalita rozmělnění komponentů ve sledovaných šrotovnících neovlivňuje nutriční účinnost krmných směsí u sledovaných druhů zvířat" nelze jednoznačně potvrdit ani vyvrátit. Je možné však jednoznačně konstatovat, že vlastním rozmělněním komponentu se nemění jeho živinové složení ani energetická hodnota, vyjádřená prostřednictvím brutto energie. Rovněž lze tvrdit, že rovnoměrná velikost částic šrotu, usnadní homogenizaci komponentů - zamíchanost směsi, což bezprostředně ovlivňuje její nutriční účinnost. Nejednoznačnost našeho vyjádření k tvrzení, které bylo formulováno ve 4. hypotéze, vyplývá také z rozdílného uspořádání trávicího traktu zvířat. Přežvýkavcům, ani ptákům nevadí hrubší šrotování, prasatům nevyhovuje ani hrubé, ani jemné šrotování. Hodně záleží také na tom, jak moc se velikost částic liší, a také na poměru velmi malých, středních, či extrémně velkých částic. Kvalitu šrotování komponentů, do značné míry, mohou překrýt následné úpravy krmné směsi, jako je granulace, vločkování nebo konzistence směsi při zkrmování zvířatům (mokrý krmení). Z tohoto pohledu zdá se být ideální takové šrotování, které umožňuje rozmělnit komponenty na požadovanou zrnitost, minimalizovat variabilitu jejich jednotlivých částic a to při nejnižší energetické náročnosti. Těmto požadavkům vyhovuje válcový šrotovník.

## 6 Diskuze

Podle (Pecher, 2000) příliš jemný šrot způsobí prasatům stress a jeho dlouhodobé užívání při výkrmu, poškození žaludku. To negativně ovlivní přírůstky produkce. Pro srovnání jsou uvedeny výsledky z (Pecher, 2000) jako graf v obrázku 14 a tabulkách 17, 18.



Obrázek 14: Vliv jemnosti šrotování na přírůstky produkce prasat. Zdroj: Pecher, 2000.

	Jemné	Střední	Hrubé	Mačkané
Denní přírůstek [g]	803	808	827	797
Spotřeba krmiva na kg přírůstku	2,69	2,70	2,65	2,74
Denní Příjem krmiva [kg]	2,15	2,18	2,18	2,18
Zvířata s vředy	40	13,6	4,3	0

Tabulka 17: Vliv stupně šrotování krmiva na užítkovost výkrmu prasat. Zdroj: Pecher, 2000.

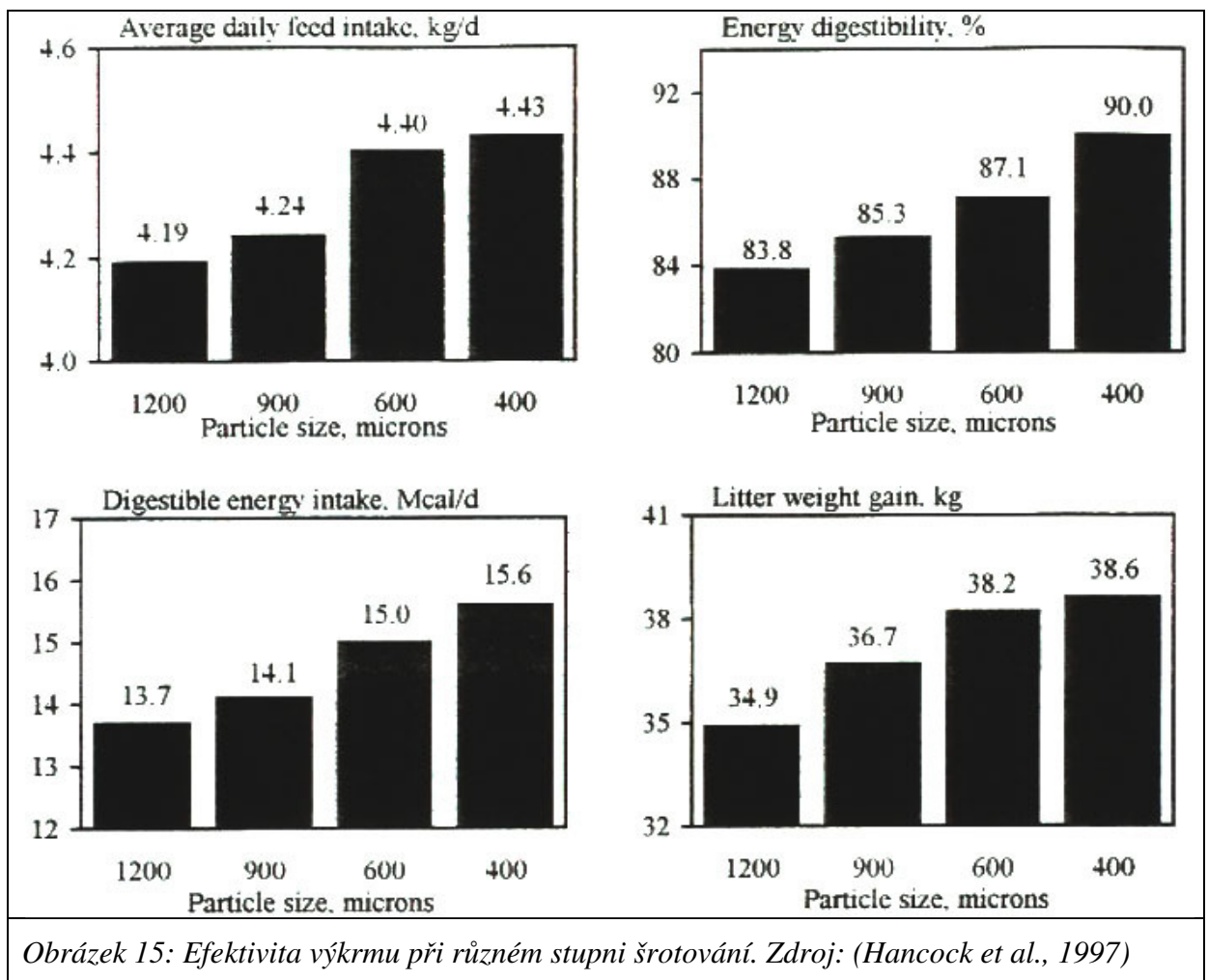
Průměr částic [μm]	400	600	900	1000
Odstavená selata / vrh [kusy]	8,9	9,5	9,0	9,1
Ztráty během doby kojení	11,9	5,9	10,9	6,2
Žaludeční vředy	60	100	29	33
Zrohovatění žaludeční sliznice	80	33	86	22

