

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

DISERTAČNÍ PRÁCE

Vliv využití separátu hovězí kejdy jako plastického steliva na vybrané ukazatele pohody zvířat

Autor disertační práce

Ing. Jana Šťastná

Vedoucí disertační práce

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji disertační práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona číslo 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 30. října 2012

Ing. Jana Šťastná

Poděkování

Děkuji svému školiteli prof. Ing. Miloslavu Šochovi, CSc. za pomoc a cenné rady v průběhu pokusů i při zpracování práce.

Dále bych chtěla poděkovat pracovnícím katedry KVDKP Ing. Martině Staňkové, paní Jitce Richterové a paní Dagmar Randákové za perfektní zázemí po celou dobu studia. Ráda bych také touto cestou poděkovala kolektivu studentů DSP, zejména Ing. Václavu Pálkovi za pomoc při realizaci pokusů. Mé poděkování též patří MVDr. Lucii Hasoňové, PhD. za podporu a cenné rady, Ing. Lence Hanusové, PhD. za cenné rady a pomoc při zpracování, MVDr. Bohuslavu Vostoupalovi za cenné rady a podporu, Doc. Ing. Josefu Pecenovi, CSc., Ing. Petře Zabloudilové, Ing. Miroslavu Čěšpivovi, Ing. Antonínu Wollnerovi, Ing. Jiřině Kopfové, Ondřeji Zachovi a Ing. Idě Janouškové za pomoc při zpracování a cenné rady a postřehy.

V neposlední řadě děkuji své rodině, která mi byla velkou oporou a za jejich nekonečnou trpělivost.

In memoriam děkuji svému otci, že mě naučil, že než člověk něco vzdá, je třeba vyzkoušet všechny cesty a řešení.

Obsah

OBSAH.....	4
1 ÚVOD.....	7
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE DANÉ PROBLEMATIKY.....	10
<u>2.1 TECHNOLOGIE V CHOVU SKOTU V ČESKÉ REPUBLICE.....</u>	<u>10</u>
<u>2.2 KEJDA – JEJÍ CHARAKTERISTIKA A PRODUKCE.....</u>	<u>13</u>
2.2.1Zpracovávání kejdy bez předchozí úpravy.....	16
2.2.1.1Kejda – hnojivářské využití.....	16
2.2.1.2Hnojení výsypek z dolů a složišť popele a biologická rekultivace.....	18
2.2.1.3Topolobezové plantáže a přímá aplikace kejdy.....	18
2.2.1.4Anaerobní metanové vyhnívání kejdy s výrobou bioplynu.....	19
2.2.1.5Kompostování kejdy.....	21
2.2.2Zpracování kejdy s předchozí úpravou.....	22
2.2.2.1Typy separace	23
2.2.2.2Hnojivá závlaha z kejdy po předchozí separaci tuhé části	24
2.2.3Skladování a uložení kejdy.....	24
2.2.3.1 Legislativní rámec.....	24
2.2.4Separátory kejdy.....	25
2.2.5Nová technologie zpracování hovězí kejdy jako plastického steliva pro zlepšení vztahu k životnímu prostředí	26
2.2.6Chemická úprava kejdy	27
2.2.7Enzymatické postupy zpracování a rozkladu kejdy.....	28
2.2.8Kombinace chemické předúpravy kejdy a biologické čištění.....	29
2.2.9Organické flokulanty.....	29
2.2.10Sedimentace a úprava vody po sedimentaci.....	30
2.2.11Proces úpravy prasečí kejdy a zpracování kejdy po úpravě.....	30
2.2.12Biologické čištění.....	31

2.2.12.1	Technologické výhody	31
2.3	ANALÝZA REÁLNÝCH MIKROBIOLOGICKÝCH RIZIK PRO SEPAROVANOU KEJDU.....	32
2.3.1	Patogenní mikroorganismy v hnoji a kejdě a faktory jejich přežívání.....	33
2.3.2	Metody redukce patogenních mikroorganismů v hnoji a kejdě.....	42
2.3.2.1	Biologické metody redukce mikroorganismů	42
2.3.2.1.1	KOMPOSTOVÁNÍ V HROMADÁCH.....	42
2.3.2.1.2	KOMPOSTOVÁNÍ V REAKTORU.....	43
2.3.2.1.3	AERACE KEJDY.....	44
2.3.2.1.4	ANAEROBNÍ OŠETŘENÍ KEJDY.....	45
2.3.2.2	Chemické metody.....	46
2.3.2.3	Fyzikální metody.....	48
2.3.3	Parazité v hnoji a kejdě	48
2.3.3.1	Faktory ovlivňující výskyt parazitů.....	50
2.3.3.1.1	ABIOTICKÉ FAKTORY.....	50
2.3.3.1.2	BIOTICKÉ FAKTORY.....	52
2.3.3.2	Odolnost parazitů vůči podmínkám vnějšího prostředí.....	52
2.3.3.2.1	PROTOZOÁRNÍ PARAZITÉ.....	52
2.3.3.2.2	PARAZITIČTÍ HELMINTÉ.....	56
2.3.3.3	Asanace parazitárních zárodků ve výkalech.....	59
3	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	62
4	MATERIÁL A POUŽITÉ METODICKÉ POSTUPY	63
4.1	CHARAKTERISTIKA EXPERIMENTÁLNÍHO ZEMĚDĚLSKÉHO DRUŽSTVA	63
4.2	PLASTICKÉ STELIVO	65
4.2.1	Výroba plastického steliva ze separátu kejdy skotu.....	65
4.2.2	Kontrola průběhu termického působení.....	66
4.3	METODICKÝ POSTUP MIKROBIOLOGICKÉHO VYŠETŘENÍ PLASTICKÉHO STELIVA	66
4.4	METODICKÝ POSTUP HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU DOJNIC.....	68
4.5	METODICKÝ POSTUP HODNOCENÍ ČISTOTY POVRCHU TĚLA DOJNIC.....	69

<i>4.6</i>	<i>METODICKÝ POSTUP ETOLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ A JEJICH ANALÝZY.....</i>	<i>69</i>
<i>4.7</i>	<i>METODICKÝ POSTUP MĚŘENÍ MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK.....</i>	<i>70</i>
<i>4.8</i>	<i>METODICKÝ POSTUP HODNOCENÍ KVALITY MLÉČNÉ PRODUKCE.....</i>	<i>71</i>
<i>4.9</i>	<i>STANOVENÍ NÁKLADŮ NA VÝROBU PLASTICKÉHO STELIVA.....</i>	<i>71</i>
<i>4.10</i>	<i>ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT.....</i>	<i>72</i>
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	72
<i>5.1</i>	<i>VÝSLEDKY MIKROBIOLOGICKÉHO VYŠETŘENÍ.....</i>	<i>72</i>
<i>5.2</i>	<i>VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ANALÝZ TĚLESNÝCH TEKUTIN DOJNIC.....</i>	<i>79</i>
<i>5.3</i>	<i>VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU DOJNIC.....</i>	<i>81</i>
<i>5.4</i>	<i>HODNOCENÍ ČISTOTY POVRCHU TĚLA DOJNIC.....</i>	<i>82</i>
<i>5.5</i>	<i>ANALÝZA ETOLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ.....</i>	<i>85</i>
<i>5.6</i>	<i>VÝSLEDKY MONITORINGU MIKROKLIMATU</i>	<i>86</i>
<i>5.7</i>	<i>HODNOCENÍ KVALITY MLÉČNÉ PRODUKCE</i>	<i>93</i>
<i>5.8</i>	<i>NÁKLADY NA VÝROBU PLASTICKÉHO STELIVA.....</i>	<i>95</i>
6	ZÁVĚR.....	97
7	POUŽITÁ LITERATURA.....	99
8	SEZNAM TABULEK A GRAFŮ.....	117

1 Úvod

Zájem veřejnosti je v posledních několika letech zaměřen na problematiku týkající se negativního působení zemědělství na přírodu. Příčiny lze nacházet ve struktuře, technologii zemědělské výroby a také v neukázněnosti při práci s přírodními zdroji. V této době jsou a budou aspekty životního prostředí v zemědělství a zemědělské politice stále důležitější, a to jak v ČR, tak i v dalších zemích EU. Vstupem do EU převzala ČR řadu závazků a směrnic, které upravují přístup a odpovědnost všech výrobců k životnímu prostředí. Tento trend musí respektovat také zemědělství jako celek, zvláště pak živočišná výroba, která je z pohledu ochrany životního prostředí největším znečišťovatelem, zvláště v oblasti ovzduší a vod. Současně je v EU v chovech hospodářských zvířat věnována velká pozornost welfare zvířat. Z těchto důvodů je nutné velmi uvážlivě přistupovat k výzkumu, ověřování a zavádění nových technologií, které mohou výrazně snižovat zátěž jedné složky životního prostředí, ale druhou neúměrně zhoršit. Je nutné vycházet z filozofie směrnice Rady 96/61/EC (IPPC), která požaduje, aby se již v průběhu celého technologického procesu omezoval vliv znečištění a nebylo nutné budovat nákladná koncová zařízení na jeho likvidaci. Zároveň je požadováno, aby se snižovaly vstupy energií a materiálů. V živočišné výrobě, je v současné době věnována velká pozornost uplatnění kejdy tak, aby nebyla chápána pouze jako odpad, ale aby byla následně zhodnocena v další zemědělské činnosti. Je tedy nezbytně nutné minimalizovat či likvidovat plošné zdroje znečištění optimalizací (omezením aplikovaných herbicidů, hnojiv) nebo snížením hustoty hospodářských chovaných zvířat na 1 ha orné půdy a snižováním emisí dusíku do ovzduší. Je také nutné likvidovat či minimalizovat jednotlivé zdroje znečištění životního prostředí, obzvláště vodních zdrojů omezováním průmyslové výroby a výstavbou čistíren odpadních vod.

Na celkové produkci zemědělských odpadů se značnou měrou podílejí odpady ze živočišné výroby – ročně se vyprodukuje 48 miliónů tun a tím odpady ze živočišné výroby představují po průmyslu druhý největší zdroj odpadů. Je tedy důležité, aby producenti i chovatelé věnovali zvýšenou pozornost těmto problémům. Tyto problémy se totiž stávají významnými předpoklady pro limitování dalšího rozvoje

celého odvětví. Dochází k paradoxní situaci, kdy na jedné straně je kejda brána jako odpad, na druhé straně je řazena mezi organická hnojiva, které mají svůj energetický, ekonomický a biologický potenciál, jež je nutno využít. Kejda představuje organominerální, komplexní hnojivo s hnojivou vysokou účinností, kterou lze srovnat s chlévským hnojem.

Za nejvýhodnější je považováno bezstelivové ustájení s výkalovou koncovkou a následným hnojivářským využitím kejdy z důvodů kultury a hygieny práce a ekonomické efektivity. Bezstelivové stáje jsou provozně o 30 - 40 % levnější ve srovnání se stelivovými provozy.

V zemědělství České republiky, v rozporu s celosvětovou tendencí, nastal v posledním desetiletí objektivně nezdůvodnitelný odklon od bezstelivového ustájení, který přetrvává dodnes. Za příčinu odklonu od bezstelivových stájí je možné považovat vysokou produkci kvalitní kejdy nadměrně zředěné vodou, nevyřešené systémy podroštového odkluzu kejdy, možnost přítomnosti těžkých kovů, nedostatek skladovacích kapacit a nesprávná lokalizace bezstelivových provozů bez vazebného propojení na půdu a nerespektování jejich specifických podmínek.

Je nutné zdůraznit, že dané problémy a potíže lze odstranit a poté tedy vytvořit tak potřebný komplex podmínek pro racionální využití kejdy. Lze hovořit o komplexu podmínek technologických (systémy zpracování kejdy, systémy ustájení, skladovací prostory apod.), organizačních (kvalita, způsob a doba aplikace kejdy, max. hustota zvířat na 1 ha orné půdy apod.), legislativních (Zákon o hnojivech a hnojení, Zákon o vodním hospodářství, mezinárodní dohody apod.), personálních (zodpovědná a kvalitní práce, know-how) apod.

Moderní boxové ustájení dojnic využívá pro pohodu zvířat při jejich ležení tzv. „matrace“ – tedy gumové podložky, které jsou částečně elastické a umožňují zvířatům izolované a pohodlnější uléhání, ne pouze na holém betonu. Z hlediska welfare však ani toto řešení není zcela ideální. Vzhledem k tomu, že tradiční stelivový materiál nemusí být na farmách chovu skotu plně k dispozici, je nutné hledat vhodný stelivový materiál s dobrou plasticitou, dovolující měkce kopírovat tělní povrch uléhajícího zvířete oproti tvrdé podložce stájové podlahy. Příhodným médiem je separát kejdy skotu, speciálně upravený pro potřeby stlaní a přistýlání v boxech.

Zpětné využití exkrementů zvířat ve stájových prostorech jako podestýlka je ovšem spojeno s rizikem mikrobiální kontaminace prostředí. Exkrementy zvířat mohou být nositelé patogenních mikroorganismů a původci různých onemocnění bakteriálního, virového, plísňového nebo parazitárního původu. Vztít v úvahu toto riziko je zvláště důležité v chovech dojnic, kdy struky vemene dojnice jsou vystaveny přímému kontaktu se separátem a možnost kontaminace a rozvoje onemocnění je velmi vysoká. Tím následně vzniká i možnost kontaminace produktů určených pro lidskou spotřebu – zejména mléka, případně masa, s negativním dopadem na hygienu a bezpečnost potravin.

2 Literární rešerše dané problematiky

2.1 Technologie v chovu skotu v České republice

Kvalita ustájení je závislá na velikosti ustájovací plochy i prostoru, na kvalitě mikroklimatu, povrchu a tepelné izolaci podlah, kvalitě hlavních stájových prvků, úrovni osvětlení a na vybavenosti pomocnými prostory, např. výběhy apod. Při řešení stájových objektů je nutné přihlížet k tomu, aby řešení mělo možnost umožňovat progresivní organizaci provozu při vysoké produktivitě práce, aby se stalo úsporným z hlediska pořizovacích nákladů a spotřeby energie a aby současně také maximálně vyhovovalo potřebám zvířat (Zajíček *et al.* 1980).

Z hlediska welfare se systém ustájení skotu stále považuje za etologicky plně odpovídající, pokud jím není narušovaný zdravotní stav zvířat a přirozené chování nebo vynucováno dlouhé období přizpůsobování se stájovým podmínkám. Vhodnost jednotlivých typů ustájení se často může posuzovat na základě časů ležení a přežvykování zvířat. Tyto základní etologické parametry by mohly být ovlivněny různými detaily ustájovacích zařízení, nebo rozdílným managementem. V normálních podmínkách krávy stráví za 24 hodin až 12 hodin ležením (Šoch *et al.* 2009). Čas ležení v nevhodných boxech a v podmínkách přeplněné stáje může být nižší než v podmínkách optimalizovaných.

Další možností posouzení vhodnosti různých typů ustájení může být porovnání čistoty těla ustájených krav. Touto problematikou se zabýval např. Šoch *et al.* (2007) a je k ní sestavena i pracovní metodika VÚŽV Uhřetěves. Jako nejčistší je vyhodnocen povrch těla krav ustájených ve volném stlaném boxovém nebo kombiboxovém ustájení. Ve všech případech ustájení bude z hlediska kvality stájového prostředí nutná dostatečná výměna vzduchu, kterou lze zabezpečovat různými způsoby větrání (Kubíček and Novák, P. 1994) - nucené, přirozené a kombinované, přičemž poslední dva jmenované systémy byly obvykle řízeny pomocí snímacích čidel. S tím souviseli i požadavky na minimalizaci zátěže emisemi (Jelínek *et al.*, 2008). Kritéria pro hodnocení kvality daného chovného prostředí z hlediska welfare zvířat a jejich dalšího uplatnění při ustájení skotu vypracoval Doležal (2004), který pro metodiku hodnocení modifikoval „Bartussekovu stupnici“. Tato úprava vychází především z

výrazně vyšších koncentrací zvířat v našich chovech. Na základě pěti základních daných faktorů chovného prostředí kvantifikovaného sedmi kvalitativními stupni je stanovován výsledný ukazatel – koeficient chovatelské vhodnosti.

Jako základní faktory chovného prostředí jsou hodnoceny:

1. možnosti pohybu zvířat;
2. možnosti sociálního kontaktu;
3. kvality podlahových ploch;
4. kvality mikroklimatu a úroveň větrání;
5. intenzita chovatelské péče.

Podle výsledného ukazatele, který vzniká součtem bodů za hodnocení výše uvedených faktorů, jsou stanovovány tři stupně vhodnosti chovatelského prostředí – vhodné, méně vhodné (podmíněně vhodné) a nevhodné. Jako nejvhodnější z hlediska welfare je podle této metodiky vyhodnocena otevřená, volná stáj bez průvanu, s volným přístupem do výběhu nebo nezatepleného krmiště a vysokou intenzitou chovatelské péče. Naopak jako naprosto nevhodná se podle uvedeného bodového systému zjevuje stáj s celoročním vazným ustájením bez výběhu, roštovými podlahami a větraná jen okny a vraty.

Moderní boxové ustájení dojníc využívá pro pohodu zvířat při jejich ležení tzv. „matrace“ – tedy gumové podložky, které jsou částečně elastické a umožňují zvířatům izolované a pohodlnější uléhání, ne pouze na holém betonu. Z hlediska welfare však ani toto řešení není ideální. Vzhledem k tomu, že tradiční stelivový materiál – sláma není na převážné většině farem plně k dispozici, je nutné hledat vhodný stelivový materiál s dobrou plasticitou, dovolující měkce kopírovat tělní povrch uléhajícího zvířete oproti tvrdé podložce stájové podlahy. Dále by tento materiál měl mít i dobré tepelně izolační vlastnosti. Příhodným médiem je např. separát z hovězí kejdy o sušině cca 60 %, speciálně upravený pro potřeby stlaní a přistýlání v boxech. První, zatím však neoficiální experimenty s podestýláním tímto materiálem již byly prováděny v ČR i v zahraničí. Uvádí se výrazné zlepšení welfare ustájených zvířat. Zvířata (dojnice) si vytvářejí v plastickém organickém materiálu přirozené lůžko, nedochází k prochladnutí těla při uléhání na holé podlaze. Manipulace se separátem

kejdy při přistýlání je velmi snadná, nedochází k jejímu rozhazování mimo ustájovací plochu. Výrazně se zvýšila korporální čistota zvířat.

Užití nativního separátu kejdy však není z veterinárního hlediska úplně bezproblémové. Hlavním potenciálním rizikem je epizootologický a epidemiologický faktor, vycházející z faktu, že mikrobiálně kontaminované výkaly zvířat se po určité fyzikální preparaci vracejí zpět do prostředí jejich původu. Směs tuhých a tekutých výkalů je obligátním nositelem pestrého spektra mikrobiálních agens a současně je i jejich pomnožovacím médiem. Dále nelze pominout možnost bezprostřední transmise fakultativně patogenních kmenů i případných původců závažných nálezů zvířat bakteriálního, virového, plísňového a parazitárního původu, které jsou často přenosné i na člověka. Toto právě zmíněné riziko může být nejenom epizootologickým, ale i epidemiologickým, protože takto upravované ustájovací prostředí je současně výrobním prostorem pro produkci některých potravních surovin – tj. mléka a masa pro lidskou spotřebu. K původně jmenovaným aspektům se tedy přiřazují i aspekty hygieny potravin a potravních surovin živočišného původu, získávané v takovém prostředí.

To znamená, pokud možno, bezreziduálními formami a prostředky potlačit dispoziční k pomnožování a rozvoji nežádoucích a rizikových mikrobiontů, a to bez uplatnění totálně biocidních postupů. Tedy prakticky minimalizovat kultivační podmínky pro zmíněné nežádoucí druhy a kmeny mikroorganismů ve struktuře výkalů jejich urychleným nehníbným rozkladem příznivými bakteriálními dekompozitory, tj. mikrobiálními kulturami, pomnoženými za podpory vhodných nativních biostimulativních prostředků, umožňujících spontánní fyziologickou selekci mikrobiálního osazení prostředí na principu regulovaného a podporovaného interferenčního fenoménu. Některé přípravky hlavně pro mikrobiologické potlačování plísní byly již v poloprovozních podmínkách ověřeny. Pokud na tuto fázi, která navodí úvodní speciální diferenciaci v mikrobiálním prostředí, naváže vhodně usměrňovaná fázová biotermická preparace, známá z procedur řízených kompostovacích procesů, lze předpokládat, že právě zmiňovaná fázovitá teplotní variace podpoří tzv. vyklíčení sporulujících mikroorganismů a umožní jejich následnou devitalizaci opětovným strmým zvýšením biotermického prohrátí asanované masy separátu na dostatečnou

teplotní hodnotu, po dostatečně dlouhou časovou expozici. Realizace uvažované technologie recyklace kejdy v podobě separátu předpokládá jako bazální zrací etapu podmínku frakcionovaného zahřátí tohoto biologického materiálu s dostatečně dlouhou akční termální expozicí v závěrečné fázi. Ta musí spolehlivě devitalizovat spektrum vyskytujících se mikrobiontů, jmenovitě pak patogenních druhů a kmenů. Splnění této podmínky předpokládá zařazení řízeného kompostovacího procesu do technologie separace a využití separátu hovězí kejdy ke stlaní v boxovém ustájení dojníc.

Kompostování je aerobní proces biologické dekompozice a stabilizace organických surovin probíhající za podmínek, vedoucích ke vzniku termofilního prostředí, které je výsledkem biologicky produkovaného tepla, za účelem získání výsledného produktu. Tento produkt je stabilní a patogenů prostý kompost, který může být dále využíván. Nejčastěji nachází využití jako organické hnojivo. Během kompostování přeměňují mikroorganismy působením svého enzymatického aparátu organické suroviny na částečně rozložené sloučeniny a nový buněčný materiál. Proces je doprovázen dynamickými změnami průběhů teplot, přítomností kyslíku a dostupností živin a jako vedlejší produkty vznikají CO_2 , H_2O a teplo. Teplo, které vzniká v procesu kompostování je využíváno pro termickou úpravu tuhého podílu separované kejdy – separátu, pro jeho hygienizaci. Pro správný průběh hygienizace separátu kejdy je nutný nárůst teploty na 70°C po založení kompostu a po prvním překopání. Teplota by se měla v tomto rozmezí pohybovat po dobu 21 dní. Pak kompostovací proces prochází do fáze přeměny a fáze dozrávání a nastává pokles teplot. Po skončení třetí fáze je výsledný produkt - kompost, vzniklý z tuhého podílu separované kejdy, možné využívat k různým účelům, např. jako plastické stelivo v chovu skotu.

2.2 Kejda – její charakteristika a produkce

Kejda je z části zkvašená směs tekutých a tuhých výkalů hospodářských zvířat a zbytků krmiv se specifickým podílem technologické vody.

Složení kejdy je velice rozmanité. Pro obsah živin je limitující přítomnost sušiny, která závisí hlavně na podílu technologické vody. U skotu se doporučuje používat kejdu o průměrném obsahu sušiny 7,5 % (v praxi se vyskytuje od 3 %), u prasat 7,2 % (v praxi i kolem 1 %) (Richter *et al.*, 2002).

Tabulka 1: Základní vlastnosti kejdy

Druh kejdy	Vlhkost (%)	Org. látky (%suš.)	N (%suš.)	Poměr C:N
Kejda prasat	91 - 98	72 - 78	5,0 - 5,8	6 - 7 : 1
Kejda skotu	94 - 99	70 - 81	3,5 - 4,5	10 : 1
Kejda drůbeže	82 - 97	65 - 76	5,0 - 8,1	4 - 5 : 1

Zdroj: Macourek 2002, Růžek et al., Kára et al. 2002

V současné době se v naší zemi ročně produkuje 9 milionů tun kejdy. Podíl prasečí kejdy je přibližně 50%, skotu 45% a drůbeže 5%.

Tabulka 2: Průměrná denní a roční produkce kejdy dle druhů zvířat (kg/tDJ)

Druh hosp. zvířete	Denní produkce (kg)	Roční produkce (t)
Prasata	40 – 70	15 – 6
Skot	50	18 – 22
Telata	65	24
Drůbež	50 - 100	18 - 36

Zdroj: KCHPD, 2004

Tabulka 3: Obsah a produkce živin v kejdě hospodářských zvířat

Druh kejdy	Roční produkce	Sušina	Organická hmota	Dusík celkový	Dusík stravitelný	Fosfor	Draslík
	(t)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Skot	23	7,5 - 8,5	5,5	4,7	2,7	0,6	4,4

(1 ks)							
Prasata (10ks)	21	6,5 - 7,5	6,0	6,3	4,4	1,5	2,9
Drůbež (100ks)	10	13,7-15	10,5	5,4	3,5	2,6	2,5

Zdroj: Možnosti využití kejdy. *Conc. in Pig Sci.*, 8/2001

Pro rostliny jsou snadno přístupné výše uvedené živiny v kejdě. Fosfor je vázán v organické hmotě, dusík je z 55 % obsažen v anorganické formě (90 % je v organické formě, zbytek ve formě nitrátové), a draslík se vyskytuje hlavně v moči (Richter *et al.*, 2002).

Poměr C:N (důležitý pro vysokou hnojivou hodnotu), který se pohybuje v rozmezí 4-8 : 1. Tento poměr pak má vliv na:

- * rychlost mineralizace organické půdní hmoty,
- * trvanlivost organických látek proti mikrobiálnímu rozkladu,
- * rychlost přeměny organických látek v půdě,
- * rychlost uvolňování dusíku z organických vazebných vztahů,
- * využití energetického potenciálu kejdy k zmnožení mikroorganismů.

Kejda, která je správně vyrobená a ošetřená, představuje významný zdroj organických látek, bakterií, živin a látek stimulační povahy ze skupiny heteroauxinů, které při správném aplikování zvyšují úrodnost půdy a představují značnou finanční úsporu (Novák, 2010).

Tabulka 4: Průměrný obsah živin v kejdě v % čerstvé hmoty

Druh kejdy	Sušina	Organická látka	N	P	K	Ca	Mg
Skot	7,5	5,5	0,4	0,10	0,40	0,1	0,04
Prasata	7,2	6,0	0,6	0,13	0,27	0,2	0,05
Drůbež	15,0	10,5	1,0	0,30	0,40	1,0	0,10

2.2.1 Zpracovávání kejdy bez předchozí úpravy

Kejda je určena ke hnojení – je to dáno jejím původem a složením. Zvyšuje produktivnost půdy, a to v kombinaci se zeleným hnojením, slámou nebo v trojkombinaci těchto hnojiv (Jelínek *et al.*, 2008).

Technologie hnojení je nejlépe ověřeným a propracovaným způsobem využití kejdy v zemědělství u bezstelivových stájí s kejdivou koncovkou. V důsledku špatné techniky aplikace kejdy na pole a z důvodu špatného řešení kejdivých koncovek řady provozů jsou vypracovány i jiné způsoby využití a zpracování kejdy, které sledují:

- *0 aby nebylo poškozeno životní prostředí,
- *1 aby byla kejda hnojivářsky využita,
- *2 hygienická hlediska její aplikace.

2.2.1.1 Kejda – hnojivářské využití

Hnojivářské využití kejdy je přímé využití kejdy, které u nás představuje provozně ověřený, nejlépe propracovaný a ekonomicky nejefektivnější způsob využití kejdy prasete k hnojení trvalých travnatých porostů a polních plodin (Richter *et al.*, 2002).

Pro tento systém je důležitá:

- *3 kvalita a množství kejdy,
- *4 manipulační a aplikační technika,
- *5 skladovací kapacity a kvalita práce obsluhy,
- *6 homogenizace kejdy,
- *7 systém organického hnojení.

U daného systému využití kejdy je nutné dodržet následující opatření:

a) Vyprodukovanou kejdu dát k uskladnění minimálně na 3 - 4 měsíce. Optimální doba jejího skladování je 6 měsíců, což znamená, že se nevyváží kejda na pole v zimním období, a aplikovat kejdu dvakrát za rok, tedy v období březen-duben a říjen-listopad.

Při dlouhé dostatečné době skladování a zrání kejdy by mělo docházet (Van Dyne *et. al* 1968)

- * k odstraňování infekčního potenciálu kejdy (salmonely, zárodky parazitů, koliformní bakterie, spirochety, apod.),
- * k deaktivaci škodlivých látek s inhibičním účinkem na většinu rostlin (kyselina benzoová, hipurová, močová, apod.),
- * ke ztrátě klíčivosti plevelných semen.

V nádržích na uskladnění kejdy tyto požadované procesy lze urychlit areací, resp. provzdušňováním kejdy, která byla uskladněna. Oligolýza kejdy (SRN) se používá za účelem efektivního zničení choroboplodných zárodků v kejdě. Podstatou oligolýzy jsou dávky iontů mědi elektrickou cestou do kejdy, jehož konečným efektem je zlepšování homogenizace a tekutosti kejdy a snižování produkce škodlivých plynů.

Skladování kejdy lze provést do (Hančarová, 1980):

- * nádrží, které jsou konstruované i na vysoké objemové kapacity, či kruhových ocelových nádrží s kapacitou 17-2847 m³,
- * v zemi částečně zapuštěných foliových jímek s obsahem 3000 m³,
- * nádrží z betonu.

b) Před tím, než se kejda aplikuje na pole, je velmi nutné provést v jímce kvalitní homogenizaci několika typy míchadel z důvodu její postupné separace v různých nádržích (prasečí kejda separuje tak, že tuhá složka začne klesat).

c) Poté je prováděno přečerpání kejdy do aplikátorů pomocí různých čerpadel (stacionární, mobilní, apod.).

d) Pokud se kejdou hnojí, je nutná maximální snaha o zabránění působení vysokého měrného tlaku na půdu a zabránění unikání amoniaku do atmosféry, apod. Proto

se omezuje aplikace kejdy povrchovým rozstříkem a využívá se různá aplikační technika umožňující zapravovat kejdu (Havlíček *et al.* 2007):

- * aplikace do travního drnu (prořezávací speciální adaptéry),
- * aplikace pod povrch půdy (radličkové aplikátory),
- * podlistová aplikace na povrch půdy (hadicové aplikátory),
- * podlistová aplikace během vegetace se zapravením kejdy mělkého rázu do půdy v meziřádcích (stopery, botkové adaptéry).

2.2.1.2 Hnojení výsypek z dolů a složišť popele a biologická rekultivace

Je to technologie, která rekultivuje průmyslové objemné odpady. Při uplatnění této metody přímého využití kejdy bez předchozí úpravy se efektivně využívá bilančních přebytků kejdy. Je využívána moderní aplikační technika na optimální aplikaci kejdy (Richter *et al.*, 2002).

2.2.1.3 Topolobezové plantáže a přímá aplikace kejdy

Je to metoda, která velmi efektivně využívá bilančních přebytků kejdy, šetří skladovací kapacitu nádrží a získává kvalitní organické hnojivo, které lze využít jako hnůj. Nevýhodou se pak stává značná náročnost na životní prostředí (Urban, 1997).

Část kejdy, která je produkována, je vylévána do povrchových lagun, okolo kterých je vysázen černý bez, rákos či topoly. V povrchové laguně může docházet k (Van Dyne *et. al* 1968):

- * vyššímu nárůstu rákosové či dřevní hmoty,
- * produkci květu a plodů bezu černého pro farmacii,
- * mineralizaci organické hmoty kejdy a částečnému provzdušnění (aeraci),
- *8 odpařování vody z kejdy, při čemž vzniká tuhá frakce s 40 - 50% obsahem organických látek,
- *9 účinnému záchytu dusičnanů a dusitanů kořenovým systémem těchto rostlin.

Tento systém však potřebuje značnou vzdálenost od měst z důvodu šíření zápachu a značnou rozlohu půdy u podniku. Díky produkci dřeva, květu a plodů bezu či rákosu a frakce kejdy v tuhém stavu vyhrnované jedenkrát za 2 - 3 roky návratnost činí při založení plantáže 1 rok.

2.2.1.4 Anaerobní metanové vyhnívání kejdy s výrobou bioplynu

Využití biologicko - chemického procesu rozkladu organických látek k výrobě bioplynu je metanogenní kvašení nebo anaerobní fermentace. Kalový plyn (bioplyn) je směsí plynů a obsahuje (Novák *et al.* 2010):

- * 55 – 75 % metanu,
- * 25 – 40 % CO₂,
- * 1 - 3 % dalších plynů (sirovodík, vodík, dusík, vodní páry, stopové množství vzácných plynů)

Lze zde využít skupiny metanových a kyselinotvorných bakterií. Celý proces je možno rozdělit na několik postupných etap (Novák *et al.* 2010):

- *10 **hydrolýza** - přeměna organických vysokomolekulárních látek na nižší organické rozpustné sloučeniny,
- *11 **acidogeneze** - přeměna na mastné kyseliny-(konečný produkt jsou alkoholy, CO₂, organické kyseliny, H),
- *12 **metanogeneze** - přeměna na konečný produkt plyny, CH₄, CO₂, aj.

Celý proces je poté závislý na:

- * styku materiálu (čerstvého) s metanotvornými anaerobními bakteriemi, nepřítomnosti vyšších koncentrací amoniaku, těkavých kyselin, kationtů Mg, Ca, K, antibiotik, apod.
- * kvalitě a složení kejdy,
- *13 anaerobních podmínkách prostředí,
- *14 teplotě kvašení a použitých kmenů mikroorganismů.

Teplota je základním a nejdůležitějším faktorem metanizace. Stanovení teploty, která by byla vhodná, a zvláště její dodržování v průběhu celého procesu, je jedním z limitujících faktorů anaerobního kvašení. Kmeny bakterií, (tedy nositelé celého procesu), které se používají, se optimálně rozvíjejí při teplotě 37 – 43°C (mezofilní). Při vyšších teplotách se proces urychlí (50-60°C -termofilní), při nižších sníží. Důležité je tedy s ohledem na sezónnost teploty zajistit kvalitní izolaci fermentačních nádrží.

Metanogeneze a její výsledek je (Novák, 1997):

- *15 bioplyn, který lze využít jako energeticky bohaté palivo,
- *16 vyhnílý kal, který lze použít ke hnojení, přičemž vykazuje nižší hnojivý účinek než kejda, která je fermentována
- *17 kalová voda, která před vypouštěním do vodních recipientů by měla být vyčištěna biologickou aktivací a její množství je asi 50 % vstupního množství kejdy.

