

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technologické úpravy krmiv

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.

Autor bakalářské práce: Petr Šenkypl

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr ŠENKYPL**
Osobní číslo: **Z15075**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Technologické úpravy krmiv**
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických věd**

Zásady pro vypracování:

Současná výroba krmiv umožňuje využívat technologické úpravy, které pozitivně ovlivňují nejen stravitelnost, ale i celkovou nutriční hodnotu zpracovaných krmných surovin.

Možnosti použití různých tepelných úprav umožňuje výrobcům také výrazné rozšíření sortimentu výroby speciálních krmných směsí.

Cílem bakalářské práce je literární studie úprav krmiv a jejich možné využití ve výživě hospodářských zvířat. V literárním přehledu se zaměřte především na význam úprav krmných surovin a možnosti jejich využití ve výživě hospodářských zvířat. Charakterizujte technologii úprav krmiv, metody fyzikální, termické, chemické, biologické a kombinované. Dále se věnujte vlivu tepelných úprav na živiny. V závěru formuluje současné efektivní možnosti úprav krmných surovin a jejich využití ve výživě hospodářských zvířat.

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Barnes, R. 2000. Why the American Soybean Association supports transgenic soybeans.

Society of Chemical Industry, 56,7,580-583

Duda, J., Křížová, P. 2010. Analýza odborného prostředí výroby průmyslových krmiv. Acta of Mendel University of agriculture and forestry, Brno, sv. LVIII, č.6., s. 103-109

Neves, C.,A. et al. 2007. Intake, digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with lignosulfonate. Animal Feed Science and Technology, 134, 33-44

Třináctý, J. a kol. 2013. Hodnocení krmiv pro dojnice. Pohořelice: AgroDigest, 590s.

Zeman, L., Doležal, P., Horký, P. 2014. Vliv termických úprav krmiv na jeho kvalitu. Krmivářství. 2014, č. 1.

Zeman, L. et al. 1995. Katalog krmiv. VČVZ Pohořelice, 1995. ISBN 80-901598-3-4.


Odborné a vědecké časopisy; databáze přístupné na internetu

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.


Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: 22. března 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2018


prof. Ing. Miroslav Šedý, CSc., dr. I. o.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Mlýnská 1592/1, 370 01 České Budějovice


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. března 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uváděné v přehledu použité literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 9. dubna 2019

.....

Petr Šenkýpl

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu doc. Ing. Františku Ládovi, CSc., za odborné vedení, užitečné rady a trpělivost při tvorbě mé bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje možnosti úpravy krmiv, které představují důležitý krok ve výživě hospodářských zvířat. Hlavní důraz je kladen na technologie úpravy krmiv a jejich využití v chovech hospodářských zvířat. V současné době jsou atraktivním odvětvím úprav krmiv zejména úpravy termické. Tyto úpravy představují významný vliv na ekonomiku chovu a kvalitu krmiva. V bakalářské práci je dále popsán vliv úprav na kvalitu krmiva, především pak na obsah nutričních a antinutričních faktorů, chutnost krmiv a jejich vhodnost pro jednotlivé skupiny hospodářských zvířat.

Klíčová slova

Krmiva, úprava krmiv, tepelná úprava, antinutriční faktory, extruze

Abstract

This bachelor work describes methods of animal feed processing which represent an important step in animal feed. Emphasis is put on the description of feed processing technologies and their use in animal feed. Nowadays, thermal feed processing methods play a crucial role among feed processing methods. Thermal feed processing methods can significantly influence the economy of the farming practice and quality of the feed. Furthermore, the bachelor work describes the influence of the feed processing on the quality of feed, primarily on the content of nutritional and antinutritional factors, feed palatability and its suitability for particular groups of livestock.

Keywords

Feed, feed processing, thermal processing, antinutrition factors, extrusion

Obsah

1	Úvod a cíl práce	8
2	Úpravy mechanické.....	8
3	Úpravy chemické	11
4	Úpravy biologické.....	13
5	Úpravy termické.....	16
5.1	Vaření a paření.....	19
5.2	Extruze.....	20
5.2.1	Suchá extruze	23
5.2.2	Mokrá extruze	23
5.3	Expandace	25
5.4	Toastování.....	26
5.5	Pufování.....	26
5.6	Vločkování	27
5.7	Granulace.....	28
5.8	Briketování	29
5.9	Peletování	29
5.10	Sušení	30
5.11	Mikronizace.....	33
6	Shrnutí.....	33
7	Seznam literatury	35

1 Úvod a cíl práce

Úpravy krmiv jsou procesy, které mají za následek zvýšení výživné hodnoty krmiv, zlepšuje se jejich chutnost, odstraňují se antinutriční faktory. Takové úpravy mají přímý dopad na rentabilitu chovů, protože se díky nim mohou zkrmovat krmiva, která by se jinak zkrmovat nemohla anebo jen v omezeném množství. Dále je významnou výhodou úplné odstranění či alespoň snížení počtu patogenních mikroorganismů přítomných v krmivech, což působí jako prevence šíření nákaz. V neposlední řadě se díky úpravám usnadňuje manipulace s krmivy a zlepšuje se jejich skladovatelnost. V bakalářské práci jsou úpravy rozděleny na úpravy mechanické, biologické, chemické a termické, avšak mnohé úpravy jsou spíše kombinací technologických postupů, což by mělo za následek vznik skupiny kombinovaných krmiv. Proto jsou úpravy rozděleny podle převažující technologie. Technologické postupy při úpravách krmiv procházejí neustálým vývojem a jsou tedy zkoušeny nové postupy a zkoumány výsledky těchto pokusů.

Cílem bakalářské práce je popsat v literárním přehledu úpravy krmiv a jejich využití ve výživě hospodářských zvířat. Zaměřit se na současné technologie úpravy krmiv, včetně vlivu tepelných úprav na živiny a vyhodnotit jejich vhodné využití pro jednotlivé druhy a kategorie hospodářských zvířat.

2 Úpravy mechanické

Mechanické úpravy využívají mechanických vlivů za účelem zlepšení chutnosti a zvýšení příjmu krmiva, zvýšení stravitelnosti živin, odstranění, resp. snížení škodlivých faktorů krmiv (antinutričních faktorů), snížení ztrát při krmení, zlepšení promíchání krmiv, zvýšení biologické hodnoty krmiv, zlepšení zdravotní nezávadnosti a prodloužení skladovatelnosti (Třináctý 2013).

Praní

Pravděpodobně nejjednodušší mechanickou úpravou je praní. Této úpravě podléhají zejména krmné okopaniny, které se musí zkrmovat prosté nečistot (hlína) a cizích příměsí, které mohou zapříčinit vznik zdravotních problémů zvířat (Dušek et al., 2007). Vyskočil et al. (2008) například stanovuje u krmné řepy maximální znečištění hlínou do 5 %.

Řezání

Řezání se využívá zejména u píce s dlouhými lodyhami a stébly, případně u sena a slámy. Řezané krmivo je zvířaty lépe přežvýkáno a prosliněno, čímž je zajištěno lepší trávení. Další výhodou je, že řezanou píci lze lépe mísit s jinými krmivy (Kudrna, 2004). Pro přežvýkavce je vhodné mít kousky píce delší než 4 cm, přičemž k neefektivnějšímu využití vlákniny dochází již při částicích krmiva delších než 0,6 cm (Hulsen, 2011). Dostatek vlákniny je přitom nutný k udržení optimálního pH v bachoru. Podle Kudrny (2004) se důsledkem nízkého pH pozměňuje poměr produktů bachorové fermentace (octan/propionát), což má za následek velmi nízkou tučnost mléka krav a potenciální ekonomické ztráty.

Mačkání

Mačkáním obilovin dochází k rozmělnění vnitřního obsahu zrna při zachování obalové slupky. Mačkání přináší četné výhody, mezi které patří: vyšší celistvost v porovnání se šrotem; zvýšená kvalita bobtnání; zvýšení absorpční schopnosti a lepší štěpení látek než u neupraveného zrna (Maleř, 1996). Mačkáním se v porovnání se šrotováním snižuje degradovatelnost škrobu v bachoru přežvýkavců, což je z energetického hlediska výhodnější, protože trávení škrobu v tenkém střevě je efektivnější než trávení v bachoru (Třináctý 2013). Jak uvádí Jullian et al. (2006) stravitelnost škrobu ve výživě koní vlivem úpravy krmiv kolísá od 20 do 90 %. Samotnou technologii mačkání popisuje Kudrna (2004). Jedná se o mačkadla skládající se ze dvou hladkých protichůdných válců, které se otáčejí stejnou rychlostí. Zrno, padající mezi ně je rozmačkáváno. Mačkání obilovin je využíváno ve výživě různých druhů a kategorií hospodářských zvířat. Dušek et al. (2007) hodnotí mačkaný oves jako tradiční jaderné krmivo v krmných dávkách koní. Kudrna (2004) doporučuje zařadit do krmné dávky pro prasata mačkanou pšenici a dále doporučuje využívat mačkané obiloviny pro přežvýkavce, protože dochází k pomalejší fermentaci v předžaludcích oproti šrotovaným krmivům. Fantová et al. (2010) potvrzuje vhodnost zařazení mačkaného ovsa do krmné dávky koz.

Loupání

Loupání je úpravou, která spočívá v metání semen proti smirkovému plášti, rotujícímu brusnému kotouči nebo plášti z děrovaného plechu. Nárazy i třením navzájem se plod

zbavuje prachu, osin, oplodí apod. Negativním faktorem je možnost porušení osemení, obnažení endospermu a tvorba zlomků (Kudrna, 2004). Homolka a Kudrna (2006) uvádí vliv loupání na omezení množství chinolizidinových alkaloidů obsažených například v semenu lupiny. Některé odrůdy lupiny vykazují po odslupkování množství proteinu srovnatelné se sójou.

