



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Partnerská síť mezi univerzitami a soukromými subjekty
s vazbou na environmentální techniky v chovu skotu**

(CZ 1.07/2.4.00/31.0037)

Zdravotní bezpečnost krmiv, stájové prostředí a výskyt mastitid

ZDENĚK HAVLÍČEK A KOLEKTIV

Brno 2014



Tento projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu
a státního rozpočtu České republiky

Název: Zdravotní bezpečnost krmiv, stájové prostředí a výskyt mastitid

Vydal: Mendelova univerzita v Brně

Vedoucí autorského kolektivu: doc. Dr. Ing. Zdeněk Havlíček

Autorský kolektiv: Prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.
doc. Dr. Ing. Zdeněk Havlíček
Ing. Pavel Horký, Ph.D.
Ing. Libor Kalhotka, Ph.D.
Ing. Veronika Mlejnková, Ph.D.
Ing. Mgr. Eva Mrkvicová, Ph.D.
Mgr. Inž. Ewa Polańczyk
doc. Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.
dr. hab. inž. Katarzyna Szwedziak, prof. PO
prof. Dr. Hab. Inž. Marek Tukiendorf
Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc., dr.h.c.

Lektoři: doc. Dr. Ing. Josef Kučera ???
doc. Ing. Pavel Veselý, CSc. ???

Grafická úprava, sazba, tisk:
Reprotisk s.r.o., M. R. Štefánika 318/1, 787 01 Šumperk

Vydání: první, 2014

Počet stran:

Náklad: 900 kusů

ISBN

Tato publikace vznikla s podporou projektu CZ.1.07/2.4.00/31.0037 „Partnerská síť mezi univerzitami a soukromými subjekty s vazbou na environmentální techniky v chovu skotu“, který byl financován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

OBSAH

Abstrakt	8
Abstract	9
Úvod	11
Význam objemných krmiv a jejich uplatnění ve výživě zvířat	12
Faktor kvality krmiv a potenciální riziko produkčních chorob přežvýkavců	14
Vztah plísni v konzervovaných krmivech a somatické buňky v mléce	14
Produkční choroby skotu	15
Bachorová acidóza (<i>Acidosis ingestorum ruminis</i>)	16
Alkalóza (<i>Alcalosis ingestorum ruminis</i>).....	17
Ketóza (<i>Ketosis, acetonaemia, acetonuria</i>).....	18
Hypokalcémie (mléčná horečka, poporodní paréza, Paresis puerperalis)	19
Dyslokace a rozšíření slezu (<i>Dislocatio et dilatatio abomasi</i>)	20
Travní (pastevní) tetanie (<i>Hypomagnesiaemia</i>).....	21
Otravy při nadměrném příjmu dusičnanů (<i>methemoglobinémie</i>)	21
Intoxikace močovinou	22
Syndrom nízké tučnosti mléka	23
Onemocnění paznehtů a výživa skotu.....	24
Zánět paznehtní škáry (<i>Laminitis</i>)	25
Onemocnění mortellaro – „jahodová nemoc“ (<i>Dermatitis digitalis</i>)	25
Zánět mezipaznehtí Tylom (<i>Limax</i>).....	26
Rusterholzův vřed (<i>Ulcus Rusterholzi</i>).....	26
Druhově specifické rozdíly v morfologii a složení píce a jejich vztah ke sklizni, úpravě, konzervaci a zařazení do krmných dávek	27
Lipnicovité (<i>Poaceae</i>)	27
Obilniny	27
Kukuřice setá (<i>Zea mays</i> L.)	27
Oves setý (<i>Avena sativa</i> L.).....	28
Žito seté (<i>Secale cereale</i> L.)	29
Ječmen setý (<i>Hordeum sativum</i> L.)	29
Trávy	30
Biologie trav.....	30
Srha laločnatá (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	31
Psárka luční (<i>Alopecurus pratensis</i> L.)	31
Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Presl)	32
Kostřava rákosovitá (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	32
Kostřava luční (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	32
Bojínek luční (<i>Phleum pratense</i> L.)	32
Jílek mnohokvětý (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	33
Jílek vytrvalý (<i>Lolium perenne</i> L.).....	33
Trojštět žlutavý (<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.)	34
Chrastice rákosovitá (<i>Phalaris arundinacea</i> L.).....	34
Lipnice luční (<i>Poa pratensis</i> L.)	34
Trávy tropů a subtropů.....	34
Vikvovité (<i>Viciaceae</i>)	35
Luskoviny	35

Bob obecný (<i>Faba vulgaris</i> Moench.).....	35
Hrách setý (<i>Pisum sativum</i> L.)	36
Jeteloviny	37
Biologie jetelovin	37
Vojtěška setá (<i>Medicago sativa</i> L.).....	38
Jetel luční (<i>Trifolium pratense</i> L.)	39
Jetel plazivý (<i>Trifolium repens</i> L.)	40
Štírovník růžkatý (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	40
Tropické druhy jetelovin	40
Jetelotravní směsky na orné půdě	41
Trvalé travní porosty	45
Druhá skladba trvalých travních porostů	45
Ošetřování trvalých travních porostů.....	48
Brukvovité (<i>Brassicaceae</i>).....	49
Merlíkovité (<i>Chenopodiaceae</i>)	54
Mikroorganismy na pícninách a v krmivech a jejich vliv na zdravotní bezpečnost a kvalitu krmiv	55
Bakterie mléčného kvašení	57
Enterobakterie	60
Klostridie	60
Bakterie octového kvašení	64
Bakterie hnilobné	64
Listerie	65
Kvasinky	68
Plísně (houby) a jejich metabolity	70
Aflatoxiny	73
Trichoteceny.....	74
Stachybotryotoxiny.....	74
Deoxynivalenol (DON)	75
T-2 toxin	75
Diacetoxyscirpenol (DAS)	76
Ochratoxiny	76
Zearalenon.....	76
Fumonisin.....	77
Metody hodnocení bezpečnosti krmiv	80
Metody hodnocení výživné hodnoty pícnin a krmiv	80
Stanovení obsahu vlhkosti	80
Stanovení obsahu dusíkatých látek.....	82
Stanovení tuku	84
Stanovení obsahu vlákniny	87
Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny	89
Stanovení acido detergentní vlákniny.....	89
Stanovení bezdusíkatých látek výtažkových	90
Speciální chemické rozborů	90
Stanovení obsahu aminokyselin	91
Stanovení močoviny	93
Stanovení obsahu těkavých dusíkatých látek	95
Stanovení obsahu amoniaku v rybích moučkách.....	95

Stanovení obsahu těkavých dusíkatých látek.....	97
Stanovení obsahu dusitanů	98
Stanovení obsahu dusičnanů difúzní metodou	99
Stanovení dusičnanů ve vzorku.....	100
Stanovení čísla kyselosti tuku	100
Stanovení mastných kyselin	103
Stanovení obsahu škrobu.....	103
Stanovení obsahu cukrů.....	106
Stanovení indikátorů stravitelnosti.....	111
Stanovení oxidu chromitého	112
Stanovení faktoru 0,1 N thiosíranu sodného	113
Stanovení volné, vázané a celkové kyselosti vodního výluhu (KVV)..	114
Stanovení obsahu silážních kyselin	116
Stanovení obsahu alkoholu v silážích	119
Stanovení b-karotenu.....	120
Stanovení spalného tepla.....	120
Stanovení obsahu minerálních látek	124
Makroprvky	124
Stanovení obsahu fosforu.....	124
Stanovení obsahu hořčíku.....	124
Stanovení obsahu sodíku a draslíku	124
Stanovení obsahu ve vodě rozpustných chloridů	124
Stanovení obsahu celkových uhličitánů.....	125
Stanovení obsahu síry.....	125
Obsah vápníku	125
Mikroprvky	125
Stanovení obsahů mědi, železa, manganu a zinku	125
Stanovení kobaltu	125
Stanovení selenu.....	125
Mikrobiální metody hodnocení bezpečnosti krmiv	125
Celkový počet mikroorganismů (CPM).....	128
Bakterie čeledi Enterobacteriaceae	128
Koliformní bakterie	129
Enterokoky (E. faecalis a E. faecium)	129
Bakterie mléčného kysání (BMK).....	129
Psychrotrofní mikroorganismy.....	130
Termorezistentní aerobní nebo anaerobní mikroorganismy.....	130
Mikromycety (kvasinky a plísně)	130
Mikroskopické metody	131
Mikroskopické metody hodnocení a diferenciacce krmiv	133
Metody hodnocení krmiv metodou analýzy obrazu	136
Ocena jakości pasz z wykorzystaniem technik informatycznych.....	136
Míchání směsí a kontrola homogenity.....	152
Mísení krmných směsí	155
Výrobní kontrola	159
Hodnocení homogenity a struktury směsných krmných dávek (TMR)	162
Přednosti TMR	164
Frekvence krmení a TMR	169

Zdravotně hygienické požadavky na krmiva	170
Problematika činnosti klostridií v krmivech.....	172
Další bakteriální rizika	175
Zdravotně hygienické požadavky na sklady krmiv a budovy stájí	176
Vnitrostátní právní předpisy pro krmiva.....	177
Přehled technicko-právních předpisů:	179
Krmivářská nomenklatura.....	180
Požadavky na zařízení pro posklizňovou úpravu zrna obilovin, luštěnin a semen olejnin.....	184
Předčištění zrna nebo semen v přírodním stavu.....	185
Zařízení pro čištění zrna nebo semen.....	185
Zařízení pro sušení zrna nebo semen	185
Zařízení pro aktivní větrání zrna nebo semen.....	186
Zařízení k aplikaci konzervačních přípravků	186
Požadavky na zařízení pro zchlazování zrna nebo semen	187
Posklizňová úpravě obilovin, luštěnin a semen olejnin.....	187
Skladování neošetřených dávek nebo dodávek	188
Postup při předčištění.....	188
Postup při sušení.....	189
Postup při aktivním větrání	189
Postup při konzervaci	190
Postup při aktivním větrání chlazeným vzduchem.....	191
Kontrola jakosti obilovin, luštěnin a semen olejnin v průběhu posklizňové úpravy	191
Úklid, čištění a asanace provozních ploch a zařízení posklizňové úpravy včetně navazujících skladů	192
Čištění provozního prostoru posklizňové úpravy, navazujícího skladu, technologického zařízení a jeho asanace při jeho přípravě ...	192
Provádění úklidu a čištění provozních prostor, navazujícího skladu a technologického zařízení	193
Shromažďování, skladování a likvidace odpadů z posklizňové úpravy ...	193
Třídění vzniklých odpadů.....	193
Likvidace odpadů	193
Zásady správné praxe při skladování krmiv, doplňkových látek a premixů se vztahují na výrobce, kteří vyrábějí a skladují	194
Požadavky na sklady krmiv, doplňkových látek, premixů a jejich technickou vybavenost	195
Požadavky na sklady.....	195
Požadavky na sklady pro krmiva skladovaná volnou formou	196
Požadavky na sklady pro krmiva balená do obalů	196
Požadavky na sklady pro doplňkové látky a premixy	197
Způsoby a podmínky pro skladování krmiv, doplňkových látek a premixů	197
Způsoby a požadavky na skladování krmiv volnou formou (krmných surovin) nebo balených do obalů v pevném stavu.....	198
Způsoby a podmínky pro skladování obilovin, luštěnin a semen olejnin ...	198
Podmínky pro skladování	198
Způsob skladování	199

Kontrola zrnin v průběhu skladování	200
Způsoby ošetřování zrnin v průběhu skladování	201
Způsoby a podmínky pro skladování mlýnských výrobků	202
Podmínky pro skladování	202
Způsob skladování	202
Způsoby a podmínky pro skladování extrahovaných šrotů a expelerů	203
Podmínky pro skladování	203
Způsob skladování	204
Způsoby a podmínky pro skladování sušárenských krmiv	204
Podmínky pro skladování	204
Způsob skladování	205
Způsoby a podmínky pro skladování sušených mléčných výrobků	205
Podmínky pro skladování	205
Způsob skladování	206
Způsoby a podmínky pro skladování rybí moučky	206
Podmínky pro skladování	206
Způsob skladování	207
Způsoby a podmínky pro skladování krmiv minerálního původu	207
Podmínky pro skladování	207
Způsob skladování	208
Způsoby a podmínky pro skladování ostatních krmiv v pevném stavu	208
Způsoby a podmínky pro skladování sušených kvasnic	208
Způsoby a podmínky pro skladování kapalných krmiv (krmných surovin)	209
Podmínky pro skladování	209
Způsob skladování	209
Způsoby a požadavky na skladování premixů a doplňkových látek v pevném nebo kapalném stavu s výjimkou aminokyselin, močoviny a amonných solí	210
Podmínky pro skladování doplňkových látek a premixů	210
Způsob skladování	210
Způsoby, požadavky a podmínky pro skladování močoviny, amonných solí a aminokyselin v pevném nebo kapalném stavu	211
Vlastní postup při skladování krmiv, doplňkových látek a premixů	211
Postup při příjmu krmiv, doplňkových látek a premixů	212
Vlastní příjem krmiv, doplňkových látek a premixů	212
Dodávaná hmotnost zásilek	212
Doklady o zásilce	213
Odběr vzorků	213
Kontrola zásilky	213
Provádění kontroly v průběhu skladování	214
Postup v případech, kdy jsou zjištěny v průběhu skladování změny v teplotě nebo jakosti výrobků	215
Výdej krmiv, doplňkových látek a premixů ze skladu	216
Vedení evidence o zásobách krmiv, doplňkových látek a premixů	216
Způsoby a postupy při úklidu, čištění, asanaci a deratizaci skladů	218
Úklid skladových prostor	218
Čištění skladů	218
Deratizace skladů	218

Způsoby shromažďování, skladování a likvidace odpadů vzniklých při příjmu, ošetřování a výdeji skladovaných zásob a při úklidu a čištění skladu	219
Druhy vznikajících odpadů a jejich kategorizace	219
Soustřeďování odpadů	219
Likvidace odpadů	220
Reklamace, stažení dodaných krmiv, doplňkových látek, premixů a evidence stížností.....	220
Reklamační řád	220
Neodstranitelné vady jakosti	221
Související předpisy	221
Zdravotně hygienické požadavky na vodu pro zvířata.....	223
Fyzikální vyšetření vody	224
Odběr vzrků pro chemické vyšetření vody	225
Odběr vzorků pro bakteriologicko-biologický rozbor	226
Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity	227
Mikrobiologické a biologické ukazatele	227
Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele	227
Minimální rozsah rozborů vzorků pitné vody.....	230
Krácený rozbor	230
Úplný rozbor	231
Mikrobiologické ukazatele	231
Chemické, fyzikální a sensorické ukazatele	233
Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody a jejich hygienické limity	236
Zdravotně hygienické požadavky na teplotně-vlhkostní ukazatele stájového prostředí	238
Faktory teplotně-vlhkostního komplexu	238
Teplota	238
Faktory ovlivňující tělesnou teplotu	242
Zvláštnosti termoregulace u skotu.....	245
Dynamika průběhu teploty vzduchu ve stáji.....	246
Hygienický význam vlhkosti vzduchu	247
Zdroje vlhkosti ve stáji.....	247
Základní opatření proti vysoké vlhkosti ve stájích:	248
Proudění vzduchu	249
Vliv proudění vzduchu.....	249
Ochlazovací hodnota (ochlazovací konstanta, ochlazovací veličina, katahodnota).....	250
Mastitidy a faktory podílející se na její manifestaci	251
Rozdělení mastitid.....	251
Klinické mastitidy	251
Subklinické mastitidy	252
Původce, výskyt a prevence onemocnění	252
Seznam literatury	257
Seznam tabulek	282



Abstrakt

Abstract

Úvod

Kvalitní objemná krmiva jsou základem krmných dávek pro všechna býložravá zvířata, přežvýkavce zejména. Jejich podíl na pokrytí potřebných živin a energie závisí nejen na jejich kvalitě, ale také na nutričních požadavcích zvířat. Tyto požadavky jsou odlišné nejen v závislosti na druhu a kategorii zvířat, ale také na jejich živé hmotnosti, resp. metabolické velikosti těla ($W^{0,75}$), plemenné příslušnosti, pohlaví, užítkovosti, popř. reprodukční fázi. Pro potřebu krmení hospodářských zvířat je nezbytné objemná krmiva, stejně jako krmiva ostatní, úspěšně konzervovat a vhodně skladovat.

Vzhledem k riziku nežádoucích mikrobiálních a biochemických změn se konzervace krmiv stává nezbytným opatřením. U krmiv, která jsou mikrobiálně nebo tepelně poškozována, dochází ke snížení nutriční i dietetické hodnoty. Při rozsáhlém poškození mohou být nejen dieteticky, ale i zdravotně závadná a nevhodná ke krmným účelům. Znehodnocení krmiv představuje každoročně vysoké přímé i nepřímé národohospodářské ztráty, které se jen v ČR pohybují ve stovkách mil. Kč. Např. v USA představují ztráty krmiv plesnivěním více než 2,5 bilionu dolarů. Konzervovaná objemná krmiva, která tvoří hlavní podíl sušiny krmné dávky přežvýkavců (50–90 %), rozhodují nejen o užítkovosti zvířat, jejich zdravotním stavu, ale také o ekonomice chovu. Z tohoto důvodu je zcela nezbytné, aby při sklizni, konzervaci a skladování objemných krmiv byly voleny co nejracionálnější technologické postupy a metody, a aby krmiva měla co nejvyšší kvalitu.

Tato publikace je určena nejen universitním studentům zootechnického a veterinárního oboru, ale věříme, že pro svou svůj obsah nalezne své uplatnění také u odborné praktické veřejnosti a celoživotního vzdělávání.

Význam objemných krmiv a jejich uplatnění ve výživě zvířat

Siláže a seno představují základní složku objemných krmiv v krmných dávkách skotu, dojnic zejména. Jejich nezastupitelná úloha je zřejmá i v nových podmínkách hospodaření, spojených často s restrukturalizací zemědělské výroby při relativním nadbytku zemědělské půdy na straně jedné a výrazným poklesem stavu skotu na straně druhé. Mají-li splnit v krmných dávkách vytýčenou úlohu nejen z nutričního, dietetického, ale i ekonomického pohledu, pak je zcela nezbytné, aby měly vysokou výživnou hodnotu, byly dobře stravitelné, s dostatečnou koncentrací živin a zároveň odpovídaly i mikrobiálně hygienickým a dietetickým požadavkům.

Z řady prací a konkrétních praktických zkušeností je zřejmé, že k přípravě kvalitních siláží je nezbytné používat pouze kvalitní čerstvou či zavadlou píci, sklizenou v optimální sklizňové zralosti při dodržení všech technologických zásad. Stejně zásady platí i při výrobě sena. Zlepšení kvality objemných krmiv představuje velkou rezervu ve snížení krmných nákladů a tím i ekonomiky chovu a produkce. Potřeba objemných krmiv a její struktury pro skot je asi 4,5 t sušiny včetně ztrát, tzn. asi 3,75 t zkrmitelné sušiny. Při započítání asi 15 % rezervy to představuje roční množství 5,2 t sušiny/VDJ. Na siláže v současné době připadá více než 80 % podíl ze všech konzervovaných krmiv a největší mírou se podílejí na úhradě živin v krmné dávce skotu. V produkci sena naopak došlo v posledním období k výraznému snížení a tím i menšímu zastoupení v krmných dávkách přežvýkavců a většímu využívání krmné slámy. Kvalitní konzervovaná krmiva mají důležitou stabilizační úlohu v krmných dávkách přežvýkavců. Tato krmiva se proto musejí vyznačovat i vysokou chutností, aby je zvířata mohla v potřebném množství přijmout. Chutnost siláží tak vedle druhového složení a kvality fermentace v největší míře rozhodne o využití krmiva a tím i o produkční účinnosti celé krmné dávky, tedy i o ekonomické efektivnosti výroby mléka. Příjem konzervovaných krmiv je ovlivněn také faktory vnějšího prostředí a ve velké míře je řízen centrálním nervovým systémem. Svůj vliv na příjem má také vlastní pocit nasycenosti, resp. hladu, který je vedle stupně naplnění batoru, obsahu strukturní vlákniny, zejména frakce nerozpustné v neutrálně detergentním roztoku (NDF), struktury krmiva, ovlivňován také hladinou krevní glukózy, ale i vnější teplotou. Příznivý vliv na chutnost siláží a následný příjem mají také silážní aditiva, která zlepšují nejen kvalitu fermentačního procesu, ale i výslednou výživnou hodnotu. Naproti tomu siláže horší kvality mají negativní vliv nejen na celkový příjem, ale i na snížení užitkovosti a zdravotní stav. Velká pozornost se věnuje studiu regulace snížení úrovně proteolýzy v silážích a tím i zlepšení nejen kvality krmiva, ale i potřeb zvířat. Je prokázáno, že rozdílná kvalita bílkovin má velký vliv i na

trávení vlákniny či mikrobiální proteosyntésu v bachoru (Mc ALLENN et al., 1988).

Největší podíl z konzervovaných krmiv připadá na kukuřičnou siláž, dále na siláže víceletých bílkovinných píce, siláže z celých rostlin obilovin a luskovin. Rostoucí trend výroby zaznamenávají siláže z dělené sklizně kukuřice. V menším rozsahu jsou silážovány lisované cukrovarské řízky, popř. pivovarské mláto. Vlivem strukturálních změn a sklizňových technologií se ustoupilo od silážování cukrovkových skrojků, brambor, slunečnice a brukvovitých píce. Podobně ztratil na významu systém tzv. „zeleného pásu krmení“ a naopak základem všech krmných dávek, zejména směsných krmných dávek (TMR) se stala hlavně konzervovaná objemná krmiva.

Krmivářsky velmi cenným krmivem je také kvalitní seno, a to nejen v zimním období. Z řady prací (BIRNKAMMER 1980; WINTHER et al. 1983 a další) patrné, že kvalitní seno je nezaměnitelným krmivem ve výživě zvláště vysoko užitkových dojnic, zaprahých krav, ale také telat. Seno je pro skot přirozeným krmivem a plně odpovídá fyziologickým požadavkům trávení. Cennou vlastností sena je vedle vyváženého obsahu živin, také vhodná struktura a obsah nutričně významné vláknité složky. Specifické vlastnosti kvalitního sena v krmné dávce jsou všeobecně uznávané. Příznivé dietetické vlastnosti sena spočívají ve významných stabilizačních účincích proti rušivým vlivům trávení v bachoru a také v příznivém vlivu na zdravotní stav, kondici, kvalitu mléka a plodnost. Svými specifickými účinky upravuje také nepříznivý vliv vyšších dávek jádra, netradičních krmiv, či méně kvalitních siláží a tím preventivně snižuje riziko alimentárního onemocnění. Vysoce jakostním senem lze v krmné dávce dojnic zčásti nahradit i jaderná krmiva, aniž by došlo ke snížení užitkovosti (DePETERS 1980). V porovnání s tímto však seno průměrné až podprůměrné kvality, připravené z přestárlé píce obsahující vysoký obsah hrubé vlákniny a nízkou koncentraci energie, ztrácí svůj nutriční význam. Seno s horší hygienickou kvalitou, mikrobiálně silně kontaminované může být naopak příčinou četných zdravotních poruch.

Siláže a seno z víceletých píce pěstovaných na orné půdě, spolu s kukuřičnými silážemi, loukami či pastvinami, vytvářejí v daných oblastech přirozenou krmivovou základnu pro chov skotu. Ze současného vývoje lze konstatovat, že produkce sušiny z víceletých píce na orné půdě má snižující tendenci (asi 6,713 mil. t), zatímco využívání ploch z trvalých travních porostů má rostoucí tendenci.

Faktor kvality krmiv a potenciální riziko produkčních chorob přežvýkavců

Kvalita krmiv je definována jako soubor znaků vztahující se nejen k chemickému složení krmiva, jeho vhodnosti a dietetickému působení.

Vztah plísni v konzervovaných krmivech a somatické buňky v mléce

Obsah somatických buněk v mléce patří k důležitým kvalitativním ukazatelům mléka, neboť má vztah ke zdraví mléčné žlázy a k sekreci mléka. Vysoký obsah SB tak vždy odráží i změny ve složení (snížený obsah laktózy o 5–20 %, tuku o 5–12 %, celkových bílkovin, snížení kaseinu o 6–18 %, snížená je i tepelná stabilita). K významnému zvýšení dochází v obsahu chloridů, imunoglobulinů a také lipáz. Změněny jsou také smyslové vlastnosti mléka (krvavé přímíseniny, hrudkovatění, hlenovitý vzhled).

Příčiny zvýšeného počtu SB nad fyziologickou hranici (>200 tisíc/ml) jsou známy a patří k nim následující:

- Záněť (infekční a neinfekční) mléčné žlázy dojnic.
- Poruchy sekrece mléka.
- Zkrmování hygienicky nekvalitního (plesnivého) krmiva.
- Technologie dojení (nastavení pulsace).
- Chovatelsko - zootechnické faktory poškozující mléčnou žlázu.
- Další alimentární faktory:
 - Nedostatečné zásobení minerálními prvky (selenem, zinkem) pro posílení přirozené obranyschopnosti organismu.
 - Vitaminy E, A, beta-karotenem (pro posílení imunitního systému mléčné žlázy a zdravotního stavu sliznic.
 - Nezohlednění zásobení minerálními látkami podle skutečné užitkovosti, podle fyziologických potřeb a stádia laktace.

Optimální doplnění krmné dávky selenem, vitaminy A a E v krmných dávkách je třeba zohlednit již dojnícím stojícím na sucho. Je prokázáno, že tato úprava dávek vede posléze ke snížení výskytu SB v mléce dojnic. Za normální mléko je považováno do 200 000 SB v 1 ml.

Vyšší výskyt SB (leukocyty a odloupané epiteliální buňky) tak vždy signalizují určitou alceraci mléčné žlázy, zánětlivé procesy či poruchy sekrece mléka.

Zvýšený výskyt SB v mléce (nad 400 tisíc/1ml) je častou příčinou zhoršení technologických vlastností mléka, zejména snížení sýřitelnosti mléka, horší tvorby a kvality sýřeniny (menší pevnost koagula), horší podmínky pro přípravu zákysů (nemnoží se vybrané kultury bakterií mléčného kvašení).

Zvýšení počtu SB může být podmíněn i dalšími faktory, zejména:

- Věkem dojnice.
- Stadiem laktace.
- Výskytem onemocnění mléčné žlázy.
- Způsobem a denní dobou dojení.
- Stresem (mikroklima, tepelný stres, náhlé změny krmné dávky, strmý nárůst dojivosti a další rušivé vlivy ve stádě dojnic).

Zvýšený výskyt SB u subklinických a klinických forem mastitid je spojován jako markér pro detekci ztrát produkce mléka.

Produkční choroby skotu

Produkční choroby skotu způsobují nejen velké ekonomické ztráty v důsledku snížení produkce, zhoršení nebo omezení biologické a technologické kvality produktů, horší konverze živin, ale také oslabení imunitního systému a zvýšení predispozice k jiným onemocněním. Větší výskyt produkčních chorob v dnešních chovech dojnic souvisí především se zvýšením užitkovosti zvířat, s většími požadavky na koncentraci živin v krmné dávce, popř. s novými technologiemi krmení. Tyto choroby mají zpravidla chronický i akutní průběh, přičemž větší ekonomické ztráty způsobují chronické formy onemocnění. Akutní popř. subakutní průběh je vždy spojen s hrubým porušením základních zásad techniky krmení (*acidosis acuta*, *alkalosis acuta*) a nerespektování fyziologických potřeb zvířat.

K produkčním chorobám skotu zpravidla patří následující onemocnění:

- jednoduché indigesce,
- onemocnění bachelu a slezu (acidóza, alkalóza, levostranné přetočení slezu, dislokace slezu),
- ketóza (acetonémie),
- mléčná horečka (hypokalcémie),
- travní (pastevní) tetanie (hypomagnesiémie),
- onemocnění jater (steatóza jater),
- karence minerálních látek (Cu, Se, Mg, J, Zn),
- mastitidy,
- syndrom nízké tučnosti.

Bachorová acidóza (*Acidosis ingestorum ruminis*)

Acidóza bachorového obsahu je vedle ketózy a mléčné horečky nejčastějším produkčním onemocněním skotu, dojnic zejména. Vedle vlastních poruch trávení je také příčinou dalších onemocnění jako např. laminitidy, poruchy reprodukce, imunosupresivní účinky, horší využitelnost minerálních živin a další. Bachorová acidóza může mít akutní, subklinický, nebo chronický průběh.

Akutní bachorová acidóza (*Acidosis acuta*) vzniká zpravidla při náhlé změně krmné dávky a zařazení velkého množství zkrmených jaderných krmiv, zejména lehce rozpustných sacharidů, jejichž bouřlivou fermentací v bachoru vzniká velké množství těkavých mastných kyselin a také kyseliny mléčné, která je hlavní příčinou rychlého poklesu hodnoty pH pod fyziologickou hranici 6 (5,8–5,6). Kyselina mléčná (zejména D-forma) přesahující fyziologickou mez (0,3–2 mmol/l) bachorové tekutiny je hlavní příčinou bachorové acidózy, i když se celkový obsah energie nemusí být vždy přímo zvýšený, ale je způsoben vysokým podílem lehce rozpustných sacharidů v krmné dávce. Akutní acidóza je klinicky snadno diagnostikovatelná. Následkem akutní acidózy je intoxikace bachorového obsahu kyselinou mléčnou (zakonzervování bachoru), silná redukce až defaunace bachorového prostředí, ztráta přežvykování, odmítání příjmu krmiva, průjmy, ztráta produkce mléka, změna obsahu mléčných složek, vyčerpání přirozených pufrů, poruchy trávení a resorbce živin a riziko vzniku metabolické acidózy, popř. úhynu pacientek.

Subklinická a chronická acidóza (*Acidosis chronica*) se zpravidla klinicky neprojevuje příznaky a její dopady se promítají vždy s určitým zpožděním. Častou příčinou těchto onemocnění je komplex chovatelsko–nutričních nedostatků (nedostatečná příprava na porod v době stání na sucho, rychlý přechod na koncentrovanější typ krmných dávek, vysoké zásobení sacharidy a škrobem dojnic po porodu a nedostatek strukturní vlákniny v krmné dávce). Prekurzorem vzniku chronické acidózy může být také zkrmování siláží s vysokým obsahem kvasných kyselin (DOLEŽAL, 2004). V důsledku dlouhodobého nadbytku zdrojů pohotové energie a nedostatku vlákniny se mění podmínky pro bachorovou mikroflóru (nevhodné pro celulolytické bakterie a nálevníky, zatímco bakterie mléčného kvašení jsou převažující ruminální mikroflórou).

Vlastní přechod mezi subklinickou a chronickou acidózou jsou poměrně plynulý a mnohdy obtížně diagnostikovatelný. Příznaky na chronickou acidózu je kolísavý příjem krmiv, zhoršení kondice (vitality) zvířat, snaha o doplnění vlákniny konzumací podestýlky a nízká aktivita přežvykování (menší než 50 % zvířat stáda). Důsledky chronické acidózy je nejen pokles produkce mléka (20–30 %), snížení imunitního systému, poruchy plodnosti (snížená citlivost sliznic), mastitidy, riziko přetočení slezu a laminitidy. Významným dopadem je horší utilizace minerálních látek, zejména Ca. Riziko acidóz se vždy zesílí, když

se zvyšuje podíl škrobu a sacharidů v krmných dávkách, resp. když se snižuje zastoupení a koncentrace živin, hlavně energie u objemné složky krmné dávky. Zvláště vysoká náchylnost k acidózám je u dojnic na první laktaci.

Alkalóza (Alcalosis ingestorum ruminis)

Tato produkční choroba je méně frekventovaná než acidóza. I u tohoto onemocnění může být průběh akutní (při otravě močovinou) nebo chronický (plíživý) s nevýraznými klinickými projevy. Nejčastější příčinou je nevyrovnaná krmná dávka - nadbytek dusíkatých látek, popř. nevhodný poměr mezi NL a energií, ale také vysoká hodnota ruminální degradace N. Ke vzniku bachorové alkalózy přispívají také nekvalitní bílkovinné siláže s vysokým stupněm proteolýzy a vysokou hodnotou NH_3 . Rovněž vysoké dávky dusičnanů a K v krmné dávce působí jako prekurzor vzniku bachorové alkalózy. Při alkalóze dochází ke zvýšení hodnoty pH nad fyziologickou hranici (>7). Při alkalóze bachoru dochází ke zpomalení fermentačních bachorových procesů, které při vysoké hodnotě pH mohou úplně ustát a alkalóza přechází až ve hnilobu bachorového obsahu (*Putrefactio ingestorum ruminis*). Při akutním průběhu alkalózy nastává defaunace ruminální mikroflóry a rychlým vstřebáním amoniaku k celkové intoxikaci organismu a ochrnutí dýchacích center.

Velký význam pro omezení toxicity má především odpovídající poměr bílkovin a energie v krmné dávce. Tento vyrovnaný poměr je nezbytný i z hlediska aktivity bachorové mikroflóry. Je zjištěno, že nedostatek dostupné energie výrazně snižuje bakteriální syntézu mikrobiálního proteinu. Optimální rovnováha mezi odbouráváním a syntézou bakteriální bílkoviny je u krmných dávek s obsahem 13 % dusíkatých látek a s koncentrací energie od 5,9 MJ NEL/kg sušiny. Toxicita amoniaku je značně redukována, pokud je amoniak také ve vázané formě (nad 40 %) a volná forma je nižší než 40 %. Naproti tomu klinické případy intoxikace čpavkem byly popsány v případech, kdy vysoká koncentrace amoniaku v interakci s cukry vedla ke vzniku toxických imidazolů (farmakologicky aktivní sloučenina). Jejich metabolismus u velkých zvířat není dosud zcela bezpečně objasněn. Je znám i koloběh močoviny mezi játry a bachorem. Detoxikace amoniaku je energeticky náročná, a proto každé překrmování dusíkatými látkami zvyšuje požadavky na obsah energie v krmné dávce.

Akutní alkalóza má zpravidla vždy letální dopad, neboť pacientky nemají na toto onemocnění obranný systém. U lehčích forem onemocnění lze jícni sondou aplikovat kyselý nálev obsahující 4 % roztok octa a cukr jako zdroj pohotovité energie.

Ketóza (Ketosis, acetonemia, acetonuria)

Ketóza je velmi rozšířenou produkční chorobou dojnic, která se vedle acidózy a mléčné horečky vyskytuje v řadě zemědělských podniků. Příčinou tohoto onemocnění je porucha metabolismu sacharidů, která je typická pro vysokoprodukční dojnice. Výskyt ketózy u dojnic je vždy spojen s nedostatečnou energetickou výživou, v důsledku které se zrychluje oxidace vyšších mastných kyselin za vzniku ketolátek. Nedostatek energie v krmné dávce je tak hrazen glukoneogenezí. U primární ketózy v období po otelení dochází ke snížení příjmu krmiv, což má za následek „ketózu z hladu“.

Pro ketózní dojnice je charakteristické, že se mění obsah mléčných složek. Vzrůstá obsah tuku (až 5 %) a současně významně klesá obsah mléčných bílkovin (méně než 3 %).

Vyskytuje se zpravidla 2–3 týdny (do 6 týdnů) po porodu a je rozšířena hlavně u zvířat mladých a zejména přetučněných.

Klinickými příznaky jsou:

- apatie až nechůť k příjmu krmiva,
- snížené přežvykování,
- změna výkalů (výskyt hlenů),
- výrazné snížení produkce mléka (až 80 %),
- minimální pohyblivost zvířat,
- obstipace, zřídka se objevuje průjem,
- vylučování ketolátek (acetonu, kyseliny beta-hydroxymáselné) mlékem a močí
- pach dechu po acetonu.

U ketózních krav dochází současně k narušení funkce jater (tukovou degenerací, popř. jaterní dystrofií). V těžších případech přechází ketóza v ketoacidózu. Subklinická i klinická forma ketózy spolu s acidózou bachorového obsahu zpomaluje involuci dělohy, snižuje odolnost její sliznice a působí jako prekurzor vzniku endometritidy. Vlivem ketózy je zjišťována i horší kvalita nidace oplozeného vajíčka a vyšší embryonální úmrtnost.

Při lehčí formě onemocnění jsou pacientky často jen „ospalé“, lhostejné a nevíšmavé, v těžších případech upadají až do komatu (nervová forma), podobně jako u poporodní parézy. U nemocných krav je vždy nezbytná pečlivá veterinární pomoc.

Opatření spočívají v upravení poruch látkového metabolismu, zejména energetického. Lehčí formy ketózy lze řešit **cíleným a úspěšným nutričním opatřením. K těmto opatřením patří:**

Zabránit silnému ztučnění pacientek v poslední třetině laktace, zejména u vysokoprodukčních krav krmných vysokou dávkou kukuřičné siláže

- Cílená příprava a krmná technika u dojnic v době stání na sucho a před porodem, správná adaptace bachorové mikroflóry.
- Živinově vyrovnaná krmná dávka (poměr mezi energií a NL).
- Redukovat obsah tuku v sušině krmné dávky (5–7 %), vyvarovat se zkrmování na tuk bohatých krmiv (např. palmový šrot, obdukované tuky apod.).

Hypokalcémie (mléčná horečka, poporodní paréza, Paresis puerperalis)

Příčinou mléčné horečky je nevyvážená výživa minerálními látkami, zejména Ca, P a Mg v době stání na sucho, zejména v předporodním období, nedostatečná příprava dojnic na laktaci a porucha metabolismu Ca, jehož obsah v krvi po otelení rychle klesá. Špatnou výživou se zvyšuje riziko i dalších metabolických onemocnění (ketóza, steatóza jater), ale i další poruchy spojené nejen s trávicím traktem (onemocnění vemene, dělohy, paznehtů). Výskyt mléčné horečky (*hypokalcémie*) nastupuje zejména u vysokoprodukčních dojnic v prvních dnech po porodu a je charakteristický spíše pro starší krávy (po 3. porodu) v období nejvyšší produkce. Etiologickým faktorem pro toto onemocnění je nejen přebytek přijímaného Ca dojnici v době stání na sucho, ale i nedostatečná mobilizace kosterních rezerv pro tento prvek, jehož krevní obsah se po porodu v důsledku rostoucí produkce mléka rychle vyčerpá a svalovou slabostí dojde k poporodnímu ulehnutí a cirkulačnímu kolapsu. Dalšími etiologickými faktory je i nedostatečná resorpce Ca vlivem poruch bachorového trávení. Hypokalcemické krávy mají snížený příjem krmiv, nižší sekreci inzulínu a tím i nižší příjem glukózy. Následkem jsou velké ztráty tělesné hmotnosti pacientek, zhoršení plodnosti a poměrně vysoké náklady na léčení a veterinární zákroky. V případě pozdějšího zahájení terapie, pokud se rozvine třetí stádium s typickými kómatózními příznaky s opistotonem, může dojít snadno během ca 12–14 hodin k úhynu. Preventivní opatření spočívá v nutriční technice (omezení objemných krmiv bohatých na Ca a K, aplikace P, vitamínu D a kyselých solí před porodem). Krmné dávky bohaté na K a Ca omezují funkci parathormonu, čímž klesá mobilizovatelnost Ca z kostí. Podávání kyselých solí minimálně 3 týdny před porodem působí profylakčně pozitivně na mléčnou horečku. Je třeba předeslat, že resorpce Ca v trávicím traktu starších dojnic se postupně snižuje a u klinicky nemocných zvířat klesá sérový Ca pod hladinu 1,2 mmol/l. Při akutním onemocnění je nezbytný veterinární zákrok (infúzní podání Ca a Mg, vitamín D₃ a aplikace podpůrných kardiotonika–Capevet, dále glukóza, resp. analgetika) Vlastní onemocnění má vliv také na riziko výskytu jiných onemocnění v *post partální* období, jak je patrné z následující tabulky.

Tabulka 1 Riziko výskytu onemocnění krav v post partálním období

Onemocnění a produkční choroby	Znásobení výskytu
Těžké porody	2,8
Zadržení lůžka	6,4
Levostranné přetočení slezu	3,4
Ketóza	8,9
Mastitida	8,1

(Podle Raaba, 2004)

Dyslokace a rozšíření slezu (Dislocatio et dilatatio abomasi)

Levostranné nebo i pravostranné přetočení slezu postihuje v současných praktických podmínkách především černostrakaté dojnice s vysokou užitkovostí nejčastěji v prvních 8 týdnech po porodu. Levostranná poloha je více spojena s plynatostí až neprůchodností a redukováním trávením. Naproti tomu pravostranná pozice je naopak doprovázená silnými kolikovými bolestmi až úplnou neschopností přijímat krmiva a výrazným poklesem tvorby mléka.

K etiologickým faktorům tohoto produkčního onemocnění patří:

- zkrmování vysokých dávek jaderných krmiv, překrmování v době stání na sucho,
- náhlé změny krmných dávek, včetně rychlého zvyšování jádra po otelení,
- odezva poruch funkce čepce (vnikání neprosliněné a nenatrávené stravy do slezu),
- zahliněná krmiva,
- snížený podíl kvalitních objemných krmiv,
- zvýšená fermentace a vysoká tvorba plynů,
- nedostatek vlákniny (zejména strukturální),
- poporodní stres,
- následek jiných onemocnění (mléčná horečka, zánět dělohy a jiné poporodní komplikace,
- mastitidy, subklinické acidózy a ketózy,
- nedostatečné zásobení Ca a P.

Postižené krávy mají kolikové příznaky, klesá příjem krmiv a produkce mléka. Snižuje se objem výkalů, objevuje se průjem s příměsí krve a hlenu. V moči jsou diagnostikovány ve zvýšené koncentraci ketolátky a bílkoviny.

Prevence spočívá ve správném krmení a respektování zásad krmné techniky. Přičasné diagnostice se u vysokoužitkových dojnic provádí chirurgický zákrok

za účelem obnovení funkcí předžaludků. Aplikují se postoperativní léčba a antibiotika.

Travní (pastervní) tetanie (Hypomagnesiaemia)

Pastervní tetanie je produkční onemocnění přežvýkavců, způsobené zpravidla:

- nedostatečným přívodem Mg a sacharidů v píce,
- zhoršenou resorpcí Mg v důsledku vysokého obsahu Ca a K,
- vyšším obsahem dusíkatých látek nebílkovinné povahy (amidy),
- vlivem nedostatku energie v krmné dávce,
- vlivem stresových situací (náhlá změna krmení-přechod na pastvu, teplotní stres).

Při pastervní tetanii dochází k výrazné redukci obsahu Mg v krvi, která vede k ulehnutí a svalovým křečím. Může se projevit zvláště u vysokoužitkových dojnic. Doprovodným jevem travní tetanie bývá zpravidla také *hypokalcémie*.

Postižená zvířata ztrácejí chuť k žrádлу, dochází k poklesu užitkovosti, zvyšuje se podráždění až nervozita zvířat, významná je nejistá chůze, vystouplé oči a v pozdější fázi nastupující svalové křeče. Akutní pacienti musejí být neprodleně veterinárně ošetřeni (Ca-Mg injekční aplikace ve většině případech pomůže).

Prevence a profylaxe:

- pozvolný přechod krmení zvířat na pastervní způsob,
- omezení většího náhlého příjmu mladé píce (dostatečný podíl suchých krmiv, např. sena, slámy, nebo senáží),
- vyrovnání přebytku dusíkatých látek v krmné dávce a v mladém pastervním porostu,
- přidavek dostatečného množství Mg v minerální přísadě (popř. minerálním lizu) 2 až 6 týdnů před zahájením pastervního způsobu chovu,
- pamatovat na přidavek sodíku,
- omezení vysokého NPN hnojení trvalých travních porostů.

Otravy při nadměrném příjmu dusičnanů (methemoglobinémie)

Riziko otrav krav nitráty (NO_3^-) může občas nastat v podzimním období při zkrmování krmných meziplodin, nebo pícnin z intenzivně hnojených porostů. Vzhledem ke krátké vegetační době bývají brukvovité pícniny významným zdrojem nitrátů, stejně jako nekvalitní siláže. Za normálních okolností jsou

nitráty v bachoru zvířat odbourávány přes nitrity (NO_2) až na amoniak, který v bachoru zvířat slouží pro mikrobiální syntézu bílkovin, nebo je v játrech metabolizován na endogenní močovinu. Zkrmování většího množství na nitráty nebo amoniak bohatých krmiv vede následně k poruchám funkce předžaludku a tvorbě až 10 x toxičtějších nitritů. Hladina nitritů se zvyšuje v bachorové tekutině 4–6 hodin po přijetí krmiv bohatých na nitráty a současně se zvyšuje koncentrace methemoglobinu. Jakmile jsou nitrity vstřebány přes bachorovou stěnu do krve, dochází k přeměně hemoglobinu (Hb) na redukovanou formu methemoglobinu (MHb), čímž krev ztrácí funkci transportu kyslíku z plic do tkání a dochází k vnitřnímu dušení. Současně dochází k poklesu krevního tlaku, což způsobuje cyanózu, vazodilataci cév, celkovou svalovou slabost, ataxii, dyspnoe a následně intoxikaci často s letálním koncem. K methemoglobinémii zpravidla dochází, když ca 20–30 % Hb se přemění na MHb. Fyziologická hladina MHb v krvi je zpravidla do 5 % z celkového hemoglobinu. K rychlé intoxikaci dochází při 80–90 % přeměně. Nebezpečná jsou proto krmiva, obsahující od 3–5 g nitrátů v 1 kg sušiny.

K přeměně dusičnanů na dusitany dochází často již v samotných krmivech, např. v zapařených, nebo tepelně poškozených. I když nejsou přesně známy nejvyšší množství dusičnanů, které jsou dojnice schopny snést, přesto na základě odkazů literatury se uvádějí nejvyšší množství od 3–4 g/100 kg živé hmotnosti a krmení. Např. dojnice o živé hmotnosti 600 kg to znamená asi 18–24 g NO_3 na 100 kg živé hmotnosti a krmení. Na druhé straně může dojít k otravám a intoxikaci při koncentraci 15 g nitrátů. Je prokázáno, že obsah nitrátů pod touto hranicí (4–15 g/100 kg živé hmotnosti) vede k negativním vlivům na plodnost krav. Zkušený chovatel zjistí blížící se riziko otrav již podle vnějších projevů a chování zvířat, ale také čokoládového zbarvení sliznic poškozených zvířat. Toto odlišné zbarvení sliznic je patrné u krav, když koncentrace MHb v krvi dosahuje asi 20 %, kdy vlastní život zvířat není ještě přímo ohrožen. V těchto případech stačí neprodleně vyřadit všechna krmiva podezřelá na vyšší obsah nitrátů. V akutních případech je nezbytná odborná veterinární pomoc soustředěná na aplikaci 1–2% vodného roztoku methylenové modři v dávce 2–10 g/kg živé hmotnosti, popř. i.v. kyseliny askorbové 5–10 g. Doporučuje se také symptomatická léčba sledující aplikaci glukózy, vitaminů A, B, C, kardiotonik, laxancií.

Prevence je zaměřena na omezení zkrmování krmiv s vyšším obsahem nitrátů (nad 5 g NO_3 v 1 kg sušiny, dostatečný přívod sacharidů, nezávadná pitná voda, minimalizovat hnojení NPN).

Intoxikace močovinou

Náhodná otrava močovinou v chovu skotu patří poměrně k častým jevům, kdy je v krmné dávce nahrazováno močovinou více než 30% podíl bílkovin, nebo je močovina zkrmována bez přípravného období, popř. je krmná dávka deficitní

na pohotovou energii. Deficitní energie neumožní bachorové mikroflóre využít toxický volný amoniak k tvorbě mikrobiálního proteinu, amoniak vyvolává bachorovou alkalózu a po resorpci bachorovou stěnou se dostává do krve a může dojít k otravě. Fyziologicky přebytný amoniak, který nebyl využit k syntéze mikrobiálního proteinu, je metabolizován v játrech na močovinu (endogenní močovina) a ta je vyloučena buď močí, zvyšuje se také její obsah i v mléce. Při dlouhodobém překrmování dusíkatými látkami, nebo nárazově vysokém přívodu močoviny (amoniaku) může dojít k nadkontingentní přeměně na amoniak a výraznému zatížení jaterního metabolismu. Přetížení jater zvířat je náročné nejen z energetického hlediska, ale může vést k rychlému zhoršení až k úhynu. Následky zkrmování čpavkovaných krmiv nebo nadlimitní dávky močoviny mohou být výrazně horší, pokud se současně zkrmují krmiva s vysokým stupněm bachorové degradovatelnosti, jako např. nekvalitní bílkovinné siláže (s nezdařeným fermentačním procesem). Vlastní detoxikační kapacita jater dospělé 600 kg vážící zdravé krávy je asi 120 g $\text{NH}_3\text{-N}$ na den. Samotný amoniak má negativní účinek na jednotlivou bachorovou mikroflóru a výrazně omezuje její aktivitu. Při překrmení alkalickými krmivy dochází zpravidla ke zvýšení hodnoty pH bachorové tekutiny ($\text{pH} > 7$) a k projevům bachorové alkalózy za současného zvýšení amoniaku nad fyziologickou hranici. V klinických případech bývá v krevním séru nalezeno také zvýšené množství močoviny překračující referenční hodnotu 5 mmol/l. S větším vylučováním amoniaku močí dochází rovněž k tendenci zvýšeného vylučování Ca a snížení obsahu K v moči. Při intoxikaci močovinou dochází také ke zvýšení aktivity enzymů ALT a AST, která nasvědčuje na porušenou funkci jater.

Vývoj a vlastní průběh intoxikace je velmi rychlý, dostavuje se již za 0,5–1 hodinu po nakrmení. Typickým projevem je zvýšená salivace, pocení, třes svalstva, zvracení, ulehnutí a následně i úhyn.

Terapie je založena na rychlém zvládnutí alkalózy bachoru a to především podáním nálevu 1 litru 8 % octa v 10 litrech vody společně s dotací pohotové energie v podobě 0,7–1 kg cukru nebo 1,5 kg melasy. Intravenózně se aplikuje glukóza. Po zvládnutí alkalózy je možné podpurně podat také *Prodigestan*.

Syndrom nízké tučnosti mléka

Syndrom nízké tučnosti mléka se vyznačuje sníženým obsahem tuku v mléce klinicky jinak zdravých krav, zejména krav s vyšší užitkovostí. Může se vyskytovat v kratším, ale i časově delším období. I když se jedná o onemocnění etiologicky ne zcela objasněné, je známo, že na vzniku se může podílet řada faktorů:

1. Poruchy bachorové fermentace, které způsobují změnu v produkci a obsahu těkavých mastných kyselin a také změnu kvantitativního a kvalitativního složení bachorové mikroflóry a mikrofauny.

2. Snížená schopnost mléčné žlázy využívat odlišné množství a poměr TMK pro vlastní syntézu mléčného tuku.
3. Snížená tvorba acetátu v bachoru pro syntézu mléčného tuku vlivem nesprávného krmení (nestrukturální KD, náhlé změny ve složení KD, jednostranné překrmování, nízká hygienická jakost objemných krmiv a dietetická nevhodnost).
4. Snížená dostupnost kyseliny octové pro syntézu mléčného tuku v mléčné žláze vlivem:
 - nedostatečné tvorby kyseliny octové,
 - snížené endogenní tvorby kyseliny octové,
 - zvýšené syntézy tuku z acetátu v tukové tkáni.
5. Malá dostupnost beta-hydroxymáselné kyseliny pro syntézu mléčného tuku v mléčné žláze, vlivem nízké produkce kyseliny máselné v bachoru.
6. Celkový nedostatek mastných kyselin v důsledku jejich esterifikace v tukové tkáni.

Syndrom snížené tučnosti mléka je tedy polyfaktoriálním onemocněním dojnic, způsobený celou řadou etiologických faktorů. Výsledným dopadem není jen snížený obsah mléčného tuku, ale dochází i ke snížení celkové produkce mléka a obsahu mléčné bílkoviny.

Prevencí je vyrovnaná krmná dávka co do obsahu živin a energie včetně vzájemného poměru i co do rychlosti bachorové degradovatelnosti. Dodržovat zásady krmné techniky.

Onemocnění paznehtů a výživa skotu

Současná problematika onemocnění paznehtů je v našich praktických podmínkách velmi závažná, neboť se stoupající užitkovostí dojnic dochází současně k většímu výskytu onemocnění končetin. Onemocnění paznehtů tak patří vedle zánětu mléčné žlázy a poruch látkové výměny, k nejčastějším onemocněním v chovu dojnic v laktaci. Rozsah onemocnění paznehtů u dojnic je podmíněn mnoha faktory. Souvisí nejen se způsobem chovu a úrovní výživy (obsah minerálních látek, sirných aminokyselin, vitaminů, energie, hygienická jakost krmiv), s koncentrací zvířat, stavebně technickým provedením stání, ale především s funkcí bachoru (zejména subklinické a klinické formy bachorových acidóz), či výskytem ketózy. Dezinfekce paznehtů je sice nezbytná, ale je pouze dílčím, nikoliv však hlavním preventivním opatřením. Větší výskyt onemocnění paznehtů je u dojnic vazného způsobu ustájení, kde je pohyb zvířat značně omezen. Každé onemocnění paznehtů je ekonomicky ztrátové, neboť u kulhajících krav dochází k výrazné redukci příjmu krmiva a snížení produkce mléka.

Zánět paznehtní škáry (*Laminitis*)

Zánět paznehtní škáry se vyskytuje v akutní nebo chronické formě a vzniká jako projev zkrmování energeticky velmi bohaté krmné dávky, zejména v období přechodu, výrazné změny složení krmné dávky, popř. zkrmování plesnivých krmiv. Podstatou onemocnění je zánět škáry paznehtu, jejímž důsledkem dochází k poruše výživy a změně tlaku krevního ve vlasečnicích. Predispozičním faktorem je rovněž nesprávná minerální výživa (obsah Ca a P, Zn, Cu, Mn, Se a J), deficitní siriné aminokyseliny v krmné dávce, ale také acidózy bachoru. Na vzniku zánětu se spolupodílejí také plesnivá krmiva, popř. mykotoxiny v krmné dávce a špatná péče o paznehty v průběhu roku. Vlivem vysoké citlivosti dochází k nerovnoměrnému zatížení stěny paznehtní a změně úhlu postavení předních paznehtů. Výsledkem může být vznik vředů na chodidle.

Onemocnění mortellaro – „jahodová nemoc“ (*Dermatitis digitalis*)

Toto onemocnění není etiologicky zatím plně objasněno. Poprvé popsáno v roce 1974 Italem Mortelarem. Nejčastěji postihuje zadní končetiny v přechodné zóně mezi rohovinou a kůží. Může zasáhnout i mezipaznehtí a korunku paznehtu. Typické je červené jahodové zbarvení postiženého místa. Podle rozsahu poškození sousedící rohoviny je možný vznik sekundárního zánětu paznehtů. Kůže na pokraji zánětlivých míst je zpravidla hrubší s možným výskytem výrůstků. Nemoc *mortellaro* je typickou stájovou nemocí, vyskytující se jak u mladého dobytka, tak u dojnic. Vyskytuje se i u chovů s dobrou hygienickou úrovní a nezávadnou konstrukcí podlah stájí. Pravidelné ošetření zánětlivých ložisek roztoky antibiotik nebo dezinfekčních prostředků umožňuje dosáhnout uspokojivější výsledky. Možná je aplikace mastí s účinnou kyselinou salicylovou, nebo zábaly paznehtů.

Preventivní opatření spočívají v:

- pravidelné kontrole paznehtů v intervalech 6–8 týdnů,
- pravidelné dezinfekci paznehtů v roztocích brodidla s minimální hloubkou 15 cm,
- časté obměně dezinfekčního roztoku podle stupně znečištění (vhodný je 2–5 % roztok formalínu, nebo roztok $ZnSO_4$, $CuSO_4$, popř. jiné preparáty),
- kontrole paznehtů před pastevním obdobím a 3–4 týdnech po jeho skončení
- okamžitým léčením kulhajících zvířat.

Zánět mezipaznehtí Tylom (*Limax*)

Tylom představuje zbytnění mezipaznehtního vaziva v důsledku dlouhotrvajícího a stálého mechanického dráždění (hygienicky nevhodnými poměry, špatnou konstrukcí podlahy, či roštů, otlaky), což vede nakonec k zánětlivým změnám. Velký podíl na tomto výskytu onemocnění má rovněž genetická predispozice. Vhodným chirurgickým zákrokem dochází zpravidla ke zlepšení.

Rusterholzův vřed (*Ulcus Rusterholzi*)

Toto onemocnění patří svým nejčastějším výskytem k nejvýznamnějším onemocněním končetin u skotu. Vysoká kulhavost vzniká při obnažení vředu a infekčním zánětu šikary paznehtní. Při neléčení se tento zánět šíří do hlubších partií tkáně s možnostmi bakteriální infekce (*pododermatitis purulenta profunda*).

Etiologická příčina vzniku tohoto onemocnění (nadměrný vývin kostního hrbolu v místě úponu šlachy hlubokého ohýbače prstu na paznehtní kost) není zatím zcela objasněna.

Druhově specifické rozdíly v morfologii a složení píce a jejich vztah ke sklizni, úpravě, konzervaci a zařazení do krmných dávek

Jako pícniny využíváme řadu druhů rostlin zejména z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a vikvovitých (*Viciaceae*). Využívány jsou také druhy z jiných čeledí, jako jsou brukvovité (*Brassicaceae*), merlíkovité (*Chenopodiaceae*).

Lipnicovité (*Poaceae*)

Do čeledi lipnicovitých patří řada druhů celosvětově využívaných pro výrobu potravin, jadrných i objemných krmiv. Celosvětově je známo asi 10 000 druhů, jedná se o jednu z největších rostlinných čeledí. Rostliny fotosyntetického systému C₄ rostou v teplých a často suchých podmínkách. Rostliny fotosyntetického systému C₃ rostou dobře v chladných a vlhkých podmínkách. Mezi lipnicovité patří druhy jednoleté, pěstované na orné půdě (kukuřice setá, čiroky, rýže) i druhy víceleté či vytrvalé. Víceleté a vytrvalé druhy reprezentují zejména trávy.

Obilniny

Kukuřice setá (*Zea mays* L.)

Patří mezi rostliny cyklu C₄. Kořeny kukuřice seté dosahují do hloubky 1,5 až 3 m. Vytváří také vzdušné kořeny. Po vzejití dlouho zakořeňuje. Ze spodního kolénka mohou vyrůst odnože. Podíl stébel na celkovém výnosu je 30–50 % a podíl listů 10–15 %. Samčím květenstvím je lata, samičím květenstvím palice. Vřetenno palic je obaleno listeny. Podíl palic na celkovém výnosu je až 50 %. Kukuřice roste až do plné zralosti. Potenciál výnosu suchého zrna je až 18 tun. Výnos celé rostliny až 25 t·ha⁻¹ sušiny.

Nároky na půdu jsou závislé na oblasti pěstování. Preferuje půdy hluboké, výhřevné, s dostatkem humusu. Nejvhodnější je jižní expozice. Půdy s pH méně než 5 vedou ke snížení výnosů. Minimální teplota pro klíčení 6 °C (teplota půdy v hloubce setí). Výsev klíčivých zrn je 70 000–110 000 ha. Záleží vždy na použitém hybridu, účelu pěstování, místních podmínkách a úrovni hnojení. Pro tvorbu generativních orgánů vyžaduje teplotu 12 °C. Suma teplot je 1700 (rané hybridy) až 3120 °C (pozdní hybridy). Kukuřice je velice citlivá na kolísání teplot v průběhu vegetačního období.

Optimální je hluboké zpracování půdy, ale porosty je možné zakládat také za využití minimalizačních technologií. Při klasickém způsobu je na podzim podmítka, střední nebo hluboká orba. Na jaře následuje smykování a vláčení.

Hloubka setí 60–90 mm. Na těžších a chladnějších půdách se seje mělčeji. Vzdálenost řádků 45–70–75 cm. V chladnějších oblastech je výhodnější zvolit šířku řádku 75 cm. Pro výnos 10 t.ha⁻¹ je třeba 100–130 kg.ha⁻¹ N, 30–45 kg.ha⁻¹ P a 80–160 kg.ha⁻¹ K. Pro hnojení porostů kukuřice je možné využít kejdu (podzimní hnojení, před setím a při výšce 30 cm). Nezbytná je likvidace plevelů (meziřádková kultivace, herbicidy).

Výhodou pěstování kukuřice je vysoká produkce sušiny a vysoký obsah živin. Neobsahuje antinutriční látky. Velmi dobře silážovatelná pícnina. Možnost pěstování se rozšířilo až do bramborářské výrobní oblasti. Pěstování kukuřice má i některé nevýhody. Půda s porosty kukuřice je velmi náchylná k půdní erozi. Kukuřice prakticky 10 týdnů od výsevu nekryje půdu. Rozšiřují se plevele a nutná je aplikace herbicidů. Napadána škůdci, jako je zavíječ kukuřičný. Náchylná k houbovým chorobám. Napadána plísněmi z rodu *Fusarium*. Plísně znamenají riziko kontaminace krmiva mykotoxiny.

Kukuřici je možné využít na siláž (silážování celých rostlin, dělená sklizeň kukuřice) nebo na zelené krmení. Tradiční hybridy se vyznačují rychlým dozráváním zbytku rostliny. Silážují se při sušině 28–33 %. Sušina zbytku rostliny (bez palic a listenů) je 24 až 25 %. Jestliže sušina zbytku rostliny překročí 25 %, tak se snižuje stravitelnost organické hmoty, rostlina zasychá, zhoršuje se dusání a rostliny jsou více napadány houbovými chorobami. Naopak „stay-green“ hybridy se vyznačují pomalejším dozráváním zbytku rostliny. Pletiva jsou fotosynteticky aktivní i při vyšší sušině. Rostliny zůstávají zelené. Stay-green hybridy se silážují při sušině 33 až 35 %. Sušina zbytku rostliny je přitom pouze 22 až 24 %. Stay-green hybridy ukládají škrob pozvolněji a není vhodná časná sklizeň.

V současné době jsou na trhu hybridy silážní kukuřice určené speciálně pro bioplynové stanice. Odlišnost hybridů vychází ze skutečnosti, že u skotu je požadavek na minimální tvorbu metanu v bachoru. Naopak u bioplynových stanic se požaduje co největší tvorba metanu ve fermentoru. Hybridy určené pro krmení skotu mají vyšší obsah škrobu ve vyzrálém zrnu (>32 %). Silážují se při sušině 30–35 %. U hybridů určených pro bioplynové stanice nejsou vysoké požadavky na obsah škrobu. Předpokládá se vysoký stupeň využití biomasy. Hybridy pro bioplynové stanice mají vyšší produkci sušiny. Kukuřice pro bioplynové stanice se silážuje při sušině 28–32 %.

Oves setý (*Avena sativa* L.)

Obilnina jarního charakteru. Vegetační doba až do plné zralosti 120 dnů. Výška stébla 1,2 až 1,4 m. V období sloupkování je podíl listů na stéble 80 % a postupně klesá na 20 %. Listy jsou dlouhé, modrozelené, levotočivé. Jazyček je vysoký se zoubkovaným okrajem, ouška chybí. Květenstvím je lata.

Oves není citlivý na půdní podmínky. Vyžaduje dostatek vláhy. Nevhodné jsou půdy extrémně zamokřené nebo naopak velmi suché. Klasická agrotechnika spočívá ve středně hluboké orbě na podzim. Výsevek na zelené krmení je 180–200 kg.ha⁻¹. Výsevek na siláž 160–180 kg.ha⁻¹. Hloubka setí je 3–5 cm. Aplikuje se 100–150 kg.ha⁻¹ N, 20 kg.ha⁻¹ P a 70 kg.ha⁻¹ K. Oves je vhodná krycí plodina pro podsevy jetelovin. Jako krycí plodina se sklízí v mléčně-voskové zralosti na GPS (silážovaná drť celých rostlin). Může se sklízet také před metáním, ale vzhledem k nízkému obsahu sušiny je v tomto případě nutná dvoufázová sklizeň, tj. posečení a zavádání z 15 % sušiny na 30 až 45 %, teprve poté následuje sběr a konzervace.

Oves je možné využít na horkovzdušné úsušky, zelené krmení, výrobu sena nebo výrobu siláží. Na zelené krmení je většinou pěstován v luskovinoobilních směsích a sklízí se na konci sloupkování až počátku kvetení (70–80 dnů od zasetí). Na zelené krmení můžeme oves využívat po dobu 3 týdnů, důvodem je velmi pomalá lignifikace. Na siláž se sklízí v mléčné až mléčně voskové zralosti (90–105 dnů od výsevu). V mléčně-voskové zralosti je již vysoký podíl stébel a zvyšuje se obsah vlákniny.

Siláž sklizená metodou GPS (silážovaná drť celých rostlin) pokryje užitek 3 000 až 4 000 kg mléka. Výnos zelené píce je 30–50 t.ha⁻¹.

Žito seté (*Secale cereale* L.)

Žito je ozimého charakteru. Vyznačuje se rychlým jarním růstem. Výška rostlin 1,5 až 1,8 m. Listy užší, tmavomodrozelené, v rané vývojové fázi zbarveny antokyany. Jazyček je nízký a vroubkovaný, ouška jsou zakrnělá. Květenstvím je klas.

Patří k obilninám pěstovaným v horších ekologických podmínkách. Žitu vyhovují lehké hlinitopísčité až písčitohlinité půdy. Snáší půdy mělké, kyselé, podzolované. Vyžaduje dostatek vláhy, snáší mrazy a chlad.

Žito je možné využít na výrobu horkovzdušných úsušků, kdy se sklízí ve fázi sloupkování při výšce 0,4 až 0,5 m. Na zelené krmení se pěstuje ve směsích a sklízí se na konci sloupkování až počátku metání. V souvislosti s rozvojem bioplynových stanic se hovoří o žitu jako o možné alternativě silážní kukuřice v chladnějších oblastech. Nevýhodou žita je rychlé stárnutí doprovázené zvyšováním obsahu ligninu. Výhodou je naopak ranost a dobré přezimování. Výnosy zelené píce jsou 15 až 30 t.ha⁻¹.

Ječmen setý (*Hordeum sativum* L.)

Možné pěstovat odrůdy jarního nebo ozimého charakteru. Kořenový systém je mělký. Listy úzké, krátké, světlezelené, pravotočivé. Jazyček nízký, límečkovitý, krátký, obepíná stéblo z poloviny. Ouška mohutně vyvinutá, klešťovitě objímají stéblo, překrývají se. Květenstvím je klas.

Výhodou ozimého ječmene je ve srovnání s ostatními krmnými obilninami pomalejší stárnutí a ranost. Jarní i ozimá forma je využívána v luskovinoobilných směskách na zelené krmení nebo na výrobu siláží metodou GPS. Sklizeň je v mléčné až mléčně-voskové zralosti. Může pokrýt užitkovost až 8 000 kg mléka.

Trávy

Trávy jsou rostliny formační, vytvářejí rozsáhlé porosty vegetačního pokryvu. Zvláště lučným, pastevním a stepním společenstvům dodávají charakteristický vzhled. Původně byly přizpůsobeny podmínkám semiaridních stepí či savan. Aktivita bazálních interaktivních meristémů dovoluje listům rychle se zotavit po spasení zvířaty (Novák in Míka et al., 2002). Rovněž i vyšší obsah křemíku zvyšuje rezistenci rostlin vůči býložravcům (Stebbins in Míka et al., 2002).

Biologie trav

Krátkodobý primární (zárodečný) kořenový systém je velmi rychle nahrazen adventivním kořenovým systémem. Každá nová odnož vytváří vlastní kořenový systém. Kořeny vyrůstají z odnožovací uzliny, jejich životnost je omezena životností příslušné odnože, zpravidla 1–1,5 roku. Kořenový systém trav je svazčitý a v povrchové vrstvě půdy tvoří velmi hustou síťovinu. Většina kořenů (90 %) je v hloubce do 15 cm, jen velmi malá část proniká hlouběji. Díky tomu jsou trávy velmi dobře adaptované pro využití nesouvislých přeháněk, zachycení půdních částic, ochranu půdy a využití povrchově aplikovaných hnojiv.

Rozmnožování trav je generativní (obilky) nebo vegetativní. Vegetativně se trávy rozmnožují prostřednictvím odnoží. Odnože jsou geneticky identické s mateřskou rostlinou. Dceřiné odnože vytváří vlastní odnožovací uzlinu a vlastní kořenový systém. Podle způsobu odnožování můžeme trávy rozdělit na intravaginální a extravaginální. Podle způsobu tvorby drnu na hustě trsnaté, volně trsnaté a výběžkaté. Výběžkaté trávy mohou mít nadzemní výběžky (stolony) nebo podzemní výběžky (rhyzomy). Hustě trsnaté trávy rostou ve ztížených ekologických podmínkách. Jejich krmná hodnota je nízká. Naopak volně trsnaté a výběžkaté trávy jsou velmi často významnými kulturními druhy šlechtěnými pro využití v lučních a pastevních porostech.

Většina pícních druhů trav intenzivně odnožuje ve dvou termínech, jarním (květen) a letně-podzimním (přelo srpna a září). Intenzita odnožování je závislá na dostatku vody, světla a živin.

Nadzemní stonky jsou kolénkatá, válcovitá nebo zploštělá dutá stébla. Plná stébla má kukuřice nebo čirok. Stébla jsou dělena na kolénka (nody) a články (internodia). Buňky pokožky mají blánu buněčnou zkutinizovanou a často inkrustovanou oxidem křemičitým, povrch pokožky nese podobně jako listy

charakteristické indumentum (krytí). Pod pokožkou dutých stébel se nachází jeden či dva kruhy cévních svazů, na něž nasedají sklerenchymatická pletiva. Stavba stébel jim dodává značnou pevnost (Míka et al., 2002). Nad kolénky se nachází meristematické pletivo, které umožňuje prodlužování stébel do výšky.

Listy vyrůstají na protilehlých stranách. Listy tvoří listová pochva a čepel. Na přechodu mezi listovou pochvou a čepelí se nachází blanitý jazýček a ouška, jejichž tvar umožňuje determinaci jednotlivých druhů ve sterilním stavu. Listy jsou nositeli živin a jejich velikost je určující pro pícninářské využití. Pícninářsky hodnotné druhy trav mají široké listové čepele. Naopak druhy méně hodnotné mají listové čepele úzké. Úzké a stočené listové čepele jsou u druhů, které rostou na sušších stanovištích.

Květenství trav je lata, která může být stažena v hustý lichoklas. Lata jsou složeny z klásků. Klásky mohou být jednokvěté nebo vícekvěté. Každý klásek je tvořen většinou dvěma plevami, pluchou a pluškou. Pluchy mohou být bezosinné nebo osinaté. Osiny vyrůstají na hřbetu nebo vrcholu pluchy. Tyčinky tvoří tenké nitky, které přirůstají k prašníku. Prašné váčky se v době zralosti pylu otvírají podílnou šterbinou. Pestík je zakončenou většinou dvěma pérovitými bliznami. Květy jsou oboupohlavné.

Plodem trav je jednosemenná obilka (osemení srůstá s oplodím). Plucha a pluška k obilce většinou těsně přiléhají a mohou s ní srůstat.

Srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.)

Roste od nížin až do subalpínského pásma. Dobře přezimuje pod sněhovou pokrývkou, ale je citlivá na jarní mrazíky. Vyžaduje stanoviště dobře zásobená živinami. Patří mezi suchovzdorné druhy, ale lépe se jí daří na vlhčích stanovištích, půdy nesmí být trvale zamokřené. Srha laločnatá je ozimého charakteru, metá v první seči. V dalších sečích vytváří pouze listové výhony. Na jaře brzy obrůstá. Velmi dobře obrůstá po sečích. Trsy se rozkládají a potlačují ostatní druhy. Za příznivých podmínek přirůstají listy až několik centimetrů denně. Obrůstá až do listopadu. Srhu laločnatou je možné pěstovat v monokultuře. Biomasa je využitelná pro produkci sena nebo siláže. Efektivně využije vysoké dávky dusíku. Vzhledem ke svému ranějšímu vývoji nemá sladěný vegetační rytmus s ostatními travami. Speciálním druhovým partnerem srhy laločnaté je jetel plazivý. Můžeme ji pěstovat také ve směsích s ranými diploidními odrůdami jetele lučního. Na vlhkých stanovištích může při intenzivní výživě poskytnout výnos až 12 t.ha⁻¹ sena. Výborná kvalita píce, ale je třeba ji včas sklídit. V době květu se výrazně snižuje stravitelnost.

Psárka luční (*Alopecurus pratensis* L.)

Vyhovují jí vlhké, popřípadě zaplavované louky. Dlouhodobé záplavy snáší velmi dobře. Preferuje těžší půdy, ale vyskytuje se také na rašelinných půdách.

Patří k travám ozimého charakteru. Ve druhé a další seči vytváří hlavně listové výhony. Efektivně využívá vysoké dávky dusíku (až 300 kg.ha⁻¹ N). Při intenzivní výživě a na vlhkých stanovištích vytváří porostový typ *Alopecuretum*. Výnosy jsou srovnatelné se srhou laločnatou. Poměrně dobrou kvalitu si zachovává také v době květu.

Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) Presl)

Rozšířen zejména v teplejších oblastech. Ve vyšších nadmořských výškách nahrazován trojštětem žlutavým. Nedaří se mu na půdách vlhkých a často zaplavovaných. Typický zástupce suchovzdorných druhů trav. Jeho vytrvalost podporuje extenzivní využívání, optimální jsou 2 seče. Tráva jarního charakteru. Stébelné výhony vytváří v průběhu celého vegetačního období. Metat může také ve druhé seči. Díky kolénkatě zahnutým osinám je u některých odrůd osivo obtížně sypatelné a pro výsev je třeba využít stroje s kartáčovým výsevním ústrojím. Poskytuje vysoké výnosy poměrně kvalitní píce, která je v čerstvém stavu mírně nahořklá. Obsahuje saponiny. Využíván zejména pro výrobu sena.

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Velmi dobře se přizpůsobuje různým stupňům vlhkosti půdy. Daří se ji na stanovištích suchých i vlhkých. Obrůstá i při nedostatku srážek. Ozimého charakteru. Ve druhé a další seči vytváří pouze listové výhony. Část listů zůstává zelených i přes zimu. Po pokosení velmi dobře vysychá. Vhodná na výrobu sena a siláže.

Křížením kostřavy rákosovité a jílku mnohokvětého vznikly kostřavovité (festucoidní) hybridy. Patří sem odrůda Felina nebo Hykor. Vodné jsou pro dočasné travní porosty na orné půdě a pro trvalé travní porosty. Velmi dobře snáší vícesečné využívání. Jsou ozimého charakteru. Patří mezi vytrvalé trávy, které navíc vynikají odolností k vymrzání. Velmi dobře snáší sucho, ale i krátkodobé zamokření.

Kostřava luční (*Festuca pratensis* Huds.)

Přizpůsobena různým ekologickým podmínkám. Snáší přísušky, ale odolává také přechodnému zamokření. Ozimého charakteru. Po sečích dobře regeneruje, ale už nevytváří plodná stébla. Stébelné výhonky se objevují jen u některých jedinců. Vzchází za 7-10 dní. Jeden z hlavních komponentů dočasných travních porostů na orné půdě. Při třísečném využívání je výnos 10-12 t.ha⁻¹ sena. Produkci limituje dostatek živin v půdě. Píce je vynikající kvality.

Bojínek luční (*Phleum pratense* L.)

Dobře snáší drsné klimatické podmínky a také dobře reaguje na hnojení dusíkem. Typická tráva podhůří. Není vhodná do suchých podmínek kukuřičné výrobní oblasti. V porostu bývají zastoupeni jedinci jarního i ozimého

charakteru, takže i v druhé seči bývají stébelné výhony. Na jaře sice obrůstá poměrně rychle, ale generativně je pozdní. Metá na přelomu června a července. Efektivně využije vysoké dávky dusíku. Velmi dobře se uplatňuje ve směskách s pozdějšími odrůdami jetele lučního. Stébla jsou poměrně silná, ale listy bývají zvláště v raném vývojovém stádiu poměrně jemné, později jsou mírně drsné. Píce je zvířaty dobře přijímána. Obsahuje menší obsah fytoestrogenů. Estrogenní aktivita se snižuje sušením.

Jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum* Lam.)

Jílek mnohokvětý italský (*Lolium multiflorum* subsp. *italicum*) je víceletá forma jílku. Vytrvalost v porostu může být 2–3 roky. Jílek mnohokvětý westerwoldský (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*) nebo též jílek jednoletý je jarního charakteru.

Jílek mnohokvětý se vyznačuje rychlým vývinem a velkou konkurenční schopností. Vzchází do 7 dnů. Je náročný na teplo, vláhu a živiny. Velmi dobře reaguje na hnojení dusíkatými hnojivy. Využití nachází v jetelotravních směskách nebo jako přisev do prořídých porostů jetelovin, kde se používá zejména jílek jednoletý. Díky rychlému vývoji může být úspěšně využíván pro regeneraci extrémně zatížených míst na pastvinách. Obsahuje hodně vodorozpustných cukrů. Jejich obsah klesá při vyšší úrovni dusíkatého hnojení. Při dostatku vláhy může za 80 dní poskytnout výnos až 12 t.ha⁻¹ sušiny. Nedostatek vláhy se projeví rychlým metáním, malým podílem listů a s tím související nízkou kvalitou píce.

Křížením jílku mnohokvětého a kostřavy luční vznikly jílkové (loloidní) hybridy. Patří sem hybrid Perun nebo Perseus. Vyšlechtěny byly především pro dočasné travní porosty na orné půdě. Vytrvalost je 3–4 roky. Travní a jetelotravní směsi se zastoupením těchto hybridů je možné využít pro pastvu nebo silážování. Zavadají poměrně rychle, ale pro sušení na seno nejsou příliš vhodné. Vysoký obsah vody v píci si vyžaduje častější obracení a loloidní hybridy jsou hygroskopické. Díky vysokému obsahu vodorozpustných cukrů jsou dobře silážovatelné. Jílkové hybridy se doporučují pěstovat ve směsích s diploidním jílkem vytrvalým, který zajišťuje hustotu drnu. Jílkové hybridy zajišťují výnos.

Jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.)

Náročný na teplo, vláhu a utužený povrch půdy. Pro svůj růst potřebuje dostatek živin, využije dávky až 300 kg.ha⁻¹ N. Předpokladem je ovšem dostatek vláhy. Nesnáší drsné klimatické podmínky a dlouhodobou sněhovou pokrývku. Ozimá tráva. Ve druhé a další seči vytváří převážně listové výhony. Vzchází do 7 dnů. Píce má vynikající kvalitu, díky vysokému obsahu vodorozpustných cukrů označován jako tzv. sladká tráva. Kvalita píce se snižuje po vymetání. Velmi dobře snáší sešlapávání, typická tráva pastevních porostů.

Trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv.)

Rozšířen od nížin do horského pásma. Může růst na sušších i vlhčích půdách, ale nevyhovují mu půdy trvale zamokřené. Tráva jarního charakteru. Stébelné výhony vytváří nejenom v první, ale také v dalších sečích. Na rozdíl od předešlých volně trsnatých trav má pomalý vývin. Plně se uplatní ve třetím až čtvrtém roce. Díky kolénkatě zahnutým osinám je osivo téměř nesypatelné a při výsevu je nutné použití strojů s kartáčkovým výsevním ústrojím. V sušších podmínkách poskytuje jisté výnosy. Píce je jemná. Rostliny obsahují metabolit 1,25 dihydroxyvitamin D₃ (analog vitamínu D). Způsobuje onemocnění nazývané enzootická kalcinóza. Zvyšuje se hladina vápníku, fosforu a hořčíku v těle. Srst ztrácí lesk, pohyby zvířat se zpomalují, snižuje se užitkovost. Kalcinogenní účinky se stářím porostu klesají. Nejvyšší jsou při pastervní zralosti (období sloupkování).

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea* L.)

Patří mezi naše nejvyšší trávy. Daří se ji na stanovištích s dostatkem vláhy a živin. Výnosy sena mohou při dostatku živin a vláhy dosáhnout až 20 t.ha⁻¹. Porosty je třeba sklízet na počátku metání.

Lipnice luční (*Poa pratensis* L.)

Lipnice luční je výběžkatá tráva, nízkého vzrůstu. Dlouhými podzemními výběžky (rhizomy) zaplňuje prázdná místa v porostu. Zpočátku se vyznačuje pomalým vývinem, plně se uplatní až od třetího užitkového roku, ale je vytrvalá. Patří mezi druhy s vynikající kvalitou píce. V pastervních porostech doplňuje jilek vytrvalý. Patří k nenáročným druhům. Na loukách a pastvinách najdeme širokolistou lipnici luční (*Poa pratensis* ssp. *eupratensis*). Sušší stanoviště a řídké lesy osídluje úzkolistá forma (*Poa pratensis* ssp. *angustifolia*).

Trávy tropů a subtropů

Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) patří mezi vytrvalé trávy. Dosahuje výšky až 2 m. Původní je v tropické Africe. V současnosti se pěstuje v tropických oblastech po celém světě. Roste až do nadmořské výšky 2500 m. Vyžaduje vysoké srážky (1000 mm). Není náročná na půdy, ale potřebuje dostatek živin. Optimální teplota pro růst je 19 až 23 °C. Obsah NL je v závislosti na fenofázi od 5,3 do 25 %.

Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) je robustní, vytrvalá tráva. Může vytvářet stolony nebo rhizomy. Původní je v subtropické Africe, ale podobně jako Guinea grass byla introdukována do ostatních tropických zemí. Nejlépe roste ve vlhkých tropech při srážkách přes 1500 mm, ale najdeme ji také v oblasti střídavě vlhkých tropů. Období sucha umožňuje přečkat hluboký kořenový systém. Optimální teploty jsou 25–30 °C, minimální teplota je 15 °C. Využití zejména na zelené krmení nebo pro výrobu siláží. Pro pastvu se využívá při výšce 90 cm. Produkce může být až 84 t.ha⁻¹ sušiny, při hnojení až 460 kg.ha⁻¹ N.

Pangola (*Digitaria eriantha* Steudel) se v současné době pěstuje v tropických a subtropických oblastech celého světa. Původní je v Africe. Patří mezi vytrvalé, výběžkaté druhy trav. Výška až 1,5 m. Využívá se pro pastvu, výrobu sena nebo siláží. Konkurenčně velmi silná tráva. Mnohdy vytěsňuje původní druhy trav. Výnosy jsou 11 až 22 t.ha⁻¹ sušiny, ale mohou být až 35 t.ha⁻¹ sušiny.

Vikvovité (*Viciaceae*)

Vikvovité (*Viciaceae*) zaujímají co do potravinářského a krmivářského významu druhé místo hned za čeledí lipnicovitých (*Poaceae*). Pro lidskou výživu se využívají semena fazole, čočky, hrachu nebo sóji. Hrach a sója mají velký význam také v krmivářství. Mnoho druhů je využíváno jako zdroj dřeva (akát). Uplatnění mají v lékařství (komonice lékařská, jetel luční). Motýlokvěté rostliny jsou významným zdrojem potravy pro včely. Využívají se jako technické plodiny na plochách ohrožených erozí (čičorka pestrá). Zvyšují úrodnost chudých stanovišť.

Luskoviny

Bob obecný (*Faba vulgaris* Moench.)

Kořen je silný, kulový, s bočními kořínky, sahá do hloubky 80–140 cm. Lodyha dutá, na průřezu čtyřboká, dosahuje výšky 1,2–2 m, málo větvená, rozvětňuje se ve spodní části. Listy jsou sudozpeřené, jedno až čtyřjařmé, lístky jsou eliptické a celokrajné, malé palisty. Květenstvím je hrozen tvořený dvěma až třinácti bílými květy s černofialovou skvrnou na každém křídle. Plodem je lusk obsahující 3–5 semen. Lusky jsou válcovité až mírně zploštělé, sametově obrvené, při dozrávání kožovité a v době zralosti hnědé až černé. Semena jsou kulovitá, válcovitá až plochá, barva zeleno-hnědá, ale také černofialová až černá. Stářím semena tmavnou a ztrácí lesk.

Bob má vysoké nároky má na vláhu, zejm. v období počátečního růstu. Není náročný na teplo. Dobře se mu daří na stanovištích s vyšší vzdušnou vlhkostí. Vyžaduje neutrální půdy (pH 6,8–7), dostatečně zásobené vápníkem i ostatními živinami. Vyhovují mu půdy těžší, jílovitohlinité, hlubší (kořeny sahají do hloubky 80–140 cm) a humózní. Začíná klíčit při 1–2 °C. Dobře snáší přízemní mrazíky. Nejvyšší výnosy dává v bramborářské a řepařské výrobní oblasti. Ve vyšších polohách se mu daří za předpokladu, že není ohrožen pozdními mrazíky. Klíčit začíná při teplotách 2 °C. Pro nárůst biomasy jsou optimální teploty 20–25 °C. Počáteční růst bobuje rychlý, za 60–70 dnů po zasetí začíná kvést. Pozdější růst je pomalejší, první lusk se tvoří za 80–90 dnů. Zelené zralosti dosahuje za 100–120 dnů, žluté (voskové) až za 140 dnů. V teplejších podmínkách kvete 2–3 týdny, v chladnějších 3–4 týdny.

