



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČÍŠNEJ
VÝROBY NITRA

Produkcia emisií škodlivých plynov z výkrmu ošípaných a jej znižovanie

Metodika pre prax (e-book)

MVDr. Zuzana Palkovičová, PhD. a kol.

2014

TITULNÝ LIST

Riešiteľské pracovisko: **Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra**

Názov: Produkcia emisií škodlivých plynov z výkrmu ošípaných a jej znižovanie

Autorský kolektív: MVDr. Zuzana Palkovičová, PhD.

Ing. Lubomír Botto, CSc.

MVDr. Rastislav Jurčík, PhD.

Ing. Andrea Strmeňová

Ing. Anton Hanus

Ing. Igor Bôžik

prof. Ing. Jan Brouček, DrSc.

Technická spolupráca: Ľudmila Šabíková, Oľga Francúzová

Autor fotografií: MVDr. Zuzana Palkovičová, PhD.

Vydal: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum

Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

Generálny riaditeľ: prof. Ing. Štefan Mihina, PhD.

Dátum vydania: október 2014

Vydanie: prvé

ISBN 978-80-89418-35-0

EAN 9788089418350

Táto publikácia bola napísaná za podpory Projektu APVV-0632-10 „Vplyv vnútorných a vonkajších faktorov na emisie a koncentrácie škodlivých plynov v ustajnení ošípaných, kurčiat a dojníc“.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Skleníkové plyny	2
3. Amoniak.....	3
4. Faktory ovplyvňujúce produkciu amoniaku a skleníkových plynov	4
5. Možnosti redukcie amoniaku a skleníkových plynov z ustajnení ošípaných	7
5.1. Dodržiavanie technologických postupov	7
5.2. Optimalizácia kŕmnej dávky a jej úpravy	11
5.3. Prídavok aditívnych látok do krmiva, vody, alebo do hnojovice.....	12
5.4. Úprava ustajňovacieho ovzdušia.....	13
6. Aktuálny stav koncentrácií amoniaku a skleníkových plynov vo výkrme ošípaných ...	14
7. Záver	15

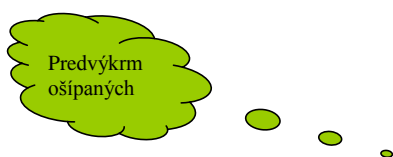
1. Úvod

Poľnohospodárstvo významnou mierou ovplyvňuje životné prostredie svojim podielom na formovaní krajiny, ale na druhej strane negatívne pôsobí na vodu, ovzdušie a pôdu prostredníctvom organických zvyškov (hnoj, hnojovica, hydínový trus, podstielka) a z nich sa uvoľňujúcich plyných emisií amoniaku, skleníkových (CO_2 , CH_4 , N_2O a H_2O) a zápachajúcich plynov. Vzhľadom k intenzifikácii živočíšnej výroby najmä v chovoch ošípaných a hydiny a redukcii hydínových a ošípaných fariem na maximálnu mieru nie je predpoklad pre znižovanie emisií škodlivých plynov extenzívnou cestou, t. j. znižovaním stavov zvierat. Je preto nevyhnutné upriamiť pozornosť na tie opatrenia, ktoré významnou mierou a za primeraných technických a finančných nákladov (BAT- Best available technique) znížia emisie nebezpečných plynov z ustajnení i mimo ustajnenia zvierat.

Intenzívna poľnohospodárska výroba sa významne podieľa na ekonomikách mnohých európskych krajín, a to v oblasti zamestnania ľudí ako i exporte poľnohospodárskych produktov. Najmä produkcia ošípaných je koncentrovaná v niektorých regiónoch na farmách s veľkým počtom zvierat. Pre chov ošípaných je charakteristická najmä severná časť Európy (Dánsko, Holandsko, Belgicko, Bretónsko vo Francúzsku a Dolné Sasko v Nemecku), ale i oblasti južnej Európy (Lombardsko v Taliansku, Katalánsko a Galícia v Španielsku). Vysoké stavy ošípaných sú príznačné pre Holandsko, ktoré so 16 miliónmi obyvateľov chová 11 miliónov ošípaných.

Intenzívna živočíšna výroba má však aj svoje tienisté stránky. Je spojená s množstvom negatívnych efektov na životné prostredie, vrátane emisií amoniaku, skleníkových plynov, zápachu a tuhých znečisťujúcich častíc. Tieto sa dostávajú do ovzdušia, pôd i povrchových vôd. Riziko ich emisií v prípade amoniaku súvisí s okysľovaním pôd a vôd, ako i s vysokým obsahom dusičnanov v pitných vodách. Taktiež môže viesť v povrchových vodách k eutrofizácii, ktorá sa prejavuje nadmerným rastom rias, a teda negatívnym účinkom na biodiverzitu ako i na využitie vôd na humánne účely. Emisie skleníkových plynov (CH_4 , N_2O , CO_2) sa zase podieľajú na zvyšovaní globálnych atmosférických koncentrácií týchto plynov, čo vedie ku globálnemu otepľovaniu. Závažným problémom sú aj emisie tuhých znečisťujúcich častíc s veľkosťou pod 10 resp. 2,5 μm pre ich nežiaduci účinok na zdravie ľudí. Nevyriešenú otázku predstavujú aj emisie zápachu z ustajnení zvierat a aplikácia hnoja na pôdu, nakoľko sú neželaným javom pre obyvateľov rekreačných domov, ktorých počet v tradičných farmárskych oblastiach naďalej vzrastá.

Po vstupe do EU bolo nevyhnutné transformovať zákony ES o ochrane životného prostredia do národných zákonov a to do Zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia (IPKZ) a Vyhlášky MŽP SR č. 391/2003, ktorou sa tento zákon vykonáva. V rámci tejto legislatívy musia dotknuté subjekty žiadať o vydanie integrovaného povolenia prevádzky. Dôraz sa kladie na komplexnú ochranu životného prostredia, a preto prevádzkovatelia týchto subjektov musia minimalizovať negatívny vplyv výroby na životné prostredie. V prípade chovov ošípaných žiadajú o vydanie integrovaného povolenia prevádzky chovy, ktoré majú viac ako 2000 ks ošípaných vo výkrme, resp. viac ako 750 ks prasníc.



2. Skleníkové plyny

Najvýznamnejší skleníkový plyn predstavuje vodná para (H_2O), ktorá sa 2/3 podieľa na skleníkovom efekte. Jej obsah v atmosfére je však determinovaný prirodzeným kolobehom vody, t.j. rozdielom medzi výparom a zrážkami.

30 %-ný podiel na skleníkovom efekte má oxid uhličitý (CO_2). V živočíšnej výrobe je jeho hlavným zdrojom respirácia zvierat, nakoľko vzniká pri biologickej oxidácii uhľíkatých látok v organizme a vylučuje sa dýchaním. Produkcia oxidu uhličitého zvieratami preto priamo súvisí s intenzitou metabolizmu. Intenzita metabolizmu je daná viacerými faktormi, ale rozhodujúca je v praxi veková a druhová odlišnosť. Ďalší jeho významný zdroj predstavuje spaľovanie zemného plynu pri vykurovaní chovných priestorov plynovými agregátmi. Jeho tvorba z rozkladu exkrementov je podľa viacerých štúdií značne odlišná. Kým podľa dánskych autorov sa rozklad exkrementov podieľa na celkovej produkcii CO_2 len 4 %, tak niektorí udávajú tento podiel 34 %. K uduseniu zvierat v dôsledku vyrovnania parciálneho tlaku CO_2 v cievach a alveolárnom vzduchu dochádza až pri jeho koncentráciách v ovzduší nad 25 %, preto straty úhynom z jeho nadbytku neprichádzajú v prevádzkových maštalných podmienkach prakticky do úvahy. Jeho vysoké koncentrácie však nepriaznivo ovplyvňujú metabolizmus hlavne intenzívne rastúcich zvierat vo výkrme.