Tabulka 5: Kvalita a množství vyprodukovaného bioplynu

Zdroj: Možnosti využití kejdy. *Conc. in Pig Sci.*, 8/2001

Druh hospodářského zvířete	Sušina výkalů + moči (kg / den)	Výkaly celkem (kg / den)	Množství bioplynu (m ³ / den)
Dojnice (550 kg)	6	60	1,7
Hov. žír (350 kg)	3	30	1,2
Jalovice (330 kg)	3,5	35	0,9
Telata (100 kg)	1,25	12 - 15	0,3
Nosnice (2,2 kg)	0,036	0,15 - 0,30	0,016
Brojleři (0,8 kg)	0,020	-	0,009
Kanci (250 kg)	1,3	18,5	0,3
Prasnice (170 kg)	1,0	14	0,3
Běhouni (23 kg)	0,23	4	0,15
Prasata výkrm (70 kg)	0,5	8,5	0,2

- * **tuhou část** - lze využít ke kompostování, hnojení či dalšímu zpracování,
- * **tekutou část** - ta je určena přímo ke hnojení nebo k čistírenskému zpracování a následnému vypuštění do vodních recipientů.

Zpracování a úprava tekuté části vyhnílych kalů jsou neustále předmětem různých výzkumů, protože její užití ke hnojení je rozporuplné. Někdy se zpracovává na centrifugách, a poté se aerobně čistí až na stupeň užitkové vody.

2.2.1.5 Kompostování kejdy

Pokud je dostatek vhodných substrátů jako zeolit, drcená kůra, rašelina, slamnaté zbytky, bentonit, spraše, tuhé komunální odpady, saturační kaly, dřevní štěpky, je možnost zpracování zahuštěnou kejdu těmito substráty přímým kompostováním (Novák, 2010). Proces poté probíhá na hromadách, které jsou otevřeny, s přehazováním (občasným) kompostované vsádky. Kejda s přidavkem různých přípravků poté

představuje zdroj energie a živin pro mikroorganismy a také dále obohacuje vlastní kompost o živiny (včetně mikroelementů).

Velká výhoda metody kompostování kejdy je:

- * vysoká vázanost základních živin za minimalizování jejich vyplavování do spodních vod,
- * redukování zápachu při aplikaci kompostu při městech,
- * řízený průběh kvašení,
- * zkrácování doby zrání (2 měsíce),
- * získávání organických látek z nezemědělské sféry a jejich včleňování do koloběhu látek do zemědělství při jejich efektivnosti využití.

Kejdu lze také zpracovávat i technologií kontinuálního kompostování v biofermentorech, které představují průmyslovou, hygienicky zabezpečenou výrobu kvalitního kompostu (Novák, 2010).

Jedním z vážných problémů kompostování je jeho ekonomika. V současné době jsou cenové relace převyšující náklady na kompostování v závislosti na tržby za kompost a stejně nevýhodné jsou i investice na stavění kompostáren.

Kejda se také netradičně zpracovává a to přímo v kotcích za použití enzymatického přídatku Envistimu. Takový způsob je závislý na pravidelném ošetřování podestýlky rotavátorem, a to se musí vykonávat minimálně 1x za 14 dní (Šoch, 2007).

2.2.2 Zpracování kejdy s předchozí úpravou

Takový to způsob zpracování prasečí kejdy, ale i ostatních hospodářských zvířat, je spíše doporučován podnikům, které produkují silně zředěnou kejdu, jejíž využití v surovém stavu je pro velký objem málo neefektivní a také tam, kde se tekutý podíl kejdy dá použít k hnojivé závlaze.

Jde tedy o využití separace kejdy, které znamená oddělení pevných látek obsažených v kejdě od tekutiny, za vzniku tekuté a pevné složky. Poté se obě části mohou zpracovávat následnými způsoby (Jelínek *et al.* 2010):

- * tuhá složka – sušením, kompostováním,
- * tekutá složka – hnojivářským využitím, aerobním čistírenským zpracováním.

2.2.2.1 Typy separace

- * **jednostupňová** - oddělení (jednorázové) pevné frakce od tekuté, poté jsou obě složky konečnými produkty. Tento typ separace je nejvíce používán v chovu prasat u nás.
- * **dvoustupňová** - je využívána k dosažení 40-50% sušiny tuhé frakce a ke zpracování tekuté části vícestupňovými postupy (ultrafiltrace, reverzní osmóza, separace, nitrifikace, denitrifikace, apod.) v čistou vodu.
- * **termofilní separace kejdy** – vede k získání sušiny pevné frakce nad 60 % bez nutnosti dalšího zpracování nebo úpravy. Tekutá složka (kondenzát) se používá jako zálivka či jako splachová voda (recykluje).

Podle obsahu sušiny se u různých typů separace volí různé způsoby oddělení pevné frakce, jako (Jelínek *et al.*,2010):

- * *lisování* - šnekové, hydraulické, vibrační, aj. lisy,
- * *odstředování* - hydrocyklony, odstředivé separátory, rotační síta, apod.
- * *sedimentace* - umožňuje zachytit až 80-85 % pevných látek (efektivní, energeticky nenáročný způsob separace). Usazenina obsahuje 8-11 % sušiny a může se čerpat. Sedimentační nádrže jsou různé s nepravidelným či pravidelným vyklížením kalu, který je možné dále zahušťovat odvodněním nebo použít ke hnojení (po určité době skladování),
- * *mechanická separace* - odvodňování,
- * *filtrace* – filtry, česla, síta, apod.,

* *ochranné cezení kejdy* - odstraňování hrubého podílu pro ochranu hydraulického systému před poškozením (lapače, česla, síta, písek).

Mechanická separační zařízení, při použití separace kejdy, se vyznačují vysokou spotřebou energie. Při provádění granulace nebo dosoušení pevné části tuhé frakce ještě náklady výrazně rostou (Jelínek *et al.*,2010).

2.2.2.2 Hnojivá závlaha z kejdy po předchozí separaci tuhé části

Technologie souvisí s budováním závlahového speciálního zařízení včetně potřebné separace kejdy. Jde o nevhodné a nerentabilní zpracování, protože konečnými produkty jsou dvě různá hnojiva s různým způsobem aplikace. Hnojivou závlahu tekutou frakcí kejdy nelze započítávat do bilance úhrady a potřeby organických látek v půdě. Negativní vliv na životní prostředí je také nezanedbatelný ((Jelínek *et al.*,2010).

2.2.3 Skladování a uložení kejdy

2.2.3.1 Legislativní rámec

V zátěžových oblastech by se nemělo hnojit kejdou ani močůvkou v období listopad - únor (to je platné pro klimatické regiony 6 – 9). Keжда obsahuje vysoký podíl dusíku v amoniakální a minerální formě (50 %, resp. 80-90 %). Může se při teplotách i lehce nad nulou v půdě postupně přeměnit v rychle pohyblivý dusičnanový dusík. Také hrozí riziko následných vydatných srážek (vysoká vrstva sněhu, deště a jeho následné tání). To může způsobit vyplavení nebo povrchové odtékání živin nebo dokonce i celého statkového hnojiva.

Zemědělci v zátěžových oblastech by měli mít minimálně na tyto čtyři měsíce zákaz hnojení skladovací kapacity, ale spíše ještě s dostatečnou rezervou na další období (1 až 2 měsíce), kdy není možné hnojit z důvodů nepříznivých podmínek.

Dle vyhlášky č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv, platila pro všechny zemědělce od počátku roku 1998 do listopadu 2002 (novela č. 473/2002 Sb.) obecná povinnost vlastnit jímky na čtyřměsíční produkci močůvky

a hnojůvky. Novela uváděnou povinnou skladovací kapacitu sice snížila o 1 měsíc (na tříměsíční produkci hnojůvky a močůvky), ale stanovila ji jako minimální, v závislosti na povětrnostních a klimatických podmínkách regionu. V zátěžových oblastech je tak nyní v případě minimálních skladovacích kapacit na hnojůvku a močůvku povinnost o 1 měsíc delší, než v této době vyžaduje obecně platný předpis. U kejdy je požadavek skladovacích kapacit shodný s obecně platným předpisem - minimálně na čtyřměsíční produkci, v závislosti na povětrnostních a klimatických podmínkách regionu (vyhláška č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv (Klir, 2005).

2.2.4 Separátory kejdy

Aplikace surové kejdy sebou může přinášet celou řadu problémů - vysokou hustotu, velkou koncentraci živin, snahu sedimentovat a vytvářením plovoucí vrstvy při skladování, ukazují se snahy řešit tyto problémy pomocí technologie separace. Pro separaci kejdy je existující řada zařízení (spádová síta, pásové lisy, bubnové separátory, dekantační odstředivky aj.). V poslední době se nejvíce prosazuje tlakový šnekový separátor. Při nízké spotřebě energie, jednoduché konstrukci a vyhovující výkonnosti (až $20 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$), dosahuje u tuhé složky podílu sušiny 30 - 35 %. Bývá snadno regulovatelný a v důsledku systému výměnných sít je vhodný pro všechny druhy kejdy (Příkryl a kol. 1997).

Kapalná složka kejdy je po separaci řídce tekutá (1 – 4 % sušiny), skoro nesedimentuje, je dobře čerpatelná i bez homogenizace a nevytváří plovoucí vrstvy. V případě potřeby bývá homogenizace rychlá, snadná a energeticky nenáročná. Kapalná složka obsahuje více amoniakálního dusíku, který mohou rostliny okamžitě využívat. Tuhý podíl je určen pro zpracování kompostováním nebo k přímému rozmetání na pozemky zemědělce. Obsah živin z něj může vytvořit velmi vhodnou přísadu do substrátů pro přihnojování. Množství semen plevelů obsažené v surové kejdě se separací může snížit asi o 50 % (Příkryl a kol., 1997).

2.2.5 Nová technologie zpracování hovězí kejdy jako plastického steliva pro zlepšení vztahu k životnímu prostředí

ČR převzala vstupem do EU řadu směrnic a závazků, které upravují odpovědnost a přístup všech výrobců k životnímu prostředí.

V živočišné výrobě je v současnosti věnována velká pozornost uplatnění kejdy tak, aby nebyla brána pouze jako odpad, ale aby byla následně využita v další zemědělské činnosti. Jednou z možností, jak separát kejdy použít, je jeho přeměna na plastické stelivo, které výrazně zlepšuje „welfare“ chovaných zvířat.

Boxové moderní ustájení dojnic využívá pro pohodu zvířat při jejich ležení tzv. „matrace“ – jsou to gumové podložky, které jsou z části elastické a umožňují zvířatům izolované a pohodlnější ležení, ne pouze na holém betonu. Z hlediska welfare ani toto řešení není tak ideální. Vzhledem k tomu, že sláma (stelivový materiál, který se dává tradičně) není na převážné většině farem plně k dispozici, je nutné hledat vhodný stelivový materiál s dobrou plasticitou, dovolující měkce kopírovat tělní povrch uléhajícího zvířete oproti tvrdé podložce stájové podlahy. Dále by tento materiál měl mít i dobré tepelně izolační vlastnosti. Příhodným médiem je např. separát z hovězí kejdy o sušině cca 60 %, speciálně upravený pro potřeby stlaní a přistýlání v boxech.

Realizace uvažované technologie recyklace kejdy v podobě separátu předpokládá – jako zrací bazální etapu – podmínku frakcionovaného zahřátí tohoto biologického materiálu s dostatečně dlouhou termální akční expozicí v závěrečné fázi. Ta by měla spolehlivě devitalizovat spektrum vyskytujících se mikrobiontů, jmenovitě pak patogenních kmenů a druhů. Splnění této podmínky předpokládá zařazení komponovacího řízeného procesu do technologie separace a využití separátu kejdy skotu ke stlaní v boxovém ustájení dojnic.

Užití nativního separátu kejdy není z veterinárního hlediska úplně bezproblémové. Hlavním potenciálním rizikem může být epizootologický a epidemiologický faktor, vycházející z faktu, že mikrobiálně kontaminované výkaly zvířat se po určité fyzikální preparaci mohou vracet zpět do prostředí jejich původu. Směs tuhých a tekutých výkalů může být obligátním nositelem pestrého spektra mikrobiálních agens a současně může být i jejich pomnožovacím médiem.

Dále nelze opomenout možnost bezprostřední transmise fakultativně patogenních kmenů i případných původců závažných nákaz zvířat virového, bakteriálního, plísňového a parazitárního původu, které mohou být často přenosné i na člověka. Toto právě zmíněné riziko se může stát nejenom epizootologickým, ale i epidemiologickým, protože takto upravované ustájovací prostředí mohou být současně výrobním prostorem pro produkci některých potravních surovin – tj. masa a mléka pro lidskou spotřebu. K původně jmenovaným aspektům se tedy mohou řadit i aspekty hygieny potravin a potravních surovin živočišného původu, získávané v takovém prostředí. To může znamenat, že je možno bezreziduálními formami a prostředky potlačovat dispozice k pomnožování a rozvoji nežádoucích a rizikových mikrobiontů, a to bez uplatnění totálně biocidních postupů. Tedy prakticky stále minimalizovat kultivační podmínky pro zmíněné nežádoucí druhy a kmeny mikroorganismů ve struktuře výkalů jejich urychleným nehníbným rozkladem bakteriálními, příznivými dekompozitory, tj. mikrobiálními kulturami, pomnoženými za podpory vhodných nativních biostimulativních prostředků, umožňujících spontánní fyziologickou selekci mikrobiálního osazení prostředí na principu podporovaného a regulovaného interferenčního fenoménu. Některé přípravky hlavně pro mikrobiologické potlačování plísní jsou již v poloprovozních podmínkách ověřeny. Pokud na tuto fázi, která by měla navodit úvodní speciální diferenciaci v mikrobiálním prostředí, naváže vhodně fázová usměrňovaná biotermická preparace, která je známá z procedur řízených kompostovacích procesů, je nutné předpokládat, že právě zmiňovaná teplotní fázovitá variace podpoří tzv. vyklíčení sporulujících mikroorganismů a může umožnit jejich následnou devitalizaci opětovným strmým zvýšením biotermického prohřátí asanované masy separátu na dostatečnou teplotní hodnotu po dostatečně dlouhou časovou expozici.

2.2.6 Chemická úprava kejdy

Metoda spočívá v chemickém srážení rozpustných anorganických i organických látek a jejich případné sorpci na nosič, který je pro to vhodný. Tímto způsobem dochází k podstatnému snížení obsahu látek v surové kejdě na úroveň, se kterou biologický následný stupeň s lagunami dosáhne limitů pro vypouštění do vodoteče, což zlikviduje rozvoz. Vznikající kal je izolován a společně s biologickým kalem vhodně zpracován kompletací nebo na výrobu bioplynu.

2.2.7 Enzymatické postupy zpracování a rozkladu kejdy

Pro urychlení a zlepšení biologických procesů probíhajících při čištění kejdy prasat se v současnosti používají různé biologické inhibitory na bázi externě dodávaných směsí nepatogenních lyofilizovaných bakterií v kombinaci s enzymy proteázy, amylázy a lipázy a dále pak různé počáteční živiny pro rychlení průběhu degradace přítomných organických látek. Na trhu je k dispozici celá řada těchto látek. Většina z nich je určena k urychlování anaerobního i aerobního biologického procesu, ale většinou za provozně velmi specifických podmínek. Jejich užití začíná již jako krmivová doplňková směs pro hospodářská zvířata, poté pak pro urychlování bio-degradací exkrementů, doprovodným zlepšením stájového klima (odstraňování amoniaku vznikajícího rozkladem tuků a bílkovin). Jejich vlastnosti jsou zdárně používány při odstraňování pachových imisí sirovodíku, amoniak, merkaptanu, apod. přímo ve stájích.

Tyto výrobky se značí jednak tonizujícími účinky ale i bio-katalytickými účinky pro rychlejší rozvoj bioorganismů. Nabízené prostředky se podílí na rozvoji enzymatických pochodů pro rozklad bílkovin, škrobů a tuků. Z aplikací přípravků amalgerolu a bioalgeny, které byly do této doby vyhodnoceny, lze jen v kladném slova smyslu konstatovat, že se velmi výraznou měrou podílejí na mikrobiologickém intenzivním rozkladu páchnoucí kejdy na řídkou, homogenní, nepáchnoucí kašovitou hmotu, určenou pro přímé hnojení polí a luk. Využití chemických prostředků ve velkochovech však může mít při nevhodném použití i negativní dopady prostřednictvím emulsifikace kejdy. Zatím byla určena jejich nesporná vhodnost pro zpracování kejdy ze stájí a malochově. Využití těchto variant je závislé na celé řadě faktorů.

Každý daný efekt má své výrobní specifické vlastnosti, budou mu proto vyhovovat technologické odlišné postupy, složené z různých modifikací. V neposlední řadě mohou hrát velkou roli velikosti chovů a další způsoby jejich krmení a celkové hospodaření s vodou, která v současnosti představuje ekonomicky významnou složku.

2.2.8 Kombinace chemické předúpravy kejdy a biologické čištění

Aplikací chemické úpravy dochází nejen k oddělení hlavní části biomasy, ale cca o 80 % se snižují hodnoty CHSK i BSK₅, dojde i ke snižování hodnot sumárního dusíku apod. Upravený kapalný fugát se pak vyčistí v následném aerobním biologickém stupni. Chemický způsob by měl být nastaven a upraven podle volby následného zpracování odseparovaných kalů (výroba bioplynu, kompostování).

Chemická úprava využívá jednoduchého srážení koloidů a bílkovin za pomoci vápna nebo dalších chemikálií příznivých pro hnojení a kompostování a dále polykoagulantů s mechanickým následným odloučením tuhé fáze a chemickým odvodněním kalu. Na tomto stupni se zlikviduje až 85 % znečištění a tím se podstatně sníží nároky na objem nádrží biologického čištění a spotřeba provozní energie (především aerace). Kaly jsou kompostovány a vzniklý humus je poté vyvážen na pole, kde je využíván ke zlepšení hrudkovatelnosti (sorpčních vlastností) půdy. Užití chemikálie i jejich množství jsou ekologicky žádoucí. Tento technologický proces může být zcela zautomatizován.

2.2.9 Organické flokulanty

Volba vhodného organického polykoagulantu je závislá na mnoha různých faktorech. Na základě rozborů a získaných zkušeností s kejdou prasat lze předpokládat, že pro jejich účinnou koagulaci a separaci se stanou vhodnými kationaktivní polykoagulanty (suspenze organických makrosložek obsažených v kejdě má sumární náboj záporný). V případě chemické předúpravy anorganickými látkami se stávají účinnější polykoagulanty charakteru anionaktivního. Experimenty ukazují, že v některých případech je účinné anionaktivní a kationaktivní flokulanty kombinovat. V každém případě je nutné před aplikací této metodiky provést poloprovozní a laboratorní test. Je nutné stanovit koagulační účinek a také sledovat následující ukazatele:

- schopnost koagulace
- rychlosti koagulace
- rychlosti sedimentace vzniklého koagula

- stanovení CHSK před a po srážení
- stanovení BSK5 před a po srážení
- objemy sedimentovaného kalu
- optimální dávku polykoagulantu a srážedla

2.2.10 Sedimentace a úprava vody po sedimentaci

Po aplikování chemické předúpravy podle chemických zvolených komponent (optimální výsledky by měly být dosaženy dávkováním fosfátu sodného, hydrátu vápna a organického polykoagulátu) bylo dosaženo asi 90% snížení uvedených hodnot. Provozně je možné aplikovat diskontinuální proces separace kalu v sedimentačních nádržích nebo přímo v egalizačních nádržích nebo kontinuálně pak zařazením upraveného kontaktoru, kde dochází ke kontinuálnímu zahušťování kalu s diskontinuálním odpouštěním kalu. V obou daných případech je voda dále zpracována podle požadavku několikastupňovým procesem biologické aktivace v kombinaci s denitrifikací a nitrifikací nebo v kombinaci anaerobního systému s aerobním. Pro zlepšování separačních účinků na NH_4^+ iontů je vhodné dávkovat odpadní křemeliny (pivovary apod.).

Dochází-li již v tomto stupni ke snižování obsahu amonných iontů až o 50 %. Současně se zlepšují i hydrodynamické vlastnosti kalu. Při kombinaci procesu chemické předúpravy s biologickou aktivací a lagunami nebo záchytným rybníkem lze předpokládat účinnou aeraci biologických stupňů. Amonné ionty mohou poklesnout na hodnotu 38 – 40 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, dusík celkový na hodnotu 43 – 45 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, fosfor celkový na 15 – 18 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

2.2.11 Proces úpravy prasečí kejdy a zpracování kejdy po úpravě

Separované kaly z chemického-prvního stupně (prostá sedimentace, zahušťování v kontektoru) se setkávají spolu s kaly biologického stupně v dosazovací nádrži a odtud je nutné je dále koncentrovat podle další metodiky zpracování. Hydrosítem pro např. výrobu bioplynu nebo na odstředivkách separace pro kompostování. Experimenty

ukazují, že v případě aplikace hydrosíta je ještě nutné do kalů sedimentace dávkovat 10 – 20 mg vhodného polykoagulantu. Poté se dosahuje pevné fáze 10 – 12 % v případě aplikace odstředivky 31 – 38 %. V případě aplikace odstředivky separace stačí zbytkový polykoagulant z předúpravy. Provozně by měl vyhovovat i pásový filtr, s nímž bylo dosaženo také dobrých výsledků, ale pořizovací nároky a náklady na jeho obsluhu a údržbu jsou velmi vysoké.

2.2.12 Biologické čištění

Biologický běžný stupeň akceptuje odpadní vody s následujícími parametry: CHSKCr < 5000 mg O².l⁻¹, BSK5 < 3600 mg O².l⁻¹, N < 700 mg O².l⁻¹ a s dalšími limity pro živiny. Odpadní předčištěná voda odtéká do biologického čištění, kde je voda v provzdušňovaných nádržích pročištěna pomocí směsné kultury mikroorganismů. Zbytný kal by měl být samostatně zpracován nebo by měl být s výhodou zpracován společně s kalem z chemické úpravy na separátoru tuhé fáze. Mimo úplného biologického čištění je technologicky dobře zvládnuta i denitrifikace. V kombinaci s chemickou úpravou pak biologické čištění funguje efektivně a bez nároků na další zákroky, jakým je např. přidávání enzymů. Po zařazení laguny dosáhne vyčištění parametrů umožňujících regulované vypouštění do vodoteče.

2.2.12.1 Technologické výhody

- * zdroj kvalitního kompostu
- * odstraňování vyvážení kapalných odpadů na pole
- * vhodnost a rentabilita pro chovy již od cca 4 tis. kusů prasat, pokud jsou chována na oplachovaných roštech; výhodnost postupu narůstá s velikostí chovu
- * pro technologii je možné využít stávající většinou instalované, ale omezeně funkční biologické čištění
- * bez žádosti užívání enzymů pro rozklad čpavku v biologickém stupni
- * jednoduchý a spolehlivý provoz
- * nízké provozní a investiční náklady

Provozně odzkoušená a navržená technologie řeší ekologické čištění kejdy z chovů hospodářských zvířat. Je z větší části vhodná pro zemědělské velkochovy prasat a chovy skotu. Metoda umožňuje vypouštění odpadních vod přímo do vodoteče nebo jejich recyklaci a také řeší zpětné zpracování a využívání kalů v zemědělském ekosystému a to jeho kompostováním a obohacováním chemickými hnojivy. Lze také alternativně kompostování z části nahradit výrobou bioplynu s následnou výrobou elektrické energie.

2.3 Analýza reálných mikrobiologických rizik pro separovanou kejdu

Zejména v posledních třech dekadách nastal posun od produkce tuhých odpadů k systémům založeným na produkci kejdy (Strauch and Ballarini, 1994; Hutchinson *et al.*, 2000). Směs tekutých a tuhých výkalů skotu obsahuje pestré spektrum mikrobiálních agens a současně je i jejich pomnožovacím médiem (Ondrašovič *et al.*, 1997; Hemsworth and Coleman, 1998; Catanzaro, 2000). Hnůj vždy obsahuje mikroorganismy, které pochází z feces, z materiálu podestýlky, z reziduí krmiva atd. Malé procento střevních mikroorganismů jsou patogeny; některé z nich jsou obligátní patogeny, takže se nemohou pomnožit mimo organismus svého hostitele. Jestliže tyto patogenní mikroorganismy získají přístup k jiným citlivým hostitelům, vodě nebo vegetaci, stávají se zdravotním rizikem pro zvířata a člověka (Heinonen-Thanski *et al.*, 2006).

Čerstvé výkaly mohou obsahovat vysoký počet bakterií a to 10^9 nebo 10^{10} CFU/g, jak bylo zjištěno klasickými kultivačními metodami (Salanitro *et al.*, 1977; Plews *et al.*, 1984), nebo 10^8 CFU/g zahrnující pouze aerobní bakterie (Krueger *et al.*, 2002). Jakmile se mikroorganismy ocitnou mimo zažívací trakt a jsou přítomny v hnoji, mnoho z těchto střevních mikroorganismů se potýká s obtížemi pro přežití, neboť jsou vystaveny stresu prostředí a jsou bez ochrany konstantní tělesné teploty, pH, nízkého redukčního potenciálu, vody a zásob živin v intestinálním traktu. Mnoho patogenních mikroorganismů má v hnoji pouze slabé růstové schopnosti způsobené intenzivní kompeticí ostatních různorodých mikroorganismů, které pocházejí z materiálu

podestýlky, nebo krmiva. Tudiž, jestliže je hnůj skladován po dlouhou dobu před použitím ke hnojení, počet střevních patogenů se mezitím sníží. Typická decimální smrtící doba (90 % mikroorganismů je usmrceno a 10 % přežívá) ve hnoji a zemědělské půdě má tendenci trvat několik dnů při 20 až 40°C a několik týdnů při 4 až 10°C (Himathongkham *et al.*, 1999; Placha *et al.*, 2001; Hutchinson *et al.*, 2005a).

2.3.1 Patogenní mikroorganismy v hnoji a kejďe a faktory jejich přežívání

Výkaly skotu mohou obsahovat četné humánní a zvířecí patogeny jako jsou *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (*Mycobacterium paratuberculosis*), *Cryptosporidium parvum* a *Guardia* spp. (Pell, 1997). Z těchto patogenů je nejméně známo o persistenci *Mycobacterium paratuberculosis* v systému ošetření výkalů skotu. Je to hlavně způsobeno pomalou rychlostí růstu *M. paratuberculosis* a obtížemi při kultivaci (GREWAL *et al.*, 2006). Redukce a kontrola mikroorganismů může být prováděna mikrobiologickými, chemickými nebo fyzikálními metodami. Efektivita stejně jako výhody a nevýhody těchto metod se liší. Některé metody mohou dávat prospěšné produkty, tudíž poskytují nové možnosti pro nové zdroje výnosu farem (Heinonen-Thanski *et al.*, 2006). Přežívání patogenních mikroorganismů v chlévské mrvě závisí na mnoha faktorech včetně teploty, vlhkosti, pH, fyzického složení kompostovaného materiálu, typu steliva a mikrobiální kompetice (Hess *et al.*, 2004; Turner, 2002).

Escherichia coli O157:H7 je primárně přenášena alimentární cestou a způsobuje onemocnění lidí - hemoragickou colitis a hemolyticko-uremický syndrom a to se vzestupnou frekvencí od roku 1982 (Doyle, 1991; Griffin and Tauxe, 1991). V posledních letech však bylo vzplanutí onemocnění u lidí spojováno s kontaktem s prostředím zvířat (Milne *et al.*, 1999; Chapman *et al.*, 2000; Pritchard *et al.*, 2000; Heuvelink *et al.*, 2002; Payne *et al.*, 2003; Varma *et al.*, 2003). Prostředí domestikovaných přežvýkavců může být důležitým rezervoárem pro *Escherichia coli* O157:H7 a představuje kontinuální riziko expozice lidí. Je známo, že *E. coli* O157:H7 přežívá v surovém hnoji po mnoho měsíců (> 21 měsíců v jedné studii), ale patogen může být eliminován v podmínkách kompostování podobných těm, které jsou

požadovány pro eliminaci koliformních bakterií (Kudva *et al.*, 1998; Hess *et al.*, 2004). Přežíváním a charakterem růstu *E. coli* O157:H7 v bovinních feces při teplotách 5, 22 a 37°C se zabývali Wang *et al.* (1996). Použili směs pěti nalidix acidoresistentních druhů *E. coli* O157:H7 ve dvou hladinách inokula (10^3 a 10^5 CFU/g). *E. coli* O157:H7 přežívala při 37°C po 42 dnů při nízké a po 49 dnů při vysoké hladině inokula; při 22°C přežívala po 49 dnů při nízké a po 56 dnů při vysoké hladině inokula. Vzorky fekálií při obou teplotách měli před koncem pokusu nízký obsah vody (okolo 10 %) a vodní aktivitu ($< 0,5$). Při 5°C *E. coli* O157:H7 přežívala ve feces po 63 až 70 dní při vysokém obsahu vody ve feces (74 %) v průběhu celé studie. Izoláty při všech teplotách byly stále schopné produkovat verotoxin 1 a verotoxin 2. Výsledky ukazují, že *E. coli* O157:H7 může přežívat ve feces po dlouhou časovou periodu a udržet si schopnost produkovat verotoxiny. Proto bovinní feces je potencionálním vehikulem pro přenášení *E. coli* O157:H7 na skot, do potravy a do prostředí.

Davis *et al.* (2005) zkoumali distribuci a přežívání *E. coli* O157:H7 v bezprostředním prostředí individuálně ustájeného pokusně inokulovaného skotu, přičemž zjistili, že vzorky z hospodářského prostředí inokulovaných zvířat byly často pozitivní na *E. coli* O157:H7 v době, kdy *E. coli* O157:H7 nebyla detekována ve výkalech a zvířata byla kultivačně negativní. Dále pak prokázali, že bovinní moč poskytovala nezbytný substrát pro růst *E. coli* O157:H7 a zvýšený růst bakterií v přítomnosti bovinní moči závisel na teplotě a koncentraci moči. Autoři uvádí, že toto je první zpráva, že přídavek bovinní moči k podestýlce rozvíjel replikaci *E. coli* O157:H7.

Himathongkham *et al.* (1999) testovali exponenciální lineární destrukci *Escherichia coli* O157:H7 a *Salmonella typhimurium* v chlévské mrvě skotu a hovězí kejdě, uskladněné při teplotě 4, 20 a 37°C. Výsledná decimální smrtící doba, tj hodnota D (hodnota D = čas nutný ke snížení počtu mikroorganismů na desetinu původního množství) se pohybovala od 6 dnů do 3 týdnů u chlévské mrvy a od 2 dnů do 5 týdnů u hovězí kejdy. Nejvyšší efekt doby a teploty byl prokázán při teplotě 37°C, kdy byla destrukce obou patogenů nejrychlejší. Koncentrace čpavku v mrvě během uskladnění mírně stoupla, ale nepřesáhla 0,1 %. Hodnota pH v hlubších vrstvách mrvy zůstala konstantní s výjimkou uskladnění při 37°C, kdy pH vzrostlo o 1 jednotku do 60 dnů. V povrchových vrstvách mrvy pH stoupl o 1 až 2 jednotky. Oxido-redukční potenciál mrvy klesl k hodnotám pod -200 mV. Tyto změny se nezdají být odrazem ve změnách rychlosti bakteriální destrukce.

Použitím metod stanovení počtu životaschopných bakterií byla sledována doba přežití patogenních mikroorganismů v hnoji skotu v průběhu skladování a při následné aplikaci do půdy (NICHOLSON et al., 2005). *E. coli* O157:H7, *Salmonella* a *Campylobacter* přežívali ve skladované kejdě a znečištěné vodě až po tři měsíce a *Listeria* přežívala rovněž až po tři měsíce. V kontrastu s tím, všechny tyto patogeny přežívali po méně než jeden měsíc v hromadách tuhého hnoje, kde byly dosaženy teploty vyšší než 55°C. Následující pohnojení půdy hnojem *E. coli* O157:H7, *Salmonella* a *Campylobacter* přežily všeobecně v půdě až po jeden měsíc po aplikaci, zatímco *Listeria* přežívala po více nežli jeden měsíc. Tyto údaje by měly být použity při vývoji směrnic pro management hnoje za účelem minimalizování rizika přenosu patogenních mikroorganismů z hnoje zvířat do humánního potravního řetězce.

LeJeune and Kauffman (2005) zjistili, že *Escherichia coli* O157:H7 přetrvávala ve vyšších koncentracích v pilinách použitých pro podestýlku (podobně při jejich použití jako doplňku při kompostování), nežli při použití písku. Výběr materiálu pro podestýlku může mít dopad na prevalenci *Escherichia coli* O157:H7 na farmách dojnic. Naproti tomu Miller et al. (2003), kteří sledovali zastoupení *Escherichia coli*, koliformních bakterií a celkový počet aerobních heterotrofů ve dvou typech podestýlky (ječná sláma a dřevěné štěpky) ve výkrmně skotu, uvádí, že podestýlka neměla signifikantní vliv ($P > 0,05$) na sledované skupiny bakterií, zatímco roční období ano. Počty *Escherichia coli* a koliformních bakterií byly signifikantně vyšší od 1,72 do 2,02 \log_{10} jednotek v létě, než-li v ostatní tři období, což souhlasilo se silně pozitivní korelací *Escherichia coli* a koliformních bakterií s teplotou vzduchu. Rovněž Larney et al. (2003) porovnávali dva typy podestýlky (obilná sláma a dřevěné štěpky) při kompostování hnoje z výkrmny skotu zjistili, že typ podestýlky neměl vliv na odumírání koliformních bakterií a *Escherichia coli*. Vysychání pravděpodobně hrálo menší roli u eliminace koliformních bakterií, protože ztráty vody byly nízké ($< 0,07 \text{ kg kg}^{-1}$) v prvních sedmi dnech kompostování. Více než 99,9 % koliformních bakterií a *Escherichia coli* bylo eliminováno v prvních sedmi dnech kompostování, kdy průměrné řádkové teploty byly v rozmezí 33,5 až 41,5°C. Avšak celková aerobní heterotrofní populace zůstala vysoká ($> 7,0 \log_{10} \text{ CFU g}^{-1}$ suchého odpadu) během období kompostování, možná způsobila antagonistický efekt. Porovnáním bakteriálních populací v čistém a recyklovaném písku použitém jako podestýlka pro dojnice se zabývali Kristula et al. (2005). Průměrný počet bakteriálních populací kolísal

v průběhu pokusu u obou typů podestýlky. Byl zjištěn signifikantní vzestup počtu bakterií ze dne 0 do dne 1 u gram-negativních bakterií, koliformních, *Klebsiella* spp. a *Streptococcus* spp. a to v zimě i v létě. Počet gram-negativních bakterií, koliformních, *Klebsiella* spp. a *Streptococcus* spp. ode dne 1 do dne 7 se v zimě nelišil. V létě se nelišil ode dne 1 do dne 7 celkový počet gram-negativních bakterií. Ve dni 1 v létě byl počet koliformních nižší, nežli ve dnech 5 a 7 a počet *Klebsiella* spp. byl nižší nežli v den 3 a 7. Počet *Streptococcus* spp. byl vysoký v den 1 a byl konstantní v průběhu 7 dnů jak u zimních tak u letních pokusů. V době pokusu, počet koliformních a *Klebsiella* spp. jak u čistého, tak u recyklovaného písku byl pod uvažovaným prahem, který způsobuje mastitis. Počet *Streptococcus* spp. byl vysoký, jak u čistého, tak u recyklovaného písku v průběhu odběru vzorků. Autoři doporučují identifikaci dalších faktorů managementu k zajištění poklesu *Streptococcus* spp. v podestýlce.

