



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČÍŠNEJ
VÝROBY NITRA

Produkcia emisií škodlivých plynov z chovov hydiny a jej znižovanie

Metodika pre prax (e-book)

Ing. Andrea Strmeňová a kol.

2014

TITULNÝ LIST

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

Názov: Produkcia emisií škodlivých plynov z chovov hydiny a jej znižovanie

Autorský kolektív: Ing. Andrea Strmeňová

MVDr. Zuzana Palkovičová, PhD.

Ing. Monika Knížatová, PhD.

Ing. Jana Švenková, PhD. (SPU Nitra)

Ing. Ingrid Karandušovská, PhD. (SPU Nitra)

MVDr. Rastislav Jurčík, PhD.

Ing. Anton Hanus

Ing. Igor Bôžik

prof. Ing. Jan Brouček, DrSc.

Technická spolupráca: Ľudmila Šabíková, Oľga Francúzová

Autor fotografií: Ing. Andrea Strmeňová

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 978-80-89418-36-7

EAN 9788089418367

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. Všeobecné informácie o emisiách	1
3. Pôsobenie emisií na globálnu tepelnú zmenu	2
4. Metán	2
5. Amoniak	3
6. Sírovodík	6
7. Oxid uhličitý	6
8. Oxidy dusíka	7
9. Vodná para	8
10. Emisie z chovu hydiny	9
11. Redukcia emisií vo výkrme hydiny	12
11.1. Kŕmenie	12
11.2. Ošetrovanie hnoja	12
11.3. Biofiltrácia	13
11.4. Chemická úprava hnoja	13
11.5. Suché skladovanie hnoja	13
11.6. Aditíva	14
11.6.1. Prídavok do pôdy	14
11.6.2. Aplikovanie do podstielky	14
11.6.3. Úprava krmiva aditívami	14
12. Techniky redukcie emisií	15
13. Odporúčania pre chovateľov	16
14. Záver	17

1. Úvod

Poľnohospodárstvo výraznou mierou súvisí s globálnou tepelnou zmenou (tzv. skleníkovým efektom). Negatívny environmentálny dopad sa ale stále zvyšuje a prispieva tak k nežiaducim zmenám klímy, prostredníctvom skleníkových plynov emitovaných do ovzdušia. Vzhľadom ku globálnym nebezpečenstvám vyplývajúcim z environmentálneho znečisťovania je potrebou a tiež povinnosťou poľnohospodárskej výroby zasiahnuť do organizácie práce a obmedziť tak vznik škodlivých plynov.

V prípade redukcie emisií skleníkových plynov je dôležité zamerať sa aj na technologické hľadisko (obmedzenie používania vody na čistenie objektov, kvantitu a kvalitu podstielky, spôsob a pravidelnosť odstraňovania exkrementov, intenzitu ventilácie). Ľudskou činnosťou vznikajú rôzne skleníkové plyny, ktoré prispievajú k nežiaducim klimatickým zmenám. K určení individuálneho a kumulatívneho účinku týchto plynov na zemskú klímu, je potrebné preskúmať ich celkové množstvo, produkciu, prirodzené a antropogénne zdroje, podmienky ich vzniku, poklesu a nárastu. Celosvetové poľnohospodárstvo zodpovedá asi za 20 % ročného nárastu emisií skleníkových plynov spôsobených činnosťou človeka.

Množstvo škodlivín, vyprodukovaných z chovného objektu, dokážeme do určitej miery obmedziť, ak pochopíme podmienky ich vzniku. Parametre chovného prostredia, ako sú teplota, vlhkosť, vetranie, prúdenie vzduchu, hustota zvierat na chovnej ploche, stav podstielky a i., významne ovplyvňujú tvorbu emisií. Ich optimálnym nastavením je možné znížiť produkciu emisií pri súčasnom vytvorení podmienok vyhovujúcich pre ustajnené zvieratá.

2. Všeobecné informácie o emisiách

Aj napriek úsiliu pre posilnenie obnoviteľných zdrojov dodávok energie a opatrení na zvýšenie energetickej účinnosti, globálne emisie v roku 2011 vzrástli o 3,2 % oproti roku 2010. Čína prispela k celosvetovému rastu najväčším príspevkom - 720 miliónmi ton (Mt), alebo 9,3 %, a to predovšetkým v dôsledku vyššej spotreby uhlia. India je dnes štvrtým najväčším producentom hneď za Čínou, USA, a EÚ. Čína získala pochvalu za úsilie investovať do lepších technológií (energia z obnoviteľných zdrojov).

Oxid uhličitý (CO_2), metán (CH_4) a oxid dusný (N_2O) sú plyny, ktoré spôsobujú klimatické problémy. Tieto plynné látky majú schopnosť zvyšovať skleníkový efekt, podieľajú sa na vzniku kyslých dažďov a môžu tiež porušovať stratosférický ozón. Dusíkatá depozícia má škodlivý účinok na živinovo-senzitívne ekosystémy.

Celosvetovo má poľnohospodárstvo na celkových antropogénnych emisiách skleníkových plynov podiel asi 10 %. Na Slovensku je tento podiel zhruba 8 %. Emisie skleníkových plynov zo živočíšnej výroby a poľnohospodárskej pôdy sú najvyššie v krajinách s vysokou hustotou hospodárskych zvierat (Holandsko, Belgicko).

Existuje niekoľko faktorov, ktoré ovplyvňujú emisie škodlivých plynov zo skladovanej močovky. Medzi základné faktory patrí teplota skladovaného hnoja, pH hnojovice, či okolité podmienky.

Dôležitý je vplyv priemernej ročnej teploty. V chladnejších regiónoch kde priemerná teplota dosahovala 10 °C, je pri uskladnení hnojovice v zakrytých nádržkách faktor metánu 10 %, pričom v oblastiach s priemernou teplotou 28 °C, je faktor 50.

Znižovať teplotu hnojovice je tiež možné jej uskladnením pod povrchom pôdy, ktoré môže byť čiastočné, alebo úplné. Využíva sa tiež kryt, či jej uskladnenie na miestach, kde je počas dňa, čo najmenej slnka. Minimálny vplyv má teplota na hnojovicu uloženú v zakrytej podzemnej nádrži.

Kontrola emisií skleníkových plynov (ESP) je dôležitou súčasťou medzinárodných konferencií. Základné faktory ovplyvňujúce ESP sú teplota vzduchu, pH, relatívna vlhkosť a koncentrácia kyslíka.

Nový výskum ukazuje, že aj keby bola tvorba všetkých emisie ihneď zastavená, teplota by zostala vyššia ako pred priemyselnou revolúciou, pretože skleníkové plyny vypúšťané do ovzdušia môžu v atmosfére pretrvávajúť po tisíce rokov.

3. Pôsobenie emisií na globálnu tepelnú zmenu

Skleníkové plyny predstavujú menej ako 0,1 % atmosférického objemu, ale majú výrazný vplyv na zemskú klímu. Po dopade slnečných lúčov na zemský povrch sa svetelná energia mení na energiu tepelnú, ktorá je vyžarovaná späť do atmosféry. Skleníkové plyny umožňujú prechod slnečného žiarenia, ale blokujú únik tepelnej energie v spodnej časti atmosféry a udržiavajú teplotu Zeme v znesiteľných medziach. Bez skleníkového efektu by bola priemerná povrchová teplota Zeme namiesto 15 °C asi -20 °C. Z celkového množstva slnečnej energie, ktorá preniká zemskou atmosférou (342 W.m⁻²), sa priemerne 31 % odráža späť do vesmíru a zvyšok je absorbovaný atmosférou, oceánmi, zemským povrchom a organizmami.

Ľudská zodpovednosť na globálnu tepelnú zmenu je nepopierateľná. Globálna teplota je už asi o 1,5 °C vyššia, ako pred priemyselnou revolúciou, v 19. storočí. Veľa vedcov tvrdí, že aj keby boli odstránené všetky zdroje emisií na zemi (vykurovanie, autá...) je možné, že teplota by sa aj tak zvyšovala. Dôvodom majú byť malé atmosférické častice aerosoly (častice morskej soli alebo sadze z spaľovania fosílnych palív), ktoré odrážajú slnečné svetlo späť do atmosféry. Je dôležité zastaviť radiačné pôsobenie aerosolov.

Vyššia koncentrácia skleníkových plynov však zvyšuje množstvo dlhovlnného žiarenia zachyteného v spodnej časti atmosféry a povrchová teplota Zeme sa zvyšuje. Mnohí varujú, že sa kráti čas, aby sa zabránilo katastrofálnej zmene klímy. Nárast teploty o 2 °C odhalil, že v roku 2011 energetický priemysel vyrobil rekordne vysoké množstvo emisií oxidu uhličitého. Správa IEA ukázala že emisií CO₂ zo spaľovania fosílnych palív sa uvoľnilo až 31,6 gigaton (Gt), pričom znížením na jednu tonu, máme 50 % šancu, že dôjde k ovplyvneniu zvyšujúcej sa teploty. Uskutočniť také zníženie je však nereálne.

