

VĚDECKÝ VÝBOR VÝŽIVY ZVÍŘAT

**Zušlechtění krmiv,
podmínky jejich bezpečnosti
a produkční účinnosti**

VÁCLAV KUDRNA

duben 2004

1. Úvod

Mnohá legislativní opatření, postupně uplatňovaná v posledních letech a dále očekávaná v souvislosti se členstvím ČR v EU, omezují nebo dokonce vylučují možnosti krmného využití celé řady tradičních krmných surovin (masokostní moučky, odpadní krmiva). Limitující jsou nejen hlediska hygienická a nutriční, ale i ekonomická a emocionální. Okruh dominantních krmiv se tak zužuje a na kvalitní špičku krmných zdrojů se hned za rybí moučky a syntetické aminokyseliny dostává např. sója, sójové produkty a další krmiva.

Nekvalitní krmiva a krmiva zatížená antinutričními látkami se mohou negativně projevit na zdravotním stavu zvířat a eventuálně mohou nepříznivě ovlivnit i jakost a zdravotní nezávadnost živočišných produktů. Z těchto důvodů je nutné znát druh a obsah škodlivých látek u krmných komponentů a způsob eliminace jejich škodlivých účinků. Citlivost k antinutričním látkám je různá a závisí na druhu zvířat a anatomii jejich trávicího traktu. Podobně různě účinné jsou i způsoby úprav jednotlivých krmných zdrojů.

Sóju, hrách, bob, případně některá další krmiva, většinou nelze, aniž by byla plně využita jejich nutriční hodnota, zkrmovat v surovém stavu. Příčinou je relativně vysoký obsah antinutričních látek, jejichž působení lze omezit speciálními, např. termickými úpravami. Podobně řadu dalších krmiv lze zhodnotit mnoha dalšími postupy.

2. PŘIROZENÉ ŠKODLIVÉ LÁTKY

Chemické obranné mechanismy rostlin, jinak známé jako přirozené pesticidy, působí vůči zvířatům i člověku jako antinutriční látky (*antinutrients*). Výsledkem jejich působení je většinou zhoršená chutnost krmiva, využitelnost živin krmiva a některé zdravotní potíže jako jsou nechutenství, zažívací potíže, nadýmání apod. Kromě antinutričních látek patří do této kategorie škodlivých látek i látky toxické, ohrožující zdraví, případně i život zvířete, a dále látky nepříznivě ovlivňující růst a zdravotní stav zvířat (*growth depressing factors*, KALAČ & MÍKA, 1997). Běžné rozdělení antinutričních látek je podle jejich chemické podstaty.

3. SCHÉMA DĚLENÍ ANTINUTRIČNÍCH LÁTEK VYŠŠÍCH ROSTLIN **(SUCHÝ A KOL., 1997)**

I. SKUPINA ANORGANICKÝCH ANTINUTRIČNÍCH LÁTEK

KŘEMÍK A JEHO SLOUČENINY

DUSÍKATÉ ANORGANICKÉ LÁTKY

II. SKUPINA ORGANICKÝCH ANTINUTRIČNÍCH LÁTEK

ORGANICKÉ KYSELINY A JEJICH SOLI

ROSTLINNÉ FENOLY

- a) třísloviny
- b) lignin
- c) alkylrezorciny
- d) fenolická barviva

III. ANTINUTRIČNÍ LÁTKY OBSAHUJÍCÍ VE SVÉ MOLEKULE DUSÍK

- a) alkaloidy
- b) toxické bílkoviny a peptidy
- c) toxické aminokyseliny

KALACH & MÍKA (1997) uvádějí, že dosud neexistuje jednoznačný, obecně přijímaný systém členění těchto látek. Konstatují, že se dává přednost členění podle chemické podstaty škodlivé látky, které musí být kombinováno i se zařazením podle účinků na zvířata, případně podle původu. Z těchto důvodů uvádějí i další skupiny škodlivých látek:

- glukosinoláty
- kyanogenní glykosidy
- fytoestrogeny
- saponiny
- antinutriční polysacharidy
- mykotoxiny
- další přirozené škodlivé látky (antivitaminy, karcinogeny, nadýmavé látky, fotosenzibiláty apod.)

4. ANORGANICKÉ ANTINUTRIČNÍ LÁTKY

Lze je rozdělit na dvě nejvýznamnější skupiny látek, a to na křemík (Si) a jeho sloučeniny a na minerální látky obsahující dusík (NO_3 a NO_2).

4.1. KŘEMÍK A JEHO SLOUČENINY.

Jde o strukturální látky ukládající se většinou v mezibuněčných prostorech rostlinných pletiv. Stářím se jejich množství v rostlinném organismu zvyšuje, hovoříme o tzv. inkrustaci rostlinných pletiv.

Poměrně vysoké koncentrace křemíku lze obecně prokázat v travách (až 20 g Si/kg sušiny), naopak v leguminózách je obsah Si 10 -15krát nižší. Křemík a jeho sloučeniny se v rostlinách mohou vyskytovat ve dvou základních formách, a to ve formě amorfni (kyselina ortokřemičitá) a forma krystalická (opálové fytolity). Z výživářského hlediska představují inkrustovaná pletiva rostlin mechanickou bariéru snižující působení trávicích enzymů. Uvádí se, že na každých 10 g Si/kg sušiny klesá stravitelnost krmiva až o 3 %. Nebezpečnější formou Si je rozpustná forma, která aktivně denaturuje bílkoviny, a tím inhibuje aktivitu trávicích enzymů.

Velmi nebezpečné jsou rostliny s velkým zastoupením trichómu (zoubků), kde se většinou Si a jeho sloučeniny vyskytují v krystalické formě. Trichómy inkrustované Si způsobují u zvířat mechanické poškození sliznic trávicího traktu. Tato mikrotraumatizace sliznic iniciuje vznik zánětlivých reakcí.

Protože křemík a jeho sloučeniny lze jen velmi těžko běžnými způsoby z krmiva eliminovat, spočívá prevence vzniku poruch v důsledku zvýšeného příjmu Si pouze ve výběru krmiv, tj. nezkrmovat krmiva s vysokým zastoupením křemíku, ve včasné sklizni píce, zejména trav, kdy ještě nedochází k inkrustaci pletiva, nezkrmovat rostliny s vysokým zastoupením trichómů (na pastvě se jim často zvířata instinktivně vyhýbají).

4.2. DUSÍKATÉ ANORGANICKÉ LÁTKY

Z nejvýznamnějších látek z této skupiny se setkáváme v rostlinách se sloučeninami ve formě nitrátové (NO_3), nitritové (NO_2) nebo amoniakální (NH_3). V krmivech se jejich obsah vyjadřuje jako dusík nitrátový (NNO_3^-), nitritový (NNO_2^-) nebo jako nitráty (NO_3^-), nitrity (NO_2^-), případně jako dusičnan sodný (NaNO_3) nebo dusičnan draselný (KNO_3).

Negativní vlivy:

- negativní vliv na funkci štítné žlázy, kde blokuje příjem jódu nebo jej vytěsňuje (strumigenní účinek)

- svými oxidačními účinky ruší účinek adrenalinu
- snížení přeměny β -karotenu na vitamin A ve sliznici duodena (inaktivace karotenázy), a tím i jeho ukládání v játrech (hypovitaminóza A)
- snížení aktivity celuláz, klesá stravitelnost krmiv,
- snížení využitelnosti síry při syntéze siřných aminokyselin.

Výsledkem těchto negativních účinků je:

- zhoršování zabřezávání
- zvýšený počet abortů
- malá vitalita až úhyn narozených mláďat
- pokles užitkovosti mléčné i masné.

Velmi negativně lze hodnotit přítomnost těchto látek v krmivu a jejich vliv na hygienu surovin a z nich vyrobených potravin. Nebezpečí těchto tzv. nitratačních látek (NO_x) spočívá především v tom, že v trávicím traktu zvířat reagují se sekundárními amidy nebo alkylamidy za vzniku nitrozaminů, které přecházejí do produktů (mléko), u kterých pak byly prokázány karcinogenní účinky.

Běžný obsah nitrátů snášejí přežvýkavci bez problémů, neboť je mohou podobně jako další nebílkovinné dusíkaté látky využívat po jejich redukcí na produkci čpavku pro syntézu mikrobiální bílkoviny. Škody na zdraví zvířat přicházejí do úvahy při překročení detoxikační kapacity organismu, nebo když je narušen proces detoxikace. Za ekonomicky závažné jsou považovány nejen akutní otravy dusitany, ale i chronická methemoglobinémie. Za pícniny, mající sklon k hromadění dusičnanů jsou považovány některé trávy (jílek, srha), kyselé trávy, krmné obiloviny (kukuřice, oves, žito, proso), dále slunečnice, křížaté rostliny (hořčice, řepka, tuřín, krmná kapusta), řepy a všechny *Chenopodiaceae* (špenát, lebeda, merlík).

Dusičnany v batoru rychle mizí a v batorové tekutině se objevují dusitany a zvýšená koncentrace amoniaku. Nepřeměněné dusičnany, dusitany a amoniak se v batoru rychle vstřebávají do krve. V krvi reagují dusitany s hemoglobinem, přičemž se vytváří methemoglobin, který podmiňuje vznik dusitanových methemoglobinemií. Při nich dochází k oxidaci hemoglobinového iontu Fe²⁺ na trojmocný Fe³⁺ za přeměny červeného krevního barviva na tmavě hnědý methemoglobin. Methemoglobin na sebe nemůže poutat O₂, přenos kyslíku krví vážne, nastává hypoxie – nedostatek kyslíku v tkáních, resp. anoxie (tkáňové dušení). Nedostatkem kyslíku trpí nejvíce nejdůležitější orgány – mozek, srdce, plíce, příp. ledviny a játra (ZUKALOVÁ&VAŠÁK, 2001). Pokud konverze nitrátů na čpavek probíhá dostatečně rychle, což je možné za přítomnosti některých dalších faktorů (snadno rozpustné sacharidy, vitamin A, vláknina), nehrozí přežvýkavcům nebezpečí vzniku methemoglobinémie. Toxické je krmivo

s obsahem dusičnanů vyšším, než 5g NO₃/kg sušiny. Z literárních údajů vyplývá, že normální a letální dávky dusičnanů podle jednotlivých autorů značně kolísají. Příznaky chronické otravy nitráty (snížená produkce mléka, úbytky na hmotnosti atd.) vysvětluje více autorů vznikem nedostatku vitamínu A a snížením syntézy hormonu tyroxinu.

5. SKUPINA ORGANICKÝCH ANTINUTRIČNÍCH LÁTEK

5.1. ORGANICKÉ KYSELINY A JEJICH SOLI

5.1.1. Kyselina fytová a její soli

S řadou prvků vytváří soli, tzv. fytáty, s prvky jednomocnými (Na^+ , K^+) rozpustné a s prvky dvoumocnými (Ca^{2+} , Mg^{2+}) nerozpustné. Nejvýznamnější látkou této skupiny je hořečnatovápenatá sůl kyseliny fytové - fytin.

Fytáty jsou obsaženy především v semenech, kde slouží jako zásobárna fosforu. Ve fytátové formě je vázáno velké množství fosforu obilovin, leguminóz a olejnin. Semena luštěnin a olejnin obsahují 0,4 až 5,2 % fytátového fosforu, obilky pšenice, rýže a kukuřice 0,5 – 1,9 %. Podíl fytátového fosforu z fosforu celkového v obilkách ovsa činí 61 %, ječmene 65 %, pšenice 73 %, kukuřice 75 %, v semenech hrachu a lupiny je 57 % a bobu 68 %. Obecně se udává maximální rozpětí jeho obsahu v obilnách zrnech 35 – 97 %, v bulvách řepy 0 – 15 %, v semenech leguminóz 40 – 90 % a v bramborových hlízách 5 – 25 %. Obaly obilek (perikarp s přilehlou aleuronovou vrstvou) a klíček obsahují 10 – 20 x více kyseliny fytové v kg sušiny, než moučný bílek (endosperm). Obaly pšenice vykazují přes 10 kyseliny fytové v 1 kg sušiny (86 – 97 % z celkového množství fosforu je vázáno v této formě), zatímco endosperm vykazuje méně než 1 g v 1 kg sušiny. Slunečnicový a řepkový extrahovaný šrot s obsahem 7,6, resp. 7,9 g/kg sušiny obsahuje téměř 3x více fytátového fosforu, než obilí nebo kokosový expeller (KALAČ& MÍKA, 1997). V řepkovém extrahovaném šrotu dvounulových řepok se obsah fytinu pohybuje od 0,31 do 0,90 %.

Z krmivářského hlediska považujeme fytáty za antinutriční látky hlavně proto, že obsah vázaných prvků ve fytátové formě je těžce využitelný zejména u monogastrů. Za nejvýznamnější jsou pokládány soli fosforu, kde využitelnost udávaná u kuřat, je pouze 10 % a u krů'at jen dvě procenta této formy fosforu. Naproti tomu je využití fytátových forem u přežvýkavců hodnoceno jako velmi dobré, neboť v bachoru dochází k hydrolyze převážné části fytátů.

Řešením problematiky solí kyseliny fytové ve výživě zvířat je úprava krmiv s vyšším obsahem fytátů, a to tepelným zpracováním, naklíčením nebo enzymatickým štěpením fytázami. Použití fytáz vede nejen k zvýšení využitelnosti fosforu a dalších prvků, ale i k snížení zátěže životního prostředí nižší potřebou těchto prvků v minerálních krmných doplňcích, a tím i jejich nižším obsahem v exkrementech hospodářských zvířat.

5.1.2. Kyselina šťavelová a její soli

Jde o dikarboxylovou kyselinu tvořící s jednotlivými prvky soli – šťavelany. V rostlinách jsou poměrně rozšířené rozpustné formy šťavelanů (sodné a draselné), méně formy nerozpustné - vápenaté soli (10 – 20 %).

Šťavelany se vyskytují především ve šťovíku (kyselý šťavelan draselný), špenátu, řepném chrástu, trávách, makových pokrutinách, plevelných rostlinách, zejména u ruderálních plevelů jako merlíky, lebedy apod.

V případě většího výskytu v dietě zvířat narušují využití a metabolismus vápníku a mohou způsobit otravy. V trávicím traktu reaguje kyselina šťavelová s vápenatými ionty za vzniku nerozpustného šťavelanu vápenatého, přičemž vápník v této formě není zvířetem využíván. Šťavelany draslíku také dráždí sliznici trávicího traktu a mohou být příčinou průjmů. Dalším rizikem je vstřebávání části kyseliny šťavelové do krve, kde opět reaguje s ionty vápníku za vzniku šťavelanu vápenatého, což může vést jednak k hypokalcémii (nedostatku vápníku v krvi) a jednak k jeho krystalizaci v různých tkáních (bachorová stěna, ledviny apod.), včetně podráždění vývodných cest močových.

Nebezpečné, především u monogastrů, je zkrmování rostlin obsahující více než 100g kyseliny šťavelové v 1 kg sušiny. U přežvýkavců může být kyselina šťavelová částečně odbourávána bachorovou mikroflórou (u dojnic až 250g denně). Vysoké dávky šťavelanů způsobují inhibici fermentace vlákniny. V těžkých případech otrav kyselinou šťavelovou (šťavelany) může ve spojitosti s hypokalcémií a urémií (důsledkem poškození ledvin) dojít k úhynu, za příznaků koliky a zpomalení motoriky trávicího traktu.

V prevenci zdravotních poruch způsobených kyselinou šťavelovou je třeba zvýšené suplementace vápníku, především u mláďat (prevence rachitidy) a u vysokoprodukčních a březích zvířat.

5.1.3. Kyselina trans-akonitová

Vyskytuje se u trav v jarním období, se vzrůstající průměrnou denní teplotou (nad 15°C) její koncentrace v mladém travním porostu výrazně klesá. Někteří autoři dávají koncentraci kyseliny trans-akonitové v krmivu do souvislosti s výskytem tzv. pastevní tetanie. Za nebezpečnou je udávána hladina této kyseliny vyšší než 10g v 1 kg sušiny píce. V této souvislosti se uvažuje o působení kyseliny trans-akonitové (popř. její soli) jako o inhibitoru enzymu akonitázy v Krebsově cyklu.

