

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Bakalářská práce

Škodliviny v krmivech

Autor: Simona Pelcová

Vedoucí: doc. Ing. Alois Kodeš, CSc.

© 2012 ČZU v Praze

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Škodliviny v krmivech vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 11. dubna 2012

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu doc. Ing. Aloisi Kodešovi, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu a pochopení a Lucii Novákové za cenné rady.

Souhrn:

Tato bakalářská práce se zabývá různorodou skupinou látek, které se souhrnně nazývají škodliviny v krmivech.

Škodliviny v krmivech, neboli antinutriční látky, jsou látky, jejichž přítomnost snižuje výživovou hodnotu krmiv a u zvířat vyvolává dietetické poruchy vedoucí až k závažným zdravotním stavům.

Tyto látky se dají dělit podle různých hledisek. Nejčastěji se rozdělují na látky kontaminující, látky vznikající v krmivech a na antinutriční látky přirozeně se vyskytující v krmivech. Poslední zmiňované látky nejsou obsahem této práce.

Látky kontaminující, označované také jako primární kontaminanty, se ve většině případů dostávají do krmiv činností člověka a živočichů, ať už se jedná o znečišťování půdy, ovzduší a krmiv samotných mechanickou či chemickou cestou

Škodlivé látky vznikající v krmivech jsou výsledkem procesů biologických, chemických a fyzikálních. Jedná se také o produkty mykotoxinů, které způsobují degradaci a toxicitu krmiv.

Z hlediska výživářského mají tyto látky při dlouhodobém výkrmu negativní dopady na využití živin a fyziologii, zdravotní stav a následnou užitkovost zvířete.

V ochraně zvířat před nepříznivými účinky škodlivých látek v krmivech je důležitá především prevence. Je nutné zabránit samotné kontaminaci krmiv, dodržovat základní pracovní a hygienické postupy při sklizni, výrobě a uskladnění i při podávání krmiv, aby výsledný produkt byl zdravotně a hygienicky nezávadný a neohrožil tak spotřebitele.

Klíčová slova: výživa, antinutriční látky, kontaminace, mykotoxiny, zdraví, škodliviny, krmiva

Summary:

This bachelor thesis focuses on diverse group of substances, collectively called harmful substances in animal feed.

Occurrence of these harmful substances in animal feed, or Antinutritional substances, reduce the nutritional value of feed and they cause dietary disorders leading to serious medical conditions.

These substances can be divided according to various criteria. They are divided into contaminants, substances produced in the feed and contaminants naturally occurring in animal feed. The last mentioned substances are not in this thesis.

Contaminants, also known as primary contaminants, get into the feed of man and animals, whether it is the pollution of soil, air and feed by mechanical or chemical means.

Harmful substances in animal feed are produced as a result of biological processes, chemical and physical. It is also a product of mycotoxins, which cause degradation and toxicity of the feed.

These substances have nutritional prolonged fattening negative impact on utilization of nutrients and physiology, health and subsequent performance of the animal.

The prevention of animal protection against the adverse effects of harmful substances in feed is particularly important . It is important to avoid contamination of feed, respect the basic working proces and hygienic practices during harvest. It is also important to respect proces of production and storage and the use of feed and the resulting product should be healthy and hygienic way and also should not be endanger to consumers.

Keywords: nutrition, antinutrition substances, contamination, mycotoxins, health, harmful substances, feed

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Cíl práce	1
3.	Literární rešerše.....	2
3.1	Látky kontaminující.....	2
3.1.1	Fyzikální a mechanické kontaminanty.....	2
3.1.1.1	Radioaktivní kontaminanty	2
3.1.1.2	Mechanické kontaminanty	3
3.1.2	Chemické kontaminanty.....	4
3.1.2.1	Anorganické kontaminanty	4
3.1.2.2	Organické kontaminanty	7
3.1.2.2.1	Kontaminanty ze zemědělské výroby- pesticidy	7
3.1.2.2.2	Kontaminanty z průmyslové výroby- perzistentní organické polutanty.....	8
3.1.3	Biologické kontaminanty.....	12
3.1.3.1	Subcelulární kontaminanty.....	12
3.1.3.1.1	Priony	12
3.1.3.2	Viry	13
3.1.3.2	Celulární kontaminanty.....	15
3.1.3.3	Mikrobiální kontaminace	15
3.1.3.4	Makrobiální kontaminace.....	16
3.1.3.4.1	Rostlinné kontaminanty.....	17

3.1.3.4.2 Živočišné kontaminanty	17
3.2 Látky vznikající v krmivech.....	22
3.2.1 Fyzikální procesy	22
3.2.1.1 Radioaktivní záření	23
3.2.1.2 Teplota	23
3.1.2 Chemické procesy.....	24
3.2.2.1 Antinutriční látky vznikající z dusíkatých látek.....	24
3.2.2.2 Antinuriční látky vznikající z tuků	26
3.2.2.3 Antinutriční produkty vznikající ze sacharidů	26
3.2.3 Biologické procesy.....	27
3.2.3.1 Kontaminanty vzniklé přeměnou jednotlivých živin krmiva	27
3.2.3.2 Kontaminanty jako nově vzniklé mikrobiální metabolity.....	27
3.2.3.3 Toxické produkty vzniklé přeměnou aminokyselin.....	28
3.2.3.4 Toxické kontaminanty jako produkty plísní.....	29
4. Závěr	35
5. Seznam použité literatury.....	36

1. Úvod

V současné době vstupuje do popředí problematika zdravotní nezávadnosti potravin v souvislosti s ochranou spotřebitele. Jedním z významnějších faktorů je znečištění krmiv hospodářských zvířat. Tyto nečistoty se mohou do krmiv dostat různými cestami. V organismu zvířat pak způsobují různé poškození, často s fatálními následky. V metabolismu zvířat se mohou zabudovávat do struktur organismu nebo jej mechanicky poškozovat, čímž dochází k toxickým infekcím.

Prevence před znečištěním je jediný účinný způsob, jak ochránit hospodářská zvířata a člověka jako konzumenta zemědělských produktů.

2. Cíl práce

Shromáždit a systematicky utřídit literární poznatky o základních antinutričních látkách, vyskytujících se v krmivech

3.Literární rešerše

3.1 Látky kontaminující

Primární neboli exogenní kontaminanty pocházejí z vnějších zdrojů a do krmiv se tyto látky dostávají již při pěstování plodin (ošetření kultur, spady), při jejich sklizni a při uskladnění, zpracování, manipulaci a dopravě krmiv. Jde o látky, které nejsou přirozenou součástí krmiv a potravin. Tyto kontaminanty můžeme podle jejich charakteru rozdělit na látky (Straková a kol., 2008):

- Fyzikální a mechanické
- Chemické
- Biologické

3.1.1 Fyzikální a mechanické kontaminanty

3.1.1.1 Radioaktivní kontaminanty

Suchý a Straková (2004) uvádějí, že jde o nejzávažnější kontaminanty. Do krmiv se tyto látky dostávají nejčastěji radioaktivním prachem při radioaktivním spadu. Příčinou jsou zkoušky jaderných zbraní, využití nejrůznějších radioizotopů v lidské činnosti a jaderná energetika.

Radioaktivní látky se do krmiv dostávají v podobě radionuklidů, které do rostlin vstupují především listy a z části i kořeny. Nejvýznamnějším biologickým účinkem těchto látek je typ a dávka záření. Ionizující záření může mít účinek přímý a nepřímý. Přímý účinek spočívá v tom, že ionizující částice v buňce zasáhne molekulu a předá jí energii, což může vyvolat řadu chemických změn. Nepřímý účinek je dán tím, že tato aktivovaná molekula vyvolá řadu změn na dalších buněčných molekulách za vzniku radiotoxinů- sekundárních metabolitů (Straková a kol., 2008).

Za nejpronikavější záření považuje Tvrzník a kol. (2007) γ záření, které má nejvyšší ionizující a zhojbné účinky na živou hmotu a jehož změny se mohou projevit až v následujících generacích. Onemocnění zvířat z ozáření může probíhat ve dvou formách, chronické nebo akutní. Po konzumaci ozářeného krmiva dochází k poruchám

gastrointestinálního traktu, které se projevují nevolností, zvracením a průjmy. Mohou se vytvářet krvavé vředovité změny v ústní dutině, ale i v celém trávicím traktu.

V krmivu se radioaktivní látky nacházejí v podobě radioaktivních prvků- radionuklidů, ty se z krmiva velmi dobře resorbují a krví jsou roznášeny po celém organismu, kde se mohou kumulovat a vyvolat patogenické změny. Za nejzávažnější lze pokládat radionuklidy cesia (Cs), stroncia (Sr) a jodu (I), mezi další závažné radionuklidy patří plutonium (Pu), ytrium (Y) a lanthan (La). Největší průnik do všech tkání má cesium (Cs) a jeho největším depozitem je svalová tkáň (Straková a kol., 2008).

3.1.1.2 Mechanické kontaminanty

Jde o přítomnost hrubých, tvrdých, ostrých i prachových částic v krmivech. Tyto látky kontaminují krmiva v souvislosti s narušením životního prostředí (popílek, prach a spady), při nevhodné sklizni (cizí předměty, zemina), při ošetření, při skladování a úpravě krmiv (zemina, cizí předměty). V kontaminaci v důsledku narušení životního prostředí jde především o prachové částice kontaminující krmiva, které mechanicky poškozují sliznice trávicího traktu a tím způsobují mikrotraumata a vyvolávají gastritidy a enteritidy. Mohou mít různé chemické složení, tudíž mohou mít i různé toxické vlastnosti. Prachové částice jsou výborným sorpčním materiálem, protože mají poměrně velký povrch, na který se mohou vázat vitamíny a stopové prvky (Straková a kol., 2008).

Mezi látky, které kontaminují krmiva při nevhodné sklizni patří zemina a ostré kovové předměty. Zemina může podobně jako prachové částice vyvolat dráždění až traumatizaci sliznic trávicího traktu. Nadměrné množství zeminy se u přežvýkavců může hromadit ve ventrálním batorovém vaku v podobě geosedimentu, který může dosáhnout hmotnosti 10- 50 kg a může způsobovat záněty, nekrózy a ulceraci- snížení resorpční schopnosti (Suchý a Straková, 2004). Zemina podobně jako prachové částice představuje riziko i z hlediska nakažového, při přenosu nejrůznějších infekčních agens v podobě virů, bakterií, plísní (spory) a parazitů (geohelminté) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Ostré kovové předměty traumatizují trávicí trakt, a nebezpečné jsou zejména u přežvýkavců, kdy se mohou zapíchnout do čepce a způsobit traumatické onemocnění předžaludků, traumatické záněty čepce, pobřišnice, bránice, osrdečníku, plic, jater a pohrudnice. Takto postižená zvířata přestanou přijímat krmivo, dochází ke snížení dechové a tepové frekvence. Zvíře musí být chirurgicky ošetřeno nebo poraženo (Straková a kol., 2008).

Mezi další mechanické kontaminanty patří zbytky materiálů (obaly, provazy, textilie, umělé hmoty a jejich zbytky), představující rizikový materiál, ze kterého vlivem bachorových a peristaltických pohybů mohou vzniknout 10 až 30 kg konglomeráty, na kterých se usazují minerální látky. Vznikají tvrdé kamenné, kulaté útvary, které způsobují neprůchodnost trávicího ústrojí. Zvířata hubnou a snižuje se jejich užitkovost (Straková a kol., 2008).

3.1.2 Chemické kontaminanty

Suchý a Straková (2004) uvádějí, že jde o obrovské množství nejrůznějších anorganických i organických látek kontaminujících krmiva v průběhu jejich výroby. Jejich riziko spočívá v tom, že v důsledku svých toxických vlastností vyvolávají nejrůznější patologické změny v organismu zvířete. U většiny těchto látek byly prokázány kumulativní vlastnosti, takže se mohou i po relativně dlouhou dobu hromadit v organismu hospodářských zvířat a následně přecházet do produktů v daleko vyšších koncentracích než byly v původních krmivech.

