

KEJDA A KEJDOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Úvod do problematiky

V posledních letech je zaměřen zájem veřejnosti na problematiku týkající se negativního působení zemědělství na přírodu. Příčiny je nutno hledat v technologii, struktuře zemědělské výroby a v nekázní při práci s přírodními zdroji. Vzhledem k tomu, že aspekty životního prostředí jsou a budou v zemědělské politice stále důležitější, a to jak u nás tak i v zemích EU, je důležité, aby chovatelé a producenti věnovali výraznou pozornost těmto problémům, neboť se jedná o jeden z významných předpokladů limitujících další rozvoj celého odvětví.

Proto je nezbytně nutné urychleně likvidovat či minimalizovat:

- jednotlivé zdroje znečištění životního prostředí, zvláště vodních zdrojů intenzivní výstavbou čistíren odpadních vod a racionálním omezením průmyslové výroby,
- plošné zdroje znečištění optimalizací, resp. omezením aplikovaných hnojiv, herbicidů, popř. snížením hustoty chovaných hospodářských zvířat na 1 ha orné půdy a snižováním emisí dusíku do ovzduší.

Odpady ze živočišné výroby se značnou měrou podílejí na celkové produkci zemědělských odpadů, které svojí výší 48 miliónů tun za rok představují po průmyslu druhý největší zdroj odpadů.

Pokud jde speciálně o vliv chovu prasat, je možné ve vztahu k ochraně životního prostředí a vod nalézt mnoho společného s průmyslovými zdroji znečištění. Jde o podobný výskyt bodových zdrojů s vysokou koncentrací znečištění i analogické možnosti jejich likvidace. Obecným principem je zde stejně jako u průmyslových zdrojů, princip prevence, což v praxi znamená přednostní orientaci na používání takových technologických postupů, které potenciální pevné či kapalné odpady transformují do kategorie druhotných surovin.

Co se týče chovu prasat, se zvyšováním koncentrací zvířat vyvstává díky používaným velkovýrobním technologiím problém:

- s nadprodukcí organických odpadů, tedy prasečí kejdy,
- s vhodnou aplikací či „likvidací“ kejdy prasat.

Na problematiku produkce a využití kejdy prasat, existují různé názory a pohledy. Lze konstatovat, že dosud nebyla přijatelně vyřešena, a to nejen u nás, ale i ve světě. Je to dáno i tím, že kejda je v ČR zařazena mezi zemědělské odpady, které je nutno likvidovat (§ 2 Zákona č.238/1991 Sb.).

Existuje tedy paradox, kdy na jedné straně je kejda považována za odpad, na druhé straně je řazena mezi organická hnojiva mající svůj biologický, energetický a ekonomický potenciál, jež je nutno využít. Kejda totiž představuje komplexní, organominerální hnojivo s vysokou hnojivou účinností, srovnatelnou s chlévským hnojem.

V zemědělsky vyspělých státech je bezstelivové ustájení s výkalovou koncovkou a následným hnojivářským využitím kejdy z důvodů ekonomické efektivnosti, kultury a hygieny práce, považováno za nejvýhodnější. Ve srovnání se stelivovými provozy jsou bezstelivové stáje provozně o 30 - 40 % levnější.

V českém zemědělství, v rozporu s celosvětovým trendem, nastal v posledních letech objektivně nezdůvodnitelný odklon od bezstelivového ustájení, který přetrvává dodnes.

Za hlavní příčiny odklonu od bezstelivových stájí lze považovat:

- nesprávná lokalizace bezstelivových provozů bez vazby na půdu a nerespektování jejich specifických podmínek,
- vysoká produkce málo kvalitní kejdy nadměrně zředěné vodou,
- nedořešené systémy podroštového odkluzu kejdy,
- nedostatečné skladovací kapacity,
- možná přítomnost těžkých kovů.

Je třeba však zdůraznit, že uvedené problémy a potíže lze odstranit a vytvořit tak potřebný komplex podmínek pro racionální využití kejdy prasat. Jedná se o komplex podmínek:

- technologických = systémy zpracování kejdy, skladovací prostory, systémy ustájení, ap.
- organizačních = kvalita, doba a způsob aplikace kejdy, minimální, resp. maximální koncentrace zvířat na 1 ha orné půdy, ap.
- legislativních = Zákon o vodním hospodářství, Zákon o hnojivech a hnojení. PGRLE, mezinárodní dohody, ap.
- personálních = kvalitní a zodpovědná práce, know-how, ap.

Charakteristika kejdy a její produkce

Kejda je částečně zkvašená směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat a zbytků krmiv s určitým podílem technologické vody.

U kvalitní prasečí kejdy by obsah sušiny neměl poklesnout pod 6 %. Nejčastější příčinou špatné kvality kejdy je pokles sušiny až na hodnotu 3,8 - 2,4 %, což způsobuje většinou nekázeň pracovníků.

V současné době se v ČR ročně produkuje 9 milionů tun kejdy. Z tohoto množství představuje kejda prasat přibližně 50%, skotu 45% a drůbeže 5%.

U prasat lze konstatovat, že 1 prase vyprodukuje celkem exkrementů v objemu 3 - 4 lidí.

Denní produkce a kvalita prasečí kejdy je různá a závisí především na:

- dodržování technologické kázně (obsah vody),
- věku a hmotnosti (kategorii) prasat,
- způsobu odklizu výkalů,
- technice a technologii krmení,
- ztrátách při skladování, ap.