Příprava půdy spočívá v kvalitní hluboké orbě na podzim. Při předseťové přípravě by nemělo dojít k nadměrnému utužení půdy, které může být spojeno s rozvojem kořenových chorob. Bezprostředně před setím se půda prokypříje na hloubku 8 cm (hloubka setí). Setí počátkem dubna (dobře snáší přízemní mrazíky). Pozdější setí (po polovině dubna) vede k poklesu výnosů. Nepříznivě působí jarní sucha, kdy dochází k zasychání květů a snižuje se obsah živin. Optimální výsevek je u klasických odrůd $0,5 \text{ MKS} \cdot \text{ha}^{-1}$ a u bělokvětých $0,6\text{--}0,7 \text{ MKS} \cdot \text{ha}^{-1}$. Při pěstování jako krycí plodina se snižuje výsevek na $0,4 \text{ MKS} \cdot \text{ha}^{-1}$. V závislosti na velikosti semen to představuje množství $200\text{--}260 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Hloubka setí je u drobnozrnných odrůd 40–50 mm a u velkozrnných 60–100 mm. Šířka řádků 15–30 cm. Po zasetí je dobré provést válení. Opakované vláčení před vzejitím vede k rozrušení půdního škrálopu a omezuje růst plevelů. Vláčet můžeme až do výšky rostlin 10 cm. Hnojení dusíkem není nutné, naopak minerální dusík snižuje tvorbu kořenových hlízek. Maximálně se jednorázově na jaře aplikuje startovací dávka dusíku ve formě síranu amonného v dávce $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Požadovaná zásoba pohotového dusíku zůstává obvykle v půdě i po náročnějších předplodinách (obilniny). Fosfor se aplikuje v dávce $35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a draslík v dávce $50\text{--}60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vyšší dávky draslíku mají negativní vliv na klíčení. Všechna hnojiva je vhodné zapravit do půdy na jaře. Kejdou je možné hnojit v dávce $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V době květu je dobré provádět ochranu proti škůdcům.

Využívá se na výrobu horkovzdušných úsušků, zelené krmení a zejména silážování metodou GPS (silážovaná drť celých rostlin). Sklizeň na siláž je v období hnědnutí lusků (32–35 % sušiny), kdy je 8 a více pater hnědých lusků. Výnos čerstvé píce se pohybuje od 35 do $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Může obsahovat některé přirozené škodlivé látky (taniny, kyanogenní glykosidy).

Hrách setý (*Pisum sativum* L.)

V píceňářství se využívají 2 varianty hrachu setého. Hrách setý zahradní kvete bíle, květy mají žlutý nebo zelený nádech. Hrách setý rolní (peluška) je bohatě olistěný, má tmavošedá semena a kvete červenofialově. Semena pelušky jsou hořká.

Pro píceňářské účely se v současnosti využívá lístkový nebo úponkový hrách. Lístkový hrách se může pěstovat ve směsi s pšenicí (200 kg hrachu a 70 kg pšenice). Doporučen je individuální výsev každé plodiny. Sklizeň je v mléčné zralosti pšenice a zelené zralosti lusků. Úponkový hrách je odolnější vůči poléhání. Pěstuje se v monokultuře (výsev $200\text{--}250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Pěstování monokultury je spojeno s vyšším výnosovým rizikem. Rostliny mohou zaschnout nebo být napadeny chorobami či škůdci. Na druhou stranu odpadá nutnost dvojího setí. Sklizeň je při sušině 22–26 %, hmota se nechává zavadnout na sušinu 33 % a poté se silážuje. Pokud je úponkový hrách pěstován ve směsi s ječmenem (200 kg hrachu a 50 kg ječmene), tak se sklízí při sušině 26–30 %.

Jeteloviny

Biologie jetelovin

Kulový kořen je rozvětven v orniční i podorniční vrstvě. Mezi hluboce kořenící jeteloviny patří vojtěška setá nebo vičenec ligrus (kořenový systém zasahuje do hloubky více jak 2 m), středně hluboce kořenící jeteloviny reprezentuje jetel luční (kořenový systém je v hloubce do 2 m) a mělce kořenící jeteloviny jetel plazivý (kořenový systém je v hloubce do 0,2 m). Velmi významná je symbióza s bakteriemi, které vyvolávají na kořenech tvorbu hlízek (hlízkové bakterie). Jedná se zejména o bakterie rodu *Rhizobium*. Bakterie jsou běžnou součástí mikrobiálního života v půdě, ale bez rostlin nefixují vzdušný dusík. V symbióze s jetelovinami poutají vzdušný dusík a jeho přebytek poskytují rostlinám. Jeteloviny tak nejsou závislé na hnojení dusíkem. Naopak aplikace dusíkatých hnojiv vede k jejich ústupu z porostu. Jeteloviny jsou obecně náročné na dostatek světla, konkurence vysokých druhů trav vede proto k jejich oslabení.

Centrem tvorby nových lodyh je kořenový krček, který se nachází mezi kořenem a bazální nadzemní částí. Podle stavby kořenového krčku je možné jeteloviny rozdělit na trsnaté a výběžkaté. Trsnaté jeteloviny mají vzpřímené až polovzpřímené lodyhy, jedná se o jeteloviny sečného charakteru (vojtěška setá, jetel luční, vičenec ligrus). Výběžkaté jeteloviny mají polovzpřímené lodyhy, poléhavé lodyhy nebo krátké boční výběžky, jedná se o jeteloviny pastevního charakteru (jetel plazivý, štírovník růžkatý, čičorka pestrá).

Lodyhy jsou vzpřímené (vojtěška setá, jetel luční), poléhavé (jetel plazivý), duté (štírovník bažinný) nebo vyplněné dřevem (štírovník růžkatý). Jeteloviny mají značnou kompenzační schopnost. Jestliže klesá počet rostlin na ploše, tak se zvyšuje podíl lodyh na rostlině. Pokles počtu rostlin se tak neodrazí na poklesu výnosů.

Listy jetelovin jsou trojčetné (jetel luční, jetel plazivý, komonice bílá, vojtěška setá), ale bývají i pětičetné (štírovník růžkatý) nebo lichozpeřené (čičorka pestrá, vičenec ligrus). Hmotnostní podíl listů je rozhodující pro kvalitu píce.

Květ jetelovin tvoří člunek, pavéza a křídla. Jeteloviny jsou hmyzosnubné. Květy jsou uspořádány do květenství, kterými jsou hrozen (vojtěška setá), hlávka (jetel luční, jetel plazivý) nebo okolík (štírovník růžkatý).

Generativní orgány jsou ukryté uvnitř květu a přístupné jsou přes určitý opylovací mechanismus. Jsou rozeznávány čtyři typy opylovacích mechanismů (Pelikán et al., 2012).

1. Klapkový mechanismus je jednoduchý systém, kdy tyčinky a blizna jsou tlakem hmyzu vytlačeny z člunku ven a když tlak pomine, vracejí se opět do původní polohy (jetel luční, komonice bílá).

2. Pružinový (explosivní) mechanismus je založen na vymrštění generativních orgánů z člunku. Tyčinky a pestík (generativní sloupek) se z člunku vymrští ven, jakmile hmyz uvolní zámek květu. Generativní orgány se již nevracejí zpět do člunku. K opylení může dojít pouze při jedné návštěvě hmyzu. Další návštěvy jsou již z hlediska opylení neefektivní. Typickým druhem s pružinovým mechanismem je vojtěška setá.
3. Pístový mechanismus je založen na vysunutí generativních orgánů. Tlakem hmyzu na člunek se otvorem v jeho přední části vysune blizna a proužek pylu. Pyl se shromažďuje v hrotu člunku pod otvorem a skupina prašníků působí jako píst, který při návštěvě hmyzu vytlačí pyl z člunku ven (štírovník růžkatý).
4. Kartáčkový mechanismus umožňuje návrat generativních orgánů do původní polohy. Čnělka květu je porostlá systémem chloupků, které působí jako kartáček, na němž se zachycuje pyl a je takto spolu s bliznou vysouván z člunku, jakmile působí tlak těla hmyzu. Když tlak povolí, vše se vrací do původní polohy (hrách, fazol).

Plodem vikvovitých je lusk nebo struk. Lusky mohou být nepukavé nebo pukavé, jednosemenné nebo vícesemenné. Nevýhodou semen je jejich tvrdoslupečnost, tj. určitý podíl tvrdých semen v osivu. Vnější vrstva palisádových buněk v osemení je impregnována suberinem a kutinem způsobujícími tvrdosemennost.

Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.)

Vojtěška setá je rostlinou stepního charakteru, které se daří v sušších podmínkách. Transpirační koeficient je sice 1200, ale velkou část vody potřebné pro tvorbu produkce čerpá z hlubších vrstev. Předpokladem pro pěstování je optimální poměr vody a vzduchu v půdě, propustnost spodiny a nižší hladina spodní vody. Půdy by měly být středně těžké, s dostatkem Ca. Optimální pH půdy je 6,8–7,2. Vojtěška je na orné půdě pěstována v monokultuře nebo ve vojtěškojetelotravních směskách. Potřebu dusíku pokrývá vojtěška z 90 % ze symbiózy. Dusík se dává pouze jako startovací dávky před výsevem a na půdách lehčích, chudých na živiny. Dávka N je v těchto případech 30 kg.ha⁻¹. Přihnojení je možné také k podsevu po sklizni krycí plodiny. Draslík aplikujeme na těžkých půdách do zásoby před podzimní orbou. Na lehčích půdách každoroční aplikace. Fosfor aplikujeme do zásoby na 2–3 roky. Chlévský hnůj je možné aplikovat v dávce 25–30 t.ha⁻¹ a kejdu v dávce 15 t.ha⁻¹. Vojtěška hromadí rezervní látky v době květu. Vytrvalost vojtěšky je možné prodloužit ponecháním poslední seče do doby květu. Platí, že mezi poslední a předposlední sečí by mělo být alespoň 7 týdnů. Důvodem je podpoření vytrvalosti a produkce v dalším roce. Výnosy vojtěšky seté jsou 7,5–9,0 t.ha⁻¹ sušiny. Potenciál vojtěšky je v našich podmínkách

využit pouze z 50–60 %. Podíl sečí na celkové produkci je u čtyřsečných porostů 40 % – 30 % – 20 % – 10 % a u třísečných porostů 40 % – 35 % – 25 %. Kvalita je dána podílem listů a lodyh. Nositelům kvality jsou listy. Lodyhy a listy jsou zhruba stejným podílem zastoupeny ve fázi butonizace. Obsah N-látek ve fázi butonizace je 21,5–23,0 %, obsah vlákniny 24,0–27,0 %, obsah NEL 5,10–5,30 MJ.kg⁻¹ sušiny. Vojtěška obsahuje betakaroten, vitamíny skupiny B, vitamín D, E, C, K. Podobně jako jetel plazivý (*Trifolium repens*) může obsahovat fytoestrogeny. Estrogenní aktivita se snižuje sušením.

Tabulka 2 Kvalita píče vojtěšky seté

Fenofáze	SOH (%)	NEL (MJ.kg ⁻¹ suš.)	NL (g.kg ⁻¹ suš.)	Vláknina (g.kg ⁻¹ suš.)
Před tvorbou pupat	72,8	5,46	289,7	214,4
Počátek butonizace	71,8	5,68	236,2	232,6
Butonizace	70,3	5,30	230,2	243,3
Konec butonizace	70,7	5,38	195,9	247,1
Počátek květu	67,5	4,89	168,6	256,1
Plný květ	67,1	4,68	147,6	275,8
Konec květu	65,5	4,85	156,0	287,4
Po odkvětu	62,6	4,47	119,7	301,2

(Doležal a Skládanka, 2008)

Jetel luční (*Trifolium pratense* L.)

Jetel luční vyžaduje půdy mělké, utuženější, vlhčí, s vyšší hladinou podzemní vody a vyšším obsahem organických látek v půdě. Optimální pH půdy je 6,0. Horizontálně uspořádané pupeny na kořenovém krčku podporují konkurenční schopnost jetele lučního, ale zároveň zvyšují jeho náchylnost k vymrzání. Pěstován je na orné půdě v jetelotavních směskách. Má obdobné nároky na stanoviště jako travní druhy. Dusík je zajištěn díky symbióze s hlízkovými bakteriemi. Fosfor a draslík se aplikuje podle půdní zásoby. Dávka fosforu se pohybuje od 25 do 40 kg⁻¹ a dávka draslíku od 80 do 150 kg.ha⁻¹. Pro posílení kontrakce kořenového krčku do půdy a snížení nebezpečí poškození rostlin nízkými teplotami je dobré provést na jaře válení. Produkce sušiny se u diploidních odrůd (2n) pohybuje od 6 do 8 t.ha⁻¹, produkce tetraploidních odrůd (4n) od 10 do 12 t.ha⁻¹. Potenciál je až 18 t.ha⁻¹ v prvním užitkovém roce. Maximální produkce je v prvním užitkovém roce. Ve druhém užitkovém roce klesá produkce na 60 %. Vytrvalejší bývají tetraploidní odrůdy, které mají také větší obsah vody. Nejvyšší kvalita je na počátku butonizace. Na začátku květu je stravitelnost až 75 %, na konci květu

62 %. Dobrou kvalitu si v období pícní zralosti udržuje po dobu 15–20 dnů. Při sušení na zemi lodyhy pomaleji zasychají a listy se odrolují. Vhodná plodina pro silážování.

Jetel plazivý (*Trifolium repens* L.)

Jetel plazivý je vytrvalý druh, který se rozmnožuje vegetativně. Stolony mohou na uzlinách zakořeňovat. Dosahují délky až 1 m. Patří mezi nenáročné druhy. Roste na loukách i pastvinách. Velmi dobře snáší sešlapávání. Patří mezi druhy s vysokým obsahem živin, zejména dusíkatých látek. Přestože je druhem plnohodnotným, tak obsahuje některé přirozené škodlivé látky (kyanogenní glykosidy, fytoestrogeny). Tyto přirozené škodlivé látky se v seně rozkládají. Po zasetí se vyvíjí pomalu a plně se uplatní ve druhém až třetím užitkovém roce. Na jaře brzy obrůstá. Kvalitu si zachová také v době květu. Na trhu jsou odrůdy formy silvestre, hollandicum a giganteum. Odrůdy formy silvestre jsou nižšího vzrůstu a mají menší listy. Naopak odrůdy formy hollandicum a giganteum mají větší listy, jsou vzrůstnější a dosahují vyšší produkce.

Štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* L.)

Vytrvalost štírovníku růžkatého je vyšší než u ostatních rostlin z čeledi vikvovitých (6–12 let). Ve srovnání s jetelem lučným a jetelem plazivým lépe snáší kyselou půdní reakci. Lépe také odolává suchu. Rozmnožuje se semeny a vegetativními výběžky. Vhodný doplněk trvalých lučních a pastevních porostů. Výnosy jsou o 50 % nižší než u jetele lučního, ale je bohatší na dusíkaté látky, cukry a minerální látky. Pomaleji stárne a kvalitu si uchovává také na počátku květu. Na rozdíl od jiných vikvovitých není jeho příjem spojený s nebezpečím tympanie. Obsažené taniny navíc omezují proteolýzu během silážování. Obsah taninů v píce štírovníku růžkatého je do 3,5 %. Podle Barryho et al. (1986) se příjem píce snižuje až při obsahu taninů vyšším než 5 %.

Tropické druhy jetelovin

Pinto peanut (*Arachis pinto* Krap. a Greg.) je výběžkatá, vytrvalá jetelovina, nižšího vzrůstu. Původní je v Brazílii, ale introdukovaná byla do dalších tropických a subtropických zemí. Využívá se do pastevních porostů. Daří se jí v oblasti střídavě vlhkých tropů. Optimum je 1100 mm srážek, ale velice dobře překonává suchu. Snáší půdy hůře zásobené živinami. Může se pěstovat v jetelotravních směsích, zejména s travami rodu *Brachiaria*.

Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) se využívá jednak v píceňářství jako zdroj objemných krmiv, dále jako jaderné krmivo, ale významné je také další mimoprodukční využití (zdroj palivového dříví, ukládání půdy do křidu). Výška je 7–20 m. Patří mezi široce rozšířené druhy. Roste až do nadmořské výšky 1900 m.

Desmanthus (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd.) dosahuje výšky 2 až 3 m. Původní je v oblasti tropů a subtropů Ameriky, ale rozšířen byl do dalších tropických zemí. Preferuje oblasti ročním úhrnem srážek 1000 až 1500 mm, ale invazním druhem je také v oblastech se srážkami výrazně nižšími (250 mm). Pokud se pravidelně využívá (řez na výšku 5–7,5 cm) vytváří porosty podobné vojtěšce.

Jetelotravní směsky na orné půdě

Pokud jsou horší podmínky pro pěstování jetelovin, tak je vhodnější využít jetelotravní směsky. Jeteloviny ustupují z porostu a trávy je nahrazují. Prodlužujeme počet užitkových let. Čím déle chceme jetelotravní směsku využívat, tím větší počet travních komponentů do směsky zařazujeme. Výnosy a skladbu jetelotravních směsek ovlivňuje způsob založení. Jetelotravní porosty na orné půdě je možné zakládat nejenom čistým výsevem, ale také do krycí plodiny.

Jetelotravní směsky rozšiřují úživný poměr. Tráva je energetická složka a jetel bílkovinná složka. Píce má také vyšší sušinu (22–26 %) a je lépe silážovatelná. Samotný porost jetelovin má sušinu 18–20 %.

Kvalitu píce ovlivňuje zejména hnojení dusíkatými hnojivy. Se zvyšujícími se dávkami dusíku se snižuje obsah sušiny a snižuje se množství vodorozpustných cukrů. Zhoršuje se tak silážovatelnost. Naopak se zvyšuje obsah dusíkatých látek a β -karotenu. Po sklizni krycí plodiny je možné přidat 30–50 kg.ha⁻¹ N. V 1. užitkovém roce aplikujeme 60–80 kg.ha⁻¹ N. Dávku je možné aplikovat jednorázově. Ve druhém užitkovém roce vzhledem k pokračujícímu ústupu jetelovin můžeme zvýšit dávku dusíku až na 200 kg.ha⁻¹ N rozdělenou po jednotlivých sečích. Podpoříme tím travní složku. Fosfor podporuje tvorbu generativních orgánů a ovlivňuje chutnost píce. Dávky P závisí na jeho obsahu v půdě. Aplikujeme od 25 do 50 kg.ha⁻¹ P. Draslík je důležitý při tvorbě energetické složky v krmivech. Zvyšuje odolnost porostu proti vymrzání. Při přehnojení draslíkem hrozí u zvířat řada fyziologických poruch. Přehnojení hrozí při použití kejdy. Podobně jako fosfor aplikujeme draslík podle půdní zásoby. Dávky se pohybují od 100 do 150 kg.ha⁻¹ K.

Termín sklizně a kvalita píce víceletých pícnin

Při sklizni víceletých pícnin je třeba najít kompromis mezi produkcí a kvalitou. Odložení sklizně vede zpravidla ke zvýšení produkce, ale na druhou stranu se

odrazí ve zhoršování kvality píce. Snižování kvality píce vede ke snížení produkce hospodářských zvířat. Opožděním sklizně porostu o 7–10 dnů se sníží produkce mléka u jedné dojnice o 2–3 l na den (Hrabě et al., 2004).

U travních porostů se postupně snižuje podíl listových čepelí a pochev na úkor stébel. U mladého sloupkujícího porostu je stravitelnost listových čepelí, listových pochev a stébel vyrovnaná. Se stářím porostu dochází u stébel k postupnému snižování stravitelnosti. Nositeli živin se stávají listy.

Termín sklizně je třeba volit podle způsobu využití píce. Optimální pastevní zralost je na počátku metání trav. Víceleté pícniny určené ke konzervaci sklízíme v pozdějších vývojových fázích. Neoptimálnější fází pro sklizeň jetelovin je butonizace, tj. nasazení květních poupat. Platí to zejména pro vojtěšku setou a jetel luční. Trávy se sklízí na počátku kvetení. U trvalých travních porostů je sklizeň třeba přizpůsobit podle kvetení dominantního travního druhu. Zohlednit je třeba také pořadí seče. V první seči vytváří stébla a květenství všechny druhy trav a jetelovin. Ve druhé seči se květenství vyvíjí pouze u druhů jarního charakteru. Ozimé druhy trav vytváří pouze listové výhony a nemají tendenci vytvářet stébelné výhony. Srhu laločnatou je třeba v první seči včas sklídit. Po vymetání dochází k rychlé lignifikaci stébel a snížení stravitelnosti. Během jednoho měsíce se může stravitelnost stébel snížit z 86 % na 44 %. Ve druhé a další seči vytváří srha laločnatá pouze listové výhony (tráva ozimého charakteru) a termín sklizně je širší. Zevšeobecňovat nelze ani jednotlivé druhy jetelovin. Zatímco u vojtěšky seté kvalita píce v době květu klesá, tak jetel plazivý si udržuje vyrovnanou kvalitu po celou dobu kvetení. Značné odlišnosti jsou i mezi odrůdami. V rámci jednoho druhu může existovat velká variabilita. Odrůdy jílku vytrvalého mohou kvést od konce května až do počátku července. Tetraploidní odrůdy jetele lučního bývají ve srovnání s diploidními odrůdami pozdější.

Tabulka 3 Termín sloupkování a začátku květu u vybraných druhů trav

Druh	Sloupkování	Začátek květu
Jílek vytrvalý	Červen	Červen
Jílek mnohokvětý	Konec května	Červen
Kostřava luční	Konec května	Druhá polovina června
Srha laločnatá	Druhá polovina května	Konec května
Kostřava rákosovitá	Druhá polovina května	Počátek června
Bojínek luční	Druhý týden v červnu	Konec června
Lipnice luční	První polovina května	Květen
Psárka luční	Duben	Duben až počátek května
Psineček výběžkatý	První polovina června	Konec června
Psineček tenký	První polovina června	Konec června
Kostřava červená	Konec dubna a začátek května	Polovina června

(Wind a Elzebroek, 1989, Regal a Šindelářová, 1970)

U některých kulturních druhů platí větší rozpětí pro sloupkování a kvetení závisující na odrůdě.

Tabulka 4 Obsah (%) dusíkatých látek (NL), vlákniny (VL), acido detergentní vlákniny (ADF) a neutro detergentní vlákniny (NDF) u festulolia, srhy laločnaté a jetele plazivého v první seči

Termín sklizně	Festulium (Felina)				Srha laločnatá (Vega)				Jetele plazivý (Huia)			
	NL	VL	ADF	NDF	NL	VL	ADF	NDF	NL	VL	ADF	NDF
6. 5.	13,5	13,9	21,4	41,7	14,6	20,4	24,3	45,7	22,5	14,1	19,9	23,4
13. 5.	13,3	22,0	26,1	49,0	13,0	25,4	27,6	54,0	21,9	14,6	21,7	24,8
20. 5.	10,9	24,0	26,9	51,1	10,5	28,1	31,4	56,1	19,8	17,6	24,7	25,1
27. 5.	10,6	28,0	34,1	55,0	8,5	33,0	37,3	62,3	19,1	18,8	27,2	29,2
2. 6.	8,0	29,5	32,0	54,7	7,5	33,7	38,4	63,2	17,3	20,1	27,6	29,6

Tabulka 5 Podíl (%) jednotlivých nadzemních částí a stravitelnost organické hmoty (%) u čtyř druhů trav

Termín první seče	Listové čepele		Listové pochvy		Stébla	
	Podíl	SOH	Podíl	SOH	Podíl	SOH
Srha laločnatá						
23. duben	67	79	21	81	0	-
29. květen	27	70	19	65	29	65
2. červenec	20	66	13	58	35	44
Jílek vytrvalý						
27. duben	70	83	25	87	5	-
19. květen	31	82	16	77	34	75
11. červen	11	79	9	68	42	64
Bojínek luční						
5. květen	85	83	12	86	0	-
26. květen	50	79	24	70	22	85
20. červen	20	77	22	59	38	65
Kostráva rákosovitá						
19. duben	56	84	33	78	11	86
10. květen	40	80	24	65	36	76
1. červen	20	76	18	63	63	64

(Terry and Tilley in Bruinenberg et al., 2002)

V tabulce nejsou zahrnuty odumřelé listy a květenství.

Píce z travních porostů může být kontaminována plísněmi. Výskyt plísní zaznamenáváme v průběhu celého vegetačního období, ale nejvíce bývají travní porosty napadeny na podzim. Výskyt plísní přináší riziko mykotoxinů. Mykotoxiny jsou sekundární metabolity hub. Jeden druh plísně je schopný produkovat více různých mykotoxinů. Neexistuje přitom souvislost mezi množstvím plísní a obsahem mykotoxinů. Jinými slovy porosty silně napadené plísněmi nemusí obsahovat žádné mykotoxiny a naopak v porostech napadených minimálně můžeme detekovat zvýšené množství mykotoxinů. V této souvislosti je třeba si uvědomit, že produkce mykotoxinů je reakce plísní na stresové podmínky, třeba zvýšené teploty. Míru napadení libovolného substrátu plísněmi můžeme kvantifikovat prostřednictvím ergosterolu. Ergosterol je steroidní komponent membrán a je produkován vyššími i nižšími houbami. Rostlinami není produkován. Výskyt mykotoxinu je tedy možné spojit s výskytem plísní v krmivech nebo potravinách. V našich pokusech jsme srovnávali tři různé druhy trav a výskyt ergosterolu a mykotoxinu zearalenonu na konci vegetačního období v závislosti na intenzitě využívání travních porostů v létě. Obsah ergosterolu a tím také úroveň napadení travního porostu plísněmi se zvyšovala od října do prosince. Přitom byl rozdíl mezi hodnocenými druhy trav. Nejméně bylo plísněmi napadeno festulium (*Festuca arundinacea* x *Lolium multiflorum*). Zřejmý je také nižší obsah ergosterolu u dvousečných porostů (sklizeň počátkem června a počátkem srpna) než u jednosečných porostů (sklizeň pouze počátkem června). Mykotoxin zearalenon byl detekován u všech hodnocených druhů trav. Nejvyšší výskyt byl u ovsíku vyvýšeného, ale zjištěn byl také u festulolia.

Tabulka 6 Obsah ergosterolu (mg.kg⁻¹ sušiny) a zearalenonu (mg.kg⁻¹ sušiny) v porostech festulolia, srhy laločnaté a ovsíku vyvýšeného na konci vegetačního období v závislosti na intenzitě využití travního porostu v létě

Termín sklizně	ergosterol		zearalenon	
	jednosečný	dvousečný	jednosečný	dvousečný
Festulium (Felina)				
Říjen	91,6	21,1	0,703	0,000
Listopad	113,1	49,5	0,000	0,000
Prosinec	217,3	167,7	0,649	0,791
Srha laločnatá (Vega)				
Říjen	73,6	47,1	0,205	0,520
Listopad	103,2	74,5	0,000	0,056
Prosinec	293,2	282,7	0,467	0,496
Ovsík vyvýšený				
Říjen	72,9	39,8	0,000	0,975
Listopad	85,0	74,9	0,000	1,220
Prosinec	238,5	326,1	2,654	4,474

Trvalé travní porosty

Druhovú skladbu trvalých travních porostů

Základní složkou trvalého travního porostu jsou trávy. Kromě hustého drnu vytvářejí také hustou síť svazčitých kořenů, které výrazně zvyšují odolnost půdy proti erozi. K méně hodnotným druhům jsou řazeny **hustě trsnaté trávy**. Vytvářejí malý objem píče podřadné kvality. Typická je jejich vytrvalost a odolnost vůči nepříznivým klimatickým podmínkám. Typickým zástupcem hustě trsnatých trav je metlice trsnatá. Při pastvě ovcí se rozšiřuje smilka tuhá. Vysoká produkce píče je charakteristická pro **volně trsnaté trávy**. Některé druhy volně trsnatých trav ustupují z porostu, pokud je u nich omezená možnost vysemeňování (ovsík vyvýšený, bojínek luční nebo kostřava luční). Některé druhy volně trsnatých trav se v porostu udrží více než 10 let i bez možnosti vysemeňování. Vytrvalým druhem je srha laločnatá nebo trojštět žlutavý. Při dostatku živin se v porostech bez problémů udrží také kostřava rákosovitá a jejich hybridy. Mezi vytrvalé druhy v pastevních porostech patří také jilek vytrvalý, ale jeho výskyt je limitován náchylností k vymrzání a houbovými chorobami. **Výběžkaté trávy** se vyznačují pomalým počátečním vývinem, ale jejich nesporný přínos je v zaplňování prázdných míst a tím snižování mezerovitosti porostu. Velmi dobře snášejí časté využívání. Mezi výběžkaté trávy patří lipnice luční, psárka luční, kostřava rákosovitá nebo kostřava červená. Neodmyslitelnou součástí trvalých travních porostů jsou **jeteloviny**. Díky symbióze s hlízkovými bakteriemi fixují vzdušný dusík. Podle Hraběte a Buchgrabera (2004) je na 1 % dominance jetelovin v travním porostu získáno 3 kg N. Jeteloviny mají vysoký obsah dusíkatých látek (NL) a vysokou stravitelnost. Typickým zástupcem v pastevních porostech je jetel plazivý, který zvyšuje nutriční hodnotu a chuť pastevní píče. Nicméně vysoký podíl jetele plazivého v krmné dávce může vést ke zdravotním problémům u pasených zvířat. Nepříznivý účinek na zdravotní stav má díky vysokému zastoupení kyanogenních glykosidů (linamarin a lotaustralin) a sekundárních metabolitů s estrogenní aktivitou (kumestany a isoflavony). Jeteloviny potřebují ke svému růstu dostatek světla. Nízký jetel plazivý se hůře uplatňuje v lučních porostech, kde jsou přítomny vysoké trávy. Na loukách najdeme jetel luční. Samozřejmě součástí travních porostů bývají **byliny**, ale jejich podíl se snižuje při vyšší intenzitě využívání a hnojení. Hodnotným druhem je Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), který je nejenom chutný pro hospodářská zvířata, ale má významné léčivé účinky (působí antibakteriálně, léčení ran, podporuje tvorbu žaludečních šťáv). Chutným a hodnotným druhem je kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*) využívaný jako léčivka při poruchách menstruace nebo jako hojivý prostředek na rány. Řebříček obecný (*Achillea millefolium*) je velmi chutný v mladém stavu, ale stářím klesá jeho stravitelnost. Hodnotný je do 10 % v porostu před květem. Jako léčivka posiluje cévní systém

a používá se při žaludečních problémech. Hodnotným druhem je pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*), při podílu v porostu do 10 % má pozitivní vliv na užítkovost zvířat. Jako léčivka podporuje tvorbu a uvolňování žluči a činnost ledvin. Hodnotnými druhy jsou dále šťovík kyselý (*Rumex acetosa*), krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*), kmín kořený (*Carum carvi*) nebo kerblík lesní (*Anhriscus sylvestris*). Méně hodnotné druhy mají nízkou krmnou hodnotu, ale mnohdy plní funkci estetickou nebo patří mezi léčivé druhy, kohoutek luční (*Lychnis flo-cuculi*), kopretina bílá (*Chrysanthemum leucanthemum*), mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*). Jedovatým druhům se zvířata na pastvě většinou vyhýbají. Sušením nebo silážováním mohou ztrácet svoji jedovatost. Pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*) roste na vlhkých loukách a pastvinách. Obsahuje jedovatý protoanemonin, který působí tlumivě na nervový systém, vyvolává zažívací potíže a koliky. Sušením se protoanemonin rozkládá na anemonin, který není toxický. Kýchavice bílá (*Veratrum album*) roste ve vyšších polohách. Alkaloid protoveratrin vyvolává zažívací obtíže, otrava končí zástavou dechu a srdečního tepu. Od nížin do subalpinského pásma rostou různé druhy starčeků (*Senecio* ssp.). Alkaloidy senecionin a senecifyllin se rozkládají v játrech za vzniku pyrolů, které mají hepatotoxický účinek. Kromě nekrozy jaterních buněk dochází k poruchám CNS. Sušením se toxicita starčeků neztrácí.

Jednotlivé druhy v travních porostech je možné dělit podle různých kritérií. Liší se svými nároky na ekologické podmínky stanoviště a svojí krmnou hodnotou.

Základ hodnocení druhů podle krmné hodnoty vytvořil Klapp et al. (1953). Plnohodnotné druhy mají $Kh = 8$. Jedná se o kulturní druhy trav a jetelovin, mezi které se řadí bojínek luční, lipnice luční, jílek vytrvalý nebo jetel plazivý. Mezi hodnotné druhy ($Kh = 6-7$) patří srha laločnatá, psárka luční nebo jitrocel kopinatý. Méně hodnotné druhy ($Kh = 4-5$) reprezentuje kostřava červená, kontryhel obecný, řebříček obecný nebo pampeliška lékařská. Mezi velmi málo hodnotné až méně hodnotné druhy ($Kh = 1-3$) patří tomka vonná nebo kohoutek luční. Škodlivé až bezcenné druhy ($Kh=0$) reprezentují šťovík kadeřavý, šťovík alpský a šťovík tupolistý. Jedovaté druhy mají krmnou hodnotu - 1. Jako mírně jedovaté můžeme označit pryskyřník plazivý nebo třezalku tečkovanou. Mezi smrtelně jedovaté druhy patří starček přímětník.

Z hlediska vláhového režimu můžeme stanoviště rozdělit na xerofytní, mezoxerofytní, mezofytní, mezohygrofytní, hygrofytní.

Xerofytní stanoviště najdeme na vysýchavých jižních svazích. Odkázané jsou na atmosferické srážky. Vyskytují se zde stepní a polostepní druhy (úzkolisté kostřavy, kavyly, mačka ladní, pryšec chvojka). Tyto porosty najdeme v kukuřičné výrobní oblasti nebo řepařské výrobní oblasti. Vhodné jsou pro extenzivní pastvu ovcí z jara. Výnos kolem $1,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sena.

Mezoxerofytní stanoviště jsou také odkázané na atmosferické srážky, ale roční úhrn srážek je zde kolem 700 mm. Nedostatek vláhy působí negativně zejména

v letních měsících. Vyskytují se zde úzkolisté kostřavy, ovsík vyvýšený nebo trojštět žlutavý. Využívají se jako luční nebo pastevní porosty. Výnos je kolem 2,2 t.ha⁻¹ sena. Efektivní je jarní hnojení.

Mezofytní stanoviště mají optimální stav vodního režimu. Hladina spodní vody je podle půdního druhu od 40 cm (lehké půdy) do 80 cm (těžké půdy). Vyskytují se zde kvalitní pícní trávy (jílek vytrvalý, lipnice luční) a jeteloviny (jetel plazivý). Využívají se jako luční nebo pastevní porosty. Výnos je kolem 3,0 t.ha⁻¹ sena. Hnojení je efektivní.

Mezohygrofytní stanoviště jsou mírně zamokřené. Na jaře a na podzim je hladina spodní vody ke kořenové zóně trav. Na půdách bohatších na živiny roste psárka luční nebo chrastice rákosovitá. Porosty jsou vhodné pro luční využití. Na chudších půdách bývá ostřice, sítiny, metlice trsnatá nebo přeslička bahenní. Na nehnojených stanovištích je dosahován výnos kolem 3,3 t.ha⁻¹ sena.

Hygrofytní stanoviště mají celoroční přebytek vláhy a nedostatek vzduchu. Chybí zde kulturní trávy a jeteloviny. Nejsou vhodné k pastvě.

Podle výživného režimu je možné stanoviště rozdělit na oligotrofní, mezo oligotrofní, mezotrofní, mezoeutrofní a eutrofní.

Oligotrofní půdy se vyznačují velmi nízkou zásobou přijatelných živin. Neuplatňují se zde kulturní trávy a jeteloviny. Jsou zde převážně nenáročné trávy (smilka tuhá, kostřava ovčí, metlička křivolaká) a byliny (vřes obecný). Výnos zde je kolem 1,2 t.ha⁻¹ sena. Porosty se využívají zejména k pastvě. Účinnost dodávaných živin je nízká. Efektivní je košárování, které vede ke zvýšení mikrobiální aktivity.

Mezo oligotrofní půdy se vyznačují malou zásobou přístupných živin. Kulturní trávy zde mají nízkou vitalitu. Uplatňuje se zde zejména kostřava červená. Z dalších druhů trav psineček tenký, pohánka hřebenitá, medyněk vlnatý. Z jetelovin zde najdeme štírovník růžkatý a z bylin mateřídoušky. Na těchto stanovištích bývají květnaté louky, mohou se přepásat. Výnos bývá kolem 2,2 t.ha⁻¹ sena. V případě přítomnosti kulturních druhů může být efektivní hnojení.

Mezotrofní půdy mají střední zásobu přijatelných živin. Daří se zde kulturním druhům trav (kostřava červená, lipnice luční, kostřava luční, trojštět žlutavý) a jetelovin (jetel luční, jetel plazivý). Z bylin bývá zastoupen jitrocel větší nebo kontryhel obecný. Porosty je možné využívat jako louky nebo jako pastviny. Výnos bývá kolem 3,2 t.ha⁻¹ sena. Výnosy je možné zvýšit hnojením.

Mezoeutrofní půdy mají optimální výživný režim pro vysoké trávy (psárka luční nebo srha laločnatá). Porosty využívány jako louky. Na sušších stanovištích se dají využít pro pastvu. Výnos sena bývá kolem 5,3 t.ha⁻¹. Hnojení bývá vysoce efektivní.

Eutrofní půdy mají vysokou zásobu živin. Jedná se o travní porosty po vyšších dávkách statkových hnojiv. V půdě bývá často nadbytek draslíku. Vysoký obsah

draslíku bývá také v píci. Porosty tvoří psárka luční nebo srha říznačka. Z bylin se často objevuje kakost luční, kopřiva dvoudomá a šťovíky.

Ošetřování trvalých travních porostů

Základním pratotechnickým opatřením směřujícím k udržení hodnotných druhů v travních porostech patří pravidelné sečení, resp. pastva. Včasná seč realizovaná ve fázi metání dominantních druhů trav vede k získání biomasy bohaté na živiny. Sečení travních porostů je třeba realizovat před vysemeněním málo hodnotných bylin, které snižují nutriční hodnotu píce a kvalitu travního porostu. Odložení termínu 1. seče vede k poklesu kvality trav, resp. jetelovin. Jednotlivé druhy se přitom liší v rychlosti stárnutí. Srha laločnatá patří k druhům s rychlým poklesem kvality píce v době metání. Kvetoucí srha laločnatá se vyznačuje vysokým obsahem vlákniny a jejich nestravitelných frakcí. Méně dramatické změny mohou nastávat u jetelovin, konkrétně u jetele plazivého, kde se kvalita píce v době květu snižuje pozvolna. Změny obsahu organických živin v průběhu měsíce května u vybraných druhů trav a jetele plazivého můžeme porovnat v tab. 1. Zřejmé je výrazné zvýšení obsahu vlákniny a jejich frakcí u srhy laločnaté ve srovnání s festuloliem. Obsah vlákniny u srhy laločnaté se počátkem června dostává na úroveň 34 %. Naopak píce jetele plazivého obsahuje ve stejném období kolem 20 % vlákniny. Neplatí to ovšem pro všechny druhy jetelovin. V případě vojtěšky seté dochází v době květu, podobně jako u srhy laločnaté, k poklesu obsahu živin a zvýšení obsahu nestravitelných frakcí vlákniny (tab. 2). Vlákna má vztah ke stravitelnosti organické hmoty. Zvyšování obsahu vlákniny koreluje se snižováním stravitelnosti. Pozdě sklizené porosty s vysokým obsahem vlákniny bývají více napadány plísněmi a je zde vyšší riziko výskytu mykotoxinů. Smykování nemá přímý vliv na kvalitu píce, ale díky urovnání povrchu a rozhrnutí krtinců na jaře zajistíme rovnoměrnou výšku strniště a zabráníme kontaminaci sklizené píce zeminou, která má v případě následné konzervace negativní vliv na silážní proces. Vlácení vede k prokypření povrchu půdy, ale může vést také k poškození odnožovacích uzlin. Pro vlácení travních porostů je vhodné využívat prutové brány, které je možné spojit s přesevem. Přesevem můžeme přímo ovlivnit kvalitu travního porostu. Jedná se o rozhození osiva na široko do mezerovitého travního drnu. Využít je třeba druhy s rychlým vývojem, jako je jílek vytrvalý, který vzchází do 7 dní a porosty rychle zapojí. Kvalitu travního porostu můžeme přímo ovlivnit také přísevem, kdy je travní drn částečně narušen. Technologie přísevu umožňují tvorbu různě širokých štěrbin nebo brázd. Čím radikálnější je narušení původního travního drnu, tím větší je úspěch přísevu. Pro přísevy můžeme využít i druhy s pomalejším vývojem. Aplikací herbicidů kontrolujeme invazní druhy a bezcenné druhy v travních porostech. V této souvislosti máme na mysli zejména šťovíky. Kromě využití selektivních herbicidů je možné při obnově

travních porostů využít také totální herbicidy. Herbicidy s totálním účinkem využíváme při zaorávání původního travního drnu, ale můžeme je využívat také před použitím bezorebných technologií. Totální herbicidy, jako je Roundup, působí systémově přes listy a nezanechávají rezidua v půdě. Obsah živin v píci travních porostů můžeme významně ovlivnit hnojením. Hnojení jednak ovlivňuje druhovou skladbu a jednak přímo ovlivňuje obsah živin v píci, konkrétně má aplikace dusíku (N) vliv na obsah dusíkatých látek (NL). Ve vztahu k druhové skladbě porostu dusík (N) příznivě působí na růst a odnožování trav, fosfor (P) a draslík (K) podporují jeteloviny a byliny. P a K aplikujeme podle zásoby půdních živin. Dávky N upravujeme podle podílu jetelovin, 1 % jetelovin v travních porostech je schopné fixovat až 3 kg/ha-1 dusíku. Jeteloviny v travních porostech tedy zvyšují nejenom kvalitu píce, ale snižují také potřebu hnojení. Pro hnojení travních porostů je možné využít kejdu i chlévský hnůj. Jednorázové množství kejdy by nemělo přesáhnout 60 tun/ha. V případě kejdy skotu je třeba brát ohled na vyšší obsah draslíku (K), aby nedošlo k přehnojení porostu. Nevyvážená aplikace dusíku a draslíku vede k rozšíření některých méně hodnotných bylin, jako je kakost luční. Chlévský hnůj podporuje růst jetelovin. Dávka chlévského hnoje je na jaře 15 t/ha a na podzim 20 t/ha.

Brukvovité (*Brassicaceae*)

Čeď brukvovité (*Brassicaceae*) zahrnuje řadu druhů dvouděložných rostlin, které najdeme převážně v mírném pásmu severní polokoule. Jsou široce využívány v potravinářském průmyslu, jako technické plodiny a v krmivářství. Jedná se o významné medonosné plodiny. Rostliny jsou bohaté na vitamín C. V lidské výživě se využívá řada druhů (květák, zelí, kapusta, řepka, hořčice, kedlubna).

Typickou obsahovou látkou jsou glukosinoláty. Glukosinoláty jsou významnými škodlivými složkami krmiv, zejména semen řepky. Pěstováním odrůd řepky s velmi nízkým obsahem glukosinolátů byly škodlivé účinky významně sníženy, ale nejsou zcela vyloučeny.

Významnou brukvovitou rostlinou je řepka ozimá a řepka jarní (*Brassica napus* L. var. *arvensis* Lam. (Thell)). Tato plodina je důležitá nejenom pro lidskou výživu, výrobu biopaliv nebo v krmivářském průmyslu, ale je také významnou píceňinou. Řepka byla používána jako běžná součást plynulých pásů zeleného krmění. Představovala významný zdroj čerstvé píce v jarním období a na podzim. Klasické zelené pásy již nejsou běžnou součástí zemědělské praxe, ale řepka jako zdroj píce může mít stále svůj význam, ve světě je využívána pro prodloužení pastevního období nebo pro časnou jarní pastvu. Využívána je také při sněhové pokrývce. Představuje bohatý zdroj dusíkatých látek (NL) a minerálních

látek. Nevýhodou jsou obsažené antinutriční látky. Glukosinoláty představují významnou skupinu sírných sekundárních metabolitů s toxickými účinky, které navíc mohou negativně ovlivňovat chutnost píce. Pro pícninářské účely pěstujeme řepku zejména jako meziplodinu. Význam meziplodin spočívá ve vysoké produkční schopnosti při časově krátké vegetační době, přísunu organické hmoty do půdy, kdy je řepka alternativním zdrojem za organická hnojiva (zelené hnojení), zvýšení úrodnosti půdy, protierozním účinku, zadržování půdní vláhy a omezování šíření plevelů. Představuje také významný krajinnotvorný prvek a brání vyplavování nitrátů do spodních vod. V pícninářství můžeme využívat formy jarního i ozimého charakteru. Řepka pro pícninářské využití může být ke krmení pěstována jako hlavní plodina. Optimální je její pěstování ve směsi s jíllem mnohokvětým. Po sklizni řepy získáme ještě další seč jílků. Jako ozimá meziplodina může být pěstována ve směsi s ozimou obilninou. Pro podzimní zdroj píce je pěstována jako letní nebo strnisková meziplodina. Limitujícím činitelem pro pěstování letních meziplodin jsou vláhové podmínky, pro ozimé meziplodiny jejich přezimování. Výsevek řepky je $12 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, hloubka setí 15–20 mm. Výnos ozimé řepky je 25–30 t.ha⁻¹ zelené píce při 15 % sušiny. Řepky pěstované jako strniskové meziplodiny poskytují výnos 15–20 t.ha⁻¹ zelené píce při 10–13 % sušiny. Optimální pícninářská zralost ozimé řepky je před začátkem květu (nejvyšší výnos živin z jednotky plochy), ale porosty řepky je možné využít již relativně krátce po výsevu. Jarní řepku sklízíme za 70–80 dnů. Sklizená píce musí být zkrmena přímo, bez meziskladování. Při skladování řepky dochází k redukci nitrátů na toxické nitrity.

Brukvovité pícniny, včetně řepky, jsou velmi vhodné pro prodloužení pastevního období. Za tímto účelem jsou brukvovité pícniny pěstovány jako letní nebo strniskové meziplodiny. Význam meziplodin ve výživě zvířat se projevuje hlavně v klimaticky méně příznivých letech. Podle Zemana et al. (2006) vyhovují spíše požadavkům zvířat s průměrnou užitkovostí a požadavkům kladeným na ekologické chovy.

V našich pokusech jsme se zabývali hodnocením kvality píce letních meziplodin v měsících říjnu, listopadu a prosinci. Srovnávána byla kvalita píce ozimé řepky (Akela a Liratop), jarní řepky pastevního typu (Sparta a Orly), jarní řepky sečného typu (Peranova a Liformum), jílků jednoletého (Andy a Livet) a jílků mnohokvětého (Fabio a Zorro). Výsev probíhal koncem července. Před výsevem bylo aplikováno $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N, $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P a $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K. Sklizeň probíhala v měsících říjnu (po 70 dnech), listopadu (po 100 dnech) a prosinci (po 130 dnech).

Výnosy sušiny byly u řepky ve srovnání s jílků nižší ($P < 0,05$). V hodnocených měsících říjnu – prosinci se výnosy sušiny u řepky ozimé pohybovaly kolem $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zelené hmoty). Nejvyšších výnosů sušiny dosahovala řepka jarní pastevní, v měsíci listopadu to byly $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zelené hmoty). Jílek jednoletý a jílek mnohokvětý dosáhly jako letní meziplodiny na podzim výnosu sušiny od 3,3 do $4,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ale od října do prosince byl patrný pokles ($P < 0,05$) výnosů daný odumíráním listů. Toto odumírání je spojené také s poklesem kvality píce. V případě

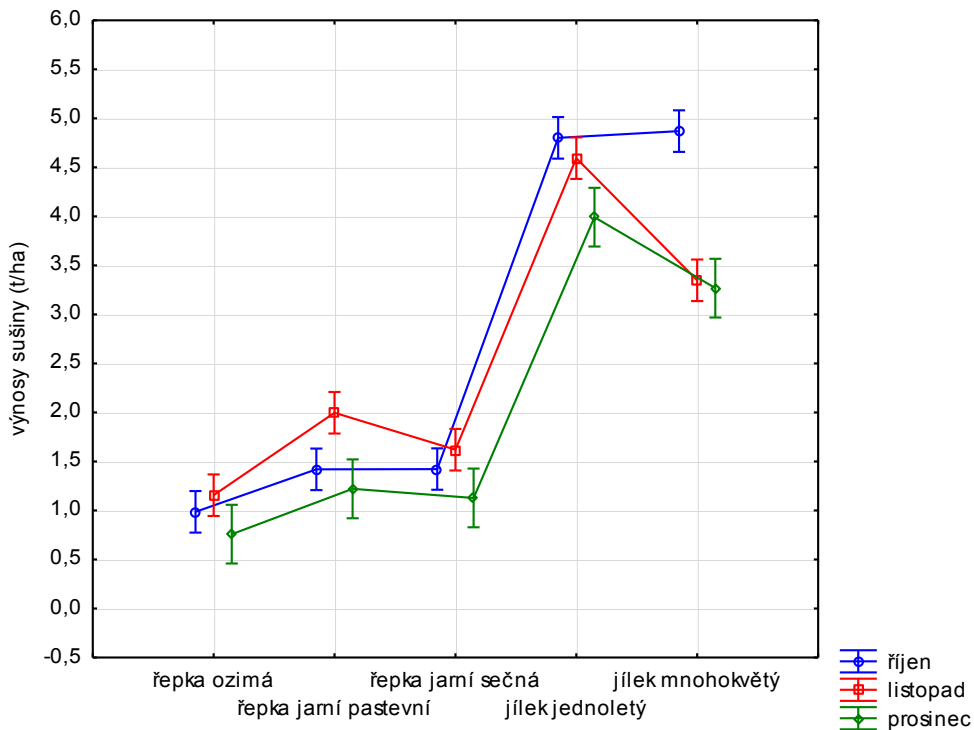
řepky je možné výnosy v říjnu a prosinci označit za srovnatelné. Důležitý je pohled na kvalitu píce. Delší stonky u *Brassicaceae* mohou mít pozitivní vliv na kvalitu píce. V případě řepky může v průběhu podzimu dokonce dojít ke zvýšení kvality píce. V případě našeho experimentu byla kvalita ovlivněna ročníkem, ale i tak byl zřejmý vyšší ($P < 0,01$) obsah NL u hodnocených odrůd řepky ve srovnání s jílkou. V případě NEL nabízí porovnání dvou hodnocených let odlišné závěry. Zatímco v prvním hodnoceném roce byl vyšší ($P < 0,05$) obsah NEL u jílků, tak při opakování pokusu v roce následujícím byl obsah NEL nejvyšší u řepky jarní pastevní. Kromě obsahu organických živin byl hodnocen také obsah ergosterolu. Ergosterol je součástí membrán hub, včetně plísní. Přítomnost ergosterolu ve zkoumaných vzorcích je možné spojit s výskytem plísní. Čím vyšší obsah ergosterolu, tím vyšší napadení plísními. V tomto směru jsou řepky mnohem odolnější vůči plísním než jílkou. Podívejme se ještě na kvalitu píce řepky a jílků pouze v měsíci listopadu, kdy řepky dosáhly nejvyšší produkce sušiny. Vezmeme-li průměrné hodnoty ze dvou let, tak řepka jarní pastevní má vyšší obsah NEL než jílkou. Řepka ozimá i řepka jarní mají vyšší ($P < 0,05$) obsah NL (obr. 3). Jednoznačně je vidět vyšší ($P < 0,05$) obsah ergosterolu u jílků než u řepky. Odolnost řepky vůči plísním může být dána přítomností štěpných produktů glukosinolátů. Pro toto konstatování svědčí také skutečnost, že hodnocená odrůdy řepky ozimé a řepky jarní pastevní patří k odrůdám s nízkým obsahem kyseliny erukové a glukosinolátů. Naopak hodnocené odrůdy řepky jarní sečné nepatří mezi „dvounulky“, což se odrazilo v nižším obsahu ergosterolu, tj. vyšší odolnosti vůči patogenům.

Tabulka 7 Srovnání obsahu NL, NEL a ergosterolu u řepky a jílků pěstovaných jako letní meziplodiny na konci vegetačního období v letech 2004 a 2005

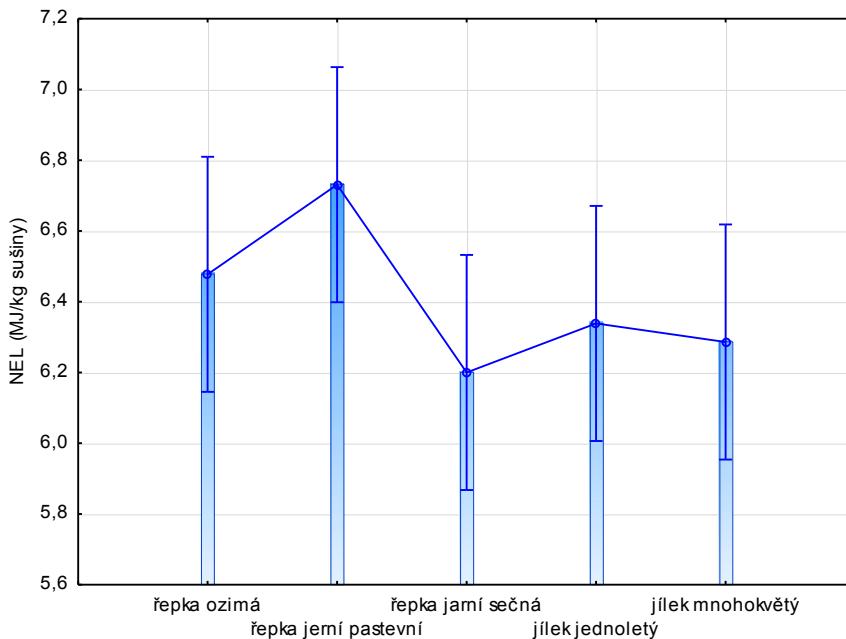
Faktor	2004			2005		
	NL %	NEL MJ.kg ⁻¹ suš.	Ergosterol mg.kg ⁻¹ suš.	NL %	NEL MJ.kg ⁻¹ suš.	Ergosterol mg.kg ⁻¹ suš.
Druh						
Řepka ozimá	28,75 ^a	5,61 ^a	7,63 ^a	16,85 ^a	6,91 ^{ab}	16,93 ^{ab}
Řepka jarní pastevní	26,62 ^b	5,80 ^{ab}	1,93 ^a	13,15 ^b	7,04 ^a	10,56 ^{ac}
Řepka jarní sečná	26,50 ^b	5,42 ^a	2,98 ^a	11,02 ^c	6,41 ^b	3,40 ^c
Jílek jednoletý	20,83 ^c	6,64 ^c	16,56 ^b	10,76 ^c	6,77 ^{ab}	21,81 ^b
Jílek mnohokvětý	20,58 ^c	6,19 ^b	16,74 ^b	11,13 ^c	6,83 ^{ab}	18,88 ^{ab}
Podzim						
Říjen	25,37 ^a	5,72 ^a	7,85 ^{ab}	12,69	6,47 ^a	9,12
Listopad	25,05 ^a	5,70 ^a	6,85 ^a	12,48	7,12 ^b	19,51
Prosinec	23,54 ^b	6,39 ^b	12,80 ^b	-	-	-

Rozdíly mezi průměrnými hodnotami ve sloupcích s různými indexy (a,b,c) jsou průkazné na hladině $P < 0,05$

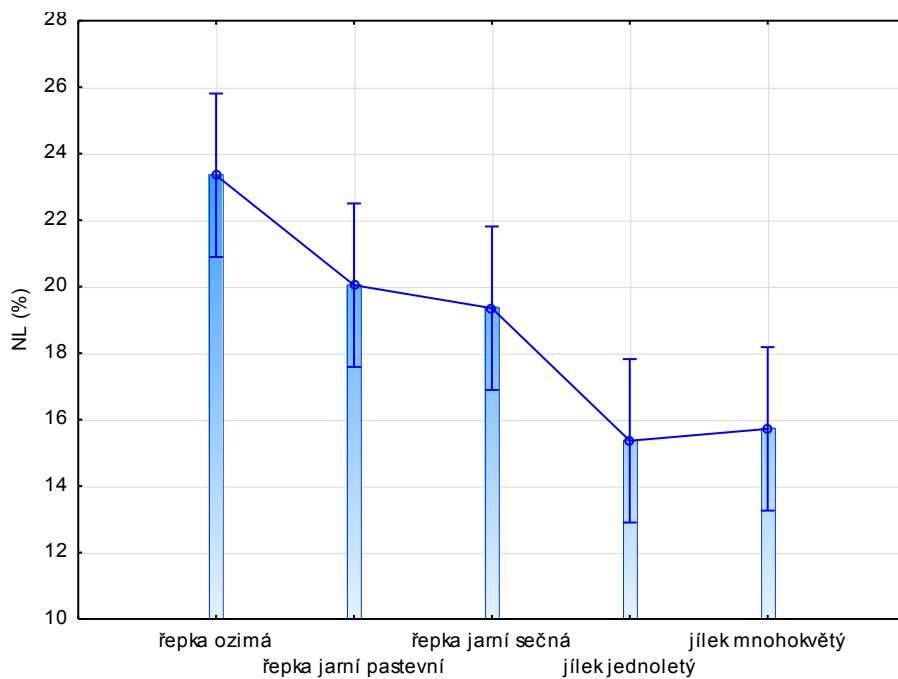
Obrázek 1 Srovnání průměrných výnosů sušiny (t/ha) u řepky a jílku pěstovaných jako letní meziplodiny v říjnu, listopadu a prosinci



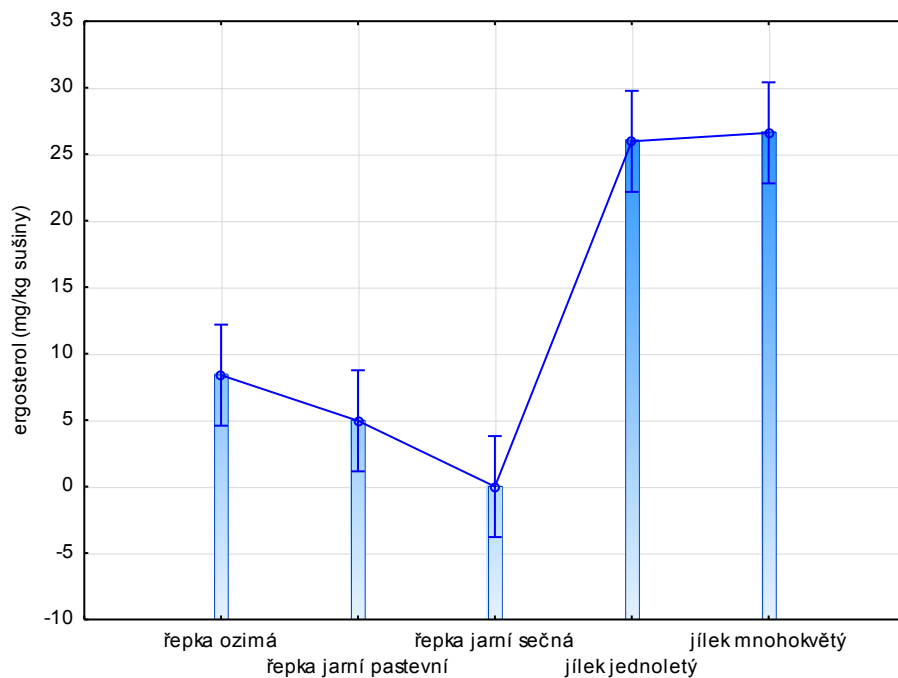
Obrázek 2 Srovnání průměrného obsahu NEL u řepky a jílku pěstovaných jako letní meziplodiny počátkem listopadu



Obrázek 3 Srovnání průměrného obsahu NL u řepek a jílek pěstovaných jako letní meziplodiny počátkem listopadu



Obrázek 4 Srovnání průměrného obsahu ergosterolu u řepek a jílek pěstovaných jako letní meziplodiny počátkem listopadu



Merlíkovité (*Chenopodiaceae*)

Merlíkovité (*Chenopodiaceae*) jsou podobně jako brukvovité (*Brassicaceae*) využívány v potravinářství, krmivářství i jako technické plodiny.

Krmná řepa (*Beta vulgaris L. ssp. esculenta var. crassa*) patří mezi významné krmné okopaniny. Bulvy krmné řepy poskytují objemné sacharidové krmivo vhodné do zimních krmných dávek pro všechny druhy přežvýkavců. Může se zařazovat také do krmných dávek pro prasata, drůbež, králíky a jiná drobná zvířata. Je krmivem energetickým zchutňujícím krmnou dávku, působí pozitivně na produkci mléka, přírůstky zvířat, v přiměřeném množství působí dieteticky a ovlivňuje kladně zdravotní stav hospodářských zvířat.

Bulvu řepy tvoří:

1. korunka neboli hlava (epikotyl) nesoucí listy a vegetační pupeny (očka),
2. krk (hypokotyl), jenž je ztluštělým článkem stonku a tvoří přechod mezi hlavou a kořenem,
3. vlastní kořen (radix), z něhož rostou další postranní kořínky.

Hlavní části bulvy jsou u různých odrůd krmné řepy vyvinuty odlišně. U odrůd polocukrovek a krmných obsahových cukrovek tvoří hlavní hmotu bulvy vlastní kořen, kdežto hypokotyl je poměrně krátký, takže epikotyl a hypokotyl vystupují jen málo nad půdu. Přechodné typy odrůd mají hypokotyl více vyvinutý a vystupuje značně nad povrch půdy. U objemových, válcovitých typů odrůd krmné řepy tvoří hlavní hmotu bulvy hypokotyl, který vystupuje téměř úplně nad povrch půdy.

Rozložení živin v bulvě krmné řepy je rozdílné. Ve vrstvě parenchymatických buněk mezi kruhy cévních svazků je obsaženo méně cukru než v buňkách cévních svazků a buňkách základního parenchymu. V dužnině bulvy krmné řepy bývá obvykle 6-9 kruhů cévních svazků, které jsou proti kořenu cukrovky rozmístěny řidčeji, a proto je v bulvách krmné řepy odrůd objemového typu méně cukru než v krmných polocukrovkách a cukrovkách obsahového typu (KOSAŘ, 1985). Výnosy krmné řepy jsou přímo ovlivněny listovou plochou (indexem LAI). Nejintenzivnější růst kořenů je v červenci a srpnu. V tomto období má listová plocha největší vliv na přírůstky kořenů krmné řepy. Nejnižší vliv na přírůstky kořenů má listová plocha na konci vegetačního období krmné řepy (ROLLER a PULKRABEK, 1999). Mezi nejvýnosnější odrůdy krmné řepy patří odrůda Hako. Vysokou produkci má také Bučanský žlutý válec, Monro, Jamon nebo Kostelecká Barres (HONSOVÁ a BEČKOVÁ, 2008). Výnos bulev a sušiny je možné zvýšit aplikací dusíku (N), přitom klesá obsah ADF a NDF (ALBAYRAK a YUKSEL, 2010).

Odrůdy krmných cukrovek při sušině 20-25 % obsahují 16-20 % cukru, 0,5 % bílkovin a menší množství škrobu. Polocukrovky obsahují okolo 16 % sušiny a 10-12 % cukru. Odrůdy řep objemového typu disponují obsahem 10-14 % sušiny a 7,5-10,5 % cukru (KOSAŘ, 1985). Hlavním nestrukturním sacharidem krmné řepy je sacharóza. S ohledem na zvýšení obsahu dusíkatých látek je možné doporučit během pěstování dávky 150 kg dusíku (N) na ha a sklizeň kolem 1. října (ALBAYRAK a YUKSEL, 2010).

Mikroorganismy na pícech a v krmivech a jejich vliv na zdravotní bezpečnost a kvalitu krmiv

Přirozená epifytní mikroflóra, která je přítomná na stojících rostlinách, je velmi variabilní nejen co do počtu, ale i druhového zastoupení. Její složení je druhově specifické, v závislosti na povětrnostních podmínkách, stanovišti a expozici pozemků, úrovni agrotechniky a dalších faktorů. Součástí epifytní mikroflóry jsou vedle enterobaktérií a kvasinek, také plísně, které mohou vyvolat nežádoucí změny v průběhu vlastního silážování. Její vliv a výsledný efekt na silážní proces je známý z řady systematických prací (BECK 1965, 1972, LANGSTON a BOUMA 1960, PAHLOW a HONIG 1986). Epifytní mikroflóra je klíčem k silážnímu procesu, neboť má tak vztah nejen k vlastnímu průběhu fermentačního procesu, ale také ke skladovatelnosti a výsledné kvalitě, pokud tato nežádoucí mikroflóra je dlouhodobě aktivní. V řadě prací se uvádí průměrný obsah BMK na čerstvé píci $4 \cdot 10^4$ na 1 g s variabilitou 60 %, u trav bylo stanoveno rozmezí $1 \cdot 10^2$ až 10^6 na 1 g trávy. PAHLOW a HONIG (1986) diagnostikovali na travách $7 \cdot 10^2$ až $7 \cdot 10^5$ laktobacilů a $3 \cdot 10^2$ až $7 \cdot 10^5$ v 1 g silážní kukuřice. Také výsledky dalších výzkumných prací uvádějí, že počty BMK na stojících rostlinách jsou obecně nízké (10^1 až 10^2 / g píce), zatímco *enterobacterie* mohou být zastoupeny ve vyšších počtech. Počáteční epifytní mikroflóra je početnější u kukuřice, než u trav. U silážní kukuřice při sušině 33 % se uvádí průměrné množství epifytní mikroflóry $2,3 \cdot 10^5$ na 1 g kukuřice, u CCM až $6,7 \cdot 10^5$ / 1 g. Nejvyšší variabilita výskytu mléčných baktérií byla u píce zjištěna v závislosti na druhu rostlin, umístění pozemku, teplotě, úrovni slunečního záření, srážkách a kultivačních podmínkách. I přesto, že řada údajů co se týče obsahu epifytní mikroflóry je nejednotná, všechny konstatují velmi nízký obsah BMK na silážovaných pícech. Pro usměrnění fermentačního procesu je nutné, aby z hlediska složení a obsahu přirozené mikroflóry a úspěšnosti silážního procesu co nejrychleji převládly BMK a zaujaly rozsáhlé dominantní postavení nad epifytní mikroflórou. Jejich nízký počet se doporučuje doplnit inokulací mikrobiálními aditivy. Jako nejmenší dávku se doporučuje 10^5 cfu na g čerstvé píce a jako optimální považuje 10^6 cfu na g silážované píce. Je to doloženo výsledky populačně dynamického sledování u čerstvé hmoty s minimálním obsahem 3 % cukru.

Vedle celkového počtu BMK přidávaných k silážované píci, je neméně důležitá i otázka zastoupení jednotlivých kmenů BMK použitých k inokulaci. Kritéria selekce jsou dnes všeobecně známa a jsou důležitá nejen pro usměrnění fermentačního procesu, ale i pro složení aditiva.

Nepříznivě na složení epifytní mikroflóry působí např.:

- kontaminace porostu zeminou při sklizni či obracení,
- počet operací před sklizní,

- cizorodé látky (oleje, PCB a další),
- kejda či hnojení porostu krátce před sklizní,
- sběr za deště a to i při aplikaci biologických aditiv,
- nevhodnou sklízecí technikou (příliš vysoká dezintegrace hmoty),
- dlouhodobé zavádání při nepříznivém počasí.

Pro řízenou fermentaci je nezbytné korigovat její složení přidávkem silážních aditiv, ať již stimulační (inokulanty), nebo inhibiční povahy (chemické prostředky), které podpoří rozvoj žádoucí silážní mikroflóry. Přidáváním vybraných kultur bakterií mléčného kvašení zvyšujeme koncentraci cfu BMK na úkor konkurenčních mikroorganismů, přítomných v původní epifytní mikroflóře vždy v nadlimitním počtu oproti BMK. Přidávkem vybraných kultur obsahující BMK zajistíme za předpokladu dodržení ostatních technologických požadavků úspěšný fermentační proces a výslednou kvalitu siláže. SCHMIDT a WETTERAU klasifikovali silážní mikroflóru na žádoucí (1, 2), nežádoucí (3 a 8) a škodlivou (4, 5, 6, 7, 9).

Tabulka 8 Klasifikace silážní mikroflóry

Druh mikroorganismů	Substrát			
	Sacharidy	Bílkoviny	Kyselina mléčná	Alkohol
1. Mléčné bakterie homofermentativní	+++	-	-	-
2. Mléčné bakterie heterofermentativní	+++	+	-	-
3. Mléčné bakterie „nepravé“	++	+	-	-
4. Bakterie octového kvašení	-	-	-	+++
5. Klostridia sacharolytická	++	-	+++	-
6. Klostridia proteolytická	+	+++	+++	-
7. Bakterie hnilobné	+	++	+	-
8. Kvasinky	++	++	++	-
9. Plísně	++	++	++	-

Silážní mikroorganismy, které se účastní kvasného procesu lze rozdělit do tří základních skupin:

1. Žádoucí (Bakterie mléčného kvašení-BMK),
2. Nežádoucí (Enterobakterie, klostridie, hnilobné bakterie, bakterie octového kvašení, *Coli aerogenes*),
3. Škodlivé (Kvasinky, plísně, Listerie).

Bakterie mléčného kvašení

Bakterie mléčného kvašení potřebují pro svůj růst především dostatek pohotových sacharidů. Bezprostředně se využívá především glukóza, fruktóza, sacharóza, melibióza, méně již arabinóza, skupina fruktanů, popř. škrob.

Mléčné bakterie řadíme do skupiny fakultativně anaerobních mikroorganismů, tzn. že vegetují za nepřístupu vzduchu, popř. jen při nízké koncentraci kyslíku. Toho se využívá k zabránění rozvoje nežádoucích bakterií, které kyslík ke svému rozvoji potřebují. Proto je nezbytné, aby při silážování krmiv byly v co nejkratší době vytvořeny takové podmínky, za kterých se mohou mléčné bakterie co nejrychleji pomnožit a konkurenční bakterie mohly být tak potlačeny. Mléčné bakterie tak patří v silážované hmotě k dominantním producentům kyseliny mléčné.

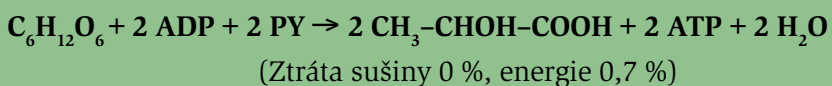
Mléčné bakterie se rozlišují:

1. Podle požadavků na optimální teplotu na:
 - teplomilné (termofilní),
 - studenomilné (psychrofilní).
2. Podle tvorby produktů kvasných procesů na:
 - homofermentativní,
 - heterofermentativní .
3. Podle tvaru a morfologické stavby bakterií se rozlišují:
 - tyčinkovité,
 - kokovité.
4. Podle otáčivosti:
 - levotočivé L (+) = žádoucí),
 - pravotočivé (D (-) = nežádoucí),
 - opticky inaktivní (DL).

Pro teplomilné mléčné bakterie je optimální teplota v rozpětí 40-60 °C. Výskyt teplomilných bakterií v silážích je nevýhodný, protože při kvašení vznikají velké ztráty živin. Mikrobiálním zvýšením teploty siláže dochází ke zvýšení ztrát zejména stravitelných bílkovin a energie. Vznikají dvěma způsoby: při zvyšování teploty nad 35 °C se zvyšuje tvorba kyseliny máselné a amoniaku. Takto se rozloží více než 30 % bílkovin. Druhý způsob je snižováním stravitelnosti bílkovin, která závisí od výšky teploty a délky jejího trvání. Jde o tzv. *Maillardovu reakci*, což je reakce aminokyseliny lysinu s redukujícími cukry, kterou vzniká organismem nevyužitelná sloučenina odolná vůči enzymatické hydrolýze. Probíhá zejména při zahřívání a dlouhodobém skladování krmiv.

Studenomilné mléčné bakterie se nejlépe rozvíjejí při teplotách 20–30 °C. Při těchto teplotách jsou ztráty kvašením nižší, a proto je tento typ kvašení v praxi žádoucí.

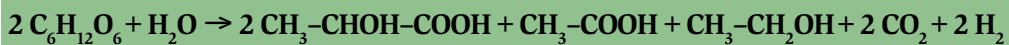
V silážích jsou žádoucí homofermentativní mléčné bakterie, které tvoří z glukózy minimálně 85 % kyseliny mléčné. K hlavním zástupcům této skupiny patří druhy rodu *Enterococcus* a *Lactobacillus* (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium*). Některé druhy (*Pediococcus ramosus*, *Lactobacillus ruminis*) mají význam i při bachorové fermentaci. Homofermentativní bakterie nedokáží metabolizovat pentosy. Jejich činností dochází při homofermentativním kvašení glukózy nebo fruktózy za vzniku kyseliny mléčné k velmi malým ztrátám sušiny a energie.



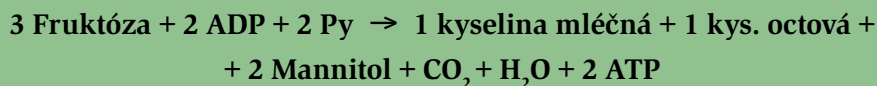
Fakultativní homofermentativní mléčné bakterie dokáží fermentovat pentózy i hexózy na kyselinu mléčnou, octovou nebo alkohol. Do této skupiny patří např.

Lactobacillus plantarum,
Pediococcus acidilactici,
Pediococcus pentosaceus,
Enterococcus faecium.

Při heterofermentativním mléčném kvašení vznikají ze sacharidů (glukózy) kyselina mléčná, ale také kyselina octová, etanol, oxid uhličitý a vodík, zastoupené v určitých poměrech:



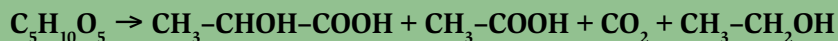
Při heterofermentativním mléčném kvašení glukózy dosahují ztráty sušiny 24 % a energie 1,7 %. Heterofermentativním kvašením fruktózy jsou celkové ztráty nižší (u sušiny 4,8 % a energie 1 %).



Protože nejde o homogenní pochod, mohou některé z uvedených produktů scházet, a naopak často bývají mezi produkty nejmenované vedlejší páchnoucí nebo nechutné složky (např. kyselina máselná, sirovodík aj.) a mnohdy i biogenní aminy. Typičtí zástupci této skupiny mléčných bakterií jsou:

Lactobacillus brevis,
Lactobacillus buchneri,
Leuconostoc.

Proces kvašení začíná nejprve jako smíšený proces, který zahajují mikroorganismy *Enterobacter*, které zkvašují přítomné sacharidy na kyselinu octovou. Po určité době (v závislosti na obsahu a složení sušiny silážované hmoty, popř. přidavku inokulantů) jsou tyto mikroorganismy potlačeny a proces postupně přechází do hluboce okyselující fáze homofermentativního mléčného kvašení. Nejprve se množí zástupci rodu *Lactococcus* a *Leuconostoccus* a posléze bakterie rodu *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Bylo prokázáno, že zástupci heterofermentativních laktobacillů mohou zkvašovat také pentosy za vzniku kyseliny mléčné, octové a ve stopách zastoupený alkohol a CO_2 .



Vlastní mléčné kvašení probíhá podobně jako ethanolové kvašení až do stadia, kdy se vytvoří kyselina pyrohroznová. Ta se při mléčném kvašení převede na kyselinu mléčnou, jejíž je oxokyselinou. Mezi vedlejší produkty mléčného kvašení patří hlavně kyselina octová.

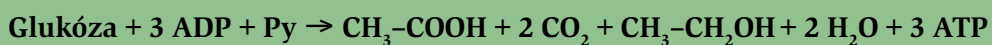
Kyselina mléčná potlačuje snížením hodnoty pH v rozmezí 3,5-4,2 hnilobné procesy v silážované hmotě. Na rychlé okyselení jsou zvláště citlivé enterobakterie a klostridie. V siláži se tím zabezpečuje stabilita živin i při dlouhodobém skladování. Přestože má kyselina mléčná kladný vliv na kvalitu siláže, její nadměrné množství v krmivu může působit i nepříznivě. Nadměrný příjem krmiv bohatých na kyselinu mléčnou však může způsobit u zvířat problém mléčné acidózy, pravděpodobně D (-) izomerem kyseliny mléčné, který je velmi pomalu metabolizován glukoneogenezí. Vlivem různých faktorů vzniká kvašením v silážích různý podíl isomerů mléčné kyseliny. Z hlediska výživy je důležitý především vznik L(+) izomeru kyseliny mléčné. L (+) izomer je lépe metabolizovatelný než D (-), který má tendenci hromadit se v krvi a může vyvolat až krevní kyselinový stres s celkovou poruchou látkové přeměny.

Kyselina mléčná by sama o sobě v té koncentraci, jakou mohou produkovat bakterie mléčného kvašení, ještě nestačila konzervovat. Nutným předpokladem její praktické účinnosti je proto současný vznik určitého množství kyseliny octové, ethanolu a jistě i antibiotik (KYZLINK, 1988). Kyselina octová se tvoří hlavně v prvním období kvasného procesu. Její produkce je nutným předpokladem úspěšné konzervace a někteří autoři uvádějí jako optimální poměr konzervujících kyselin mléčné a octové 3:1. Dále vzniká také určité malé množství kyseliny mravenčí, jantarové, propionové, valerové a kapronové. Vedlejší zplodinou mléčného kvašení je i ethanol, který produkují v malých množstvích i symbioticky se uplatňující kvasinky, a který tvorbou esterů se podílí na aromatu siláže. Významnými producenty alkoholu jsou také heterofermentativní bakterie mléčného kvašení. Z plynů má význam hlavně oxid uhličitý, který pomáhá vytvářet a udržovat v kvasící hmotě a na jejím povrchu anaerobní podmínky. Jinak se připisuje značná důležitost též produkci antibiotik. Z řady studií je patrné, že kvasný proces

je velmi intenzivní již v prvních hodinách po zasilákování. Kyselina mléčná vzniká v silážích již v prvních 2–3 dnech po zasilákování (asi 50 %), zbytek dle intenzity fermentace zpravidla do 2 týdnů. Produkce kyseliny mléčné ustává většinou do 3 týdnů, pokud nebyla silážovaná hmota inokulovaná kulturou obsahující bakterie mléčného kvašení. Rychlost okyselení silážované hmoty je tak závislá na obsahu vodorozpustných sacharidů a celkovém množství z nich vytvořené kyseliny mléčné.

Enterobakterie

Mikroorganismy rodu *Enterobakter* (čeleď *Enterobacteriaceae*) fermentují v silážovaném materiálu především sacharidy na kyselinu octovou, plyny, ale i alkohol, což vede k velkým ztrátám. Jde o aerobní mikroorganismy v přírodě velmi rozšířené. Po snížení pH v siláži postupně rychle zanikají. Jsou velmi citlivé na anaerobní a kyselé prostředí. Jejich aktivita je významně inhibována již při pH 4,5. Tepelné rozmezí koliformních zárodků je mezi 27–35 °C.



Velká produkce tepla (3 ATP) se promítá na vyšší ztrátě energie. Vedle metabolizace sacharidů dochází také k metabolizaci organických kyselin. Enterobakterie tak způsobují ztrátu 4,8 % obsahu sušiny a 17 % na obsahu energie. Enterobakterie (koliformní zárodky) tvoří významný podíl tzv. epifytní mikroflóry, bohatě rozšířené na zelených rostlinách. Patří sem i několik nežádoucích druhů fakultativně anaerobních, např. *Erwinia herbicola*, ale také patogenní kmeny druhu *Escherichia coli*. Skupina enterobakterií patří obecně k nežádoucím mikroorganismům, neboť jsou konkurenty bakteriím mléčného kvašení s určitou proteolytickou aktivitou. Patří také k producentům amoniaku a toxických biogenních aminů, dokáží štěpit i aminokyseliny. Redukují rovněž dusičnany na dusitany. Zástupci čeledi *Enterobacteriaceae* se přestávají množit a růst při snížení hodnoty pH v silážích pod 4,5. Nežádoucí činnost enterobakterií lze technologicky omezit především rychlostí acidifikace silážovaného materiálu pod hranici 4,5 a snížením teploty (důkladným udusáním) silážované hmoty. Reziduální kyslík v silážích prodlužuje fázi jejich výskytu a růstu v siláži. V silážích bývají početně nejvíce zastoupeny v aerobní fázi na počátku kvašení *Aerobacter* a *Escherichia*.

Klostridie

Klostridia jsou bakterie máselného kvašení (G⁺) a patří k největším producentům kyseliny máselné a CO₂ v silážích. Jsou zdrojem „*Půdní infekce*“ a na spory jsou neúčinná tradiční dezinfekční opatření. Jsou rezistentní vůči záření, teplotě, relat. pH, dezinfekci, kyslíku, trávicím šťávám. Vedle těchto

uvedených fermentačních produktů dále vzniká kyselina octová, propionová, alkohol a aceton. Specifickou vlastností je také velká tvorba plynů z laktózy. Jde o sporulující mikroorganismy. Jsou přísně anaerobní povahy a vyskytují se proto i v dobře zakrytých silážích. Jsou velmi citlivé k nízkému pH a při hodnotě 4,2 dochází k jejich inhibici. Kyselina máselná v silážích má být zastoupená pouze ve stopách, protože je průvodním znakem hlubokého rozkladu bílkovin. Pro velmi nízkou disociaci siláž nedostatečně okyseluje. Rozlišujeme dva druhy klostridií:

- sacharolytické – odbourávají sacharidy, ale i vytvořenou kyselinu mléčnou (*Clostridium sacharolyticum*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium sphenoides*) a tím způsobují odkyselování hotové siláže.
- proteolytické – rozkládají bílkoviny a aminokyseliny (*Clostridium proteolyticum*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium Clostridium sporogenes*, *Clostridium bifementans*). První dva zástupci patří k proteolyticky slabším druhům. Činností enzymů proteolytických klostridií mohou v silážích vznikat zdravotně závadné biogenní aminy a ve větším množství také amoniak. *Clostridium perfringens* fermentuje sacharidy, kyselinu mléčnou i bílkoviny (aminokyseliny) za současné tvorby toxinů. Fermentační produkty mají alkalický charakter, proto „klostridiální“ siláže mají pH zpravidla vždy vyšší (nad 4,8) a nízký obsah kyseliny mléčné. Máselným kvašením dochází dále i k rozkladu chloroplastů. Na činnost klostridií navazují ve své činnosti hnilobné bakterie. Spóry oklostridií pronikají trávicím traktem zvířat až do výkalů a mohou infikovat přes mléčnou žlázu, vzduchem nebo přímo krmivem mléko, které není vhodné pro sýrařské zpracování (vysoká produkce plynů v době zrání sýrů, netypická vůně).

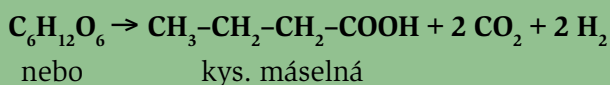
V rámci technologie silážování je nutné respektovat požadavky na hodnoty pH pro jednotlivé skupiny mikroorganismů (HARDY, 1991).

Tabulka 9 Optimální pH pro mikroorganismy

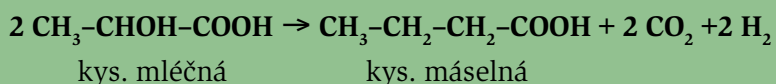
Druh mikroorganismů	Hodnota pH		
	Minimální	Maximální	Optimální
Enterobakterie	3–4	9–10	6–7,5
Klostridie	4,4	7–7,5	> 4,6
Kvasinky	1–2 (1,8–2,2)	7–8	4,5–5,5 (4–6)
Plísňe	2–3 (2,5–3)	7–8	4,5–5,5 (5–7)

Důležitým preventivním opatřením proti výskytu klostridií v silážích je čistota sklizené hmoty, optimální obsah sušiny a rychlá acidifikace hmoty. Ke svému růstu a množení klostridie potřebují určitou vlhkost. Klostridie jsou ve srovnání s bakteriemi mléčného kvašení více citlivé na nízkou hodnotu *aw* (vodní

aktivitu), proto je velmi účinným opatření rychlé zavadnutí na obsah sušiny nad 35 %. Klostridia se přestávají množit při vodní aktivitě (*aw*) 0,94. Podle BOLSENA (1993) a WEISSBACHA (1993) je výskyt klostridií v silážích s obsahem vlhkosti pod 65 % velmi ojedinělý. Při máselném kvašení vzniká podle KYZLINKA (1988) ze sacharidů nebo z málo koncentrované kyseliny mléčné (pH > 4,2) kyselina máselná, oxid uhličitý a vodík. *Clostridium sacharolyticum* fermentuje sacharid za vzniku kyseliny máselené CO₂ a vodíku podle rovnice:



Clostridium tyrobutyricum odbourává i vytvořenou kyselinu mléčnou za vzniku kyseliny máselné, CO₂ a H₂.



Při tvorbě kyseliny máselné z kyseliny mléčné se snižuje množství kyselin, protože ze dvou molekul kyseliny mléčné vzniká jedna molekula slabší kyseliny máselné. Máselné kvašení se často objevuje jako velmi nežádoucí fáze spontánního rozkladu bílkovinných píceňin s nízkým obsahem sacharidů a nedostatečným obsahem sušiny, v nichž vznikla za anaerobních podmínek malá množství kyseliny mléčné.

U siláží, které obsahují kyselinu máselnou, dochází v průběhu kvašení ke značným ztrátám živin. Zvyšuje se pH, siláž se postupně stává nestabilní a téměř vždy dochází k jejímu znehodnocení. Ztráty sušiny představují 51 % a energie 18, 4 % (McDONALD et al., 1991).

Kyselina máselná, byť velmi nepříjemně páchne, nemusí vždy být vždy důvodem pro zhoršený příjem siláže zvířaty, ale většinou jej snižují další metabolity jako amoniak, aminy, merkaptan a skatol. Kyselina máselná se částečně využívá k syntéze mikrobiálních bílkovin v bacheru, může však sloužit též jako zdroj energie. Máselné bakterie jsou proto v krmivu nežádoucí.

Obsah spor klostridií v silážích různé kvality

Kvalita zejména bílkovinných siláží je významně ovlivňována také obsahem klostridiálních spor, jejichž počet úzce souvisí s typem fermentace. I když je znám vztah mezi obsahem kyseliny máselné a výskytem klostridiálních spor v silážích (KWELLA a WEISSBACH, 1991), nepřítomnost této kyseliny nemusí podle WEISSBACHA (1993) vždy nutně zaručovat nízký počet spor. V některých silážích byl zjištěn vysoký počet spor i přesto, že kyselinu máselnou neobsahovaly. Jedním z důvodů tohoto jevu je možnost růstu a tvorby spor u klostridií i během aerobního rozkladu siláží. Tento autor současně uvádí, že stačí pouze omezený

vývoj klostridií při hlavním kvašení píce s nízkým obsahem dusičnanů, aby došlo k vysoké nadlimitní produkci spor.