Krouhání

Krouhání je úpravou krmných okopanin. Před samotným krouháním obvykle předchází čištění (Fantová et al., 2010). Podle Duška et al. (2007) je typickou okopaninou, která se zkrmuje krouháním, krmná řepa. Takové krmivo se zařazuje do krmné dávky koní v množství až 5 kg na kus a den. Vyšší množství okopanin působí na koně laxativně. Fantová et al. (2010) zařazuje mezi krouhané okopaniny i krmnou mrkev nebo brambory. Vyskočil et al. (2008) zastává názor, že lze krouháním řepy předejít otlakům dásní, avšak nevýhodou krouhané řepy je její špatná skladovatelnost (spotřeba do 6 hodin.). Značné riziko představuje namrzlá řepa, která obsahuje dusičnany, jejichž zvýšený obsah působí potíže především u skotu.

Štípání

Štípáním se zpravidla upravuje sláma obilovin. Při této úpravě jsou stébla podélně rozštípnuta na délku částic zhruba 5 cm. Výhodami štípání jsou zlepšení manipulace, ať už pneumatické či mechanické, a zlepšení savých schopností slámy díky zvětšení povrchu takto upravených částic. Sláma podléhající této úpravě je vhodná k použití ve výrobě tvarovaných krmiv (Kudrna, 2004).

Šrotování

Hlavními výhodami šrotování je lepší příjem, proslinění a rozžvýkání krmiva zvířaty. Dále se zvyšuje chutnost krmiv a v některých případech i stravitelnost (Kudrna, 2004). Mleté krmivo je obvykle levnější než granulované, ale obsahuje velký podíl balastních látek většinou v drobných nezemletých kouscích a jemný, mouce podobný materiál, který vzniká mletím (Drowns, 2012). Stupeň šrotování se odvíjí od druhu krmiva a požadavků zvířat (druh, kategorie, stáří...). Touto úpravou se běžně upravují obiloviny, luštěniny, seno, sláma, horkovzdušné úsušky, zbytky olejnářského průmyslu a další krmiva. Zvýšenou pozornost vyžadují krmiva, která obsahují vyšší množství

tuku, díky kterému rychleji podléhají zkáze. Šrotování je základní operací při výrobě krmných směsí (Kudrna, 2004). Vyskočil et al. (2008) udává, že využitelnost organických živin se šrotováním zvyšuje až o 10 %, zatímco Dušek et al. (2007) tvrdí, že jde až o 16 %. Vyskočil et al. (2008) shledává význam jemného šrotování zejména u zrnin s vyšším obsahem vlákniny a to zejména pokud mají být tyto zrniny součástí krmné směsi.

Podle velikosti částic je možno rozdělit šrot do tří skupin (Maleř, 1996):

- 1) Hrubý šrot (velikost částic 1,8 až 2,6 mm) je vhodný pro dospělý skot a ovce
- 2) Střední šrot (velikost částic 1,0 až 1,8 mm) je vhodný pro telata a jehňata
- 3) Jemný šrot (velikost částic 0,2 až 1,0 mm) je vhodný pro prasata

Technologie šrotování je možné rozdělit na válcové a kladívkové stroje. Válcové šrotování spočívá v nízkootáčkovém drcení mezi plochami válců. Kladívkový systém je vysokoobrátkový a dochází v něm k tištění obilek v komoře úderového mlýna. Válcové šrotování je podle Vopálky (2015) zhruba o 50 % energeticky úspornější, což může v chovech drůbeže znamenat až 70% úsporu nákladů za energii vynaloženou na úpravu krmiv. Rozdíly jsou i mezi surovinami. Například při stejné hrubosti šrotu uspoří válcový stroj na pšenici 43 % a na ječmeni 73 % energie proti kladívkovému.

3 Úpravy chemické

Chemické úpravy krmiv jsou takové, kdy jsou krmiva vystavena působení chemických látek. Výsledkem chemické úpravy krmiv je zejména snížení nebo odstranění antinutričních faktorů krmiv (Homolka a Kudrna, 2006).

Jako příklad účinku chemické úpravy krmiv můžeme uvést práci věnující se extrakci proteinů ze lněného semene a eliminaci antinutričních faktorů (HuiGuang a ShaoJun, 2018). Extrakce probíhala při pH 9,5; při extrakční teplotě 35 °C; po dobu 90 minut. Po extrakci byl obsah proteinů z původní sušiny 84,32 %. Obsah kyanogenních glykosidů byl snížen z 58,41 mg/kg na 4,50 mg/kg, tedy o 92,30 %. Obsah kyseliny fytové byl snížen z obsahu 24,10 mg/g na 4,22 mg/g, tedy o 82,49 %. Uvedený postup je ukázkou, že z lněného semene lze získat produkt s vysokým obsahem bílkovin a relativně nízkým obsahem nežádoucích kyanogenních glykosidů a kyseliny fytové.

Louhování

Louhování obilí – jedná se o technologii, při níž se vlhké zrna zkrmuje celé, mechanicky se neupravuje ani před skladováním ani po něm. Při smíchání louhu (nejlépe sodného) se zrnem a vodou dojde k reakci, při níž vnější obaly zrna popraskají, u kukuřičných zrn se navíc na povrchu vysráží škrob v podobě bílého povlaku. Popisované ošetření způsobuje nejen narušení povrchových obalů zrna, ale i nabobtnání škrobových granul, takže škrobový endosperm je snáze dostupný pro bachorové mikroorganismy a enzymy (Berger et al. citováno v Kudrna, 2004).

Čpavkování

Čpavkování je další chemickou úpravou, která spočívá v obohacení krmiv chudých na bílkoviny o dusíkaté látky pomocí čpavku. Bachorové bakterie přežvýkavců dokáží využít dusík nebílkovinných dusíkatých látek, tedy i čpavku, pro syntézu kvalitní mikrobiální bílkoviny (Kudrna, 2004). Třináctý et al. (2015) považují za hlavní zdroj neproteinových dusíkatých látek močovinu, jejíž metabolismus je fyziologicky nejvýhodnější, neboť je přirozenou součástí slin přežvýkavců, neovlivňuje tolik chutnost krmiv a vykazuje menší toxicitu. Močovina se v bachoru rozkládá na amoniak, který při vysokých dávkách působí zdravotní rizika. Podle Baumont et al. (2000) je ovšem přidání močoviny ve výživě ovcí a koz na úkor chutnosti a může se negativně projevit snížením množství takto upraveného krmiva. Kalač a Míka (1997) považují za hlavní toxickou látku 4 – methylimidazol. Obsah této látky ve čpavkované píce lze použít jako indikátor potenciální toxicity. Těmto obtížím lze předejít postupným návykem na amoniak. Doporučený je příjem čpavkované píce v maximální výši 100 g denně pro dospělé skot a současné zkrmování krmiv s dostatečným podílem rychle dostupné energie, zejména obilovin (Třináctý et al., 2015).

Vlhčení a máčení

Vlhčení a máčení se používá u jemně šrotovaných, mletých koncentrovaných krmiv nebo u celých zrn obilovin. Šrotovaná či mletá krmiva nejsou díky vlhčení prašná a tím dochází k omezení ztrát rozprášením. Dále je snížen nepříznivý vliv vdechování moučných částic na zdravotní stav zvířat. Máčení celých zrnin se provádí kvůli následnému nakličování anebo jako první krok další technologické úpravy zrnin. Potrava se nemá nadměrně vlhčit (tzv. šlichty), protože se snižuje její využití,

organismus se přetěžuje vodou, snižují se přírůstky, zhoršuje se kvalita masa a ostatních produktů. Příliš vodnatá krmiva snadno podléhají zkáze. Především prasata přijímají zvlhčeného krmiva větší množství. Stravitelnost živin se ovlhčováním nemění (Kudrna, 2004).

Účinek máčení může být demonstrován na příkladu luštěnin, kde namáčení způsobilo snížení obsahu kyseliny fytové o 42,82-48,91 % a snížení trypsinového inhibiru o 10,22-19,85 %. To může být způsobeno skutečností, že kyselina fytová je v sušených luštěninách obsažena ve formě soli rozpustné ve vodě a máčení tedy vedlo k jejímu vyplavení. Máčení probíhalo v pokojové teplotě po dobu, než semena dosáhla maximální hmotnosti, což v závislosti na druhu luštěniny trvalo 18-22 hodin (Khattab a Arntfield, 2009).

4 Úpravy biologické

Biologická úprava krmiv zvyšuje nejen chutnost krmiv a jejich přijímání zvířaty, ale zároveň se krmiva i obohacují mnoha velmi hodnotnými živinami (kvasniční bílkovina a vitaminy skupiny B), které ovlivňují míru užítkovosti a zlepšují zdravotní stav zvířat (Kudrna, 2004).

Silážování

Fantová et al. (2010) popisuje siláž jako fermentované šťavnaté krmivo konzervované kyselinami vznikajícími činností bakterií. Fermentování je metodou při níž se krmivo podrobuje činnosti kvasnic či enzymů, které jsou dnes využívány častěji (Zeman, 2005). Výsledek fermentačního procesu ovlivňují i další faktory, jako je typ fermentoru, technologie sklizně, klimatické podmínky atd. (Mičan, 2010). Z lehce rozpustných sacharidů při silážování vznikají organické kyseliny, z nich největší význam má kyselina mléčná. Má příznivý vliv na průběh trávení, neboť potlačuje rozvoj patogenních organismů a aktivuje činnost trávících šťáv (Fantová et al, 2010). Kudrna et al. (1998) uvádí, že senáž je adekvátním názvem pro siláž vzniklou po předchozím zavadnutí.

Podle Fantové et al. (2010) lze technologii silážování rozdělit na:

- siláž z čerstvé píče s obsahem sušiny okolo 30 % a pH 3,5 až 4,2;
- siláž ze zavadlé píče (senáž) s obsahem sušiny od 35 do 45 % a pH 4,6 až 5,2.

Zdravotními riziky zkrmování siláží jsou případné acidózy, které jsou způsobeny vysokým příjmem kyseliny mléčné ze siláží. Dalším rizikem je výskyt ketóz, které jsou způsobeny především zkrmováním nekvalitních siláží s vysokým obsahem kyselin máselné a octové (Kalač a Míka, 1997). Scudamore a Livesey (1998) se domnívají, že siláže i senáže mohou být významným zdrojem plísní.