Průměrná denní a roční produkce kejdy dle druhů zvířat (kg /t/DJ)

Druh hosp.zvířete	Denní produkce (kg)	Roční produkce (t)
Skot	50	18 - 22
Telata	65	24
Prasata	40 - 70	15 - 26
Drůbež	50 - 100	18 - 36

Produkce exkrementů prasat

Kategorie prasat	Fyziol. produkce (kg / ks a den)	Skutečná produkce (kg / ks a den)	Sušina (kg / ks a den)
Prasnice (150 kg)	8,33	14,0	1,0
Prasnice kojící 9 selat	14,40	24,0	1,7
Selata (5 - 15 kg)	1,00	3,0	0,15
Selata (15 - 30 kg)	1,90	4,1	0,25
Prasata (30 - 115 kg)	4,54	8,5	0,50
Prasničky-odchov	4,54	9,5	0,55
Kanci	11,50	18,5	1,30

Lze počítat, že na 1000 kg živé hmotnosti prasat se vyprodukuje za den:

- ve výkrmu 120 - 130 l kejdy,
- v plemenném chovu 250 - 280 l kejdy.

Obsah a produkce živin v kejďe hospodářských zvířat.

Druh kejdy	Roční (t) produkce	Sušina (%)	Organická hmota (%)	Dusík (%) celkový	Dusík (%) stravitelný	Fosfor (%)	Draslík (%)
Skot (1 ks)	23	7,5 - 8,5	5,5	4,7	2,7	0,6	4,4
Prasata(10 ks)	21	6,5 - 7,5	6,0	6,3	4,4	1,5	2,9
Drůbež(100 ks)	10	13,7-15,0	10,5	5,4	3,5	2,6	2,5

Uvedené živiny v kejďe jsou pro rostliny snadno přístupné. Dusík je z 50 - 60% obsažen v anorganické formě (10% je v nitrátové formě, zbytek ve formě organické), fosfor je vázán v organické hmotě a draslík je obsažen hlavně v moči.

Z hlediska agrochemické charakteristiky kejdy je nutno poznamenat, že o vysoké hnojivé hodnotě rozhoduje poměr C:N, který se pohybuje v rozmezí 4-8 : 1. Tento poměr pak má vliv na o:

- rychlost přeměny organických látek v půdě,
- rychlost uvolňování N z organických vazeb,
- rychlost mineralizace půdní organické hmoty,
- odolnost organických látek proti mikrobiálnímu rozkladu,
- využití energie kejdy k množení mikroorganismů.

Vzhledem k tomu, že kejda prasat má úzký poměr C:N (relativní nadbytek N), může při nezabezpečené vyrovnané bilanci organického hnojení docházet v půdě k:

- intenzivní mineralizaci půdní organické hmoty,
- úbytku organické hmoty v půdě,
- luxusní výživě rostlin N,
- kontaminaci podzemních vod,

- amonizaci či nitrifikaci amoniaku dle schématu.

Z těchto důvodů je při aplikaci prasečí kejdy nutné dbát na zabezpečenou vyrovnanou bilanci organického hnojení (aplikace rostlin s širokým poměrem C:N, jako zaorávka slámy, kukuřice, řepky, ap.).

Správně vyrobená a ošetřená kejda představuje významný zdroj organických látek, živin, bakterií a látek stimulační povahy ze skupiny heteroauxinů, které při správné aplikaci zvyšují půdní úrodnost a představují značnou finanční úsporu.

Přehled průměrných obsahů čistých živin v kejdě prasat v závislosti na sušině

Procento sušiny	Procento čistých živin			Celkem kg čistých živin na 1 t kejdy		
	N	P	K	N	P	K
3	0,24	0,050	0,108	2,4	0,50	1,08
3,5	0,28	0,060	0,125	2,8	0,60	1,25
4	0,32	0,067	0,144	3,2	0,67	1,44
4,5	0,36	0,076	0,162	3,6	0,76	1,62
5	0,40	0,086	0,180	4,0	0,85	1,80
5,5	0,44	0,093	0,200	4,4	0,93	2,00
6	0,48	0,100	0,215	4,8	1,00	2,16
6,5	0,52	0,110	0,235	5,2	1,10	2,34
7	0,56	0,120	0,250	5,6	1,20	2,50
7,5	0,60	0,127	0,270	6,0	1,27	2,70

Technologie zpracování a ošetření kejdy

Kejda je svým původem a složením určena ke hnojení. Zúrodňuje půdu a zvyšuje její produktivnost, a to v kombinaci se slámou, zeleným hnojením či v trojkombinaci těchto hnojiv.

U bezstelivových stáji s kejdovou koncovkou, je technologie hnojení nejlépe propracovaným a ověřeným způsobem využití kejdy v zemědělství. Z důvodu špatného řešení kejdových koncovek řady provozů a v důsledku špatné techniky aplikace kejdy na pole jsou vypracovány i jiné způsoby zpracování a využití kejdy, které rovněž sledují:

- hnojivářské využití kejdy,
- hygienická hlediska její aplikace,
- nepoškození životního prostředí.

Přehled postupů ošetření a zpracování prasečí kejdy:

Zpracování kejdy bez předchozí úpravy:

1. Hnojivářské využití.
2. Biologické rekultivace a hnojení výsypek z dolů a složišť popele.
3. Přímá aplikace kejdy v topolobezových plantážích.
4. Výroba a využití žampionového substrátu z kejdy prasat.
5. Anaerobní metanové vyhnívání kejdy s výrobou bioplynu.
6. Krmivářské využití kejdy.
7. Kompostování kejdy.
8. Aerobní termofilní stabilizace kejdy (tekuté kompostování).
9. Výroba hnoje z kejdy a slámy.

Zpracování kejdy s předchozí úpravou:

1. Aerobní čistírenské zpracování kejdy.
2. Využití kejdy ke hnojivé zálivce po předchozí separaci tuhé frakce.

Zpracování kejdy bez předchozí úpravy

1. Hnojivářské využití kejdy

Jedná se o přímé hnojivářské využití kejdy, které u nás představuje nejlépe propracovaný, provozně ověřený a ekonomicky nejefektivnější způsob využití prasečí kejdy k hnojení polních plodin a trvalých travnatých porostů.