Tabulka 18: Vliv stupně šrotování krmiva na užítkovost prasníc. Zdroj: Pecher, 2000.

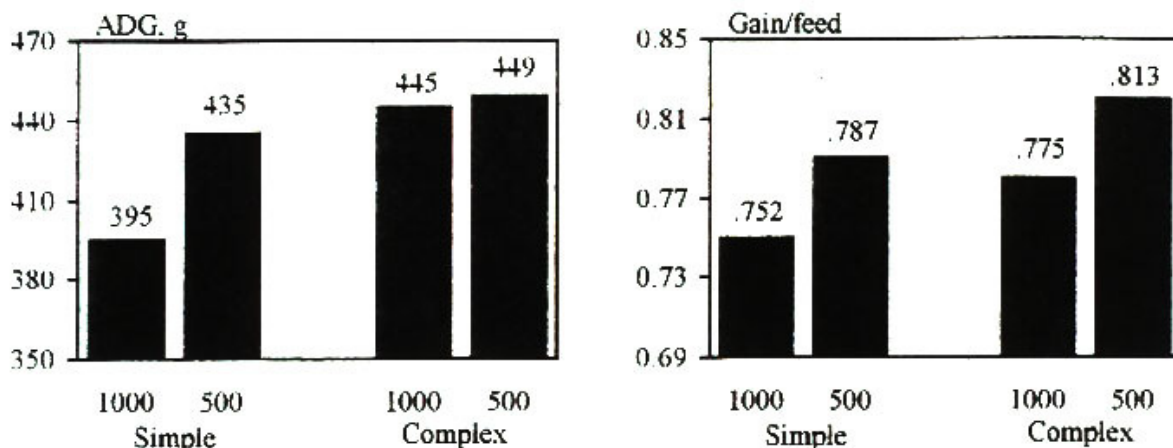
Výsledky celkově odpovídají vlastním zjištěním této práce. Jako vhodný se jeví hrubší šrot 0,8 - 1mm. Dobré výsledky mají také mačkané obiloviny.

Vlivem stupně šrotování a dalšími úpravami krmiv se zabývali i (Hancock et al., 1997). Zmiňují několik výzkumů s obdobnými výsledky shrnutými do grafů v obrázku 15. Z výsledků je vidět, že optimální velikost částic pro cereálie je 600 mikronů. Větší stupeň

mělnění zrna nedává žádný smysl ani z ekonomického hlediska s ohledem na spotřebu energie při šrotování.



Další výzkum (Hancock et al., 1997) ukazuje zlepšení efektivity výživy a odchovu prasat při granulování kukuřice, přičemž se zmenšila velikost zrna kukuřice z jednoho milimetru na půl milimetru. Graf je v obrázku 16.