Ačkoli eliminace patogenů kompostováním byla dobře dokumentována (Déportes *et al.*, 1998; Tinquia *et al.*, 2002), režimy kompostování (doba a teplota) požadované k dosažení eliminace koliformních bakterií, *Escherichia coli* a ostatních patogenů se velice mění. Turner (2002) demonstroval inaktivaci *E. coli* ve statkovém prasečím hnoji a obilní slámě po pouze 2 hodinách při 55°C. V kontrastu s tím Schleiff and Dorn (1997) uvádějí, že *E. coli* může být vykultivována ze suchého drůbežího hnoje po 88 denním kompostování. Efekt vyšších teplot na zkrácení doby vyžadované pro redukci patogenní mikroorganismů ilustrovali Himathongkham *et al.* (1999), kteří uvádějí 10^5 – D hodnotu redukce u *E. coli* O157:H7 po 105 dnech při 4°C, nebo po 45 dnech při 37°C při laboratorní inkubaci s hnojem skotu. Rovněž Droffner and Brinton (1995) zjistili, že *E. coli* přežívá po 59 dní při 60°C ve srovnání s pouze 9 dny při 60 až 70°C při laboratorní inokulaci kompostovaného odpadu z potravin.

Mechanismus odstranění patogenů během aerobního kompostování nemusí jednou být výsledkem teploty prostředí. Turner (2002) uvedl, že inaktivace patogenů nebyla pouze závislá na teplotě, ale byla též ovlivněna obsahem vody a povahou substrátu. Jestliže dojde k nekompletní inaktivaci způsobené nízkou teplotou, je možná obnova a nový růst poškozených patogenních populací. Při studii kompostované sušiny odpadů dojníc jako recyklované podestýlky Mote *et al.* (1988) zjistil, že přestože byl zaznamenán při kompostování iničiální pokles nebo dokonce vymizení celkového počtu koliformních bakterií, bakterie se obnovily bez reinokulace. Droffner *et al.* (1995) prezentoval důkaz přežívání *E. coli* v aktivním kompostu, který naznačuje že, ačkoli

je *E. coli* klasifikována jako mezofilní, měla mechanismus pro přežívání a snad replikaci při zvýšených teplotách (> 60°C).

Přežíváním salmonel v hlinitopísčitých a jílovitých půdách pohnojených prasečí kejdou v průběhu simulované rozdílné teplotní expozice se zabývali Holley *et al.* (2006). Koktejl šesti druhů sérovarů *Salmonella* (*agona*, *hadar*, *heidelberg*, *montevideo*, *oranienburg* a *typhimurium*) byl přidán k dosažení 5 log CFU/g přímo k 5 kg dvou půd a byla adjustována vlhkost na 60 až 80 % půdní kapacity. Podobně byl salmonelový koktejl mixován s čerstvou kejdou z odchovny selat a později přidán do dvou půd při dosažení 5 log CFU/g *Salmonella* a byla upravena vlhkost na 60 až 80 % půdní kapacity. Půdní vzorky byly skladovány po 180 dní při teplotních sekvencích reprezentujících roční období. Počet salmonel poklesl během aplikace do půdy a nejvyšší pokles byl zjištěn v průběhu prvního týdne. Přežívání salmonel zvyšovala vyšší vlhkost, přídavek hnoje a skladování v povrchové půdě. *Salmonella* přežívala nejdéle (180 dní) v obou vzorcích půdy během léto-zima (25, 10, 4, -18°C) expozice, ale nebyla izolována po 160 dnech z hlinitopísčité půdy exponované ostatními sezónními postupy. Pro všechna zpracování byla vypočtena hodnota D. Od prvních 45 dnů po aplikaci byla hodnota $D \leq 30$ dnů a autoři navrhují třicetidenní vyčkávací dobu mezi aplikací hnoje na pole na jaře nebo na podzim a použitím pozemku, která poskytne přiměřenou jistotu, že úroda a kontaminace zvířat salmonelou by měla být minimalizována.

Arrus *et al.* (2006) studovali vliv teploty na přežívání salmonel v prasečí kejdě a sezónní teplotní profily v rezervoárech kejdy na farmě. Přežívání salmonel bylo stanoveno ve skladované kejdě prasnic, krmných vepřů a kejdě z odchovny selat skladované při 4, 25 nebo 37°C inokulované koktejlem ze čtyř sérovarů obsahující *Salmonella* sérovar *typhimurium*, *Salmonella agona*, *Salmonella hadar*, *Salmonella oranienburg*. Kolísání teploty v kejdě bylo monitorováno v nadzemním a zemním rezervoáru v různých hloubkách po dobu ≤ 16 měsíců na dvou farmách. Počet salmonel v kejdě v průběhu skladování poklesl, avšak přežívání bylo > 300 dnů u hnoje skladovaného při 4°C a dále přežívání bylo nepatrně lepší v hnoji z odchovny selat. U všech typů hnoje bylo přežívání signifikantně kratší ($p < 0,05$) při vyšší teplotě. Decimální smrtící doba (hodnota D) salmonel v kejdě skladované při 37°C se pohybovala od 0,9 až 1,4 dny, při 25°C od 8 do 19 dnů a při 4°C od 22 do 60 dnů. Teplota hnoje v rezervoáru v průběhu období podzim – zima - jaro

kolísala od 0,5 do 8°C u nadzemního tanku a od 1,5 do 11°C v zemním rezervoáru. V létě teplota hnoje kolísala od 14 do 19°C v nadzemním rezervoáru a od 16 do 17°C v zemním rezervoáru. Zatímco salmonela nerostla v prasečím hnoji, pozorované teploty skladovacího rezervoáru by mohly podporovat přežívání salmonel přes zimu a umožnit kontaminaci polí při jarní aplikaci.

Destrukci *Escherichia coli* O157:H7 a *Salmonella enteritidis* v kompostovaném kravském hnoji sledovali Lung *et al.* (2001). Použili rifampicin-rezistentní Rif(R) *E. coli* O157:H7 a *Salmonella enteritidis* v hladině 7 log CFU/g suroviny kompostovaného materiálu pro určení efektu kontroly v poměru kompostovacího systému na jejich přežívání. Rif(R) *E. coli* O157:H7 nebyla detekována po 72 hodinách kompostování při 45°C a Rif(R) *Salmonella enteritidis* nebyla detekována po 48 hodinách. Když však byl kompostovací systém v pokojové teplotě, patogenní mikroorganismy nevykazovaly žádné změny v počtu bakterií. Tudíž pro bezpečné použití kompostovaného hnoje je nezbytné použít vhodný postup kompostování za účelem minimalizace pravděpodobnosti mikrobiální kontaminace.

Hutchinson *et al.* (2005a), kteří studovali osud patogenů v hospodářských odpadech aplikovaných na pozemky, udávají, že *Listeria monocytogenes* byla nejobtížnějším zoonotickým agens a přežívala po 128 dní před poklesem koncentrace pod detekovatelnou hladinu. Rod *Listeria* může být rutinně izolován z půd, a z tohoto důvodu je pravděpodobně dobře adaptovaný na tuto niku. Přežíváním a růstem *Listeria monocytogenes* v půdě doplněné bovinním hnojem za různých podmínek prostředí (teploty, výživných látek a půdní mikroflóry) se zabývali Jiang *et al.* (2004). Pro zhodnocení kompetičního vlivu půdní mikroflóry na přežívání *L. monocytogenes* byly porovnávány autoklávované a neautoklávované půdní vzorky. Počáteční počet buněk *L. monocytogenes* 5 až 6 log CFU/g přežíval ve hnoji doplněném autoklávovanou půdou po 43 dní při 5°C, po 43 dní při 15°C a po 14 dní při 21°C. V hnoji doplněném neautoklávovanou půdou byly patogeny detekovatelné po 43 dní při 5°C, po 21 dní při 15°C a po 21 dní při 21°C. *L. monocytogenes* byla inaktivována rychleji u autoklávovaného vzorku půdy doplněného hnojem při poměru hnůj/půda 1 : 10, nežli u více rozředěného (1 : 100) hnoje v půdních vzorcích u obou při 15 a 21°C. Avšak u hnoje doplněného neautoklávovanou půdou přežívala *L. monocytogenes* déle ve vzorcích s poměrem hnůj/půda 1 : 10, nežli u více rozředěných (1 : 100). Perzistence *L. monocytogenes* ve vzorcích hnoje doplněného půdou po několik týdnů naznačuje,

že listerie mohou být přenášeny půdou na čerstvé půdní plodiny, nebo na boty, oděv a ruce pracovníků, zejména během chladných měsíců. Možností kontaminace ledového salátu patogenními mikroorganismy vyrostlého na pozemcích organicky hnojených bovinním hnojem ve formě kompostu, pevného hnoje a kejdy se zabývali Johannessen *et al.* (2004). V průběhu dvouletého polního pokusu sledovali ve vzorcích půdy, hnojiv, pohnojené půdy, sazenic a salátu počet aerobních mikroorganismů (CPM), termotolerantní koliformní bakterie (TCB), *Escherichia coli*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp. a *Listeria monocytogenes*. Neprokázali rozdíly v bakteriologické kvalitě salátu při sklizni, a avšak CPM rok od roku signifikantně kolísal. Rozdílná ošetření dávala signifikantní rozdíly v CPM a počtech TCB izolovaných z pohnojené půdy. *E. coli* O157:H7 byla izolována z pevného hnoje a kejdy a z půdy hnojené těmito hnojivy ve druhém roce, ale nebyla izolována ze salátu. Hnojení organickými hnojivy nemělo větší vliv na bakteriologickou kvalitu organického salátu v norských podmínkách, avšak další zjištění nasvědčují, že použití hnoje představuje riziko a je zapotřebí dalšího výzkumu.

Pokles zoonotických agens v tekutých hospodářských odpadech turnusově skladovaných na farmě testovali Hutchison *et al.* (2005b). Patogeny pomnožené v laboratorních kontrolovaných podmínkách *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* a *Cryptosporidium parvum* byly inokulovány do 35 000 l objemu čerstvých odpadů (prasečí kejda, bovinní kejda a znečištěná voda). D hodnoty pro bakterie byly 6 až 44 dní a pro *Cryptosporidium parvum* byly 133 až 345 dnů. *Campylobacter jejuni* klesal signifikantně rychleji, nežli ostatní bakteriální patogeny, zatímco *Escherichia coli* O157:H7 klesala signifikantně pomaleji. Průměrně bakteriální pokles nebyl ovlivněn obdobím uložení a skladování nebo obsahem sušiny odpadů, ale byl rychlejší ve znečištěné vodě nežli v prasečí kejdě. Fyzikálněchemické složení odpadů v každé kategorii signifikantně kolísalo. Autoři doporučují, jestliže jsou tekuté odpady dobytka kontaminovány patogenními mikroorganismy, měly by být skladovány po 6 měsících za účelem redukce hladiny kontaminace. Tyto odpady by měly být skladovány turnusově a nevystavovány kontinuálnímu přidávání dalšího odpadu.

Persistenci *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* a ostatních zoonotických patogenů (*Escherichia coli*; *Salmonella*; *Listeria*) v průběhu tří obvykle používaných způsobů ošetření hnoje (termofilní kompostování při 55°C, udusaný hnůj při 25°C

a uskladnění tekutého odpadu (kejdy) v kalové nádrži se zabývali Grewal *et al.* (2006). Hnůj z volného ustájení dojnic byl uměle inokulován patogenními mikroorganismy. Při ošetření hnoje kompostováním a udusáním byl hnůj upraven pro zajištění optimální vlhkosti (60 %) pilinami nebo slámou pro kompostování po 56 dnů. Pro simulaci uskladnění kejdy byla k hnoji přidána voda a kejda byla umístěna triplicitně do uzavřených čtyřlitrových Erlenmayerových lahví, inkubována v podmínkách prostředí (inkubační teplota pod 25°C) po 175 dní. Detekce přítomnosti patogenů byla provedena v den 0, 3, 7, 14, 28 a 56. Po 56 dnech kompostování bylo konvertováno 45 až 60 % uhlíku na CO₂ při kompostovém ošetření, zatímco v tekuté kejdě nebyly zjištěny signifikantní změny v obsahu uhlíku. Kompostování při 55°C redukovalo *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria* po třech dnech. V kejdě a udusaném hnoji, tj. při teplotách 25°C a nižších, byly některé z těchto mikroorganismů detekovatelné až do 28 dnů. *Mycobacterium paratuberculosis* byl zjištěn standardní kultivací pouze v den 0 u všech typů ošetření, ale byl nedetekovatelný u všech tří způsobů ošetření ve 3 a 7 dnech. Ve dnech 14, 28 a 56 byl *Mycobacterium paratuberculosis* detekován pouze u tekutého ošetření. V kontrastu s výsledky kultivačního stanovení *M. paratuberculosis* byla DNA *M. paratuberculosis* zjištěna během 56. dne u všech tří ošetření a rovněž v 175. dni u ošetření tekutého odpadu. Protože *M. paratuberculosis* nebylo detekovatelné kultivační metodou po třetím dnu u kompostu a v udusaném hnoji naznačuje, že buňky byly buďto mrtvé nebo přítomné pod detekčním limitem konvenčních kultivačních metod u těchto ošetření.

Jørgensen (1977) uvádí, že za anaerobních podmínek *M. paratuberculosis* může přežít po 252 dní v hovězí kejdě skladované při 5°C a 98 dní v kejdě skladované při 15 stupních Celsia. OLSEN *et al.* (1985) sledovali přežívání *M. paratuberculosis* během anaerobní digesce hnoje dojnic v bioplynu rostlin za mezofilních (35°C) a termofilních (53°C až 55°C) podmínek. Za mezofilních podmínek byli schopni opakovaně izolovat *M. paratuberculosis* v 7, 14 a 21 dnech, ale již ne ve 28 dnech. Při termofilních podmínkách nebylo *M. paratuberculosis* detekováno už po 3 hodinách. Pro simulaci anaerobního tekutého uskladnění, byl tekutý hnůj skladován při pokojové teplotě (20,2°C až 24,9°C) bez míchání v uzavřených pokusných kontejnerech. Při tomto ošetření bylo *M. paratuberculosis* vykultivováno během 56. dne, ale nikoliv ve dnech 3, 7 nebo 175. Kompetitice s heterotrofními bakteriemi mohla redukovat přítomnost *M. paratuberculosis* ve dnech 3 a 7, nebo

limitovat jeho detekci kultivační cestou. Další možné vysvětlení pro heterogenitu ve vzorcích z tohoto ošetření by mohla být tendence organismů *M. paratuberculosis* vytvářet velké shluky (Collins, 2003).

Grewal *et al.* (2006) uvádí, že pro eliminaci *M. paratuberculosis* z hnoje při tekutém skladování je zapotřebí delší období. *M. paratuberculosis* může persistovat po více jak dva měsíce v kultivačně nezjistitelných hladinách bez ohledu zda je hnůj kompostován, stěsnán, nebo uskladněn jako tekutý za anaerobních podmínek. Zdá se, že faktory jako je vlhkost obsahu a stabilizace hnoje hrají roli při eliminaci patogenních mikroorganismů při nízkých teplotách. Typy doplňků, používaných při kompostování hnoje dojnic, ovlivňovaly rychlost a rozsah konverze organické hmoty a počáteční objem hustoty kompostu, ale neměly vliv na přežívání patogenních mikroorganismů.

Studie přežívání patogenních mikroorganismů v laboratorních podmínkách ukazují lepší přežívání patogenů, protože organismy netrpí denním kolísáním teplot, UV zářením slunečního světla a vysoušecím efektem pohybujícího se vzduchu (Hutchison *et al.* 2000).

Prevalenci bakteriálních fekálních patogenních mikroorganismů v separované a neseparované skladované prasečí kejdě se zabývali Watabe *et al.* (2003). *Salmonella* spp. byla identifikována ve všech komponentách vzorků kejdy (neseparovaná kejda; separovaná pevná frakce; separovaná tekutá frakce kejdy), zatímco *Campylobacter* spp. byl pouze izolován z neseparované kejdy a tekuté separované frakce. V obou případech separovaná tekutá frakce měla vyšší prevalenci patogenů a separovaná pevná frakce měla nejnižší prevalenci. Žádný ze vzorků kejdy nebyl pozitivní na *E. coli* O157:H7, *Shigella* spp. nebo *Y. enterocolitica*. Studie demonstruje markantní redukci v prevalenci *Campylobacter* a *Salmonella* v pevné frakci separované prasečí kejdy.

Viry v tekutém hnoji zvířat mohou perzistovat po dlouhou dobu v závislosti na skladovacích podmínkách. Pesaro *et al.* (1995) testovali in situ inaktivaci picorna, rota, parvo, adeno a herpes virů v neprovzdušňovaných tekutých a polotekutých živočišných odpadech. V závislosti na okolní teplotě, pH a typu odpadu se čas potřebný pro hodnotu D redukce titru infekčních virů pohyboval od jednoho týdne u herpes viru k více než šesti měsícům u rotaviru. Berg *et al.* (1988) zjistili, že enteroviry přežívali až po 38 dní bez ztráty infekčnosti virového titru v provzdušňované odpadní vodě při 5°C.

V tekutém hnoji zvířat vyžadovala D hodnota redukce v koncentraci enterovirů dva dny při 20°C za aerobních podmínek, nebo 300 dnů při 5°C za anaerobních podmínek (Lund and Nissen, 1983). Rovněž Scheuerman *et al.* (1991) při studiu tří enterovirů a rotaviru zjistili, že inaktivace virů byla mnohem rychlejší za aerobních nežli za anaerobních podmínek a při vyšších teplotách. Obecně se viry zdají být rezistentnější k inaktivaci nežli bakterie, proto jakékoliv ošetření určené pro zničení bakterií bude pravděpodobně zapotřebí použít ve vyšších dávkách, nebo po delší dobu pro zneškodnění virů (Turner and Burton, 1997).

2.3.2 Metody redukce patogenních mikroorganismů v hnoji a kejďě

2.3.2.1 Biologické metody redukce mikroorganismů

2.3.2.1.1 Kompostování v hromadách

Pevný statkový hnůj je relativně bohatý na sušinu, protože obsahuje materiál podestýlky. Vysoký obsah organické hmoty pevného statkového hnoje se při procesu kompostování degraduje aerobní respirací produkující teplo a tak přispívá k hygienickému procesu. Počet střevních patogenních mikroorganismů poklesne tak nízko, že riziko bude minimalizováno. Simultánně jsou některé proteiny degradovány amonifikací, což má za následek vzestup pH a hladiny amoniaku a toto zvýšené pH může ohrozit přežívání mnoha mikroorganismů a rovněž vede k hygienickému procesu.

Jestliže je kompostování prováděno v hromadách, pak nemůže teplo vzrůst stejně ve všech částech hnoje, protože nedostatek kyslíku ve vnitřní části obvykle limituje velmi aktivní aerobní degradační procesy a nejvzdálenější části mohou mít teplotu blízkou venkovní teplotě. Navíc stáří hnoje je různé v různých částech hromady. Tudiž všechny tradičně založené komposty nemohou být považovány za prosté střevních mikroorganismů, tzn., že zeleninové produkty hnojené kompostovaným hnojem skotu, jak bylo zjištěno, obsahují střevní mikroorganismy zahrnující jak indikátorové tak patogenní mikroorganismy (Holopainen *et al.* 2002; Mukherjee *et al.*, 2004). Proto kompostování by mělo být prováděno opatrně. Při pohnojení hnojem skotu starším 12 měsíců, zelenina neobsahovala střevní mikroorganismy (Mukherjee *et al.*, 2004).

Avšak udržování živočišného hnoje po více než 12 měsíců není ekonomicky proveditelné.

Překopávání pevného hnoje je jedna z cest vedoucí ke vzestupu obsahu kyslíku ve vnitřních částech hromady kontinuálního kompostovacího procesu a vede k poklesu počtu střevních mikroorganismů. Avšak překopávání je mzdově nákladná práce a zvyšují se ztráty amoniaku, takže se redukuje zúrodnovací hodnota hnoje. Kompostování v hromadě po 2 až 3 měsíce prováděném v prostoru jednoduše chráněném před deštěm může být postačující, jestliže hnůj je určen pro vlastní použití a nikoliv pro speciální potřeby. Tento proces může zajistit celkem dobrou redukci počtu střevních mikroorganismů u hnoje skotu. Takto poklesl počet koliformních bakterií z 10^7 nebo 10^8 na 100 nebo 1000/g a počet střevních patogenů poklesl pod detekční limity v průběhu úspěšného kompostování (Tiquia *et al.*, 1998; Larney *et al.*, 2003), ale u skromnějšího kompostování může být po přibližně dvou měsících ještě zjištěno 10^6 nebo 10^5 koliformních bakterií/g (Mason *et al.*, 2004) a v tomto případě by nebyla garance efektivní destrukce možných střevních patogenů. Kompostování může být vylepšeno, jestliže podlaha hromady je roštová a umožňuje lepší aeraci a jestliže stěny a povrch jsou thermo-izolované, pak mohou být dosaženy teploty tak vysoké jako 60°C po dny a to ve všech částech hromady (Sipilä, 1988) dokonce i v chladném klimatu.

2.3.2.1.2 Kompostování v reaktoru

Pevný hnůj a ostatní zemědělské odpady mohou být kompostovány v reaktoru vysokou teplotou a několikadenní retenční doba sníží počet enterokoků a fekálních koliformních na méně než 1000 CFU/g (nebo méně nežli je detekční limit) a zneškodní salmonely v kompostované hmotě. Technicky jsou kontejnery často bubny nebo tunely upravené na práci buď v kontinuálních, nebo dávkových procesech. Kontinuální proces je výhodnější, protože může fungovat pouze při exponenciální nebo stacionární fázi s vysokou reakční rychlostí a zdlouhavé lag fázi na začátku a fázi odumírání na konci se může vyhnout. Zásluhou aerobní respirace může kompostovaná hmota v mnoha případech dosáhnout teplot tak vysokých jako 70°C po 60 minut, jak je požadováno směrnicí EU (1774/2002). Často je ještě potřebné post-kompostování v hromadách, tak aby kompostovaná hmota už nebyla fyto toxická a poté byl produkt stabilní a byl

dobrým hnojivem a dobrým zdrojem humusu pro půdu. Post-kompostování je rovněž nezbytné, protože kompostové produkty jsou používány na jaře nebo v létě. Komerční kompostování reaktory jsou nákladné a potřebují energii na míchání. V laboratorním kompostovacím reaktoru byla rovněž zničena *E. coli* O157:H7 při 50 až 60°C za tři dny (Hess *et al.*, 2004).

2.3.2.1.3 Aerace kejdy

Kejda obsahuje všechnu fekální hmotu a odpadní vodu ze strojního dojení a čištění fekálií. Typický obsah sušiny je nižší nežli 10 %. Kejda může být při transportu pumpována a tak se vyhnulo těžké a nepříjemné lidské práci. Aerace se provádí buďto jako dávkový nebo kontinuální proces a existuje rozmanitá nabídka dostupných zařízení za celkem přijatelnou cenu. Aerace je prováděna při nízké teplotě nebo při vyšších teplotách v thermo-izolovaném reaktoru, protože proces sám si vyrábí teplo. Retenční doba závisí na způsobu ošetření a pohybuje se od 20 - 30 dní (u dávkového procesu začínajícího v arktické zimě) dolů k 3 - 5 dnům (kontinuální proces při vysoké teplotě). Aerace potřebuje elektřinu pro pumpování a může vést k redukci amoniaku, což záleží na aeračním zařízení. Na druhé straně může být dosažena 90 až 99,9 % redukce počtu střevních bakterií nebo virů při nízké teplotě (0 – 30°C) a celkem významná je redukce zápachu, kejda je velice homogenní a snadno se aplikuje. Aerace kejdy má proto další příznivé efekty na zelenou píci, hygienu siláže a úroveň) výnosu (Heinonen-Tanski *et al.*, 1998; Leinonen *et al.*, 1998).

Jestliže je proces prováděn v termicky izolovaném kontinuálně fungujícím reaktoru může se dosáhnout aerobní respirační teplotní ošetření při 70°C po 60 minut. Pak může být redukce mikroorganismů velice vysoká a počet střevních mikroorganismů je redukován na menší množství, nežli jsou detekční limity (Evans *et al.*, 1982; Heinonen-Tanski *et al.*, 2005b). Jestliže jsou dosaženy detekční limity pro indikátory (typicky 10 nebo 1 CFU/g nebo PFU/g plaque forming units pro viry) analýzy přítomnosti/absence pro střevní patogenní mikroorganismy by měly dávat negativní výsledky a produkt by již neměl být mikrobiologicky rizikový. Pro inaktivaci virů v prasečí kejdě se jeví jako nejvhodnější metoda zahřátí na 60°C po 30 minut (Turner and Burton, 1997).

2.3.2.1.4 Anaerobní ošetření kejdy

Kejda obsahuje organickou hmotu, která může být procesem metanogeneze konvertována na metan. Protože různorodost metan produkujících bakterií je spíše nízká, je upřednostňován kontinuální nebo alespoň semi-kontinuální proces a kvalita surového materiálu by měla být dosti podobná. Tento komplikovaný proces sám produkuje malé množství energie, protože energie je v konečném produktu. Proces potřebuje pro práci specifickou teplotu (preferovaná je konstantní teplota mezi 30 a 60°C). Tudíž reaktor by měl mít termickou izolaci a část vytvořeného metanu musí být použita pro zahřátí reaktoru přinejmenším v průběhu chladných period. Tvorba metanu je dosti citlivá na rušivé faktory (jako jsou antibiotika v kejdě atd.) a reaktor je komplikovanější v porovnání s přístroji na aerobní ošetření kejdy.

V některých případech dokonce proces tvorby metanu při nízké teplotě vysoce redukoval střevní mikroorganismy (Côté *et al.*, 2006). Výsledky experimentálního anaerobního rozkladu vepřové kejdy v 40 l sekvenčních dávkových reaktorech při 20°C po 20 dnů byly: 97,94 až 100 % redukce původních populací koliformních mikroorganismů; 99,67 až 100 % redukce původních populací *E. coli*; nedetekovatelné hladiny původních rodů *Salmonella*, *Cryptosporidium* a *Giardia*. Autoři považují metodu za nadějnou pro redukci původních indikátorových a patogenních mikroorganismů v kejdě prasat.

Počet střevních patogenních mikroorganismů může být lépe redukován a rovněž minimalizováno hygienické riziko, jestliže je metanogeneze prováděna při vyšší teplotě (více než 50°C) (Martens *et al.*, 1998). Další výhodou vyšší teploty je vyšší reakční rychlost, tudíž dovoluje menší velikost reaktoru. Nicméně anaerobní ošetření je méně efektivní při redukci enterovirů v porovnání s aerobním (Lund and Nissen, 1983; Pesaro *et al.*, 1995), ale v praxi metanogeneze při vyšších teplotách může produkovat adekvátní hygienické produkty. Riziko pro onemocnění bude redukováno, jestliže však bude provedena pasterace při 70°C po 60 minut (jak požaduje The European Parliament and Council of the European Union, 2002. Regulation (EC) No. 1774/2002).

2.3.2.2 Chemické metody

Z chemických sloučenin jsou používány hlavně vápenné produkty, ačkoliv je možné použít některé oxidující sloučeniny jako kyselinu peroctovou, pokud je jejich cena přijatelná (Heinonen-Tanski *et al.*, 2006).

Použití vápenných produktů je založeno na vzestupu pH, které inaktivuje mikrobiální buňky a viry. Uvolňování amoniaku při vysokém pH (nad 10) je rovněž inhibiční pro mnoho střevních bakterií. Vápenné produkty byly použity pro zničení salmonel, nebo jiných patogenů přítomných v hnoji. Používané vápenné produkty jsou calcium oxid (nehašené vápno nebo pálené vápno) nebo hydroxid vápenatý, které mají určitou rozpustnost ve vodě. Když jsou tyto sloučeniny přidávány do hnoje, přítomný kysličník uhličitý bude reagovat a tvoří se ve vodě nerozpustný uhličitán vápenatý. Pokud jsou tyto sloučeniny přidávány k pevnému hnoji, je důležité dávat hnůj a vápenné produkty jako tenké vrstvy, aby byla směs tak homogenní jak je to jen možné. Je doporučeno dávat 30 kg vápna na tunu pevného hnoje. Pokud je vápno použito pro kejdu, pak je efektivní promíchání pumpou a jako efektivní byla zjištěna koncentrace vápna jen 10kg/tunu (Heinonen-Tanski *et al.*, 2005a). Naproti tomu Koch and Euler (1984) pro kompletní inaktivaci viru Aujeszského nemoci v prasečí kejdě uvádí dávku 30 kg vápna na kubický metr kejdy a pH nejméně 11,5, aby byla inaktivace efektivní.

Oficiální nařízení požaduje, že by měla být použita doba ošetření 7 dnů, ale jak bylo zjištěno, pouze dva dny byly dostatečné pro zničení střevních mikroorganismů pod hladinu detekčního limitu (Heinonen-Tanski *et al.*, 2005a). Ošetření vápnem nevyžaduje žádné speciální přístroje a tak může být doporučeno pro temporální použití, například pro rychlé zničení *Salmonella* a ostatních patogenních mikroorganismů. Ošetření kejdy hydroxidem vápenatým redukuje hladiny patogenních mikroorganismů včetně virů (Derbyshire and Brown, 1979). Rovněž Turner and Burton (1997) uvádějí jako jednu z metod inaktivace virů v prasečí kejdě aplikaci doporučených koncentrací chemikálií jako je hydroxid vápenatý, hydroxid sodný nebo formalin.

Kyselina peroctová byla testována jako alternativní dezinfekce odpadních vod. Morris (1993) a Baldry *et al.* (1991) porovnávali ošetření kyselinu peroctovou s ošetřením chlorem a zjistili, že chlor byl účinnější v redukci titru virů než kyselina peroctová, která potřebovala pro virocidní aktivitu delší dobu. Bakteriální inaktivace

při použití těchto dvou prostředků byla podobná. Je rovněž známo, že při ošetření kejdy kyselinou peroctovou je produkováno velké množství pěny.

Peroxid vodíku je využíván jako desinfekce vody, odpadní vody a kejdy. Jeho výhodou oproti ostatním oxidačním látkám je, že je netoxický, neškodný a environmentálně přijatelný produkt. Základní úkol při dezinfekci kejdy je zničit nebo odstranit infekční mikroorganismy tak, aby kejdou nemohla být přenášena nemoci způsobující agens, když je aplikována na pozemky. Tofant *et al.* (2006) testovali efekt použití peroxidu vodíku s katalytickou aktivitou iontů stříbra a železa při dezinfekci prasečí a hovězí kejdy. Ošetření tekuté frakce hovězí kejdy směsí peroxidu vodíku a iontů železa při finální koncentraci 1,5 % mělo za následek zlepšení organoleptických, fyzikálněchemických a mikrobiologických parametrů. Obdobně tomu bylo při ošetření prasečí kejdy směsí peroxidu vodíku a iontů stříbra při finální koncentraci 2 %. Kovové ionty Fe^{2+} a Ag^+ zlepšují oxidační aktivitu peroxidu vodíku tvorbou hydroxylových radikálů.

Vzorky čerstvého hnoje skotu byly inokulovány čistými kulturami *S. typhimurium* DT104 a *E. coli* O157:H7 a jejich přežívání po přidání hydroxidu sodného, síranu amonného, uhličitanu sodného a/nebo močoviny bylo testováno. Redukce patogenních mikroorganismů v hnoji bylo dosaženo kombinací vysokých koncentrací CO_3^{2-} a NH_3 , což jsou pH závislé parametry. Přídavek močoviny by mohl poskytnout snadné ošetření hnoje kombinací obou antimikrobiálních faktorů (Park and Gonzales, 2003).

Inhibici mikroorganismů v mase a kejdě prostřednictvím použití chemických prostředků testovali i Shelef and Addala (1994). Autoři uvádí, že přidání 21 mM (3 %) diacetátu sodného k mletému hovězímu masu nebo k bovinní kejdě potlačilo celkový počet aerobních mikroorganismů v průběhu chladového uskladnění. Diacetát sodný potlačil růst tří dalších druhů *L. monocytogenes* a druhů *E. coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella enteritidis* a *Shewanella putrefaciens*. K této chemické sloučenině byly necitlivé *P. fagi*, *Yersinia enterocolitica*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus fermentis* a *Staphylococcus aureus*. Diacetát sodný má potenciál pro použití při kontrole růstu listerií v mase, drůbeži a rybích produktech a potlačení růstu určitých Gram-negativních bakterií způsobujících kažení a patogenních mikroorganismů. Pro inaktivaci virů v kejdě pomocí hydroxidu sodného zjistili Haas

et al. (1995) je zapotřebí použití 16 až 30 l m⁻³ 50 % roztoku, kdy stoupne pH přinejmenším na 12 a expoziční doba nejméně čtyři dny.

2.3.2.3 Fyzikální metody

Tepelné ošetření, jako je pasterizace, je vyžadováno jako efektivní metoda pro zničení střevních mikroorganismů na akceptovatelnou hladinu hygienického rizika. Bylo zjištěno, že tepelné ošetření v pasterizačním přístroji je efektivní proti mnohým virům (Turner *et al.*, 2000). Tento přístroj by měl být schopný transportu, jeho provoz je velmi nezbytný v průběhu epidemického vzplanutí (Burton *et al.*, 1999) pro efektivní zničení patogenních mikroorganismů podle požadavků EU. Montheit *et al.* (1986) zjistil, že bovinní enterovirus byl inaktivován pod detekovatelnou hladinu v natráveném tekutém hnoji zahřátém na 70°C, avšak některé bovinní parvoviry byly detekovány i po tomto ošetření. To ukazuje, že některé viry jsou tepelně resistantnější nežli jiné.

V některých případech je rovněž prováděno spalování. Tento proces je možný hlavně s poměrně suchým hnojem (drůbeží nebo koňský). Poněvadž spalování zničí všechn dusík a organické látky, mělo by být provedeno jako poslední alternativa v kontrastu s ostatními metodami, pokud nevygenerují produkt, který by mohl být použitý jako užitečné hnojivo a ke zlepšení obsahu humusu v půdě. Ostatní fyzikální metody, jako je ozáření, mohou být teoreticky zvažovány, avšak vyžadují příliš vysoké kapitálové náklady (Heinonen-Tanski *et al.*, 2006).