5.2. ROSTLINNÉ FENOLY

5.2.1. Třísloviny (taniny)

Chemicky třísloviny zařazujeme do skupiny přirozených polyfenolů. Jsou to látky rozpustné ve vodě. Krmiva s vysokým obsahem tříslovin mají hořkou (svíravou) chuť. Na sliznici trávicího traktu působí jako látky lokálně zužující cévy a snižující vyměšování. Snižují odbourávání a resorpci živin z krmiva, a to tím způsobem, že denaturují digestivní enzymy. Třísloviny se za běžných podmínek nevstřebávají. Vysoké dávky tříslovin však mohou stěnu střevní poškodit natolik, že může dojít k jejich průniku do organismu zvířete s následným poškozením jater a ledvin. Za pozitivní vlastnost tříslovin lze pokládat i jejich antagonismus vůči saponinům, které jsou predispozičním faktorem vzniku tympanie.

Velmi citlivá vůči tříslovinám je zejména drůbež, u které i poměrně nízké dávky v krmivu mohou vést ke zhoršení stravitelnosti proteinů, což vede ke zpomalení růstové intenzity, zvýšenému výskytu abnormalit běháků apod. V souvislosti s vyšší hladinou tříslovin v krmivu byly pozorovány i senzorycké změny produktů (změněná chuť a vůně masa, olivově zelené žloutky vajec). V kulturních rostlinách se setkáváme s vyšším zastoupením tříslovin u štirovníku, čiroku, vičence, čičorky (2 – 10 % kondenzovaných tříslovin v sušině), jetele rolního a ladního, hrachu, u hrachorů, bobu a ječmene. Obsah polymerních fenolů i jejich biologická aktivita jsou nízké v travách a bobovitých píceňkách, ale vysoké v bylinách. Většina dvouděložných rostlin obsahuje 5 až více než 10 g/kg celkových rozpustných fenolů a jejich polymerní frakce o vysoké biologické aktivitě. V semenech bobu obecného a hrachu jsou kondenzované třísloviny (KT) soustředěny v osemeni, kde se jejich obsah pohybuje až kolem 10 %. Podstatné je, že tzv. vysokotříslovinové genotypy kvetou barevně, zatímco v osemeni bíle kvetoucích linií je obsah KT velmi nízký až nulový. Z krmivářského hlediska je rovněž třeba brát do úvahy i výskyt KT v semenech řepky a bavlníku (KALÁČ & MÍKA, 1997).

Obsah tříslovin je v krmivech poměrně stabilní a lze ho jen těžce snížit. Prosté suché termické ošetření krmiva do 85 °C nemá na snížení tříslovin vůbec žádný vliv. Určitého snížení tříslovin lze dosáhnout máčením krmiv ve zředěných roztocích hydroxidů a silážováním, což se využívá zejména u čiroku.

5.2.2. Lignin

Jde o aromatický heterogenní polymer složený z fenylypropanoidních monomerů. V rostlinách se vyskytuje jako amorfní látka impregnující celulózové a hemicelulózové fibrily polysacharidů. Protože lignin je pro zvířata prakticky nestravitelný, jeho množství v krmivech

rozhoduje o jejich stravitelnosti. Obsah ligninu se v rostlinách zvyšuje stárnutím. Lignin snižuje využitelnost živin z krmiva tím, že mechanicky brání kontaktu digestivních enzymů s živinami krmiva.

Lignin je citlivý vůči louhům, čehož se v praxi využívá při louhování krmiv, což vede k jejich vyšší stravitelnosti.

5.2.3. Fenolické kyseliny

Vyskytují se jako volné fenolické kyseliny v krmivech nebo se mohou uvolňovat při degradaci ligninu mikrobiálními enzymy v trávicím ústrojí zvířat, zejména v předžaludcích u přežvýkavců. Z neznámějších fenolických kyselin jde o kyselinu ferulovou, k. diferulovou, k. p-kumarovou a k. sinapovou. V krmivech ze semene řepky jsou příčinou zhoršení chuti, vůně a barvy proteinových koncentrátů. K nejvýznamnějším patří sinapin, kyselina sinapová, kyselina p-kumarová a další. Dále mají např. negativní fyziologické účinky na nosnice, projevující se rybinovitým zápachem vajec. U trav se nejčastěji vyskytuje kyselina ferulová.

Z hlediska výživářského tyto fenolické kyseliny mají schopnost se vázat na aminokyseliny, čímž vytvářejí nestravitelné komplexy, které nevyužity odcházejí z organismu.

5.2.4. Alkylresorcin

Tyto látky lze chemicky charakterizovat jako fenolické lipidy. Za antinutriční považujeme fenolické lipidy s nerozvětvenými (neizoprenoidními) postranními řetězci. U kulturních rostlin se vyskytují zejména v zrnech obilovin. Otruby tedy představují největší zdroj těchto antinutričních látek pro hospodářská zvířata. Podstatné snížení účinnosti alkylresorcinů lze dosáhnout tepelným ošetřením krmiva.

5.2.5. Fenolická barviva

Jde o fenolické pigmenty, které rostlinám často propůjčují charakteristické zbarvení. Z hlediska výživy zvířat nás zajímá především gossypol. Jde o směs různých fenolických látek, které se vyskytují v semenech bavlníku srstnatého. Gossypol je vysoce toxická látka zejména pro monogastriční zvířata. Proto zkrmování bavlníkových šrotů nebo pokrutin se pro monogastriční zvířata nedoporučuje. Velmi citlivá jsou především prasata, králíci a drůbež. Odolnější jsou přežvýkavci. Nedoporučuje se zkrmovat mladým zvířatům, březím samicím a dojnícím na počátku laktace (SUCHÝ a kol., 1997).

Z hlediska nutriční prevence je při zkrmování bavlníkových šrotů nebo pokrutin nutné dbát na to, aby obsah gossypolu nepřekročil 0,01 % volného gossypolu v krmné dávce pro prasata. V nově vyšlechtěných odrůdách, jejichž semena pigmentová tělíska neobsahují, je obsah celkových gossypolů nižší, než 0,2 % a volné látky je zde přítomno do 0,002 % (KALAČ & MÍKA, 1997). Jeho účinnost lze snížit varem nebo přidáním železitých solí (např. síran železitý apod.), přičemž se doporučuje poměr Fe:gossypolu = 1 – 2,2.

5.3. LÁTKY OBSAHUJÍCÍ V MOLEKULE DUSÍK

5.3.1. Alkaloidy

Alkaloidy jsou sekundární rostlinné metabolity. Obsahují ve své molekule jeden atom dusíku, často vázaný v heterocyklické formě. Většina alkaloidů se vyznačuje silnými farmakologickými účinky. Závažná situace může nastat, jestliže tyto toxické rostliny podáváme zvířatům v krmivu (mohou se vyskytovat jako přirozená součást lučních porostů nebo zaplevelených pícnin). Větší toxicitu mají tyto rostliny v zeleném stavu, ale často neztrácejí svou toxicitu i po sušení (seno). Z výživářského hlediska je nutno dbát na to, aby krmiva byla připravována a vyráběna ze zdravých porostů, aby byla přísně dodržována správná technologie sklizně a uskladnění produktů rostlinné výroby. Z dietetického hlediska obsah alkaloidů nepředstavuje závažný problém, protože se nevyskytují v zrnu, ale pouze v malém množství v mladých rostlinách. K výraznému snížení obsahu alkaloidů dochází při sušení, k částečnému snížení při silážování. Za biologicky účinný alkaloid trav se považuje zejména gramin, který vyvolává průjemové onemocnění, což vede ke snížení přírůstků u vykrmovaných zvířat.

Dalšími významnými alkaloidy jsou alkaloidy lilkovitých rostlin. Z výživářského hlediska nás nejvíce zajímají brambory, které patří mezi základní krmivo, a které z hlediska obsahu alkaloidů mohou vyvolat otravy u zvířat nebo člověka. Přesto, že jde o soubor alkaloidů (solaniny a chaconiny), jsou označovány a deklarovány jednotně jako solanin. Názory na horní hranici obsahu solaninu z hlediska ochrany zdraví se liší, většinou se však uvádějí hodnoty kolem 200 mg/kg hlíz. Velké množství alkaloidů je lokalizováno v okolí oček, v klíčcích a slupce hlíz. Z hlediska dietetického je důležité, že u hlíz jsou alkaloidy lokalizovány ve slupce, a to až 40 % z celkového obsahu alkaloidu ve hlízách. Syntéza alkaloidů je stimulována zejména po vystavení hlíz světlu, kdy se může jejich obsah zvýšit až pětkrát. Zvláště nebezpečné mohou být hlízy mechanicky poškozené.

Z výživářského hlediska je nutné vědět, že alkaloidy brambor jsou termostabilní, takže je nelze inaktivovat ani termicky. Určitou výhodou je, že alkaloidy brambor jsou rozpustné ve

vodě, čehož se využívá zejména v drobných chovech, kdy se brambory vaří ve vodě, čímž alkaloidy přecházejí do vodní lázně, a tím se značně sníží jejich obsah v hlízách. Vodu po vaření nutno vylít! Solanin působí především na nervový systém inhibicí cholinesterázy, poškozuje sliznice trávicí soustavy, ledvinovou a jaterní tkáň a má hemolytické účinky. Smrt nastává v důsledku selhání krevního oběhu.

Dalšími krmivářsky významnými plodinami, které obsahují alkaloidy, jsou leguminózy. Jde zejména o lupiny. Nešlechtěné druhy lupin obsahují až 8g alkaloidů v 1kg semen. Jde zejména o chinolizidinové alkaloidy, viscin, konviscin a velmi toxický lupanin a anagyrin. Chinolizidinové alkaloidy jsou velmi toxické pro ovce, telata a koně. Otravy u zvířat se manifestují nervovými poruchami, jako špatná pohyblivost končetin, křeče a často končí úhynem. Z volně rostoucích druhů rostlin se může v krmivu objevit i vyšší zastoupení druhu jeřábina lékařská (*Galega officinalis*) obsahující řadu alkaloidů, z kterých je nejvýznamnější galegin. Galegin dráždí žlázy k větší sekreci. Podstatné snížení negativních účinků lze dosáhnout horkovzdušným sušením.

Z dalších rostlin, které se mohou vyskytovat v pastevních nebo lučních porostech jsou to přeslička bahenní a další druhy obsahující alkaloid equisetin a equisetonin. Alkaloidy přesliček mohou negativně ovlivnit technologickou kvalitu mléka. U krav se snižuje dojivost, klesá obsah tuku a mléko má načervenalou barvu.

5.3.2. Toxické bílkoviny

Lektiny

Lze charakterizovat jako toxické rostlinné albuminy, které mohou aglutinovat erythrocyty. V rostlinách jsou často vázány na sacharidy, proto se chemicky řadí mezi glykoproteiny. Vyskytují se v řadě druhů luštěnin, obilovin, dokonce byly prokázány i v bramborách. Kromě svých aglutinačních schopností mají lektiny vysokou afinitu k buňkám střevní sliznice, čímž způsobují snížení resorpce živin, nekrózu epitelálních buněk střeva a narušují obranné mechanismy střevní sliznice. Tím dochází ke zvýšenému průniku patogenů do organismu. Lektiny jsou často doprovázeny inhibitory proteáz. Vyskytují se hlavně v semenech sóji, hrachu, bobu, ale i v obilce ječmene a hlízách bramboru. Vytvářejí komplex s trypsinem, respektive chymotrypsinem a dalšími proteázami, které pak chybějí pro štěpení bílkovin v potravě, čímž klesá jejich stravitelnost. V kulturních rostlinách se s lektiny setkáváme nejčastěji v těchto druzích:

Skočec obecný – jeho semena obsahují silně účinný toxalbumin ricin. Při lisování oleje za studena zůstává ricin v pokrutinách a nepřechází do oleje. Jde o termolabilní látku, která se varem (0,5 – 2 hodiny) inaktivuje. Pokrutiny pro jejich vysokou toxicitu nelze zkrmovat.

Fazol obecný – lektiny se vyskytují nejen v semenech, ale ve všech tkáních rostliny. Fazol obsahuje toxalbumin fasin. Je rovněž termolabilní a jeho účinnost se ničí varem.

Sója setá – její semena obsahují glycin a β -konglycin. Proto surové sójové boby jsou nevhodným krmivem, zvláště pro mláďata. U telat po podání mléka ze surových sójových bobů byl pozorován silný průjem, špatný růst, svalová slabost a často tento stav vedl až k úhynu zvířat. Spolehlivou inaktivaci toxalbuminů sóji dosáhneme termickým ošetřením bobů.

5.3.3. Toxické peptidy

Nejnámějším rostlinným druhem obsahujícím toxické peptidy je len setý, který obsahuje toxický peptid, lokalizovaný v semeni. Tento dipeptid negativně zasahuje do metabolismu proteinů a působí jako antagonist vitamínu B₆. Dipeptid lze inaktivovat vyluhováním vodou nebo půlhodinovým varem při zvýšení tlaku. Při tomto termickém ošetření se však vytváří vhodné podmínky pro uvolnění kyanovodíku z přítomného glykosidu linamarinu!

5.3.4. Toxické aminokyseliny

Lathyrogeny – jde o společný název toxických aminokyselin izolovaných z hrachorů.

hemolytické aminokyseliny

Jde o toxické aminokyseliny vyskytující se u brukvovitých rostlin jako je krmná kapusta a tuřín. Tyto krmné plodiny obsahují aminokyselinu S-methylcysteinsulfoxid, která se v bacheru přežvýkavců transformuje na dimethyl-disulfid, patologické agens.

toxické kyseliny způsobující onemocnění dýchací soustavy

Onemocnění se objevuje po náhlém přechodu ze suchého krmiva s vysokým obsahem energie na mladou, šťavnatou píci o vysoké stravitelnosti (leguminosy, mladé travní porosty apod.). Z ostatních kulturních rostlin byly toxické aminokyseliny prokázány zejména u vikví (*Vicia*), kde v semenu byl zjištěn β -kyanoalanin, který působí jako inhibitor vitamínu B₆. Toxická aminokyselina kanavanin argininu byla determinována i u vojtěšky seté (*Medicago sativa*).

6. GLYKOSIDY A JINÉ LÁTKY

Základem jejich molekuly je specifický sacharid a necukerná složka – aglykon. Při hydrolytickém štěpení glykosidů dochází k energetickému rozkladu na tyto dvě složky. V rámci glykosidů rozlišujeme tři podskupiny:

- glukosinoláty
- kyanogenní glykosidy
- saponiny

Dále jsou do této skupiny přiřazeny:

- rostlinné estrogyeny
- antinutriční polysacharidy (NSP)

6.1. GLUKOSINOLÁTY (THIOGLYKOSIDY)

Jsou charakteristické obsahem glukózy v molekule, v rostlinách jsou přítomny ve formě anionů draselných solí. Je známo téměř 100 druhů glukosinolátů. K jejich hydrolytickému štěpení dochází především při klíčení a při mechanickém narušení rostliny, ale i působením mikrobiálních enzymů v trávicím traktu zvířat. Při tomto štěpení dochází k uvolňování izothiokyanátů, thiokyanátů, nitritů a dalších látek. Tyto látky často přecházejí do živočišných produktů (mléka, masa, vajec) a negativně ovlivňují senzorické vlastnosti (vůně a chuť). Vyskytují se zejména v krmné kapustě, vodnici, tuřínu, řepce, řepici a zelí. Velkým problémem mohou být u řepkových pokrutin a šrotů, při jejichž zkrmování může dojít k těžkým otrávám. Přesáhnou-li jejich dávky 0,5 % v sušině krmiva, snižuje se jeho chutnost, dochází k narušení sliznice trávicího traktu a ovlivnění metabolismu štítné žlázy. Citlivá jsou zejména březí zvířata. Určitou ochranou je zvýšená suplementace jódu zvířatům, v jejichž krmné dávce jsou zařazena krmiva s možným obsahem glukosinátů. Ani zcela bezpečné - zejména pro březí a laktující zvířata – není zkrmování řepkových šrotů a výlisků z tzv. „dvounulových“ odrůd řepky. Některé z degenerativních produktů glukosinátů (např. nitrity) vyvolávají i poškození jater, ledvin a plic a snížení produkce.

Částečnou detoxikaci lze dosáhnout odslupkováním semen, úplnou pak jen tepelnou inaktivací (90 – 100° C) po třicetiminutové expozici. Lze je rovněž vyluhovat do vody či vyextrahovat etanolem, hexanem apod. Výrazná inaktivace probíhá i během procesu silážování (SUCHÝ a kol., 1998).