Obrázek 16: Efektivita výkrmu při granulování. Zdroj: (Hancock et al., 1997)

Studii (Hancock et al., 1997) se zabývala i dalšími aspekty krmiva. Bylo zjištěno, že vyšší uniformita částic mírně zvyšuje stravitelnost živin, ale nemají zaznamenanatelný vliv na přírůstky živočišné produkce. Velikost částic šrotu je vhodné udržovat v ekonomicky výhodném rozmezí.

V další studii (West, 2015) zkoumala vliv výkrmu jemně a hrubě šrotovaným zrnem se sojovými boby. V první fázi, která trvala 18 dní a prasata měla průměrnou vstupní hmotnost 68,7kg, byly výsledky v rámci statistické chyby stejné pro obě krmiva. Ve druhé fázi, která trvala 24 dní a prasata ji opouštěla s váhou 117kg, mělo jemně šrotované krmivo asi o 10% vyšší efektivitu.

Výzkum (Laurien et al., 2000) testoval čtyři typy šrotovníků:

- Kladívkový šrotovník s velikostí síta 3 mm a 5 mm,
- Válcový krimpovací mačkač s vzdáleností válců 0,5 mm a 0,8 mm,
- Válcový mačkač s vzdáleností válců 0,15 mm a 0,35 mm,
- Válcový šrotovník se 3 válci s mezerami mezi válci 0,2mm a 0,65mm mezi prvním a druhým válcem a 0,65 mm mezi druhým a třetím válcem

zjistil, že typ šrotovníku nemá vliv na stravitelnost šrotu, množství zkonsumované potravy a přírůstky produkce u prasat.

Výsledky diskutovaných studií se obecně shodují s vlastním výzkumem v této práci.

## 7 Závěr

Smyslem zpracovaného diplomního úkolu bylo vyhodnotit efekt rozdílného rozměňování komponentů pro výrobu krmných směsí, ve šrotovnicích rozdílné konstrukce i principu šrotování a zaujmout stanoviska ke čtyřem pracovním hypotézám. Sledovány byly čtyři kladívkové šrotovnice (AGRICO RVO 752, Agroing RB-P37, Agroing 4000R a Taurus VM 7,5) a jeden kotoučový – válcový šrotovník (Romill S900).

Byly zaznamenány významné rozdíly v jejich hodinové výkonnosti (od 1 do 9 tun resp. až 14 – 20t). Nemenší rozdíly byly zjištěny i v jejich energetické náročnosti (příkon od 7,5 až 37 kW). V přepočtu na jednotku, nejefektivnější hodinový výkon (0,19 t/kWh resp. 0,54 t/kWh) vycházel u šrotovníku Romill S900. Podchycena byla i skutečnost, že výkonnost šrotovníků byla při různé jemnosti šrotování různá. S hrubostí částic výkonnost šrotovníků narůstala (o 20% až 180%), nemenší vliv na výsledky jednotlivých šrotovníků měl i charakter komponentů, příkladně obsah vlákniny, tuku apod.

Pokud se jedná o variabilitu velikosti jednotlivých částic šrotu, tak lze obecně konstatovat, že kladívkové šrotovnice produkují šrot nejméně homogenní, některé částice jsou několikrát rozdraceny a tudíž zbytečně velmi jemné, jiné naopak, jsou v průměru až 2 mm velké. Nevyrovnanost velikosti částic rozhodně neprospívá homogenitě krmných směsí. Tento nedostatek odstraňuje kotoučový – válcový šrotovník, který navíc umožňuje regulovat a vyrovnat velikosti částic šrotu a tím i ovlivňovat (snižovat) energetickou náročnost šrotování.

K prověrce jednotlivých tvrzení z pracovních hypotéz lze uvést:

H<sub>01</sub> – byla vyvrácena, protože ani rozdílná konstrukce šrotovníků neumožňuje všechny komponenty úspěšně šrotovat, limitem je vlhkost a obsah tuku,

H<sub>02</sub> – byla rovněž vyvrácena, z důvodu zjištění velice významných rozdílů v energetické náročnosti jednotlivých šrotovníků. Z tohoto pohledu byl nejefektivnější kotoučový – válcový šrotovník,

H<sub>03</sub> – také byla vyvrácena, protože kladívkové šrotovnice mají menší uniformitu částic šrotu než šrotovník kotoučový – válcový,

H<sub>04</sub> – se nepodařilo jednoznačně potvrdit z důvodu působnosti i dalších faktorů. Z tohoto pohledu zdá se být ideální takové šrotování, které umožňuje rozměňovat komponenty na požadovanou zrnitost, minimalizovat variabilitu jejich jednotlivých částic a tím přispívat k homogenitě směsi a to při nejnižší energetické náročnosti. Těmto požadavkům vyhovuje válcový šrotovník.