Sledovanie obsahu oxidu uhličitého v maštalnom ovzduší slúži hlavne na posúdenie celkovej hygieny prostredia a tiež ako indikátor vetrania, pretože vysoké koncentrácie oxidu uhličitého sú sprevádzané zvýšeným množstvom ostatných maštalných plynov, vysokou vlhkosťou i mikrobiálnym znečistením vzduchu. Za maximálne prípustnú hranicu oxidu uhličitého v maštalnom vzduchu sa vo všeobecnosti považuje 0,25-0,3 %.

Zvyšný 3 %-ný podiel na skleníkovom efekte je prisudzovaný metánu (CH_4), oxidu dusnému (N_2O) a ozónu (O_3). Najväčší zdroj metánu predstavuje poľnohospodárstvo, pričom metán je produkovaný najmä veľkokoňmi hovädzieho dobytku a ošípaných. Vzniká ako priamy produkt látkovej výmeny bylinožravcov a ako produkt organického odbúravania živočíšnych exkrementov.

Z chemického hľadiska je metán indiferentný plyn, ktorý v nízkych koncentráciách nemá vplyv na živý organizmus. Jeho nebezpečenstvo predstavuje výbušnosť, pričom riziko explózie hrozí už pri koncentrácii cca 5 objemových %. Táto je však v maštalných podmienkach vylúčená. Cesta jeho prirodzenej likvidácie prebieha v atmosfére reakciou s hydroxilovými OH skupinami. Absorbentom metánu je i pôda.

Mechanizmus emisií a záchytov N_2O nie je celkom preskúmaný. Hodnoty sú zaťažené značnou neistotou. Hlavnou príčinou emisií sú prebytky minerálneho dusíka v pôde a nepriaznivý vzdušný režim pôd. Vzniká tiež pri mikrobiálnej premene dusíkatých látok v exkrementoch počas ich skladovania a aplikácie. Nitrifikačné mikroorganizmy produkujú N_2O pri nitrifikácii a dusičnanovej denitrifikácii.

N_2O má v atmosfére dlhú životnosť a výrazne prispieva ku globálnemu otepľovaniu. Konvertuje na NO, ktorý rozkladá stratosférický ozón chrániaci Zem pred škodlivým ultrafialovým žiarením.

Skleníkové plyny sa podieľajú na vytváraní skleníkového efektu, ktorý spočíva v tom, že krátkovlnné slnečné žiarenie tieto plyny voľne prepúšťajú. To dopadá na zemský povrch a ohrieva ho. Dlhovlnné (infračervené) žiarenie, ktoré vyžaruje zemský povrch, je však z väčšej časti týmito plynmi zachytené a čiastočne spätne vyžiarené smerom k zemskému povrchu, čo prispieva k otepľovaniu atmosféry.

Agregované emisie pre všetky skleníkové plyny sú ďalej prepočítané na CO_2 ekvivalent cez tzv. globálny potenciál otepľovania (GWP 100). Hodnoty globálneho potenciálu otepľovania sú nasledovné - $\text{CO}_2 = 1$, $\text{CH}_4 = 21$, $\text{N}_2\text{O} = 310$.

3. Amoniak

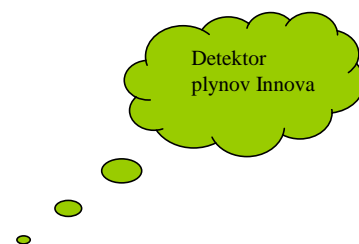
Poľnohospodárstvo je i významným producentom amoniaku. Odhaduje sa, že 80-95 % celkových emisií NH_3 v Európe pochádza z poľnohospodárskych postupov, pričom emisie z exkrementov zvierat tvoria viac ako 80 % a emisie z použitia umelých hnojív menej ako 20 % z nich. Vysoké množstvo amoniaku bol zistené najmä v severozápadnej Európe na územiach s intenzívnym chovom hospodárskych zvierat. V snahe zamedziť jeho uvoľňovaniu boli zavedené striktné opatrenia, tzv. emisné stropy. Tieto sú zahrnuté v Göteborgskom protokole.

Na území SR došlo v rokoch 1990 až 2003 k radikálnemu zníženiu emisií NH_3 , a to hlavne v dôsledku poklesu stavov hospodárskych zvierat, ako i v dôsledku zníženej spotreby priemyselných hnojív.

Amoniak je bezfarebný dráždivý plyn. Vo voľnom stave je len krátko po vylúčení. Už v nízkych koncentráciách irituje sliznice nosa, očí, hrdla, prejavujúce sa začervenaním, kašľom, kýchaním. Jeho dlhodobé pôsobenie, hlavne v prípade vyšších koncentrácií, spôsobuje dráždenie CNS (centrálnej nervovej sústavy), mozgu a miechy. Z krátkodobého účinku sa organizmus zotavuje rýchlo, pretože ho pretvára na močovinu. V maštalnom prostredí sú väčšinou jeho subtoxické koncentrácie, ktoré majú však na organizmus metatoxický účinok ako následok kumulácie v organizme. Ten sa prejavuje v oslabení miestnej a celkovej imunity organizmu. Porušenými sliznicami môžu lepšie prenikať pôvodcovia infekčných chorôb a vyvolať najmä ochorenia mláďat. Veľký význam má i pri šírení aerogénnych infekcií. Práve tieto infekcie zaznamenali stúpajúci trend pri hodnotách amoniaku 20-40 ppm v porovnaní s hodnotami 5-15 ppm. Z ďalších nepriaznivých účinkov amoniaku po prechode pľúcami do organizmu možno uviesť zvýšenie alkality krvi a úbytok erytrocytov i hemoglobínu. K ochrnutiu dýchacieho centra a smrti zvierat a obslužného personálu môže prísť len v prípade havárií starých chladiacich zariadení (obsahujúcich amoniak), resp. pri neodbornej manipulácii s hnojovicou.

Z hľadiska ekologického predstavuje amoniak látku znečisťujúcu životné prostredie. Má potenciál vytvárať zápach, podieľa sa na acidifikácii pôd, tvorbe kyslých dažďov, eutrofizácii povrchových vôd a dusičnanej kontaminácii podzemných vôd.

„Amoniakový,, problém je spätý najmä s intenzifikáciou, pre ktorú je charakteristický chov na veľkokapacitných farmách. Pri tomto chove vzniká nadmerné množstvo exkrementov, ktoré presahujú kapacitné možnosti prilahlých poľných lokalít potrebných pre ich účinné a hygienické zabudovanie. Z exkrementov sa stáva rizikový faktor ovplyvňujúci životné prostredie. Zároveň v nich dochádza k cenným starám dusíkovej zložky, ktorú je potrebné recyklovať v rámci poľnohospodárstva.



Vznik amoniaku

Amoniak predstavuje zmenený produkt organických dusíkatých zlúčenín z exkrétov (moč, výkaly) hospodárskych zvierat. Má pôvod v močovine obsiahnutej v moči. Začína sa tvoriť už v ustajňovacích priestoroch, kde dochádza k zmiešaniu tekutých a tuhých exkrementov, a tým k enzymatickému rozkladu močoviny za vzniku amoniaku. V tomto priestore sú zabezpečené i najvhodnejšie podmienky pre premenu amoniaku, a to najmä optimálna teplota, vlhkosť, pH, veľkoplošné rozloženie hmoty exkrementov a prístup vzduchu - nútená, prirodzená ventilácia.

Vzhľadom k tomu, že sa chovajú viaceré druhy zvierat, je aj produkcia „metabolických“, plynov rôzna. Tieto plyny sú produkované v procese trávenia zvierat a potom následne i v procese rozkladu exkrementov. Fermentačné deje prebiehajú počas žalúdočného spracovania krmiva a ďalej v priebehu pasáže tráviacim traktom - v tenkom i hrubom čreve.

