

KÓDEX SPRÁVNEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ PRAXE

na znižovanie emisií amoniaku

z chovov hospodárskych zvierat a aplikovania hnojív do pôdy

marec 2020

ÚVOD

Cieľom Kódexu správnej praxe na znižovanie emisií amoniaku z chovov hospodárskych zvierat a aplikovania hnojív do pôdy (ďalej len "kódex") je zníženie emisií amoniaku z poľnohospodárskych zdrojov. Poľnohospodárstvo je veľkým zdrojom emisií amoniaku, hlavne z exkrementov hospodárskych zvierat v maštaliach, pri uskladnení, spracovaní, upravovaní hnoja a jeho aplikácii na pôdu, a tiež z exkrementov zvierat pri pasení. Emisie amoniaku vznikajú aj z anorganických dusíkatých hnojív po ich aplikácii na pôdu a z plodín bohatých na dusík (N) a zvyškov plodín, vrátane siláží.

1. Kódex sumarizuje:
 - (a) Súčasné poznatky o technikách a stratégiách na znižovanie emisií amoniaku;
 - (b) Vedecké a technické pozadie techník a stratégií;
 - (c) Ekonomické náklady techník stanovené v €/kg zníženia emisií amoniaku;
 - (d) Akékoľvek obmedzenie alebo prekážku týkajúcu sa použiteľnosti techník.
2. Kódex sa zameriava na opatrenia na zníženie emisií amoniaku v nasledujúcich oblastiach:
 - (a) Hospodárenie s dusíkom s ohľadom na celý cyklus dusíka;
 - (b) Stratégie kŕmenia hospodárskych zvierat;
 - (c) Techniky ustajnenia zvierat;
 - (d) Techniky uskladnenia hnoja;
 - (e) Techniky použitia hnoja;
 - (f) Techniky použitia hnojív;
 - (g) Ostatné opatrenia súvisiace s dusíkom z poľnohospodárskej činnosti;
 - (h) Opatrenia súvisiace s nepoľnohospodárskymi stacionárnymi zdrojmi.

V 1. časti kódexu sú uvedené stratégie a techniky na zníženie emisií amoniaku a strát dusíka zoskupené do troch kategórií:

1. **Techniky a stratégie 1. kategórie:** sú dobre preskúmané, overené, považujú sa za vhodné alebo potenciálne vhodné a o ich účinnosti existujú kvantitatívne údaje, minimálne na experimentálnej úrovni.
2. **Techniky a stratégie 2. kategórie:** sú sľubné, v súčasnosti nie sú preskúmané a ich účinnosť je ťažké kvantifikovať, avšak v závislosti od miestnych podmienok je možné ich použitie.
3. **Techniky a stratégie 3. kategórie:** ich účinnosť nebola doteraz preukázaná resp. je možné ich vylúčenie z praktických dôvodov.

V 2. časti kódexu sú bližšie opísané postupy a podrobnosti o uplatňovaní techník na znižovanie emisií amoniaku v chovoch hospodárskych zvierat aj pri aplikovaní hnojív do pôdy.