3.1.2.1 Anorganické kontaminanty

Jedná se zejména o různé toxické prvky, které se do krmiv dostávají spadem (exhaláty), z hnojiv a z některých pesticidů. Tyto prvky většinou kontaminují půdy a odtud vstupují do krmných plodin a přes produkty zvířat až do potravin. V poslední době jsou nejčastěji přítomny v krmivech a potravinách kontaminanty zejména následujících metaloidů: olovo (Pb), kadmium (Cd), rtuť (Hg), arsen (As), hliník (Al), Cu (měď), mangan (Mn), beryllium (Be), chrom (Cr), cín (Sn), selen (Se) a fluor (F) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Vyhláška Ministerstva Zemědělství č. 451/2000 Sb, kterou se provádí zákon 91/1996 Sb. o krmivech, zařazuje ze skupiny rizikových chemických prvků mezi nežádoucí pět prvků v krmivu a v potravinách: kadmium (Cd), olovo (Pb), rtuť (Hg), arzén (As) a fluor (F), a stanovuje i maximálně přípustný obsah v mg/kg krmiva o sušině 88 % (Tvrzník a kol, 2007).

Kadmium (Cd)

Zdrojem kadmia jsou exhaláty metalurgického a chemického průmyslu, čistírenské kaly a nekvalitní fosfátová hnojiva. Mezi hlavní negativní účinky kadmia na živý organismus patří postižení reprodukční soustavy, toxický účinek na centrální nervovou soustavu, na

ledviny, játra a pankreas, narušení syntézy nukleových kyselin a karcinogenní účinky. Z hlediska krmiv představuje kadmium a jeho sloučeniny riziko v tom, že je z půdy kulturními rostlinami velmi dobře přijímáno (Opletal a Skřivanová, 2010).

Byly prokázány hormonální účinky s estrogenní aktivitou. Petr (2003) uvádí, že při experimentálních pokusech velmi nízké dávky kadmia vyvolaly u samic laboratorních potkanů zvětšení mléčné žlázy a dělohy. Příznaky nápadně připomínaly počátek rakoviny mléčné žlázy. Ještě horší tvář kadmia odhalily pokusy na březích potkanech. Po malých dávkách kadmia se rodily samicím dcery, které předčasně dospívaly a i mléčná žláza se u nich vyvinula rychleji, než je obvyklé. Anonym (1995) uvádí, že před porodem a po porodu byly samicím podávány malé dávky kadmia, které měly za následek snížení produkce estrogenů a pokles aktivity vaječnicků.

Rtuť (Hg)

Tvrzník a kol. (2008) uvádějí, že základním zdrojem kontaminace prostředí sloučeninami rtuti jsou emise z energetických a průmyslových závodů, průmyslové odpady, odpadní vody, výroba a manipulace s rtuťnatými prostředky na moření osiva. U hospodářských zvířat chovaných v našich podmínkách je nejvýznamnějším příjmem rtuti krmivem. Až na výjimky je kontaminace živočišných produktů rtutí způsobena nezákonným a nezodpovědným zkrmováním mořeného osiva a obilovin.

V přírodním prostředí jsou anorganické sloučeniny rtuti v důsledku mikrobiální činnosti transformovány na toxičtější organické formy, které se velmi dobře resorbují do organismu. Rtuť působí toxicky na centrální nervový systém a ledviny, poškozují sliznice gastrointestinálního traktu a díky snadnému průchodu placentou působí embryotoxicky (Opletal a Skřivanová, 2010).

Olovo (Pb)

Největším zdrojem olova byla v minulosti především automobilová doprava, hutě, teplárny a hliníkárný. Sloučeniny olova byly přidávány do benzínu jako antidetonační prostředek. Olovo bylo při spalování benzínu emitováno do prostředí a kontaminovalo půdu (Opletal a Skřivanová, 2010).

Na základě údajů o pohybu olova v biosféře a v zemědělské výrobě je zřejmé, že jeho obsahy v rostlinných a živočišných produktech u nás nedosahují nebezpečných hodnot.

Závažná je jen situace v bezprostředním okolí dálnic a silně frekventovaných silnic, kde se koncentrace olova v porostech pohybuje v rozmezí 15- 20mg /kg (Tvrzník a kol., 2008).

V přírodě se nachází olovo v anorganické formě jako sulfid, uhličitan, síran, chroman nebo v organické formě. Organické sloučeniny jsou velmi dobře rozpustné v tukových tkáních, v krvi se většina olova váže na erythrocyty a vlivem schopnosti olova denaturovat bílkoviny dochází k inaktivaci řady enzymů (Opletal a Skřivanová, 2010)

WHO (1972) doplňuje, že olovo je distribuováno po celém těle, největší depozitum je v kostech, kde se ukládá nejprve jako koloidní sloučenina a později jako krystalický materiál. Dále se olovo ukládá do jater a ledvin, ze kterých se uvolňuje a působí degenerativně především na centrální nervovou soustavu.

Arzén (As)

Je řazen mezi prvky, jejichž vliv spočívá ve stimulaci adenosintrifosfátu (ATP), kde z části nahrazuje fosfor. V účinku na organismus se liší arzén troj a pětimocný. Trojmocný arzén je biologicky účinný. V malém množství je růstový stimulant, ale ve větších dávkách poškozují tkáň. Pětimocný arzén ireverzibilně nahrazuje fosfor ve fosforylačních reakcích ATP, organismus se částečně adaptuje na jeho příjem a náhlé přerušování jeho příjmu je smrtelné. Arzén se ve tkáních nekumuluje, v těle je udržováno stálé množství, které se poruší jen při překročení příjmu tolerovatelného množství. Nadměrný příjem může být z pitné vody, přípravků používaných proti rostlinným a živočišným škůdcům, kontaminací v pracovním prostředí. Arzén se dostává do biosféry ze spaloven uhlí a z hutí (Tvrzník a kol., 2007).

Fluor (F)

Do organismu se dostává fluor vodou a potravou. Zhruba 20 % se ho vyloučí výkaly, zbytek se ukládá především v kostře a zubech. Retence fluoru v měkkých tkáních je nepatrná. Obsah fluoru v moči je považován za ukazatel jeho resorpce. Nejcitlivější na jeho příjem je skot a při hladině nad 20 mg fluoru/ l se uvádí, že jde o dávku toxickou. Zdrojem fluoru jsou především krmné fosfáty a krmiva kontaminovaná fluorovými exhaláty. Důležitým klinickým ukazatelem toxického působení fluoru je dentální fluoróza (Tvrzník a kol., 2007).

3.1.2.2 Organické kontaminanty

Jedná se o obrovskou škálu nejrůznějších organických látek. Z hlediska kontaminace krmiv a potravin připadají v úvahu jako nejčastější zdroje kontaminanty z průmyslové a zemědělské výroby (Opletal a Skřivanová, 2010).

3.1.2.2.1 Kontaminanty ze zemědělské výroby- pesticidy

Pesticidy jsou chemikálie používané proti škodlivým živočichům, plevelům a parazitickým houbám, které ohrožují zemědělské, zahradní a lesní rostliny, zásoby potravin a zemědělských produktů, průmyslové materiály, užitečná zvířata i samotného člověka (Cremllyn, 1978).

Řada z nich již byla v minulosti zakázána, např. DDT, HCH (zákaz v roce 1975) a HCB (zákaz 1980), s jejich rezidui se ale setkáváme dodnes (Opletal a Skřivanová, 2010).

Vliv pesticidů na hospodářská zvířata je závislý na jejich fyzikálních, chemických a toxikologických vlastnostech, ale důležitou roli hraje i druh, pohlaví a stáří zvířat. Zvláště citlivá jsou zvířata podvyživená, stará, nemocná a mláďata (Straková a kol., 2008).

Dostanou-li se pesticidy do krmiva, mohou u zvířat vyvolat chronické nebo akutní otravy. Za velmi závažné lze považovat, že i velmi malé množství těchto látek je schopno zasahovat do hormonálního systému a způsobovat vývojové vady, iniciovat nádorové onemocnění a způsobovat neurologické potíže (Opletal a Skřivanová, 2010).

Podle Opletala a Skřivanové (2010) pesticidy negativně působí především na centrální nervovou soustavu, ovlivňují krevní obraz, činnost jaterních enzymů a reprodukci, dále působí karcinogenně.

Za nejzávažnější lze pokládat pesticidy ze skupin polycyklických chlorovaných pesticidů- insekticidy a rodenticidy, organofosfátů, karbonátů (insekticidy), kumarinových přípravků (rodenticidy) a kardioglykosidů (Straková a kol., 2008).

Organofosfáty, karbamáty

Organofosfáty a karbamáty jsou látky široce využívané v zemědělství pro jejich insekticidní aktivitu a relativně nízkou dobu přetrvání v životním prostředí. Tyto látky působí

jako blokátory hydrolytických enzymů, především acetylcholinesterázy a silně ovlivňují nervový systém (Del Carlo et al., 2004).

Konečná fáze otravy, zadušení v důsledku ochrnutí dýchacího svalstva vede k úhynu zvířete (Opletal a Skřivanová, 2010).

Kumarinové přípravky

Kumarin a jeho deriváty patří mezi základní antikoagulanty a jsou inhibitory vitamínu K v biosyntéze protrombinu. Kumariny jsou nerozpustné ve vodě (Desai, 2000).

Tyto látky patří do skupiny rodenticidů používaných k hubení škodlivých hlodavců. Jejich účinek spočívá v tom, že způsobují vnitřní krvácení v důsledku poškození krevních cév (Opletal a Skřivanová, 2010).

Kardioglykosidy

Jde o látky získané z červené odrůdy mořské cibule (*Scillamaritima L.*). Účinnou látkou je scillirosid, který způsobuje zástavu srdeční činnosti a podráždění centrální nervové soustavy. Současně bývá postižena i dýchací soustava a vznikají zánětlivé změny a krvácení do sliznic trávicí soustavy. Tyto látky se používají k hubení hlodavců, toxická dávka scillirosidu pro dospělou krysou je 0,1- 0,2 mg (Moravcová, 2006).

Ostatní látky

Mezi tyto látky můžeme zařadit zejména zbytky léčiv, asanačních prostředků, nevhodných nátěrů a další látky používané v provozu živočišné výroby. Problémy s těmito látkami jsou většinou způsobeny hrubými závadami a technologickou nekázní ve výrobním procesu (Straková a kol., 2008).

3.1.2.2.2 Kontaminanty z průmyslové výroby- perzistentní organické polutanty

Většina z těchto organických látek představuje molekuly, které se v přírodním prostředí běžně nevyskytují, proto řada z nich nepodléhá v životním prostředí běžné biodegradaci. Jejich riziko spočívá v tom, že kontaminují potravní řetězce a tím se dostávají do živých organismů včetně člověka. Vyvolávají patologicko-fyziologické a morfologické změny, jejichž výsledkem jsou těžká onemocnění zvířat a člověka, často neslučitelná se životem (Opletal a Skřivanová, 2010).

Polychlorované bifenyly (PCB)

Patří mezi velmi nebezpečné organické látky uvolňující se do krmiv z konzervačních a ochranných prostředků (např. nátěry silážních jam), z průmyslových olejů a pohonných hmot (Straková a kol., 2008).

PCB jsou chemicky stálé, tepelně odolné, přílnavé a nehořlavé. Zahrnují celkem 209 příbuzných látek (kongenerů) s alespoň čtyřmi navázanými atomy chlóru. PCB jsou za normálních podmínek bezbarvé krystaly bez zápachu. Hustota směsí závisí na zastoupení jednotlivých kongenerů, roste s obsahem chlóru, ale všechny mají hustotu vyšší než voda. PCB jsou špatně rozpustné ve vodě, ale jsou rozpustné v organických rozpouštědlech a v tucích (Kalač, 1992).