4. Metán

Metán je bezfarebný plyn, bez zápachu. Je hlavnou zložkou zemného plynu, v ktorom tvorí 75 %. Topí sa pri -183 °C a má teplotu varu 164 °C. Nie je príliš rozpustný vo vode. Metán je horľavý, a zmesi 5 až 15 percentného metánu so vzduchu sú výbušné. Metán nie je toxický pri vdychovaní, ale môže spôsobiť udusenie znížením koncentrácie kyslíka. Metán je syntetizovaný destiláciou čierneho uhlia a tým, že sa ohrieva zmes uhlíka a vodíka.

Hodnoty metánu, ktorý sa po oxide uhličitom považuje za druhý najvýznamnejší skleníkový plyn, sa v priebehu posledných rokov zvýšili. Vedci predpokladajú, že práve toto je príčinou topenia permafrostu na severe našej planéty a tiež zvýšenia emisií z tropických mokradí. Energia uvoľňovaná pri spaľovaní metánu, vo forme plynu, sa uplatňuje priamo na vykurovanie domácností a iných budov. Je tiež používaný na výrobu elektrickej energie. Počas uplynulého desaťročia zemný plyn predstavoval asi 1/5 z celkovej celosvetovej spotreby energie, a asi 1/3 v Spojených štátoch. Látky uvoľnené pri destilácii čierneho uhlia okrem metánu, zahŕňajú vodu, oxid uhličitý, amoniak, benzén, toluén, naftalén a antracén.

Hlavným zdrojom metánu na celom svete je živočíšna výroba v poľnohospodárstve. Viac ako polovica z metánu uvoľneného každý rok pochádza z ľudskej činnosti, najmä poľnohospodárstva. Živočíšna výroba v poľnohospodárstve je zodpovedná za viac než 100 miliónov ton metánu ročne a mnohé organizácie sa snažia vyzdvihovať vegetariánsku stravu. Na Novom Zélande, kde sa z poľnohospodárstva uvoľňuje takmer 50 % emisií skleníkových plynov, vedci pracujú na zníženie metánu tým, že sa zbavia mikróbov v žalúdku zvierat, ktoré spôsobujú tvorbu metánu. Hnoj hydiny vytvára metán, ktorý by sme mohli využiť ako palivo.

5. Amoniak

Amoniak (NH_3) je ľahší ako vzduch. V normálnych podmienkach uniká do výšok, ale za daždivého počasia je zrážaný k zemi. Je to bezfarebný jedovatý plyn štipľavého zápachu. Väčšina ľudí pozná jeho zápach a vyhýba sa vdychovaniu jeho výparov. Horí žltkastým plameňom. Amoniak sa dobre rozpúšťa vo vode, alkohole, etyléteri a organických rozpúšťadlách.

Amoniak sa vyskytuje v okolitom prostredí. Vo vode, pôde a ovzduší je zdrojom dusíka pre rast rastlín a pre zvieratá zdrojom otravy. Vyparený amoniak sa môže ovzduším preniesť stovky kilometrov od miesta pôvodu. V Európe došli vedci k záveru, že dusíkaté znečistenie v Stredozemnom mori je z veľkej časti spôsobené emisiami amoniaku v severnej Európe.

Proces úniku NH_3 do atmosféry závisí na technike chovu, výžive, manipulácii s hnojom a hnojovicou a ich skladovaní a spôsobe aplikácie na pôdu. Hlavným zdrojom amoniaku je moč cicavcov a jej rozklad.

Množstvo amoniaku v zložkách životného prostredia sa počas dňa mení v závislosti od ročného obdobia. Najväčšia koncentrácia amoniaku pripadá na leto a jar. Po aplikácii umelého hnojiva s obsahom NH_3 na poľnohospodársku pôdu sa koncentrácia amoniaku v pôde výrazne zníži v priebehu niekoľkých dní. Na začiatku môže mať koncentráciu až 3 000 ppm. Vo vzduchu amoniak pretrváva niekoľko týždňov. Zvýšené koncentrácie amoniaku sa môžu objaviť aj pri obmedzenom vetraní v zime.

NH_3 je pôvodcom znečistenia vzduchu v objektoch pre chov hospodárskych zvierat. Okrem vzniku z ľudskej činnosti, vzniká tiež zo živočíšnych odpadov následkom neúčinnnej premeny N z krmiva na produkty zvierat. Krmivá pre hospodárske zvieratá a hydinu často obsahujú privysoký obsah bielkovín, kde je kvôli požiadavkám výživy zvierat prebytok dusíka. Dusík, ktorý nie je metabolizovaný na živočíšne bielkoviny sa vylučuje močom a výkalmi, kde sa pri rozklade hnoja, amoniak uvoľňuje do vzduchu.

Väčšia časť dusíka sa v organizme mení na látky, ktoré nemajú toxické účinky pre zdravie človeka a zvyšok sa prirodzeným metabolizmom vyplavuje z tela v priebehu niekoľkých dní.

NH_3 môže byť tiež škodlivý pre ľudí, keďže už nízka hladina môže dráždiť pľúca a oči. Amoniak s nižšou koncentráciou (0,2 - 0,3 mg/L) pri kontakte s okom spôsobuje iritáciu spojoviek. Vysoká koncentrácia amoniaku vedie až k oslepnutiu. Hygienici odporúčajú pre 15 minútovú expozíciu limit 35 ppm. Vysoká koncentrácia amoniaku v budovách živočíšnej výroby priamo alebo nepriamo ovplyvňuje dobré životné podmienky zvierat a pracovníkov. Koncentrácia NH_3 60 - 70 ppm môže vyvolať keratokonjunktívdu. Bezpečnosť pri práci a administrácia zdravia stanovili prípustný limit amoniaku pre pracovníkov na 50 ppm po dobu ôsmich hodín.

Akútna otrava vyvoláva pálenie a slzenie očí a podráždenie nosa a hrdla prejavujúce sa dráždivým kašľom. Menej ako 5 % roztoky amoniaku už spôsobujú pri kontakte s kožou podráždenie. Pri vyšších koncentráciách možno pozorovať sčervenanie, pľuzgiere a dokonca aj nekrózy. Tekutý amoniak môže spôsobiť omrzliny. Chronická otrava sa prejavuje najmä

chronickými zápalmi nosovej sliznice s postupnou stratou čuchu. Spôsobuje tiež predčasné úmrtia, či hospitalizáciu kvôli dýchacím problémom. Nepotvrdilo sa, že amoniak je karcinogén a poškodzuje ešte nenarodený plod. Inhalácia spôsobuje kašeľ, akútne zápaly dýchacích orgánov, a pri dlhodobejšom vystavení až edém pľúc.

Vzdušný amoniak má významnú úlohu pri šírení aerogénnych infekcií, ale negatívne ovplyvňuje odolnosť obzvlášť mladých jedincov voči infekčnému agens. U ľudí sú na zdravotné problémy súvisiace s amoniakom najcitlivejšie deti, staršie osoby a osoby s kardiovaskulárnymi alebo pľúcnymi ochoreniami (astma).

Emisie amoniaku sú vyjadrené v netypických jednotkách, ako sú emisie na jednotku zvierat'a, plocha na jedno zviera, živá hmotnosť zvierat'a, objem alebo hmotnosť hnoja.

Jedným zo spôsobov merania emisií NH_3 z prirodzene vetraných budov pre chov zvierat je meranie plynu uvoľneného z hnoja na podlahe budovy.

Amoniak sa využíva pri výrobe uhličitanu sodného rôznych farbív, liečiv, vitamínov, kozmetických výrobkov, syntetických textilných vlákien (nylon, hodváb a akryl), pri výrobe určitých plastov (polyuretány), či pri nižších koncentráciách je súčasťou mnohých čistiacich prostriedkov. Niektoré typy čistiacich prostriedkov by nikdy nemali byť zmiešané. Napríklad, amoniak a bielidlo tvorí veľmi nebezpečný plyn, s názvom chloramín, ktorý je po vdýchnutí veľmi škodlivý. Obchodné čistiace prostriedky, ktoré často obsahujú 25 až 30 % amoniaku, sú veľmi nebezpečné, pretože sú vysoko korozívne.

V ropnom priemysle sa používa pri neutralizácii kyslej zložky ropy a na ochranu zariadení proti korózii. Slúži aj na čistenie odpadových vôd, pričom v spojení s chlórrom je použiteľný na výrobu pitnej vody.

NH_3 je nevyhnutný na neutralizáciu emisií oxidov síry zo spaľovania palív obsahujúcich síru, a tiež na reguláciu emisií NO_x . Osožný je rovnako v chladiarenskom, potravinárskom a nápojovom priemysle, ako zdroj dusíka potrebného pre kvasinky a mikroorganizmy. Má schopnosť extrahovať niektoré kovy, ako je meď, nikel a molybdén od ich rúd.