U monogastrických zvierat, ku ktorým patria aj ošípané, dochádza v žalúdku k tráveniu sacharidov, škrobu a bielkovinových štruktúr. Na tomto procese sa podieľajú humorálne fenomény enzymatických zložiek, ale i špecifická a často i druhovo významne odlišná mikroflóra zažívacej trubice. Jej biochemická aktivita pri procese rozkladu kŕmnej zmesi v zažívacom trakte je sprevádzaná tvorbou celej skupiny organických plynov. Tieto za normálnych okolností zo zažívacieho traktu plynule odchádzajú oboma koncami zažívacej trubice a prípadne i dychom. Vzhľadom k tvorbe plynov je v žalúdku produkovaný CH_4 a CO_2 , a v čreve (hlavne v hrubom) NH_3 , CH_4 a ďalšie plyny. Pre vznik amoniaku je teda jednoznačne charakteristická jeho spätosť s látkovým metabolizmom zvierat.

Čím je väčšia zhoda štruktúry aminokyselín skrmovaných bielkovín s požiadavkami zvierat, tým väčšie množstvo bielkoviny je zvieratom vytvorené a tým menej AMK (aminokyselín) je deaminované a vo forme močoviny vylúčené z tela. U monogastrických zvierat je požiadavka na AMK, aby boli v optimálnom množstve, kvalite, vhodnom pomere a v požadovanom čase. U ošípaných sú limitujúce esenciálne AMK - lyzín, methionín, cystín, tryptofán a treonín. Napriek tomu je z celkového dusíka prijímaného potravou u výkrmových ošípaných približne 50 % vylúčené v moči a 20 % vo výkaloch.

Amoniak vzniká deamináciou aminokyselín a je detoxikovaný v hepatocytoch pomocou katalytických enzýmov na močovinu. Až 90 % močoviny je odfiltrovannej obličkami do moču a zvyšných 10 % sa vylúči tráviacim traktom a kožou. Časť močoviny je z tráviaceho traktu metabolizovaná črevnou mikroflórou (obsahujúcou ureázu) na CO_2 a NH_3 . Vzniknutý amoniak je potom spätne transportovaný do pečene a obličiek. Množstvo syntetizovanej močoviny závisí nielen od príjmu bielkovín v potrave, ale aj od katabolizmu bielkovín tela. Močovina je v moči v relatívne stabilnej forme. Účinkom mikrobiálnej ureázy, nachádzajúcej sa vo výkaloch, dochádza po premiešaní moču s výkalmi k jej rozkladu. Ureáza je enzým s absolútnou substrátovou citlivosťou pre močovinu, ktorú rozkladá na amoniak a kyslíčnik uhličitý.

4. Faktory ovplyvňujúce produkciu amoniaku a skleníkových plynov

Mikroklíma ustajňovacích priestoroch

Bežné hodnoty parametrov mikroklímy (teplota, vlhkosť, prúdenie vzduchu) sú v pásme optima pre rozvoj mikrobiálnej sféry pre deamináciu močoviny, pričom na jej konci je amoniak a zápachové látky. Platí veľmi tesná lineárna závislosť produkcie amoniaku na teplote a špecifickej vlhkosti, pričom korelačný koeficient sa blíži k hodnote 1,00. Uvedené poznatky boli zistené i v štúdiu holandských autorov, ktorí potvrdili, že na produkciu amoniaku má vplyv teplota vzduchu, koncentrácia močoviny v moči, koncentrácia celkového amoniakálneho dusíka v hnoji, pH moču a hnoja, ureázová aktivita, typ podlahy, rýchlosť

prúdenia vzduchu a veľkosť znečistenej podlahovej plochy. Vplyv teploty sa prejavil i na produkcii metánu, kedy s nárastom teploty vzrastá aj metanogenéza. Uvoľňovanie amoniaku ovplyvňuje aj prúdenie vzduchu. Vyššie prúdenie vzduchu spôsobuje vyššie plynné emisie, pretože rýchlosť prúdenia vzduchu nad voľným povrchom hnojovice je v pozitívnej korelácii s koeficientom prestupu hmoty.

Krmivo

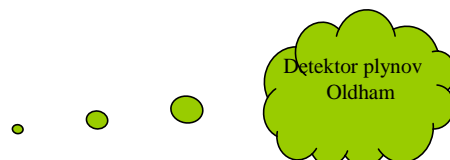
Predstavuje hlavný zdroj amoniaku, nakoľko ten je produkovaný hydrolyzou močoviny, ktorá predstavuje terminálny produkt rozkladu dusíkatých bielkovinových i nebielkovinových látok. Preto je potrebné, aby krmovinová základňa bola čo najpresnejšie vybilancovaná pre daný druh, kategóriu a úžitkovosť zvierat. Treba zohľadniť pomer stavebných a energetických zložiek krmiva, zloženie AMK skrmovaných bielkovín (najmä na obsah esenciálnych AMK) i zastúpenie vitamínov i minerálnych látok.

Vek, hmotnosť a počet zvierat

Jedná sa o prirodzený vzťah medzi mierou metabolických procesov pri danom veku a hmotnosti zvierat, ktorý je vyjadrený adekvátnou produkciou exkrementov. Ide o kvantitatívne ukazovatele - hmotnosť exkrementov a kvalitatívne ukazovatele - obsah močoviny, prípadne ďalších dusíkatých látok. Na produkcii NH_3 sa priamo podieľa hmotnosť vyprodukovaných exkrementov, ktorá je funkciou hmotnosti zvierat a koncentrácia močoviny a ďalších dusíkatých látok, ktorá je nepriamo úmerná hmotnosti zvierat. Produkcia amoniaku a skleníkových plynov je ovplyvnená aj počtom zvierat, nakoľko so vzrastajúcim počtom zvierat vzrastá aj množstvo exkrementov, z ktorých sa tieto plyny uvoľňujú.

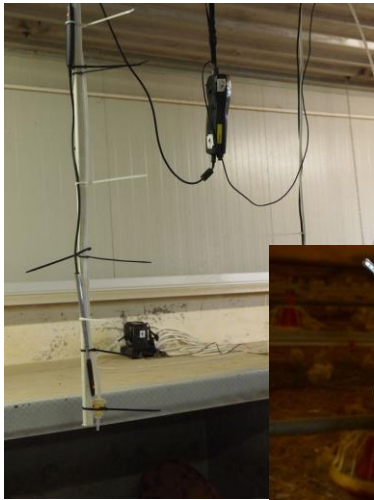
Technológia ustajnenia

Môže významne vplývať na množstvo amoniaku a skleníkových plynov. Výsledky jednotlivých štúdií sú však značne rozdielne. Zistilo sa, že najnižšia produkcia NH_3 bola u ošípaných ustajnených na roštovej podlahe, vyššia pri kotercovom - prístielanom ustajnení a najvyššia pri ustajnení na hlbokoj podstielke, čo platilo pre všetky váhové kategórie zvierat od začiatku výkrmu až do jeho ukončenia. Na druhej strane použitie hlbokoj podstielky (piliny) zaznamenalo 35 až 50 % redukcii množstva amoniaku v porovnaní s roštovou podlahou. Tiež v prípade produkcie metánu bola zaznamenaná jeho redukcia pri ustajnení zvierat na podstielke než na čiastočne roštovanej podlahe.



Podstielka

Hlavnú úlohu tu zohráva teplota, vlhkosť a pH podstielky. S narastajúcou povrchovou a vnútornou teplotou znečistenej podstielky sa uvoľňovanie amoniaku zintenzívňuje. Významnú úlohu hrá aj vlhkosť podstielky. Ak je príliš mokrá, prebiehajú v nej anaeróbne rozkladné procesy produkujúce amoniak a zápach. Na produkciu škodlivých plynov vplýva aj vek a prevzdušnenosť podstielky. V chove ošípaných boli emisie z pilinovej podstielky 2,6 - krát (NH_3) a 2,1- krát (CH_4) nižšie a 3,9 - krát vyššie (N_2O), ako v prípade slamenej podstielky. Zdôvodňuje sa to práve vyšším stupňom prevzdušnenia pilinovej podstielky. Ďalší autori uviedli, že emisné množstvo NH_3 bolo nižšie, keď sa použila nová podstielka iba pre jeden výkrmový cyklus než keď sa použila pre viac výkrmových cyklov. Na produkciu amoniaku a skleníkových plynov vplýva aj druh podstielky. Slamená podstielka vykazovala vyššie emisie NH_3 a nižšie emisie skleníkových plynov ako podstielka s kukuričnou silážou.