Tyto látky jsou považovány za globální polutanty s vysokým akumulacním potenciálem a jsou velmi odolné k biologickému rozkladu. Jejich výroba skončila v roce 1983, ale používaly se ještě mnoho následujících let, a proto se s jejich residui setkáváme dodnes. Největším rezervoárem PCB v přírodě jsou sladkovodní sedimenty, ze kterých se PCB mohou uvolňovat. Za indikátor PCB v životním prostředí je považována zvěř a drobní zemní savci (Opletal a Skřivanová, 2010).

Opletal a Skřivanová (2010) popisují negativní působení PCB především na imunitní, hormonální a nervový systém, vyvolávají dysfunkci jater, poruchy reprodukce a patologické změny na kůži. Mají mutagenní a karcinogenní účinky, prostupují přes placentu do plodu a do vajec a jsou vylučovány do mléka. U zvířat vyvolávají otravy, které se projevují úbytkem hmotnosti, dehydratací a depresí nervového systému.

Dioxiny

Dioxiny jsou organické aromatické uhlovodíky velmi podobné chemickými a toxikologickými vlastnostmi PCB a v současné době patří mezi nejvýznamnější kontaminanty. Vznikají při teplotách 150-800 °C, v přítomnosti chlóru, organické hmoty, kyslíku a příslušného katalyzátoru. Ve své molekule mohou obsahovat 1-8 atomů chlóru. V životním prostředí jsou velmi stabilní vůči degradaci. Podle chemické struktury je lze rozdělit do dvou základních skupin: polychlorované dibenzo- p- dioxiny (PCDD) a polychlorované dibenzofurany (PCDF) (Kalač, 1995).

Podle Strakové a kol. (2008) je známo 75 PCDD a 135 PCDF. Mezi nejtoxičtější dioxin patří 2,3,7,8-tetrachlorbenzo-p-dioxin (TCDD), označovaný jako humánní karcinogen. Tento dioxin je extrémně rezistentní vůči chemickým i biologickým degradacím a má kumulativní charakter (Opletal a Skřivanová, 2010).

Kalač (1995) uvádí, že dioxiny vznikají nedokonalým spalováním chlorovaných organických látek popřípadě při spalování jakýchkoli organických látek v přítomnosti chloridových iontů. Dioxiny dále vznikají při spékání (sintrování) železných rud, bělení papíru a jako vedlejší produkt výroby chlorovaných herbicidů. Významnými zdroji dioxinů mohou být rovněž spalovny komunálního odpadu. Dioxiny vznikají i při přírodních procesech jako jsou erupce sopek a lesní požáry. Likvidace dioxinů je velice obtížná. Je možné jejich spalování za velmi vysoké teploty (nad 1200 °C), ale i pak dochází k tzv. syntéze de-novo.

Negativní účinky se projevují jako neurologické, imunitní, vývojové, hormonální a reprodukční poruchy. V živočišných organismech dioxiny vstupují do buněk, kde se váží na arylhydrokarbonový receptor (Ah) a ten na specifickou bílkovinu za vzniku komplexu dioxin-Ah- protein, který je přenášen do buněčného jádra. Dioxiny se v organismu kumulují v tukových tkáních. Vzhledem k vysoké toxicitě dioxinů vydala Evropská komise dokument s navrženými maximálními hodnotami pro dioxiny v potravinách, které se pohybují podle jednotlivých komodit v hodnotách od 1,5- 12 pg.g⁻¹ tuku. Limitní obsah dioxinů v krmných surovinách a krmivech podle jednotlivých druhů a typů krmiv v rozmezí 0,75 ng.kg⁻¹ (krmné suroviny rostlinného původu, včetně rostlinných olejů a vedlejších produktů) až 6,00 ng.kg⁻¹ (rybí tuk) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Za nejvíce kontaminovaná krmiva lze pokládat rybí moučku, rybí olej evropské provenience, živočišný tuk a rostlinná krmiva z kontaminovaných lokalit. Až 40% dioxinů přechází do mléka, přestup dioxinů z tuku krmiv do tuku tkání zvířat je až 90 %, u drůbeže je přestup z krmiva do vajec až 100% (Angelovičová, 2004).

Ftaláty

Stratil (2010) popisuje ftaláty jako estery ftalové kyseliny. Používají se jako změkčovadla do plastických hmot (převážně do PVC) a proto jsou produkovány ve velkém množství a rozšířily se do všech složek životního prostředí. Nejvíce rozšířenými změkčovadly jsou dibutylftalát a bis (2- ethylhexyl) ftalát. Jsou hepatotoxické, teratogenní a karcinogenní.

Poškozují ledviny a snižují reprodukční schopnosti. I když se 60-90% přijatých ftalátů z těla vyloučí během 24 hodin, přesto dochází k jejich kumulaci v organismu.

Zdroji ftalátů jsou obalové materiály, podlahové krytiny, nátěrové hmoty, exhaláty z chemických továren a spaloven komunálního odpadu, výluhy ze skládek odpadů, PVC (potrubí, hadice, plastové nádrže) a nátěrové hmoty s přídavkem ftalátů (Kalač, 2001).

Ftaláty se mohou resorbovat kůží, sliznicemi i plicní tkání, hromadí se především v tukových tkáních a v játrech. Vlivem somatických enzymů se mohou postupně metabolizovat na ještě toxičtější produkty. U hospodářských zvířat se mohou stát ftaláty významným zdrojem kontaminace zvířat, jejich produktů a následně potravin živočišného původu (Opletal a Skřivanová, 2010).

Bisfenol A (BPA)

BPA je průmyslová chemikálie používající se k výrobě tvrdého, čirého plastu známého jako polykarbonát, který je použit v mnoha spotřebních výrobcích, včetně plastových lahví na vodu. BPA můžeme také nalézt v epoxyfenolové pryskyřice (tvoří ochranný film u plechovek, kovových víček, zásobníků na vodu a nápoje) (FDA, 2010).

Negativní účinky bisfenolů jsou změny v metabolismu, abnormální vývoj rozmnožovacích orgánů, vznik onkologických onemocnění, snížení reaktivity tkání na inzulín. Bisfenoly dále působí na estrogenové receptory na povrchu buněk pankreatu, tím stimulují buňky k vyšší tvorbě inzulínu a jeho uvolňování do krve. Organismus si po určité době vytvoří obranné mechanismy a přestane reagovat na tyto zvýšené hladiny hormonu a buňky ztrácejí i citlivost na normální hladinu inzulínu a vzniká tzv. prediabetický stav (Opletal a Skřivanová, 2010).

Furan (1,4- epoxy-1,3- butadien)

Furan se používá při výrobě laků a rozpouštědel pryskyřic. Je také používán ve výrobě zemědělských chemikálií (insekticidy) a jako stabilizátor léčiv (NTP, 1999).

Furan je bezbarvá, těkavá kapalina, považovaná Mezinárodním úřadem pro výzkum rakoviny za potenciálně karcinogenní. Přestože existuje několik verzí o způsobu tvorby furanu v potravinách, přesný mechanismus jeho vzniku není znám. Jedním z důležitých faktorů přispívajících k jeho tvorbě je ale zvýšená teplota, což bylo potvrzeno výzkumy FDA,

které prokázaly, že furan se tvoří v řadě potravin, které procházejí tepelnou úpravou, včetně konzervovaných výrobků v nejrůznějších obalech (plechovky, sklenice) (Vranová a Ciesarová, 2009).

3.1.3 Biologické kontaminanty

Suchý a kol. (2006a) uvádějí, že tyto kontaminující látky mají původ v živých organismech a většinou jim předchází hrubé závady charakterizované nedodržením hygienických předpisů a neřizení při výrobě, uskladnění a manipulaci s krmivy. Jde o kontaminanty subcelulární (genetické, priony, viry), celulární (bakterie), mikrobiální (houby, prvoci) a makrobiální (bezobratlí a obratlovci).

3.1.3.1 Subcelulární kontaminanty

3.1.3.1.1 Priony

Priony jsou proteinové částice vyskytující se běžně ve všech tkáních živočichů a člověka. Mají významnou funkci v buňce při opravách genetické informace, zvyšují životaschopnost buněk a podílí se na vzniku dlouhodobé paměti (Opletal a Skřivanová, 2010)

Infekční priony

Priony jsou infekční částice, které způsobují smrtelné neurologické onemocnění, jako je Creutzfeldt-Jakobova nemoc, bovinní spongiformní encefalopatie (BSE) a klusavka (Supattapone, 2010).

Prionová onemocnění představují skupinu tzv. přenosných transmisivních a transmisibilních spongiformních encefalopatií (TSE) způsobujících spongiformní (houbovitě) změny v centrální nervové soustavě. (Suchý a kol., 2006a).

BSE (bovinní spongiozní- spongiformní encefalopatie)

Bovinní spongiformní encefalopatie (BSE) byla poprvé zjištěna v roce 1986 ve Velké Británii, kdy byl za původce jednoznačně určený odolný prion, který může v půdě přežít řadu let a odolává i vysokým teplotám. Za pravděpodobný zdroj nákazy je uváděna masokostní moučka, obsahující prionové částice (Straková a kol., 2008).

Na základě tohoto zjištění byla provedena opatření proti přenosu BSE, který zahrnují zákaz zkrmování masokostních mouček přežvýkavcům i hospodářsky významným

monogastrům (platné od 1. 11. 2003), testování všech jatečně poražených zvířat u skotu starších 30 měsíců s nutností přiložení atestu o negativním imunologickém testu (Opletal a Skřivanová, 2010).

3.1.2.2.2 Viry

Podle Tvrzníka a kol. (2007) je v současné době známo obrovské množství druhů virových partikulí. Řada z nich jsou významnými patogeny rostlin, živočichů i člověka. Některé viry vystupují jako patologický agens velmi nebezpečných nálezů. Jde o velmi kontagiózní onemocnění šířící se nejrůznějšími cestami, a to zejména přímým kontaktem od nemocných zvířat, případně prostřednictvím jejich sekretů a exkretů, u hospodářsky významných zvířat i jejich produkty, obsahující infekční nakažlivé partikule. V přenosu virů sehrává významnou roli i řada faktorů jak abiotických, např. proudění vzduchu nebo biotických, například živočichové, jako jsou nejrůznější skupiny bezobratlých i obratlovců. Významný z hlediska přenosu virů je i člověk, který se dostává do přímého kontaktu se zvířaty nebo krmivy určenými pro jejich výživu. Řada virů se může přenášet i vertikálním způsobem, tj. z matky na plod již v průběhu intrauterinního života.

Nejvýznamnější patogenní viry, které mohou kontaminovat krmiva a které mohou být zdrojem nákazy, lze zařadit do níže uvedených čeledí a rodů (MZLU Brno, 2012).