Zjistilo se, že fermentace obilovin a luštěnin způsobuje značné snížení obsahu fytátu (Khatab a Arntfield, 2009). Gustafsson a Sandberg (1995) zjistili, že fermentace předem namočených suchých fazolí (*P. vulgaris* L.) po dobu 48 hodin bez přidání počáteční kultury, způsobilo 68% snížení obsahu kyseliny fytové. Fermentace měla dále vliv i na snížení inhibitoru trypsinu o 38,00-47,11 % v různých vzorcích luštěnin (Khatab a Arntfield, 2009).

Kukuřičná siláž – nejvhodnější obsah sušiny při sklizni je mezi 28 až 34 %, avšak Hanina (2019) uvádí, že hmota do sušiny okolo 50 % se ještě dá efektivně a úspěšně zakonzervovat. Délka řezanky při sušině mezi 32 až 34 % se doporučuje dlouhá 6-8 mm, při sušině pod 30 % by měla být 15–20 mm. Kukuřičná siláž se řadí mezi lehce stravitelná krmiva s nízkým obsahem degradovatelných N-látek. Jestliže krmíme kukuřičnou siláž s vyšším obsahem sušiny, dostává se větší podíl škrobu do tenkého střeva, což je efektivnější a příznivější pro vlastní využití sacharidů. Zkrmování vyššího množství než 15 kg na kus a den je u dojených krav v druhé třetině laktace nežádoucí, protože může způsobovat tučnění zvířat (Vyskočil et al., 2008). Siláž ve výživě koní nemá v našich podmínkách tradici s výjimkou těžkých tažných koní. Doporučenou denní dávkou je množství maximálně 12 kg na kus a den (Dušek et al., 2007). Dalšími způsoby využití kukuřice při silážování jsou způsoby siláže z dělené sklizně kukuřice. Tímto tématem se podrobněji zabývá Vyskočil et al. (2008). Siláže z dělené sklizně rozděluje na kukuřici CCM (corn cob mic – směs zrna a vřetene) a kukuřici LKS (Liesch Kolben Schrott – drť kukuřičných palic s listy), dále popisuje silážovanou drť GPS – siláž z celých obilnin a luskovin. V tabulce č. 1 Třináctý (2013) uvádí degradovatelnost škrobu v různých krmivech včetně dělené sklizně kukuřice.

Tabulka č. 1 - bachorová degradovatelnost škrobu obilovin (%) (Třináctý 2013)

Krmivo	KS	LKS	CCM	GPS	Suché zrno		
					Kukuřice	Pšenice	Oves
Sušina	33,9	61,4	70,8	37,2	88	88	87
Degradace škrobu (za 12 hod)	45,94	45,25	40,39	87,75	50-60	90-95	88

KS- kukuřičná siláž, LKS – pošrotované olistěné palice včetně vřeten, CCM – pošrotovaná směs palic s vřeteny bez listenů, GPS – silážovaná drť celých obilovin.

Vojtěškové a jetelové siláže jsou podle Vyskočila et al. (2008) hlavními zdroji bílkovinných krmiv pro přežvýkavce. Jsou obtížně silážovatelné díky nízkému obsahu dusíkatých látek, nízké pufrační kapacitě a nízkému obsahu zkvasitelných cukrů. Doporučuje se zavadnutí porostu na obsah sušiny okolo 40 – 45 % u vojtěšky, na 35 – 45 % u jetelů. Skotu se takové siláže zkrmují v množství 2 – 3 kg denně na 100 kg živé hmotnosti.

Fermentací sójové moučky se zabývá ve své práci Jazi et al. (2018) (tabulka č. 2.)

Tabulka č. 2 - vliv fermentace na nutriční hodnoty v sušině sójové moučky (Jazi et al., 2018)

Sledovaný parametr	Sójová moučka	
	Před fermentací	Po fermentaci
pH	5,92	3,84
Kyselina mléčná (mmol/kg)	21,38	172,78
Sušina (%)	91,64	84,55
Hrubý protein (%)	44,03	47,61
Hrubá vláknina (%)	7,31	5,04
Popeloviny (%)	6,26	6,34
Kyselina fytová (g/100 g)	0,63	0,17
Inhibitor trypsinu (mg/g)	2,85	0,62
β-conglycinin (mg/g)	59,62	32,98
Glycinin (mg/g)	76,61	28,26

Nakličování

Nakličování zrnin zabezpečuje živočichům, hlavně drůbeži, v období vegetačního klidu krmivo, bohaté na vitaminy, stopové prvky a specificky účinné látky (Kudrna, 2004).

Droždování

Cílem droždováním je zušlechtnění krmiva aplikací kvasnic. Droždují se především jadrná krmiva a z objemných krmiv pak hlavně sláma. Doporučuje se takto upravená krmiva zkrmovat pouze 1x denně, neboť při častějším zkrmování může u zvířat vzniknout nechutenství a trávící deprese (Kudrna, 2004). Vais (2002) uvádí, že jsou kvasnice hodnotným proteinovým krmivem s příznivým obsahem aminokyselin (methionin, lysin, treonin), dále obsahují vitamíny skupiny B. Stravitelnost bílkovin se udává až okolo 92 %. Homolka a Kudrna (2006) prezentují krmné kvasnice jako krmivo vhodné pro všechny druhy hospodářských zvířat. Hlavními odběrateli jsou především chovatelé prasat a drůbeže.

5 Úpravy termické

Význam termické úpravy krmiv

Nejběžnějším důvodem, který omezuje používání některých surovin jako krmivo pro zvířata, zejména luštěnin, je přítomnost antinutričních faktorů jako jsou inhibitory trávení, toxiny a další látky. Tyto faktory lze tepelnou úpravou odstranit nebo eliminovat. Další výhodou tepelně upravených krmiv je možné zchutnění, zlepšení skladovatelnosti apod. (Levic a Sredanovic, 2010).

Třináctý (2013) popisují pozitivní účinky tepelných úprav. Pro monogastry je díky denaturaci bílkovin zvýšena jejich stravitelnost, zatímco pro přežvýkavce dochází tepelnými úpravami ke zvýšení tzv. by-pass proteinu, tedy proteinu který není degradován v bachoru ale ve střevech. U škrobu probíhá želatinizace (mazovatění) zajišťující lepší dostupnost pro trávící enzymy. Zmazovatěný škrob navíc působí jako přirozené pojivo. V případě tuků je pozitivním důsledkem uvolnění oleje z buněk a inaktivace lipolytických enzymů, které mají negativní vliv na trvanlivost produktů. Vlákna je tepelnými úpravami rozrušována na lépe stravitelné polysacharidy. Dle

Zemana (2006) je důležité, že je většina antikokcidik, antibiotik a probiotik vůči tepelné úpravě relativně odolná. Krátkodobé působení vyšších teplot (140 – 160 °C) napomáhá eliminaci některých faktorů omezujících využití živin (silice, terpeny, glukosinoláty, alkylresorcinoly v žitných otrubách apod.). *Salmonella spp.*, častý původce bakteriální gastroenteritidy, je při teplotě 80 °C ničena z 99 %.

Ačkoliv se může zdát, že mají tepelné úpravy pouze pozitivní vliv na krmiva, Třináctý (2013) popisuje i negativní vlivy. Při expozicích vyšším teplotám může docházet k tepelnému rozkladu aminokyselin (teplotně labilní jsou především lysin a cystein) a snížení jejich dostupnosti v důsledku Maillardovy reakce. V případě škrobu dochází k tvorbě komplexů amylózy a mastných kyselin, u tuku probíhá oxidace lipidů a chuťových látek a lze zaznamenat také rozklad některých vitamínů. Dle Zemana et al., (2006) jsou enzymy k působení vyšších teplot relativně náchylné, u fytázy dochází ke ztrátám už při teplotách nad 70 °C, u karbohydráz (např. amyláza) při 80 °C.

Při tepelné úpravě krmiv dochází ke ztrátám řady nutričně významných látek, zejména vitamínů a esenciálních aminokyselin. Dále mohou těmito úpravami vznikat škodlivé látky. Při teplotě nad 60 °C probíhá značně rychle neenzymové hnědnutí sacharidů známé též jako Maillardova reakce. Při této reakci vznikají jako konečný produkt tmavé melanoidiny, které nejsou fyziologicky účinné na rozdíl od meziproductů této reakce – premelanoidinů. Tato skupina látek vyvolává pokles reprodukce, hypertrofii jater či zhoršení celkového zdravotního stavu. Tyto procesy lze omezit zejména prevencí samozahřívání siláží ze zavadlé píce nebo nedostatečně usušeného sena (Kalač a Míka, 1997).

V souvislosti s tepelnými úpravami krmiv lze antinutriční látky podle Třináctého et al., (2013) rozdělit na:

- termolabilní (inhibitory proteáz, ureáza, lektiny)
- částečně termolabilní (glukosinoláty)
- termostabilní (kyselina eruková, gossypol, kanogenní glykosidy)

Tepelné úpravy krmiv mají vliv na eliminaci zejména termolabilních a částečně termolabilních antinutričních látek. Například inhibitor trypsinu a chymotrypsinu, který podle Třináctého et al. (2013) patří mezi inhibitory proteáz, lze efektivně omezit nebo odstranit zahřátím. Tento tzv. antitrypsinový faktor je zejména obsažen v sóji a

luskovinách (hrách, bob). Dle Zemana et al. (2006) představují inhibitory proteáz problém zejména u nepřežvýkavých zvířat. U krmiv pro prasata se doporučuje používat teplotu do 120 °C, u krmiv pro skot je to 130 až 140 °C. Z tohoto důvodu může být krmivo pro monogastry nedostatečně ošetřeno. Naproti tomu na inaktivaci enzymu ureázy u sóji postačuje dle Rackise et al. (1986) asi 70 % energie potřebné k inaktivaci inhibitoru trypsinu. Lektiny u sóji vykazují obdobnou termostabilitu jako ureáza, dle Petrese et al. (1990) je k jejich inaktivaci potřeba také 70 % energie využitě k inaktivaci inhibitoru trypsinu. Třináctý (2013) tvrdí, že aktivita inhibitoru trypsinu má zásadnější vliv na užitkovost zvířat než působení ureázy či lektinů, proto je obsah inhibitorů proteáz ukazatelem kvality tepelné úpravy u krmiv především pro nepřežvýkavá zvířata. Podle Tripathi a Mishra (2007) může mikronizace (195 °C, 90 s.) snížit obsah glukosinolátů v řepce o 37 %, suchá extruze o 43 % a jako nejefektivnější se jeví mokrá extruze s přidavkem amoniaku (při 150 °C), u které byl zaznamenán úbytek glukosinolátů až o 67 %. Razantnější tepelné ošetření by na druhé straně vedlo ke znehodnocení proteinu krmiva, především pro nepřežvýkavá zvířata.