Koncentráciu amoniaku v chovných priestoroch môžu chovatelia kurčiat regulovať do určitej miery vhodnou ventiláciou a ošetrovaním podstielky (enzymatické preparáty, absorbenty, okyslovadlá a pod.). Na začiatku produkčného cyklu je však ventilácia obmedzená, pretože je potrebné udržiavať teplotu na 30°C a viac. Tieto vysoké teploty následne stimulujú produkciu amoniaku.



Obr. 1 Ventiláčn  klapky v chove hydiny



Obr. 2 V hrevn  turbína v chove hydiny

Hoci sa neskôr teplota prostredia znižuje, tvorba amoniaku je podporovaná vyšším prúdením vzduchu, vyššou vlhkosťou a zvy šenou koncentraciou kyseliny močovej v podstielke. Ventilácia je minimálna aj v zimnom období z dôvodu vysokých tepelných strát cez obvodov  plášt' a strechu nedostatočne podstielky a podporuje sa uvoľňovanie amoniaku.

Priemyselná činnosť môže spôsobiť lokálne a regionálne zvýšenie emisie a atmosférickej koncentrácie amoniaku. Významnejšie množstvá emisií však pochádzajú z rozsiahlych zdrojov, ako je depozícia (transport amoniaku a iných škodlivín z atmosféry na zemský povrch), rozklad odumretej vegetácie a živočíšnych odpadov, aplikácia priemyselných hnojív a pod. Atmosférický amoniak sa uvoľňuje zo zemského povrchu v množstve asi 10^8 ton ročne. Koncentrácia amoniaku je v atmosfére značne premenlivá. V mestských oblastiach sa pohybuje v rozmedzí $5 - 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,007-0,035 ppm), vo vidieckych $2 - 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,0028-0,0085 ppm). Oblasť s intenzívnou živočíšnou produkciou môžu mať koncentrácie amoniaku až $100 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,14-0,28 ppm).

V ustajňovacích priestoroch pôsobí niekoľko fyzikálnych a technologických faktorov, ktoré ovplyvňujú tvorbu a uvoľňovanie amoniaku. Sú to predovšetkým teplota, prúdenie vzduchu (ventilácia) a technologické riešenie podlahy (rošty, plná podlaha). Maštalné emisie môžu byť výrazne redukované správnym ošetrovaním podstielky, hygienou ustajnenia a kŕmenia. Bežná hladina amoniaku v dobre vetraných uzatvorených chovných priestoroch s roštovým systémom ustajnenia je $5 - 10$ ppm a s pevnou podlahou (hydínové haly) $10 - 20$ ppm. Pevná (plná) podlaha s hlbokou podstielkou vytvára ideálne prostredie na tvorbu amoniaku, ak nie je podstielka správne ošetrovaná (pristielanie, vysušovanie, včasné vymieňanie, prídavok aditív a pod.).



Obr. 3 Podstielka v chove hydiny pred začatím výkrmového turnusu

Uvoľnený amoniak je zvyčajne dôsledok nedokonalejšej konverzie dusíka obsiahnutého v krmive do živočíšnych produktov. Hospodárske zvieratá sú často kŕmené krmivami s nadbytkom dusíkatých látok, aby boli zaistené ich nutričné požiadavky. Dusík, ktorý nie je metabolizovaný do živočíšnych bielkovín, je vylúčený z organizmu močom a výkalmi. Následne prebiehajú mikrobiologické reakcie uvoľňujúce amoniak do okolitého prostredia.

Mikroorganizmy, ktoré osídľujú gastro-intestinálny trakt zvierat, sú prítomné v čerstvo vylúčených exkrementoch. Iné druhy mikroorganizmov kolonizujú tieto exkrementy v ustajňovacom priestore a hnojiskách. Hlavným zdrojom amoniaku je moč cicavcov, konkrétne v ňom obsiahnutá močovina (napr. moč HD obsahuje až 92 % močoviny). V truse

hydiny je kyselina močová, ktorá sa vo vlhkom aeróbnom prostredí rýchlo rozkladá na močovinu. Močovina ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) je inertná látka, neutrálny produkt dusíkatého metabolizmu. Hydrolyza močoviny je katalyzovaná enzýmom ureáza, produkovaným mikroorganizmami a výsledkom tohto rozkladu je ako vedľajší produkt amoniak. Jeho množstvo závisí od celkového obsahu amoniakálneho dusíka (NH_3 a NH_4^+), teploty, vlhkosti a pH. Výkaly, na rozdiel od moču, obsahujú dusík prevažne v organickej forme, napr. výkaly HD obsahujú asi 25% dusíkatých látok. Produkcia amoniaku z týchto organických zlúčenín je zanedbateľná pre ich pomalú mineralizáciu (premena z organickej formy na anorganickú), ktorá prebieha postupne až pri dlhodobom vyzrievaní hnoja.

Amoniak prechádza počas odparovania z prostredia s vysokou koncentráciou (moč, hnoj) do prostredia s nízkou koncentráciou (atmosféra). Mení sa z kvapalnej formy na plynú. Hoci je ľahší ako vzduch, do priestoru stúpa pomaly a napokon je odvádzaný ventilačným systémom. Prchavosť amoniaku sa zvyšuje stúpajúcou teplotou, vlhkosťou, pH, zvýšenou aktivitou ureázy, koncentráciou močoviny, prúdením vzduchu a dobou ponechania exkrementov v maštali. Nízke pH brzdí uvoľňovanie amoniaku z kvapalnej fázy, pretože väčšina amoniaku je vo forme amóniového iónu (NH_4^+), ktorý je neprchavý. Taktiež nízke pH vytvára nevhodné prostredie pre väčšinu baktérií, vrátane tých, ktoré sú zodpovedné za tvorbu amoniaku.

6. Sírovodík

Sírovodík (H_2S) – rovnako ako amoniak, má sekundárny pôvod. Tento plyn je bezfarebný, s intenzívnym zápachom a je veľmi toxický. Vzniká anaeróbnym rozkladom organických látok, bielkovín. Produkcia sírovodíka má za následok zníženie príjmu krmiva, zvracanie, zrýchlenie pulzu, edém pľúc. Postupy pri minimalizácii koncentrácie sírovodíka sú rovnaké ako pri amoniaku. Sírovodík má v čistej forme prahovú hodnotu pachovej detekcie 0,2 až 2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v závislosti od čistoty. Charakteristický zápach zhnitých vajec sa objavuje pri koncentráciách 3 až 4 krát vyšších, než je uvedená prahová hodnota. Je rozpustný v rôznych kvapalinách vrátane vody a alkoholu. Môže sa tvoriť rozkladom organického materiálu a síranu pri nedostatku kyslíka.

Sírovodík je jedovatý plyn, ktorý preniká do organizmu dýchacími cestami a ďalším vdychovaním sa kumuluje v dôsledku čoho vznikajú otravy. Je tu nepatrný rozdiel medzi sírovodíkom, ktorý sa v tele kumuluje a amoniakom, ktorý sa vylučuje močom. Vysoké koncentrácie sírovodíka nie sú v maštali až tak bežné.

7. Oxid uhličitý

CO_2 , je jedným z plynov v našej atmosfére, je rovnomerne rozložené pozemský povrch v koncentrácii asi 0,033 % alebo 330 ppm. CO_2 nájde využitie ako chladiivo (suchý ľad), aj ako súčasť hasiacich prístrojov. Vzhľadom k tomu, že koncentrácia oxidu uhličitého v atmosfére je nízka, nie je praktické ho získať zo vzduchu. Oxid uhličitý sa uvoľňuje do našej atmosféry, keď fosílna palivá obsahujúce uhlík (ropa, zemný plyn a uhlie) sú spálené vo vzduchu.

Prvotnými zdrojmi emisií oxidu uhličitého na farmách sú pôda, respirácia plodín a zvierat s mikrobiálnou respiráciou z hnoja.

V dôsledku obrovskej svetovej spotreby fosílnych palív, sa množstvo CO_2 v atmosfére v minulom storočí prudko zvýšila. Teraz rastú rýchlosťou asi 1 ppm ročne. Významné zmeny v globálnom otepľovaní by mohli vyplývať z pokračujúceho nárastu koncentrácie CO_2 . Globálne emisie CO_2 sa medzi rokmi 1990 a 2010 zvýšili o 45 %, a dosiahli svojho

historického maxima 33,000,000,000 t v roku 2010. Zvýšená energetická účinnosť, jadrová energia a rastúci podiel obnoviteľných zdrojov energie nie sú kompenzáciou pre globálne rastúci dopyt po energii a doprave, ktorá sú najdôležitejšie najmä v rozvojových krajinách.