Skupina RNA virů:

RNA viry

- *Picornaviridae*
 - *Enterovirus*- Nakažlivá obrna prasat, vezikulární nemoc)
 - *Aphovirus*- Slintavka a kulhavka
- *Caliciviridae*- přenos krmivem málo pravděpodobný
 - *Calicivirus*- Vezikulární exanthém prasat
- *Rhabdoviridae*- přenos krmivem málo pravděpodobný
 - *Lyssavirus*- Vzteklna
 - *Vesiculovirus*- Vezikulární stomatitída
- *Togaviridae*
 - *Pestivirus*- Mor prasat
- *Coronaviridae*

- *Coronavirus*- Infekční gastroenteritida prasat, infekční enteritida krůt
- *Paramyxoviridae*
 - *Paramyxovirus*- Newcastle'ská choroba - pseudomor drůbeže, mor skotu

DNA viry

- *Parvoviridae*
 - *Parvovirus*- Parvovirózy skotu, prasat, psů
- *Herpesvirus*
 - *Poikilovirus*- Aujeszkyho choroba
 - *Thetalympochoptovirus*- Markova choroba
- *Iridoviridae*
 - *Iridovirus*- Africký mor prasat
- *Adenoviridae*
 - *Mastadenovirus*- Adenovirózy savců- skotu, prasat, ovcí, psů
 - *Aviadenovirus*- Adenovirózy ptáků- bronchitidy, hepatitidy, enteritidy, syndrom poklesu snášky
- *Poxviridae*- přenos krmivem málo pravděpodobný
 - *Orthopoxvirus*- Neštovice krav
 - *Suipoxvirus*- Neštovice prasat

Prevence kontaminace krmiv patogenními viry spočívá na dodržování hygieny při manipulaci, skladování a výrobě krmiv, dále v termickém ošetření krmiv živočišné provenience a v důsledném veterinárním dozoru, především u dovážených živočišných krmiv. Z hlediska přenosu viróz je nutné zamezení styku nemocných zvířat s krmivy nebo krmnými komponenty. Dále je nutné monitorování nakažové situace a z oblastí výskytu nebezpečných viróz zakázat dovoz krmiv a krmných komponentů, včetně produktů a potravin animálního původu. Mezi preventivní opatření lze zahrnout pravidelné monitorování výskytu škodlivých živočichů, zamezení jejich přístupu do výroben a skladů krmiv, pravidelné provádění desinfekce, desinsekce a deratizace v těchto prostorech. Vlastní dekontaminace virů v krmivech je problematičtá, protože existuje velká rozdílnost v citlivosti konkrétních virů vůči fyzikálním i chemickým látkám. Technologické procesy při výrobě krmiv, zejména ty, které využívají vysoké teploty a tlak většinu virových partikulí inaktivuje (MZLU Brno, 2012).

3.1.3.2 Celulární kontaminanty

Mezi celulární kontaminanty patří: bakterie a jejich produkty, jednobuněční parazité a jejich vývojová stádia (Tvrzník a kol., 2007).

Bakterie a jejich produkty

Jde především o anaerobní mikroorganismy. U těchto bakteriálních nákaz se zvířata nakazí sporami, které kontaminují krmiva. Vegetativní stádia těchto mikroorganismů jsou producenty biologicky velmi účinných toxinů vyvolávajících závažná onemocnění až smrt zvířat i člověka. Jedním z nejvýznamnějších toxinů je botulotoxin. Spory jsou latentní stádia mikroorganismů vysoce odolné vůči vnějším vlivům, ale i většině desinfekčních prostředků. Běžně používané technologické procesy při výrobě krmiv je neničí. Proto ochrana krmiv před kontaminací krmiv sporami spočívá především na prevenci- krmiva nesmí přijít do styku s nemocnými zvířaty, ale i nežádoucími organismy (bezobratlými i obratlovci), kteří spory přenášejí. Rovněž je nutné krmiva chránit před kontaminací zeminou a prachem na jejichž částicích jsou spory velmi často uchyceny (MZLU Brno, 2012).

Tvrzník a kol. (2007) popisují další sporogenní bakterie, které mohou kontaminovat krmivo: *Bacillus anthracis*- sněť slezinná, *Clostridium chauvoei*- sněť šelestivá, *Clostridium septicum*- sněťivý zánět slezu u ovcí.

Bakterie nesporogenní způsobují onemocnění jako je brucelóza (*Brucella melitensis*, *B. abortus*), červenka prasat (*Erysipelothrix rhusiopathiae*), kolibacilóza (*Escherichia Coli*), listerióza (*Listeria monocytogenes*), tuberkulóza (*Mycobacterium sp.*), stafylokokové infekce (*Staphylococcus aureus*, *S. pyrogenes*) a streptokokové infekce (*Streptococcus ssp.*) (Tvrzník a kol., 2007).

3.1.3.3 Mikrobiální kontaminace

Parazitární infekce představují významná onemocnění zvířat. Hlavním zdrojem nákazy helminty jsou krmiva, ve kterých se vyskytují parazité, jejich vajíčka, vývojová stádia nebo jejich invazivní larvy. Podle místa výskytu jejich vývojových stádií dělíme parazity na geohelmintry- vývoj v půdě, nebo biohelmintry- vývoj v živém organismu. Dospělí jedinci se nacházejí v trávicí soustavě, v plicích, játrech i jiných orgánech či v mezihostitelském organismu. Hospodářská zvířata mohou být hostiteli a mezihostiteli parazitů. (Opletal a Skřivanová, 2010).

Jednobuněční parazité a jejich vývojová stádia

Mezi nejvýznamnější jednobuněčné parazity patří prvoci ze třídy Kokcidie (*Coccidia*). Jde o velmi frekventované onemocnění vyskytující se prakticky u všech hospodářských zvířat. U dospělých jedinců onemocnění probíhá většinou bez klinických příznaků, zatím co u mláďat se setkáváme s intenzivními projevy onemocnění. Zvířata se nejčastěji nakazí oocystami nacházejícími se v krmivech, nebo pitné vodě kontaminovanými výkaly nemocných zvířat (MZLU Brno, 2012).

Nejvýznamnější nákazy vyvolané prvoky (Protozoa)

g. *Isospora* (*Toxoplasma gondii* - toxoplazmóza)

g. *Eimeria* (Kokcidiózy u savců a ptáků)

Prevence přenosu parazitóz spočívá v důsledné hygieně při výrobě a uskladnění krmiv a jejich ochraně před kontaminací výkaly a trusem nemocných zvířat a zamezení kontaktu chovaných zvířat se zvířaty volně žijícími. Dalším preventivním opatřením je i pravidelné provádění desinfekce a deratizace výroben a skladů krmiv. Jako riziková jsou označena krmiva podávaná v čerstvém stavu nebo u zvířat v pastevním chovu, kde mohou být vajíčka parazitů nebo vývojová stádia přítomna na pastevních porostech a mohou být zdrojem nákazy (Tvrzník a kol., 2007).

3.1.3.4 Makrobiální kontaminace

Za makrobiální kontaminant považujeme nejrůznější rostlinné i živočišné organismy, které kontaminují krmiva (Suchý a kol, 2006a).

Straková a kol. (2008) uvádí, že skladištní škůdci způsobují ztráty přímé, kdy konzumují živiny krmiva a snižují tak jeho nutriční hodnotu, znečišťují krmivo svými výkaly, které mohou obsahovat patogeny a jsou významnými přenašeči virů, bakterií a plísní. Odumřelí živočichové mohou mechanicky poškozovat gastrointestinální trakt a jejich sekrety a exkreta způsobují alergie zvířat i člověka.

Za nepřímé ztráty způsobené skladištními škůdci považuje Straková a kol. (2008) poškození teplotní a vlhkostní izolace budov a požáry v důsledku narušení elektrických zařízení.

Tvrzník a kol. (2007) za nejvýznamnější a nejfrekventovanější skupiny považují roztoče (*Acarina*), brouky (*Coleoptera*), pisivky (*Psocoptera*) a motýly (*Lepidoptera*).

3.1.3.4.1 Rostlinné kontaminanty

Jde o přítomnost nejrůznějších plevelných a toxických rostlin v krmivech, jejich tkání a semen. Tyto kontaminanty snižují nutriční a dietetickou hodnotu krmiv. Některé rostlinné kontaminanty obsahují toxické látky, které mohou látky vyvolat nejrůznější onemocnění zvířat (Suchý a kol., 2006a).

3.1.3.4.2 Živočišné kontaminanty

Jedná se o nejrůznější živé či mrtvé bezobratlé živočichy a obratlovce, zbytky jejich těl, sekrety a exkrekty (Suchý a kol., 2006a).

Roztoči (*Acarina*)

S touto skupinou živočichů se lze setkat ve všech biotopech v rámci biosféry. Existuje asi 30000 druhů roztočů a ve skladech se můžeme setkat asi se 100 druhy, k nejvýznamnějším škůdcům patří asi 25 druhů (Straková a kol., 2008).

Jejich zdravotní a hygienický dopad spočívá v tom, že kontaminují skladované komodity alergickými produkty (bioalergen), karcinogenními produkty a mikrobiálními patogeny. V krmivech zanechávají zbytky svých organismů (biofragmentsy), mohou vylučovat zapáchající látky narušující senzorycké vlastnosti krmiva (Opletal a Skřivanová, 2010).

Roztoč moučný (*Acarus siro* Linnaeus, 1758)

Samice 0,3 až 0,7 mm velká, samec o něco menší, až 0,35 mm. Je to bělavý až narůžovělý lesklý roztoč. Je znám také pod jménem skladokaz moučný. Pohybuje se pomalu a valivě. Roztoč moučný patří k nejnebezpečnějším škůdcům skladovaného obilí, mouky a moučných výrobků. Nalezneme jej však také v sýrech, rybí moučce, těstovinách a nevyhne se ani olejninám, sušenému ovoci, koření, krmným směsím, apod. Napadené produkty mají charakteristický štiplavý, nasládlý zápach. Způsobuje alergická onemocnění (Erban a Erbanová, 2008).

Roztoč zhoubný (*Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781)

Je bělavý lesklý, slabě sklerotizovaný, velký přibližně 0,3 mm. Je jedním z nejhojnějších druhů skladištních roztočů, napadá olejnatá semena, tvrdé sýry, mouku a výrobky z ní, otruby, těstoviny, škodit může i v plísňových kulturách a zoologických či botanických sbírkách. V přírodě může žít např. na odumřelém a zetlelém rostlinném materiálu (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Sedláčková a Hrudová (2009) uvádí, že jako prevence proti roztočům se využívá větrání a snížení vlhkosti vzduchu. Napadené produkty je vhodné zlikvidovat spálením, nebo alespoň ošetřit teplotou 60 °C po dobu dvou hodin. Chemicky je lze hubit akaricidy. Ve velkoskladech se využívá i biologické ochrany dravým roztočem (*Cheyletus eruditus* Schrank, 1781) a plynování.

Brouci (*Coleoptera*)

Straková a kol. (2008) uvádějí, že mezi nejčastěji vyskytované skladištní brouky patří asi 23 druhů. Brouci v krmivech představují významný zdravotní a hygienický problém, protože kontaminují krmiva svými těly a výměšky, kterými se přenáší patogenní agens jako mikrobiální patogeny, spory toxikogenních hub, alergenních plísní a kokcií.

Sedláčková a Hrudová (2009) dělí tyto škůdce na brouky napadající celá zrna, všežravé brouky a brouky napadající produkty plísněmi.

Brouci napadající celá zrna

Pilous černý (*Sitophilus granarius* Hustache A., 1930) je nosatcovitý brouk velký 3 – 5 mm, je tmavohnědě až černě zbarven. Samičky vykousnou drobný otvor do zrna a vloží do něj vajíčko, otvor pak zacelí lepivým sekretem. Bílá, rohličkovitá, beznohá larva se z vajíčka vylíhne, živí se vnitřní škrobnatou částí zrna. Pilousi napadají obilné zrna, které má vlhkost vyšší než 14 %. Pokud zrna nedosahuje této vlhkosti a klesne-li teplota pod 10 °C, vývoj se zastavuje. Přítomnost pilousů způsobuje zahřívání zrna, na rozhraní zahřátého a studeného zrna kondenzuje vodní pára, zrna vlhne a je napadáno plísněmi a je znehodnoceno. Ochrana spočívá ve vyčištění, dezinfekci skladovacích prostor před naskladněním zrna. Důležité je větrání skladovacích prostor, lze je také preventivně ošetřit insekticidy s dlouhodobým účinkem. Používá se také tepelné ošetření buď vystavením teplotě 60 °C po dobu jedné hodiny, nebo mrazu -20 °C po dobu sedmi dní (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Zrnokaz hrachový (*Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758) je zavalitý, asi 5 mm velký, škůdce hrachu. Nenapadá jej však ve skladech ale na poli. Larvy se vyvíjejí ve zrajících semenech, kde se i kuklí. Se sklizeným a vyluštěným hrachem se pak dostávají do skladů a domácností, kde se líhnou dospělí brouci (Rupeš a kol, 2002).