Termické úpravy lze rozdělit dle postupů do 2 skupin (Kudrna, 2004):

a) suchý proces – sušení, extruze, mikronizace, expandace, mikrovlnný ohřev, ozařování, toastování, granulace a další,

b) mokrá proces – extruze, granulace, napařování (paření), vločkování apod.

Jako stručný popis některých termických úprav může sloužit tabulka č. 3 (Kudrna, 2004). Vlivem některých tepelných úprav na vybrané antinutriční látky se zabývají Levic a Sredanovic (2010) (tabulka č. 4).

Tabulka č. 3 - charakteristiky vybraných způsobů tepelných úprav (Kudrna, 2004)

Proces	Teplota (°C)	Maxim. tlak (MPa)	Vlhkost (%)	Maxim. podíl tuku (%)	Mazovatění škrobu (%)
Granulace	60 – 100	ND	12 – 18	12	15 – 30
Expandace/granulace	90 – 130	3,5 – 4,0	12 – 18	12	20 – 55
Suchá extruze	110 – 14	4,0 – 6,5	12 – 18	12 ++	60 – 90
Jednošnekový extrudér	80 – 140	1,5 – 3,0	15 – 35	22	80 – 100
Dvoušnekový extrudér	60 – 160	1,5 – 4,0	10 – 45	27	80 – 100
++ suchá extruze se úspěšně používá i pro plnotučnou sóju (18 až 20 % tuku)					
ND – neuvedeno					

Tabulka č. 4 - vliv některých tepelných úprav na vybrané antinutriční látky (Levic a Sredanovic, 2010):

Tepelná úprava	Inaktivace	
	Inhibitor trypsinu (%)	Aktivita lektinu (%)
Vaření (100 °C, >15 min)	65-97	90-100
Tlakové vaření (121 °C, >15 min)	85-100	99-100
Pražení (různá teplota a čas)	54-82	85-99
Extruze (145 °C, >16s)	78-98	93-98

5.1 Vaření a paření

Vaření a paření jsou úpravy, které zchutňují krmiva (brambory, řepa aj.), což vede ke zvýšení množství krmiva přijatého zvířaty. Těmito úpravami lze upravit krmiva, která

by bez povaření nebylo možné zkrmovat vůbec (kuchyňské odpady, čerstvé kvasnice). Vařením se například eliminuje solanin (v bramborách), nepříjemný zápach, ničí se mikroorganismy a škůdci krmiv. Např. lněné semeno se vaří z dietetických důvodů. Vařená či pařená krmiva rychle podléhají zkáze a proto není možné jejich uskladnění (Kudrna, 2004). Fantová et al. (2010) tvrdí, že propařením nebo vařením lze potlačit hořkost luskovin. Hamid et al. (2017) uvádějí, že vaření je vhodnou úpravou pro luskoviny, například hrách, protože při něm dochází ke značné inaktivaci lektinů a inhibitorů proteáz. Maidala et al. (2013) uvádí pokus, při němž byly sójové boby udržovány 30 minut ve vroucí vodě, což mělo za následek snížení inhibitoru trypsinu o 85,70 %, kyseliny fytové o 20,87 % a taninů o 26,52 %.

Bob je obvykle zkrmován hydrotermicky upravený (napařovaný, vločkovaný nebo mikronizovaný) pro zvýšení stravitelnosti. Boby obsahují celou řadu antinutričních látek jako jsou například lektiny. Fenolické látky jsou důvodem nahořklé chuti bobu. Bob zařazujeme do krmných směsí pro prasata nad 50 kg a pro skot. Pro koně je bob vhodným bílkovinným krmivem. Používá se na doplnění krmné dávky v období těžké práce a u koní sešlých, ve špatném výživném stavu. Vysoké dávky působí nadýmavě a obstipačně (Vyskočil et al., 2008).

Len se zkrmuje pro příznivé dietetické vlastnosti a vysokou stravitelnost. Hlenovité látky ve slupce semene v teplé vodě nabobtnávají a mají příznivý dietetický účinek. Podává se v malých dávkách (celkem do 1 kg) klisnám před porodem a v první fázi laktace, koním v tréninku, vyčerpaným a oslabeným (Dušek et al., 2007).

Upravené brambory jsou vhodné krmivo pro prasata (pařené, vařené, silážované) a pro skot (syrové, pařené, silážované). Výživná hodnota je závislá na obsahu škrobu v hlízách (15 – 20 % dle odrůdy). Jsou významné i pro vysoký obsah vitamínů skupiny B a C. Brambory jsou sacharidovým krmivem. Pařené brambory se používají pro výkrm býků nebo prasat. Před vlastním zkrmováním uskladněných brambor je nezbytné věnovat zvýšenou pozornost posouzení jejich kvality (Vyskočil et al., 2008).

5.2 Extruze

Extruze (protlačování) patří mezi tzv. HTST (high temperature – short time) metody tepelných úprav, které jsou založeny na použití vysokých teplot (Levic a Sredanovic

(2010) uvádí až 200 °C) po velmi krátkou dobu (většinou kratší než 1 minutu). Extruze je zařazena do obou způsobů tepelné úpravy zrnin (suché i mokré procesy). V principu se jedná o protlačování celého nebo šrotovaného zrna přes matrici o určité velikosti otvorů (nebo může být výstup proti kónusovému kuželu). V případě, že zrno nemá dostatek vlastních tukových složek, je potřeba vyvinout k protlačení přes matrici velký tlak a to je energeticky velmi náročné. Z tohoto důvodu bývá do pracovního válce (se šnekem) zavedeno několik trysek, kterými se dovnitř pod tlakem (asi 200 kPa) vhání ostrá pára (Zeman, 2005). Při suché extruzi je vlhkost zpracovaného materiálu asi 30 %, zatímco při mokré extruzi až 80 % (Levic a Sredanovic, 2010).

Extruze umožňuje odstranit antinutriční látky, zvýšit výživovou hodnotu krmiv, dochází ke sterilaci upravovaného krmiva, k jeho rozmělnění a tvarování. Je ale také nutné samozřejmě počítat s tím, že extrudování vyžaduje zvýšené náklady. Ty tvoří cena energie, cena technologie a její životnost a cena případných náhradních dílů (Žďárský, citováno Ježková, 2015). Kaválek et al. (2018) tvrdí, že vyšší stravitelnost extrudovaných krmiv je dána také pórovitým povrchem, který je vhodnější pro enzymatické trávení v zažívacím traktu. Na sóju se může pohlížet jako na vhodnou rostlinu pro extruzi, neboť je důležitým zdrojem energie a proteinů ve výživě zvířat a extruze eliminuje antinutriční látky, kvůli kterým by jinak mohla být zkrmována jen omezeně (Nikmaram et al., 2015). Masoero et al. (2005) se domnívají, že tepelně upravené, zejména extrudované fazole by mohly být alternativou k sóji, přestože obsahují méně proteinu v sušině. Kaválek (2018) uvádí v tabulce č. 5 vliv extruze na antinutriční faktory. Vavrečka (2005) popisuje v tabulce č. 6 nutriční parametry například extrahovaných šrotů a pokrutin, které můžeme porovnat s tepelně upravenou plnotučnou sójou. Vliv teploty extruze na stravitelnost a degradovatelnost dusíkatých látek (NL) popisuje Nowak et al. (2005) v tabulce č. 7. Rutkowski et al. (2016) se zabývali extruzí semen lupiny ve vztahu k výživě brojlerů. Z jejich výzkumu vyplývá, že nejlepších výsledků dosáhlo zastoupení 10 % takového krmiva v krmné dávce. Toto množství mělo pozitivní vliv na stravitelnost proteinu v krmivu.

Před extruzí se mohou používat prekondicionéry jako příprava před extruzí. V podmínkách atmosférického tlaku se aplikuje voda nebo pára, aby se dosáhlo vlhkosti materiálu 10 až 25 %. Tlakové komory prekondicionérů mohou zajistit vyšší výstupní vlhkost upravovaného materiálu, ale mají také potenciál vyšší destrukce živin

a mají vyšší provozní náklady. U suchých extrudovaných výrobků musí být konečná vlhkost nižší než 10 %, aby se zabránilo růstu plísní a bakterií. Většina krmiv pro hospodářská zvířata je nejlépe zpracována extruzí při vlhkostech mezi 23 – 28 %. Část vlhkosti se ztrácí kvůli rychlému odpaření zahřátého produktu, který vystupuje z matrice a expanduje. Další vlhkost se ztrácí díky odpařovacímu chlazení, protože se produkt ochlazuje při přepravě do sušárny. Pneumatický systém dopravování materiálu z extruderu do vstupu sušičky zajišťuje ztrátu vlhkosti o 1 – 2 % a navíc pomáhají oddělit lepivé výrobky (Rokey et al., 2010).

Tabulka č. 5 - vliv extruze na vybrané antinutriční faktory (Kaválek et al., 2018)

Plodina	Antinutriční faktory	Redukce (%)	Poznámka
Obiloviny (otruby)	Fytáty	54,5	Nejvyšší redukce antinutričních faktorů byla pozorována při vstupní vlhkosti okolo 20 % a teplotě extruze 140 °C
	Polyfenoly	73,4	
	Oxaláty	36,8	
	Inhibitor trypsinu	72,4	
Luskoviny (fazol)	Inhibitor trypsinu	Úplná degradace	Teploty 150; 154; 164; 174 a 178 °C, vstupní vlhkost: 12,3; 14; 18; 22 a 23,7 %, otáčky: 414 l.min ⁻¹
	Alfa amylázy	Úplná degradace	
	Hemaglutininy	Úplná degradace	
Luskoviny (hrách)	Taniny	Částečná redukce	Extruzní teplota 145 °C, vstupní vlhkost 25 %, otáčky: 100 l.min ⁻¹
	Lectiny	Úplná degradace	
	Fytáty	Minim. degradace	
	Inhibitor trypsinu	Úplná degradace	
Lněné semeno	Taniny	61 %	Maximální redukce při otáčkách 96,8 l.min ⁻¹ , teplota bubnu 80 °C a vstupní olejnatosti 40 %.