Aj pri nízkych, ale dlhodobo pôsobiacich koncentráciách atakuje horné dýchacie cesty, čím paralyzuje ich prirodzenú antimikrobiálnu aktivitu. Dochádza tiež k zníženiu hladiny albumínovej a globulínovej frakcie bielkovín krvného séra (metatoxický účinok). Pri vysokých teplotách prostredia môže byť nepriaznivo ovplyvnená tepelná rovnováha zvierat, ktorých výdaj tepla závisí hlavne od výdaja cez dýchacie orgány (napr. hydina).

Pri koncentrácii nad 5 % obj. sa začínajú prejavovať pocity podráždenia dýchacích ciest a sliznice, nútenie ku kašľu, závrate, zvracanie. Pri koncentráciách nad 20 % obj. CO₂ nastáva smrť zástavou dýchania už po niekoľkých sekundách bez kŕčov, spojené so stratou vedomia. Srdce pracuje ešte po zástave dychu. Množstvo emisií prípustných pre obsah v atmosfére je v rozpore s ich produkciou (najmä v Severnej Amerike). Životnosť CO₂ vo vzduchu je ťažké určiť, pretože existuje niekoľko procesov, ktoré odstraňujú oxid uhličitý z atmosféry. Okolo 65 % and 80 % CO₂ sa rozpúšťa v oceáne po dobu 20 až 200 rokov. Zvyšok je odstránený pomalšími dejmi, ktoré trvajú niekoľko stoviek až tisícov rokov, vrátane chemického zvetrávania a tvorby skalných útvarov. To znamená, že keď je už oxid uhličitý v atmosfére, môže mať aj naďalej vplyv na klímu po tisíce rokov.

Množstvo CO₂ v atmosfére bolo po niekoľko tisíc rokov pozoruhodne stále. Zmena nastala s príchodom priemyselnej revolúcie. Ako bolo zistené zo vzduchových bublín uväznených v ľade v Antarktíde, úrovne oxidu uhličitého sa pohybovali približne medzi 180 a 300 ppm v priebehu 650000 rokov pred industrializáciou. Ale pretože sa v 18. storočí začala industrializácia, koncentrácia oxidu uhličitého v atmosfére sa zvýšila z asi 280 na 390 ppm, čo je nárast o cca 40 %. Ľudská činnosť, ako je spaľovanie fosílnych palív, výroba cementu a ničenie dažďových pralesov, narušila prirodzenú rovnováhu kolobehu uhlíka tým, že sa vypúšťa približne 7 miliárd ton CO₂ ročne. Pôda a oceány ho absorbujú okolo 45 %, ale zvyšok zostáva v atmosfére a vedie k ročnému zvýšeniu koncentrácie, ktoré bolo zaznamenané v meraní na Havaji, a inde po celom svete.

CO₂ tvorí v súčasnosti viac ako 60 % antropogénnych skleníkových plynov. Emisie oxidu uhličitého predstavujú 23 mil. m³, čo je 1 % jeho celkového objemu v atmosfére.

8. Oxidy dusíka

Emisie NO_x sú produktom každého procesu spaľovania a je známe, že prispievajú ku kyslým dažďom, poklesu lesov a vegetácie a k zmenám na ozónovej vrstve prostredníctvom skleníkových plynov. EPA a ďalšie riadiace orgány nariadili zníženie a kontrolu emisií NO_x. Zníženie emisií NO_x o 80 – 90 % bolo dosiahnuté vstreknutím amoniaku ako redukčného činidla do prúdu spalín, prechádzajúcich cez katalyzátor. Pri reakcii NO_x s týmto redukčným činidlom vstreknutým do horúceho plynu došlo k zníženiu jeho emisií o 30 -70 %.

Oxid dusný (rajský plyn) je bezfarebný, netoxický, nehorľavý plyn, sladkastej vône a chuti. Podporuje horenie pri teplotách nad 600 °C. S amoniakom a vodíkom vytvára výbušné zmesi. Zmes plynu so vzduchom pôsobí silne narkoticky.

Oxid dusný vzniká pri mikrobiologickom rozklade poľnohospodárskych hnojív, spaľovaní palív a biomasy. Hlavným zdrojom je ale spaľovanie uhlia. V atmosfére má dlhú životnosť a vo veľkej miere prispieva ku globálnemu otepľovaniu. Konvertuje na NO, ktorý rozkladá stratosférický ozón chrániaci Zem pred škodlivým ultrafialovým žiarením.

Najväčším zdrojom N₂O na Slovensku je poľnohospodárstvo (59 % poľnohospodárske pôdy, 12 % živočíšne odpady). Hlavnou príčinou emisií N₂O je prebytok minerálneho dusíka v pôde (v dôsledku intenzívneho hnojenia) a nepriaznivý vzdušný režim pôd (zhutnenie pôd

ťažkými mechanizmami pri obrábaní). V roku 2003 dosiahli emisie N_2O z poľnohospodárstva 9,09 tis. ton (poľnohospodárske pôdy 7,59 tis. ton, živočíšne odpady 1,50 tis. ton), čo tvorí 71 % z celkových jeho emisií. Oproti roku 1990 nastal v poľnohospodárstve v r. 2003 pokles v produkcii N_2O skoro o 46 %, ktorý bol spôsobený hlavne výrazným poklesom používania hnojív.

Oxid dusný sa vytvára pri mikrobiálnej premene dusíkatých látok v exkrementoch počas ich skladovania a aplikácie. Nitrifikačné mikroorganizmy produkujú N_2O pri procesoch nitrifikácie a denitrifikácie. K emisiám oxidu dusného dochádza pri denitrifikácii v pôdach za aerobných alebo semiaerobných podmienok. Antropogénny príspevok je spôsobený taktiež dusíkatými látkami pochádzajúcimi z anorganických dusíkatých hnojív, hnoja z chovu zvierat a dusíka obsiahnutého poľnohospodárskych plodinách, ktoré sa vracajú späť do pôdy. Prírodné zdroje N_2O sú približne 2 krát väčšie ako antropogénne.

Emisie N_2O vznikajúce poľnohospodárskou výrobou predstavujú 71 % z celkových emisií. Objavujú sa najmä z maštalného hnoja, alebo hnojovice s plávajúcou pevnou vrstvou na povrchu, ktorá umožňuje prístup vzduchu.

Stratégiou na zníženie emisií N_2O aj CH_4 , kde však dôjde k uvoľneniu NH_3 , je otáčanie a prevzdušňovanie hnoja ale aj prídavok slamy na kus dobyčka.

9. Vodná para

V posledných rokoch sa obyčajná, čistá vodná para uvádza ako znečisťujúca látka, kvôli jej ústrednej úlohe v globálnom otepľovaní, pričom reguluje teplotu Zeme. Pre Zem predstavuje prirodzený skleníkový efekt. Vodná para je nepochopený skleníkový plyn. Je veľmi účinným absorbentom tepelnej energie vo vzduchu, ale nehromadí sa v atmosfére rovnakým spôsobom ako ostatné skleníkové plyny. V atmosfére (10 km nad zemským povrchom) má veľmi krátku životnosť, ide len o niekoľko dní či hodín, pretože je rýchlo odstránená v podobe snehu či dažďa. Skleníkové vlastnosti vodnej pary sú zvyčajne považované za súčasť spätnej väzby, než ako priama príčina zmeny klímy. Má dokonca 10000 x významnejší vplyv na globálnu tepelnú zmenu, než oxid uhličitý, čiže mnohonásobne vyšší radiačný účinok ako celkové množstvo doposiaľ emitovaného oxidu uhličitého. Avšak napriek tomu, že vodná para a mraky sú hlavnými prispievateľmi do zemského skleníkového efektu, štúdie ukazujú, že teplota planéty v konečnom dôsledku závisí na atmosférickej úrovni oxidu uhličitého. Všetky trasy lietadiel, spôsobené vodnou parou, ktoré môžeme vidieť na oblohe, majú každý deň väčší vplyv na otepľovanie planéty ako všetky emisie CO_2 , uvoľnené do ovzdušia. Trasy vytvorené parou lietadiel sú zodpovedné za 15-20 % otepľovania Arktídy a ich emisie za 4-8% globálneho otepľovania povrchu Zeme. Skúšalo sa riešiť aj vplyv obchodnej leteckej dopravy na globálne otepľovanie. Ide asi o 35 miliónov letov dopravných lietadiel ročne. Podľa teplotných záznamov sa od roku 1850 zvýšila teplota o 0,03-0,06 °C, práve kvôli lietadlám, ktoré od tej doby poznačili atmosféru. Vo vzduchu teda visí otázka, či zmena spôsobu letu, typu lietadla, či technológie motorov môže zmierniť tento problém. Nové fakty však ukazujú, že aj keby prestali lietadla lietať, ich predchádzajúce pôsobenie by aj naďalej vplývalo na otepľovanie.