OBSAH

1. ČASŤ - TECHNIKY ZNIŽOVANIA EMISIÍ AMONIAKU

| | |
|--|----|
| Zoznam skratiek | 5 |
| VŠEOBECNÉ ZHRNUTIE | 6 |
| I. HOSPODÁRENIE S DUSÍKOM SO ZRETEĽOM NA CELÝ CYKLUS DUSÍKA.. | 6 |
| II. STRATÉGIE KRŔMENIA HOSPODÁRSKÝCH ZVIERAT..... | 8 |
| III. USTAJNENIE PRE ZVIERATÁ..... | 8 |
| IV. USKLADNENIA HNOJA..... | 9 |
| V. APLIKÁCIA HNOJA..... | 9 |
| VI. APLIKÁCIA HNOJÍV NA BÁZE MOČOVINY A AMÓNIA..... | 10 |
| TECHNIKY ZNIŽOVANIA EMISIÍ AMONIAKU | 11 |
| I. HOSPODÁRENIE S DUSÍKOM SO ZRETEĽOM NA CELÝ CYKLUS DUSÍKA.... | 11 |
| II. STRATÉGIE KRŔMENIA HOSPODÁRSKÝCH ZVIERAT..... | 15 |
| III. USTAJNENIE HOSPODÁRSKÝCH ZVIERAT..... | 17 |
| A. Systémy ustajnenia pre hovädzí dobytok..... | 17 |
| B. Systémy ustajnenia pre ošípané | 18 |
| C. Systémy ustajnenia pre hydinu | 20 |
| a. Chovné zariadenia pre nosnice..... | 20 |
| b. Chovné zariadenia pre brojlerov..... | 22 |
| c. Chovné zariadenia pre morky a kačice..... | 23 |
| IV. TECHNIKY USKLADNENIA HNOJA | 23 |
| V. TECHNIKY APLIKÁCIE HNOJA | 24 |
| VI. APLIKÁCIA HNOJÍV NA BÁZE MOČOVINY A AMÓNIA..... | 28 |
| A. Hnojivá na báze močoviny | 28 |
| B. Hnojivá na báze síranu amónneho, fosforečnanu amónneho a dusičnanov | 30 |
| VII. ĎALŠIE OPATRENIA SÚVISIACE S DUSÍKOM Z POĽNOHOSPODÁRSKEJ ČINNOSTI..... | 30 |
| A. Pasenie..... | 30 |
| B. Spracovanie hnoja | 31 |
| C. Nepoľnohospodárske použitie hnoja | 31 |
| Príloha č.1 Odhad prebytku N a UVN pre jednotlivé typy poľnohospodárskych podnikov | 32 |

2. ČASŤ - POSTUPY A PODROBNOSTI O UPLATŇOVANÍ TECHNÍK NA ZNIŽOVANIE EMISIÍ AMONIAKU

| | <i>Odseky</i> | <i>Strana</i> |
|--|---------------|---------------|
| I. Hospodárenie s dusíkom so zreteľom na celý cyklus dusíka | 1–12 | 33 |
| A. Úvod..... | 1–4 | 33 |
| B. Prvky dobrého hospodárenia s dusíkom..... | 5–6 | 33 |
| C. Prostriedky na optimalizáciu hospodárenia s dusíkom..... | 7–12 | 34 |
| II. Stratégie krmenia hospodárskych zvierat | 13–24 | 34 |
| A. Úvod..... | 13–16 | 34 |
| B. Metódy na zníženie vylučovania dusíka..... | 17 | 35 |
| C. Ošípané a hydina..... | 18–20 | 35 |

| | | | |
|------|---|-------|----|
| | D. Prežúvavce..... | 21–24 | 37 |
| III. | Nízkoemisné systémy ustajnenia zvierat..... | 25–42 | 39 |
| | A. Úvod..... | 25–27 | 39 |
| | B. Nízkoemisné systémy pre maštale pre dobytok..... | 28–33 | 39 |
| | C. Maštale s produkciou hnojovice pre ošípané..... | 34–35 | 40 |
| | D. Podstielané systémy pre ošípané..... | 36–38 | 41 |
| | E. Nízkoemisné systémy pre chovné zariadenia hydiny..... | 39–43 | 41 |
| IV. | Nízkoemisné systémy uskladnenia hnoja..... | 44–57 | 42 |
| | A. Úvod..... | 44 | 42 |
| | B. Uskladnenie hnojovice a iných kvapalných hnojov..... | 45–57 | 42 |
| V. | Nízkoemisné techniky aplikácie hnoja..... | 58–69 | 47 |
| | A. Úvod..... | 58–59 | 47 |
| | B. Nízkoemisné techniky pre hnojovicu a iný kvapalný hnoj..... | 60–65 | 47 |
| | C. Nízkoemisné techniky pre tuhý hnoj..... | 66–67 | 49 |
| | D. Praktické úvahy..... | 68–69 | 49 |
| VI. | Obmedzenie emisií amoniaku pri používaní dusíkatých minerálnych hnojív..... | 70–72 | 51 |
| | A. Úvod..... | 70–71 | 51 |
| | B. Močovina..... | 72–76 | 51 |
| | C. Zníženie emisií amoniaku z močoviny..... | 77 | 51 |
| | D. Znižovanie emisií amoniaku zo síranu amónneho a fosforečnanu amónneho..... | 78–79 | 52 |
| | E. Znižovanie emisií amoniaku z minerálnych hnojív na báze amónia | 80 | 52 |
| | F. Znižovanie emisií amoniaku pri používaní dusíkatých minerálnych hnojív..... | 81 | 52 |
| | G. Znižovanie emisií oxidu dusného (N ₂ O) používaním dusíkatých hnojív s inhibítormi nitrifikácie..... | 82 | 52 |
| VII | Zoznam použitých internetových zdrojov..... | | 53 |
| | Tabuľky | | |
| 1 | Indikatívne cieľové úrovne dusíkatých látok (%) v krmive so štandardným obsahom sušiny 88% pre ustajnené zvieratá | | 38 |
| 2 | Účinnosť a použiteľnosť techník na znižovanie amoniaku v skladoch hnojovice..... | | 45 |
| | Obrázok 1 | | |
| | Využitie bielkovinovej zložky krmiva ošípanými..... | | 36 |