Ochrana spočívá v ošetření porostů. Tohoto škůdce lze hubit mrazem, kdy hrách vystavíme teplotě - 13 °C. Semena jsou někdy vystavována i teplotě +50 °C, poté je ale možné, že všechna semena ztratí klíčivost. Ve velkoskladech se k hubení zrnokazů používají insekticidy (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Všežraví brouci

Potemník skladištní (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1863) je kaštanově hnědý brouk velký 3 – 4 mm. Samička klade vajíčka na živný substrát, kterým může být mouka, moučné a obilné výrobky. Je teplomilný a není schopen venku přezimovat. Při zmáčknutí typicky páchne. Larva i brouk se živí obilkami, moukou, výrobky z ní a dalšími produkty, jako jsou luštěniny, sušené potraviny, koření a ořechy. Ochrana před potemníkem skladištním spočívá ve skladování potravin v uzavřených nádobách, napadené produkty lze prosít, ošetřit teplotou - 20 °C po dobu sedmi dnů nebo +50 °C po dobu 10 až 15 minut. Silně napadené produkty se likvidují. Lze použít i insekticidy, které se aplikují v prázdných skladovacích prostorech. Ve velkoprovozech se používá i přímé ošetření napadeného produktu (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Potemník moučný (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) je poměrně velký hnědočerný, lesklý, brouk o délce 12 až 18 mm. Larvy jsou nazývány mouční červi a bývají chováni teraristy jako krmivo. Škodí dospělci i larvy na obilovinách, obilných a moučných výrobcích, masových moučkách, bílkovinných krmivech. Larvy vydrží až několik měsíců bez potravy. Jako úkryt vyhledávají tmavá místa. Ochrana spočívá v čištění skladovacích míst před uskladněním zásob. Pokud k napadení dojde, je třeba odstranit ohniska výskytu, napadené zásoby přečistit. Hubit je lze vystavením teplotě 52 °C po dobu jedné hodiny. Lze použít i insekticidy (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Lesák moučný (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens, 1831) je 1,5 – 2,5 mm velký, tmavě rezavý, schopný létat. Živí se moukou a výrobky z ní, škodí zejména ve mlýnech a skladech mouky, obilovin a olejnatých semen. Vyskytuje se i ve volné přírodě. Ochrana spočívá v odstranění a likvidaci napadených surovin, vyčištění skladů a ošetření. To lze

provést teplem, kdy je napadený produkt vystaven teplotě -20 °C na sedm dní nebo při +60 °C na jednu hodinu, lze také použít insekticidy (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Horáková a kol. (2008) popisují způsoby prevence a likvidace: odstranit napadené potraviny, udržovat čistotu, fyzikálně ošetřit teplotou -20 °C na sedm dní nebo při + 60 °C na jednu hodinu. Chemické ošetření prázdných míst reziduálním přípravkem, popřípadě aplikace plynů oprávněnou osobou.

Brouci napadající produkty plísněmi

Čtverrožec obilní (*Gnathocerus cornutus* Fabricius, 1798) je načervenalý, případně hnědý brouk, velký 3,5 až 4,5 mm. Napadá olejnatá semena, obilky, ořechy, sušené ovoce, koření, čokoládu, dokonce i kosti. Přezimuje jen v teplejších podmínkách, ve skladech obilovin a obilných výrobků. Škodí především tam, kde je vyšší vlhkost, nebo jsou produkty napadeny plísněmi. Ochrana spočívá ve skladování surovin v uzavřených nádobách. Napadené produkty lze ošetřit snížením relativní vlhkosti vzduchu pod 60 % a teplotou -20 °C na 7 dní nebo +60 °C na jednu hodinu. Chemické ošetření prázdných míst provést reziduálním přípravkem, přičemž nejúčinnější je aplikace plynů (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Pisivky (*Psocoptera*)

Pisivky (*Psocoptera*) jsou drobný, jemný hmyz měkkého těla, hlava je poměrně velká. Dovedou rychle běhat, létají však zřídka a těžce. Živí se především plísněmi a nejrůznějšími organickými látkami. Pisivky mohou být závažnými škůdci, škodí hlavně požerem na různých potravinách, zejména těstovinách, mouce, kroupách, sušeném ovoci (Stejskal a kol., 1993).

Ve skladech se vyskytují bezkřídle formy, např. **pisivka muzejní** (*Trogium pulsatorium* Linnaeus, 1758), **pisivka domácí** (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel, 1931), **pisivka obecná** (*Lachesilla pedicularia* Linnaeus, 1758), **pisivka síťovaná** (*Lepinotus reticulatus* Enderlein, 1905). Je to noční živočich, který rychle a trhavě běhá. Preferuje tmavá, vlhká a klidná prostředí bez proudění vzduchu, s optimální teplotou 20 – 25 °C a s relativní vlhkostí vzduchu nad 75 %. Živí se potravinami, papírem, organickými substráty, plísněmi, které i rozšiřuje. U obilí mohou požerem poškozovat klíčky. Škodí také znečištěním substrátů a vlhnutím obilí. Ochrana spočívá ve snížení relativní vlhkosti vzduchu pod 50 %,

vytápění místnosti, větrání, časově omezeném skladování potravin, v hubení vysokou teplotou (50 – 60 °C po dobu 2 – 3 hod.) a mechanickým čištěním. Chemická likvidace se provádí použitím organofosfátů, karbamátů, napadené produkty lze ošetřit plyny (Sedláčková a Hrudová, 2009).

Motýli (*Lepidoptera*)

Na potravinách škodí housenky produkující výkaly a zámoťky. Dospělí jedinci nepřijímají tuhou potravu. Motýly lze rozdělit podle způsobu napadení na kategorii, vyskytující se uvnitř zrna- **makadlovka obilná** (*Sitotroga cerealleala* Olivier, 1789), na kategorii napadající povrch zrna- **mol obilní** (*Nemapogon granellus* Linnaeus, 1758) a **zavíječ rýžový** (*Corcyra cephalonica* Stainton, 1866) a na kategorii všežravých, kam patří někteří další zavíječi a moli (Stejskal, 1998).

Švábi (*Blattidae*)

Jde o bezobratlé živočichy, se kterými se setkáváme všude tam, kde je dostatek krmiva. Kromě škod, které způsobují, jsou významnými přenašeči onemocnění zvířat a člověka. K nejvýznamnějším patří **šváb obecný** (*Blatta orientalis* Linnaeus, 1758) a **rus domácí** (*Blattella germanica* Linnaeus, 1767) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Obratlovci

Za škůdce ze skupiny obratlovců je považována řada živočišných taxonů ze třídy ptáci (*Aves*) a savci (*Mammalia*). Jejich škodlivost spočívá v tom, že konzumují krmiva a ochuzují tak krmivové základny, které navíc znečišťují svými výkaly, močí a patogeny a jejich kadavery mohou být vážným zdrojem nákazy pro zvířata i člověka (Straková a kol., 2008).

Z hygienického hlediska je považujeme za přenašeče řady infekčních onemocnění (leptospiroz, salmonel, infekční hepatitidy, skvrnitého tyfu, tularémie). Nemalé škody způsobují v důsledku poškození budov (cihly, kamenné zdi, beton) a poškození instalací a technologií. K preventivním opatřením patří hlavně zamezení průniku rizikových obratlovců do výroben a skladů krmiv a jejich pravidelné monitorování a provádění pravidelné likvidace (Opletal a Skřivanová, 2010).

Zástupci ze třídy ptáci (*Aves*)

Představují riziko zejména ve skladech, ve kterých znečišťují svým trusem skladovanou surovinu. Šíří ptačí nemoci jako je paratyfus, ornitóza, jsou hostiteli nejrůznějších parazitů, jako jsou roztoči, klíšťata, blechy. V našich podmínkách je nejčastějším návštěvníkem zemědělských a potravinářských areálů holub domácí zdivočelý (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789), vrabec domácí (*Passer domesticus* Linnaeus, 1758) a v ovocnářství způsobuje velké škody špaček obecný (*Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758) (Rupeš a kol, 2002).

Zástupci ze třídy savci (*Mammalia*)

Nejzávažnější skupinou jsou především synantropní hlodavci jako potkan (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769), krysa (*Rattus rattus* Linnaeus, 1758) a myš domácí (*Mus musculus* Linnaeus, 1758). Z hemisynantropních hlodavců jde především o hraboše polního (*Microtus arvalis* Pallas, 1778) (Suchý a kol, 2006a).

Škody způsobují především tím, že konzumují krmiva, znehodnocují je močí a výkaly, poškozují budovy a přenáší řadu infekčních onemocnění. Způsoby regulace škodlivých hlodavců zahrnují metody fyzikální (kladení mechanických, elektrických pastí), chemické (rodenticidy- nástrahy ve formě granulované nebo sypké) a biologické (pomocí přirozených predátorů, nebo pomocí patogenů, které je ale v evropských podmínkách zakázáno). Prevencí proti hlodavcům jsou různé typy odháněčů na akustickém nebo světelném principu a repelentní látky (Opletal a Skřivanová, 2010).

3.2 Látky vznikající v krmivech

Tyto látky vznikají v průběhu výroby, skladování a konzervace krmiva. Jde především o produkty, které jsou výsledkem fyzikálních, chemických a biologických procesů, které probíhají v krmivech. Vznikají často z látek netoxických vlivem termické úpravy, ale i při zmrznutí, při mechanickém zpracování krmiv, při chemických reakcích nebo při mikrobiálních procesech. Původ těchto látek je v procesech fyzikálních, chemických a biologických (Straková a kol., 2008).

3.2.1 Fyzikální procesy

Suchý a Straková (2004) uvádějí, že při výrobě a zpracování krmiva působí na krmiva různé fyzikální faktory, které v krmivech vyvolávají reakce za vzniku nových produktů s antinutričním charakterem.

3.2.1.1 Radioaktivní záření

Může vyvolat změny v krmivech v důsledku rozkladu jednotlivých živin (proteiny, sacharidy, lipidy), čímž dochází ke změně biologické a nutriční hodnoty krmiva. Navíc dochází často k aktivaci jednotlivých molekul živin, které reagují s jinými molekulami za vzniku nejrůznějších toxických látek (radiotoxinů), které vyvolávají v organismu patologické změny (Suchý a kol., 2006b).

3.2.1.2 Teplota

Straková a kol. (2008) za fyzikální antinutriční faktor považují vysokou i nízkou teplotu. Vysoká teplota způsobuje denaturaci proteinů, čímž se snižuje jejich stravitelnost, dochází také k inaktivaci biologicky účinných látek. Při podávání horkých krmiv, především ve formě nápojů, mohou vzniknout popáleniny sliznic, zejména dutiny ústní, ale zvířata se horkým krmivům a nápojům instinktivně vyhýbají.

Vysoká teplota má negativní vliv i na sacharidy a lipidy v krmivu (Suchý a Straková, 2004).

Nízká teplota přináší hlavně hygienická rizika, protože zmrzlá krmiva po rozmrznutí podléhají rychlejšímu hnilobnému rozkladu a to vede k jejich znehodnocení. Hrubým nedostatkem ve výkrmu je především přítomnost ledu nebo ledové tříště v nápoji nebo krmivu. U zvířat dochází k podchlazení a porušení trávicí a zažívací činnosti a tím ke snížení stravitelnosti a využitelnosti krmiva (Opletal a Skřivanová, 2010).

Suchý a kol. (2006b) popisují, že zvláště citlivá jsou na studená krmiva mláďata v období mléčné výživy, kdy studené mléko může způsobovat dietetické poruchy trávení bílkovin, které se projevují průjmy.

U krmiv poškozených nízkou teplotou dochází k výraznému snížení jejich dietetické hodnoty. Dochází k poklesu vitaminové hodnoty, zejména obsahu β - karotenu (při teplotě pod 0 °C), klesá obsah dusíkatých látek, dochází k hydrolytickému rozkladu cukrů (sacharózy) a škrobu a k celkové ztrátě organické hmoty (Straková a kol., 2008).