6.2. KYANOGENNÍ GLYKOSIDY

Patří mezi ně glykosidy, uvolňující při hydrolytickém štěpení jedovatý kyanovodík. Velké množství jedu obsahují semena lnu, bobu, vikve a rostliny jetele plazivého, čiroku obecného a štírovníku růžkatého. Toxicita spočívá v reakci uvolněného kyanovodíku s cytochromoxidázou, která zprostředkovává přenos kyslíku na buněčné úrovni. Vysoké koncentrace kyanovodíku mohou vést až k úhynu zvířete v důsledku generalizované cytotoxické anoxie. Vysoká citlivost byla pozorována především u přežvýkavců, u kterých dochází k rychlému uvolňování kyanovodíku v bachoru a jeho následné resorpci do krve. Kyanidový anion je – v běžných dávkách – detoxikován v játrech působením rhodanázy. Vzniklý thiokyanát (vylučovaný močí) je sice slabě strumogenní, ale více než 200x méně toxický, než kyanidy. Kyanogenní glykosidy mohou negativně ovlivnit i kvalitu produktů, především mléka, které pak má hořkou chuť a nažloutlou barvu. Jako preventivní opatření vzniku otrav je možno využít tepelného ošetření krmiva, čímž dochází k inaktivaci enzymů, odpovědných za hydrolytické štěpení kyanogenních glykosidů.

6.3. SAPONINY

Způsobují hořkou chuť krmiva, pění a mají schopnost hemolyzovat červené krvinky. Jejich výskyt v krmivu může působit nepříznivě ve výživě monogastričních zvířat, zejména mláďat; u polygastričních zvířat se podílejí na akutním nadmutí. Vyskytují se zejména ve vojtěšce.

Hydrolyticky se štěpí na sacharid a polycyklické aglykony, označované jako sapogeny. K neznámějším sapogenům patří kyseliny medikagenová, sója-saponidy, kyselina lucernová apod. Saponiny lze očekávat především v sóji a vojtěšce a v menší míře u jetelů, štírovníku a u bobovitých píce. Lze je charakterizovat jako látky hořké chuti, pění ve vodných roztocích, se schopností hemolyzovat erythrocyty. U přežvýkavců mohou vysoké dávky saponinů působit jako etiologický agens akutní tympanie, vysoce toxické jsou však pro studenokrevné živočichy (ryby) a bezobratlé (včely). Píce s vysokým obsahem saponinů vyvolává podráždění střev, patologické změny na sliznicích trávicího traktu a narušení nervového systému. Z hospodářských zvířat je nejcitlivější drůbež. Inaktivace saponinů je problematická, neboť sušením se jejich účinnost nesnižuje. Hemolytické účinky jetelovin lze snížit silážováním.

6.4. ROSTLINNÉ ESTROGENY (FYTOESTROGENY) - KUMESTEROL

Neznamenají v našich chovech bezprostřední nebezpečí, ale v letech s vydatnými srážkami a s masovým výskytem listových chorob mohou působit negativně. Jde o látky

s estrogenní aktivitou, které se vyskytují zejména u vojtěšky, jetele, trav (srha, jilek, kostřava, bojínek, lipnice). Z chemického hlediska má řada fytoestrogenů steroidní strukturu, i když dnes je známá řada těchto látek nesteroidní povahy. Většina známých fytoestrogenů je odvozena od kumestanů a izoflavonů. V organismu zvířat dochází k jejich metylaci za vzniku aktivnějších metabolitů s estrogenním účinkem. V organismu dochází jejich působením k inhibici sekrece tělu vlastních estrogenů, k narušení ovulace, vyvolání nepravé říje a březosti. Dochází k degenerativním změnám pohlavního ústrojí a sekreci mléka u jalovic. U samců byl zaznamenán pokles oplozovací schopnosti spermií, opožděný vývoj varlat v období pohlavního dospívání, zvětšení mléčných bradavek beranů a produkce mléku podobného sekretu. Mohou působit i patologické změny na játrech a v ledvinách. Možný je i výskyt reprodukčních problémů u masožravců, krmných rostlinnými proteiny (sójový šrot s vysokým obsahem fytoestrogenů) vedoucí až k neplodnosti zvířat (leopardi) v zoologických zahradách.

Snížení estrogenní aktivity vyvolává přirozené sušení krmiv, zatímco při horkovzdušném sušení je jejich aktivita zachována. Silážováním dochází k významnému zvýšení estrogenní aktivity podobně jako někdy u přežvýkavců působením bachorové mikroflóry. U lidí s vegetariánským způsobem stravování je příjem fytoestrogenů mnohonásobně vyšší oproti běžné populaci, což působí neplodnost u žen a zhoršení kvality ejakulátu u mužů (SUCHÝ a kol., 1998b).

6.5.MYKOTOXINY

Jsou to vedlejší produkty rostoucích hub nebo plísní, které se vyskytují u velkého množství plodin. Obsahuje je až 25 % krmiv. Dekontaminace je možná tekutými přípravky, obsahujícími organická rozpouštědla nebo vodu, v níž byl rozpuštěn chlorid vápenatý nebo bikarbonát sodný. Mnoho mykotoxinů lze rozložit zahřátím nebo kombinací tepla a tlaku, obvykle za přítomnosti vody. Některé mykotoxiny, jako bezvodé aflatoxiny, deoxynivalenol, zearalenon, ochratoxin A, patulin a kyselina penicilinová, jsou vysoce stabilní. Ultrafialové a ionizující záření může být účinné při rozkladu např. aflatoxinů. Praktickým a nejšetrnějším způsobem likvidace mykotoxinů je čpavkování, které většinu aflatoxinů rozkládá. V poslední době je aktuální vázat molekuly mykotoxinů na povrch jiných neškodných molekul. Takto navázané toxiny se inaktivují při trávení nebo odcházejí ze zažívacího traktu výkaly. Problematika mykotoxinů v krmivářství je součástí studie schválené VVVZ „*Identifikace vyhodnocení možných rizik souvisejících s bezpečností krmiv*“ (PROKOP & TVRZNIK, 2002).

6.6. ANTINUTRIČNÍ POLYSACHARIDY (NSP)

Jedná se o nestravitelnou nebo omezeně stravitelnou část vlákniny. Některé jsou rozpustné ve vodě, většina nikoli. Ve střevním traktu bobtnají a zvyšují viskozitu tráveniny. Tím zhoršují pohyblivost živin i trávicích enzymů v trávicím ústrojí a omezují absorpci živin, zejména tuků. Z hlediska antinutričních účinků jsou z NSP nejzávažnější β -glukany a arabinoxylany (pentosany, příp. hemicelulózy). Výskyt β -glukanů je charakteristický pro ječmen, oves a některé genotypy pšenice, zatímco žito, tritikale a většina genotypů pšenice se vyznačují zvýšeným obsahem arabinoxylanů. Kukuřice má obsah NSP nízký. U ječmene se obsah β -glukanů pohybuje mezi 2,4 – 8,0 % sušiny, přičemž rozpustných β -glukanů je v sušině 1,1 – 6,9 %. K nárůstu jejich obsahu dochází při zvýšeném hnojení dusíkatými hnojivy a při teplém a slunečném počasí ve fázi tvorby obilok, zatímco deštivé počasí jejich obsah snižuje. Obsah rozpustných β -glukanů a arabinoxylanů se zvyšuje extrudováním. Tepelné úpravy však vedou k poklesu obsahu rozpustných arabinoxylanů, které jsou vůči zvýšené teplotě citlivé. Vysoký obsah celkových NSP - většinou rozpustných – má vlní bob úzkolistý (38 % sušiny), hrách (24,7 %), sójový šrot (30,3 %) a řepkový šrot (16,7 %). NSP v semenech luskovin a řepky mají výrazně komplexnější charakter a jsou zatím méně prostudovány, než polysacharidy obilnin.

Polysacharidy rostlinných buněčných stěn snižují příjem a využitelnost živin a užitkovost u drůbeže a v menší míře i u rostoucích prasat.

Nejdůležitější cestou pro omezení nežádoucích účinků NSP je aplikace enzymových preparátů, získaných prostřednictvím některých mikroorganismů (např. *Trichoderma virida*, *T. reesei* či bakterie *Bacillus subtilis*). Pro budoucnost se uvažuje o účelnosti genových manipulací, kterými by se potřebné hydrolytické enzymy zavedly buď do krmiv nebo do mikroflóry střevního traktu (KALÁČ&MÍKA, 1997).

7. ZUŠLECHŤOVÁNÍ KRMIV

Jedná se o souhrn technologických postupů, jimiž se zvyšuje nutriční hodnota, chutnost a přijatelnost krmiv, zvyšuje se stravitelnost živin a odstraňují se škodlivé účinky a nepříznivé vlastnosti krmiv. Současně se zlepšují technologické vlastnosti jako je smíchání krmiv, skladovatelnost a manipulace s nimi. Zpracování je závislé jednak na druhu krmiva a jednak na anatomické stavbě trávicího ústrojí a odlišnostech fyziologických funkcí jednotlivých druhů zvířat. S úspěchem lze zušlechťovat pouze krmiva kvalitní a nezhodnocená různými faktory.

Způsoby úprav

- 1) *FYZIKÁLNĚ MECHANICKÉ*
- 2) *ZUŠLECHŤOVÁNÍ VLHČENÍM*
- 3) *BIOLOGICKÉ ÚPRAVY*
- 4) *TEPELNÉ A TLAKOVÉ ÚPRAVY KRMIV*
- 5) *HYDROTERMICKÉ METODY*
- 6) *ZUŠLECHŤOVÁNÍ CHEMICKÝMI POSTUPY*
- 7) *VYUŽITÍ BIOTECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ*

7.1. FYZIKÁLNĚ MECHANICKÉ ZUŠLECHŤOVÁNÍ

7.1.1. Řezání

Používá se u píce s dlouhými lodyhami a stéblů a u píce s hrubou strukturou jako je sláma a seno. Řezané krmivo zvířata lépe polykají, přežvykují a proslušují a tím i dokonaleji tráví. Objemná píce svým charakterem reprezentuje pro přežvýkavce část krmné dávky, zabezpečující tzv. strukturální nebo-li účinnou vlákninu, jejíž podíl je nezbytný pro zachování činnosti a funkce předžaludků u přežvýkavců. Pořezání na částice menší než 0,8 cm svojí strukturou nevyhovuje. Za absolutní minimum se považuje denně pro dojnici alespoň 2 kg píce v podobě dlouhostéblého materiálu (2 – 5 cm). Je doporučováno, aby minimálně 75 % veškeré neutrálně detergentní vlákniny, přijímané dojnici, bylo dodáno pící, přičemž průměrná délka jejích částí by měla přesahovat 1,5 cm (DAVIS, 1992). Zmenšení velikosti částic píce pod minimální úroveň snižuje bachorové pH, mění poměr produktů bachorové fermentace (octan vs. propionát) a má za následek velmi nízkou tučnost mléka. Řezaná objemná krmiva se snadno mísí s jinými krmivy.

7.1.2. Štípání

Úprava týkající se slámy obilovin, při níž je převážná část stébel (více, než 80 %) podélně rozštípnuta; optimální délka částic je cca 5 cm. Štípáním se zlepšuje mechanická i pneumatická manipulace a zvyšuje se nasávací schopnost. Takto upravená sláma je vhodná k výrobě tvarovaných krmiv.

7.1.3. Šrotování

Šrotování krmiv umožňuje zvířatům lepší příjem, proslinění a rozžvýkání. Zvyšuje chutnost krmiv, u některých i stravitelnost. Stupeň šrotování se řídí druhem krmiva a druhem a stářím zvířat, pro které je krmivo šrotováno. Šrotování krmiv má největší význam u monogastrických zvířat, pro která musí být krmiva jemně sešrotována. Skotu vyhovuje šrotování hrubší. Šrotováním se upravují obilniny, luštěniny, seno, sláma, úsušky z horkovzdušného sušení, zbytky průmyslu potravinářského, zbytky průmyslu olejnářského (pokrutiny a extrahované šroty) a minerální krmiva. Některá šrotovaná krmiva podléhají rychleji kvalitativním změnám, proto není možné šrotovat do zásoby, např. krmiva s vyšším obsahem tuku.

Šrotování krmiv patří k základním operacím při výrobě krmných směsí a provádí se podle technologických zařízení buď před smícháním nebo po smíchání jednotlivých surovin. Do krmných směsí, zejména pro prasata a drůbež, se přidává šrotované seno. Používá se jen nejkvalitnější seno z mladé píce, obvykle z uměle sušené vojtešky. Šrotování sena se v současné době zařazuje k horkovzdušným sušárnám. Usušená řezaná píce přechází ze sušárny po ochlazení do šrotovníku a po rozšrotování se obvykle plní do papírových pytlů.

7.1.4. Loupání

Principem této metody je metání semen proti smirkovému plášti, rotujícímu brusnému kotouči nebo plášti z děrovaného plechu. Nárazy i třením se navzájem nebo o plášť se plod zbavuje prachu, oplodí, osin apod. Negativní stránkou loupání je možnost porušení osemení, obnažení endospermu a tvorba zlomků.

7.1.5. Mletí

Jedná se o drcení, při kterém se postupně oddělují jednotlivé části endospermu obilky. Vlastní mlecí proces se dělí na šrotování, luštění a vymílání.

7.1.6. Mačkání

Je to rozmělnování pařených okopanin nebo krmných obilovin. Pařené brambory je nutné rozmačkat vždy před zkrmováním nebo silážování. Zároveň lze přidávat i jadrná krmiva, popř. i zelenou píci. Brambory rozmačkané s jadrnými krmivy musí mít správnou drobtovitou strukturu, jednotlivé částice nemají přesahovat 1 cm a mají být zpravidla obaleny šrotem. Mačkadla zrní se skládají ze dvou hladkých válců, otáčející se protichůdně stejnou rychlostí, mezi nimiž se zrno, padající z násypky, rozmačkává. Mačkání zrnin se provádí zejména u ovsa pro koně, dále u pšenice pro prasata. V poslední době, hlavně vzhledem k nárůstu spotřeby jadrných krmiv u vysokoužitkových dojnic, je - díky tomu, že fermentace v předžaludcích je pomalejší, než je tomu u šrotů – doporučováno i pro tuto kategorii, případně i pro výkrm skotu a telata.

7.1.7. Míchání (mísení)

Je považováno za nejefektivnější způsob úpravy, zušlechtění a zchutnění krmiv. Je na něm založena technologie výroby krmných směsí. Mísením se zvyšuje biologická hodnota dusíkatých látek, celková nutriční hodnota krmných směsí a jejich využití, zužitkovávají se méně chutná krmiva a zvyšuje se chutnost celých krmných dávek. Vyrovňuje se také potřeba jednotlivých živin včetně minerálních látek, vitaminů i specificky účinných látek (JEDLIČKA, 1987).

V posledních asi deseti letech i v ČR byl nastartován prudký rozvoj zkrmování tzv. kompletních směsných krmných dávek (TMR, = *total mixed ration*) pro skot, připravovaných v míchacích krmných vozech.

K hlavním přednostem TMR patří:

- eliminace možnosti vybírání jednotlivých krmiv ze směsi – každá část žvance je uniformní směsí přesně naprogramované krmné dávky
- zkrmování správně sestavených TMR omezuje zaživací potíže zejména v 1. fázi laktace, jež jsou nejčastěji způsobené vysokými dávkami koncentrátů
- stálý průběh fermentace v bachoru, který je výsledkem několika denních dávek stále přístupné TMR, zlepšuje využití energie a dusíkatých látek, což se příznivě projevuje na obsahu tuku a bílkovin v mléce
- dochází k maximalizaci příjmu sušiny, což se následně odráží v mléčné užitkovosti a zdravotním stavu
- umožňuje zkrmování i méně chutných krmiv
- eliminuje potřebu zkrmování minerálních látek nebo průmyslových směsí, což vede ke snižování nákladů a přináší další výhody (hospodárnost, produktivita práce atd.)

7.1.8. Tvarování

Jedná se o zušlechťování krmiv působením tlaku (30 – 60 MPa/cm²) a vyšších teplot (70 – 120° C). Dochází při něm k částečnému narušení buněčných stěn, klesá obsah některých složek vlákniny (pentozanů a ligninu). Tvarovaná krmiva procházejí trávicím ústrojím rychleji, částečně se sice snižuje jejich stravitelnost, ale zvířata zase spotřebují menší množství energie na trávicí procesy a vykazují větší konzumaci. Při jejich zkrmování vzniká v bachoru přežvýkavců více kyseliny propionové. Při dlouhodobém zkrmování tvarovaných krmiv mohou nastat poruchy funkce žaludku.