Zoznam skratiek

| | |
|-----------------------------------|--|
| °C | Stupeň Celzia |
| RNH | Systémy riadenia načasovania hnojenia |
| BFN | Biologická fixácia dusíka |
| Ca | Vápnik |
| CaCl ₂ | Chlorid vápenatý |
| CaCO ₃ | Uhlíčan vápenatý |
| Ca(NO ₃) ₂ | Dusičnan vápenatý |
| CaSO ₄ | Síran vápenatý |
| Kat. | Katégoria |
| CO ₂ | Oxid uhličitý |
| NL | Dusíkaté látky |
| RON | Rozpustený organický dusík |
| EHK | Európska hospodárska komisia Organizácie Spojených národov |
| EÚ | Európska únia |
| ENH | Ekvivalentná hodnota dusíka z hnojiva |
| LECA | Ľahký expandovaný ílový granulát |
| Mg | Horčík |
| mm | Milimeter |
| N | Dusík |
| N ₂ | Dusík v plynnej fáze |
| NH ₃ | Amoniak |
| N-NH ₄ | Amoniakálny dusík |
| NH ₄ | Amónium |
| NH ₄ NO ₃ | Dusičnan amónny |
| NO ₃ ⁻ | Dusičnan |
| NO _x | Oxidy dusíka |
| N ₂ O | Oxid dusný |
| Prebytok N | Prebytok dusíka v bilancii vstupov a výstupov |
| NPS | Neškrobové polysacharidy |
| UVN | Účinnosť využitia dusíka |
| P | Bielkoviny |
| pH | kyslosť; záporný logaritmus aktivity protónu (H ⁺) |
| nhRef. | Odkaz, referencia |
| PMK | Prchavé mastné kyseliny |

1. ČASŤ - STRATÉGIE A TECHNIKY ZNIŽOVANIA EMISÍ AMONIAKU

VŠEOBECNÉ ZHRNUTIE

I. HOSPODÁRENIE S DUSÍKOM SO ZRETEĽOM NA CELÝ CYKLUS DUSÍKA

Dusík je súčasťou všetkých bielkovín rastlín aj zvierat a zúčastňuje sa takmer všetkých biochemických procesov v živých organizmoch. Zlúčeniny dusíka podliehajú v prírodnom prostredí intenzívnym oxidačno-redukčným procesom. Prostredníctvom týchto procesov sa mení forma, reaktivita a mobilita dusíka. Hlavnými mobilnými formami sú: anorganické plynné formy dusíka (N_2), amoniak (NH_3), oxidy dusíka (NO a NO_2) a oxid dusný (N_2O); formy rozpustné vo vode – dusičnan (NO_3^-), amónium (NH_4^+) a rozpustný organicky viazaný dusík (RON); v organických látkach sa vyskytuje najmä vo forme amínov naviazaných na organický uhlík ($R-NH_2$).