Testo



Kestrel



Technologické operácie

Cyklické javy

K cyklickým javom radíme intenzívny pohyb zvierat, pričom sa z výkalov a moču uvoľňuje NH_3 . Výrazne sa prejavujú cyklické javy spojené s ošetrovaním zvierat. Asi 0,5-1 hodinu pred zakladaním kŕmnej dávky sa zvyšuje pohybová aktivita. Začína úsek so zvýšenou defekáciou a urináciou, trvajúci asi 3 hod. Potom nastáva útlm činnosti, zvieratá ležia, klesá koncentrácia NH_3 v ustajňovacom ovzduší. Celý cyklus sa zopakuje pri ďalšom kŕmení. Mnohí autori preto uvádzajú, že spojenie medzi aktivitou zvierat a produkciou NH_3 je variantom ich exkretnej aktivity.

Necyklické javy

Radíme k nim vyskladnenie, premiestňovanie zvierat, veterinárne zákroky, kedy dochádza k zvýšenej pohybovej aktivite zvierat i narušeniu ich pohody. Taktiež hnačky predstavujú dôležitý faktor, pri ktorom dochádza k 3 až 4-násobnému zvýšeniu koncentrácií amoniaku.

5. Možnosti redukcie amoniaku a skleníkových plynov z ustajnení ošípaných

5.1. Dodržiavanie technologických postupov

Tiež systém ustajnenia, t. j. kombinácia podlahového systému, zberu hnoja a jeho odstraňovania, určuje do značnej miery úroveň emisií plyných látok, najmä emisií amoniaku. Ustajňovacie systémy vyvinuté na redukcii emisií amoniaku zahŕňajú v podstate jeden alebo viac nasledujúcich postupov:

a) zmenšenie povrchovej plochy pre uvoľňovanie amoniaku

- veľkosť roštovej podlahy max. do 50 % z podlahovej plochy
- zmenšenie povrchovej plochy hnojných podroštových kanálov
- zmenšenie znečistenej podlahovej plochy, a to znížením počtu zvierat v koterci (v súlade s platnou legislatívou) a zlepšením hygieny ustajnenia

b) rýchle a kompletne odstránenie hnoja (hnojovice) z ustajňovacích priestorov do vonkajších skladov

c) aplikácia prídavného ošetrovania - prevzdušnenia

d) chladenie povrchovej plochy hnojovice

- rebrovými chladičmi inštalovanými v podroštových kanáloch na povrchu hnojovice
- na chladenie sa využíva voda, ktorej teplota dosahuje do 12 °C
- teplota ochladzovanej povrchovej vrstvy hnojovice by nemala presiahnuť 15 °C

e) zníženie pH hnojovice

-pri kyslom, resp. neutrálnom pH (do 7) sa amoniak v hnojovici vyskytuje prevažne vo forme stabilného amónneho iónu (NH_4^+), ktorý sa však v zásaditom prostredí (pH nad 7) rýchlo mení na prchavý amoniak

Ustajňovacie systémy, ktoré boli vyvinuté na základe týchto princípov sú schopné znižovať emisie amoniaku do atmosféry od 30 do 80 %. Niektorí výskumníci však zistili, že takto riešené ustajňovacie systémy takmer neovplyvnia emisie metánu, ale môžu významne zvyšovať emisie oxidu dusného. Vplyv ustajňovacích úprav na zníženie emisií zápachu bol preukázaný, ale je zvyčajne ohraničený.

Významný vplyv na uvoľňovanie amoniaku z hnoja (hnojovice) má aj vnútorná klíma ustajňovacích priestorov, kedy pri nižšom prúdení vzduchu a nižšej teplote klesá i uvoľňovanie amoniaku z hnoja (hnojovice), čo môže byť ešte podporené redukciiu povrchu, z ktorého sa amoniak odparuje.

Z viacerých štúdií vyplynulo, že pravidelné odstraňovanie hnojovice znižuje emisie amoniaku i skleníkových plynov. V chove ošípaných s čiastočne roštovanou podlahou bola produkcia škodlivých plynov nižšia v sekcii zvierat s týždenným vypúšťaním hnoja než v sekcii, kde sa hnojovica vypúšťala až po 8 týždňoch. Koncentrácie amoniaku boli nižšie v ustajnení s denným vypúšťaním hnojovice a roštovou podlahou ako z ustajnení so 14-denným odstraňovaním hnoja a plnou podlahou.

Odstraňovaniu exkrementov a manipulácii s výkalmi je potrebné z ekologického hľadiska venovať zvýšenú pozornosť. Zvolený systém odstraňovania výkalov ovplyvňuje mikroklímu, hygienu práce a výšku investičných a prevádzkových nákladov. Systém odstraňovania, manipulácie a skladovania exkrementov závisí od spôsobu ustajnenia a stavebno-dispozičného riešenia objektu. V bezpodstielkovom ustajnení sa produkuje hnojovica a v ustajnení s podstielaním pevný maštalný hnoj. Celková produkcia hnojovice závisí od veku a živej hmotnosti (kategórii) ošípaných, veľkosti a konzistencie kŕmnej dávky, príjmu napájacej vody, stavu napájacieho a množstva používanej vody pri čistení.

V závislosti od veľkosti kŕmnej dávky sa úmerne zvyšuje aj produkcia pevných a tekutých výkalov (exkrementov) u jednotlivých kategórií ošípaných. Ovplyvňuje ju zvolená

konzistencia kŕmnej dávky a s tým súvisiaci príjem vody. Príjem vody (tekutín) je dôležitý pre rast ošípaných a má priamy vplyv na produkované množstvo ale aj na kvalitu hnojovice. Napríklad pre výkrmové ošípané s hmotnosťou 25-60 kg spotreba vody predstavuje asi 4-8 litrov na kus a deň a so zvyšujúcou živou hmotnosťou vzrastá na 6-10 litrov na kus a deň. Vo všeobecnosti sa produkcia hnojovice zvyšuje so súčasným znižovaním obsahu sušiny v dôsledku zvýšenej spotreby vody.

Produkcia hnojovice a množstvo vody, ktoré sa rozleje pri pití a manipulácii s napájačkami, závisia od typu napájacieho systému a rýchlosti príjmu vody. Zvýšená rýchlosť príjmu vody z kolíkových napájačiek spôsobuje zvýšenie množstva hnojovice pri súčasnom znížení obsahu sušiny v hnojovici.

Z hľadiska celkového množstva produkovaného tekutého hnoja dôležitým faktorom je aj bezporuchový stav použitých napájačiek, t.j. ich tesnosť, pretože v opačnom prípade dochádza k úniku vody cez napájačky a tým k zvyšovaniu objemu hnojovice. Dodržiavanie technologickej disciplíny pri čistení významne ovplyvňuje produkciu tekutého hnoja. So zvyšovaním množstva vody používanej na čistenie sa zvyšuje objem hnojovice pri súčasnom znižovaní obsahu sušiny. Skracuje sa tým doba skladovania hnoja, resp. vzrastá potreba skladovacích priestorov pri zachovaní rovnakej doby skladovania.

Potreba vody pre denné umývanie v objektoch pre dojčiacie prasnice je 3,7 l/ks, pre odchov odstavčiat 0,13 l/ks, pre výkrm ošípaných suchými zmesami 0,1 l/ks a pri mokrom kŕmení 0,3 l/ks. Pre turnusové umývanie potreba vody na jedno ustajňovacie miesto v objektoch pre dojčiacie prasnice predstavuje 270 litrov, pre odchov odstavčiat 16 litrov, pre výkrm ošípaných suchými zmesami 40 litrov a pri mokrom kŕmení 45 litrov.