Tvarovaná krmiva se vyrábějí v podstatě ze sypkých krmiv ve speciálních zařízeních - lisech. Po lisování se dosoušejí v sušičkách, nebo se chladí, aby nepodléhaly zkáze. Před lisováním se do směsí v některých případech přidávají tekuté látky jako melasa, mléko, voda, resp. se zapařují, aby se lépe tvarovaly.

Podle formy rozdělujeme tvarovaná krmiva na granule, pelety a brikety. Názvy používané na označování tvarovaných krmiv nejsou jednotné ani u nás, ani v zahraničí. Pojmy se navzájem často zaměňují a tak ani z literatury není možné často posoudit o jakou formu krmiva jde. V zahraničí se např. granulemi označují výrobky, které vznikly protlačením otvorem v matrici lisu a mají tvar válce nebo hranolu. Briketami se nazývají výrobky, které vznikly stlačením krmiva v tvarovaném prostoru lisu. Např. v Anglii briketami (nazývají je též *silfery*) označují krmnou směs tvarovanou do stlačeného válce s rozměry 1,6cm x 3,8 cm. Tímto krmivem většinou přikrmují hovězí dobytek na pastvě. V Rusku a v jiných státech se briketami obvykle nazývá krmná směs lisovaná do tvaru jehly 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. Peletami se nazývají velmi malé granule z jemně mletých jaderných krmiv a jiných složek.

7.1.8.1. Granulovaná krmiva

Granulovanými krmivy jsou krmné směsi zlisované do tvaru válečku s průměrem 3 – 14 mm. Poměr průměru k délce je 1: 1,3 – 1,4. Základní složkou jsou jaderná a minerální krmiva.

Výrobek může obsahovat i mletá objemová krmiva. Granulovaná krmiva jsou u nás vyráběna především pro drůbež a prasata. Výhoda používání granulí je zejména v tom, že se nerozprašují a že všechny části krmné směsi musí zvíře sežrat a nemůže si vybírat, jako např. drůbež při krmení sypkým krmivem. Výživa je lepší, kvalitnější, protože nezůstávají zbytky v krmítkách.

Výroba granulovaných krmiv je náročnější na technologický proces, protože se musí zabezpečit, aby se granule při dopravě do zásobníků apod. nedrobily, ale dokonale udržovaly svůj tvar a aby nedocházelo k hnilobným procesům.

Granulovaná krmiva pro kuřata se vyrábějí ve velikosti 1,5 – 2,5 mm, pro slepice 3 – 5 mm a pro vodní drůbež ve velikosti 10 mm. Pro drůbež je důležité, aby granulované krmivo mělo zbarvení odpovídající zrnům. Pokud je zbarvení odlišné (sivé, popelavé), drůbež ho odmítá. Pro prasata se vyrábějí granule o velikosti 2 – 10 mm a pro telata o velikosti 6 – 8 mm.

K výhodám granulovaných směsí patří zvýšení nutriční hodnoty (zmazovatění škrobu), zvýšený příjem krmiva a odstranění regrese při příjmu krmiva zvířaty, zvýšení zoohygieny (zničení většiny běžných bakterií včetně salmonel a plísní) a stravitelnosti, jednodušší dávkování, vyšší měrná hmotnost (o 15 % ve srovnání se sypkou směsí), snadnější doprava, odstranění klenbování v zásobnících a separace částí během dopravy a skladování.

Granulační lisy s prstencovou maticí jsou vhodné nejen pro granulaci krmných směsí, ale i surovin krmivářského průmyslu (úsušky, pokrutiny, sladový květ). K dispozici jsou lisy s výkony od 0,5 – 15 t/hod.

Tuto technologii lze rovněž zařadit mezi tepelné úpravy, přestože teploty, dosahované při výrobě granulí jsou přibližně jen 80° C. Před granulací však dochází po dobu 1 až 10 minut k napařování či kondicionování. Při této teplotě jsou již původci salmonelózních chorob zničeni z více než 90 %. Problémem je, že mohou opět rychle vyklíčit při nesprávném chlazení nebo po vychladnutí, kdy může dojít ve vyrobeném materiálu ke kondenzaci vody. Výskyt salmonely je rozdílný i při různých výkonech granulačního lisu (vyšší výkon → rychlejší průchod krmiva → vyšší riziko výskytu salmonel) (ZEMAN a kol., 1999).

7.1.8.2. Peletovaná krmiva

Peletovaná krmiva jsou tvarovaná 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 objemové krmivo, cukrovarské řízky, minerální krmné přísady, doplňky biofaktorů, močovina, melasa aj. Používají se ve formě kompletních nebo doplňkových krmných dávek, zejména ve výživě přežvýkavců.

7.1.8.3. Briketovaná krmiva

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 jadrných a bílkovinných krmiv. Taková krmiva můžeme bez problémů skladovat, přepravovat a podle potřeby používat. Používají se jako rezervní krmiva tam, kde není dostatečná krmivová základna.

7.2. ZUŠLECHŤOVÁNÍ VLNČENÍM

7.2.1. Vlhčení a máčení

Používá se u jemně šrotovaných nebo mletých koncentrovaných krmiv. Zamezuje jednak ztrátám krmiv rozprášením a jednak nepříznivému působení moučných částic na dýchací ústrojí a oči zvířat i personálu. Vlhčení krmiv má význam hlavně pro drůbež, neboť se jím aktivizují rostlinné enzymy, které pak umožňují lepší trávení. Potrava se však nemá nadměrně vlhčit (tzv. šlichty) a zkrmovat v polotekuté nebo tekuté formě, protože se snižuje její využití, organismus se přetěžuje vodou, snižují se přírůstky, zhoršuje se kvalita masa a ostatních produktů a zvířata nestačí přijmout potřebné množství živin. Příliš vodnatá krmiva snadno podléhají zkáze, zejména v letním období. Drůbež nemůže polotekutá krmiva přijímat, protože se jí lepí na zobák. Zvířata, především prasata, přijímají zvlhčeného krmiva větší množství. Stravitelnost živin se ovlhčováním nemění. Traduje se, že ovlhčování krmiva teplou vodou ovlivňuje příznivě produkci (úspora energie v organizmu zvířat). Máčením se zrniny předběžně upravují pro nakličování, pražení nebo další technologické postupy.

7.2.2. Vyluhování

Technika úpravy krmiv, zvyšující jejich chutnost a někdy i jejich nezávadnost (vylouží se hořké, případně škodlivé látky). Vyluhováním se také připravují léčebné roztoky (např. senné výluhy).

7.2.3. Zapařování (samozahřátí)

U krmiv, hlavně objemných, se doporučuje proto, že píce nabude příjemné vůně, změkne a zchutní, zvířata ji přijímají větší množství, vytváří se v ní také malé množství organických kyselin, které podněcují trávení, v některých případech se může vytvářet i malé množství alkoholu. Doporučuje se zapařovat hlavně slámu a plevy. V omezené míře se mohou přidávat i jiná krmiva, jako okopaniny, melasa a jadrná krmiva. Zapařovat lze jen krmiva bezvadné kvality.

7.2.4. Vaření a paření

Krmiva se takto zchutňují (brambory, řepa aj.), aby jich zvířata přijala větší množství, a také se upravují krmiva částečně závadná. Některá krmiva nebylo možno bez povaření zkrmovat vůbec (kuchyňské odpady, jatečné odpady, čerstvá krev, čerstvé kvasnice). Vařením se odstraňují některé škodlivé látky (solanin) i nepříjemný zápach, ničí se mikroorganismy a škůdci krmiv. Některá krmiva se vaří z dietetického hlediska (lněné semeno). Vařená krmiva se rychle kazí a proto je nutné je vzápětí zkrmovat.

7.3. BIOLOGICKÉ ÚPRAVY

Biologická úprava krmiv má význam, protože se při ní zvyšuje nejen chutnost krmiv a jejich přijímání zvířaty, ale zároveň se krmiva i obohacují mnoha velmi hodnotnými živinami (kvasničná bílkovina a vitaminy skupiny B), které ovlivňují výši užitkovosti a zlepšují zdravotní stav zvířat. Velká pozornost byla věnována i biologickým způsobům zušlechťování slámy. OPÍCHAL & HALUZA (1977) dosáhli dobrých výsledků zkrmováním fermentované slámy. HAN & ANDERSON (Anonym 1977) zvýšili pomocí kvasného procesu (*Aspergillus oryzae*) obsah N-látek o 7 – 10 % a stravitelnost slámy o 46 %. Možnostmi využití hub pro lepší zhodnocení slámy se zabývali GINTEROVÁ (1975) a ZADRAŽIL (1975, 1977, 1980). Pozornost je věnována i výrobě tzv. technických enzymů. Největší množství celuláz se zatím získává z kmene *Aspergillus niger* a nověji též z kmenů *Trichoderma viridae* (PANAIOTOV, 1977; FOJT, KOTAL & PODRAZSKÝ 1980).

7.3.1. Drožd'ování, zakvašování

Je úprava krmiv přidávkem kvasnic. Drožd'ováním se upravují objemná nebo jadrná krmiva. Poloprůmyslově se připravují tekutá kvasničná krmiva z živných roztoků očkovaných vhodným druhem kvasinek (například *torula*). Drožd'ují 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 trávicí deprese.

Sláma se vrství a skrání roztokem melasy ve vodě a potom se sešlape a nechá se zapařit. Pak se přerovná a pokropí rozředěným zákvasem, připraveným z jadrného krmiva, melasy soli a kvasnic, opět se sešlape a nechá zkvasit.

Kysání se uplatňuje hlavně při úpravě mléka (acidofilní mléko).

7.3.2. Fermentace

Je to technologický postup, jímž se dosahuje změny v chemickém složení a někdy i fyzikální strukturu krmiva za využití enzymů již v krmivu obsažených (např. v píci – po jejím zavadnutí) nebo enzymů mikrobiálních. Fermentací nabývá krmivo pro zvíře výhodných chuťových nebo výživných vlastností, kde se např. po rozrušení buničiny krmivo stane stravitelnějším. Tímto procesem se také mění poměr kyselin a zásad v krmivu, vytvářejí se některé nové kyseliny (v silážích), mění se fyzikální struktura některých složek (např. kyselé mléko) apod. Krmivo nabývá pro zvířata příjemné vůně nebo chuti, což je podstatou tzv. zchutňování krmiv. Krmivo se tak obohacuje též o některé produkty mikrobiální činnosti (např. vitaminy, aminokyseliny apod.). Některé fermentační pochody automaticky probíhají při konzervaci píce (JANČAŘÍK, 1968).

7.3.3. Nakličování zrnin

Zabezpečuje živočichům, hlavně drůbeži, v období vegetačního klidu krmivo, bohaté na vitaminy, stopové prvky a specificky účinné látky.

7.4. TEPELNÉ ZUŠLECHŤOVÁNÍ KRMIV

Jedná se o působení tepla (suchý proces) nebo tepla a vlhka (hydrotermický, nebo-li mokřý proces) na krmivo.

Význam termické úpravy krmiv:

- omezení obsahu negativního působení škodlivých látek na minimum;
- zlepšené využití živin jednotlivých krmiv a snížení ztrát stravitelných živin;
- snížení, příp. omezení výskytu nežádoucích mikroorganismů v krmivu;
- uplatnění netradičních krmiv;

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

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

Charakteristiky jednotlivých postupů tepelných úprav uvádí tabulka č.1.

Tabulka 1: Charakteristiky vybraných způsobů tepelných úprav (HÁP, 1998)

Proces	Teplota (°C)	Maxim. tlak (MPa)	Vlhkost (%)	Max. podíl tuku (%)	Mazovatění škrobu (%)
Granulace	60 - 100		12 – 18	12	15 – 30
Expandace/granulace	90 - 130	3,5 – 4,0	12 – 18	12	20 – 55
Suchá extruze	110 - 140	4,0 – 6,5	12 – 18	12++	60 – 90
Vlhká extruze					
Jednošnekový	80 - 140	1,5 – 3,0	15 – 35	22	80 – 100

extrudér					
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)					

a) Suchý proces

7.4.1. Sušení

Snižování obsahu vody umělým, případně přirozeným postupem, aniž by se měnilo chemické složení krmiva. Jedná se o tepelnou dehydrataci. 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.

7.4.2. Suchá extruze

Je to proces lisování, resp. mačkání materiálu, spojeného s jeho protlačováním působením vysokého tlaku. Cenově příznivější varianta vhodná pro extruzi sójových bobů, úpravu obilnin, luskovin a olejnin. 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. V současné době jsou u nás k dispozici extrudéry o výkonu 500 nebo 1000 kg/h. K tepelnému a tlakovému ošetření suroviny dochází v extrudačním válci, ve kterém je sestava silnostěnných šnekovic a těsnících kroužků (omezovačů). U sójových bobů je ideální teplota zpracování cca 135° C. Po výstupu z extrudéru je extrudát vychlazen ve speciální chladicí koloně. Do prestartérů a startérů pro mláďata jsou zařazovány extrudované obiloviny buď ve směsi se sójovými boby nebo jako jednotlivé suroviny. Pro tento případ je extrudér doplněn o řezačku, dávkovače vody a rostlinného oleje. Dávkování oleje je nutné pro dosažení výstupní vlhkosti hotového tvarovaného extrudátu z chladicí kolony maximálně 14 %.

Pro obiloviny je nejvhodnější teplota zpracování kolem 120 - 125° C, kdy dochází k nejvyššímu zmazovávání škrobu. Extrudační linky jsou rovněž používány pro výrobu speciálních krmiv pro psy, kočky, zvířata v zoo, ryby apod.

7.4.3. 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 rovnoměrně a nepřipalují se nejvíce exponované plochy produktu.

- Pásové systémy jsou vhodné pro ošetření většího, či křehčího materiálu, zejména tam, kde hrozí nebezpečí rozšířeného odrolu. U nás jsou známy systémy toastování pod názvy JET SPLODER a DANTOASTER.

7.4.4. Ozařování

Metody rozvíjené v posledních letech. K ošetření zrna využívají laserového záření, infračerveného záření a elektromagnetického pole (LICHVÁŘ & VANČURA, 1991). V praxi se z těchto metod nejvíce používá mikronizace. Tato metoda využívá principu ozařování krmiva infračerveným zářením (patent firmy *Micromizing Co.*, UK) o vlnové délce 1,8 až 3,4 mikronů. Jedná se o velmi náročný systém. Namočením krmiva před ozářením se získá produkt se zvýšenou výživnou hodnotou. Krátkodobé působení vysokých teplot z infrapanelu umožňuje ohřev v celém průřezu zrna na 120 až 160° C, odpaření vnitřní vlhkosti, přičemž vzniká v buňkách přetlak a dochází k želatinizaci škrobu. Ošetřený produkt lze následně mačkat na vločky. Při vstupní vlhkosti zrna 15 % je vlhkost hotového výrobku asi 10 % (ZEMAN a kol., 1999).

7.4.5. Pufování

Využívá principu rázového uvolnění tlaku a odpařování vlhkosti zevnitř zrna – nadouvání. 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.

b) Mokrý proces

7.4.6. Mokrý extruze

Při této metodě patříci mezi tzv. HTST (*high temperature short time*) je protlačováno celé nebo šrotované zrno přes matici o určité velikosti otvorů. Pokud zrno nemá dostatek tukových složek, vhání se pracovního válce pod tlakem /asi 200 kp) ostrá pára. Ovlhčení je na vlhkost asi 22 – 29 %

7.4.7. Paření kukuřice (*steam flaked corn*), příp. ječmene, čiroku a jejich následné vločkování

Zrno je napařováno 30 – 60 minut, čímž se jeho vlhkost zvyšuje na 18 – 20 %. Dále se vločkuje mezi dvěma válci s průměrem 46 – 61 cm. Výsledná hustota produktu je u kukuřice

0,31 – 0,77 kg/l. Paření s následným vločkováním zvyšuje objem kukuřice o 5 -15 %. V důsledku tepelného ošetření zrna dochází ke změně struktury škrobu a jeho želatinizaci. Změnou chemické struktury se zvyšuje dostupnost živin pro trávení. Stravitelnost zrna kukuřice je až 95 % (šrotovaná kukuřice cca 80 %). Želatinizovaný škrob má stravitelnost v bachoru až 96 % (vlhké kukuřičné zrna 82 – 85 % a šrotovaná kukuřice 78 %). Pařená vločková kukuřice má navíc příjemnou vůni a chuť.