Cyklus dusíka je silne naviazaný na cyklus uhlíka a ostatné cykly živín. Preto riadenie dusíka môže ovplyvniť cyklus uhlíka a čisté uvoľňovanie CO_2 do atmosféry a viazanosť uhlíka v pôde. Vo všeobecnosti je systém, z ktorého uniká dusík tiež systémom, z ktorého uniká uhlík a naopak.

Hospodárenie s dusíkom je neoddeliteľnou súčasťou opatrení na zníženie strát dusíka a je založený na predpoklade, že znižovanie prebytku dusíka (ďalej len „prebytok N“) a zvyšovanie účinnosti využitia dusíka (UVN) prispieva k znižovaniu emisií amoniaku. V zmiešaných poľnohospodárskych podnikoch s rastlinnou výrobou a chovom hospodárskych zvierat súvisí 10 až 40 % prebytku dusíka s emisiami amoniaku. Hospodárenie s dusíkom sa tiež zameriava na identifikáciu a prevenciu presunu znečistenia medzi rôznymi zlúčeninami dusíka a zložkami životného prostredia. Stanovenie bilancie vstupov a výstupov dusíka na úrovni poľnohospodárskeho podniku je základnou podmienkou optimalizácie celistvého hospodárenia s dusíkom.

Orientačné hodnoty pre širšie kategórie systémov hospodárenia sú uvedené v tabuľke č. 1.

Tabuľka č. 1

Orientačné úrovne prebytku N a UVN pre systémy hospodárenia, s typickými hodnotami pre poľnohospodárske podniky špecializované na rastlinnú výrobu, poľnohospodárske podniky špecializované na živočíšnu výrobu a zmiešané poľnohospodárske podniky

| Index | Výpočet | Výklad | Typické úrovne |
|---|--|--|--|
| Prebytok N = suma všetkých vstupov N mínus výstupy N, ktoré prejdú bránou poľnohospodárskeho podniku | Prebytok N = $\Sigma(Vstupy_N) - \Sigma(Výstupy_N)$ (kladný výsledok) | Prebytok N závisí od systému hospodárenia, plodín a zvierat, a autochtónneho prísunu N, riadenia externých vstupov (cez hnojivá a krmivá) a životného prostredia Prebytok N je mierou celkovej straty N zo životného prostredia Deficit N [$\Sigma(Vstupy_N) < \Sigma(Výstupy_N)$] je mierou ochudobnenia pôdy o dusík | Závisí od systému hospodárenia, plodín a zvierat: Plodiny: 0–50 kg/ha/rok Zmiešané: 0–200 kg/ha/rok Zvieratá: 0–1 000 kg/ha/rok |
| UVN = Účinnosť využitia N, t.j. výstup N v úžitkových produktoch delený celkovým vstupom N | UVN = $\Sigma(Výstupy_N) / \Sigma(Vstupy_N)$ | UVN závisí od systému hospodárenia, plodín a zvierat, a autochtónneho prísunu N, riadenia externých vstupov (cez hnojivá a krmivá) a životného prostredia U špecializovaných živočíšnych systémov hospodárenia (bez pozemkov) môže byť výstup N cez spracovanie a vývoz hnoja | ^c Závisí od typov systému hospodárenia, plodín a zvierat: Plodiny: 0,6-1,0 Zmiešané: 0,5-0,6 Zvieratá: 0,2-0,6 ^a Zvieratá: 0,8-0,95 ^b |

^a Bez vývozu hnoja.

^b Poľnohospodárske podniky bez pôdy – všetok hnoj sa z poľnohospodárskeho podniku vyváža.

^c Úroveň účinnosti je vyjadrená indexom (index 0,5 znamená využité na 50 %)

Náklady na stanovenie bilancie dusíka

Pre jeden poľnohospodársky podnik sa náklady pre stanovenie bilancie dusíka pohybujú v rozsahu 200 – 500,- €/rok. Bilancia poľnohospodárskeho podniku sa týka zúčtovania všetkých vstupov dusíka, napr. v krmive, hnojive, atď. a dusíka vo všetkých výstupných produktoch.