Ľudia svojou činnosťou mierne prispievajú k zmene koncentracii vodnej pary cez poľnohospodárstvo, priemysel, energetiku a dopravu. Avšak, tieto emisie sú tak malé v porovnaní s emisiami z prírodných zdrojov, z čoho vyplýva, že hoci by sme vynaložili najväčšie úsilie o obmedzovanie ľudských emisií, malo by to veľmi malý, možno až nezistiteľný, vplyv na globálnu klímu. Pokles vodnej pary po roku 2000 bol najpravdepodobnejšie spôsobený ako dôsledok globálnej tepelnej zmeny avšak počas posledných desaťročí vodná para spomaľuje globálne otepľovanie. Globálna teplota dokonca

rástla o 25 % pomalšie ako sa pôvodne predpokladalo. Ďalšie otepľovanie by mohlo viesť k väčšiemu poklesu vodnej pary, čo by zapríčinilo negatívnu spätnú väzbu v podobe budúceho zvýšenia teploty. Za zvýšením teploty minulého storočia má veľký vplyv vyparovanie vody z oceánov, z čoho vyplýva, že ľudia jednoducho nemajú zásadný vplyv na vodnú paru nachádzajúcu sa v atmosfére. To samozrejme nespochybňuje základné vedomosť o tom, že oxid uhličitý a ďalšie skleníkové plyny uvoľňované z ľudskej činnosti sú zodpovedné otepľovanie planéty.

Výpočty ukazujú, že odstránením všetkých skleníkových plynov, okrem vodnej pary, by sa znížila absorpcia infračerveného žiarenia odrazeného zo zemského povrchom, iba o 34 percent. Zmeny jej koncentrácie sú považované za dôsledok klimatických zmien súvisiacich s otepľovaním atmosféry a dokonca viac ako industrializácia. Okrem toho, žiadne kontrolné emisné opatrenia nemôžu významne a priamo ovplyvniť atmosférickú koncentráciu vodnej pary.

Ak chceme nájsť najväčší zdroj vodnej pary v priamom vzťahu k ľuďom, treba sa zamerať na zavlažovanie plodín, kde sa využíva 70 % sladkej vody spotrebovanej na celom svete. Odhaduje sa, že odparovaním vody na zavlažovanie, sa priemerná globálna povrchová teplota zníži na $0,15 \text{ Wm}^{-2}$. Tu sa však objavujú argumenty, koľko vody by sa odparilo, ak sa ponechaná v pokoji. V súčasnej dobe sa vedci zhodujú, že 95 % emisií skleníkových plynov (skleníkových plynov) je spôsobených vodnou parou, pričom 99,999 % z toho je prírodného pôvodu. K zlepšeniu však nemôžeme urobiť takmer nič. Snáď keby sme ochladzovali vodnú paru jej emisie by sa pohybovali okolo 25 gigaton ročne, emisie z priemyselnej činnosti by boli spolu 125 gigaton. Predstavovalo by to ale menej ako 1 %.

10. Emisie z chovu hydiny

Kurčatá vydávajú do prostredia značné množstvo prachu produkovaného epiteliálnou deskvamáciou, rovnako sa však do prostredia dostáva aj z krmiva, kože, výkalov, atď. Znečistenie v objekte predstavuje rovnako organický aj anorganický prach. Okrem prachu zapríčiňujú znečistenie vzduchu aj mnohé mikroorganizmy (patogénne) NH_3 , CH_4 , N_2O , CO_2 , H_2O). Na zvieratá, môžu pôsobiť mechanicky, imunosupresívne, alergénne alebo infekčne. Tieto účinky môžu navyše zhoršovať teplotu a vlhkosť vzduchu. Boli skúmané dôsledky pôsobenia látok znečisťujúcich ovzdušie (amoniak) na welfare, pričom boli skúmané na behaviorálnej a elektrofyzickej úrovni.



Obr. 4 Brojlery Ross v 32. výkrmovom dni

Amoniak, ktorý je uvoľňovaný z hydínových fariem, je problémom životného prostredia všade vo svete. Amoniak patrí medzi hlavné stres spôsobujúce mikroklimatické faktory v chove hydiny. Znižuje produktivitu vtákov a zhoršuje ich zdravie. Vzniká rozkladom kyseliny močovej, ktorá sa u hydiny predovšetkým vylučuje výkalmi. Hnoj brojlerov zvyčajne obsahuje 4 až 6 % N, a to predovšetkým kyseliny močovej, čo predstavuje 40 % až 70 % z celkového N.

V záujme zlepšenia životných podmienok v chove hydiny by sa mala znížiť koncentrácia amoniaku na 10 ppm. Varujúcim faktorom je, že u hydiny došlo k zníženiu konečnej telesnej hmotnosti v priestoroch, kde sa množstvo amoniaku vo vnútornom priestranstve pohybovalo okolo 25 ppm.

Ustajňovacie objekty brojlerov sa rozlišujú v spôsobe ustajnenia, technike a technológii chovu. Toto môže mať vplyv na účinnosť kontroly prostredia, či výkon systému v budovách, kde sa hromadia emisie. Hmotnosť a hustoty obsadenia plochy majú tiež výrazný vplyv na celkový NH_3 uvoľnený z budov.



Obr. 5 Vysoká hustota brojlerov v chove

Z celkových emisií amoniaku v Spojených štátoch pochádzalo takmer 27 % z hydínového trusu. Emisie sa zvyšujú v priamej úmernosti s vekom krdľa, od minima na začiatku chovu až do maximálnych hodnôt na jeho konci.

Škodlivá koncentrácia CO_2 bola skúmaná u sliepok, kde boli hraničné hodnoty podobné hodnotám pri ľuďoch (t.j. 40 – 50 %).

Alternatívnou metódou pre porážku brojlerov je omráčenie plynom, ktoré eliminuje stres spojený so zavesením. Vzhľadom k tomu, že plyn nespôsobuje okamžité bezvedomie vtákov, mohla by sa na začiatku podať anestézia, ktorá zabezpečí rýchlu stratu vedomia.

Riadená atmosféra má pozitívny účinok na zamedzenie utrpenia hydiny pri porážke. Jej výhodou je odstránenie potreby pre zavesenie živých zvierat, ktoré je stresujúce a bolestivé, pričom sa zlepšuje welfare hydiny na bitúnkoch.

Použitím oxidu uhličitého (CO_2) pri porážke hydiny vznikajú však obavy, pretože expozícia tohto plynu nad určitú úroveň, pôsobí na ľudí negatívne (bolestivé pocity pri vdýchnutí koncentrácie medzi 40 a 55 %). Merania v objektoch pre chov brojlerov v USA naznačujú, že emisie NH_3 súvisia s vekom zvierat a so znečistením podstielky.

Vplyv emisií amoniaku (NH_3) na ovzdušie je potrebné posúdiť na mieste, kde sa nachádza hydínárska farma a treba posúdiť aj regionálnu kvalitu ovzdušia.

Prašnosť je stálou súčasťou vonkajšieho i vnútorného prostredia, pričom sa jedná o zmes jemných častíc vzduchu označovaných i ako aerosól. Zloženie prachu v maštálnom ovzduší je prevažne organického pôvodu. Prach vzniká z podstielky, z čiastočiek krmiva, vysušeného trusu, šupín kože, ale zdrojom môže byť aj stavebná konštrukcia. Prach v ustajňovacích priestoroch predstavuje závažný hygienický problém. V maštali vznikajúci

prach spolu s prachom prenikajúcim z vonkajšieho prostredia v dôsledku priemyselných emisií nepriaznivo ovplyvňujú organizmus zvierat. Na druhej strane odvádzaný vzduch vetraním z maštali znečisťuje životné prostredie. K zvýšenej prašnosti prichádza najmä v letnom období pri zníženej úrovni relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu. V takomto prípade väčšinou prichádza k mikrobiálnej kontaminácii ovzdušia. Prašnosť spôsobuje upchávanie kožných pórov, negatívne pôsobí na sliznicu a dýchací systém.

Negatívne účinky prachu sú rôznorodé:

- mechanické - dráždia očný spojivkový vak, sliznice, lymfatické cesty v pľúcach,
- toxické - môžu obsahovať toxické chemikálie, kovy, dlhodobá expozícia s vysokou koncentráciou SiO_2 vedie k silikóze (ochorenie pľúc),
- alergizujúce - biologické aerosóly, niektoré chemikálie a kovy,
- karcinogénne - niektoré chemikálie a kovy, azbest, sadze ...