2.3.3 Parazité v hnoji a kejďě

Mezi nejrozšířenější infekční onemocnění, která se vyskytují v našich chovech, patří parazitózy. Původci parazitóz nezpůsobují většinou úhyny a výrazná klinická onemocnění, ale ovlivňují parametry užitkovosti u všech kategorií chovaných zvířat, kdy následkem je zpravidla snížená konverze živin a s tím spojený váhový úbytek a zaostávání v růstu. Další velké ztráty vznikají na jatkách při konfiskaci orgánů. (Roepstorff *et al.*, 1998; Nansen and Roepstorff, 1999; Permin *et al.*, 1999; Joachim *et al.*, 2001; Weng *et al.*, 2005). V mnoha případech je jejich působení v těle jedince

vstupní branou pro infekční agens bakteriálního a virového původu (Ryšavý *et al.*, 1988; Koudela 2000b).

V technologických systémech chovů v našem klimatickém pásmu jsou často zvířata chována trvale v uzavřených stájových objektech, které jsou pro ně celoživotním prostorem. Mezi prostředím a zvířaty dochází k interakcím, jež mohou působit na zdraví a užitkovost zvířat. Hlavní vliv na šíření parazitů v chovech má zoohygiena a preventivní opatření, která dokáží zabránit větším ekonomickým ztrátám. Přehled o výskytu (prevalenci) a tlumení (regulaci) parazitů zvířat je významným předpokladem pro efektivní chov, zejména v těchto uzavřených objektech (Nápravník and Zajíček 1993). Výkaly zvířat jsou považovány za významný neživý vektor přenosu různých infekčních agens a obsahují široké rozmezí mikroorganismů. Podlaha odchoven slouží jako rezervoár infekčních agens pro chovaná zvířata. Z tohoto důvodu by měla být kejda zvířat, při propuknutí jakéhokoli infekčního onemocnění, považována za infekční. Kromě již zmíněných parazitárních nákaz je nutno říci, že kejdou se šíří velké množství jiných infekčních chorob, které se běžně vyskytují v chovech a vstupují do procesu nákazy právě přes zvířecí exkrementy.

Mezi relativně málo známé, ale přesto nejvýznamnější původce hromadných průjmových onemocnění u zvířat patří kokcidie. Průjmy sajících mláďat jsou velmi častým a závažným problémem způsobujícím velké ekonomické ztráty v zasažených chovech. V zahraničí je kokcidiím připisován značný význam v souvislosti s výskytem průjmů. Přesto jsou tyto parazité, jako primární patogenní organismy, často zanedbávány, protože klinické příznaky nejsou specifické, detekce oocyst může být obtížná a jen zřídka jsou prováděna patřičná vyšetření (Koudela and Vítovec, 1998; Martineau and del Castillo, 2000).

V posledních letech je pozorována vzrůstající prevalence kryptosporidií. Druh *Cryptosporidium parvum* je všudypřítomný protozoární parazit, který může infikovat široké rozmezí hostitelských druhů, včetně člověka. Velmi významným epizootologickým a epidemiologickým faktorem je schopnost oocyst, jako infekčních stádií, dlouhodobě přežívat ve vnějším prostředí spolu se zachováním plné infekтивности (O' Donoghue, 1995).

Z dalších parazitů, které můžeme nejčastěji pozorovat u zvířat v našich chovech, to jsou kokcidie rodu *Eimeria*, prvok *Blastocystis sp.*, bičíkovec *Giardia intestinalis* a gastrointestinální nematoda (GIN).

Parazité způsobují ztráty u všech věkových kategorií zvířat (France, 1995). Účinná kontrola endoparazitóz nevyžaduje pouze strategickou aplikaci léčiv, ale také dobrou hygienu a způsob ošetřování zvířat (Dauguschies, 2004).

Z parazitologického hlediska lze jednoznačně říci, že výsledný separát, který projde procesem kompostování, při němž bude dosahováno teplot kolem 70°C, kompostovaná hromada se bude průběžně po několika dnech překopávat a případně se (není podmínkou) bude přidávat mletý vápenec, lze použít pro nastýlání u jakéhokoli druhu a kategorie zvířat bez obav před propuknutím parazitární nákazy.

2.3.3.1 Faktory ovlivňující výskyt parazitů

Výskyt, přežitelnost a rozšíření parazitů určují abiotické a biotické faktory. Abiotické faktory mají fyzikální a chemickou povahu; k biotickým faktorům patří například zásoby potravy, kompetice a vztahy mezi hostitelem a parazitem. Souhrn abiotických faktorů určuje, zda v daném prostředí mohou či nemohou daní parazité žít; biotické faktory mají zásadní význam při určování relativní četnosti daného parazita.

2.3.3.1.1 Abiotické faktory

Všeobecně parazité snášejí různá prostředí, se širokým rozsahem fyzikálních a chemických faktorů. Většina informací o vlivu abiotických faktorů byla získána na základě laboratorních pokusů, které doplnila měření prováděná v polních podmínkách. Některé druhy parazitů mohou odolávat i velmi nízkým teplotám nebo naopak teplotám vyšším po relativně dlouhou dobu. Taktéž můžeme pozorovat rozdílné reakce jednotlivých parazitů v souvislosti s přítomností vody či výškou relativní vlhkosti (rH) a dále reakce na přítomnost či nepřítomnost kyslíku a dalších plynů (Bürger, 1982; Long *et al.*, 1982; Dauguschies, 2000; Hausmann and Hülsmann, 2003; Pavlásek, 2006).

Vlivy jednotlivých částí, z kterých se sestávají abiotické faktory, není možné od sebe oddělovat. A protože působí jako celek (často ve spojení s biotickými faktory), je obtížné vyhodnotit jejich specifickou důležitost nebo účinek. Například zesílení intenzity světla bývá často spojeno se vzestupem teploty, což způsobí nižší rozpustnost plynů ve vodě stejně jako intenzivnější metabolismus a vyšší požadavek na rozpuštěný kyslík. I když některé organismy mohou tyto podmínky snášet, nelze předvídat, jakou mají naději na přežití (Roepstorff and Nansen, 1994; Hausmann and Hülsmann, 2003). Základní znalosti nejdůležitějších limitujících faktorů ovlivňujících výskyt parazitů jsou nicméně naprosto nezbytným předpokladem pro bezproblémové použití separované kejdy určené jako stelivo pro hospodářská zvířata.

VODA – Pro existenci parazitů je nezbytný alespoň nepatrný objem volné vody. Je velmi dobře známo, že někteří parazité žijící v extrémních podmínkách se při své evoluci přizpůsobili náročnému způsobu života tvorbou velmi odolných stádií v podobě cyst, oocyst, pouzder apod. (Ryšavý *et al.*, 1988; Dauschies, 2000; Hausmann and Hülsmann, 2003). I teploty pod bodem mrazu můžeme považovat za bezvodé podmínky, poněvadž při nich se voda stává pevnou látkou a nemůže sloužit jako rozpouštědlo pro metabolickou činnost. Navíc, pevné prostředí znemožňuje parazitům pohyb. Proto nepřekvapí, že stadia odolná vůči suchu jsou odolná i vůči mrazu (Hausmann and Hülsmann 2003).

TEPLOTA – Většina parazitů žije v teplotním rozmezí od bodu mrazu až k maximu 40°C (Long *et al.*, 1982; Hausmann and Hülsmann, 2003; internet 1).

KYSLÍK – Většina parazitů je odkázána na kyslík rozpuštěný v okolním prostředí. Díky svým, často mikroskopickým, rozměrům a tím i snadné difúzi kyslíku jejich buňkou však nepotřebují tak vysoké koncentrace kyslíku, a proto je mnoho druhů schopno přežít v prostředích s mimořádně nízkou koncentrací kyslíku, jako jsou například kaly (Hausmann and Hülsmann, 2003; Moussavou-Boussougou, 2005). Parazitičtí prvoci žijící v takových podmínkách hostí ve své cytoplazmě metanogenní bakterie. Ty jsou schopny zpracovat H₂ vznikající jako odpadní produkt metabolismu prvoků a změnit jej v metan. V podobných prostředích žije též řada prvoků, zvláště bičíkoviců, bez mitochondrií nebo jakýchkoli jiných organel, v nichž probíhají redukčně-oxidační pochody (Hausmann and Hülsmann 2003).

3.2.3.1.2 Biotické faktory

Parazité s generační dobou několika týdnů nebo měsíců mohou žít jen ve velmi stabilních podmínkách. Naproti tomu, paraziti s generační dobou několika hodin, využijí potravní zásoby rychle a většinou mizí z prostředí také tak rychle, jak se objevili. Pro případné vyčerpání potravních zásob si parazité vyvinuli charakteristické strategie k přežití. Jednou z nich je tvorba odolných stádií (cyst, oocyst apod.). Dalším způsobem je i zpomalení metabolismu (Hausmann and Hülsmann 2003).

3.2.3.2 Odolnost parazitů vůči podmínkám vnějšího prostředí

3.2.3.2.1 Protozoární parazité

Kryptosporidie jsou jednobuněční parazité, kteří infikují epiteliální buňky trávicího aparátu celé řady obratlovců hostitelů včetně člověka. Jako zdroje infekce byly potvrzeny voda (pitná, rekreační i mořská) a potraviny kontaminované oocystami kryptosporidií z lidí a zvířat. Kryptosporidíóza je charakterizována jako zoonotické onemocnění (Quílez *et al.*, 1996; Koudela, 2000a; Dillingham *et al.*, 2002; Guselle *et al.*, 2003; Fayer *et al.*, 2004). Významným zdravotním problémem je skutečnost, že kryptosporidie odolávají běžným dezinfekčním prostředkům užívaným při úpravě pitné vody a jsou častou a vážnou komplikací u jedinců trpících imunodeficiencí (O'Donoghue, 1995; Fayer *et al.*, 1997; Dillingham *et al.*, 2002; Thompson and Chalmers, 2002; Hausmann and Hülsmann 2003). Mezi nejrozšířenější patří druh *Cryptosporidium parvum*, který infikuje střevo hostitele a vyznačuje se nízkou hostitelskou specifitou (Fayer *et al.*, 1997). Kryptosporidie jsou jedním z mnoha parazitů, proti kterým nebyla dosud nalezena účinná léčba (Thompson and Chalmers 2002).

Je známo, že oocysty hůře odolávají suchým a teplým podmínkám (Lindsay and Blagburn, 1991). Oocysty mohou být efektivně inaktivovány při teplotách 54 -55°C do 30 min (Whitmore and Robertson 1995). de Bertoldi *et al.* (1983) zjistili, že je – li v průběhu kompostování dosažena teplota 70°C, jsou oocysty inaktivovány po

30 minutách. Pro inaktivaci oocyst je důležité, aby kompostovaná hromada byla průběžně obracena a byla měřena teplota. Ostatní dostupná literatura uvádí různé teploty a čas potřebný k inaktivaci infekčních oocyst, ale všechny se shodují na tom, že teploty kolem 60 °C mají letální účinek do 5 minut a teploty kolem 70°C jsou devitalizující již po několika vteřinách (O' Donoghue, 1995; Fayer *et al.*, 2000; Dillingham *et al.*, 2002; Fayer, 2004; Gajadhar and Allen, 2004; Rimhanen-Finne *et al.*, 2004; Dawson, 2005).

Při teplotách kolem bodu mrazu si udržují oocysty kryptosporidií životnost několik měsíců. Při +4 °C to může být i 6 – 12 měsíců. Dawson (2005) popisuje, že při –15 až –20°C hynou po 7 dnech, ale Fayer *et al.* (2000) a Gajadhar and Allen (2004) udávají, že oocysty byly při této teplotě devitalizovány již po 24 hodinách. Teplota –70°C je ničí téměř okamžitě (Fayer *et al.*, 2000; Gajadhar and Allen 2004). Pavlásek (1997) ve své práci upozorňuje, že při pomalém rozmrazování mohou přežít některé oocysty až 1 měsíc při teplotě –22°C.

Mnoho autorů se domnívá, že nejlepším bojem proti kryptosporidiióze je v současné době řádná dezinfekce a tam, kde je to nutné i dezinfekce pitné vody (Lindsay and Blagburn, 1991; Haberkorn, 1996; Betancourt and Rose, 2004). Haberkorn (1996) se domnívá, že pokusy o vakcinaci nebo zvýšení imunity jsou pravděpodobně slibnější než použití léků. Vítovec *et al.* (1990) a Joachim (2004) připisují velký vliv protektivnímu účinku kolostrální imunity na snížení intenzity kryptosporidiové infekce u mláďat.

Oocysty kryptosporidií spolehlivě ničí peroxid vodíku a chlordioxid, avšak ve velmi vysokých koncentracích (Gibson *et al.*, 1998; Betancourt and Rose, 2004). Joachim *et al.* (2001b a 2003) zjišťovali účinnost dezinfikantů na životnost oocyst kryptosporidií. Velmi účinným se ukázal přípravek Neopredisan, který narušoval stěnu oocyst, a životnost takto narušených oocyst byla velmi slabá. Přípravek byl nejvíce účinný ve 4% koncentraci po dobu expozice alespoň 120 minut. Dále lze využít ozonizaci – při úpravách vody. Vitalitu kryptosporidií ovlivňuje také UV záření (Campbell *et al.*, 1995; Betancourt and Rose, 2004; Fayer, 2004; Gajadhar and Allen, 2004; Biswas *et al.*, 2005; Dawson, 2005). Pro zachycení oocyst lze při úpravě vody využít kvalitních vodních filtrů s průměrem ok síta 1µm. (Stokka, 1996; Chroust *et al.*, 1998; Weir, 2001; Dillingham *et al.*, 2002; Rochelle *et al.*, 2005).

Dalším celosvětově rozšířeným protozoárním parazitem u zvířat i lidí je bičíkovec z rodu *Giardia* (Olson *et al.*, 1997; Rommel *et al.*, 2000; Fayer, 2004; Graczyk, 2005). *Giardie* jsou velmi úspěšní parazité ve své evoluci, vztahu k vnějšímu prostředí a mají neobyčejnou fyziologickou plasticitu a schopnost adaptace k měnícím se vnitřním a vnějším podmínkám (Fayer, 2004; Gajdhar and Allen, 2004; Graczyk, 2005). Průjmy způsobené giardiózou mohou oslabovat postižené jedince po několik týdnů i měsíců a projevují se střídavou intenzitou. Giardióza je stejně jako kryptosporidióza oportunní infekce, tzn., že jako vedlejší onemocnění provází primárně virové, bakteriální nebo parazitární onemocnění (Chroust *et al.*, 1998; Juránková, 2001).

Cysty giardií jsou velmi odolné, přežívají ve vodě a půdě několik týdnů a stejně jako oocysty kryptosporidií nejsou devitalizovány běžnými dezinfekčními prostředky (Gibson *et al.*, 1998; Betancourt and Rose 2004). Při zavlečení giardiózy do chovu je třeba přeléčit všechna zvířata. Na rozvinutí infekce má nesporný vliv i výživa. Bílkovinná strava potlačuje množení giardií, zatímco sacharidová je podporuje. Na ochraně mláďat se výrazně podílí příjem mateřského mléka (Chroust *et al.*, 1998; Juránková, 2001).

Přežitelnost cyst ve vnějších podmínkách je podobná jako u kryptosporidií. Při teplotách kolem bodu mrazu mohou přežívat zhruba 2 měsíce, při -18°C hynou po 1 hodině a teploty kolem $+70^{\circ}\text{C}$ je ničí téměř okamžitě. Velký účinek je připisován i UV záření. Při úpravách vody je velmi účinná ozonizace a kvalitní filtry (Deng and Cliver, 1992; Rimhanen-Finne *et al.*, 2004; Dawson, 2005). Při kompostování platí stejné podmínky jako u kryptosporidií (Rimhanen-Finne *et al.*, 2004).

Akutní kokcidióza se projevuje různě podle toho, jakými druhy kokcií je způsobena a v jakém probíhá hostiteli. Společným jmenovatelem je průjmové onemocnění provázené nechutenstvím, celkovou schváceností a řadou patofyziologických změn (Gdovin *et al.*, 1970; Ryšavý *et al.*, 1988). Zvířata trpí vodnatými, hlenovitými nebo krvavými, často silně zapáchajícími a napěněnými průjmy. Po odstavu může tento stav vést k celkově špatnému tělesnému vývinu (Dražan *et al.*, 1987; Nápravník and Zajíček 1993). Přečká - li jedinec nákazu, je odolný vůči nové nákaze tímž druhem. Kokcidie rodu *Eimeria*, které v našich chovech pozorujeme nejčastěji, jsou ve své většině striktně hostitelsky specifické, což znamená, že jeden živočišný druh se nenakazí oocystami od zvířete jiného druhu; značná je i specifita

tkáňová (Gdovin *et al.*, 1970; Ryšavý *et al.*, 1988). V závislosti na síle infekce může dojít až k úhynu (mortalita až 50 %).

Klimatické faktory jako teplota, vlhkost a obsah kyslíku mohou mít velký vliv jak na životaschopnost a délku setrvání nevysporulovaných a vysporulovaných oocyst v prostředí, tak na průběh sporulace. Bylo prokázáno, že nevysporulované oocysty jsou mnohem citlivější ke změnám probíhajícím v okolním prostředí (teplota, vlhkost apod.). Pro sporulaci je nejpříznivější teplota 28 – 31°C. Nižší teploty (0 – 5°C) zpomalují sporulaci (Long *et al.*, 1982; Pavlásek, 2006). Např. nevysporulované oocysty *Toxoplasma gondi* přežívají při –21°C 1 den, ale vysporulované oocysty při stejné teplotě si zachovávají životnost po 28 dní. Oocysty jsou mnohem citlivější vůči vyšším teplotám. Teploty nad +35°C mají redukující či inhibující účinek na vývoj oocyst. Dumètre and Dardé (2003) pozorovali, že nevysporulované oocysty *Toxoplasma gondi* ztrácí schopnost sporulace po mražení (1 den při –21°C nebo 7 dní při –6°C) a vyšších teplotách (50°C, 10 min.). Při 4°C přežívá minimálně 6 – 11 týdnů. Oproti tomu vysporulované oocysty mohou zůstat ve vodě životné minimálně 54 měsíců při 4°C .

Koudela (2000b) uvádí, že oocysty kokcií nepřežívají teploty pod –30°C a nad 40°C. V rámci tohoto teplotního rozmezí mohou přežívat déle než rok. Pouze dezinfekční prostředky na bázi čpavku devitalizují oocysty kokcií a dále horká pára.

Long *et al.* (1982) uvádějí, že při skladování trusu drůbeže, kdy dochází k samozahřívání, je již teplota kolem 63°C letální pro všechny oocysty. Velmi důležitá je hodnota relativní vlhkosti (rH), protože oocysty jsou citlivé k vyschnutí (Daugeschies, 2000). Taktéž nedostatek kyslíku je limitující pro zdárný vývoj oocyst. Oocysty poškozují i přímé sluneční záření. Long *et al.* (1982) popisují, že nevysporulované oocysty kokcie *Eimeria zürnii*, které patří mezi nejpatogennější kokcie u skotu, přežívají na přímém slunci přibližně 4 h, oproti vysporulovaným oocystám, které mohou zůstat životné až 8 h. Nejefektivnější chemickou obranou je formalín, plynný nebo vodný roztok amoniaku a metylbromid. Velmi účinnou fyzikální metodou je i aplikace horké páry, kdy dostačující jsou teploty 70 – 80°C (Long *et al.*, 1982; Mehlhorn *et al.*, 1993; Nápravník and Zajíček, 1993; Chroust, 1998; Daugeschies, 2000; Pavlásek, 2006).

Prostředí stáji je přímo ideální pro sporulaci oocyst a vytváří velmi vhodné podmínky pro vznik a rychlé šíření kokcidiózních infekcí. Likvidace oocyst pomocí

běžných dezinfekčních prostředků v doporučených dávkách není většinou účinná. Životaschopnost oocyst se snižuje nebo zcela likviduje pouze úplným vyschnutím a působením vysokých teplot. K asanaci se doporučuje, po důkladné mechanické očištění a vystříkání prostorů tlakovou vodou, aplikace horké páry (Nápravník and Zajíček, 1993; Pavlásek, 2006).

2.3.3.2 Parazitičtí helminté

Všechny druhy helmintů nehrají při infekcích stejnou roli a s tím souvisí i jejich ekonomický význam. Konkrétním výrazem ztrát jsou konfiskace jater, plic a jiných orgánů a jejich ořezů v důsledku napadení parazity (France, 1995; Joachim *et al.*, 1999; Epe, 2002; Resch, 2002; Vergara and Otto, 2002). Parazitární infekce se však projevují většinou nepřímo zhoršováním kondice a zdravotního stavu napadených zvířat a tím i zhoršováním užitkovosti. Parazité odebírají hostiteli živiny, zvyšují spotřebu krmných směsí apod. Kromě toho vylučují do organismu hostitele své sekrety a exkrety, které působí toxicky. V uzavřených velkokapacitních provozech se vytvořily specifické podmínky pro uskutečnění vývojových cyklů endoparazitů, které dávají příležitost geohelmintům se udržet i za podmínek přísných hygienických opatření (Chroustová, 1979; Nápravník, 1989; Limanovský, 1998; Koudela, 2000b).

Podle průběhu vývojového cyklu se cizopasní červi dělí na dvě skupiny – **biohelminty** a **geohelminty**. Vývoj geohelmintů (monoxenní) probíhá přímo bez vývoje v mezihostitelích. K napadení definitivního hostitele dochází buď pozřením vajíček či infekčních larev nebo aktivním pronikáním larev z vnějšího prostředí do jeho těla. Životní cykly biohelmintů (heteroxenní) probíhají vždy se střídáním jednoho či více mezihostitelů a jsou spíše typické pro zvířata chovaná pastevním způsobem (Ryšavý *et al.*, 1988; Jurášek *et al.*, 1993). Většina hlístů infikuje svého hostitele ve formě L₃ larvy po penetraci kůže či po kontaktu s výkaly kontaminujícími půdu nebo vegetaci (Olsen *et al.*, 1987). Díky tomu, že vajíčka mají většinou hrubý a lepkavý povrch, mohou být snadno přenášena šváby, brouky, mouchami, ptáky a hlavně

na botách, oděvu a pracovním náradí ošetřovatelů (Juriš and Breza, 1988; Dubinský *et al.*, 1989; Corwin and Tubbs, 1993; Nápravník and Zajíček 1993).

Helmintózy probíhají zpravidla subklinicky, a proto často unikají pozornosti chovatelů. Mladá zvířata jsou mnohem vnímavější vůči nákaze než starší jedinci. A často to jsou právě starší zvířata, která slouží jako rezervoár parazitů pro mladší kategorie (Dubinský *et al.*, 1989; Nápravník, 1989; France, 1995). Ovulace samic enteronematod je nejvyšší zpravidla v období březosti a porodu matek. Zárodky helmintů se v prostředí kumulují, a protože jsou odolné, přežívají dlouho v půdě, ale i v nálepech trusu a na vlhkých místech stájí. Důležitým faktorem je i mikroklima v temperovaných stájích, hlavně v chovech prasat. Tyto umožňují vývin parazitů po dobu celého roku (Chroustová, 1979; Dubinský *et al.*, 1989; Nápravník, 1989; Nápravník and Zajíček, 1993; Juriš *et al.*, 1996; Dauschies, 2000).

Díky své odolnosti mohou být vajíčka parazitů za příznivých podmínek životaschopná 6 až 10 let (Straw, 1991; Corwin and Tubbs, 1993; Koudela, 2000b; Lehmann, 2000; Meyer and Schulze-Horsel, 2000b; Rommel *et al.*, 2000; Koudela and Russ 2002). Vajíčka helmintů jsou citlivá na přímé sluneční záření, vysoké teploty a jsou citlivá k vysušení (Sprehn, 1957; Nápravník and Zajíček, 1993; Roepstorff and Nansen, 1994; Larsen and Roepstorff, 1999; Nansen and Roepstorff, 1999; Lehmann, 2000; Rommel *et al.*, 2000). Gaasenbeek and Borgsteede (1998) pozorovali, že vajíčka v kejdě, která byla na suchém a slunném místě, přežívala pouze po dobu 2 - 4 týdnů, zatímco na vlhkém a stinném místě bylo ještě po 8 týdnech 90 % vajíček schopných dalšího vývoje.

Mezi nejodolnější patří vajíčka hlístic rodu *Ascaris* (škrkavky). Právě na devitalizaci těchto odolných vývojových stádií se zaměřila řada vědeckých prací. Většina těchto prací uvádí, že se stoupající rH se prodlužuje i doba přežitelnosti vajíček (Jurášek *et al.*, 1993; Nápravník and Zajíček, 1993; Roepstorff and Nansen, 1994; Lukešová *et al.*, 1997; Gaasenbeek and Borgsteede, 1998; Chroust, 1998; Larsen and Roepstorff, 1999; Dauschies, 2000; Hausmann and Hülsmann, 2003).

Dalším, neméně důležitým faktorem je teplota. Vajíčka mohou v kejdě přežívat více jak 3 měsíce při teplotách 10 – 17°C. Toto potvrzují studie Perssona (1974) a Enigka (1980), kdy byly výsledky získány jak z vyšetřené kejdy prasat, tak kejdy skotu. Persson (1973) a Olsen and Nansen (1987), Gaasenbeek a Borgsteede, (1998)

rozpracovali systém zničení vajíček *A. suum* a jiných parazitických stádií založený na aeraci (provzdušňování) a termofilní fermentaci. Tharaldsen and Helle (1989) dospěli k názoru, že pokud se udržuje teplota 40 – 45°C po dobu nejméně 25 dní dojde ke zničení vajíček. K zajištění řádného zničení vajíček *A. suum*, která mohou infikovat hosp. zvířata, a vývojových stádií jiných parazitů, je nutno použít vhodné techniky pro ošetření kejdy před jejím dalším využitím.

Zajíček *et al.* (1980) prokázali, že při obvyklé skladovací teplotě tekutého hnoje v jímkách (10 – 11°C) se omezuje vývoj zárodků náročnějších na kyslík ve svém prostředí již 14. den a všech zárodků 21. den, včetně vajíček motolic *F. hepatica* a *F. magna*. Nízká teplota (4°C) prodlužuje devitalizační proces až na 28 dnů. Vyšší teploty (18 – 22°C a 24 – 26°C) naopak devitalizační účinky tekutého hnoje urychlují a první známky poškození zárodků byly zaznamenány již sedmý den. Na procesu devitalizace se podílejí hnilobné bakterie a omezený přístup kyslíku. Nejdolnějšími zárodky byla vajíčka *Ascaris suum*, která si při nižších teplotách uchovala schopnost embryonace po velmi dlouhou dobu.

Zajíček *et al.*, (1980) prověřili účinnost tepelné dehelmintizace tekutého hnoje prasat a skotu v zařízení, v němž dochází za soustavného míchání k zahřátí na 51 – 56°C a pozorovali, že za tři hodiny k devitalizaci všech parazitárních zárodků. Podobných výsledků dosáhla i Plym-Forshell (1995), kdy v kejdě skladované v zásobníku o teplotě 55°C nebyla po 24 hodinách nalezena žádná životaschopná vajíčka. Nápravník and Zajíček (1993) uvádějí, že při 50 – 55°C dochází k úhynu za 8 – 10 minut, při 60°C za 5 minut a při 70°C za 1 vteřinu. Podobné parametry uvádí i Zavadil (1960) a Lukešová *et al.* (1997).

Pro vývoj larev hlístic v prostředí je optimální teplota 18 – 26°C. Při vyšší teplotě je larva velmi aktivní, rychle spotřebuje zásobní látky a hyne. Při poklesu teploty pod 10°C se larvy nevyvíjejí. Optimální je 100% vlhkost, ale i při 80% rH vývin pokračuje. Larvy L₃ jsou velmi odolné proti vysušení i nízkým teplotám pod bodem mrazu, ale L₁ a L₂ jsou odolné méně. Pohyb larev stimuluje světlo a teplo a pohyb umožňuje vodní film na rostlinách apod. Všeobecně platí, že larvy přežívají ve vlhkých podmínkách déle, ale suchým podmínkám odolávají jen hodiny až dny – v závislosti na okolních podmínkách prostředí (Jurášek *et al.*, 1993; Nansen and Roepstorff 1999).

Souhrnně lze říci, že sluneční paprsky, horko, vysušení a nedostatek kyslíku vedou k likvidaci vajíček a larev. Dostanou – li se vajíčka do vody, za 4 – 6 hodin jsou rovněž devitalizována. Horké roztoky alespoň 5% louhu naruší lipoidní vrstvu obalu vajíčka a vysoká teplota nad 50°C současně ničí zárodek v obalu vajíčka (Lukešová *et al.*, 1997; Koudela and Russ 2002). Nižší teploty a vlhko parazity neničí, ale pouze se prodlužuje jejich vývoj (Kraglund *et al.*, 2001; Meyer and Schulze – Horsel, 2000a; Larsen and Roepstorff, 1999).

Nejsun *et al.* (2005) porovnávali v Dánsku pomocí PCR metody škrkavky získané od nakažených lidí a prasat. Zjistili, že prase je potenciálním zdrojem askariózy i pro jiná hospodářská zvířata, ale i člověka. U dobytka nakaženého *Ascaris suum* může dojít k vyvolání akutní atypické intersticiální, někdy smrtelné pneumonii. Pneumonii a tzv. mléčné skvrny mohou vyvolat migrující larvy i u jehňat. Ve střevě člověka se z infekčních vajíček uvolňují larvy, které migrují a vyvolávají syndrom *larva migrans visceralis* (Jurášek *et al.*, 1993; Rommel *et al.*, 2000).

2.3.3.3 Asanace parazitárních zárodků ve výkalech

Mezi důležité epizootologické faktory přispívající k cirkulaci a udržování zárodků parazitů v chovech, můžeme zařadit i kontaminované prostředí areálu a blízkého okolí chovatelského zařízení. Jsou to hlavně nezpevněné komunikace, výběhy, půda, ze které se získává krmivo, povrchové a spodní vody, ale i přítomnost hlodavců. Stupeň zamoření prostředí parazitárními zárodky a využívání exkrementů a též řešení hnojně koncovky není dostatečné anebo chybí úplně (Dubinský *et al.*, 1989; Nápravník and Zajíček 1993).

Nutno poukázat na skutečnost, že devitalizační účinnost kejdy platí především při dlouhodobém skladování. Protože se v jímkách trvale mísí čerstvá kejda se skladovanou, mění se i její devitalizační potenciál. U hluboké podestýlky bylo zjištěno, že ve vrstvách od 10 cm hlouběji byly bezpečně devitalizovány zárodky cizopasníků, ale vrstvy do 10 cm hloubky poskytovaly optimální prostředí pro jejich vývoj.

K záchytu tekutých výkalů jsou ve většině chovů budovány jímky. Ve velkovýkrmnách jsou jímky vyváženy zpravidla po 2 - 3 měsících, avšak z hlediska

asanace jsou nejvhodnější jímky umožňující skladování po dobu 6 měsíců, protože ve výkalech hynou oocysty kokcií a vajíčka helmintů v letním období nejdříve za 2 až 2,5 měsíce; při snížené teplotě se tato doba prodlužuje.

K asanaci se doporučuje provádět:

- kompostování, při němž dochází k biologické sterilizaci samozahřátím
- aerobní termofilní sterilizaci výkalů pomocí mikroorganismů, kdy se kejda vystaví teplotě 50 – 60°C po dobu 5 – 7 dnů
- hnojení pozemků kejdou, u nichž se počítá s jejich následným obděláním (orba, setí)
- komplexní mikrobiologické zpracování tekuté kejdy.

! Použití některých dezinfekčních prostředků nebo použití antibiotik včetně Ivermectinu ovlivňuje negativně průběh biologické sterilizace kejdy. Biologickou sterilizaci je třeba kontrolovat měřením teploty, založením koprokultur nebo posouzením morfologického vývoje zárodků (sporulace, rýhování), aby se prokázal aktivní průběh.

2.3.3.4 Hygienická opatření a prevence parazitóz

Cílem hygienických opatření je přerušit vývojové cykly parazitů v chovném prostředí a zabránit infekcím u zvířat všech věkových kategorií. Zásadní podmínkou je udržovat důkladnou čistotu ve stájových prostorech mechanickým vyklížením výkalů, pravidelným tlakovým mytím podlah kotců, stěn, chodeb, ramp a inventářů. (Chroustová, 1979; Corwin and Tubbs, 1993)

Současně na mechanickou očistu navazuje důkladná dezinfekce všech uvedených prostorů a inventáře pomocí více než 80°C teplé vody nebo parou. Pokud se k dezinfekci použije vodný roztok dezinfekčních prostředků, musí být zahřátý nejméně na 60°C. Tato opatření se provádějí při každém vyprázdnění stáje nebo její sekce a ošetřený povrch se nechá důkladně vyschnout odvětráním. (Nápravník and Zajíček, 1993; Roepstorff and Nansen, 1994, Chroust, 1998)

Výběhy se musí udržovat v čistotě a zbavovat pravidelně výkalů. Zásadně ve výbězích nestřídáme různé věkové kategorie zvířat. V chovech na podestýlce se denně podestýlá čistá sláma po předchozím mechanickém vyčištění kotců. Například vysokobřezí prasnice se před převedením na porodnu, případně před očekávaným porodem, omyjí teplou vodou (asi 40°C) a před prvním sáním selat se omývá mléčná žláza prasnice mýdlem a vlažnou vodou a bezpečně se zbaví všech nečistot. Nejlepší je turnusový zástav. (Lahrman *et al.*, 2002; Resch, 2002)

Z hlediska veterinární prevence je důležité sledovat zdravotní stav zvířat a pravidelně provádět odběry vzorků trusu a jejich následné vyšetření. Důsledná veterinární kontrola nově zastavovaných, příp. nakoupených kusů. Včasné a opakované provádění léčby s použitím účinných antiparazitik. (Joachim *et al.*, 2001a; Epe, 2002)

Současné s těmito kroky je nutné zajistit i dobrou výživu a to již u novorozených mláďat. Důležitý je hlavně dostatečný příjem kolostra a mléka, které nahrazují v prvních týdnech života nevyvinutou či nedostatečně vyvinutou imunitu. Dalším krokem k eliminaci infekcí je podání anthelmintik. Někteří autoři pozorovali, že aplikace v injekční formě je mnohem účinnější než podání přípravku krmivem či vodou. Je nutno zdůraznit, že anthelmintika by neměla být použita běžně, ale měla by být spojena s ošetřovatelskými praktikami a v závislosti na systému chovu, aby se dosáhlo optimálního efektu a nedocházelo k vývoji rezistence. (Meyer and Schulze-Horsel, 2000a; Pollmeier, 2000)

Z pohledu ochrany životního prostředí před nebezpečnými nákazami musíme mít na zřeteli, že je nutno dodržet čas a teploty pro anaerobní stabilizaci kejdy. Tyto parametry musí zabezpečit spolehlivou likvidaci všech patogenních zárodků. Je velmi dobře známo, že teplota a doba expozice zpracovávané kejdy má přímý vliv na devitalizaci patogenů. (LVergara and Otto, 2002)

Z parazitologického hlediska lze jednoznačně říci, že výsledný separát, který projde procesem kompostování, při němž bude dosahováno teplot kolem 70°C, kompostovaná hromada se bude průběžně po několika dnech překopávat a případně se (není podmínkou) bude přidávat mletý vápenec, lze použít pro nastýlání u jakéhokoli druhu a kategorie zvířat bez obav před propuknutím parazitární nákazy.