Náklady na zvýšenie UVN prostredníctvom zlepšenia hospodárenia sa pohybujú v rozsahu -1,0 - 1,0 €/kg ušetreného dusíka. Možné úspory súvisia s nižšími nákladmi na hnojivá príp. krmivá a zvýšenou kvalitou produktov. Možné vyššie náklady súvisia so zvýšenými nákladmi na poradenské služby, analýzy pôdy, plodín, krmiva a hnoja a samozrejme nákladov na investície techník zlepšujúcich UVN. Rozsah týchto nákladov je možné prispôbiť na konkrétne podmienky daného poľnohospodárskeho podniku. Zvyšovanie účinnosti dusíka by sa malo riadiť v zhode s celkovou účinnosťou živín a ďalšími faktormi, napr. s hubením škodcov.

Tabuľka č. 2 uvádza orientačné rozsahy pre UVN a prebytok dusíka pri rôznych systémoch poľnohospodárskych podnikov a druhov plodín a zvierat.

Tabuľka č. 2

Orientačné rozsahy pre UVN a prebytok N pri rôznych systémoch poľnohospodárskych podnikov a druhov plodín a zvierat

| Systémy poľnohospodárskych podnikov | Druhy/kategórie | UVN [kg/kg] | Prebytok N [kg/ha/rok] | Poznámky |
|-------------------------------------|------------------|-------------|------------------------|--|
| Špecializované systémy pestovania | Kultúrne plodiny | 0,6 - 0,9 | 0 - 50 | UVN je vysoká u obilnín, nízka u koreňových plodín |
| | Zelenina | 0,4 - 0,8 | 50 - 100 | Listová zelenina má nízku UVN |
| | Ovocie | 0,6 - 0,9 | 0 - 50 | - |
| Chov prežúvavcov na pastve | Dojnice | 0,3 - 0,5 | 100 - 150 | Vysoká dojivosť - vysoká UVN, nízka hustota chovu - nízky prebytok N |
| | Výkrmový dobytok | 0,2 - 0,4 | 50 - 150 | Produkcija teľacieho mäsa - vysoká UVN, 2-ročný výkrmový dobytok - nízka UVN |
| | Ovce a kozy | 0,2 - 0,3 | 50 - 150 | - |
| Zmiešané systémy pestovania a chovu | Dojnice | 0,4 - 0,6 | 50 - 150 | Vysoká dojivosť - vysoká UVN, kŕmenie koncentrátom - vysoká UVN |
| | Výkrmový dobytok | 0,3 - 0,5 | 50 - 150 | Kŕmenie koncentrátom - vysoká UVN |
| | Ošípané | 0,3 - 0,6 | 50 - 150 | - |
| | Hydina | 0,3 - 0,6 | 50 - 150 | - |
| | Ostatné zvieratá | 0,3 - 0,6 | 50 - 150 | - |
| Systémy bez pôdy | Dojnice | 0,8 - 0,9 | n.a. ^a | Výstup N cez mlieko, zvieratá, hnoj, N hnoja ak sa nevyužíva v podniku iným spôsobom je prebytkový |
| | Výkrmový dobytok | 0,8 - 0,9 | n.a. ^a | - |
| | Ošípané | 0,7 - 0,9 | n.a. ^a | - |
| | Hydina | 0,6 - 0,9 | n.a. ^a | - |
| | Ostatné zvieratá | 0,7 - 0,9 | n.a. ^a | - |

^a Nedá sa uplatniť, pretože tieto poľnohospodárske podniky v zásade nevlastnia pôdu. Prebytok N však možno vyjadriť v kg/rok na jeden poľnohospodársky podnik. V prípade, že všetky živočíšne produkty, vrátane hnoja, a všetky zvyšky a odpady sa vyvezú, cieľový prebytok N môže byť od 0 do 1 000 kg za rok na jeden poľnohospodársky podnik, v závislosti od veľkosti poľnohospodárskeho podniku a plynných strát N.

II. STRATÉGIE KŔMENIA HOSPODÁRSKYCH ZVIERAT

Stratégie kŕmenia hospodárskych zvierat znižujú emisie amoniaku z hnoja počas ustajnenia, uskladnenia aj počas aplikácie na pôdu; stratégie kŕmenia hospodárskych zvierat sa ťažšie aplikujú na pasúce sa zvieratá.