## 8 Seznam literatury

- 1) Andrt, M. 2011. Technika a technologie pro chov zvířat. Reprografické studio. PEF ČZU v Praze. Praha. 100s. ISBN 978-80-213-2164-9.
- 2) Čermák, B., Kadlec, J., Mudřík, Z., Lád, F., Suchý, P., Šoc, M., Zeman, L., 2000. Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. DPT České Budějovice. 165s. ISBN 80-7040-422-1.
- 3) Cronje, P., Choct, M., Hegarty, R., Iji, P., Richards, N., Swick, R., van Barneveld, R. Recent Advances in Animal Nutrition - Australia, 2013. Animal Science. University of New England. Australia. 109p. ISBN 978-1-921597-31-2.
- 4) Hall, J. B., Seay, W. W., Baker, S. M. 2009. Essential Nutrients. Feed Classification and Nutrient Content of Feeds. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. 6p. Publication 400-011.
- 5) Hancock, J. D., Behnke, K. C., Wondra, K. J., Traylor, S. L., Mavromichalis I. FEED PROCESSING AND DIET MODIFICATIONS AFFECT GROWTH PERFORMANCE AND ECONOMICS OF SWINE PRODUCTION. 1997. Departments of Animal Sciences and Industry and Grain Science Industry. Kansas State University. Manhattan. KS 66506-0201. 20p. Dostupný z <[http://www.bliss-industries.com/system/resources/0000/0027/feed\\_process\\_affects\\_growth\\_of\\_swine.pdf](http://www.bliss-industries.com/system/resources/0000/0027/feed_process_affects_growth_of_swine.pdf)>
- 6) Jakobsen, G. V. 2014. Improving nutritional value of pig diets containing local crops and co-products by fermentation and enzyme addition. Ph.D. Thesis, Aarhus University. 186p.
- 7) Jeroch, H., Čermák, B., Kroupová, V. 2006. Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. Vědecká morfologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. DPT České Budějovice. 290s. ISBN 80-7040-873-1.
- 8) Kodeš, A., Mudřík, Z., Hučko, B., Kacerovská, L., 2001. Základy moderní výživy prasat. Česká zemědělská Univerzita v Praze. Praha. 116s. ISBN 80-213-0786-2.
- 9) Kudrna, V. 2004. Zušlechtění krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a produkční účinnosti. [online]. Praha. [citováno 1. března 2013]. Dostupné z <<http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/Studie%20Kudrna-Zuslechteni%20krmiv.pdf>>.
- 10) Laurien, P., Sijander-Rasi, H., Karhunen, J., Alaviuhkola, T., Nas, M., Tuppi, K. 2000. Effects of different grinding methods and particle size of barley and wheat on pig performance and digestibility. p16. Agricultural Research Centre, Animal Production Research, FIN-31600 Jokioinen, Finland.

- 11) Lewis, A. J., Southern, L. L. 2001. Swine Nutrition. Second Edition. CRC Press. Boca Raton. Florida. 1032p. ISBN-13: 978-1-4200-4184-2.
- 12) Maloun, J., 2001. Technická zařízení a hlavní procesy při výrobě krmiv. PowerPrint. Praha. 204s. ISBN 80-213-0783-8.
- 13) McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. 2010. ANIMAL NUTRITION Seventh Edition. Benjamin Cummings. San Francisco. 712p. ISBN-13: 978-1408204238.
- 14) Patience, J. F., Thacker, P. A., de Lange, C. F. M. 1995. SWINE NUTRITION GUIDE 2nd edition. Prairie Swine Centre Inc. Saskatoon. 271p. ISBN: 0-9698426-1-9.
- 15) Pecher, H. P. 2000. Jemnost šrotu – ukazatel kvality. Úspěch ve stáji. 3/2000. 16s.
- 16) Šimeček, K., Zeman, L., Heger, J. 1995. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata. ČAZV KVHZ Pohořelice. 103 s. ISBN 80- 901598-4-2.
- 17) Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2009. Základy chovu prasat. PowerPrint. Praha. 182s. ISBN 978-80-904011-2-9.
- 18) West, H. 2015. Evaluation of Particle Size Impact on Small Farm Economic Viability. Southern Illinois University Carbondale. Honors Theses. 6p. Dostupné z: <  
[http://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1407&context=uhp\\_theses](http://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1407&context=uhp_theses) >.
- 19) Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press. Praha. 360 s. ISBN 80-86726-17-7.
- 20) Zeman, L., Šimeček, K., Krása, A., Šimek, M., Lossmann, J., Třináctý, J., Rudolfová, Š., Veselý, P., Háp, I., Doležal, P., Kráčmar, S., Tvrzník, P., Michele, P., Zemanová, D., Šiske, V. 1995. Katalog krmiv. VÚVZ Pohořelice. 465 s. ISBN 80-901598-3-4.