Tabulka 10 Hodnocení kvality siláží

Počet spor	Kvalita siláže
méně 5 000	velmi dobrá
5 000–10 000	dobrá
10 000–100 000	uspokojivá
více než 100 000	špatná

Z řady studií BUCHGRABERA et al. 2000) je doloženo, že bílkovinné siláže s nižším obsahem sušiny mají nejen větší obsah kyseliny máselné, ale obsahují také vyšší počet spor klostridií.

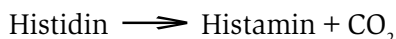
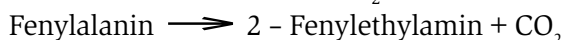
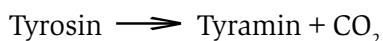
Tabulka 11 Hodnocení obsahu kys. máselné a klostridií

Sušina siláže (%)	Obsah kys. máselné (g v 1 kg sušiny)	Počet spor klostridií (tis./g siláže)
< 28	29,1	132 000
30–40	19,4	66 000
>40	5–10,6	30 000

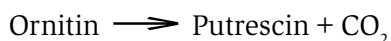
Činností klostridií dochází v důsledku dekarboxylace aminokyselin ke vzniku biogenních aminů, jejichž obsah již v desetinách % vede ke zhoršení příjmu krmiv a zdravotním problémům.

Mikrobiální dekarboxylace aminokyselin při klostridiálním typu kvašení

Monoaminy:



Diaminy:



Vyšší obsah biogenních aminů v silážích a v celkové krmné dávce způsobuje:

- snížení chutnosti siláží,
- snížení příjmu siláží skotem i ovce,
- snížení mikrobiální aktivity bachorové mikroflóry, až defaunaci bachorové tekutiny.

Bakterie octového kvašení

Bakterie octového kvašení rodu *Acetobacter* fermentují sacharidy nebo alkoholy na kyselinu octovou. Jde o skupinu obligátně aerobních mikroorganismů, na kyseliny relativně tolerantní bakterie. Činnost octových bakterií tak závisí na přítomnosti kyslíku, kdy pak při silážování přeměňují přítomné alkoholy na kyselinu octovou (JAKOBE a kol., 1987). Z řady studií vyplývá, že bakterie octového kvašení mohou vedle kvasinek vyvolávat také sekundární fermentaci, zejména u kukuřičných siláží. Preventivním opatřením je dobré udusání, dokonalý uzávěr sil a správný odběr siláží, omezující velikost styčné plochy. Význam této skupiny mikroorganismů s výjimkou kukuřičné siláže, je v praxi relativně malý.

Bakterie hnilobné

Hnilobné bakterie jsou přísně aerobní, v přírodě všude přítomné sporující bacily, které tvoří významnou složku epifytní mikroflóry. Vyskytují se i v silážích, zejména v silážích s nižším obsahem sušiny a v povrchových vrstvách. Činností hnilobných bakterií dochází k úplnému organickému rozkladu silážní biomasy za vzniku toxických látek (mrtvolné jedy) vznikající dekarboxylací aminokyselin. Tato skupina bakterií navazuje na činnost klostridií a zvýšený výskyt je zaznamenáván vždy u siláží s nižším obsahem sušiny, jakož i při dlouhodobém ležení posečeného porostu na pokosu. Riziko výskytu a působení hnilobných bakterií je vždy při nezakrytí sil, popř. při průniku vzduchu a dešťových srážek do siláže. Tyto bakterie mají aktivní enzymový systém (amylázy, pektinázy, hydrolázy dekarboxylázy a další), umožňující využívat širokou škálu živin (škrob, pektiny, bílkoviny, sacharidy a jiné). K významným sporujícími bacilům vyskytující se v silážích patří:

- *Bacillus subtilis*,
- *Bacillus mesenteroides*,
- *Bacillus micoides* a další.

Totálním rozkladem organické hmoty siláží vzniká páchnoucí nekrmitelná kašovitá hmota. Činností hnilobných bakterií vznikají velké ztráty živin a energie. Nejčastější výskyt je na povrchu a podél bočních stěn silážních žlabů. Velké znehodnocení je také u siláží založených na povrchových polních platech bez pevného dna a bočních stěn. Hniloba siláží na rozdíl od plesnivění, neproniká do spodnějších vrstev krmiv. Vysokým škodám na silážích lze zabránit technologicky úpravou obsahu sušiny a dokonalým zrytím sil a vhodným zatížením fólie.

Listerie

Listerie jsou pravidelné rovné tyčinky, které netvoří pouzdro ani spory a nejsou acidorezistentní. Pozitivně reagují na katalázový test. Jsou pohyblivé pouze při teplotách do 30 °C. Rostou velmi dobře v širokém teplotním rozmezí do 25 až 37 °C a pomalu při teplotě kolem 4 °C. Listerie se vyskytují na rostlinách i v půdě a následně v organismu zvířat, zejména v trávicím traktu. Pro zvířata jsou patogenní druhy *L. monocytogenes* a *L. ivanovii*, nepatogenní je druh *L. innocua*.

Listerie tvoří pravidelné, krátké tyčinky velikosti 0,4–0,5 x 0,5–2,0 μm. V preparátech se vyskytují samostatně nebo ve dvojicích, svírajících ostrý úhel, nejčastěji v uskupeních připomínajících palisády. Buňky v čerstvých kulturách se barví grampozitivně. Teplota 100 °C je ničí při expozici 3–5 min, při 70 °C se ničí při expozici 30 min, při 55 °C vydrží po dobu jedné hodiny. V půdě vydrží při teplotě kolem 5 °C po dobu 5 let, ve vodě 70–80 dnů. Ve výkalech přežívají 1–2 roky, ve špatně připravené kukuřičné siláži pak po dobu 12–18 měsíců. Při desinfekci se využívá chlorových preparátů, které je ničí po expozici 10–20 minut. Základním cílem tlumení nákazy je narušení koloběhu zvíře – potravina – člověk, jelikož ve vnějším prostředí cirkuluje ve fázi: infikované zvíře – sekrety a exkrementy – hnůj – půda – rostliny (seno, siláž) – krmivo – zvíře – potravina – člověk.

Listeria monocytogenes je saprofyt a epifyt sliznic střevního traktu člověka a zvířat. Jedná se o onemocnění s přírodní ohniskovostí, neboť hlavními rezervoárovými organismy jsou hlodavci. V přírodních ohniscích pak hraje důležitou roli i vektorový organismus klíšťat. Vyskytuje se v půdě a na rostlinách. Jako potenciální patogen se vyznačuje fakultativně intracelulárním parazitizmem. Vyvolává listeriózu zvířat a člověka, která se považuje za zoonózu. K přenosu onemocnění dochází potravinami živočišného původu, jako jsou sýry, tepelně neupravené masné výrobky apod.

Základ antigenní struktury tvoří, podobně jako u rodu *Salmonella*, somatické O antigeny a bičíkové H antigeny. Každý ze serovarů tvoří mozaika jednotlivých O a H faktorových antigenů. Faktorové O antigeny se značí římskými číslicemi I až IX a faktorové H antigeny malými písmeny abecedy (a–e). Nejčastěji izolovanými kmeny druhu *L. monocytogenes* jsou serovary 1/2a a 4b. Jako hlavní faktory odpovídající za patogenitu se jeví membranolytické enzymy s hemolytickou aktivitou, různé fosfolipázy C, ale především hemolyzin (listeriolysin O). Tento je produkovaný kmeny *L. monocytogenes* a nikoliv nepatogenními druhy. Spektrum vnímavých hostitelských druhů zvířat je velmi široké od domácích po volně žijící zvířata. Z hospodářských zvířat jsou vnímavé především ovce, skot, prase a kur domácí. Ke vzniku infekce dochází nejčastěji perorální cestou, kontaminovaným krmivem, ve kterém došlo k pomnožení *L. monocytogenes*. Následně dochází

k infekci enterocytů tenkého střeva, k napadení neaktivovaných makrofágů, v nichž se tento fakultativně intracelulární parazit množí. Vstupní branou může být i sliznice spojivky a urogenitálního ústrojí. Onemocnění vzniká v souvislosti se snížením rezistence nebo fyziologickou zátěží, jako je gravidita. Z místa infekce původce proniká po fagocytóze neaktivovanými makrofágy, na nichž přežívá. Vyznačuje se tropizmem k lymfatickým tkáním, kam proniká lymfatickými a krevními cestami. Po replikaci v těchto orgánech, zejména v játrech a slezině proniká hematogenní cestou do mozku a pohlavních orgánů a placenty v době březosti. V době gravidity dochází k infekci plodu a abortům. *L. monocytogenes* infikuje také plodové vody. Jejich aspiraci může dojít ke generalizovanému onemocnění novorozených zvířat, které se projeví akutním onemocněním a úhynem krátce po porodu. Listeriální zvířata vylučují původce z těla exkremty a sekremty včetně mléka. Podobně je tomu i v případech bezsymptomatického nosičství *L. monocytogenes* v trávicím ústrojí ovci, skotu a prasat, které se objevuje nejčastěji koncem zimy a na jaře.

Listerie představují významné riziko spojené nejen s příjmem kontaminovaných potravin u lidí, ale jsou také za jistých předpokladů nebezpečím nákazy u zvířat.

- G⁻ saprofytní anaerobní bakterie
- Velmi nebezpečný a odolný *patogen* (*Listerióza* velmi nebezpečná nemocnění zvířata, zvláště mláďata, ale také lidí). Klinický průběh onemocnění má u lidí zpravidla chřipkový charakter, provázený septikémií, meningitidou, potraty těhotných žen a může být i letální.
- Zdrojem *L. monocytogenes* (patogenu) jsou nekvalitní bílkovinné siláže, infikovaná vegetace divokými hlodavci, odkud se tyto bakterie mohou dále přenášet do mléka a mléčných výrobků.
- Nekvalitní siláže jsou nejen zdrojem této infekce, ale také příčinou zvýšení citlivosti zvířat a lidí vůči ní (KALÁČ, 1991).
- S listeriózou souvisí také problematika imunosupresivních účinků (snížení imunitní odolnosti). Patogenita G⁻ bakterie *L. monocytogenes* se může projevit v siláži při hodnotě pH vyšší než 4,5.
- Největší koncentrace byla nalezena u obalovaných siláží, tedy zejména v silážích připravených technologií obalovaných balíků, výskyt je zesílen současně i vyšším výskytem plísní a při použití větší délky řezanky a vyšším obsahem sušiny.
- Kritickým faktorem pro růst a výskyt *L. monocytogenes* je přítomnost kyslíku (vliv mikrobiální deteriorizace zavadlé hmoty, podíl kondenzační vrstvy balené siláže a nedostatečný počet vrstev fólie).
- Listerie by se měly přestat množit a růst při *vodní aktivitě* 0,86 a výše. Charakteristiky kontaminované siláže Listeriemi *monocytogenes* v koncentraci 10⁶ na 1 gram čerstvé siláže je nutné považovat za kritické.

Tabulka 12 Charakteristika siláží podezřelých na listeriózu

Výskyt <i>Listeria monocytogenes</i> . g ⁻¹ siláže	pH kontaminované siláže
1,5x10 ²	5,5-9,1
2,0x10 ³	7,8-9,1
1,0x10 ³	8,6-8,7
>10 ⁶	7,3-7,6

(FENLON, 1988)

Formy onemocnění:

Listerióza ovcí a skotu se nejčastěji klinicky manifestují ve formě abortů a encefalitid u dospělých jedinců a septikemii mláďat. Onemocnění s příznaky postižení centrální nervové soustavy probíhá perakutně s častým úhynem. Při encefalické formě dochází k postižení 3–5 mozkového nervu, což se projevuje strnulou chůzí a krouživým pohybem kolem své osy, následně paralýzou žvýkačičho, očního, polykačičho a ušního nervu. Dále dochází k paréze končetin při vykonávání plovacích pohybů a po 3–10 dnech komatického stavu dochází k úhynu.

K abortům březích samic dochází ve druhé polovině gravidity. Cerebrální forma listeriózy příležitostně postihuje také prasata, koně a masožravce. Listeriόza drůbeže probíhá akutně až perakutně, s vysokou letalitou. Listeriόza se v našich chovech vyskytuje sporadicky ve formě enzootie. Listeriόza člověka nemá s výjimkou abortů typické klinické projevy, ročně u nás vážně onemocní asi 10 lidí.

Listeria ivanovii se vyskytuje se jako saprofyt a epifyt v trávicím ustroji ovcí a dalších hospodářských i volně žijících zvířat. Je původcem listeriózy ovcí. Původce je experimentálně patogenní pro myši. V přirozených podmínkách se izoluje z listeriózních ovcí. Výskyt *L. ivanovii* v porovnání s druhem *L. monocytogenes* je ojedinělý. Forma onemocnění u ovcí je ve formě septikemické a abortivní, méně již ve formě cerebrální.

Listeria innocua je nepatogenním druhem neschopným intracelulární infekce, který se však vyskytuje v podobném prostředí jako *L. monocytogenes*, tedy v půdě, na rostlinách, ve střevech zvířat i člověka. Ve svém chromozomálním genomu postrádá hlavní geny odpovědné za schopnost intracelulárního parazitizmu, typických pro patogenní druhy.

Prevence proti růstu listerií

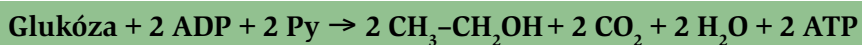
- Optimální hodnota sušiny silážovaného krmiva.
- Kompletní technologické opatření během skladovací periody (prevence proti mikrobiálnímu zahřívání).
- Důkladné anaerobní prostředí.
- Snížení hodnoty pH (4-4,5) a kontrola vlastního průběhu fermentačního procesu.

- Technologicky nedocenená je také často otázka znečištění silážované píce zeminou (Zdroj G - bakterie, enterobakterie, *endotoxiny*). Na ně jsou přežvýkavci zvláště citliví, vysoké potenciální nebezpečí.
- Infekce „listerioza“ ze siláží není v Evropě zatím (s výjimkou některých oblastí) příliš častá a rozšířená, ale to neznamená, že není významná. Siláž není jen potenciálním zdrojem infekce, ale také může zvyšovat vnímavost vůči ní.

Kvasinky

Také kvasinky vážně konkurují mléčným bakteriím a jsou původci mikrobiálního záhřevu a alkoholového kvašení. Vyznačují se vysokou mikrobiální a enzymatickou aktivitou. Jsou aerobní (až fakultativně anaerobní povahy, atžke mohou růst i při relativně nízké koncentraci kyslíku (uvnitř silážního žlabu). Jsou silně acidotolerantní a jejich aktivita je inhibována až při pH 3,2 zatímco bakterie mléčného kvašení končí při pH nad 3,6. Z hlediska silážování jsou důležité rody *Candida*, *Sacharomyces*, *Torulopsis* nebo *Hansenula*. Za anaerobních podmínek fermentují vodorozpustné sacharidy na etanol a oxid uhličitý. Za anaerobních podmínek je tento proces provázen snížením obsahu energie o ca 0,2 % v závislosti na obsahu sušiny siláže a také tvorbou aromatických látek. Masívní pomnožení kvasinek způsobuje nejen *samozáhřev* a následnou *destabilizaci siláží*, ale zkrmování takovýchto siláží může být příčinou výrazných průjmů u skotu. Kvasinky představují velmi četnou skupinu epifytní mikroflóry, která je schopná persistence v kvasném procesu. Ve fázi zkrmování se kvasinky podle zjištění BOLSENA (1993) největší měrou podílejí na ztrátách sušiny, cukrů a ostatních rozpustných živin.

Za aerobních podmínek fermentují kvasinky zbytkové sacharidy siláže, popř. vytvořenou kyselinu mléčnou, čímž dochází k velké ztrátě energie zahříváním, uvolněním volné vody a výraznému pomnožení zárodků. Fermentace glukózy na etanol je tak provázena zvýšením teploty a vysokou ztrátou sušiny (48 %).



Kvasinky zkvašují sacharidy na aromatické alkoholy, organické kyseliny a oxid uhličitý, což má příznivý vliv na vůni a částečně i na chuť siláží. Obsah etanolu v siláži do 0,8–1,0 % má kladný vliv na chutnost siláže. Vyšší množství již může negativně ovlivnit příjem a je proto v siláži nežádoucí. Alkohol, který vzniká v uvedeném množství v siláži nezajistí ještě potřebný konzervační efekt, neboť s nadměrnou produkcí alkoholu je možné počítat pouze u krmiv s vysokou koncentrací vodorozpustných sacharidů (cukrovkové řízky, krmná řepa, hlízy topinambur aj.), dke může vzniknou okolo 2 % a více alkoholu. Takové siláže jsou z dietetického hlediska ke krmení nevhodné, neboť působí negativně na bacherovou mikroflóru. V TMR by alkohol neměl překročit koncentraci 0,1 %.

K zahřívání siláží dochází činností kvasinek podle BOLSENA (1993), když populace kvasinek dosáhne počtu 10^7 - 10^8 cfu/g (jednotek tvořících kolonie). **Kvasinky jsou považovány za hlavní příčinu aerobní nestability siláží.** Kvašení je doprovázeno větší tvorbou plynů, které způsobují pění a zvětšování objemu siláží. Siláže s vysokým obsahem kvasinek (nad 10^{7-8} cfu. g⁻¹ siláže) a alkoholu jsou při vyskladňování málo stabilní, rychle se zahřívají a následně kazí. Množství kvasinek v siláži v aerobních podmínkách je významným indikátorem aerobní stability siláží. Schopnost přežívání kvasinek v siláži závisí tak na přístupu/nepřístupu vzduchu v siláži, množství a poměru kvasných kyselin (zejména poměr kyseliny mléčné k octové) a obsahu zbytkových sacharidů v siláži. Siláže, které neobsahovaly žádnou kyselinu máselnou, byly stabilní a resistantní vůči kvasinkám, pokud obsahovaly více než 0,5 % kyseliny octové z hmotnosti siláže. Siláže s nízkým obsahem této kyseliny byly nestabilní nejčastěji při vyšším pH. WEISSBACH (1993) dále uvádí, že inhibici kvasinek může uskutečnit pouze *nedisociovaná část kyseliny octové*, jejíž koncentrace je ovlivněna hodnotou pH. Proto snížený podíl acetátu v silážích vlivem aplikace homolaktických biologických aditiv, může i přes větší zastoupení nedisociované formy, vést k menší resistenci vůči kvasinkám.

Množství kvasinek v siláži redukuje kyselina octová, propionová, zatímco kyselina mléčná a mravenčí má na jejich inhibici malý vliv.

Tabulka 13 Celkový přehled požadavků významných skupin mikroorganismů při konzervaci a dopad jejich činnosti na kvalitu krmiv

Požadavky na	BMK	Klostridia		Entero- bakterie	Kvasinky	Plísně
		Sacha- rolyt.	Proteo- lytická			
Kyslík	+			+	±	±
Hlavní živiny	sacharidy	sacharidy, KM	bílkoviny, sacharidy	sacharidy	sacharidy, KM	sacharidy, bílkoviny
pH limitující	3,6	< 4,2	< 4,2	4,3	2,2	3,0
Fermentační produkty	KM, KO, etanol, CO ₂	KMá, KO, CO ₂ , H ₂	KMá, KO, NH ₃ , CO ₂ , etanol, BA, toxiny	KO, HCOOH, etanol, CO ₂ , NH ₃	etanol, CO ₂ , jiné alkoholy	NH ₃ , spory, toxiny
Významné znaky a působení	Příjemné aroma, ▲ chutnosti, pozitivní vliv na příjem a užitkovost	Nepříjemný pach po KMá, vyšší vlhkost siláží, ▼ KM, ▲ pH, ▲ SP, ▲ NH ₃ , ▼ kvality mléka, dietetická závadnost siláží, ketogenní charakter siláží, v celém profilu siláží, nelze korigovat úpravou		Octový pach, riziko produkce endotoxinu, pokles KE, redukce NO ₃ , ▲ SP, počáteční fáze kvašení	Alkoholový pach, ▲ aerobní nestabilita, ▲ teploty siláže, ▼ chutnost a kvalita mléka, t KM	Plesnivý zápach, ▲ teploty, ▼ chutnost a stravitelnost, ▼ ruminální fermentace, ▼ kvality mléka (SB)

(Podle Weissbacha et al., 1993; McDonalda et al., 1991; Jonese et al., 2004)

Plísně (houby) a jejich metabolity

Plísně a jejich metabolity představují jednu z nejčastějších a nejnebezpečnějších forem kontaminace krmiv. Představují riziko nejen ve snižování kvality krmiv, ale také významně negativně ovlivňují jejich bezpečnost, protože jsou kontaminanty negativně ovlivňující užitkovost a zdraví zvířat. Pokud jsou krmiva kontaminována plísněmi a jejich metabolity (mykotoxiny), významně stoupá také riziko negativního vlivu v oblasti bezpečnosti potravin a tím i možného negativního vlivu na zdraví lidí.

Vzhledem k tomu, že plísně jsou běžnou součástí půdní biocenózy, je jejich výskyt v podstatě ubikvitární. Plísně se rozmnožují sporami, které se šíří větrem, ale také hmyzem apod. Pokud jsou vytvořeny vhodné podmínky prostředí spočívající především ve vyšší vlhkosti a přítomnosti vhodného substrátu, dochází ke kontaminaci krmiv, životaschopné spory plísni začnou klíčit, růst a pomnožovat se.

Z hlediska výskytu plísni a rizik kontaminace krmiv rozdělujeme plísně podle dominujících způsobů kontaminace krmiv v průběhu jejich výrobního procesu do tří základních skupin.

- 1. Polní plísně** (rody *Alternaria*, *Cladosporidium*, *Fusarium* aj.). Ty bývají na rostlinách a jejich semenech přítomny již v době sklizně. Na jejich šíření a tvorbě mykotoxinů se podílí především vyšší teplota, vydatnější deště a hustota rostlinného porostu.
- 2. Skladištní plísně** (rod *Aspergillus*), které se pomnožují a produkují mykotoxiny zejména při skladování. Na jejich šíření se velmi významně podílí roztoči a různé druhy hmyzu, které pro svoji aktivitu vyžadují vyšší teplotu prostředí, protože při teplotách pod 18 °C se téměř nevyvíjejí.
- 3. Polní i skladištní plísně** (zejména rod *Penicillium*).

Pokud plísně kolonizují krmiva a množí se na nich, tak spotřebovávají živiny obsažené v krmivech pro svůj metabolismus a tím snižují jejich obsah v krmivech. Díky tomu, že hlavními plísněmi spotřebovávanými živinami jsou tuky a sacharidy, dochází zejména k poklesu energetické složky krmiv. Plísně za vhodných podmínek prostředí rostou velmi rychle, produkují nové spory a rychle se šíří. Z hlediska bezpečnosti a kvality krmiv a následně zdraví zvířat i lidí je však ještě mnohem závažnějším jevem doprovázejícím růst plísni rozvoj biochemických procesů sekundárního metabolismu, jehož výsledkem jsou mykotoxiny. Uvádí se, že základními podmínkami produkce mykotoxinů je minimálně 14% vlhkost substrátu a relativní vlhkost vzduchu vyšší než 65%. Ještě významnějším faktorem je vodní aktivita – A_w (poměr tlaku vodní páry nad krmivem a nad vodou za dané teploty). Jedná se tedy o vodu, která není vázána na molekuly rozpuštěných látek a je využitelná mikroorganismy. U většiny plísni

dochází k tvorbě mykotoxinů při rozmezí teplot 15–30 °C a k jejich růstu je potřeba Aw 0,75. Plísně samotné a zejména jejich spory jsou však velmi odolné a přežívají i v extrémně nízkých i vysokých teplotách. Růst plísní je také snadnější, pokud jsou krmiva mechanicky poškozena a narušena. Přehled nejčastějších plísní a jimi produkováných mykotoxinů vyskytujících se v běžných krmivech a pícech je uveden v následujícím přehledu:

Tabulka 14 Přehled plísní a mykotoxinů

MYKOTOXIN	PRODUKUJÍCÍ PLÍSEŇ	SUBSTRÁT
Aflatoxiny	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. agrenicus</i> , <i>A. nomius</i>	obiloviny, olejniny
Ochratoxiny	<i>A. ochraceus</i> , <i>Penicillium viridicatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. verrucosum</i>	obiloviny, kukuřice
Patulin	<i>P. expansum</i> , <i>Aspergillus</i>	nahnílé ovoce, siláže
Zearalenon	<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Gibberella zeae</i>	obiloviny
Citrinin	<i>P. citrinum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>A. terreus</i>	obiloviny, siláže
Fumoniziny, moniliformin	<i>F. verticilloides</i> (moniliforme), <i>F. oxysporum</i> <i>F. proliferatum</i> , <i>F. anthropilum</i>	kukuřice
Trichoteceny		
Stachybotryotoxiny	<i>Stachybotrys atra</i> , <i>S. alternans</i> , <i>S. chartarum</i>	sláma, seno
Fusariotoxiny	<i>Fusarium</i>	kukuřice, obiloviny, (seno, siláže)
T-2 toxin	<i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. nivale</i>	
Diacetoxyscirpenol (DAS)	<i>F. sporotrichoides</i> , <i>F. trinctum</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i>	
Deoxynivalenol (DON)	<i>F. culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. roseum</i>	

V našich klimatických podmínkách, které patří mezi chladnější oblasti s vyšší vlhkostí vzduchu, bývají krmiva nejvíce kontaminována mykotoxiny zearalenonem a deoxynivalenolem (produkovány plísněmi *Fusarium*) a ochratoxinem (produkován plísněmi *Aspergillus* a *Penicillium*). Naproti tomu aflatoxiny (produkovány plísněmi *Aspergillus*) vznikají zejména v prostředí s vyšší teplotou a vlhkostí (tropické a subtropické oblasti).

Mykotoxiny jsou nebílkovinné, vysoce stabilní a toxické nízkomolekulární produkty metabolismu patogenních plísní, které kontaminují krmiva a mohou být zdrojem alimentárních intoxikací (mykotoxikóz). Významná je skutečnost, že vznikající mykotoxiny jsou sice součástí mycelia, ale většina toxinu penetruje do okolního substrátu, kde díky své vysoké odolnosti perzistuje i v okamžiku,

kdy plísně na tomto substrátu nedetekujeme. Většina mykotoxinů je díky své chemické povaze a stabilitě neovlivnitelná běžnými technologickými procesy při zpracování a výrobě krmiv, což jejich rizikovost zvyšuje. Toxinogenních plísní a jejich mykotoxinů existuje obrovské množství, takže jejich přesná identifikace je poměrně obtížná. Různé rody plísní navíc produkují různé mykotoxiny a často jedna plíseň produkuje více typů mykotoxinů. Jejich vzájemný účinek pak může být aditivní či synergický, což často vede ke zvýšení nepříznivých účinků kontaminovaných krmiv na zdraví zvířat.

Po vstupu do organismu vzniká z mykotoxinů přijatých krmivem řada metabolitů, které mají různou toxicitu. Z hlediska jejich patogenetického působení se k hlavním negativním účinkům mykotoxinů řadí jejich cytotoxicita, imunotoxicita, teratogenita, mutagenita, karcinogenita a neurotoxicita. Cytotoxicita zahrnuje různé cytopatické efekty toxinů na buněčné struktury a buněčné regulační mechanismy. Imunotoxicita vede k narušení humorální i buněčné imunity spočívající často v poklesu počtu bílých krvinek, ale i snížení hladin protilátek. V důsledku těchto jevů se zvyšuje nemocnost a klesá účinnost aplikace vakcín. Teratogenita (schopnost látky vyvolat vrozenou vývojovou poruchu vyvíjejícího se plodu) některých mykotoxinů je založena na jejich schopnosti inhibovat proteosyntézu. Fumoniziny tak např. narušují růst a vývoj kostí a zearalenon je znám svým negativním účinkem na vývoj pohlavního ústrojí plodů. Mutagenita, resp. karcinogenita souvisí se schopností některých mykotoxinů (např. aflatoxin B₁, ochratoxin A, fusarin C) interferovat s DNA.

Účinky příjmu mykotoxinů do organismu se projevují převážně nespecificky. Rozhodujícími faktory pro celkový toxický účinek jsou dávka a délka období, po které zvíře mykotoxiny přijímá. Vyšší citlivost je známa u mláďat a březích zvířat. Jen vzácně se vyskytují mykotoxikózy akutní, kdy v důsledku příjmu vysokých dávek mykotoxinů nastupují akutní příznaky doprovázející především poškození jater, ledvin, krvetvorby a nervového systému. Mnohem častější jsou chronicky probíhající onemocnění způsobená dlouhodobým příjmem nízkých dávek mykotoxinů. V důsledku současného příjmu více mykotoxinů mohou být i následné klinické příznaky poměrně pestré, protože tyto toxiny mohou působit synergicky, což jejich toxicitu zvyšuje. V případné klinické symptomatologii pak dominují důsledky nepříznivých účinků mykotoxinů spočívající v jejich negativním působení na buňky, tkáň a celý organismus. Společným znakem bývá také snížení užitkovosti, poruchy plodnosti a zvýšení všeobecné nespecifické nemocnosti zvířat, které vznikají v důsledku imunosupresivního účinku mykotoxinů. Pro přežvýkavce obecně platí, že jsou vůči mykotoxinům odolnější než zvířata monogastrická. Tato vyšší odolnost je dána schopností bачorového ekosystému mykotoxiny degradovat na méně škodlivé metabolity. Z toho zároveň vyplývá, že neruminující mláďata přežvýkavců jsou k mykotoxinům vnímavá podstatně více a rovněž narušení bачorové fermentace z jakýchkoli příčin citlivost přežvýkavců k mykotoxinům zvyšuje.

Z hlediska prokázané nebezpečnosti a škodlivosti se mezi nejtoxičtější mykotoxiny řadí aflatoxiny a ochratoxin A (které se vyskytují zejména v olejninách a obilovinách), patulin (bývá zjišťován v nahnilém ovoci, ale i silážích) a trichoteceny (stachybotriotoxiny vznikající na substrátech bohatých na celulózu; fusariotoxiny - T-2 toxin, deoxynivalenol vznikající zejména na kukuřici a obilovinách), které jsou největší a nejrozšířenější skupinou mykotoxinů v našich klimatických podmínkách.

Aflatoxiny

Aflatoxiny jsou mykotoxiny produkované především skladištními toxinogenními kmeny plísni *Aspergillus*, které rostou na plodinách s vysokým obsahem energie. Aflatoxiny jsou produkovány ve čtyřech základních typech s různou toxicitou. Jako nejtoxičtější je uváděn toxin B_1 následovaný toxiny G_1 , B_2 a G_2 . Vzhledem k nejvyšší toxicitě aflatoxinu B_1 je jeho analytické stanovení využíváno v diagnostice aflatoxikóz. U přežvýkavců s rozvinutou bachorovou mikroflórou se předpokládá částečná detoxikace aflatoxinů v bachoru. K jejich vstřebání dochází především v tenkém střevě. Následně jsou vychytávány především v játrech, ledvinách a kostní dřeni, ale k jejich významné kumulaci v orgánech nedochází, protože jsou vylučovány žlučí a močí, ale také mlékem. Hydroxylací aflatoxinu B_1 v játrech dochází ke vzniku aflatoxinu M_1 vylučovaného mlékem, který tak může představovat zdravotní riziko a zdroj aflatoxinu pro telata, příp. pro lidi konzumující mléko s jeho obsahem. Množství aflatoxinu M_1 vyloučeného mlékem se pohybuje kolem 1 % (0–4 %) přijatého B_1 aflatoxinu. K vyššímu vylučování aflatoxinu mlékem dochází zejména na začátku laktace.

Mechanismus negativního působení aflatoxinů spočívá v tvorbě reaktivního epoxidu vážícího se na buněčné struktury s následným narušením funkce buněk s účinky karcinogenními a imunosupresivními. Obecný limit pro obsah aflatoxinu B_1 v krmivech pro přežvýkavce je 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ s přísnějším limitem pro krmiva dojnic jen 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ jakožto zohlednění rizika vylučování aflatoxinu M_1 mlékem. Negativní dopady na užitkovost jsou popisovány při příjmu krmiva s obsahem aflatoxinu vyšším než 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ a příznaky toxicity při příjmu vyšším než 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Největší riziko vzniku intoxikace je u telat. Akutní otrava probíhá jako akutní hepatopatie (narušení funkce jater - žloutenka, zvýšení jaterních enzymů, nechutenství, poruchy koordinace pohybu) doprovázená hemoragickým syndromem s tvorbou krvácenin a krvavým průjmem a následným úhynem zvířat. Častější formou otravy je chronická subklinická aflatoxikóza projevující se sníženými přírůstky, horší konverzí krmiva, špatnou kvalitou srsti, zvýšenou nemocností a u dojnic sníženou dojivostí s produkcí mléka se zvýšeným počtem somatických buněk. U postižených zvířat se také postupně rozvíjí obraz chronické

hepatopatie, postupná ztráta kondice a narušení reprodukce samic i samců. Diagnostika aflatoxikózy se opírá o uvedené klinické příznaky, ale především o vyšetření krve (zvýšení jaterních enzymů – zejména GMT v důsledku proliferace žlučovodů, zvýšení bilirubinu, snížení albuminů a celkové bílkoviny) a přímý průkaz aflatoxinu v krmivech nebo jaterní tkáni.

Při vzniku intoxikace neexistuje žádné antidotum ani specifická léčba. Je nutno zabránit dalšímu příjmu kontaminovaného krmiva a zahájit podpůrnou a ochrannou léčbu jater (aminokyseliny, vitaminy, antioxidanty). Rozhodující jsou obecná preventivní doporučení uvedená v závěru kapitoly.

Trichoteceny

Jedná se o největší skupinu mykotoxinů s vysokou toxicitou. Chemicky se jedná o estery alkoholů s trichotecenovým tricyklickým systémem, které se podle molekulární struktury rozdělují na makrocyclické (stachybotryotoxiny) a nemakrocyclické (deoxynivalenol – DON, T-2 toxin, diacetoxyscirpenol – DAS). Nemakrocyclické trichoteceny produkované různými druhy plísní *Fusarium* se označují také jako fusariotoxiny a kontaminují především kukuřici, pšenici a další plodiny již před sklizní za podmínek zvýšené vlhkost. Tyto mykotoxiny jsou rychle metabolizovány a jako hydroxylované metabolity vylučovány z organismu žlučí a močí již během několika málo dnů, což snižuje rizikovost jejich výskytu ve tkáních po skončení příjmu kontaminovaného krmiva.

Stachybotryotoxiny

Vzhledem k tomu, že plísně produkující tento typ mykotoxinů rostou především na substrátech bohatých na celulózu při širokém teplotním rozmezí 0 až 40 °C, jedná se o toxiny vznikající především při špatném skladování sena a slámy. Pro jejich vznik musí být vlhkost substrátu vyšší než 15 % a relativní vlhkost prostředí kolem 90 %. Stachybotryotoxiny způsobují velmi výrazné podráždění kůže a sliznic, na kterých vznikají nekrotické léze. Na buněčné úrovni narušují syntézu bílkovin a negativně ovlivňují imunitní systém. Vzhledem k tomu, že mají afinitu k rychle se dělícím buňkám, mohou narušovat také činnost kostní dřeně, lymfatické tkáně a sliznic trávicího traktu. Vysokou citlivost k těmto mykotoxinům vykazují zejména mladá zvířata, u kterých se při akutní otravě objevují příznaky jako nechutenství, apatie, slinění, průjmy a horečka. Po několika dnech se navíc objevují krváceniny a eroze na sliznicích a kůži. Průjmovité výkaly obsahují krev a části střevní sliznice. Stav se dále komplikuje rozvojem hepatopatií a časté jsou i záněty dýchacích cest. Vyšetřením krve lze zjistit anémii (pokles počtu červených krvinek a hemoglobinu) a také pokles počtu bílých krvinek. Během 1 až 2 týdnů zvířata často uhynou. Při pitvě dominuje obraz krvácenin téměř ve

všech orgánech a výrazné změny na sliznicích trávicího traktu (včetně výrazných nekrotických ložisek). Nekrotická ložiska bývají také na játrech.

Deoxynivalenol (DON)

Patří k nejčastěji se vyskytujícím mykotoxinům s relativně nízkou toxicitou pro přežvýkavce, protože z velké části podléhá mikrobiální transformaci v bachoru za vzniku metabolitu DOM-1, který je biologicky neaktivní. Pouze 1–5 % DON se vstřebává přímo. Toxin pak inhibuje syntézu proteinů a způsobuje rozpad červených krvinek (hemolytický efekt). U monogastrů (zejména u prasat) navozuje DON vznik zvracení a proto bývá označován jako vomitoxin. Limit pro DON v krmivech přežvýkavců je do 1 mg/kg. Toxické působení DON u přežvýkavců je relativně vzácné a záleží mj. na interakci s dalšími mykotoxiny. Při vysokých dávkách toxinu mohou být zaznamenány průjmy, krváceniny a aborty březích plemenic. Při chronické zátěži mykotoxinem může být zaznamenán nižší příjem krmiva, pokles užitkovosti, vzestup počtu somatických buněk v mléce a poruchy reprodukce. Jako u jiných chronických mykotoxikóz i při příjmu DON může docházet ke zvýšení všeobecné nemocnosti v důsledku negativního vlivu toxinu na imunitní systém. U telat, která jsou citlivější díky nerozvinuté bachorové fermentaci, se mohou mimo příznaků nechutenství a zaostávání v růstu vyskytovat průjmy. Stanovení koncentrace DON v krmivech se využívá jako marker kontaminace krmiv plísněmi.

T-2 toxin

T-2 toxin je rychle metabolizován na HT-2 toxin a jejich biologické účinky jsou proto shodné. Toxin a jeho metabolity ovlivňují především tkáň, ve kterých dochází k rychlému dělení buněk (střevní sliznice, kostní dřev, mízní uzliny), kde inhibuje syntézu nukleových kyselin a narušuje syntézu bílkovin. K dalším negativním účinkům se řadí negativní vliv na permeabilitu buněčných membrán, rozpad červených krvinek a narušení krevních destiček. T-2 toxin a jeho metabolity jsou také v malé míře vylučovány mlékem (cca 0,2 %). Příjem vyšších množství toxinu způsobuje průjmy, ve kterých se může vyskytovat i krev, protože dochází k zánětlivým změnám střevní stěny, krvácení až nekrotizaci tkáně. U telat bývají zjišťovány také slezové vředy a záněty stěny předžaludku. Může dojít až k úhynům za příznaků tvorby krvácenin a selhávání jater a ledvin. Při chronických intoxikacích s mírnějším průběhem můžeme zaznamenat snížený příjem krmiva, pokles užitkovosti, zhoršení reprodukce a změny ve složení a kvalitě mléka, protože tkáň mléčné žlázy je citlivá na působení T-2 toxinu. Dochází proto ke zvýšení počtu somatických buněk v mléce a může se objevovat i hemolakcie (přítomnost krve v mléce). Také kvalita kolostra bývá zhoršená.

Diacetoxyscirpenol (DAS)

Jedná se o trichotecenový toxin, který z této skupiny vyvolává nejzávažnější poruchy. Jeho mechanismus působení a účinky jsou velmi podobné T-2 toxinu. Mimo výše uvedených příznaků může jeho toxické působení zahrnovat výskyt zánětu sliznice dutiny ústní, která je u skotu doprovázena vznikem krvácenin a erozí a u zvířat proto pozorujeme zvýšené slinění. Podobné změny se mohou vyskytnout i na kůži. Déletrvající příjem toxinu může vést až k úhynům zvířat.

Ochratoxiny

Zejména ochratoxin A patří mezi toxiny s vysokou nefrotoxicitou (poškození ledvin) a poškozující vývoj centrálního nervového systému. Je nebezpečný zejména pro monogastrická zvířata, zatímco přežvýkavci jsou k jeho toxickému působení mnohem odolnější. Při ochratoxikóze dochází k podráždění sliznice trávicího traktu a poškození ledvin. Zvířata proto mají průjem, hubnou, často močí, rozvíjí se dehydratace, apatie a může dojít k úhynu. Při chronické otravě jsou příznaky málo specifické – hubnutí, snížená imunita, narušená reprodukce, odúmrtí plodu. Určitým rizikem pro lidi je možný výskyt ochratoxinů v mase. Vylučování toxinu z organismu je pomalé a zvýšené obsahy zůstávají ve tkáních i několik týdnů po posledním příjmu kontaminovaného krmiva.

Zearalenon

Jedná se o nesteroidní estrogení mykotoxin, který vzniká především na vlhkém obilí skladovaném při nízkých teplotách, ale vzhledem k tomu, že plísňe ho produkující patří i mezi plísňe polní, může kontaminovat velkou řadu krmiv. Jeho vysoké koncentrace bývají kromě obilovin zjišťovány v silážované kukuřici, senážích, ale i v senu z vlhkých lokalit. Toxin se dobře resorbuje z trávicího traktu, metabolizuje se v játrech a je po konjugaci vylučován močí a trusem. Část zearalenonu je znovu ze střev resorbována (enterohepatální recyklace), což prodlužuje působení mykotoxinu v organismu. Malé množství (méně než 1 %) se vylučuje také mlékem laktujících krav. Zearalenon vzhledem ke své struktuře aktivuje estrogenové receptory a působí tak jako mykoestrogen. Tím dochází k narušení reprodukčních funkcí. Při příjmu vyšších koncentrací zearalenonu dochází k hyperestrogenizaci zvířat a dalším poruchám reprodukce (zvětšení vulvy, záněty pochvy s výtokem, tvorba folikulárních cyst, zvětšení dělohy, nepravidelné říje, atrofie vaječníků, raná embryonální mortalita, četné endometritidy, výhřezy pochvy atd.). U jalovic může docházet mimo příznaků estrogenizace pohlavních orgánů také k zvětšení mléčné žlázy již u prepubertálních jedinců. U mladých

samců může mít chronický příjem zearalenonu negativní vliv na vývoj pohlavních orgánů a tvorbu spermií. Toxicita zearalenonu stoupá díky synergickému účinku s jinak relativně málo toxickým DON, který může být produkován stejnou plísní.

Fumonisin

Fumonisin vznikají nejčastěji na kukuřici, kde může infekce plísní probíhat i asymptomaticky, což je nebezpečné z toho pohledu, že kontaminované zrno může vykazovat dobrou senzoryckou kvalitu. Hlavní negativní účinek fumonisinů spočívá v inhibici enzymů nutných pro syntézu sfingolipidů, což vede k degeneraci tkání na sfingolipidy bohatých (mozek a nervová tkáň). K dalším poškozovaným tkáním patří játra, slinivka břišní a plicní parenchym. K toxickému působení fumonisinů jsou přežvýkavci méně citliví než prasata a koně (u nich bývá popisovaná akutní otrava ve formě hepatopatie a chronická otrava ve formě equinní leukoencefalomalacie – ELEM, které se projevuje poruchami chování a koordinace pohybu a končí smrtí). U skotu při intoxikaci dochází k poškození jater a ledvin. Citlivější jsou telata. Klinické příznaky se většinou vůbec nevyskytují nebo jsou mírné a velmi nespecifické (nechutenství, nižší přírůstky a užitkovost). Při vyšetření krve můžeme zjistit zvýšené aktivity jaterních enzymů (AST, GMT) a bilirubinu.

Diagnostika mykotoxikózy je poměrně obtížná, protože klinický obraz převažujících chronických intoxikací je jen málo specifický. Pokud se v chovech objevují hromadněji příznaky poruch zdraví, snížený příjem krmiva, snížená užitkovost a poruchy reprodukce, je vhodné přistoupit k vyšetření krmiv na přítomnost plísní a mykotoxinů. Další indikací k vyšetření je smyslové narušení krmiv, existence rizikových klimatických a skladovacích podmínek, nedodržování technologických postupů apod. Vzhledem k tomu, že kontaminace krmiv není rovnoměrná a homogenní, je nutno odebrat poměrný vzorek z celkového množství krmiva. Vzorkování se doporučuje realizovat odběrem většího počtu menších vzorků (optimálně kolem 20), které se následně promíchají, a z nich se odebere vzorek k analýzám. Vzhledem k nehomogennímu rozložení plísní a mykotoxinů v krmivech a také jejich možnému složitému synergismu nelze jakoukoli koncentraci mykotoxinu v krmivech považovat za bezpečnou. Pro přesné hodnocení kontaminace krmiv plísněmi se provádí jejich kultivace, při které se následně posuzuje významnost izolovaných druhů plísní a také intenzita jejich výskytu. Orientační metoda identifikace plísní je založena na rozdílech ve zbarvení plísněných kultur. Objektivní metodou hodnocení kontaminace krmiva je stanovení počtu kolonie tvořících jednotek (obsahu životaschopných spor plísní) v 1 g. Počty spor nad 10^5 jsou považovány za nežádoucí. Samotné mykotoxiny se stanovují chromatograficky (tenkovrstvá chromatografie – TLC;

vysokoučinná kapalinová chromatografie - HPLC; plynová chromatografie - GLC), fluorometricky a v současné době především ELISA, příp. RIA testy. Komerčně vyráběné ELISA soupravy se specifickými protilátkami proti jednotlivým mykotoxinům se využívají zejména pro stanovení aflatoxinů, DON, zearalenonu, T-2 toxinu a ochratoxinů. K dalším metodám testování mykotoxinů patří biologické metody založené na testování cytotoxicity na mikroorganismech, buňkách, tkáňových kulturách, příp. na kuřecích embryích. Kožní testy se používají k potvrzení trichotecenových mykotoxinů.

Prevence mykotoxikóz by měla vycházet ze snahy zabránit nebo alespoň omezit růst plísní a tvorbu mykotoxinů ve všech fázích produkce krmiv (růst, sklizeň, zpracování, skladování, krmení). U konzervovaných objemných krmiv je nutné dodržovat zásady správné výrobní praxe a pro zlepšení fermentace siláží používat vhodná aditiva. Pokud dojde k výskytu plísní *Fusarium* již na poli, vytvořené mykotoxiny (zejména trichoteceny a zearalenon) se během silážování nemění. Zrniny by se měly skladovat při méně než 14% vlhkosti. Jako inhibitory plísní (které jen omezují další růst plísní a neovlivňují mykotoxiny již vzniklé) se v krmivářství používají některé organické kyseliny (propionová, octová, sorbová, benzoová), které snížením pH růst plísní zastavují, a také jejich soli. Při použití inhibitorů plísní je vhodné granulování krmiva, protože vysoká teplota při granulování zvyšuje účinnost použitých organických kyselin. Pokud však následně dojde k aktivaci plísní v granulích (při nevhodném skladování či porušování doporučené krmné techniky a technologie - např. při nedostatečném odstraňování zbytků nespotřebovaného granulovaného startérového krmiva telat apod.) je růst plísní ještě rychlejší, protože proces granulování zvyšující jeho stravitelnost také zvýší využití živin plísněmi.

Pokud jsou krmiva mykotoxiny již kontaminovaná, máme jen omezené možnosti, jak jejich výskyt v krmivech snížit, resp. je v krmivu deaktivovat. Stále proto platí, že optimální metodou je krmiva kontaminovaná mykotoxiny nekrmit. Z praktického hlediska je však tato možnost (zejména při kontaminaci objemných krmiv) velmi obtížně realizovatelná a proto se některé metody snižující dopad přijatých mykotoxinů využívají. Krmiva s prokázanou přítomností mykotoxinů lze krmit pouze po dostatečném „naředění“ u kategorií či druhů zvířat s vyšší rezistencí k mykotoxinům (např. jatečný skot). Neměla by se vůbec používat u mláďat, březích a vysokoužitkových dojnic.

K dekontaminaci krmiv se využívají některé fyzikálně chemické metody (kombinace tepla a tlaku, využití vodného roztoku chloridu vápenatého, čpavkování apod.), ale v praxi dnes spíše dominují metody využívající jako krmná aditiva mykotoxinové adsorbenty. Tato aditiva mají schopnost mykotoxiny adsorbovat na některé materiály, jako jsou aktivní živočišné uhlí, syntetické zeolity a těžké minerální jíly (bentonity, sepiolity). Takto vázané molekuly mykotoxinů

mají omezenou schopnost se vstřebávat ze střeva. U těchto typů sorbentů je nutno zvažovat, jak účinné jsou proti vyskytujícímu se mykotoxinu a zohlednit také možné nežádoucí vazby jiných důležitých živin (např. mikroprvků, vitaminů). Dále se jako přirozené mykotoxinové adsorbenty využívají produkty extrahované z buněčných stěn (esterifikované glukomanany) kvasinkových buněk a také postupy dekontaminace mykotoxinů použitím enzymů (esterázy, epoxidázy), které mohou mykotoxiny degradovat rozštěpením funkčních skupin molekul na neškodné metabolity. Dále jsou využívány i kombinované přípravky na bázi adsorpce a enzymového štěpení mykotoxinů. Do určité míry lze využít i antagonistické mikroorganismy (např. kvasinky *Saccharomyces*, laktobacily) a jejich produkty (oligosacharidy ze skupiny glukomananů). Také vláknina krmiva může některé mykotoxiny (zearalenon, T-2 toxin) částečně vázat. U přežvýkavců sehrává důležitou roli také bачor, resp. jeho mikroflóra, která může některé mykotoxiny alespoň částečně degradovat. Také samotný organismus zvířete má k dispozici některé obranné mechanismy, které resorbované mykotoxiny detoxikují. K tomu dochází především v játrech, kde se odehrávají oxidoredukční reakce založené na využívání glutationu, který je částečně tvořen metioninem a cysteinem. Je tedy důležité, aby zvíře mělo zajištěn dostatečný přívod metioninu, aby mohlo tyto přirozené obranné mechanismy adekvátně využívat. Detoxikační funkce organismu zvířat lze podpořit také aplikací antioxidantů, jako jsou vitaminy A, E, C, selen apod.

Metody hodnocení bezpečnosti krmiv

Metody hodnocení výživné hodnoty píce a krmiv

Stanovení obsahu vlhkosti

Za vlhkost se považuje úbytek hmotnosti vzniklý sušením za předepsaných podmínek. Zbytek po dosušení představuje sušinu krmiva. Vlhkost stanovíme vysušením vzorku za předepsaných podmínek vážkově.

Pomůcky a chemikálie

- Elektrická sušárna s automatickou regulací teploty a s možností odvětrávání a teploměrem pro hodnoty teploty nejméně do 150 °C.
- Vysoušečka s víčkem z nekorodujícího kovu s plochou umožňující rozprostřít asi 0,3 g vzorku na 1 cm².
- Misky vysoušecí s plochým dnem, vhodných velikostí a z materiálů odolných vůči teplotám do 100 °C a inertním vůči vlhkosti.

1. Krmiva s vlhkostí do 17 % s výjimkou krmiv lisovaných:

Do předem vysušené 30 min. při teplotě (103±2 °C) a zvážené vysoušečky s přesností na 0,001 g se naváží se stejnou přesností asi 5 g vzorku krmiva a vzorek se ve vysoušečce rovnoměrně rozprostře a vloží se do sušárny předem vyhřáté na teplotu (103±2 °C). Obsah vysoušečky se suší s odklopeným víčkem při této teplotě 4 hodiny. Čas se měří od doby dosažení předepsané teploty ve vnitřním prostoru sušárny. Po čtyřech hodinách se vysoušečka vyjme, uzavře víčkem, vloží do exikátoru a po vychladnutí zváží s přesností na 0,001 g. Úbytek na hmotnosti představuje vodu, zbytek po vysušení sušinu.

Krmiva s aditivním obsahem močoviny (nad 5 g na kg) se suší 6 hodin při teplotě 75±2 °C.

2. Krmiva s obsahem vlhkosti nad 17 %, krmné směsi s obsahem nad 13,5 % a všechna krmiva lisovaná:

Pro předsušení se upraví krmivo tak, že do předem vysušené ploché misky zvážené s přesností na 0,001 g se naváží asi 100 g vzorku krmiva

Při úpravě vzorku, míchání a vážení je nutné postupovat rychle a pečlivě tak, aby nedocházelo k vysýchání, oddělování šťáv, nerovnoměrnému zastoupení částic apod. Navážka vzorku se rovnoměrně rozprostře do vrstvy asi 10 mm a suší v sušárně při teplotě 60–70 °C za odvětrávání do získání pevné a drtitelné konzistence. Předsušený vzorek se po vyjmutí ze sušárny ponechá nejméně po dobu

12 hodin vyrovnat na vzdušnou vlhkost prostředí, vzorek se chrání před přímým slunečním zářením či zaprášením a pak se miska se vzorkem zváží s přesností na 0,001 g. Vzorek rozemeleme tak, aby beze zbytku prošel sítím s kruhovými otvory o průměru 1 mm a znovu ho ponecháme v otevřené prachovnici vyrovnat na vzdušnou vlhkost prostředí. Takto upravený vzorek se použije ke stanovení vlhkosti dle bodu 1.

3. Krmiva tekutá, krmiva pastovitá a krmiva s vyšším obsahem tuku (nad 80 g na kg):

Do vysoušečky se odváží asi 5 až 10 g mořského písku, vysoušečka s krátkou skleněnou tyčinkou, pískem a víčkem se vysuší po dobu 30 min. při teplotě 130 °C. Po této době se vyjme ze sušárny, uzavře víčkem, po vychladnutí v exikátoru se zváží s přesností na 0,001 g. Do zvážené vysoušečky s vysušeným pískem se postupně za stálého opatrného míchání skleněnou tyčinkou přidává asi 10 g vzorku až vznikne směs, ve které je vzorek kompletně nasycen pískem. Vysoušečka se uzavře víčkem a zváží se včetně tyčinky s přesností na 0,001 g. Zvážená vysoušečka se s odklopeným víčkem a tyčinkou vloží do sušárny předem vyhřáté na teplotu (103±2 °C) a dále se pokračuje dle bodu 1.

Krmivo charakterizuje obsah sušiny. Ta však sama o sobě není ukazatelem kvality krmiva, ale je důležitým faktorem, který může kvalitu ovlivnit, zvláště u píce. U zelené píce indikuje vegetační zralost, stravitelnost, u siláží a senáží predikuje výsledek kvasného procesu, u sena limituje jeho skladovatelnost. Terminologické pojmy:

- Původní sušina je obsah sušiny, který vykazuje vzorek při jeho odběru. Procenticky vyjádřený obsah sušiny, při kterém se krmivo zkrmuje, získáme vysoušením neupraveného vzorku při 103 ± 2 °C.
- Laboratorní sušina se stanoví z pomletých homogenizovaných, tedy upravených vzorků krmiva vysoušením při 103 ± 2 °C. Je důležitým faktorem, ze kterého se vychází při všech přepočtech z analytických hodnot.
- Korigovaná sušina se používá u siláží, kdy při běžném sušení v sušárnách dochází k úniku těkavých látek (kvasných kyselin, alkoholů, esteru a amoniaku), čímž dochází ke snížení zjištěného obsahu sušiny.
- Absolutní sušina se získává výpočtem z původní nebo laboratorní sušiny na hodnotu 100 %.

Vlhkost krmiva (X) v g/kg stanovená s předsoušením se vypočítá podle vzorce:

$$X = \left(1 - \frac{m_2 \times m_3}{m_0 \times m_2} \right) \times 100$$

kde m_0 je hmotnost navážky vzorku k předsoušení v g

- m_1 hmotnost předsušeného vzorku po vyrovnání na vzdušnou vlhkost v g
- m_2 hmotnost navážky vzorku pro sušení při 103 °C v g
- m_3 hmotnost vysušeného vzorku po 4 hod. při 103 °C v g

Vlhkost krmiva X v g/kg stanovená bez předsoušení se vypočítá podle vzorce:

$$X = (m_2 - m_3) \times \frac{100}{m_2}$$

Sušina vzorku krmiva Y v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$Y = 1000 - X$$

Opakovatelnost: rozdíl mezi dvěma paralelními opakováními prováděnými na stejném vzorku nesmí pro všechny obsahy překročit 0,2 %.

Stanovení obsahu dusíkatých látek

Dusíkatými látkami se rozumí obsah dusíku stanovený metodou podle Kjeldahla vynásobený faktorem 6,25.

Pro zvláštní případy hodnocení krmiv, nejde-li o stanovení výživné hodnoty, lze pro výpočet použít přesnějších faktorů a to 5,75 pro obiloviny a mlýnská krmiva, 6,00 pro živočišné moučky, 6,37 pro mléko a mléčné výrobky, 5,61 pro kliš a 6,67 pro vaječný bílek. Přepočtený faktor je třeba vždy uvést.

Pomůcky a chemikálie:

- Destilační přístroj vhodné konstrukce.
- Zařízení pro mineralizaci vhodné konstrukce.
- Baňky nebo mineralizační tuby vhodné velikosti (baňky se doporučují dle Kjedhala 500–750 ml).
- Kyselina sírová, roztok 96–98 % ($h=1,84$ g/l).
- Kyselina sírová, odměrný roztok c (H_2SO_4) = 0,1 nebo 0,5 mol/l.
- Kyselina boritá, roztok 4 %.
- Hydroxid sodný, roztok 400 g/l ($h=1,36$ g/ml).
- Hydroxid sodný, odměrný roztok c (NaOH) = 0,2 nebo 0,1 mol/l.
- Katalyzátor: síran sodný nebo draselný, oxid měďnatý nebo síran měďnatý pentahydrát ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).
- Indikátory: Methylčerveň, Tashirův směsný.
- Odpěnovací prostředek.
- Sacharóza.

Do mineralizační baňky nebo tuby s přesností na 0,001 g se naváží 0,5 až 1 g vzorku. K odváženému vzorku se přidá 10 g síranu sodného a 0,3–0,4 g oxidu

mědnatého nebo 0,9–1,2 g pentahydrátu síranu mědnatého jako katalyzátoru. K odváženému vzorku se dále přidá 25–30 ml koncentrované kyseliny sírové. Obsah mineralizační baňky se krouživým pohybem promíchá tak, aby se veškerá hmota dostala do kontaktu s kyselinou a mineralizační baňka se vloží do mineralizačního zařízení. Obsah se zahřívá pozvolně tak, aby se zabránilo vzlínání pěny do hrdla. Po odpěnění, když obsah olejovitě ztekutí, intenzitu zahřívání zesílíme. V případě, že obsah mineralizační baňky silně pění již na počátku mineralizace, přidáme vhodný odpěňující prostředek (např. parafin). Při mineralizaci nesmí dojít k podstatným změnám v objemu kyseliny a ulpívání částic na stěnách mineralizační baňky. Od okamžiku, kdy dojde k vyjasnění roztoku z původně tmavohnědého mineralizátu na zcela čistou barvu, pokračujeme v mineralizaci ještě asi 2 hodiny. Spálený vzorek se po vychladnutí opatrně zředí 75–100 ml H₂O a zředěný roztok se nechá vychladnout. Pro destilaci se podle destilačního zařízení použije buď celý objem mineralizátu nebo jeho část, po převedení do odměrné baňky a doplnění destilovanou vodou se k destilaci pipetuje vhodný alikvótní podíl. Po převodu mineralizátu nebo jeho alikvotního podílu do destilační baňky přístroje se k destilačnímu přístroji připojí předloha (titrační baňka) obsahující buď přesně odměřené množství odměrného roztoku kyseliny sírové s přídatkem 2–3 kapek indikátoru, nebo kyseliny borité s přídatkem indikátoru. Objem předlohy se upraví destilovanou vodou tak, aby konec přestupníku destilačního zařízení byl nejméně ponořen 10 mm do roztoku předlohy. K obsahu destilační baňky se pozvolně přidá vytěšňovací roztok hydroxidu sodného (cca 100 ml), který zajistí kvantitativní vytěsňování amoniaku. Po přidavku vytěšňovacího roztoku se destilační baňka a její obsah začne zahřívát. Destiluje se asi 30 minut, kdy objem v předloze dosáhne cca 150 ml. Obsah titrační baňky se ihned po ukončení destilace ztitruje buď odměrným roztokem kyseliny sírové v případě jímání amoniaku do roztoku kyseliny borité, nebo odměrným roztokem hydroxidu sodného, pokud byl amoniak jímán do odměrného roztoku kyseliny sírové do změny zabarvení vzorku. Souběžně se stanovením dusíku ve vzorku se provede slepý pokus. Do mineralizační baňky se naváží místo vzorku 1 g sacharózy, přidá se stejné množství kyseliny sírové a katalyzátoru jaké bylo použito pro mineralizaci vzorku. Další pracovní postup je stejný.

Obsah dusíku v analyzovaném vzorku (X) v g na kg se v případě jímání amoniaku do odměrného roztoku kyseliny borité vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{6,25 \times 2,801 \times (V_3 - V_2)}{m}$$

Obsah dusíku v analyzovaném vzorku X v g na kg se v případě jímání amoniaku do odměrného roztoku kyseliny sírové vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{6,25 \times 2,801 \times (V_0 - V_1)}{m}$$

Kde V_0 je spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného pro slepý pokus

V_1 je spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného na zkoušený vzorek v ml

V_2 je spotřeba odměrného roztoku kyseliny sírové na slepý pokus v ml

V_3 je spotřeba odměrného roztoku kyseliny sírové na zkoušený vzorek v ml

m je hmotnost alikvotního podílu navážky vzorku v g.

(1 ml přesně 0,1 mol/l kyseliny sírové odpovídá 2,801 mg dusíku).

Opakovatelnost: Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí překročit při obsahu:

do 200 g/kg	2 g/kg
201–400 g/kg	1 % relat.
nad 400 g/kg	4 g/kg

Stenovení tuku

Tuk se stanoví vážkově buď přímou extrakcí vzorku příslušným extrakčním činidlem nebo po předchozí hydrolýze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou, následným oddestilováním extrakčního činidla a vysušením vyextrahovaného tuku. Tato metoda není vhodná pro stanovení obsahu tuku v olejnatých semenech.

Pomůcky a chemikálie

- Extrakční přístroj podle Soxleta nebo podle Twisselmana s vyhřívacím zařízením v bezpečnostním provedení.
- Sušárna elektrická s odvětráváním a s automaticky regulovatelnou teplotou.
- Patrony nebo extrakční tuby, tuku prosté, dle velikosti přístroje.
- Baňka extrakční se zábrusem, obsah 250 ml.
- Diethylether bez obsahu peroxidů, zbytkem po odpaření nejvýše 1 mg na 100 ml.
- Kyselina chlorovodíková, roztok c (HCl) 3 mol/l.
- Dusičnan stříbrný, roztok 10 g/l.
- Pemza zrnitá tuku prostá.
- Vata obvazová.

Do tukuprosté extrakční tuby se naváží asi 5 g zkušební vzorku s přesností na 0,001 g, extrakční tuba (nebo patrona) se uzavře vatou a předsuší po dobu 2 hodin v sušárně při teplotě 95–98 °C. Extrakční tuba s předsušeným vzorkem

vloží do střední části extrakčního přístroje, spojí se s předem vysušenou (30 min při 95–98 °C) extrakční baňkou zváženou s přesností na 0,001 g a potřebným množstvím diethyletheru. Množství extrakčního činidla se volí takové, aby u přístroje dle Soxleta došlo k přetékání činidla 10x za 1 hodinu u extraktoru dle Twisselmana se volí cca 50–100 ml. Obsah tuby se extrahuje po dobu 6 hodin při rychlosti kondenzace 3–5 kapek za minutu. Po skončené extrakci se z extrakční baňky oddestiluje převážná část extrakčního činidla, zbytek se odstraní buď odpařením na vodní lázni nebo opatrným vysušením v otevřeném prostoru. Baňka s extraktem se vysuší v sušárně při teplotě 95–98 °C po dobu 1,5 hodiny a po ochlazení v exikátoru se zváží s přesností na 0,001 g. Potom se opět vloží zpět do sušárny a při stejné teplotě se suší ještě 30 minut. Ochladí se v exikátoru a opět zvaží s přesností na 0,001 g. Rozdíly mezi prvním a následujícím vážením by neměly být větší než 1 mg.

U krmiv s obsahem močoviny nebo cukrů se odvážený vzorek nejdříve před extrakcí převede na odtučněný filtr ve filtrační nálevce promyje asi 100 ml vody, teplé 50 °C. Filtr s promytým vzorkem se vysuší v sušárně při teplotě 95–98 °C nejméně po dobu 3 hodin. Vloží se po vysušení do tuby, utěsní smotkem vaty a extrahuje se dle výše uvedené metody.

Extrakce po hydrolýze musí být provedena u krmiv živočišného původu, sušených brambor, kvasnic, výpalků, mléčných krmiv s minimálním obsahem 40 % mléka a v krmných směsích obohacených tukem.

Odváží se 2,5 g zkušební vzorku s přesností na 0,001 g do kádinky na 400 ml se přidá 100 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové, několik zrněk pemzy a při mírném varu se vaří po dobu 1 hodiny. Obsah se zředí vodou, ochladí a filtruje přes dvojitý středně hustý navlhčený filtr. Filtr s pevným zbytkem se vysuší v sušárně po dobu 3 hodin při teplotě 95–98 °C, po vysušení se vloží do extrakční tuby a dále se postupuje dle výše uvedené extrakce.

Obsah tuku X v g na kg se vypočítá podle vzorce:

$$X = 10^3 \times \frac{m_2 - m_1}{m_0}$$

Kde: m_0 je hmotnost zkušební vzorku v g

m_1 hmotnost prázdné extrakční baňky v g

m_2 hmotnost extrakční baňky s extraktem v g

V protokolu musí být uvedeno použité extrakční činidlo.

Opakovatelnost: Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními na stejném vzorku nesmí překročit pro obsah:

do 50 g/kg	2 g/kg
51 do 100 g/kg	4 relat. %
nad 100 g/kg	4 g/kg

Stanovení obsahu popela

Popel se stanoví vážkově jako zbytek hmoty po zpopelnění při teplotě 550 ± 20 °C do konstantní hmotnosti za předepsaných podmínek.

Pomůcky a chemikálie

- Elektrická muflová pec s odvětráváním a s automatickou regulací teploty do 600 °C.
- Elektrická sušárna s možností odvětrávání a s automatickou regulací teploty nejméně do 120 °C.
- Elektrická vyhřívaná topná deska nebo plynový kahan s regulací plamene.
- Spalovací misky zhotovené z materiálu, který nepodléhá změnám v předepsaných podmínkách (misky z platiny, porcelánové, křemenné apod.).
- Do předem vyžíhané (30 minut při teplotě 550 °C) spalovací misky v exikátoru ochlazené a zvážené s přesností na 0,001 g se naváží asi 5 g vzorku s přesností na 0,001 g, obsah spalovací misky se pozvolna zuhelnatí na elektricky vyhřívané topné desce nebo nad kahanem, potom se spalovací miska se zuhelnatělým obsahem vloží do elektrické muflové pece předem vyhřáté na 550 °C a obsah misky se spaluje 3 hodiny při teplotě (550 ± 20 °C). Po této době se spalovací miska vyjme z pece a obsah se vizuálně posoudí na přítomnost uhlíkatých částic. Jsou-li přítomny obsah spalovací misky se spaluje další hodinu za stejných podmínek. Jsou-li uhlíkaté částice přítomny ještě i po této době, obsah spalovací misky se ochladí v exikátoru, potom se zvlhčí vodou, vysuší při teplotě 103 ± 2 °C a spaluje další hodinu za stejných podmínek. Po této době se spalovací miska vyjme z pece, ochladí v exikátoru a zváží s přesností na 0,001 g.

Pro krmné tuky nebo oleje se použije následující postup:

Do předem vyžíhané (30 minut při teplotě 550 °C) spalovací misky zvážené s přesností na 0,001 g se naváží asi 25 g vzorku s přesností na 0,001 g, k obsahu spalovací misky se přidají nastříhané proužky bezpopelného filtračního papíru, obsah spalovací misky se zapálí a po vyhoření hlavního podílu tuku nebo oleje se dále postupuje podle výše uvedené metodiky.

Pro mléko a mléčné výrobky se použije následující postup:

Do výše uvedené připravené spalovací misky se odváží 25 g zkušební vzorku s přesností na 0,001 g, obsah misky se odpaří na vodní lázni a vysuší v sušárně při teplotě 103 ± 2 °C. Následuje pomalé zuhelnatění nad mírným plamenem. Popel se nechá vychladnout, přidá se 10 ml horké vody a rozpustný podíl se odfiltruje přes bezpopelný filtrační papír a promyje malým množstvím horké

vody. Filtrát se uschová a filtrační papír po vysušení se vyžihá v muflové peci při 500–550 °C do běla. Po vychladnutí se do misky přidá kvantitativně filtrát, který se odpaří do sucha při 130 °C a krátce přežihá při 500–550 °C. Miska po vychladnutí v exikátoru se rychle zváží s přesností nejméně na 0,001 g.

Obsah popela (X) v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{1000 \times (m_2 - m_0)}{m_1 - m_0}$$

Kde: m_0 je hmotnost prázdné spalovací misky v g,

m_1 je hmotnost spalovací misky s navážkou zkušební vzorku v g ($m_0 + m$),

m_2 je hmotnost spalovací misky se spáleným vzorkem v g.

Opakovatelnost: Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními na stejném vzorku nesmí překročit při obsahu

do 30 g/kg	3 g/kg
31 do 50 g/kg	10 relat. %
51 do 200 g/kg	5 g/kg
201 do 400 g/kg	2,5 relat. %
nad 400 g/kg	10 g/kg.

Stenovení obsahu vlákniny

Vláknina se stanoví metodou Henneberg –Stohmannovou jako zbytek ze vzorku po 30 minutové hydrolýze v 1,25% roztoku kyseliny sírové, v 1,25 % roztoku hydroxidu draselného, po promytí organickým rozpustidlem a po odečtení popela za předepsaných podmínek vážkově.

Pomůcky a chemikálie:

- sušárna s odvětráváním a s automatickou regulací teploty nejméně do 150 °C
- Pec muflová s možností odvětrávání a s automatickou regulací teploty do 650 °C
- Vyhřívací zařízení pro vaření s možností regulace
- Kádinka na 600 ml s označením objemu na 200 ml
- Filtrační nálevka
- Mlynářské síto
- Miska spalovací porcelánová, křemenná platinová
- Kyselina sírová – roztok
- Hydroxid draselný – roztok
- Aceton
- Lakmus, acidobazický indikátor

Manuální metoda: do kádinky na 600 ml se naváží $3 \pm 0,001$ g vzorku, přidá se 50 ml roztoku kyseliny sírové, horkou vodou se obsah kádinky upraví na objem 200 ml, během 2-3 minut se obsah kádinky uvede do mírného varu a vaří za konstantního objemu 30 min. Konstantní objem se udržuje buď krátkými přídávky horké vody nebo se použije vhodné refluxní zařízení (například na kádinku se umístí baňka s kulatým dnem naplněná asi 1 l studené vody). Po 30 minutách se var přeruší, obsah kádinky se zředí horkou vodou na objem cca 500 ml, ponechá se 30 minut sedimentovat a potom se roztok odsaje pomocí nálevky s mlynářským sítem. Částice ulpělé na sítu se horkou vodou smyjí zpět do kádinky, objem se upraví opět na 500 ml a celá operace odsátí a doplnění horkou vodou se opakuje ještě 2x. Po posledním odsátí promývací kapaliny se přidá 50 ml roztoku hydroxidu draselného, obsah kádinky se upraví horkou vodou na objem 200 ml, během 2-3 minut se uvede do mírného varu a vaří za konstantního objemu 30 minut. Separace nezhydrolyzovaného zbytku se provede po alkalické hydrolyze stejným způsobem jako po hydrolyze kyselé. Po posledním odsátí promývací kapaliny se částice ulpělé na sítu a nálevce smyjí horkou vodou zpět do kádinky, nezhydrolyzovaný zbytek se převede pomocí horké vody na předem vysušený (30 minut při $105\text{ }^{\circ}\text{C}$) řídký bezpopelný filtrační papír zvážený s přesností na 0,001 g a obsah filtru se promývá horkou vodou až do získání neutrální nebo slabě kyselé reakce filtrátu na lakmus. Potom se obsah na filtru promyje malým množstvím acetonu a filtr s nezhydrolyzovaným zbytkem po vytěkání acetonu se vysuší po dobu 3 hodin při teplotě ($103 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Po ochlazení v exikátoru se zváží filtr s vlákninou se stejnou přesností a přemístí do spalovací misky a během 45 minut se zpopelní v elektrické muflové peci při teplotě ($550 \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Po ochlazení v exikátoru se spalovací miska s popelem zváží s přesností na 0,001 g. Místo filtrační nálevky s mlynářským sítem lze použít pro separaci nezhydrolyzovaného zbytku metody s filtračním kelímkem.

Obsah vlákniny (X) v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{10^3 \times (m_1 - m_2 - m_3)}{m_0}$$

Kde: m_0 je hmotnost navážky zkušební vzorku v g

m_1 je hmotnost filtru s nezhydrolyzovaným zbytkem po alkalické hydrolyze po vysušení při $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ v g

m_2 je hmotnost filtru vysušeného 30 minut při $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ v g

m_3 je hmotnost popela nezhydrolyzovaného zbytku v g.

Obsah vlákniny zkušebních vzorků lze stanovit na různých typech automatických přístrojů extrakčních či hydrolyzačních (např. ANKOM 220-Fiber analyzer). Vzorky se zpracovávají podle dodaného návodu.

Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny

Vzorek rostlinného krmiva se v prostředí neutrálního roztoku (pH 7) účinné látky *laurylsulfátu sodného* hydrolyzuje, nezhydrolyzované zůstávají celulóza, hemicelulóza a lignin.

Do varné baňky o objemu 500 ml se naváží $1 \pm 0,001$ g vzorku krmiva. Přidá se 0,5 g siřičitanu sodného a 100 ml detergentního činidla. Obsah se promíchá a během 5 minut se přivede pod zpětným chladičem do mírného varu a vaří se 60 minut. Po varu se ještě horký obsah filtruje přes vysušený (2 hodiny při 105 °C) a předem zvážený (přesnost 0,001 g) filtrační kelímek. Zbytek na filtru se dokonale promyje téměř vařící vodou. Promývání se ukončí promytím 15–20 ml acetonu po malých dávkách. Po odpaření acetonu se fritra se zbytkem neutrálně detergentní vlákniny vysuší (4–6 hodin) při teplotě 105 °C. Po vychladnutí v exikátoru se fritra zváží s požadovanou přesností a v muflové peci při teplotě 550 °C se obsah na fritě spálí po dobu minimálně 3 hodin. Po vychladnutí v exikátoru se opět zváží.

Obsah neutrálně detergentní vlákniny (X) v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 10^3$$

Kde: m_1 je hmotnost navážky v g

m_2 je hmotnost neutrálně detergentní vlákniny v g

m_3 je hmotnost popelovin neutrálně detergentní vlákniny v g.

Stanovení acido detergentní vlákniny

Vzorek rostlinného krmiva se v kyselém prostředí kyseliny sírové hydrolyzuje účinnou látkou *cetyltrimethylamoniumbromidem*. Nezhydrolyzovaný zbytek je ligno-celulózový komplex.

Detergentní činidlo se připraví z 20 mg cetyltrimethylamoniumbromidu, který se za stálého míchání a po mírném zahřátí rozpustí v 1000 ml H_2SO_4 $c = 0,5$ mol. dm⁻³. Roztok je stálý.

Do varné baňky o objemu 500 ml se naváží $1 \pm 0,001$ g vzorku, přidá se 100 ml roztoku detergentního činidla, promíchá se a do 5 minut přivede k mírnému varu. Pod zpětným chladičem se vaří 60 minut. Po ukončení varu se obsah baňky filtruje přes vysušený (2 hodiny při 105 °C) a s přesností na 0,001 g zvážený filtrační kelímek. Zbytek na fritě se dokonale promyje horkou vodou a následně 15–20 ml acetonu po malých dávkách. Fritra s acidodetergentní vlákninou se suší 6–8 hodin při teplotě 105 °C a po vychladnutí se zváží s přesností na 0,001 g. Dále se nechá v muflové peci spalovat při teplotě 550 °C po dobu 3 hodin. Po vychladnutí v exikátoru se zváží s požadovanou přesností.

Obsah acidodetergentní vlákniny (X) v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 10^3$$

kde: m_1 je hmotnost navážky vzorku v g

m_2 je hmotnost acido detergentní vlákniny v g

m_3 je hmotnost popela acidodetergentní vlákniny v g.

Stanovení bezdušikatých látek výtažkových

Obsah bezdušikatých látek výtažkových (BNLV) se stanoví nepřímým výpočtem z údajů získaných chemickou analýzou, jako zbytek sušiny po odečtení obsahu dusíkatých látek, tuku, popela a vlákniny.

Obsah bezdušikatých látek výtažkových (X) v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$X = 1000 - (a + b + c + d + e)$$

kde: a je vlhkost v g/kg

b je obsah dusíkatých látek v g/kg

c je obsah tuku v g/kg

d je obsah popela v g/kg

e je obsah vlákniny v g/kg.

Speciální chemické rozbory

Chemické rozbory se provádějí nejméně dvakrát. Maximální povolený rozdíl dvou paralelních stanovení na stejném vzorku (v relativních nebo absolutních procentech) se označuje jako **opakovatelnost rozboru**. Maximální povolený rozdíl mezi výsledky zkoušek téhož vzorku ve dvou laboratořích (v relativních %) se nazývá **reprodukovatelnost**. Kvalita práce laboratoří se prověřuje kruhovými testy. ÚKZÚZ rozešle vzorky stejného krmiva do jednotlivých akreditovaných laboratoří. Výsledky rozborů mezi laboratořemi nesmí překročit povolenou toleranci. Požadavky na opakovatelnost a reprodukovatelnost jednotlivých rozborů jsou uvedeny ve vyhlášce č. 124/2001 Sb. Například u stanovení obsahu škrobu platí pro **opakovatelnost**: Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí překročit při obsahu: nižším než 400 g/kg 4 g/kg
vyšším než 400 g/kg 1 % relativní

a pro reprodukovatelnost: Rozdíl mezi dvěma výsledky zkoušek stejného vzorku prováděnými ve dvou laboratořích nesmí překročit při obsahu škrobu:

do 120 g/kg	6 g/kg
od 120 do 200 g/kg	5 % relat
nad 200 g/kg	10 g/kg

Při práci v laboratoři je nutné dodržovat bezpečnostní zásady při práci s přístroji a chemikáliemi. Každá chemikálie má svůj bezpečnostní list, na kterém jsou uvedeny vedle výrobce nebo dovozce základní informace o látce nebo přípravku, údaje o nebezpečnosti, pokyny pro první pomoc a opatření pro hasební zásah a opatření v případě náhodného úniku, pokyny pro zacházení a skladování, kontrola expozice a ochrana osob a další důležité údaje jako jsou fyzikální a chemické vlastnosti, stabilita a reaktivita, toxikologické informace, ekologické informace, informace o zneškodňování, pro přepravu, o právních předpisech apod. Pracovníci v laboratořích musí dbát zásad uvedených v bezpečnostních listech.

Kapitola speciální chemické rozborů má za úkol seznámit posluchače s principy chemických rozborů krmiv při zjišťování obsahu aminokyselin, močoviny, amoniaku, dusitanů a dusičnanů, minerálních látek, redukcujících cukrů a škrobu, organických kyselin a titrační kyselosti siláží, etanolu, čísla kyselosti tuku a beta karotenu. Přesné metodiky jednotlivých rozborů jsou uvedeny v příloze vyhlášky č. 124/2001 Sb., kterou se stanoví požadavky na odběr vzorků a principy metod laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixů a způsob uchování vzorků, popř. ve speciálních návodech.

Stanovení obsahu aminokyselin

Postup slouží ke stanovení obsahu volných (syntetických a přirozených) a vázaných (peptidy vázané a volné) aminokyseliny v krmivech za použití analyzátoru aminokyselin. Metoda je použitelná pro tyto aminokyseliny: cyst(e)in, methionin, lysin, threonin, alanin, arginin, kyselinu asparagovou, kyselinu glutamovou, glycin, histidin, isoleucin, leucin, fenylalanin, prolin, serin, tyrosin a valin.

Postup nerozlišuje mezi solemi aminokyselin a nemůže také u aminokyselin rozlišovat mezi formami D a L. Není použitelný pro stanovení tryptofanu nebo hydroxyanalogů aminokyselin.

Princip:

- **Volné aminokyseliny**

Volné aminokyseliny se extrahují zředěnou kyselinou chlorovodíkovou. Současně extrahované dusíkaté makromolekuly se srážejí sulfosalicylovou kyselinou a odstraňují se filtrací. Zfiltrovaný roztok se upraví na pH 2,20.

Aminokyseliny se separují iontoměničovou chromatografií a stanoví se po reakci s ninhydrinem fotometrickou detekcí při 570 nm.

Cystein a methionin se musí před hydrolyzou oxidovat na kyselinu cysteovou a na methioninsulfon. Tyrosin se musí stanovovat v hydrolyzátech neoxidovaných vzorků. Ostatní aminokyseliny se mohou stanovovat buď v oxidovaném nebo neoxidovaném vzorku.

- **Vázané aminokyseliny**

Zvolený proces závisí na zkoumaných aminokyselinách, Cyst(e)in a methionin musí být před hydrolyzou oxidovány na kyselinu cysteovou a na methioninsulfon. Tyrosin se musí stanovovat v hydrolyzátech neoxidovaných vzorků. Ostatní aminokyseliny uvedené v bodě l mohou být stanovovány buď v oxidovaném nebo v neoxidovaném hydrolyzátu vzorku.

Oxidace se provádí při 0 °C směsí kyseliny permravenčí a fenolu. Nadbytečné oxidační činidlo se rozloží dvojsíranem sodným. Oxidovaný nebo neoxidovaný vzorek se hydrolyzuje kyselinou chlorovodíkovou ($c = 6 \text{ mol/l}$) po 23 hodin, Hydrolyzát se upraví na pH 2,20. Aminokyseliny se separují iontoměničovou chromatografií a stanovují se po reakci s ninhydrinem fotometrickou detekcí při 570 nm (440 nm pro prolin).

Veškeré aminokyseliny - Oxidace se provádí při 0 °C směsí kyseliny permravenčí a fenolu. Nadbytečné oxidační činidlo se rozloží dvojsířičitanem sodným. Oxidovaný nebo neoxidovaný vzorek se hydrolyzuje kyselinou chlorovodíkovou ($c=6 \text{ mol/l}$) po 23 hodin. Hydrolyzát se upraví na pH 2,2. Aminokyseliny se separují iontoměničovou chromatografií a stanovují se po reakci s ninhydrinem fotometrickou detekcí při 570 nm (440 pro prolin).

Tato metoda slouží ke stanovení obsahu volných (syntetických a přirozených) a veškerých (vázaných peptidickou vazbou a volných) aminokyselin v krmivech za použití analyzátoru aminokyselin. Metoda je vhodná pro tyto aminokyseliny: Cystein, cystin, methionin, lysin, threonin, alanin, arginin, kyselinu asparagovou, kyselinu glutamovou, glycin, histidin, isoleucin, leucin, fenylyalanin, prolin, serin, tyrosin a valin. Metoda nerozlišuje mezi solemi aminokyselina a nemůže také u aminokyselin rozlišovat mezi formami D a L. Není vhodná pro stanovení tryptofanu nebo hydroxyanalogů aminokyselin.

Pro stanovení obsahu celkového **tryptofanu** se vzorek hydrolyzuje za alkalických podmínek hydroxidem barnatým při 110 °C po dobu 20 hodin. Po hydrolyze se přidá interní standard. Pro stanovení volného tryptofanu se vzorek extrahuje za mírně kyselých podmínek za přítomnosti vnitřního standardu. Tryptofan v hydrolyzátu nebo extraktu se stanoví metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí. (Opakovatelnost: rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí překročit 10 relativních % z vyššího výsledku.)

Stanovení močoviny

Postup specifikuje podmínky pro stanovení obsahu močoviny v krmivech s aditivním obsahem této látky. Močovina se stanoví po vyčechení vodního výluhu vzorku Carresovými činidly reakcí s p-dimethylaminobenzaldehydem spektrofotometricky při vlnové délce 420 nm.

Princip

Močovina se stanoví po vyčechení vodního výluhu vzorku Carresovými činidly a odfiltrování nerozpustného zbytku reakcí s p-dimethylaminobenzaldehydem spektrofotometricky při vlnové délce 420 nm.

Chemikálie

- p-Dimethylaminobenzaldehyd (dále jen DMAB), roztok.

Příprava: 1,6 g DMAB se rozpustí v 100 ml ethanolu, přidá se 10 ml koncentrované kyseliny chlorovodíkové a promíchá. Skladovatelnost tohoto roztoku je nejvýše 15 dní.

- Carresovo činidlo I, roztok.

Příprava: 21,90 g dihydrátu octanu zinečnatého $(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{Zn}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ se rozpustí asi ve 30 až 50 ml vody, přidají se 3 ml ledové kyseliny octové (CH_3COOH) , doplní vodou na objem 100 ml a promíchá.

- Carresovo činidlo II, roztok.

Příprava: 10,60 g trihydrátu hexakynoželeznatanu tetradraselného $[\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ se rozpustí v 50 ml vody, doplní vodou na 100 ml a promíchá.

- Močovina, základní standardní roztok.

Příprava: Do odměrné baňky na 100 ml se odváží přesně 0,100 g močoviny, rozpustí se ve vodě, doplní vodou po rysku a promíchá. 1 ml tohoto standardního roztoku obsahuje 1 mg močoviny.

- Uhlí aktivní, které neabsorbuje močovinu (musí být ověřeno).

Přístroje a pomůcky

- Spektrofotometr vhodné konstrukce pro měření při vlnové délce 420 nm s kyvetou o optické délce 10 mm.
- Míchací zařízení s frekvencí otáčení asi 35 až 40 otáček za minutu.
- Lázeň vodní s automatickou regulací teploty při 20 °C.
- Zkumavky o rozměrech 160 mm x 16 mm se zabroušenou zátkou.