Pro tento systém je rozhodující:

- kvalita kejdy,
- manipulační technika,
- její množství,

- aplikační technika,
- skladovací kapacity,
- kvalita práce obsluhy,
- homogenizace kejdy,
- systém organického hnojení.

U tohoto systému využití kejdy je nutno dodržet následující opatření:

1. Produkovat kvalitní prasečí kejdu s normativní sušinou 6,8 % (7,8 % u skotu). Je nutné omezit ředění kejdy tzv. technologickou vodou, jejíž obsah by neměl překročit 25% objemu produkované kejdy.
2. Vyprodukovanou kejdu skladovat minimálně 3 - 4 měsíce. Optimální doba jejího skladování je však 6 měsíců, což umožňuje nevyvážet kejdu na pole v zimním období, a aplikovat kejdu dva krát za rok, tedy v období březen-duben a říjen-listopad.

Při dostatečně dlouhé době skladování a zrání kejdy dochází:

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

Tyto požadované procesy lze v nádržích na uskladnění kejdy urychlit aerací, resp. provzdušněním skladované kejdy.

Za účelem efektivního zničení choroboplodných zárodků v kejdě se používá tzv. oligolýza kejdy (SRN). Podstatou je dávkování iontů mědi elektrickou cestou do kejdy, jehož konečným efektem je navíc zlepšení homogenizace a tekutosti kejdy a snížení produkce škodlivých plynů.

Součástí zařízení je ovládací panel napojen na síť s napětím 220V s transformátorem 220/24V a do nádrže pevně zabudované měděné elektrody v délce 1 m a tloušťkou 2,5 cm s vodotěsným přívodem a ostatním příslušenstvím chráněným proti korozi. Elektrody jsou připevněny a zavěšeny tak, aby byly ode dna svým koncem 0,15-0,20 m se stabilní vzdáleností od bočních stěn nádrže. V kejdě tak vzniká uzavřený okruh elektrického proudu, kterým protéká proud intenzity 1A.

Skladování kejdy se provádí do:

- * ocelových kruhových nádrží typu Vítkovice s kapacitou 17-2847 m³, či typu Harvestore jež jsou konstruované i na vyšší objemové kapacity,
- * betonových nádrží typu Wolf,
- * částečně v zemi zapuštěných foliových jímek s obsahem 3000 m³.

3. Před aplikací kejdy na pole je nutné provést v celém obsahu jímky kvalitní homogenizaci různými typy míchadel z důvodu její postupné separace v nádržích (kejda prasat separuje tak, že tuhá složka klesá).

4. Dále je prováděno přečerpání kejdy do aplikátorů pomocí různých čerpadel (mobilní, stacionární, ap).

5. Při hnojení kejdou je maximální snaha o zabránění úniku čpavku do ovzduší, o zabránění působení vysokého měrnému tlaku na půdu, apod. Proto omezuje aplikaci kejdy povrchovým rozstříkem a využíváme různou aplikační techniku umožňující zapravovat kejdu:

- podlistovou aplikací na povrch půdy (hadicové aplikátory),
- podlistovou aplikací během vegetace s mělkým zapravením kejdy do půdy v mezířádcích (botkové adaptéry, stripery),
- aplikací do travního drnu (speciální přežávací adaptéry),
- aplikací pod povrch půdy (radličkové aplikátory).

2. Biologické rekultivace a hnojení výsypek z dolů a složišť popele

Jedná se o technologii, kterou je možné rekultivovat objemné průmyslové 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.

3. Přímá aplikace kejdy v topolobezových plantážích

Jde o metodu, která umožňuje velmi efektivně využít bilančních přebytků kejdy, šetřit skladovací kapacitu nádrží a získat velice kvalitní organické hnojivo využitelné jako hnůj. Nevýhodou je značná náročnost na životní prostředí.

Část produkované kejdy je vylévána do mělkých lagun, okolo kterých jsou vysázeny topoly, černý bez, či rákos. V laguně dochází k :

- částečnému provzdušnění (aeraci) a mineralizaci organické hmoty kejdy,

- odparu vody z kejdy za vzniku tuhé frakce s 40 - 50% obsahem organických látek,
- vysokému nárůstu dřevní či rákosové hmoty ,
- produkci květu i plodů bezu černého pro farmaceutický průmysl,
- účinnému zachytu dusitanů a dusičnanů kořenovým systémem těchto rostlin.

Systém však vyžaduje značnou půdní rozlohu u podniku a značnou vzdálenost od městských aglomerací z důvodu šíření zápachu.

Návratnost díky produkci dřeva, květu a plodů bezu či rákosu a tuhé frakce kejdy vyhrnované jeden krát za 2-3 roky činí při založení plantáže 1 rok.

4. Výroba a využití žampionového substrátu z kejdy prasat

Jde o jedinou, nicméně velmi účinnou technologii, která při nedostatku koňského hnoje umožňuje vysokou produkci žampionů. Žampionový substrát je připravován a složen z:

- kejdy prasat,
- slámy,
- tuhého separátu kejdy
- drůbežního trusu,
- sádry.

5. Anaerobní metanové vyhnívání kejdy s výrobou bioplynu

Anaerobní fermentace = kofermentace, či metanogenní kvašení znamená využití biologickochemického procesu rozkladu organických látek k výrobě **bioplynu** (mikrobiální proces, kdy bez přístupu vzduchu, za optimálně řízených podmínek (obsah sušiny, reakční teplota, pH) a za působení vhodných kultur anaerobních mikroorganismů dochází k rozkladu organických látek za současné produkce bioplynu (BP). Anaerobní fermentace je doprovázena velmi výraznou redukcí přirozené pachové zátěže (fermentace probíhá v plynotěsném reaktoru). Průměrná doba zdržení BM v reaktoru činí 20-30 dnů. Proces není doprovázen žádnými dalšími emisemi nežádoucích chemických component.