7.4.8. Vločkování

Úprava vlhkého, tepelně ošetřeného materiálu na válci. Zrna se po napaření (30 – 60 minut) a v důsledku toho změknutí rozmáčkne při průchodu mezi dvěma válci. O kvalitě produktu rozhoduje délka napařování a síla stlačení při rozmáčknutí. Vločkování zrnin je výhodné zejména pro mladší kategorie zvířat. Pro prasata je důležité, aby výsledný produkt byl co nejtenčí. Vločkováním se zvýší využití energie o cca 7 – 15 %.

7.4.9. Expandace

Dříve používaná hlavně jako způsob napařování ke sterilizaci krmiva před klasickým granulováním, což mělo největší význam u směsí pro drůbež. Princip expandace je stejný, jako u extruze. Rovněž se jedná o HTST úpravu. Expandéry se liší od extrudérů výstupní částí. Expandéry nemají matici a materiál se protlačuje štěrbinou mezi pouzdem expandéru a výstupní hlavou. Stupeň želatinizace je možné ovlivnit zvýšením tlaku v pracovním prostoru expandéru – změnou velikosti výstupní štěrbin. Po opuštění pracovního prostoru dojde k náhlému snížení tlaku a tím k prasknutí nabobtnalého škrobového zrna rovněž ke změně jeho struktury. Expansit je silně porézní, má daleko větší povrch, než granule, nemá ale stejně velké částice a je levnější než granulace. Je vhodný pro skot, prasata a drůbež, s výjimkou brojlerů a výkrmu krůt (nízké měrná hmotnost). Nevýhodu expandérů – nemožnost tvarování – odstranila zařízení, která díky výměnné hlavě jsou schopna vyrábět jak extrudát tak i expansit, tzv. expantrudéry.

K nejmodernějším zařízením na tepelnou úpravu patří tepelná granulátor (*pellet cooker*). Jedná se o spojení expandéru a granulárního lisu. Předností této technologie jsou pelety s vysokým podílem zmazovatělého škrobu při zachování vysoké měrné hmotnosti granulí (600 až 750 g/l). Na rozdíl od expandéru a extrudéru jde o HTMT (*high temperature micro time*) způsob úpravy. Krmivo je vystaveno vysokým teplotám 125° - 170° C po dobu 3 – 4 sec. Škrob během zpracování zmazovává, pronikne do struktury ostatních částí krmiva, pak vytuhne a

vytvoří opět stabilní strukturu – přirozené pojivo. Vlhkost zpracovávaného krmiva je kolem 18 %, 2 až 3 % se odpaří po průchodu paletizační hlavou.

7.5. HYDROTERMICKÉ METODY ZUŠLECHŤOVÁNÍ

7.5.1. Hydrotermické úpravy lignocelulózových materiálů

Spařování slámy podle většiny autorů nemění její stravitelnost. Zvyšuje se pouze chutnost a tím i její příjem zvířaty. Pouze dlouhodobá hydrotermická úprava pod tlakem (58 – 980,1 kPa) rozrušuje strukturu buněčných stěn slámy a zpřístupňuje tak její živiny (GUGOLZ a kol., 1971). Ověřován byl rovněž postup využití páry o vysokém tlaku s chemikáliemi (louh, čpavek). Řada autorů se zabývá rovněž hydrotermickými úpravami dřevních pilin (ZELEŇÁK & BOĎA, 1977). KOSAŘ & KUDRNA (1977) zjistili mnohem pronikavější účinek hydrotermické úpravy na stravitelnost a využitelnost krmné dávky, obsahující piliny, než je tomu při zařazení stejně upravené slámy do krmné dávky skotu ve výkrmu.

7.6. ZUŠLECHŤOVÁNÍ CHEMICKÝMI POSTUPY

7.6.1. Louhování obilí

Jedná se o technologii, při níž se vlhké zrno skladuje i zkrmuje celé, mechanicky se neupravuje ani před skladováním ani po něm. Při smíchání louhu (nejlépe sodného) se zrnem a vodou dojde k bouřlivé reakci, při níž vnější obaly zrna popraskají, u kukuřičných zrn se navíc na povrchu vysráží škrob (bílý povlak). Chemické ošetření použitím louhu sodného znamená nejen narušení povrchových obalů zrna částečnou hydrolyzou hemicelulózy a ligninu (BERGER a kol., 1979), ale i nabobtnání škrobových granul, takže škrobový endosperm je dostupný pro bacherové mikroorganismy a enzymy. V porovnání se šrotovaným zrnem jsou louhované obilniny trávené pomaleji, udržují vyšší pH bacheru a podle ORSKOVA a kol. (1978) vedou k vyššímu příjmu krmiv. Reakce je doprovázena zvýšením teploty ošetřené hmoty (tzv. *sodagrain*) až na 60° C. Aplikace louhovaného zrna snižuje riziko acidóz, vznikajících při zkrmování velkého množství šrotovaného zrna a neutralizuje působení příliš kyselých siláží. Louhované zrno je navíc možné skladovat 3 – 6 měsíců.

Louhování se nejlépe provádí v míchacím krmném voze. Dávkuje se např. 1,8 t pšeničného zrna a 50 kg louhu. Asi po 10minutovém promíchávání se za stálého míchání přidává voda tak, aby výsledné sušina byla cca 65 %. Potom se *sodagrain* vysype na hromadu a ponechá na ní nejméně 3 dny. Správně připravený *sodagrain* má pH asi 9 – 11. Do krmných dávek

dospělého skotu se ho zařazuje přibližně 1 – 4 kg/ks/den. Při nedostatečné čistotě zrna, míchacího vozu či skladovacího prostoru může dojít k rozvoji plísní, hnilobných mikroorganismů nebo roztočů (LOUČKA & MACHAČOVÁ, 1997).

7.6.2. Čpavkování

Jedná se o obohacení některých, hlavně na bílkoviny chudých krmiv (sláma, kukuřičné zbytky, sacharidová krmiva, cukrovarské řízky, melasa), o dusíkaté látky přímým přidáváním čpavku buď plynného nebo ve vodném roztoku. Bachorové bakterie přežvýkavců mají schopnost využít dusík nebílkovinných dusíkatých látek, tedy i čpavku, pro syntézu kvalitní mikrobiální bílkoviny. Vysoký obsah nebílkovinných dusíkatých látek v krmné dávce, zejména při nedostatku pohotové energie, může naopak působit toxicky. Určitý význam pro skot má i obohacování hotových siláží čpavkem.

Významnou záležitostí ve výživě přežvýkavců je na podobném principu jako čpavek fungující močovina.

7.6.3. Chemické úpravy lignocelulózových materiálů

7.6.3.1. Louhování lignocelulózových materiálů

Na rozdíl od hydrotermických úprav dosáhly podstatného rozšíření úpravy chemické. Jejich účelem je především zvýšení stravitelnosti, a to narušením lignocelulózového komplexu. BECKER & NEHRING (1965) se dokonce domnívají, že zvýšení stravitelnosti lignocelulózových materiálů lze dosáhnout pouze chemickými úpravami, které jsou schopny rozbít vazby mezi ligninem a celulózu v buněčných stěnách.

Působením hydroxidu sodného se štěpí intermolekulární esterové vazby, podstatně se zvyšuje bobtnavost slámy nebo dřeva, buněčné stěny jsou drasticky narušovány. Tím je umožněn vyšší účinek enzymů bachorových celulólytických bakterií a vyšší stravitelnost organických živin, obsažených v lignocelulózových materiálech (PIATKOWSKI a kol., 1972), PŘIKRYL & JAKOBE (1980) se domnívají, že na rozdíl od enzymů mohou látky malé molekulové hmotnosti, jako NaOH a NH₃, proniknout do komplexu vytvořeného ligninem a membránovými polysacharidy a drasticky narušit buněčné vazby. Tím se bachorovým mikroorganismům usnadňuje napadání vysoce stravitelných frakcí polysacharidů. Někdy je působení alkálií na zvýšení stravitelnosti slámy vysvětlováno i tak, že zásada neutralizuje kyselé produkty kvašení celulózy, a tím upravuje pH obsahu bachoru směrem k neutrální oblasti, která je optimální pro celulólytické bakterie. CHANDRA & JACKSON (1970) na základě sledovaných chemických látek

považují za nejúčinnější prostředek pro zpracování hrubé píce hydroxid sodný. Aplikací této látky se jim podařilo např. u kukuřičných vyluštěných palic snížit obsah ligninu o 26 % a zvýšit stravitelnost sušiny o více než 100 %. Na možnost dvojnásobného až trojnásobného zvýšení výživné hodnoty všech druhů slám (pšeničná, kukuřičná, rýžová) pro přežvýkavce zpracováním louhem sodným upozorňují REXEN & MÖLLER (1974).

Alkalizace louhem je považována za nejúčinnější metodu při narušování ligninocelulózového komplexu slámy. Starší metody, využívající k úpravě velké množství roztoků s nízkou koncentrací, byly pro četné nevýhody postupně nahrazovány technologicky vyřešeným tzv. „suchým“ postupem, přičemž se naopak používá vodných roztoků louhu s koncentrací 48 – 50%. Takto ošetřená sláma je buď skladována několik dnů na hromadách nebo je tvarována, což vlivem zvýšené teploty a tlaku v granulátoru přináší podstatné zrychlení reakce, takže louhovaná sláma v granulích je prakticky vzápětí zkrmovatelná. Při použití dávek louhů od 2 do 7 % sušiny slámy se stravitelnost in vitro neustále zvyšovala. V krmných pokusech byly zjištěny při hodnocení produkce smíšené výsledky. Většina autorů se shoduje v názoru, že louhovaná sláma má z hlediska tvarování lepší technologické vlastnosti. Na základě zjištěných přínosů suchého louhování byla vyřešena několika západními firmami řada vhodných zařízení pro louhování slámy. Při ověřování NIS pelet firmy *Univeler* v ČSR nebyly zjištěny, podobně jako v některých dalších studiích našich autorů s louhováním, odpovídající výsledky.

7.6.3.2. Čpavkování lignocelulózových materiálů

Při ošetřování slámy čpavkem dochází pravděpodobně k menšímu nabourání ligninového komplexu než u louhování. To se projevuje i nižším přírůstkem stravitelnosti organické hmoty. CHOMYSZIN a kol. (1972), GOTLIEB a kol. (1974), JEPPSEN & BENTHOLM (1975) a KERNAN a kol. (1979) zjistili, že při ošetření slámy čpavkem dochází k jejímu obohacování dusíkem.

7.6.4. Pasterizace krmiv

Ozářením nebo chemickými či tepelnými postupy jsou ničeny mikroorganismy.

7.6.5. Stabilizace krmiv

Jedná se o metodu zušlechtění, která zabraňuje snižování jakosti krmiv přidáváním antioxidantů, mikrogranulací nebo obdukci.

7.6.6. Fortifikace

Fortifikací obohacujeme krmiva látkami, které zvyšují jejich produkční účinek (např. přidáním léčiv).

7.7. VYUŽITÍ BIOTECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ PŘI ZUŠLECHŤOVÁNÍ KRMIV

7.7.1. Aditivace

V rámci krmných aditiv se využívají krystalické aminokyseliny vyrobené průmyslovou fermentací, které umožňují dokonalejší sestavování krmných dávek při nižších nákladech na krmivo. Selektivní užití základních aminokyselin může významně snížit obsah dusíkatých látek (z 19 na 16 %) a tím i pufrovou kapacitu krmiva a riziko vzniku infekcí.

Výzkum se zabývá ochranou aminokyselin před rozkladem v bachoru a využitím chelátů aminokyselin pro zlepšení absorpce minerálních látek. Stopové prvky vázané na peptidy a aminokyseliny v podobě chelátů označované jako bioplexy jsou podstatně lépe vstřebávané.

Výsledky pokusů naznačují tyto účinky bioplexů:

- bioplexy s obsahem Zn, Mn a Cu zvyšují plodnost samic, příkladně dojníc
- bioplexy s obsahem Zn, Mn a Se snižují počet dní do prvního zapaštění
- bioplexy Fe mají příznivý vliv na prasnice před oprášením a v době laktace; příznivě ovlivňují jejich kondici, zdravotní stav a snižují mortalitu selat
- bioplexy Zn a Mn snižují počet somatických buněk v mléce
- bioplexy aplikované telatům výrazně snižovaly potřebu léčby antibiotiky
- bioplexy Zn snížily průkazně hnisání paznehtů krav
- lepší využití minerálních látek z bioplexů výrazně snižuje zátěž životního prostředí.

Zkouší se využití argininu a kyseliny asparagové jako potenciálních stimulátorů uvolňování hypofyzárního somatotropinu podporujícího růst a kvalitu jatečného těla. Ověřuje se vliv a užití glutaminu, argininu, ornitinu a nukleotidů na funkčnost střeva a imunitního systému u mladých zvířat.

Ke krmným účelům se užívají také **organické kyseliny** (mravenčí, octová, propionová, fumarová, citronová a další) a jejich soli. Liší se disociační konstantou (pK), rozpustností a energetickým potenciálem.

Hlavní účinek kyselin spočívá ve snižování pH v žaludku; ovlivnění pH je významné především u odstavených selat, jejichž trávicí systém neprodukuje dostatek kyseliny solné. Ovlivnění pH v žaludku na hodnotu 2,0 - 3,5 je tím důležitější, čím dříve jsou selata odstavena. V období odstavu jsou špatně tráveny především proteiny krmiva; nerozložené proteinové frakce

krmiva postupují do dalších částí trávicího traktu, kde bývají živinovým zdrojem pro bakterie průjmových onemocnění.

Ke snížení hodnoty pH se užívají i některé **anorganické kyseliny** (hlavně kyselina fosforečná).

Podle odborníků nespočívá příznivý vliv kyselin jen v redukci pH, ale v případě organických kyselin se zaznamenává přímý vliv (bakteriostatický a baktericidní) na složení střevní mikroflóry.

7.7.2. Enzymy

Aplikují se především pro zlepšení kvality krmiv a za účelem:

- odstranění antinutričních faktorů a toxinů
- zvýšení stravitelnosti živin
- zvýšení stravitelnosti neškrobnatých polysacharidů
- doplnění endogenních enzymů

Enzymy jako biologické katalyzátory zvyšují stravitelnost a využití krmiv především u monogastrických zvířat. V poslední době se zkouší jejich využití i u přežvýkavců

Pokud jde o přežvýkavce jsou enzymy uplatňovány jako silážní přídatky. Běžnému využívání ve výživě přežvýkavců brání již tak vysoká biologická aktivita v batoru, která se jen obtížně zvyšuje přidáním exogenních enzymových přípravků a navíc exogenní enzymy podle některých zkušeností podléhají v batoru proteolýze. Podle jiných poznatků je možné soudit, že významný podíl exogenních enzymů uniká batorovému trávení a zůstává aktivní v tenkém střevě, kde může ovlivnit trávení a absorpci živin. Nejednoznačná odezva na aplikaci enzymů a jejich relativně vysoká cena a jiné možnosti zlepšení nutriční hodnoty krmiv až donedávna jejich využití u přežvýkavců bránilo.

V současné době, kdy je omezováno uplatnění antibiotik a růstových stimulátorů ve výživě přežvýkavců a dostupnost nových enzymových přípravků je snazší, opět stoupá zájem o zvýšení užitkovosti i prostřednictvím enzymů.

Uvádí se, že lze zvýšit užitkovost skotu při aplikaci poměrně nízkých hladin enzymů do vojtěškového a lučního sena, ječmene a krmiv s vysokou vlhkostí. Exogenní enzymy se většinou aplikují do krmných dávek přežvýkavců v rozmezí 0,01 až 1 % sušiny krmné dávky, což zvyšuje fibrolytickou aktivitu 10x až 100x na gram krmiva ve srovnání s využíváním silážních prostředků. Doplněk enzymů tak může zvýšit celkovou fibrolytickou aktivitu batoru až o 15 %. Poslední výzkumy ukázaly, že přidavek fibrolytického enzymového přípravku (celulóza,

xylanáza) do směsí pro dojnice a skot ve výkrmu přináší zlepšení mléčné užitkovosti i intenzity růstu a to hlavně z důvodu většího příjmu krmiva.