Postup

a) Sestrojení kalibračního grafu

1. Do sady nejméně 6 odměrných baněk na 100 ml se diferencovaně odpipetuje 1; 2; 3; (4); 5; 7; (9) a 10 ml základního standardního roztoku močoviny, každá z baněk se doplní vodou po rysku a promíchá. Tyto zředěnější standardní roztoky odpovídají obsahům 10; 20; 30; (40); 50; 70; (90) a 100 μg močoviny v 1 ml.
2. Do sady nejméně 6 zkumavek se odpipetuje z každého zředěnějšího standardního roztoku po 5 ml, dále se do každé zkumavky odpipetuje 5 ml DMAB, promíchá a ponechá na vodní lázni 15 minut při teplotě 20 °C, Koncentrace v jednotlivých zkumavkách je 5 až 50 μg močoviny v 1 ml.
3. U takto připravených roztoků se změří absorbance v 10 mm kyvetě na spektrofotometru při vlnové délce 420 nm proti kompenzačnímu roztoku (u vzorků proti slepému roztoku), který obsahuje 5 ml DMAB + 5 ml vody. Z naměřených hodnot absorbancí a jim odpovídajících koncentrací se sestrojí kalibrační graf v μg močoviny/ml.

b) Vlastní provedení

1. Do odměrné baňky na 500 ml se odváží asi 2 g zkušebního vzorku (Při obsahu močoviny ve vzorku větším než 30 g/kg se navážka zkušebního vzorku snižuje na 1 g nebo se zkoušený vzorek redukuje ředěním tak, aby koncentrace močoviny ve zkušebním vzorku nebyla vyšší než 50 mg/500 ml.

Při značně nižším obsahu močoviny ve zkoušeném vzorku se hmotnost zkušebního vzorku zvýší, ale tak, aby filtrát roztoku vzorku byl čirý a bezbarvý. Výpočet nutno upravit.) s přesností nejméně na 0,001 g, přidá se 400 ml vody a 1 g aktivního uhlí. Po promíchání se dále přidá 5 ml Carresova činidla I a po opětovém promíchání 5 ml Carresova činidla II. Potom se odměrná baňka s roztokem umístí na míchací zařízení a míchá po dobu 30 minut. Pak se doplní vodou po rysku, promíchá a filtruje suchým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje. Není-li roztok zcela čirý a bezbarvý, stanovení se opakuje s přidáním většího množství aktivního uhlí (přídavek aktivního uhlí by neměl přesáhnout 3 g.).

Do zkumavky se odpipetuje 5 ml čirého filtrátu, přidá pipetou 5 ml roztoku DMAB, promíchá a ponechá na vodní lázni při teplotě 20 °C po dobu 15 minut.

2. Souběžně se vzorkem se připraví slepý roztok (blank) stejným způsobem, jak výše uvedeno, s výjimkou přidání roztoku zkoušeného vzorku, místo něhož se přidá stejné množství vody.
3. Roztok vzorku se po vyjmutí z vodní lázně měří, jak je uvedeno v a) 3. proti slepému roztoku.

Z kalibračního grafu se zjistí koncentrace močoviny v $\mu\text{g}/\text{ml}$.

c) Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah močoviny v g /kg (X) se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{C \times F}{100 \times m}$$

kde C je koncentrace močoviny zjištěná z kalibračního grafu v µg/ml
m navážka zkušební vzorku v g
F faktor ředění.

Stanovení obsahu těkavých dusíkatých látek

Postup specifikuje podmínky pro stanovení obsahu těkavých dusíkatých látek vyjádřených jako **amoniak** v krmivech. Vzorek se extrahuje vodou, roztok se vyčeří a zfiltruje. Těkavé dusíkaté látky se po přidání roztoku uhličitanu draselného vytěsní a mikrodifúzí se zachycují v roztoku kyseliny borité a titrují se kyselinou sírovou.

Metoda destilací umožňuje stanovení obsahu těkavých dusíkatých látek vyjádřených jako **amoniak** v rybí moučce, která neobsahuje prakticky žádnou močovinu. Metoda je použitelná pouze u obsahů nižších než 0,25 % amoniaku. Vzorek se extrahuje vodou, roztok se vyčeří a zfiltruje. Těkavé dusíkaté báze se vytěsní za varu po přidání oxidu hořečnatého a zachycují se v předepsaném množství kyseliny sírové. Přebytek kyseliny sírové se titruje roztokem hydroxidu sodného.

Stanovení obsahu amoniaku v rybích moučkách

Tento postup specifikuje podmínky pro stanovení amoniaku v rybích moučkách. Je použitelná pro obsahy amoniaku, vyjádřené jako NH₃ do 2 500 mg/kg.

Princip

Amoniak se stanoví titračně alkalimetry ve vodním výluhu vzorku po vyčeření kyselinou trichloroctovou, vytěsnění oxidem hořečnatým a předestilováním do kyseliny sírové.

Chemikálie

- Kyselina trichloroctová, roztok 200 g/l
- Oxid hořečnatý, pevný
- Odpěňovací prostředek (silikonový olej a pod.)
- Kyselina sírová, odměrný roztok $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ mol/l}$
- Hydroxid sodný, odměrný roztok $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$

- Indikátor methylová červeně

Příprava: 0,30 g methylové červeně se rozpustí ve 100 ml ethanolu 96 %

Přístroje a pomůcky

- Mixér nebo míchačka vhodné konstrukce o 35 až 40 ot/min
- Přístroj destilační (pro přehánění vodní parou)

Postup

a) Odváží se asi 10 g zkušební vzorku s přesností nejméně na 0,001 g do baňky mixéru nebo kádinky vhodného objemu, přidá se 100 ml vody a mixuje (míchá) po dobu 30 minut. Potom se obsah převede vodou do odměrné baňky na 250 ml, přidá se 50 ml roztoku kyseliny trichloroctové, doplní vodou po rysku a intenzívně promíchá. Obsah se filtruje suchým skládaným filtrem střední hustoty do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje.

Do destilační baňky přístroje se odpipetuje alikvotní podíl, podle očekávaného obsahu amoniaku (obvykle 100 ml), zředí vodou asi na 200 ml a těsně před destilací se přidají 2 g oxidu horečnatého, pár kapek odpěňovacího prostředku (roztok musí být alkalický – zkouška např. pH papírkem) a destilační baňka se připojí k destilačnímu přístroji. Přestupník přístroje se ponoří do titrační baňky, do které bylo přidáno pipetou přesně 25,0 nebo 50,0 ml odměrného roztoku kyseliny sírové, a to asi 0,5 cm pod hladinu. Pak se zapne destilace a destiluje se tak dlouho, až se nadeziluje asi 150 ml destilátu. Během destilace se dbá, aby se nepřehřívaly stěny baňky. Před skončením destilace se předloha sníží tak, aby přestupník vyčníval nad hladinu a zkouší se reakce dalšího destilátu např. pH papírkem. Není-li alkalická, destilace se ukončí, přestupník se opláchne do předlohy a obsah předlohy se asi 2 minuty povaří (Povaření obsahu předlohy před titrací je nutné k rozložení event. zbytku kyseliny trichloroctové na chloroform a oxid uhličitý, které se varem vypudí z roztoku.). Po ochlazení se do předlohy přidá pár kapek indikátoru methylové červené a titruje se odměrným roztokem hydroxidu sodného do právě vymizelého červeného zbarvení roztoku.

Je-li reakce dalšího destilátu ještě alkalická, je nutno destilaci opakovat s menším alikvotním podílem nebo prodloužit dobu destilace. Vedle toho se provede slepá zkouška se stejným postupem s výjimkou přidání alikvotního podílu filtrátu vzorku, místo kterého se přidá stejný objem vody.

b) Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah amoniaku, vyjádřeného jako NH_3 v mg/kg (X), se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{1,703 \times 10^3 \times V}{m}$$

kde V je rozdíl spotřeb odměrného roztoku hydroxidu sodného na slepou zkoušku a vzorek v ml

m hmotnost alikvotního podílu zkušební vzorku v g

1 ml přesně 0,05 mol/l kyseliny sirové odpovídá 1,703 mg amoniaku (NH_3)

Stanovení obsahu těkavých dusíkatých látek

Tento postup specifikuje podmínky pro stanovení obsahu těkavých dusíkatých bází vyjádřených jako **amoniak** v krmivech.

Princip

Vzorek se extrahuje vodou a roztok se vyčeří a filtruje. Těkavé dusíkaté báze jsou uvolněny uhličitanem draselným a pomocí mikrodifúze jímány do roztoku kyseliny borité a stanoveny kyselinou sírovou titračně.

Chemikálie

- Kyselina trichloroctová, roztok 20%
- Směsný indikátor: 33 mg bromkresolové zeleně a 65 mg methylové červeně se rozpustí ve 100 ml 95–96 % ethanolu
- Kyselina boritá, roztok
Příprava: 10 g kyseliny borité se rozpustí v 900 ml vody, přidá se 10 ml indikátoru (3.2) a 0,5 ml 4 % roztoku hydroxidu sodného a promíchá se. Doplní se vodou na 1000 ml.
- Uhličitan draselný, nasycený roztok
Příprava: 100 g uhličitanu draselného se rozpustí ve 100 ml horké vody, nechá se vychladnout a zfiltruje se.
- Kyselina sírová, odměrný roztok $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,01 \text{ mol/l}$
- Glycerín

Přístroje a pomůcky

- Míchačka s ca 35–40 ot/min
- Skleněná nebo plastová Conwayova miska o vnitřním průměru 10 cm
- Mikrobýreta s dělením 1/100 ml

Postup

Do odměrné baňky na 200 ml se naváží 10 g zkušební vzorku s přesností na 0,001 g, přidá se 100 ml vody a míchá se 30 minut. Přidá se 50 ml kyseliny

trichloroctové, objem se upraví vodou na 200 ml, důkladně se protřepe a filtruje se přes skládaný filtr. Do střední části Conwayovy misky se napipetuje 1 ml kyseliny borité a do okolního prstence se napipetuje 1 ml filtrátu (pokud obsah amoniaku přesáhne 60 g/kg, je nutno filtrát ředit).

Rychle se přikápně do prstence s filtrátem roztok uhličitanu draselného a okamžitě se víčko zcela vzduchotěsně uzavře, přičemž k utěsnění se použije malé množství glycerínu. Opatrným otáčením v horizontální rovině se roztok promíchá. Nechá se inkubovat nejméně 4 hodiny při laboratorní teplotě nebo 1 hodinu při 40 °C. Těkavé dusíkaté báze v kyselině borité se ztitrují odměrným roztokem kyseliny sírové.

Zároveň se provádí slepý pokus za použití stejného postupu bez přidání filtrátu zkoušeného vzorku.

Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah těkavých dusíkatých látek, vyjádřených jako amoniak v g/kg (X), se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{0,3406 \times V}{m}$$

kde V je spotřeba odměrného roztoku kyseliny sírové (3.5) v ml

m hmotnost alikvotního podílu navážky zkušební vzorku v g

C přesná koncentrace odměrného roztoku kyseliny sírové v mol/l

1 ml přesně 0,01 mol/l kyseliny sírové odpovídá 0,3406 mg amoniaku (NH₃)

Opakovatelnost

Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí přesáhnout při obsahu amoniaku: do 10 g/kg 10 % relat.

rovném nebo vyšším než 10 g/kg 1,0 g/kg

Stanovení obsahu dusitanů

Tento postup specifikuje podmínky pro stanovení dusitanů v krmivech.

Princip

Vzorek krmiva se rozmíchá ve zředěném roztoku hydroxidu sodného o pH 8 a vzniklá suspenze se zahřeje na 50 °C. Po vyčechení roztoku síranem zinečnatým se dusitany stanoví ve filtrátu v pufovaném roztoku spektrofotometricky (diazotace kyselinou sulfanilovou a následná kopulace s N-naftyl-1-etylendiamin

dihydrochloridem). Podrobný popis destilační metody stanovení celkového obsahu fluoru je uveden v Methodenbuch VDLUFA pod. číslem 4.10.1.

Stanovení obsahu dusičnanů difúzní metodou

Zvýšený obsah dusičnanů v krmivech působí nepříznivě na zdravotní stav a užítkovost hospodářských zvířat, někdy může být i příčinou jejich úhynu. Proto je stanovení dusičnanů věnována stále větší pozornost.

Podstata metody spočívá v titračním stanovení amoniaku vzniklého redukcí dusičnanů a dusitanů.

Chemikálie

- Hydroxid sodný, 30 % roztok
- Kyselina sírová, 0,05 mol/l
- Dewardova slitina, prášek
- Kyselina boritá, 2 % roztok
- Indikátor Tashiro
- Dusičnan draselný – KNO_3 p.a. 2 g v 1000 ml, konzervovaný 0,05 g HgO
- Uzavírací kapalina – glycerin + voda (1+1)

Pomůcky

- Conway misky o průměru 110 mm, výška 20 mm
- Mikrobureta 2 ml nebo 5 ml
- 250 ml odměrná baňka
- pipeta do 10 ml

Postup stanovení

Stanovení kalibrační křivky

Do mezikruží Conway misky odpipetujeme 0, 1, 3, 5, 8 a 10 ml standardního roztoku dusičnanu draselného ($0-20 \text{ mg KNO}_3$), doplníme vodou na objem 10 ml, přidáme 4 ml hydroxidu sodného. Do středu misky odměříme 5 ml roztoku kyseliny borité a 5 kapek indikátoru Tashiro. Do uzavírací drážky nalijeme uzavírací kapalinu. Do mezikruží přidáme 0,2 g Dewardovy slitiny, misku okamžitě uzavřeme, promícháme kroužením a ponecháme při laboratorní teplotě nejméně 18 hodin. Potom sundáme krycí misku a okamžitě titrujeme odměrným roztokem kyseliny sírové do červeného zbarvení. Hodnoty obsahů KNO_3 (mg) vyneseme do grafu proti spotřebě odměrného roztoku kyseliny sírové korigované na spotřebu na slepý pokus (miska bez KNO_3).

Stanovení dusičnanů ve vzorku

Odvážíme přesně 10 g vzorku, vsypeme do 250 ml odměrné baňky, zalijeme asi 200 ml vařící destilované vody, promícháme a ponecháme vyluhovat po dobu 2 hodin. Pak obsah baňky vytemperujeme na 20 °C a doplníme vodou po značku. Obsah baňky promícháme. Po usazení pevných částic kapalinu přefiltrujeme přes řídký kvantitativní filtr. Prvý podíl filtrátu vylijeme. Z filtrátu odpipetujeme 10 ml do mezikruží Conway misky a dále postupujeme jako při stanovení kalibrační křivky. Po přidání hydroxidu sodného ponecháme Conway misku otevřenou po dobu 4 hodin, aby vydifundoval případně přítomný amoniak. Pak teprve přidáme Dewardovu slitinu a misku uzavřeme.

Z korigované spotřeby kyseliny sírové (slepý pokus) odečteme z kalibračního grafu odpovídající množství KNO_3 (mg).

Výpočet

Obsah dusičnanů x v % jako KNO_3 vypočteme podle vzorce:

$$X = \frac{m}{10 \times n}$$

kde m je množství KNO_3 odečtené z kalibrační křivky v mg
 n alikvotní podíl navážky v g

Stanovení čísla kyselosti tuku

S ohledem na původ krmiva a podle způsobu, jakým byl tuk z krmiva vyextrahován, jsou uvedeny dva základní postupy stanovení.

Tyto postupy specifikují podmínky pro stanovení čísla kyselosti tuku v krmivech.

Princip

Číslo kyselosti tuku se stanoví titračně alkalimetricky po rozpuštění tukového extraktu získaného bez hydrolyzy vzorku, resp. tuku samotného ve směsi extrakčním činidlem.

Chemikálie

- Extrakční činidlo (n-Hexan, petrolether, diethylether i ethanol jsou nebezpečnými hořlavými I. třídy, proto při jakékoli manipulaci s nimi je nutné přísně dodržovat bezpečnostní pravidla).
 - a) n-Hexan nebo petrolether, obsahující převážně uhlovodíky se šesti atomy uhlíku, ze kterých méně než 5 % destiluje pod 50 °C a více než 95 % mezi 50 °C až 70 °C, o bromovém čísle menším než 1 a zbytkem po odpaření nejvýše 2 mg/100 ml nebo
 - b) Diethylether bez obsahu peroxidů a zbytkem po odpaření nejvýše 1 mg/100 ml

- Hydroxid draselný, odměrný roztok $c(\text{KOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ nebo $0,05 \text{ mol/l}$
- Směs ethanol - extrakční činidlo

Příprava: Smísením obou látek v poměru 1 + 1 a zneutralizováním směsi odměrným roztokem hydroxidu draselného (3.2) na indikátor fenolftalein (3.4). Neutralizace se provádí těsně před použitím.

- Indikátor acidobazický, fenolftalein

Příprava: 1,0 g fenolftaleinu se rozpustí v odměrné baňce na 100 ml v 80 ml 96 % ethanolu, doplní vodou po rysku a promíchá. 10 ml tohoto roztoku se odpipetuje do 100 ml odměrné baňky, doplní 96 % ethanolem po rysku a promíchá.

Přístroje a pomůcky

- Přístroj extrakční Soxhlet nebo Twiselmann
- Zařízení vyhřívací v bezpečnostním provedení
- Patrony nebo tuby extrakční
- Sušárna elektrická s automaticky regulovatelnou teplotou a s odvětráváním a teploměrem nejméně do $150 \text{ }^\circ\text{C}$
- Baňka extrakční se zábrusem
- Miska třecí porcelánová
- Písek křemičitý, tukuprostý
- Vata obvazová, odtučněná
- Lázeň vodní s termostatem

Postup

Vyextrahovaný tuk po vychladnutí a zvážení (m), s přesností nejméně na 0,001 g, resp. tuk jako takový odvážený se stejnou přesností (m), se v extrakční baňce mírně zahřeje a obsah se rozpustí v 25 ml směsi ethanol-extrakční činidlo. (Pozn. Tuk vyextrahovaný po předběžné hydrolýze nelze ke stanovení čísla kyselosti tuku použít, je nutné provést přímou extrakci vzorku i za cenu, že nebude kvantitativní - výsledek se vyjadřuje bez ohledu na hmotnost zkušebního vzorku jen na hmotnost vyextrahovaného tuku. S ohledem na nižší výtěžnost vyextrahovaného tuku přímou extrakcí je vhodnější volit vyšší navážku vzorku (bez vážení). Při stanovení čísla kyselosti tuku v samotném (např. krmném) tuku se vzorek přímo odvažuje do vhodné baňky v množství asi 0,2 až 0,5 g s přesností nejméně na 0,001 g a dále se postupuje jak uvedeno v této metodě.) Po přidání pár kapek indikátoru fenolftaleinu se titruje odměrným roztokem hydroxidu draselného do právě vzniklého růžového zabarvení roztoku, které vydrží alespoň 1 minutu.

Při vyšší spotřebě odměrného roztoku hydroxidu draselného než 15 ml (o koncentraci 0,1 mol/l), je nutno na každý další spotřebovaný ml odměrného roztoku přidat pětinásobné množství směsi ethanol-extrakční činidlo, aby se zabránilo hydrolýze vznikajícího mýdla.

U vzorků mléčných krmných směsí se postupuje následovně:

Asi 10 g zkušební vzorku se odváží s přesností nejméně na 0,001 g do třecí misky, obsah se mírně zvlhčí vodou a s postupně přidávanými přípravky vody po 1 až 10 ml se rozetře na hustou kaši. Potom se přidá asi 10 g jemného křemičitého písku a obsah třecí misky se kvantitativně vytírá s postupnými přídávky extrakčního činidla (3 x 50 ml), přičemž po každém přídávku se obsah vytírá po dobu asi dvou minut. Po důkladném rozetření se extrakt filtruje řídkým filtrem do předem vysušené (1 hodinu při 95°C až 98°C) v exsikátoru ochlazené a s přesností nejméně na 0,001 g zvážené extrakční baňky. Suspense se promyje několikrát použitým extrakčním činidlem do téže extrakční baňky a nakonec se převážná část extrakčního činidla opatrně oddestiluje, zbytek se nechá odpařit buď volně nebo na vroucí lázni. Baňka s extraktem se vysuší při teplotě 95°C až 98°C v sušárně do konstantní hmotnosti (jednu až dvě hodiny), ochladí v exsikátoru a zváží s přesností nejméně na 0,001 g.

Dále se postupuje podle odstavce 1.

Výpočet a vyjádření výsledku

Číslo kyselosti tuku v mg KOH na 1 g tuku (X) nebo v mmol na 1 g tuku (Y) se vypočítá podle vzorců:

$$X = \frac{V \times 5,611}{m}$$

$$Y = \frac{V \times C}{m}$$

kde V je spotřeba odměrného roztoku hydroxidu draselného v ml

m hmotnost vyextrahovaného tuku v g nebo při navážce vzorku tuku
hmotnost zkušební vzorku v g (poznámka 9.4)

1 ml přesně 0,1 mol/l hydroxidu draselného odpovídá 5,611 mg KOH.

Opakovatelnost

Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku pro hodnoty větší než 4 mg KOH/g (resp. 0,07 mmol/g) nesmí překročit 5 % relativních.

Reprodukovatelnost

Rozdíl mezi dvěma výsledky zkoušek stejného vzorku prováděnými ve dvou laboratořích nesmí při hodnotě nad 4 mg KOH/g překročit 15 % relativních.

Stanovení mastných kyselin

Mastné kyseliny se stanovují ve formě svých metylesterů metodou plynové chromatografie (Opakovatelnost max. 13 %, reprodukovatelnost max. 31 %)

Stanovení obsahu škrobu

Metoda zahrnuje dvě stanovení: nejprve je vzorek podroben působení horké zředěné kyseliny chlorovodíkové. Po vyčeření a filtraci je optická rotace roztoku měřena polarimetricky. Potom je vzorek extrahován 40 % ethanolem. Po okyselení filtrátu kyselinou chlorovodíkovou, vyčeření a filtraci je optická rotace roztoku měřena polarimetricky. Rozdíl mezi těmito dvěma měřeními násobený známým faktorem udává obsah škrobu ve vzorku.

Účel a rozsah

Tento postup specifikuje podmínky pro stanovení celkového obsahu škrobu v krmivech, včetně krmných směsí. Pro stanovení obsahu škrobu v bramborách, výrobcích z brambor a krmiv s vysokým obsahem laktosy jsou uvedeny příslušné modifikace. Postup nelze použít pro krmiva s relativně vysokým obsahem polymerů fruktosy, konkrétně pro krmiva, obsahující řepné řízky a bulvy, skrojky, jakož i zdrtky těchto plodin, kvasnice a krmiva bohatá na inulin.

Princip

Škrob se stanoví polarimetricky po hydrolýze vzorku kyselinou chlorovodíkovou a odstranění bílkovin Carresovými činidly, změřením optické otáčivosti a provedením korekce na opticky aktivní látky rozpustné ve směsi ethanol - voda.

Chemikálie

- Kyselina chlorovodíková roztok (HCl) = 7 mol/l
- Kyselina chlorovodíková 0,4215 % (c = 0,116 mol/l)
- Kyselina chlorovodíková 1,128 % (c = 0,31 mol/l) (koncentrace musí být stanovena titračně 0,1 mol/l odměrným roztokem hydroxidu sodného na indikátor 0,1 % roztok methylové oranže v 96% ethanolu - na 10 ml spotřeba $31 \pm 0,1$ ml přesně 0,1 mol/l odměrného roztoku hydroxidu sodného)

- Kyselina sírová, roztok $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5 \text{ mol/l}$

- Carresovo činidlo I

Příprava: Do 100 ml odměrné baňky se odváží 21,9 g dihydrátu octanu zinečnatého $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}]$, přidají se 3 ml ledové kyseliny octové ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$), asi 50 ml vody, rozpustí, doplní vodou po rysku a promíchá.

- Carresovo činidlo II

Příprava: 10,6 g trihydrátu hexakynoželeznanu draselného $[\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}]$ se odváží do odměrné baňky na 100 ml, po rozpuštění ve vodě se doplní vodou po rysku a promíchá.

- Ethanol, roztok 40 %, zneutralizovaný na indikátor fenolftalein

Přístroje a pomůcky

- Polarimetr vhodné konstrukce, s trubicí o délce 200 mm
- Lázeň vodní s termostatem
- Baňka varná se zábrusem na 250 ml
- Baňka odměrná Kohlrauschova, na 100 ml
- Chladič vodní zpětný, se zábrusem

Pracovní postup

a) Stanovení celkové optické otáčivosti

1. Do (Kohlrauschovy) odměrné baňky se zábrusem objemu 100 ml se odváží přesně 2,500 g zkušební vzorku, přidá 25 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové ($c = 0,31 \text{ mol/l}$), obsah se promíchá, dalšími 25 ml téže kyseliny ($c = 0,31 \text{ mol/l}$) se opláchnou případně ulpěné zbytky vzorku na stěnách baňky, baňka se promíchá a vloží do vroucí vodní lázně. Během prvních 3 minut se baňkou ve vroucí vodní lázni krouží (Množství vody ve vodní lázni musí být dostatečně velké, aby voda zůstala vroucí i při manipulaci (míchání) s baňkou.), aniž by se z lázně vyjmula a po 15 minutách se baňka z vroucí vodní lázně vyjme. Přidá se asi 30 ml vody, obsah baňky se rychle ochladí na laboratorní teplotu. (Pozn. - Jestliže vzorek obsahuje více než 60 g/kg uhličitánů vyjádřených jako CaCO_3 , musí být předem rozrušen přibližně ekvivalentním množstvím (přídatkem) roztoku kyseliny sírové. Pro stanovení optické otáčivosti v bramborách nebo výrobcích z brambor se použije roztok kyseliny chlorovodíkové ($c = 0,116 \text{ mol/l}$), ostatní postup je stejný.)
2. K obsahu odměrné baňky se přidá 5 ml Carresova činidla I, obsah baňky se po dobu 1 minuty promíchává, dále se přidá 5 ml Carresova činidla II a znovu se 1 minutu promíchává. Potom se baňka vytemperuje, doplní vodou po rysku a promíchá. Obsah se filtruje suchým skládaným řídkým filtrem do

suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje. Jestliže filtrát není zcela čirý, opakuje se přidání Carresových činidel I a II v dvojnásobném množství.

Čirý filtrát se převede do polarizační trubice a na polarimetru se změří optická otáčivost.

b) Stanovení optické otáčivosti frakce rozpustné ve 40 % ethanolu (korekce na obsah opticky aktivních látek)

1. Do (Kohlrauschovy) odměrné baňky se zábrusem objemu 100 ml se odváží přesně 5,000 g zkušební vzorku, přidá se 80 ml roztoku ethanolu, baňka se uzátkuje a obsah se nechá vyluhovat po dobu 1 hod. při laboratorní teplotě za občasného intenzivního promíchávání a to vždy po 10 min., aby vzorek byl dostatečně prosycen ethanolem (poznámka Obsahuje-li vzorek vysoký obsah laktosy, jako např. práškové nebo sbírané mléko, spojí se Kohlrauschova baňka po přidání ethanolu se zpětným vodním chladičem nebo vhodným refluxním zařízením a obsah baňky se nejprve vyluhuje po dobu 30 minut na vodní lázni při teplotě 50 °C a teprve potom se po vytemperování doplní roztokem ethanolu po rysku a promíchá. Filtruje se suchým, středně hustým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje.). Po uplynutí této doby se obsah baňky doplní roztokem ethanolu po rysku a promíchá co nejdůkladněji. Filtruje se suchým skládaným řídkým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje.
2. Do varné baňky se odpipetuje 50 ml tohoto filtrátu, přidá se přesně 2,1 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové (HCl) = 7 mol/l) (Poznámka - Pro stanovení optické otáčivosti v bramborách nebo výrobcích z brambor se použije roztok kyseliny chlorovodíkové ($c = 0,116$ mol/l), ostatní postup je stejný.), obsah baňky se promíchá, na baňku se nasadí zpětný chladič a baňka se vloží do vroucí lázně na 15 minut. Po této době se baňka vyjme, sejme se zpětný chladič, který se vypláchne vodou do baňky, baňka s roztokem se vytemperuje, obsah převede do odměrné baňky na 100 ml a dále se postupuje podle a) 2.
3. Při zkoušení brambor nebo produktů z brambor se při stanovení korekce na obsah opticky aktivních látek postupuje následovně:
Do odměrné baňky na 250 ml se odváží přesně 12,500 g zkušební vzorku, obsah baňky se doplní po rysku a promíchá. Baňka se ponechá stát při laboratorní teplotě po dobu 1 hodiny za občasného promíchání. Potom se obsah baňky filtruje suchým skládaným řídkým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje. Přesně 50 ml tohoto filtrátu se odpipetuje do varné baňky na 250 ml a dále se postupuje podle b) 2.

Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah škrobu v g/kg (X) se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{2 \times 10^4 \times (P - P_0)}{P_m}$$

kde P je úhel otáčení, zjištěný postupem podle 5.1

P_0 úhel otáčení, zjištěný postupem podle 5.2

P_m měrná otáčivost čistého škrobu ve [° . dm²/kg]

Pro jednotlivé druhy škrobu platí následující číselné hodnoty P_m :

185,9 pro rýžový;

195,4 pro bramborový;

184,6 pro kukuřičný;

182,7 pro pšeničný;

181,5 pro ječný;

181,3 pro ovesný;

184,0 pro ostatní, výše neuvedené, nebo složená krmiva;

Opakovatelnost

Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí překročit při obsahu:

nižším než 400 g/kg	4 g/kg
vyšším než 400 g/kg	1 % relat.

Reprodukovatelnost

Rozdíl mezi dvěma výsledky zkoušek stejného vzorku prováděnými ve dvou laboratořích nesmí překročit při obsahu škrobu:

do 120 g/kg	6 g/kg
od 120 do 200 g/kg	5 % relat.
nad 200 g/kg	10 g/kg

Stanovení obsahu cukrů

Metoda dává možnost stanovit množství redukujících cukrů a celkové cukry po inverzi vyjádřené jako glukosa nebo určené jako sacharosa použitím faktoru 0,95. Je použitelná pro krmné směsi. Pro ostatní krmiva jsou používány speciální metody. Obsah laktosy může být zjištěn zvlášť a pak zahrnut do celkového výsledku. Cukry jsou extrahovány zředěným ethanolem. Roztok je vyčeren Carrezovými činidly I. a II. Odstraní se ethanol a množství (cukru) před a po inverzi se určí

Luff-Schoorlovou metodou. Při stanovení obsahu *laktosy* se cukry vyextrahují vodou, extrakt se vystaví fermentačnímu účinku kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*, které ponechají laktosu v nezměněném stavu. Po vyčěření Carresovými činidly se laktosa stanoví titračně jodometricky podle Luff-Schoorla.

Účel a rozsah

Tento postup specifikuje podmínky pro stanovení cukrů v krmivech a je použitelný pro všechna krmiva, včetně krmných směsí a pro všechny obsahy cukrů.

Princip

Cukry se stanoví titračně jodometricky postupem podle Luff-Schoorla po jejich extrakci 40 % ethanolem, vyčěření Carresovými činidly a po odpaření ethanolu. Přímo redukující cukry se stanoví přímo, směs přímo redukujících a neredukujících po hydrolyze a obsah neredukujících cukrů se určí z jejich rozdílu, výpočtem.

Chemikálie

- Ethanol 40 % a 80 %, zneutralizovaný na indikátor fenolftalein
- Carresovo činidlo I

Příprava: Do odměrné baňky na 100 ml se odváží 21,9 g dihydrátu octanu zinečnatého $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$, přidají 3 ml ledové kyseliny octové, asi 50 ml vody a po rozpuštění se doplní vodou po rysku a promíchá.

- Carresovo činidlo II.

Příprava: Do odměrné baňky na 100 ml se odváží 10,6 g trihydrátu hexakyanoželeznatanu draselného $[\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}]$, přidá se asi 50 ml vody a po rozpuštění se doplní vodou po rysku a promíchá.

- Indikátor methylová oranž, roztok 1 g/l
- Kyselina chlorovodíková, roztok $c(\text{HCl}) = 4 \text{ mol/l}$
- Kyselina chlorovodíková, roztok $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$
- Kyselina sírová, roztok $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 \text{ mol/l}$
- Hydroxid sodný, roztok $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$
- Luff-Schoorlovo činidlo

Příprava: 25,0 g pentahydrátu síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) se rozpustí ve 100 ml vody a promíchá (roztok a).

- 50,0 g monohydrátu kyseliny citrónové ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$) se rozpustí v 50 ml vody a promíchá (roztok b).

- 143,8 g bezvodého uhličitanu sodného (Na_2CO_3) se rozpustí ve 300 ml horké vody, ochladí a promíchá (roztok c).
- Do roztoku c) se za neustálého míchání přidá roztok b) potom roztok a). Vzniklá směs se vytemperuje, doplní vodou na objem 1000 ml a je-li třeba filtruje suchým řídkým filtrem do suché nádoby.
- Koncentrace mědi v tomto roztoku je přibližně 0,1 mol/l, uhličitanu sodného cca 2 mol/l a pH roztoku by mělo být přibližně 9,4.
- Thiosíran sodný, odměrný roztok $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ mol/l}$.
- Škrob, roztok 5 g/l.

Příprava: Směs 5 g rozpustného škrobu v 30 ml vody se přidá do 970 ml horké vody, zahřeje k varu a vaří se 3 minuty. Po ochlazení se přidá asi 10 mg jodidu rtuťnatého (HgI_2), jako stabilizátoru.

- Jodid draselný, roztok 300 g/l (vždy čerstvý).
- Isopentanol (3 - methylbutan-1-ol).
- Pemza granulovaná (vyvařená v kyselině chlorovodíkové, promytá vodou a vysušená).

Přístroje a pomůcky

- Třepačka (rotační) s 35 až 40 ot/min
- Lázeň vodní s termostatem
- Chladič zpětný, vodní se zábrusem
- Baňka varná se zábrusem a kulatým dnem na 250 ml

Postup

1. Příprava zásobního roztoku

Do odměrné baňky na 250 ml se odváží asi 2,5 g zkušební vzorku s přesností nejméně na 0,001 g, přidá se 200 ml ethanolu (40 %), baňka se uzavře zátkou a extrahuje na třepačce při laboratorní teplotě po dobu 1 hodiny. Potom se k obsahu v baňce přidá 5 ml Carresova činidla I, promíchá se asi 1 minutu, dále se přidá 5 ml Carresova činidla II. a opět promíchá 1 min. Po vytemperování se doplní ethanolem (40 %) po rysku, promíchá a filtruje suchým řídkým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje. Do kádinky na 600 ml se odpipetuje 200 ml, kádinka se umístí na vroucí vodní lázeň a obsah se odpaří asi na poloviční objem za účelem odstranění většiny ethanolu. Obsah kádinky se pak převede horkou vodou do odměrné baňky na 200 ml, vytemperuje, doplní vodou po rysku a promíchá. Je-li třeba, přefiltruje se suchým středně hustým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje (zásobní roztok). Tento roztok se použije jak pro stanovení přímo redukujících cukrů, tak i cukrů po hydrolýze.

2. Stanovení přímo redukujících cukrů

Ze zásobního roztoku vzorku se odpipetuje do varné baňky 25 ml (Poznámka – obsah redukujících cukrů v alikvotním podílu nesmí být vyšší než 60 mg. Roztok musí zůstat po 10 minutách varu s Luff-Schoorlovým činidlem jasně modrý. V opačném případě je nutno odpipetovat menší alikvotní podíl zásobního roztoku, který se upraví na objem 25 ml vodou nebo se přizpůsobí navážka zkušebního vzorku.). Dále se připipetuje přesně 25 ml Luff-Schoorlova činidla, přidá se pár granulí pemzy, varná baňka se spojí se zpětným chladičem, obsah se během 2 minut uvede do mírného varu a vaří se po dobu 10 minut. Potom se var přerušuje, zpětný chladič se sejme z baňky a opláchne do baňky. Obsah baňky se rychle ochladí tekoucí studenou obyčejnou vodou, přidá se 10 ml roztoku jodidu draselného a okamžitě nato po kapkách 25 ml roztoku kyseliny sírové a titruje se odměrným roztokem thiosíranu sodného až do právě vzniklého matně žlutého zbarvení roztoku (poznámka – Při prvních přídavicích kyseliny roztok silně pění. Doporučuje se přidat 1 ml isopentanolu, již před vařením s Luff-Schoorlovým činidlem. Kyselinu je nutno přidávat po kapkách do té doby, dokud roztok nenabude světle hnědé barvy, pak je možné přidat zbývající objem.) Potom se přidávají asi 3 ml škrobového roztoku, čímž se roztok zbarví modře a dotitruje se do vymizení tohoto zbarvení, které se již neobjeví po dobu 1 minuty.

Se stanovením ve vzorku se provede současně slepá zkouška: Do titrační baňky na 250 ml se odpipetuje přesně 25 ml Luff-Schoorlova činidla a 25 ml vody, přidá se 10 ml roztoku jodidu draselného, 25 ml roztoku kyseliny sírové a titruje se jak uvedeno výše. Slepá zkouška se provede dvojmo a vypočte se aritmetický průměr.

3. Stanovení redukujících cukrů po hydrolýze

Ze zásobního roztoku se do odměrné baňky na 100 ml odpipetuje 50 ml tohoto roztoku, přidá se pár kapek indikátoru methylové oranže, potom opatrně po částech a za neustálého míchání, jako při titraci, roztok kyseliny chlorovodíkové ($c(\text{HCl}) = 4\text{ mol/l}$) do právě vzniklého trvale červeného zbarvení.

Pak se k obsahu baňky přidá 15 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové ($c(\text{HCl}) = 0,1\text{ mol/l}$), baňka se vloží do vroucí vodní lázně a ponechá tam přesně 30 minut. Potom se rychle ochladí pod proudem tekoucí studené vody na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, přidá se 15 ml roztoku hydroxidu sodného, doplní vodou po rysku a promíchá. Z tohoto roztoku se odpipetuje 25 ml do varné baňky na 250 ml a dále se postupuje podle odstavce 2.

U krmiv bohatých na melasu nebo takových, která nejsou zcela homogenní se odvažuje vzorek o hmotnosti 20 g s přesností nejméně na 0,001 g do odměrné baňky na 1 000 ml, přidá se asi 500 ml vody a nechá promíchávat na třepačce po dobu 1 hod. Carresova činidla se přidávají, jak je uvedeno v odstavci 1, ale ve čtyřnásobném množství (po 20 ml), baňka se doplní po rysku ethanolem (80 %) a promíchá.

Dále se postupuje podle odstavce 1, počínaje odpipetováním části a odpařením ethanolu.

U melasy přímo a krmiv bohatých na cukry, ale většinou bez obsahu škrobu (např. sušené nevyslazené řepné řízky apod.) se odvažuje asi 5 g vzorku s přesností nejméně na 0,001 g do 250 ml odměrné baňky, přidá se 200 ml vody a promíchává se na třepačce po dobu 1 hodiny, je-li třeba, i déle. Přidají se Carresova činidla, jak uvedeno v odstavci 1, doplní se po rysku vodou a promíchá. Dále se postupuje podle odstavce 1, počínaje odpipetováním části a odpařením (je-li třeba s ohledem na objem, ethanol tam není). Při stanovení včetně neredukujících cukrů se postupuje podle odstavce 3.

Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah přímo redukujících cukrů (X) nebo redukujících cukrů po hydrolyze (Y) v g/kg se vypočítá podle vzorce:

$$X(Y) = \frac{m_1}{m_2}$$

Obsah neredukujících cukrů, vyjádřený jako obsah sacharosy v g/kg (Z) se vypočítá podle vzorce:

$$Z = (Y - X) \times 0,95 \text{ (Za předpokladu vyjádření X a Y jako glukosa popř. fruktosa)}$$

kde m_1 - je množství příslušného přímo redukujícího (redukujícího cukru po hydrolyze) v mg, zjištěného z tabulky na základě rozdílu spotřeb odměrného roztoku thiosíranu sodného v ml při titraci zkoušeného vzorku a slepé zkoušky;

m_2 - hmotnost alikvotního podílu navážky zkušební vzorku v g

Opakovatelnost

Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí překročit při obsahu cukrů:

od 15 do 100 g/kg	3 g/kg
nad 100 g/kg	3 % relat.

Reprodukovatelnost

Rozdíl mezi dvěma výsledky zkoušek stejného vzorku prováděnými ve dvou laboratořích nesmí překročit při obsahu cukrů:

od 5 do 250 g/kg	5 g/kg
od 250 do 500 g/kg	2 % relat.
nad 500 g/kg	10 g/kg

Tabulka 15 Množství jednotlivých cukrů odpovídajících spotřebě odměrného roztoku
Platí pro přídatky 25 ml Luff-Schoorlova činidla, odměrný roztok thiosíranu sodného přesně 0,1 mol/l, dvouminutové zahřívání a 10 minutové vaření)

Objem odměr. roztoku spotřeba (ml)	Glukosa Fruktosa Invert (mg)		Laktosa (mg)		Maltosa (mg)	
1	2.4	diference	3.6	diference	3.9	diference
2	4.8	2.4	7.3	3.7	7.8	3.9
3		2.4	11.0	3.7	11.7	3.9
4		2.5	14.7	3.7	15.6	3.9
5		2.5	18.4	3.7	19.6	4.0
6		2.5	22.1	3.7	23.5	3.9
7		2.5	25.8	3.7	27.5	4.0
8		2.6	29.5	3.7	31.5	4.0
9		2.6	33.2	3.7	35.5	4.0
10		2.6	37.0	3.8	39.5	4.0
11		2.6	40.8	3.8	43.5	4.0
12		2.7	44.6	3.8	47.5	4.0
13		2.7	48.4	3.8	51.6	4.1
14		2.7	52.2	3.8	55.7	4.1
15		2.8	56.0	3.9	59.8	4.1
16		2.8	59.9	3.9	63.9	4.1
17		2.9	63.8	3.9	68.0	4.1
18		2.9	67.7	3.9	72.2	4.2
19		2.9	71.7	4.0	76.5	4.3
20		3.0	75.7	4.0	80.9	4.4
21		3.0	79.8	4.1	85.4	4.5
22		3.1	83.9	4.1	90.0	4.6
23		3.1	88.0	4.1	94.6	4.6

Stanovení indikátorů stravitelnosti

Při bilančních pokusech se zvířaty lze poměr mezi množstvím přijatého krmiva a množstvím vyloučených výkalů zjišťovat podle obsahu inertní látky, tzv. indikátoru stravitelnosti. Z indikátorů přidávaných ke krmivu se nejvíce osvědčuje oxid chromitý. Potřebujeme-li indikátor rozpustný ve vodě, můžeme použít polyetylénglykolu o dostatečně vysoké relativní molekulové hmotnosti. Z látek obsažených v krmivech se jako přirozeného indikátoru často využívá popela nerozpustného ve 3 M HCl.

Stanovení oxidu chromitého

Oxid chromitý se stanoví jodometricky podle Mandela, Turyňka a Trávníčka (1960). Metodika je částečně upravena.

Chemikálie

- Oxidační činidlo: rozpustí se 10 g molybdenanu sodného (Na_2MoO_4) ve 150 ml destilované vody; pomalu se přidá 150 ml koncentrované kyseliny sírové, ochladí se a opatrně se vlije 200 ml 70 % kyseliny chloristé (HClO_4); opatrně se promíchá.
- Kyselina chloristá 70 % (HClO_4) Upozornění při práci s kyselinou chloristou: Kyselina musí být uskladněna v temných lahvích se zábrusem, nesmí být na slunci, nesmí být vystavena vyšším teplotám ani nárazům, nesmí být uzavřena korkovou zátkou. Je výbušná, s organickými látkami může reagovat a vybuchuje (začne se uvolňovat hnědý dým). Pracovat s ochrannými pomůckami – štíty.
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; 0,1 N pro stanovení faktoru thiosíranu sodného
Příprava: 4,9035 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a. se rozpustí v destilované vodě a doplní na 1 litr. ($M \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 294,21 \text{ g} \dots$ pro přípravu 1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ musíme toto číslo dělit 6, pro přípravu 0,1 N roztoku dělit 60).
- HCl; 4 N pro stanovení faktoru thiosíranu sodného
Příprava: Válečkem se odměří 353,22 ml HCl (35%), přelijeme do 1 l odměrné baňky a doplníme po rysku.
(M.h. HCl = 36,47 g, používá se 35 % p.a., kde 1000 ml \cong 1180 g;
 $4 * 36,47 = 145,88 \text{ g} \dots 100\% \text{ HCl}$; 35% HCl to bude $100/35 * 145,88 = 416,8 \text{ g}$;
trojčlenkou vypočteme:
$$\begin{array}{l} 1180 \text{ g} \dots \dots \dots 1000 \text{ ml} \\ \underline{416,8 \text{ g} \dots \dots \dots x \text{ ml}} \\ x = 416,8 * 1000 / 1180 = \underline{\underline{353,22 \text{ ml}}} \end{array}$$
- Jodid draselný (KI) 10 %
Příprava: 100 g jodidu draselného KI se rozpustí v destilované vodě a doplní do 1000 ml.
- Škrobový maz
Příprava: Škrobový maz se nepřipravuje dlouho předem, kazí se.
4 g rozpustného škrobu p.a. a 0,01 g jodidu rtuťnatého HgI_2 se rozmíchá v třecí misce s malým množstvím destilované vody a vřelou destilovanou vodou se spláchne do 1 l odměrné baňky. Vychladlý se doplní po rysku destilovanou vodou. Jodid rtuťnatý je přidáván za účelem konzervačním. (Lze připravit škrobový roztok i z bramborového škrobu, ale ten je nutné pro zákal filtrovat). Jako indikátoru se používá škrobového mazu jen za studena.

Správně připravený roztok škrobového mazu má být čistý a má se zředěným roztokem jodu barvit čistě modře.

(Roztok jodu se připraví rozpuštěním 1 g jodu (resublimovaný) ve 100 ml 3 % roztoku KI).

- 0,1 N thiosíran sodný ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) – faktor se určí titrací na 0,1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a. – standard.

Příprava: Minimálně 14 dní předem si připravíme roztok thiosíranu sodného. Tento roztok je nestálý, asi po 14 dnech se ustálí a můžeme určit jeho faktor. Pro 1000 ml 0,1 N roztoku se odváží $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ /10 g thiosíranu sodného krystalického = 24,8194 g

Rozpusť se v destilované vodě prosté oxidu uhličitého (převařit). K udržení stálosti roztoku se přidá asi 0,5 g uhličitanu sodného p.a. a doplní se na 1000 ml po značku. Po 14 dnech se stanoví faktor roztoku.

Stanovení faktoru 0,1 N thiosíranu sodného

20–25 ml 0,1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ se okyselí 20 ml 4 N HCl, přidá se 20 ml 10 % roztoku KI, promíchá a zředí vodou asi na 100 ml. Tekutina se ihned titruje 0,1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ až už je jen nepatrně žlutě zbarvena. Pak se přidá 5 ml škrobového mazu a titruje dále až intenzivně modré zbarvení jedinou kapkou zmizí a jasná tekutina zůstane slabě zeleně zbarvena od vytvořené soli chromité.

Přístroje a pomůcky

- Erlenmayerova baňka na 100 a 250 ml
- Odměrná baňka 1000 ml a odměrné válce
- pipety, mikrobyreta
- písková lázeň, vaříče

Postup

Do 100ml Erlenmayerovy baňky se naváží 1 g sušeného mletého průměrného vzorku krmiva nebo výkalů s 1–5 % Cr_2O_3 . Přidá se asi 20 ml oxidačního činidla tak, aby byly spláchnuty částičky lpící na stěnách baňky.

Vzorek s oxidačním činidlem se zahřívá na pískové lázni umístěné v digestoři až se směs projasní. Zbarvení se mění následovně: černé, zelené, hnědé nebo oranžové při nižší koncentraci, zelené. Při oranžovém zbarvení se baňky z lázně odstaví a nechají vychladnout.

Do vychladlé baňky se přidají 2 ml kyseliny chloristé a na pískové lázni se nechá jen přejít varem. Znovu se odstaví a nechá vychladnout.

Vzorek se spláchne kvantitativně pomocí cca 100 ml destilované vody do 250ml širokohrdlé erlenmayerovy baňky a přidá se několik zrnek pemzy. Do hrdla se

vloží nálevka proti případnému vystříknutí. Na skleněnou baňku se fixem označí hladina vzorku.

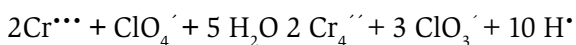
Vaří se na malém plameni s azbestovou síčkou nebo na vařiči až do 2/3 až 1/2 původního objemu, aby byl vytěsněn volný chlor. Musí se udržovat stálý var tak, aby vzorek nevystříkoval.

Vzorek se nechá zchladit, doplní se destilovanou vodou na přibližně původní objem a přidá se asi 1 g KI.

Hned se titruje 0,1 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ z mikrobyrety (10 ml); ke konci titrace, když žlutá barva mírně zeslábně, se přidá pro lepší určení konce titrace 15 ml škrobového mazu. Titruje se do světlého zelenomodrého zbarvení.

Výpočet

1 ml 0,1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ odpovídá 0,002533 g Cr_2O_3 . Oxidace oxidu chromitého probíhá při uvedeném postupu podle rovnice:



Stanovení volné, vázané a celkové kyselosti vodního výluhu (KVV)

Tento postup specifikuje podmínky pro stanovení volné, vázané i celkové kyselosti vodního výluhu. Je použitelný pro všechna krmiva.

Princip

Volná kyselost vodního výluhu se stanoví přímo alkalimetrickou titrací vodního výluhu vzorku do hodnoty pH = 8,5 nebo na indikátor fenolftalein.

Vázaná kyselost vodního výluhu se stanoví po uvolnění vazeb vnitřní neutralizace formaldehydem alkalimetrickou titrací do hodnoty pH = 8,5 nebo na indikátor fenolftalein.

Celková kyselost vodního výluhu se určí součtem výsledků volné a vázané kyselosti vodního výluhu (opakovatelnost max. 15 %).

Chemikálie

- Hydroxid draselný, odměrný roztok $c(\text{KOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ nebo
- Hydroxid sodný, odměrný roztok $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ (Pro titraci je možno použít i odměrného roztoku hydroxidu sodného, avšak vyjádření je vždy v mg KOH, resp. v mmol/kg)
- Formaldehyd, roztok 10 %
- Thymol, pevný
- Indikátor fenolftalein 0,1 % v ethanolu
- Voda destilovaná, zneutralizovaná na pH = 8,5 nebo na indikátor fenolftalein

Přístroje a pomůcky

- pH metr vhodné konstrukce s příslušenstvím (elektrody)
- Míchačka elektromagnetická s míchadlem

Postup

1. Volná kyselost

Do kádinky na 400 ml se odváží přesně 10,00 g zkušební vzorku, pipetou přidá přesně 200 ml vody, obsah kádinky se promíchá a nechá volně vyluhovat při laboratorní teplotě po dobu 30 minut. Během této doby se obsah kádinky nejméně 3krát promíchá. Pak se obsah kádinky filtruje suchým řídkým filtrem do suché kádinky, přičemž první podíl filtrátu se nezachycuje (Pozn. – pro obtížně filtrovatelná krmiva nebo krmiva, jejichž částice se nezachytí filtrací, je možno oddělit vyluh odstředěním.).

Z tohoto filtrátu (supernatantu), který je možno konzervovat zrnkem thymolu, se odpipetuje 100 ml do kádinky na 250 ml, kádinka se umístí na elektromagnetickou míchačku, vloží míchadlo a za studena se titruje odměrným roztokem hydroxidu draselného do pH = 8,5 nebo do právě vzniklého červenofialového zabarvení indikátoru fenolftaleinu, které vydrží alespoň 30 sekund (spotřeba V_1).

2. Vázaná kyselost

Ke ztitrovanému roztoku, podle 1. se přidá 5 ml roztoku formaldehydu, těsně před použitím zneutralizovaného na pH = 8,5 nebo na indikátor fenolftalein, přičemž pH titrovaného roztoku se sníží, resp. dojde k odbarvení roztoku.

Z opět naplněné byrety se titruje odměrným roztokem hydroxidu draselného do hodnoty pH = 8,5 nebo do právě vzniklého červenofialového zabarvení indikátoru, které vydrží alespoň 30 sekund (spotřeba V_2).

Obě stanovení musí být provedena během 30 minut, při konzervaci vyluhu thymolem tentýž den.

Výpočet a vyjádření výsledku

1. Volná kyselost vodního vyluhu v mg KOH/100 g vzorku (X) nebo v mmol/kg vzorku (Y) se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{5611 \times V_1 \times C}{m} \qquad Y = \frac{1000 \times V_1 \times C}{m}$$

2. Vázaná kyselost vodního vyluhu v mg KOH/100 g vzorku (X_1) nebo v mmol/kg vzorku (Y_1) se vypočítá podle vzorce:

$$X_1 = \frac{5611 \times V_2 \times C}{m} \qquad Y_1 = \frac{1000 \times V_2 \times C}{m}$$

3. Celková kyselost vodního výluhu v mg KOH/100 g (Z) nebo v mmol/kg vzorku (Z_1) se vypočítá podle vzorce:

$$Z = X + X_1$$

$$Z_1 = Y + Y_1$$

kde V_1 je spotřeba odměrného roztoku hydroxidu draselného (sodného) při postupu podle 1. v ml,

V_2 spotřeba odměrného roztoku hydroxidu draselného (sodného) při postupu podle 5.2 v ml,

C přesná koncentrace odměrného roztoku KOH (NaOH) mol/l,

m hmotnost navážky alikvotního podílu zkušební vzorku v g (při dodržení uvedeného postupu je to polovina navážky zkušební vzorku).

Přepočet:

$$\frac{\text{mgKOH}}{100 \text{ g vzorku}} = \frac{\text{mmol}}{\text{kg vzorku}} \times 5,611$$

$$\frac{\text{mmol}}{\text{kg vzorku}} = \frac{\text{mgKOH}}{100 \text{ g vzorku}} \times \frac{1}{5,611}$$

Opakovatelnost

Rozdíl mezi dvěma paralelními stanoveními prováděnými na stejném vzorku nesmí překročit pro všechny hodnoty kyselosti 15 % relat.

Reprodukovatelnost - nestanovena.

Stanovení obsahu silážních kyselin

V současné době se využívá pro stanovení kyseliny mléčné a těkavých mastných kyselin - kyseliny octové, máselné, valerové, izovalerové a propionové metody plynové chromatografie a kapilární izotachofórey (ITP). Silážní kyseliny se stanoví z připraveného filtrátu vodního výluhu siláže.

Chemikálie

- kyselina octová $c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 0,1$ mol/l připravené izotermickou destilací
Příprava: izotermická destilace se provádí následovně: Do větší prachovnice se zábrusem se širokým hrdlem se odlije asi do $\frac{1}{4}$ její výšky příslušná kyselina a vloží se do ní menší nádobka do poloviny naplněná redestilovanou vodou. Po

uzavření vnější nádoby se nechá stát při laboratorní teplotě asi 14 dní, přičemž dojde k difúzi par kyseliny do redestilované vody. Po uplynutí této doby se menší nádobka s difundovanou kyselinou vyjme a její koncentrace se určí titračně. Tímto způsobem se připraví příslušná kyselina velmi značné čistoty a z ní se připravují pomocí redestilované vody potřebné superčisté roztoky.)

Metoda kapilární izotachoforézy

1. Sestrojení kalibračního grafu

Do sad odměrných baněk na 100 ml se diferencovně odpipetuje 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 a 7,0 ml roztoku kyseliny octové $c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 0,1 \text{ mol/l}$ připravené izotermickou destilací, což odpovídá koncentracím kalibračních roztoků ve 100 ml 0,5 $\mu\text{mol/l}$ až 7 $\mu\text{mol/l}$, každá z baněk se doplní redestilovanou vodou po rysku a promíchá.

Připraví se ITP analyzátor pro měření podle příslušného návodu k němu a jednotlivé kalibrační roztoky a následně roztoky zkoušeného vzorku se postupně dávkuje pomocí dávkovacího kohoutu na začátek separační kolony do rozhraní mezi vedoucí a koncový elektrolyt. Odezva migrace aniontu kyseliny octové a ostatních kyselin se zaznamenává dvouliniovým zapisovačem nebo jiným vhodným registračním zatížením.

Tímto způsobem se provádí kalibrace pomocí roztoku kyseliny octové (0,1 mol/l připravená izotermickou destilací.). Přepočtení na ostatní stanovované kyseliny, které se v použitém elektrolytickém systému dělí v pořadí kyselina šťavelová, mravenčí, pyrohroznová, mléčná, jantarová, octová, propionová, kyseliny máselné a valerové je uveden v následující tabulce.

Z naměřených vln lineárního záznamu nebo vzdálenosti píku křivek diferenciálního záznamu a příslušných koncentrací kalibračních roztoků se sestrojí graf.

Vlastní provedení

Z filtrátu vodního výluhu siláže se odpipetuje 20,0 ml do odměrné baňky na 100 ml, doplní redestilovanou vodou po rysku a promíchá. Takto zředěný výluh se dávkuje do ITP analyzátoru.

Z naměřených hodnot délky vln z lineárního záznamu nebo vzdáleností píku křivek diferenciálního záznamu v mm se zjistí z kalibračního grafu koncentrace odpovídající kyselině octové v mmol/l (C_1).

Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah příslušné silážní kyseliny v g/kg (X) se vypočítá podle vzorce:

$$X = \frac{F \times M_r \times C_1 \times C_2}{K_r}$$

kde F je ředění filtrátu vodního výluhu vzorku siláže

M_r relativní molekulová hmotnost příslušné kyseliny (viz tabulka 1)

C_1 koncentrace v mmol/l zjištěná z kalibračního grafu

C_2 koncentrace odměrného roztoku kyseliny octové v mol/l použité pro sestavení kalibračního grafu

K_r přepočtový faktor

Protože pro každou kyselinu jsou hodnoty F , M_r , K_r , C konstantní, pak výpočtový vzorec přejde na:

$$X = 10 \times C_1 \times F_k$$

kde F_k je relativní faktor uvedený pro každou kyselinu v tabulce

Poloha zón jednotlivých kyselin se určí pomocí modelové směsi silážních kyselin, protože mimo nich se mohou v záznamu objevit i jiné kyseliny, jako např. sírová či fosforečná resp. anionty těchto kyselin. Každá kyselina (aniont kyseliny) má v záznamu vždy stejnou polohu, která pro pracovní soustavu charakterizuje relativní výšku zóny (viz tabulka).

Relativní faktor F_k je konstantní, pokud nebyla změněna koncentrace filtrátu vodního výluhu vzorku siláže (např. větším zředěním).

Tabelované hodnoty relativní molekulové hmotnosti, relativních faktorů a zón jednotlivých kyselin, popř. elektrolytů

Kyselina	M_r	K_r	F_k	Relativní výška zóny
Vedoucí elektrolyt	-	-	-	0
šřavelová	90,036	1,525	0,29520	7,1
mravenčí	46,026	0,885	0,26003	15,3
pyrohroznová	88,062	1,000	0,44031	23,5
mléčná	90,078	1,055	0,42691	41,0
jantarová	118,088	1,260	0,46860	46,5
octová	60,052	1,000	0,30026	60,0
propionová	74,078	1,050	0,35275	78,0
máselná	88,104	1,000	0,40047	84,0
valerová	102,130	1,150	0,44404	90,5
Koncový elektrolyt	-	-	-	100,0

Stanovení obsahu alkoholu v silážích

Alkoholy se stanoví z vodního výluhu siláže metodou plynové chromatografie. Uvedeným způsobem lze stanovit i nižší karboxylové kyseliny, aceton a úpravou podmínek i nižší ketony, aldehydy a estery, charakterizující chuťové vlastnosti krmiva.

Chemikálie:

- methylisobutylketon

Příprava a uchování: MIBK redestilovaný s bezvodým síranem sodným se uchovává na tmavém místě, či v tmavé reagenční láhvi. Je nepřípustné jej míchat do zásoby s oxidačním činidlem síranem ceričitým)

- Síran ceričitý, roztok 100 g/l - oxidační činidlo

Příprava: Do odměrné baňky na 50 ml se odváží 5,0 g tetrahydrátu síranu ceričitého ($\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), přidá se 5 ml roztoku kyseliny sírové o koncentraci $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5 \text{ mol/l}$, promíchá, po rozpuštění se doplní vodou po rysku a opět promíchá. Případně vzniklá sraženina po stání jeden den se odfiltruje středně hustým filtrem. Roztok, který slouží k oxidaci kyseliny mléčné na acetaldehyd, je stálý asi jeden měsíc.

Provedení

Do reagenční lahvičky se odpipetují 2 ml vodního výluhu siláže, přidá se mikropipetou 10 μl methylisobutylketonu (MIBK), uzavře se a promíchá. Pokud je nutné přítomnou kyselinu mléčnou převést na acetaldehyd, což se doporučuje s ohledem na prodloužení životnosti chromatografické kolony, přidá se 1 až 2 ml oxidačního činidla roztoku síranu ceričitého. Po 15 minutách se provede nástřík do předem připravené kolony a pořídí se chromatografický záznam.

Přítomné látky eluují v následujícím pořadí:

1. nízkovroucí estery, ketony a aldehydy („chuťové látky“)
2. acetaldehyd (oxidační produkt kyseliny mléčné)
3. ethanol
4. aceton
5. n-propanol
6. kyselina mravenčí (záznam s detektorem FID málo citlivý)
7. kyselina octová
8. n-butanol
9. kyselina propionová
10. standard MIBK
11. kyselina isomáselná

12. kyselina n-máselná
13. kyselina isovalerová
14. kyselina n-valerová (Eventuelně přítomná kyselina pyrohroznová se objevuje na chromatografickém záznamu před kyselinou isomáselnou.)

Výpočet a vyjádření výsledku

Obsah ethanolu, event. dalších látek se vypočte metodou vnitřního standardu obvyklou technikou.

Stanovení β -karotenu

β -karoten je přírodní barvivo chemicky patřící do skupiny tetraterpenoidů a je provitaminem vitamínu A. Stanoví se po enzymatické hydrolyze směsi enzymů pepsin – trypsin (1: 1) v alkalickém prostředí, rozpuštěním v acetonu a následnou extrakcí do hexanu, spektrofotometricky při vlnové délce 451 nm.

Stanovení spalného tepla

Spalné teplo se stanoví v kalorimetru s kyslíkovou spalovací bombou. Spalování v kyslíkové atmosféře v uzavřené bombě je velmi účinnou a spolehlivou metodou pro uvolnění veškeré tepelné energie, kterou lze ze vzorku získat a pro přípravu uhlovodíkových sloučenin a uhlíkatých materiálů k chemické analýze.

V dnešní době se jedná o automatický systém, kterým lze měřit spalné teplo tuhých a kapalných paliv, hořlavých odpadů, potravin, surovin a krmiv a dalších materiálů, spalitelných v kyslíku. U kalorimetru je automatické plnění, vypouštění a vyplachování bomby. Při provádění kalorimetrického měření se vloží navážený vzorek do držáku, připevní se krátké pomocné zapalovací vlákno, umístí se hlava bomby do válce, utěsní, uzavře se víko a zahájí se podstup měření stisknutím tlačítka „Start“. Po uzavření a utěsnění kalorimetrické bomby a nádoby se bomba naplní kyslíkem, komora kalorimetrické nádoby se naplní vodou, ustaví se výchozí rovnováha, vzorek v bombě se zapálí a sleduje se a zaznamenává nárůst teploty – vše za automatického řízení mikroprocesorem. Po skončení měření se automaticky uvolní zbytkový tlak v bombě, systém se ochladí a vyprázdní se kalorimetrická nádoba. Veškeré výpočty provádí mikroprocesor.

Postup

- Naváží se 1 g vzorku s přesností na 0,1 mg.
- Jako pomocný prostředek pro zapálení vzorku se použije bavlněné vlákno o délce 10 cm, ze kterého se vytvoří smyčka kolem zapalovacího drátku a obě

poloviny vlákna se stočí a vzniklý pramínek se zavede do spalovací nádoby se vzorkem. Když je vlákno ve styku se zapalovacím drátkem, vznítí se, spadne do nádoby se vzorkem a zapálí jej.

- Po zahájení činnosti kalorimetru tlačítkem „start“ se uzavře víko a začne plnicí sekvence:
 - kalorimetr zablokuje víko a zkontroluje, zda zapalovací obvod není přerušovaný,
 - * otevře se solenoid pro plnění vody a voda se čerpá z uzavřeného napájecího zásobníku do kalorimetrické nádoby, která obklopuje spalovací bombu. Přebytek vody z bomby se vede zpět do uzavřeného zásobníku vody. Protože plášť i kalorimetrická nádoba se plní vodou z uzavřeného zásobníku, dosáhne se počáteční rovnováhy velmi rychle.
 - * Otevře se solenoid pro plnění bomby kyslíkem. Kyslík se pomalu přivádí do bomby, aby tlak dosáhl asi 30 atm.
 - po skončeném plnění začíná počáteční fáze:
 - * solenoid pro plnění kalorimetrické nádoby vodou se uzavře a oddělí tak vodu v nádobě od zbytku systému. Voda v této nádobě cirkuluje pomocí čerpadla. Voda dále cirkuluje z uzavřeného vodního systému pláštěm, obklopujícím kalorimetrickou nádobu.
 - * uzavře se ventil pro plnění kyslíkem a vypustí se kyslík obsažený v plnicím potrubí. Automatický zpětný ventil na horní straně bomby se uzavře a oddělí bombu od plnicího kyslíkového potrubí.
 - * řídicí jednotka sleduje provozní teplotu, dokud se nepotvrdí, že bylo dosaženo počáteční rovnováhy.
 - jakmile je potvrzeno dosažení počáteční rovnováhy, zahájí řídicí jednotka zapalovací sekvenci:
 - * Elektrickými vodiči prochází proud, který zažehne zapalovací vlákno.
 - řídicí jednotka sleduje nárůst teploty a určí koncovou teplotu na základě rovnovážných nebo dynamických kritérií,
 - jakmile se určí konečná teplota, zaznamená se s výsledky měření,
 - začne se proplachování a chlazení,
 - po ukončení výplachu bomby začne vypouštění - voda se z kalorimetrické nádoby vypouští zpět do uzavřeného zásobníku vody,
 - když se voda z kalorimetrické nádoby vypustí, uvolní se západka víka a nádoba se otevře, vyjme se hlava bomby a vloží se další vzorek,
 - výplach se při každém měření zachytí zvlášť do nádoby pro stanovení obsahu kyselin na korekce.

Konečné výsledkové zprávy pro každé měření lze získat kdykoliv po zadání požadované korekce na zapalovací drátek a vlákno, kyselinu a síru. Jako oprava

se odečítá jednak teplo uvolněné spálením zapalovacího drátku a jednak teplo, které se uvolní při vzniku kyseliny dusičné a sírové v bombě. Množství vzniklých kyselin se stanoví z výplachu kalorimetrické bomby po spálení paliva. Korekce na zapalovací vlákno a drátek bývá zadána v kalorimetru jako konstantní. Pro korekci na síru se vloží do kalorimetru hodnota procenta síry ve vzorku. Korekce na kyselinu se vloží v kaloriích nebo jako objem standardního alkalického roztoku v mililitrech, který je potřebný pro titraci celkového obsahu kyselin.

Stanovení oprav (korekcí) z výplachů:

1. Výplach se povaří, aby se z roztoku vypudil oxid uhličitý. Ihned po varu se přidá několik kapek fenolftaleinu a ještě za horka se titruje odměrným roztokem hydroxidu barnatého o koncentraci 0,05 mol/l, až se původně bezbarvý roztok zbarví červenofialově. Spotřeba odměrného roztoku hydroxidu barnatého se zapíše do rozborového listu.
2. Přidá se příslušný objem roztoku uhličitanu sodného o koncentraci 0,05 mol/l (podle jeho předem zjištěné skutečné koncentrace, přibližně 20 ml) a opět se roztok povaří.
3. Roztok se za horka zfiltruje filtrem „bílá páska“ (středně rychlý, středně široké póry), kádinka se dobře vypláchne destilovanou vodou a sraženina na filtru se důkladně promyje destilovanou vodou.
4. Filtrát se titruje odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,1 mol/l do odbarvení indikátoru fenolftaleinu. Pak se přidá několik kapek indikátoru methylooranž a pokračuje se v titraci žlutě zbarveného roztoku, až se jeho barva změní na cibulově hnědou. Spotřeba odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové se zaznamená do rozborového listu.

Příprava 0,05 mol/l odměrného roztoku hydroxidu barnatého a stanovení jeho teoretické spotřeby (přesné koncentrace)

1. Navážka 16,1 g $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ se rozpustí v 1000 ml destilované vody (přibližně 0,05 mol/l).
2. Do kádinky, do které se předloží asi 100 ml destilované vody, se odměří z byrety přesně 20,0 ml roztoku hydroxidu barnatého, jehož přesná koncentrace se zjišťuje.
3. Přidá se několik kapek indikátoru fenolftaleinu.
4. Titruje se přesně 0,1 mol/l odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové až do odbarvení původně červeného roztoku.
5. Stanovení je provedeno, pokud se získá 3x stejný výsledek spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové. Spotřeba odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové se zaznamená.

6. Výpočet teoretické spotřeby roztoku hydroxidu barnatého se provede podle části 7.3.

Příprava odměrného roztoku uhličitanu sodného o koncentraci 0,05 mol/l a stanovení jeho skutečné spotřeby

1. Navážka 54,1 g Na_2CO_3 se rozpustí v 1000 ml destilované vody. Získá se roztok o koncentraci 0,5 mol/l.
2. Ze zásobního roztoku se odpipetuje 100 ml do odměrné baňky objemu 1000 ml a doplní destilovanou vodou po rysku. Roztok se v baňce dobře promíchá.
3. Do kádinky, do níž se předloží asi 100 ml destilované vody, se odměří z byrety přesně 20,0 ml roztoku uhličitanu sodného, jehož skutečná koncentrace se zjišťuje.
4. Přidá se několik kapek indikátoru methylořanž.
5. Titruje se přesně 0,1 mol/l odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové ze žlutého do cibulového zbarvení roztoku.
6. Stanovení je u konce, pokud se získá 3x stejný výsledek spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové. Spotřeba odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové se zaznamená.

Poznámka: Pokud se připravuje roztok uhličitanu sodného z Normanalů, není třeba stanovovat skutečnou spotřebu. Do výplachu se přidá přesně 20,0 ml roztoku.

Příprava roztoků indikátorů

1. Fenolftalein: na 100 ml ethanolu – 1 g pevného fenolftaleinu.
2. Methylořanž: na 100 ml destilované vody – 1 g methylořanže.

Výpočet oprav na teplo vzniklé kyseliny dusičné a sírové ve výplachu

teplo vzniklé kyseliny dusičné = $(20 - V_2) \cdot 6$

teplo vzniklé kyseliny sírové = $(v_{1T} + v_2 - 20) \cdot 15,1$

kde v_{1T} je teoretický objem spotřebovaného odměrného roztoku hydroxidu barnatého v ml

V_2 objem spotřebovaného roztoku kyseliny chlorovodíkové v ml

20 teoretický objem přidaného odměrného roztoku uhličitanu sodného v ml

6 teplo, odpovídající vzniku 1 ml HNO_3 o koncentraci 0,1 mol/l, v J/ml.

15,1 teplo, odpovídající vzniku 1 ml H_2SO_4 o koncentraci 0,05 mol/l, v J/ml

Výpočet teoretické spotřeby hydroxidu barnatého:
$$V_{1T} = \frac{V_{s,HCl} \cdot V_s}{10}$$

kde V_{sHCl} je spotřeba kyseliny chlorovodíkové (0,1 mol/l) při stanovení teoretické spotřeby hydroxidu barnatého v ml

V_s skutečná spotřeba odměrného roztoku hydroxidu barnatého (0,05 mol/l) v ml

Výpočet skutečné spotřeby roztoku uhličitanu sodného o koncentraci 0,05 mol/l:

$$V_{s,Na} = \frac{200}{V_{s,HCl}}$$

kde V_{sNa} je objem roztoku Na_2CO_3 , který je nutno přidat, v ml

V_{sHCl} spotřeba HCl (0,1 mol/l) při stanovení skutečné spotřeby roztoku uhličitanu sodného v ml

Stanovení obsahu minerálních látek

Makroprvky

Stanovení obsahu fosforu

Vzorek je mineralizován a převeden do kyselého roztoku buď suchým spalováním (v případě organických krmiv), nebo kyselou digescí (v případě minerálních sloučenin a kapalných krmiv). Roztok je podroben působení molybdatovanadátového činidla. Absorbance takto vzniklého žlutého roztoku je měřena spektrofotometricky při 430 nm. Opakovatelnost při obsahu P do 5 % max. 3 % rel., při obsahu nad 5 % P max. 0,15 %.

Stanovení obsahu hořčíku

Vzorek je po zpopelnění rozpuštěn v kyselině chlorovodíkové. Jestliže nejsou přítomny organické látky, je vzorek rozpuštěn přímo v kyselině chlorovodíkové. Roztok je naředěn a obsah hořčíku je stanoven atomovou absorpční spektrofotometrií při 285,2 nm pomocí standardních roztoků. (Opakovatelnost max. 5 % rel.)

Stanovení obsahu sodíku a draslíku

Vzorek je zpopelněn a rozpuštěn v HCl. Obsah prvků v roztoku je stanoven plamenovou fotometrií v přítomnosti chloridu cesného a dusičnanu hlinitého. Přídavek těchto látek z velké části odstraňuje interferenci rušivých prvků.

Stanovení obsahu ve vodě rozpustných chloridů

Chloridy jsou rozpuštěny ve vodě. Jestliže produkt obsahuje organické látky, je vyčeřen. Roztok je slabě okyselen kyselinou dusičnou a chloridy jsou

vysráženy jako chlorid stříbrný přídatkem roztoku dusičnanu stříbrného. Přebytek dusičnanu stříbrného je titrován roztokem thiokyanatanu amonného podle Volharda.

Stanovení obsahu celkových uhličitánů

Obsah celkových uhličitánů se stanoví po rozkladu vzorku kyselinou chlorovodíkovou a vzniklý oxid uhličitý se změří v kalibrované trubici a jeho objem se porovná s objemem plynu uvolněného za stejných podmínek ze známého množství uhličitánu vápenatého čistoty p.a.

Stanovení obsahu síry

Obsah síry se stanoví v chloridovém výluhu po zpopelnění vzorku vážkově jako síran barnatý.

Obsah vápníku

Vzorek se zpopelní, popel se rozpustí v kyselině chlorovodíkové a vápník se vysráží jako šfavelan vápenatý. Sraženina se rozpustí v kyselině sírové a uvolněná kyselina šfavelová se titruje manganistanem draselným.

Mikroprvky

Stanovení obsahů mědi, železa, manganu a zinku

Mez stanovitelnosti pro měď je 10 mg/kg, pro železo, mangan a zinek 20 mg/kg. Vzorek se rozpustí v kyselině chlorovodíkové, nebo se jinak odstraní organická matrice. Prvky se po vhodném naředění stanoví atomovou absorpční spektrofotometrií.

Stanovení kobaltu

Obsah kobaltu se stanoví po mineralizaci vzorku v chloridovém výluhu metodou atomové absorpční spektrofotometrie (AAS).

Stanovení selenu

Ve vzorku se po rozkladu kyselinou dusičnou v uzavřeném systému stanoví obsah selenu metodou atomové absorpční spektrofotometrie (AAS).

Mikrobiální metody hodnocení bezpečnosti krmiv

Chovatel hospodářských zvířat je povinen k napájení zvířat používat vodu, která neohrožuje zdravotní stav zvířat a zdravotní nezávadnost jejich produktů, a ke krmění zvířat používat jen zdravotně nezávadná krmiva. Těmi rozumíme

krmiva, která splňují požadavky na zdravotní nezávadnost stanovené příslušnými zákony zvláštními právními předpisy a předpisy Evropské unie.

V krmivech a surovinách pro jejich výrobu se může vyskytovat velké množství mikroorganismů, které se mohou podílet na jejich kažení, vedle nich se mohou vyskytnout i mikroorganismy patogenní. V některých krmivech jsou ale přítomny i mikroorganismy prospěšné, důležité pro jejich výrobu či pozitivně působící na zdraví zvířat. Mikrobiologická kontrola krmiv je významnou součástí systému zajišťujícího kvalitu a nezávadnost krmiv.

Mikrobiologickou analýzu krmiv a surovin pro jejich výrobu provádíme především:

- pro kontrolu a zabezpečení zdravotní nezávadnosti,
- při posuzování úrovně hygieny a sanitace při jejich výrobě,
- při vzniku onemocnění – při podezření, že krmivo obsahovalo patogenní mikroorganismus,
- pro posouzení technologických postupů, posouzení mikrobiálních kultur využívaných při výrobě některých krmiv,
- při experimentální činnosti v oblasti výroby a využití krmiv.

Z patogenních mikroorganismů se v krmivech mohou vyskytnout *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *E. coli*, *Mycobacterium* spp., *Bacillus anthracis*, *B. cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Staphylococcus aureus* a koagulázapozitivní stafylokoky, *Shigella* spp, *Vibrio* spp, *Yersinia enterocolitica*. Kromě těchto bakterií se v krmivech stanovují i mikroorganismy další jako koliformní bakterie, bakterie čeledi Enterobacteriaceae, sulfitredukuující klostridia, enterokoky (především *E. faecalis* a *E. faecium*), stanovuje se také celkový počet mikroorganismů, počet kvasinek a plísní. Mikroorganismy, které nejsou patogenní jsou technologicky důležité neboť se mohou významně podílet na kažení krmiv či mohou produkovat toxické metabolity (biogenní aminy, mykotoxiny), nebo jsou součástí mikroflóry důležité při výrobě některých krmiv (bakterie mléčného kysání, probiotické mikroorganismy).

Mikrobiologická kontrola krmiv a krmivářských surovin je v mnohém podobná mikrobiologické kontrole potravin a potravinových surovin a můžeme pro ni využít celou řadu metod.

Odběr vzorku, přeprava a uchování

Vzorek krmiva nebo suroviny pro mikrobiologickou analýzu musí být reprezentativní a nesmí být během přepravy do laboratoře ani během uchovy pozměněn nebo poškozen. Vzorky odebíráme sterilními nástroji do vhodných sterilních obalů (skleněné nebo plastové vzorkovnice, zkumavky, PE sáčky a pod.). Odebraný vzorek musí být řádně označen, aby nedošlo k jeho záměně.

Do laboratoře pak musí být dopraven tak, aby nedošlo ke změně v počtu mikroorganismů přítomných ve vzorku. Především musí být zachována vhodná teplota. Stabilní vzorky lze dopravovat při teplotě rovnající se teplotě okolí, vzorky u nichž by hrozila nežádoucí změna pak v rozmezí teplot 0 až 4 °C (rychle se kazící vzorky 0 až 2 °C), vzorky zmrazeného materiálu při teplotě pod -18 °C, nebo při teplotě zaručující, že nerozmrznou. Vzorky by měly být co nejrychleji dopraveny do laboratoře a co nejrychleji pokud možno do 24 h popř. do 48 h od odběru zpracovány. Před zpracováním musí být uchovávány tak, aby nedošlo ke změně v počtech přítomných mikroorganismů.

Výběr metody pro detekci mikroorganismů závisí především na typu vzorku stanovovaném mikroorganismu nebo skupině mikroorganismů, charakteristice specifického média, cíli analýzy, času, vybavení laboratoře apod.

Kultivační vyšetření

Jedná se o klasické základní stanovení používané k důkazu či počtu významných skupin mikroorganismů nebo jednotlivých rodů a druhů, umožňující případnou další manipulaci s kultivovanými mikroorganismy (izolace, identifikace, testování). Jde o naočkování vzorku (inokula) do živného média a jeho inkubaci při dané teplotě a době.

Při tomto vyšetření vyžíváme tuhých a tekutých živných půd neselektivních (obecné základní půdy umožňující růst velkému počtu mikroorganismů), půd selektivních (umožňující růst určitým mikroorganismům, přičemž ostatní jsou potlačeny inhibičními látkami), půd diagnostických (využívají se k důkazu přítomnosti určitých mikroorganismů a obsahují různé indikátory reagující např. s produkty metabolismu apod.), půd selektivně diagnostických (potlačují nežádoucí mikroorganismy a reagují s daným mikrobem či produktem jeho metabolismu za vzniku určité barevné reakce). Dále máme k dispozici půdy transportní, konzervační, resuscitační, pomnožovací atd.

Vzorek pro kultivační vyšetření je nutno vhodně upravit s ohledem na vlastnosti vzorku a účel druh stanovení. Vzorek je nutno vhodně homogenizovat (promíchání, promíchání s ředícím roztokem, použití homogenizátorů - stomacher - homogenizace obvykle 60 až 120 s). Mikroorganismy patogenní stanovujeme zpravidla s předpomnožením jako kvantitativní stanovení. Ostatní mikroorganismy pak v příslušné měrné jednotce jako kolonie tvořící jednotky - KTJ (Colony Forming Units - CFU) v jednom gramu nebo mililitru, nebo na jednotku plochy - cm². Zhomogenizovaný vzorek dále ředíme (desítkové ředění) z důvodu předpokladu vyššího množství stanovovaných mikroorganismů. K ředění lze využít různých ředících roztoků (fyziologický roztok, příslušná pomnožovací půda apod.). Takto upravený vzorek očkujeme do sterilních Petriho misek. Využít můžeme metodu přímého výsevu (zalití

inokula živnou půdou) či výsevem na povrch kultivačního média (roztěr na povrch ztuhlé živné půdy). Můžeme také očkovat inokulum do tekutého živného média pro důkaz přítomnosti některých mikroorganismů nebo jejich skupin nebo pro jejich případnou resuscitaci. Kultivační podmínky volíme podle požadavků stanovení.

Základní charakteristika a optimální kultivační podmínky pro nejběžnější skupiny mikroorganismů jsou následující:

Celkový počet mikroorganismů (CPM)

Jsou to aerobní a fakultativně anaerobní mikroorganismy (bakterie, kvasinky a plísně). Tato skupina mikroorganismů nás informuje o míře kontaminace daného substrátu (krmiva, suroviny). Z výsledků lze usuzovat na úroveň hygieny při výrobě a manipulaci s krmivy. V případě krmiv, při jejichž výrobě se uplatňují mikroorganismy (siláže apod.) toto tvrzení neplatí, protože do CPM se výrazně promítají právě počty těchto důležitých mikroorganismů především pak bakterií mléčného kysání. U CPM však lze stanovit jen určité procento mikroorganismů ze skutečného množství, proto se volí pro kultivaci neoptimálnější podmínky. Optimální teplota kultivace je 30 °C a čas 72 h. Jako živné médium využíváme obvykle PCA (Plate Count Agar).

Bakterie čeledi Enterobacteriaceae

Tato čeleď zahrnuje 44 rodů gramnegativních, peritrichních nebo nepohyblivých, nesporulujících tyčinek. Jsou to fakultativně anaerobní, chemoorganotrofní bakterie s respiratorním i fermentatorním metabolismem. Pro většinu druhů je teplotní optimum 37 °C, některé druhy ale rostou dobře i při nižších teplotách. Většinou jsou oxidasa negativní a katalasa pozitivní. Vyskytují se v půdě, ve vodě na rostlinných a živočišných materiálech. Řada druhů jsou patogeny rostlin a živočichů včetně člověka. Nejvýznamnějšími rody jsou *Escherichia*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Shigella* a *Yersinia*. Z hlediska vzniku biogenních aminů jsou významné zejména rody *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Leclercia*, *Morganella*, *Pantoea*, *Plesiomonas*, *Proteus*, *Serratia*. Bývají často stanovovány jako hygienický indikátor, jejich indikátorové posouzení musí být v souvislosti s charakterem posuzovaného materiálu.

Obvykle se stanovují na VRBG agaru (Violet Red Bile Glucose Agar = agar s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučí a glukosou = VČŽG) při 37 °C za 24 h.

Charakteristické jsou růžová až červené nebo fialové kolonie.

Koliformní bakterie

Bakterie laktasa-pozitivní, oxidasa-negativní, které se v použitých půdách chovají podobně jako *E. coli* a jeho biotypy, dále *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella*, *Citrobacter*. Jsou indikátorem spolehlivosti pasterace a termizace, sanitace, jakosti pitné vody. Mají indexový význam - v pitné vodě indikují možnou přítomnost patogenních bakterií. Produkují biogenní aminy. Obvyklá kultivace probíhá na VRBL agaru (Violet Red Bile Lactose Agar = agar s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučí a laktosou = VČŽL) při 37 resp. 30 °C, 24 resp. 72 h. Typické kolonie jsou velké 0,5 mm nebo větší fialově červené, někdy s obklopené červenou zónou precipitované žluči.

Enterokoky (*E. faecalis* a *E. faecium*)

Jde o grampozitivní kokyschopné tvořící kyselinu mléčnou (homofermentativní). Jsou odolné vůči nepříznivým vlivům prostředí (6,5 % NaCl, pH 9,6, rostou při 10 i 45 °C, přežívají 60 °C 30 min). Přirozená součást fermentovaných krmiv, mohou ale být i součástí silážních aditiv. V nefermentovaných krmivech a surovinách mohou indikovat nedostatečné tepelné ošetření či kontaminaci z nedostatečně dekontaminovaných ploch. Jsou rovněž indikátory fekální kontaminace pitné vody - ve vodě přežívají kratší dobu než *E. coli*. Základní stanovení spočívá v kultivaci při 37 °C 72 h na živné půdě Slantz-Bartley agar. Vyrostlé kolonie mají v průměru 2 mm a mají růžovohnědé až červenohnědé zbarvení. Pro stanovení lze využít i chromogenní půdy např. COMPASS *Enterococcus* Agar, kde se enterokoky po kultivaci při 44 °C za 24 h projeví jako modře zbarvené kolonie.