Bioplyn (kalový plyn) je směsí plynů a obsahuje -

- 55 - 75% metanu,
- 25 - 40% oxidu uhličitého,
- 1 - 3% dalších plynů (dusík, vodík, sirovodík, stopové množství vzácných plynů, vodní páry).

Využívají se zde skupiny kyselinotvorných a metanových bakterií. Celý proces lze rozdělit na několik postupných etap:

- hydrolýza - přeměna vysokomolekulárních organických látek na nižší rozpustné organické sloučeniny,
- acidogeneze - přeměna na mastné kyseliny-(konečný produkt jsou organické kyseliny, alkoholy, CO₂, H₂),
- metanogeneze - přeměna na konečný produkt CH₄, CO₂, plyny, aj.

Celý proces pak závisí na:

- složení a kvalitě substrátu (kejdy),
- anaerobních podmínkách prostředí,
- styku čerstvého materiálu s anaerobními metanotvornými bakteriemi, nepřítomnosti vysokých koncentrací čpavku, těkavých kyselin, kationtů Ca, Mg, K, léčiv, antibiotik, ap.
- teplotě fermentace, a použitých kmenů mikroorganismů.

Teplota je jedním z nejdůležitějších faktorů metanizace. Stanovení vhodné reakční teploty (druhu anaerobních mikroorganismů) a zvláště její přesné dodržování v průběhu celého procesu je jedním z limitujících faktorů anaerobní fermentace. Používané kmeny bakterií, tedy nositelé celého procesu, se optimálně rozvíjejí při teplotě 37 - 43°C (mezofil), při zpracování prasečí a hovězí kejdy v zemědělství. Při vyšších teplotách se proces urychluje (50-60°C -termofil), např. zpracování kalů na ČOV (vyšší teplota pro hygienizaci kalů), při nižších snižuje. Je proto důležité s ohledem na sezónnost teploty zabezpečit kvalitní izolaci fermentačních nádrží.

Principiálně se setkáváme se dvěma druhy procesů:

Mokrý fermentace - zpracování BM s obsahem sušiny < 12%.

Suchá fermentace - zpracování BM s obsahem sušiny 20% až 60%.

Výsledkem metanogeneze je:

- bioplyn, využitelný jako energeticky bohaté palivo,
- Fermentační zbytek (fermentát) = hnojivý substrát = vyhnílý kal, použitelný ke hnojení (výroba kompostů a certifikovaných hnojiv), přičemž vykazuje nižší hnojivý účinek než fermentovaná kejda,
- kalová voda, jež před vypuštěním do vodních recipientů musí být vyčištěna biologickou aktivací a její množství je cca 50% vstupního množství kejdy.

Obecně lze celý proces metanogeneze znázornit a popsat následovně:

1. homogenizační jímka,
2. zahušťovací jímka,
3. reaktory - fermentory,
4. předčistící jímka,
5. čistící nádrž,
6. měřicí jímka,
7. tepelný výměník,
8. provzdušňovací čerpadlo,
9. plynojem,
10. plynový kompresor,
11. hořák plynu.

Kejda se v tzv. přípravné části shromažďuje ve sběrných nádržích, které zajišťují její provozní zásobu. Zde dochází k úpravě kejdy:

- zahuštěním na požadovanou sušinu (slámou) až na 15 %,
- homogenizací,
- odstraněním nežádoucích příměsí.

Tyto nádrže mohou být betonové či ocelové různých typů a jsou vybaveny míchacím a čerpacím zařízením. Z nádrží je kejda čerpána přes tepelný výměník, kde je předehřáta na určitou teplotu, do reaktoru (fermentoru). Výměníky mohou být jedno i vícestupňové, přičemž k ohřevu kejdy se kromě teplé vody (ohřáté využitím bioplynu) využívá i vyhnílý kal z reaktoru. V reaktoru, kde probíhá celý proces, zůstává kejda pevně stanovenou dobu (zdržení) a odplyněná biomasa (vyhnílý kal) je vedena přes tepelný výměník k dalšímu zpracování. Bioplyn je jímán do plynojemů.

Reaktory mohou být rovněž betonové, ocelové či plastové o různých objemech (50-300 m³) a jsou vybaveny míchací technologií. Stálé promíchávání s nově přiváděnou kejdou je totiž nedílnou součástí úspěšné produkce bioplynu.

Promíchávání substrátu v reaktorech může být pasivní (tepelnou konvekci) či aktivní (mechanické, pneumatické přečerpávání) a jeho volba záleží na velikosti a typu reaktoru a koncentraci prasad v podniku. Existuje celá řada typů reaktorů různé proveniencie a mnohé jsou ještě ve vývoji. Vzhledem k tomu, že směs metanu, jež je největší součástí bioplynu, se vzduchem tvoří v poměru 1:5-15 třaskavou směs, je základní podmínkou pro výstavbu, chod a řízení bioplynových reaktorů zajištění bezpečnostních opatření.

Nezbytnou součástí tohoto systému jsou i plynojemy, kde se bioplyn jímá a skladuje. Plynojemy tedy slouží k:

- zabezpečení špičkových odběrů,
- vyrovnání rozdílů mezi výrobou, spotřebou a kvalitou bioplynu,
- bezpečnosti při poruše spotřebičů (reaktorů, ap.).

Jsou to nádrže kulového či válcového tvaru, většinou z plastu. Rozděluje je na:

- vysokotlaké - objemu 10 - 100 000 m³,
- středotlaké - objemu 300 - 2 000 m³,
- nízkotlaké - objemu 100 - 5 500 m³.