3 Cíle disertační práce

Hlavním cílem disertační práce bylo porovnání vlivu slamnaté podestýlky a plastického steliva ze separované hovězí kejdy ve stelivových systémech chovu dojnic na vybrané ukazatele kvality stájového prostředí, na chování dojnic a na čistotu povrchu jejich těla.

S tím úzce souvisejí dva dílčí cíle, a to:

- Ověření vlivu termických procesů probíhajících v separátu hovězí kejdy při jeho kompostování (při jeho úpravě na plastické stelivo) s ohledem na jeho hygienizaci.
- Ověření, zda při uplatnění plastického steliva v chovech dojnic nedojde ke zhoršení mikroklimatických podmínek ve stáji, zvýšení výskytu patogenních agens ve stájovém prostředí, k negativnímu ovlivnění čistoty povrchu těla dojnic, ani ke snížení mléčné produkce či zhoršení její kvality.

Veškeré experimenty byly prováděny ve snaze potvrdit vědeckou hypotézu, že ze separátu hovězí kejdy je možné vyrobit takové plastické stelivo, které bude mít vliv na zlepšení welfare ustájených dojnic a nebude zvyšovat jejich infekční rizika.

4 Materiál a použité metodické postupy

4.1 Charakteristika experimentálního zemědělského družstva

Veškeré experimenty probíhaly v Zemědělském družstvu Krásná Hora nad Vltavou, a. s. Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou bylo založeno v roce 1957. V roce 2003 podnik změnil právní formu na akciovou společnost ZD Krásná hora nad Vltavou a.s. (ZD Krásna Hora), která se v roce 2004 sloučila se Zemědělskou společností Petrovice u Sedlčan, a.s. s tím, že se stala nástupnickou organizací.

ZD Krásná Hora v současné době obhospodaruje 5 400 ha zemědělské půdy. Zhruba 68 % tvoří půda orná, asi 32 % trvalé travní porosty. Jedná se zde především o bramborářsko-ovesnou výrobní oblast v poměrně dosti členitém terénu s průměrnou nadmořskou výškou 450 m nad mořem. Roční úhrn dešťových srážek je tady cca 450 mm a průměrná teplota 6,8°C.

Tabulka 6: Základní údaje o experimentálním zemědělském družstvu

Rozpis ploch na orné půdě	Obilí	1 500 ha
	Řepka	720 ha
	Brambory	95 ha

	Krmné plodiny	1 400 ha
Živočišná výroba	Skot celkem	4 150 ks
	z toho: dojené krávy	1 300 ks
	KBTPM*	300 ks

* KBTPM: krávy bez tržní produkce mléka

ZD Krásna Hora nad Vltavou, a.s. má dvě střediska – středisko Krásná Hora a středisko Petrovice, kde je umístěna technologická linka na výrobu plastického steliva. Provozní pokusy probíhaly na středisku Petrovice ve stájích pro dojnice především v letech 2008 – 2010. Činnosti v roce 2007 byly zaměřeny zejména na ověřování jednotlivých metodických postupů, jejich případné úpravy a na poloprovozní měření. V roce 2011 bylo zahájeno souhrnné hodnocení dosažených výsledků a v případě potřeby realizováno ověření vybraných dílčích výsledků.

Základní údaje o pokusné a kontrolní stáji jsou uvedeny v tabulce 7 a 8. Pokusná stáj je chodbou rozdělena na dvě shodné poloviny. Kontrolní stáj je stavebně-konstrukčním provedením podobná stáji pokusné. V obou stájích jsou shodná plemena dojnic, režim dojení a odklíz exkrementů.

Tabulka 7: Základní údaje o pokusné stáji

Pracovní označení stáje	VKK
Jmenovitá kapacita	2 x 180
Plemenné zastoupení	Holštýnský skot
Technologie ustájení	Volné, stelivové, obě poloviny stáje jsou identické
Materiál podestýlky	Plastické stelivo (přistýláno 1 x za týden)
Technologie odklizení exkrementů	Rošty (svod kejdy do společné jímky)
Technologie zakládání krmiva	Krmný vůz
Větrání	Přírozené
Dojení	Odchod na dojírnu 2 x denně

Tabulka 8: Základní údaje o kontrolní stáji

Pracovní označení stáje	SK
Jmenovitá kapacita	200
Plemenné zastoupení	Holštýnský skot
Technologie ustájení	Volné, stelivové
Materiál podestýlky	Sláma (přistýláno 1 x za týden)

Technologie odklizení exkrementů	Rošty (svod kejdy do společné jímky)
Technologie zakládání krmiva	Krmný vůz
Větrání	Přirozené
Dojení	Odchod na dojírnu 2 x denně

4.2 Plastické stelivo

4.2.1 Výroba plastického steliva ze separátu kejdy skotu

Výroba plastického steliva spočívá v odseparování tuhého podílu (separátu) ze surové kejdy a jeho tepelném ošetření při kontrolovaném mikrobiálním kompostování v pásových hromadách.

Technologická linka pro výrobu plastického steliva na středisku Petrovice sestává ze separátoru kejdy, nakladače, překopávače kompostu, zařízení pro monitoring průběhu kompostovacího procesu a prosévacího zařízení. Základním prvkem provozní linky je separátor, který je plněn drtícím čerpadlem. Tekutá frakce odtéká samospádem ze dna separátoru do skladovací jímky, tuhá složka je z koše oddělována pomocí škrabky a dopravována na nákladní prostor dopravního prostředku. Separát a další materiály vhodné pro optimální surovinovou skladbu zakládky jsou pomocí čelního nakladače naformovány do požadovaného tvaru kompostovací zakládky a následně poprvé překopány pomocí překopávače kompostu z důvodu zajištění homogenizace. Poté je celý kompostovací proces zahájen a kompostovací hromady jsou průběžně překopávány. Podmínkou správné činnosti celé technologie je, aby separát z důvodu hygienizace prošel termickou úpravou při dostatečně dlouhé expozici, tzn. teplota v kompostu je po dobu 10 dní vyšší než 60 °C. Z tohoto důvodu je elektronickým teploměrem kontinuálně sledován průběh teploty v kompostovací hromadě. Kompostovací proces trvá 8 – 12 týdnů.

V realizovaných experimentech bylo využito plastické stelivo vyrobené ze separátu kejdy skotu a slámy v poměru 3:1. Výroba plastického steliva probíhala celoročně na experimentální kompostárně střediska Petrovice.

4.2.2 Kontrola průběhu termického působení

Ve finálních kompostech (tedy plastickém stelivu) byla vždy stejným postupem laboratorně kontrolována účinnost termického působení. Vzorke finálních kompostů byly odebrány podle schválené metodiky (směsný vzorek z 5 odběrových míst v jedné kompostovací hromadě) a transportovány v chladícím zařízení do laboratoře VÚZT, v.v.i. nebo SVÚ České Budějovice. Do 24 hodin od odběru vzorků bylo provedeno vyšetření počáteční mikrobiální kontaminace v odebraných vzorcích.

Vlastní kontrola průběhu termického působení probíhala následujícím způsobem:

- a) vložení zbývajících částí vzorků do termostatu předehřátého na 50 °C a následné zvýšení teploty v termostatu na 70 °C na dobu 2 hodin,
- b) snížení teploty v termostatu na 50 °C na dobu 5 dnů,
- c) provedení mikrobiologického vyšetření vzorků,
- d) zvýšení teploty v termostatu na 70 °C na dobu 2 hodin,
- e) snížení teploty v termostatu na 50 °C na dobu 5 dnů,
- f) provedení mikrobiologického vyšetření vzorků,
- g) ponechání vzorků při laboratorní teplotě po dobu 5 dnů,
- h) závěrečné mikrobiologické vyšetření.

4.3 Metodický postup mikrobiologického vyšetření plastického steliva

Při mikrobiologickém vyšetření se postupovalo podle kvantitativních mikrobiologických metod v souladu s ČSN, v mezinárodním měřítku podle ISO a EN. Odběr vzorků vycházel z ISO 5667-10:1992 – Guidance on sampling of waste waters (Pokyny pro odběr vzorků odpadních vod) a byl prováděn se v souladu s ČSN EN ISO 5667-13:1997 – Water quality -sampling – part 13 - Guidance on sampling of sludges from sewage and water-treatment works (Kvalita vody – odběr vzorků – část 13 – pokyny pro vzorkování kalu z čistíren odpadních vod a úpraven vody). Odběry vzorků kompostu byly prováděny v souladu s ČSN 46 5735, dále ČSN ISO 10381-6:2011 –

Soil quality – Sampling – Part 6 – Guidance on the collection, handling and storage of soil under aerobic conditions for the assessment of microbiological processes, biomass and diversity in the laboratory – (Kvalita půdy – odběr vzorků – část 6: Pokyny pro odběr, manipulaci a uchovávání půdních vzorků za aerobních podmínek pro studium mikrobiálních procesů, biomasy, a diverzity v laboratoři. Vzorky byly odebírány do skleněných, polyethylenových, polypropylénových resp. polykarbonátových vzorkovnic o objemu 500 – 1000 ml (podle druhu analýzy) a transportovány do laboratoře v izotermických boxech při teplotě +6 °C.

Vzorky byly vždy zpracovány v co nejkratší době po odběru, maximálně do 24 hod., přičemž po tuto dobu byly uchovávány při teplotě +1 až +6 °C. Vlastnímu vyšetření předcházela homogenizace vzorku s následným ředěním dle ČSN EN ISO 6887-1:1999 – Microbiology of food and animal feeding stuffs – Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination – Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions (Mikrobiologie potravin a krmiv – Úprava analytických vzorků, příprava výchozí suspenze a desetinásobných ředění – Část 1: Všeobecné pokyny pro přípravu výchozí suspenze a desetinásobných ředění)

Mikrobiologická vyšetření byla zaměřena, v souladu s vyhláškou MŽP ČR č.382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, na stanovení hygienicky významných indikátorových mikroorganismů - termotolerantních koliformních bakterií, enterokoků a salmonel.

Všeobecné zásady pro vyšetření vychází z ČSN ISO 8199:1988 – Water quality – General guide to the enumeration of microorganisms by culture (Jakost vod – obecné pokyny pro stanovení mikroorganismů kultivačními metodami) a ČSN ISO 72 18:1996 Microbiology of food and animal feeding stuffs – General rules for microbiological examinations (Mikrobiologie potravin a krmiv – všeobecné pokyny pro mikrobiologické vyšetření).

Stanovení termotolerantních koliformních mikroorganismů vycházelo z modifikované ČSN ISO 9308-1-3:2000 – Water quality – Detection and enumeration of Escherichia coli a coliform bacteria (Kvalita vody – průkaz a stanovení množství E.coli koliformních bakterií).

Při stanovení enterokoků byly využívány modifikace ČSN ISO 7899-1-2 Water quality – Detection and enumeration of intestinal enterococci insurface and wastw water (Kvality vody – průkaz a stanovení množství intestinálních enterokoků v povrchových a odpadních vodách).

Při průkazu salmonel bylo postupováno dle ČSN EN ISO 6579 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of Salmonella spp. (Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda průkazu bakterií rodu Salmonella)

Získané výsledky byly vyhodnocovány v souladu s mikrobiologickými kritérii pro aplikaci kalů (viz Vyhláška. MŽP ČR o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě z r. 2001).

Stanovení indikátorových mikroorganismů v separátu bylo prováděnou v souladu s metodami dle Acta hygienica, epidemiologica et mikrobiologica č. 1/2008, Praha, SZÚ. Pro celkové hodnocení bylo vyšetření doplněno o stanovení indikátorů provozních - celkového počtu mikroorganismů podle ČSN EN ISO 4833. Podle kvantity jejich výskytu můžeme usuzovat jednak na stupeň znečištění vyšetřovaných vzorků a jednak na úroveň dosažené hygienizace v různých variantách zpracování. Z toho je možné posoudit účinnost z hlediska stanovení stupně hygienického zabezpečení. Při vyhodnocení je třeba mít na zřeteli, že takto narostlé kolonie neodpovídají ve všech případech populaci vzniklé z jedné bakteriální buňky, proto výsledný počet kolonií narostlých na kultivačních médiích je označován jako KTJ (počet kolonie tvořících jednotek).

4.4 Metodický postup hodnocení zdravotního stavu dojníc

Pro hodnocení zdravotního stavu dojníc v pokusné stáji s plastickým stelivem byla využita faremní evidence zdravotního stavu stáda a evidence veterinárních zásahu a dále konzultace s veterinárním lékařem docházejícím na experimentální farmu.

V pravidelných intervalech (tzn. 1 x měsíčně) byl monitorován stav onemocnění pohlavních orgánů, postižení mléčné žlázy, postižení respiračního systému, postižení gastrointestinálního ústrojí, postižení pohybového aparátu a hodnocena dynamika

incidence těchto onemocnění. Pro hodnocení zdravotního stavu pokusné skupiny dojnic byly dále využity zkrácené metabolické testy. Od reprezentativního vzorku dojnic v pokusné stáji byla 4 x ročně odebírána krev, moč a výkaly. Odebrané vzorky byly podrobeny rozborům na vybrané ukazatele v laboratoři katedry veterinárních disciplin a kvality produktů ZF JU v Českých Budějovicích podle platných metodik (pomocí BIOLA-testů a atomové absorpční spektrofotometrie). Dosažené výsledky byly následně porovnány s referenčními hodnotami sledovaných ukazatelů.

4.5 Metodický postup hodnocení čistoty povrchu těla dojnic

Při hodnocení čistoty povrchu těla bylo postupováno podle metodiky Domanského (Velebil a Domanský, 1968), upravené v roce 2005 (Šoch, 2005). Jednotlivé tělní krajiny byly rozděleny do čtyř oblastí, oblast I zahrnovala místa bezprostředně související s vemenem, tzn. místa nejvíce ohrožující kvalitu získávaného mléka, další oblasti byly stále více vzdáleny od vemene. Jednotlivá místa povrchu těla dojnic byla bodově hodnocena z hlediska závažnosti znečištění pro hygienu získávání mléka, přičemž počet bodů 11 byl přidělován při znečištění spodní části krajiny žeberní a počet bodů 9 při znečištění horní krajiny žeberní. Sledování bylo prováděno oboustranně (kromě ocasu) ve stejnou dobu.

Čistota povrchu těla byla sledována opakovaně v obou sledovaných stájích v průměru jednou za tři měsíce, a to vždy u reprezentativního vzorku 12 dojnic na plastické stelivu (pokusná stáj) a 12 dojnic na slamnaté podestýlce (kontrolní stáj).

4.6 Metodický postup etologických pozorování a jejich analýzy

Pro analýzu chování a životních projevů dojnic byla použita metoda popisné (deskriptivní) etologie. Průběžně, ve všech ročních obdobích, byly pořizovány etologické snímky s cílem zjistit a následně analyzovat životní projevy dojnic v pokusné i kontrolní stáji, zejména pak dobu stání, dobu ležení, dobu příjmu krmiva, příjmu napájecí vody a pohybovou aktivitu.

Jednotlivé etologické snímky byly pořizovány vždy v průběhu 24 hodinového intervalu, sledované životní projevy byly do etogramu zapisovány po 10 minutách.

Indexem komfortu krav (CCI – Cow Comfort Index) pak bylo vyjadřováno procento dojnic ležících v době hodnocení, tzn. během 24 hodin.

4.7 Metodický postup měření mikroklimatických podmínek

V rámci sledování mikroklimatu v pokusné i kontrolní stáji byla monitorována teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, katahodnota (množství tepla, které je třeba odejmout z 1 cm² povrchu nádoby měřícího čidla, aby se teplota na kapiláře snížila z 38 °C na 35 °C) a vypočteny ochlazovací hodnoty vyjadřující ztrátu tepla z povrchu organismu a termický komfort zvířat a dále byly průběžně monitorovány koncentrace amoniaku (NH₃), metanu (CH₄), oxidu uhličitého (CO₂) a oxidu dusného (N₂O).

Měření byla prováděna na dvou měřících místech v každé stáji (pokusné s plastickým stelivem a kontrolní se slamnatou podestýlkou). První měřící místo bylo zvoleno cca v 1/3 stájového prostoru, druhé ve 2/3 stájového prostoru, v podélné linii. Vzdálenost měřících míst od štítových stran stáje byla cca 30 m, stejně jako vzdálenost mezi prvním a druhým měřícím místem. Vlastní měření se uskutečňovala v životní zóně zvířat – tedy ve výšce trupu, během maximálního obsazení stájí dojnici, kdy žádné dojnice nebyly v dojárně. Měření byla realizovaná tak, aby byly zajištěny hodnoty sledovaných veličin reprezentující jednotlivá roční období.

Teplota a relativní vlhkost vzduchu byla měřena pomocí digitálního teploměru – vlhkoměru COMETER D3121 s externí sondou. Naměřené údaje byly v intervalu 2 minuty ukládány do vnitřní paměti přístroje.

Rychlost proudění vzduchu byla monitorována s využitím anemometru pro měření nízkých rychlostí proudění – přístroje TESTO 445.

Katahodnota byla měřena Hillovým katateploměrem Nr 469 s faktorem přístroje F = 488. Ochlazovací hodnota K byla počítána podle následujícího vztahu:

$$K = \frac{F}{t} \quad (1),$$

kde K je katahodnota ($\text{mcal.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$; $1 \text{ mcal.cm}^{-2}.\text{s}^{-1} = 41,86 \text{ W.m}^{-2}$), F faktor přístroje (mcal.cm^{-2}) a t je čas poklesu lihového sloupce katateploměru z $38 \text{ }^\circ\text{C}$ na $35 \text{ }^\circ\text{C}$ (s).

Kontinuální měření koncentrací NH_3 , CH_4 , CO_2 a N_2O bylo prováděno podle schválené metodiky VÚZT, v.v.i. pomocí analyzátoru plynů Photoacoustic Gas Monitor INNOVA 1312 pracujícím na principu fotoakustické spektroskopie, doplněným o přepínač odběrových míst Multipoint Sampler INNOVA 1309.

4.8 Metodický postup hodnocení kvality mléčné produkce

Při hodnocení kvality mléka se vycházelo z dat kontroly užítkovosti, která poskytla experimentální farma ZD Krásná Hora – středisko Petrovice. Vzhledem k tomu, že v pokusné stáji VKK byly ustájeny vysokoprodukční dojnice a v kontrolní stáji SK dojnice s nižší produkcí mléka, bylo by porovnávání kvality mléka mezi pokusnou a kontrolní stájí zavádějící. Proto byly porovnávány výsledky kvalitativních rozborů z pokusné stáje VKK s výsledky dosaženými ve stáji VKK v roce 2005, tedy v období před zahájením pokusů s plastickým stelivem.

Vzorky pro analýzu mléka se odebíraly 1x měsíčně, téměř pravidelně během 1. dekády měsíce. Předmětem analýzy byly parametry obsahu tuku, bílkovin, laktózy a počtu somatických buněk a další kvalitativní ukazatele. Průměry uvedených parametrů byly zpracovány do měsíčních přehledů a byly porovnávány s referenčními hodnotami sledovaných parametrů (a s výsledky kvalitativních rozborů před zahájením experimentu s plastickým stelivem).

4.9 Stanovení nákladů na výrobu plastického steliva

V letech 2009 - 2010 proběhl sběr ekonomických údajů souvisejících s výrobou plastického steliva. V průběhu uvedeného období byly sledovány náklady na vstupní suroviny pro výrobu plastického steliva, náklady na separaci kejdy skotu a náklady na překopávání během kompostování. Při stanovení nákladů na výrobu plastického steliva se vycházelo především ze souvisejících interních podnikových údajů (zejména hodinové sazby za práci) a dat získaných měřeními (spotřeba energie, paliva, běžného provozního materiálu).

4.10 Zpracování naměřených dat

Pro zpracování naměřených hodnot byly využity standardní programy (software dodávané k vybraným přístrojům, aplikace Microsoft Office Excel). Dále byly využity metody statistického vyhodnocení dat (především t-test a analýza rozptylu). Výsledky byly zpracovány do grafů a tabulek tak, aby měly co největší vypovídající schopnost.

5 Výsledky a diskuze

5.1 Výsledky mikrobiologického vyšetření

Reprezentativní výsledky mikrobiologického vyšetření separované hovězí kejdy v akreditovaných laboratořích SVÚ v Českých Budějovicích v roce 2009 v letním období jsou uvedeny v tabulce 9 (hodnocení výskytu parazitů bylo prováděno v parazitologické laboratoři ZF JU v Českých Budějovicích – Šoch *et al.*, 2009a,b). Rozdíly v uvedených výsledcích a výsledcích z dalších realizovaných mikrobiologických vyšetření separované kejdy a upravené separované kejdy nebyly statisticky významné ($P > 0,05$).

Tabulka 9: Výsledky mikrobiologického vyšetření separované hovězí kejdy a tepelně upravené separované hovězí kejdy (KTJ. g-1)

TEPELNÁ EXPOZICE (°C)	50 °C			55 °C			60 °C			70 °C		
	DATUM ODBĚRU VZORKU	22.6.	28.6.	6.7.	18.7.	25.7.	2.8.	2.8.	8.8.	16.8.	17.8.	23.8.
koliformní při 30°C separovaná kejda	7,5.10 ⁴			4,85.10 ⁵			1,7.10 ⁴			2,5.10 ⁵		
koliformní při 30°C tepel. ošetř. kejda		4,0.10 ²	bez nálezu		bez nálezu	bez nálezu		< 10	< 10		< 10	< 10
koliformní při 45°C separovaná kejda	5,0.10 ⁴			1,5.10 ⁵			2,1.10 ⁴			4,0.10 ⁴		
koliformní při 45°C tepel. ošetř. kejda		1,5.10 ²	bez nálezu		bez nálezu	15		< 10	< 10		< 10	< 10
enterokoky separovaná kejda	bez nálezu			bez nálezu			4,0.10 ⁴			6,0.10 ⁴		
enterokoky tepel. ošetř. kejda		bez nálezu	bez nálezu		bez nálezu	bez nálezu		<1.10 ²	< 10		< 10	< 10
Clostridium spp. separovaná kejda	bez nálezu			1,5.10 ⁵			2,4.10 ⁵			1,9.10 ⁴		
Clostridium spp. tepel. ošetř. kejda		1,7.10 ³	8,8.10 ⁵		3,4.10 ³	4,0.10 ³		8,0.10 ²	1,6.10 ⁴		2,6.10 ²	70
Salmonella spp. separovaná kejda	bez nálezu			bez nálezu			bez nálezu			bez nálezu		
Salmonella spp. tepel. ošetř. kejda		bez nálezu	bez nálezu		bez nálezu	bez nálezu		bez nálezu	bez nálezu		bez nálezu	bez nálezu
plísňe a kvasinky separovaná kejda	bez nálezu			bez nálezu			2,8.10 ⁵			5,4.10 ³		
plísňe a kvasinky tepel. ošetř. kejda		bez nálezu	5,0.10 ³		3,0.10 ³	bez nálezu		70	< 10		10	2,1.10 ³
CPM separovaná kejda	1,7.10 ⁵			3,2.10 ⁴			1,3.10 ⁵			4,5.10 ⁷		
CPM tepel. ošetř. kejda		4,3.10 ⁵	8,8.10 ⁵		4,0.10 ⁵	1,0.10 ⁶		2,5.10 ⁵	2,7.10 ⁵		1,6.10 ⁵	2,5.10 ⁵

V tabulce 10 jsou uvedeny výsledky za sledované období při opakování termického působení na separovanou hovězí kejdu (stanovení počtu enterokoků).

Tabulka 10: Výsledky pokusu opakovaného termického působení na separovanou kejdu

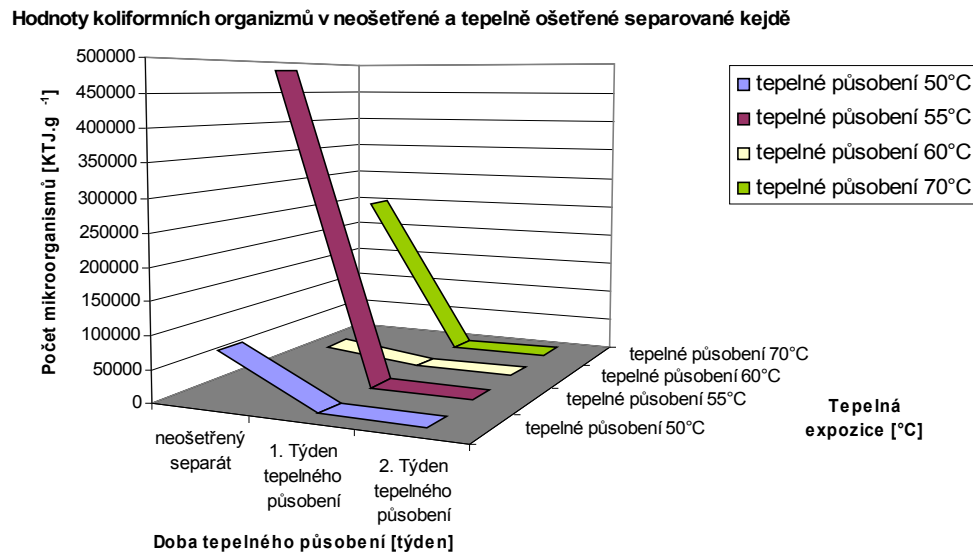
Označení vzorku	Počet enterokoků (KTJ/g sušiny)			
	Počáteční počet	První působení teploty – 2 h při 70 °C a 5 dní při 50 °C	Druhé působení teploty – 2 h při 70 °C a 5 dní při 50 °C	Závěrečné vyšetření
H1	1,3x10 ⁴	2,8x10 ²	< 50	< 50
H2	7,4x10 ³	1,7x10 ²	< 50	< 50
H3	8,4x10 ³	2,3x10 ²	< 50	< 50
H4	1,1x10 ³	< 50	< 50	< 50

Pozn.: H1, H2, H3, H4 kompostovací - hromada č. 1 až hromada č. 4

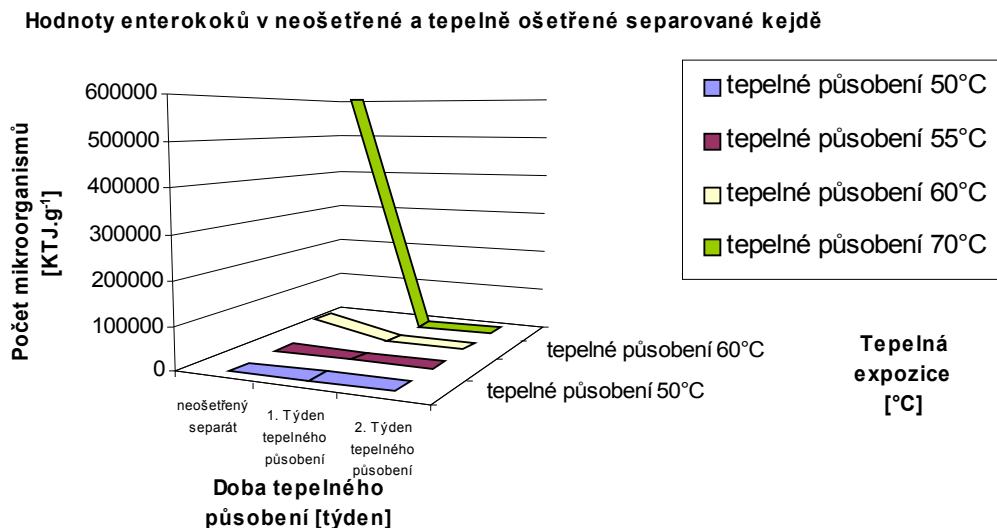
V grafu 1 jsou uvedeny hodnoty koliformních mikroorganismů, v grafu 2 hodnoty enterokoků v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejdě. Statistické vyhodnocení

neprokázalo žádné významné rozdíly mezi kontrolou a pokusem v množství enterokoků ($t = -1.5565$, $df = 67$, $p\text{-value} = 0.1243$).

Graf 1: Počet koliformních organismů v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejďě



Graf 2: Počet enterokoků v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejďě

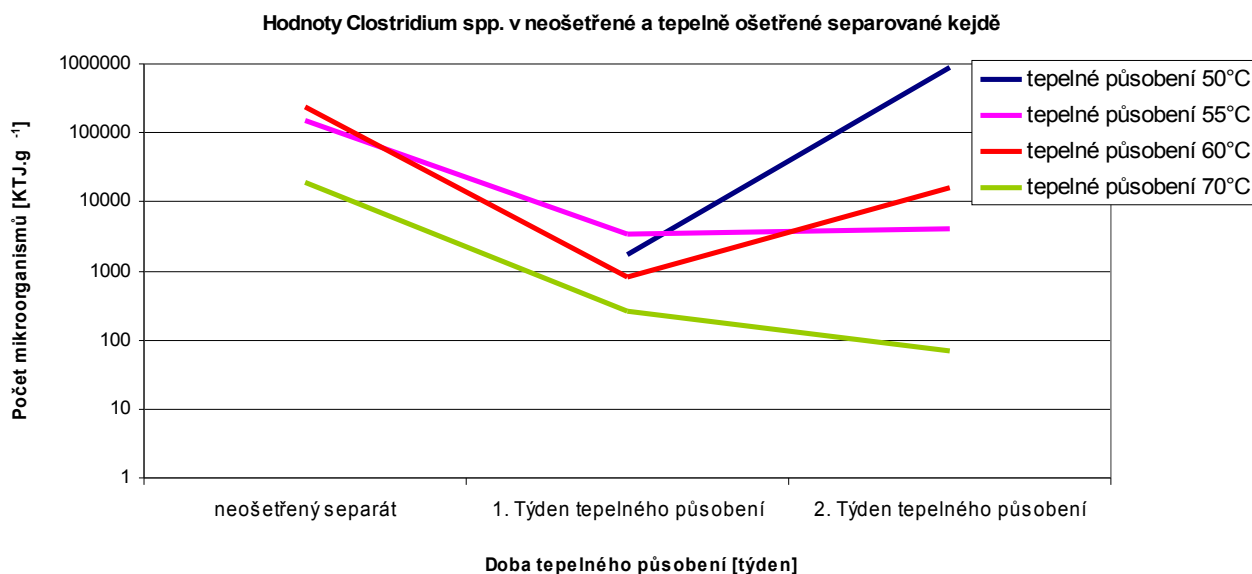


Stanovené množství indikátorových mikroorganismů – termotolerantních koliformních bakterií, enterokoků a negativní nález salmonel vyhovuje

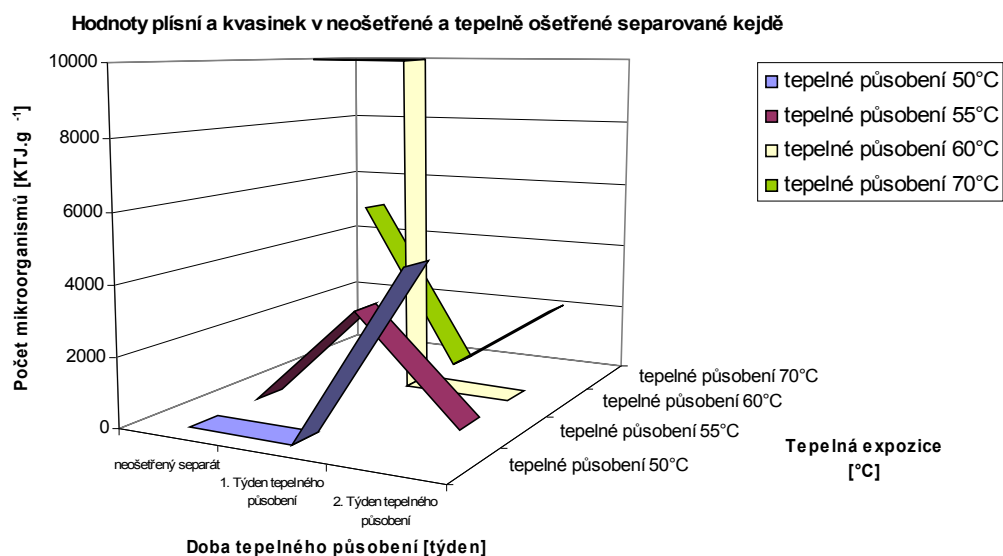
mikrobiologickým kritériím vyhlášky MŽP ČR č. 382/2001 o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Jak je z grafů patrné již při termickém ošetření při 50°C se hodnoty počtu mikroorganismů blížily nulovým hodnotám (Šoch *et al.*, 2006). Přípustné množství dalších mikroorganismů uvedená vyhláška neuvádí.

V grafu 3 jsou uvedeny hodnoty *Clostridium* spp. v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejdě. Z grafu je patrné, že po prvním týdnu tepelné působení hodnoty poklesly v počtu několika řádů, ale u dvou vzorků hodnoty opět vystoupaly. Musí být dále zjištěno, zda-li došlo vlivem teploty k nárůstu počtu nebo tento nárůst byl způsoben sekundární kontaminací vzorku. Po statistickém vyhodnocení nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolními a pokusnými vzorky ($t = -1.1481$, $df = 67$, $p\text{-value} = 0.255$).