5.2.1 Suchá extruze

Suchá extruze je proces lisování, resp. mačkání materiálu, spojený s jeho protlačováním působením vysokého tlaku. Suchou extruzí je vhodné upravovat sójové boby, obilniny, luskoviny a olejniny. Cenová výhodnost v praxi spočívá v menší náročnosti na zastavěný prostor a v jednoduchosti linky (bez využití páry). Linka je tvořena jednošnekovým extrudérem a chladicí kolonou. K tepelnému a tlakovému ošetření suroviny dochází v extrudačním válci, ve kterém je sestava silnostěnných šnekovic a těsnících kroužků (omezovačů). Extrudér může být doplněn o řezačku, dávkovače vody a rostlinných olejů. Při použití rostlinných olejů lze docílit extrudátu o výstupní vlhkosti maximálně 14 %. Pro úpravu sójových bobů je nejvhodnější teplota cca 135 °C, pro obiloviny se tato teplota pohybuje kolem 120 – 125 °C, kdy dochází k největšímu zmazovatění škrobu (Kudrna, 2004).

Lád (1998) doporučuje používat řepkové semeno upravené suchou extruzí ve směsi např. s hrachem ve výkrmu prasat. Extrahovaným slunečnicovým (loupaným) šrotem lze kompenzovat nedostatek methioninu v luskovinách.

5.2.2 Mokrú extruze

Mokrú extruze – princip je obdobný jako u suché extruze, avšak u mokré extruze je do pracovního válce vháněna ostrá pára pod tlakem asi 200 kPa. Extrudát má výstupní vlhkost 22-29 % (Kudrna, 2004). Zeman et al. (2005) uvádí, že zahřátí materiálu může probíhat v prostoru extrudéru či v prekondicionéru, kde se i zvlhčí a během 2 – 3 minut, za stálého míchání, se ohřeje na 80 – 95 °C. Dále je posouván pomocí šnekovnice, čímž je materiál opět promícháván, zvyšuje se teplota a tlak. Nakonec je materiál protlačen matricí. Při průchodu matricí se materiál rozpíná a ztrácí až 10 % vlhkosti. K protlačení materiálu přes matrici je třeba vyvinout velký tlak a pokud není v zrně dostatek tuku, vhání se tryskami do pláště extrudéru pára (princip mokré extruze) pod tlakem 0,1 – 0,2 MPa. Materiál zpracovaný mokrou extruzí se musí díky své konečné vlhkosti často sušit.

Prof. Zeman uvedl, že krmení extrudovaným krmivem ve vyplatí zejména v kategorii selat a to v podílu 30 – 35 % všech krmiv, nebo 72 % z podílu krmiv pokud je upravováno hydrotermicky. Pro kojící prasnice se zastoupení extrudovaných krmiv pohybuje okolo 20 % (Zeman, citováno podle Ježková, 2015).

Tabulka č. 6 - nutriční parametry extrahovaných šrotů, pokrutin a sójových produktů
(Vavrečka et al., 2005)

Krmivo	Sušina %	NL g/kg	Tuk g/kg	Vlák. g/kg	Škrob g/kg	Ca g/kg	P g/kg	Lys. g/kg	Met. g/kg
Lněný extrahovaný šrot	90,1	408,4	32,6	110,5	69,8	4,6	11,7	12,7	5,6
Řepkový extrahovaný šrot 00	89,1	371,0	21,0	133,3	60,2	7,9	12,5	19,6	7,2
Řepkové pokrutiny	91,6	309,8	180,8	112,0	51,1	6,5	10,1	15,3	4,9
Slunečnic. extr. šrot loupáný	89,9	445,0	19,0	171,6	35,8	3,9	15,1	15,6	9,1
Slunečnic. extr. šrot. neloupáný	89,3	349,6	13,7	282,4	45,0	6,0	12,4	11,1	6,8
Sójový extr. šrot loupáný	89,0	485,0	11,0	43,0	62,4	3,7	7,5	32,0	7,5
Sójový extr. šrot – neloupáný	89,0	438,0	15,0	220,0	62,0	3,3	6,4	26,8	6,6
Tep. uprav. plnotučná sója	90,0	380,0	ND	65,0	ND	2,0	6,0	27,5	5,4
Sójové výlisky	89,0	420,0	ND	70,0	ND	2,5	6,0	27,0	6,0
Sójový extrahovaný šrot	90,0	440,0	19,0	70,0	52,2	2,5	6,0	29,0	6,5
Sójo-proteinový koncentrát	93,0	680,0	ND	40,0	ND	ND	ND	42,0	9,0
Sójo-proteinový isolát	94,0	880,0	ND	20,0	ND	ND	ND	52,6	10,1
ND - nedefinováno									

Tabulka č. 7 - vliv teploty extruze plnotučné sóji na hodnoty degradovatelnosti a stravitelnosti NL (Nowak et al., 2005)

Parametry	Surová sója	Extrudovaná sója (145 °C)	Extrudovaná sója (155 °C)	Extrudovaná sója (165 °C)
Degradovatelnost (% NL)	71,1	52,2	54,3	45,3
RUP (%)	28,9	47,8	45,7	54,7
Intestinální stravitelnost (% NL)	87,2	89,7	92,0	92,6
Celková stravitelnost (% NL)	96,3	95,1	96,4	96,0

RUP = by-pass protein

5.3 Expandace

Princip expandace spočívá v tom, že se materiál zahřeje (90-130 °C) a protlačuje se štěrbinou vytvořenou škrtícími vložkami a koncovým mezikružím šnekového zařízení a požadované teploty je dosahováno zbrzděním materiálu a třením (Zelenka, citováno podle Ježková, 2015).

Dříve se používala hlavně jako způsob napařování ke sterilaci krmiva před klasickým granulováním, což mělo největší význam u směsí pro drůbež. Nyní se z linek často vyřazuje granulační lis a pak je výsledným produktem expandát. Princip expandace je stejný jako u extruze. Expandéry se v podstatě liší od extrudérů výstupní částí stroje. Expandéry nemají matrici, ale materiál se protlačuje štěrbinou mezi pouzdrem a výstupní hlavou. Stupeň želatinizace je možno ovlivnit zvýšením tlaku v pracovním prostoru expandéru – změnou velikostí výstupní štěrbinou. Po opuštění pracovního prostoru dojde k náhlému snížení tlaku a k prasknutí nabobtnalého škrobového zrna a ke změně struktury. Při expandaci je možno použít levnějších komponentů a přidávat lze i větší množství tekutin. Pro svou nízkou měrnou hmotnost se nedoporučuje zkrmovat brojlerům a krůtám. Jinak je vhodný pro skot, prasata a ostatní kategorie drůbeže (Zeman et al., 2005). Vliv expandace a šrotování na narušení škrobu v některých plodinách znázorňuje tabulka č. 8.

Tabulka č. 8 - vliv úpravy na % narušení škrobu (Zeman, 2006)

Produkt	Úprava šrotováním	Úprava expandací
Pšenice	8	45
Ječmen	15	51
Kukuřice	5	41
Hrách	10	50
Krmná směs pro brojlerů	18	57
Krmná směs pro prasata	25	47

5.4 Toastování

Toastování – krátkodobé působení (1 až 10 minut) teplot 140 až 160 °C. Existují dva systémy toastování:

- rotační systém je považován za výhodnější, neboť krmivo neleží na pásu, je ohříváno stejnoměrně a nepřipalují se nejvíce exponované plochy produktu;
- pásové systémy jsou vhodné pro ošetření většího, či křehčího materiálu, zejména tam, kde hrozí nebezpečí rozšíření odrolu (Kudrna, 2004).

Toustování je používáno především pro úpravu sójových bobů a může být doplněno mačkáním na vločky (Zeman et al., 2005). Levic a Sredanovic (2010) popisují odlišné podmínky toastování. Uvádějí dobu expozice krmiva od 10 do 20 minut při teplotě do 120°C. Serrano (1997) uvádí, že je toustováním možné dosáhnout stejné eliminace antinutričních faktorů jako extruzí.

5.5 Pufování

Pufování využívá principu rázového uvolnění tlaku a odpařování vlhkosti zevnitř zrna. Pracovním prostorem je uzavřený válec, který se zahřívá na 200 až 250 °C. Po zahřátí se naplní dávkou krmiva a po uzavření se natlakuje (0,8 – 1,2 MPa) a rázem otevře (vystřelí) do zásobníku. Rozpínáním páry dochází ke zvětšení objemu materiálu až desetkrát. Uplatnění má u obilovin a rýže (Kudrna, 2004). Pufování se podle Trínáctého et al., (2013) řadí mezi hydrotermické úpravy, přesto že se při těchto postupech využívá pouze přirozené vlhkosti zrna. Pufovaný ječmen a kukuřice bývá součástí krmných směsí pro koně.

5.6 Vločkování

Vločkování je metoda používaná hlavně pro obiloviny, avšak lze vločkovat i sójové boby – takové vločky obsahují dle Dostálové (2017) 40-50 % bílkovin. Principem vločkování je napařování obilky po dobu 5 – 20 minut, kdy stoupne teplota v zrně na 100 – 120 °C a vlhkost na 18 – 20 %. Napařování se může provádět při atmosférickém tlaku či přetlaku. Voda v semeni se přemění v páru a semeno praskne buď již během napařování, či bezprostředně při mačkání (mezi dvěma válci). Délka napařování a síla stlačení při vločkování rozhoduje o kvalitě výsledného produktu. Ošetřením je možno dosáhnout zvýšení využitelnosti energie o 7 – 15 % (Zeman et al., 2005). Podle Zelenkové (2018) jsou vločky dokonce až o 15 % využitelnější oproti zrně zpracovanému šrotováním nebo mačkáním. Metoda je používána hlavně pro mladá zvířata (telata, selata), pro prasata je nutno vytvořit výslednou vločku co nejtenčí. Vločky je třeba dosušet, popř. chladit, jinak existuje nebezpečí zplísnění (Zeman et al., 2005). Levic a Sredanovic (2010) udávají tloušťku vloček v závislosti na rozestupu válců v rozmezí od 0,4 mm do zhruba 2,0 mm. Touto úpravou se zpracovávají všechny druhy zrn obilovin jako je kukuřice, ječmen pšenice atd. Tabulka č. 9 porovnává vliv mačkané a vločkové kukuřice na různé parametry užitkovosti krav.