Bakterie mléčného kysání (BMK)

Jsou to grampozitivní (G+), homo - a heterofermentativní tyčinky a koky, především příslušníci rodů *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*. Jejich význam tkví především ve schopnosti zkvašovat jednoduché cukry na kyselinu mléčnou případně další produkty, čehož se využívá při konzervaci krmiv (siláže), produkují sensoricky aktivní látky (např. diacetyl) bakteriociny (nisin, pediocin atd), některé druhy působí jako probiotika. V určitých případech se ale mohou podílet i na kažení některých krmiv (nežádoucí fermentace, produkce sensoricky aktivních látek - diacetyl, mohou být producenty biogenních aminů). Jde o pestrou skupinu s různými nároky na kultivaci. Obvykle se stanovují **mezofilní aerobní BMK** za kultivačních podmínek 30 °C, 72 h. Jako živné médium se používá MRS (de Man, Rogosa, Sharp) agar o pH 5,7. Úpravou

podmínek kultivace (teplota, aerobní nebo anaerobní prostředí, čas, pH, živné médium) můžeme podpořit v růstu jednotlivé skupiny nebo rody a druhy BMK. Například pro stanovení laktobacilů lze použít MRS agar a kultivovat v anaerobních podmínkách při 37 °C 48 h. Ve kvalitní siláži by mělo být alespoň 10^6 – 10^7 BMK.

Psychrotrofní mikroorganismy

Jde o mezofilní mikroorganismy mající schopnost růst i při podstatně nižších teplotách (1–7 °C) než je jejich růstové optimum. Patří sem celá řada bakterií *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Alteromonas*, *Vibrio*, *Serratia*, *Bacillus*, *Listeria monocytogenes* některé kvasinky a z plísní *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*. Tyto mikroorganismy se vyznačují silnou proteolytickou a lipolytickou aktivitou. Jejich počet informuje o stupni mikrobiální kontaminace či rekontaminace surovin a krmiv či prostředí. Kultivační teplota je 6,5 °C po dobu 10 dnů, u zrychleného stanovení lze využít teploty 22 °C po dobu 48 h. Jako živné médium lze využít PCA.

Termorezistentní aerobní nebo anaerobní mikroorganismy

Jsou to bakterie, které přežívající termizační a pasterační teploty a časy a nerozmnožují se při nich (60 °C 30 min, 71,5–85 °C 40–5 min). Omezené i sporující bakterie – jejich spory jsou termorezistentní. Patří sem příslušníci rodů *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Clostridium*. Zdrojem kontaminace je půda, prach, znečištěné nástroje. Problémem bývají bakterie současně psychrotrofní a termorezistentní – Bacillaceae. Před vlastním stanovením je nutno vzorek nebo jeho ředění vystavit působení pasterační teploty např. 85 °C 10 min. Kultivace se provádí podle potřeby v aerobních nebo anaerobních podmínkách. Anaerobní podmínky vytvoříme tak, že Petriho misky unéstíme do speciálních nádob s vyvíječem atmosféry nebo do speciálních termostátů. Kultivujeme při 30 resp. 37 °C 48 h na PCA. Čas a teplotu kultivace lze upravit podle potřeby stanovení určitých skupin těchto mikroorganismů. Pro stanovení termofilních mikroorganismů volíme teploty vyšší např. 55 °C.

Mikromycety (kvasinky a plísně)

Jsou to eukaryotické mikroskopické houby tvořící vláknité struktury (hyfy a mycelium – vláknité mikromycety – plísně) nebo se vyskytující jako jednotlivé buňky (kvasinky), i když i ty někdy tvoří pravé mycelium nebo pseudomycelium, v tom případě hovoříme o tzv. kvasinkovitých mikroorganismech. Kvasinky jsou uměle vytvořená skupina nikoliv taxonomická. Kvasinky jsou považovány za

jednu z příčin aerobní nestability siláží. Výskyt plísní v krmivech je indikátorem špatných skladovacích podmínek. Jejich největší nebezpečí spočívá v produkci mykotoxinů, mohou ale také způsobovat mykózy. Krmiva je možné považovat za podmíněně zkrmitelná obsahují-li do 10^5 KTJ/g plísní, za zkažená a nezkrmitelná tehdy je-li koncentrace plísní vyšší než 10^6 – 10^7 KTJ/g. Viditelně zaplesnivělá krmiva by se neměla zkrmovat.

Pro jejich stanovení lze odebírat vzorek, o potřebné velikosti, hmotnosti (10–40 g u potravin při homogenizaci na Stomacheru) či objemu, stěry z povrchů, seškraby apod. v závislosti na druhu testovaného materiálu, metodě stanovení a samozřejmě na sledovaném mikroorganismu. V rámci plotnových metod lze stanovovat i specifické skupiny vláknitých mikromycet (toxinogenní, xerofilní, termorezistentní,...). U kultivačních metod je potřeba zvolit vhodné živné médium (agar s dichloranem, bengálskou červení a chloramfenikolem – DRBC, Czapek-Dox agar, sladidinový agar, agar s kvasničným extraktem, glukosou a chloramfenikolem, Sabouradův agar, aj.), způsob inokulace (zalití do půdy, roztěr inokula na povrch ztuhlého média – 0,1 až 0,3 ml, položení pevného vzorku na ztuhlé médium) inkubační teplotu (obvykle 25 °C, optimum pro většinu mikromycet je mezi 20–30 °C, pro psychrotrofní mikromycety je vhodná teplota kolem 6,5 °C eventuelně 10 °C, pro termofilní 40 °C) a čas inkubace (obvykle 72–120 h, ale podle potřeby i déle – 14 dní až 4 týdny). (Jesenská 1987; Demnerová at al. 2001; Malíř et al., 2003; Tančinová at al, 2012).

Metody detekce mikroorganismů v krmivech:

Výběr vhodné metody závisí na mnoha různých faktorech jako jsou typ vzorku, stanovovaný mikroorganismus nebo skupina mikroorganismů, použité médium, cíl stanovení, čas a přístrojové vybavení.

Mikroskopické metody

Přímé mikroskopické počítání buněk v různě upravených preparátech, koncentrace mikrobů by měla být alespoň 10^6 – 10^7 (v zákvasech, v kulturách), poskytuje rychlé výsledky, u bakterií nelze rozlišit živé a mrtvé buňky.

- **V komůrkách** (Bürkerova aj.) pro bakterie, kvasinky a spory plísní, nativní preparáty, u bakterií fázový kontrast.
- **Fixovaný preparát na sklíčku** – pro suspenze bakterií – známý objem kapaliny, fixace a obarvení mikroorganismu na podložním sklíčku.

Moderní mikroskopickou metodou, kterou bychom mohli využít je **přímá epifluorescenční mikroskopie** (DEFT – Direct epifluorescent filter technique) – spojuje metodu filtrace s fluorescenční mikroskopií. Buňky zachycené na filtru barvíme fluorescenčním barvivem, lze rozlišit i živé a mrtvé buňky. Rychlé a citlivé

stanovení vhodné pro mléko při němž lze od sebe odlišit bakterie, kvasinky a plísň. Jako další bychom mohli využít **imunofluorescenční mikroskopii** pro přímou detekci patogenních kmenů a sérologickou identifikaci a typizaci kmene, který nelze získat v čisté kultuře.

Průtoková cytometrie (FCM – Flow cytometry)

Je to metoda jejíž pomocí se dají sledovat optické i elektrochemické vlastnosti buněk. Suspenze buněk protéká tenkým laminárním proudem měřicí komůrkou, kde na ni dopadá monochromatické záření laseru nebo xenonové či rtuťové výbojky. Soustava polopropustných zrcadel a fotoelektrických násobičů nebo fotodiod umožňují zaznamenat parametry buněk právě procházejících komůrkou. Často se využívá s barvením živých a mrtvých buněk či s barvením indikujícím jejich metabolickou aktivitu.

Elektronické počítání buněk

Jde o metodu založenou na nasávání známého objemu s izolovanými buňkami do nevodivé (skleněné) trubice. Při průchodu buňky otvorem dojde ke změně vodivosti – registrace impulsu (Celloscop).

Nefelometrické stanovení buněk

Jde o zjištění počtu buněk v čiré kapalině na základě intenzity světla odraženého od jednotlivých buněk. Rychlá a citlivá metoda. Vhodné pro koncentrace 10^5 – 10^7 /ml a jednotlivé koky a krátké tyčinky, u dlouhých tyčinek a řetízků možnost nepřesností. Celkový počet na základě kalibrační křivky zhotovené pomocí přesného mikroskopického počítání buněk.

Kultivační stanovení mikroorganismů

Plotnová metoda byla popsána v předcházejícím textu. Variantami klasické metody je např. využití otiskových metod (Hygicult apod) nebo destiček Petrifilm s příslušným médiem.

Nejpravděpodobnější počet mikroorganismů (MPN), spočívá v seriovém desítkovém zředování vzorku a ve zjištění, ve kterých zředěních již došlo k vymizení mikroorganismů, takže nenastal v tekuté půdě po inkubaci růst. Nepříliš přesná metoda, ale umožňuje rozbor tuhých i tekutých vzorků s malým počtem zárodků.

Modifikací metody MPN je metoda **SimPlate** založená na biochemických reakcích, při nichž se testuje přítomnost klíčových hydrolytických enzymů mikroorganismů.

Stanovení buněčné hmoty mikroorganismů

Při mikrobiologické analýze můžeme provádět rovněž **stanovení buněčné hmoty mikroorganismů**, lze využít přímé metody, kam patří gravimetrické stanovení buněčné sušiny, stanovení obsahu dusíku v buněčné hmotě a stanovení obsahu bílkovin v buněčné hmotě. Mezi **nepřímé metody** lze zařadit turbidimetrické a volumetrické stanovení.

Zjištění přibližného počtu mikroorganismů na základě jejich biochemické činnosti

Tyto metody můžeme využít na sledování hygienického stavu a údržnosti krmiv a surovin pro jejich výrobu. Zjišťujeme jimi sumární aktivitu všech přítomných mikroorganismů, nebo aktivitu skupin mikroorganismů. Patří sem radiochemické metody, měření el. vodivosti, Limulus test (k detekci přítomnosti endotoxinů gramnegativních bakterií využívá lyzát amoebocytů kraba *Limulus polyphemus*, je to nejcitlivější známá látka na endotoxiny), chemoluminiscenční (bioluminiscenční) metody – ATP bioluminiscence založená na reakci luciferin – luciferasa, metody využívající redukce barviv (test s metylenovou modří, resazurinový test).

Molekulárně-genetické metody – PCR (polymerázová řetězová reakce)

Tyto metody se využívají k detekci, identifikaci a kvantifikaci mikroorganismů na základě přítomnosti specifické oblasti DNA nebo RNA.

Mikroskopické metody hodnocení a diferenciací krmiv

Podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv, je nezbytné zajistit, aby byly všechny krmivářské podniky provozovány v souladu s harmonizovanými požadavky na bezpečnost. Je nutné provést obecný přezkum, aby byla zohledněna potřeba zajištění vyšší úrovně ochrany lidského zdraví, zdraví zvířat a životního prostředí.

Výroba krmiv a krmení hospodářských zvířat musí být v souladu se **zákonem o krmivech č. 91/1996 Sb.**, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 244/2000 Sb., zákonem č. 147/2002 Sb., zákonem č. 320/2002 Sb. a zákonem č. 21/2004 Sb. a s vyhláškou MZeČR č. 222/1996 Sb. (Příloha č. 9, „Postupy laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixů), který je v souladu se směrnicemi Evropské Unie – směrnice 70/373/EEC k zavádění metod vzorkování a analyzování pro úřední kontrolu krmiv

a dále podle **směrnic Evropské Unie**

- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv,

- směrnice Komise Evropského společenství 2003/126/EC ustanovující předpisy pro mikroskopickou identifikaci a hodnocení krmiv živočišného původu pro účely úřední kontroly,
- směrnice 95/53/EC – systém koordinovaného inspekčního programu v oblasti výživy zvířat.

Evropská komise v posledním období zakázala zkrmování některých krmiv živočišného původu a jejich obsah v krmivech je považován za závadný. Z toho důvodu se musí ve výrobních krmných směsí prověřovat kvalita surovin dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005. S tím souvisí mikroskopické ověření případné přítomnosti nebo nepřítomnosti dnes zakázaných tkání živočišného původu v krmných směsích pro hospodářská zvířata. Živočišné tkáně jsou definovány jako produkty z procesů zpracování těl nebo částí těl savců, ptáků a ryb. Detekce se provádí prostřednictvím mikroskopického hodnocení, v rámci systému koordinovaného inspekčního programu v oblasti výživy zvířat v souladu s předpisy směrnice 95/53/EC.

Směrnice Komise Evropského společenství 2003/126/EC z 23. 12. 2003 požaduje mikroskopování různých frakcí krmiva pomocí dvou mikroskopů – stereomikroskopu a kombinovaného mikroskopu.

Citlivost – s ohledem na povahu složek živočišného původu může být zjištěno i velmi malé množství 0,01 %.

Zásady

Reprezentativní vzorek musí být odebraný v souladu s předpisy ustanovenými směrnici komise 76/371/EEC z 1. 3. 1976 o metodách vzorkování pro účely úřední kontroly krmiv.

Krmiva s vlhkostí vyšší než 14 % musí být vysušena (kondenzována). Speciálním krmivům a speciálním krmným surovinám – např. tuky a oleje je třeba věnovat zvláštní postup.

Složky živočišného původu mohou být identifikovány podle základních typických, mikroskopicky identifikovatelných charakteristik (svalová vlákna a další měkké tkáně, kosti, chrupavky, rohy, srst, štětiny, krev, peří, vaječné skořápky, rybí kosti a šupiny).

Identifikace se má provádět jednak prosíváním a jednak ve vzorku z koncentrovaného sedimentu.

Mikroskopická identifikace živočišných tkání přítomných v krmivech zahrnuje přípravu vzorku krmiva

- prosetí (min. 5 g),
- příprava sedimentu (min. 5 g) v sedimentační nádobě promícháním s tetrachlorethylenem, usazením a následným oddělením sedimentu) a
- mikroskopování jednotlivých frakcí.

U proseté frakce s většími částčkami se systematicky roztřídí živočišné komponenty pod stereomikroskopem s různým zvětšením. Prosetá frakce jemných částic živočišných komponentů se systematicky sleduje pod kombinovaným mikroskopem s různým zvětšením. Také suchý sediment je vyšetřen pod stereomikroskopem a pod kombinovaným mikroskopem. Pro snazší identifikaci lze použít barvení (např. **alizarinová červen** – způsobí růžovo-červené zbarvení kostí, rybích kostí a šupin, **cystinové činidlo** – po zahřátí se cystinem obarvené elementy – chlupy, peří – jeví hnědo-černě).

Při práci je třeba striktně dbát na čistotu, aby nedošlo ke kontaminaci vzorku. Veškeré vybavení musí být naprosto čisté. Síta se čistí pomocí kartáče s tuhými štětinami.

Členské státy musí zabezpečit užití procedury popsané touto směrnici komise (2003/126/EC). Oficiální analýza zajišťuje nejen zjištění přítomnosti, ale i množství živočišných komponentů.

Výpočet může být proveden pouze z fragmentů kostí živočišného původu.

Kostní fragmenty suchozemských živočichů lze rozlišit od kostních fragmentů ryb pod mikroskopem pomocí přítomnosti typických lakun.

Podíl živočišných komponentů ve vzorku se stanovuje s ohledem na:

- odhad podílu (% z hmotnosti) kostních fragmentů v koncentrovaném sedimentu,
- podíl (% z hmotnosti) kostí v komponentech živočišného původu.

Odhad se provádí na nejméně 3 vzorcích (v případě, že je to možné), v každém vzorku se hodnotí nejméně 5 zorných polí.

Koncentrovaný sediment komponentů krmiv neobsahuje jen kostní fragmenty suchozemských živočichů, ale i další částice s vysokou hmotností, např. minerálie, písek, lignifikované části rostlin apod.

Pro vyhodnocování a identifikaci jednotlivých částí živočišných tkání doporučuje Evropská komise v rámci směrnice 2003/126/EC použití programu ARIES (Animal Remains Identification and Evaluation System), který byl vyvinut v rámci EU výzkumného projektu STRATFEED, jehož cílem je přispění k detekci a identifikaci živočišných bílkovin v krmivech pro hospodářská zvířata. Program poskytuje plnou škálu popisu živočišných mouček stejně dobře jako škálu rostlinných částí a minerálií, které mohou být zaměňovány s živočišným materiálem. Soubor může být použit k pomoci a dokumentování při aktuální identifikaci v běžné praxi a umožňuje použití při tréninku pracovníků.

<http://stratfeed.cra.wallonie.be/>

Výsledky testů musí být interpretovány ve zprávě, která informuje o výskytu podstatných zbytků suchozemských živočichů a ryb.

Rozdílné případy mohou být popsány následovně:

1. Se zřetelem na přítomnost komponentů z těl suchozemských živočichů

- s použitím mikroskopu **nebyly** v hodnoceném vzorku nalezeny komponenty ze suchozemských živočichů
- s použitím mikroskopu **byly** v hodnoceném vzorku nalezeny komponenty ze suchozemských živočichů

2. Se zřetelem na přítomnost komponentů z ryb

- s použitím mikroskopu **nebyly** v hodnoceném vzorku nalezeny komponenty z ryb
- s použitím mikroskopu **byly** v hodnoceném vzorku nalezeny komponenty z ryb

V případě nálezu komponentů z ryb nebo suchozemských živočichů zpráva dále specifikuje množství nalezených komponentů (x % <0,1 %; 0,1–0,5 %; 0,5–5 % nebo více než %) a specifikuje původ nalezených komponentů, jestliže je to možné a popisuje typ identifikovaných tkání (svalová vlákna, kosti, rohy, chrupavky, štětiny, krev, peří, vaječné skořápky, rybí kosti a šupiny).

V případě, že kostní fragmeny suchozemských živočichů jsou identifikovány, měla by zpráva obsahovat tento dodatek:

Nelze vyloučit, že tyto komponenty pocházejí ze savčích tkání!

Tento dodatek není nutný v případech, kdy byly kostní fragmenty suchozemských živočichů identifikovány buď jako kosti ptáků nebo savců.

Metody hodnocení krmiv metodou analýzy obrazu

Ocena jakości pasz z wykorzystaniem technik informatycznych

Badanie jakości pasz ma coraz większe znaczenie Czynniki związane z jakością surowców to przede wszystkim cechy szczególnie produktu oraz surowców takie jak: właściwości fizyko – chemiczne produktów, barwa, kształt, odmiana, zawartość podstawowych składników chemicznych, stopień uszkodzenia czy porażenia przez szkodniki. W związku z tym wydaje się zasadne opracowanie innowacyjnej metody pozwalającej na określenie tych wszystkich cech w łatwy, przystępny i szybki sposób. Niewątpliwie do nowoczesnych technik zaliczyć można sieci neuronowe czyli sztuczna inteligencję oraz komputerową analizę obrazu.

Ludzki wzrok z pewnością przewyższa komputer w interpretacji obrazu, natomiast komputer jest jednoznaczny w swoich decyzjach, a przyrządy do rejestracji obrazu mogą być czulsze od ludzkiego oka, np. oko ludzkie rozróżnia do 70 poziomów szarości zaś przyrządy służące do rejestracji obrazów nawet do 256 i więcej. Wykorzystanie narzędzi pozwala na wykrywanie i uwypuklanie elementów obrazu tak, aby stały się one bardziej czytelne dla ludzkiego oka. Dodatkowo komputer może przeprowadzić pomiary ilościowe, czego nie jest w stanie zrobić ludzki wzrok. Podczas komputerowej analizy obrazu wykorzystuje się wiele, często skomplikowanych i abstrakcyjnych przekształceń niejednokrotnie powtarzalnych wielokrotnie. Komputerowa analiza obrazu służy do wydobywania ze zdjęć istotnych dla nas informacji, dlatego obrazy, których używamy do analizy muszą być dobrej jakości. W związku z tym bardzo ważną rolę odgrywać będzie sposób pozyskania tych zdjęć, określanych próbkami, zachowując jednocześnie rzeczywisty obraz. Przygotowanie próbek musi uwzględniać odpowiednie nasycenie barw i kontrast.

Komputerowa analiza obrazu, modelowanie neuronowe, wykorzystywanie metod sztucznej inteligencji ma ogromną przyszłość również w dziedzinie przemysłu spożywczego i rolnictwa.

Niewątpliwie to kolejny przykład jak ważny jest sposób dokonania tej oceny, jak ważne jest poszukiwanie innowacyjnych, nowoczesnych a zarazem wiarygodnych metod tych skomplikowanych oznaczeń, do tej pory znanych tylko ze żmudnej pracy laborantów w laboratoriach opartych na metodykach chemicznych, gdzie dodanie jednej kropli odczynnika więcej lub mniej, może spowodować zafałszowanie wyników.

Podsumowując, można powiedzieć, że ocena pasz ze szczególnym uwzględnieniem cech jakościowych branych pod uwagę w ocenie handlowej,



Obr. 1: Průvůdění mikroskopické kontroly krmiv binokulárním mikroskopem



Obř. 2: Rybí kost s poměrně typickými oválnými otvory
stereomikroskopický pohled

odgrywa ważną rolę, ponieważ to ona wpływa na ich wartość i behavior zwierząt gospodarskich. Opracowanie szybkiej i skutecznej metody jest jak najbardziej uzasadnione, gdyż to pozwoli na dokonywanie trafnych i rychkich obserwacji, bez używania dodatkowo skomplikowanych metod laboratoryjnych. Komputerowa analiza obrazu i modelowanie neuronowe, mają ogromną przyszłość w przemyśle spożywczym i rolnictwie.

W pracach nad oceną jakości wieloskładnikowej niejednorodnej mieszaniny ziarnistej wykorzystano metodę laboratoryjną. Pobrane próby mieszanek pasz rozdzielano ręcznie na poszczególne komponenty i mierzono ich masę metodą wagową [J.Królczyk, M.Tukiendorf, 2007].

M. Kachel - Jakubowska [2008], w pracy dotyczącej oceny jakości nasion rzepaku ozimego pod względem stopnia zanieczyszczenia wykorzystala metodę laboratoryjną zgodną z PN - 90/R - 66151. Przyjęła pięciostopniowy poziom czystości nasion.

W badaniach dotyczących stopnia uszkodzeń ziarna, powstałych przy omłocie pszenicy w ośmiobębnowym zespole młócaćo-wydzielającym, wykorzystano metodę sensoryczną. W eksperymencie dokonano pomiarów wielkości makro - i mikrouszkodzeń ziarna, przyjmując, że makrouszkodzenia to uszkodzenia dostrzegalne gołym okiem. W celu określenia wielkości mikrouszkodzeń pobierano próbki 100 ziaren w trzech powtórzeniach a następnie poddawano je kąpieli w 1% płynie Lugola. Ziarna uszkodzone barwiły się na brunatno. Po zliczeniu uszkodzeń wyniki podawano w procentach[A. Kornacki, 2004].

A. Źabiński [2007], w swojej pracy dotyczącej uszkodzeń ziarna soczewicy grubo i drobnoziarnistej podczas zbioru kombajnowego, również zastosował metodę sensoryczną. Uszkodzenia nasion soczewicy określał w 100 g próbkach, pobieranych losowo, w 4 powtórzeniach. Każdą pobraną próbkę rozdzielano na nasiona bez widocznych uszkodzeń i teuszkodzone. Te ostatnie

dzielono na 4 grupy w zależności od wielkości uszkodzenia, przydzielając je do wcześniej opracowanego wzorca uszkodzeń nasion. Wydzielone grupy następnie ważono i ustalano ich procentowy udział w plonie. Analizując kombajnowe uszkodzenia nasion soczewicy brano pod uwagę tylko te, których występowanie można było stwierdzić bezpośrednio nieuzbrojonym okiem, bez stosowania dodatkowej aparatury. Uwzględniano więc tylko makrouszkodzenia. Do grupy I zaliczano nasiona z widocznymi pęknięciami łupiny nasiennej, lub jej ubytkami, oraz ubytkami nieprzekraczającymi 5 % masy nasion. W II grupie umieszczano nasiona z ubytkami do 20 % masy, w III nasiona z ubytkami do 30 %, a w IV grupie umieszczano nasiona, których ubytek masy dochodził do 50 %.

Konkurencyjną do wyżej opisanych metodą oceny jakości surowców i produktów, może być komputerowa analiza obrazu. Produkty i surowce rolno - spożywcze charakteryzują się odpowiednią barwą, kształtem - cechami prostymi do rozpoznania. Wykorzystując zdjęcia cyfrowe badanych produktów, można w zobiektywizowany sposób określić np. barwę, która w wielu przypadkach jest cechą wiodącą i świadczy o jakości surowca czy produktu [Weres, Koszela 2005]. Barwa jest jedną z podstawowych właściwości fizycznych, które decydują o atrakcyjności surowców i produktów. Dotyczy ona zarówno wyglądu zewnętrznego jak i wewnętrznego. W sensie sensorycznym każdy człowiek dysponuje nieco innym sposobem postrzegania barw. Wiąże się to z tym, że pamięć wizualna jest bardzo uboga w porównaniu z pamięcią słuchową i ogranicza zapamiętywanie barw. Kolejnym utrudnieniem w opisie barwy jest fakt, że na postrzeganie barwy ma wpływ padające światło.

Sformułowanie „rozpoznawanie obrazów” jest pewnego rodzaju skrótem powszechnie stosowanym. Precyzyjne określenie powinno brzmieć: „automatyczne określenie przynależności obiektów fizycznych do zadanych klas abstrakcji na podstawie ich obrazów” [Wojciechowski 1997]. Według Tadeusiewicza [1997] na obrazach można dokonywać wielu użytecznych przekształceń, których stosowanie ma na celu poprawę informacji zawartych w obrazie. Koszela i Weres [2005] zastosowali w swoich opracowaniach szereg przekształceń morfologicznych pozwalających na uwypuklenie cech kształtu krajanki warzywnej. Główna idea tej metody dotyczy zdefiniowania ilości odpowiednich frakcji suszu warzywnego w badanej próbce pod względem kształtu i barwy.

Wyróżnia się cztery grupy przekształceń: przekształcenia geometryczne (przesunięcia, odbicia), przekształcenia punktowe (modyfikowane za pomocą operacji logicznych, arytmetycznych), przekształcenia morfologiczne, filtry [Malina, Smiatacz 2005].

Podstawowym zagadnieniem przy przetwarzaniu i analizie obrazu jest odpowiednie zdefiniowanie sztucznej reprezentacji obrazu. Obraz jest notacją „wyglądu”

otaczającego nas świata. Ograniczenia reprezentacji obrazu mogą być realizowane jednocześnie na wielu płaszczyznach: ograniczenie zdolności rozpoznawania szczegółów, ograniczenie ilości możliwych do rozróżnienia stanów elementów obrazu, czyli kolorów, analizowanie obrazu płaskiego zamiast przestrzennego, analizowanie obrazu statycznego zamiast dynamicznego [Tadeusiewicz 1997]. W systemach analizowania i przetwarzania obrazu wykorzystuje się dwa sposoby rozmieszczenia cyfrowych elementów obrazu: według siatki heksagonalnej i według siatki kwadratowej. Analiza według siatki kwadratowej jest prostsza i wygodniejsza w obsłudze, dlatego tzw. raster kwadratowy jest bardziej rozpowszechniony w komputerowej analizie obrazu [Tadeusiewicz, Korohoda 1997]. Każdy z elementów dyskretnej reprezentacji obrazu może przyjmować tylko jeden spośród ograniczonej liczby stanów. Liczba ta, popularnie zwana liczbą kolorów może być także interpretowana jako liczba bitów (bbp) przeznaczonych na zapamiętanie stanu jednego elementu obrazu [Tadeusiewicz 1997]. Z tego względu rozróżniamy następujące formaty obrazów: binarny (1 bbp) – to najprostszy format, zajmujący najmniej pamięci i ma podstawowe znaczenie w analizie obrazu (rys.1a); monochromatyczny (8 bbp) – za pomocą tego formatu można określić 256 odcieni szarości. Wartość danego elementu obrazu wyraża jego względną jasność (rys. 1b); kolorowy (24 lub 32 bbp) – najczęściej po 8 kolejnych bitów w tym formacie opisuje nasycenie jednej z trzech barw podstawowych *RGB*. Za pomocą tego formatu można zapisać około 17 mln różnych odcieni kolorów. Wadą tego formatu jest potrzeba dużej ilości pamięci (rys. 1c) [Tadeusiewicz 1997].

Rys. 1 Przykład obrazu w formacie a) binarnym (1 bbp), b) monochromatycznym (8 bbp), c) kolorowym (24 lub 32 bbp) (źródło: własne).



Analiza obrazu znajduje coraz szersze zastosowanie w różnych dziedzinach życia, m.in.: w przemyśle, medycynie, biologii, geologii [Kozłowska, Kuberska 2006]. Nowoczesne techniki informatyczne w rolnictwie zajmują coraz więcej miejsca i zainteresowania w zakresie procesów produkcji. Stosowane techniki informatyczne wykorzystuje się coraz częściej w technologii produkcji roślinnej i zwierzęcej [Grudziński, Panasiewicz 2000]. Duża liczba prac badawczo – naukowych z wykorzystaniem komputerowego wspomaganie podejmowania

decyzji oraz nowoczesnych technik modelowania realizowana jest również w ramach inżynierii rolniczej [Weres i in. 2000].

W pracy Tukiendorfa [2003] wykorzystano analizę obrazu do oceny stanu mieszaniny w technologii mieszania materiałów ziarnistych. Podczas procesu mieszania systemem funnel-flow, dokonano akwizycji obrazu poszczególnych przekrojów mieszaniny, a następnie dokonano zapisu cyfrowego wartości RGB. Autor po fazie testowania wykazał dużą poprawność otrzymanych wyników. Średni błąd kwadratowy predykcji nie przekraczał 5 %. Trajer i in. [2003] przedstawili metodę identyfikacji wybranych odmian ziarna jęczmienia browarnego, określając poprzez analizę obrazu barwę oraz cechy geometryczne. W tej pracy, jako cechy reprezentatywne, wybrano barwę w systemie RGB, oraz długość i szerokość ziarniaków. Pomiary dokonywano na 18 odmianach jęczmienia browarnianego. Trajer i Jaros [2005] zaproponowali klasyfikację warzyw na podstawie komputerowej analizy obrazu. Materiałem badawczym była krajanka 18 odmian marchwio zróżnicowanej jakości technologicznej. System komputerowej analizy obrazu wykorzystywał spektrofotometr w połączeniu z komputerem do pomiaru barwy RGB. Na podstawie tych badań, autorzy stwierdzili, że marchew wykazuje małe różnice wyróżników cech barwy RGB w obrębie odmian, co stwarza trudności w prawidłowej ich identyfikacji. W pracy Nadulskiego i Guza [2001] wykorzystano również analizę obrazu w badaniach cięcia warzyw korzeniowych. Do badań wykorzystano marchew, która była poddana cięciu na plastry o grubości 3mm. Następnie przy wykorzystaniu odpowiedniej komory badawczej dokonano analiz obrazów badanych próbek. Głównym celem tej pracy była ocena i analiza procesu cięcia na poszczególne przekroje. Wykazano dużą przydatność wykorzystanej metody. Komputerową analizę obrazu wykorzystano również do separacji ziaren zbóż od ziaren chwastów. Skuteczność tej metody była również wysoka, podobnie jak identyfikacja odmian pszenicy, jęczmienia i żyta. Kształtowała się ona na poziomie 90 % [Chen i In. 1989]. Weres i in. [2007] w swoich badaniach, w których obiektem był ziarniak kukurydzy, dokonują pomiarów właściwości geometrycznych w różnych płaszczyznach za pomocą komputerowej analizy obrazu. Kęska [2003] również wykorzystał tę metodę do pomiarów geometrycznych ziarniaków. Jego autorska aplikacja umożliwiła dokonanie analiz z wysoką skutecznością. Czas przetwarzania obrazu cyfrowego wynosił 30 s przy macierzy obrazu 1000x800 pikseli. Błąd wynosił 0,1%. Komputerowa analiza obrazu wykorzystana została również do pomiaru wielkości geometrycznych oraz barwy ogórków. W pierwszym pomiarze dokonano porównania suwmiarkowego z pomiarem komputerowym. Błąd względny w zależności od odpowiedniej cechy (długość, szerokość, obwód, pole powierzchni) wahał się od 0,01 do 2,44 %. W badaniach, w których dokonywano pomiaru barwy, autorzy w jednym z wniosków przytaczają słuszność stosowania komputerowej analizy obrazu do oceny jakości produktów spożywczych [Zapotoczny, Białobrzewski 2002].

Mladenov, Dejanov [2008] skoncentrowali swoją uwagę na wykorzystaniu analizy obrazu do oceny kiełkujących nasion. Wykorzystali oni w swoich badaniach model opisu barwy *RGB*. Manickavasagan, Sathya, Jayas [2008], w swojej pracy dotyczącej porównania za pomocą iluminacji, klas identyfikujących pszenicę poprzez obrazy monochromatyczne, wykorzystali maszynę wizyjną, która rejestrowała obrazy próbek pszenicy analizując ich barwę i teksturę. Badano ziarna pszenicy o różnej wilgotności (11 %, 14 %, 17 %, 20 %). Wykonano 9600 zdjęć. Do oceny wykorzystano 32 odcienie szarości zarejestrowane na próbkach pszenicy. Średnie wartości szarości były znacząco różne w obrębie każdego oświetlenia i przy różnej iluminacji. Średnia wartość poziomu szarości była uzależniona również od wilgotności ziarna. Visen, Paliwal, Jayas [2003] wykorzystali analizę obrazu stosując kamerę cyfrową do rozpoznawania różnych gatunków ziarna. Badania prowadzono na 5 rodzajach ziarna: jęczmienia, owsa, żyta, pszenicy, pszenicy durum. Obrazy uzyskane z kamery cyfrowej zostały przetworzone przez program komputerowy, który analizował dane na podstawie barwy i tekstury. Wyniki wykazały prawidłowość klasyfikacji ponad 90 % wszystkich rodzajów ziarna. Li, Liao, Jin [2007] wykorzystali analizę obrazu do klasyfikacji nasion rzepaku. Do oceny wykorzystano barwę, którą określano za pomocą modelu *HSV*, oraz kształt nasion. Majumdar, Jayas [1999] wykorzystali w swoich badaniach cyfrową analizę obrazu, opartą na modelu *RGB*, do oceny i klasyfikacji próbek pszenicy, jęczmienia, owsa i żyta. Dokładność zastosowanej metody wynosiła 98,6 %.

Celem pracy było opracowanie innowacyjnej metody modelowania procesu oceny jakości pasz na podstawie komputerowej analizy obrazu i sztucznych sieci neuronowych (SSN).

Założono zatem, że na bazie przygotowanej aplikacji do przetwarzania i analizowania pozyskanych obrazów cyfrowych, w oparciu o model rozpoznawania barw *RGB*, uzyska się szybką i dobrą metodę oceny jakości produktów. Na takie rozwiązania istnieje duże zapotrzebowanie praktyczne np. w czasie skupu zbóż do magazynów oraz w zakładach produkujących pasze. Określenie wstępnej jakości przyjmowanych nasion pod względem zanieczyszczeń, daje natychmiastową podstawę do ustalenia ceny skupowanego materiału. Drugim aspektem wykorzystania tej metody jest kontrola jakości przechowywanego ziarna w magazynach. Opracowanie takiej metody pozwoli na szybkie uzyskanie wyników z pominięciem czasochłonnych prac laboratoryjnych.

W tym celu podzielono zakres działań następująco:

- przygotowanie próbek grochu jako jednego z podstawowych komponentów paszowych
- przygotowanie i opracowanie aplikacji komputerowej do oceny stopnia zanieczyszczenia masy ziarna opartej na modelu *RGB*,

- wykonanie stanowiska pomiarowego, umożliwiającego wykonanie zdjęć cyfrowych odpowiedniej jakości,
- wykonanie zdjęć cyfrowych pobranych próbek nasion grochu
- przeanalizowanie otrzymanych i przekształconych do postaci „bmp” zdjęć próbek nasion grochu za pomocą aplikacji komputerowej „APR” i dalsze przekształcenie do postaci binarnej,
- zestawienie tabelaryczne wyników binaryzacji („1”; „0”),
- analiza neuronowa,
- geostatyka.

Do rozpoznania i rozwiązania wyżej wymienionych problemów opracowano innowacyjną metodę komputerowej analizy obrazu, oraz wykorzystano sztuczne sieci neuronowe, co pozwoliło na dokonanie szybkiej i precyzyjnej oceny. W tym celu opracowano sposób pobierania prób do badań oraz wykonywanie zdjęć cyfrowych w odpowiedni sposób, tak aby uzyskać pożądane informacje.

Zadaniem aplikacji komputerowej „APR” opartej na modelu opisu barwy *RGB* i zastosowaniem modelu uczącego rozpoznawanie barw było wyodrębnienie mierzonych obiektów z tła i uśrednienie składowych *RGB* w obrysie obiektu:

$$R, G, B = \frac{\sum R_{0-255} \cdot K}{\sum K} \quad (1)$$

Gdzie:

R - rozdzielczość zapisu (0-255),

K - liczba pikseli o danej rozdzielczości.

Mając uśrednione wartości składowych *R, G, B*, można wyliczyć średnią jasność obrazu zgodnie ze wzorem:

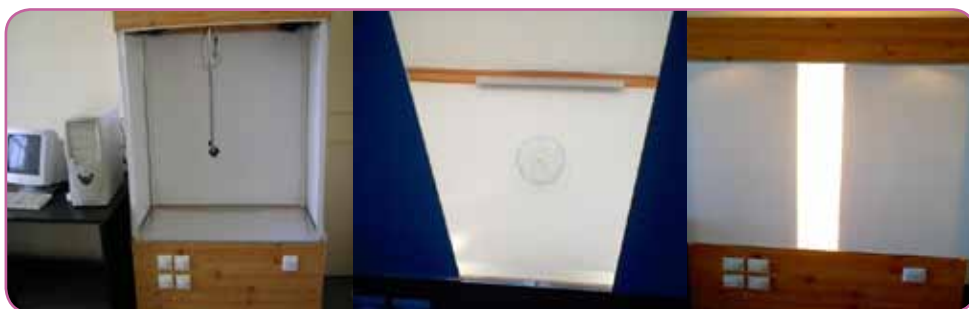
$$I = (R+G+B)/3 \quad (2)$$

Skrócenie czasu dokonywania oceny oraz wiarygodność tych ocen, to bardzo ważne zadanie stawiane przemysłowi zbożowemu, który w obecnej sytuacji gospodarczej musi być konkurencyjny i wysokojakościowy w stosunku do innych rynków europejskich. Czas laboratoryjnej oceny jakości magazynowanego zboża sięga kilku godzin pracy laboranta, który od momentu pobrania próbek dokonuje oceny wykorzystując mikroskop. Praca przy mikroskopie jest męcząca i żmudna. Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu znacznie skróci czas wykonywania analiz i wykorzystywane narzędzia są jednoznaczne w swoich decyzjach. Jakość ziarna przechowywanego ma wpływ na przeznaczenie tego materiału do dalszej produkcji. Ewentualne zubożenie jakości surowca, może spowodować nieodwracalne straty oraz

Przeprowadzono kilka serii badań podczas eksperymentu. W eksperymencie badano stopień zanieczyszczenia materiału ziarnistego. Do badań wykorzystano nasiona grochu. W pierwszym etapie badań wykonano eksperyment w laboratorium przygotowując próbki nasion grochu sztucznie je zanieczyszczając. W ten sposób otrzymano próbki ze znaną masą zanieczyszczeń. Wykonano zdjęcia aparatem cyfrowym i przeanalizowano je za pomocą aplikacji komputerowej „APR”. Drugi etap badań polegał na modelowaniu neuronowym uzyskanych wyników.

Do określenia czystości masy ziarna i badań wykonanych w laboratorium, wykonano stanowisko badawcze do komputerowej akwizycji obrazu. Stanowisko to, wyposażono w odpowiednie źródła światła. W skład stanowiska wchodzi następujące elementy:

- kamera internetowa, aparat cyfrowy,
- komputer zbierający i przetwarzający dane,
- podświetlany stół, na którym umieszcza się badane próbki,
- oprogramowanie zapewniające podgląd obrazu z kamery oraz możliwość wykonywania zdjęć (rys. 2).



Rys. 2 Ogólny widok modułu podstawowego stanowiska do komputerowej akwizycji obrazu [źródło własne].

Bardzo istotnym elementem w procesie akwizycji obrazu był dobór odpowiedniego oświetlenia oraz położenia urządzenia do akwizycji. Stanowisko to, zapewnia płynny, pod względem natężenia, dopływ światła padającego, zarówno od strony kamery, jak i od strony przeciwnej do położenia kamery, w stosunku do badanego materiału. Podświetlany stolik był ważnym elementem, dzięki któremu uzyskano wysoki kontrast obiektu oraz jego tła. Silne, wielokierunkowe oświetlenie od strony kamery, zapewnia usunięcie ewentualnych cieni. Istotne jest, aby dobór natężenia oświetlenia odbywał się z uwzględnieniem zakresu czułości czujników urządzeń do akwizycji obrazu. W szczególności należało zbadać histogram poziomów jasności pikseli pod kątem maksymalnego wykorzystania zakresu (rys. 3).

pierwsza próba zawiera 100 % nasion grochu, a ostatnia 51 próbka zawiera 100 % zanieczyszczeń. Te dwa przypadki potraktowano jako kontrolę. Tak przygotowane próby nasion mieszano w mieszalniku statycznym, aby uzyskać masę wymieszanych nasion grochu wraz z zanieczyszczeniami.

Do zanieczyszczenia nasion grochu wykorzystano nasiona rzepaku. Kolejnym etapem eksperymentu było przygotowanie odpowiednio próbek i stanowiska akwizycji obrazu, tak aby otrzymać zdjęcia odpowiedniej jakości z widocznymi dla aplikacji komputerowej interesującymi nas informacjami.

Aparatem cyfrowym wykonano zdjęcia, kadrowano, czyli zakreślano przeznaczony do analizy obszar powierzchni fotografii i zapisywano w formacie „bmp”. Przy pomocy komputerowego programu graficznego zamieniano je na obrazy czarno – białe (rys. 5).

Rys. 5 Przykładowe zdjęcie próbki grochu a) barwne; b). czarno – białe [źródło własne]

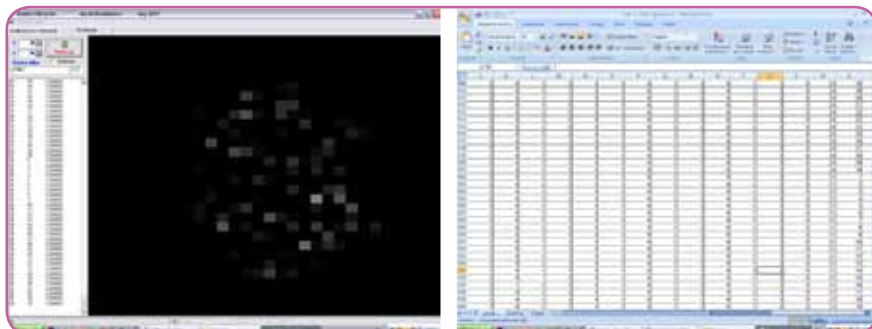


a)

b)

Następnie poddano je dyskretyzacji dla arbitralnie określonej rozdzielczości okna badawczego (30x30=900 pikseli). (rys. 6a)

Rys. 6 a). obraz po pikselizacji: 30x30 komórek b). zestawienie uzyskanych wyników po pikselizacji [źródło własne].



a)

b)

Na podstawie uzyskanego stopnia szarości poszczególnych pikseli okna dokonano ich binaryzacji na zanieczyszczenia i „tło” (w zapisie binarnym

oznaczono odpowiednio jako „1” oraz „0”. Wyniki binaryzacji poszczególnych zdjęć fotograficznych zestawiono tabelarycznie do dalszego etapu obliczeń przy pomocy sieci neuronowej (rys. 6b)

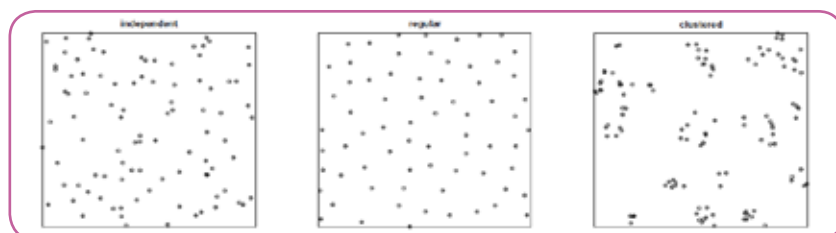
Analizą neuronową przeprowadzono w pakiecie [Neal R. (2000). Flexible Bayesian Models on Neural Networks, Gaussian Processes, and Mixtures v. 2000-08-13. University of Toronto]. W przyjętym modelu regresyjnym założono właściwie dobraną architekturę sieci neuronowej. W celu określenia najczęściej „reprezentowanych” lokalizacji badanych zanieczyszczeń w poszczególnych grupach, współrzędne punktów (zmiennie zależne - *targets*) przeciwstawiono zmiennym binarnym (niezależnym - *inputs*). Liczbę zmiennych niezależnych w każdej grupie dla każdego rodzaju zanieczyszczenia określała liczba obrazów binarnych zaakceptowanych do niniejszej analizy - tj. o frakcji punktowej nie przekraczającej 10 % całego zbioru punktów okna badawczego - czyli około 90 punktów zanieczyszczeń. Przyjęty arbitralnie poziom akceptacji obrazów uzasadniono obawą ewentualnego rozmycia zanieczyszczeń z tłem w przypadku zdjęć zbyt ciemnych (analizowano fotografie najbardziej „wyrzyszte”).

Liczbę warstw ukrytych ustalano na poziomie umożliwiającym najefektywniejsze uczenie się sieci, kontrolowane przy pomocy tzw. wskaźnika odrzutu (*rejection rate*), hiperparametrów (*hyperparameters*) oraz ich wykresów. Symulację numeryczną przeprowadzono dla 100 kroków iteracji po odrzuceniu pierwszych 20 % kroków tzw. rozruchowych (tzw. *burn-in*).

Wzorce punktowe wyrażają lokalizacje obiektów/zdarzeń w przestrzeni dwuwymiarowej określonego obszaru (okna) badawczego. Mogą reprezentować różne zjawiska przyrodnicze i biologiczne (makro - i mikroskalowe). Wzorce punktowe są realizacją losowego procesu punktowego w przestrzeni dwuwymiarowej, a sam ten proces jest w najprostszym ujęciu losowym zbiorem punktów. W założeniu wzorzec punktowy jest losowy, to znaczy, że realizacje losowego procesu punktowego są nieuporządkowanym zbiorem punktów i nie posiadają uszeregowania.

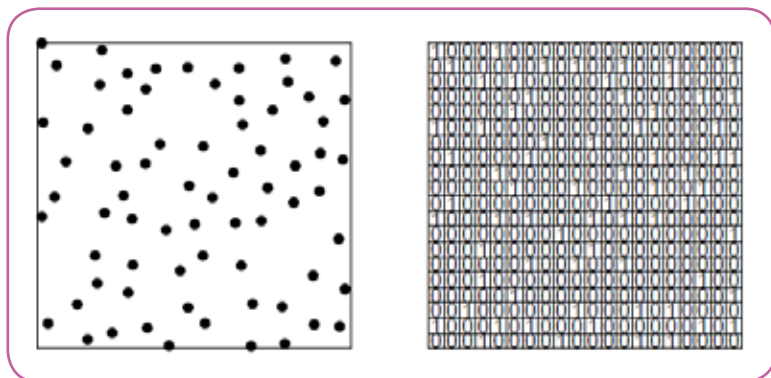
Pomiędzy punktami mogą występować interakcje międzypunktowe. Zjawisko to określa stochastyczną zależność punktów w danym wzorcu punktowym. Zazwyczaj zależność tę oczekuje się w większym stopniu w obrębie punktów zlokalizowanych bliżej siebie. Wyróżnia się 3 typy interakcji punktowych: niezależne, regularne i skupione (rys. 7).

Rys. 7 Interakcje punktowe [źródło Adrian Baddeley].



Rozważając zagadnienia metodologiczne, w analizach procesów punktowych w przestrzeni dwuwymiarowej najczęściej stosuje się dyskretyzację tych procesów, polegającą na pikselizacji okna badawczego i binaryzacji przestrzeni do dwóch typów pikseli, tj. zawierających punkty badawcze (1) i ich nie zawierających (0) – rysunek 8.

Rys. 8 Dyskretyzacja okna badawczego [źródło Adrian Baddeley].



Celem tego działania było określenie dwóch zjawisk badawczych: intensywności i losowości występowania zanieczyszczeń.

Analogią do wartości oczekiwanej danej zmiennej losowej jest w przypadku procesu punktowego intensywność procesu punktowego. Określenie intensywności jest pierwszym krokiem badania procesu punktowego. Intensywność wyraża średnią gęstość punktów w określonej jednostce powierzchni. Intensywność może być stała (jednostajna, homogeniczna) lub też nierównomierna (niejednostajna czy też niehomogeniczna). Przykłady pokazano na rysunku 28. Na rysunkach 9 i 10 pokazano okna dialogowe komputerowej aplikacji modelowania neuronowego wykorzystanego w analizie.

Rys. 9 Intensywność wzorców punktowych [źródło Adrian Baddeley].



Rys. 10 Okna dialogowe aplikacji komputerowej modelowania neuronowego [źródło własne].



Analiza i dyskusja wyników

W celu oceny zgodności danego rozkładu punktowego posłużono się testem nieparametrycznym Kołmogorowa - Smirnowa, za pomocą którego oszacowano obserwowane lokalizacje przestrzenne punktów w oknie badawczym i porównano je z wartościami oczekiwanymi. Statystyka testowa w teście Kołmogorowa - Smirnowa jest następująca:

$$D_{n_1, n_2} = \max[F_{n_1}(x) - F_{n_2}(x)] \quad (3)$$

gdzie: $F_{n_1}(x)$ i $F_{n_2}(x)$ oznaczają odpowiednie dystrybuanty empiryczne dla pierwszej i drugiej próby, n_1 i n_2 oznaczają odpowiednie liczebności tych prób.

Sposób rozkładu zanieczyszczeń w masie ziarna i nasion opisano za pomocą jednej z funkcji geostatycznej - funkcji K.

Analiza rozkładu przestrzennego obserwowanych cząstek dotyczy zbioru punktów nieregularnie rozłożonych w ograniczonym obszarze powierzchni. Jak już wspomniano, w badaniach podjęto próbę adaptacji geostatycznej funkcji K do analizy rozkładu zanieczyszczeń w masie ziarna i nasion. Właściwości przestrzennego rozkładu punktów opisujące występujące pomiędzy nimi zależności mogą być łatwo określone za pomocą funkcji K. Funkcja K definiowana jest następująco:

$$K(d) = \lambda - 1E [\text{liczba punktów} \leq \text{odległość } d \text{ od ustalonej arbitralnie}] \quad (4)$$

gdzie:

λ - intensywność (liczba punktów w jednostce powierzchni),

E - wartość oczekiwana (liczba punktów \leq odległość d od ustalonej arbitralnie)

[Kaluźny i in. 1996].

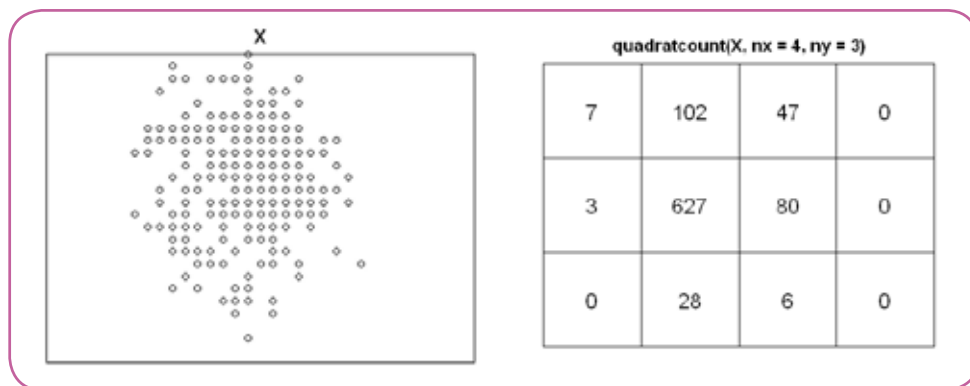
Estymator dla powyższej funkcji K podał Ripley [Ripley 1976]. Funkcja K ma taką zaletę, iż jej teoretyczna wartość jest znana dla kilku przydatnych modeli przestrzennego rozkładu. Przykładem funkcji K dla jednorodnego procesu bez występowania przestrzennych zależności pomiędzy punktami w przestrzeni

może być wykres funkcji πd^2 . W przypadku, gdy punkty grupują się w pewnym obszarze, będziemy spodziewać się przewagi wydarzeń dla małych odległości, a więc funkcja $K(d)$ będzie większa od πd^2 ($K(d) > \pi d^2$) wyznaczona dla procesu homogenicznego. Jeśli funkcja $K(d)$ jest mniejsza od πd^2 ($K(d) < \pi d^2$), wówczas punkty rozłożone są regularnie.

W czasie modelowania kontrolowano parametry uczenia sieci tak, aby uzyskać wartości współczynnika „*rejection rate*” dla inicjacji w granicach 0,1 do 0,3, zaś dla biegu produkcyjnego od 0,2 do 0,8. Element jest jednym z parametrów sieci wskazujących na poprawne wymodelowanie danych. Wartość wspomnianych współczynników wynosiły odpowiednio 0,2 i 0,4. Dodatkowym elementem określającym właściwie przyjęte wartości algorytmu sieci była obserwacja przebiegu wykresów hiperparametrów uczenia.

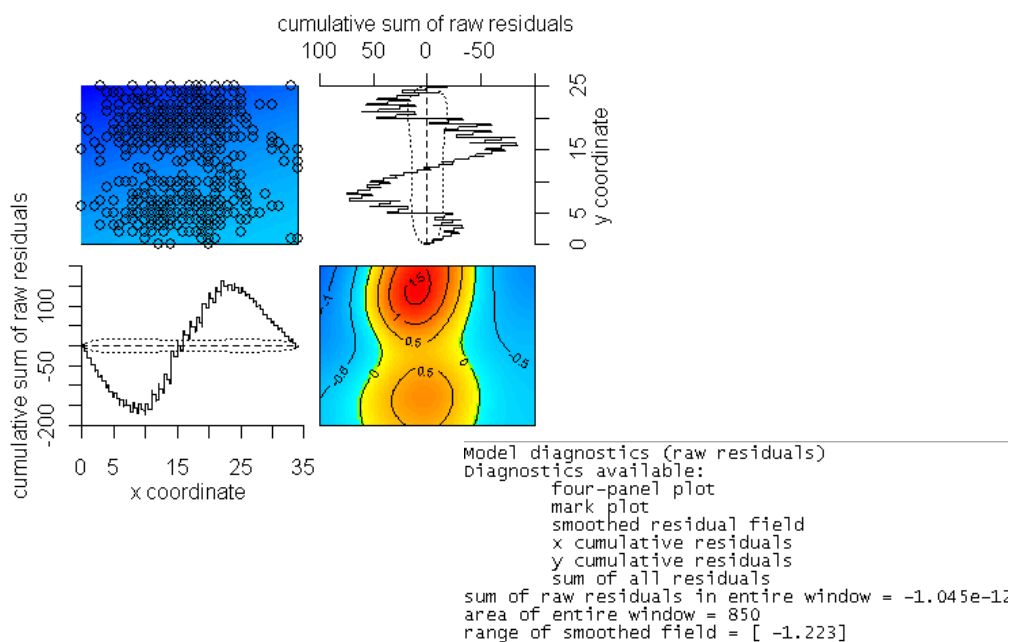
Na rysunkach 11 przedstawiono graficznie geostatyki dla nasion grochu. Na rysunku 12 przedstawiono przebieg wykresu hiperparametrów uczenia sieci.

Rys. 11 Rozkład zanieczyszczeń w oknie badawczym masie nasion grochu oraz kwadrat liczenia rozkładu punktów dla zanieczyszczeń w masie nasion grochu dla $n_x=4$ i $n_y=3$ [źródło własne].



Na podstawie uzyskanych wykresów i parametrów geostatycznych można powiedzieć, że rozkład punktów w oknie badawczym jest nierównomierny. Dla rozkładu zanieczyszczeń w masie nasion grochu uzyskano wartość X-kwadrat = 46,06 oraz $p < 2,2e^{-16}$. Występują odstępstwa od niezależnego ułożenia się punktów, centralizacja procesu punktowego – istnieje interakcja geostatyczna. Nie ma podstaw do odrzucenia H_0 , która mówi o braku interakcji geostatycznej. Na podstawie wykresu funkcji K , można zauważyć silną tendencję do skupiania się punktów. Na podstawie wykresu hiperparametrów uczenia sieci możemy powiedzieć, że model jest modelem dopasowanym. O dopasowaniu modelu świadczy również wykres 37, z którego wynika, że zakres wygładzenia funkcji (wykres reszt) jest na poziomie $|1,223|$.

Rys. 12 Wykres dopasowania modelu (cumulative sum of raw residuals) – skumulowana suma pozostałości (reszt) [źródło własne]



Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analizy obrazu, predykcji neuronowej i analizy geostatystycznej można powiedzieć, że:

1. Wytworzone i sprawdzone logicznie i doświadczalnie modele neuronowe do oceny rozkładu zanieczyszczeń nasion grochu potwierdziły, że celowe jest ich zastosowanie w oparciu o cechy barwy uzyskane na podstawie wytworzonego oprogramowania do analizy obrazu.
2. Zastosowanie komputerowej analizy obrazu pozwoliło, na znaczne przyspieszenie oceny rozkładu zanieczyszczeń badanego materiału w stosunku metod tradycyjnych.
3. Aplikacja komputerowa „APR” oparta na modelu RGB, rozpoznaje barwy występujące w masie ziarna, co znalazło potwierdzenie w próbach laboratoryjnych i badaniach modelowych dla nasion grochu.
4. Zastosowanie funkcji K pozwoliło na obserwację i statystyczną identyfikację regularności rozmieszczenia zanieczyszczeń w masie ziarna pszenicy oraz w masie nasion grochu.
5. Połączenie warsztatu komputerowej analizy obrazu, analizy neuronowej i geostatyki jest tanim i szybkim sposobem do wykonania analizy punktowości zanieczyszczeń w masie ziarna pszenicy i nasion grochu.

Uniwersalność zastosowanego warsztatu naukowego w postaci połączenia analizy obrazu i sztucznych sieci neuronowych pozwala na jego aplikację w warunkach przemysłowych. Do analizy stanu zanieczyszczenia ziarna przyjmowanego do skupu wystarczy fotografia wybranej losowo partii materiału. Zdecydowanie można skrócić czas wykonywania analiz i uprościć sposób pobierania prób. Uzyskane Wyniki badań mogą posłużyć za istotną aplikację przy rozwiązywaniu problemów przemysłowych w warunkach rzeczywistych.

Míchání směsí a kontrola homogenity

Sestavení receptur krmných směsí pro konkrétní druh zvířat, plemeno, hmotnost zvířat, a pro konkrétní užitkovost je poměrně obtížný úkol. Směs musí odpovídat jak po stránce výrobní (technologické), tak po stránce fyziologické (pro konkrétní druh nebo užitkovost) a přitom musí být efektivně spotřebováno vše, co daný podnik (výrobce) má na skladě (například spotřeba zásob od sklizně do sklizně) a vyrobené směsi přitom musí být co nejlevnější. Pro výrobu směsí je možno použít pouze komponenty uvedené ve vyhlášce **2013/68 EU (Sb)**. K optimálnímu sestavení krmné směsi dnes napomáhají počítačové programy využívající nejčastěji tzv. simplexového algoritmu (např. od firem AgroKonzulta Žamberk, ZZNet Plus, atd.). Každý výrobce (podnik) si dnes sestaví nejprve orientační (bilanční) receptury krmných směsí a ty potom zpřesňuje podle aktuálního obsahu živin v komponentech a nebo podle aktuální ceny komponentů.

Výrobní postupy uplatňované ve výrobních krmných směsí

Požadavky na strukturu a recepturální složení krmných směsí na jedné straně a dostupná technika a technologie na straně druhé určují uplatňovanou výrobní organizaci. V praxi se setkáváme s jednostupňovou a vícestupňovou výrobou krmných směsí. Rozhoduje především náročnost na dávkování komponentů. U nás se při průmyslové výrobě krmných směsí setkáváme převážně s vícestupňovou výrobou, a to uplatňovanou buď v jednom závodě, nebo ve specializovaných provozech.

Jednostupňová výroba je takový výrobní postup, při němž jsou všechny komponenty podle receptury přímo dávkovány a jejich smísením se získává výsledná směs.

Vícestupňová výroba je takový výrobní postup, při němž se výsledná směs získává vícestupňovým dávkováním a mísením, tj. používáním různých forem předsměsí (koncentrátů) z troškových komponentů a surovin s vysoce koncentrovanou některou živinou. Všeobecně se tyto předsměsi označují jako premixy. Vícestupňové postupy dávkování a mísení jsou v praxi vynuceny

obtížností nadávkování tak malých množství nebo jejich obtížnou mísitelností, která se odráží v nárocích na technické vybavení. Je proto jen organizační záležitostí, zda příprava těchto premixů je zajišťována v každé provozovně VKS, nebo je tato výroba vyčleněna do specializovaných provozů.

Z charakteru a určení u nás průmyslově vyráběných typů směsí vyplývá, že interní pomocné koncentráty plní funkci polotovarů, kterými se doplňují vyráběné kompletní (KS) a doplňkové (DS) krmné směsi.

Průmyslovou výrobu krmných směsí může v zemědělské prvovýrobě doplnit výroba tvarovaných krmiv, jejímž cílem je zhodnotit celý sortiment statkových krmiv a zapracovat je do krmných směsí určených především pro skot.

Vlastní výrobní postup (mimo příjem a skladování krmných surovin) v průmyslových výrobních krmných směsí členíme na tyto hlavní operace:

- *opracování krmných surovin* rozměňováním, mačkáním, loupáním nebo speciální úpravou na požadovanou strukturu,
- *přípravu premixů* z troškových komponentů, které nelze přímo dávkovat,
- *dávkování sypkých a kapalných krmných komponentů* při šaržovém nebo kontinuálním odměřování nebo odvažování podle receptur směsí,
- *mísení (homogenizaci) nadávkovaných komponentů* při šaržovém nebo kontinuálním postupu,
- *koncovou kontrolu a úpravy vyrobených směsí* granulováním nebo briketováním,
- *skladování a expedici vyrobených krmných směsí* ve volném nebo pytlovaném stavu.

Vzájemná návaznost je dána uplatněným výrobním postupem, který může být periodický nebo kontinuální, popřípadě může být kombinací obou se zařazením úseku opracování před nebo po dávkování.

K mísení se používají různé konstrukce mísících strojů, které dělíme podle technologického zařazení na mísící stroje průchozí (**kontinuální**) a mísící stroje periodicky pracující (**šaržové**).

Při kontinuálním výrobním postupu jsou současně plynule nebo v malých dávkách dávkovány všechny komponenty směsí podle receptury v daném poměru ke zvolené výkonnosti za časovou jednotku; následující mísení již pak plní funkci pouze kontrolní homogenizace.

Kontinuální linky zajišťující plynulé dávkování všech komponentů v požadovaném poměru podle receptury, mají poměrně malý nárok na mísení; jde pouze o vertikální homogenizaci toku nadávkovaných komponentů. U linek pracujících na principu odměřování malých dávek plynule za sebou jdoucích musí být obsah mísícího stroje tak velký, aby odpovídal nejméně třem dávkovacím periodám.

Periodický – šaržový – postup je opakovaná výroba směsí o určité hmotnosti dané většinou obsahem mísiče. To znamená, že do mísiče jsou postupně nadávkovány všechny komponenty podle receptury na danou hmotnost šarže a pak jsou homogenizovány. Tato operace se cyklicky opakuje.

Periodický výrobní postup klade nižší nároky na techniku vážení, ale vyšší nároky na účinnost mísení; při kontinuálním postupu je tomu naopak. Při použití kombinace obou postupů se nejčastěji uplatňuje kontinuální dávkování makrokomponentů a z maloprocentních komponentů se periodicky připravuje premix.

Periodické – šaržové – mísičí stroje patří k nejpoužívanějším ve výrobních krmiv. Setkáváme se s velkoobjemovými mísiči o obsahu i několika tun směsi (mlýnské válcové nebo čechračové míchačky), častěji však s vertikálními mísiči typu „RAPID“, planetárními mísiči typu „NAUTA“ a šnekovnicovými mísiči. Doba mísení je dána počtem převrstvení za časový interval, což je dáno výkonem přenosného elevátoru u mlýnských míchaček nebo dopravním výkonem mísičího šneku u vertikálních a planetárních mísičů. Šnekovnicové mísičí stroje ve žlabovém nebo válcovém provedení patří k nejúčinnějším vůbec. Jednoduché šnekovnicové stroje nahradily mísiče s různými míchadly na rotoru. Princip mísení je založen na uplatnění dvou protisměrných šnekovnic na rotoru, čímž se dosahuje protisměrného pohybu mísené šarže ve směru podélné osy mísiče při současném převrstvování v kolmém směru k ose, působeného otáčením šnekového rotoru. Celá náplň je neustále v pohybu. Aby se dosáhlo úplného vyprázdnění jsou nové konstrukce s otvíratelným dnem.

Pro mísení premixů se dává přednost planetárním mísičům, dobře mísí a plně se vyprazdňují.

Při projektování dávkovacích a mísičích linek se vychází z časových harmonogramů. Tyto jsou nezbytným podkladem pro automatické ovládání linek a jsou zárukou zajištění požadované homogenity daných směsí.

Dávkování a mísení sypkých směsí s kapalnými komponenty pro svůj specifický charakter bývá doplňující částí hlavních dávkovacích a mísičích linek nebo je řešeno jako samostatné linky. Zpracování kapalných složek, jako jsou tuhy, melasa, různé hydrolyzáty a roztoky látek do sypkých směsí je technicky dosti náročné, aby bylo dosaženo přesného nadávkování a požadované homogenity. Při dávkování působí obtížně vysoká viskozita a nečistoty a při mísení dochází k povrchovému obalení kapek a tvorbě těžko rozrušitelných shluků. Rozstříkávání kapalné složky tryskami naráží na nezbytnost náročné filtrace. Velmi dobrých výsledků se však dosahuje při mechanickém vetření kapaliny do sypké fáze mixací při vysokých otáčkách rotoru mísiče. Pouze tuhy lze v omezeném rozsahu přidávat přímo do hlavního mísiče výrobní, vodné kapalně komponenty vyžadují použití speciálních mísičů. Za účelem snížení viskozity a tím přesnějšího dávkování se tyto komponenty před dávkováním přehřívají na teplotu 40 až 60 °C.

Mísení krmných směsí

Na požadavky přesného dávkování úzce navazují nároky na dokonalé zamísení vyráběných krmných směsí. Náročnost na zamísení stále vzrůstá, neboť krmné směsi jsou stále ve větším rozsahu obohacovány specificky účinnými látkami, které se přidávají i v menších množstvích než 1 mg na 1 kg směsi.

Podle některých autorů se považuje za dostatečně homogenní taková směs, kde předepsané složení je dodrženo v každém množství odpovídajícím objemu denní krmné dávky, tzn. v každém odebraném vzorku:

- u směsí pro mladou drůbež v 10 g,
- u směsí pro nosnice a ostatní drůbež ve 100 g,
- u směsí pro selata a teleata ve 100 až 200 g,
- u ostatních směsí minimálně ve 200 až 1 000 g.

V praxi se homogenita krmných směsí též vyjadřuje poměrem, jako např. 1: 10 000 nebo 1: 100000, což znamená, že sledovaná látka se po zamísení nachází v každém desetitisícím nebo stotitisícím dílu náplně mísiče.

Stupeň homogenity směsí je určován fyzikální strukturou jednotlivých částic, ze kterých se směs skládá. Rozhodujícím činitelem je velikostní struktura a její frakční zastoupení, které určují stupeň zaplnění mezičásticových prostorů. Vedle velikosti částic má významnou úlohu tvar a povrchová struktura částic. Vzhledem k tak fyzikálně nesourodému charakteru míseného souboru částic se zatím nepodařilo teoreticky formulovat dosažitelnou homogenitu těchto směsí, a tím i požadavky na mísicí proces a konstrukce mísicích strojů. Zkoušky mísicích strojů při volbě různých časových expozic mísení prokázaly, že homogenita odpovídá zákonitostem normálního rozdělení a že stupeň homogenity lze vyjádřit variačním koeficientem sledovaných souborů.

Kontrola homogenity

Postup ověření homogenity dle přílohy č.16 Vyhlášky č. 124/2001 Sb.

Zkoušení pracovní přesnosti se uskutečňuje u všech míchacích zařízení, která slouží pro finální výrobu „premixů“ a „krmiv s použitím premixů“

Cíl a oblast působnosti

Postup ověření homogenity má za úkol přispět ke splnění požadavků evropské a národní legislativy, která ukládá provozovatelům krmivářských podniků povinnost prokazovat účinnost mísicích zařízení, pokud jde o homogennost. Tento požadavek musí podle evropské legislativy plnit krmivářské podniky jiné než na úrovni prvovýroby. Ověření homogenity je dle národní legislativy součástí schvalovacího a registračního procesu a navržený způsob ověření homogenity bude používán i provozovateli krmivářských podniků při interním ověřování homogenity v rámci jejich systémů kontroly jakosti (HACCP).

Právní podpora pro kontrolu homogenity je Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 183/2005 (ES) o hygieně krmiv, příloha II, Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a §24 Vyhlášky č. 356/2008 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech, ve znění pozdějších předpisů

Princip

Homogenitou se rozumí vlastnost, která vyjadřuje stejnorodé rozptýlení jednotlivých složek v premixu nebo krmivu obecně.

Zkoušení homogenity k ověření účinnosti míchacího zařízení se uskutečňuje pomocí doplňkové látky (DL), dávkované do premixu nebo do krmiv s použitím premixu.

Odebrané vzorky jsou rozděleny do dvou skupin a data získaná analýzou těchto vzorků jsou statisticky vyhodnocena testem shody rozptylů obou skupin. Na základě výsledku statistického vyhodnocení se stanoví, zda je daný premix nebo krmná směs homogenní.

Postup

Homogenita se zkouší v rámci jedné partie. Ověřovaná partie musí být jednoznačně identifikována. Ověření homogenity se provádí ve standardní, běžně vyráběné krmné směsi nebo premixu. K ověření homogenity v premixech či krmných směsích je možno použít některou z následujících DL:

- antikokcidika (nikarbazin, narasin, monensinát sodný, salinomycinát sodný, lasalocid sodný, robenidin hydrochlorid),
- stopové prvky (zinek, mangan, železo, měď, kobalt, selen),
- vitamíny (A, E),
- aminokyseliny – jen v premixech (L-lyzin, DL-metionin, L-treonin).

Vzorkování

Vzorky k ověření homogenity v premixech a krmivech vždy odebírá pracovník ÚKZÚZ nebo zástupce firmy akreditované pro odběr vzorků. Odebrané vzorky jsou zapečetěny a předány do laboratoře. DL jejíž homogenita v krmivu je ověřována, musí být analyzována v laboratoři, která má akreditovanou metodu pro její stanovení. Dílčí vzorek rovná se konečný vzorek. Dílčí vzorek reprezentuje jeden vpich vertikálního dvouplášťového vzorkovače (vzorkování volně loženého materiálu z přepravníku krmiv při nakládce nebo z obalů), případně protažení toku materiálu vzorkovací krabicí (dynamické vzorkování – např. odběrové místo pod chladicí kolonou granulačního lisu nebo na výpadu z expedičního zásobníku).

Statistické vyhodnocení

Tab. č. 1 Počet vzorkovaných obalů nebo hypotetických částí

Počet obalů v partii	Vzorkovaná hmotnost volně ložené partie – t	Počet vzorkovaných obalů – částí (díl. vzorků)
do 80	do 2,00	16
81–320	2,01–8,00	20
321–1000	8,01–25,00	24
od 1001	od 25,01	30

Pro test homogenity partie se podle velikosti partie (viz tab. č.1) vybere n_j obalů nebo u volně ložených krmiv n_j hypotetických částí partie a z každé z nich se odebere jediný dílčí vzorek, který se samostatně upraví a tím se získá n_j zkušebních vzorků. Zkušební vzorky jsou rozděleny do dvou skupin, přičemž liché odebrané vzorky ($x_1, x_3, x_5 \dots x_{2n-1}$) tvoří skupinu I a sudé odebrané vzorky ($x_2, x_4, x_6 \dots x_{2n}$) tvoří skupinu II.

Z výsledků zkoušek $x_1, x_3, x_5 \dots x_{2n-1}$ se stanoví rozptyl skupiny I, tj. s_1^2 a z výsledků zkoušek $x_2, x_4, x_6 \dots x_{2n}$ rozptyl skupiny II s_2^2 .

Homogenita je poté vyhodnocena testem shody rozptylů obou skupin, a to konkrétně klasickým Fischerovým-Snedecorovým F-testem.

Za testovou statistiku se používá veličina:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \text{ pro } S_1^2 \geq S_2^2 \text{ (nutná podmínka!)}$$

a pracuje se na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Pozn. F_{krit} odpovídá kritické hodnotě F rozdělení pro hladinu významnosti α a $m-1$ a $n-1$ stupňů volnosti (počet stupňů volnosti rovná se počet vzorků ve skupině).

Partie krmiva nebo premixu se považuje za homogenní, jestliže hodnota testového kritéria F nenabude hodnoty z kritického oboru F_{krit} , tj. $F < F_{krit}$.

Příklad

Velikost partie vyrobené krmné směsi 60 ks pytlů o jednotkové hmotnosti 25 kg.

K ověření homogenity byla použita měď (Cu), tj. DL z funkční skupiny stopové prvky.

Odebere se 16 dílčích vzorků, které jsou samostatně upraveny a získané zkušební vzorky jsou pak rozděleny do dvou skupin, viz tabulka č. 2.

Tab. č. 2

Vzorek č.	Skupina I (Cu mg/kg)	Skupina II (Cu mg/kg)
1	29,32	
2		26,71
3	25,81	
4		29,29
5	24,53	
6		24,65
7	24,45	
8		24,79
9	24,72	
10		24,52
11	24,27	
12		23,96
13	24,24	
14		25,43
15	23,65	
16		24,95
Středová hodnota	25,12	25,54
Rozptyl	3,25	2,95
F	1,099	
F _{krit} (0,05)	3,787	

Z tabulky č. 2 je zřejmé, že $F < F_{krit}$.

Vyrobená partie krmné směsi je považována za homogenní a tímto je ověřena účinnost míchacího zařízení, pokud jde o homogennost.

Na závěr zkoušek se vydává rozhodnutí. Příklad takového rozhodnutí vydávané ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský) v Brně obsahuje obvykle:

Pracovní přesnost míchacího zařízení typu....., které bylo opakovaně ověřeno při prodloužené době míchání dne pro pracovní přesnost 1:10 000 podle schválené metodiky při době míchání 450 a 600 sekund. Míchání zařízení uvedeného typu vyhovělo pro pracovní přesnost 1: 10000 při obou dobách míchání požadavkům § 7, odst. 3, písm. B) zákona č. 91/1996 Sb. O krmivech a lze jej používat pro výrobu krmiv s použitím doplňkových látek a s premixy při dodržení jedné z ověřovaných dob míchání.

Odůvodnění:

Míchací zařízení typu, bylo ověřeno v rámci opakovaných typových zkoušek při náplni substrátu (pšeničné mouky krmné)

jako nosiče 500 kg s indikační látkou o hmotnosti 50g (vyjádřeno jako 100% látka). Náplň substrátu zaplnila míchací prostor cca z 80%. Velikost částic použitého substrátu byla menší jak 0,8 mm a indikační látky menší jak 0,5 mm. Obsah indikační látky byl před zkouškou ověřen a výsledek předán výrobcí. Po dohodě s výrobcem byla prodloužena doba míchání z původních 450 na 600 sekund a dílčí vzorky odebírány přímo z míchacího prostoru s ohledem na nízkou násypnou výšku lopatkou. Pro každou ověřovanou dobu míchání odebráno 10 dílčích vzorků, které byly samostatně baleny a označeny. U dílčích vzorků při každé ověřované době míchání provedeno vyhodnocení rozptylu obsahu indikační látky, který se s prodlužováním doby míchání snižoval. Při každé ověřované době míchání však byl prokázán homogenní stav indikační látky. Míchací zařízení je proto způsobilé pro výrobu krmiv s použitím doplňkových látek a s premixy za předpokladu, že bude dodržena minimální doba míchání tj. 450 sekund. Míchací zařízení vyhovělo požadavkům § 7, odst. 3, písm. B) zákona č. 91/1996 Sb. o krmivech.

Poučení a odvolání:

Proti tomuto rozhodnutí se lze odvolat do 15-ti dnů ode dne doručení rozhodnutí k ministerstvu zemědělství České republiky podáním u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně, odbor krmiv

Nedílnou součástí tohoto rozhodnutí je protokol o zkouškách č...../201x....

Výrobní kontrola

Vyrobené krmné směsi musí odpovídat stanoveným kvalitativním znakům daných Vyhláškou MZe č.194/96 Sb., tzn. vedle živinového složení musí též vyhovovat po stránce zrnitosti a musí být vyloučena přítomnost kovových příměsí. Proto se výrobní linky vybavují magnetickými separátory, kontrolními prosévacími stroji a automatickým odběrem vzorků pro analytické hodnocení v provozní laboratoři výroby. Prosévací stroje jsou doplňovány úderovými mlýny pro rozmělnění přepadů z prosévání a jejich zpětnému vracení do vyráběné směsi, aby nedocházelo k porušování složení směsi. Z odebraných vzorků vedle hodnocení kvality směsi lze vyhodnocovat přesnost dávkování a stupeň homogenity. Tyto zkoušky je povinná výroba provádět vždy po změnách ve výrobní technologii.

Laboratorní kontrola

Kontrola jakosti krmných surovin a výroby krmných směsí je nedílnou součástí výrobního procesu a dle sféry působnosti dělíme laboratorní kontrolu ve výrobních krmiv na:

- vstupní kontrolu jakosti surovin,

- mezioperační kontrolu výrobního procesu,
- výstupní kontrolu jakosti vyráběných směsí.

a) Vstupní kontrola jakosti

Vstupní kontrola jakosti je zaměřena na ověřování dodávek surovin podle podmínek dodavatelských smluv a zároveň poskytuje podklad pro správné určení způsobu uskladnění a následného použití do určité směsi. V provozech, kde se uplatňuje optimalizační výpočetní technika při sestavování receptur, jsou výsledky vstupní jakostní kontroly vstupními daty pro výpočet. Rozsah hodnocení je dán deklarovanými jakostními znaky pro jednotlivé suroviny podle Vyhlášky MZe a technologickými požadavky. Vzhledem k časovým požadavkům na vykládku se klade požadavek na operativnost vstupní laboratorní kontroly. Pro skladování je též důležitým znakem vlhkost a fyzikální struktura.

b) Mezioperační kontrola

Mezioperační kontrola má výhradně interní charakter a slouží pro potřeby kontroly technologické funkce výrobních linek a strojů a dále pro potřeby řízení výrobního procesu. Patří sem:

- kontrola funkce opracovacích strojů,
- kontrola dávkování komponentů do premixů i výsledných směsí,
- kontrola zamísenosti (homogenity) premixů i hotových směsí,
- kontrola funkce granulacích a tukovacích linek.

Správnou funkci opracovacích strojů hodnotíme podle stupně rozmělnění a podle toho, zda šroty neobsahují celá zrna, způsobená netěsností nebo proražením sítí úderových mlýnů. K hodnocení používáme jednoduchou síťovou analýzu.

Přesnost dávkování kontrolujeme indikačními metodami, tj. stanovením některého troškového komponentu, nejčastěji stanovením chloridů nebo uhličitánů ve vzorcích odebraných z několika po sobě jdoucích výrobních šarží. Zjištěná absolutní výše obsahu ukáže správnost dávkování a rozdíly v obsahu u jednotlivých šarží stanoví přesnost dávkování.

Zamísenost (homogenitu) směsí (premixů a hotových směsí) stanovíme odběrem několika vzorků z jedné výrobní šarže; rozdíly v obsahích stanoví stupeň zamísení. Účinnost mísících strojů se stanoví odběrem vzorků v časových intervalech z mísení jedné šarže. Z rozdílu průměrných obsahů ve vzorcích z jednotlivých časových intervalů stanoví se minimální doba mísení. Účinnost mísících strojů se vždy ověřuje po opravách mísičů nebo při zavádění výroby speciálních směsí, které mají odlišný charakter od běžně vyráběných směsí.

Správná funkce *granulovacích linek* se hodnotí stanovením stupně navlhčení, stanovením stupně zchlazení granulí, účinností třídění (oddělení odrolů, stanovení

pevnosti a tvrdosti vychlazených granulí). Běžná kontrola se někdy doplňuje ověřováním účinnosti chlazení při různém stupni napaření. Na optimálním stupni napaření závisí výkonnost granulačních linek a výsledná kvalita granulí.

Správná funkce *tukovacích linek* se kontroluje laboratorním stanovením přidávané kapalné složky, síťovou kontrolou vzniku hrudek.

c) Výstupní kontrola jakosti

Výstupní kontrola jakosti má především hospodářsko-právní funkci, protože se od ní odvíjejí ceny, resp. poskytování slev při zjištěné tzv. méněcennosti. Způsob vzorkování krmných směsí je vymezen Vyhláškou Mze. Kvalita krmných směsí musí odpovídat fyzikálním a typovým jakostním znakům, uvedeným ve Vyhláškách MZe nebo deklarovaným jakostním znakům výrobcem pro daný druh krmné směsi. Výstupní kontrola jakosti potvrzuje, zda byly pro výrobu použity odpovídající suroviny, dodržen daný výrobní postup a zajistila se správná funkce použitých strojů. Při dodržení těchto podmínek musí kvalita vyrobených směsí odpovídat požadavkům. Výstupní kontrola jen konstatuje stav a bezprostředně nemůže výsledek ovlivnit.

Vnější kontrolu jakosti krmných směsí i surovin zajišťují státní kontrolní orgány: Státní inspekce jakosti zemědělských výrobků SIJZV, Státní veterinární správa SVS, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (dále jen ÚKZÚZ). SIJZV kontroluje obiloviny, SVS zajišťuje veterinární kontrolu živočišných surovin a směsí, ÚKZÚZ kontroluje všechny ostatní krmné suroviny a všechny krmné směsi, doplňky a přísady. ÚKZÚZ plní v ČR rozhodčí a gesční funkci za jakost krmiv. Namátkovými kontrolami zajišťuje dodržování platných předpisů a ostatních zákonných ustanovení o jakosti a hospodaření s krmivy. Ve své činnosti úzce spolupracuje se Státní veterinární správou. Přímé vykonávání kontrolní činnosti zajišťují krajské pobočky.

Co je a jak se provádí HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)

(<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/krmiva/publikace/> *publikace* Systémy HACCP v oblasti výroby krmiv – jejich tvorba a náležitosti ze dne 22. 10. 2013)

Tento pracovní postup vznikl začátkem 60let a byl vyvinut NASA (americká organizace pro organizaci letů do vesmíru). Smyslem tohoto pracovního postupu při výrobě směsí je vyvarovat se chyb (v tzv. kritických bodech) a neohrozit zdraví zvířat nebo lidí. Celý proces začíná sestavením týmu, který provede analýzu výroby krmných směsí, určí a prověří kritická místa a obvykle o tom vede záznam (například v tzv. „případové studii“). V současné době je asi takovým nejčastějším místem nasazení tohoto systému výroba směsí v takové kvalitě, aby s nimi nemohla být šířena salmonela. Obvykle se postupuje následovně:

- sestaví se pracovní tým (členem týmu musí být buď majitel a nebo alespoň výkonný vedoucí výroby krmných směsí),
- definuje se cíl (například výroba směsí s minimální možností kontaminace salmonelou),
- prostudují se a aktualizují všechny podklady, schémata a materiály k výrobě směsí (např. schéma výroby, rekonstrukce nebo náhrady dopravníků, výsledky analýz vyrobených směsí, atd.),
- nakreslí se diagram pohybu surovin a materiálů nutných pro výrobu krmných směsí,
- identifikují se (určí se) všechna kritická a riziková místa na každém stupni výroby,
- stanoví se (vyberou se) z kritických míst tak zvané **kritické kontrolní body**,
- definují se požadované parametry na výsledný výrobek
 - např. velikost částic (parametr – maximální a minimální velikost částice)
 - teplota směsi (parametr – povrchová teplota směsi nesmí překročit 60 °C)
 - složení (receptura) směsi – musí obsahovat jen tepelně ošetřená krmiva
 - krmiva živočišného původu musí pocházet od jednoho dodavatele a musí mít veterinární atest,
- monitoruje se funkce celého systému a výsledky se pravidelně hodnotí,
- korekce systému – je-li třeba, provede se úprava systému a vyhodnotí se účinnost této úpravy,
- o celém systému se vede základní dokumentace a archiv. Po zavedení systému se nechá provést audit (nezávislým auditorem).