Pre riešenie manipulácie, prepravy a skladovania hnojovice je dôležitým predpokladom znalosť jej fyzikálnych vlastností. Výkaly predstavujú zložitú heterogénnu polydisperznú sústavu s veľmi širokým spektrom veľkosti častíc. Okrem hrubo disperzných častíc, ako sú zvyšky krmiva, prípadne podstielky, je hnojovica tvorená zložitou koloidnou štruktúrou, ktorá v závislosti od času prechádza zmenami. Tieto zmeny spočívajú v rozpade koloidnej disperznej sústavy pri meniacich sa fyzikálnych a chemických podmienok. Toto gélovité koloidné zloženie je dôležitým faktorom, ktorý určuje vlastnosti a hydromechanické správanie hnojovice v procese jej starnutia. Pri hnojovici dôležitými fyzikálnymi vlastnosťami okrem obsahu sušiny a objemovej hmotnosti je aj konzistencia, ktorú ovplyvňuje druh a veľkosť častíc v hnojovici. Na základe znalosti fyzikálnych vlastností hnojovice je možné stanoviť aj výkonnosť čerpadla pre dopravu (prečerpávanie) hnojovice s rôznym stupňom konzistencie.

Obsah sušiny v čerstvej hnojovici od ošípaných sa pohybuje v priemere od 4,5 do 8,2 %, pričom veľký vplyv na to má množstvo používanej vody na splachovanie prevádzkových plôch. Objemová hmotnosť hnojovice ošípaných nemá takú výraznú závislosť od obsahu sušiny ako hnojovica od hovädzieho dobytká. Hnojovica so sušinou 5 % má objemovú hmotnosť $1\ 045\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a so sušinou 10 % $1\ 055\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Dynamická viskozita podstatne závisí od obsahu sušiny v hnojovici a s jej zvyšovaním vzrastá. Jej hodnoty sa menia aj vo veľmi zriedenej hnojovici v rámci celej dĺžky a hĺbky podroštového kanála. Sedimentačné vlastnosti hnojovice spôsobujú výraznú diferenciáciu vrstiev, ktoré majú odlišné hydromechanické vlastnosti.

Aj nezriedená hnojovica v podroštovom kanále vytvára odlišiteľné vrstvy, a to vrstvu sedimentujúcich látok a vrstvu tekutú, ktorá má tendenciu odtiecť bez usadenej časti. Podstatná časť usadzujúcich látok hnojovice sedimentuje v prvých dvoch hodinách a s dobou skladovania sa usadzovanie zvyšuje. Silno sedimentujúca hnojovica v nádržiach vytvára tri oddelené vrstvy. Prvá vrchná vrstva má najnižšiu sušinu (1,1-1,3 %). Podstatne vyššiu sušinu má stredná vrstva (6,4 %), ktorá je najväčšia a tvoria ju koloidné nerozpustné častice. Tretia najspodnejšia vrstva je najhustejšia so sušinou asi 12,2 %. Čerstvá hnojovica má obyčajne

vyššiu teplotu ako staršia, pričom teplota hnojovice závisí aj od hĺbky vrstvy hnojovice a teploty prostredia.

S vekom podstielky sa jej kvalita znižuje v súvislosti s rozkladom exkrementov v nej, pričom vzrastá jej teplota a vlhkosť, čo uvoľňovanie amoniaku zintenzívňuje. Ak je z technických dôvodov možné, je preto vhodné pristieľať novú podstielku. Táto môže znížiť produkciu amoniaku až o 50 %. Zároveň je potrebné, aby boli zabezpečené optimálne parametre mikroklimy, čo umožní odvod tepla a vlhkosti, a tak zabezpečí dobrý stav podstielky v dlhšom časovom horizonte. V prípade výberu druhu podstielky je vhodné sa orientovať podľa potrieb zvierat, hoci rozličné druhy podstielky môžu výrazne ovplyvniť produkciu škodlivých plynov.

Zamedzenie vysokej vlhkosti v ustajňovacom priestore umožní znížiť produkciu amoniaku, nakoľko pre ňu platí veľmi tesná lineárna závislosť na teplote a špecifickej vlhkosti.

Ventilácia nastavená vzhľadom na druh a kategóriu zvierat umožňuje udržať požadovanú mikroklimu ustajňovacích priestorov (teplota, vlhkosť, prúdenie vzduchu) a pohodu zvierat, čo pozitívne ovplyvňuje ich zdravotný stav i produkciu škodlivých plynov. Ak sa intenzita ventilácie zvyšuje, vzrastá aj prúdenie vzduchu a s ním i plynné emisie, pretože rýchlosť vzduchu nad voľným povrchom hnojovice je v pozitívnej korelácii s koeficientom prestupu hmoty.

So zvyšujúcim sa počtom zvierat v skupine a na kŕmnom mieste sa zvyšuje i uvoľňovanie amoniaku, nakoľko je zaznamenaná dlhšia pohybová aktivita zvierat pre potreby zabezpečenia krmiva, vody i oddychovej plochy a nesynchronnosti týchto aktivít zvieratami, čo sa prejavuje kratším časom oddychu a teda vyššou produkciou amoniaku. Pri vyššej koncentrácii zvierat je narušené prirodzené správanie zvierat. S delením priestoru pre oddych a defekáciu sa zvyšuje podiel znečistenej podlahovej plochy a tým plocha pre odparovanie amoniaku.

Zistilo sa, že systém hlbkej podstielky zaznamenal 35 až 50 % redukciu emisií amoniaku v porovnaní s roštovou podlahou. V prípade emisií CH₄ bola evidovaná ich produkcia v množstve 0,77 g.deň⁻¹ na pilinách a 1,58 g.deň⁻¹ na slame na zviera. V porovnaní s chovom na čiastočne roštovej podlahe v kategórii odstavčatá (produkcia CH₄ - 11 g.deň⁻¹.ks⁻¹) bola teda zaznamenaná výrazne nižšia produkcia metánu. Taktiež prídavok rôznych druhov obohacujúcich materiálov môže ovplyvniť produkciu amoniaku a metánu, pričom v prípade slamy bol produkcia amoniaku vyššia a metánu nižšia ako v prípade kukuričnej siláže.

Zároveň bolo dokázané, že aj dizajn podlahy sa môže významnou mierou podieľať na koncentráciách amoniaku, nakoľko pri zvažujúcej podlahe môže moč odtekať priamo do podzemných hnojovicových nádrží a nedochádza k jeho zmiešaniu s výkalmi priamo na podlahe. Tým je redukovaná tvorba amoniaku priamo na podlahovej ploche.

Ďalšou možnosťou znižovania najmä produkcie amoniaku a zápachu v chovoch s roštovou podlahou a uskladnením hnojovice v podroštových jamách je prídavok malej vrstvy vody do jam s hnojovicou vo frekvencii 2-krát v priebehu výkrmu, čo limituje sedimentáciu pevnej frakcie hnojovice, a tak odparovanie amoniaku. Týmto spôsobom je možné dosiahnuť až 20 %-nú redukciu amoniaku a 25 %-nú redukciu zápachu.

V rámci znižovania emisií amoniaku je potrebné dodržiavať aj **zásady správnej poľnohospodárske praxe**, ktoré zahŕňujú nasledovné postupy:

Hospodárenie s dusíkom s rešpektovaním celého dusíkového cyklu. Pre splnenie týchto opatrení je možné využiť Zásady správnej poľnohospodárskej praxe z pohľadu nitrátovej smernice, ktorá je presne na tento bod zameraná, vytvorená a obsahuje všetky postupy smerujúce k hospodárnemu využívaniu dusíka pri hnojení rastlín

Stratégia kŕmenia hospodárskych zvierat. Vzhľadom k tomu, že opatrenia týkajúce sa správnej výživy a kŕmenia hospodárskych zvierat, ktoré vedú k zníženiu obsahu vylúčeného

dusíka a fosforu, sú považované za najlepšie dostupné techniky BAT. Ide o fázové kŕmenie a overené postupy kŕmenia biotechnologickými prípravkami, upevňujúcimi väzbu dusíkatých látok v exkrementoch. Správnou stratégiou kŕmenia zvierat s používaním biotechnologických prípravkov v krmive je možné dosiahnuť zníženie amoniaku do 50 % z celkových emisií NH₃.