Tabulka č. 9 - vliv různé úpravy zrna kukuřice na parametry užitkovosti a stravitelnosti v závislosti na zpracování zrna kukuřice (Theurer et al., 1999, upraveno)

Položka	Kukuřice mačkaná	Kukuřice vločkováná
<i>Počet prací</i>	6	
Příjem sušiny (kg/den)	26,5	26,5
Dojivost (kg/den)	35,8	38,0
Mléčný tuk (%)	3,11	2,98
Mléčný protein (%)	2,99	3,06
Stravitelnost škrobu v celém traktu (%)	87,4	95,7
<i>Počet prací</i>	3	
Příjem sušiny (kg/den)	18,4	18,8
Zdánlivá degradovatelnost škrobu v bachoru (%)	35	52
Zdánlivá postruminální stravitelnost škrobu (%)	42	44
Zdánlivá stravitelnost škrobu v celém traktu (%)	77,5	96,6

5.7 Granulace

Granulace vede k produkci tvarovaných krmiv, která zahrnují granule, pelety a brikety. Jednotlivá tvarovaná krmiva jsou často mezi sebou zaměňována a to jak v literatuře tuzemské, tak zahraniční (Kudrna, 2004).

Podle Kudrny (2004) jsou granule lisované směsi ve tvaru válečku s různou velikostí a to konkrétně 1,5 – 2,5 mm pro kuřata, 3 – 5 mm pro slepice a pro vodní drůbež velikosti 10 mm. Pro prasata se vyrábějí granule o velikosti 2 – 10 mm a pro telata o velikosti 6 – 8 mm. Kudrna (2004) dále uvádí, že v Anglii se briketami rozumí krmná směs tvarovaná do stlačeného válce s rozměry 1,6 cm x 3,8 cm.

Teploty dosahované při výrobě granulí jsou přibližně 80 °C avšak před granulací dochází po dobu 1 až 10 minut k napařování či kondicionování. Při této teplotě jsou původci salmonely zničeni z více než 90 %. Je třeba dbát na výkon granulárního lisu, protože rychlejší průchod krmiva lisem znamená vyšší riziko rozvoje salmonely (Zeman a Háp, 1999).

Granulace krmných směsí má řadu výhod. Lád (1998) uvádí omezení plýtvání krmivem, snížení prašnosti ve stáji, zvýšení homogenizace krmiva, zlepšení stravitelnosti bílkovin, tuku, vlákniny a bezdusíkatých látek či příjem většího množství živin při zachovaném objemu krmné dávky. Kudrna (2004) jmenuje další výhody jako jsou zvýšení zoohygieny (zničení většiny běžných bakterií a plísní), jednodušší dávkování, vyšší měrná hmotnost (o 15 % ve srovnání se sypkou směsí), snadnější doprava a skladování. Drowns (2012) připisuje granulovaným krmivům výhodu oproti mletým krmivům, protože si zvířata nemohou vybírat jednotlivé komponenty krmiva a dojde tak ke zkrmení všech složek krmiva.

Nevýhodu granulace spatřují Zeman a Háp (1999) například v riziku opětovného osídlení salmonelózními bakteriemi v případě, že je granulované krmivo nesprávně chlazené a dojde v materiálu ke kondenzaci vody. Kudrna (2004) uvádí, že granule mohou podléhat drobení, což je problém zejména manipulace s krmivem. Zeman (2005) uvádí, že granulace je poměrně nákladnou úpravou, a proto je nutno mít na paměti, že zisk by měl být větší než náklady. Granulací se zpracovávají zejména jádrná krmiva s přídatkem minerálních krmiv, ale výrobek může obsahovat i mletá objemná

krmiva. K největšímu využití granulovaných krmiv dochází v chovech drůbeže a prasat (Kudrna, 2004).

Granulace nemusí být finální úpravou krmiva. Drowns (2012) popisuje drcené směsi jako granule, které jsou následně podrcené aby tvořily kousky vhodné například pro kuřata.

5.8 Briketování

Briketovaná krmiva jsou krmiva lisovaná do tvaru podobnému briketovanému uhlí. Vyrábějí se zejména v zahraničí. Obsahují nahrubo řezané zelené nebo sušené objemové krmiva, které se přidáváním melasy zlisují do trvalého tvaru a velikosti. Kromě těchto briketovaných krmiv se vyrábějí i brikety z jaderných a bílkovinných krmiv (Kudrna, 2004). Maleř (1996) uvádí průměr briket nad 16 mm.

Doležal et al. (2012) popisuje granule jako tvarované krmivo vzniklé ze šrotovaných nebo krátce řezaných krmiv, kde je do 50 % částic menších než 10 mm. Brikety se vyrábí na rozdíl od granulí z delší řezanky anebo dokonce neupravené slámy, kde je více než 50 % částic delších než 10 mm. Hlavní uplatnění mají u přežvýkavců.

V Rusku a v jiných státech se briketami obvykle nazývá krmná směs lisovaná do větších rozměrů 5 x 5 x 2 cm apod. Do těchto briket se přidává i sušené objemové krmivo, řezaná sláma na délku 2 – 5 cm, seno apod. (Kudrna, 2004).

5.9 Peletování

Peletovaná krmiva jsou krmiva zlisovaná do tvaru válečku nebo hranolu s průměrem od 14 mm do 30 mm. Základní složkou peletovaných krmiv je řezané, rozemleté anebo nadrcené sušené objemné krmivo, cukrovarské řízky, minerální krmné přísady, doplňky biofaktorů, močovina, melasa aj. Používají se zejména ve výživě přežvýkavců (Kudrna, 2004). Levic a Sredanovic (2010) uvádějí teplotu krmiva před lisováním zhruba 80 °C a průměr pelet v rozmezí od 3 do 8 mm. Ortwin (2005) popisuje přežití 95% populace *Bacillus cereus toyoi*, jenž bývá používána jako probiotikum po úpravě peletováním při teplotě 87 °C. Behnke a Beyer (2004) udávají procentuální vliv faktorů na kvalitu pelet a to: 40% složení krmiva, 20% velikost částic, 20% kondicionování, 15% konstrukce zařízení a 5% chlazení a sušení. Peletování je podle

Behnke (1996) důležitou úpravou zejména ve výživě prasat a drůbeže. Uvádí, že brojleři krmení ze 75 % peletami a 25 % drceným krmivem měli lepší konverzi živin než brojleři, kteří měli 25 % krmiv upravených peletováním a 75 % krmiva bylo drceno. Vukmirovic et al. (2017) publikovali pokus, ve kterém byly prasatům podány vzorky krmiva na bázi kukuřice. Toto krmivo bylo drceno a nebo peletováno, přičemž 85,5% prasat preferovalo právě peletované krmivo. Kondicionováním při peletování se zabývá Xuewei et al. (2015). Při kondicionování byly použity teploty 70, 80 a 90°C a to po dobu 50 a 75 s. Nejlepších výsledků ve vztahu k odolnosti pelet bylo dosaženo při teplotě 70 °C po dobu 75 s. Vědci z univerzity Wageningen v Nizozemsku zjistili podle Ježková (2018), že selata přijímala raději pelety o různé velikosti, tvrdosti, barvě a chuti než selata, která měla k dispozici normované pelety o velikosti 8 – 22mm, přibližně stejné chuti a barvy. Selatům, která měla k dispozici různý druh pelet, se zvýšil příjem krmiva až o 50 %. Tamminga a Goelema (1995) uvádějí, že peletování redukuje o 15 % odolnost škrobu vůči bachorové degradaci. Thomas a Poel (1996) tvrdí, že peletovaná krmiva působí jako prevence proti enterobakteriím a salmonelám, které mohou být tímto způsobem do chovů zavlečeny a dále šířeny. Lundblad et al. (2011) zjistili, že kondicionování párou před peletováním mělo příznivý vliv na využitelnost a tedy i přírůstek brojlerů, kteří byli takovými peletami krmeni. Dále uvádí, že když bylo použito kondicionování pomocí expandéru, byl naopak snížen příjem krmiva brojlerů. Abdollahi et al. (2013) zjistili při kondicionování a následném peletování při teplotě 75°C úroveň želatinizace škrobu u krmiva na bázi kukuřice ve výši 16,9 %.

5.10 Sušení

Sušení je podle Kudrny (2004) snižování obsahu vody umělým, případně přirozeným postupem, aniž by se měnilo chemické složení krmiva. Jedná se o tepelnou dehydrataci, díky níž jak tvrdí Fantová et al. (2010) dochází ke zvýšení vnitřního pnutí buněk a zbylá voda se stává pro mikroorganismy nedostupná.

Sušením dochází k inaktivaci přítomných enzymů, takže produkt není prostředím pro činnost mikroorganismů a současně se přerušuje biochemické pochody. Sušením se zpracovávají hlavně obilniny, píce, speciální plodiny, vedlejší produkty a další (Kudrna, 2004).

Z objemných krmiv se většinou suší víceleté pícniny jako je vojtěška a kvalitní vysokoenergetické trávy (především bojínek) nebo obiloviny na zeleno (kukuřice, oves, žito) a z luskovin bob. Tyto produkty jsou označovány jako horkovzdušné úsušky. Úsušky mohou být nařezány na krátkou řezanku, která je distribuovaná ve formě granulí, čímž vzhledem ke své struktuře ztrácí charakter objemného krmiva a řadí se spíše mezi jadrná krmiva (Třináctý 2013).