Hodnocení homogenity a struktury směsných krmných dávek (TMR)

Úpravou krmiv před vlastním krmením se chovatelé zabývají už od počátku intenzivního chovu hospodářských zvířat. Pod pojmem úpravy krmiv rozumíme souhrn technologických postupů, jimiž se zvyšuje výživná hodnota krmiv, stravitelnost živin, chutnost a přijatelnost krmiv, nebo se odstraňují škodlivé účinky a nepříznivé vlastnosti některých krmiv. Důvody proč je nutné provádět úpravy krmiv lze shrnout následovně:

1. Zvýšení zisku ze zemědělské činnosti – cestou zvýšené užitkovosti, snížené spotřeby krmiv, atd.
2. Změna velikosti částic krmiva:

- když potřebujeme redukovat velikost částic krmiva na menší, tak aby krmivo mohlo být lépe zhodnoceno nebo lépe stráveno.
- když u některých krmiv zvětšujeme velikost částic (granulací, briketováním, aj.)

3. Změna obsahu vlhkosti

- pro bezpečnější uskladnění
- pro zvýšení chutnosti
- pro zlepšení stravitelnosti
- pro provedení úprav před dalším zpracováním (či úpravou)

Úprava krmiv a krmných dávek mícháním - patří k nejčastěji uplatňovaným způsobům v zemědělských podnicích při přípravě směsných krmných dávek (tzv. TMR - *total mixture ratio*). Směsná krmná dávka respektuje požadavek výtživářů na maximální využívání objemných konzervovaných krmiv, aniž by došlo k redukčnímu efektu, jako např. při tradičním krmení. Zavedení systému TMR pomocí mobilních míchacích vozů, vede vesměs k rychlému zlepšení výsledků v chovu dojníc a samotné efektivnosti výroby mléka. Tento proces byl zmechanizován a k tomu nám slouží mícháreny objemných krmiv:

- **mobilit** - k míchání se používají speciální krmné (míchací, samojízdné, závěsné, návěsné) vozy, které buď přímo použítá objemná krmiva promíchají, a nebo jsou v nich objemná krmiva ukládána ve vrstvách a ta při zakládání do žlabu jsou promíchána. V současné chvíli je na trhu asi 23 druhů krmných vozů s rozdílným objemem přepravovaného krmiva, s proměnlivou kvalitou míchacích zařízení nebo s kvalitním počítačovým řízením nebo i s kvalitním vážícím systémem. Počítačové vybavení umožňuje přesné dávkování i evidenci zakládané hmoty, a nebo dokonalé (precisní) sestavení krmné dávky.
- **stacionární** - krmiva pomocí příslušných šneků a dopravníků jsou promíchána (popřípadě navrstvena a před krmením odebírána napříč vrstev a tím promíchána). Tento princip byl v minulosti často využíván a dnes je spíše vzácností.

Směsná krmná dávka (TMR) musí mít pro skot vždy správnou strukturu. Tato struktura krmné dávky - musí umožnit přežvykování, které je pro polygastrická zvířata životně důležité. Skot by měl mít možnost za den přežvykovat 6,5-8 hodin (tj. 25-28 tisíc žvýknutí). K tomu potřebuje dostatek klidu v průběhu dne a přiměřené množství strukturální vlákniny (tj. s velikostí částic alespoň 8 mm a více). Často se mylně předpokládá, že ze šrotovaného suchého objemného krmiva získávají přežvýkavci více energie než z nešrotovaného. Šrotováním se nezíská vyšší krmná hodnota. Na rozmělnění suchého objemného krmiva potřebují žvýkáci svaly 5-14 % z celkového obsahu energie v krmivu. Tato spotřeba energie na žvýkání se omezí, když dáváme krmiva upravená (jde vlastně o „rozžvýkání“ šrotovníkem). Krmivo šrotované a granulované

se zdržuje v bachoru krátkou dobu a není dostatek času pro jeho důkladné mikrobiální trávení. Tím se zhoršuje stravitelnost organické hmoty až o 9 % a ztráty energie se snižují o 1 %. Zisk netto energie z píce šrotované a nešrotované je téměř stejný a šrotování bylo úplně zbytečné. Šrotováním se dá dosáhnout zvýšení příjmu objemých krmiv. Tvarování krmiv je velmi náročné na energii. V zemědělské praxi dáváme přednost zamíchaným směsným krmným dávkám bez následného tvarování. Tvarovat krmiva má význam jen tehdy, chceme-li do zvířat dostat větší objem určitého krmiva, a nebo zmenšit obsah strukturní vlákniny (přebytku vlákniny v objemné píci).

TMR představuje kompletní směs, ve které jsou zastoupena všechna krmiva (objemná, jadrná, minerální) a poskytují tak skotu veškeré živiny pro jejich užítkovost. Sestavuje se pro jednotlivé kategorie zvlášť a uhrazuje živiny pro chovu a pro produkci cca 18 kg mléka. U dojnic s vyšší produkcí než 18 kg mléka se zbytek živin nahrazuje produkční směsí v dávce 0,35–0,40 kg na kilogram mléka. Směsnou krmnou dávkou se krmí i vysoce užítkové dojnice. Do TMR je možno zakomponovat tradiční konzervovaná krmiva jako např. kukuřičná siláž nebo siláže z dělené sklizně kukuřice (*LKS*, *CCM*), dále krmné zbytky z potravinářského průmyslu (např. pivovarské mláto, cukrovarské řízky, melasu atd.) a minerální přísady i méně chutná krmiva, jako je např. siláž horší kvality. Vždy je ale nutné mít na zřeteli, že použitá krmiva nesmí být zdravotně závadná, nebo s nízkou hygienickou jakostí, neboť by vedly ke znehodnocení celé krmné dávky.

Přednosti TMR

Kvalitní TMR:

- vyrovnané krmení a přesné dávkování komponent pro jednotlivé kategorie a skupiny dojnic. Krmné dávky vždy sestavujeme pro jednotlivé kategorie zvlášť. Za účelem racionálního krmení se v praxi vytvářejí skupiny krav podle fáze mezidobí a korekce užítkovosti na období:
 - rozdojování,
 - plné laktace,
 - zaprahování,
 - stání na sucho,
- zabezpečuje stálost bachorového prostředí (vyrovnaný průběh fermentace s lepším využíváním živin, včetně vlákniny z objemných krmiv), což umožňuje maximální rozvoj bachorové mikroflóry,
- vyšší příjem sušiny krmné dávky - následkem dochází ke zvýšení produkce mléka,
- zamezuje vybírání (selekcii) chutnějších krmiv a zpravidla vede ke snížení krmných zbytků. Směsná krmná dávka by měla být zkrmována *ad libitum*, a to tak, aby vždy až do dalšího krmení zůstal ve žlabu menší zbytek. Pokud zbytky

nejsou nebo jsou naopak vysoké, nezvyšujeme nebo nesnižujeme množství jedné složky TMR, ale přidáváme či ubíráme celé množství TMR pro několik dojnic. Z hlediska maximálního příjmu a kvality podávané TMR se osvědčilo v zimním období krmení 2 krát denně, v létě 3–4 krát denně, s tím, že každé další přilákání zvířat ke žlabu přispívá ke zvýšení spotřeby krmiv a k vyšší užitkovosti. Výchozím bodem úspěšnosti směsných krmných dávek, kromě jejich správného sestavení, je zajištění vysoké kvality všech použitých komponentů, znalost jejich složení, přesnost dávkování a jejich správná fyzikální struktura,

- zvyšuje produkční účinnost celé krmné dávky ve srovnání s tradičním krmením,
- stabilizací bacherového prostředí omezuje výskyt bacherových indigescí zejména při vyšším zastoupení jádra (hodnota pH, tvorba těkavých mastných kyselin, mikrobiální aktivita). Složení a množství bacherové populace jsou odrazem krmné dávky. Časté změny ve složení krmné dávky vedou ke změnám složení bacherové mikroflóry, pokles intenzity látkové přeměny v bacheru a následně snížení užitkovosti. Vyšší stabilitou TMR a rovnoměrným promícháním koncentrátů a ostatních složek krmné dávky se omezují zažívací potíže a zlepšuje se využití energie a dusíkatých látek,
- umožňuje zkrmování i netradičních krmiv s rozdílným obsahem sušiny (krmné zbytky potravinářského průmyslu),
- dostatečnou stabilitu krmné dávky, která se může ještě posílit přidavkem vhodných aditiv,
- směsné krmné dávky jsou založeny zpravidla na míchání zejména konzervovaných krmiv, z nichž cca 1/3 by měla být podávána ve formě kvalitní kukuřičné siláže a 2/3 z objemných krmiv tvoří bílkovinné siláže, ze kterých umožňuje tato technologie v krmné dávce plně využít rostlinné bílkoviny,
- větší uplatnění vlastních obilních šrotů, popř. výlisků olejnin na úkor zkrmování nakupovaných průmyslových krmných směsí,
- krmení vždy čerstvou krmnou dávkou,
- celodenní způsob *ad libitního* krmení,
- umožňují také bezproblémové zkrmování speciálních krmiv, která při individuálním zkrmování mohou být příčinou alimentárních problémů. Jde např. o možnost využití pohotové energie ve formě cukru, či melasy pro tvorbu mikrobiálního proteinu, lepší využití cukrovarských řízků, ale také různých zdrojů škrobu, který je významný u vysokoužitkových dojnic zejména v postruminálním traktu. Různé zdroje škrobu se vyznačují velmi odlišnou úrovní bacherové mikrobiální degradace, jejímž výsledkem je vznik především kyseliny propionové, která je hlavním zdrojem energie a také prekurzorem mléčného cukru,
- k dalším výhodám patří plná mechanizace celého procesu krmení a snížení vlivu lidského faktoru,

- optimální obsah sušiny kompletní směsné dávky se pohybuje v rozmezí 50–60 %, optimum je 55 %. Nižší obsah sušiny stejně jako sušina vyšší než 60 % omezují příjem krmné dávky a koncentraci živin. Vhodnou kombinací a zamícháním více krmiv chrání jednotlivé živiny před bachorovou degradací.

Úspěšnosti TMR nespočívá jen v pouhém zamíchání jednotlivých komponent, ale je ovlivněna především vhodným výběrem a kombinací jednotlivých krmiv.

Míchací mobilní vozy umožní zajistit nejen odběr, zpracování, ale především různě intenzivní stupeň zamíchání TMR na bázi suchých krmiv, senáží, šťavnatých krmiv s nižším i vyšším obsahem vlákniny. Obsah vlákniny je velmi úzce spjat s řádnou funkcí bachoru. Z praxe i z mnoha provozních vyhodnocení je prokázáno, že krmná dávka dojnic by měla obsahovat v sušině cca 15–16 % vlákniny. Hlavním zdrojem této fyziologicky cenné živiny jsou především suchá objemná krmiva (sláma, seno). Dostatečný obsah vlákniny je nejen předpokladem řádného přežvykávání, tedy i dostatečné salivace a tím i produkce potřebného pufrijících látek pro fyziologickou funkci předžaludků. Vlákna je v bachoru mikrobiálně trávena na kyselinu octovou, která významně ovlivňuje tučnost mléka. Vlákna tak obecně rozhoduje o zdraví bachorového trávení i tím, že ovlivňuje bachorovou motorikou rozvrstvení frakcí krmiva do jednotlivých fází. Pro funkční bachor je proto nezbytná nejen vlákna jako organická živina, ale také správná struktura krmné dávky.

Struktura a kvalita TMR a faktory, které je ovlivňují

Z nutričního hlediska je zcela nezbytné, aby při míchání krmiv v míchacích vozech byl zohledněn obsah celkové, ale i strukturální vlákniny. Struktura krmiv obecně, tedy i TMR, která je dána podílem dlouhých, či větších částí (řezanky) krmiv. Je znám nepřímo úměrný vztah mezi délkou řezanky a celkovým příjmem sušiny objemných krmiv (rozdíl až 2–3 kg sušiny ve prospěch kratší řezanky). Je ale všeobecně také známo, i když ne vždy plně respektováno, že řezání nebo jiné rozměňování vede současně k většímu celkovému příjmu vlákniny, ovšem již s jistými dopady na bachorový metabolismus. Za strukturální krmivo se obecně považuje délka částic nad 8 mm. Při výrobě kvalitních siláží a bezpečným krmením musí být zaveden oboustranně výhodný kompromis. Podle WIESMAMNNA se nevýhoda, resp. problémy bachoru dostaví již při délce řezanky 3 mm. Jednoduchá indigeste bachoru se může projevit již i při velikosti částic do 5 mm. Příčiny nestrukturálních krmných dávek souvisí s vysokým podílem jaderných krmiv, s vyšším zařazením silážovaných produktů dělené sklizně kukuřice (LKS, CCM), s nízkým podílem objemných krmiv, ale také nesprávným způsobem či stupněm zamíchaných krmiv. V praxi se řezanka bílkovinných, či travních siláží běžně pohybuje v rozmezí 30–70 mm, větší problémy se však mohou objevit u siláží glycidových, které jsou z důvodu sklizně a konzervace více rozmělněny.

Při použití mobilních míchacích vozů (frézování odebíraných siláží, řezání a vážení, míchání pomocí šneků a dávkování do krmného žlabu) může docházet současně k ovlivnění struktury, tedy i délky řezanky TMR.

Strukturu TMR lze významně ovlivnit

- délkou řezanky použitých objemných krmiv
- způsobem odběru siláží
- podílem suchých krmiv (sena) a podílem jadrných komponent
- dobou míchání
- pořadím zamíchávaných krmiv
- způsobem míchání (horizontální x vertikální míchací vozy)
- ostřím nožů (šneků).

Z pohledu požadavku na homogenitu TMR je nutné, aby jako první v pořadí byla míchána jadrná krmiva, nejlépe do krmiv s nižším obsahem sušiny (řízky, mláto), ke kterým mají vhodnou afinitu. Na druhou stranu je nemožné, aby podíl krmiv s nízkým obsahem sušiny byl příliš vysoký, neboť by se nepodařilo dosáhnout požadovaný celkový obsah sušiny (50–60 %) a tím splnit všechna požadovaná kritéria pro koncentraci živin a energie. Je samozřejmé, že při vyšším podílu krmiv s nízkou stravitelností (sláma, nekvalitní siláže a seno), dojde ke zhoršení stravitelnosti celé TMR, tedy i ke zhoršení konverze jadrných krmiv.

Dieteticky nežádoucí je také nepřiměřeně dlouhá doba míchání (přemíchaná TMR), neboť se negativně s výrazným dopadem mění struktura. Takto narušená struktura TMR je potom jednou z příčin acidózních stavů u dojnic.

Rizika a úskalí TMR

K dalším a velmi častým nedostatkům patří vedle přetrvávajícího problému s nevhodnou strukturou, zejména špatná - nízká hygienická jakost TMR, nebo vyšší výskyt etanolu (nad 0,10 %). Příčinou těchto stavů je nízká kvalita siláží (způsob sklizně, uskladnění, zakrytí, konzervační aditiva). Mikrobiální riziko TMR může nastat, pokud se v 1 g směsné krmné dávky diagnostikuje řádově 10^5 – 10^6 kolonizujících plísní, nebo 10^7 – 10^8 kvasinek. Špatná mikrobiální kvalita celkové směsné dávky je úzce spjata s velmi nízkou kvalitou použitých objemných krmiv, zejména siláží. Při takto masivním výskytu plísní v TMR lze počítat s poruchou bacherového metabolismu, provázené různým stupněm inhibice mikrobiální aktivity, popř. defaunace bacherové flóry a následně zhoršením využívání živin. Vedle zhoršené konverze, zvýšených nákladů na léčení, dochází vždy k výrazné redukci užitkovosti. Neřešené stavy mohou přejít až k intoxikaci (zvýšená tvorba amoniaku, vznik biogenních aminů, tvorba toxinů, onemocnění paznehtů, hniloba bacherového obsahu a další).

Další rizika a příčiny nevhodné struktury zkrmovaných „TMR“

Jistá rizika vlivu z nedostatečné struktury krmiv na bachorový profil (překyselení) je možno očekávat:

- při zkrmování TMR zejména na první fázi laktace při zařazení většího podílu šrotů,
- lehce stravitelných sacharidů při současném nedostatku vlákniny nebo struktury,
- při větším zastoupení „LKS“,
- jiných siláží s krátkou řezankou (nestrukturálních krmiv) s vyšší koncentrací energie,
- při zkrmování kyselých siláží s vysokým obsahem kvasných kyselin, včetně kyseliny mléčné s obtížnou metabolizací,
- při nedostatečném zastoupení pufrujících látek (neutralizačních přísad)

Efekt krátké délky řezanky v TMR je dále často umocňován:

- způsobem odběru siláží ze žlabu (frézováním)
- nevhodným způsobem (pořadím a druhem krmiv), resp. dobou míchání směsné dávky v míchacím voze

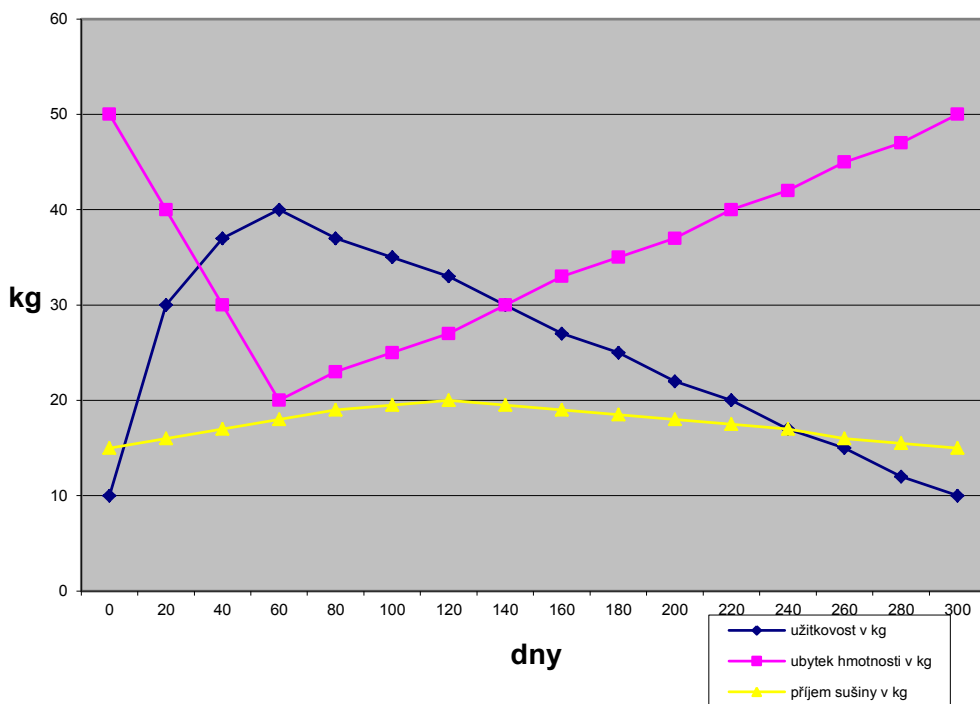
Zkrmování TMR (v našem sledování při sušině 50, 50 % s vysokou bachorovou degradovatelností škrobu 77 %, u LKS 63,4 %) a s vyšším zastoupením jádra a LKS bývá příčinou:

- Acidifikace bachorového prostředí s příznaky prohloubené bachorové acidózy (pH 5,7).
- Vysoké tvorby ruminálních TMK (140 mmol/l) při velmi často diagnostikované výrazné redukci obsahu nálevníků (pod hranici 200 tis.ml⁻¹).
- Vysoce pravděpodobného omezení produkce mikrobiální bílkoviny a výrazného omezení předpokládané tvorby mikrobiálního proteinu a tím i zásobením organismu (*průměrná produkce mikrobiální bílkoviny je 6–14 mg/100 ml zdravé bachorové tekutiny za 1 hodinu*).

Zamíchání mikrobiálně znehodnocených objemných krmiv vede ke znehodnocení jaderných krmiv, nebo produkčních směsí. V praktických podmínkách je častým předmětem diskusí vliv zkrmování TMR na bachorové trávení a užítkovost. Podle řady analýz se ukazuje, že bachorová fermentace je vždy odezvou kvality krmiv a složení krmné dávky na straně jedné a zdravím zvířete na straně druhé.

Frekvence krmení a TMR

Velice diskutovanou otázkou je: „Kolikrát denně krmit?“ V praxi se používá u většiny farem systém krmení 2x za den. Intervaly mezi krmeními by měly být stejné (12 hodin). Jako za velice vhodné opatření považují časté přihrnování krmiva. Přihrnutím se stane TMR pro krávy atraktivnějším a přímou ji více. V konečném součtu to může být až o 10 % vyšší příjem sušiny. V letním období je výhodnější krmení 3x denně, než 2x denně, při dosažení vyšší užitkovosti. Zvířata by měla proto mít TMR k dispozici po celý den.



dny	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
dojivost	10	30	37	40	37	35	33	30	27	25	22	20	17	15	12	10
ubytek hm.	50	40	30	20	23	25	27	30	33	35	37	40	42	45	47	50
příjem suš.	15	16	17	18	19	19,5	20	19,5	19	18,5	18	17,5	17	16	15,5	15

Míchací vozy a příprava TMR však nevyřeší nedostatky v kvalitě objemných krmiv, při nedostatečné struktuře a obsahu strukturní vlákniny, resp. špatné hygienické kvalitě. Při přípravě nutričně vyrovnaných TMR je nutno individuálně přihlížet k složení a povaze použitých krmiv, obsahu sušiny, ale hlavně délce částic a podle těchto hledisek řídit dobu a způsob míchání.

Zdravotně hygienické požadavky na krmiva

Kvalitní krmiva jsou základem pro dobrý zdravotní stav, odpovídající užitkovost zvířat biologicky plnohodnotné potraviny, a proto je nezbytné jim věnovat odpovídající a soustavnou pozornost také z hlediska hygienické jakosti. Velká pozornost je věnována především problematice rizik vyplývajících z objemných krmiv, zejména siláží, sena a slámy. Trvalá pozornost je věnována otázkám výskytu nežádoucích **bakterií, mikroskopických hub, kvasinek** a jejich **toxinů** (mykotoxinů), které představují trvalé riziko pro zdraví zvířat a kvalitu živočišných produktů. Vážným problémem je také otázka **polycyklických aromatických uhlovodíků** (*benzpyrenu*), **aromatických aminů, nitrosoaminů, hydrazinů**, ale také **produktů metabolismu N**. Nezanedbatelný problém v hygieně krmiv a vlastního krmení mohou představovat také rezidua **rizikových prvků** (Pb, Hg a Cd), **herbicidů** zejména v kukuřičné siláži (obsahující zbytky *Zeazinu, Phosvelu, Dasanitu*), **PCB** (z používaných ochranných nátěrů sil), **dušičnanů** aj. Obsah hygienicky závažných těžkých kovů, resp. jiných reziduí v silážích, resp. pícech bude záviset na řadě faktorů, zejména na vlastním stanovišti a použité agrotechnice:

Hygienická rizika objemných krmiv souvisí nejen s mikrobiální aktivitou v čerstvé píci před vlastní konzervací, ale také s vlastními technologickými procesy při sklizni, konzervaci, skladování, způsobem odběru a samotným vlastním krmením.

K hygienickému, popř. dietetickému narušení krmiv nebo znehodnocení může docházet nejen v průběhu vegetace, sklizně, konzervace a skladování krmiv, ale také až při samotném vybírání a krmení. Vlastní znehodnocení krmiv může být způsobeno: **fyzikálními, chemickými, nebo biologickými faktory**.

Problematika zdravotní nezávadnosti a hygienické jakosti krmiv a siláží zejména, je v současné době problémem velmi aktuální hlavně v chovech s vysokou užitkovostí zvířat. Každé zařazení nekvalitních krmiv do směsných krmných dávek představuje vždy vysoké riziko znehodnocení celé krmné dávky, ale současně i vysoké ekonomické ztráty spojené s poklesem užitkovosti zvířat a následným léčením.

Nedostatečná hygiena krmiv a techniky krmení může:

- snížit výživnou hodnotu a stravitelnost krmiv
- omezit použitelnost krmiv
- zvýšit ztráty živin a náklady výroby
- působit rušivě v technice krmení
- snížit vlastní příjem krmiv a užitkovost zvířat
- zvýšit riziko onemocnění zvířat

- zhoršit úroveň stájové zoohygieny
- zhoršit kvalitu potravin živočišného původu.

Zdravotní a hygienická rizika jsou zpravidla spojená s následujícími příčinami:

- Zkrmování siláží nebo směsných krmných dávek (TMR) s nevhodnou strukturou
- Bakteriální rizika v silážované píce
 - Klostridie
 - Listerie
- Mikroskopické houby a rizika vyplývající z jejich činnosti
 - Kvasinky
 - Plísně
 - Mykotoxiny
- Rizika spojená se zkrmováním aerobně nestabilních siláží

Mikrobiální rizika v silážích

Mikrobiální aktivita obecně a v silážích a seně zejména, omezuje kvalitu krmiv a představuje výrazný zdravotní hazard (riziko) v průběhu jednotlivých fází výroby a skladování krmiv. Mezi nejzávažnější nebezpečí patří skupiny bakterií *enterobacteriaceae* a *clostridiaceae*, které mohou velmi významně negativně ovlivnit kvalitu siláží.

Např. při výrobě siláží jde zejména o:

- celkový stav a složení počáteční mikroflóry (epifytní mikroflóra),
- fermentační fázi,
- fázi skladování,
- fázi vyskladňování a krmení (aerobní stabilita).

Dále se uplatňují i technologické faktory:

- teplota,
- doba a způsob naskladňování,
- pH,
- a_w (vodní aktivitu) ve vztahu k obsahu sušiny,
- konzervační přípravky.

Četnost a složení epifytní mikroflóry je rozdílné a je závislé zejména vedle druhu pícniny, také na stádiu zralosti, průběhu počasí, sklizně, délce zavádání na poli, intenzitě pořezání, ale také na úrovni hnojení. Bakterie mléčného

kvašení (BMK), které mají pro silážování největší význam, tvoří jen zlomek epifytní mikroflóry (0,5 %), zatímco u porostu vojtěšky i kukuřice převládají podle amerických výzkumníků (BOLSEN, 1993) enterobakterie. Při sklizni píce dochází při pořezení, resp. podrcení, k uvolnění enzymů, které rozkládají škrob a hemicelulózu a tím zvyšují hladinu cukrů.

Vlastní mikrobiální rizika představují zpravidla:

- akumulaci a pomnožení nežádoucích mikroorganismů a patogenů, popř. jejich metabolitů, ale i parazitů v krmivech,
- spóry v silážích,
- mikrobiální zahřívání,
- degradaci kyseliny mléčné – destabilizaci krmiv,
- změny v chemickém složení,
- tvorba toxinů,
- vznik kondenzační zóny,
- snížení výživné hodnoty krmiv.

Pro zajištění krmiv vysoké kvality je nezbytné zabezpečit následující hlavní cíle konzervace krmiv:

- výroba dostatečného množství vysoce kvalitních krmiv,
- snížit riziko počasí v polních operacích (sklizňové linky, konzervační přípavky),
- bezpečné a cílené řízení fermentace,
- zabránění přístupu vzduchu do silážních sil,
- zajistit mikrobiální nezávadnost siláží,
- zvýšit aerobní stabilitu krmiv,
- zajistit vysokou krmnou hodnotu a zdravotní nezávadnost krmiv.

Problematika činnosti klostridií v krmivech

- Sporotvorné G – půdní bakterie
- Zdrojem „*Půdní infekce*“, neúčinné tradiční dezinfekční opatření
- Rezistentní vůči záření, teplotě, relat. pH, dezinfekci, kyslíku, trávicím šťávám
- Proteolytické a sacharolytické druhy klostridií
- Původci tvorby kyseliny máselné, biogenních aminů, NH_3 , máselného kvašení, metabolizace LRC, kyseliny mléčné → destabilizace siláží
- Rychlý rozklad OH půdy, siláží, živočišných produktů, přechod do mléka
- Příčinou vysokých ztrát živin a zhoršení hygienické kvality krmiv, sýrů

- Přenos krmivem, stájovým vzduchem (zoohygiena), technika krmení nekvalitních siláží a doba dojení
- *Clostr. Botulinum* – botulismus (neurotoxin) blokující uvolnění acetylcholinu (paralýza), akutní a viscerální formy onemocnění
- Preventivní opatření (čistota krmiv, skladů, způsob sklizně, výška strniště, rychlost acidifikace, obsah sušiny > 35 %, rychlost acidifikace silážovaných pícnin, pH

Rychlost okyselení silážované biomasy na hodnotu pH, při které je konzervované krmivo již stabilní je jedním z nejdůležitějších podmínek pro přípravu kvalitního objemného krmiva. V rámci bezpečné technologie silážování je nutné respektovat požadavky na hodnoty pH pro jednotlivé skupiny mikroorganismů (HARDY, 1991). Ke svému růstu a množení klostridie potřebují určitou vlhkost. Podle BOLSENA (1993) a WEISSBACHA (1993) je výskyt klostridií v silážích s obsahem vlhkosti pod 65 % velmi ojedinělý. Rovněž se udává, že se klostridia přestávají množit při vodní aktivitě (aw) **0,94**. Hlavním produktem enzymatické činnosti proteolytických klostridií (*Cl. perfringens*) jsou produkty extenzivní degradace bílkovin jako je vysoká koncentrace amoniaku, kyseliny máselné a také **biogenní aminy**. Přímý vliv činnosti klostridií na zdraví zvířat a lidí je méně patrný než na kvalitativní změny a složení krmiv. Fermentační proces s klostridiální aktivitou je poznamenán významnými ztrátami sušiny a energie a výraznými změnami kvality a složení krmiva, zejména v průběhu sekundární fermentace. Relativně velký je kombinovaný efekt na ztráty stravitelné energie během druhotné fermentace kyseliny mléčné na kyselinu máselnou, který je navíc doprovázen velkou redukcí příjmu krmiva zvířaty, popř. může být diagnostikován jako *acetonemie* u vysokoprodukčních dojnic na počátku laktace. Také se poukazuje na riziko zvýšené hladiny amoniaku v periferní krvi jako výsledek zvýšené absorpce amoniaku z bacheru, který pochází zpravidla z nekvalitních bílkovinných siláží s vysokým obsahem N, amoniaku nebo oba faktory současně. Takováto krmiva mohou mít negativní vliv na překročení (zvýšení) detoxikační schopnosti jater pro amoniak (urea cyklus) a způsobit následně intoxikaci. Klostridie způsobující také fermentaci cukrů a kyseliny mléčné (sacharolytická klostridia) produkují zejména kyselinu máselnou a octovou, jejichž tvorba je provázena 50 % ztrátou sušiny a 20 % ztrátou energie a je doprovázena výraznou redukcí příjmu krmiva zvířaty.

Druh mikroorganismů	Hodnota pH		
	Minimální	Maximální	Optimální
Enterobakterie	3–4	9–10	6–7,5
Klostridie	4,4	7–7,5	>4,6
Kvasinky	1–2 (1,8–2,2)	7–8	4,5–5,5 (4–6)
Plísňe	2–3 (2,5–3)	7–8	4,5–5,5 (5–7)

Vliv obsahu spor klostridií v silážích na jejich kvalitu

Kvalita zejména bílkovinných konzervovaných krmiv je významně ovlivňována také obsahem klostridiálních spor, jejichž počet úzce souvisí s typem fermentace. I když je znám vztah mezi obsahem kyseliny máselné a výskytem klostridiálních spor v silážích (KWELLA a WEISSBACH, 1991), nepřítomnost této kyseliny nemusí podle WEISSBACHA (1993) vždy nutně zaručovat nízký počet spor. V některých silážích byl zjištěn vysoký počet spor i přesto, že kyselinu máselnou neobsahovaly. Jedním z důvodů tohoto jevu je možnost růstu a tvorby spor u klostridií i během aerobního rozkladu siláží. Tento autor současně uvádí, že stačí pouze omezený vývoj klostridií při hlavním kvašení píce s nízkým obsahem dusičnanů, aby došlo k vysoké produkci spor.

Hodnocení kvality siláží podle počtu spor klostridií v 1 g siláže:

méně než 5 000	velmi dobrá
5 000–10 000	dobrá
10 000–100 000	uspokojivá
více než 100 000	špatná

Zdravotně a hygienicky vysoká rizika představuje výskyt **metabolitů dusíku**, zejména např. **biogenní aminy**, či další degradační produkty v krmivech. Činností klostridií dochází v důsledku dekarboxylace aminokyselin ke vzniku biogenních aminů, jejichž obsah již v desetínách % vede ke zhoršení příjmu krmiv a k závažným zdravotním problémům.

Biogenní aminy jsou produkty dekarboxylačního štěpení bílkovin v silážích.

Monoaminy:

Tyrosin	----->	Tyramin + CO ₂
Fenylalanin	----->	2 - Fenylethylamin + CO ₂
Tryptofan	----->	Tryptamin + CO ₂
Histidin	----->	Histamin + CO ₂

Diaminy:

Ornitin	----->	Putrescin + CO ₂
Lyzin	----->	Kadaverin + CO ₂

Vyšší obsah biogenních aminů (zejména histaminu a tyraminu) v silážích (desetiny %) v celkové krmné dávce způsobuje:

- snížení chutnosti siláží,
- snížení příjmu siláží skotem i ovcemi,
- záněty sliznic žaludku a střev,
- krvavé průjmy,
- snížení mikrobiální aktivity bachorové mikroflóry až defaunaci bachorové tekutiny,

- snížení detoxikační schopnosti jater (jaterní steatóza),
- vyšší výskyt ketózy po porodu.

Další bakteriální rizika

K jiným mikrobiálním rizikům patří kmeny bakterií např. *Clostridium botulinum* (typ B) a další *Enterobacteriaceae* (zvláště rody *Escherichia*, *Klebsiella pneumoniae* a *Erwinia*), které jsou fakultativně anaerobní a mohou růst i v přítomnosti kyslíku v počáteční fázi kvašení. I ony mohou, stejně jako bakterie mléčného kvašení fermentovat cukry za vzniku hlavně kyseliny octové, mléčné a alkoholu.

Jejich výskyt je zaznamenáván nejen z povrchových vrstev siláží, ale také v souvislosti s nerespektováním technologicko-technických požadavků technologie obalovaných balíkových siláž.

Určitá rizika infekce krmiv, ale i zvířat, představují bakterie ***Clostridium botulinum*** a jimi produkováný **neurotoxin**. Příčinou výskytu *botulinizmu krav* v Holandsku byla infekce způsobená zkrmovaným infikovaným pivovarským mlátem (KALAČ, 1991) *Clostridium botulinum* typu B a kontaminovanými výkaly se infekce rozšířila i na pastviny a do silážované píce. Pokud je píce infikována proteolytickými kmeny *Costridium botulinum*, může dojít v nedostatečně kyselém prostředí siláží, resp. v silážích bílkovinných pícnin s nízkým obsahem sušiny, k tvorbě endotoxinu a následnému ohrožení života zvířat.

Také poznatky o potenciálním riziku výskytu ***Salmonel*** v krmivech, resp. snížení účinků aditiv na výskyt potenciálně patogenních enterobakterií v krmivech, souvisí s nedodržováním základních technologických požadavků a pravidel zoohygieny.

Preventivní opatření proti tvorbě endotoxinů:

Tvorbu toxinů (endotoxinů) lze omezit zejména:

- výrazným okyselením silážované hmoty,
- nebo intenzivním zavadnutím na technologicky únosnou sušinu,
- aplikací účinného silážního aditiva,
- zabránit nežádoucí kontaminaci krmiva.

Ani otázka výskytu a přežívání různých forem parazitů v krmivech – silážích není podle KALAČE (1983) zcela ojedinělá. I když metacerkárie *Fasciola hepatica* ztrácejí většinou svou invazivní schopnost již v prvních fázích fermentace, naopak vajíčka tasemnic (*Taenia saginata* a *T. pisiformis*) zůstávají v silážích delší dobu vitální (80-90 dnů) než vegetativní infekční formy jiných hospodářsky významných parazitů u přežvýkavců. Relativně odolná proti silážnímu procesu jsou v praktických podmínkách podle KALAČE (1983) také vajíčka škrkavek (*Ascaris suis*), u kterých se při teplotě do 20 °C přežívá v invazním stádiu až 60 %. Také ocysty kokcií rodu *Eimeria* mohou být hojně zastoupeny i v provozních silážích (KALAČ, 1991).

Zdravotně hygienické požadavky na sklady krmiv a budovy stájí

Požadavky na hygienické požadavky pro sklady krmiv vycházejí z požadavků tzv. správné výrobní praxe. Ta ve výrobě a přípravě krmiv implementuje principy a postupy na všech úrovních výroby krmiv. Pokryty jsou následující oblasti:

- zemědělské prvovýroba
- provozy zajišťující zpracování zemědělských produktů
- provozy provýrobu potravin

Rozvoj výrobních praxí, který podporuje Evropská komise a členské státy je možné sledovat ve všech zemích EU. Správnou výrobní praxi také zahrnuje Codex Alimentarius zpracovaný v rámci FAO, organizací spadající pod OSN. Ze správných výrobních praxí můžeme jmenovat např. Eurogap, Qualität und Sicherheit für Lebensmittel zavedený v Německu a Rakousku a GMP+ v Holandsku. V každé z těchto uvedených praxí je možné nalézt správnou krmivářskou praxi.

Krmivářská legislativa České republiky:

- platné právní předpisy České republiky upravující oblast krmiv, označované v dokumentech EU jako „**vnitrostátní předpisy**“
- další nařízení Evropského parlamentu a Rady, tzv. „**přímo použitelné předpisy Evropských společenství**“
- **v ČR je vnitrostátním předpisem zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech**, ve znění pozdějších předpisů a prováděcích vyhlášek

Zatímco do národní legislativy se museli transponovat všechny příslušné směrnice, popř. rozhodnutí Rady a Komise ES z oblasti tzv. krmivářského práva, nařízení Evropského parlamentu a Rady platí přímo jako nadřazené předpisy bez jakékoli další vnitrostátní úpravy.

S účinností od 1. ledna 2008 se odstaniho překrývání legislativních právních předpisů ve formě prováděcích předpisů a směrnic EU. V roce 2007 byla přijata novela zákona o krmivech jako zákon č. 214 ze dne 18. července 2007, kterým se mění zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů.

Obsah zákona:

- zkotveny všechny povinnosti a požadavky na provozovatele krmivářských podniků vyplývající ze směrnic ES, popř. rozhodnutí ES a ty, které spadají do kompetencí členského státu
- součástí je prováděcí předpis, tj. vyhláška, kterou se provádí zákon o krmivech. Nahradí dosavadní prováděcí vyhlášku č. 451/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Vnitrostátní právní předpisy pro krmiva

Zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech ve znění zákona č. 244/2000 Sb., zákona č. 147/2002 Sb., zákona č. 320/2002 Sb., zákona č. 21/2004 Sb., zákona č. 444/2005Sb., zákona č. 553/2005 Sb. a zákona č. 214/2007 Sb.

Vyhláška č. 451/2000 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech, ve zněnípozdějších předpisů, kterou nahradí ve vazbě na novelu zákona o krmivech č. 214/2007 Sb. nový prováděcí předpis.

Vyhláška č. 124/2001 Sb., kterou se stanoví požadavky na odběr vzorků aprincipy metod laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixůa způsob uchovávání vzorků, ve znění pozdějších předpisů.

Do vnitrostátních právních předpisů byly transponovány právní předpisy ES:

- Čl. 16 Směrnice Rady 70/524/EHS ze dne 23. listopadu 1970, o doplňkových látkách v krmivech, v platném znění
- První směrnice Komise 76/371/EHS ze dne 1. března 1976, kterou se stanoví metody Společenství o odběru vzorků pro úřední kontrolu krmiv
- Směrnice Rady 79/373/EHS ze dne 2. dubna 1979, o oběhu krmných směsí na trh, v platném znění
- Směrnice Komise 80/511/EHS ze dne 2. května 1980, kterou se povoluje v určitých případech uvádět na trh krmné směsi v neuzavřených obalech nebo nádobách, ve znění směrnice 98/67/ES
- Směrnice Komise 82/475/EHS z 23. června 1982, kterou se stanoví skupiny komponentů, které mohou být použity k označování krmných směsí pro domácí zvířata, v platném znění
- Směrnice Rady 82/471/EHS ze dne 30. června 1982, o určitých produktech používaných ve výživě zvířat, v platném znění
- Směrnice Rady 83/228/EHS ze dne 18. dubna 1983, kterou se stanoví hlavní zásady pro vyhodnocování určitých produktů používaných ve výživě zvířat
- Rozhodnutí Komise 85/382/EHS z 10. července 1985, kterým se zakazuje používat v krmivech bílkoviny z kvasnic rodu *Candida* kultivované na n-alkanech
- Směrnice Komise 86/174/EHS z 9. dubna 1986, kterou se stanoví metoda výpočtu obsahu energie u krmných směsí pro drůbež
- Směrnice Rady 87/153/EHS ze dne 16. února 1987, kterou se stanoví hlavní zásady pro vyhodnocování doplňkových látek ve výživě zvířat, ve znění směrnice Komise 2001/79/ES
- Směrnice Rady 93/74/EHS ze dne 13. září 1993, o krmivech určených ke zvláštním účelům výživy

- Směrnice Komise 94/39/ES z 25. července 1994, kterou se stanoví seznam určených užití krmiv pro zvláštní účely výživy, v platném znění
- Směrnice Rady 96/25/ES ze dne 29. dubna 1996, o oběhu a užití krmných surovin, kterou se mění směrnice 70/524/EHS, 74/63/EHS, 82/471/EHS a 93/74/EHS a zrušuje směrnice 77/101/EHS, v platném znění
- Čl. 6 směrnice Komise 98/51/ES ze dne 9. července 1998, kterou se stanoví některá prováděcí opatření ke směrnici Rady 95/69/ES, kterou se stanoví podmínky a postupy pro schvalování a registraci některých výrobních provozů a dodavatelů působících v krmivářském odvětví
- Směrnice EP a Rady 2002/32/ES ze dne 7. května 2002, o nežádoucích látkách v krmivech, v platném znění
- Směrnice Komise 2003/126/ES ze dne 23. prosince 2003, kterou se stanoví analytická metoda identifikace složek živočišného původu pro úřední kontrolu krmiv
- Rozhodnutí Komise 2004/217/ES ze dne 1. března 2004, kterým se přijímá seznam surovin, jejichž oběh nebo použití ve výživě zvířat jsou zakázány
- První směrnice Komise 71/250/EHS z 15. června 1971, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Druhá směrnice Komise 71/393/EHS z 18. listopadu 1971, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Třetí směrnice Komise 72/199/EHS z 27. dubna 1972, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Čtvrtá směrnice Komise 73/46/EHS, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Sedmá směrnice Komise 76/372/EHS z 1. března 1976, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění.
- Osmá směrnice Komise 78/633/EHS z 15. června 1978, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Devátá směrnice Komise 81/715/EHS z 31. července 1981, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Desátá směrnice Komise 84/425/EHS z 25. července 1984, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Jedenáctá směrnice Komise 93/70/EHS z 28. července 1993, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Dvanáctá směrnice Komise 93/117/EHS z 17. prosince 1993, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro úřední kontrolu krmiv, v platném znění
- Směrnice Komise 98/64/ES z 3. září 1998, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro stanovení aminokyselin, hrubých olejů a tuků a olachindoxu v krmivech, v platném znění

- Směrnice Komise 1999/27/ES z 20. dubna 1999, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro stanovení amprolia, diklazurilu a carbadoxu v krmivech, v platném znění
- Směrnice Komise 1999/76/ES z 23. července 1999, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro stanovení lasalocidu sodného v krmivech
- Směrnice Komise 2000/45/ES ze 6. července 2000, kterou se stanoví analytické metody Společenství pro stanovení vitamínu A, vitamínu E a tryptofanu v krmivech
- Směrnice Komise 2002/70/ES z 26. července 2002, kterou se stanoví požadavky na stanovení obsahu dioxinů a polychlorovaných bifenylů typu dioxinů v krmivech, v platném znění
- Směrnice Komise 2005/6/ES ze dne 26. ledna 2005 o změně směrnice 71/250/EHS, pokud jde o uvádění a interpretaci výsledků analýz podle směrnice 2002/32/ES

Přehled technicko-právních předpisů:

- Zákon č. 307/2000 Sb., o zemědělských skladních listech a zemědělských veřejných skladech
- Vyhláška č. 403/2000 Sb., která určuje druhy zemědělského zboží, na něž je možné vystavovat zemědělské skladní listy, a podmínky pro provozování zemědělských veřejných skladů
- Dále technické předpisy, které jsou platné, pokud nejsou v rozporu s právními předpisy EU a ČR a to:
 - ČSN 46 1100 – Obiloviny potravinářské,
 - ČSN 46 1200 – Obiloviny – část 1 až 10,
 - ČSN 46 1300 – Luštěniny – část 1 až 5,
 - ČSN 46 2300 – Olejnatá semena – část 1 až 7.

Přímo použitelné předpisy Evropských společenství

- Nařízení EP a Rady (ES) č. 2377/90 ze dne 26. června 1990, kterým se stanoví postup Společenství pro stanovení maximálních limitů reziduí veterinárních léčivých přípravků v potravinách živočišného původu, v platném znění
- Nařízení EP Rady (ES) č. 999/2001 ze dne 22. května 2001, o stanovení pravidel pro prevenci, tlumení a eradikaci některých přenosných spongiformních encefalopatií, v platném znění
- Nařízení EP a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinové legislativy, kterým se zřizuje

Evropský úřad pro bezpečnost potravin, a kterým se stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin, v platném znění

- Nařízení EP a Rady (ES) č. 1774/2002 ze dne 3. října 2002, o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu, v platném znění
- Nařízení EP a Rady (ES) č. 1829/2003 ze dne 22. září 2003, o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech, v platném znění
- Nařízení EP a Rady (ES) č. 1830/2003 ze dne 22. září 2003, o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změně směrnice 2001/18/ES, v platném znění
- Nařízení EP a Rady (ES) č. 1831/2003 ze dne 22. září 2003, o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat, v platném znění
- Nařízení EP a Rady (ES) č. 882/2004 ze dne 29. dubna 2004, o úředních kontrolách za účelem ověřování dodržování právních předpisů o krmivech a potravinách a ustanovení o zdraví zvířat a dobrých životních podmínkách zvířat, v platném znění

Nařízení EP a Rady (ES) č. 183/2005 ze dne 12. ledna 2005, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv

- Doporučení Komise 2006/88/ES ze dne 6. února 2006 o snižování přítomnosti dioxinů, furanů a PCB v krmivech a potravinách
- Doporučení Komise 2006/583/ES ze dne 17. srpna 2006 k prevenci a snižování fusariových toxinů v obilovinách a výrobcích z obilovin
- Doporučení Komise 2006/576/ES ze dne 17. srpna 2006 o přítomnosti deoxynivalenolu, zearalenonu, ochratoxinu A, T-2 a HT-2 a fumonisinů v produktech určených ke krmení zvířat

Krmivářská nomenklatura

Krmivo – produkt rostlinného nebo živočišného původu, čerstvý nebo konzervovaný, a produkt jeho průmyslového zpracování, organická a anorganická látka, s přidáním nebo bez přidání doplňkové látky, které jsou určeny ke krmení zvířat, samostatně nebo ve směsích

Krmná surovina – krmivo pro přímé krmení zvířat v původním stavu nebo po úpravě, anebo krmivo, které je určeno k výrobě krmných směsí nebo jako nosič pro výrobu premixů

Určité proteinové krmivo – krmná surovina, která představuje přímé nebo nepřímé zdroje proteinu, jež byla vyrobena zvláštním technologickým postupem

Krmná směs – směs krmných surovin s přídatkem nebo bez přídatku doplňkových látek, která je určena jako kompletní nebo doplňkové krmivo ke krmení zvířat

Kompletní krmivo – směs krmiv, která svým složením pokrývá potřebu denní krmné dávky

Doplňkové krmivo – směs krmiv s vysokým obsahem určitých živin, která po doplnění do jiných krmiv pokrývá potřebu denní krmné dávky

Minerální krmivo – doplňkové krmivo složené převážně z minerálií, které obsahuje více než 40 % popela

Melasové krmivo – kompletní nebo doplňkové krmivo, které obsahuje nejméně 14 % veškerých cukrů v sušině vyjádřených jako sacharosa, a k jehož výrobě byla kromě jiných krmných surovin použita i melasa

Mléčná krmná směs – směs podávaná v suchém stavu nebo po zředění příslušným množstvím tekutiny, která je určena ke krmení mláďat jako doplněk nebo náhražka postkolostrálního mléka anebo ke krmení telat ve výkrmu

Produkt určený ke krmení zvířat („produkt ke krmení“) – krmná surovina, premix, doplňková látka, krmiva a všechny ostatní produkty určené k použití v krmivech nebo pro krmení zvířat

Doplňková látka – látka, mikroorganismus nebo přípravek, jiné než krmné suroviny a premixy, které se záměrně přidávají do krmiva nebo vody, aby splnily zejména některou z následujících funkcí:

- a) mít příznivý vliv na vlastnosti krmiva,
- b) mít příznivý vliv na vlastnosti živočišných produktů,
- c) mít příznivý vliv na zbarvení okrasných ryb a ptáků,
- d) uspokojovat nutriční požadavky zvířat,
- f) mít příznivý vliv na důsledky živočišné výroby pro životní prostředí,
- g) mít příznivý vliv na živočišnou produkci, užitkovost nebo dobré životní podmínky zvířat, zejména působením na flóru gastro-intestinálního traktu nebo stravitelnost krmiva, nebo,
- h) mít kokcidiostatický nebo histomonostatický účinek.

Premix – směs doplňkových látek nebo směs jedné nebo více doplňkových látek s krmnými surovinami nebo vodou používanými jako nosiče, neurčená k přímému krmení zvířat

Nosičem krmné suroviny nebo voda používané k výrobě premixů, jejichž jsou součástí

Ochranná lhůta – minimální doba, která musí uplynout od ukončení příjmu krmiva, obsahujícího určitou doplňkovou látku, pro kterou je tato lhůta stanovena, do porážky zvířete nebo počátku produkce živočišných produktů

určených pro potravu lidí, aby bylo zajištěno, že neobsahují rezidua doplňkových látek v množstvích přesahujících maximální limity stanovené zvláštním právním předpisem

Datum minimální trvanlivosti – časový údaj, do kterého krmivo, doplňková látka nebo premix uchová ve stanovených podmínkách skladování vlastnosti určující jejich kvalitu

Denní krmná dávka – průměrné celkové množství krmiva, propočtené na obsah vlhkosti 12 %, které potřebuje zvíře daného druhu, věkové kategorie a užitkovosti k zajištění svých nutričních potřeb

Nežádoucí látka – látka nebo produkt, přítomné na povrchu nebo v produktech určených ke krmení zvířat, a které představují potenciální nebezpečí pro zdraví zvířat, lidí nebo životní prostředí, popřípadě které mohou mít nežádoucí vliv na živočišnou produkci, s výjimkou patogenních činitelů

Zakázaná látka, zakázaný produkt – látka, popřípadě produkt, které svojí podstatou negativně ovlivňují zdravotní stav zvířete nebo zdravotní nezávadnost suroviny anebo potraviny živočišného původu, které nesmí být při výrobě krmiv, popřípadě ve výživě zvířat, použity

Podmíněně použitelné krmivo, doplňková látka, premix – krmivo, doplňková látka nebo premix, jež nesplňuje některý z požadavků stanovených tímto zákonem, právními předpisy vydanými na jeho základě nebo předpisy Evropských společenství, a jež nelze z tohoto důvodu užít pro původní účel, za předpokladu, že je u tohoto krmiva, doplňkové látky nebo premixu zachována jeho zdravotní nezávadnost

Znehodnocené krmivo, doplňková látka, nebo premixem – krmivo, doplňková látka nebo premix, nezpůsobilé ke krmení zvířat

Hospodářské zvířete – zvíře, které je chováno člověkem pro hospodářský účel, nebo krmeno pro potřebu lidské výživy, a kožešinové zvíře

Domácí zvíře – zvíře v zájmovém chovu, které je člověkem chováno, není požíváno a není hospodářským zvířetem, s výjimkou kožešinového zvířete

Zvláštní účel výživy – zajištění specifických výživářsko-fyziologických požadavků určité kategorie hospodářského nebo domácího zvířete, jehož trávení, vstřebávání nebo látková výměna mohou být dočasně nebo nevratně narušeny, jež může mít užitek z příjmu krmiva, které odpovídá jeho stavu

Krmiv pro zvláštní účely výživy („dietní krmivo“) – krmivo, které se svým specifickým složením nebo způsobem výroby zřetelně odlišuje od běžných krmiv a je určeno k zajištění zvláštních výživářsko-fyziologických účelů a nejedná se o veterinární přípravky nebo léčiva

Biologické zkoušení – stanovení účinnosti a bezpečnosti krmiva nebo doplňkové látky

Vzorkování – odběr vzorků pro úřední kontrolu krmiva, doplňkové látky, premixu a nežádoucí látky postupem stanoveným vyhláškou, s výjimkou reziduí pesticidů a mikroorganismů

Dílčí vzorek – hmotnostní část jedné partie získaná jedním náběrem vzorkovací pomůcky

Souhrnný vzorek – celková hmotnost všech odebraných dílčích vzorků z jedné partie krmiva, doplňkové látky nebo premixu,

Konečným vzorek – vzorek vzniklý po homogenizaci a případné redukci ze souhrnného vzorku

Zkušební vzorek – reprezentativní část konečného vzorku upravená stanoveným způsobem

Mez stanovitelnosti – nejnižší koncentrace stanoveného znaku, kdy je dosažena statisticky přijatelná správnost a přesnost

Správností metody – těsnost shody mezi průměrnou hodnotou získanou z velké řady výsledků zkoušek a přijatou referenční hodnotou

Opakovatelnost – hodnota, o které lze předpokládat, že s pravděpodobností 95 % bude nižší nebo rovna absolutní hodnotě rozdílu mezi dvěma výsledky zkoušek získaných za podmínek opakovatelnosti

Podmínky opakovatelnosti – podmínky, kdy se nezávislé výsledky zkoušek získají stejnou metodou, na identickém materiálu, v téže laboratoři, týmž pracovníkem, za použití téhož vybavení, během krátkého časového rozmezí

Reprodukovatelnost – hodnota, o níž lze předpokládat, že s pravděpodobností 95 % bude nižší nebo rovna absolutní hodnotě rozdílu mezi dvěma výsledky zkoušek získaných za podmínek reprodukovatelnosti

Podmínky reprodukovatelnosti – podmínky, kdy se nezávislé výsledky zkoušek získají stejnou metodou, na identickém materiálu, v různých laboratořích, různými pracovníky, používající různá vybavení

Nejistota měření – parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptýlení hodnot, které mohou být důvodně prisuzovány k měřené veličině

Partie – množství krmiva, doplňkové látky nebo premixu, které vykazují jednotnost svým vnějším uspořádáním, označením a místním uložením

Křížová kontaminace

- a) výskyt dvou nebo více doplňkových látek, nežádoucích látek anebo výskyt zakázaných látek, popřípadě produktů, které mají vzájemné protichůdné nebo inhibiční účinky, nežádoucí nebo toxické účinky
- b) výskyt nežádoucí nebo zakázané látky v krmivu nebo výskyt doplňkové látky, která není určena pro daný druh a kategorii zvířat

Uvádění do oběhu – držení, skladování, prodej krmiva, popřípadě doplňkové látky nebo premixu za účelem jejich prodeje nebo nabídky k prodeji, popřípadě každý jiný způsob jejich převodu na třetí osobu bezplatně nebo za úplatu

Výrobce – právnická nebo fyzická osoba, která vyrábí nebo zpracovává krmiva, doplňkové látky nebo premixy, má je jako dodavatel v držení před jejich uvedením do oběhu anebo je do oběhu uvádí; výrobcem se rozumí též osoba provozující pojezdnu výrobu krmiv

Dodavatel – právnická nebo fyzická osoba, která má v držení krmivo, doplňkovou látku nebo premix, manipuluje s nimi nebo je uvádí do oběhu

Distributor – právnická nebo fyzická osoba, která zprostředkuje uvedení krmiva, doplňkové látky nebo premixu do oběhu, aniž by daný produkt měla v držení

Dovozce – právnická nebo fyzická osoba, která dováží krmiva, doplňkové látky nebo premixy ze třetích zemí

Členský stát Evropského společenství – státy Evropského hospodářského prostoru a Švýcarská konfederace („členský stát“),

Třetí zemí – země, která není členským státem

Zemědělská prvovýroba – chov hospodářských zvířat, pěstování zemědělských plodin, včetně sklizně, výroba mléka, popřípadě vajec a produkce hospodářských zvířat před porážkou; rovněž zahrnuje lov zvířat, rybolov a sběr volně rostoucích plodů

Stadium výroby, zpracování a distribuce – jakákoli etapa včetně dovozu od prvovýroby potravin až po jejich skladování, přepravu, prodej nebo dodání konečnému spotřebiteli, popřípadě rovněž dovoz, produkce, výroba, skladování, přeprava, distribuce, prodej a dodávání krmných produktů

Krmivářský podnik – soukromý nebo veřejný podnik, ziskový nebo neziskový, který vykonává činnost související s produkcí, výrobou, zpracováním, skladováním, přepravou nebo distribucí krmných produktů, včetně výrobce, který vyrábí, zpracovává nebo skladuje krmivo určené ke krmení zvířat na svém vlastním hospodářství

Provozovatel krmivářského podniku – fyzická nebo právnická osoba odpovědná za plnění požadavků potravinového práva v krmivářském podniku

Požadavky na zařízení pro posklizňovou úpravu zrna obilovin, luštěnin a semen olejnin

Provozovatel zavádí požadavky, které jsou stanoveny výrobcem zařízení a dále požadavky stanovené správnou praxí. Zařízení musí být čistitelné, kontrolovatelné a nesmí negativně ovlivňovat jakost zrna a semen v přírodním stavu.

Předčištění zrna nebo semen v přírodním stavu

Pro předčištění se zpravidla používá jednoduchých rovinných vibračních nebo kruhových třídíčů, které jsou opatřeny vhodným sítím (sítý) k odstraňování makro nečistot.

- Třídí původní zrna nebo semena v přírodním stavu na dvě frakce.
- Třídící zařízení svým výkonem odpovídá výkonu dopravních cest a pokud následuje při posklizňové úpravě sušení nebo konzervace, i výkonu sušárny nebo dávkovacího zařízení pro konzervanty.
- Zařízení má minimálně poškozovat zrno nebo semena a ovlivňovat jejich jakost.
- Zařízení musí být těsné, tzn. umísťovat získané frakce do stanovených dopravních cest, být odsáváno aspirací, aby se zabránilo úniku prachu, a umožňovat obsluhu kontrolu jeho funkce.

Zařízení pro čištění zrna nebo semen

K čištění zrna nebo semen se zpravidla používají třídící zařízení pracující s více funkcemi v kombinaci:

- třídění podle rozměrů a tvaru částic (třídění pomocí více sít s různými rozměry ok nebo jejich tvaru),
- třídění podle aerodynamických vlastností (odsávání lehkých nečistot z proudu zrn nebo semen vzduchem).

Kromě obecných požadavků na **zařízení musí být zařízení vybaveno:**

- sítý s různými rozměry nebo tvarem ok podle tříděných druhů obilovin, luštěnin nebo semen olejnin a obsluha musí být umožněna kontrola jeho funkce.
- plynulou regulací množství odsávaného vzduchu, přičemž musí být těsné a následně umísťovat oddělené frakce do stanovených dopravních cest. Nesmí zhoršovat jakost tříděných zrn a semen.
- musí být uzavřené a vznikající prach musí být odsáván aspirací,

Zařízení pro sušení zrna nebo semen

Sušící zařízení rozdělujeme podle použitého media na přirozeně a uměle sušící, dále podle vlastností sušícího media na sušení studeným nebo teplým vzduchem a sušení kouřovými plyny a podle způsobu odvádění nasyceného sušícího media

z prostoru sušárny, na sušení s odváděním vlhkosti atmosférickým vzduchem (patří sem ohřev kontaktní, dielektrický nebo infra), dále s odváděním vlhkosti za podtlaku vzduchu (vakuové sušení) a sušení s odváděním vlhkosti proudícím vzduchem. Nejčastěji jsou používány k sušení jako medium kouřové plyny ve směsi se vzduchem a vlhkost je odváděna proudem vzduchu. K tomuto způsobu sušení se zpravidla využívá sesypných sušáren, které jsou případně rozděleny do sekcí (předsoušecí, sušící, chladící) a mají zpravidla příčný přívod sušícího media.

Mimo obecných požadavků musí být sušící zařízení vybaveno:

- teplotními čidly, která snímají teplotu sušícího media, teplotu vzduchu v sušících sekcích a v sekci chladící. Množství sušícího a chladícího media má být regulovatelné,
- zařízení musí zabezpečit zchlazení zrna nebo semen na teplotu nižší jak 40 °C. Medium použité k ohřevu vzduchu nesmí negativně ovlivňovat jakost zrna nebo semen, zejména zvýšením obsahu nežádoucích látek (aromatických uhlovodíků) nad stanovený limit,
- musí být zabráněno průniku zplodin, které vznikají při hoření, do sušených zrn a semen.

Zařízení pro aktivní větrání zrna nebo semen

Zařízení je zpravidla instalováno ve skladech obilovin, luštěnin a semen olejnin jako součást skladu pro krátkodobé nebo dlouhodobé skladování.

Zařízení musí být konstruované tak, aby:

- výkon ventilátoru odpovídal potřebné výměně vzduchu v mezizrnovém prostoru. Tlak vhněného vzduchu má odpovídat násypné výšce zrna nebo semen ve skladu a to ve všech místech, do kterých je přiváděn,
- zařízení musí vzduch do zrnové masy rovnoměrně rozvádět (zejména u hangárových nebo podlahových skladů),
- současně má zabezpečovat odvádění vzduchu ze skladovacího prostoru nad skladovanou zásobou,
- sklad má být vybaven zařízením pro měření teploty skladované zásoby nejméně ve třech vrstvách (spodní, střední, horní).

Zařízení k aplikaci konzervačních přípravků

Zařízení je zpravidla instalováno jako součást skladu, který je vyčleněn pro skladování konzervovaných obilovin nebo luštěnin určených pro krmné účely.

Zařízení musí zabezpečovat:

- rovnoměrné dávkování a rozptýlení konzervačního přípravku do podávané masy zrna,
- přesnost nastavení stanovených dávek konzervačního přípravku,
- má být zhotoveno z antikoročního materiálu,
- jeho výkon má odpovídat výkonu dopravních cest ve skladovacím prostoru a výkonu zařízení pro předčištění zrna,
- musí být kontrolovatelné, čistitelné a nesmí negativně ovlivňovat jakost.

Požadavky na zařízení pro zchlazování zrna nebo semen

Pro tento účel posklizňové úpravy se používá buď zařízení pro kontaktní zchlazování zrna nebo semen nebo zařízení využívající jako media zchlazeného vzduchu, které je obdobou aktivního větrání. Zpravidla je součástí skladu a má odpovídat svým chladícím výkonem skladovací kapacitě. Zařízení má zabezpečit:

- rychlé zchlazení skladované masy zrna nebo semen na teplotu nižší jak 10 °C,
- takový objem a tlak vzduchu, který odpovídá objemu zaplněného skladovacího prostoru, který je chlazen a výšce vrstvy zrna nebo semen,
- zařízení nesmí negativně ovlivňovat jakost, má umožňovat kontrolu funkce a být čistitelné – chlazený skladovací prostor musí být vybaven teplotními čidly.

Posklizňová úpravě obilovin, luštěnin a semen olejnin

V průběhu posklizňové úpravy provozovatelé zajistí, aby jednotlivé operace byly řízeny a prováděny tak, aby se předešlo rizikům, která by mohla ohrozit bezpečnost produktů úpravy a tato vyloučila nebo minimalizovala. Produkty posklizňové úpravy musí být chráněny před kontaminací nebo znehodnocením

Posklizňová úprava probíhá ve třech fázích

- příjem obilovin, luštěnin, semen olejnin spojený s tříděním dávek nebo dodávek,
- téhož druhu podle vlhkosti,
- vlastní posklizňovou úpravu (předčištění, pokud je nutné sušení, čištění před uskladněním),
- uskladnění.

Obiloviny, luštěniny a semena olejnin jsou převážně dodávány k posklizňové úpravě ve volné formě. Při příjmu je ověřována hmotnost jednotlivých dávek

a zpravidla současně jsou odebírány dílčí vzorky a vzniklý souhrnný vzorek je upraven na konečný vzorek, který je označen druhem, dodavatelem, datem dodání a zjištěnou hmotností v souladu s plánem kontroly jakosti. Pokud je od téhož dodavatele dodáváno v týž den více dávek, které se významně neliší v jakosti, sestavuje se z konečných vzorků jednotlivých dávek téhož dodavatele skládaný vzorek, který je zkoušen na stanovené jakostní znaky podle plánu kontroly jakosti.

Pokud se zjistí při příjmu u některé dávky zvýšená vlhkost nad hranici vhodnou pro zvolený způsob skladování, oddělují se tyto dávky a provádí se u nich posklizňová úprava sušením. O způsobu oddělení dávek a jejich uložení rozhoduje odpovědná osoba za příjem, posklizňovou úpravu a případně i za následné skladování. V této části správné praxe má být jednoznačně stanoven postup pro případ, že dávka neodpovídá dohodnuté jakosti, například zvýšená vlhkost, obsah nečistot, výskyt cizích pachů, přítomnost živých skladištních škůdců, a jak bude prováděno její oddělení a posklizňová úprava.

Skladování neošetřených dávek nebo dodávek

Pokud při příjmu se zjistí u dávek nebo dodávek obilovin, luštěnin nebo semen olejnin, že svým obsahem, zejména vlhkosti a nečistot, neodpovídají jakosti pro skladování, **musí být odděleně uskladněny a následně upraveny sušením a čištěním**. Skladovaná hmotnost v neupraveném stavu nesmí být vyšší než je kapacita posklizňové úpravy pro daný druh a jako vůdčí hledisko lze považovat vlhkost. Délka dočasného skladování obilovin nebo luštěnin nesmí být delší než 24 hodin, například při vlhkosti zrna obilovin nebo luštěnin vyšší než 17 % nebo u olejnin vyšší než 15 %. Pokud by tato doba byla překročena, dochází ke změně jakosti. Z těchto důvodů je nutné regulovat příjem tak, aby bylo možné takto problematickou zásobu upravit sušením. V případě, že je skládka vybavena účinným aktivním větráním, které dokáže udržovat teplotu skládky pod 25 °C lze dobu skladování prodloužit až na 48 hodin. Uvedené neplatí v případě, že u obilovin a luštěnin se provádí konzervace. V průběhu skladování neošetřených zásob provádí obsluha kontrolu teploty a tuto zaznamenává do provozního deníku.

Postup při předčištění

Předčištění se uskutečňuje vždy, pokud dávky nebo dodávky obilovin, luštěnin nebo semen olejnin obsahují makro nečistoty a to před jejich sušením nebo uskladněním s aktivním větráním, nevykazují-li vlhkost vyšší jak 17 % a teplotu vyšší jak 25 °C nebo před jejich konzervací. Uskutečňuje se na rovinném vibračním síti nebo kruhovém rotačním síti, které je zpravidla osazeno jedním sítem za současné aspirace síta, při které se odsává prach ze zrna nebo semen.

Pokud je prováděno skladování s aktivním větráním nebo konzervace, provádí se místo předčištění přímo čištění. Obsluha před započítím předčištění kontroluje vyprázdnění příjmového koše, nastavení dopravních cest, funkčnost třídícího síta (stav a vhodnost síta) a zaplnění prostoru pro skladování zrna nebo semen a pro shromažďování nebo skladování odpadu po předčištění.

Postup při sušení

Před sušením obsluha zkontroluje, zda je sušárna vyprázdněna, zda jsou správně nastaveny dopravní cesty a zásobník určený pro usušené zrno nebo semena olejnin. Pokud obiloviny, luštěniny nebo semena olejnin vykazují přítomnost makro nečistot, obsluha provádí před sušením ještě předčištění a podle vlhkosti zrna nebo semen určených k sušení nastavuje teplotu vzduchu k sušení. Teplota sušícího media by neměla být vyšší jak 120 °C (u osiva obilovin, luštěnin a sladařského ječmene 80 °C) a její výše se snižuje podle požadované teploty mezizrnového prostoru v předsoušecí a sušící sekci sušárny. Teplota vzduchu v mezizrnovém prostoru by neměla být vyšší jak 80 °C (u osiva obilovin, sladařských ječmenů, luštěnin a semen olejnin nejvýše 60 °C) a teplota zrna by neměla překročit 60 °C u krmných obilovin, 45 °C u potravinářských obilovin a 35 °C u luštěnin a semen olejnin. Podle vlhkosti obilovin, luštěnin a semen olejnin se uskutečňuje sušení buď jednostupňové při vlhkosti do 18 % nebo víceúrovňové při vyšší vlhkosti. Jedním průchodem sušárny lze odpařit při teplotním režimu, který neporušuje jakost zrna nebo semen nejvýše 4 až 5 % vlhkosti a to podle konstrukčního řešení sušárny a použitých sušících teplot. Jako hraniční vlhkost pro sušení, aniž by došlo k poškození jakosti, je u obilovin a luštěnin vlhkost 24 % a u kukuřice 28 %. Vyšší teploty poškozují zejména u pšenice lepek, u osiv obecně a u sladařského ječmene klíčovost. V průběhu sušení obsluha kontroluje teplotu sušícího media, teplotu v mezizrnovém prostoru sušících sekcí a teplotu v mezizrnovém prostoru v chladící sekci. Podle zjištěných teplot provádí korekci teploty výkonem hořáku a nebo rychlostí plnění nebo vyprazdňování sušárny. O kontrole vede záznam v provozním deníku. Usušené zrno nebo semena není vhodné bezprostředně ukládat do hangárového skladu bez aktivního větrání nebo podlahových skladů do násypné výšky vyšší jak 1 m, a to i když teplota mezizrnového prostoru v sušárně nebyla vyšší jak 25 °C. Důvodem je teplotní rozdíl mezi teplotou v mezizrnovém prostoru a vnitřní teplotou zrna nebo semene, která je zpravidla vyšší a vyrovnává se až v průběhu 48 hodin skladování.

Postup při aktivním větrání

Pokud vlhkost zrna obilovin a luštěnin nepřekročí 17 % (vhodnější je jen 16 %) provede, obsluha kontrolu funkce aktivního větrání (kontrola chodu

ventilátorů), vyprázdnění silového zásobníku, u hangárového skladu zkontroluje čistotu přívodů vzduchu, jejich horizontální rozmístění, a pokud ve skladovém prostoru je již uložena zásoba, zkontroluje její teplotu. V případě, že teplota zásoby je vyšší jak 25 °C, neprovádí se další plnění silového zásobníku nebo skladového prostoru a přijímané obiloviny, luštěniny nebo semena olejnin se umísťují do jiného silového zásobníku nebo skladovacího prostoru. Obsluha dále zkontroluje osazení třídicího síta vhodnými síty a provede seřízení vzduchu. Současně kontroluje nastavení dopravních cest, vyprázdnění příjmového koše a stav zaplnění prostoru pro umístění odpadu po čištění. Po té započne s čištěním a ukládáním zrna nebo semen, pokud vykazují teplotu nižší jak 25 °C do vybraného skladovacího prostoru do takové vrstvy, aby bylo možné dosáhnout požadovaného počtu výměn vzduchu v mezizrnovém prostoru. Při vlhkosti 17 % je nutné docílit až 1 500 výměn vzduchu v mezizrnovém prostoru za 24 hodin. Za tímto účelem je nutné znát výkon ventilátoru v objemu vzduchu za jednotku času, přibližný objem mezizrnového prostoru a z výkonu ventilátoru, objemu mezizrnového prostoru a požadovaného počtu výměn vzduchu lze stanovit nejvýše přípustnou násypnou výšku.

Obsluha ventilátory aktivního větrání spouští za předpokladu, že vlhkost okolního vzduchu není vyšší jak 75 %. Denně provádí kontrolu teploty naskladněného zrna nebo semen nejméně ve třech vrstvách (spodní, střední a horní vrstvě), průběžně kontroluje vlhkost naskladňovaného zrna a vlhkost venkovního vzduchu. O kontrole teploty vede záznam v provozním deníku skladu.

Postup při konzervaci

Konzervaci provádíme výhradně u obilovin a luštěnin, které jsou určeny ke krmným účelům a jsou před konzervací vyčištěny. Ke konzervaci se používají výhradně pro tyto účely povolené doplňkové látky ze skupiny konzervantů, které se vyskytují jak v pevném tak v kapalném stavu. Konzervační přípravky se vyskytují zpravidla jako směs několika doplňkových látek, které mohou mít korozivní účinky, patří mezi žiraviny a těkají. Výrobce podle složení stanovuje dávkování nebo u kapalné formy i ředění a bezpečný způsob manipulace. Ukládání konzervovaného zrna se uskutečňuje do vybraného skladovacího prostoru, který konstrukčně a stavebně vyhovuje pro skladování konzervovaných obilovin a luštěnin. Zpravidla by neměl být následně využíván pro skladování obilovin a luštěnin určených pro potravinářské účely. Ke konzervaci lze použít obiloviny nebo luštěniny, pokud jejich vlhkost nepřekročí vlhkost stanovenou výrobcem přípravku, a jsou přečištěny. Zpravidla nejvýše přípustná vlhkost je 30 %. Před započítáním konzervace obsluha provede kontrolu, zda je vyprázdněn příjmový koš, jsou správně nastaveny dopravní cesty, je-li skladovací prostor prázdný a čistý

(pokud již neobsahuje stejný druh konzervovaných obilovin nebo luštěnin), a jak je zaplněn prostor pro ukládání odpadů vzniklých při čištění. Dále obsluha zjistí vlhkost zrna, pokud nebyla stanovena při příjmu, a podle vlhkosti nastaví dávkování konzervačního přípravku, a pokud vyžaduje zředění, provede jeho ředění vodou v poměru stanoveném výrobcem. Po té zahájí naskladňování a v jeho průběhu kontroluje funkci dávkovacího zařízení a u nových dávek přijímaných do skladu podle zjištěné vlhkosti upravuje dávkování přípravku. Teplota obilovin nebo luštěnin před nástřikem by neměla být vyšší jak 25 °C. O prováděných kontrolách vlhkosti, pokud ji zjišťuje, druhu konzervačního přípravku, jeho nastaveném dávkování a teplotě vede evidenci v provozním deníku.

Postup při aktivním větrání chlazeným vzduchem

Postup je totožný s postupem uvedeným u aktivního větrání s tím rozdílem, že vzduch před vháněním do skladované zásoby je zchlazen na teplotu 3 až 5 °C. Pokud je použito aktivní větrání s chlazeným vzduchem, lze skladovat obiloviny a luštěniny až do vlhkosti 20 % za předpokladu, že obiloviny a luštěniny budou v průběhu naskladňování nebo nejdéle do 20 dnů zchlazeny na teplotu nejvýše 10 °C a při této teplotě budou dále udržovány v průběhu skladování. Obsluha mimo úkony uvedené u aktivního větrání pod bodem 4.50, má ještě zkontrolovat chladicí zařízení a v průběhu aktivního větrání kontrolovat mimo teplot skladované zásoby nejméně ve třech vrstvách ještě teplotu zchlazení vzduchu. O zjištěných teplotách vede evidenci v provozním deníku.

Kontrola jakosti obilovin, luštěnin a semen olejnin v průběhu posklizňové úpravy

Mimo prováděnou kontrolu uvedenou u jednotlivých operací uskutečňuje se průběhu posklizňové úpravy nahodilá kontrola úrovně čištění a sušení ve smysluplnou kontrolu jakosti. Pro tyto účely se zpravidla provádějí zkoušky na vlhkost, obsah příměsí a nečistot, jakost lepku a případně u sladařských ječmenů i na klíčivost. Za tímto účelem se odebírají dílčí vzorky v průběhu posklizňové úpravy zezrna nebo semen před umístěním do skladu. Z dílčích vzorků se sestavuje souhrnný konečný vzorek. Jeho obal se uzavírá a označuje druhem zrna nebo semene, datem odběru, případně i přibližnou hmotností, kterou reprezentuje, a stvrzuje se podpisem osoby, která vzorek odebrala a předala ke zkoušení. Frekvenci této kontroly a zkoušené znaky stanovuje plán kontroly jakosti. Zkoušení musí být uskutečněno bezodkladně, neboť podle výsledků upravuje obsluha režim posklizňové úpravy nebo její způsob. Výsledky zkoušení jsou součástí vedené evidence.

Vedení evidence

Provozovatel mimo vedení záznamů o průběhu posklizňové úpravy (kontrola teplot, vlhkosti) vede další navazující evidenci, a to

- a) evidenci o přijaté a vydané hmotnosti podle dodavatelů,
- b) evidenci o přijatých dodávkách, které označil dodavatel, že obsahují, sestávají nebo byly vyrobeny z GMO (dále jen GM produkty). Jako doklad slouží prohlášení dodavatele, zda se jedná o GM produkty či nikoliv, a pokud ano, uvede se jejich název včetně jednoznačného identifikačního kódu (př. „vyrobena z GM sóji MON-04032-6“),
- c) evidenci o výsledcích zkoušení konečných a skládaných vzorků z dávek a dodávek při příjmu, výdeji a z kontrol v průběhu posklizňové úpravy,
- d) evidenci o použití konzervačních přípravků, jejich druhu a spotřebě, včetně skladované zásoby (skladovacího prostoru), kde byly použity,
- e) evidenci o použití asanačních přípravků, která obsahuje, kdo asanaci provedl, jaký druh přípravku a jaké množství bylo použito, včetně označení místa skladovacího prostoru, kde byl použit a výsledku rozboru na přítomnost reziduí,
- f) evidenci o výskytu škůdců v prostoru posklizňové úpravy nebo navazujícího skladu (zpravidla je součástí provozního deníku).

Úklid, čištění a asanace provozních ploch a zařízení posklizňové úpravy včetně navazujících skladů

Provozovatel ve správné praxi uvádí, které prostory mají být uklízeny a čištěny, jakým způsobem, v jaké frekvenci a jakým způsobem má být nakládáno se vzniklými odpady.

Čištění provozního prostoru posklizňové úpravy, navazujícího skladu, technologického zařízení a jeho asanace při jeho přípravě

Technologické zařízení, provozní prostor a navazující sklad má být zbaven zbytků, nečistot a prachu přiměřeným způsobem, který dovoluje jeho konstrukční řešení. Současně se uskutečňuje technická prohlídka technologického zařízení spojená s jeho případnými opravami. Uzavíratelné prostory mají být současně asanovány povolenými přípravky. O ukončené přípravě prostor a asanaci se provádí záznam do provozního deníku a do evidence se zařazuje doklad o provedené asanaci.

Provádění úklidu a čištění provozních prostor, navazujícího skladu a technologického zařízení

Provozní prostory a navazující sklad jsou denně uklíženy a prostor příjmu je uklízen i v průběhu dne podle klimatických podmínek od nečistot zanášených koly dopravních prostředků a od prachu. Čištění technologického zařízení se uskutečňuje při každé změně druhu posklizňově upravovaného zrna nebo semene a pokud se jedná o dávkovací zařízení pro aplikaci konzervačních přípravků má být čištěno denně. O prováděném úklidu a čištění se vede záznam v provozním deníku.

Shromažďování, skladování a likvidace odpadů z posklizňové úpravy

Provozovatel má zpracovat plán, ve kterém jsou uvedena místa shromažďování a skladování (pokud nejsou totožná s místem shromažďování) odpadů. Současně určí způsob jejich shromažďování a skladování. Místo shromažďování je zpravidla v blízkosti místa jejich vzniku. Místo má být prostorově oddělené od ostatních provozních nebo skladovacích prostor, aby se vyloučila možnost záměny nebo kontaminace. Odpady se skladují tak, aby se zabránilo jejich dalšímu rozptýlování a zpravidla se používá pytlů nebo kontejnerů, nebo pokud se jedná o odpady vzniklé při čištění zrna a semen, skladují se volnou formou v prachových komorách nebo vhodných zásobnících. Za odpady považujeme nečistoty vzniklé při čištění zrna nebo semen, zbytky po čištění provozních prostor, technologického zařízení a skladu, smetky vzniklé při úklidu provozních prostor a skladu.

Třídění vzniklých odpadů

Odpady vzniklé při posklizňové úpravě třídíme podle nebezpečí a to na odpady nebezpečné a odpady ostatní. Za nebezpečný odpad považujeme zbytky a nečistoty vzniklé po čištění asanovaného skladu nebo zbytky po čištění dávkovacího zařízení pro konzervační přípravky. Jiné odpady označujeme jako ostatní.

Likvidace odpadů

Likvidaci odpadů smí provádět jen osoba, která pro tuto činnost má oprávnění. Ostatní odpady se zpravidla likvidují kompostováním nebo jsou používány po úpravě k výrobě biopaliv. Nebezpečné odpady se likvidují podle druhu nebezpečí

a zpravidla se spalují ve specializovaných spalovnách. O likvidaci odpadů má likvidující firma předat doklad, ve kterém uvede kategorii odpadu, jeho hmotnost, datum a způsob likvidace, pokud způsob likvidace není uveden v uzavřené smlouvě s provozovatelem posklizňové úpravy.

Zásady vycházejí z požadavků stanovených v nařízení EP a Rady (ES) č. 178/2002, které stanovuje obecné zásady a požadavky zákona o potravinách, zakládá Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin a nařízení EP a Rady (ES) č. 183/2005, které stanovuje požadavky na hygienu krmiv. Dále z nařízení EP a Rady (ES) č. 882/2004 o úředních kontrolách dodržování předpisů o krmivech a potravinách a ustanovení o zdraví zvířat a welfare zvířat a nařízení EP a Rady (ES) č. 852/2004, které stanovuje primární odpovědnost za bezpečnost potravin.

Zásady správné praxe při skladování krmiv, doplňkových látek a premixů se vztahují na výrobce, kteří vyrábějí a skladují

- krmiva (krmné suroviny),
- premixy,
- krmné směsi s použitím doplňkových látek, premixů nebo doplňkových krmiv a na fyzické a právnické osoby, které provádějí jen skladování krmiv (krmných surovin), krmných směsí, doplňkových látek a premixů.

Smluvní skladování

Pokud je skladování uskutečňováno pro jiné právnické nebo fyzické osoby (smluvní skladování), uvede se ve správné praxi za jakých podmínek se uskutečňuje, například podle správné praxe pro skladování krmiv skladištní organizace nebo podle smluvních podmínek, a v tomto případě mají být smluvní podmínky přílohou správné praxe pro skladování.

Provozovatel ve své správné praxi pro skladování uvede

- a) název nebo číslo skladu a název provozu, ve kterém je sklad umístěn,
- b) druhy krmiv (krmných surovin), doplňkových látek a premixů, které v jednotlivých skladech budou umístěny,
- c) popis skladu a jeho technologickou vybavenost,
- d) způsob skladování krmiv (krmných surovin), doplňkových látek a premixů v jednotlivých skladech,

- e) způsob kontroly jakosti při příjmu, v průběhu skladování a při expedici,
- f) vedení evidence o příjmu, skladování, např. údaje o prováděné kontrole jakosti, zjištěných teplotách skladovaných materiálů a o výdeji skladovaných zásob,
- g) způsob vedení reklamací a stažení vadných krmiv, doplňkových látek a premixů,
- h) odpovědnou osobu za skladování podle jednotlivých skladů (uvede se její funkce) a její pravomoci a odpovědnost.

Požadavky na sklady krmiv, doplňkových látek, premixů a jejich technickou vybavenost

Pro skladování jsou používány sklady typu silového, hangárového, podlahového (vícepodlažní sklady) a kombinované a to podle specifických požadavků pro skladované materiály. Dále lze sklady členit ještě podle technologické vybavenosti, která je zpravidla spojena se způsobem skladování, například na sklady pro skladování suchých krmiv (vlhkost méně jak 14 %), sklady vybavené aktivním větráním, sklady vybavené technologií chlazení skladovaných zásob podchlazeným vzduchem nebo sklady upravené pro skladování chemicky konzervovaných krmiv, které jsou vybavené technologií pro aplikaci pro tyto účely povolených konzervačních přípravků.

Provozovatel skladů v této části správné praxe uvádí o jaký typ skladu se jedná, popisuje jeho technologické vybavení, které doplňuje u silových skladů o technologické schéma a u hangárových a podlahových skladů o půdorys hangáru nebo jednotlivých podlah skladu, včetně popisu jednotlivých pozic, a dále uvádí celkovou kapacitu skladu. Pro orientaci jsou uváděny obecné požadavky na sklady a požadavky podle způsobu skladování pro krmiva, doplňkové látky a premixy.

Požadavky na sklady

Skladovací prostory mají umožnit oddělené skladování různých druhů krmiv, doplňkových látek a premixů, včetně možnosti jejich identifikace v průběhu skladování. Mají zabezpečit skladování v suchu a uchování skladovaných krmiv, doplňkových látek a premixů v požadované jakosti (omezení vlivu teploty a vlhkosti). Dále mají být řešeny tak, aby se zabránilo vzájemnému smíchávání jednotlivých druhů nebo kontaminaci nebo znehodnocení. Skladovací prostory pro skladování volnou formou mají být uspořádány tak, aby byla minimalizována možnost samotřídění a v průběhu vyprazdňování nedocházelo k zadržování skladovaných krmiv. Konstrukční řešení skladovacích prostor má umožňovat

jejich čištění, omezení přístupu ptáků a hlodavců, umožňovat kontrolu skladovaných krmiv v průběhu skladování a provádění desinfekce, dezinfekce a deratizace skladů. Ve skladech mají být vyčleněna místa pro skladování odpadů vzniklých při čištění zrnin nebo odpadů vzniklých při čištění skladů, včetně smetků, a pokud jsou tyto odpady skladovány ve volné formě, má být místo uložení odděleno. Sklady smí být využívány jen pro ty druhy materiálů, pro které jsou projektovány a kolaudovány.

Mimo uvedené obecné požadavky by měly sklady pro krmiva splňovat ještě dále uvedené náležitosti specifikované podle druhů a charakteristiky skladovaných krmiv.