V případě aplikace fibrolytických enzymů do silážované píce byly zjištěny pozitivní výsledky u kukuřičné siláže (zlepšení konverze krmiva o 15 až 19 % a přírůstku hmotnosti o 1 až 6 %, a to při dvojnásobném zvýšení aplikační dávky). V případě jadrných krmiv byl účinek enzymů účinný u ječmene a nikoli u kukuřice. Důvodem je pravděpodobně vyšší obsah vlákniny u ječmene.

Zjistilo se, že přímá aplikace do krmiv může zlepšit rozklad sušiny a vlákniny *in vitro* a že fibrolytické enzymy aplikované na píci mohou při zkrmování účinně podpořit trávení píce *in vivo*. Hledání vhodných aplikačních postupů pro užití fibrolytických enzymů dále pokračuje.

Ve výživě zvířat se uplatňují enzymy umožňující využít některé složky krmiv, jako jsou beta glukany a fytátový fosfor (u drůbeže) a některé složky vlákniny (celulóza, hemicelulóza) v krmivech pro prasata. V současnosti užívané enzymové systémy obsahují uhlohydrázy, proteázy, fytázy a lipázy, zvyšující stravitelnost živin, využití energie a minerálních látek.

Další možností pro zvyšování stravitelnosti živin a odolnosti zvířat vůči nemocem je užití **pre- a probiotik**; tyto látky příznivě ovlivňují složení střevní mikroflóry.

7.7.3. Prebiotika

Je to označení pro různorodou skupinu oligosacharidů, která má specifický účinek na trávicí soustavu. Tyto oligosacharidy se buď vyskytují v rostlinách přirozeně nebo vznikají ze zásobních sacharidů (např. škrobu) rostlin enzymatickým procesem. Nestráveny procházejí trávicím traktem zvířat, v jehož kaudálních úsecích mohou být selektivně využívány mikroorganismy jako zdroj energie; chrání střevní epitel před porušením koli-infekcemi.

Vhodné oligosacharidy mohou podporovat žádoucí bakterie (jako jsou laktobacily, bifidobakterie a některé typy streptokoků) tím, že jsou pro ně zdrojem živin. Jiné bakterie, jako je *E. coli* a klostridie, nemohou nebo jen omezeně štěpí tyto oligosacharidy a jsou ostatními bakteriemi potlačeny.

Pokusně bylo zjištěno, že oligosacharidy speciálně u mladých zvířat přispívají ke stabilizaci střevní flóry.

7.7.4. Probiotika a ostatní

V současnosti povolená probiotika - mikrobiální krmné doplňky - obsahující živé mikroorganismy se dělí do tří skupin: kvasinky, bakterie mléčného kvašení a spory bacilů.

Aplikovaná probiotika potlačují nežádoucí a podporují žádoucí bakterie v tlustém střevu, ovlivňují rovnováhu střevního osídlení a zvyšují odolnost vůči škodlivým vlivům. Existují náznaky, že některá probiotika přímo ovlivňují střevní tkáň.

Změna ve složení vlastní mikrobiální populace způsobená aplikací pre- a probiotik omezuje činnost patogenních organismů a snižuje výskyt nemocí. Podle původní definice jsou probiotika protikladem antibiotik. Jde tedy o mikroorganismy, které jsou schopny stimulovat růst jiných mikroorganismů, zatímco antibiotiky mikrobiální růst inhibují. Jednou z perspektivních cest v tomto směru je využívání vlivu kvasinkových kultur u přežvýkavců a jejich vliv na počty celulolytických bakterií. Stimulace růstu bakterií a jejich aktivit způsobuje intenzivnější rozklad buněčných stěn, což má v konečné fázi za následek zvýšení celkového příjmu krmiva. Spolu s lepší stravitelností pak dochází k tomu, že se zvířatům dostává více živin a že se jejich užitečnost zvyšuje. Kvasinky mají také pozitivní vliv na prevenci výskytu acidóz a mohou stimulovat imunologický systém živočišného organismu. Dále se buněčné stěny kvasinek vyznačují určitou afinitou vůči toxinům a snižují tak riziko vzniku toxikóz (JOUANY, 1995). Použití kvasinkových preparátů je bezpečné a nezávadné jak pro zvířata, tak také pro živočišné produkty a životní prostředí.

Doplňky specifických protilátek (*imunitních produktů*): v živočišné výrobě mohou být užity produkty s obsahem protilátek, schopných potlačit bakteriální patogeny jako je enterotoxická *E. coli*, enteropatogenní *E. coli* a virové patogeny skupiny rota a corona virů.

Ukazuje se, že aplikace produktů s obsahem protilátek je vhodným alternativním postupem proti narušení střevní mikroflóry u selat a telat.

K perspektivním krmným aditivům se řadí mannan oligosacharidy - (MOS) - komplex glycidů extrahovaný z buněčných stěn kvasinek. MOS váže patogenní mikroorganismy, účastní se funkce imunitního systému a podle výsledků některých pokusů podporují u krůt a brojlerů trávení vlákniny. Fosforylované mannanoligosacharidy (BIO-MOS) jsou látky, které jsou získávány ze specifického kmene kvasinek druhu *Saccharomyces cerevisce*. Tyto komplexní cukry jsou největší měrou přítomny v buněčných stěnách a tvoří více než 30 % jejich hmoty. Předpokládá se, že se BIO-MOS vyznačují schopností aglutinovat určité specifické gramnegativní mikroorganismy tím, že vstupuje do interakcí s mannózovými lektiny, které se nacházejí na povrchu bakterií (mohou např. redukovat počet salmonel u infikovaných kuřat)(CONNOLLY, 1995). Oligosacharidy obsahují též diesterifikované skupiny fosforečnanů, které mohou přispívat k absorpci určitých kmenů bakterií. Jsou velmi stabilní, neovlivňuje je ani acidita ani alkalita prostředí a jsou odolné vůči vyšším teplotám (KLECKNER a kol., 2000).

Velký potenciál pro zlepšení výživy, vývoj střeva a zdraví zvířat má produkce transgenních mikroorganismů. Očekává se, že by tyto mikroorganismy mohly, po kolonizaci střeva, dodávat rekombinantní produkty včetně enzymů, prebiotik, imunostimulantů, mukozálních vakcín a hormonů. Odborníci uvádějí, že vývoj rekombinantních mikroorganismů a jejich aplikace by mohly najít širší uplatnění v živočišné výrobě, než produkce transgenních zvířat.

Provádí se výzkum v oblasti vývoje transgenních bacherových mikroorganismů s výraznější schopností trávit vlákninu. V odborném tisku se objevují zprávy o aplikaci modifikovaných mikroorganismů do bacheru přežvýkavců za účelem likvidace problémů s rostlinnými toxiny (SCHNEIDEROVÁ, 2002).

8. PŘÍKLADY ZUŠLECHTĚNÍ KONCENTROVANÝCH KRMIV

A JEJICH EFEKTY U SKOTU, PRASAT A DRŮBEŽE

Sójové boby v surovém stavu lze zkrmovat pouze skotu a to od stáří cca 1 roku s tím, že produkční účinek je většinou nižší než u bobů tepelně zpracovaných. Dalším druhům a kategoriím hospodářských zvířat je nutné sóju tepelně upravit a omezit tak působení relativně vysoké koncentrace antinutričních látek.

Tabulka 2: Změny obsahu antinutričních látek při různých tepelných režimech úpravy plnotučné sóji

Ukazatel	Podmínky tepelného režimu			
	Omezený	adekvátní	nadlimitní	snižující degradabilitu v batoru
Aktivita inhibitoru trypsinu mg/g	5,3	4,0	1,6	1,8
Aktivita ureázy (změna pH)	0,19	0,11	0,01	0,02
Rozpustnost dusíku %	27,8	25,1	12,5	7,0
Stravitelnost N %	82,2	81,6	80,8	80,7
Stravitelnost Lys	87,6	85,2	84,9	82,6

Tabulka 3: Efekt teploty a vlhkosti na TIA, aktivitu ureázy a PER extrudované plnotučné sóji

Teplota extruze °C	Vlhkost %	Aktivita ureázy (změna pH)	Redukce TIA %	PER (kasein = 2,5)
135	15	1,0	12	1,82
121	20	0,9	43	1,96
135	25	0,2	62	2,03
135	20	0,1	89	2,15
148	20	0,0	98	1,98

Tabulka 4: Vliv fyzikálních úprav obilovin a sóji na produkční účinnost prestartéru pro selata

Ukazatel	Jednotka	Skupina		
		1	2	3
Počet selat	Ks	110	110	110
Průměrný denní přírůstek po odstavu	G	260	297	379
Index	%	100	114	146
Konverze prestartéru– index	%	100	85	77
Využití N z přijatého N – index	%	100	108	143
Využití N ze stráveného N – index	%	100	110	135
Ukládání NL na ks a den	G	9,96	12,69	14,47
Index	%	100	127	145

Tabulka 5: Vliv tepelného ošetření sójových bobů na zdánlivou metabolizovatelnou energii (AME) u kuřat

Proces	AME (Mj/kg)
Suchá extruze	17,9
Mokrý extruze	17,4
Mikronizace	17,3
JET – zplodiny	15,5
Roasting	15,8
Surové sójové boby	13,5

Jak z údajů tabulky 2 vyplývá, při omezené tepelné úpravě plnotučné sóji se dosahuje nejvyšší stravitelnosti N a Lys, ale také nejvyšších hodnot rozpustnosti dusíku (*by pass* efekt u skotu) a relativně nejnižšího snížení hodnot TIA a aktivity ureázy. Při nadlimitních teplotách se výrazně snižují obsahy antinutričních látek, ale snižuje se i stravitelnost dusíku a aminokyselin. Zřejmě je již překročena hranice sílicí Maillardovy reakce (vazba aminokyselin s redukujícími cukry) a dochází k postupné degradaci bílkovin u přežvýkavců.

Na obsah antinutričních látek v sóje a její bílkovinnou hodnotu (PER) má vliv nejen teplota ošetření, ale také vlhkost a doba ošetření. Ta byla dále v uvedených údajích (jednalo se o extruzi) stálá, a to 3 – 4 vteřiny.

V řádku 4 uvedené tabulky č. 3 jsou údaje nejbližší reálnému optimu, které je teplotně na úrovni 138° C (odvozeno z dalších pozdějších údajů a ověření).

S optimálně upraveným sójovým extrudátem pracovali ve svých pokusech PROKOP & KLAPIL (1997). V pokusech se selaty bylo použito prestartéru jednotné receptury, přičemž prestartér pro selata 1. skupiny obsahoval tepelně neošetřené šrotované zrniny a SEŠ, ve skupině 2 byly zrniny (obiloviny a sója) extrudovány, směs byla krmena v sypkém stavu a prestartér pro selata 3. skupiny byl identický jako ve 2. skupině, byl však granulován. V pokusech bylo použito celkem 330 selat, výsledky uvádíme v tabulce č. 4.

Z výsledků vyplývají vysoké pozitivní průkazné efekty extruze i granulace.

Extruze plnotučných sójových bobů (ve formě drtě, šrotu nebo vloček) má vliv nejen na snížení hladiny antinutričních látek a zvýšení využití bílkovin, ale také pozitivní vliv na úroveň zdánlivé metabolizovatelné (AME). Důkazy o tom prezentoval ve svých, dnes již klasických experimentech WISEMAN (1984). Bylo přitom použito pět rozdílných metod tepelné úpravy sóji.

Jak je zřejmé z uvedených výsledků v tabulce č. 5, efektům extruze se blíží pouze metoda mikronizace. Oproti AME surových sójových bobů zvyšuje extruze AME o 32,6 %.

Jedná se vesměs o nebývale velké efekty, které z termických úprav sóji přináší zejména suchá extruze. Suchou extruzí lze definovat použitím sójových bobů o sušině vyšší než 85 %, nižší sušina, ať již s přirozenou nebo dodanou vlhkostí je součástí extruze mokré. Extrudovatelné jsou materiály, které mají minimálně 68 % sušiny, ať již se jedná o monoextrudát (např. pouze sójové boby) nebo o směs organických materiálů. Výraznou roli v extrudovatelnosti krmných surovin sehrává také obsah tuku v těchto materiálech, jehož optimum je na úrovni 17 – 20 % tuku a také proto jsou sójové boby pro extruzi ideální. Zrniny s vysokým obsahem tuku (např. řepková semena) extrudovat nelze, zrniny s nízkým obsahem tuku (např. ječmen) je nezbytné pro extruzi smíchat s olejnatými (tučnými) materiály, nebo pomocí přímo v procesu extruze vlhčením šrotované zrniny vodou, resp. parou. Je zahřátí materiálu na vysokou teplotu buď přímo v pracovním prostoru extrudéru (mokrá extruze), či v prekondicionéru, kde se i párou (2 – 4 %) vlhčí na optimální vlhkost 22 až 29 % a během stálého míchání se ohřeje na 80 až 95° C (vlhká extruze). Posunem pomocí šrotovnice extrudéru je materiál opět posouván, a za zvyšující se teploty a tlaku dochází k hlubokým biochemickým změnám v mazování šrotu. Nakonec se krmivo protlačuje matricí a při výstupu z extrudéru se rozpíná a ztrácí až 10 % vlhkosti. K protlačení přes matrici je nutný vysoký tlak, pokud není v zrně dostatek tuku, vhná se

nástřikovými tryskami do pláště extrudéru pára pod tlakem 0,1 až 0,2 MPa. Dobu průchodu lze měnit (5 až 120 s.). Obvykle je kratší než 1 minuta. Extrudovaný materiál, pokud se používá vlhká extruze, má výstupní vlhkost 20 až 30 % a je nutné ho sušit.

Maillardova reakce probíhá převážně u extruze za vysokých teplot a nízké vlhkosti. Zvýšením vlhkosti (použitím vlhké extruze) můžeme riziko snížit. Extruzí se dosahuje vyššího stupně mazovatění škrobu, což je důležité u krmiv pro ryby. Extruze je využívána při sterilizaci péřového hydrolyzátu a dalších odpadů potravinářského průmyslu jako finální operace (při 150° C)

Dvoušnekovnicové extrudéry umožňují vyšší koncentraci živin ve výrobku, než dovoluje konvenční granulování, lepší konzistenci, vyšší trvanlivost a nižší únik a znečištění životního prostředí (krmiva pro ryby).

9.LITERATURA

BECKER, M., NEHRING, K.: *Handbuch der Futtermittel*, 2 Band., Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 1965

CHANDRA, S., JACKSON, M. G.: *A study of various chemical treatment to remove lignin from coarse roughage and increase their digestibility*. J. Agri. Sci, 77, 1971, č. 1, s. 11 - 17

CHOMYSCYN, M., ŽÁK, Z., KOWALCZYK, J.: *Wartość porarmowa słomy rzepakowej preparowanej chemicznie*, Roczn. Nauk Roln., Ser. B, Zootehn., 1972, s. 89-93

CONNOLLY, A.: *Bližšie se k okamžiku úplné eliminácie antibiotických stimulátorů z krmív – jakou cestu nám ukazují oligosacharidy mannanů*, Sborník ALLTECH, European Lecture Tour, Brno, 1995, s. 21 - 28

DAVIS, C. L.: *Frediny the high producing daira cos*, Milk specialities Co. Dundee, ILL, 1992

FOJT, B., KOTAL, V.: *Výzkum vhodných modifikací celulózy a jejich aplikace na zvířatech*. Dílčí závěrečná zpráva, Praha, Výzkum. ústav potravin. Průmyslu, 1981, s.61

GINTEROVÁ, A: *Možnosti perspektivného využitia vyšších húb v krmivárstve*, In: *Netradičné krmivány v chove hospodárskych zvierat*, Košice, SVTS –Dom techniky Košice, 1976, s. 155 – 159

GOTLIEB, V. G., KUZNECOVA, A. I., FROLOV, N. V.: *Obrabotka solomy ammiáčnoy vody*. Životnovodstvo, 1974, č. 10, s. 48 - 50

JOUANY, J. P.: *Dvacet let výzkumukultur a jejich masivní nástup v současní době ve výživě přežvýkavců*, Sborník ALLTECH, European Lecture Tour, Brno, 1995, s. 29 - 39

GUGGOLZ, J., KÖHLER, G., O., KLOPFENSTEIN, T., J.: *Composition and improvement of grass strew for ruminant nutrition*, J. Anim. Sci., 1971, s. 33, 151

JEPPESEN, M., BENTHOLM, B. R.: *Halm e ret godt emne til fremtidens kvaegfoderblandinger*, Dan. Landbr. , 6, 1975, č. 6, s. 6 - 8

KALAČ, P., MÍKA, V.: *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*, ÚZPI Praha, 1997, 316 s.