Seno je zelená píce konzervovaná sušením, kterou lze zkrmovat za 6 – 7 týdnů po sklizni, po dozrání a tzv. vydýchání. Nelze-li pro deštivé počasí seno usušit, popř. dosušit, konzervuje se silážováním. Luční seno podporuje příznivě průběh trávení a zvyšuje využití ostatních krmiv. Bývá složeno z trav, vikvovitých rostlin a aromatických rostlin, zvířata je ochotně přijímají. Jetelové a vojtěškové seno nemá tak příznivé účinky jako luční seno (Fantová et al., 2010).

Objemná suchá krmiva obecně obsahují vysoký obsah vlákniny (25-40 %), proto jsou hůře stravitelná a jejich denní dávka je nižší než u objemných šťavnatých krmiv (Fantová et al., 2010).

Seno je základním a nepostradatelným krmivem pro zimní období. Z tohoto vyplývají i nároky na jeho kvalitu, neboť by mělo uhrazovat nejméně 40 – 50 % celkového množství potřebných živin. Biologická hodnota je závislá na mnoha faktorech, z nichž rozhodující je doba sklizně zeleného porostu. Luční porost se má sklízet nejpozději v období metání, kdy většina trav je vymetaná. Jetel a vojtěška na začátku kvetení. Pro výrobu úsušků je vhodná doba sklizně před kvetením i dříve. Spotřeba sena pro dospělého koně je 8 – 12 kg a hříbat 3 – 9 kg na kus a den (Dušek et al., 2007).

Luční seno má příznivé účinky na stabilizaci funkce bacheru dojníc, salivaci, přežvykování, složení a produkci mléka, činnost střev, příjem krmiva, posun tráveniny a zamezuje překyselení bacherového obsahu. Pro přežvýkavce může být seno zdrojem vitamínu D. Pro dlouhodobé skladování je nezbytný obsah sušiny vyšší než 85 %, jinak dochází ke ztrátám působení enzymů. Má-li být seno produkčním krmivem, musí obsahovat v 1 kg sušiny minimálně 90 – 130 g stravitelných N – látek. Kromě chemického složení jsou důležitými faktory stáří porostu, způsob sklizně a skladování. Seno je nenahraditelným krmivem pro vysokobřezí plemenice a mláďata. Seno by nemělo obsahovat rostliny, které jsou škodlivé či toxické (Vyskočil et al., 2008).

Vojtěškové seno – obsahuje 10 – 17 % N – látek a vysoký obsah vápníku. Na kvalitě vojtěškového sena se zásadně podílí termín sklizně (pro skot je třeba sklízet nejpozději na počátku květu, pro koně a králíky v květu nebo těsně po odkvětu) a způsob sklizně (nejhorší kvalita sena je při dosušení na zemi). Negativně se projevuje i deštivé počasí v době dosušení a sklizně. Kvalitní seno má typicky sennou aromatickou vůni. Nekvalitní sena mají nevýraznou vůni nebo naopak zatuchlým či plesnivým pachem. Při manipulaci vojtěškového sena dochází často ke ztrátám odrolem lístků, což vede ke snížení výživné hodnoty. Pro bohatý obsah proteinu, vápníku, vitaminů A a D je vojtěškové seno vhodné pro všechna hospodářská zvířata, zejména pro plemenná zvířata. Pro koně se doporučuje míchat vojtěškové seno se senem lučným. Mladým koním se musí zkrmovat se zvýšenou opatrností, protože jeho přebytek může vést k minerální imbalanci a následným poruchám růstu. Kravám v období stání na sucho se nedoporučuje zkrmovat vysoké dávky vojtěškového sena z důvodu možného vzniku mléčné horečky způsobené nadbytkem vápníku (Vyskočil et al., 2008).

Dalším rozšířeným sušeným krmivem je sláma. Podle Fantové et al. (2010) je pro výživu zvířat nejvhodnější sláma ovesná, která má vyšší obsah minerálních a dusíkatých látek než sláma ostatních obilovin. Dále lze využít ke krmení slámu z jarního ječmene nebo například kukuřičnou slámu. Sláma luskovin mívá kvalitu podřadného sena. Lze ji použít, pokud nebyla při sklizni luskovin použita desikace. Slámu lze zkrmovat za 4 – 6 týdnů po sklizni.

Dalšími sušenými krmivy mohou být sušené pivovarské mláto, které řadíme mezi polobílkovinná krmiva s vyšším podílem nedegradovatelných NL a vyšším zastoupením hrubé vlákniny. Sušené pivovarské kvasnice, které jsou významným bílkovinným krmivem. Vysoce stravitelným bílkovinným krmivem je také sušený sladový květ, který vzniká při výrobě sladu (Homolka a Kudrna, 2006).

Fluidní sušení

Fluidní sušení je specifický způsob sušení, při kterém je materiál zahříván a nadnášen proudem horkého vzduchu a udržován ve vznosu, kde dochází k vlastní tepelné úpravě. Dokonaleji se eliminuje nebezpečí spékání a připalování. Často je používáno například k ošetření sójových bobů apod. (Zeman et al., 2005). Zrno je při fluidním sušení vařeno svou vlastní vlhkostí a výsledný produkt je jednotné, vysoké kvality.

Horký vzduch může být nadále používán, čímž se zlepšuje ekonomická efektivita procesu (Levic a Sredanovic, 2010). Trináctý (2013) uvádí jiný název pro fluidní sušení a to roastování nebo také pražení. Pražení může probíhat na fluidním loži nebo v rotujícím bubnu, který se jeví jako jednodušší systém.

Z pícein typu vojtěšky, jetele nebo jejich směsí s travinami lze horkovzdušným sušením získat vitaminózní bílkovinné úsušky. Mají obsahovat minimálně 18 % NL, obsah vlákniny by neměl překročit 23 %. Bílkovinné úsušky lze získat rovněž sušením luskovin a jejich směsí s obilninami (Homolka and Kudrna, 2006).

5.11 Mikronizace

Je nejčastěji používaná metoda ozařování. Krátkodobé působení vysokých teplot dosahované infrazářením (o vlnové délce 1,8 – 3,4 mikronů) z infranelu umožňuje ohřev v celém průřezu zrna na 120 – 160°C, odpaření vnitřní vlhkosti, přičemž vznikne v buňkách přetlak a podmínky pro želatinizaci. Následně se může produkt mačkat na vločky. Při vstupní vlhkosti materiálu 15 % je vlhkost hotového produktu cca 10 %. Mikronizační zařízení jsou konstruována jako pásové pece, umožňující využití recirkulace tepelného média a snížení energetické náročnosti (Zeman et al., 2005). Pokud jsou zrniny před ozářením namočené, získá se výsledný produkt se zvýšenou výživnou hodnotou vhodnou pro selata (Zeman, 2005).

Ošetřením mikronizací byl zaznamenán nejnižší redukční účinek (31,86-37,62 %) kyseliny fytové v luštěninách. Zatímco nejvíce účinnými postupy bylo máčení, vaření. Tato skutečnost může být způsobena částečně tepelně labilní povahou kyseliny fytové. Snížení inhibitoru trypsinu mikronizací bylo zaznamenáno na úrovni 88,80-94,35 % (Khatab a Arntfield, 2009).

6 Shrnutí

Cílem bakalářské práce bylo popsat možnosti různých úprav krmiv, zejména tepelných úprav, které se mohou využívat ve výživě hospodářských zvířat. Správně zvolený typ úpravy krmiv má přímou návaznost na zdraví zvířat a tím zásadně ovlivňuje ekonomiku chovu. Tato literární rešerše pojednává o vlivu technologií úprav krmiv na jejich stravitelnost, chutnost a další vlastnosti.

Mechanickými úpravami lze dosáhnout například využitelnosti organických složek zrn obilovin až o 16% jedná-li se o šrotování a nebo je zaznamenán příznivý vliv mačkání obilovin, které snižuje degradovatelnost škrobu v bachoru ku prospěchu trávení v tenkém střevě. Vliv chemických úprav lze demonstrovat například máčením, které ve vzorcích luštěnin snížilo obsah kyseliny fytové téměř o 50% a inhibitoru trypsinu téměř o 20%. Využití močoviny je atraktivním způsobem jak obohatit krmivo o dusíkaté látky avšak za dodržení pravidel zkrmování. Z biologických úprav zaujímá nejvýznamnější místo silážování, tedy fermentované krmivo. Takové krmivo má u nás tradici, zejména jedná-li se o kukuřičnou siláž.

Přestože práce popisuje i tradiční, dnes již méně používané metody úpravy krmiv, stejně jako široce oblíbené postupy jako je silážování či šrotování, důraz je kladen především na úpravy termické, především extruzi. Tyto postupy představují moderní pojetí úpravy krmiv a respektují nejnovější poznatky z oblasti výživy hospodářských zvířat. S rozvojem dostupných analytických metod a technologických možností samotných úprav se dá do budoucna očekávat jejich další zdokonalování a rozšiřování. Zvláštní význam tepelných úprav můžeme zaznamenat při zpracování luskovin jako je hrách nebo sója a to z důvodů výskytu četným antinutričním faktorů. Proti takovým faktorům jsou účinné hlavně ty technologie využívající krátkodobě vysoké teploty, což má za následek redukcí antinutričních faktorů při zachování nebo zlepšení nutriční hodnoty krmiv. Z uvedených zdrojů je patrné, že extrudovaná krmiva jsou vhodná jako krmiva pro mladé kategorie hospodářských zvířat jako jsou například selata. Mokrou extruzí lze dosáhnout například snížení glykosinolatů v řepce až o 67%. Krmná dávka pro selata může obsahovat až 72 % z krmiv, které jsou hydrotermicky upravené. Účinnost tepelných úprav lze demonstrovat na procentuálním zastoupení narušení škrobu pšenice, které bylo po šrotování 8 %, ale po expandaci 45 %. Vločkování přináší až o 15 % lepší využitelnost živin než když je zrno upraveno mačkáním nebo šrotováním. Mikronizací bylo dosaženo snížení inhibitoru trypsinu ve vzorcích namáčených luštěnin v průměru o 90 %. Vzhledem k výzkumům, které se věnují úpravám krmiv lze tvrdit, že tepelné úpravy mají významný vliv na zpracované plodiny (kterého nelze dosáhnout jinými úpravami).