Stratégie kŕmenia hospodárskych zvierat sa realizujú prostredníctvom:

- fázového kŕmenia - je efektívnym a ekonomicky atraktívnym opatrením, je založené na princípe rozdielnej potreby dusíkatých látok vo výžive zvierat v rôznych fázach ich rastu resp. ich hospodárskeho využitia;
- kŕmenia s nízkym obsahom dusíkatých látok s dopĺňaním špecifických syntetických aminokyselín a bielkovín obchádzajúcej bachor alebo bez ich dopĺňania;
- zvyšovania obsahu neškrobových polysacharidov v krmive;
- dopĺňania látok znižujúcich pH, napríklad kyseliny benzoovej.

III. USTAJNENIE PRE ZVIERATÁ

Zníženie emisií amoniaku pri ustajnení zvierat je založené na jednom alebo viacerých princípoch uvedených nižšie:

- Zníženie povrchovej plochy znečistenej hnojom;
- Rýchle odstraňovanie moču; rýchla separácia výkalov a moču;
- Zníženie prúdenia vzduchu a teploty nad hnojom;
- Zníženie pH a teploty hnoja;
- Sušenie hnoja (najmä podstielky hydiny);
- Odstraňovanie (pranie, filtrovanie) amoniaku z odvádzaného vzduchu;
- Predĺženie doby pasenia.

Všetky zásady sú uplatnené v technikách 1. kategórie (t.j. vedecky podložených a prakticky overených). Rôzne kategórie zvierat si vyžadujú rôzne systémy ustajnenia a podmienky prostredia, a tým aj odlišné techniky. Z dôvodu rôznych podmienok ustajnenia a požiadaviek zvierat existujú rôzne opatrenia podľa kategórií zvierat. *Referencia* (technika, od ktorej sa odvodzuje úspora): konvenčné systémy ustajnenia, bez techník na zníženie emisií amoniaku.

Náklady na techniky používané na zníženie emisií amoniaku z ustajnenia súvisia s:

- odpismi investícií;
- návratnosťou investícií;
- energiami;
- prevádzkou a údržbou.

Prínosy: súvisia so zlepšovaním zdravia zvierat a výkonnosti; tieto prínosy je ťažké kvantifikovať a nie vždy sú zahrnuté do celkového odhadu nákladov.

Ekonomické náklady kolíšu z dôvodu rôznych techník a veľkostí poľnohospodárskych podnikov. Tabuľka č. 3 uvádza prehľad znižovania emisií v ustajnení a nákladov na kg zníženého N-NH₄ pre hlavné kategórie zvierat.

Tabuľka č.3

Techniky znižovania emisií amoniaku pre ustajnenie zvierat, ich úrovne zníženia emisií a súvisiace náklady

| Kategória | Zníženie emisií v porovnaní s referenciou [%] ^a | Extra náklady [€/kg zníženého N-NH ₄] |
|--|--|---|
| Existujúce ustajnenie pre ošípané a hydinu v poľnohospodárskych podnikoch s > 2 000 kusov výkrmových ošípaných, alebo > 750 kusov prasníc, alebo > 40 000 kusov hydiny | 20 | 0 - 3 |
| Nové alebo do značnej miery zrekonštruované ustajnenie pre dobytok | 0 - 70 | 1 - 20 |

| | | |
|--|---------|--------|
| Nové alebo do značnej miery zrekonštruované ustajnenie pre ošípané | 20 - 90 | 1 - 20 |
| Nové alebo do značnej miery zrekonštruované chovné zariadenie pre brojlerov | 20 - 90 | 1 - 15 |
| Nové alebo do značnej miery zrekonštruované chovné zariadenie pre nosnice | 20 - 90 | 1 - 9 |
| Nové alebo do značnej miery zrekonštruované ustajnenie v poľnohospodárskych podnikoch pre zvieratá iné než uvedené v tejto tabuľke | 0 - 90 | 1 - 20 |

^a Referencie sú uvedené ďalej v tomto dokumente.