Graf 3: Počet *Clostridium* spp. v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejdě

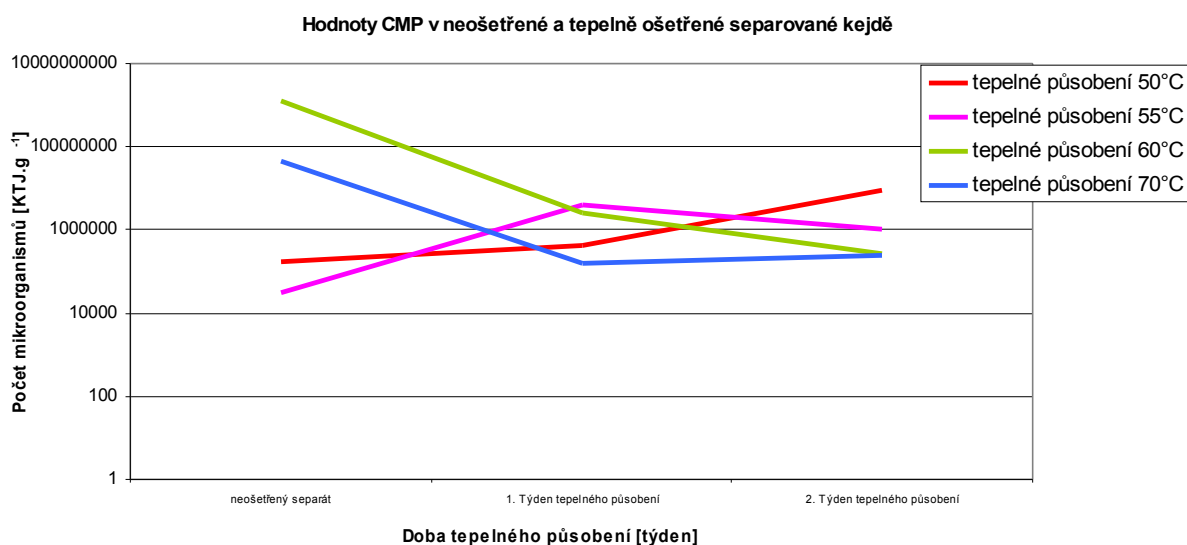


Graf 4: Počet plísni a kvasinek v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejďě



V grafu 4 jsou uvedeny hodnoty plísni a kvasinek v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejďě. Vyhláška MZ č. 124/2001 stanovuje mikrobiologické hodnocení krmiv, doplňkových látek a premixů podle vyhl. MZ č. 294/97 o požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení. Uvedeným předpisům vyhovuje nalezené množství plísni a kvasinek a množství provozních indikátorů – celkového počtu mikroorganismů po termickém ošetření 60 °C. Nebyly nalezeny podstatné rozdíly mezi týdním a čtrnáctidenním termickým působením. Po statistickém vyhodnocení dvouvýběrovým Studentovým t-testem nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a pokusem ($t = 1.2864$, $df = 67$, $p\text{-value} = 0.2027$).

Graf 5: Počet CPM v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejdě



V grafu 5 jsou uvedeny hodnoty CPM v neošetřené a tepelně ošetřené separované kejdě. Výsledky vyšetření mikrobiální kontaminace nativních separátů hovězí kejdy a termicky ošetřených separátů ukazují, že potřebná teplotní hodnota pro dostatečnou asanaci separované kejdy je v rozmezí 60 – 70 °C. Z hlediska mikrobiologického jsou patrné významné tendence k poklesu denzity sledovaných mikrobiálních druhů i jejich celkového počtu. Vzhledem k relativně malému počtu provedených vyšetření a potřeby některé pokusy pro ověření dosažených výsledků opakovat, nelze k tomuto problému prozatím zaujmout hodnotící stanovisko (Šoch *et al.*, 2007c).

Při rozborech v r. 2007 se zjistilo, že po 14 - 20 dnech začíná v plastickém stelivu narůstat počet enterokoků. Proto se přikročilo k laboratornímu experimentu, kdy separát byl vystaven opakovanému působení teplot 65 – 70°C, s cílem redukce nově objevených enterokoků.

Byl statisticky porovnán rozdíl ve výskytu CPM v kontrolních a pokusných vzorcích. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a pokusem ($t = 0,3041$; $df = 67$; $p = 0,762$). Nebyly zjištěny statisticky rozdílné hodnoty mezi kontrolou a pokusem při teplotě 37°C ($t = -0,6144$; $df = 67$; $p = 0,541$) ani při teplotě 43°C ($t = -0,7344$, $df = 67$, $p\text{-value} = 0,4652$).

Kromě výše uvedených mikrobiálních parametrů byly zjišťovány i hodnoty parazitární expozice. V tabulce 11 jsou uvedeny hodnoty výskytu sledovaných parazitů.

Tabulka 11: Výskyt parazitů v separované kejdě

Sledování parazité	Čerstvě separovaná kejda	Kompost (1 týden)	Kompost (7 týdnů)	Nová podestýlka - box	Podestýlka - box (3 týdny)	Podestýlka - box (5 týdnů)
<i>Girardia</i>	velmi ojediněle	-	-	-	+	ojediněle
<i>Strongyloides</i>	-	ojediněle	-	-	+	+
<i>Strongylus</i>	-	-	-	-	-	ojediněle
<i>Cryptosporidium</i>	velmi ojediněle	-	-	-	-	ojediněle

Nízké nálezy parazitů v separované kejdě nasvědčují vysoké devitalizační účinnosti zahřívacího procesu v kejdě během jejího kompostování a její bezpečnosti pro zvířata jako plastického steliva po stránce parazitární infekce.

Jedno ze základních srovnávacích kritérií představuje obsah patogenních mikroorganismů, zůstávajících v separátu z kejdy skotu po jeho ošetření. Jako nejvhodnější doposud používané metody ošetření kejdy bylo využíváno aerace kejdy a anaerobního ošetření kejdy. Côté *et al.* (2006) popsal vysokou redukci výskytu patogenních mikroorganismů při anaerobním ošetření kejdy. Výsledky jeho práce při experimentálním anaerobním rozkladu vepřové kejdy v 40 l sekvenčních dávkových reaktorech při 20°C po 20 dnů byly: 97,94 až 100 % redukce původních populací koliformních mikroorganismů; 99,67 až 100 % redukce původních populací *E. coli*; nedetekovatelné hladiny původních rodů *Salmonella*, *Cryptosporidium* a *Giardia*. Nicméně celá řada prací (Lund and Nissen, 1983; Pesaro *et al.*, 1995) odkazuje na výrazný problém anaerobního ošetření kejdy, a to nízkou efektivitu při redukci enterovirů. Heinonen-Tanski *et al.* (1998) a Leinonen *et al.* (1998) popsali podobně vysokou účinnost aerace kejdy, kdy použitím této metody dosáhli až 99,9% eliminace patogenních mikroorganismů a virů ve výsledném hnojivu. Námi stanovené výsledky mikrobiologického rozboru vzorků separované kejdy vykazaly podobně vysokou redukci patogenních mikroorganismů. Je nutné mít na zřeteli, že přítomnost patogenů v kejdě nemusí mít vždy souvislost s klinickými příznaky onemocnění zvířat, stejně jako jsou některé patogeny vázány na určitý druh zvířat, popř. na geografické podmínky lokality. Skutečné spektrum patogenů v kejdě je prakticky nepostižitelné. Jako příčinu vidí např. STRAUCH (1989) to, že kejda obsahuje zpravidla více než 10¹⁰

mikroorganismů v 1 ml, zatímco počet patogenů je podstatně nižší. Tak např. velmi malé počty salmonel nebo enteropatogenních E.coli je možné izolovat i ze silně sekundárně znečištěného materiálu pomocí velmi citlivých pomnožovacích metod. ELLIS a Mc Calla (1978), KELLY (1978) ve svých pracech zpracovali ty skupiny mikroorganismů, které se mohou šířit kejdou. Jsou to především: Salmonella sp., Brucella sp., Bacillus anthracis, Erysipelothrix rhusiopathiae, Mycobacterium sp., Escherichia coli, Leptospira sp., Treponema hyodysenteriae, Chlamydia sp., Rickettsia sp. ŠŤASTNÝ a DUBNOVÁ (1982) ve vyšetřovaných vzorcích kejdy zjistili spóry Bacillus anthracis, Mycobacterium sp., Brucella abortus, Clostridium tetani. RANKIN a TAYLOR (1969) prokázali v kejdě skotu přítomnost enteropatogenní Escherichia coli, Clostridium perfringens, Neiseria sp., Pasteurella sp., Salmonella sp., Streptococcus sp., Staphylococcus albus a Pseudomonas sp.

5.2 Výsledky laboratorních analýz tělesných tekutin dojníc

Výsledky dosažené analýzou odebraných vzorků krve, moči a výkalů u skupiny 12 dojníc v pokusné stáji jsou uvedeny v tabulkách 12 - 14. V tabulkách jsou prezentovány průměrné výsledky z odběrů provedených v letech 2008 - 2010. V tomto období bylo plastické stelivo v experimentální stáji kontinuálně využíváno. Výsledky se statisticky významně ($P > 0,05$) nelišily od výsledků dosažených v předchozím období, kdy se plastické stelivo využívalo především formou poloprovozního ověřování (v roce 2007).

Tabulka 12: Průměrné výsledky z analýzy krve dojníc

Číslo dojnice	Hb (g.l ⁻¹)	Hk (l.l ⁻¹)	Leukocity (G.l ⁻¹)	Glukóza (mmol.l ⁻¹)	AF (μkat.l ⁻¹)	GMT (μkat.l ⁻¹)	CB (g.l ⁻¹)	Cholesterol (mmol.l ⁻¹)	Lipidy (g.l ⁻¹)
240	127,4	0,36	5,3	2,8	1,82	0,35	82,5	5,61	4,59
126 352	115,4	0,35	5,6	2,8	0,76	1,62	86,3	4,05	4,42
18 382	126,5	0,35	6,3	3,3	0,71	0,70	86,3	3,91	4,50
131 409	114,5	0,33	3,9	3,7	0,77	0,64	97,2	4,54	3,89
107 147	121,9	0,37	4,0	5,9	1,46	0,63	81,7	3,62	4,20
131 407	124,3	0,38	5,6	2,9	1,07	1,02	80,1	5,59	4,85
18 354	121,6	0,38	4,3	2,6	0,92	0,57	70,7	3,84	4,81
18 434	123,5	0,38	4,7	4,6	0,41	0,66	88,8	4,59	3,85
18 401	110,5	0,34	8,6	2,5	0,65	0,66	78,2	3,61	3,72
18 356	115,1	0,36	10,5	3,0	0,89	0,57	75,8	4,42	4,11
131 323	114,5	0,37	4,9	3,3	1,19	0,56	90,5	4,08	4,20
18 319	117,3	0,35	5,3	3,3	0,82	0,63	85,2	3,42	3,93

Statistické vyhodnocení výsledků analýzy krve z hlediska krevních ukazatelů zjistilo průkazné rozdíly v hodnotách hematokritu ($p = 0.00733$) a cholesterolu ($p = 0.000265$). U ostatních parametrů (hemoglobin, obsah leukocytů, hladina glukózy, AF, GMT, CB) nebyly mezi skupinami zjištěny statisticky významné rozdíly ($P > 0,05$).

Tabulka 13: Průměrné výsledky z analýzy krve dojníc (minerální profil)

Číslo dojnice	Zn (mg.l ⁻¹)	Cu (mg.l ⁻¹)	P (mmol.l ⁻¹)	Ca (mmol.l ⁻¹)	Mg (mmol.l ⁻¹)
240	0,90	1,14	2,02	2,11	1,60
126 352	0,87	1,03	2,12	2,14	0,84
18 382	1,53	0,95	1,74	2,22	0,80
131 409	1,26	1,29	1,80	2,37	0,95
107 147	1,15	1,06	1,58	2,62	0,83
131 407	1,05	1,02	1,65	2,46	0,99
18 354	1,32	0,94	1,26	2,90	1,07
18 434	1,09	0,97	1,58	2,59	0,85
18 401	1,00	0,87	1,65	2,96	0,70
18 356	0,93	0,96	1,61	2,89	1,09
131 323	1,08	0,90	1,69	2,57	0,96
18 319	1,09	0,96	1,69	2,66	0,84

Z hlediska minerálního profilu byly statisticky významné rozdíly mezi skupinami zjištěny pouze u obsahu hořčíku (Mg) ($p = 0.0184$). U ostatních minerálních prvků nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly ($P > 0,05$).

Tabulka 14: Průměrné výsledky z analýza moči dojníc

Číslo dojnice	P (mmol.l ⁻¹)	Ca (mmol.l ⁻¹)	Mg (mmol.l ⁻¹)	Na (mmol.l ⁻¹)	K (mmol.l ⁻¹)	Papírky (hustota/ketol./krev)	pH
240	0,95	1,86	3,19	115,6	252	1,035/neg./neg.	9
126 352	1,30	1,58	3,21	51,6	432	1,034/neg./neg.	9
18 382	0,99	1,60	2,82	107,4	530	1,030/neg./neg.	9
131 409	0,81	1,15	2,91	97,0	560	1,035/neg./++	9
107 147	0,81	2,87	2,37	150,2	368	1,032/neg./++	9
131 407	0,88	0,96	2,95	140,0	392	1,040/+/neg.	9
18 354	1,20	1,09	2,83	131,4	356	1,042/neg./neg.	9
18 434	0,95	0,89	2,58	47,8	218	1,020/neg./neg.	9
18 401	0,90	1,27	3,09	28,0	398	1,030/neg./+	9
18 356	0,81	0,50	3,21	113,0	222	1,025/neg./++	9
131 323	0,88	0,67	3,27	78,2	264	1,040/neg./neg.	9
18 319	0,99	1,42	3,19	42,2	210	1,023/neg./neg.	9

Zjištěné hodnoty z rozborů krve a moči svědčí o tom, že zdravotní stav stáda je z hlediska sledovaných parametrů v pořádku. Jako nízká se jeví jejich saturace především fosforem, zinkem, mědí a částečně i vápníkem, což lze doplnit minerální krmnou přísadou. Vyšší hodnoty sledovaných jaterních enzymů odpovídají vysoké užitkovosti stáda a tedy i produkční zátěži organismu. Odpovídá to poznatkům publikovaným Šochem et al. (2006, 2009a,b).

5.3 Výsledky sledování zdravotního stavu dojnic

Tabulka 12 uvádí přehled vyskytujících se orgánových onemocnění v podmínkách sledované experimentální stáje v režimu kontinuální aplikace plastického steliva ze separované kejdy v letech 2008 - 2010 a v roce poloprovozního měření, tedy v roce 2007.

Největší nemocnost dojnic v pokusné stáji se projevila v posledním roce pravidelného monitoringu zdravotního stavu dojnic, v roce 2010. Oproti předchozím rokům enormně narostla incidence gastrointestinálních onemocnění. Tento nárůst signalizuje závažný systémový problém v oblasti výživy. Nelze jej však přímo spojovat s aplikací ověřované plastické podestýlky ze separované hovězí kejdy (Šoch *et al.*, 2007d).

Tabulka 15: Sumarizace dynamiky incidence orgánových onemocnění v experimentální stáji v letech 2007 - 2010 (údaje pocházející výhradně z místních zdrojů na experimentální farmě)

Přehled o zdravotních postiženích dojnic při ustájení na plastickém stelivu						
Rok	Postižení dle jednotlivých tělních systémů 2007 - 2010					
	Onemocnění reprodukčních orgánů	Postižení mléčné žlázy	Postižení gastrointestin. ústrojí	Postižení respiračního systému	Postižení pohybového aparátu	Zdravotní postižení celkem
2007	103	656	60	4	254	1077
2008	21	800	55	119	227	1222
2009	86	1142	90	81	633	2032
2010	36	977	592	49	588	2242

	nejnižší hodnota
	středová hodnota
	nejvyšší hodnota

Rovněž je dobře patrný i vzestup onemocnění pohybového aparátu, ke kterému došlo v posledních dvou letech probíhajícího řešení tohoto grantu. Nejčtenější výskyt poruch a poškození pohybového aparátu (633) byl zaznamenán v roce 2008 a relativně těsně za ním je druhé pořadí nejčtenějšího výskytu (588) pohybových onemocnění, zjišťované v roce 2009. Kromě úrazových a poúrazových stavů, vyvolaných v roce 2009 především poruchami v metabolismu minerálů a disturbancí ve skladbě minerálních krmných doplňků, je zde zjistitelná ještě jedna kategorie souvisejících příčin, a ta koresponduje s výše komentovanými dietetickými problémy a digestivními poruchami. Ani tyto závažné stavy, vyvolávající těžké pohybové poruchy však rovněž nelze spojovat se změnou podestýlací technologie, využívající plastického steliva ze separované kejdy, jako s primárně působící příčinou. Podobné názory na danou problematiku publikovali i Šoch *et al.* (2006, 2007a, 2009a,b).

5.4 Hodnocení čistoty povrchu těla dojnic

Výsledky z hodnocení čistoty povrchu těla dojnic jsou uvedeny v tabulce 16. Jsou zde prezentovány průměrné výsledky za rok 2008, 2009 a 2010. V roce 2007 nebyla čistota povrchu těla dojnic v pokusné a kontrolní stáji systematicky sledována a hodnocena.

Tabulka 16: Průměrné znečištění těl dojnic

Sledovaná oblast	Charakteristické místo	Průměrný počet znečištěných míst					
		Rok 2008		Rok 2009		Rok 2010	
		Pokusná stáj (plastické stelivo)	Kontrolní stáj (sláma)	Pokusná stáj (plastické stelivo)	Kontrolní stáj (sláma)	Pokusná stáj (plastické stelivo)	Kontrolní stáj (sláma)
I. oblast	struky vemeno střední krajina břišní řasa předkolenní koleno mléčná žíla bérce střapek ocasu ocas – střed	11,63%	24,26%	10,03%	10,21%	15,46%	17,13%
II. oblast	hlezo stehenní část (zadní) stehno okrsek hrbolu sedacího slabina krajina hýžďová přední krajina břišní krajina mečová podžebří krajina kosti hrudní prsa	52,82%	57,43%	61,94%	77,17%	64,98%	62,08%
III. oblast	nárt loket předloktí zápěstí záprstí kopyto (paznehty) okovce	31,23%	14,90%	22,84%	7,81%	13,25%	14,33%
IV. oblast	okrsek hrbolu kyčelního hladová jáma krajina žeberní dolní hřbet krajina žeberní horní rámě okrsek kloubu lalok brázda hrdebnice postranní krajina krční plece kohoutek žuchva	4,32%	3,40%	5,19%	4,80%	6,31%	6,46%

Z hlediska úrovně čistoty povrchu těla dojnic ustájených na plastické podestýlce ze separované hovězí kejdy hodnocené podle metody Domanského (Veľbil and Domanský, 1968), upravené v roce 2005 (Šoch, 2005), bylo zjištěno pouze maloplošné znečištění. Porovnáním dosažených výsledků ve sledované pokusné stáji s výsledky měření uváděnými Veľbilem and Domanským (1968) v jejich zprávě vyplývá, že systém volného boxového ustájení byl z hlediska čistoty těla ustájených

zvířat velmi dobrý. Vlivem šíjové zábrany nedocházelo ke kálení na plochu vlastního lože. Proto se znečištění vyskytovalo převážně na ocasu zvířat, který mohl zasahovat do oblasti hnojné chodby, na kterou zvířata kálela. U dojnic ustájených na plastickém stelivu byl částečný výskyt znečištění výkaly zjištěn ještě na hleznech, stehenních částech pánevních končetin, zápěstí a záprstí, zcela ojediněle pak i na přední krajině břišní, krajině mečové, vemeni a strucích. U hlezna a stehenní části pánevních končetin lze předpokládat, že ve většině případů došlo ke znečištění až druhotně, zřejmě přenosem ze znečištěného ocasu, u zápěstí a záprstí bylo znečištění způsobeno vstáváním a uléháním. Toto znečištění by mohlo být eliminováno zvýšením sušiny separátu, která během pokusu kolísala. Výkyvy v sušině byly částečně zapříčiněny změnou ročního období (pokles obsahu sušiny hlavně v zimním období).

U dojnic ustájených na slámě byl počet znečištěných míst vyšší. Rozsah znečištění byl jednoznačně vyšší. Zatímco u dojnic podestýlaných plastickým stelivem se znečištění první oblasti (tzn. oblasti majících vztah k čistotě mléka) objevovalo jen ojediněle, u dojnic podestýlaných slámou bylo vyšší (viz tabulka 16), což představuje riziko především z hlediska čistoty mléka. Nemalý vliv na znečištění obou skupin krav (pokusné a kontrolní) mělo i složení krmné dávky, což potvrzují i Šoch *et al.* (2008a,b).

Pro objektivní vyjádření komentovaného stavu čistoty těl dojnic v obou sledovaných stájích je nutno přiznat, že technologie výroby plastického steliva v roce 2010 měla některé nedostatky, a to zejména v procesu technické dehydrace (separace) způsobené opotřebením technologických částí seperátoru. V důsledku toho byla konzistence a sypkost plastického steliva v tomto roce odlišná od předchozích etap (zejména v roce 2008), byla hrudkovitá a vykazovala nižší obsah sušiny, než stanovuje metodika experimentu a z ní odvozený technologický návod na její další zpracování. To se projevilo i na hodnocení čistoty povrchu těl zvířat, která byla ve vybraných partiích více znečištěna než v období minulých. Nezanedbatelnou skutečností, která pravděpodobně též ovlivnila čistotu těla chovaných zvířat v roce 2010, byly zdravotní problémy spojené s průjmovými onemocněními.

5.5 Analýza etologických pozorování

Z hlediska etologického sledování byly zjištěny dále uvedené skutečnosti. Ke zjištění vhodnosti podestýlky ze separované kejdy, tedy plastického steliva, byla prováděna etologické sledování skupiny 12 dojnic v pokusné stáji a 12 dojnic v kontrolní stáji v délce trvání 24 hodin, a to v letech 2008 - 2010. Ze zjištěných údajů vychází výpočet „CCI – cow comfort index“, index komfortu krav, vyjadřující jak velké procento z dojnic v době hodnocení leží. Jeho hodnota v roce 2008 činila v průměru 0,57 u stáje podestýlané plastickým stelivem (pokusné stáje) a 0,44 u stáje podestýlané slámou (stáje kontrolní). Průměrná doba ležení jedné dojnice na plastickém stelivu činila 802 minut a 673 minut pro dojnice na slamnaté podestýlce. V roce 2009 byla průměrná hodnota CCI 0,54 u stáje podestýlané plastickým stelivem a 0,46 u stáje podestýlané slámou. Průměrná doba ležení jedné dojnice na plastickém stelivu činila 781 minut a 691 minut pro dojnice na slamnaté podestýlce. V roce 2010 byla hodnota CCI v průměru 0,46 u stáje podestýlané plastickým stelivem a 0,55 u stáje podestýlané slámou. Průměrná doba ležení jedné dojnice na plastickém stelivu činila 663 minut a 796 minut pro dojnice na slamnaté podestýlce.

V letech 2008 a 2009 byla doba ležení mírně ve prospěch plastického steliva. Zkrácení doby ležení při aplikaci plastického steliva v roce 2010 ve srovnání se stelivem slámy v kontrolní stáji bylo zřejmě způsobeno nedodržením vlhkosti plastického steliva, která přesahovala zejména v zimním období 30 %. Výkyvy v počtu ležících dojnic mohly být také ovlivněny dojením, kmením, přihrnování TMR, prohrnování hnojných chodeb, čištění roštů a průjezdy traktoru, atd.

Z výsledků vyplývá, že procento a doba ležících dojnic je přibližně stejná u stáje pokusné i stáje kontrolní. Při sledování bylo také zjištěno, že oproti dojnicím na slamnaté podestýlce se dojnice na plastickém stelivu mnohem častěji vraceli do stejných boxů. Zajímavé je, že se nepotvrdila hypotéza založená na přirozeném odporu zvířete vůči výkalům. Přesto, že si dojnice na pastvě výkalu nevšímá, poněvadž zápach čerstvého výkalu je pro ni odpudivý, do boxu stlaného plastickým stelivem vyrobeným ze separátu kejdy skotu zaléhá jako na ostatní druhy podestýlek. Byl také potvrzen velký význam napájecích žlabů umístěných v čekárnách dojírny. Důležitý je poznatek, že dojnice si potřebují po svém návratu z dojení odpočinout, tzn., že jich většina na určitou dobu ulehne. Proto je důležité, aby krávy po návratu z dojírny nic nerušilo.

5.6 Výsledky monitoringu mikroklimatu

V rámci monitoringu mikroklimatu v pokusné a kontrolní stáji byla monitorována teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, katahodnota, tedy množství tepla, které je třeba odejmout z 1 cm² povrchu nádoby měřícího čidla, aby se teplota na kapiláře snížila z 38°C na 35°C a dále vypočteny ochlazovací hodnoty vyjadřující ztrátu tepla z povrchu organismu a termický komfort zvířat a také sledovány koncentrace NH₃, CO₂, CH₄ a N₂O. Dosažené výsledky jsou prezentovány v následujícím textu.

Ochlazovací hodnota prostředí slouží ve stájových objektech pro komplexní posouzení tepelné pohody zvířat. Zvyšováním ochlazovací hodnoty nad hranici optima se zvyšuje pocit chladu. Naopak pod hranicí optima nastává pocit tepla až dusna. Optimální hodnoty doporučené pro dospělý skot se pohybují od 290 do 420 W.m⁻², širší optimum je v rozmezí 170 – 500 W.m⁻². Hodnoty nižší než 170 W.m⁻² charakterizují velmi teplé až dusné prostředí, hodnoty nad 500 W.m⁻² představují již pocit chladu až zimy (Šoch *et al.*, 2007d). Reprezentativní výsledky měření v roce 2010 jsou uvedeny v tabulkách 17 - 23. V roce 2007, 2008 a 2010 bylo při podobných atmosférických podmínkách dosaženo srovnatelných výsledků.

Tabulka 17: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 3. 2. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	5,9 °C	0,06 m.s ⁻¹	28 s	730 W.m ⁻²
	2/3	6,0 °C	0,27 m.s ⁻¹	26 s	786 W.m ⁻²
Stáj - Sláma	1/3	5,1 °C	0,07 m.s ⁻¹	33 s	619 W.m ⁻²
	2/3	5,0 °C	0,22 m.s ⁻¹	27 s	757 W.m ⁻²
Venku		4,8 °C	0,53 m.s ⁻¹	22 s	929 W.m ⁻²

Tabulka 18: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 23. 2. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	8,1 °C	0,16 m.s ⁻¹	34 s	601 W.m ⁻²
	2/3	6,1 °C	0,35 m.s ⁻¹	27 s	757 W.m ⁻²

Stáj - Sláma	1/3	3,3 °C	0,19 m.s ⁻¹	32 s	638 W.m ⁻²
	2/3	3,3 °C	0,28 m.s ⁻¹	21 s	972 W.m ⁻²
Venku		3,4 °C	0,32 m.s ⁻¹	15 s	1362 W.m ⁻²

Tabulka 19: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 9. 3. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	7,9 °C	0,35 m.s ⁻¹	33 s	619 W. m ⁻²
	2/3	8,7 °C	0,15 m.s ⁻¹	38 s	538 W. m ⁻²
Stáj - Sláma	1/3	7,4 °C	0,08 m.s ⁻¹	42 s	486 W. m ⁻²
	2/3	7,3 °C	0,16 m.s ⁻¹	37 s	552 W. m ⁻²
Venku		6,1 °C	2,94 m.s ⁻¹	14 s	1459 W. m ⁻²

Tabulka 20: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 23. 3. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	6,8 °C	0,27 m.s ⁻¹	44 s	464 W.m ⁻²
	2/3	8,3 °C	0,16 m.s ⁻¹	49 s	417 W.m ⁻²
Stáj - Sláma	1/3	7,7 °C	0,24 m.s ⁻¹	42 s	486 W.m ⁻²
	2/3	8,3 °C	0,07 m. s ⁻¹	46 s	444 W.m ⁻²
Venku		6,4 °C	3,5 m. s ⁻¹	16 s	1277 W. m ⁻²

Tabulka 21: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 5. 5. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	13,6 °C	0,09 m. s ⁻¹	48 s	426 W. m ⁻²
	2/3	12,7 °C	0,05 m. s ⁻¹	37 s	552 W. m ⁻²
Stáj - Sláma	1/3	12,3 °C	0,06 m. s ⁻¹	50 s	409 W. m ⁻²
	2/3	11,7 °C	0,05 m. s ⁻¹	44 s	464 W. m ⁻²

Venku	12,3 °C	0,25 m. s ⁻¹	27 s	757 W. m ⁻²
-------	---------	-------------------------	------	------------------------

Tabulka 22: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 7. 9. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	24,6 °C	0,48 m. s ⁻¹	1 min 3 s	324 W. m ⁻²
	2/3	22,3 °C	0,23 m. s ⁻¹	46 s	444 W. m ⁻²
Stáj - Sláma	1/3	20,5 °C	0,17 m. s ⁻¹	57 s	358 W. m ⁻²
	2/3	18,3 °C	0,28 m. s ⁻¹	34 s	601 W. m ⁻²
Venku		22,6 °C	2,45 m. s ⁻¹	50 s	409 W. m ⁻²

Tabulka 23: Výsledky sledování mikroklimatu

Datum: 12. 10. 2009		Teplota vzduchu	Rychlost proudění vzduchu	Čas poklesu lihového sloupce katateploměru	Ochlazovací hodnota
Stáj - Kejda	1/3	12,2 °C	0,43 m.s-1	33 s	619 W. m ⁻²
	2/3	12,0 °C	0,52 m.s-1	32 s	638 W. m ⁻²
Stáj - Sláma	1/3	10,6 °C	0,17 m.s-1	45 s	454 W. m ⁻²
	2/3	10,8 °C	0,04 m.s-1	47 s	435 W. m ⁻²
Venku		10,2 °C	2,56 m.s-1	18 s	1135 W. m ⁻²

Z naměřených hodnot vyplývá, že během zimního období hodnoty často přesahovaly 500 W.m⁻², v ostatních ročních obdobích se ochlazovací hodnota pohybovala na horní hranici optima. Vyšší ochlazovací hodnoty nemají tak výrazný vliv na zdravotní stav a příjem krmiva, jako je tomu u hodnot nízkých. Během sledovaného období nebyly zaznamenány poklesy produkce mléka ani narušení zdravotního stavu, chování dojníc nebylo výrazně ovlivněno.

Z naměřených hodnot teploty vzduchu ve sledovaných stájích lze odvozovat, že tepelný odpor obvodového a střešního pláště stáje, které byla vybrány pro sledování, je nízký. Z řady měření lze postřehnout malý rozdíl mezi paralelně získávanými teplotami venkovního ovzduší a vnitřními teplotami na dvou měřících místech stáje. Tím významnější je předpokládaný tepelně-izolační efekt jako faktor pozitivní predispozice ověřovaného plastického steliva a rovněž i jeho sorpční schopnost pro jímání vlhkosti z okolí.

Naměřené hodnoty relativní vlhkosti vzduchu u obou stájí se v životní zóně zvířat pohybovaly v rozmezí 47 – 100 %. Vysoké hodnoty relativní vlhkosti vzduchu (nad 85 %) byly obvykle naměřeny v období srážek či v chladnějším období roku a nebyly doprovázeny vysokou teplotou vzduchu. Negativní vliv vysokých hodnot relativních vlhkostí na užitkovost a pohodu dojnic nebyl zjištěn. Průměrná relativní vlhkost stájového vzduchu byla zjištěna nepatrně vyšší u stáje podestýlané slámou. Odpovídá to poznatkům Šocha *et al.* (2007a).

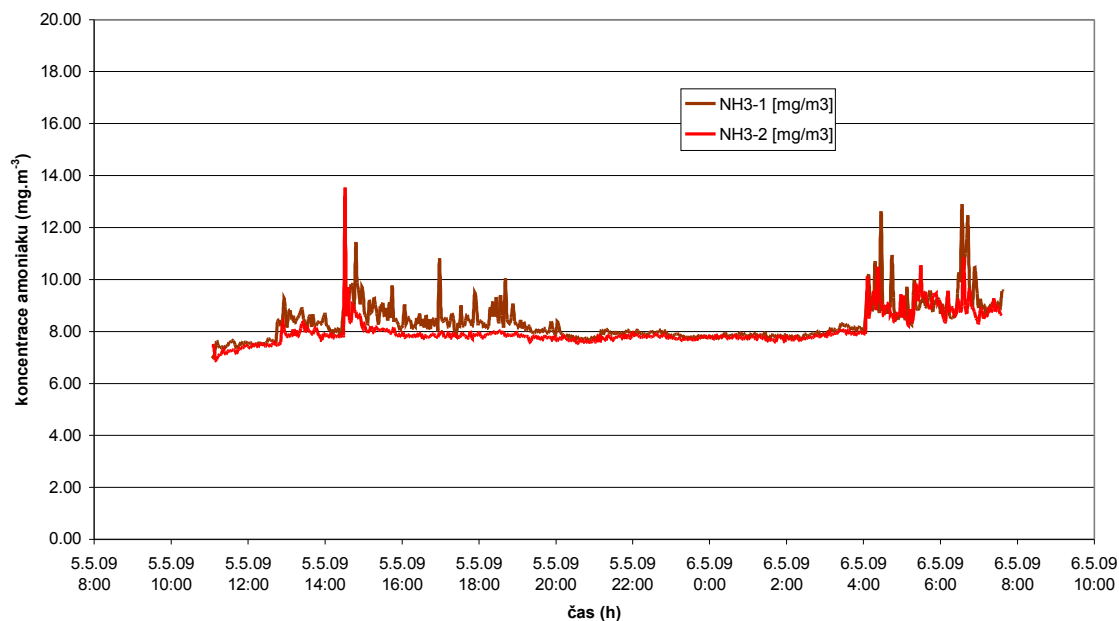
Rozdíly naměřených mikroklimatických hodnot mezi stájí stlanou plastickým stelivem a stájí stlanou slámou nebyly významné a s nejvyšší pravděpodobností nebyly způsobeny druhem podestýlky, nýbrž odlišnou stavbou stájí a částečně i drobnými odlišnostmi provozu (např. otevřená vrata při prohrnování hnojných chodeb, přihrnování TMR, čištění roštů a průjezdech traktoru). Například i při relativně velkých rozdílech rychlosti proudění (12.10.2009 ve stáji s plastickým stelivem rychlost proudění téměř 3x vyšší než ve stáji s podestlanou slámou) byla ochlazovací hodnota téměř stejná.

Měření klimatických podmínek (teplota a relativní vlhkost vzduchu) neprokázala žádné významné rozdíly mezi oběma stájemi. O něco nižší relativní vlhkost ve stáji podestlané plastickým stelivem mohla být způsobena větší sorpční schopnost plastického steliva v porovnání se slamnatou podestýlkou, což odpovídá i poznatkům Šocha *et al.* (2007b).

V pokusné i kontrolní stáji průběžně probíhalo měření koncentrací a emisí amoniaku a dalších sledovaných zátěžových plynů (CO₂, N₂O a CH₄) společně s měřením teploty a relativní vlhkosti vzduchu ve stáji s plastickým stelivem a v obdobné stáji se slamnatou podestýlkou. Po celé sledované období 2007 – 2010 byly hodnoty emisí v pokusné i referenční stáji vesměs velice podobné, měření ve dnech 5. 5. 2009 a 10. 6. 2009 prokázaly výraznější pokles emisí amoniaku a metanu ve stáji s plastickým stelivem. Naměřené koncentrace NH₃ jsou v grafu č. 6 a 7.