Požadavky na sklady pro krmiva skladovaná volnou formou

Pro uvedený způsob skladování jsou zpravidla využívána sila, hangárové sklady nebo sklady kombinované. Jejich konstrukční řešení má omezit vliv klimatických podmínek na skladovaná krmiva, vznik nekontrolovatelných zbytků ve skladovacím prostoru a umožnit čistitelnost skladovacích prostor. Použité stavební materiály nesmí ovlivňovat jakost skladovaných krmiv. Pokud se týká hangárových skladů, má být součástí jejich vybavenosti i přepážky k oddělování skladovaných zásob podle druhu případně i jakosti skladovaných krmiv. Tyto sklady mají být vybaveny dopravními cestami s dostatečnou kapacitou nebo přístupovými místy, umožňující provádění více manipulací se skladovanými krmivy současně (příjem, výdej, ošetřování skladovaných zásob). Sklady mají být vybaveny vhodnou vahou pro zjišťování hmotnosti přijímaných a vydávaných krmiv a při skladování zrnin i zařízením pro jejich čištění. Dopravní cesty mají být bezpečné, tzn. mají zabezpečovat umístění naskladňovaného krmiva do stanoveného skladovacího prostoru, minimalizovat zbytky dopravovaných materiálů v dopravních cestách a v místě příjmu mají být opatřeny zařízením zabraňujícím průniku makro nečistot do skladovaných zásob (rošty na příjmových koších). Povožové cesty k příjmovým košům mají být v dostatečné vzdálenosti od košů zpevněné tak, aby bylo minimalizováno znečištění příjmových košů a podlah skladů.

Požadavky na sklady pro krmiva balená do obalů

Pro tyto účely slouží zpravidla hangárové sklady nebo podlahové sklady vybavené nákladními výtahy nebo sklady kombinované. V těchto skladech se skladují krmiva balená do pytlů nebo vaků umístěných na paletách nebo v kontejnerech. Jejich konstrukční řešení má omezit vliv klimatických podmínek na skladovaná krmiva zejména vniknutí povrchové vody. Jejich podlahová plocha a vybavenost má odpovídat požadavkům pro stanovený způsob skladování a manipulace s krmivy ve skladu. Není přípustné, aby ve skladu s krmivy byly skladovány jiné materiály, které neslouží pro krmné účely.

Požadavky na sklady pro doplňkové látky a premixy

Doplňkové látky a premixy mají být dodávány výhradně balené do obalů, které jsou originálně uzavřené a nejsou poškozené. Z těchto důvodů jsou pro skladování používány zpravidla hangárové sklady, které svou konstrukcí a provedením vyhovují pro skladování zejména doplňkových látek, u kterých lze očekávat vzhledem k teplotě a vlhkosti při skladování vznik chemických reakcí, změnu fyzikálních vlastností a změnu obsahu doplňkových látek. Zpravidla se doporučuje skladovat doplňkové látky při teplotě v rozmezí od 10 do 25 °C při relativní vlhkosti do 65 %. Doplňkové látky a jejich koncentrované premixy vykazují elektrostatický náboj a ve struktuře prášku mohou být výbušné. Některé doplňkové látky mohou při přímém styku ohrozit zdraví člověka a proto sklady doplňkových látek a premixů mají být opatřeny hygienickým zařízením se zdrojem pitné vody. Při manipulaci s doplňkovými látkami je nezbytné používat vhodné ochranné pomůcky (např. respirátor, ochranné brýle, apod.). K uvedeným poznatkům je nutné přihlížet při konstrukci skladů. Sklady dále mají být suché, větratelné, bez přístupu přímého slunečního světla, s vhodnou tepelnou izolací omezující významné kolísání teplot, s nepropustnou a dobře čistitelnou podlahou. Do skladů má být zamezen přístup zvířat a nepovolaných osob. Sklady mají být uzamykatelné a není vhodné, aby v těchto skladech byly skladovány jiné materiály nebo krmiva. Veškeré odpady mají být odděleně skladovány v nepropustných a uzavřených obalech a likvidují se jako nebezpečný odpad (většina doplňkových látek je obtížně biodegradovatelná a zpravidla jsou specificky toxické pro některé druhy zvířat).

Způsoby a podmínky pro skladování krmiv, doplňkových látek a premixů

Obecně platí, že způsob skladování má vycházet ze znalosti jednotlivých druhů krmiv, doplňkových látek a premixů a jejich fyzikálních a chemických vlastností. Pokud nejsou tyto vlastnosti známy, je nutné si vyžádat jejich sdělení od výrobce.

Jedná se zejména o stabilitu skladovaného materiálu v jakosti ve vztahu k vlhkosti, jeho teplotě při naskladňování a v průběhu skladování (z hlediska bezpečného skladování nesmí teplota materiálů překročit 40 °C), jeho struktuře, je-li hygroskopický, výbušný a za jakých podmínek, jaká je jeho teplota vzplanutí nebo vznícení nebo samovznícení, zda má elektrostatický náboj, jaké je jeho chemické složení (vliv zvýšeného obsahu tuku a cukrů) a jaké jsou hygienické podmínky pro lidi a zvířata (toxikologické informace).

Provozovatel skladů v této části správné praxe uvádí ve vztahu ke konkrétnímu skladu jakým způsobem a za jakých podmínek bude krmivo, doplňková látka nebo

premix přijímáno do skladu, skladováno, kontrolováno v průběhu skladování, případně ošetřováno a upravováno a vydáváno. K zpracování může využít i níže uvedené způsoby a podmínky pro skladování.

Způsoby a požadavky na skladování krmiv volnou formou (krmných surovin) nebo balených do obalů v pevném stavu

Podle typu skladu, jeho technologické vybavenosti a druhu skladovaných krmiv je nutné předem stanovit způsob příjmu, tzn. jak budou přijímány jednotlivé zásilky a ověřována jejich hmotnost a jakost, jak bude postupováno pokud některá ze zásilek bude vyžadovat úpravu nebo oddělené uskladnění nebo nebude odpovídat deklarované jakosti. U zásilek krmiv v obalech určit postup pro případ, že některé obaly budou poškozené nebo nesprávně označené nebo označení bude zcela chybět. Jednotlivé zásilky je nutné před přijetím do skladu smyslově posoudit a zjistit jejich vlhkost. Pokud se v zásilce smyslově zjistí přítomnost živých skladištních škůdců nebo zakázaných látek a produktů, nesmí se do skladu přijmout a uskladňují se ve vyčleněném skladu nebo se vrací zpět dodavateli. Pokud zásilky vykazují zvýšenou vlhkost, která neodpovídá skladovacím podmínkám a lze vlhkost upravit sušením nebo vykazují zvýšený obsah nečistot, mají být před uskladněním upraveny sušením a čištěním nebo odděleně uskladněny a vráceny dodavateli.

Způsoby a podmínky pro skladování obilovin, luštěnin a semen olejnin

Vztahuje se k obilovinám, luštěninám a semenům olejnin, které jsou posklizňově upravené, tzn. upravené ve vlhkosti sušením nebo konzervované povolenými doplňkovými látkami určenými ke konzervaci krmiv a jsou vyčištěné, tzn. zbavené organických a minerálních nečistot podle Zásad správné praxe pro posklizňovou úpravu.

Podmínky pro skladování

Obiloviny, luštěniny a semena olejnin jsou schopné přijímat vzdušnou vlhkost zejména jejich části a to klíček a aleuronová vrstva, méně pak slupka. Poškozená zrna mají větší schopnost přijímat vlhkost než zrna nepoškozená. Vlhkost zrnin i po provedené úpravě sušením není stabilní a kolísá vlivem nerovnoměrného rozložení vlhkosti v zrnu, různé sorpční kapacity nesterjné vyvinutých zrn, proměnlivé relativní vlhkosti vzduchu ve skladovacím prostoru a vlivem různé teploty vrstev skladovaných zrnin, která podporuje termodifuzi vlhkosti. Tyto vlivy jsou zvýrazňovány technickým stavem skladů.

Za ještě vyhovující vlhkost pro skladování lze považovat:

- u obilovin a luštěnin skladovaných v suchém stavu (bez aktivního větrání nebo chlazení), vlhkost do 14,0 %,
- u obilovin skladovaných s použitím aktivního větrání nebo umělého chlazení, vlhkost do 17,0 %, při relativní vlhkosti vzduchu do 75 % (u umělého chlazení nesmí teplota masy být vyšší jak 10 °C) a pokud mají být vyloučena rizika spojená s rozvojem plísní, je nutné při aktivním větrání nepřekročit vlhkost 16,0 % a relativní vlhkost vzduchu 65 %,
- u semen olejnin obecně platí nejvýše přípustná vlhkost 8,0 %.

Obiloviny a luštěniny konzervované povolenými doplňkovými látkami povolenými ke konzervaci krmiv se zpravidla skladují do vlhkosti 30,0 % s ohledem na zvýšenou spotřebu konzervačních přípravků a tím i vliv na technický stav skladovacího prostoru a technologického zařízení.

Nerovnoměrné rozložení vlhkosti ve skladované masě zrnin je podporováno i přítomností nečistot, které vykazují rozdílnou vlhkost než skladovaná masa zrnin. Mají jiné sorpční vlastnosti a při skladování je obtížné zabránit jejich samotřídění v masě zrnin a tím vytváření potencionálních ložisek pro vznik vlhkostních a teplotních změn a rozvoj plísní. Z těchto důvodů je nutné minimalizovat obsah nečistot a jako přijatelný se považuje:

- při dlouhodobém skladování (déle jak 6 měsíců) obsah nečistot do 1,0 %.
- při krátkodobém skladování (méně jak 6 měsíců) obsah nečistot do 5,0 %.

V zrně však nesmí překročit podíl semen svízele 0,5 % a semen plevelů obsahující alkaloidy, glykosidy nebo jiné jedovaté látky 3,0 %.

Způsob skladování

Obiloviny, luštěniny a semena olejnin se skladují zpravidla volnou formou v silových, hangárových, podlahových nebo kombinovaných skladech. Skladový prostor by měl vyhovovat obecným požadavkům pro skladové prostory, které jsou uvedeny pod bodem 2.11. Zejména by skladové prostory měly omezovat působení klimatických vlivů. Pro skladování s použitím aktivního větrání se zpravidla používají jen silové a hangárové sklady, které jsou pro tento účel vybavené vhodnou technologií umožňující rovnoměrné rozvrstvení skladované masy a rozptýlení vzduchu po celé ploše skladového prostoru. Tlak přiváděného vzduchu k aktivnímu větrání má být nejméně 2,9 kPa což odpovídá tlakovému spádu 300 mm vodního sloupce. Množství přiváděného vzduchu k aktivnímu větrání je nutné stanovit podle objemu odhadnutého mezizrnového prostoru a pro docílení účinného zchlazení je nutné docílit u zrnové masy o vlhkosti do 15 % nejméně 200 výměn vzduchu a při vlhkosti do 17 % 800 výměn vzduchu ve skladované zrnové masě za 24 hodin. Pokud technologické zařízení tuto výměnu neumožňuje, je nutné snížit výšku skladované masy nebo provést úpravu zrnin sušením.

Pokud konstrukční řešení skladových prostor s aktivním větráním umožňuje samotřídění zrnin při jejich příjmu do skladového prostoru, je nutné minimalizovat podíl nečistot, zejména prachových částic čištěním a tím zlepšit prostupnost vzduchu a vyloučit vznik míst s kondenzací vodních par. Při používání aktivního větrání v silových skladech je nutné nejen zaručit dostatečný přívod vzduchu, ale současně řešit i jeho účinné odsávání ze skladového prostoru nad skladovanými zrninami.

Používání aktivního větrání ze zchlazeným vzduchem za účelem stabilizace zrna při vlhkosti do 17 %, je pro větší skladovací kapacity provozně nákladné, neboť pro docílení stability při uvedené vlhkosti je nutné, aby ve skladovacím prostoru byla teplota do 10 °C. Z těchto důvodů je užívání aktivního větrání zchlazeným vzduchem vhodné jen pro skládky zrnin s vyšší vlhkostí před jejich posklizňovou úpravou, pokud není dostatečná sušící kapacita.

Používání konzervace povolenými doplňkovými látkami povolenými ke konzervaci krmiv lze uskutečňovat jen pokud jsou obiloviny nebo luštěniny určeny pro krmné účely. Pro skladování je nutné vyčlenit vhodné skladové prostory vybavené aplikačním zařízením pro konzervační přípravky, které zaručuje dodržení stanovených dávek konzervačních přípravků a jejich rovnoměrné rozptýlení do zrna. Skladové prostory a jejich technologické zařízení má být povrchově chráněné proti vlivu exhalátů z konzervačních přípravků, dokonale větrané a opatřené hygienickým zařízením se zdrojem vody. V průběhu aplikace je nutné zjišťovat u každé zásilky, pokud je dodávána od různých dodavatelů vlhkost zrna. Jedná-li se o téhož dodavatele, je nutné zjišťovat vlhkost nejméně třikrát denně a podle zjištěné vlhkosti upravovat dávkování konzervačního přípravku. Pro skladování konzervovaných obilovin a luštěnin jsou proto nejvhodnější hangárové sklady. Skladovací prostor není vhodné následně používat pro skladování obilovin nebo luštěnin určených pro potravinářské zpracování.

Kontrola zrnin v průběhu skladování

Po zaplnění skladovacího prostoru zrninami o uvedené nejvýše přípustné vlhkosti a teplotě je nutné:

- a) v období posklizňového dozrávání provádět denně kontrolu teploty nejméně ve třech vrstvách a to nad úroveň konické části silové buňky nebo podlahy, ve středu vrstvy a v horní vrstvě,
- b) po posklizňovém dozrávání je nutné provádět kontrolu teploty nejméně dvakrát týdně v uvedených vrstvách pod písmenem a),
- c) pokud se zjistí v některé vrstvě teplota vyšší jak 30 °C je nutné přikročit k ošetření zrnin a po ošetření opět provádět nejméně po dobu jednoho týdne denní kontrolu teploty,
- d) při ošetřování současně se odebírají dílčí vzorky při přetahování a smyslově se

posuzuje přítomnost živých škůdců a výskyt cizích pachů. Z dílčích vzorků se sestavuje souhrnný a konečný vzorek pro stanovení vlhkosti, případně dalších znaků.

System kontroly jakosti skladovaných zrnin jakož i počty odebíraných konečných vzorků, druhy a frekvence zkoušených vzorků a jakostních znaků stanovuje „Plán kontroly jakosti“ provozovatele, který je nedílnou součástí správné praxe pro skladování.

Způsoby ošetřování zrnin v průběhu skladování

V průběhu skladování zrnin se podle jejich stavu (výskyt zvýšené teploty, skladištních škůdců) provádí zpravidla následující ošetření:

Při výskytu zvýšené teploty:

- a) pokud jsou skladové prostory vybavené aktivním větráním a relativní vlhkost venkovního vzduchu je méně než 75 %, respektive 65 %, uvedeme aktivní větrání v nepřetržitou činnost a to až do docílení teploty nižší jak 25 °C ve všech vrstvách,
- b) pokud skladové prostory nejsou vybavené aktivním větráním nebo nelze aktivní větrání použít pro zvýšenou relativní vlhkost venkovního vzduchu nebo se aktivním větráním nedaří teplotu zrnové masy snížit, přistoupíme k přetahování (přemístění) do volného skladovacího prostoru za současného přečistění a provzdušnění zrna pokud sklad je vybaven čistící stanicí, nebo použijeme sušícího zařízení bez ohřevu vzduchu. Současně odebíráme dílčí vzorky a zjišťujeme vlhkost zrna a přítomnost skladištních škůdců,
- c) pokud se prokáže zvýšená vlhkost nad 15 % nebo u aktivního větrání nad 17 %, provedeme současně přesušení zrna.

Při výskytu skladištních škůdců:

- a) provádíme přetažení (přemístění) skladované zásoby za současného čištění a v průběhu přetahování necháme provést aplikaci oprávněnou osobou povolených desinsekčních přípravků. Odpady z čištění po ukončení přetahování bezprostředně likvidujeme,
- b) pokud ve skladovacím prostoru nebo za daných podmínek (nevhodná teplota) nelze provést asanaci, přemístíme napadenou zásobu do vyčleněného dobře čistitelného skladu, kde následně provedeme asanaci,
- c) po provedené asanaci a uplynutí stanovené ochranné lhůty podle použitých asanačních přípravků, provedeme odběr konečného vzorku (vzorků) pro ověření přítomnosti reziduí z přípravku. Pokud není překročen nejvyšší přípustný obsah reziduí uvolníme skladovanou zásobu k použití.

Způsoby a podmínky pro skladování mlýnských výrobků

Vztahuje se k mlýnským výrobkům, které jsou určeny pro krmné účely. Nejčastěji se bude jednat o krmné mouky a otruby, které jsou dodávány převážně ve volné formě, méně často se setkáváme s obilními klíčky a slupkami. Mlýnské krmné výrobky, které obsahují zvýšený podíl obalových částic zrna jsou vlivem zvlhčování a kondicionování zrna před mletím značně nestabilní ve vlhkosti. Uvedené je způsobeno volnou vlhkostí, která zejména změnami teploty při jejich přepravě nebo skladování se lokálně uvolňuje a vytváří podmínky pro vznik plísní a to zejména pokud jsou volně přepravovány a skladovány. K této skutečnosti je nutné přihlížet při volbě podmínek a způsobu skladování. Obilní klíčky s ohledem na zvýšený obsah tuku je problematické dlouhodobě skladovat.

Podmínky pro skladování

Zásadou u mlýnských výrobků je, že je nelze dlouhodobě ve volné formě skladovat a proto přijímaná hmotnost by měla odpovídat přibližně nejvýše jejich čtrnáctidenní potřebě. Obdobné platí i pro obilní klíčky balené do obalů. Při příjmu mlýnských výrobků provádíme smyslovou kontrolu, zda se nevyskytují v zásilce hroudy, výrobky mají typickou barvu, nevykazují cizí pach a zda neobsahují skladištní škůdce (zavíječ moučný, roztoč moučný). V případě, že se smyslově zjistí některá z výše uvedených změn, zastavujeme příjem mlýnského výrobku a výrobek buď vrátíme dodavateli nebo jej odděleně uskladníme a dále postupujeme podle „reklamačního řádu“ a smluvních podmínek.

Pokud jsou mlýnské výrobky dodávány v obalech, mají být tyto obaly prodyšné (nikoliv obaly PE) a mohou být vrstveny na paletách. Každý obal má být označen.

Způsob skladování

Mlýnské výrobky dodávané ve volné formě zpravidla skladujeme v silových zásobnících a jako méně vhodné pro volnou formu skladování považujeme hangárové sklady. Výjimkou jsou obilní slupky, které pokud jsou dodávány ve volné formě skladujeme v hangárových skladech. Za nevhodné pro volnou formu skladování považujeme podlahové nebo kombinované sklady. Pokud skladujeme mlýnské výrobky v silových zásobnících, které nemají izolovaný zevní plášť nebo nejsou obestavěné, umísťujeme je do středových nikoliv obvodových zásobníků.

Silové zásobníky mají mít vnitřní stěny rovné a jejich výpustní část má vykazovat úhel 65°. Při menším úhlu je nebezpečí, že při vyprazdňování budou výrobky vytvářet ve výpustní části klenby.

Pokud jsou dodávány mlýnské výrobky balené (pytle, vaky, kontejnery) jsou umístěny na paletách (mimo kontejnery) a podle typu skladu lze palety umísťovat nad sebou, nejvýše však do dvou vrstev. Do skladu umísťujeme jen obaly neporušené a pokud došlo k jejich poškození při manipulaci ve skladu, provádíme bezprostředně přebalení a označení. Vzniklé smetky odstraňujeme jako odpad. Pro skladování se zpravidla využívají hangárové nebo podlahové nebo kombinované sklady. Sklady pro mlýnské výrobky mají být suché a větratelné. Pokud jsou dodávány mlýnské výrobky v obalech, lze je skladovat po dobu minimální trvanlivosti.

Způsoby a podmínky pro skladování extrahovaných šrotů a expelerů

Extrahované šroty a expelery, s výjimkou výrobků u nichž je prováděna tepelná úprava (toastování), lze považovat za stabilní ve vlhkosti a málo hygroskopické. Některé druhy extrahovaných šrotů a expelerů jsou dodávány jako loupané nebo částečně loupané nebo neloupané. Jedná se zejména o výrobky ze sojových nebo kakaových bobů, semen slunečnice a bavlníku. Výrobky neloupané ze semen slunečnice mají sníženou sypanost a proto není vhodné je dlouhodobě skladovat v silových zásobnících. Obdobně platí i pro expelery s vyšším obsahem tuku jak 10 %. Obecně platí pro veškeré expelery pokud nejsou stabilizované tepelně nebo antioxidanty, mají být skladovány jen krátkodobě, neboť vlivem technologického zpracování dochází k rychlé oxidaci tuku a nejsou vhodné pro krmné účely.

Podmínky pro skladování

U zásilek extrahovaných šrotů nebo expelerů je nutné kontrolovat jejich teplotu, neboť zejména u zásilek extrahovaných šrotů bezprostředně po výrobě se může vyskytovat i zvýšená teplota nad 40 °C. Zásilky dodané se zvýšenou teplotou je nutné odděleně uskladnit v nízké vrstvě a ponechat zchladnout. Extrahované šroty vykazují zvýšenou prašnost a proto při manipulaci je nutné dopravní cesty i silové zásobníky aspirovat. Protože jednotlivé druhy extrahovaných šrotů a expelerů včetně jejich technologické úpravy loupáním, jsou různě vhodné pro druhy a kategorie hospodářských zvířat, je nutné při skladování vytvořit takové podmínky, aby byly podle druhu a technologické úpravy odděleně skladovány a zabráněno se jejich pomíchání. Při příjmu tepelně upravených extrahovaných šrotů zejména sojových je nutné věnovat pozornost vlhkosti a za stabilní lze považovat vlhkost nejvýše 13,0 %. Pokud vykazují extrahované šroty vyšší vlhkost je nutné je odděleně uskladnit do vrstvy nepřesahující jeden metr a určit je k urychlenému zpracování.

Způsob skladování

Extrahované šroty a expelery se převážně dodávají ve volné formě minimálně jsou pro menší odběratele dodávány ve vacích nebo kontejnerech. Extrahované šroty s výjimkou extrahovaného šrotu z neloupaných slunečnicových semen a expelery s obsahem tuku do 10 % lze skladovat v silových, hangárových, podlahových a kombinovaných skladech. Extrahovaný šrot z neloupaných semen slunečnice jakož i expelery s vyšším obsahem tuku jak 10 % lze skladovat ve volné formě jen v hangárových skladech. Sklady mají být suché a dobře větratelné.

Pokud jsou dodávány ve vacích je nutné vaky umístit ve skladu na palety. Palety lze ve skladu vrstvit.

Způsoby a podmínky pro skladování sušárenských krmiv

Výrobky získané umělým sušením zpravidla v horkovzdušných sušárnách jsou značně hygroskopické. Pokud jsou upraveny granulováním, jejich hygroskopicita se snižuje, ale vzniká nebezpečí uvolňování volné vlhkosti v průběhu skladování a vytváření podmínek pro rozvoj plísní a možnost samovznícení. Mimo to některá sušárenská krmiva vykazují zvýšený obsah cukrů, který rovněž ovlivňuje jejich stabilitu.

Tyto faktory omezují způsob skladování i typ skladu. V této skupině krmiv se setkáváme nejčastěji s úsušky píce, sušenými cukrovarskými řízký, sušeným pivovarským mlátem, odpadními sladařskými produkty (sladový květ, sladový prach, sladové slupky), sušenými brambory, sušenými ovocnými výlisky a sušenými lihovarskými výpalky.

Podmínky pro skladování

S ohledem na značnou hygroskopicitu těchto výrobků, prašnost, nízkou objemovou hmotnost a sníženou sypanost, vyžadujeme u objemných sušených výrobků (cukrovarské řízký, pivovarské mláto, píce, sladařské produkty, ovocné výlisky) úpravu granulováním. U sušených krmiv, pokud je hodláme dlouhodobě skladovat, nesmí vlhkost překročit 12,0 % a to i za předpokladu, že jsou granulované a zchlazené na teplotu nejvýše 25 °C. Krátkodobě lze skladovat sušená krmiva i do vlhkosti 14,0 % za předpokladu, že se jedná o suchý a větraný sklad. Rovnovážnou vlhkost dosahují sušená krmiva cca po 3 týdnech od výroby, pokud jsou skladována ve vhodných skladech. Rovnovážná vlhkost se pohybuje podle druhu sušeného krmiva v rozmezí 10 až 13 % při relativní vlhkosti vzduchu do 75 %.

Pokud se u přejímaných zásilek vyskytne zvýšená teplota nebo vlhkost, skladujeme je odděleně, volnou formou, ve vrstvě nepřesahující jeden metr.

Způsob skladování

Pro dlouhodobé skladování sušených krmiv balených do obalů nebo dodaných ve volné formě, jsou nejvhodnější hangárové sklady umožňující manipulaci průběhu skladování. Pro krátkodobé skladování sušených krmiv lze použít i silové zásobníky za předpokladu, že je denně kontrolována teplota skladované zásoby. Sušená krmiva o vlhkosti do 14,0 % lze dlouhodobě skladovat i v obalech, například ohradových paletách, kontejnerech, vacích nebo papírových obalech za předpokladu, že palety s obaly nebo kontejnery nejsou vrstveny, mezi řadami palet je dostatečný prostor pro manipulaci a skladovací prostor je suchý a větratelný.

Skladování sušených krmiv o vlhkosti vyšší jak 14,0 % je nebezpečné pro možnost samovznícení.

Způsoby a podmínky pro skladování sušených mléčných výrobků

Z této skupiny produktů se nejčastěji vyskytuje sušená syrovátka různě technologicky upravená (částečně nebo zcela odcukřená nebo demineralizovaná), sušené mléko odtučněné a sušené podmáslí. Sušené mléčné produkty (zejména sušené syrovátky) ve struktuře prášku jsou značně hygroskopické. Mimo to obsahují některé látky, které mají nízký bod tání (např. sušená syrovátka obsahuje více jak 65 % laktózy) a jsou proto obtížně skladovatelné.

Podmínky pro skladování

Sušené mléčné produkty, pokud nejsou technologicky upravené fluidní aglomerací nebo granulováním, mají být výhradně skladovány balené do neprodyšných obalů (pytlů s PE vložkou nebo vaků opatřených impregnační vrstvou), které jsou originálně uzavřené. Výjimkou jsou hermeticky uzavíratelné silové zásobníky, ve kterých lze skladovat sušené mléčné produkty volnou formou za předpokladu, že jsou vybavené pneudopravou se vzduchovými uzávěry. Teplota ve skladovacím prostoru by neměla překročit 40 °C. S ohledem na značnou jejich hygroskopicitu nesmí jejich vlhkost při příjmu a skladování překročit následující hodnoty:

- u sušeného odtučněného mléka 5,0 %,
- u sušeného podmáslí 6,0 %,

- u sušené syrovátky včetně různých technologických úprav a mléčného albuminu 8,0 %,
- u kaseinu 10,0 %.

Teplota sušených mléčných produktů nesmí být vyšší než je teplota vzduchu.

Způsob skladování

Pro skladování se nejčastěji používány hangárové nebo podlahové sklady, jejichž střešní konstrukce i obvodový plášť má při dlouhodobém skladování dostatečnou tepelnou izolační schopnost. Sklady mají být suché a větratelné. Obaly se sušenými mléčnými produkty se ukládají na palety a palety s obaly se sušenou syrovátkou ve struktuře prášku nesmí být vrstveny nad sebou. Výjimkou ve způsobu skladování jsou aglomerované nebo granulované sušené mléčné produkty, které lze krátkodobě skladovat i volnou formou v silových zásobnících, které mají rovné stěny a jsou obvodově tepelně izolované nebo jsou umístěné v obestavěném prostoru. Za obdobných podmínek lze krátkodobě skladovat i sušené mléčné produkty ve struktuře prášku v hermeticky uzavřených silových zásobnících.

Způsoby a podmínky pro skladování rybí moučky

Rybí moučka patří mezi méně hygroskopická krmiva. Obsah tuku, který kolísá podle druhu rybí moučky mezi 8 až 13 % a její moučná struktura ovlivňuje skladovatelnost a způsob skladování. Mimo to nesmí být zkrmována přežvýkavcům a z těchto důvodů pokud je dodávána ve volné formě má být skladována odděleně ve vyčleněném schváleném skladovacím prostoru při dodržení požadavků stanovených nařízením (ES) č. 999/2001 (příloha IV).

Podmínky pro skladování

Rybí moučka je hygroskopická. pokud má být skladována, nesmí obsahovat více jak 10,0 % vlhkosti. Je zpravidla dodávána ve volné formě, méně již balená do vaků nebo papírových obalů opatřených impregnační vrstvou. Obsah tuku a moučná struktura zhoršuje sypanost a při delším skladování v silových zásobnících může vytvářet při vyprazdňování klenby. Pokud je skladována ve volné formě, je nutné ji umísťovat do silových zásobníků, které jsou opláštěné nebo tepelně izolované nebo nejsou obvodově umístěné. Sklad má být suchý a dobře větratelný.

Způsob skladování

Rybí moučku lze skladovat ve vyčleněných a schválených silových nebo hangárových skladech, méně vhodné jsou podlahové nebo kombinované sklady. S ohledem na její vlastnosti nelze ji dlouhodobě skladovat ve volné formě v silových zásobnících. Jako nejvhodnější způsob při dlouhodobějším skladování (více jak 3 měsíce) lze považovat skladování v obalech (pytle, vaky, kontejnery).

Způsoby a podmínky pro skladování krmiv minerálního původu

Nejčastěji se setkáváme s následujícími druhy krmiv minerálního původu a to uhličitánem vápenatým, uhličitánem hořečnato-vápenatým, dihydrogenfosforečnanem a hydrogenfosforečnanem vápenatým, dihydrogenfosforečnanem a hydrogenfosforečnanem hořečnatým, hydrogenuhlíčanem sodným, uhličitánem sodným a chloridem sodným. Tato krmiva jsou dodávána v různé struktuře např. moučné s různou velikostí frakcí, krystalické nebo granulátu a podle struktury je nutné volit skladovací podmínky a způsob skladování. Volnou formou nelze skladovat chlorid sodný, pokud není stabilizován povolenými pomocnými technickými látkami proti spékání. V žádném případě nelze skladovat volnou formou hydrogenuhlíčan sodný nebo uhličitán sodný. Veškeré fosforečnany ve struktuře krystalické nelze skladovat volnou formou v silových zásobnících déle jak tři týdny (nebezpečí vzniku nálepu na stěnách a vytváření hrudovité struktury).

Původní vlhkost (mimo krystalickou vodu) zpravidla u krmiv minerálního původu nepřesahuje 1,0%. Za silně hygroskopický lze považovat hydrogenuhlíčan sodný, uhličitán sodný a chlorid sodný. Jako méně hygroskopické lze považovat veškeré fosforečnany v krystalické struktuře a za nehygroskopické lze považovat uhličitany vápenaté a fosforečnany ve struktuře granulátu. Při skladování a manipulaci s krmivy minerálního původu má být seznámena odpovědná osoba s jejich bezpečnostními listy.

Podmínky pro skladování

Pokud jsou krmiva minerálního původu skladována v silových zásobnících, je nutné opatřit tyto zásobníky ve výpustní části vzduchovým čeřícím zařízením. Důvodem je jejich zhutňování ve výpustní části, pokud není prováděn jejich výdej ze zásobníku. Čeření je nutné uskutečňovat jen na počátku vyprazdňování zásobníku a v případech, kdy při vyprazdňování je nutné uvolnit vzniklou klenbu. Trvalé čeření se nedoporučuje. Hydrogenuhlíčan sodný a uhličitán sodný nesmí být při skladování vystaven teplotě vyšší než 60 °C, neboť dochází ke změně struktury a spékání. Oba druhy ve styku s kyselinami silně reagují za současného

uvolňování plynu (CO₂). Sklady určené pro skladování krmiv minerálního původu mají být suché a větratelné. Silové zásobníky mají být opatřeny, pokud jsou pneumaticky plněny účinnou aspirací.

Způsob skladování

Uhličitany vápenaté se převážně skladují v silových zásobnících s dostatečnou kapacitní rezervou zejména při skladování moučné struktury, neboť při jejich plnění dochází k vzdušné flotaci, která zvyšuje objem až o 30 %. Silové zásobníky pro fosforečnany pokud nejsou ve struktuře granulátu, mají být buď tepelně izolované nebo obestavěné, aby se zabránilo přímému ohřevu stěn zásobníku a vytváření nálepu. Pokud jsou dodávány uhličitany vápenaté nebo fosforečnany ve struktuře granulované balené do obalů (papírových pytlů, vaků), umísťují se obaly na palety, které lze vrstvit. Uhličitany sodné a chlorid sodný je vhodné skladovat výhradně v obalech (pytle, vaky), které se umísťují na palety a palety není vhodné vrstvit. Krmiva minerálního původu, které jsou balené do obalů, lze skladovat v hangárových, podlahových nebo kombinovaných skladech za předpokladu, že splňují výše stanovené podmínky pro skladování.

Způsoby a podmínky pro skladování ostatních krmiv v pevném stavu

Jedná se především o méně často se vyskytující krmiva, například obilní lepky, škroby, cukry, kukuřičné klíčky, sojoproteinový koncentrát a bramborovou bílkovinu. Tato krmiva jsou hygroskopická a jejich vlhkost by neměla při skladování překročit u cukru 0,5 %, u ostatních krmiv 10,0 %, s výjimkou škrobů, kde nesmí překročit 20,0 %. S ohledem na hygroskopičnost a omezenou spotřebu se tato krmiva převážně skladují balená do obalů (pytlů s impregnační vložkou nebo vaků), které se ukládají na palety. Pro skladování se zpravidla používají hangárové nebo podlahové sklady, které jsou suché a větratelné

Způsoby a podmínky pro skladování sušených kvasnic

V této skupině krmiv se setkáváme nejčastěji se sušenými kvasnicemi pivovarskými, u kterých se jedná o mikroorganismus *Saccharomyces cerevisiae* a sušenými kvasnicemi typu Vitex, u kterých se jedná o mikroorganismus *Kluiveromyces fragilis*, získané fermentací hydrolyzátu vlákniny dřeva. Sušené kvasnice jsou převážně dodávány ve struktuře prášku nebo jemných šupinek a jsou hygroskopické. Jejich vlhkost by neměla překročit před skladováním 7,0 %. Pokud jsou ve struktuře prášku nebo šupinek, nelze je pro hygroskopicitu skladovat ve

volné formě v silových zásobnících. V případě, že jsou ve struktuře granulované, lze je skladovat i ve volné formě v silových zásobnících za předpokladu, že tyto zásobníky jsou tepelně izolované nebo jsou opláštěné. Nejvhodnější způsob skladování sušených krmných kvasnic je v obalech (papírové pytle s impregnační vrstvou nebo vaky). Obaly se ukládají na palety, které lze ukládat ve dvou vrstvách. Pro tyto účely skladování jsou vhodné hangárové nebo podlahové sklady, které jsou suché.

Způsoby a podmínky pro skladování kapalných krmiv (krmných surovin)

V této skupině krmiv se nejčastěji při skladování setkáváme s živočišným tukem, rostlinnými oleji a řepnou nebo třtinovou melasou. Živočišný tuk a rostlinné oleje obsahují nejvýše 2,0 % vlhkosti. V kapalném stavu bez ohledu na teplotu se vyskytují jen rostlinné oleje s výjimkou palmojádrového, který tak jako živočišné tuky se převádí do kapalného stavu až při teplotě vyšší jak 45–55 °C. Pokud se vyskytují v nestabilizované formě (stabilizace povolenými doplňkovými látkami ze skupiny antioxidantů), lze je jen krátkodobě skladovat.

Podmínky pro skladování

Pro skladování směsných živočišných tuků musí být vyčleněny skladovací tanky, do kterých nesmí být uskladněny rostlinné oleje aniž by tanky byly dokonale vyčištěny. Skladování tuků a olejů se uskutečňuje při běžných teplotách okolního vzduchu a jen v případě odběru skladované zásoby živočišného tuku nebo rostlinného oleje palmojádrového se uskutečňuje ohřev na teplotu 45–55 °C. Ohřev se uskutečňuje zpravidla nepřímým způsobem parou a vyhřívací zařízení nesmí v průběhu skladování propouštět vodu do tuku nebo oleje. Skladovací tanky mají být kontrolovatelné a čistitelné, tzn. že do vnitřního prostoru tanku musí být umožněn bezpečný vstup. Pokud se po vyprázdnění tanku zjistí přítomnost sedimentu, provede se jeho vypuštění před příjmem nové zásilky.

Způsob skladování

Živočišné tuky a rostlinný olej palmový se výhradně skladuje volnou formou zpravidla v uzavřených stojatých tancích, které jsou opatřeny ohřívacím zařízením pro nepřímý ohřev, jejichž spodní část je opatřena odkalovacím ventilem. Vyhřívací zařízení je vhodné zhotovit z antikoročních materiálů, aby se preventivně zabránilo perforaci a pronikání kondenzátu do skladovaného tuku

nebo oleje. Vyprazdňování tanku se uskutečňuje nad úrovní dna tak, aby vznikl prostor pro sedimentaci pevných částic. Jeho objem by měl představovat nejméně 2 % z celkové skladovací kapacity tanku. Ostatní rostlinné oleje lze volnou formou skladovat v obdobně řešených stojatých uzavřených tancích bez vyhřívacího zařízení nebo v plastových kontejnerech, které se umístí do hangárového skladu. Tanky mají být opatřeny z požárně bezpečnostních důvodů záchytnou jímkou a obdobně má být řešeno i místo pro skladování kontejnerů.

Způsoby a požadavky na skladování premixů a doplňkových látek v pevném nebo kapalném stavu s výjimkou aminokyselin, močoviny a amonných solí

Každý, kdo manipuluje nebo skladuje doplňkové látky, má být seznámen s jejich bezpečnostními listy. Důvodem je, že některé z nich mohou být pro zdraví lidí nebezpečné, nebo nejsou biodegradovatelné. Z těchto důvodů mají být doplňkové látky skladovány samostatně v uzamykatelných skladech a není přípustné ve skladovacím prostoru současně skladovat krmiva nebo premixy. Většina doplňkových látek je hygroskopická a termolabilní již při teplotách 20–25 °C. Prach některých doplňkových látek má při určité koncentraci v uzavřeném prostoru explozivní účinky. Tyto vlastnosti se částečně přenášejí i do jejich premixů. Doplňkové látky a jejich premixy mají být ke skladování přejímány výhradně v originálně uzavřených obalech (pytlích, nádobách, kontejnerech), které nesmí být poškozené.

Podmínky pro skladování doplňkových látek a premixů

Doplňkové látky se skladují v suchých, větraných, vhodně tepelně izolovaných skladech s řízenou regulací teploty (teplota nemá překročit 25 °C) a do skladu má být zamezeno vniknutí povrchové vody. Podlaha skladu doplňkových látek má být dobře čistitelná (omezovat prašnost a možnost vzniku statického náboje) a prostor, kde se manipuluje s doplňkovými látkami má být aspirován. Premixy lze skladovat v suchých a větraných skladech, které jsou vhodně tepelně izolované a do skladu je zamezeno vniknutí povrchové vody. Podlaha skladu má být dobře čistitelná. Sklady doplňkových látek a premixů mají být uzamykatelné a přístup do skladu má jen odpovědná osoba.

Způsob skladování

Doplňkové látky a premixy určené pro skladování mají být baleny do neprodyšných obalů (papírových pytlů s impregnací, uzavíratelných vaků nebo

kontejnerů) nebo nádob. Obaly s doplňkovými látkami a premixy se umísťují na palety ve vrstvách. Palety nesmí být vrstveny a umísťují se tak, aby byly odděleně a přehledně skladovány jednotlivé druhy a šarže doplňkových látek a partie premixů. Pro skladování doplňkových látek jsou nejvhodnější uzavřené přízemní místnosti s dostatečnou plochou pro umístění palet na podlahu skladu nebo do paletových regálů, které jsou přístupné pro manipulační prostředky. Premixy doplňkových látek se skladují zpravidla v hangárových nebo podlahových skladech s dostatečnou plochou pro oddělené skladování palet s premixy a možnost jejich manipulace.

Způsoby, požadavky a podmínky pro skladování močoviny, amonných solí a aminokyselin v pevném nebo kapalném stavu

Močovina, amonné sole a aminokyseliny jsou silně hygroskopické. Zpravidla jsou aminokyseliny v pevném stavu baleny do pytlů nebo vaků s impregnací dokonale uzavřené. V kapalném stavu jsou zpravidla dodávány v uzavřených plastových nádobách nebo jsou dodávány ve volné formě. Močovina a amonné sole v pevném stavu jsou baleny do obalů (PE pytlů a uzavíratelných vaků s nástřikem PE). Amonné soli v kapalném stavu jsou zpravidla dodávány v uzavřených plastových nádobách nebo jsou dodávány ve volné formě. Obaly se umísťují na palety ve vrstvách a palety lze vrstvit (nejvýše dvě vrstvy). Pro skladování aminokyselin, močoviny a amonných solí balených do obalů, nebo nádob nebo kontejnerů se nejčastěji používá hangárových nebo podlahových skladů, které jsou suché, dobře větratelné s dostatečně velkou podlahovou plochou, která umožňuje oddělené skladování jednotlivých druhů a manipulaci s paletami. Aminokyseliny a amonné sole v kapalném stavu dodávané ve volné formě se skladují v úschovných tancích z antikoročních materiálů, z kterých mají být zhotoveny i dopravní cesty. Úschovné tanky mají být čistitelné, kontrolovatelné, opatřené zařízením pro kontrolu naplnění a mají být umístěny v prostoru chráněném bezpečnostní vanou. Společně ve stejném skladu lze skladovat i jiná krmiva za předpokladu, že jsou odděleně uskladněna.

Vlastní postup při skladování krmiv, doplňkových látek a premixů

V této části provozovatel skladů uvádí způsoby a postupy při příjmu, kontrole skladování a výdeji obecně pro své sklady a pokud se mezi sklady tyto způsoby a postupy liší i pro jednotlivé sklady. Dále uvede postup při skladování stažených výrobků.

Postup při příjmu krmiv, doplňkových látek a premixů

Před příjmem se odpovědný zaměstnanec přesvědčuje u krmiv dodaných ve volné formě o čistotě příjmového koše, nastavení dopravních cest a stavu silových zásobníku (buňek), do kterých bude krmivo přijímáno a po provedené kontrole dává pokyn k vykládce. Do této doby nesmí dopravce provést vyložení. V případě, že do silového zásobníku se umísťuje jiný druh krmiva a při kontrole se zjistí, že v zásobníku jsou zbytky, provede se vyprázdnění případně i vyčištění. Obdobně se postupuje pokud se do silového zásobníku umísťuje stejný druh krmiva, ale při kontrole se zjistí, že v zásobníku se vyskytují na stěnách nálepy nebo významný podíl nečistot (u zrnin). U balených krmiv, doplňkových látek a premixů se určuje ve skladovacím plánu umístění jednotlivých druhů komponentů, které má být dodržováno. Změny v osazení silových zásobníků a vyhrazeného prostoru ve skladovacím plánu v hangárových, podlahových nebo kombinovaných skladech pro volnou formu skladování nebo skladování v obalech smí provádět jen odpovědná osoba za skladování.

Vlastní příjem krmiv, doplňkových látek a premixů

Pro příjem má být stanoven postup, kde bude prověřována dodávaná hmotnost, přejímány doklady o zásilce, odebírán reprezentativní vzorek ze zásilky a prováděna smyslová kontrola zásilky.

Dodávaná hmotnost zásilek

Hmotnost zásilek dodávaných volnou formou se zpravidla uskutečňuje převážením silničního dopravního prostředku před a po vyprázdnění na ověřené mostní váze v místě smluvně dohodnutém. Zpravidla jsou současně odebírány ze zásilky dílčí vzorky pro sestavení souhrnného a konečného vzorku. Současně se kontroluje teplota dodávaného výrobku. U konečného vzorku se posuzují deklarované jakostní znaky dodavatelem zda odpovídají a to v rozsahu podle plánu kontroly jakosti. Podle výsledků rozborů se rozhoduje o přijetí, místě vyložení zásilky a způsobu skladování. U drážních zásilek se prověřuje hmotnost obdobně pokud není na vlečce k dispozici ověřená váha na vagóny, prověřuje se informativně hmotnost na technologické váze skladu a pokud opakovaně hmotnost neodpovídá smluvně dohodnuté toleranci, provádí se úřední převážení vagónu na váze drah. Dílčí vzorky se odebírají při vyprazdňování vagónu aniž jsou spuštěny dopravní cesty a současně se smyslově posuzuje, zda zásilka odpovídá deklarovanému druhu, neobsahuje skladištní škůdce, přítomnost cizích předmětů (částice skla, papíru, dřeva, kovu, plastů, minerální nečistoty), nevykazuje cizí pachy jakou má teplotu. Podle smyslového posouzení zásilky se rozhoduje jak bude zásilka skladována. Zásilky neodpovídající deklarovanému druhu a jakosti nebo obsahující škůdce, cizí předměty a cizí pachy se buď podle smluvních

podmínek vrátí dodavateli nebo se odděleně skladují až do vyřízení reklamace nebo stažení výrobku. Pokud zásilka vykazuje zvýšenou vlhkost než je vhodná pro skladování nebo má zvýšenou teplotu, provádíme u zrnin přesušení nebo provzdušnění nebo je odděleně uskladníme do vrstvy nepřesahující 1 m a určíme k přednostnímu zpracování. K oddělenému uskladnění a přednostnímu zpracování se určují při zvýšené vlhkosti i jiné druhy krmiv.

U zásilek balených do obalů se ověřuje hmotnost namátkovým převážením obalů a kontrolou jejich počtu. Dále se provádí kontrola obalů, zda nejsou poškozené a jsou označené v souladu s právními předpisy. Současně se odebírají dílčí vzorky pro sestavení souhrnného a konečného vzorku. Při odběru vzorků krmiv se provádí smyslové posouzení, při kterém si všímáme, zda krmivo odpovídá deklarovanému druhu v barvě, struktuře, pachu, není napadeno skladištními škůdci, neobsahuje cizí předměty a nevykazuje zvýšenou teplotu. Pokud zjistíme, že obaly s krmivem jsou nesprávně označené nebo označení zcela chybí nebo se zjistí přítomnost skladištních škůdců, cizích předmětů nebo, že krmivo smyslovým posouzením neodpovídá deklarovanému druhu, odděleně jej uskladníme až do vyřízení reklamace. U zásilek se zvýšenou teplotou provedeme oddělené uskladnění a rozvrstvení obalů na paletách. U doplňkových látek a premixů pokud zjistíme porušené obaly nebo nesprávně označené obaly, vrátíme tyto obaly dodavateli.

Doklady o zásilce

Současně s přejímáním přebíráme i doklady k zásilce a to dodací list obsahující údaje o druhu, dodávané hmotnosti, dodavateli (výrobci), datu dodání a pokud se jedná o zásilku ve volné formě, má dodací list uvádět i údaje o jakosti, způsobu bezpečného použití, datu minimální trvanlivosti, u rybí moučky a kvasnic i číslo partie, u balených výrobků i hmotnost obsahu. Tyto údaje mohou být nahrazeny přiloženou etiketou k dodacímu listu. U doplňkových látek a rybí moučky má být ještě přiložen list o analýze doplňkové látky nebo rybí moučky a u zásilek ze zahraničí ještě mezinárodní obchodní doklad list.

Odběr vzorků

Pokud jsou do skladu přijímány krmiva, doplňkové látky nebo premixy stažené na základě stížnosti (reklamace) odběratele, mají být odděleně uskladněny a pokud nebyl při stažení odebrán vzorek, odeberou se dílčí vzorky, z nichž se vyhotovuje souhrnný a konečný vzorek. Do ukončení rozboru vzorku a stanovení způsobu užití staženého krmiva, doplňkové látky nebo premixu, má být výrobek odděleně uskladněn a zabráněno jeho dalším změnám v jakosti.

Kontrola zásilky

Ve skladovacím prostoru po příjmu zásilky provedeme u zásilek dodaných ve volné formě záznam v pomocné evidenci k silovým zásobníkům o datu dodání

a hmotnosti a pokud byl silový zásobník prázdný a bez označení, uvede se ve schéma velínu druh krmiva, který byl naskladněn do zásobníku. U zásilek balených do obalů označujeme zásilku tabulkou na kterou uvádíme, datum naskladnění, druh výrobku a jeho hmotnost zda je pozastaven nebo povoleno jeho zpracování nebo zda má být provedeno přednostní zpracování („Neskladovat, urychleně zpracovat“). Označení na tabulce má být zřetelné.

Provádění kontroly v průběhu skladování

Kontrola ostatních krmiv skladovaných volnou formou v silových zásobnících se zaměřuje na teplotu a to ve spodní vrstvě, střední vrstvě a horní vrstvě pomocí umístěných teplotních čidel do silového zásobníku. Pokud silové zásobníky nejsou vybaveny teplotními čidly, kontrolujeme teplotu ve spodní vrstvě odpuštěním skladované zásoby nebo přepuštěním skladované zásoby, kdy v průběhu přepouštění se odebírají dílčí vzorky, u kterých provádíme smyslové posouzení pachu, přítomnosti škůdců a současně měříme teplotu. Kontrolu uskutečňujeme jedenkrát za tři měsíce za předpokladu, že při naskladnění nebyla zjištěna zvýšená vlhkost nad přípustnou hranici uvedenou pod bodem 3.00 nebo, když do silového zásobníku nebylo naskladněno krmivo o vyšší teplotě jak 30 °C. V případě, že při naskladnění byla zjištěna zvýšená vlhkost nebo teplota, je nutné provádět kontrolu teploty nejméně jedenkrát měsíčně. Současně kontrolujeme, zda do silových buněk nezateká (kontrola horním vstupním otvorem) a zda je funkční jejich aspirace (aktivní nebo pasivní).

Kontrola ostatních krmiv skladovaných volnou formou na hromadách v hangárových nebo podlahových skladech se zaměřuje na kontrolu teploty ve spodní, střední a horní vrstvě hromad. Podle druhu skladovaných krmiv trvale kontrolujeme v letním období teplotu vzduchu ve skladu. Dále kontrolujeme ve skladovaných výrobcích přítomnost skladištních škůdců, výskyt cizích pachů, je-li sklad dostatečně větrán, nedochází-li k zatekání povrchové vody do skladované zásoby (zejména u vícelodních hangárů v místech střešních žlabů a svodů dešťových vod ze střechy). Dále kontrolujeme nedochází-li k pomíchání zásob. Frekvence kontrol je stejná jako v bodě 4.21. Pokud nepostačuje smyslová kontrola, provádíme ještě odběr dílčích vzorků z různých vrstev pro posouzení jakosti. Pravidelně kontrolujeme udržování čistoty podlah.

Kontrola krmiv, doplňkových látek a premixů balených do obalů se ve skladech zaměřuje na kontrolu dob minimálních trvanlivostí skladovaných výrobků, označení jednotlivých druhů nebo partií skladovaných zásob a současně se provádí případné změny v označení podle ověřené jakosti a zjištěných dob minimálních trvanlivostí např. „přednostně zpracovat“ nebo „pozastaveno“, v případech, kdy je po ukončení doby trvanlivosti. Dále kontrolujeme uložení jednotlivých druhů ve stanoveném prostoru skladovacím plánem, nedochází-li k poškození obalů při manipulaci ve skladu. Ve skladu zejména doplňkových látek a premixů trvale měříme teplotu a pokud došlo k překročení přípustné teploty, upravujeme větrání

skladu nebo jeho klimatizaci. U skladů současně kontrolujeme, zda nedochází k zatékání dešťové vody a pravidelně kontrolujeme udržování čistoty podlah.

Mimo kontrolu stavu zásob se provádí průběžně kontrola stavu používaného technologického zařízení, například příjmových košů, dopravních cest, aspiračních zařízení, vah a podle zjištěného stavu se provádí jeho oprava, seřízení a čištění. O provedených kontrolách se vede záznam buď písemnou formou v provozním deníku skladu nebo se záznamy vedou v elektronické podobě.

Postup v případech, kdy jsou zjištěny v průběhu skladování změny v teplotě nebo jakosti výrobků

Protože zrniny jsou převážně dlouhodobě skladovány je postup s ohledem na vazbu k způsobu skladování uveden již v bodě 3.11. U ostatních krmiv, doplňkových látek a premixů postupujeme následovně:

Při zvýšené teplotě nad přípustnou hodnotu u skladovaných výrobků provedeme u volné formy skladování jejich přemístění do jiného silového zásobníku nebo v hangárových a podlahových skladech do jiného vyhrazeného prostoru. U výrobků balených do obalů provedeme převrstvení na paletě včetně převrstvení palet. Pokud došlo i ke změně struktury (vznik hrudovité struktury), provedeme i přebalení výrobků. Současně výrobky smyslově posuzujeme, zda nedošlo ke změnám barvy nebo pachu. Pokud tyto změny zjistíme, pozastavíme expedici, provedeme odběr vzorku a zásobu odděleně uskladníme až do ověření jakosti. Při výskytu skladištních škůdců pozastavíme expedici krmiva a u volné formy skladování v silových zásobnících přemístíme zásobu do jiného a současně se provede aplikace povoleného desinsekčního přípravku oprávněnou osobou. Je-li krmivo skladováno ve volné formě v hangárových nebo podlahových skladech a vyhovují-li klimatické podmínky ve skladu aplikaci, provedeme aplikaci přípravku ke vpichem do krmiva a napadenou hromadu zakryjeme plachtou. Po uplynutí stanovené doby pro asanaci je nutné v každém případě provést odběr vzorků krmiva pro účely stanovení reziduí přípravku a pokud je zjištěn negativní nález reziduí, uvolníme krmivo k expedici. Zjistí-li se rezidua přípravku, je nutné provést přemístění krmiva do jiného volného skladovacího prostoru a současně opakovat odběr vzorků k ověření reziduí přípravku.

Zjistíme-li při kontrole v průběhu skladování rozbořem odebíraných vzorků, že krmivo nebo doplňková látka nebo premix byl kontaminován zakázanými látkami a produkty nebo nežádoucími látkami, které překročily nejvýše přípustný limit nebo došlo ke kontaminaci doplňkovými látkami, které se ve výrobku nesmí vyskytovat nebo došlo k smíchání skladovaných doplňkových látek nebo premixů, výrobek zakážeme expedovat a určíme jej k likvidaci jako odpad. Došlo-li při skladování k pomíchání krmiv, posoudíme jeho rozsah ke skladované hmotnosti a pokud se

nejedná jen o okrajové pomíchání, zakážeme expedici, odebereme dílčí vzorky a provedeme jejich smyslové posouzení. Dílčí vzorky smyslově shodné (v barvě, pachu, případně struktuře) spojujeme v souhrnný a konečný vzorek. U konečných vzorků provedeme rozbor vhodný k určení použitelnosti vzniklé směsi krmiv a podle stanovené použitelnosti krmivo označíme a expedujeme. V případě, že při kontrole krmiv zjistíme zvýšenou vlhkost určíme krmiva k přednostnímu zpracování a příslušně je označíme „Neskladovat, urychleně zpracovat“.

Výdej krmiv, doplňkových látek a premixů ze skladu

Uskutečňuje se jen u těch šarží doplňkových látek nebo partií krmiv a premixů, které jsou uvolněny k expedici. Expedici provádí jen oprávněná osoba, která při expedici ověřuje expedovanou hmotnost vážením na ověřené váze nebo přepočítáním dodávaných egalizovaných obalů. Současně kontroluje u balených výrobků, zda obaly jsou označeny a nejsou poškozeny. Nesprávně označené obaly (označení je poškozeno nebo je nečitelné) se nově označí shodnými údaji s původním označením nebo se vylučují z expedice a odděleně se uskladní do obnovy označení. Poškozené obaly se nesmí expedovat a následně se provede jejich přebalení do nových obalů včetně nového označení. Uvedené neplatí pro doplňkové látky a premixy, u kterých se poškozené obaly i s uvolněným obsahem likvidují jako odpad nebo se zpětně vrací výrobci, pokud je uvedené smluvně dohodnuto. Je-li plánem kontroly jakosti stanoven požadavek na odběr vzorku při expedici, odebírá oprávněná osoba vzorek, který se podle plánu kontroly jakosti ukládá na stanoveném místě pro případ sporu s odběratelem. Každá expedovaná zásilka ze skladu je doprovázena dodacím listem, který má obsahovat nejméně údaje o datu expedice, expedované hmotnosti, způsobu balení (případně i počtu obalů), název expedovaného krmiva, doplňkové látky nebo premixu, název skladištní organizace a podpis oprávněné osoby, která expedici provedla. Pokud je krmivo expedováno ve volné formě, přikládáme k dodacímu listu etiketu s označením nebo do dodacího listu vyplňujeme další údaje, které mají být obsaženy v označení krmiva. Mimo to u zásilek doplňkových látek přikládáme kopii listu o analýze a u rybí moučky kopii výsledku rozboru rybí moučky od jejího výrobce.

Vedení evidence o zásobách krmiv, doplňkových látek a premixů

Provozovatelé mají vést evidenci u krmiv, doplňkových látek a premixů takovým způsobem, aby bylo možné sledování od příjmu až po místo konečného určení. Evidenci vedou v písemné nebo elektronické podobě. Mimo skladovou účetní evidenci mají vést potřebnou provozní evidenci o prováděných kontrolách

stavu zásob včetně zjištěných teplot podle druhu výrobků, prováděné asanaci zásob s uvedením, kdo a kdy asanaci provedl, jaký byl použit desinsekční přípravek a v jakém množství na tunu skladovaných zásob, výsledcích rozborů z kontroly jakosti včetně rozborů na přítomnost reziduí po provedené asanaci, prováděném ošetření zásob, deratizaci skladu (uvést kdo ji provedl a kdy), stížnostech a stažení dodaných výrobků. Dále provozovatel skladu vede:

Vedení evidence

Pokud jsou skladovány doplňkové látky, má provozovatel ještě vést evidenci:

- a) o dodavateli doplňkové látky a jsou-li u téhož druhu různí dodavatelé i dodavatele podle jednotlivých zásilek (obchodní jméno a sídlo výrobního provozu nebo jméno, příjmení a adresu fyzické osoby, identifikační nebo registrační číslo),
- b) o dodávané hmotnosti jednotlivých druhů doplňkových látek podle data dodání zásilek, s uvedením čísla šarže a data výroby,
- c) o jejich odběrateli (obchodní jméno, sídlo provozu nebo jméno, příjmení a adresu, identifikační nebo registrační číslo) podle jednotlivých zásilek,
- d) o dodané hmotnosti podle dat expedice, druhu doplňkových látek a čísel šarží.

Pokud jsou skladovány premixy má provozovatel ještě vést evidenci:

- a) o jménech a adresách dodavatelů podle druhu dodávaných premixů a pokud jsou u téhož druhu různí dodavatelé i podle zásilek a identifikační nebo registrační číslo,
- b) o dodávané hmotnosti podle druhu premixu a dat dodání,
- c) název a adresa provozovny, které byly premixy dodány s uvedením hmotnosti jednotlivých druhů a data expedice, případně i čísla šarže (partie) premixu.

Pokud jsou skladována krmiva má provozovatel ještě vést evidenci

- a) o jménech a adresách jejich dodavatelů podle data dodání zásilek,
- b) o dodané hmotnosti podle zásilek,
- c) o jménech a adresách odběratelů podle zásilek a data jejich expedice.

Způsob uchování evidence

Provozovatel stanoví způsob a dobu uchovávání evidence. Doba uchovávání nejméně 3 roky. Současně stanovuje odpovědnou osobu za vedení a uchovávání evidence. V případě, že má provozovatel zpracovaný spisový, skartační a archivační řád, kde tato evidence je uvedena, odkazuje se na něj a uvádí jen odpovědnou osobu za vedení a uchovávání této evidence.

Způsoby a postupy při úklidu, čištění, asanaci a deratizaci skladů

V této části provozovatel uvádí, jakým způsobem, jakými postupy a v jaké frekvenci provádí úklid, čištění a asanaci skladu včetně technologického zařízení.

Úklid skladových prostor

Úklid skladových prostor se provádí zametáním nebo vysáváním volných podlahových ploch skladu průmyslovým vysavačem. Uskutečňuje se zpravidla denně, pokud ve skladu je příjem nebo výdej zásob. Obsazená podlahová plocha se uklízí vždy po uvolnění. Vzniklé smetky, s výjimkou skladů pro doplňkové látky, se likvidují jako ostatní odpad. Smetky ze skladů doplňkových látek se považují za nebezpečný odpad.

Čištění skladů

Čištění skladů zahrnuje mimo čištění skladových prostor i čištění technologického zařízení a navazujících prostor, například prachových komor pro aspirační spady.

U skladů silového typu se uskutečňuje čištění vždy po uvolnění silového zásobníku pokud se na stěnách vyskytují nálepy krmiv nebo v zásobníku se zjistil výskyt skladištních škůdců. Provádí se zpravidla suchou cestou, mechanicky nebo s použitím tlakového vzduchu a pokud byl zjištěn výskyt skladištních škůdců spojuje se čištění s dezinfekcí zásobníku. Čištění úschovných tanků se provádí zpravidla mokrou cestou po odstranění vzniklého sedimentu. Vzniklé odpady po čištění se považují za ostatní odpad. U skladů krmiv hangárového nebo podlahového nebo kombinovaného typu se uskutečňuje čištění podle jejich konstrukce zpravidla mechanicky nebo tlakovým vzduchem s následným vysátím uvolněných částic průmyslovým vysavačem nebo mytím tlakovou vodou, a to vždy až po jejich vyprázdnění. Pokud byl zjištěn ve skladu výskyt skladištních škůdců, spojuje se zpravidla čištění s dezinfekcí skladu.

Pokud k čištění bylo použito tlakové vody, je nutné ponechat dostatečnou časovou prodlevu pro vyschnutí skladového prostoru. Čištění se uskutečňuje zpravidla jedenkrát ročně. Vzniklé odpady po čištění považujeme za ostatní odpad. U skladů premixů a doplňkových látek hangárového nebo podlahového typu se uskutečňuje čištění mechanickou cestou nebo s použitím vhodného průmyslového vysavače. Čištění se provádí po vyprázdnění skladu nejméně jedenkrát ročně. Vzniklé odpady po čištění považujeme za nebezpečný odpad.

Deratizace skladů

Deratizace se uskutečňuje podle potřeby, zpravidla dvakrát ročně a smí ji provádět jen oprávněná osoba. Návnadu je účelné umístit na pevnou podložku

upravenou tak, aby se zabránilo rozptylování návnady po podlaze skladu. Místa, kde jsou položeny návnady, mají být zřetelně označené a obsluha skladu má být poučena, jak má zacházet při úklidu skladu s položenou návnadou.

Způsoby shromažďování, skladování a likvidace odpadů vzniklých při příjmu, ošetřování a výdeji skladovaných zásob a při úklidu a čištění skladu

Druhy vznikajících odpadů a jejich kategorizace

Mezi ostatní odpady patří odpady vzniklé při příjmu, které se oddělují na rostech (cizí předměty) a při čištění přijímaných zrnin, při ošetřování skladovaných zásob, zejména zrnin, kdy se separují prachové částice a nečistoty tvořené plevami, slupkami, zbytky větven klasů nebo palic a slámy, prázdným zrnem a semeny plevelů. Dále mezi ostatní odpady zařazujeme smetky vzniklé při úklidu skladu, včetně rozsypaných obsahů z poškozených obalů, zbytky z čištění skladů krmiv a premixů, včetně jejich technologického zařízení a separované sedimenty ze skladovacích tanků vzniklé při odkalování tanků.

Mezi nebezpečné odpady patří smetky a zbytky vzniklé při úklidu nebo čištění skladu doplňkových látek, jakož i zbytky vysypané z poškozených obalů doplňkových látek.

Soustředování odpadů

Soustředování odpadů se uskutečňuje podle kategorie odpadů v místě jejich vzniku, kde se rovněž i skladují až do likvidace.

Ostatní odpady vzniklé čištěním přijímaných nebo ošetřovaných zrnin se shromažďují a skladují až do likvidace v prachových komorách nebo zásobnících ve volné formě nebo pokud sklady nejsou vybaveny prachovými komorami nebo zásobníky, shromažďují se ve vyčleněných kontejnerech umístěných pod vzduchovými uzávěry cyklonů aspirace.

Ostatní odpady vzniklé při úklidu skladu nebo jeho čištění se shromažďují do kontejneru, ve kterém se též skladují. Kontejner je umístěn ve vyhrazeném prostoru skladu a označen kategorií odpadu. Ostatní odpady vzniklé jako sediment při skladování kapalných krmiv nebo čištění skladovacího tanku se shromažďují v odkalovacím prostoru tanku a při odkalování tanku nebo čištění tanku jsou bezprostředně likvidovány.

Nebezpečné odpady vzniklé při úklidu skladu nebo při jeho čištění jsou shromažďovány v kontejneru, ve kterém se též skladují. Kontejner je umístěn ve vyhrazeném prostoru skladu a označen kategorií odpadu.

Likvidace odpadů

Likvidace odpadů se uskutečňuje podle kategorie odpadů. Ostatní odpady jsou použitelné k dalšímu zpracování, například kompostováním s využitím k hnojení nebo granulováním s využitím jako palivo. Likvidaci odpadu musí provádět oprávněná osoba na základě uzavřené smlouvy. Likvidace je stvrzována dokladem odebírající osoby, ve kterém uvádí svoje jméno, druh a kategorii odpadu, odebranou hmotnost, datum odběru a doklad stvrzuje podpisem.

Reklamacce, stažení dodaných krmiv, doplňkových látek, premixů a evidence stížností

Pokud provozovatel má zpracovaný reklamační řád nebo způsob reklamacce a stažení dodávaných výrobků je součástí uzavíraných smluv a vede evidenci o stížnostech podle svého spisového, skartačního a archivačního řádu, nezpracovává tuto kapitolu a jen odkazuje na svůj reklamační řád, spisový, skartační a archivační řád nebo uzavírané smlouvy. V kapitole souvisejících předpisů uvádí reklamační řád nebo vzorovou smlouvu a spisový, skartační a archivační řád. Obojí se stává přílohou správné praxe.

Reklamační řád

Reklamační řád nebo vzorová smlouva má obsahovat mimo ustanovení souvisejících s obchodním zákoníkem i tyto náležitosti

- a) jaké vady u dodávaných výrobků považujeme za vady zjevné, například jiný druh výrobku než byl sjednán, neodpovídající hmotnost, nevhodné balení a označení výrobku, poškozené obaly, nevhodná zrnitost, zvýšený podíl odrolu, výskyt skladištních škůdců, výskyt cizích pachů a cizích předmětů,
- b) do jaké doby má odběratel právo uplatnit nárok na stažení výrobku,
- c) jaké vady se považují za vady skryté a do jaké doby má odběratel právo uplatnit nárok na stažení výrobku (zpravidla do ukončení doby trvanlivosti) a jakou formou má být podána stížnost s žádostí o stažení výrobku (např. písemně nebo elektronicky s následným písemným potvrzením nebo elektronicky i s podpisem),
- d) pokud jsou vady uvedené ve stížnosti odstranitelné bez stažení výrobku (hmotnost, označení výrobku), do jaké doby budou tyto vady odstraněny u odběratele (např. bezodkladně po podání stížnosti),
- e) v jakých případech a do jaké doby má odběratel právo uplatnit nárok na úhradu škod,
- f) jak bude postupováno při stažení dodané zásilky, například s jakým časovým odstupem od vyžádání jejího stažení, bude zásilka stažena, zda bude

vyžadována technická pomoc od odběratele zásilky a jaká, jak a kde bude ověřována hmotnost stahované zásilky, jak a kde budou odebírány vzorky ze stažené zásilky včetně vystavení protokolu o stažení. U zásilek dodávaných volnou formou je vhodné určit si zjištění hmotnosti na ověřené váze a odběr vzorků včetně vystavení protokolu uskutečnit až po odděleném umístění do vhodného skladu odběratele (nejvhodnější je hangárový sklad),

- g) jak bude postupováno při náhradním plnění,
- h) jak a kdo bude ověřovat jakost stažené zásilky,
- i) jakým způsobem a do kdy se uskuteční úhrada nákladů spojených se stažením výrobku včetně ověření jakosti, pokud se prokáže, že nebyly potvrzeny důvody odběratele k stažení výrobku a výrobek odpovídá požadavkům právních předpisů.

Za vady odstranitelné proti sjednaným nebo obvyklým požadavkům lze považovat:

- zvýšenou vlhkost zrnin, upravuje se přesušením,
- zvýšenou zrnitost (výskyt nedokonale opracovaných komponentů), upravuje se přešrotováním a pokud se jedná o krmnou směs, je nutné ověřit i obsah labilních doplňkových látek,
- zvýšený podíl odrolu nebo nevyhovující velikost granulátu nebo zvýšený podíl odrolu, upravuje se opakovanou granulací na požadovaný průměr granulátu za současného dokonalého oddělení odrolu. Současně je nutné ověřit i obsah nestabilních doplňkových látek,
- snížený obsah dusíkatých látek nebo tuku nebo makroprvků nebo doplňkových látek s výjimkou kokcidiostatik, se upravuje doplněním vhodného komponentu v koncentrované formě za předpokladu, že výrobek neobsahuje kokcidiostatika. V těchto případech však je nutné provést vždy ověření deklarovaných jakostních znaků.

Neodstranitelné vady jakosti

Pokud vadu nelze odstranit, uvede se postup, jak bude se zásilkou nakládáno, například likvidována kompostováním.

Související předpisy

Uvádí se například následující předpisy jsou-li zpracovány provozovatelem a na tyto se ve své správné praxi skladování odkazuje:

- plán kontroly jakosti,
- plán odpadového hospodářství,

-
- bezpečnostní listy komponentů,
 - reklamační řád nebo vzor smlouvy,
 - spisový, skartační a archivační řád,
 - organizační schéma s uvedením jmen odpovědných zaměstnanců,
 - pokud se jedná o sklady vybavené technologickým zařízením, i technologické schéma skladu s popisem.

Pokud je i provozovatel výrobcem, uvádí výrobní postupy.

Zdravotně hygienické požadavky na vodu pro zvířata

Pitná voda, kterou ČSN 830611 definuje jako vodu zdravotně nezávadnou. Ani při dlouhodobém požívání nesmí být příčinou zdravotních poruch či onemocnění. Nesmí obsahovat žádné toxické, radioaktivní nebo biologicky aktivní látky v množství, které by mohlo i po dlouhé době jakkoli poškodit organismus. Pitná voda je nejdůležitějším prostředníkem mezi geochemickým prostředím a živými organismy, proto ČSN stanoví závazné ukazatele, jejichž hodnoty nesmí být překročeny (titr Coli, Hg, Cd, Cr, As, Cu atd.). Hodnoty stanovených ukazatelů (O_2 , Fe, Mn, NO_2 a další) lze v odůvodněných případech a se souhlasem hygienické služby překročit.

V zemědělských podnicích se ve velké míře využívá voda užitková. Ta musí být bakteriologicky nezávadná a nesmí obsahovat žádné látky poškozující zdraví. Její vlastnosti a možnost použití posuzují orgány hygienické služby. Slouží k mytí, koupání či praní prádla, nesmí se pít a nesmí z ní být připraveny léky či strava, nelze jí užívat k mytí nádobí či nádob a náradí k tomu užívaných. Nesmí se používat k ošetřování nemocných.

Provozní voda pak slouží výhradně provozním účelům, k ničemu jinému se nesmí používat, proto se pro ni nestanoví žádné ukazatele.

Všechny rozvody a další technická zařízení pro pitnou a užitkovou vodu musí být zcela odděleny od rozvodů provozní vody i od sebe navzájem, nesmí být možnost jejich propojení. Musí být i barevně odlišeny (Švec, Plesník, 1987).

Vyšetření kvality vody

Při vyšetřování kvality vody, je třeba provést dvě základní vyšetření a to:

- vyšetření místní
- vyšetření laboratorní

Vyšetření místní

Při místním vyšetření se zjišťují všechny okolnosti, které by mohly být příčinou kontaminace zdroje. Je třeba posoudit umístění a vzdálenost hnojiště od vodního zdroje jakož i močové jímky, stavu kanalizace a u studní je třeba posoudit stavební úpravu studně. U tekoucích vod se sledují nejbližší možné zdroje znečištění. Pozornost se věnuje zvláště průmyslovým podnikům, které jsou umístěny před vodním zdrojem proti proudu tekoucí vody.

Po provedení místního vyšetření odebereme vzorky vody, potřebné k laboratornímu vyšetření. Údaje o místním vyšetření se uvedou do průvodního přípisu, který přiložíme k odebranému vzorku vody. Na základě přesných údajů je pak možno při laboratorním vyšetření stanovit zdroj kontaminace nebo znečištění.

Vyšetření laboratorní

Pro laboratorní vyšetření odebíráme 2 vzorky vody. První slouží fyzikálnímu a chemickému rozboru. Odebírá se do litrové láhve. Druhý obsahuje vodu pro bakteriologické vyšetření. Odebírá se do sterilní láhve se zabroušenou zátkou chráněnou staniolem. Tento vzorek musíme odebírat za sterilních kautel. Před odběrem očistíme výtokový kohout a necháme několik minut odtéci vodu stagnující v potrubí. Teprve potom naplníme úplně obě láhve, které označíme číslem. Číslo uvedeme i na průvodku, kterou řádně a úplně vyplníme. Vzorky dopravíme nejdéle do 12 hodin od odběru do laboratoře. V průvodce popíšeme i zdroj vody, např. u studní, i jeho okolí, případně zakreslíme do jednoduchého plánu zdroje možného znečištění vody. Vodu před rozбором nikdy neochutnáváme, nejedná-li se výslovně o známý a běžně používaný zdroj pitné vody.

Laboratorní vyšetření sestává z fyzikálního, chemického, biologického a bakteriologického rozboru. Závěr provádí zkušený pracovník terénní složky hygienické služby. Je-li důvodně podezření, že voda je jakkoli zdravotně závadná, musíme neprodleně zajistit, aby se zdroj vody až do rozhodnutí orgánů hygienické služby nepoužíval. Nelze při tom čekat na výsledky laboratorních šetření.

Fyzikální vyšetření vody

Fyzikální vyšetření je třeba provést jak před vyšetřením chemickým, tak vyšetřením bakteriologickým. K tomuto vyšetření patří stanovení:

- Čírost (zákal) – podle ČSN je přípustné nejvýše 5 mg SiO₂ v litru. Z anorganických látek může zákal způsobovat např. hlína, z organických látek to mohou být buď řasy, nebo mikroorganismy. Zakalení vody je třeba zjišťovat ve větším vzorku, nejméně 1 litru proti černo-bílému podkladu a udáváme pak intenzitu zakalení (čiré, slabě zakalené, opaleskující atd.).
- Barva – je třeba nejdříve nechat usadit veškeré hrubé nečistoty, teprve potom můžeme při kolmém nebo bočním dopadu světla stanovit barvu vody a intenzitu zabarvení. Sediment můžeme stanovit jak v tekoucích, tak stojatých povrchových vodách po 2 hod. ustátí vody. Při tom si všímáme množství, zbarvení a tvaru sedimentu.
- Vůně (zápach) – zjišťujeme smyslovou zkouškou. Vůně a chuť vody spolu vzájemně souvisí a nedají se od sebe vzájemně oddělit. Chuť i vůni ovlivňují látky ve vodě rozpuštěné jako např. chlór, železo, sulfan a některé organické látky nebo přítomnost mikroorganismů, případně řas. Pitná voda musí být prostá jakéhokoliv rušivého pachu a příchuti. Zápach zjišťujeme tak, že láhev naplníme do poloviny vyšetřovaným vzorkem vody. Vzorek důkladně protřepeme, odzátkujeme a určujeme zápach, intenzitu zápachu a druh. Je-

li vůně nevýrazná, vzorek vody zahřejeme v baňce, přikryté sklíčkem asi na 40–60 °C a po zahřátí baňkou opatrně zatřepeme a zjišťujeme vůni. Ke stanovení sirovodíku vložíme pod sklíčko papírek smočený v octanu olovnatém. V jeho přítomnosti pak tento papírek zhnědne.

- Chuť – můžeme určovat pouze u vod, které jsou po bakteriologické stránce zcela nezávadné, nebo jsou to vody, které prošly důkladnou desinfekcí. Poněvadž chuť je velmi ovlivňována čichem, dělá se chuťová zkouška až po zkoušce čichové. Chuť vody určujeme při běžné teplotě a po zahřátí asi na 30 °C. Chuť hodnotíme podle intenzity (bez chuti, slabá, silná) a podle druhu (slaná, sladká a pod.).
- Teplota vody – určuje se současně s teplotou vzduchu a pokud to podmínky umožňují, měříme ji přímo ve zdroji, pokud to není možné, pak měříme teplotu v litrové lahvi, ponořeným teploměrem, avšak vyloučíme možnost ohřátí vody sluncem, rukou nebo nějakým tepelným zdrojem. Teplota vody se pohybuje mezi 7–12 °C, což je teplota nejvhodnější k pití a napájení (Fraiz et. al., 1983).

Odběr vzrků pro chemické vyšetření vody

K chemickému vyšetření vody je zapotřebí většího vzorku – minimálně 0,5–1 litr. Vzorkovnice – láhev, do které je odebírán vzorek vody, nesmí být umývána před odběrem mýdlem, sodou apod. Před vlastním odebíráním vzorku je třeba láhev důkladně třikrát propláchnout vodou, kterou odesíláme k vyšetření. Musí být opláchnuta i zátka, kterou použijeme k uzavření láhve. Láhev musí být naplněna až po okraj, aby nedošlo ke vzniku vzduchové bubliny.

Při chemickém vyšetření vody zjišťujeme přítomnost látek, jejichž zvýšené množství může ovlivňovat a zhoršovat kvalitu vody a dále zjišťujeme látky, které mohou být indikátorem závadnosti vody, jako např. amoniak a dusitany, které jsou důkazem čerstvého fekálního znečištění vody. Při chemickém rozboru určujeme nejdříve pH a pak v následujícím pořadí: amoniak, dusitany, chloridy, železo, dusičnany, manganistanové číslo, případně volný chlor. Při podrobném rozboru se provádí stanovení čísla tvrdosti vody a stanovuje se přítomnost volné, vázané i agresivní kyseliny uhličitě.

Při rozboru povrchových vod se určují nejdříve nerozpustné látky, dále látky rozpustné, pH, alkalita, volná, vázaná i agresivní kyselina uhličitá, rozpuštěný kyslík, biochemická spotřeba kyslíku BSK, manganistanové číslo, železo, amoniak, dusičnany, dusitany a chloridy. V ČSN jsou uvedeny přípustné hodnoty jednotlivých prvků v pitné vodě (Hausler, 1994).

Odběr vzorků pro bakteriologicko-biologický rozbor

Pro bakteriologické vyšetření stačí menší vzorek vody, nejméně však o obsahu 200 ml. Voda musí být odebrána do vysterilizovaných lahví. Před vlastním odběrem necháme vodu ze zdroje 5 minut mírně odtékat nebo ji rovnoměrně odčerpáváme. Je-li odebírán vzorek z otevřené studny, odebíráme jej 10-20 cm pod hladinou. Láhev odzátujeme těsně před naplněním a nesmíme uchopit zátku za tu její část, která přijde do styku s vodou.

Bakteriologické vyšetření vody podává poměrně přesný obraz o hygienické hodnotě vody, avšak toto bakteriologické vyšetření nemůže bezpečně určit, je-li voda vhodná nebo nevhodná pro běžné zásobení a to proto, že bakteriologicky je možno posoudit přesně pouze vzorek vody, avšak nikoliv celý zdroj.

V současné době se zjišťují ty bakterie, které jsou přímým indikátorem fekálního znečištění vod, poněvadž právě na základě přítomnosti těchto bakterií předpokládáme, že jsou přítomny patogenní mikroorganismy. Ve vodě zjišťujeme *Bacteria coli* (*Escherichia coli*) a *Bacterium aerogenes* (*Aerobacter aerogenes*).

V pitné a užitkové vodě zjišťujeme přítomnost saprofytických mikroorganismů a to psychrofilních, které rostou při teplotě 0–20 °C a mezofilních, které rostou při teplotě 20–40 °C.

Velmi důležité je, aby kultivace psychrofilních zárodků byla provedena hned na místě odběru nebo nejpozději 1 hodinu po odběru vzorku, aby nedošlo k samovolnému pomnožení těchto organismů. Pro hromadné zásobování smí 1 ml vzorku obsahovat nejvýše 200 psychrofilních bakterií. Pro individuální zásobování smí 1 ml obsahovat nejvýše 500 psychrofilních bakterií. Podle platné ČSN nesmí pitná voda pro hromadné a individuální zásobování obsahovat žádné patogenní, ani podmíněně patogenní mikroorganismy. Pro hromadné zásobování nesmí být v 100 ml vzorku pitné vody obsaženy žádné koliformní bakterie. Pro individuální zásobování nesmí 10 ml vzorku obsahovat žádné koliformní bakterie. Stejně požadavky platí i pro enterokoky. Pokud se týká mezofilních bakterií, nesmí v 1 ml vzorku být obsaženo více než 20 mezofilních bakterií. Pro individuální zásobování nesmí 1 ml vzorku obsahovat více než 100 mezofilních bakterií.

Pitná voda

Zdrojem pro výrobu pitné vody jsou v České republice především povrchové vody (asi 80 % veškeré vyrobené vody), méně podzemní vody. Přírodní voda není nikdy chemicky čistá. Podle původu jsou v ní rozpuštěny a někdy také suspendovány různé látky. Jakost povrchových vod je na rozdíl od podzemních vod závislá na mnoha faktorech. Povrchové vody mají ve srovnání s vodou podzemní obvykle podstatně vyšší koncentrace organických látek různého

původu, obsahují více rozpuštěného kyslíku, mají nízký obsah oxidu uhličitého, nízkou koncentraci iontů železa a manganu. Množství mikroorganismů je však u povrchových vod podstatně vyšší než u vod podzemních.

Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity

Mikrobiologické a biologické ukazatele

Č.	Ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu	Vysvětlivky
1	Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	MH	1
2	enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH	
		KTJ/250 ml	0	NMH	2
3	Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	NMH	
		KTJ/250 ml	0	NMH	2
4	koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH	
5	mikroskopický obraz – abioseston	%	10	MH	3,4
6	mikroskopický obraz – počet organismů	jedinci/ml	50	MH	3,4
7	mikroskopický obraz – živé organismy	jedinci/ml	0	MH	3,5
8	počty kolonií při 22°C	KTJ/ml	200	MH	6
		KTJ/ml	500	NMH	2
9	počty kolonií při 36°C	KTJ/ml	100	MH	7
		KTJ/ml	20	NMH	2
10	Pseudomonas aeruginosa	KTJ/250 ml	0	NMH	2

Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

Č.	Ukazatel	Symbol	Jednotka	Limit	Typ limitu	Vysvětlivky
11	1,2-dichlorethan		µg/l	3,0	NMH	
12	akrylamid		µg/l	0,1	NMH	8
13	amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,50	MH	
14	antimon	Sb	µg/l	5,0	NMH	
15	arsen	As	µg/l	10	NMH	

16	barva		mg/l Pt	20	MH	
17	benzen		µg/l	1,0	NMH	9
18	benzo[a]pyren	BaP	µg/l	0,010	NMH	
19	beryllium	Be	µg/l	2,0	NMH	10
20	bor	B	mg/l	1,0	NMH	
21	bromičnany	BrO ₃ ⁻	µg/l	10	NMH	11,36
22	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH	12
23	dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	50	NMH	13
24	dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,50	NMH	13
25	epichlorhydrin		µg/l	0,10	NMH	8
26	fluoridy	F	mg/l	1,5	NMH	
27	hliník	Al	mg/l	0,20	MH	
28	hořčík	Mg	mg/l	10	MH	14
				20–30	DH	15
29	chemická spotřeba spotřeba kyslíku (manga-nistanem)	CHSK – Mn	mg/l	3,0	MH	16
30	chlor volný		mg/l	0,30	MH	17
31	chlorethen (vinylchlorid)		µg/l	0,50	NMH	8
32	chloridy	Cl	mg/l	100	MH	18, 19
33	chloritany	ClO ₂ ⁻	µg/l	200	MH	11,17,35
34	chrom	Cr	µg/l	50	NMH	
35	chuť			přijatelná pro odběratele	MH	20
36	kadmium	Cd	µg/l	5,0	NMH	
37	konduktivita	K	mS/m	125	MH	19,21
38	kyanidy celkové	CN –	mg/l	0,050	NMH	

39	mangan	Mn	mg/l	0,050	MH	22
40	měď	Cu	µg/l	1000	NMH	23
41	microcystin-LR		µg/l	1	NMH	24
42	nikl	Ni	µg/l	20	NMH	25
43	olovo	Pb	µg/l	10	NMH	25,35
44	ozon	O ₃	µg/l	50	MH	17
45	pach			přijatelná pro odběratele	MH	20
46	pesticidní látky		µg/l	0,10	NMH	26
47	pesticidní látky celkem		µg/l	0,50	NMH	27
48	pH	pH		6,5 – 9,5	MH	19,29
49	polycyklické aromatické uhlovodíky	PAD	µg/l	0,10	NMH	28
50	rtuť	Hg	µg/l	1,0	NMH	
51	selen	Se	µg/l	10	NMH	
52	sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	250	MH	19
53	sodík	Na	mg/l	200	MH	
54	stříbro	Ag	µg/l	50	NMH	30
55	tetrachlorethen	PCE	µg/l	10	NMH	31
56	trihalomethany	TRM	µg/l	100	NMH	32
57	trichlorethen	TCE	µg/l	10	NMH	31
58	trichlormethan (chloroform)		µg/l	30	MH	
59	vápník	Ca	mg/l	30	MH	14
				40 – 80	DH	15
60	vápník a hořčík	Ca+Mg	mmol/l	2-3,5	DH	15
61	zákal		ZF(t,n)	5	MH	33
62	železo	Fe	mg/l	0,20	MH	34

Použité zkratky:

KTJ - kolonie tvořící jednotka

NMH - nejvyšší mezní hodnota

MH - mezní hodnota

DH - doporučená hodnota (§ 3 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění zákona č. 274/2003 Sb.)