Využití bioplynu je závislé na:

1. Množství a kvalitě vyprodukovaného plynu.

Druh hospodářského zvířete	Sušina výkalů + moč (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

2. Kvalitě (výhřevnosti) bioplynu, jež závisí na jeho složení a obsahu metanu.

Složení a vlastnosti bioplynu z exkrementů hospodářských zvířat:

Složky bioplynu	Objemové rozmezí (%)	Výhřevnost (MJ / m ³)	Kritický tlak (Mpa)	Třaskavá směs se vzduchem
Metan	55 - 70	35,84	4,7	5 - 15
Kysl. uhličitý	27 - 44	-	7,4	-
Vodík	1 - 3	10,8	1,3	4 - 80
Sirovodík	0,1 - 1	22,8	8,9	4 - 45

Čpavek	stopy	-	11,2	16
Dusík	1 - 3	-	3,3	-

Výhřevnost některých paliv a bioplynu:

	Výhřevnost (MJ / m)
Propan - butan	92 - 117
Zemní plyn	29 - 42
Bioplyn 100% metanu	35,8
Bioplyn 80% metanu	28,6
Bioplyn 67 % metanu	24,0
Bioplyn 55% metanu	19,7
Svítiplýn	17 - 20
Nafta	42,8
Benzin - Super	43,8

Vlastní způsob využití bioplynu je dán místními podmínkami. Lze jej využívat k :

- výrobu tepla (horkovodní či parní kotle v městských čistírnách, jejichž účinnost je 88-90%),
- výrobu elektrické energie (plynové turbíny či vznětové motory při jejichž využití je předpoklad velkého zdroje bioplynu),
- výrobu pohonných hmot (náhrada benzínu, nafty, je stlačován, nutno odstranit z něho kyslíčník uhlíčitý a sirovodík).

Úprava a využití vyhnílého kalu probíhá tak, že z reaktoru je vyhnílý kal veden do výměníku tepla, kde odevzdá teplo a dále do sekce separace, kde se mechanicky zbaví hrubých nečistot a kde proběhne vlastní dvojitá separace na :

- tuhou část - která se používá ke kompostování, hnojení či dalšímu zpracování,
- tekutou část - jež je určena přímo ke hnojení či k čistírenskému zpracování a následnému vypuštění do vodních recipientů.

Zpracování a úprava zvláště tekuté části vyhnílého kalu je stále předmětem výzkumů, neboť její užití ke hnojení je sporné. Mnohdy se dále zpracovává na centrifugách a aerobně se čistí až na stupeň užitkové vody. Takovýto způsob bezodpadní technologie zpracování tekutých kalů uvádí následující schéma.

Ačkoliv je metoda zpracování kejdy prasat na výrobu bioplynu z pohledu ekologie považována odborníky jako perspektivní metoda třetího tisíciletí, nelze hovořit o její efektivnosti. Jejím rozšíření brání:

- vysoké pořizovací a provozní náklady,
- složitost bezodpadového provozu,
- personální náročnost,
- vysoký objem kalové vody,
- vysoké ztráty organických látek při procesu (49% z původního objemu),
- vysoké ztráty N, P a K (74 - 86 %).

Přínosy anaerobní fermentace pro ŽP:

Anaerobní fermentace BM, spojená s výrobou BP a jeho následným energetickým využitím má velmi pozitivní vliv na životní prostředí. Uveďme některé příklady :

Řízená anaerobní fermentace zabezpečí jímání metanu (BP) a jeho energetické využití (zamezení úniku do atmosféry). Metan CH₄ (hlavní energetická složka BP) vzniká i v přírodě při samovolném rozkladu organické hmoty. Přitom je velmi významným skleníkovým plynem (1 t CH₄ = 21 t CO₂). Řízená anaerobní fermentace = stabilizace BM (zamezení dalšího rozkladu, odstranění zápachu a hygienických rizik). Při samovolném rozkladu organické hmoty dochází ke značné emisi pachových látek a existují i hygienická rizika (mikroby, hmyz). BP = obnovitelné palivo (potenciál se obnovuje přírodními procesy). Energetické využití BP = bilance CO₂ neutrální. Vlastnosti fermentátu jsou velmi příznivé pro jeho využití v zemědělství. Zachování hnojivého účinku, vazba dusíku na organické látky, velmi významná redukce choroboplodných zárodků a semen plevelů, atd. (podrobnosti viz další kapitoly ve vztahu k nakládání s fermentátem).

6. Krmivářské využití kejdy

Exkrementy prasat, představují značnou rezervu levných živin využitelných pro přežvýkavce. Jedná se především o N-látky, jejichž biologická hodnota činí cca 70 %. Jsou tedy dobře dostupné, bohaté na lyzin (5,24%), methionin a threonin. Oproti drůbežím však mají nižší nutriční hodnotu.

Pro účely zkrmování je k dispozici několik metod recyklace:

- zkrmování v suchém stavu či ve formě pasty,
- přidávání promíšené tekutiny z oxidačního příkopu (laguny) do krmné dávky v poměru 2:1,
- silážování exkrementů samotných, nebo ve směsi s jinými krmivy či objemnou pící.

Opětné krmení prasečích výkalů skotu, ovcím a prasatům je možné v podílu 10 - 30 % ze sušiny krmné dávky, jen za předpokladu řádného zpracování:

- dehydratací (sušením),
- kompostováním či silážováním,
- chemickým ošetřením (hydrolyza) či aktivací kalů,
- mechanickou úpravou,
- oxidačními příkopy,
- bílkovinnou fortifikací pomocí kvasinek, houbových micelií, řas,
- využitím kultur hmyzu, žížal a brouků na exkrementech k produkci bílkovin pro zkrmování, a nepřesahuje-li obsah složek (mykotoxiny, rezidua, hormony, pesticidy, popeloviny, Cu, Ca, P ap.) míru tolerance zvířat.