IV. USKLADNENIE HNOJA

Znižovanie emisií amoniaku pri uskladňovaní hnoja je založené na jednom alebo viacerých princípoch uvedených nižšie:

- zníženie povrchovej plochy, kde môžu emisie vznikáť, t.j. zakrytím skladu, podporou vytvárania kôry a zväčšením hĺbky skladov;
- zmenšenie intenzity emisií z povrchu zdroja, z ktorého emisie unikajú, t.j. prostredníctvom zníženia pH a koncentrácie amoniaku (NH₃);
- minimalizovanie narušenia hnoja, napr. miešaním a prevzdušňovaním.

Všetky zásady sú uplatnené v technikách 1. kategórie (t.j. vedecky podložených a prakticky overených). Tieto zásady sú všeobecne uplatniteľné na sklady hnojovice a sklady maštalného hnoja. Praktická realizovateľnosť týchto zásad je však vyššia pri skladoch hnojovice, než pri skladoch maštalného hnoja.

Referencia: nezakrytý sklad hnojovice bez kôry a nezakrytá hromada maštalného hnoja.

Náklady na techniky používané na zníženie emisií amoniaku z uskladnenia súvisia s:

- odpismi investícií,
- návratnosťou investícií,
- údržbou.

Prínosy: súvisia so znížením emisií zápachu, zníženou akumuláciou dažďovej vody a zvýšenou bezpečnosťou (žiadne otvorené jamy); niektoré z týchto prínosov je ťažké kvantifikovať, preto nie sú v dokumente zahrnuté.

Tabuľka č. 4 uvádza techniky na zníženie emisií pri skladovaní hnoja a náklady, na kg ušetreného N-NH₄

Tabuľka č. 4

Techniky znižovania emisií amoniaku pre uskladnenie hnoja, ich úrovne zníženia emisií a súvisiace náklady

| Techniky | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/m ³ /rok] | Náklady [€ za kg ušetreného N-NH ₄] |
|----------------|---------------------|---------------------------------|---|
| Pevný kryt | > 80 | 2 - 4 | 1 - 2,5 |
| Plastový kryt | > 60 | 1,5 - 3 | 0,5 - 1,3 |
| Plávajúci kryt | > 40 | 1,5 - 3 | 0,3 - 5 ^a |

^a Kôra nie je zahrnutá; kôra sa na niektorých hnojoch vytvára prirodzene a bez nákladov, avšak je ťažké to predpovedať.

V. APLIKÁCIA HNOJA

Sú založené na jednom alebo viacerých princípoch uvedených nižšie:

- zníženie povrchovej plochy, kde môžu emisie vznikáť prostredníctvom pásovej aplikácie, podpovrchovej aplikácie alebo zapracovania;

- (b) skrátenie času, kedy môžu emisie vznikajúť, t.j. prostredníctvom rýchleho zapracovania hnoja do pôdy, okamžitého zavlažovania alebo rýchlej infiltrácie;
- (c) zmenšenie intenzity emisií z povrchu zdroja, z ktorého emisie unikajú prostredníctvom zníženia pH a koncentrácie amoniaku v hnoji (zriedenie).

Všetky zásady sú uplatnené v technikách 1. kategórie (t.j. vedecky podložených a prakticky overených). Tieto zásady sú všeobecne uplatniteľné na aplikáciu tekutého a maštalného hnoja; sú lepšie uplatniteľné a efektívnejšie pre tekutý hnoj, než pre maštalný hnoj. Pri maštalnom hnoji je najlepšie realizovateľnou technikou rýchle zapracovanie do pôdy a okamžité zavlažovanie. Štvrtá zásada, teda aplikovanie pri nízkom potenciáli vyparovania, napríklad pri nízkej teplote a slabom vetre, sa považuje za techniku 2. kategórie, pretože si vyžaduje overenie metódy.

Referencia: celoplošné rozmetanie tekutého a tuhého hnoja.

Náklady na techniky používané na zníženie emisií amoniaku z aplikácie súvisia s:

- (a) odpismi investičných nákladov na aplikátor;
- (b) návratnosťou investícií;
- (c) pridanými nákladmi na traktor a pohonnú silu;
- (d) prevádzkou a údržbou.