Krmiva, která obsahují více vody, jsou vůči nízkým teplotám a zmrznutí náchylnější. Z tohoto pohledu jsou nejvíce ohroženy zejména okopaniny: brambory, řepa, cukrovarské řízky (Straková a kol., 2008).

3.1.2 Chemické procesy

Při výrobě krmiv se vzájemně míchají různé živiny. V důsledku moderních technologií, při kterých jsou krmiva vystavena vysokým teplotám a tlakům, dochází k aktivaci některých molekul jednotlivých živin, které pak spolu reagují za vzniku nových látek (Suchý a Straková, 2004).

Straková a kol. (2008) připisují těmto nově vzniklým látkám dietetický a zdravotně negativní dopad na zdraví a produkci zvířat. Následkem těchto procesů může dojít ke zhoršení stravitelnosti některých živin, k degradaci některých živin a vzniku toxických produktů.

Suchý a Straková (2004) uvádí, že tyto látky mohou vznikat i při nevhodném skladování a jako významné popisují zejména oxidační produkty vznikající hlavně u tuků, ale i u jiných živin.

3.2.2.1 Antinutriční látky vznikající z dusíkatých látek

Nitrosaminy

Jako příklad popisují Opletal a Skřivanová (2010) reakci nitrosačních látek NO_x (NO_3 , NO_2) se sekundárními amidy nebo alkylamidy (produkty rozkladu bílkovin v silážích i v trávicím traktu) za vzniku nitrosaminů, a případně nitrosamidů.

Nebezpečí těchto látek spočívá v jejich karcinogenním účinku a v tom, že mohou přecházet do produktů, například do mléka a tím ohrožují i člověka (Suchý a Straková, 2004).

Suchý a kol. (2006b) uvádí, že obsah těchto látek se zvyšuje při tepelném ošetření krmiv a jejich tvorbu lze snížit pomocí přídatku vitamínu C a E do krmiva a to v dávce 500 mg/kg.

Heterocyklické aminy

Skupina organických sloučenin představující soubor genotoxických látek, u kterých byly prokázány mutagenní a kancerogenní účinky, které jsou silnější než u aflatoxinů. Tyto látky lze rozdělit na aminoimidazolové a aminokarbonové deriváty (Opletal a Skřivanová, 2010).

Suchý a kol (2006b) popisují, že u experimentálních zvířat tyto látky způsobovaly nádory jater, žaludku, tenkého i tlustého střeva, mozku, kůže i cévní soustavy.

Tyto látky vznikají tepelným rozkladem proteinů nebo aminokyselin. Vznik těchto látek inhibují antioxidanty (Suchý a kol., 2006b).

Suchý a Straková (2004) do této skupiny řadí i produkty vznikající při Maillardově reakci.

Maillardova reakce

Jde o neenzymatické hnědnutí, které je způsobeno reakcí mezi volnými karbonylovými sloučeninami a aminoskupinami. Kondenzací aminoskupin a karbonylovými skupinami redukujících sacharidů v podobě Schiffových bází, za vzniku vysokomolekulárních produktů, tzv. melanoidů, což jsou silně redukující antioxidační látky. Při těchto reakcích mohou být aminokyseliny redukovány na aldehydy (Straková a kol., 2008).

Vytvořené aldehydy podléhají kondenzačním reakcím s fragmenty cukrů nebo mezi sebou a tvoří hnědě zbarvené produkty- melanidy. Při Maillardově reakci klesá biologická hodnota cukrů i aminokyselin. Mohou vznikat toxické látky například ze serinu vzniká etynolamin a z methioninu vznikající sulfoximin (Suchý a kol., 2006b).

Straková a kol (2008) dodávají, že při Maillardově reakci dochází také k destrukci vitamínů.

Xenobiotické aminokyseliny

Jako xenobiotika se označují látky, které se v organismu normálně nevyskytují a nejsou nutné pro jeho zdravý vývoj a ani pro něj neslouží jako zdroj energie. Činností člověka se dostávají do životního prostředí a znečišťují ho. Primárním zdrojem xenobiotik je chemický průmysl (Knejzlík, a kol., 2000).

Je známo 14 xenobiotických aminokyselin, nejznámější z nich je lysinoalanin (LAL), který je pokládán za marker poškození proteinu. Jejich vznik je spojován s nešetrnými technologickými postupy při dlouhodobém působení vyšších teplot na suroviny v alkalickém prostředí. Na tyto změny jsou nejcitlivější sирné aminokyseliny (cystin) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Vznikají při zesílení polypeptidových řetězců bílkovinné molekuly za vzniku xenobiotických aminokyselin. Velmi často k těmto změnám dochází při mikrovlnných

technologiích, důsledkem je snížení nutriční hodnoty bílkovin ztrátou cystinu, serinu, threoninu, lysinu a dalších aminokyselin (Suchý a kol, 2006b).

3.2.2.2 Antinuriční látky vznikající z tuků

Toxické aldehydy

Vznikají v krmivech a potravinách oxidačním rozkladem lipidů. U těchto látek byla prokázána genotoxicita a cytotoxicita. Toxické aldehydy vznikají jak při klasickém i mikrovlnném ohřevu tuků. Jejich vznik je podstatně ovlivněn i vlastním složením oleje (Suchý a kol, 2006b).

Trans-izomery mastných kyselin

K tvorbě trans-mastných kyselin dochází při technologických operacích, především při průmyslové hydrogenaci (ztužování tuků) a při desodoraci (záhřevu na velmi vysokou teplotu, který je součástí rafinace téměř všech rostlinných olejů) (Suchý a kol., 2006b).

Riziko představují při zkrmování odpadních tuků. Přirozeně se mohou vyskytovat v množství 4–6 % v mléčném nebo tělesném tuku přežvýkavců. Jejich původ je v bakteriálních biodegradacích tuků v bacheru. Tyto látky negativně působí na růstovou intenzitu zvířat, mohou ovlivňovat laktaci a negativně působí na reprodukci zvířat (Suchý a kol, 2008).

3.2.2.3 Antinutriční produkty vznikající ze sacharidů

Karamelizace

Jde o termické změny sacharidů. Vzniklé produkty jsou charakteristické hnědým zbarvením, čehož se využívá při barvení potravin. Z dietetického hlediska jde o degradaci sacharidů a snížení jejich nutriční a dietetické hodnoty (Suchý a kol, 2006b).

Furany

Furany jsou v případě člověka považovány za kancerogeny. Mohou vznikat v potravinách a krmivech při tepelném rozkladu sacharidů v podobě alkylyfuranů, dihydrofuranů, furanonů a tetrahydrofuranů. Rychle se resorbují z trávicí soustavy; protože velmi dobře procházejí biologickými membránami, mohou se ukládat v různých tkáních. Játra mají velkou schopnost tyto látky detoxikovat až na oxid uhličitý (Opletal a Skřivanová, 2010).

3.2.3 Biologické procesy

V užším slova smyslu jde o mikrobiální procesy. Výsledkem je snížení nutriční hodnoty krmiva (rozklad živin), snížení dietetické hodnoty krmiva, vznik hygienicky a zdravotně závadných produktů, přeměnou jednotlivých živin krmiva vznikem mikrobiálních metabolitů označované jako endotoxinů, exotoxinů a mykotoxinů (Straková a kol., 2008).

3.2.3.1 Kontaminanty vzniklé přeměnou jednotlivých živin krmiva

Suchý a kol. (2006b) tento proces popisují jako mikrobiální rozklad živin v krmivech, produktech a potravinách. Jedním z preventivních opatření proti těmto změnám je snížení vodní aktivity. Tento rozklad zejména organických živin může vést až na základní složky (H_2O , CO_2). Přitom současně vzniká i řada hygienicky a zdravotně závažných produktů jako například methan, sulfan, amoniak, dusičnany, dusitany a dalších látek. Tyto změny snižují obsah živin v krmivu a tím klesá jejich produkční účinnost.

3.2.3.2 Kontaminanty jako nově vzniklé mikrobiální metabolity

Závažným hygienickým a zdravotním problémem je skutečnost, že v průběhu mikrobiální aktivity v krmivech, produktech a potravinách vznikají zdravotně závadné mikrobiální metabolity. Z nich jsou nejvýznamnější metabolity mikrobiálního rozkladu dusíkatých látek (Suchý a kol., 2006b).

Konečnými produkty mikrobiálního odbourávání dusíkatých látek jsou dusičnany a dusitany. K těmto rozkladným procesům dochází při špatném skladování potravin a krmiv (hlavně okopanin), a to při jejich zmrznutí a následném rozmrznutí a zejména rozvoji hnilobné kontaminující mikroflóry. Při těchto aerobních procesech nastává zvýšení hladin dusičnanů, a to až na toxické hodnoty. Velmi nebezpečná je situace, kdy se u takto poškozených komodit vytvoří anaerobní podmínky (spotřebuje se kyslík). Za určitých podmínek se mohou vzniklé dusičnany zpětně redukovat na dusitany, které jsou 10x toxicitější než dusičnany. Tímto způsobem může i v průběhu několika hodin vzniknout vysoce toxické až letální krmivo (Opletal a Skřivanová, 2010).

K mikrobiálnímu odbourávání dusíkatých látek dochází také při konzervaci krmiv, například při silážování, kdy může být špatně provedena technologie konzervace. Ve špatných silážích s nízkou sušinou může dojít v důsledku mikrobiální činnosti k přeměně dusičnanů až na oxid dusný, který uniká jako plyn ze siláží (Suchý a kol., 2006b).

3.2.3.3 Toxické produkty vzniklé přeměnou aminokyselin

Biogenní aminy

Jde toxicky významné látky, které vznikají při mikrobiálních změnách jednotlivých aminokyselin. Vznikají činností mikroorganismů s dekarboxylázovou aktivitou (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Propionibacterium*, *Pediococcus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*) (Suchý a kol. 2006b).

Biogenní aminy jsou antinutriční složky krmiv a potravin. Dříve byly označovány názvem ptomainy (mrtvolné jedy). Jde o nízkomolekulární bazické dusíkaté látky, které vznikají metabolickými přeměnami aminokyselin. Lze je považovat jako indikátory stupně kažení potravin a krmiv. Svoji strukturou sem patří i adrenalin, noradrenalin a katecholaminy. Jejich tvorbu ovlivňuje přítomnost aminokyselin, vhodné podmínky (dostatek sacharidů - optimálně 0,5-2,0 % glukosy, teplota 20 °C, pH 4,0-5,5) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Suchý a kol. (2006b) tyto látky rozděluje na alifatické (putrescin, kadaverin, spermidin, spermin, agmatin), aromatické (tyramin, fenyletylamin) a heterocyklické (histamin, tryptofan).

Obecně lze uvést, že biogenní aminy způsobují u přežvýkavců útlum bacherových rotací, lokální poškození sliznice bacheru a mají negativní vliv na bacherovou mikroflóru. Při jejich detoxikaci v organismu dochází k zátěži jater a ledvin. Zvyšují prostupnost střevní sliznice pro škodliviny. U zvířat dochází k poklesu příjmu krmiva (klesá chutnost) a k následnému poklesu užitkovosti. Usuzuje se, že amoniak a biogenní aminy stimulují sekreci gastrinu, což vede ke snížení příjmu krmiva. Biogenní aminy potencují u zvířat vznik laminitid (histamin) a působí vasoaktivně (tyramin, histamin) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Nejběžněji se vyskytující biogenní aminy v rozkládajícím se krmivu (potravinách) podle Suchého a kol. (2006b):

Tyramin- lokální tkáňový hormon vznikající z tyrosinu, způsobující kontrakce hladké svaloviny, migrény až krvácení do mozku a selhávání srdce.

Histamin- lokální tkáňový hormon vznikající z histidinu, který zvyšuje sekreci žaludečních šťáv, účastní se anafylaktického šoku, alergických reakcí. Způsobuje dilatace

cév, kontrakce břišní hladké svaloviny, silné bolesti hlavy, dechové potíže, svalový třes a bušení srdce.