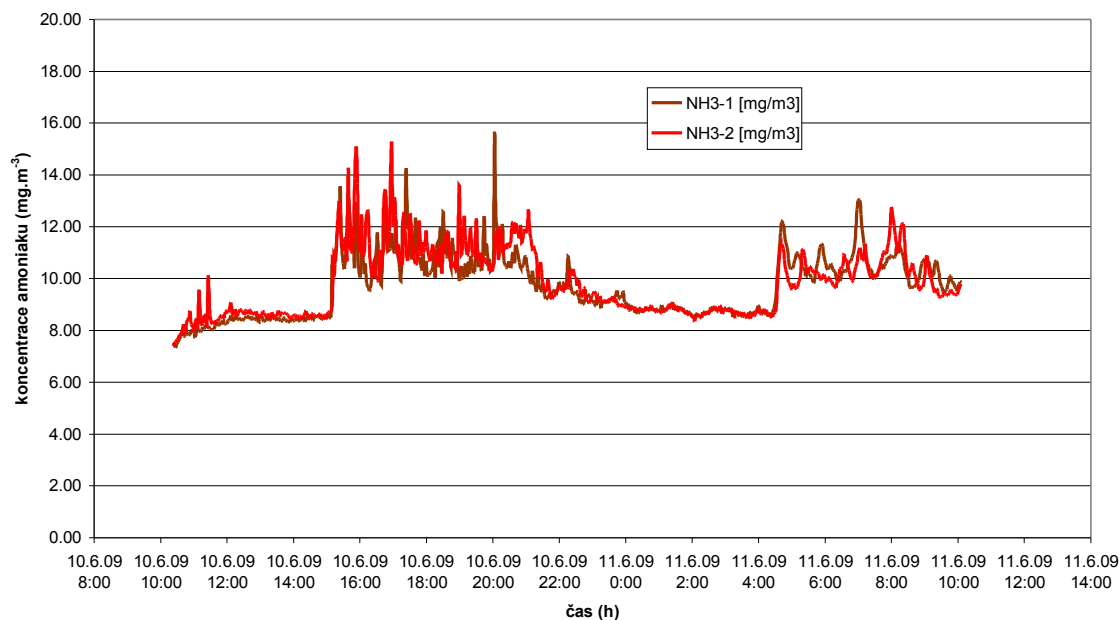
Graf 6: Koncentrace amoniaku ve stáji podestlané plastickým stelivem

KONCENTRACE AMONIAKU
FARMA PETROVICE, STÁJ DOJNIC - SUBSTRÁT, 5. - 6. 5. 2009



Graf 7: Koncentrace amoniaku ve stáji se slamnatou podestýlkou

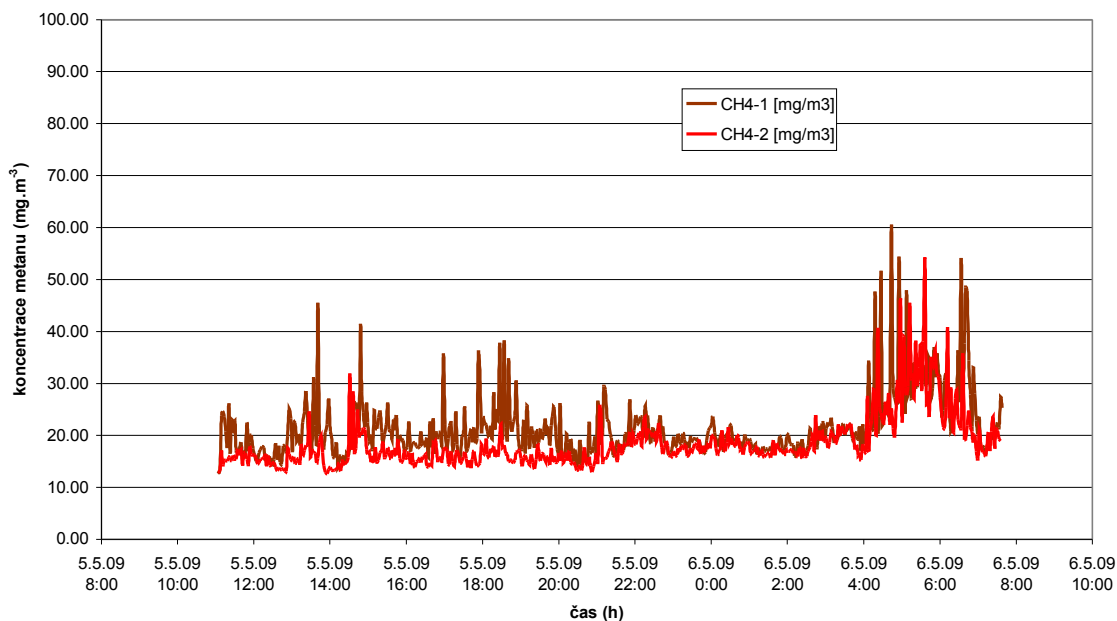
KONCENTRACE AMONIAKU
FARMA PETROVICE, STÁJ DOJNIC - SLAMNATÁ PODESTÝLKA, 10. - 11. 6. 2009



V grafu 8 a 9 jsou koncentrace metanu v obou sledovaných stájích.

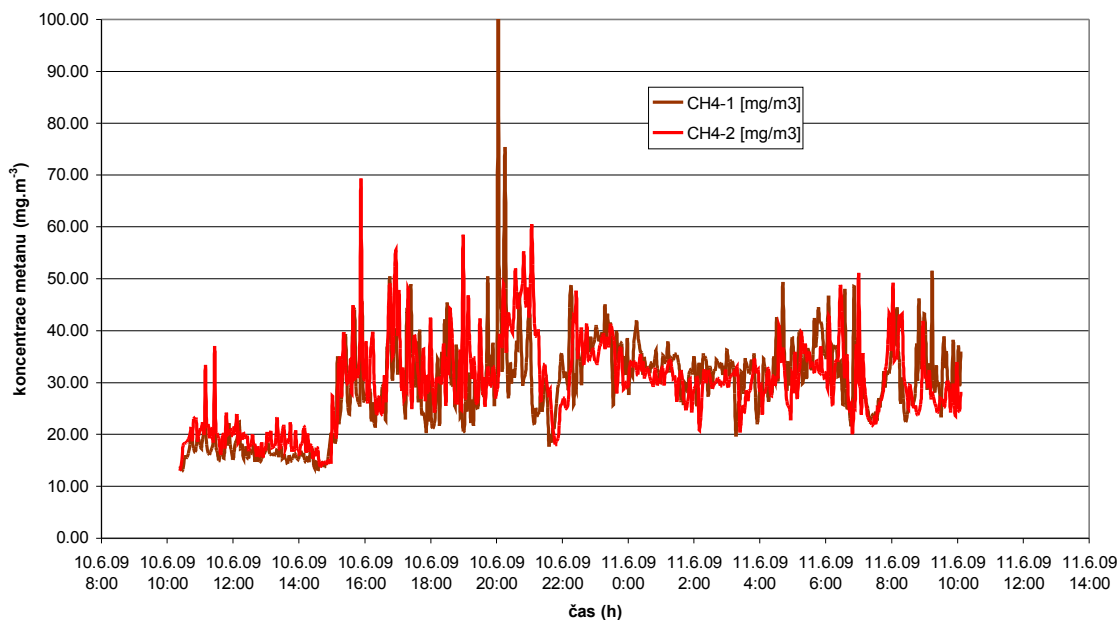
Graf 8: Koncentrace metanu ve stáji podestlané plastickým stelivem

KONCENTRACE METANU
FARMA PETROVICE, STÁJ DOJNIC - SUBSTRÁT, 5. - 6. 5. 2009



Graf 9: Koncentrace metanu ve stáji se slamnatou podestýlkou

KONCENTRACE METANU
FARMA PETROVICE, STÁJ DOJNIC - SLAMNATÁ PODESTÝLKA, 10. - 11. 6. 2009



V tabulkách č. 24 a č. 25 jsou uvedeny hodnoty měrné výrobní emise všech sledovaných plynů z obou stájí v kilogramech plynu na 1 zvíře za 1 rok.

Tabulka 24: Měrné výrobní emise zátěžových plynů - stáj podestlaná plastickým stelivem

Měřený plyn	Roční měrná výrobní emise na jedno zvíře (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
Amoniak (NH ₃)	3,59
Oxid uhličitý (CO ₂)	459,39
Metan (CH ₄)	8,80
Oxid dusný (N ₂ O)	0,38

Tabulka 25: Měrné výrobní emise zátěžových plynů - stáje podestlaná slámou

Měřený plyn	Roční měrná výrobní emise na jedno zvíře (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
Amoniak (NH ₃)	4,48
Oxid uhličitý (CO ₂)	623,48
Metan (CH ₄)	13,53
Oxid dusný (N ₂ O)	0,34

Výrazný je pokles emisí metanu, může být dán tím, že dojnice neznečišťují svými exkrementy lože z plastického steliva v takové míře jako lože ze slamnaté podestýlky, ze kterého se následně uvolňuje více metanu.

Velkým problémem při měření ve stájích s přirozenou ventilací je stanovení průtoku vzduchu, nutného pro výpočet měrné výrobní emise. Průtok byl počítán jednak z anemometrických měření, jednak z bilance CO₂ (Češpiva *et.al*, 2011). Tato měření v podmínkách stájí pro chov dojnic mohou být zatížena poměrně značnou chybou, obvykle přesahující jednotky procent. Měření, která by byla schopna získat údaje s menší mírou nejistoty, nejsou v daných podmínkách s přijatelnými náklady realizovatelná. Měření využívající například izotopu kryptonu a sítě Geiger-Müllerových počítačů, nebo dávkování značkovacího plynu SF₆, by byla neúnosně nákladná.

Na základě souboru měření za celé sledované období lze konstatovat, že měření neprokázala jakýkoliv nárůst emisí zátěžových plynů ze stáje s plastickým stelivem v porovnání se stájí se slamnatou podestýlkou, v některých případech došlo i k jejich snížení. Kromě uvedených emisí amoniaku a metanu ze stáje by bylo v rámci objektivního srovnání vhodné údaje doplnit ještě o emise vznikající při kompostování separátu na hromadách. Tyto emise by měly být porovnány s emisemi vznikajícími při skladování chlévské mrvy na faremním hnojišti nebo polní skládce. Lze očekávat

celkově nižší emise, protože ztráty živin například na polní skládce, spojené s únikem amoniaku a metanu, jsou uváděny ve výši 30-70% (Novák, 1994).

5.7 Hodnocení kvality mléčné produkce

S ohledem na skutečnost, že kvalita mléčné produkce je důležitá nejen z hlediska bezpečnosti potravin, ale i z hlediska rentability chovu, bylo její sledování ve vztahu k využití plastického steliva zahájeno již v době jeho poloprovozního ověřování, tedy v roce 2007. Vzhledem k tomu, že v experimentální stáji VKK byly ustájeny vysokoprodukční dojnice a v kontrolní stáji SK dojnice s nižší produkcí, byly porovnávány výsledky kvalitativní rozborů mléka z pokusné stáje VKK s výsledky dosaženými ve stáji VKK v roce 2005, tedy v období před zahájením pokusů s plastickým stelivem.

Výsledky kvalitativních rozborů jsou uvedeny v tabulce 26 a 27.

Tabulka 26: Kvalitativní rozbor mléka v pokusné stáji VKK v roce 2007

Měsíc	Sledovaná kritéria laboratorní diagnostiky mléka v roce 2007					
	CPM	CB	PSB	TUK	BIL	TPS
1.	11	10	294	3,85	3,18	8,73
2.	20	10	256	4,03	3,32	8,86
3.	7	10	276	3,83	3,28	8,78
4.	19	10	365	4,04	3,28	8,76
5.	13	10	221	3,84	3,29	8,87
6.	35	10	338	3,5	3,25	8,79
7.	7	310	263	3,82	3,28	8,92
8.	7	10	317	3,68	3,38	8,95
9.	11	110	251	3,44	3,42	8,93
10.	20	10	266	3,61	3,55	9,13
11.	14	110	253	3,68	3,52	9,08

CPM - celkový počet mikroorganismů – ukazatel mikrobiol. čistoty mléka i prostředí (CPM x 10³.1 ml⁻¹)

CB - index výskytu coliformních bakterií (kolonietvorné jednotky)

PSB - počet somatických buněk v mléce (PSB x 10³. 1ml⁻¹)

TUK - obsah tuku v mléce (%)

BIL - obsah bílkovin v mléce (%)

TPS - tukuprostá sušina (%)

Tabulka 27: Kvalitativní rozbor mléka v pokusné stáji VKK v roce 2008

Měsíc	Sledovaná kritéria laboratorní diagnostiky mléka v roce 2008					
	CPM	CB	PSB	TUK	BIL	TPS
1.	8	10	172	4,08	3,59	9,14
2.	14	10	200	4,13	3,53	9,12
3.	12	10	194	4,01	3,44	9,03
4.	16	10	233	3,87	3,44	8,96
5.	6	10	171	3,66	3,24	8,75
6.	16	10	370	3,59	3,13	8,58
7.	19	10	238	3,73	3,18	8,67
8.	8	120	152	3,86	3,2	8,68
9.	8	10	141	3,84	3,3	8,85
10.	15	110	156	4	3,29	8,83
11.	19	192	312	3,76	3,31	8,75

Pozornost si v uvedených tabulkách 26 a 27 zaslouhuje zejména sloupec CB - index výskytu coliformních bakterií, které vyjadřují míru tzv. fekálního znečištění mléka v procesu jeho prvovýroby a de facto tedy i hygienickou úroveň výrobního prostředí. Obě zmiňované hodnoty, zejména ve svých excesech, tak mají významnou vypovídací váhu při komparativním posuzování vhodnosti aplikace plastického steliva ve vztahu ke kvalitě a hygienické nezávadnosti získávaného mléka.

Sledované ukazatele byly průběžně porovnávány nejen s referenčními hodnotami těchto ukazatelů, ale i s údaji před zahájením aplikace plastického steliva v pokusné stáji VKK v roce 2005. Kvalitativní rozbor z tohoto (výchozího) období je uveden v tabulce 28

Tabulka 28: Kvalitativní rozbor mléka na farmě Petrovice před zahájením experimentu

číslo	Dodavatel	datum	CPM	CB	SB	TUK	BIL	KAS	TPS	BT	RIL
1570005	PETROVICE VKK	10.1.2005	10	10	184	4.33	3.41	2.70	8.81	521	0
1570005	PETROVICE VKK	17.1.2005	34	10	260	4.32	3.36	2.67	8.77	522	0
1570005	PETROVICE VKK	20.1.2005	37	20	205	4.08	3.35	2.66	8.79	524	0
1570005	PETROVICE VKK	3.2.2005	26	20	200	4.12	3.40	2.70	8.83	524	0
1570005	PETROVICE VKK	11.2.2005	11	10	189	4.07	3.33	2.64	8.67	514	0
1570005	PETROVICE VKK	23.2.2005	12	10	275	4.15	3.43	2.71	8.88	624	0
1570005	PETROVICE VKK	7.3.2005	13	10	267	4.15	3.50	2.75	9.00	591	0
1570005	PETROVICE VKK	15.3.2005	21	10	242	4.10	3.45	2.71	8.94	521	0
1570005	PETROVICE VKK	18.3.2005	28	10	311	4.14	3.32	2.66	8.77	520	0
1570005	PETROVICE VKK	11.4.2005	16	10	352	3.95	3.26	2.63	8.71	520	0
1570005	PETROVICE VKK	20.4.2005	35	20	300	3.98	3.26	2.63	8.75	522	0
1570005	PETROVICE VKK	22.4.2005	8	10	317	3.97	3.28	2.63	8.74	524	0
1570005	PETROVICE VKK	11.5.2005	53	20	205	3.78	3.34	2.67	8.85	528	0
1570005	PETROVICE VKK	17.5.2005	20	40	263	3.69	3.27	2.62	8.76	525	0
1570005	PETROVICE VKK	20.5.2005	99	1500	343	3.71	3.30	2.64	8.75	526	0
1570005	PETROVICE VKK	6.6.2005	41	240	397	3.67	3.24	2.61	8.67	522	0
1570005	PETROVICE VKK	20.6.2005	22	10	270	3.62	3.27	2.60	8.71	520	0
1570005	PETROVICE VKK	22.6.2005	11	20	265	3.56	3.27	2.60	8.73	523	0
1570005	PETROVICE VKK	11.7.2005	20	20	277	3.48	3.31	2.63	8.78	526	0
1570005	PETROVICE VKK	17.7.2005	23	30	300	3.79	3.28	2.61	8.75	523	0
1570005	PETROVICE VKK	25.7.2005	17	10	208	3.62	3.34	2.65	8.86	527	0
1570005	PETROVICE VKK	1.8.2005	19	20	251	3.74	3.22	2.57	8.71	522	0
1570005	PETROVICE VKK	15.8.2005	23	10	253	3.81	3.34	2.64	8.80	523	0
1570005	PETROVICE VKK	18.8.2005	13	10	267	3.87	3.34	2.64	8.84	522	0
1570005	PETROVICE VKK	11.9.2005	18	10	216	3.80	3.45	2.70	8.92	525	0
1570005	PETROVICE VKK	16.9.2005	21	20	233	3.76	3.54	2.76	9.03	527	0
1570005	PETROVICE VKK	20.9.2005	32	10	287	3.97	3.58	2.79	9.12	528	0
1570005	PETROVICE VKK	11.10.2005	15	10	204	4.07	3.58	2.78	9.02	526	0
1570005	PETROVICE VKK	16.10.2005	13	170	211	4.12	3.59	2.77	9.08	526	0
1570005	PETROVICE VKK	21.10.2005	26	30	243	4.23	3.58	2.78	9.06	527	0
1570005	PETROVICE VKK	7.11.2005	22	30	204	4.15	3.60	2.80	9.06	523	0
1570005	PETROVICE VKK	11.11.2005	9	10	208	4.06	3.54	2.75	9.00	520	0
1570005	PETROVICE VKK	22.11.2005	16	70	219	3.92	3.51	2.71	8.97	518	0
1570005	PETROVICE VKK	2.12.2005	11	40	239	3.92	3.64	2.81	9.17	523	0
1570005	PETROVICE VKK	8.12.2005	14	30	200	3.95	3.56	2.78	9.17	523	0

S ohledem na výsledky hodnocení kvality mléčné produkce během roku 2007 a 2008 lze tedy konstatovat, že ve sledovaném období aplikací plastického steliva nedošlo ke zhoršení hygienické nezávadnosti mléčné produkce v pokusné stáji, která by byla způsobena specifickými vlastnostmi plastického steliva. Získané poznatky jsou ve shodě s výsledky publikovanými Šochem *et al.* (2007).

5.8 Náklady na výrobu plastického steliva

Přehled nákladů spojených s výrobou jedné tuny plastického steliva za sledované období 2009 - 2010 je uveden v tabulce 29. Výsledná (průměrná) cena je tvořena náklady na vstupní suroviny, náklady na dopravu a separaci kejdy skotu a náklady spojenými s překopáváním během procesu kompostování.

Tabulka 29: Průměrné náklady na výrobu 1 tuny plastického steliva za období 2009-2010

NÁKLADY NA VÝROBU PLASTICKÉHO STELIVA			2009-2010	
1. Vstupní suroviny				
	Kč/tuna	tun	celkem Kč	
Separát kejdy skotu	0	214	0	
Sláma	200	71	14 200	
2. Vážení, separace, doprava				
	Kč/t	tun	celkem/Kč	
Vážení	0,00	0	0	
Separace (2,60 kč/kWh)	22,75	214	4 869	
Doprava (630 kč/h)	25,00	285	7 125	
3. Překopávání				
	hromad	pracovní čas/h	sazba/Kč.h ⁻¹	náklady/Kč
Traktor + překopávač	32	35,2	610	21 472
Hromada 10t/50m ³				
4. Celkové náklady na zpracování za 2 roky				
Zpracované množství (t)	Celkové nákl. (Kč)	Celkové nákl. (Kč/t)	Plastické stelivo (Kč/t)	
Vstupní suroviny	285	47 666	186	
Výstup (plast.stelivo)	142,5		334	

Ze sledování nákladů na výroby plastického steliva vyplývá, že cena za jednu tunu plastického steliva je řádově srovnatelná s cenou slámy, ve vztahu k welfare je srovnatelná, nebo lepší, ve vztahu k ekonomice přeměny kejdy z chovu skotu je výrazně výhodnější, protože při výrobě plastického steliva je využita nejen tuhá frakce kejdy (separát), ale i tekutá frakce jako zálivková voda na louky a pastviny.

Je možné, při porovnání s technikami uvedenými v BREFu, konstatovat, že technologií separace kejdy dochází k naplnění podstaty směrnice o integrované prevenci. Surová kejda je za nízkých ekonomických vstupů přeměněna na využitelnou surovinu při zlepšení jejího vlivu na životní prostředí.

6 Závěr

Na základě zpracované analýzy mikrobiologických a parazitologických rizik pro separát hovězí kejdy byly vybrány v chovech skotu nejčastěji se vyskytující mikroorganismy, jejichž devitalizace termickým působením byla předmětem pokusu. Po zjištění, že zhruba po 14 dnech začal v plastickém stelivu narůstat počet enterokoků, byla prodloužena doba termického působení a poté již separát splňoval veškeré zoohygienické požadavky. Nebyly prokázány žádné negativní dopady plastického steliva na mikroklimatické parametry stájového prostředí ani žádný negativní vliv na pohodu zvířat. Z hlediska emisí zátěžových plynů byl prokázán pokles emisí amoniaku a zejména metanu (snížení o 35%). Byl prokázán pozitivní vliv využití plastického steliva na čistotu zvířat v oblasti vemene a struků. Hodnocení kvality mléčné produkce během celé doby řešení projektu neprokázalo žádný negativní vliv plastického steliva na sledované kvalitativní parametry.

V dlouhodobém sledování účinků plastického steliva vyrobeného z kejdy skotu, bylo prokázáno, že toto stelivo, jak z hlediska mikrobiologického, tak z hlediska jeho vhodnosti pro dosažení vyšší čistoty povrchu těla dojníc plně odpovídá požadavkům welfare pro chovy skotu. Z ekonomického hlediska bylo prokázáno, že využití plastického steliva řeší problematiku vztahu kejdy k životnímu prostředí (emise amoniaku, metanu, problematiku pachů) při nákladech srovnatelných s náklady na použití slamnaté podestýlky. Z hlediska welfare zvířat je plastické stelivo prvkem, který je možno každému chovateli doporučit. Technologie získání plastického steliva za pomoci separátoru a technologie kompostování v pásových hromadách se při dlouhodobém ověřování plně osvědčila. Je možné konstatovat, že při porovnání s technikami BREF při separaci kejdy dochází k naplnění směrnice o integrované prevenci. Surová kejda je za nízkých ekonomických vstupů přeměněna na využitelnou surovinu při zlepšení jejího vlivu na životní prostředí.

Vzhledem k výše uvedenému je možné konstatovat, že cíle disertační práce byly splněny, jak z hlediska přeměny kejdy v chovech skotu na bezzátěžový produkt, tak z hlediska zlepšení welfare chovaných zvířat využitím vyrobeného plastického steliva.

Doporučení pro praxi:

Plastické stelivo ze separované kejdy lze doporučit pro široké využití pouze za podmínky, že se separát z hovězí kejdy bude kompostovat, aby díky termickému působení došlo k devitalizaci patogenů.

7 Použitá literatura

- [1] ARRUS, K.M., HOLLEY, R.A., OMINSKI, K.H., TENUTA, M., BLANC, G. (2006): Influence of temperature on *Salmonella* survival in hog manure slurry and seasonal temperature profiles in farm manure storage reservoirs. *Livestock Science* 102: 226-236.
- [2] BALDRY, M.G.C., FRENCH, M.S., SLATER, D. (1991): The activity of peracetic acid on sewage indicator bacteria and viruses. *Water Sci. Technol.* 24: 353-357.
- [3] BERG, G., SULLIVAN, G., VENOSA, A.D. (1988): Low-temperature stability of viruses in sludges. *Appl. Env. Microb.* 54: 839-841.
- [4] BETANCOURT, W. Q., ROSE, J. B. (2004): Drinking water treatment processes for removal of *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Vet. Parasitol.*, 126, 219 – 234.
- [5] BISWAS, K., CRAIK, S., SMITH, D. W. AND BELOSEVIC, M. (2005): Synergistic inactivation of *Cryptosporidium parvum* using ozone followed by monochloramine in two natural waters. *Water Research*, 39 (14), 3167 - 3176.

- [6] BÜRGER, H. J. (1982): Large-scale management systems and parasite populations prevalence and resistance of parasitic agents in animal effluents and their potential hygienic hazard. *Vet. Par.*, 11, 49 – 60.
- [7] CAMPBELL, A. T., ROBERTSON, L. J., SNOWBALL, M. R. AND SMITH, H. V. (1995): Inactivation of oocysts of *Cryptosporidium parvum* by ultraviolet irradiation. *Wat. Res.*, 29, 2583 – 2586.
- [8] CATANZARO, T.E. (2000): *Veterinary Management in Transition. Preparing for the Twenty-first Century.* Iowa State University Press, Ames, 326 p.
- [9] COLLINS, M.T. (2003): Update on paratuberculosis. II. Epidemiology of Johne's disease and the biology of *Mycobacterium paratuberculosis*. *Ir. Vet. J.* 56: 565-574.
- [10] CORWIN, R. M., TUBBS, R. C. (1993): *Common Internal Parasites of Swine.* University of Missouri.
<http://muextension.missouri.edu/explore/agguides/ansci/g02430.htm>
- [11] CÔTÉ, C., MASSÉ, D.I., QUESSY, S. (2006): Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. *Bioresour. Technol.* 97: 686-691.
- [12] ČEŠPIVA, M., ZABLOUDILOVÁ, P., JELÍNEK, A. (2011): Bilance CO₂ a průtok vzduchu ve stájích. *Náš chov*, 2011, roč. 71, č. 11, s. 31-32
- [13] DAUGSCHIES, A. (2000): Wasser als Vektor von parasitären Dauerstadien in der Tierhaltung. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 107, 316 – 319.
- [14] DAUGSCHIES, A. (2004): Endoparasites des Schweins: Bedeutung und Bekämpfung. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 32 (6), 335 – 340.
- [15] DAVIS, M.A., CLOUD-HANSEN, K.A., CARPENTER, J., HOVDE, C.J. (2005): *Escherichia coli* O157:H7 in environments of culture-positive cattle. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 6816-6822.
- [16] DAWSON, D. (2005): Foodborne protozoan parasites. *Int. J. Food Microbiology*, 103, 207 – 227.
- [17] DE BERTOLDI, M., VALLINI, G. AND PERA, A. (1983): The biology of composting: a review. *Waste Management and Research* 1, 157 – 176.

- [18] DENG, M. Y. I. AND CLIVER, D. O. (1992): Degradation of *Giardia lamblia* Cysts in Mixed Human and Swine Wastes. *Applied and Environmental Microbiology*, 2368 – 2374.
- [19] DÉPORTES, I., BENOIT-GUYOD, I., ZMIROU, D., BOUVIER, M.C. (1998): Microbial disinfection capacity of municipal solid waste (MSW) composting. *J. Appl. Microbiol.* 85: 238-264.
- [20] DERBYSHIRE, J.B., BROWN, E.G. (1979): The inactivation of viruses in cattle and pig slurry by aeration of treatment with calcium hydroxide. *J. Hygiene* 82: 293-299.
- [21] DILLINGHAM, R. A., LIMA, A. A., GUERRANT, R. L. (2002): Cryptosporidiosis: Epidemiology and impact. *Microbes and Infection*, 4, 1059 – 1066.
- [22] DOLEŽAL, O., ČERNÁ, D. (2004): Welfare stáje pro skot – vzorová řešení komfortních stájí. MZe Praha, 28-29.
- [23] DOYLE, M.P. (1991): *Escherichia coli* O157:H7 and its significance in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 12: 289-302.
- [24] DRAŽAN, J. A KOL. (1987): Nemoci prasat. SZN Praha, 233s.
- [25] DROFFNER, M.L., BRINTON, W.F, EVANS, E. (1995): Evidence for the prominence of well characterized mesophilic bacteria in thermophilic (50 – 70°C) composting environments. *Biomass Bioenergy* 8:191-195.
- [26] DROFFNER, M.L., BRINTON, W.F. (1995): Survival of *E. coli* and *Salmonella* population in aerobic thermophilic composts as measured with DNA gene probes. *Zentralbl. Hyg. Umweltmed.* 197: 387-397.
- [27] DUBINSKÝ, P., JURIŠ, P., RYBOŠ, M. (1989): Ochrana velkochovov ošípaných před helmintózami. Sborník referátů přednesených na celostátní vědecké konferenci „Parazitózy hospodářských zvířat“ v Českých Budějovicích, 175 – 179.
- [28] DUMÈTRE, A., DARDÉ, M.-L. (2003): How to detect *Toxoplasma gondi* oocysts in environmental samples. *FEMS Microbiol. Rew.*, 27, 651 – 661.
- [29] ENIGK, K. (1980): Vernichtung parasitärer Entwicklungsformen in Flüssigmist. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 93, 379 – 384.

- [30] EPE (2002): Erfahrungen aus der Praxis: Chemoprophylaxe-, Hygiene- und Desinfektionsmassnahmen zur Einschleppungsverhinderung von *Ascaris suum* bei einem Stallneubau. DVG – Tagung, Bekämpfung und Epidemiologie von Parasitosen, 25.
- [31] EVANS, M.R., SVOBODA, L.F., BAINES, S. (1982): Heat from aerobic treatment of piggery slurry . *J. Agric. Eng. Res.* 27: 45-50.
- [32] FAYER, R. (2004): *Cryptosporidium*: a water-borne zoonotic parasite. *Vet. Parasitol.*, 126, 37 – 56.
- [33] FAYER, R. A KOL. (1997): *Cryptosporidium* and cryptosporidiosis. CRC Press, Boca Raton, USA, 251 s.
- [34] FAYER, R., DUBEY, J. P. AND LINDSAY, D. S. (2004): Zoonotic protozoa: from land to sea. *Trends in Parasitology*, 20 (11), 531 – 536.
- [35] FAYER, R., MORGAN, U., UPTON, J. (2000): Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection and identification. *Int. J. Parasitol.*, 30, 1305 - 1322.
- [36] FRANCE, M. (1995): Parasitism in sow reduces the efficacy of alimentation and favors piglets contamination. *Revue de Medicine Veterinaire*, 146 (8 – 9), 549 – 554.
- [37] GAASENBEEK, C. P. H. AND BORGSTEEDE, F. H. M. (1998): Studies on the survival of *Ascaris suum* eggs under laboratory and simulated field conditions. *Vet. Parasitol.*, 75, 227 – 234.
- [38] GAJADHAR, A. A., ALLEN, J. R. (2004): Factors contributing to the public health and economic importance of waterborne zoonotic parasites. *Vet. Parasitol.*, 126, 3 – 14.
- [39] GDOVIN, T. A KOL. (1970): Vnútorne choroby hovädzieho dobytku, oviec, kôz a ošípaných. *Príroda*, Bratislava, 627s.
- [40] GIBSON, C. J., HAAS, C. N. AND ROSE, J. B. (1998): Risk assesment of waterborne protozoa: current status and future trends. *Parasitology*, 117, S205 – 212.
- [41] GRACZYK, T. K. (2005): Is *Giardia* a living fossil? *Trends in Parasitology*, 21 (3), 104 – 107.
- [42] GREWAL, S.K., RAJEEV, S. SREEVATSAN, S., MICHEL, F.C. (2006): Persistence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* and other zoonotic

pathogens during simulated composting, manure packing, and liquid storage of dairy manure. *Appl. Environ. Microbiol.* 72 (1): 565-574.

[43] GRIFFIN, P.M., TAUXE, R.V. (1991): The epidemiology of infections caused by *Escherichia coli* O157:H7, other enterohemorrhagic *E. coli*, and the associated hemorrhagic uremic syndrome. *Epidemiol. Rev.* 13: 60-98.

[44] GUSELLE, N. J., APPELBEE, A. J., OLSON, M. E. (2003): Biology of *Cryptosporidium parvum* in pigs: from weaning to market. *Vet. Parasitol.*, 113, 7–18.

[45] HAAS, B., AHL, R., BÖHM, R., STRAUCH, D. (1995): Inactivation of viruses in liquid manure. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 14: 435-445.

[46] HABERKORN, A. (1996): Chemotherapy of human and animal coccidiosis: state and perspectives. *Parasitol. Res.*, 82, 193 – 199.

[47] HANČAROVÁ, D. (1980): Odkliz, manipulace a uskladnění hnoje skotu. Praha : Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. 32-33

[48] HAVLÍČEK, Z., MARADA, P., MAREČEK, J., KRČÁLOVÁ, E. (2007): Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovů hospodářských zvířat, 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 74 s. ISBN 978-80-7375-120-3

[49] HAUSMANN, H. A HÜLSMANN, N. (2003): Protozoologie. Academia, Praha, 347 s.

[50] HEINONEN-TANSKI, H., ANTOLA, S., WEPPLING, K. (2005a): Hydrated lime and Velox rapidly reduce enteric microorganisms in manure. In: Pilar Bernal, M., Moral, R., Clemente, R., Paredes, C. (Eds.), Sustainable Organic Waste Management for Environmental Protection and Food Safety. RAMRAN 2004, FAO and CSIC, vol. 2, pp. 33-36.

[51] HEINONEN-TANSKI, H., KIURU, T., RUUSKANEN, J., KORHONEN, K., KOIVUNEN, J., RUOKOJÄRVI, A. (2005b): Thermophilic aeration of cattle slurry with whey and/or jam wastes. *Bioresour. Technol.* 96: 247-252.

[52] HEINONEN-TANSKI, H., MOHAIBES, M., KARINEN, P., KOIVUNEN, J. (2006): Methods to reduce pathogen microorganisms in manure. *Livestock Science* 102: 248-255.