Nízkoemisný spôsob ustajnenia zvierat. Pre intenzívne chované ošípané a hydinu sú tieto technológie uvedené v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách BREF ako najlepšie dostupné techniky BAT.

Nízkoemisný spôsob hnojenia. Pre popis vhodných technológií je možné využiť tiež referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BREF).

Nízkoemisný spôsob skladovania hnojív. Niektoré opatrenia sú uvedené v nitrátovej smernici a dokumente BREF. Jedná sa najmä o rôzne typy zakrývania a zastrešovania skladov hospodárskych hnojív. Pre znižovanie emisií amoniaku do ovzdušia je možné využiť aj aplikáciu overených biotechnologických prostriedkov.

V rámci spracovania plánu podľa zákona o ovzduší musí dotknutý prevádzkovateľ, porovnať a zhodnotiť ním prevádzkované technológie s referenčnými a znižujúcimi technológiami pre chovy hospodárskych zvierat, skládky maštalného hnoja a hnojovice a spôsoby zapravenia na poli, u ktorých je deklarovaný emisný hmotnostný tok amoniaku do vonkajšieho ovzdušia, a ktoré budú v rámci plánu u zdroja inštalované.

Správna poľnohospodárska prax je založená na korekcii emisných faktorov. Stanovený emisný faktor je znížený o percento, ktoré vykazuje technika znižujúca emisie amoniaku. Je to množstvo amoniaku znížené v porovnaní s referenčnou technikou, resp. s bežne používanými postupmi. V rámci zavedenia plánu správnej poľnohospodárskej praxe môžu byť použité aj iné technológie, ktorú znižujú emisie amoniaku.

U ošípaných je celkový emisní faktor súčtom čiastkových emisných faktorov pre maštale, sklady a zapravenie exkrementov.

Medzi technológie znižujúce emisie z ustajnenia ošípaných patrí:

- zmenšenie emitujúcich povrchov hnoja – znečistenej podlahy, povrchu hnojovice v podroštových kanáloch,
- časté odstraňovanie hnoja, hnojovice z podroštových priestorov do externých nádrží (mimo objekt),
- použitie prídavných zariadení (napr. prevzdušňovače) pre získanie kvapaliny na preplach (umožní to vyhnúť sa riedeniu hnojovice vodou)
- ochladzovanie povrchu hnojovice,
- zmena pH hnojovice (močovky) - zmenia sa tak chemicko-fyzikálne vlastnosti,
- použitie hladkých a ľahko čistiteľných materiálov (napr. cez betónové rošty močovka pomaly preteká a zvyšujú sa tak emisie NH₃ v porovnaní s plastovými alebo kovovými roštami),
- použitie pračiek vzduchu (biofilter, kyselinová práčka).

Emisie amoniaku závisia od plochy povrchu hnojovice v podroštových kanáloch. Najväčšie emisie vznikajú v ustajneniach s celoroštovou podlahou, pod ktorou sa nachádza hnojivý kanál (nádržový kanál) pre zhromažďovanie hnojovice. Zmenšením plochy roštovej podlahy sa zmenší plocha kanála a tým aj povrch hnojovice v ňom zadrživanej, čím je možné dosiahnuť zníženie emisie amoniaku tak ako to vyplýva zo znázorneného grafu. Obdobne sa zníženie dosiahne aj redukciou povrchu podroštových hnojivých kanálov pri čiastočne roštovom ustajnení a znečistených plných plôch ale aj roštových podláh exkrementami ošípaných v kotercoch, výbehoch, preháňacích uličkách a pod.

Emisie je možné znížiť aj častým odstraňovaním hnojovice z ustajnenia ošípaných. Z hľadiska frekvencie odstraňovania hnoja, hnojovice z podroštových priestorov do externých nádrží nachádzajúcich sa mimo ustajňovacieho objektu sú výhodnejšie systémy s mechanickými zhrňáčmi. Tieto umožňujú odstraňovanie hnojovice viackrát za deň a to

podľa potreby. Obdobne to platí aj pri odstraňovaní hnojovice z hnojnej chodby mobilnými mechanizmami pri ustajnení ošípaných v pozdĺžne prejazdnych objektoch.

Vzhľadom k tomu, že emisie amoniaku (NH_3) vzrastajú so zvyšujúcou sa teplotou hnojovice a okolitého prostredia, jej ochladzovaním je možné tieto emisie znížiť. Využíva sa na to ochladzovanie povrchu hnojovice v hnojných podroštových kanáloch alebo nádržiach. Pre ochladzovanie sa využívajú rebrové chladiče, ktoré plávajúce na povrchu hnojovice. K ochladzovaniu je možné využívať napr. zdroj podzemnej vody. Teplota chladiacej vody by mala byť do $12\text{ }^\circ\text{C}$. K jej prečerpávaniu je potrebné zabezpečiť čerpadlo a rozvodné potrubie.

Ak nie je k dispozícii zdroj podzemnej vody alebo podzemná nádrž s vodou, ako chladiivo sa využíva nepriamo ochladzovaná voda v chladiacom zariadení, ktoré sa inštaluje pri ustajňovacom objekte. Ochladzovanie hnojovice v podroštových kanáloch zabezpečujú plávajúce rebrové chladiče, ktoré zotrávajú na jej povrchu. Ich celkový povrch má mať najmenej 200 % povrchu ochladzovanej hnojovice. Systém ochladzovania má zabezpečiť, aby teplota vrchnej vrstvy hnojovice nepresiahla $15\text{ }^\circ\text{C}$. Pri schladzovaní chladiacej vody vzniká teplo, ktoré sa využíva na ohrev podlahy v kotercoch. K nepriamemu ohrevu média (vody) sa využíva výmenník. V podlahe sa inštaluje teplovodné potrubie v tvare hada, ktoré je uložené na tepelnoizolačnej vrstve. Táto vrstva zabraňuje stratám tepla prestupom do spodných častí podlahy, čím sa šetrí na energii. Teplá voda, ktorá koluje v tomto okruhu, zabezpečuje ohrev podlahy v kotercoch. Tento spôsob je možné využiť k ohrevu rovných alebo aj konvexných (vypuklých) podláh. Uvedeným riešením sa efektívnejšie využíva energia vynaložená na chladenie.

Kyslosť hnojovice v hnojných kanáloch alebo nádržiach rovnako vplýva na produkciu amoniaku do prostredia. Dusík sa vylučuje vo forme močoviny v moči ošípaných. Premena močoviny na amoniak nastáva za prítomnosti enzýmu ureáza, ktorý je produkovaný mikroorganizmami. Čím je vyššia koncentrácia močoviny v moči, tým je vyšší aj stupeň unikania amoniakálnych emisií do ovzdušia. Dusík sa v hnojovici nachádza buď v tekutej forme ako amónium (NH_4^+), ktoré je dobre rozpustné vo vode, alebo v plynnej forme ako amoniak (NH_3), ktorý je menej rozpustný a preto z hnojovice uniká do okolitého prostredia. Forma existencie dusíka závisí od pH hnojovice, t.j. od jej zmien chemicko-fyzikálnych vlastností. Kyslé alebo neutrálne prostredie (pH do 7) je domovom pre stabilné amónium, ktoré sa v zásaditom prostredí (pH nad 7) mení na prchavý amoniak. Rýchlosť unikania NH_3 ovplyvňuje aj teplota a rýchlosť prúdenia vzduchu a veľkosť povrchu hnojovice.