KERNAN, J. A., CROWLE, W. L., SPURR, D. T., COXWORTH, E. C.: *Straw quality of cereal cultivars, before and after treatment with anhydrous ammonia*, Can. J. Anim. Sci., 59, 1979, č.3, s 511-517

KLECKNER, D., ZEMAN, L., ŠIŠKE, V., PEJCHOVÁ, L.: *Mannanligosacharidy kontra antibiotické stimulanty růstu u brojlerových kuřat*, Sborník ALLTECH, European Lecture Tour, Brno, 2000, s. 27 - 39

- KOSAŘ, J., KUDRNA, V.: *Některé aspekty zvyšování hodnoty slámy a jejich praktické využití*, Sborník u konference ČZAZ k využití slámy ke krmným účelům, Praha, 27.4.1977, s. 37-46
- OPÍCHAL, M., HALUZA, F.: *Výzkum mechanismu uvolňování vázané energie ve slámě při její úpravě a fermentaci a dalšího vhodného obohacování o dusík*, Z8věrečná zpráva VÚVZ, Pohořelice, 1971
- ØRSKOV, E. R., GRUBB, D. A.: *Validation of new systems for protein evaluation in ruminants by testing the effects of straw supplementation on intake and digestibility of straw with or without sodium hydroxide treatment*. J. Agri. Sci., 91, 1978, č. 2, s. 483 - 486
- PANAITOV, X.: *Fermentnaja promyšlenost v kapitalističeskich stranach i primenenija v piščevoj promyšlenosti*. Sofía, 1977
- PIATKOWSKI, B. G., BOLDUAN, G., FUDEL, A., BAHRO, R. J., EICHNER, W., PRÜFER, S., BERNDT, G., THOMAS, S., SIEBENHAAR, U.: *Ergebnisse zum neuen Feuchtaufschlussverfahren von Getreidestroch mit Natronlauge*, Tierzucht, 26, 1972, 8, 287
- PROCHÁZKA Z.: *Granulace a extrudace v malých VKS*, Krmivářství č. 5, 2002, s. 29-30
- PROKOP, V.: *Nová technologie výroby zlepšuje kvalitu řepkového extrahovaného šrotu*, Krmivářství č. 5, 2002, s. 22-24
- PROKOP, V.: *Efekty úpravy plnotučné sóji jako kvalitní krmné suroviny*, Agromagazín č. 11, 2003, s. 16-17
- PŘIKRYL, J., JAKOBE, P.: *Zhodnocení účinku chemických úprav slámy*, Agrochémia, 1980, s. 363 - 369
- PROKOP, V., TVRZNIK, P.: *Identifikace a vyhodnocení možných rizik souvisejících s bezpečností krmiv a návrhy na jejich řešení*, VVVZ, listopad 2002
- REXEN, F., MOLLER, M.: *Use of chemical methods to improve the nutritional value of straw crops*, Feedstuffs (Minneap.) 46, 1974, č. 8, s. 46
- SLAVÍK, L.: *Sušení surovin pro výrobu KS*, farmář 01, 2004, s. 42-43
- SCHNEIDEROVÁ, P.: *Využití biotechnologie ve výživě a zlepšení zdraví hospodářských zvířat*, 2. část, Příloha Krmivářství, 1999, s. 1-3,
- SCHNEIDEROVÁ, P.: *Enzymy v krmných dávkách přežvýkavců*, Krmivářství č. 5, 1999, s. 28-29
- SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P.: *Antinutriční látky I.*, Krmivářství č. 2, 1997, s. 33-34
- SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P.: *Antinutriční látky II.*, Krmivářství č. 3, 1997,
- SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P.: *Antinutriční látky III.*, Krmivářství č. 4, 1997,
- SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P.: *Antinutriční látky IV.*, Krmivářství č. 1, 1998, s. 26-27
- SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P.: *Antinutriční látky V.*, Krmivářství č. 2, 1998, s. 27

- ZADRAŽIL, F.: *Ein Eintrag zur Strohzerzetsung durch Pilze (Basidiomycetes) und Nutzung für Ernährungs und Düngungszwecke*, Sonderhaft, 1975, 32/II, s. 153-167
- ZADRAŽIL, F.: *The conversion of straw into feed by Basidiomycetes European*, J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 9, 1980, s. 273-281
- ZADRAŽIL, F.: *Conversion of different plant waste into feed by Basidiomycetes European*, J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 9, 1980, 243-248
- ZELEŇÁK, I., BOĎA, K.: *Lignocelulózové odpadky vo výžive prežúvavcov*. In: XV. Ved. Konf. VŠZ Košice, Akt. zdrav. a prod., Probl. HD v intenz. podm. chovu, Sek. C, Košice, VŠZ, 1979, s. 54-56
- ZEMAN, L., HÁP, I.: *Tepelné úpravy krmiv*, Krmivářství č. 4, 1999, s. 16-17
- ZUKALOVÁ, H., VAŠÁK, J.: *Antinutriční látky řepkového semene II., Fenolické sloučeniny, sinapin, tanin, fyтин, vláknina*, Krmivářství č. 5, 2001, s. 26-27
- ZUKALOVÁ, H., VAŠÁK, J.: *Antinutriční látky IV., Sója, slunečnice, hrách*, Krmivářství č. 6, 2001, s. 20-22

10.OBSAH

1. Úvod	2
2. Přírozená škodlivé látky	3
3. Schéma dělení antinutričních látek	4
4. Anorganické antinutriční látky	5
4.1. Křemík a jeho sloučeniny	5
4.2. Dusíkaté anorganické látky	5
5. Skupina organických antinutričních látek	8
5.1. Organické kyseliny a jejich soli	8
5.1.1. Kyselina fytová a její soli	8
5.1.2. Kyseliny šťavelová a její soli	9
5.1.3. Kyselina trans-akónitová	9
5.2. Rostlinné fenoly	10
5.2.1. Třísloviny (taniny)	10
5.2.2. Lignin	10
5.2.3. Fenolické kyseliny	11
5.2.4. Alkylresorcin	11
5.2.5. Fenolická barviva	11
5.3. Látky obsahující v molekule dusík	12
5.3.1. Alkaloidy	12
5.3.2. Toxické bílkoviny	13
5.3.3. Toxické peptidy	14
5.3.4. Toxické aminokyseliny	14
6. Glykosidy a jiné látky	15
6.1. Glukosinoláty	15

6.2. Kyanogenní glykosidy	16
6.3. Saponiny	16
6.4. Rostlinné estrogeny	16
6.5. Mykotoxiny	17
6.6 Antinutriční polysacharidy (NSP)	18
7. Zušlechtování krmiv	19
7.1. Fyzikálně mechanické zušlechtování	19
7.1.1. Řezání	19
7.1.2. Štípání	20
7.1.3. Šrotování	20
7.1.4. Loupání	20
7.1.5. Mletí	20
7.1.6. Mačkání	21
7.1.7. Míchání (mísení)	21
7.1.8. Tvarování	22
7.1.8.1. Granulovaná krmiva	22
7.1.8.2. Peletovaná krmiva	23
7.1.8.3. Briketovaná krmiva	23
7.2. Zušlechtování vlhčením	24
7.2.1. Vlhčení a máčení	24
7.2.2. Vyluhování	24
7.2.3. Zapařování (samozařátí)	24
7.2.4. Vaření a paření	25
7.3. Biologické úpravy	25
7.3.1. Droždování, zakvašování	25
7.3.2. Fermentace	26
7.3.3. Nakličování zrnin	26
7.4. Tepelné a tlakové zušlechtování krmiv	26
7.4.1. Sušení	27
7.4.2. Suchá extruze	27
7.4.3. Toastování	27

7.4.4. Ozařování	28
7.4.5. Pufování	28
7.4.6. Mokrý extruze	28
7.4.7. Paření kukuřice	28
7.4.8. Vločkování	29
7.4.9. Expandace	29
7.5. Hydrotermické metody zušlechťování	30
7.5.1. Hydrotermické úpravy lignocelulózových materiálů	30
7.6. Zušlechťování chemickými postupy	30
7.6.1. Louhování obilí	30
7.6.2. Čpavkování	31
7.6.3. Chemické úpravy lignocelulózových materiálů	31
7.6.3.1. Louhování lignocelulózových materiálů	31
7.6.3.2. Čpavkování lignocelulózových materiálů	32
7.6.4. Pasterizace	32
7.6.5. Stabilizace krmiv	32
7.6.6. Fortifikace	33
7.7. Využití biotechnologických postupů	33
7.7.1. Aditivace	33
7.7.2. Enzymy	34
7.7.3. Prebiotika	35
7.7.4. Probiotika	35
8. Příklady zušlechťování krmiv a jejich efekty u skotu, prasat a drůbeže	38
9. Literatura	42
10. Obsah	45
11. Souhrn	48
12. Tabulková část	51

11.SOUHRN

Studie zahrnuje problematiku výskytu přirozených škodlivých látek v rostlinných krmivech. Na ohrožení zdraví zvířat, zhoršení chutnosti krmiv a v důsledku toho jejich sníženého příjmu – a následně i snížené produkční účinnosti - se podílí řada přirozených škodlivých látek, které se dají rozdělit na látky antinutriční, toxické a na látky nepříznivě ovlivňující růst a zdravotní stav zvířat. Většina těchto látek funguje jako obranný faktor proti konzumentům a proto je pro ně používán také název „přirozené pesticidy“ (*natural pesticides*). Jejich chemická skladba, výskyt a působení jsou velice rozmanité. Tato rozmanitost faktorů je příčinou nejednoznačnosti systému členění. Studie se nezabývá problematikou reziduí a kontaminantů v podobě těžkých kovů.

Je uvedeno členění škodlivých látek, jejich výskyt a účinky na hospodářská zvířata, včetně eventuálního vlivu na kvalitu živočišných produktů. Součástí je i výčet možností omezení negativních vlivů. V těchto souvislostech jsou uvedeny sloučeniny křemíku, dusíkaté anorganické látky, organické kyseliny a jejich soli (k. fytová, k. šřavelová), rostlinné fenoly (trísloviny, lignin, fenolické kyseliny a barviva, alkylrezorcín), dále škodlivé látky, obsahující ve své molekule dusík (alkaloidy, toxické bílkoviny, peptidy a aminokyseliny), glykosidy, kyanogenní glykosidy, saponiny, rostlinné polysacharidy, mykotoxiny a další.

Z minerálních látek, kromě křemíku, jehož působením vzniká především mechanická bariéra pro trávicí enzymy, je z hlediska bezpečnosti krmiv a potravin významná především role dusičnanů (nitrátů). Jejich výskyt je záležitostí nejen zdravotní, ale i důležitým faktorem životního prostředí (obsah v pitné vodě) a v neposlední řadě i faktorem ekonomickým (cena dusíkatých hnojiv). V jednotlivých částech rostlin probíhá redukce nitrátů (NO_3^-) prostřednictvím enzymu nitrátoreduktázy na dusitany (NO_2^-) (nitrity), které jsou za účasti komplexu enzymů nitridreduktázy přeměněny až na čpavkový ion (NH_4^+). Dusičnany se v rostlinách hromadí především za podmínek nepříznivých pro růst (světlo, nízké teploty, stín apod.). Vysoké obsahy dusičnanů jsou typické např. pro řepku, jílek mnohokvětý, oves, krmnou řepu, mrkev, vodnici, řepný chrást, slunečnici a odpady z přehnojené zeleniny. U přežvýkavců se nepřeměněné dusičnany, dusitany a amoniak z bacheru rychle vstřebávají do krve, kde dusitany reagují s hemoglobinem, přičemž se vytváří methemoglobin neschopný poutat O_2 , což je příčinou hypoxie – nedostatku kyslíku v tkáních, resp. anoxie (tkáňové dušení). Nebezpečí těchto tzv. nitratačních látek spočívá dále v tom, že v trávicím traktu zvířat reagují s amidy nebo alkylamidy za vzniku nitrosaminů, které rovnou přecházejí do živočišných produktů (mléko), u kterých pak byly prokázány karcinogenní účinky. Z celodenního množství přijatých dusičnanů jich do mléka dojníc přechází 3 – 5%. Maximální přípustná dávka pro přežvýkavce je 2,6g

dusičnanového dusíku na 100kg ž. hm./den. Jako střední letální dávka (LD₅₀) je uváděno 20,7g dusičnanového dusíku na 100kg ž. hm./den.

Omezení obsahu dusičnanů v rostlinách lze dosáhnout racionálním hnojením dusíkatými hnojivými. Riziko toxicity u přežvýkavců snižuje vyrovnaná krmná dávka bohatá na pohotovou energii. Závadnou píci nelze zkrmovat telatům, vysokobřezím a nemocným zvířatům. Obsah dusičnanů výrazně klesá (až o třetinu) po ukončení fermentačního procesu při silážování. Při dusitanové a methemoglobinové fázi otravy se intravenózně aplikuje roztok methylenové modři (0,5g/100kg ž. hmot.) spolu s 5% roztokem glukózy.

Z organických antinutričních látek hrozí, kromě narušeného metabolismu, vznik nebezpečí otrav působením kyseliny šťavelové, resp. jejich solí – šťavelanů (šťovík, trávy, řepný chrást, merlíky, lebedy). Nebezpečné je zkrmování rostlin obsahujících více než 100g kyseliny šťavelové v 1kg sušiny krmiva.

Vůči tříslovinám je citlivá zejména drůbež. Jejich vyšší hladiny vyvolávaly změněnou chuť a vůni masa a olivově zelené zbarvení žloutků vajec. Nepříznivé účinky tříslovin lze omezit máčením krmiv ve zředěných roztocích hydroxidů a silážováním (bobovité). Příčinou rybinovitého zápachu vajec nosnic jsou fenolické kyseliny. Vysoce toxickou látkou, zejména pro monogastriční zvířata, je gossypol obsažený v semenech bavlníku. Jeho účinnost lze omezit varem nebo přidáním železitých solí. K významným zástupcům látek obsahujících ve své molekule atom dusíku patří alkaloidy. Z výživářského hlediska jsou nejvýznamnější alkaloidy brambor a leguminóz (lupiny). Jedná se o termostabilní sloučeniny jejichž působení lze částečně omezit máčením ve vodě. V semenech sóji, hrachu, bobu a dalších se vyskytují lektiny, navíc často doprovázené inhibitory proteáz. Spolehlivou inaktivací toxalbuminů sóji apod. lze dosáhnout termickým ošetřením.

Při štěpení glukosinolátů obsažených zejména v řepkových produktech dochází k uvolňování izothiokyanátů, thiokyanátů, nitritů a dalších látek přecházejících do živočišných produktů a negativně ovlivňujících jejich senzorycké vlastnosti. Částečnou detoxikaci lze dosáhnout odslupkováním semen, úplnou pak tepelnou inaktivací (90 - 100° C) po třicetiminutové expozici. Lze je rovněž vyluhovat do vody či vyextrahovat etanolem, hexanem apod. Výrazná inaktivace probíhá i během procesu silážování.

Kyanogenní glykosidy, obsažené zejména v semenech lnu, bobu a vikve, při jejichž hydrolytickém štěpení vzniká jedovatý kyanovodík, který ve vysokých koncentracích může způsobit až úhyn zvířat. Kyanogenní glykosidy mohou negativně ovlivnit i kvalitu produkce, především mléka, které má hořkou chuť a nažloutlou barvu. Preventivním opatřením je tepelné

ošetření krmiv, čímž dochází k inaktivaci enzymů, odpovědných za hydrolytické štěpení těchto glykosidů.

Mykotoxiny jako vedlejší produkty rostoucích hub nebo plísní se vyskytují až u 25 % krmiv. Některé mykotoxiny, jako jsou bezvodé aflatoxiny, deoxynivalenol, zearalenon, ochratoxin A, patulin a kyselina penicilinová, jsou vysoce stabilní. Praktickým a nejšetrnějším způsobem likvidace mykotoxinů je čpavkování, které většinu aflatoxinů rozkládá. Dekontaminace je rovněž možná tekutými přípravky, obsahujícími organická rozpouštědla nebo vodu, v níž byl rozpuštěn chlorid vápenatý nebo bikarbonát sodný. Některé mykotoxiny lze rozložit zahřátím nebo kombinací tepla a tlaku a dále i ultrafialovým a ionizujícím zářením. V poslední době je aktuální vázat molekuly, mykotoxiny na povrch jiných neškodných molekul.