Spermidin, spermin- jsou látky významné při růstu a diferenciaci buněk, podílejí se na procesu hojení ran, ale také na procesu karcinogeneze.

Serotonin- lokální tkáňový a rostlinný hormon vznikající z tryptofanu, ovlivňující krevní tlak a střevní peristaltiku, psychické funkce a má ochranný účinek při radioaktivním záření.

Putrescin (vznikající z ornitinu), **agmatin** (vznikající z argininu) **akadaverin**(vznikající z lysinu)- stabilizují významné molekuly (nukleové kyseliny), subcelulární struktury (ribozomy) a stimulují buněčné dělení.

Cysteamin (vznikající z cysteinu)- je součástí koenzymu A, jako ochrana proti radioaktivnímu záření.

β - alanin- část molekuly kyseliny pantotenové a koenzymu A, vznikající z kyseliny asparágové, působící jako růstový faktor mnoha mikroorganismů.

α - aminomáselná kyselina (vznikající z kyseliny glutamové)- rostlinný hormon, mediátor nervového systému- blokuje nervová ganglia.

Velké množství polyaminů vzniká v regenerujících se tkáních, v rychle se dělících buňkách včetně rostlinných a živočišných nádorů. Z hlediska výživářského jsou závažné především ztráty lysinu, serinu, argininu, threoninu, kyseliny asparágové a glutamové (Suchý a kol., 2006b).

3.2.3.4 Toxické kontaminanty jako produkty plísní

Mykotoxiny

Plísně představují v krmivech velmi závažný nutričně- zdravotní problém, v důsledku všudypřítomnosti těchto mikroskopických hub. Plísně patří ke zcela nežádoucím mikroorganismům, jejichž větší výskyt je spjat s nedostatečnou technologickou kázní a zároveň je ukazatelem velmi nízké hygienické kvality krmiva (Doležal a kol., 2005).

Herzig (2002) rozděluje plísně na:

- polní plísně, které jsou přítomné v zrně již při sklizni obilovin (např. *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*)
- na skladištní plísně, které mohou produkovat mykotoxiny v podmínkách skladování (*Aspergillus*)
- na polní i skladištní plísně (*Penicillium*)

Mykotoxiny představují chemicky vysoce stabilní toxické nízkomolekulární látky, které perzistují dlouhou dobu i potom, co houby produkující mykotoxin jsou mrtvé. Kontaminovaná krmiva obsahují vzácně jen jeden toxin, častěji se vyskytují v kombinacích a mohou mít synergické účinky (Herzig, 2002).

Je známo více než 300 druhů mykotoxinů produkovaných asi 350 druhy toxikogenních plísní. Různé druhy plísní mohou produkovat více než jeden druh mykotoxinu a naopak jeden typ mykotoxinu může být produkován více druhy plísní. Většina mykotoxinů není v podstatě ovlivněna běžným technologickým zpracováním při výrobě krmiv. Za vysoce stabilní z tohoto pohledu lze pokládat aflatoxiny, ochratoxin A, deoxynivalenol, zearalenon, fumosiny a další (Opletal a Skřivanová, 2010).

Přehled nejdůležitějších mykotoxinů

Mezi nejvýznamnější mykotoxiny nebo skupiny mykotoxinů patří trichotheceny, zearalenon, fumosiny, aflatoxiny, kyselina cyklopiazonová (CPA), ochratoxiny, patulin, citrinin a fumonisiny. Pro úplnost přehledu je nutné se zmínit i o toxických látkách vřeckovýtusných hub jako je paličkovice nachová (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. 1853). Produkuje indolové alkaloidy - deriváty kyseliny lysergové, které se rozdělují do několika skupin podle základních struktur (Herzig, 2002).

Polní plísně, které jsou přítomné v zrně již při sklizni obilovin- rod *Fusarium*

K rodu *Fusarium* patří plísně, které jsou součástí polní mikroflóry a přechodové mikroflóry (substráty právě sklizených a ještě vlhkých obilovin). Jsou aerobní, k růstu a množení potřebují přítomnost vody. *Fusarium* patří mezi plísně s nejvyšší genetickou kapacitou pro produkci mykotoxinů (Gimeno a Martins, 2005).

Trichotheceny

Trichotheceny představují skupinu více než šedesáti seskviterpenových metabolitů produkovaných množstvím rodů hub, včetně *Fusarium*, *Myrothecium*, *Phomopsis*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* a *Trichothecium* (Bennet a Klich, 2003).

Křemešník a Kysilka (2001) dělí tuto skupinu na řadu A (látky nemající v poloze C8 ketoskupinu) a řadu B (v poloze C8 mající ketoskupinu). Tyto sloučeniny vykazují řadu biologických efektů. Základní problémy vyvolané intoxikací trichotheceny jsou gastrointestinální léze, zaostávání v růstu a zvýšená náchylnost k infekčním onemocněním.

Podle Gilberta a Senyuvy (2008) byl výskyt prokázán v obilovinách, kukuřici, sóje a v jejich výrobcích.

Zearalenon

Je mykotoxin produkovaný plísní *Fusarium graminearum*, která roste na různých obilninách (pšenice, ječmen, oves a kukuřice). Tento mykotoxin má nízkou akutní toxicitu. Chemickou strukturou je podobný estrogenům- samičím pohlavním hormonům, z toho vyplývá i riziko jeho výskytu v krmivu. Zearalenon, stejně jako estrogeny, působí zejména na pohlavní orgány a ovlivňuje reprodukční ukazatele. Na jeho působení jsou nejcitlivější prasata. U mladých prasniček vyvolává zearalenon v dávkách větších než 5 mg na kg krmiva zvětšení mléčné žlázy a struků, zakrnění vaječníků, zduření a zčervenání vulvy a pod jeho vlivem může dojít až k výhřezům konečníku nebo pochvy. U dospělých prasnic 3-10 mg zearalenonu v kg krmiva vyvolává falešnou březost a poruchy říjového cyklu. Po vyřazení krmiva kontaminovaného zearalenonem příznaky intoxikace vymizí během tří až čtyř týdnů (Sedmíková a Reisnerová, 2003).

Krmenčík a Kysilka (2001) doplňují, že hovězí dobytek může být poškozen krmivem obsahujícím zearalenon v množství 0,5-1,0 mg/kg. V současné době je izolováno 15 derivátů základní struktury zearalenonu (dříve označovaný jako F-2 toxin). Zearalenon je ve skladovaném obilí velmi stabilní, zůstává nezměněn i po tepelném zpracování mouky. Jeho deriváty jsou přenášeny i do mléka krav krmených kontaminovanými krmivy, což představuje další riziko i pro člověka.

Fumosininy

Fumosininy jsou skupinou mykotoxinů produkovaných druhů rodu *Fusarium*, konkrétně *F. moniliforme* a částečně *F. proliferatum*. Tyto patogeny jsou izolovány nejčastěji na kukuřici a kukuřičných produktech. Fumosininy jsou nejnebezpečnější pro koně, osly, ovce a prasnice, u kterých jsou v důsledku příjmu kontaminovaného krmiva diagnostikována závažná onemocnění (Moravcová a Nedělník, 2007).

Toxické účinky fumosininů byly experimentálně ověřeny u hospodářských a laboratorních zvířat. Bylo zjištěno, že tyto látky vyvolávají leukoencefalomalacii u koní, plicní edém prasat a nádorové onemocnění jater u laboratorních kryš. U dalších hospodářských zvířat byly zjištěny toxické účinky v různých orgánech u skotu, telat, jehňat a drůbeže (Opletal a Skřivanová, 2010).

Skladištní plísně, které mohou produkovat mykotoxiny v podmínkách skladování- rod *Aspergillus*

Mikroorganismy rodu *Aspergillus* mohou napadat širokou škálu krmných a potravinových surovin. Nejčastějšími hostiteli bývají zejména obiloviny, kukuřice, sója nebo řepka olejka. V současné době je popsáno několik set zástupců rodu *Aspergillus*, avšak zdaleka ne všechny jsou toxigenní, některé jsou dokonce po dlouhá léta využívány v potravinářském průmyslu či medicíně. Mezi nejrozšířenější toxigenní mikromycety tohoto rodu patří plísně schopné produkovat aflatoxiny (*A.flavus*, *A. parasiticus*) (Opletal a Skřivanová, 2010).

Aflatoxiny

Moravcová a Nedělník (2007) uvádí, že se jedná o látky produkované houbami *Aspergillus flavus* a *A. parasiticus*. Rozlišují se na aflatoxiny základní – B₁, B₂, G₁, G₂ a aflatoxiny odvozené- M₁, M₂, které vznikají konverzí v procesu trávení krmiv kontaminovaných aflatoxiny základními. Aflatoxin B₁ je jedním z nejsilnějších dosud popsaných přírodních karcinogenů.

K nejvýznamnějším aflatoxinům patří B₁ a B₂. Z krmiva jsou resorbovány do organismu zvířete, u kterého mohou vyvolat akutní nebo chronickou aflatoxikózu. Akutní forma se může projevit náhlým úhynem zvířete bez klinických příznaků. Častěji se však projevuje příznaky anorexie, deprese, anemie a krváceninami. Chronická forma se projevuje

hemoragiemi na sliznicích gastrointestinálního traktu a patologickými změnami jater (tuková degenerace) (Suchý a Straková, 2004).

Patulin

Je produkován řadou druhů mikroskopických hub rodů *Aspergillus*, *Byssochlamys* a *Penicillium*. Šimůnek (2003) uvádí, že v přírodě je patulin poměrně rozšířen, důležitá je zejména jeho produkce na kazícím se ovoci, velice často v jablkách. Podle Suchého a Herziga (2005) jsou tímto mykotoxinem napadené i obilniny a může být produkován i v plesnivých silážích.

Patulin byl popsán již ve 40. letech minulého století, a dokonce byl krátkou dobu využíván jako léčebné antibiotikum. Během let 1950-1960 bylo prokázáno, že kromě své antibakteriální, antivirové a antiprotozoální aktivity, je patulin toxický a kancerogenní pro rostliny i zvířata. Proto byl později patulin zařazen mezi mykotoxiny (Bennett a Klich, 2003).

V gastrointestinálním traktu vyvolává degeneraci epitelových buněk, záněty, ulcerace a hemoragie. Jde o neurotoxický mykotoxin, poškozují CNS, slezinu, játra, žaludek, ledviny a respirační aparát. Nejčastěji vyvolává intoxikace u drůbeže. Při dlouhodobém podávání je karcinogenní. U skotu jsou popisovány i akutní otravy patulinem manifestující se jako plicní edém. Při krmení kontaminovanou siláží může vyvolat vnitřní krvácení. Za charakteristické klinické projevy intoxikace lze pokládat ztrátu koordinace, paralýzu a degeneraci neuronů mozkové kůry (Suchý a Herzig, 2005).

Gilbert a Senyuva (2008) uvádějí, že na základě testů provedených na myších a krysách, byla maximální tolerovaná dávka patulinu stanovena na 7 μ g/kg tělesné hmotnosti za den.

Cyklopiazonová kyselina

Kyselina cyklopiazonová je produkována řadou mikroskopických hub rodu *Aspergillus* a *Penicillium*. Významná je produkce u *Penicillium camemberti*, kdy bylo zjištěno, že většina sbírkových kmenů produkuje uvedený mykotoxin. Biotoxinogenní kmeny *Aspergillus flavus* jsou schopny produkovat kyselinu cyklopiazonovou současně s aflatoxiny. Kyselina cyklopiazonová byla zachycena v kukuřici, arašídech, v krmných směsích, rýži a kroupách (Krměčik a Kysilka, 2001).

Polní i skladištní plísně rodu *Penicillium*

Ochratoxin

Ochratoxin A, B a C je produktem plísní druhu *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium viridicatum* a *Penicillium verrucosum*. Přežvýkavci většinu ochratoxinu rozloží v bachoru, takže onemocnění u skotu a malých přežvýkavců je vzácné. Závažnější problémy ochratoxin způsobuje u drůbeže a prasat (Illek, 2005).