5.2. Optimalizácia krmnej dávky a jej úpravy

Dusík vylučovaný močom je prevažne vo forme močoviny, ktorá môže byť ľahko premenená na amoniak a oxid uhličitý enzýmom ureázou, nachádzajúcou sa vo výkaloch, čo vedie k emisii amoniaku. Dusík vylučovaný výkalmi je prítomný hlavne ako proteín, ktorý má menšiu tendenciu k rozloženiu na amoniak.

Cieľom krmnej techniky je preto znižovať vylučovanie dusíka výkalmi a močom, a to prostredníctvom množstva a zloženia krmiva, tak aby čo najtesnejšie zodpovedalo požiadavkám zvierat v rôznych stupňoch produkcie. Ďalšou možnosťou zníženia vylučovania dusíka je jeho presunutie z moču do výkalov, a to zvyšovaním vlákniny v krmive. To môže zároveň indukovať pokles pH moču a hnojovice, čo má taktiež negatívny vplyv na uvoľňovanie amoniaku.

Výskumami bolo potvrdené, že uvedené krmné spôsoby znižovali emisie amoniaku u ošípaných až do 50 % v porovnaní so štandardným krmným zložením. Krmná dávka znižujúca amoniak môže na druhej strane negatívne vplyvať na emisie metánu a oxidu dusného v priebehu skladovania a následne počas aplikácie hnoja na pôdu. U ošípaných bolo tiež zistené, že krmné postupy znižujúce amoniakové emisie nemusia zároveň účinne znižovať i emisie zápachu. Avšak zmena zloženia krmiva môže byť účinným nástrojom pre

znižovanie emisií zápachu z hnojovice. Po výraznom znížení množstva hrubého proteínu v krmive klesli tieto až o 80 %.

Je potrebné zohľadniť pomer stavebných a energetických zložiek krmiva, zloženie AMK skrmovaných bielkovín (najmä na obsah esenciálnych AMK) i zastúpenie vitamínov i minerálnych látok. Aj pri vybilancovanej krmnej dávke sa však vylúči viac ako 30 % dusíka výkalmi a močom. Avšak použitie esenciálnych aminokyselín je limitované vzhľadom na ich dostupný sortiment. Tiež v ekologických chovoch nie je možné pridávať voľné AMK do potravy. Je preto potrebné ich zabezpečiť priamo z krmiva, pričom ale so zvyšovaním proteínového obsahu v krmive klesá využiteľnosť dusíka, a to môže viesť k vyššej produkcii NH_3 .

Dôležité je zvýšenie neškrobových polysacharidov v krmnej zmesi (cukrovarske rezky, sójové šupky, inulín...). Tieto sú síce pre ošípané z väčšej časti nevyužiteľné, ale sú zdrojom energie pre mikroorganizmy. Zároveň sa zvýši sekrécia močoviny do hrubého čreva. Z močoviny sa mikrobiálnou ureázou uvoľní amoniak a jeho dusík sa zabuduje do syntetizovanej mikrobiálnej bielkoviny, ktorá sa vylúči výkalmi. Zvýšená syntéza mikrobiálnych bielkovín má za následok menšiu reabsorbciu amoniaku do portálneho obehu a pokles exkrécie dusíka močom. Dochádza k poklesu vylučovaného dusíka o 30-45 %. Nevýhodou však je, že veľké množstvo neškrobových polysacharidov v krmnej dávke môže znížiť stráviteľnosť živín.

Niektoré krmné komponenty ako sója, olejnaté semená obsahujú ureázu. Pri extrúzii dochádza k denaturácii ureázy a strate jej účinku v zmysle enzymatickej degradácie močoviny.

Používa sa tiež okysľovanie krmných zmesí organickými kyselinami a ich soľami. Na tento účel sú vhodné kyseliny adipová a benzoová. Kyselina adipová sa metabolizuje v organizme len z malej časti a zvyšok sa vylúči močom. Bolo zistené, že jej prídavok vo forme 1 % znížil u odstavčiat pH moču zo 7,5 na 5,5 a obmedzil uvoľňovanie amoniaku o 25 %. Kyselina benzoová sa v organizme zvierat metabolizuje na kyselinu hippurovú. Tá sa kompletne vylučuje močom, a tak znižuje jeho pH.

5.3. Prídavok aditívnych látok do krmiva, vody, alebo do hnojovice

Jednu skupinu aditívnych látok predstavujú ílovité minerály, ktoré na svojom povrchu absorbujú amoniak a iné látky. Ich účinnosť nie je jednoznačná, nakoľko môžu viazať i esenciálne živiny, čo má za následok pokles koncentrácie živín a energie v zmesi. Preto ich použitie je obmedzené najmä na skládky hnoja.

Možné je i použiť okysľujúce a sekvestrujúce činidlá minerálneho kamenca a zeolitu. Kamenec znižuje pH hnojovice a tiež množstvo uvoľneného amoniaku. Zeolit pôsobí ako médium pre výmenu iónov, viaže sa na látky, ktoré by inak vytvárali amoniak.

V prípade použitia oxihumolitu do podroštových priestorov vo výkrme ošípaných ustajnených na roštoch došlo k redukcii produkcii amoniaku o 23 až 49,7 % v závislosti od množstva použitého oxihumolitu. Jeho nevýhodou však bola ťažká aplikácia. Oxihumolit bol v chove ošípaných aplikovaný aj na podlahu, pričom znížil produkciu amoniaku v dvoch pokusoch o 40, 9 a 40 %.

Uvoľňovanie amoniaku je možné znížiť aj použitím botanických aditív (napr. extrakt z rastliny *Yucca schidigera*), ktoré vykazujú inhibičný účinok na enzým ureázu. Svojím obsahom saponínov a tanínov tiež viažu amoniak a zároveň pozitívne ovplyvňujú zdravie zvierat. U ošípaných s roštovým ustajnením bola pri ich použití znížená produkcia NH_3 o 38 až 42 % pri aplikácii do krmnej dávky a o 26 až 40 % pri aplikácii do podroštových priestorov.

Na znižovanie produkcie amoniaku a skleníkových plynov boli použité aj komerčne produkované biotechnologické prípravky. Seletovali sa také prípravky, ktoré súbežne

znižovali produkciu amoniaku i skleníkových plynov. Potvrdilo sa dôležitosť zloženia týchto prípravkov a tiež fakt, že pri vhodnom zložení týchto prípravkov je znižovaná produkcia amoniaku i skleníkových plynov.

5.4. Úprava ustajňovacieho ovzdušia

Ďalšou možnosťou redukcie emisií škodlivých látok je úprava vzduchu odvádzaného z mechanicky vetraných ustajňovacích zariadení. V prípade použitia týchto techník sa nemení ustajňovací priestor ani spôsob kŕmenia. Pri koncovej úprave vzduchu sa používajú na úpravu znečisteného vzduchu 2 typy čističiek: čističky pracujúce na báze kyselín a biočističky. Hlavným významom týchto čističiek je znižovanie emisií amoniaku. V čističke na báze kyselín je amoniak z privádzaného vzduchu odstraňovaný reakciou s kyselinou sírovou, resp. chlorovodíkovou, pričom vzniká amónna soľ. Tá je odvádzaná zo systému vypúšťanou vodou. V biočističke je amoniak odstraňovaný prostredníctvom bakteriálnej premeny na dusitan (resp. kyselinu dusitú) a dusičnan (resp. kyselinu dusičnú). Tento proces sa nazýva nitrifikácia. Nahromadené dusitany a dusičnany sú ďalej tiež odvádzané vypúšťanou vodou. Táto sa môže použiť pre dusíkové prihnojenie plodín, resp. môže byť pridaná do skládok tekutého hnoja. Taktiež môže byť upravená v denitrifikačnom procese pre potrebu zníženia jej dusíkového obsahu.

Účinnosť čističiek

Úlohou čističiek pracujúcich na báze kyselín a biočističiek je redukovať obsah amoniaku vo vzduchu, ktorý vychádza z ustajňovacích priestorov. Redukcia amoniaku u čističiek na báze kyselín dosahuje viac ako 90 %, pri biočističkách sa pohybuje v rozmedzí od 50 do 90 %.