Obr.6 Vlhčenie ovzdušia rozprašovaním vody, pri vysokej teplote a prašnosti v chove

Negatívny účinok prachových častíc môže byť synergicky zosilnený prítomnosťou niektorých plyných škodlivín, napr. oxidu siričitého. Agresivita prachu nie je závislá len od jeho množstva, ale aj od veľkosti prachových častíc. Častice menšie ako 5 μm prenikajú hlbšie do dýchacích ciest, častice väčšie sú naproti tomu zachytávané ochrannými bariérami organizmu (ochlpenie nosovej časti, atď.). Hlavným zdrojom prachu v maštali sú samotné zvieratá, ich výkaly a krmivo. Množstvo prachu ovplyvňuje čistota maštale, aktivita zvierat, teplota, relatívna vlhkosť, intenzita vetrania, hustota zvierat a v neposlednom rade aj spôsob kŕmenia. Zníženie prašnosti dosiahneme dodržiavaním zoohygienických zásad a dezinfekciou objektu medzi jednotlivými výkrmovými turnusmi.

Dôležitou vlastnosťou prachu v maštálnom vzduchu je mikrobiálna kontaminácia. Mikrobiálna kontaminácia vzduchu je súčasťou maštálneho mikrobiálneho režimu, do ktorého zahŕňame tiež kontamináciu všetkých povrchov v maštálnom prostredí, vrátane povrchu tela zvierat. Mikrobiálna kontaminácia vzduchu je zložitým problémom kvantity a kvality, preto slúži predovšetkým k orientačnému hodnoteniu hygieny maštálneho prostredia a z rovnakého dôvodu prakticky ju nemožno zakotviť do noriem. Je typická pri jednotlivých druhoch a kategóriách zvierat, pretože úzko súvisí s pohybovou aktivitou zvierat, frekvenciou a intenzitou technologických procesov, biologickým zaťažením objektu, technológiou ustajnenia, mikrobiálnymi procesmi v hlbkej podstielke a tekutom hnoji a úrovňou hygieny. Mikrobiálne znečistenie maštálneho vzduchu sa udáva v počtoch

zárodkov v 1 l, alebo v 1 m³ vzduchu. Pri jednotlivých druhoch a kategóriách zvierat nachádzame počty zárodkov vo vzduchu v rozsahu radov 103 - 106 m⁻³. Veľký význam má mikrobiálna kontaminácia z hľadiska pracovného prostredia.

U pracovníkov v intenzívnom chove hydiny v závislosti od expozičnej doby boli diagnostikované symptómy bolesti hlavy, svalstva a zvýšenie teploty. V súčasnom období sa v chovateľsky vyspelých krajinách konštatuje narastajúci význam chorôb dýchacích orgánov v dôsledku pôsobenia kontaminovaného vzduchu v poľnohospodárskych prevádzkach. Pri porovnaní výskytu respiračných chorôb u ošetrovateľov rôznych druhov zvierat jasne dominujú ošetrovatelia ošípaných. Výskumy ukázali, že pľúca u týchto ľudí pracujú dočasne menej efektívne už po 4 hodinách pobytu v uzavretom objekte. V jednej zo štúdií 53 % ošetrovateľov trpelo respiračnými poruchami v priebehu práce, alebo krátko po jej ukončení. V 40 % prípadoch symptómy pretrvávali dlhodobo (tzv. farmárske pľúca).

11. Redukcia emisií vo výkrme hydiny

Pre zistenie ako eliminovať emisie amoniaku je nutné vedieť ako vzniká. Dusík sa u cicavcov vylučuje vo forme močoviny a u vtákov vo forme kyseliny močovej. Ich premenu na amoniak si vyžaduje enzým ureázu, ktorá sa vylučuje zvieracím trusom. Dochádza k nej v priebehu niekoľkých dní. V oboch prípadoch je dusík buď vo forme amónneho kationu (NH₄⁺) -v kyslých alebo neutrálnych podmienkach pH, alebo amoniaku (NH₃) -pri vyššej úrovni pH.

11.1 Kŕmne zmeny

Zmeny bielkovín a obsahu aminokyselín v krmive môžu ovplyvniť koncentráciu amoniaku a teoreticky aj jeho emisie v oblasti chovu brojlerov. Koncentrácia močoviny, vplývajúca na rýchlosť produkcie NH₃ sa dá znížiť umývaním podlahy, alebo rýchlym odvedením moču do uzatvorených nádrží.

11.2 Ošetrovanie hnoja

Všeobecne platí, že k najväčším stratám amoniaku dochádza pri aplikácii hnoja na pozemky (35 % - 45 %) a (30 % - 35 %) pripadá na ustajnenie. Použitím špecifických prísad sa môže jeho uvoľňovanie trochu obmedziť.

Pri minimalizácii emisií plynov spôsobujúcich skleníkový efekt je potrebné zamerať sa na postupy pri spracovaní odpadov zo živočíšnej výroby. Zavedením opatrení na zníženie emisií v chove, sa zlepšuje kvalita ovzdušia v chovnom priestore, zdravotný stav, welfare zvierat a taktiež rentabilita chovu.

K uvoľňovaniu emisií metánu dochádza na anaeróbných miestach v hnoji (vrstvy bez prístupu vzduchu). Slamené pokrytie hnoja síce môže ovplyvniť oxidáciu CH₄, avšak môže tiež dôjsť k tvorbe oxidu dusného (N₂O), ktorého vzniká oveľa väčšie množstvo, ako emisií metánu. Emisie N₂O z hnojovice môžu mať v nepriaznivých podmienkach väčší vplyv na globálne otepľovanie, ako emisie CH₄. Emisie N₂O sa vzťahujú na povrchovú plochu. So zvyšovaním hĺbky uloženia sa znižuje koeficient emisií N₂O. Preto by mala byť povrchová plocha čo najmenšia.

Syntetický kryt bledej farby pokrývajúci hnojovicu (aj z hydínového trusu) cez teplé obdobie, uvoľňuje výrazne menej emisií CH₄ pri porovnaní s hnojovicou bez prikrytia, alebo so slamenou pokrývkou. Najvyššie emisie CH₄ boli teda podobne ako pri N₂O namerané z nezakrytých hnojných hromád a najnižšie z hromád pokrytých PVC. Slamená prikryvka je v podstate nevýhodná, pretože sa pod ňou tvorí vzduch a vytvárajú sa tak emisie N₂O. Tie sú závislé na prevládajúcich podmienkach podporujúcich nitrifikáciu (proces, pri ktorom dochádza k premene amoniaku a amónnych solí na dusičnany) či denitrifikáciu (redukcia

dusičnanov a dusitanov na N_2 alebo N_2O). Vedci preto dospeli k záveru, že vhodnejšia ako organická je syntetická pokrývka.

Ďalšou možnosťou ako minimalizovať emisie NH_3 a CH_4 je zníženie pH hnoja. Novým systémom vyvinutým v Dánsku je zníženie pH pomocou kyseliny sírovej, ktorá je pridávaná do hnoja v kontajneri mimo ustajňovacích priestorov. Keďže prevzdušňovanie zabraňuje vzniku nebezpečného sírovodíka, množstvo emisií NH_3 môže klesnúť až o 70 %.

Švédski vedci tvrdia, že drevený kryt bez veľkých zmien vlhkosti v kôre, je na zníženie emisií CH_4 , N_2O a NH_3 veľmi vhodný.

Domnienky, že separáciou hnoja hospodárskych zvierat na pevnú a kvapalnú frakciu dôjde k minimalizácii emisií škodlivých plynov sa nepotvrdili. Britskí vedci totiž zistili, že mechanickou separáciou hnojovice sa uvoľňujú emisie N_2O a CH_4 v rovnakej miere ako z klasickej hnojovice. V konečnom dôsledku je celkový únik skleníkových plynov pri separácii o 30 % vyšší než v porovnaní s neseparovanou hnojovicou.

Ak by sa na hnojovici pevná vrstva nevytvorila, je predvolený emisný faktor (MCF) metánu o 66 % vyšší ako pri vytvorení kôry, kedy je to len 10 %.

Na teplotu a kôru majú vplyv aj faktory ako sú kŕmenie zvierat, sezóna skladovania a aplikácie hnoja hospodárskych zvierat, vlastnosti hnoja v mieste merania, dĺžka skladovania, doba medzi vnútorným a vonkajším skladovaním a taktiež vplyv emisií CH_4 uvoľnených pri manipulácii s hnojom. Miešanie hnojovice má len zanedbateľný vplyv.

11.3 Biofiltrácia

Tzv. biofiltre dokážu zredukovať emisie amoniaku o 50 % a emisie zápachu až o 95 %. Vyžadujú nútenú ventiláciu, kedy sa vzduch pretláča cez vrstvu rašeliny, kompostu alebo iného absorpčného materiálu. Filtre zachytávajú častice a emisie zo vzduchu. Biofiltre nielen zachytávajú emisie, ale vytvárajú aj prostredie pre aeróbny biologický rozklad zachytených látok. Tieto zariadenia boli vyvinuté predovšetkým na redukciiu emisií z hlbokých hnojných jám a v menšej miere z hnoja uskladneného v objektoch na chov hospodárskych zvierat. Hoci môže byť mechanická filtrácia nákladná, biofiltrácia môže účinne znížiť emisie skleníkových plynov. Biofiltre musia byť navrhnuté tak, aby zabezpečili vhodné podmienky pre rast zmesi aeróbných baktérií v ňom. Tieto baktérie znižujú zápach.