7 Seznam literatury

- Abdollahi, M.R., Ravindran, V., Svihus, B., 2013. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2013, 1–23.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., Morand-Fehr, P., 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livest. Prod. Sci.* 64, 15–28.
- Behnke, K.C., 1996. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1996, 49–57.
- Behnke, K.C., Beyer, S.R., 2004. Effect of Feed Processing on Broiler Performance.
- Doležal, P., Dvořáček, J., Loučka, R., Mikyska, F., Mudřík, Z., Opitz, B., Prokeš, K., Příkryl, J., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Szwedziak, K., Tukiendorf, M., Zeman, L., Červinka, J., 2012. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat, in: *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat*. Brno, pp. 231–2312.
- Dostálová, R., 2017. Sója a sójové výrobky, 1. ed. Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., Praha, 16-18.
- Drowns, G., 2012. Storey's guide to raising poultry, 4. ed. Storey Publishing, LLC.
- Dušek, J., Navrátil, J., Misař, D., Muller, Z., Rajman, J., Tluchoř, V., Žlumov, P., 2007. Chov koní, 2. ed. Brázda, s. r. o., Praha, 140-375.
- Fantová, M., Kacerovská, L., Malá, G., Mátlová, V., Skřivánek, M., Šlosárková, S., 2010. Chov koz, 2. ed. Nakladatelství Brázda, s. r. o., Praha, 43-152.
- Gustafsson, E.-L., Sandberg, A.-S., 1995. Phytate Reduction in Brown Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Food Sci.* 60, 149–152.
- Hamid, H., Thakur, N.S., Kumar, P., 2017. Anti-nutritional factors, their adverse effect and need for adequate processing to reduce them in food. *AgricINTERNATIONAL* 2017, 56–60.
- Hanina, E., 2019. Siláže 2019 - Jak a čím konzervovat. *Náš Chov* 2019, 38–39.
- Homolka, P., Kudrna, V., 2006. Náhrada krmiv živočišného původu u přežvýkavců.
- HuiGuang, K., ShaoJun, T., 2018. Extraction of flaxseed proteins and the main anti-nutritional factors. *J. Food Saf. Qual.* 9, 1440–1444.
- Hulsen, J., 2011. Cow signals. ROODBont publishers, 12-45.
- Jazi, V., Ashayerizadeh, A., Toghyani, M., Shabani, A., Tellez, G., Toghyani, M., 2018. Fermented soybean meal exhibits probiotic properties when included in Japanese quail diet in replacement of soybean meal. *Poult. Sci.* 2018, 2113–

2122.

- Ježková, A., 2018. Jak ovlivnit vyšší příjem krmiva u malých selat. *Náš Chov* 2018, 76.
- Ježková, A., 2015. Extrudovaná krmiva pro hospodářská zvířata. *Krmivářství* 4/2015, 8–10.
- Julliand, V., Fombelle, A., Varloud, M., 2006. Starch digestion in horses: The impact of feed processing. *Livest. Sci.* 2006, 44–52.
- Kalač, P., Míka, V., 1997. Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, Praha, 106-273.
- Kaválek, M., Plachý, V., Hučko, B., Dvořáček, V., Štěrbová, L., 2018. Efektivní postupy extruze obilovin a olejnin - uplatněná certifikovaná metodika.
- Khattab, R.Y., Arntfield, S.D., 2009. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments 2. Antinutritional factors. *LWT - Food Sci. Technol.* 42, 1113–1118.
- Kudrna, V., 2004. Zušlechtění krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a produkční účinnosti.
- Kudrna, V., Čermák, B., Doležal, O., Frydrych, Z., Herrmann, H., Homolka, P., Illek, J., Loučka, R., Machařová, E., Martínek, V., Mikyska, F., Mrkvička, J., Mudřík, Z., Pindřák, J., Poděbradský, Z., Pulkrábek, J., Skřivanová, V., Šantrůček, J., Šimek, M., Veselá, M., Vrzal, J., Zelenka, J., Zemanová, D., 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. *Agrospoj Praha, Praha.* 22-274.
- Lád, F., 1998. Výživa a krmení prasat ve výkrmu. Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Levic, J., Sredanovic, S., 2010. Heat treatments in animal feed processing. 2nd Workshop Feed--Food FP7 REGPOT-3 Extrus. Technol. Feed Food Process. *Themat. Proc. Novi Sad Serbia 19-21 Oct. 2010* 2010, 1–24.
- Lundblad, K.K., Issa, S., Hancock, J.D., Behnke, K.C., McKinney, L.J., Alavi, S., Prestlokken, E., Fledderus, J., Sorensen, M., 2011. Effects of steam conditioning an low and high temperature, expander conditioning and extruder processing prior to pelleting on growth performance and nutrient digestability in nursery pigs and broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2011, 208–217.
- Maidala, A., Doma, U.D., Egbo, L.M., 2013. Effects of Different Processing Methods on the CHEMical COmposition and Antinutritional Factors of Soybean. *Pak. J. Nutr.* 2013, 1057–1060.
- Maleš, J., 1996. Úprava zrnin ke krmení. Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Masoero, F., Pulimeno, A.M., Rossi, F., 2005. Effect of extrusion, expansion and

- toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins. *Ital. J. Anim. Sci.* 2005, 177–189.
- Mičan, P., 2010. Mikrobiologie kukuřičných siláží. *Krmivářství* 4/2010, 24–26.
- Nikmaram, N., Kamani, M.H., Ghalavand, R., 2015. The effects of extrusion cooking on antinutritional factors, chemical properties and contaminating microorganisms of food. *Intern. J. Farming Allied Sci.* 2015, 352–354.
- Nowak, W., Michalak, S., Wylegala, S., 2005. In situ evaluation of ruminal digestibility and intestinal digestibility of extruded soybeans. *Czech J. Anim. Sci.* 2005, 281–287.
- Ortwin, S., 2005. Micro-Organisms as Feed Additives-Probiotics. *Adv. Pork Prod.* 2005, 161.
- Petres, J., Senkalszky-Akos, E., Czukor, B., 1990. Inactivation of trypsin inhibitor, lectin and urease in soybean by hydrothermal treatment. *Nahrung* 1990, 905–913.
- Rackis, J.J., Wolf, W.J., Baker, E.C., 1986. Protease inhibitors in plant foods: content and inactivation, in: Friedman, M. (Ed.), *Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Food*. Plenum Publishing, New York, USA, pp. 216–220.
- Rokey, G.J., Plattner, B., Souza, E.M. de, 2010. Feed extrusion process description. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 510–518.
- Rutkowski, A., Kaczmarek, S.A., Hejdysz, M., Jamroz, D., 2016. Effect of extrusion on nutrients digestibility, metabolizable energy and nutritional value of yellow lupine seeds for broiler chickens. *Ann. Anim. Sci.* 2016, 1059–1072.
- Scudamore, K.A., Livesey, C.T., 1998. Occurrence and Significance of mycotoxins in Forage Crops and Silage: a Review. *J. Sci. Food Agric.* 1998, 1–17.
- Serrano, X., 1997. The extrusion-cooking process in animal feeding Nutritional implications. *Feed Manuf. South. Eur. New Chall.* 1997, 107–114.
- Tamminga, S., Goelma, J.O., 1995. The significance of rate and site of starch digestion on ruminants. *Carbohydrates in feeds for ruminants. Proceedings Sci.* 1995.
- Thomas, M., Poel, A.F.B., 1996. Physical quality of pelleted animal feed, Criteria for pellet quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1996, 89–112.
- Třináctý, J., 2013. Hodnocení krmiv pro dojnice, in: *Hodnocení krmiv pro dojnice*. AgroDigest s.r.o, Pohořelice, pp. 222–463.
- Třináctý, J., Lang, D., Pivodová, L., 2015. Chráněná močovina ve výživě dojnic. *Krmivářství* 2015, 27–28.
- Tripathi, M.K., Mishra, A.S., 2007. Glukosinolates in animal nutrition: A review.

- Anim. Feed Sci. Technol. 2007, 1–27.
- Vais, R., 2002. Použití tradičně netradičních surovin ve výživě hospodářských zvířat. *Krmivářství* 5/2002, 42–43.
- Vavrečka, J., Mareš, P., Zeman, L., 2005. Perspektivy sóji v ČR =: Perspectives of soya in the Czech Republic : Sója 2005 : sborník z konference s mezinárodní účastí,. Sborník Z Konf. „Perspektivy Sóji V ČR“ 2005.
- Vopálka, J., 2015. Výrobní směsi na evropské úrovni. *Krmivářství* 5/2010, 16–20.
- Vukmirović, D., Čolović, R., Rakita, S., Brlek, T., Duragić, O., Sola-Oriol, D., 2017. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition - A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017, 133–144.
- Vyskočil, I., Zeman, L., Kratochvílová, P., Večerek, M., Vašátková, A., 2008. *Kapesní katalog krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.*
- Xuwei, H., Colleen, C., Peiqiang, Y., 2015. Effect of conditioning temperature and time during the pelleting process on feed molecular structure, pellet durability index, and metabolic features of co-products from bio-oil processing in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2015, 4869–4881.
- Zelenková, M., 2018. Proč zařazovat hydrotermicky upravené vločky. *Náš Chov* 2018, 83–85.
- Zeman, L., 2006. Úpravy konzervovaných krmiv, in: Doležal, P., Mikyska, F., Mrkvicová, E. (Eds.), *Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, pp. 229–242.*
- Zeman, L., 2005. Výživa a krmení prasat, in: Pulkrábek, J. (Ed.), *Chov prasat. Profi Press, Praha.*
- Zeman, L., Háp, I., 1999. Tepelné úpravy krmiv. *Krmivářství* 1999, 16–17.
- Zeman, L., Vavrečka, J., Sikora, M., Mareš, P., 2005. TERMICKÁ A HYDROTERMICKÁ ÚPRAVA SÓJOVÝCH BOBŮ. Sborník Z Konf. „Perspektivy Sóji V ČR“ 2005, 3.