- [53] HEINONEN-TANSKI, H., NISKANEN, E.M., MIELONEN, M.M., RÄSÄNEN, H., VALTA, T., LEINONEN, P., RINNE, K., JOKI-TOKOLA, E. (1998): Aeration improves the hygiene of cattle slurry and the hygiene of grass forage and silage. *Acta Agric. Scand., B Soil Plant.* 48:212-221.
- [54] HEMSWORTH, P.H., COLEMAN, G.J. (1998): Human-Livestock Interactions. The Stockperson and the Productivity and Welfare of Intensively Farmed Animals. CAB International, Walingford, 287 p.
- [55] HESS, T.F., GRDZELISHVILI, I., SHENG, H.Q., HOVDE, C.J. (2004): Heat inactivation of *E. coli* during manure composting. *Compost Sci. Util.* 12: 314-322.
- [56] HEUVELINK, A.E., van HEERWAARDEN, C., ZWARTKRUIS-NAHUIS, J.T., van OOSTEOROM, R., EDINK, K., van DUYNHOVEN, Y.T., de BOER, E. (2002): *Escherichia coli* O157 infection associated with a petting zoo. *Epidemiol. Infect.* 129: 259-302.
- [57] HIMATHONGKHAM, S., BAHARI, S., RIEMANN, H., CLIVER, D. (1999): Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in cow manure slurry. *FEMS Microbiol. Lett.* 178 (2): 251-257.
- [58] HOLLEY, R.A., ARRUS, K.M., OMINSKI, K.H., TENUTA, M., BLANK, G. (2006): Salmonella survival in manure-treated soils during simulated seasonal temperature exposure. *J. Environ. Quality* 35: 1170-1180.
- [59] HOLOPAINEN, P., AIRAKSINEN, S., HEINONEN-TANSKI, H., HEISKANEN, M.L. (2002): Utilization of composted horse manure with peat bedding in greenhouse and field cultivation. In: Schmilevski, G., Rochefort, L. (Eds.) Peat in Horticulture. Quality and Environmental Challenges, pp. 154-160. A joined symposium of commissions II (Industrial utilization of peat and peatlands).
- [60] HUTCHISON, M. L., NICHOLSON, F.A., SMITH, K., KEEVIL, W.C., MOORE, T. (2000): A study of on-farm manure application to agricultural land and an assesment of the risk of pathogen transfer into the food chain. MAFF report FS2526. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, London, United Kingdom. (Online) <http://www.pathogens.org>.

- [61] HUTCHISON, M.L., WALTERS, L.D., MOORE, T., THOMAS, D.J., AVERY, S.M. (2005a): Fate of pathogens present in livestock wastes spread onto fescue plots. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 691-696.
- [62] HUTCHISON. M. L., WALTERS, L. D., MOORE, A., AVERY, S. M. (2005b): Declines of zoonotic agents in liquid livestock wastes stored in batches on-farm. *J. Appl. Microbiol.* 99:58-65.
- [63] CHAPMAN, P.J., CORNEL, J., GREEN, C. (2000): Infection with verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O 157 during a visit to an inner city open farm. *Epidemiol. Infect.* 125: 531-536.
- [64] CHROUST, K. (1998): Parazitární onemocnění prasat. *Farmář*, 9, 73 – 74.
- [65] CHROUST, K. A KOL. (1998): Veterinární protozoologie. Skripta VFU, Brno, 113 s.
- [66] CHROUSTOVÁ, E. (1979): Prevence helmintóz prasat. *Metodika ÚVTIZ*, č. 13, Praha, 18s.
- [67] JIANG, X.P., ISLAM, M., MORGAN, J., DOYLE, M.P. (2004): Fate of *Listeria monocytogenes* in bovine manure amended soil. *J. Food Protect.* 67:1676-1681.
- [68] JELÍNEK, A., DĚDINA, M., PLÍVA, P., (2010): Výroba plastického steliva pro skot. Výzkumný ústav zemědělské techniky, 10-13.
- [69] JELÍNEK, A., DĚDINA, M., (2008): Racionální zhodnocení separátu kejdy z chovu hospodářských zvířat. *Agritech Science*, 25-32.
- [70] JOACHIM, A. (2004): Human Cryptosporidiosis: An Update With Special Emphasis on the Situation in Europe. *J. Vet. Med. B* 51, 251 – 259.
- [71] JOACHIM, A., DÜLMER, N., DAUGSCHIES, A. (1999): Endoparasitenbefall in der Schweinemast bei unterschiedlichen Haltungssystemen. *DVG – Tagung, Parasitologie und parasitäre Krankheiten*, Hannover, 56 – 70.
- [72] JOACHIM, A., DÜLMER, N., DAUGSCHIES, A. AND ROEPSTORFF, A. (2001A): Occurrence of helminths in pig fattening units with different management systems in Northern Germany. *Vet. Parasitol.*, 96, 135 – 146.

- [73] JOACHIM, A., ECKERT, E., PETRY, F., BIALEK, R., DAUGSCHIES, A. (2003): Comparison of viability assays for *Cryptosporidium parvum* oocysts after disinfection. *Vet. Parasitol.*, 111, 47 – 57.
- [74] JOACHIM, A., ECKERT, E., PETRY, F., DAUGSCHIES, A. (2001B): Development of an *in vitro* viability assay for *Cryptosporidium parvum* oocysts. The 18th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Stresa, Italy, 11.
- [75] JOHANNESSEN, G.S., FROSETH, R.B., SOLEMDAL, L., JARP, J., WASTESON, Y., RORVIK, L.M. (2004): Influence of bovine manure as fertilizer on the bacteriological quality of organic Iceberg lettuce. *J. Appl. Microbiol.* 96: 787-794.
- [76] JÖRGENSEN, J.B. (1977): Survival of *Mycobacterium paratuberculosis* in slurry. *Nord. Vet. Med.* 29: 267– 270.
- [77] JURÁNKOVÁ, J. (2001): Giardióza (Giardiosis). Referát posluchačky FVHE VFU.
- [78] JURÁŠEK, V., DUBINSKÝ, P. A KOL. (1993): Veterinárná parazitológia. Príroda a.s., Bratislava, 382s.
- [79] JURIŠ, P., BREZA, M. (1988): Výskyt helmintóz ošípaných vo veľkochovoch východného Slovenska. *Veterinárství*, 38 (6), 267 – 270.
- [80] JURIŠ, P., TÓTH, F., LAUKOVÁ, A., PLACHÝ, P., DUBINSKÝ, P., SOKOL, J. (1996): Survival of model bacterial strains and helminth eggs in the course of mesophilic anaerobic digestion of pig slurry. *Ve. Med. – Czech*, 41, 149 – 153.
- [81] KOCH, K.M.A., EULER, B. (1984): Lime as a disinfectant for pig slurry contaminated Aujeszky's disease (pseudorabies) virus (ADV). *Agricultural. Wastes* 9: 289-297.
- [82] KOUDELA, B. (2000A): Kryptosporidie jako původci zoonotického onemocnění. *Veterinárství* (10), 408 – 409.
- [83] KOUDELA, B. (2000B): Střevní parazitózy prasat - jejich význam a možnosti tlumení. *Agroweb*, článek ze 4. 10. 2000

- [84] KOUDELA, B. A VÍTOVEC, J. (1998): Diagnostika kokcidiózy sajících selat. *Veterinářství*, 48, 470 - 471.
- [85] KOUDELA, B., RUSS, M. (2002): Trichuróza prasat. *Veterinářství*, 52 (1), 32–35.
- [86] KRAGLUND, H. O., ROEPSTORFF, A., GRONVOLD, J. (2001): The impact of season and vegetation on the survival and development of *Oesophagostomum dentatum* larvae in pasture plots. *Parasitology*, 123, 415 – 423.
- [87] KRISTULA, M.A., ROGERS, W., HOGAN, J.S., SABO, M. (2005): Comparison of bacteria population in clean and recycled sand used for bedding in dairy facilities. *J. Dairy Sci.* 88: 4317-4325.
- [88] KRUEGER, M., SCHROEDL, W., ISIK, K., LANGE, W., HAGEMAN, L. (2002): Effect of lactulose on the intestinal microflora of periparturient sows and their piglets. *Eur. J. Nutr.* 41 (Suppl. 1): 26-31.
- [89] KUDVA, I.K., BLANCH, K., HOVDE, C.J. (1998): Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine or bovine manure and manure slurry. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 3166-3174.
- [90] LARNEY, F.J., YANKE, L.J., MILLER, J.J., McALLISTER, T.A. (2003): Fate of Coliform Bacteria in Composted Beef Cattle Feedlot Manure. *J. Environ. Qual.* 32: 1508-1515.
- [91] LARSEN, M. N., ROEPSTORFF, A. (1999): Seasonal variation in development and survival of *Ascaris suum* and *Trichuris suis* eggs on pasture. *Parasitology*, 119, 209–220.
- [92] LEHMANN, CH. (2000): Parasitosen Teil 1: Parasiten erkennen und Strategien zur Bekämpfung. <http://www.pigpool.de/archiv/drucken.asp?Nummer=138>
- [93] LEINONEN, P., HEINONEN-TANSKI, H., RINNE, K. (1998): Nitrogen economy of cattle slurry aeration and spreading into grassland. *Acta Agric. Scand., B Soil Plant.* 48: 65-72.
- [94] LeJEUNE, j.T., KAUFFMAN, M.D. (2005): Effect sand and sawdust bedding materials on the fecal prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 in dairy cows. *Appl. Environ. Microbiol.* 71 (1): 326-330.

- [95] LIMANOVSKÝ, M. (1998): Ekonomické ztráty v chovu výkrmových prasat způsobené škrkavkou prasečí (*Ascaris suum*). *Farmář*, (7 – 8), 57.
- [96] LINDSAY, D. S., BLAGBURN, B. L. (1991): *Cryptosporidium parvum* Infections of Swine. *The Compendium, Food Animal*, 13 (5), 891 – 894.
- [97] LONG, P. L. A KOL. (1982): *The Biology of the Coccidia*.
- [98] LUKEŠOVÁ, D., ŽIŽLAVSKÝ, M., DRÁBEK, J. (1997): Parazitózy prasat – ekonomická závažnost a možnosti využití antiparazitik. *Náš chov*, 46 (6), 48 – 50.
- [99] LUND, E., NISSEN, B. (1983): The survival of enteroviruses in aerated and unaerated cattle and pig slurry. *Agric. Wastes* 7:221-233.
- [100] LUNG, A.J., LIN, C.M., KIM, J.M., MARSHALL, M.R., NORDSTEDT, R., THOMPSON, N.P., WEI, C.I. (2001): Destruction of *Escherichia coli* O157:H7 a *Salmonella Enteritidis* in cow manure composting. *J. Food Protect.* 64: 1309-1314.
- [101] MARTENS, W., FINK, A., PHILIP, W., WEBER, W., WINTER, D., BÖHM, R. (1998): Inactivation of viral and bacterial pathogens in large scale slurry treatment plants. In: Martinez, J. et al., (Eds.), *Proceedings from RAMIAN 98 8th Int. Conf. On Management Strategies for Organic Waste Use in Agriculture*, pp. 529-539.
- [102] MARTINEAU, G. P., DEL CASTILLO, J. (2000): Epidemiological, clinical and control investigations on field porcine coccidiosis: clinical, epidemiological and parasitological paradigms. *Parasitol. Res.*, 86, 834 – 837.
- [103] MASON, I.G., MOLLAH, M.S., ZHONG, M.F., MANDERSON, G.J. (2004): Composting high moisture content bovine manure using passive aeration. *Compost. Sci. Util.* 12: 249-267.
- [104] MEHLHORN, H., DÜWEL, D., RAETHER, W. (1993): *Diagnose und Therapie der Parasitosen von Haus-, Nutz- und Heimtieren*. Gustav Fischer Verlag, Jena, 529 s.
- [105] MEYER, C. UND SCHULZE-HORSEL, T. (2000A): *Entwurmungsstrategien in der Schweinehaltung*.
<http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tiergesundheit/sgd/entwurmung-schweine.htm>

[106] MEYER, C. UND SCHULZE-HORSEL, T. (2000B): Magen-darmerkrankungen - bei den Krankheitsursachen ganz vorn.

<http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tiergesundheit/sgd/magendarm.htm>

[107] MILLER, J.J., BEASLEY, B.W., YANKE, L.J., LARNEY, F.J., McALLISTER, T.A., OLSON, B.M., SELINGER, L.B., CHANASYK, D.S., HASSELBACK, P. (2003): Bedding and Seasonal Effects on Chemical and Bacterial Properties of Feedlot Cattle Manure. *J. Environ. Qual.* 32: 1887-1894.

[108] MILNE, L.M., PLOM, A., STRUDLEY, I., PRITCHARD, G.C., CROOKS, R., HALL, M., DUCKWORTH, G., SENG, C., SUSMAN, M.D., KEARNEY, J., WIGGINS, R.J., MOUSDALE, M., CHEASTY, T., WILLSHAW, G.A. (1999): *Escherichia coli* O 157 incident associated with a farm open to members of the public. *Commun. Dis. Public Health* 2: 22-26.

[109] MONTEITH, H.D., SHANNON, E.E., DERBYSHIRE, J.B. (1986): The inactivation of bovine enterovirus and a bovine parvovirus in cattle manure by anaerobic digestion, heat treatment, gamma irradiation, ensilage and composting. *J. Hygiene* 97: 157-184.

[110] MORRIS, R. (1993): Reduction of microbial levels in sewage effluents using chlorine and peracetic acid disinfectants. *Water Sci. Technol.* 27: 387-393.

[111] MOTE, C.R., EMERTON, B.L., ALLISON, J.S., DOWLEN, H.H., OLIVER, S.P. (1988): Survival of coliform bacteria in static compost piles of dairy waste solids intended for freestall bedding. *J. Dairy Sci.* 71:1676-1681.

[112] MOUSSAVOU-BOUSSOUGOU, M. N., DORNY, P. CABARET, J. (2005): Very low helminth infection in sheep grazed on pastures fertilised by sewage sludge or cattle slurry. *Vet. Parasitol.*, 131, 35 – 70.

[113] MUKHERJEE, A., SPEH, D., DYCK, E., DIEZ-GONZALES, F. (2004): Preharvest evaluation of coliforms *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli*

O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers. *J. Food Prot.* 67: 894-900.

[114] NANSEN, P. A ROEPSTORFF, A. (1999): Parasitic helminths of the pig: factors influencing transmission and infection levels. *Int. J. Parasitol.*, 29 (6), 877 – 891.

[115] NÁPRAVNÍK, J. (1989): Závažnost výskytu enterohelminťů prasat v šlechtitelských velkokapacitních chovech. Sborník referátů přednesených na celostátní vědecké konferenci „Parazitózy hospodářských zvířat“ v Českých Budějovicích, 156-161.

[116] NÁPRAVNÍK, J., ZAJÍČEK, D. (1993): Tlumení parazitóz v chovech prasat. *Metodika ÚZPI*, č. 18, Praha, 28s.

[117] NEJSUM, P., PARKER, E. D., FRYDENBERG, J., ROEPSTORFF, A., BOES, J., HAQUE, R., ASTRUP, I., PRAG, J., SORENSEN, U. B. S. (2005): Ascariasis is a zoonosis in Denmark. *J. of Clin. Microb.*, 43 (3), 1142 – 1148.

[118] NICHOLSON, F.A., GROVES, S.J., CHAMBERS, B.J. (2005): Pathogen survival during livestock manure storage and following land application. *Bioresource Technology* 96: 135-143.

[119] NOVÁK, B., (1997): Základní faktory metanogeneze při výrobě bioplynu ze statkových hnojiv. *Academia*, Praha, 33-34.

[120] NOVÁK, P., VOKRALOVÁ, J., TREML, F., VLASKOVÁ, S., SLEGEROVÁ, S., TOFANT, A., VUCEMILO, M., (2010): Study of the Hygienic Effect of Separated Cow Liquid Manure Used as Bedding. Sborník mezinárodní vědecké conference. 9-14.

[121] O' DONOGHUE, P. J. (1995): *Cryptosporidium* and cryptosporidiosis in man and animals. *Int. J. Parasitol.*, 25, 139 - 195.

[122] OLSEN, J. E. AND NANSEN, P. (1987): Inactivation of some parasites by anaerobic digestion of cattle slurry. *Biological Wastes*, 22, 107 – 114.

[123] OLSEN, J.E., JÖRGENSEN, J.B., NANSEN, P. (1985): On the reduction of *Mycobacterium paratuberculosis* in bovine slurry subjected to batch mesophilic or thermophilic anaerobic digestion. *Agric. Wastes* 13:273-280

- [124] OLSON, M. E., THORLAKSON, C. L., DESELLIERS, L., MORCK, D. W., MC ALLISTER, T. A. (1997): *Giardia* and *Cryptosporidium* in Canadian farm animals. *Vet. Parasitol.*, 68 (4), 375 - 381.
- [125] ONDRAŠOVIČ, M., ONDRAŠOVIČOVÁ, O., VARGOVÁ, M., KOČIŠOVÁ, A. (1997): Environmental problem in veterinary practice. Data Help Košice.
- [126] PARK, G.W., GONZALES, F.D. (2003): Utilization of carbonate and ammonia-based treatments to eliminate *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium* DT104 from cattle manure. *J. Appl. Microbiol.* 94: 675-685.
- [127] PAVLÁSEK, I. (1997): Výskyt *Cryptosporidium parvum* u odstavených selat. *Náš chov*, 46, 23 - 24.
- [128] PAVLÁSEK, I. (2006): Kokcidie u telat. *Náš chov*, 10, 49 – 53.
- [129] PAYNE, C.J., PETROVIC, M., ROBERTS, R.J., PAUL, A., LINNANE, E., WALKER, M., KIRBY, D., BURGESS, A., SMITH, R.M., CHEASTY, T., WILLSHAW, G., SALMON, R.L. (2003): Vero cytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 gastroenteritis in farm visitors, North Wales. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 526-530.
- [130] PELL, A.N. (1997): Manure and microbes: public and animal health problem? *J. Dairy Sci.* 80: 2673-2681.
- [131] PERMIN, A., YELIFARI, L., BLOCH, P., STEENHARD, N., HANSEN, N. P., NANSEN, P. (1999): Parasites in cross-bred pigs in the Upper East Region of Ghana. *Vet. Parasitol.*, 87, 63 – 71.
- [132] PERSSON, L. (1973): Destruction of parasites in liquid cattle manure by aeration using the Lincom systém. *Zbl. Vet. Med. B*, 20, 289 – 303.
- [133] PERSSON, L. (1974): The bionomics of parasite eggs and larvae in manure, soil and fodder; a literature review. *Nor. Vet. Med.*, 26, 1 – 24.
- [134] PESARO, F., SORG, I. METZLER, A. (1995): In situ inactivation animal viruses and coliphage in non-aerated liquid and semiliquid animal wastes. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 92-97.
- [135] PLACHA, I., VENGLOVSKY, J., SASAKOVA, N. SVOBODA, I.P. (2001): The effect of summer and winter seasons on the survival of *Salmonella typhimurium* and indicator microorganisms during the storage of solid fraction of pig slurry.

- [136] PLEWS, P.I., BROMEL, M.C., SCHIPPER, I.A. (1984): Characterization of the coliform and enteric bacilli in the environment of calves with colibacillosis. *Appl. Environ. Microbiol.* 49: 949-954.
- [137] PLYM-FORSHELL, L. (1995): Survival of *Salmonellas* and *Ascaris suum* Eggs in a Thermophilic Biogas Plant. *Acta Vet. Scand.*, 36, 79 – 85.
- [138] POLLMEIER, M. (2000): Biologie und Behandlung von *Ascaris suis* (Spulwurm des Schweines). *Pig Journal*, 40. <http://www.pigpool.de/archiv/drucken.asp?Nummer=125>
- [139] PRITCHARD, G.C., WILLSHAW, G.A., BAILEY, J.R., CARSON, T., CHEASTY, T. (2000): Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 on a farm open to the public outbreak investigation and longitudinal bacteriological study. *Vet. Rec.* 147: 259-264.
- [140] PŘIKRYL, M., A KOL. (1997): Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Praha: Tempo Press, 1997
- [141] QUÍLEZ, J., ARES–MAZAS, E., SANCHEZ–ACEDO, C., DEL CACHO, E., CLAVEL, A., CAUSAPÉ, A. C. (1996): Comparison of oocyst shedding and the serum immune response to *Cryptosporidium parvum* in cattle and pigs. *Parasitol. Res.*, 82, 529–534.
- [142] RESCH, J. (2002): Müssen wir mit dem Spulwurm (*Ascaris suum*) leben? DVG – Tagung, Bekämpfung und Epidemiologie von Parasitosen, 26.
- [143] RICHTER, R., HLUŠEK, J., RYANT, P., LOŠÁK, T., (2002): Organická hnojiva a jejich postavení v zemědělské praxi. *Úroda* 50, 9-12
- [144] RIMHANEN-FINNE, R, VUORINEN, A., MARMO, S., MALMBERG, S. AND HÄNNINEN M.-L. (2004): Comparative analysis of *Cryptosporidium*, *Giardia* and indicator bacteria during sewage sludge hygienization in various composting processes. *Applied Microbiol.*, 38, 301 – 305.

- [145] ROEPSTORFF, A., NANSEN, P. (1994): Epidemiology and control of helminth infections in pigs under intensive and non-intensive production systems. *Vet. Parasitol.*, 54, 69 – 85.
- [146] ROEPSTORFF, A., NILSSON, O., OKSANEN, A., GJERDE, B., RICHTER, S. H., ÖRTENBERG, E., CHRISTENSSON, D., MARTINSSON, K. B., BARLETT, P. C., NANSEN, P., ERIKSEN, L., HELLE, O., NIKANDER, S., LARSEN, K. (1998): Intestinal parasites in swine in the Nordic countries: prevalence and geographical distribution. *Vet. Parasitol.*, 76, 305 - 319.
- [147] ROCHELLE, P. A., UPTON, S. J., MONTELONE, B. A. AND WOODS, K. (2005): The response of *Cryptosporidium parvum* to UV light. *Trends in Parasitology*, 21 (2), 81 – 87.
- [148] ROMMEL, M., ECKERT, J., KUTZER, E., KÖRTING, W., SCHNEIDER, T. (2000): Veterinärmedizinische Parasitologie. 5. vollständig neubearbeitete Auflage. Parey Buchverlag Berlin, 915s.
- [149] RYŠAVÝ, B. A KOL. (1988): Základy parazitologie. SPN, Praha, 215 s.
- [150] RYTINA, L. (2005): Sele a běhoun: klíč k ekonomice. *Zemědělec*, 26, 34.
- [151] SALANITRO, J.P., BLAKE, I.G., MUIRHEAD, P.A. (1977): Izolation and identification of fecal bacteria from adult swine. *Appl. Environ.* 33: 79-84.
- [152] SHELEF, L.A., ADDALA, L. (1994): Inhibition of *Listeria monocytogenes* and other bacteria by sodium diacetate. *J. Food Safety* 14: 103-115.
- [153] SCHEURMAN, P.R., FARRAH, S.R., BITTON, G. (1991): Laboratory studies of virus survival during aerobic and anaerobic digestion of sewage sludge. *Water Research* 25: 241-245.
- [154] SCHLEIFF, G., DORN, W. (1997): Hygienic-bacteriologic evaluation of methods for production of dry poultry feces manure. *Zentralbl. Hyg. Umweltmed.* 199:475-495.
- [155] SIPILÄ, I. (1998): Kuivalannan käyttökniikka. Cost – effective and Environmentally Friendly Manure Management: The Final Report of the Programme for Manure Research in 1995-1997, pp. 89-107.
- [156] SPREHN, C. E. W. (1957): Helminthen und Helminthiasen des schweines. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 173s.

- [157] STOKKA, G. L. (1996): Coccidiosis. Kansas State University, Manhattan. 1 - 2.
- [158] STRAUCH, D., BALLARINI, G. (1994): Hygienic aspects of the production and agricultural use of animal wastes. *J. Vet. Med. Ser. B – Infect. Dis. Vet. Public Health* 41: 176-228.
- [159] STRAW, B. E. (1991): Controlling Internal Parasites in Swine. University of Nebraska. <http://ianrpubs.unl.edu/swine/g1049.htm>
- [160] ŠATRÁN, P. (2005): Veterinární aspekty chovu prasat. Sborník referátů z celostátní konference „Aktuální problémy chovu prasat – Sele a běhoun, klíčový faktor ekonomiky chovu prasat.” 97 – 100.
- [161] ŠOCH, M., BROUČEK, J., ZELENKA, J., LENDELOVÁ, J., VOSTOUPAL, B., ŠŤASTNÁ, J., PÍSEK, L., PÁLKA, V., ZAJÍČEK, P., KOZLOVÁ, P., NOVÁK, P., TRÁVNÍČEK, J., UHRINČAŤ, M., CEMPÍRKOVÁ, R., MIHINA, Š. (2009): Vliv podestýlky ze separované kejdy na pohodu a užitkovost krav. Česko-slovenská spolupráce, projekt Kontakt MEB 080816. Inovační podnikání & transfer technologií, příloha VI, ročník XVII, č. 1, 2 s.
- [162] ŠOCH, M., ŠŤASTNÁ, J., VOSTOUPAL, B., JELÍNEK, A. (2008): Vliv podestýlky ze separované hovězí kejdy na čistotu povrchu těla dojníc. *Náš chov*, 64 – 66.
- [163] ŠOCH, M., VOSTOUPAL, B., LANDOVÁ, L., NOVÁK, P., PÍSEK, L. (2007): Zoohygiena a welfare při použití separované kejdy. *Náš chov*, 36 – 37. ISSN 0027-8068.
- [164] ŠŤASTNÁ, J., ŠOCH, M., PÁLKA, V., RAABOVÁ, M., TEJML, P., HANUSOVÁ, L., FRELICH, J. (2010): Incidence of selected health problems by dairy cows stabled on plastic litter in years 2006–2009. *Veterinářství*, 44 - 45.
- [165] THARALDSEN, J., HELLE, O. (1989): Survival of parasite eggs in livestock slurry utilized for compost heat. *Acta Agric. Scand.*, 39, 381 – 387.
- [166] THOMPSON, R. C. A. AND CHALMERS, R. M. (2002): *Cryptosporidium*: from molecules to disease. *Trends in Parasitology*, 18 (3), 98 – 100.
- [167] TINGUIA, S.M., WAN, J.H.C., TAM, N.F.Y. (2002): Microbial population dynamics and enzyme activities during composting. *Compost. Sci. Util.* 10: 150-161.

- [168] TOFANT, A., VUČEMILO, M., PAVIČIČ, Ž., MILIČ, D. (2006): The hydrogen peroxide, as a potentially useful slurry disinfectant. *Livestock Sci.* 102: 243-247.
- [169] TURNER, C. (2002): The thermal inactivation of *E. coli* in straw and pig manure. *Bioresour. Technol.* 84: 57-61.
- [170] TURNER, C., BURTON, C.H. (1997): The inactivation of viruses in pig slurries: A review. *Bioresour. Technol.* 61: 9-20.
- [171] TURNER, C., WILLIAMS, S.M., CUMBY, T.R. (2000): The inactivation of foot and mouth disease, Aujeszki's disease and classical swine fever viruses in pig slurry. *J. Appl. Microbiol.* 89: 760-767.
- [172] VAN DYNE, G. N., HAUG, P. T. (1968): Variables affecting in vitro rumen fermentation studies in forage evaluation: an annotated bibliography. Oak Ridge National Laboratory, operated by Union Carbide Corp., for the U.S. Atomic Energy Commission. 73 pp.
- [173] VARMA, J.K., GREENE, K.D., RELLER, M.E., De LONG, S.M., TROTTIER, S.F., NOWICKI, S.F., DiORIO, M., KOCH, E.M., BANNERMAN, T.L., YORK, S.T., LAMBERT-FAIR, M.A., WELLS, J.G., MEAD, P.S. (2003): An outbreak of *Escherichia coli* O 157 infection following exposure to a contaminated building. *JAMA* 290: 2709-2712.
- [174] VERGARA, H., OTTO, G. (2002): Erfahrungen bei der Spulwurmbekämpfung in einer Schweinemastanlage. DVG – Tagung, Bekämpfung und Epidemiologie von Parasitosen, 24.
- [175] VÍTOVEC, J., KOUDELA, B., KUDWEIS, M. (1990): Endoparaziti významných hospodářských zvířat a jejich patogenita. Parazité ve velkochovech a možnosti prevence. Závěrečná zpráva, České Budějovice.
- [176] WANG, G., ZHAO, T., DOYLE, P. (1996): Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in bovine feces. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:2567-2570.
- [177] WATABE, M., RAO, J.R., STEWART, T.A., XU, J., MILLAR, B.C. XIAO, L., LOWERY, C.J., DOOLEY, J.S.G., MOORE, J.E. (2003): Prevalence of bacterial faecal pathogens in separated and unseparated stored pig slurry. *Letters in Applied Microbiology* 36: 208-212.

- [178] WEIR, E. (2001): The cryptic nature of cryptosporidiosis. *CMAJ*, 164 (12), 1743.
- [179] WENG, Y. B., HU, Y. J., LI, Y., LI, B. S., LIN, R. Q., XIE, D. H., GASSER, R. B. ZHU, X. Q. (2005): Survey of intestinal parasites in pigs from intensive farms in Guangdong Province, People`s Republic of China. *Vet. Parasitol.*, 127, 333 – 336.
- [180] WHITMORE, T. N. AND ROBERTSON, L. J. (1995): The effect of sewage sludge treatment processes on oocysts of *Cryptosporidium parvum*. *J. Appl. Bacteriology*, 78, 34 – 38.
- [181] ZAJÍČEK, D., BISCHOFOVÁ, N., BENDA, I. (1980): Přežívání parazitárních zárodků ve skladovaném tekutém hnoji. *Veterinární medicína*, 25 (4), 213 – 222.
- [182] ZAVADIL, R. (1960): Ekonomicky závažné parazitózy mladých prasat. *Veterinární medicína*, 5 (7-8), 563 – 568.

8 Seznam tabulek a grafů

TABULKA 1: ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI KEJDY.....	14
TABULKA 2: PRŮMĚRNÁ DENNÍ A ROČNÍ PRODUKCE KEJDY DLE DRUHŮ ZVÍŘAT (KG/TDJ) 14	
TABULKA 3: OBSAH A PRODUKCE ŽIVIN V KEJDĚ HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT.....	14
TABULKA 4: PRŮMĚRNÝ OBSAH ŽIVIN V KEJDĚ V % ČERSTVÉ HMOTY.....	15
TABULKA 5: KVALITA A MNOŽSTVÍ VYPRODUKOVANÉHO BIOPLYNU.....	20
TABULKA 6: ZÁKLADNÍ ÚDAJE O EXPERIMENTÁLNÍM ZEMĚDĚLSKÉM DRUŽSTVU	63
TABULKA 7: ZÁKLADNÍ ÚDAJE O POKUSNÉ STÁJI.....	64
TABULKA 8: ZÁKLADNÍ ÚDAJE O KONTROLNÍ STÁJI.....	64
TABULKA 9: VÝSLEDKY MIKROBIOLOGICKÉHO VYŠETŘENÍ SEPAROVANÉ HOVĚZÍ KEJDY A TEPELNĚ UPRAVENÉ SEPAROVANÉ HOVĚZÍ KEJDY (KTJ. G-1).....	72
TABULKA 10: VÝSLEDKY POKUSU OPAKOVANÉHO TERMICKÉHO PŮSOBENÍ NA SEPAROVANOU KEJDU.....	73
TABULKA 11: VÝSKYT PARAZITŮ V SEPAROVANÉ KEJDĚ.....	78
TABULKA 12: PRŮMĚRNÉ VÝSLEDKY Z ANALÝZY KRVE DOJNIC.....	79
TABULKA 13: PRŮMĚRNÉ VÝSLEDKY Z ANALÝZY KRVE DOJNIC (MINERÁLNÍ PROFIL).....	80
TABULKA 14: PRŮMĚRNÉ VÝSLEDKY Z ANALÝZA MOČI DOJNIC.....	80

TABULKA 15: SUMARIZACE DYNAMIKY INCIDENCE ORGÁNOVÝCH ONEMOCNĚNÍ V EXPERIMENTÁLNÍ STÁJI V LETECH 2007 - 2010 (ÚDAJE POCHÁZEJÍCÍ VÝHRADNĚ Z MÍSTNÍCH ZDROJŮ NA EXPERIMENTÁLNÍ FARMĚ).....	81
TABULKA 16: PRŮMĚRNÉ ZNEČIŠTĚNÍ TĚL DOJNIC.....	83
TABULKA 17: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	86
TABULKA 18: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	86
TABULKA 19: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	87
TABULKA 20: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	87
TABULKA 21: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	87
TABULKA 22: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	88
TABULKA 23: VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ MIKROKLIMATU.....	88
TABULKA 24: MĚRNÉ VÝROBNÍ EMISE ZÁTĚŽOVÝCH PLYNŮ - STÁJ PODESTLANÁ PLASTICKÝM STELIVEM.....	92
TABULKA 25: MĚRNÉ VÝROBNÍ EMISE ZÁTĚŽOVÝCH PLYNŮ - STÁJE PODESTLANÁ SLÁMOU 92	
TABULKA 26: KVALITATIVNÍ ROZBOR MLÉKA V POKUSNÉ STÁJI VKK V ROCE 2007.....	93
TABULKA 27: KVALITATIVNÍ ROZBOR MLÉKA V POKUSNÉ STÁJI VKK V ROCE 2008.....	93
TABULKA 28: KVALITATIVNÍ ROZBOR MLÉKA NA FARMĚ PETROVICE PŘED ZAHÁJENÍM EXPERIMENTU	95
TABULKA 29: PRŮMĚRNÉ NÁKLADY NA VÝROBU 1 TUNY PLASTICKÉHO STELIVA ZA OBDOBÍ 2009-2010.....	96
GRAF 1: POČET KOLIFORMNÍCH ORGANIZMŮ V NEOŠETŘENÉ A TEPELNĚ OŠETŘENÉ SEPAROVANÉ KEJDĚ.....	74
GRAF 2: POČET ENTEROKOKŮ V NEOŠETŘENÉ A TEPELNĚ OŠETŘENÉ SEPAROVANÉ KEJDĚ 74	
GRAF 3: POČET CLOSTRIDIUM SPP. V NEOŠETŘENÉ A TEPELNĚ OŠETŘENÉ SEPAROVANÉ KEJDĚ 75	
GRAF 4: POČET PLÍSNÍ A KVASINEK V NEOŠETŘENÉ A TEPELNĚ OŠETŘENÉ SEPAROVANÉ KEJDĚ 76	

GRAF 5: POČET CPM V NEOŠETŘENÉ A TEPELNĚ OŠETŘENÉ SEPAROVANÉ KEJDĚ.....	77
GRAF 6: KONCENTRACE AMONIAKU VE STÁJI PODESTLANÉ PLASTICKÝM STELIVEM.....	89
GRAF 7: KONCENTRACE AMONIAKU VE STÁJI SE SLAMNATOU PODESTÝLKOU.....	90
GRAF 8: KONCENTRACE METANU VE STÁJI PODESTLANÉ PLASTICKÝM STELIVEM.....	90
GRAF 9: KONCENTRACE METANU VE STÁJI SE SLAMNATOU PODESTÝLKOU.....	91