V další části jsou popsány současné technologické postupy, které mají na škodlivé látky detoxikační účinek a tak zušlechťují používaná krmiva. Jejich uplatněním dochází ke zvýšení chutnosti (vyšší příjem sušiny), zlepšení stravitelnosti a k lepšímu využití nutriční hodnoty krmiv. Zušlechtění mnohdy problémových krmiv (např. sójové boby) umožňuje jejich plné využití ve výživě hospodářských zvířat bez negativního působení na zdraví zvířat i zdraví konzumentů živočišných produktů.

Popisovány jsou fyzikálně mechanické metody zušlechtování (řezání, štípání, šrotování, loupání, mačkání, míchání, tvarování), dále zušlechtování vlhčením, vyluhováním, zapařováním, vařením a také biologické úpravy (droždování, fermentace, nakličování). Výrazná část je věnována tepelným úpravám (sušení, suchá a mokrá extruze, toastování, ozařování, vločkování, pufování, paření kukuřice, expandace). V dalších kapitolách je popisováno zušlechtování krmiv chemickými, hydrotermickými a biotechnologickými metodami (uplatnění aminokyselin, enzymů, kyselin, prebiotik a probiotik).

K nejefektivnějším metodám úpravy, zušlechtění a zchutnění krmiv patří míchání krmiv na němž je založena technologie výroby krmných směsí. Mísením se zvyšuje biologická hodnota krmných směsí a jejich využití, zužitkovávají se méně chutná krmiva a zvyšuje se chutnost celých krmných dávek. Dalším aktuálním příkladem této metody je míchání tzv. kompletních směsných krmných dávek (TMR) pro dojnice, které má řadu dalších předností. Významnou a používanou technologií je tvarování krmiv (výroba granulí, pelet a briket). K výhodám granulovaných krmiv patří zvýšení nutriční hodnoty, zvýšený příjem krmiva, zvýšení zoohygieny (zničení většiny plísní a bakterií, včetně salmonel) a další. Eventuální výskyt salmonel je ovlivněn i výkonností granulačního lisu. Z hlediska bezpečnosti krmiv má význam i vaření některých z nich, při němž se odstraňují škodlivé látky, zápach a ničí mikroorganismy a škůdci krmiv. Vařená krmiva se však rychle kazí a proto je nutné je vzápětí zkrmovat. Z hlediska

zvýšení chutnosti a obohacení o některé živiny (bílkoviny, vitaminy skup. B aj.) mají význam i biologické postupy zušlechťování krmiv (droždování, fermentace, nakličování).

Z hlediska omezení negativního působení obsahu škodlivých látek, omezení výskytu nežádoucích mikroorganismů a zlepšeného využití živin jednotlivých krmiv jsou rozhodující tepelné úpravy. Jedná se o působení tepla (suchý proces) nebo tepla a vlhka (mokrý proces) na krmivo. Jedna z nejpoužívanějších metod je suchá extruze, což je cenově příznivá varianta, vhodná hlavně pro extruzi sójových bobů, úpravu obilnin, luskovin a olejnin. Cenová výhodnost pro praxi spočívá v menší náročnosti na zastavěný prostor a v jednoduchosti linky (bez použití páry). Linka je tvořena jednošnekovým extrudérem a chladicí kolonou. Při mokřém procesu zušlechťování je zrno ovlhčováno před tepelným zpracováním na vlhkost 18 – 29 %. K nejmodernějším zařízením na tepelnou úpravu patří tepelný granulátor (*pellet cooker*). Jedné se o spojení expandéru a granulárního lisu. Předností této technologie jsou pelety s vysokým podílem zmazovatělého škrobu při zachování vysoké měrné hmotnosti granulí (600 – 750 g/l). Na rozdíl od expandéru jde o HTMT (*high temperature micro time*) způsob úpravy. Krmivo je vystaveno vysokým teplotám 125 – 170° C po dobu 3 – 4 sec. Škrob během zpracování zmazovává, pronikne do struktury ostatních částí krmiva, pak vytvrdne a vytvoří opět stabilní strukturu – přirozené pojivo.

V posledních letech se stále rozvíjejí metody, využívající k zušlechťování problémových krmiv laserového a infračerveného záření a elektromagnetického pole. V praxi se často používá metoda mikronizace.

Podobně se rozvíjejí i biotechnologické postupy při zušlechťování, jako aditivace (použití aminokyselin, organických a případně i anorganických kyselin, enzymů, chelátů aminokyselin pro zlepšení absorpce minerálních látek, probiotik a mannan oligosacharidů). Výhledově se jako velmi perspektivní pro zlepšení zdraví zvířat a jejich produkce jeví použití transgenních mikroorganismů. Na závěr jsou uvedeny příklady zušlechťování koncentrovaných krmiv.

12. TABULKOVÁ ČÁST

ŠKODLIVÉ LÁTKY	ÚČINKY NA HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	VÝSKYT	KRITICKÁ MNOŽSTVÍ	MOŽNOSTI OMEZENÍ OBSAHU A ÚČINKU
<i>KŘEMÍK</i>	Snížení mikrobiální činnosti Pokles stravitelnosti	Stoupá se stárnutím rostlin Pícniny		Šlechtění rostlin
<i>DUSIČNANY (NITRÁTY)</i>	NO ₃ →NO ₂ – do krve přežvýkavců Methemoglobin = tkáňové dušení	Řepky, jílky, slunečnice Řepný chrást Rostliny přehnojené N ₂	Skot kritická hodnota > 17,6 NO ₃ ⁻ /kg sušiny krmiva Max. přípustná dávka pro přežvýkavce je 2,6 N NO ₃ ⁻ na 100 kg ž. hm.; velká citlivost na dusičnany u koní	Racionální hnojení N ₂ Vyrovnaná krmná dávka Dostatek pohotové energie v krmné dávce Postupná adaptace HZ na silážovaná krmiva
<i>KYSELINA FYTOVÁ</i>	Nedostatek P Nízká využitelnost P a jiných makroprvků i mikroprvků Podíl fytátového P z celkového množství P v obilninách a leguminózách je 35 – 97 %	Semena a zásobní orgány rostlin Luštěniny a olejninny obsahují 0,4 až 5,2 % Pšenice a kukuřice 0,5 – 1,9 % Pšeničné otruby	Hlavně kritické pro drůbež	Používání fytáz Namáčení a nakličování obilí
<i>KYSELINA ŠŤAVELOVÁ</i>	Po absorpci do krve vytváří s Ca ²⁺ nerozpustný šťavelan vápenatý → vznik hypokalcémie a urémie	Šťovíky, merlíkovité Řepný chrást, řepa Makové pokrutiny	> 100 g kyseliny šťavelové v 1 kg sušiny krmiva je nebezpečné	Postupný návyk u skotu Zvýšení dávky Ca, zejména u mláďat Místo Ca používat směs Ca+P (2:1)

ŠKODLIVÉ LÁTKY	ÚČINKY NA HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	VÝSKYT	KRITICKÁ MNOŽSTVÍ	MOŽNOSTI OMEZENÍ OBSAHU A ÚČINKU
<i>KYSELINY TRANS- AKONITOVÁ</i>	Souvislost s pastevní tetanií Negativní působení na bachorové a střevní mikroorganizmy	Trávy na jaře	>10 g kyseliny v 1 kg sušiny	Pokles se stoupající teplotou prostředí, zejména nad 14° C
<i>TRÍSLOVINY</i>	Vysoké koncentrace snižují příjem krmiv a stravitelnost jejich bílkovin a sacharidů Snížení užitkovosti	Pícniny (vičenec, ligrus, štírovník růžkatý) Semena (bob obecný, hrách, fazol obecný, řepka, čirok, ječmen, bavlník)	1,8 – 5,5(6,0) % hmotnosti v sušině Zvýšená citlivost u drůbeže Obsah volného gossypolu v krmné dávce pro prasata do 0,01 %	Odstranění osemení bobu a čiroku (odslupkováni) Úprava semen roztoky zásad Silážování, extrakce 70% sodným roztokem acetonu Var a přidání železitých solí (gossypol)
<i>ALKALOIDY</i>	Snížení užitkovosti, zhoršení zabřezávání, omezení schopnosti regulovat tělesnou teplotu Nebezpečné v kombinaci se stresovými podmínkami (teplota) Úhyny hříbat a klisen	Brambory (hlavně ve slupce) Leguminózy (lupiny) Trávy (kostřava rákosní a luční, jílky)	200 mg/ kg hlíz, Především u skotu , koní a ovcí	Sušení, silážování

ŠKODLIVÉ LÁTKY	ÚČINKY NA HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	VÝSKYT	KRITICKÁ MNOŽSTVÍ	MOŽNOSTI OMEZENÍ OBSAHU A ÚČINKU
<i>LEKTINY</i>	Odolnost vůči štěpení proteolytickými enzymy Lektin fazolu obecného - akutní orální toxicita pro prasata, kuřata a člověka Zpomalení růstu, změny ve střevním složení mikroflóry, snížení aktivity střevních enzymů, narušení funkce tenkého střeva	Semena luskovin (fazol obecný, sója, luštěniny, hrách setý, bob obecný, čočka jedlá, pšeničné klíčky, skočec obecný, rajče)	U ricinu je letální dávka (orální) 100 mg/kg u koní, přes 1000-2000 mg/kg živé hmotnosti u skotu, prasat, ovcí a králíků	Šlechtění rostlin, vaření nabobtnalých semen 15 – 20 min. (100° C), toastování sójových bobů při vysokých teplotách (134 ° C)
<i>TOXICKÉ ANIMOKYSELINY</i>	Nechutenství, pokles užitkovosti U srnčí zvěře celková sešlost a poškození centrální nervové soustavy, změny chování, hemolytická anemie	Brukvovité (řepka, krmná kapusta, tuřín, zelí, růžičková kapusta)	Denně příjem SMGO [(+)-S-methyl-L-cystein-sulfoxid 150-200 mg/kg ž.hm. u skotu, koz a ovcí	Podíly krmné kapusty v dávce skotu max. do 30 % sušiny KD, nebo 4 – 5 % ž. hm., u koz a ovcí do 8 % ž. hm. Šlechtění rostlin, dostatek Ca a Se v krmné dávce
<i>TRYPTOFAN (toxické kyseliny)</i>	Akutní plicní edém, rozedma → úhyn, Klinické příznaky 2-10 dní po přechodu ze suchého krmiva na mladou šťavnatou píci, úhyn během 2-4 dnů. Příčinou je vysoký příjem L-tryptofanu → přeměna bacher. bakteriemi na skatol a indol Chrčení při výdechu, svěšená hlava, vyplazený jazyk	Vysokoužitkové dojnice na pastvě (léto, podzim) Časté u herefordského skotu	0,26 – 0,35 g L-tryptofanu na 1 kg ž. hm.	10 – 14denní přechod na kvalitní letní píci omezený přístup k mladé píci částečné nasycení před pastvou

ŠKODLIVÉ LÁTKY	ÚČINKY NA HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	VÝSKYT	KRITICKÁ MNOŽSTVÍ	MOŽNOSTI OMEZENÍ OBSAHU A ÚČINKU
<i>GLUKOSINOLÁTY</i>	<p>Zhoršení chutnosti, pokles příjmu a užítkovosti, případně přechod do mléka a vajec</p> <p>Strumigenní, hypertrofie štítné žlázy a narušení její činnosti, krvácivost jater a pokles plodnosti.</p> <p>V bacheru štěpení na thiokyanáty (možný přechod do mléka).</p> <p>U nosnic snížení snášky, zmenšení velikosti vajec, úhyny. Rybí pach vajec (goitrin)</p>	<p>Brukvovité (řepka, hořčice bílá atd.)</p>	<p>U dojníc při obsahu celkových glukosinolátů v řepkovém extra. šrotu < 30 μmol/g je max. denní dávka šrotu 2,5 kg, při obsahu > 30 μmol/g je denní dávka max. 1,5 kg.</p> <p>Ve výkrmu skotu při obsahu glukosinolátů nad 30 μmol/g je denní dávka řep. šrotu max. 0,5 kg, při obsahu pod 30 μmol/g je max. 1,0 kg</p>	<p>Šlechtění, omezené zkrmování řepkových šrotů.</p> <p>Tepelná inaktivace, vyluhování do vody či extrakce do etanolu, hexanu apod.</p> <p>Silážování</p>
<i>KYANOGENNÍ GLYKOSIDY</i>	<p>Vyvolání inhibice cytochromoxidázy účinkem kyanovodíku (HCN), uvolněného při porušení rostlinných pletiv, příp. činností mikroorganismů.</p> <p>Cytotoxická anoxie, u přežvýkavců nahořklá chuť a nažloutlá barva mléka.</p>	<p>Štírovník růžkatý, len setý, vikev setá úzkolistá, čirok, maniok, jetel plazivý, hořké mandle, jádra peckovin, limit. hodnota u jetele plazivého je 370 mg HCN/kg sušiny</p>	<p>Chronická intoxikace u prasat při krmení maniokem s obsahem HCN nad 500 mg/kg, u drůbeže klesá užítkovost při obsahu HCN > 100 mg/kg, kyanogenní krmiva, uvolňující min. 10 mg HCN/kg čerstvé hmoty</p>	<p>Šlechtění, tepelné ošetření, silážování.</p> <p>Dvoufázová extrakce lněného semena (hexanem a poté methanolem)</p>
<i>SAPONINY</i>	<p>Toxické pro studenokrevné živočichy a včely.</p> <p>Hořká chuť; hemolyzují červené krvinky, u polygastrů způsobují nadmutí a zpomalení růstu zvířat.</p>	<p>Sója, vojtěška, jetele, štírovník, bobovité</p>	<p>Nejcitlivější je drůbež.</p>	<p>Šlechtění, silážování jetelovin, odslupkování</p>

ŠKODLIVÉ LÁTKY	ÚČINKY NA HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	VÝSKYT	KRITICKÁ MNOŽSTVÍ	MOŽNOSTI OMEZENÍ OBSAHU A ÚČINKU
<i>ANTINUTRIČNÍ POLYSACHARIDY</i>	Ve střevním traktu bobtnají a zvyšují viskozitu tráveniny; tím zhoršují pohyblivost živin a trávicích enzymů, omezují absorpci živin (tuků). Především u drůbeže a prasat. Snížený příjem krmiva, zadržování vody v trusu, znečištění vajec	Ječmen, oves, (β -glukany), žito, tritikale, pšenice (arabinoxylany)	Nepříznivé účinky se projevují při hodnotách dynamické viskozity střevního obsahu 1 – 5 mPa.s	Teplená úprava (arabinoxylázy). Aplikace enzymů, genové manipulace
<i>ROSTLINNÉ ESTROGENY</i>	Inhibují sekreci živočišných estrogenů, narušují ovulaci, vyvolávají nepravé říje a březosti, nepravidelné intervaly mezi říjemi. Degenerativní změny pohlavních orgánů, nymfomanie, vodnatý hlen, cysty na vaječnicích, snížená plodnost	Jetele, vojtěška, trávy, fazol, hrách, sója. Silážování zvyšuje estrogenní aktivitu.		Šlechtění rostlin Přirozené sušení, zavádání píce na pokose Estrogenní píci podávat skotu na žír. Imunizace zvířat.
<i>MYKOTOXINY (produkty hub rodu Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Alternaria, Claviceps, Botrytis Giberella, Cladosporidium...)</i>	Účinky karcinogenní, mutagenní, teratogenní, nefrotické, estrogenní, imunotoxické, hepatotoxické. Chronické intoxikace.	Mikrobiálně závadná krmiva (siláže, obiloviny). Podzemnicový šrot (nezkrmovatelný)	> 10 ³ spór v 1 g krmiva vyvolává otravy Aflatoxiny v mléce (horní mez je 10 – 50 μ g/kg)	Agrotechnika (výsevek, spon, ...), ochrana rostlin, využívání rezistentních odrůd. Skladování v suchu – vlhkost pod 14 % Čpavkování, louhování, anaerobní prostředí (siláže)