Značná omezenost využití tohoto způsobu využití kejdy spočívá v nevýhodách a nedostatcích, jež jsou představovány značnou investiční, energetické a provozní náročností, možností zdravotních rizik a možností recyklace škodlivin a těžkých kovů.

7. Kompostování kejdy prasat

Při dostatku vhodných substrátů, jako rašelina, slamnaté zbytky, bentonit, zeolit, spraše, tuhé komunální odpady, drcená kůra, saturační kaly, dřevní štěpky, je možné zpracovávat zahuštěnou kejdu těmito substráty přímým kompostováním.

Proces probíhá na otevřených hromadách s občasným přehazováním kompostované vsádky. Kejda s přídatkem různých přípravků zde představuje zdroj živin a energie pro mikroorganismy a současně obohacuje vlastní kompost o živiny včetně mikroelementů.

Velkou výhodou metody kompostování kejdy je:

- redukce zápachu při aplikaci kompostu při městských aglomeracích,
- řízený průběh fermentace,
- zkrácení doby zrání (2 měsíce),
- vyšší vázání základních živin za minimalizace jejich vyplavování do spodních vod,
- získání organických látek z nezemědělské sféry a jejich včlenění do koloběhu látek do zemědělství při jejich efektivním využití.

Vedle klasických způsobů kompostování na hromadách lze kejdu zpracovávat i technologií kontinuálního kompostování v bioreaktorech, představující hygienicky zabezpečenou, průmyslovou výrobu kvalitního kompostu.

Vážným problémem kompostování je však jeho ekonomika. Při současných cenových relacích převyšují náklady na kompostování tržby za kompost a stejně nevýhodné jsou i investice na budování kompostáren.

Netradiční způsob zpracování kejdy představuje kompostování kejdy přímo v kotcích za použití enzymatického přídatku Envistimu. Tento způsob vyžaduje pravidelné ošetřování podestýlky (lože prasat) rotavátorem, a to minimálně 1x za 14 dní.

Uplatnění tohoto systému lze doporučit pouze v zatížených oblastech, neboť tento způsob je značně investičně i provozně náročný a složitý. Výsledkem je však hygienicky zabezpečený, nepáchnoucí a stabilizovaný produkt, který je možno použít v kotcích při výkrmu prasat i po několik turnusů (5 x).

8. Aerobní termofilní stabilizace kejdy (mokrý kompostování)

Kejda obsahuje směs mikroorganismů, jejichž bouřlivý rozvoj lze podpořit vytvořením vhodných podmínek při zpracování.

Za aerobních podmínek dochází u kvalitní kejdy prasat k bouřlivému rozvoji termofilní mikroflory, která svými metabolickými produkty silně redukuje ostatní. Jedná se o stejnou kategorii termofilních organismů, které působí během aerobní fáze klasického kompostovacího procesu. Průběh aerobní fermentace je charakterizován rychlým růstem teploty při startu a postupnou dekompozicí organické hmoty. Jejich činnost spočívá v tom že:

- snadno a rychle rozkládají rozložitelné látky (cukry, tuky, bílkoviny),
- urychlují hydrolyzu celulózy, ligninů, olejů, pryskyřic, vosků, ap.,
- vytvářejí v kejdě relativně stabilní organické sloučeniny typu huminových kyselin,
- vytvářejí teplotu (až 70°C), ničí choroboplodné zárodky a klíčivost semen plevelů,
- arearčí a činností mikroflory se na povrchu jímek s kejdou vytváří pěna, která ji uzavírá a tak značně redukuje její zápach.

Produkty aerobní fermentace jsou :

- fermentační zbytek resp. hnojivý substrát (výroba kompostů a certifikovaných hnojiv)
- plynné emise CO₂, CH₄, NH₃, (skleníkové plyny)
- pachových látek a vodní páry

Princip a technické řešení této technologie spočívá v tom, že do jímek či nádrží na kejdu je vhaněn vzduch tzv. aerátory, které jsou umístěny pod hladinou kejdy, zaručující navíc její promíchání, rozptýl přísávaného vzduchu a rozrušování pěny. Účinnost je dána teplotami a alkalitou stabilizované kejdy při pH 8,0 - 9,0.

9. Výroba hnoje z kejdy a slámy

Tento způsob je nutné považovat za naprosto nevyhovující, neboť eliminuje výhody a hlavní přednosti bezstelivového ustájení a výrobou hnoje mimo stáj se vrací ke ztrátovému koloběhu slámy. Takto vyrobený hnůj obsahuje oproti chlévskému hnoji méně sušiny (13 - 15 %) a dosahuje pouze 76 % jeho účinnosti.

Zpracování kejdy s předchozí úpravou

Tento způsob zpracování kejdy prasat (i ostatních hospodářských zvířat) je doporučován podnikům produkujícím silně zředěnou kejdu, jejíž využití v surovém stavu je pro velký objem neefektivní a všude tam kde se tekutý podíl kejdy dá využít k hnojivé závlaze.

Jedná se o využití separace kejdy, znamenající oddělení pevných látek obsažených v kejdě od tekutiny za vzniku pevné a tekuté složky. Ty se dále mohou zpracovávat následnými způsoby:

- tuhá část - kompostováním, sušením,
- tekutá část - aerobním čistírenským zpracováním, hnojivářským využitím.