11.4 Chemická úprava hnoja

V závislosti na pH, môže N existovať v rôznych formách. Zníženie hodnoty pH udržuje viac dusíka vo forme amónnych iónov, ktoré nie sú uvoľnené ako plyn. Na zníženie pH sa využívajú diétne postupy používané pri okyslení močovinou obsahujúcou kyselinu fosforečnú. Avšak, emisie amoniaku súvisia viac s pufračnou kapacitou, alebo zásaditosťou hnoja, pH z exkrementov sa môže zvýšiť pri skladovaní. Preto sa znižuje účinnosť tejto stratégie. Nevýhodou okysľovania je, že aj keď sa zníži amoniak, pokles pH vedie k odparovaniu sírovodíka, ďalšej zápachajúcej zlúčeniny, vzniknutej anaeróbnym rozkladom hnoja.

11.5 Suché skladovanie hnoja

V otvorených priestoroch na skladovanie hnoja sa uvoľňuje najviac amoniaku. Amoniakálna strata počas kompostovania závisí na pomere uhlíka k dusíku (C: N). Zvýšené používanie podstielky pomôže udržať vyšší pomer C:N. Aplikácia 38 % zeolitu, ktorý sa nachádza na povrchu kompostovaného hnoja hydiny, zníži straty amoniaku o 44 percent.

Chlorid vápenatý a trojitý superfosfát aplikovaný na hydínový trus sú účinné pri znižovaní strát o 19 a 17 %.

Výskum ukázal, že niektoré výrobky môžu účinne znížiť straty amoniaku buď prostredníctvom väzby alebo pH účinku. Použitie ureázy je tiež efektívne. Pri použití

čerstvého hydínového trusu s chloridom vápenatým na pôdu, bola zistená redukcia amoniaku o 37 %. Sulfát hliníka, síran železnatý a kyselina fosforečná na podstielke, znižujú vyparovanie amoniaku o 96, 79, a 93 %.

11.6 Aditíva

11.6.1 Prídavok do pôdy

Rutinné aplikácie, môžu spôsobiť problémy, ako náhle je hnoj aplikovaný na krajinu, ak rastliny môžu rýchlo využiť dusík. Minerálne a chemické zmeny boli urobené na zníženie emisií amoniaku v hnoji zvierat. Ďalšími hnojnými prídavkami ako sú superfosfát či chlorid vápenatý, sa emisie znížili až o 13 – 33 %.

11.6.2 Aplikovanie do podstielky

Brojlerové kurčatá sa najčastejšie chovajú turnusovým spôsobom na podstielke (slama, piliny). Podstielka sa odstraňuje až na konci každého produkčného cyklu, a preto sa len ťažko dá predísť tvorbe zápachu a emisií škodlivých plynov. Špecifické technologické opatrenia na redukcii emisií môžu ovplyvniť jeden alebo viac faktorov, ktoré sa podieľajú na ich vzniku a uvoľňovaní.

V zahraničných krajinách skúšali pridávať do podstielky viacero chemických prísad a aditív na redukcii amoniakálnych emisií.

Dobré výsledky dosahovali aj organické a anorganické kyseliny, ktoré znižujú pH a potláčajú mikrobiálny rozklad. Kyseliny sú však vysoko korozívne a nebezpečné pre pracovníkov a ich prídavok môže spôsobiť zvýšené chemické a nutričné zaťaženie prostredia. Ako aditíva pridávané do podstielky v chove hydiny sa používajú napr. síran hlinitý $Al_2(SO_4)_3$, síran železnatý $FeSO_4$, kyselina fosforečná H_3PO_4 a rôzne iné produkty, ktoré znižujú amoniakálne emisie okysľovaním podstielky a premenou amoniaku na neprchavý amóniový ión NH_4^+ .

Na inom princípe pôsobia napr. zeolit alebo yucca saponín, ktoré majú schopnosť absorbovať uvoľnený amoniak. Na ošetrovanie podstielky a následné zníženie emisií amoniaku, metánu, oxidu dusného a zápachu sa používajú aj tzv. efektívne mikroorganizmy. Je možné ich použiť aj ako krmné aditíva alebo do uskladňovanej hnojovice.

Jednou z možností ako konzervovať dusík v hnoji, je inhibovať enzým ureázu, ktorá premieňa močovinu na amoniak. Inhibítory ureázy blokujú hydrolýzu močoviny na amóniový ión a tak eliminujú tvorbu amoniaku.

11.6.3 Úprava krmiva aditívami

Minimalizácia dusíka (N) je najlepší spôsob obmedzenia emisií amoniaku. Znížením množstva vylúčeného dusíka, sa bude tvoriť menej amoniaku.

Pridanie skvasiteľných sacharidov (otruby alebo buničina), vo finálnej fáze výkrmu vyústil v 14 percentách k zníženiu emisií amoniaku. Je potrebná rovnováha sacharidov a bielkovín v krmnej dávke zvierat.

U kráv a hydiny, je exkrécia dusíka znížená približne o 8,5 až 10 percent ak sa primerane zníži množstvo dusíkatých látok v krmive. Ak sú zvieratá kŕmené podľa skutočných požiadaviek dusíka, môže ďalšie zníženie bielkovín viesť k menej výraznému zníženiu vylučovania dusíka a k stratám amoniaku.

Lyzín v krmive je ekonomicky významný pre hydinu. Úprava krmiva aditívami za účelom zníženia emisií amoniaku je preto veľmi žiaduca.

12. Techniky redukcie emisií

Pojem najlepšie dostupné techniky (BAT- best available technology), bol predstavený ako hlavný princíp v smernici IPPC 96/61/ES. Pre splnenie požiadaviek tejto smernice, boli príslušné oddiely Environmental Protection Agency z roku 1992 a nakladanie s odpadmi z roku 1996 zmenené a doplnené, s cieľom nahradiť BATNEEC (Best Available Technology, ktorá nevyžaduje nadmerné náklady) systémom BAT.

Opatrenia na redukcii amoniakálnych emisií sú vymenované v medzinárodnom dokumente Best Available Techniques. Obsahujú oblasti systému ustajnenia, vonkajšieho uskladnenia a aplikácie hnoja, manažmentu chovu a kŕmenia. Medzi techniky redukcie emisií patrí napr. skrmovanie krmív s nízkym obsahom dusíka (zníženie koncentrácie močoviny v moči), vysušovanie hydínového trusu (zabráni sa rozkladu kyseliny močovej), znižovanie hodnoty pH moču (výživou), zmenšenie povrchu plochy, z ktorej sa emisie uvoľňujú, zníženie teploty hnojovice (minimalizácia odparovania amoniaku), znižovanie hodnoty pH hnojovice (použitím kyselín) a znižovanie hodnoty pH podstielky (použitím aditív do podstielky).

Koncepcia BAT podľa IPPC zohľadňuje možné náklady a výhody opatrení, ako aj smeruje k ochrane životného prostredia ako celku s cieľom vyhnúť sa vytvoreniu nových a závažnejších problémov životného prostredia pri riešení iného problému.

Ak je potrebné určiť, ktorá možnosť poskytuje vyššiu úroveň ochrany životného prostredia, môžu taktiež pomôcť metodológie aspektov, ktoré majú vplyv na viaceré zložky životného prostredia.

V podstate názov Best available techniques znamená:

Best vo vzťahu k technike, znamená najúčinnéjšie prostriedky pri dosahovaní vysokej úrovne ochrany životného prostredia ako celku:

Available techniques - "najlepšie dostupné techniky" znamená techniky vyvinuté podľa ekonomicky technicky prijateľných podmienok vzhľadom na náklady a prínosy.

Techniques 'techniky' zahŕňajú použitú technológiu aj spôsob, ktorým je zariadenie navrhnuté, postavené, spravované, udržiavané, prevádzkované a vyradované z prevádzky.

Pre stanovenie BAT je treba zvážiť najmä nasledovné:

1. použitie technológií znižujúcich odpad v chove
2. použitie menej nebezpečných látok
3. podporu využívania a recyklácie látok, ktoré vznikajú alebo sa používajú v procese a odpadu, kde je to vhodné
4. použitie procesov, zariadení alebo prevádzkových metód, ktoré boli úspešne
5. technický pokrok a zmeny vedeckých poznatkov a ich porozumenie
6. účinky a množstvo príslušných emisií
7. predpokladané termíny spustenia nových alebo existujúcich aktivít
8. čas potrebný na zavedenie najlepšej dostupnej techniky
9. spotreba a druh surovín (vrátane vody) používaných v procese a ich energetická náročnosť
10. potreba predchádzať alebo znižovať na minimum celkové vplyvy emisií na životné prostredie a rizík s ňou súvisiacich
11. potreba predchádzania haváriám a minimalizácia ich následkov na životné prostredie
12. informácie uverejňované Komisiou Európskych spoločenstiev.