Moravcová a Nedělník (2007) uvádějí, že ochratoxin se v našich podmínkách vyskytuje poměrně často. Nejčastěji se lze s tímto mykotoxinem setkat v ječmeni, žitě, ovsu, pšenici, rýži a kukuřici. Nejtoxičtější je ochratoxin A, který má imunitoxické, teratogenní a karcinogenní účinky, způsobuje poškození ledvin a poruchy trávení. U prasat je v důsledku působení ochratoxinu popsána neuropatie, postihující ledviny a játra, která jsou zvětšená, bledá a mají nerovný povrch.

Rubratoxin

Rubratoxiny jsou mykotoxiny ze skupiny nenasycených laktamů, které byly nalezeny jako toxické sekundární metabolity *Penicillium rubrum* a *P. purpurogenum*. Tyto mikroskopické vláknité houby kontaminují zejména olejnatá semena a plody. Z obou rubratoxinů je toxikologicky významnější rubratoxin B, který vykazuje hepatotoxicitu, teratogenitu, embryotoxicitu a mutagenitu (Patočka, 2009).

Akutní toxicita rubratoxinu B je vysoká, LD50 př. i.p. podání činí 0.27 mg/kg pro myš, 0.35 mg/kg pro potkana, 0.48 mg/kg pro morče a 0.2 mg/kg pro kočku. Letální dávka pro psa je 3 mg/kg. Perorální toxicita je menší, LD50 při podání látky sondou do žaludku byla pro potkana 400-450 mg/kg. Otrava se projevuje překrvením sliznic, hemoragiemi a nekrózami jater, ledvin a sleziny. Dosud popsané případy otrav rubratoxiny se vždy týkaly domácích zvířat - prasat, skotu a drůbeže (Opletal a Skřivanová, 2010).

Citrinin

Citrinin je metabolit plísní rodu *Penicillium*- *Penicillium citrinum* a *P. viridicatum* a rodu *Aspergillus*- *Aspergillus terreus* a *A. candidus*. Vyskytuje se v obilovinách. U prasat působí toxicky na tkáň ledvin a vyvolává lymfopénii. U dojnic vyvolává onemocnění projevující se

horečkou, svěděním, ztrátou srsti a papulární dermatitidou. Tento mykotoxin má karcinogenní, mutagenní a teratogenní účinky (Herzig, 2002).

4. Závěr

Škodliviny v krmivech jsou skupinou rozmanitých cizorodých látek, které mají významný vliv na celkovou užitkovost a zdraví zvířat. Různé možnosti kontaminace signalizují, že by se o tyto látky měli zajímat jak zemědělci při sklizni primárních produktů a výrobci krmiv, tak samotní chovatelé při jejich uskladňování a podávání, aby ochránili produkty před kontaminací, dodrželi jejich zdravotní a hygienickou nezávadnost a zabránili tak poškození zdraví spotřebitele.

5. Seznam použité literatury

- Angelovičová, M. 2004. Čo vieme o dioxínoch a ceste ich vstupu do potravinového reťazca. *Krmivárství*. 8 (6). 16-17s.
- Anonym. 1995. Cadmium in food, Health protection of consumer. Council of European Publishing. p12. ISBN 92-871-2978-2
- Bennett , J. W., Klich, M. 2003. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*. 16(3). p497-516.
- Cremllyn, R. J. W. 1978. Pesticides: Preparation and mode of action. Wilie Publishers. p240. ISBN 0471996319
- Del Carlo, M., Mascini, M., Pepe, A., Diletti, G, Compagnone, D. 2004. Screening of food samples for carbamate and organophosphate pesticides using an electrochemical bioassay. *Food chemistry*. 94 (4). p651- 656.
- Desai, U. R.. Coumarins [online]. 5. 1. 2000 [cit. 2012-02-19]. Přístupné z <<http://www.people.vcu.edu/~urdesai/cou.htm>>
- Doležal, P., Dvořák, J., Zeman, L. 2005. Omezení výskytu plísní v krmivech a jejich negativního vlivu na zdraví zvířat. *Krmivárství*. 9 (3). 15-18s.
- Erban, T., Erbanová, M. Skladištní roztoči pod drobnohledem [online]. 14. 12. 2008 [cit. 2012-02-22]. Přístupné z <http://www.agroweb.cz/Skladistni-roztoci-pod-drobnohledem__s299x32368.html>
- FDA (Food and Drug Administration). Bisphenol A for Use in Food Contact Applications [online]. 15. 1. 2010 [cit. 2012-02-22]. Přístupné z <<http://www.fda.gov/NewsEvents/PublicHealthFocus/ucm064437.htm>>
- Gilbert, J., Senyuva, Z. H. 2008. Bioactive compounds in foods. Blackwell Pub. Oxford. p409. ISBN 978-1-4051-5875-6

- Gimeno, A., Martins, M. L. 2005. Mykotoxiny plísní rodu *Fusarium*. *Krmivářství*. 9 (3). 25-28s.
- Herzig, I. 2002. Mykotoxiny, jejich výskyt a vliv na zdraví. *Krmivářství*. 6 (3). 10-13s.
- Horáková, J., Bandouchová, H., Pikula, J. Škůdci ve skladech a boj proti nim [online]. 11. 1. 2008 [cit. 2012-02-22]. Přístupné z <http://www.agroweb.cz/Skudci-ve-skladech-a-boj-proti-nim__s156x29664.html>
- Illek, J. 2005. Mykotoxózy skotu. *Krmivářství*. 9 (3). 24-25s.
- Kalač, P. 1992. Organická chemie přírodních látek a kontaminantů. Jihočeská univerzita. 120s. ISBN 880-7040-520-1
- Kalač, P. 1995. Polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany v životním prostředí. Český ekologický ústav a MŽP ČR, Praha. 54s. ISBN 80-85645-01-7
- Kalač, P. 2001. Organická chemie přírodních látek a kontaminantů. Jihočeská univerzita, České Budějovice. 120s. ISBN 80-7040-520-1
- Kedar, K. Mycobial/ Mircobial Toxins in Commercial Feeds and Poultly Disease Prevention [online]. 23. 5. 2008 [cit. 2012-02-22]. Přístupné z <<http://www.docstoc.com/docs/618420/MycobialMicrobial-Toxins-in-Commercial-Feeds-and-Poultry-Disease-Prevention>>
- Knejzlík, Z., Káš, J., Ruml, T. 2000. Mechanismus vstupu xenobiotik do organismu a jejich detoxikace. *Chemické Listy*. 94 (10). 913-918s.
- Krmenčík, K., Kysilka, J. Cyklopiazonová kyselina [online]. 29. 3. 2012 [cit. 2012-03-29]. Přístupné z <<http://www.biotox.cz/toxikon/mikromycety/cyklopiazonovakys.php>>
- Krmenčík, K., Kysilka, J. Trichotheceny [online]. 29. 3. 2012 [cit. 2012-03-29]. Přístupné z <<http://www.biotox.cz/toxikon/mikromycety/trichotheceny.php>>
- Krmenčík, K., Kysilka, J. Zearalenon [online]. 29. 3. 2012 [cit. 2012-03-29]. Přístupné z <<http://www.biotox.cz/toxikon/mikromycety/zearalenon.php>>
- Moravcová, J. 2006. Biologicky aktivní přírodní látky. VŠCHT. 108s.

- Moravcová, J., Nedělník, J. 2007. Mykotoxiny v objemných krmivech. Krmivářství. 11 (4). 16-18s.
- MZLU Brno. Rizika zdravotně závadných krmiv[online]. 13. 2. 2012 [cit. 2012-02-13]. Přístupné z <<http://www.bezpecna-krmiva.cz/index.php?id=36>>
- NTP. 1999. Report on Carcinogens Background Document for Furan. ILS, North Carolina. 48p.
- Opletal, L., Skřivanová, V. 2010. Přírodní látky a jejich biologická aktivita, Svazek 2, Využití látek pro ovlivnění fyziologických procesů hospodářských zvířat. Nakladatelství Karolinum. 653s. ISBN 978-80-246-1801-2
- Patočka, J. Rubratoxiny [online]. 18. 6. 2009 [cit. 2012-02-20]. Přístupné z <<http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=237>>
- Petr, J. Kadmium jako pohlavní hormon? [online]. 15. 7. 2003 [cit. 2012-02-20]. Přístupné z <<http://www.osel.cz/index.php?clanek=359>>
- Rupeš, V. a kol. 2002. Škůdci v domácnostech a boj proti nim. 1. vydání. Poříčany: Nussberger. 144 s. ISBN 80-902010-1-6
- Sedláčková, J., Hrudová, E. Nejdůležitější skladištní škůdci [online]. 11. 12. 2009 [cit. 2012-01-19]. Přístupné z <http://www.agroweb.cz/Nejdulezitejsi-skladistni-skudci__s486x35298.html>
- Sedmíková, M., Reisnerová, H. 2003. Mykotoxiny v krmivech-II. Část, Toxické účinky plísní rodu Fusarium a rizika jejich výskytu v krmivu. Krmivářství. 7 (6). 28-29s.
- Stejskal, V., Verner, P., Višnička, J. 1993. Desinsekce II: skladištní škůdci, 1. Vydání. 4eské sdružení profesionálních pracovníků DDD. Praha. 127s.
- Stejskal, V. 1998. Ochrana před potravinovými a hygienickými škůdci, 1. vydání. Vyšehrad. Praha. 108s. ISBN 80-7021-236-5
- Straková, E., Suchý, P., Herzig, I., Suchý, P., Tvrzník, P. 2008. Výživa a dietetika, I. díl- obecná výživa. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 92s. ISBN 978-80-7305-031-3

- Stratil, P. Kontaminující látky [online]. 4. 10. 2010 [cit. 2012-02-19]. Přístupné z <http://share.centrax.cz/CPO-9-14_Kontaminujici_latky,_str_379-408.pdf>
- Suchý, P., Herzig, I. 2005. Plísňe a mykotoxiny, Prevence jejich vzniku a dekontaminace v krmivech. VFU Brno. 24s.
- Suchý, I., Straková, E. 2004. Negativní složky v krmivu. Farmář. 2. 28-30s.
- Suchý, P., Straková, E., Zeman, L. 2006a. Antinutriční látky kontaminující krmiva. Krmivářství. 10 (3). 16-18s.
- Suchý, P., Straková, E., Zeman, L. 2006b. Antinutriční látky vznikající v krmivech jako produkty fyzikálních, chemických a biologických procesů. Krmivářství. 10 (5). 22-25s.
- Suchý, P., Straková, E., Herzig, I. 2008. Kvalita rostlinných olejů a jejich význam z hlediska zdraví zvířat a možnosti ovlivnění nutriční hodnoty potravin živočišného původu. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 59s.
- Supattapone S. 2010. What Makes a Prion Infectious? Science. 327. 1091-1092p.
- Šimůnek, J. Mykotoxiny- Patulin [online]. 1. 2. 2003 [cit. 2012-02-22]. Přístupné z <http://www.med.muni.cz/prelek/MYKOTW/mtpr_idx.htm>
- Tvrzník, P., Zeman, L., Herzig, I. 2008. Úvod do problematiky vztahu výživy a zdravotního stavu zvířat. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 59s.
- Tvrzník, P., Zeman, L., Suchý, P., Herzig, I., Harazim, J. 2007. Hodnocení rizik nežádoucích látek v krmivech. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 98 s.
- Vranová J., Ciesarová Z. 2009. Furan in food – a review. Czech Journal of Food Sciences. 27.1–10p.
- WHO. Evaluation of mercury, lead, kadmium and the food aditives amaranth, diethylpyrocarbonate, and octylgallate [online]. 12. 4. 1972 [cit. 2012-02-22]. Přístupné z <<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v004je03.htm>>