Typy separace:

- jednostupňová - jednorázové oddělení pevné frakce od tekuté, kdy obě složky jsou konečnými produkty. Tento typ separace je nejvíce využíván v chovu prasat u nás.
- dvoustupňová separace - je používána k dosažení 40-50% sušiny tuhé frakce, a ke zpracování tekuté části vícestupňovými postupy (separace, ultrafiltrace, nitrifikace, denitrifikace, reverzní osmóza, ap.) v čistou vodu.
- termofilní separace kejdy - umožňuje docílení sušiny pevné frakce nad 60% bez nutnosti její další úpravy či zpracování. Kondenzát (tekutá složka) se využívá jako závlazka či jako splachová voda (recykluje).

U různých typů separace se podle obsahu sušiny volí různé způsoby oddělení pevné frakce, jako:

- sedimentace = energeticky nenáročný a efektivní způsob separace umožňující zachytit až 80-85% pevných látek. Usazenina obsahuje 8-11% sušiny a dá se čerpat. Sedimentační nádrže jsou různého provedení s pravidelným či nepravidelným vyklížením kalu, který je možno dále zahušťovat odvodněním či použít ke hnojení (po určité době skladování),
- mechanická separace = odvodňování,
- filtrace = česla, síta, filtry, ap.,
- lisováním = hydraulické, šnekové, vibrační, aj. lisy,
- odstředování = odstředivé separátory, hydrocyklony, rotační síta, ap.,
- ochranné cezení kejdy = odstranění hrubého podílu pro ochranu hydraulického systému před poškozením (česla, síta, lapače, písek).

Při použití separace kejdy nutno zdůraznit, že mechanická separační zařízení se vyznačují vysokou spotřebou energie. Při provádění dosoušení či granulace pevné části tuhé frakce ještě náklady výrazně stoupají.

1. Aerobní čistírenské zpracování kejdy prasat

Podstatou technologie je zpracování tekutého podílu kejdy po mechanické separaci pevných látek jedno či vícestupňovou biologickou aktivací.

Při čištění se organické látky fugátu provzdušňováním zoxidují, částečně převedou na biomasu (která se dále zpracovává či likviduje) a odpadní voda se vypouští do vodních recipientů, přičemž jí je možné aplikovat přímo na pole. Do skupiny čistírenského zpracování kejdy patří:

- aerobní vyhnívání kejdy s městskými kaly,
- společné čištění kejdy s průmyslovými odpadními vodami,
- technologie s chemickým předčištěním kejdy.

Za hlavní nedostatky čistírenských způsobů zpracování kejdy lze považovat likvidaci podstatné části v kejdě obsažených organických látek a živin, nedostatečné vyčištění odpadní vody vypouštěné do vodních zdrojů a jejich následnou eutrofizaci, včetně vysoké provozní náročnosti těchto zařízení.

2. Využití kejdy ke hnojivé závlaze po předchozí separaci tuhé frakce

Tato technologie souvisí s budováním speciálního závlahového zařízení včetně nutné separace kejdy. Jde o nerentabilní a nevhodné zpracování, neboť konečným produktem jsou dvě různá hnojiva s odlišným způsobem aplikace. Navíc hnojivou závlahu tekutou frakcí kejdy nelze započítávat do bilance potřeby a úhrady organických látek v půdě. Negativní je i vliv na životní prostředí.

Moderní technologie

Chemická úprava prasečí kejdy.

Tato technologie byla autory vyvinuta a realizována v několika případech. Metoda spočívá v chemickém srážení rozpustných organických i anorganických látek, jejich případné sorpci na vhodný nosič, flokulaci organickým flokulantem. Tímto způsobem dojde k podstatnému snížení obsahu látek v surové kejdě na úroveň se kterou následný biologický stupeň s lagunami dosáhne bezpečně limitů pro vypouštění do vodoteče, což odstraní rozvoz. Vznikající kal je separován a společně s biologickým kalem vhodně zpracováván kompletací nebo na výrobu bioplynu.

Enzymatické postupy rozkladu a zpracování kejdy.

Pro zlepšení a urychlení biologických procesů při čištění prasečí kejdy probíhajících, se v současné době používají různé biologické inhibitory na bázi externě dodávaných směsí lyofilizovaných nepatogenních bakterií v kombinaci s enzymy amylázy, proteázy a lipázy a dále pak různé „startovací“ živiny pro urychlení průběhu degradace přítomných organických látek. Na trhu je k dispozici celá řada těchto látek. Většina z nich je zaměřena na urychlování aerobního i anaerobního biologického procesu, ale mnohdy za provozně velmi specifických podmínek. Jejich užití začíná již jako doplňková krmivová směs pro hospodářská zvířata, dále pak pro urychlování bio-degradací exkrementů, doprovázenou zlepšením stájového klimatu (odstraňování amoniaku, vznikajícího rozkladem bílkovin a tuků). Jejich vlastnosti jsou zdárně využívány při odstraňování pachových imisí čpavku, merkaptanu, sirovodíku apod. přímo ve stájích. Tyto výrobky se vyznačují jednak tonizujícími účinky ale i bio-katalytickými účinky pro rychlý rozvoj bioorganismů. Nabízené prostředky se podílejí na rozvoji enzymatických pochodů pro rozklad škrobů, bílkovin a tuků. Z dosud vyhodnocovaných aplikací přípravku AMALGEROLu lze pozitivně konstatovat, že se velmi výraznou měrou podílejí na intenzivním mikrobiologickém rozkladu páchnoucí kejdy na homogenní, řídkou, nepáchnoucí kašovitou hmotu, určenou pro přímé hnojení luk a polí. Při využití prostředků ve velkochovech s instalovanou chemickou úpravou však mohou mít při nevhodném použití i negativní dopady prostřednictvím emulsifikace kejdy. Zatím byla prokázána nesporná vhodnost pro zpracování kejdy z malochově a stájí. Využití těchto variant je odvislé od celé řady faktorů. Každý efekt má své specifické výrobní vlastnosti, budou mu proto vyhovovat odlišné technologické postupy, složené z různých modifikací. V neposlední řadě budou hrát velkou roli velikosti chovů a způsoby jejich krmení a celkové hospodaření s vodou, která v současné době představuje ekonomicky významnou složku.