Cieľom smernice IPC je dosiahnuť integrovanú prevenciu a kontrolu znečisťovania, ktoré vzniká z priemyselných činností. Smernica ustanovuje opatrenia navrhnuté na zníženie emisií v ovzduší, vo vode a v pôde, ktoré vznikajú účinkom týchto činností, s cieľom dosiahnuť vysokú všeobecnú úroveň ochrany životného prostredia ako celku. Zariadenia sa prevádzkujú

takým spôsobom, aby boli prijaté všetky vhodné preventívne opatrenia proti znečisťovaniu, najmä prostredníctvom realizácie najlepších dostupných techník.

S cieľom určiť BAT je potrebné vybrať techniku, ktorá je najúčinnnejšia pri dosiahnutí vysokej všeobecnej úrovne ochrany životného prostredia ako celku.

Techniky, ktoré sa zohľadňujú sa obvyčajne vzťahujú na škálu emisií, odpadu alebo zdrojov a tieto usmernenia hľadajú spôsoby vyjadrenia dopadov na životné prostredie tak, aby bolo možné vykonať porovnanie medzi jednotlivými alternatívami. Výpočty sú opísané tak, že umožňujú vyjadrenie širokej škály znečisťujúcich látok a možno ich teda porovnať a zhromaždiť do týchto 7 environmentálnych tém; toxicita pre ľudí, globálne otepľovanie, toxicita pre vodné životné prostredie, oxidovanie, eutrofizácia, poškodzovanie ozónu a potenciál fotochemickej tvorby ozónu. Usmernenia taktiež zohľadňujú hodnotenie využívania energie a produkcie odpadu.

13. Odporúčania pre chovateľov

Dbieť o zdravie a welfare hospodárskych zvierat je v dnešnej dobe nevyhnutné. Výrazne to môžeme ovplyvniť aj zdokonalením podmienok vo vnútri objektov na chov. U hydiny by malo dôjsť k zlepšeniu chovateľského prostredia, znížením prachu a škodlivých látok vznikajúcich z podstielky znečistenej trusom.

V tejto brožúre je uvedených niekoľko možností ako znížiť množstvo skleníkových plynov (CH_4 , NH_3 , CO_2 , CO), ich emisie a zápach šíriaci sa z chovných objektov.

V prvom rade ide o zmenu obsahu bielkovín a aminokyselín v kŕmnej dávke ovplyvňujúcej tak emisie NH_3 v chove brojlerov. Potrebná je rovnováha sacharidov a bielkovín v kŕmnej dávke zvierat. Do krmiva je možné pridať aj efektívne mikroorganizmy ako kŕmne aditíva. Úprava krmiva aditívami za účelom zníženia emisií amoniaku je veľmi žiaduca.

Pri minimalizácii emisií skleníkových plynov je nutné zamerať sa na postupy pri spracovaní odpadov zo živočíšnej výroby.

Koncentrácia močoviny v objekte sa dá znížiť odvedením moču do nepriepustných nádrží či pravidelným umývaním podlahy.

Slamený, kôrový, či drevený pokryv hnojných hromád a hnojovice je tiež vhodný, avšak najúčinnnejším najmä v letnom období sa ukázal bledý syntetický kryt.

Na redukciiu emisií CH_4 a NH_3 sa osvedčila úprava pH hnojovice kyselinou sírovou pridanou do hnoja vo vonkajšom prostredí. Vyšší pomer C:N sa dosiahne nasypaním zeolitu na povrch kompostovaného hnoja. Efektívne je tiež použitie chloridu vápenatého, trojitého superfosfátu a ureázy.

Na zníženie pH podstielky sa používajú rôzne aditíva a chemické prísady ako síran železnatý, síran hlinitý, kyselina fosforečná a rôzne iné produkty, ktoré znižujú amoniakálne emisie oxidovaním podstielky. Využívajú sa tiež organické a anorganické kyseliny, potláčajúce mikrobiálny rozklad. Na absorpciu amoniaku z podstielky sa používa okrem zeolitu aj yucca saponin.

Welfare zvierat a ochrana životného prostredia sa stále viac dostávajú do popredia, preto vznikajú požiadavky na vývoj takých systémov ustajnenia, ktoré poskytujú zvieratám životnú pohodu a emitujú minimálne množstvá amoniaku a skleníkových plynov (CO_2 , CH_4 , N_2O). K ovplyvneniu koncentrácie amoniaku v maštaliach možno zvoliť rôzne postupy. Vhodnou technológiou ustajnenia a reguláciou mikroklímy možno ovplyvniť jeden alebo viac faktorov, ktoré hrajú úlohu pri tvorbe a uvoľňovaní amoniaku. Časté odstraňovanie exkrementov z podlahy sa považuje za jednoduchú a účinnú cestu redukcie emisií amoniaku. V chovoch na hlbokú podstielku je potrebné udržiavať podstielku v suchom stave, lebo vlhká podstielka je primárna príčina amoniakálnych emisií. Kvalita prostredia v ustajňovacom priestore je vo

veľkej miere závislá práve od kvality podstielky. Jej stav môže mať oveľa dramatickejší vplyv na koncentráciu amoniaku než počet a hmotnosť ustajnených zvierat. Prostredie podstielky je ideálne pre bakteriálnu proliferáciu a produkciu amoniaku. Vhodné je udržiavať vlhkosť podstielky na hodnote 20-25%. Ak je príliš suchá, stáva sa prašná a zdraviu škodlivá.

Bolo preukázané, že teplota vzduchu a podstielky je dôležitým faktorom pre rozvoj maštalnej mikroflóry, čím dochádza k uvoľňovaniu amoniaku z podstielky. Bola dokázaná nízka až význačná závislosť produkcie amoniaku, CO₂ a N₂O na teplote vzduchu. Stupeň závislosti koncentrácií amoniaku na teplote podstielky bol mierny až veľký. Z tohto dôvodu je na mieste snaha zamedziť prehrievanie vnútorného priestoru a zvyšovanie vlhkosti podstielky.

Existuje niekoľko spôsobov ošetrovania podstielky, hnoja a exkrementov, ktoré buď ovplyvňujú mikroorganizmy premieňajúce močovinu alebo kyselinu močovú na amoniak, alebo ovplyvňujú príslušné enzýmy zodpovedné za hydrolýzu (rozklad) týchto zlúčenín. V praxi sa uplatňuje aj množstvo chemických prípravkov, ktoré menia pH podstielky, alebo viažu amoniak.

K ďalším spôsobom redukcie škodlivých plynov a ich emisií patrí:

- skrmovanie krmív s nízkym obsahom N, pričom dôjde k poklesu koncentrácie močoviny v moči),
- úprava hustoty obsadenia plochy
- vysušovanie hydínového trusu- zabráni sa rozloženiu kyseliny močovej,
- zväčšenie hĺbky a zmenšenie povrchovej plochy, z ktorej sa emisie uvoľňujú,
- zníženie teploty hnojovice.

Pri splnení aspoň niektorých z týchto opatrení sa vy ako chovatelia môžete tešiť nielen zo zlepšením kvality ovzdušia v chovnom priestore, prospešnej nielen pre zvieratá ale aj pre ošetrojúci personál, ale aj zo zlepšenia zdravotného stavu, welfaru zvierat a zo zvýšenej produkcie.

14. Záver

V ovzduší chovných priestorov zvierat bolo zistených 136 plynných komponentov, ktoré pochádzajú najmä z čerstvo vylúčených a uskladnených exkrementov, krmiva, ale aj zvierat samotných. Z týchto zlúčenín predstavujú amoniak a metán najväčšie riziko pre životné prostredie. Poľnohospodárske aktivity, najmä živočíšna výroba, sú dominantnými zdrojmi amoniakálnych emisií unikajúcich do atmosféry. Živočíšna výroba je vo svete v súčasnosti vystavená tlaku redukovať jej škodlivý vplyv na životné prostredie. Vzhľadom na to, že hydínový priemysel sa stal v poslednom období najintenzívnejší zo všetkých oblastí chovu hospodárskych zvierat, môže byť práve chov hydiny významným zdrojom amoniakálnych emisií aj v podmienkach SR.

Aj keď redukciovou stavov hospodárskych zvierat dochádza k obmedzovaniu znečisťovania ovzdušia, musí sa chovu hospodárskych zvierat venovať patričná pozornosť a navrhnuť a overiť vhodné technologické postupy na úpravu prostredia. Bude nutné sa intenzívne venovať aj problematike ďalších skleníkových plynov uvoľňujúcich sa z poľnohospodárskej činnosti. Je potrebné si uvedomiť, že len drastické obmedzenie tvorby amoniaku a skleníkových plynov, umožní zníženie nebezpečenstva klimatických zmien, ktorých sme v poslednej dobe svedkami.



Obr. 7 **Náš výskumnický tím**