Vysvětlivky k této tabulce a také i ukázka provedeného laboratorního rozboru pitné vody jsou uvedeny v příloze.

Minimální rozsah rozborů vzorků pitné vody

Krácený rozbor

Účelem krácených rozborů je získávat pravidelné informace o stabilitě vodního zdroje a účinnosti úpravy vody, zvláště dezinfekce (pokud je prováděna), mikrobiologické jakosti a organoleptických vlastnostech vody, a to za účelem zjištění, zda jsou dodržovány limitní hodnoty stanovené touto vyhláškou nebo orgánem ochrany veřejného zdraví na základě zákona. Krácený rozbor sestává minimálně z ukazatelů uvedených v následující tabulce

Tabulka 16 Krácený rozbor vody

Č.	Ukazatel	Vysvětlivky
1	Escherichia coli	
2	koliformní bakterie	
3	Clostridium perfringens	1
4	počty kolonií při 22°C	
5	počty kolonií při 36 °C	
6	Pseudomonas aeruginosa	2
7	mikroskopický obraz – abioseston	3
8	mikroskopický obraz – počet organismů	3
9	mikroskopický obraz – živé organismy	3
10	amonné ionty	
11	barva	
12	dusičnany	
13	dusitany	
14	hliník	4
15	chlor volný	5
16	chemická spotřeba kyslíku – manganistanem (nebo celkový organický uhlík)	
17	chuť	
18	konduktivita	
19	mangan	6

20	pach	
21	pH	
22	zákal	
23	železo	

Vysvětlivky k tabulce:

1. Stanovuje se pouze u pitných vod upravovaných přímo z vod povrchových nebo u podzemních vod ovlivněných povrchovými vodami.
2. Stanovuje se pouze u balené pitné vody
3. Stanovuje se v případě, je-li zdrojem povrchová voda. Je-li zdrojem podzemní voda, stanovuje se pouze v případě ovlivnění podzemního zdroje povrchovou vodou a indikace pomnožování organismů v síti.
4. Stanovuje se pouze při použití vložkovacího činidla na bázi hliníku.
5. Stanovuje se pouze v případě použití prostředků obsahujících chlor. V případě využití vázaného aktivního chloru (např. ve formě chloraminů) pro dezinfekci, se stanovuje celkový aktivní chlor. Při použití jiného chemického dezinfekčního prostředku se stanoví zbytkové množství příslušné aktivní látky.
6. Stanovuje se pouze v případě, kdy je mangan z vody při úpravě odstraňován.

Úplný rozbor

Účelem úplných rozborů je získávat informace potřebné ke zjištění, zda limitní hodnoty všech ukazatelů stanovených touto vyhláškou nebo na základě § 4 odst. 6 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění zákona č.274/2003 Sb. orgánem ochrany veřejného zdraví jsou dodržovány. Předmětem úplného rozboru jsou všechny ukazatele uvedené v příloze č. 1 (s přihlédnutím k poznámkám k těmto ukazatelům uvedeným v téže příloze) s výjimkou případů, kdy je orgánem ochrany veřejného zdraví stanoveno na základě zákona jinak (Vyhláška MZd č. 252/2004 Sb.).

Mikrobiologické ukazatele

Při ověřování mikrobiologické nezávadnosti vody se nehledají bakterie či viry způsobující známá onemocnění přenášená vodou, jako je tyfus, infekční zánět jater, průjemová onemocnění virového původu apod. Bylo by to technicky, časově i finančně neúnosné. Proto se všude na světě používá metoda tzv. indikátorů fekálního znečištění, při které se hledají bakterie, žijící ve střevním traktu člověka a teplotokrevných živočichů (E.coli, koliformní bakterie, enterokoky). Pokud se ve vodě najdou některé z těchto bakterií, je voda podezřelá, že přišla do kontaktu s výkaly či zbytky živočichů a že může obsahovat patogenní bakterie a viry, které nejčastěji pocházejí právě ze střevního traktu. Na základě průzkumů se odhaduje, že značná část studní v ČR je těmito bakteriemi kontaminována. Skutečnost, že voda ze studny je dlouho používána bez jakýchkoli pozorovaných nepříznivých důsledků, ještě neznamená garanci její nezávadnosti. U pravidelných uživatelů

takové vody se snad může vyvinout tolerance k těmto bakteriím, ale onemocnět mohou jak návštěvy a malé děti, tak uživatelé samotní, pokud se v důsledku různých příčin jejich imunitní systém oslabí. Vedle indikátorů fekálního znečištění se ještě používají tzv. indikátory obecné kontaminace (počet kolonií rostoucích při 22 °C nebo 36 °C, dříve tzv. psychofilní a mezofilní bakterie), kterým se připisuje menší hygienický význam než předchozím. O tom, zda i tyto všudypřítomné bakterie mohou ve vysokých počtech způsobit onemocnění nebo nevolnost citlivých osob, se vedou dosud odborné spory.

Escherichia coli (E.coli) dnes představuje dnes hlavní indikátor fekálního znečištění. Mnoha odborníky je považována za jediný správný a vyhovující indikátor tohoto znečištění. Její původ je výlučně fekální, humánní či animální, takže interpretace jejího výskytu ve vodě je jednoznačná. Limit: 0 KT J/100 ml. (KTJ = kolonii tvořící jednotka; počet KTJ lze zjednodušeně chápat jako počet bakterií v daném objemu vody. Limitem se rozumí mezní nebo nejvyšší mezní hodnota podle vyhlášky č. 376/2000 Sb., resp. její novely.)

Koliformní bakterie představují neškodné, saprofytické bakterie, osídlující střevní trakt, ale žijící běžně i v půdě. Výjimečně se mezi nimi mohou vyskytnout patogenní kmeny, které tvoří toxiny, mohou proniknout do tkání a způsobit přímo ohrožení zdraví. Dnes jsou považovány víceméně za indikátor účinnosti úpravy vody a dezinfekce, sekundární kontaminace či vysokého obsahu živin v upravené vodě. Koliformní bakterie zahrnují i druh *E. coli*, nebo se jedná o skupinový ukazatel, takže výše uvedený jejich význam platí v případě nepřítomnosti *E. coli*. Limit: 0 KTJ/100 ml.

Enterokoky představují doprovodný indikátor fekální kontaminace vody, signalizující čerstvé znečištění. Jejich vztah k původu fekálního znečištění však není tak jednoznačný a těsný, jako v případě *E. coli*. Jejich význam se uplatňuje v případech, kdy koliformní bakterie ve vodě nepřežívají. Limit: 0 KT J/100 ml.

Počet kolonií kultivovaných při 22 °C představují indikátor obecné kontaminace. Přinášejí informaci o celkovém bakteriálním znečištění vody, jejich zvýšené počty signalizují průnik znečištění z okolí nebo poruchy úpravy vody nebo dezinfekce. Limit: 500 KTJ/ml pokud voda není dezinfikována.

Počet kolonií při 36 °C pak vyjadřuje indikátor obecného znečištění, stejně jako v případě předchozího ukazatele bakterií. Jejich teplotní optimum růstu (36 °C) vykazuje návaznost na teplokrevné organismy, čímž je i dán jejich poněkud vyšší hygienický význam oproti počtu kolonií s optimem růstu okolo 22 °C. Limit: 100 KT J/ml pokud voda není dezinfikována.

Chemické, fyzikální a senzorické ukazatele

I když při opakovaném rozboru vody se stačí zaměřit na několik kritických ukazatelů, při prvním rozboru se doporučuje nechat si udělat rozbor co nejpodrobnější. Dále uvedený výčet představuje minimum, ke kterému podle místní situace může přibýt i speciální rozbor na těžké kovy, nepolární extrahovatelné látky (ropné produkty) nebo specifické organické látky (rozpouštědla, pesticidy atd.). Je dobré si přitom uvědomit, že zvýšený obsah některých nežádoucích látek ve vodě nemusí pocházet jen z lidské činnosti, ale může být dán i přirozeně geologickým podložím (arzen, fluoridy!). O takových látkách se lze nejlépe dozvědět od hydrogeologů, na místní hygienické stanici nebo ve zdravotním ústavu, kde mají odborníci přehled též o hlavní kontaminaci způsobené lidskou činností a bohaté zkušenosti s kvalitou vody v dané oblasti.

Pokud se uvažuje o kontinuální chemické dezinfekci vody chlorem, je vhodné stanovit obsah huminových látek (dřívější limit 2,5 mg/l; dnes se tento ukazatel ve vyhlášce neuvádí), které vznikají rozkladem organické hmoty v přírodě. Chlor s nimi totiž reaguje za vzniku tzv. vedlejších produktů chlorace (např. látek typu trihalogenmethanů), jejichž větší přítomnost není ze zdravotního hlediska žádoucí.

Konduktivita neboli měrná vodivost je přibližná míra koncentrace elektrolytů (iontově rozpuštěných látek) ve vodě. Vyjadřuje tedy nepřímou obsah minerálních látek („solí“, rozpuštěných látek – RL) ve vodě. Limit vodivosti pro pitnou vodu je 125 mS/m, což odpovídá obsahu RL asi 1000 mg/l (vynásobíme-li hodnotu vodivosti osmi, dostaneme přibližnou hodnotu RL v mg/l). Optimálně by však pitná voda měla obsahovat RL méně, asi 200–400 mg/l (asi 25–50 mS/m). Vody s mineralizací více než 1000 mg/l se považují za minerální a nejsou vhodné pro stálé pití; v závislosti na složení mohou mít nepříjemnou chuť nebo i způsobit průjmové onemocnění u přechodného spotřebitele. Časté jsou technické obtíže (snižování životnosti potrubí a bojlerů).

Vápník a hořčík (Ca + Mg, dříve „tvrdost“). Jde o prvky ve vodě žádoucí, mající mj. příznivý vliv na srdečně-cévní systém a působící preventivně proti vzniku některých dalších chorob. Proto je stanoveno doporučené rozmezí 2–3,5 mmol/l. Pro hořčík pak minimálně 10 mg/l, pro vápník minimálně 30 mg/l. (Protože se vedle nových jednotek tvrdosti stále objevují i staré – např. německé stupně (N) – uvádíme přepočty: 1 mmol/l = 5,6°N.) Vysoká tvrdost může způsobit podobné technické problémy, jako jsou popsány u vodivosti, navíc voda špatně rozpouští mýdlo. Tím, že voda obsahuje hydrogenuhličitan (přechodnou neboli uhličitanovou tvrdost), dojde při zahřívání k odstranění CO₂ a změně hydrogenuhličitanu na uhličitan (vápenatý), který se vysráží ve formě vodního kamene na stěnách varných nádob, trubek i bojlerů. Tvoří také nepříjemné skvrny na povrchu kávy nebo čaje. Ze zdravotního hlediska není tento jev nebezpečný.

Ukazatel pH číselné vyjádření stupně kyselosti nebo zásaditosti vody (stupnice 0–14). Limit pro pitnou vodu je 6,5 až 9,5, ale optimální je neutrální rozmezí cca 6 až 8. S výjimkou extrémních hodnot, ve vodě vzácných, nemá přímý zdravotní význam. Vyšší hodnota pH snižuje účinnost dezinfekce a může dát vodě nepřijemnou chuť. Neobvykle vysoké hodnoty pH (až 12) může mít voda v nové šachtové studni s novými betonovými skružkami nebo jiným cementovým materiálem – jde o přirozený jev způsobený alkalickými zbytky z cementu, který může přetrvávat po mnoho měsíců, ale nepředstavuje zdravotní riziko. Nižší hodnota pH je charakteristická pro měkkou (málo mineralizovanou, „hladovou“) vodu a bývá spojena s agresivitou vody a korozí kovů.

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK-Mn, dříve „oxidovatelnost“), nespecifické skupinové stanovení, které slouží k odhadu organického znečištění. Indikuje možné znečištění pitné vody ve studni organickými látkami živočišného nebo rostlinného původu (splašky, zemědělské odpadní vody, uhynulý živočich nebo jen povrchová voda), ale jen výjimečně může odhalit průmyslově vyráběné organické látky. Limit: 3 mg/l.

Dusičnany (NO_3) v množství jednotek mg/l jsou přirozenou součástí vod, ale jejich obsah bývá často zvýšen – až do stovek mg/l! – vlivem nadměrného nebo nesprávného používání minerálních i statkových hnojiv, únikem odpadních vod z netěsnících žump a septiků, živočišných farem apod. Jejich zdravotní riziko spočívá v tom, že se v zažívacím traktu redukuje na toxické dusitany. Ty v žaludku reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Dále reagují v krvi s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík a vzniká riziko vnitřního (za)dušení, kterému jsou vystaveni především kojenci do 3 měsíců věku, ale i někteří nemocní dospělí. Limit 50 mg/l je bezpečný i z hlediska prevence kojenecké methemoglobinémie (za předpokladu mikrobiální nezávadnosti vody), avšak optimální hodnota pro kojence je pod 10 mg/l. Častá námitka, obhajující přítomnost dusičnanů ve vodě, že v zelenině konzumujeme minimálně stejné a větší množství dusičnanů, není příliš oprávněná, protože v zelenině se zároveň vyskytují ochranné látky (např. vitamin C), které na rozdíl od vody toxický účinek dusičnanů zřejmě významně redukuje.

Dusitany (NO_2) jsou reaktivnější formou oxidovaného dusíku než dusičnany, se kterými má však stejný původ i zdravotní rizika (viz výše). Limit: 0,5 mg/l, ale vzhledem k stejnému účinku s dusičnany musí být zároveň dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsahu dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1.

Amonné ionty (NH_4^+) je ukazatel sloužící jako indikátor možného fekálního znečištění podzemní vody. Důležitá není absolutní koncentrace daná geologickým podložím (ze zdravotního hlediska by šlo tolerovat až hodnotu 30 mg/l), ale náhlé a výrazné zvýšení koncentrace nad hodnotu geologického „pozadí“. Kombinace

současné přítomnosti amonných iontů, dusitanů a vyššího obsahu organických látek (CHSK-Mn) signalizuje čerstvou kontaminaci živočišnými odpady a svědčí o nárazovém znečištění vody. Vyšší hodnotu NH_4 můžeme pozorovat i u vody, která je ve styku s novým cementovým materiálem (skružemi), nebo u vody s nepřírodným redukčním prostředím, kdy se dusičnany přeměňují na amonné ionty. Limit: 0,5 mg/l.

Chloridy (Cl^-) představuje ukazatel s podobným významem jako amonné ionty, jedna z hlavních makrosložek vody s obvyklým přirozeným obsahem až desítek mg/l. Limit: 100 mg/l. Je-li zvýšený obsah ovlivněn geologickým podložím, lze připustit až 250 mg/l. Vyšší koncentrace ovlivňují nepříznivě chuť a korozní schopnost vody; často se také pojí s vyšším obsahem sodíku (solení silnic!), který může být rizikem pro nemocné se sodíkovou dietou a jeho dlouhodobý zvýšený příjem vede ke zvýšení krevního tlaku (hypertenzi).

Sírany (SO_4) – významná součást přírodních vod. Limit: 250 mg/l. Vyšší koncentrace mohou ovlivnit chuť vody a ve sloučenině s hořčíkem způsobit průjmy zvláště u přechodných spotřebitelů; mohou též působit technické obtíže jako usazování vodního kamene nebo korozi některých kovů.

Železo (Fe) – běžná součást přírodních vod, obsah v pitné vodě se ale může zvyšovat korozi potrubí. Od koncentrace 0,3 mg/l výše může negativně ovlivnit organoleptické (senzorické) kvality vody (hořká svíravá chuť, žlutavá barva, rezavý sediment), barvit prádlo nebo vyvolávat zákal a železité bakterie mohou tvořit usazeniny v potrubí. Zdravotní riziko v koncentracích pod 1 mg/l není. Limit: 0,2 mg/l; v případech, kdy vyšší hodnoty železa ve zdroji surové vody jsou způsobeny geologickým prostředím, se hodnoty železa až do 0,5 mg/l považují za vyhovující za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností (pachu, chuti a barvy) vody.

Mangan (Mn) – podobná problematika jako u železa, též častý společný výskyt – jenom namísto rezavě barví hnědočerně. Limit: 0,05 mg/l; v případě manganu přírodního původu se toleruje až 0,2 mg/l, pokud není ovlivněna organoleptická kvalita vody. Zdravotní riziko v těchto nízkých koncentracích (do 0,4 mg/l) není.

Zákal – snížení průhlednosti vody vyvolané přítomností koloidních látek jako je pyl, prach, jemně rozptýlené anorganické a organické částice, plankton a jiné mikroskopické organizmy. Vysoký zákal tvoří vodu nepitnou z estetických důvodů, snižuje účinnost případné dezinfekce a jeho náhlá změna je významným signálem kontaminace povrchovou vodou. Mikroskopické vyšetření vody pomůže odhalit původ zákalu. Limitní hodnota 5 ZF.

Barva je pro spotřebitele významný sensorický a indikační ukazatel jakosti vody. Barvu vody působí přítomné barvotvorné organické látky, např. huminové (z rozkladu listů, rostlin a půdní organické hmoty), dále sloučeniny kovů (např. železa, manganu nebo mědi), barevné částice planktonu či nerozpuštěných látek, vzácně i průmyslové chemikálie. Voda by měla být bezbarvá. Limitní hodnota je 20 mg/l Pt stupnice.

Chuť a pach patří mezi ukazatele smyslově postižitelných vlastností vody, důležité pro spotřebitele nejen z estetických důvodů, ale i jako možné první varování na přítomnost toxických látek. Čistá voda nevyvolá ani pachový, ani chuťový vjem. Zdrojem pachu a chuti mohou být četné organické i anorganické látky původu jak přírodního (anorganické sloučeniny kovů, některé minerály, produkty metabolismu bakterií a řas, sirovodík...), tak i antropogenního. Voda by měla být čerstvé chuti a bez zápachu, nebo minimálně bez nepříjemné chuti a zápachu a přijatelná pro spotřebitele.

Agresivitu vody způsobuje volný oxid uhličitý, kyslík, různé kyseliny, soli a organické látky. Podle příčin, které způsobují korozi, rozdělujeme vody na:

- vody kyselé s obsahem volných kyselin,
- vody obsahující agresivní CO_2 (agresivita uhličitánová), vody hladové s nízkým obsahem solí (výluhová agresivita), vody síranové (síranová agresivita),
- vody s obsahem iontů hořčíku (Mg^{2+}), které způsobují agresivitu hořčíkovou.

Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody a jejich hygienické limity

A. Mikrobiologické a biologické ukazatele

č.	ukazatel	jednotka	limit	typ limitu	vysvětlivky
1	legionely	KTJ/100 ml	100	viz vysvětlivka 2	1,2
2	počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	200	MH	1

B. Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	vysvětlivky
3	barva		mg/l Pt	20	MH	1
4	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH	1
5	chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK – Mn	mg/l	3,0	MH	1,3
6	chlor volný		mg/l	1,0	MH	1,4
7	fosforečnany		mg/l	3,5	MH	1, 5
8	oxid chloričitý		mg/l	0,8	MH	1,4
9	pach			příjemný pro odběratele	MH	1,6
10	pH	pH		6,5 – 9,5	MH	1, 7
11	teplota		°C	55	DH	1
12	trihalomethany	TRM	µg/l	100	NMH	1,8
13	zákal		ZF(t,n)	5	MH	1,9

Vysvětlivky k tabulkám:

- Odběr vzorků pro stanovení ukazatelů teplé vody (s výjimkou cíleného epidemiologického šetření) se provádí po odpuštění vody po dobu 1 minuty. Teplota teplé vody po odtočení by neměla klesnout pod 50 °C (optimálně nad 55 °C) z důvodu minimalizace rozvoje legionel v rozvodu vody.
- Pro nemocnice a jiná zdravotnická a bytovací zařízení platí jako mezní hodnota. Pro ostatní odběratele pitné vody platí jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat. Pro oddělení nemocnic, kde jsou hospitalizováni pacienti se sníženou imunitou, se požaduje limitní hodnota 0 KTJ/ 50 ml.
- Není nutno stanovovat, pokud je stanoven obsah TOE (celkový organický uhlík).
- Neplatí pro řízenou nárazovou dezinfekci, při které se voda nepoužívá k lidské spotřebě. Obsah volného chloru a oxidu chloričitého se stanovuje pouze v případě použití těchto látek při úpravě vody.
- Vyjádřeno jako PO_4^{3-} .
- V případě pochybností se za přijatelné považují stupně 1 a 2 při stanovení podle ČSN EN 1622 Jakost vod. Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN).
- U vod s přirozeně nižším pH se hodnoty pH 6,0 až 6,5 považují za splňující požadavky této vyhlášky za předpokladu, že voda nepůsobí agresivně vůči materiálům rozvodného systému, včetně vnitřního vodovodu.
- Limitní hodnota se vztahuje na součet kvantitativně zjištěných koncentrací trichlormethanu (chloroformu), tribrommethanu (bromoformu), dibromchlormethanu a bromdichlormethanu. Tam, kde je to možné bez snížení účinnosti dezinfekce, by se mělo usilovat o dosažení co nejnižší hodnoty.
- Jednotka se uvádí podle použité metody stanovení: ZF(t) nebo ZF(n), kde (t) znamená turbidimetrickou a (n) nefelometrickou metodu.

Zdravotně hygienické požadavky na teplotně-vlhkostní ukazatele stájového prostředí

Charakteristika stájového prostředí je velice úzce spojena nejen se základními požadavky na chov zvířat, neboť souvisí s celou řadou faktorů, které rozhodují o životní pohodě zvířat, tzv. welfare zvířat. Všeobecně faktory mikroklimatu charakterizujeme skupinou ukazatelů fyzikálních, chemických a biologických:

- fyzikální faktory – teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr proudění vzduchu, katateplota – ochlazovací hodnota vzduchu, sluneční záření, osvětlení, barometrický tlak, hlučnost apod.
- chemické faktory – chemické složení vzduchu (amoniak, oxid uhličitý, sirovodík, další zápašné plyny)
- biologické faktory – prach a mikroorganismy rozptýlené v ovzduší

Faktory teplotně-vlhkostního komplexu

Faktory tzv. teplotně-vlhkostního komplexu se ve stájích zvířat posuzují jako faktory nadřazené. Při jejich posouzení je vždy potřeba vycházet od primárních požadavků jednotlivých chovaných zvířat a od požadavků na ochranu z hlediska mikroklimatu. V případě skotu, který se dobře vyrovnává s nízkými hodnotami je snahou o udržení teplot kolem 5–15 °C, což v případě drůbeže, či prasat souvisí s jinou strategií v přístupu ventilace stáji, odvádět metabolické teplo dojníc na jedné straně, v chovech drůbeže pak v prvních týdnech života zajištění optimální teploty, v druhé etapě výkrmu pak opět odvod přebytečného tepla ze stáje.

Teplota

Teplota vzduchu je nejvýznamnějším a nejdůležitějším bioklimatickým faktorem stájového prostředí. O vnímání teplotních poměrů a vlastním tepelném pocitu rozhoduje mimo teploty i relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu. Mimo to je důležité posoudit i teplotu povrchů stájových konstrukcí, loží a všech technologií. V mnoha konstrukčně lehkých stájích ovlivňuje úroveň vnímání prostředí stupeň působení sluneční radiace, neboť bývá především v letních měsících hlavním zdrojem tepla. Další tepelné zisky je možno vidět u zvířat samotných, jejichž produkci tepla ovlivňuje celá řada vnitřních i vnějších faktorů.

Stálá tělesná teplota v rozmezí $\pm 0,5$ – $0,8$ °C je udržována v tělesném jádru, třebaže na povrchu těla teplota výrazněji kolísá. Proto má největší tepelnou stabilitu krev a vnitřní orgány, vč. hluboko uložených svalů. Periferní části povrchu těla a srst se mohou lišit v teplotě zjištěitelné infrakamerou, či infrateploměrem o několik desetin až několik °C, bez jakéhokoli poškození.

Pro každý druh a kategorii zvířat existuje rozpětí teplot, při kterém není zatěžován termoregulační mechanismus, definujeme rozpětí teplot jako pásmo termoneutrální. Tohoto stavu je dosaženo při basálním metabolismu a tedy i nulové produkce. V případě produkčních zvířat je termoregulační systém zatěžován termoregulačními mechanismy pro odevzdávání vytvořeného tepla do okolí. Totomu odpovídá rozpětí teplot, které popisujeme jako pásmo optimální, či komfortní. Při něm dochází k vyrovnanému stavu produkce a zbavování se tepla. S rostoucí produkcí roste i produkce tepla, proto vysokoprodukční zvířata vyžadují nižší teplotní pásmo. Dolní a horní hranici tepelné rovnováhy a optimální teploty označujeme jako horní a dolní kritickou teplotu, při jejichž překročení se aktivují termoregulační mechanismy. Výsledkem je omezení ztrát tepla, nebo naopak zvýšení ztrát tepla do okolí. Při překročení horní kritické teploty dochází k vyššímu uvolňování tepla do okolí, při kterém dochází k nižšímu příjmu krmiva, k omezení intenzity metabolických procesů a k poruše zdravotního stavu. Při teplotách nižších dochází k vyššímu příjmu krmiva, vyšší intenzitě metabolismu se zvýšenou produkcí tepla a omezenou schopností využití krmiva. Část energie krmiva přechází do tepelné produkce.

Jelínek a Koudela (2003) označují teploty, ve kterých se ustaluje rovnováha mezi teplem vyprodukovaným a vydávaným do okolí (samovolně, bez aktivace termoregulačních mechanismů) za termoneutrální zónu, též zónu tepelné pohody nebo komfortní zónu. Rozsah zóny je ohraničen spodní a horní kritickou teplotou. Za hranicemi této zóny se produkce tepla zvyšuje. Při nižších teplotách se produkuje teplo nutné k náhradě tepelných ztrát, při vyšších teplotách se dostavuje jako důsledek aktivace pochodů vedoucích k odstranění přebytečného tepla. Jelínek a Koudela (2003) také hovoří o tom, že zvířata jsou při nízkých teplotách schopna měnit velikost povrchu svého těla a účinnost jeho tepelné izolace například tím, že se schoulí do klubíčka a naježí srst. Teprve až tyto mechanismy vyčerpají svoji kapacitu, je udržení stálé teploty závislé jen na chemické termoregulaci. Při postupném snižování teploty těla se zpomaluje průběh oxidačních reakcí, až se nakonec dostaví smrt z podchlazení. Při vysokých teplotách nestačí mechanismy tepelného výdeje odvádět dostatek tepla do okolí, urychlí se exotermické reakce a nastává přehřátí a smrt. Jílek (1998) udává, že termoregulace probíhá na třech úrovních: reflexní, fyzikální a chemické.

Začátek tohoto systému regulace teploty je založen na funkci tělísek uložených hluboko v kůži, kterou Massanyi in Marvan (2003) označuje za nejdůležitější orgán termoregulace. Tepelné receptory předávají informace do hypothalamu, kde je uloženo termoregulační centrum. Po vyhodnocení dojde k odpovídající reakci, ke zvýšení nebo snížení produkce tepla. Do reflexní termoregulace jsou zahrnovány tři pochody. Jedná se o regulaci přítoku krve, změnu účinné plochy povrchu těla a regulaci izolační vrstvy. Ztráty tepla se mohou při účinné reflexní termoregulaci snížit až o 70 % (Jílek, 1998).

Regulace výdeje tepla je možná jen u některých mechanismů, ale ne u všech. Neregulovatelné jsou ztráty kondukcí a radiací. Protože se na ně neuplatňuje cévní reakce, k takto ochlazovaným místům se stále přivádí teplo. Reakcí vedoucí částečně k omezení ztráty tepla je naježení srsti. Nadměrné ztráty jsou kompenzovány první chemickou termoregulací. Při ztrátách tepla konvekcí se již částečně uplatňuje cévní reakce kůže (vazokonstrikce), neboť kožní receptory jsou drážděny proudem vzduchu. Při zvyšování teploty okolí se tyto způsoby výdeje tepla stávají méně účinnými, až při vyrovnání teploty s povrchem těla zcela neúčinnými. Jedinou možností, která je účinná i při vyšších teplotách, je výpar vody z povrchu těla a sliznic, a stává se tak jedinou obranou organismu proti přehřátí.

Výdej tepla výparem ze sliznic a dýchacího ústrojí se uskutečňuje zároveň s dopravou plynů z plic a do plic. Výdej tepla se uskutečňuje nahříváním vdechovaného vzduchu a výparem vody, která slouží k ovlhčení vdechovaného vzduchu. Rozdíly vznikající se změnami potřebného množství plynů nelze označit za termoregulační. Skot je ale schopen svým dýcháním měnit množství vydaného tepla. Při potřebě vyššího výparu se dýchání zrychluje a stává povrchnějším, což se označuje jako termická polypnoe (Bukvaj, 1978). I když povrchní dýchání má vyměňovat plyny především v prostoru, který se označuje jako mrtvý dýchací prostor, přesto je množství dodaných dýchacích plynů převyšuje potřebu. Proto se dostávají rytmicky se opakující krátké zástavy dechu. Při zrychleném dýchání však dochází k nadměrné produkci tepla dýchacími svaly, které jsou dobře prokrveny, takže účinnost klesá, až postupně zcela mizí. Tento způsob převažuje u psovitých šelem, králíků, ptáků a prasat.

Výdej tepla výparem z povrchu těla vzniká pronikáním vody osmózou na povrch těla. Objem závisí na schopnosti vzduchu odnímat odpařovanou vodu a intenzitě prokrvení povrchových vrstev kůže. Při vyšších teplotách je tzv. neznatelný výpar málo účinný.

Pocení je dalším mechanismem, který využívá odnímání tepla při vypařování vody. Za situace, kdy nestačí odnímání tepla neznatelným výparem, se aktivují potní žlázy, které se plní sekretem a odvádějí jej na povrch kůže. Zde pot odpařením ochlazuje povrch těla. V některých případech se velké množství potu nestačí odpařit a stéká z těla, což má ovšem za následek ztrátu tekutiny a solí, nikoliv odejmutí tepla ochlazením. Skot používá pocení v kombinaci s termickou polypnoe. Nejběžnějším způsobem této termoregulace je navýšení svalové činnosti (která se děje při nadměrném ochlazování) v první fázi tzv. termoregulačním tonem. Pokud není produkce tepla dostačující pro krytí tepelných ztát, nastupuje svalový třes, to je nekoordinované smršťování kosterní svaloviny. Jako centrum řízení třesu uvádí Jelínek a Koudela (2003) zadní hypotalamus. Vlastní produkce tepla je odvislá od stimulace oxidačních procesů v sarkosomech. Energií dodávají makroergní fosfáty, jejichž štěpení indukuje zvýšenou oxidaci zásob glykogenu

a mastných kyselin tak, aby byl úbytek fosfátů doplněn. Stejný proces produkce tepla se uplatňuje i při svalové práci. Pokud se tedy nachází organismus v pásmu tepelné pohody, musí přebytečné teplo odvádět. Při svalové práci pod spodní kritickou teplotou se vy tvořené teplo užívá k termoregulačním účelům. Bukvaj (1978) uvádí, že při déle trvajícím chladu se organismus adaptuje zvýšením intenzity energetického metabolismu přímé oxidace glycidů v játrech. Dále se dle Reece (1998) zvyšuje při chladu uvolňování adrenalinu a noradrenalinu, které stimulují zvýšení metabolismu hnědého tuku, který je především u mláďat.

Teploty, kdy může dojít k přehřátí, vedou k omezení intenzity metabolismu (omezení oxidačně-redukčních procesů), poněvadž mechanismy aktivního výdeje tepla jsou nadměrně namáhány. Tímto pochodem se omezí nejen produkce tepla v těla, ale i pochody, které jsou odpovědné za produkci. Zároveň se snižuje příjem energetických živin, snižuje se aktivita trávicích šťáv, to vše za účelem omezení výdeje tepla při zpracování potravy.

Mechanismus řízení termoregulace se děje neurohumorálně. Hlavní termoregulační centra jsou umístěna v mezimozku, hypotalamické části. Na povrchu těla jsou chladová a tepelná tělíška, která podávají informace o teplotních změnách. Jako informační médium o teplotě jádra slouží krev, pokud je teplejší, dráždí centrum pro výdej tepla, když je chladnější podráždí centrum pro vývoj tepla. Termoregulační centrum je hlídáno a řízeno centry mozkových polokoulí, zvířata jsou schopna si tvořit si podmíněné reflexy. Vytváří se termoregulační stereotyp a organismus je pak schopen rychleji a účinněji regulovat svoji teplotu. Při změně podmínek je třeba vytvořit nový soubor reflexů. Řízení aktivní termoregulace je zajištěno hypotalamickým centrem prostřednictvím nervové soustavy a žláz s vnitřní sekrecí.

Chemická a fyzikální termoregulace mají relativně krátkodobý charakter. Pro dlouhodobou termoregulaci je třeba uplatnit jiné mechanismy, které reagují postupně, ale dlouhodobě. Mezi tyto mechanismy se řadí změna množství i kvality osrstění, tloušťky kůže, množství podkožního tuku, změny činnosti endokrinních žláz, stimulace metabolismu apod. Bukvaj (1978) dále uvádí konkrétní závěry, vztahující se k požadavkům skotu na teplotu a jeho termoregulaci:

- zabezpečit dostatečnou úroveň výživy, aby produkce tepla byla v souladu užitkovostí a dostatečná pro udržení tělesné teploty
- užívat ve stájích takové materiály, které skotu usnadní adaptaci na vzniklé změny v teplotě vzduchu
- užívat vhodné steliva do leháren a boxů, která nepřevádí nadměrné množství tepla
- užívat dostatečné větrání, které zabezpečí zvýšení výdeje tepla konvekcí v případech, kdy lze zapojení termoregulačních mechanismů výpar z kůže nahradit jiným mechanismem. Zapojení výparu se u skotu děje již při 10 °C.

- užívat nezateplené stáje
- užívat pro jeden podnik systém podobných stájí, kdy přechod zvířat mezi stájemi nebude znamenat zbytečné zatížení adaptačních mechanismů na stájové podmínky při již tak stresujícím zásahu.

Faktory ovlivňující tělesnou teplotu

- pohlaví – u samic většinou vyšší tělesná teplota
- stadium ontogenetického stádia
- s dobře vyvinutou termoregulací – telata, hříbata, jehňata, kůzlata
- nedokonalou termoregulací – selata, drůbež ap.
- denní doba – cirkadiální rytmus
- výživa a příjem krmiva
- svalová činnost
- okolní teplota
- zdravotní stav

Pro udržení stálé tělesné teploty dochází prostřednictvím termoregulačních mechanismů v případě nižší teploty ke zvýšené produkci tepla (termogeneze) – chemická termoregulace. Při chemické termoregulaci dochází k tvorbě tepla prostřednictvím řízených oxidačně-redukčních reakcí. Při zvýšení těchto procesů hovoříme o první chemické termoregulaci, při snižování intenzity těchto reakcí pak o druhé chemické termoregulaci. Snahou obou termoregulací je udržení normální tělesné teploty. Je-li zvíře vystaveno dlouhodobě nízké teplotě prostředí, dojde k adaptaci prostřednictvím zvýšené intenzity energetického metabolismu v játrech. Výsledkem je snížená užitkovost, neboť se část energie krmiva transformuje na teplo. Vše je řízeno prostřednictvím hormonů – tyroxin, adrenalin, kortikosteron. V této souvislosti se rozlišují organismy, u kterých se produkce tepla zajišťuje v játrech na organismy hepatální, druhá skupina, která si tvoří teplo především svalovou činností na organismy muskulární.

Centrálně je termoregulace řízena prostřednictvím hypotalamu, částečně také mozkovou kůrou. Mechanismy fyzikální termoregulace ovlivňují příjem tepla organismu, podílí se ale také na jeho výdaji. Důležitým orgánem, podílejícím se na těchto procesech, je kůže, která je při vyšší teplotě více prokrvována a umožňuje předávání tepla do okolí.

Tepelný tok mezi dvěma médii nebo těly v přímém kontaktu je popsán jako tepelná výměna vedením (kondukcí). Pro mléčný skot platí, že tepelná výměna vedením je uskutečňována mezi zvířetem a vzduchem jej obklopujícím, dále

mezi zvířetem a jakýmkoliv dalším objektem, se kterým může být zvíře v přímém kontaktu. Pokud je tento objekt, se kterým je zvíře v přímém kontaktu plynný nebo tekutý, tepelná výměna vedením je komplikována tepelnou výměnou během vedení v těchto objektech. Tok tepla vedením závisí na teplotních rozdílech, vodivosti (nebo nepřímém odporu) média a na ploše kontaktu (KADZERE, 2001). KADZERE (2001) prokázal proporcionální vztah mezi objemovou hmotností materiálů a jejich vodivostí, takže vyšší hustota materiálu zvyšuje vodivost nebo nepřímo snižuje resistenci k tepelnému toku.

Velikost vodivého přenosu tepla závisí na povaze materiálu, který je v kontaktu s kůží a zčásti na jeho termální vodivosti. Ke zmírnění tepelného stresu krav lze využít povrchů, či podestýlky z vysoce vodivých materiálů, což napomůže k ochlazování zvířat. Z experimentů s rozdílnými podestýlkami (hobliny, písek, mletý vápenec, drcený papír, pryžové rohože). CUMMINS (1998) zjistil, že krávy měly v teplém období nejvyšší preference pro mletý vápenec. U toho naměřil nejnižší teplotu 25,9 °C při 25 mm pod povrchem. Toho může být využito jako součást strategie snížení tepelného stresu vedením. U stojících zvířat je tepelná ztráta vedením minimální, neboť přítomnost vrstvy vzduchu kolem těla znamená, že nejvýznamnější tepelný tok ze zvířete míří do vzduchu, vykazujícího minimální tepelnou vodivost (YUSELF, 1985). U stojících zvířat se tepelný transport do podloží děje skrze končetiny, které mají pouze minimální plošný kontakt s podlahou. Na druhou stranu, u ležícího zvířete na studeném, suchém povrchu, bude stupeň tepelného transferu záviset na tepelné vodivosti povrchu, stejně jako na teplotním gradientu a rozsahu kontaktní plochy vzhledem k celkové ploše povrchu zvířete. Pokud je teplota vzduchu nebo teplota podloží, na kterém zvíře leží, vyšší než teplota kůže, potom zvíře bude teplo získávat, což bude přispívat k vlastní tepelné zátěži. ŠOCH (2005) ve své práci věnované chovu telat uvedl, že pokud emise tepla kondukcí a konvekcí nepostačuje, nastupuje u telat, která nemají k dispozici stín zvyšování povrchové teploty. Rychlost nárůstu je ale pozvolnější, než rychlost nárůstu teploty prostředí. BROUČEK, et al. (1990) pak upozorňuje na relativní malý povrch telat a tedy na daleko větší dopad radiace tepla ze sluncem zahřátých plastových boxů, na termoregulační mechanismy telat.

Chladný vzduch přicházející do kontaktu s teplým tělem je ohříván a stoupá dále od těla, přičemž s sebou nese i teplo. Tak dochází k ochlazování povrchu těla a zároveň k proudění vzduchu. Pokud je teplota vzduchu vyšší než teplota těla, proud vzduchu podporuje transport tepla do zvířete a celý proces trvá, dokud se teplota vzduchu nevyrovná teplotě kůže. Také přenos tepla během dýchání je konvektivní formou tepelného přenosu. Vdechovaný vzduch je ohříván na teplotu, blíží se teplotě těla zvířete (YUSELF, 1985). Rychlost proudění vzduchu má vliv na rychlost proudění tepla. Pokud je zvíře osrstěné, dochází ke zpomalení tepelného přenosu prouděním.

Nezanedbatelné je i množství tepla ze záření absorbované objektem závisí nejen na teplotě objektu, ale také na jeho barvě a struktuře. Při stejné teplotě tmavé barvy povrchu pohltí více záření než povrchy světlé barvy. Zvířata s černou srstí budou absorbovat přibližně 1, zatímco zvířata s bílou srstí jen 0,37 a jedinec s červenou srstí 0,65. Přenos tepla zářením probíhá oběma směry. Pokud jsou objekty o různé teplotě, přenos tepla probíhá jedním směrem, tedy z teplejšího tělesa na chladnější. Tento přímý tepelný transport zahrnuje ztrátu nebo příjem tepla díky absorpci nebo emisi infračerveného záření. Radiace má velký význam při chovu zvířat na pastvině. Při překročení teploty 25 °C, především v poledních hodinách preferují dojnice pobyt ve stínu (KENDALL, et al., 2006; TUCKER, et al., 2008). Druhý kritický bod je pak dosažen při teplotě 28 °C, kdy dochází k poklesu příjmu krmiva (TUCKER et al., 2008; SCHÜTZ et al., 2009).

Ochlazování evaporací z vnějších povrchů je velice významné. Tato metoda tepelného rozptylu je nejefektivnější, pokud jsou nízké teploty mokrého teploměru a vysoké na suchém teploměru, jinak řečeno horké a suché podmínky. Poměr metabolického tepla, které je rozptýleno, se u těla zvířete zvyšuje se vzestupnou teplotou prostředí a klesajícím teplotním gradientem mezi zvířecím tělem a vzduchem. JOHNSON a VANJONACK (1976) prokázali, že rozdíl v poměru ochlazení evaporací k celkové tepelné ztrátě (teplo produkované) je druhově rozdílné a že se u dobytka podíl evaporace markantně zvyšuje při teplotě v rozmezí 16,6–18,3 °C. S touto hodnotou se ztotožnili i BUCKLIN et al., (1991) a KADZERE et al., (2001). Při termálním stresu dobytek zvyšuje evaporační tepelné ztráty jak dechem, tak i pocením.

Evaporační efekt a efekt proudění při tepelné ztrátě nejsou odděleny. Proudění vzduchu je jedním z důležitých faktorů ovlivňujících tepelný transport evaporací, uplatňující se především pokud dojde ke snížení kožní (periferní) a tělní (centrální) teploty zvýšeným prouděním vzduchu kolem těla zvířat vystavených vysokým okolním teplotám. Výsledky těchto zjištění se staly významným poznatkem pro rozvoj moderních forem vzdušných ventilací používaných pro zmírnění tepelného stresu i u ostatních domestikovaných zvířat. Při odparu každého gramu vody se z těla odejme 2,43 J tepla (GUYTON a HALL, 2001; RENAUDEAU et al., 2011). K evaporačnímu ochlazení dochází při difúzi vody kůží a ztrátou vodních par z dýchacích cest (Sparke, 2001). Tento způsob ochlazení nabývá největšího významu především v podmínkách, kdy se teplota prostředí blíží teplotě těla. V případě, že dojde v prostředí k překročení teploty těla, pak je to jediný mechanismus umožňující ochlazení (CUNNINGHAM, 2002). Tento mechanismus ale může fungovat pouze za předpokladu, že není vzduch stoprocentně nasycen (SPARKE et al., 2002). ZIMBELMAN et al. (2010) pak při svých pokusech s aplikací niacinu dodávají, že se tato efektivita ochlazení může podpořit ostříháním zvířat.

Zvláštnosti termoregulace u skotu

Bukvaj (1978) uvádí, že intenzitu energetického metabolismu a produkci tepla ovlivňuje např. stáří, plemeno, intenzita růstu a výše přírůstků, užitkovost, výživa, sekreční činnost žláz, činnost nervové soustavy, svalový pohyb, zdravotní stav apod.; proto je velmi složité přesně určit teplotní podmínky mikroklimatu vhodných pro jednotlivé kategorie skotu, aby byl co nejnižší energetický metabolismus a zároveň nebyla ovlivněna užitkovost.

Komárek a Sova (eds., 1971) udávají velmi dobrou přizpůsobivost skotu k velkým teplotním rozdílům, kterou umožňuje zvláštní uspořádání cévního systému, kdy na hřbetě a bocích jsou podkožní a kožní cévy uspořádány ve třech vrstvách s množstvím arteriovenózních anastomóz. Cévy přivádějící krev ke kůži jsou v těsné blízkosti žil odvádějících krev k srdci. Toto uspořádání umožňuje krvi přitékající od srdce při nízkých teplotách prostředí předat teplo chladnější krvi proudící zpět k srdci a udržovat tak teplotu vnitřních orgánů na fyziologické úrovni (princip výměníku). Při vysokých teplotách, při kterých se projevuje termická polypnoe s nadměrnou produkcí tepla v dýchacích svalech, se teplo odvádí krví ke kůži na hřbetě a bocích a zde je předáváno do okolí. Pokud je výdej tepla nedostatečný a krev je teplejší, je nadměrné teplo předáno krvi přitékající krvi od srdce, jejíž množství je zvýšeno v důsledku vazodilatace. Tím je opět do srdce zabezpečen přísun krve s vhodnou teplotou. Zvýšený výpar kůží nastává u dojníc při teplotě vzduchu 11–14 °C, při 20 °C se rovná téměř trojnásobku minimálních hodnot, tj. zvýšení z 20 g až 60 g na 80 až 220 g. V podmínkách ČR vydává dojnice výparem 12–55 % tepla, dle typu ustájení. Dýcháním se může z těla skotu odvést 11 až 31 % tepla. Při vysokých teplotách (40 °C) a zapojení mechanismu termické polypnoe může frekvence dechů za minutu dosahovat 160 až 200 dechů, což je ve srovnání s fyziologickými 10–30 dechy za minutu 5krát až 20krát více (i když u skotu v teplejším prostředí lze jako horní hranici brát v úvahu 80 dechů za minutu). Při této teplotě se pohybuje výpar na úrovni $800 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hod}^{-1}$.

Komárek a Sova (1971) tvrdí, že do 24 hodin po narození nejsou telata dostatečně schopna vzdorovat změnám vnější teploty. Termoregulační mechanismy se u telat vyvíjejí až ve věku od 2 do 8 dní, po 9. dnu jsou již plně účinné. Povrch kůže má relativně stálou teplotu, bez ohledu na prostředí. Nejteplejší je kůže na bříše, následně mezinoží a krční krajině. Nejvíce kolísá teplota na ušních boltcích, která z nich činí vhodný indikátor reaktivnosti telete na změny teploty. Jelínek a Koudela (eds., 2003) udávají pro telata relativní nezávislost na teplotě prostředí, zejména pro značnou hmotnost, dobrou tepelnou izolaci a schopnost regulace přívodu krve do periférií. Tyto vlastnosti a schopnosti umožňují telatům toleranci i nízkých zimních teplot při venkovním odchovu. Podmínkou je ale převod co nejdříve po narození, aby se postupně rozvíjející termoregulace navykala již na

venkovní prostředí. Špatná je varianta s několikadenním navyknutím na teplejší stájové prostředí a následný přesun do zimních venkovních podmínek. Zásoby hnědého tuku a příjem kvalitního mleziva by měl zajistit telatům dostatek energie.

Rozsah termoneutrální zóny se liší podle kategorie, užitkovosti, použitého systému individuality zvířete apod. Všeobecně lze konstatovat, že skot je v České republice odolnější k nižším teplotám než k vyšším, minimum je přitom odvislé od aklimatizace krav, úrovně výživy a užitkovosti krav. Ke snížení užitkovosti vede i teplota zvýšená nad 30 °C, a to zejména z důvodu intenzivnějšího výdeje vodních par (Mikšík a Žižlavský, 2006). ON 73 4502, která stanovovala požadavky na minimální teploty v jednotlivých částech stáji, již není v platnosti. Požadavky jednotlivých kategorií dojného skotu na optimální teploty uvádí následující tabulka.

Tabulka 17 Požadavky jednotlivých kategorií skotu na teplotu vzduchu uvnitř stáje

Kategorie	Teplota (°C)		
	minimální	optimální zimní	optimální letní
Telata (mléčná výživa)	8	10–14	18–22
Jalovice	1	6–10	14–22
Dojnice	1	6–12	14–22

(Kic a Brož, 1995)

Tabulka 18 Průměrná produkce citelného tepla

Kategorie	Živá motnost v kg	Produkce citelného tepla při teplotě vzduchu (°C) (W·ks ⁻¹)					
		5	10	15	20	25	30
Tele (5 dní)	45	135	85	86	48	38	14
Tele (2 měsíce)	110	267	186	186	152	104	48
Jalovice	150	375	333	268	212	143	73
Býk (výkrm)	200	449	392	322	245	178	96
Dojnice	600	724	651	570	481	340	147

(Richter et al, 1983)

Dynamika průběhu teploty vzduchu ve stáji

Dynamika teploty vzduchu ve stáji je ovlivněna faktory:

- počet ustájených zvířat – je řešeno projektovou kapacitou a směrnicí na ustájení zvířat
 - v letních měsících je doporučeno v případě výskytu tepelného stresu ustájit o 20 % méně zvířat – umožní jim umožnit přirozené způsoby chování, zajišťující odvod přebytečného tepla

Hygienický význam vlhkosti vzduchu

Vysoká vzdušná vlhkost zvyšuje tepelnou vodivost vzduchu (vzduch nasycený vodními parami má tepelnou vodivost asi desetkrát vyšší, než suchý vzduch). Vodní pára má vyšší měrné teplo, než suchý vzduch a proto je k ohřátí vlhkého vzduchu o 1 °C potřeba většího množství tepla. Vlhký vzduch více pohlcuje tepelné záření. Z toho vyplývá, že čím je vzduch vlhčí, tím jsou vyšší ztráty tepla z organismu zvířat radiací. Vysoká vzdušná vlhkost ovlivňuje výdej tepla z organismu. Při vysoké vlhkosti a vysoké teplotě se snižuje tepelný spád mezi povrchem zvířat a prostředím, omezuje se výdej tepla konvekcí a současně i evaporací z povrchu těla. Nahromaděné teplo v organismu má za následek vznik hypertermie. Při vysoké vlhkosti a nízké teplotě se tepelný spád zvětšuje, organismus ztrácí více tepla, než je schopný vyprodukovat a dochází k podchlazení.

Vlhkost vzduchu je třeba vždy posuzovat společně s teplotou a často se označuje jako teplotně-vlhkostní komplex.

U mláďat s nedostatečně vyvinutou reflexní složkou termoregulace, jako jsou selata a drůbež může dojít při vysoké vlhkosti a nízké teplotě vzduchu k chladovému stresu. Vysoká vlhkost je tak pro zvířata nepříznivá jak při nízkých, tak při vysokých teplotách.

Nepříznivá je i nízká vlhkost pod 50 %. Kombinace nízké vlhkosti a vysoké teploty (vysoký sytostní doplněk) způsobuje nadměrný odpar vody z dýchacích cest. Porušuje se ochranná hlenová bariéra sliznic a ty se stává vstupní branou pro vniknutí patogenů. Při nízké vlhkosti se zvyšuje dehydratace tkání, snižuje se příjem krmiva a zvyšuje se příjem vody. Snižuje se užitek z krmiva.

Vlhkost vzduchu ovlivňuje prašnost prostředí. Prachové částice představují kondenzační jádra pro vodní páru. Ve vlhkém prostředí se zvětšuje měrný povrch částic, které rychleji sedimentují na podlahu. Za nižší vlhkosti setrvávají prachové částice významně déle ve vzduchu, což je nepříznivé v objektech s nadměrnými zdroji prašnosti (krmení suchým krmivem a pod.).

Při nízké vlhkosti dochází k vysychání hluboké podestýlky zejména v chovech drůbeže a zvyšuje se tak prašnost.

Zdroje vlhkosti ve stáji:

- fixní zdroje – po zjednodušení – vydechovaný vzduch
- variabilní zdroje – moč, napájecí voda a krmivo, kondenzovaná voda a pod.

Tabulka 19 Produkce vodních par v $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ks}^{-1}$ u kategorií skotu

Kategorie	Živá hmotnost v kg	Při teplotě vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)					
		5	10	15	20	25	30
Tele (5 dní)	45	80	80	85	110	125	175
Tele (2 měsíce)	110	105	110	150	170	225	320
Jalovice	150	130	140	140	250	335	450
Býk (výkrm)	200	160	185	235	310	400	525
Dojnice	500	350	375	425	525	685	935
	600	485	525	585	670	845	1130

(Richter et al, 1983)

Homogenost stájového vzduchu závisí na rovnoměrnosti rozptýlení vodních par. Nedostatky spojené především s nevyhovující vlhkostí vzduchu zahrnují především vysokou relativní vlhkost vzduchu. Tento vzduch je spojen s vyšší tepelnou vodivostí oproti vzduchu suššímu (pro ohřev vzduchu o vyšší vlhkosti je třeba vynaložit více tepelné energie). V případě provlhnutí zdiva dochází k narušení tepelné balance budov, mimo to pak souvisí s rozvojem plísní a narušení vlastní hygieny stájí.

Vysoká vlhkost stájového vzduchu souvisí nedostatečným odvodem vodních par, což souvisí s kvalitou a intenzitou větrání stájí na jedné straně, na druhé pak s hygienickou kvalitou stáje a se zajištěným odvodem a omezením vodních zdrojů ve stáji (vody, močůvky, omezení kondenzace vody např. u napájecího potrubí).

Tabulka 20 Vztah rosného bodu a vlhkosti

Vzduch		40 %	60 %	90 %	100 %
T ($^{\circ}\text{C}$)	Mv (g/m^3)	odpovídá rosnému bodu			
-5	3,27	-15,7	-11,2	-6,3	-5
0	4,84	-11,3	-6,5	-1,4	0
10	9,4	-3,3	2,2	8,3	10
50	82,3	31,6	39,5	47,8	50

(Anonym, 2008)

Základní opatření proti vysoké vlhkosti ve stájích:

- Funkční a optimálně udržované technologie ustájení (stelivová, roštová a pod.)
- Pravidelné nastýlání a odkliz hnoje zvláště tekutého, fungující kanalizační zařízení, větrání a vytápění podle technologie
- Dokonalé větrání
 - odvod vzduchu s vyšší měrnou vlhkostí

- přívod vzduchu s nižší měrnou vlhkostí – ventilační systém nelze vyřadit z provozu ani v zimním období
- V případě nízké relativní vlhkosti nutno vzduch vlhčit

Proudění vzduchu

Vzduch proudí vždy z míst s nižší teplotou, kde je vyšší tlak vzduchu do míst s teplotou vyšší, kde je tlak vzduchu nižší. Vzduch ve stáji proudí jak turbulentně (vířivě), tak i přímočaře. Ovlivňují to konstrukce, systémy větrání, otevírání oken a vrat, výskyt netěsností, čímž pak vznikají velice složité a nerovnoměrné poměry v proudění vzduchu. Směr proudění vzduchu lze jen velmi nesnadno odhadnout, proto **je nutné provádět kouřové zkoušky**. Přiváděný chladnější a těžší vzduch klesá k podlaze a po ohřátí se jako teplejší proud rozptyluje vzhůru ke stropu.

Vliv proudění vzduchu

- Nutno posoudit rychlost a směr proudění vzduchu
- Význam proudění vzduchu spočívá v ochlazování kůže zvířat a v ovlivňování vydávání tepla z organismu zvířat
 - účinek se zvyšuje u zvířat nedostatečně osrstěných s malou vrstvou podkožního tuku
 - na částech těla, které jsou nedokonale osrstěné, jako je mléčná žláza

Vzduch se má v dosahu zvířat při optimálních teplotách pohybovat maximálně do rychlosti 0,3 m.s⁻¹, při vysokých teplotách může být rychlost vyšší, u dospělých zvířat až přes 1 m. s⁻¹. Proudění vzduchu těchto rozmezích má příznivý účinek na krevní oběh a látkovou výměnu. Při vyšších rychlostech a při nízké teplotě prostředí však nastává nadměrné ochlazení. Zvláště nepříznivé je proudění vzduchu označované jako **průvan**, což je jemný pohyb vzduchu **v uzavřeném prostoru jedním směrem, který způsobuje ochlazování jen určité části těla**. Na těchto částech těla dochází k vazokonstrikci, nedostatečnému prokrvení a tím k podchlazení. V orgánech s nedostatečným prokysličením se snižuje fagocytární schopnost a zvyšují se předpoklady pro vznik zánětů, jako např. mastitidy. Za průvan se považuje stav, kdy rychlost proudění vzduchu převyšuje 0,3 m. s⁻¹. Ve stájích vzniká průvan při větrání, při příčném otevírání oken a dveří a nebo při netěsnostech.

Doporučená rychlost proudění vzduchu je vyjádřena vztahem:

$$v = 0,25 + 0,075(t-t_v), /m.s^{-1}/$$

t - aktuální teplota ve

t_v - výpočtová teplota uvedená v následující tabulce

Tabulka 21 Výpočtové teploty stájového vzduchu v uzavřených stájových objektech v zimním období

Kategorie		Teplota °C	Relativní vlhkost %
Telata	Profylaktorium	12–16	75
	Mléčná výživa	10–14	75
	Rostlinná výživa	10–11	75
Odchov jalovic		6	85
Výkrm býků		6	85
Dojnice	Volné ustájení	6	80
	Vazné ustájení	10	85
	Porodna	12	75
	Dojírna	15	85
Chodby		6	85

Ochlazovací hodnota (ochlazovací konstanta, ochlazovací veličina, katahodnota)

Z uvedeného vyplývá, že na organismus zvířete působí teplota, vlhkost a proudění vzduchu ve stájových prostorech a to **souborně v teplotně-vlhkostním komplexu**. Dochází tak ke ztrátě tepla z povrchu organismu. Tuto ztrátu vyjadřuje ochlazovací hodnota.

Ochlazovací hodnota: **množství tepla, které je za dané mikroklimatické situace vydáváno z jednotky povrchu těla za určitý časový úsek**. Dříve se vyjadřovala v $\text{mcal. cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, nově se vyjadřuje v W. m^{-2} . ($1 \text{ mcal. cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} = 41,86 \text{ W. m}^{-2}$).

Tabulka 22 Hodnocení ochlazovací veličiny

Ochlazovací veličina	W. m^{-2}	$\text{mcal. cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
všeobecně nízká (teplo, horko, dusno)	126–209	3–5
nízká pro dospělá zvířata, optimální pro mláďata	209–293	5–7
optimální pro dospělá zvířata, zvýšená pro mláďata	293–419	7–10
zvýšená – všem kategoriím chladno	419–502	10–12
vysoká – všem kategoriím zima	nad 502	nad 12

Tabulka 23 Efekt vlhkosti a proudění vzduchu na při teplotě 27 °C

Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Proudění vzduchu [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	Efektivní teplota [°C]
27	50	0	28
27	70	0	30
27	50	2	19
27	70	2	21

Mastitidy a faktory podílející se na její manifestaci

Mastitidy patří mezi nejvýznamnější produkční choroby dojnic s vysokým ekonomickým významem, který se ve výsledku projeví formou přímých i nepřímých ztrát, které jsou závislé na formě i rychlosti průběhu onemocnění. Nebezpečnost a problematická léčba vychází z faktu polyfaktoriálního onemocnění, na kterém se podílí vlastní organismus, biosystém stájového prostředí a specifita, či infekční tlak původce.

Rozdělení mastitid

Základní rozdělení mastitid má přímý vztah k charakteru projevů zánětu mléčné žlázy, které jsou kromě klinicky zjistitelných znaků nejvýstižněji zjistitelné podle základního hygienického ukazatele a ukazatele zdraví mléčné žlázy podle PSB.

Tabulka 24 Dělení mastitid dle klinických příznaků

	Klinické příznaky	Smyslové změny mléka	Počet SB nad 100 tis.	Přítomnost patogenů
Zrdavá ml. žláza	-	-	-	-
Nespecifická	-	-	ano	-
Latentní	-	-	-	Ano
Subklinická	-	-	ano	Ano
Klinická	Ano	ano	ano	Ano

(Hofírek a kol., 2004)

Klinické mastitidy

- jsou s ohledem na přítomnost obecně známého souboru příznaků zánětu parenchymu mléčné žlázy
- většinou smyslově změněné mléko
- při přípravě na dojení zjistitelné změny
 - otok, bolestivost
 - teplota
 - změněný sekret
 - anatomické deformace na strucích i na vemeni

Klinické mastitidy podle charakteru smyslových změn sekretu mléčné žlázy:

- katarální
 - sekret mléku podobný (nejčastěji mléko s příměsí vloček)
 - zánětem jsou postiženy převážně vývodné cesty mléčné žlázy
- parenchymatózní
 - sekrece mléka zastavena (zánět postihuje vlastní sekreční buňky parenchymu mléčné žlázy, zodpovědné za syntézu složek mléka)
 - oddojíme jen minimální množství vodnaté nebo séru podobné tekutiny
 - hnisavý charakter, mléko pak vypadá jako hrachová polévka či kaše
 - klinické příznaky postižení mléčné žlázy i změny celkového zdravotního stavu bývají u parenchymatózních mastitid mnohem závažnější
 - atrofie čtvrtí mléčné žlázy
 - degenerace tkáňových změn

Subklinické mastitidy

- 15-40 % případů
- nejsou smyslově zjistitelné příznaky na mléčné žláze ani na jí produkovaném ml
- jsou nejlépe prokazatelné na základě spolehlivě dle:
 - počtu somatických buněk v mléce (bazénové a individuální vzorky)
 - prověřování přítomnosti patogenních mikroorganismů

Z pohledu rychlosti šíření mastitid rozdělujeme mastitidy na:

- infekční
 - původcem skupiny vysoce kontagiózních bakterií
 - kolonizují mléčnou žlázu
 - kontaminují dojící zařízení a ruce dojičů
- neinfekční (environmentální)
 - infekce z okolí
 - ascendentní průnik strukovým kanálkem z prostředí

Původce, výskyt a prevence onemocnění

Mastitidy patří k onemocněním polyetiologického původu, kdy se vzájemně prolínají systémy samotného zvířete, systém prostředí a mikroorganismů. Při jejich průniku pak dochází ke vzplanutí onemocnění mléčné žlázy.

Tabulka 25 Přehled bakteriálních původců mastitid

Původce	Frekvence výskytu	Patogen
Nejčastější původci	Často izolovaní	<i>Streptococcus agalactiae</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
Významné streptokoky	Často izolovaní	<i>S. Uberis</i> , <i>S. dysgalactiae</i> , streptokoky skupiny C, G a L, enterokoky
Koliformní bakterie	Méně často izolovaní	<i>E. coli</i> , <i>Proteus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i>
Koaaguláza-negativní mikrokoky	Často izolovaní	<i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Micrococcus sp.</i> , <i>Corynebacterium bovis</i>
Nahodilí původci	Nahodilý nález	<i>Listeria sp.</i> , <i>Klebsiela sp.</i> , <i>Moraxella sp.</i> , <i>Mycoplasma sp.</i> , <i>Acholeplasma sp.</i> , kvasinky, <i>Candida sp.</i> , <i>Mucor sp.</i>
Aktinomycety	Nahodilý nález	<i>Actinomyces pyogenes</i>
Specifičtí původci	Zřídka nález	<i>Mycobacterium sp.</i> , <i>Brucella sp.</i>

K původcům kontagiózních patogenních bakterií vyvolávající mastitidy patří *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Staphylococcus aureus*, či *Mycopalsma*.

Kontagiózní mastitidy se šíří výhradně při dojení. Jasným příkladem této skupin patogenních bakterií je *Streptococcus agalactiae*, který se vyznačuje vysokou kontagiozitou a je typickým patogenem mléčné žlázy. Mimo *Stafylococcus aureus* nenapadají sekreční část mléčné žlázy, stejně jako fibrózu, či abscesy. Při kolonizaci epiteliálního povrchu způsobují subklinické mastitidy, které jsou spojeny většinou s poklesem produkce méka, stejně jako dlouho trvající léčbou. Tento typ mastitid je zjišťován nejčastěji u krav na druhé a další laktaci.

Environmentální mastitidy vyvolávají *Escherichia coli*, *Klebsiela pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, *Seracia sp.*, *Proteus sp.*, *Pseudomonas sp.*, koagulázo-negativní druhy rodu *Staphylococcus*, *Staphylococcus*, *Actinomyces pyogenes* a další.

Environmentální mastitidy a jejich prevence souvisí se stájovým prostředím, které představují omezení vlhkosti prostředí, zajištění sucha ale i dobré péče o kvalitu struku a jeho ošetření po před a po dojení. Původci environmentálních mastitid se v normálních případech v mléčné žláze nevyskytují, všeobecně však kolonizují kůži mléčné žlázy, struků, především poraženou a traumatizovanou, či ruce dojičů. Při invazi těchto patogenů do mléčné žlázy vyvolávají mastitidy s perakutním, či akutním průběhem. Některé z nich však mohou přecházet do formy chronické.

Prevence mastitid souvisí především s možností šíření infekce, ke které dochází více jak v 95 % prostřednictvím strukového kanálku. Z toho je patrný vysoký význam hygieny stájového prostředí, které začíná u technického a technologického zařízení stáje, systému ustájení, organizace linky krmení, hygienického a fyziologického organismu uzpůsobeného procesu dojení, charakteru mikroklimatu a všech preventivních opatření. Tato opatření je třeba dodržovat především u dojnic v prvních 4–6 týdnech po porodu, dále pak v době zasušování krav, což je považováno za nejohroženější období dojnic, z hlediska vzniku mastitid.

Kromě rozměrově vyhovujících loží a stání, nelze připustit povrchy, které by způsobovaly byť mikrotraumata, především na mléčné žláze, musí být rovné, hladké a musí omezit znečištění případné podestýlky výkaly. V případě stlaných boxů např. slámou, či eparátem, plní podestýlka i funkci tepelně-izolační, přičemž nesmíme zapomínat ani na možnost kumulace environmentálních patogenů v ní. Za vhodný podestýlkový materiál se považuje sláma, dále pak hobliny. V obou případech se nesmí jednat o podestýlku mokrou, či zaplísňenou, či dokonce nahnilou. V případě separátu je pak podmínka, aby došlo při jeho přípravě k hygienizaci, tedy jeho biotermickému ošetření, které je v mnoha chovech poměrně sporné. K němu dochází samozahřátím na teplotu kolem 60 °C a je ho možno ošetřit zařízením, kde během 10 dnů dochází k provzdušnění a samozářevu. Tento materiál pak nemůže při svém použití zvyšovat infekční tlak, který se pak projevuje mírným zhoršením zdravotního stavu dojnic.

Po uvedení významu hygieny prostředí je třeba věnovat vysokou pozornost hygienickým postupům získávání mléka, které spočívá v přípravě dojnice na dojení, vlastního procesu dojení a desinfekci struků po dojení.

V chovech, kde jsou využívány dojírny, je nutno respektovat požadavky dané výrobcem, které má doporučený požadovaný systém hygieny a sanitace, včetně doporučených typů desinfekčních prostředků. Všeobecně by se měly uplatňovat následující zásady:

- dojiči by měli používat rukavice, které lze mezi jednotlivými pracovními úkony desinfikovat
- struky a mléčná žláza by se měly před dojením desinfikovat
- k osušení používat jednorázové papírové utěrky vlhčené v desinfekci
- hmatová kontrola vemene
- vyštření prvních stříků mléka a jeho posouzení (smyslové změny, NK test apod.)
- na osušení mléčné žlázy používat jednorázové utěrky, nebo čisté a vyžehlené utěrky
- do minuty po dojení desinfikovat struky dojnic
- mezi dojením jednotlivých zvířat desinfikovat dojící stroj

Předmětem kvalitní péče o dojnice při získávání mléka vzniká několik kritických bodů, které je třeba dodržovat a věnovat jim zvýšenou péči. Často dochází k níže uvedeným nedostatkům:

- studená voda – nevyvolá plnohodnotný ejekční reflex (optimum – 45 – 50 °C)
- nepravidelné postupy (omytí příliš dopředu) – nasazení stroje po odeznění ejekčního reflexu
- znečištěná voda, či utěrky
- nedostatečné osušení vemene a struků
- ochlazení mléčné žlázy
- kontaminace mléka prostřednictvím nečistot stékajících k hrotu struku
- zatlačení struku ventrálním směrem – zatlačení mléka ze strukového kanálku do cisterny
- oddojování na podestýlku, či do dlaně
- nesprávné nasazování dojící soupravy
- možnost nasávání vzduchu stáje, či dojírny
- desinfekce struku později než po minutě po ukončení dojení

Z hlediska mikroklimatu zde hrají velkou roli teplotně-vlhkostní podmínky, které jsou v mnoha případech označovány jako mikroklimatický stres. Třebaže známe optimální hodnoty jednotlivých faktorů jako např. optimální teplota od 5 do 18 °C, relativní vlhkost vzduchu 70–80 %, či rychlost proudění vzduchu do 0,2–0,3 m.s⁻¹, nelze je hodnotit izolovaně, ale je třeba vidět vzájemné souvislosti.

Při vysokých teplotách hledá zvíře prostředí, kde bude moci efektivně využít fyzikální způsob termoregulace, kdy se při nižších teplotách uplatňuje především ztráta tepla, či jeho předání do okolí vedením, či prouděním. Při vyšších teplotách pak na úkor dříve uvedených mechanismů nastupuje předávání tepla do okolí evaporací, tedy odparem, což je otázka především potních žláz. V těchto podmínkách zvířata hledají další možnosti ochlazení, přičemž nachází řešení u vodních zdrojů, tedy napaječek, či ulehnutím do hnojné chodby, na které je často více či méně vody a moči. Zde je ale největší riziko onemocnění, tedy průniku infekce prostřednictvím strukového kanálku. V letních měsících k této možnosti potencionální infekce přispívá i vysoká teplota, která působí na vasodilataci povrchových cév, tedy i cév strukového kanálu. Výsledkem je pak prodloužená doba pro jeho uzavření po procesu dojení, oproti podmínkám prostředí s teplotami nižšími. Vlhkost povrchů se pak může stát z hlediska zdravotního stavu velkým problémem.

Z minulosti je známý i vliv rychlosti proudění vzduchu na zdravotní stav dojnic. Především ve vazných chovech, kde zvířata nemohla změnit polohu

i při vystavení průvanu, docházelo k lokálnímu ochlazování některých orgánů, jako např. mléčné žlázy. Vlivem tohoto účinku pak docházelo lokálně ke snížení imunity zvířat a často poakovaně k výskytu zánětu mléčné žlázy.

Významným činitelem pro udržení dobrého zdravotního stavu dojnic je i úroveň výživy, která musí zabezpečit nejen dostatek všech živin, stejně jako dostatek minerálních látek (především selén a zinek) a vitamínů, především vitamínu C, A a E tak, aby nedocházelo k žádným metabolickým chorobám, či zhoršení kondice dojnic.

Seznam literatury

Adewumi B. A., Ademosun O. C., Ogunlowo A. S. 2006. Preliminary investigation on the distribution and sored pattern of cowpea in a cross flow grain separator. *Agricultural Engineering International*. Vol. VIII:1-12

Albrayrak, S., Yuksel, O. 2010. Effect of nitrogen fertilization and harvest time on root yield and quality of fodder beet. *Turkish Journal of Field Crops*, 15, 59-64.

Barker D. A., Vouri T. A., Hegedus M. R., Mayers D. G. 1992a. The use of ray parameters for the discrimination of Australian wheat varieties. *Plant Varieties and Seeds* 5: 35-45

Barker D. A., Vouri T. A., Mayers D. G. 1992b. The use of silice and aspect ratio parameters for the discrimination of Australian wheat varieties. *Plant Varieties and Seeds* 5: 47-52

Biaganzoli E., Boracchi P., Marubini E., 2002: A general framework for neural network models on censored survival data. *Neural Network*, 15, 209-218.

Billingsley J., Schoenfish M. 1997. The successful development of a vision guidance system for agriculture. *Comp. Electronics agricult.* Vol. 16 nr 2: 147-163

Billingsley J., Schoenfish M. 1997. The successful development of vision guidance system for agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 16 nr 2: 147-163

Boniecki P., Mueller W., Weres J., 2000: Wspomagająca rola technik neuronowych w ocenie niejednorodności przepływu powietrza przez złożo kamienne. *Mat. Konf. „Zastosowanie Technologii Informatycznych w Rolnictwie”* Kazimierz Dolny – Lublin.

Bruinenberg, M. H., Valk, H., Korevaar, H., Struik, P. C. 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grassland: a review. *Grass and Forage Science*, 57, 292-301.

Buermann M., Schmid R., Reitz P. 1995. Bruchjornbestimmung – Automatisiertes Verfahren mit digitaler Bildanalyse. *Landtechnik* 50(4): 200-201

Bull C. R., McFarlane N. J. B., Zwiggelaar R., Allen C. J., Mottram T. T. 1995. Inspection of teats by colour image analysis for automatic milking system. *Comp. Electronics agricult.* Vol. 15 nr 1: 15-26

DEMNEROVÁ, K., PAZLAROVÁ, J., RUMBL, T., MACKOVÁ, M., SAVICKÁ, D., ŠILHÁNKOVÁ, L. (2001): *Laboratorní cvičení z mikrobiologie*. VŠCHT Praha, ISBN: 80-7080-415-7, 179 s.

Doležal, P., Skládanka, J. 2008. Vliv vegetačního stádia vojtešky seté na chemické složení a in sacco stravitelnost organické hmoty. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 56 (1), 55 – 63.

Holúbek, R., Jančovič, J., Gregorová, H., Novák, J., Ďurková, E., Vozár, L. 2007. *Krmovinárstvo - manažment pestovania a využívania krmovín*. Nitra, SPU Nitra, 419 s.

Honsová, H., Bečková, L. 2008. Yields of fodder beet roots in organic farming. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 124, 268-270.

Hrabě, F., Buchgraber, K. 2004. *Pícninářství - travní porosty*. Brno, MZLU Brno, 149 s.

Chtioui Y., Panigrahi S., Francl L. 1999. A generalized regression neural network and its application for leaf wetness prediction to forecast plant disease. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*:

Grudziński J., Panasiewicz M., 2000: Wspomaganie doradztwa rolniczego przy wykorzystaniu technik informatycznych - perspektywy i ograniczenia. *Inżynieria Rolnicza* 7(18), 54-59.

Grudziński J., Panasiewicz M., 2000: Wspomaganie doradztwa rolniczego przy wykorzystaniu technik informatycznych - perspektywy i ograniczenia. *Inżynieria Rolnicza* 7(18), 54-59.

Havlíček, Z. : Hodnocení tepelného stresu dojníc. *Habilitační práce*. Brno, 2012, 120.

Hertz J., Krogh A., Palmer R. G., 1993: *Wstęp do teorii obliczeń neuronowych*. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa.

Herzig I., Suchý P., Straková E. (2008): Vliv mykotoxinů sterigmatocystinu, moniliforminu, diacetoxyscirpenolu, phosmopsinu A a toxinů mikromycet rodu *Alternaria* na zdraví zvířat a bezpečnost potravin. *Vědecký výbor výživy zvířat. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha - Uhřetěves*, 38 s.

HOFMAN, F. (1986): *Biologie pro 3. ročník SPŠ potravinářské technologie obor výroba krmiv a mlýnářství*. SNTL, Praha, 184 s.

Cheli F., Campagnoli A., Dell'Orto V. (2013): Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. *Animal Feed Science and Technology* 183: 1-16

JESENSKÁ, Z. (1987): *Mikroskopické huby v požívatínách a v krmivách*. Alfa, Bratislava, 320 s.

Kachel-Jakubowska M. 2008. Ocena jakości nasion rzepaku ozimego pod względem stopnia zanieczyszczenia. *Inżynieria Rolnicza* 2(100): 75-81

Kachel-Jakubowska M., Szpryngiel M. 2006. Jakość surowca oceniana na podstawie stopnia uszkodzenia nasion rzepaku. *Inżynieria Rolnicza* 13(88): 155-165

Kalač, P., Míka, V. 1997. *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Praha, ÚZPI Praha, s. 317.

Keller L. A. M., Gonzales Pereyra M. L., Keller K. M., Alonso A. A., Oliveira A. A., Almeida T. X., Barbosa T. S., Nunes L. M. T., Cavaglieri L. R., Rosa C. A.

R. (2013): Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. *Journal of Stored Product Research* 52: 42-47

Kummer V. (2009): Mykotoxikózy. In: Hofírek B., Dvořák R., Němeček L., Doležel R., Pospíšil Z. a kol. : Nemoci skotu. Česká buiatrická společnost, Noviko a. s., Brno, 948-952

Svobodová Z. a kol. (2008): Veterinární toxikologie v klinické praxi. Profi Press, s. r. o., Praha, 256 s.

Clapp, E., Boeker, P., König, F., Stählin, A. 1953. Wertzahlen des Grünlandpflanzen. *Das Grünland*, 2, 5, 38-42.

Kosař, J. et al. 1985. *Krmná řepa*. Praha, SZN v Praze, 304 s.

Koszela K., Boniecki P., Weres J., 2005: Ocena efektywności neuronowego prognozowania w oparciu o wybrane metody na przykładzie dystrybucji produktów rolniczych. *Inżynieria Rolnicza* 2(62), 69-76.

Kosela K., Weres J., 2005: Analiza i klasyfikacja obrazów suszu warzywnego z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. *Inżynieria Rolnicza* 2(62), 77-82.

Królczyk J., Tukiendorf M. 2007. Ocena jakości wieloskładnikowej niejednorodnej mieszaniny ziarnistej. *Inżynieria Rolnicza* 2(90): 119-127

MAKOVÁ, J., TANČINOVÁ, D., MEDO, J. (2013): Metódy mikrobiologického skúšania potravín. SPU v Nitre, 134s. ISBN 978-80-552-0984-5

MALÍŘ, F., OSTRÝ, V., BÁRTA, I., BUCHTA, V., DVOŘÁČKOVÁ, I., PAŘÍKOVÁ, J., SEVERA, J., ŠKARKOVÁ, J. (2003): Vlákňité mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka. NCO NZO, Brno, ISBN: 80-7013-395-3, 349 s.

Míka, V., Cagaš, B., Fiala, J., Kohoutek, A., Komárek, P., Nerušil, P., Odstrčilová, V. 2002. *Morfogeneze trav*. Praha: VURV Praha. 200 s.

Modrá H., Svobodová Z. (2009): Incidence of animal poisoning cases in the Czech Republic: current situation. *Interdisc Toxicol.* 2: 48-51

Novák, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza, Patria I. Spol. s. r. o., 708 s.

Overturf L. A., Comer M. L., Delp E. J. 1995. Color image coding using morphological pyramid decomposition. *IEEE Transactions on Image Processing* 4(2): 177-185

Paliwal J., Borhan M. S., Jayas D. S. 2004. Classification of cereal grains using a flabed scanner. *Canadian Biosystems Engineering*. Vol. 46: 1-5

Pelikán, J. et al. 2012. *Rostliny čeledi Fabaceae LINDL. (bobovité) České republiky*. 1. vyd. Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 230 s.

Regal, V., Šindelářová, J. 1970. *Atlas nejdůležitějších trav*. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství. 268 s.

SEDLÁČEK, I. (2007): Taxonomie prokaryot. Masarykova univerzita, Brno, 270 s. ISBN 80-210-4207-9

Shao J., Xin H., Harmon J. D. 1997. Comparison of image feature extraction for classification of swine thermal comfort behavior. *Comp. Electronics Agricult.* Vol. 19 nr 3: 223-232

Suchý P., Herzig I.: Plísňe a mykotoxiny. Prevence jejich vzniku a dekontaminace v krmivech. VFU Brno a VUVEL Brno, staženo z www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/2-studie_prof_sucheho.rtf dne 2. 4. 2014, 25 s.

Sroller, J., Pulkrabek, J. 1999. The effect of leaf area reduction on the yield of fodder beet. *Rostlinná výroba*, 45, 69-71.

Tadeusiewicz R. 1998. Elementarne wprowadzenie do technik sieci neuronowych z przykładowymi programami. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa

Tadeusiewicz R., 1993: Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa

Tadeusiewicz R., 1998: Elementarne wprowadzenie do technik sieci neuronowych z przykładowymi programami. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa

Tadeusiewicz R., 2001: Wprowadzenie do sieci neuronowych. StatSoft Polska, Kraków.

Tadeusiewicz R., Kohorda P. 1997. Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji. Kraków. ISBN 83-86476-15-X.

TANČINOVÁ, D., MAŠKOVÁ, Z., FELŠŮCIOVÁ, S., DOVIČIČOVÁ, M., BARBORÁKOVÁ, Z. (2012): Úvod do potravinárskej mykológie. Kľúč na identifikáciu potravinársky významných vláknitých mikroskopických húb. SPU, Nitra, ISBN: 978-80-552-0753-7, 286 s.

Trajer J., Jaros M., 2005: Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do oceny zmian jakości wybranych warzyw w procesie ich suszenia i przechowywania. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Tukiendorf M. 2002. Porównanie sposobów modelowania procesu mieszania jednorodnych układów ziarnistych przy użyciu modelu stochastycznego oraz metody wstecznej propagacji w technice sztucznych sieci neuronowych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 2 (35). s. 315-320

Tukiendorf M., 2005a: Przykład zastosowania sieci neuronowej w modelowaniu procesu mieszania układów ziarnistych. *Inżynieria Rolnicza* 7(76), 375-382.

Wind, K., Elzebroek, A. T. G. 1989. *Graslandplanten*. Misset, 96 s.

ZEMAN, L a kol. (2006): Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd. Praha: Profi Press, 360 s. ISBN 80-86726-17-7.

Legislativa ČR

91/1996 Sb. Zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech (Účinnost od: 1. 9. 1996)

356/2008 Sb. Vyhláška č. 356/2008 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů (Účinnost od: 16. 10. 2008)

415/2009 Sb. Vyhláška č. 415/2009 Sb., o stanovení požadavků na odběr vzorků a způsobu zveřejnění metod laboratorního zkoušení produktů ke krmení (Účinnost od: 1. 12. 2009)

500/2004 Sb. Zákon č. 500/2004 Sb., správní řád (Účinnost od: 1. 1. 2006)

Legislativa EU

2002/32 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES ze dne 7. května 2002 o nežádoucích látkách v krmivech EUR-Lex

2013/68 Nařízení Komise (EU) č. 68/2013 ze dne 16. ledna 2013 o katalogu pro krmné suroviny

2004/882 Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 882/2004 ze dne 29. dubna 2004 o úředních kontrolách za účelem ověření dodržování právních předpisů. . . EUR-Lex

2005/183 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005 ze dne 12. ledna 2005, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv EUR-Lex

2009/767 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 767/2009 ze dne 13. července 2009 o uvádění na trh a používání krmiv, o změně nařízení (ES) č. 1831/2003. . . EUR-Lex

2010/242 Nařízení Komise (EU) č. 242/2010 ze dne 19. března 2010, kterým se vytváří Katalog pro krmné suroviny (Text s významem pro EHP) EUR-Lex

2010/939 Nařízení Komise (EU) č. 939/2010 ze dne 20. října 2010, kterým se mění příloha IV nařízení (ES) č. 767/2009 týkající se povolených tolerancí pro. . . EUR-Lex

2003/1831 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 ze dne 22. září 2003 o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat

Seznam tabulek

Tabulka 1 Riziko výskytu onemocnění krav v post partálním období.....	20
Tabulka 2 Kvalita píce vojtešky seté.....	39
Tabulka 3 Termín sloupkování a začátku květu u vybraných druhů trav.....	42
Tabulka 4 Obsah (%) dusíkatých látek (NL), vlákniny (VL), acido detergentní vlákniny (ADF) a neutro detergentní vlákniny (NDF) u festulolia, srhy laločnaté a jetele plazivého v první seči	43
Tabulka 5 Podíl (%) jednotlivých nadzemních částí a stravitelnost organické hmoty (%) u čtyř druhů trav	43
Tabulka 6 Obsah ergosterolu (mg. kg^{-1} sušiny) a zearalenonu (mg. kg^{-1} sušiny) v porostech festulolia, srhy laločnaté a ovsíku vyvýšeného na konci vegetačního období v závislosti na intenzitě využití travního porostu v létě.....	44
Tabulka 7 Srovnání obsahu NL, NEL a ergosterolu u řepek a jílků pěstovaných jako letní mezplodiny na konci vegetačního období v letech 2004 a 2005	52
Tabulka 8 Klasifikace silážní mikroflóry	56
Tabulka 9 Optimální pH pro mikroorganismy	61
Tabulka 10: Hodnocení kvality siláží:	63
Tabulka 11 Hodnocení obsahu kys. máselné a klostridí	63
Tabulka 12 Charakteristika siláží podezřelých na listeriózu	67
Tabulka 13 Celkový přehled požadavků významných skupin mikroorganismů při konzervaci a dopad jejich činnosti na kvalitu krmiv	69
Tabulka 14 Přehled plísní a mykotoxinů	71
Tabulka 15 Množství jednotlivých cukrů odpovídajících spotřebě odměrného roztoku	111
Tabulka 16 Krácený rozbor vody	230
Tabulka 17 Požadavky jednotlivých kategorií skotu na teplotu vzduchu uvnitř stáje.....	246
Tabulka 18 Průměrná produkce citelného tepla	246
Tabulka 19 Produkce vodních par v $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ks}^{-1}$ u kategorií skotu	248
Tabulka 20 Vztah rosného bodu a vlhkosti	248
Tabulka 21 Výpočtové teploty stájového vzduchu v uzavřených stájových objektech v zimním období.....	250
Tabulka 22 Hodnocení ochlazovací veličiny:.....	250
Tabulka 23 Efekt vlhkosti a proudění vzduchu na při teplotě 27 °C	250
Tabulka 24 Dělení mastitid dle klinických příznaků	251
Tabulka 25 Přehled bakteriálních původců mastitid.....	253

Název publikace: Zdravotní bezpečnost krmiv, stájové prostředí
a výskyt mastitid

Autor: Zdeněk Havlíček a kolektiv

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1,
613 00 Brno

Sazba a tisk: Reprint s.r.o., M. R. Štefánika 318/1,
787 01 Šumperk

Vydání: první, 2014

Počet stran: 264

Náklad: 900 kusů

ISBN