Technologie kombinující chemickou předúpravu kejdy a biologické čištění

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

Chemická úprava

využívá jednoduchého srážení bílkovin a koloidů za pomoci vápna a/nebo dalších chemikálií příznivých pro kompostování a hnojení a dále polykoagulantů s následným mechanickým odloučením tuhé fáze a chemickým odvodněním kalu. Na tomto stupni se likviduje až 85% znečištění a tím se podstatně snižují nároky na objem nádrží biologického čištění a spotřeba provozní energie (především aerace). Kaly jsou moderně kompostovány a vzniklý humus je pak vyvážen na pole užíván ke zlepšení hrudkovatelnosti (sorpčních vlastností) půdy. Užití chemikálie i jejich množství nejsou ekologicky nežádoucí, právě naopak. Celý technologický proces může být zcela zautomatizován.

Organické polykoagulanty (flokulanty)

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

- koagulační schopnost
- rychlost koagulace
- rychlost sedimentace vzniklé sraženiny
- stanovení CHSK před a po srážení

- stanovení BSK5 před a po srážení
- objem sedimentovaného kalu
- optimální dávky srážedla a polykoagulantu

Úprava vody po sedimentaci

Po aplikované chemické předúpravy, podle zvolených chemických komponent (optimální výsledky byly dosaženy dávkováním fosfátu sodného, hydrátu vápna a organického polykoagulátu) bylo dosaženo cca 90% snížení uvedených hodnot. Provozně je možno aplikovat diskontinuální proces separace kalu v sedimentačních nádržích nebo přímo v nádržích egalizačních či kontinuálně pak zařazením upraveného čířiče – kontaktoru, kde dochází ke kontinuálnímu zahušťování kalu s diskontinuálním odpouštěním kalu. V obou případech je voda dále zpracovávána podle požadavku několikastupňovým procesem biologické aktivace, kombinovaného s nitrifikací a denitrifikací nebo v kombinaci aerobního systému s anaerobním. Pro zlepšení separačních účinků na NH_4^+ iontů je vhodné dávkování odpadní křemeliny (pivovary apod.). Dojde již v tomto stupni ke snížení obsahu amonných iontů až o 50%. Současně selepší i hydrodynamické vlastnosti kalu. Při kombinovaném procesu chemické předúpravy s biologickou aktivací a lagunami nebo záchytným rybníkem. Předpokládáme však účinnou aeraci biologických stupňů. Amonné ionty poklesnou 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 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Zpracování kalu po procesu úpravy prasečí kejdy

Jak jsme již uvedli, separované kaly z prvního – chemického stupně (prostá sedimentace, zahušťování v čířiči – kontaktoru) se shromažďují spolu s kaly biologického stupně v dosazovací nádrži a odtud je lze dále koncentrovat podle další metodiky zpracování. Hydrosítem pro případnou výrobu bioplynu nebo na separačních odstředivkách pro kompostování. Experimenty ukázaly, že v případě aplikace hydrosíta je ještě do sedimentovaných kalů dávkovat 10 – 20 mg vhodného polykoagulantu. Dosahuje se pevné fáze 10 – 12% v případě aplikace odstředivky 31 – 38%. V případě aplikace odstředivky stačí zbytkový polykoagulant z předúpravy. Provozně byl odzkoušen i pásový filtr. Bylo dosahováno také dobrých výsledků, ale pořizovací náklady a nároky na obsluhu a údržbu jsou neúměrně vysoké.

Biologické čištění

V průměru lze říci, že běžný biologický stupeň akceptuje odpadní vody s následujícími parametry: $\text{CHSKCr} < 5000 \text{ mgO}_2/\text{l}$, $\text{BSK}_5 < 3600 \text{ mgO}_2/\text{l}$, $\text{N} < 700 \text{ mgO}_2/\text{l}$ a s dalšími limity pro živiny.. Předčištěná odpadní voda odtéká do biologického čištění, kde je voda v provzdušňovaných nádržích čištěna pomocí směsné kultury mikroorganismů. Zbytný kal může být samostatně zpracován nebo může být s výhodou zpracován společně s kalem z chemické úpravy na separátoru tuhé fáze. Kromě úplného biologického čištění je technologicky dobře zvládnuta i denitrifikace. V kombinaci s chemickou úpravou pak biologické čištění pracuje efektivně a bez nároků na další zásahy, jakým je např. přidávání enzymů. Po zařazení laguny dosahuje vyčištění parametrů umožňujících regulované vypouštění do vodoteče.

Výhody technologie

- odstraňuje vyvážení kapalných odpadů na pole
- je zdrojem kvalitního kompostu
- nevyžaduje užívání enzymů pro rozklad čpavku v biologickém stupni
- je vhodná a rentabilní pro chovy již od cca 4 tis. kusů prasat, pokud jsou na oplachovaných roštech; výhodnost postupu roste chována s velikostí chovu
- pro technologii je možno využít stávající většinou instalované, ale omezeně biologické čištění
- spolehlivý a jednoduchý provoz
- nízké investiční a provozní náklady

Navržená a provozně odzkoušená technologie řeší ekologické čištění kejdy z chovů hospodářských zvířat. Je vhodná pro zemědělské velkochovy prasat i chovy hovězího dobytka. Na rozdíl od ostatních postupů metoda umožňuje vypouštění odpadních vod přímo do vodoteče či jejich recyklaci a současně řeší zpětné zpracování a využití kalů v zemědělském ekosystému a to jeho kompostováním a obohacením chemickými hnojivy. Alternativně lze kompostování částečně nahradit výrobou bioplynu s následnou výrobou elektrické energie.