Čistiaciimi systémami vzduchu je možné do určitej miery odstraňovať aj zápachové látky, pričom účinnosť odstraňovania zápachových látok dosahuje okolo 30 % pre čističky na báze kyselín a 45 % pre biočističky. Najmä zápachové látky, ktoré sú dobre rozpustné, ľahko biodegradovateľné (v prípade biočističiek) alebo alkalické (v prípade čističiek na báze kyselín), môžu byť odstraňované relatívne ľahko. Je potrebné povedať, že súčasná podoba čističiek je prevažne optimalizovaná na odstraňovanie amoniaku. V prípade biočističiek je však možné zlepšiť odstraňovanie zápachu pridaním organického rozpúšťadla do vodnej fázy, čo zvyšuje dostupnosť zápachovej látky pre baktérie a tak zvyšuje biodegradačnú mieru. Ďalším možným postupom je použitie viacstupňového čistiaceho systému, kde každý stupeň vedie k odstráneniu jedného typu znečisťujúcej látky.

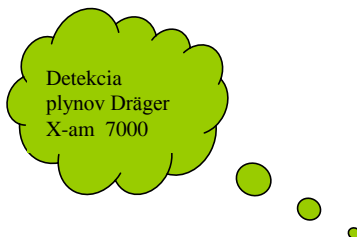
Čistenie vzduchu poskytuje zároveň aj priestor pre čiastočné odstraňovanie prachu a pevných znečisťujúcich látok. Najmä odstraňovanie pevných znečisťujúcich častíc je dôležité, nakoľko ich vdychovanie ovplyvňuje ľudské zdravie. Prostredníctvom čističiek je možné z ustajňovacieho vzduchu odstrániť 62-93 % častíc veľkosti do 10 μm a 47-90 % častíc veľkosti do 2,5 μm . Tieto údaje naznačujú, že koncová úprava vzduchu môže mať zásadný význam pre splnenie súčasných a budúcich emisných limitov pre pevné znečisťujúce látky.

Ionizácia vzduchu

Ionizácia využíva koronový výboj vysokého napätia (napätie 7 kV, prúd max. 25 μm), pričom sú štiepené nielen molekuly O_2 ale i molekuly NH_3 , CH_4 , N_2O . Jej použitie zaznamenáva najvyšší účinok v ustajňovacích priestoroch, v ktorých nebola príliš vysoká vlhkosť. Pri použití ionizácie bol zistený pokles produkcie amoniaku o 20 - 45 %. Zároveň ionizácia pozitívne ovplyvnila zdravotný stav (znížená spotreba liekov, pokles úhynov), úžitkovosť zvierat (lepšia konverzia krmiva, zvýšenie prírastkov o 8 - 20 %) i prašnosť ustajňovacieho prostredia.

6. Aktuálny stav koncentrácií amoniaku a skleníkových plynov vo výkrme ošípaných

Z terénnych sledovaní koncentrácií amoniaku a skleníkových plynov vo výkrme ošípaných na roštovej podlahe počas štyroch ročných období (1. turnus - leto, 2. turnus - zima, 3. turnus - jar, 4. turnus - leto) bolo zistené, že najvyššie koncentrácie všetkých plynov boli zaznamenané v zime a najnižšie v lete (tab. 1). Uvedený stav bol spôsobený nízkou intenzitou ventilácie v zimnom období a naopak vysokou intenzitou ventilácie v letnom období. Priemerné hodnoty koncentrácií amoniaku kolísali v jednotlivých turnusoch v rozmedzí 4,2 - 10,0 mg.m⁻³ a oxidu uhličitého v rozmedzí 1566 - 3282 mg.m⁻³. Maximálne hodnoty amoniaku však dosahovali v zimnom turnuse hodnotu 20,4 mg.m⁻³ (28 ppm) a oxidu uhličitého 5547 mg.m⁻³ (3023 ppm). Nakoľko podľa súčasnej platnej legislatívy nie sú stanovené maximálne povolené normy koncentrácií škodlivých plynov v ustajnení ošípaných, splňal uvedený chov požiadavky pre welfare zvierat. S ohľadom na zdravotný stav zvierat však hodnoty koncentrácií amoniaku nad 20 ppm poškodzujú najmä sliznice dýchacieho aparátu a spojiviek, čo sa prejavuje ich podráždením a možnosťou ľahšieho prieniku infekčných agens najmä pri ustajnení väčšieho počtu zvierat v chladnom ročnom období. Vysoké koncentrácie oxidu uhličitého (nad 3000 ppm) nepriaznivo ovplyvňujú najmä metabolizmus intenzívne rastúcich zvierat vo výkrme a tiež sú indikátorom znečistenia ustajňovacieho prostredia, nakoľko sú sprevádzane vyššími koncentraciami ostatných plynov, vysokou vlhkosťou i mikrobiálnym znečistením. Z uvedených dôvodov je preto potrebné zabezpečiť takú výmenu vzduchu, aby najmä koncentrácie amoniaku a oxidu uhličitého nepresahovali hodnoty 20 ppm (NH₃), resp. 3000 ppm (CO₂), čo však v zimnom období bude možné dosiahnuť iba privádzaním predhrievaného vzduchu pre zabezpečenie požadovanej teploty chovného priestoru pre daný druh a kategóriu zvierat.



Tab. 1 Koncentrácie amoniaku a skleníkových plynov v štyroch turnusoch výkrmu ošípaných

Plyn	N	Turnus	Koncentrácia (mg.m ⁻³)				
			Priemer	SE	Minimum	Maximum	P
NH ₃	87	1	7,0	0,2344	2,5	12,3	0,0000
	121	2	10,0	0,3055	2,5	20,4	1:2,3,4***
	99	3	5,7	0,2435	2,6	11,9	2:3,4***
	105	4	4,2	0,1806	1,7	7,8	3:4***
CO ₂	87	1	1651	54,587	730	3118	0,0000
	121	2	3282	101,93	1226	5547	1:2***
	99	3	2018	94,678	926	4532	2:3,4***
	105	4	1566	59,971	632	2748	3:4***
N ₂ O	87	1	0,45	0,0231	0,10	1,00	0,0000
	121	2	0,92	0,0358	0,20	1,90	1:2***
	99	3	0,52	0,0257	0,20	1,20	2:3,4***
	105	4	0,35	0,0165	0,10	0,70	3:4***
CH ₄	87	1	25	0,7008	14	42	0,0000
	121	2	45	1,7469	16	100	1:2***
	99	3	31	1,26	16	69	2:3,4***
	105	4	30	0,7534	16	44	3:4***,1:3*
H ₂ O	87	1	2922	86,224	1490	5168	0,0000
	121	2	4474	200,94	542	10948	1:2***
	99	3	3468	158,56	1341	7916	2:3,4***
	105	4	2865	89,057	1350	4715	3:4*

* P<0,05 ** P<0,01 ***P<0,001

Turnus = 1 - leto, 2 - zima, 3 - jar, 4 - leto

7. Záver

Najjednoduchším spôsobom znižovania produkcie amoniaku a skleníkových plynov z ustajnení ošípaných je zamerať sa na dôsledné dodržiavanie technologických postupov, zabezpečenie vybilancovanej krmne dávky, resp. jej úpravy (nízkoproteínové diéty, prídavok neškrobových polysacharidov, úprava krmných komponentov...), ako i použitie takých technológií ustajnenia, ktoré minimalizujú produkciu amoniaku a skleníkových plynov.

Ďalšou možnosťou je použitie aditívnych látok, ktoré sa pridávajú do krmiva, vody, hnojovice, resp. úprava ustajňovacieho ovzdušia ionizáciou. Tieto možnosti však v sebe skrývajú nové finančné náklady, ktoré sa však môžu vrátiť, zlepšením pohody, zdravia a úžitkovosti zvierat.