Prínosy: súvisia so znížením emisií zápachu a straty biodiverzity, zvýšením chutnosti paše, rovnomernosťou aplikácie a konzistenciou odozvy plodín na hnoj; niektoré z týchto prínosov je však ťažké kvantifikovať.

VI. APLIKÁCIA HNOJÍV NA BÁZE MOČOVINY A AMÓNIA

Pre aplikáciu hnojív na báze močoviny a amónia je znižovanie emisií amoniaku založené na jednom alebo viacerých princípoch uvedených nižšie:

- (a) zníženie povrchovej plochy, kde môžu emisie vznikajúť, t.j. prostredníctvom pásovej aplikácie, podpovrchovej aplikácie alebo zapracovania;
- (b) skrátenie času, kedy môžu emisie vznikajúť, t.j. prostredníctvom rýchleho zapracovania hnojív do pôdy, alebo zavlažovania;
- (c) zmenšenie intenzity emisií z povrchu hnoja, z ktorého emisie unikajú, t.j. prostredníctvom inhibítorov ureázy, zmiešavacích a okysľujúcich látok;
- (d) zákaz ich používania (napríklad hydrogénuhličitan amónny).

Všetky princípy sú uplatnené v technikách 1. kategórie (t.j. vedecky podložených a prakticky overených). Tieto zásady sú všeobecne uplatniteľné na aplikáciu tekutého aj tuhého hnoja.

Referencia: celoplošná aplikácia hnojív na báze močoviny a amónia.

Náklady na techniky používané na zníženie emisií amoniaku z hnojív súvisia s:

- a. odpismi investičných nákladov na aplikátor;
- b. návratnosťou investícií;
- c. používaním ťažších traktorov a dlhším pracovným časom;
- d. údržbou.

Rozsah nákladov súvisí s veľkosťou poľnohospodárskeho podniku (úspory pri veľkých množstvách), pôdnymi podmienkami a klímou (veľké zníženie emisií v relatívne suchých podmienkach).

Prínosy: súvisia so zníženými nákladmi na hnojivá, zníženými nákladmi na aplikáciu pri kombinovanom systéme sejby a hnojenia, a zníženými stratami biodiverzity; tieto prínosy je ťažké kvantifikovať, a preto neboli všetky zahrnuté.

Tabuľka č. 5 uvádza techniky na zníženie emisií pri aplikácii močoviny a nákladov na kg ušetreného N-NH₄.

Tabuľka č. 5

Techniky znižovania emisií amoniaku pre aplikáciu močoviny a amónnych hnojív, ich úrovne zníženia emisií a súvisiace náklady

| Typ hnoja | Techniky aplikácie | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/kg ušetrenéhoN-NH ₄] |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---|
| Močovina | Podpovrchová do uzatvorenej štrbiny | > 80 | -0,5 - 1 |
| | Inhibitory ureázy | > 30 | -0,5 - 2 |
| | Zpracovanie po povrchovej aplikácii | > 50 | -0,5 - 2 |
| | Povrchové rozmetanie so zavlažovaním | > 40 | -0,5 - 1 |
| Uhličitan amónny | Zákaz | ~ 100 | -1 - 2 |
| Hnojivá na báze amónnych hnojív | Podpovrchová do uzatvorenej štrbiny | > 80 | 0 - 4 |
| | Zpracovanie po povrchovej aplikácii | > 50 | 0 - 4 |
| | Povrchové rozmetanie so zavlažovaním | > 40 | 0 - 4 |

TECHNIKY ZNIŽOVANIA EMISIÍ AMONIAKU

Hlavným zdrojom emisií NH₃ sú exkrementy hospodárskych zvierat z pastvín, ustajnenia, skladovania, spracovania a úpravy hnoja.

Systémy živočíšnej produkcie možno všeobecne rozdeliť na:

- Systémy pasenia - plne závislé od pôdy, s intenzitou chovu menej ako 1 alebo 2 dobytčie jednotky na hektár v závislosti od produktivity pastvín;
- Zmiešané systémy - významná časť produkcie pochádza z iných činností než živočíšnej výroby, časť krmiva pre zvieratá sa často dováža;
- Plne obmedzené systémy bez pôdy alebo priemyselné systémy – s intenzitou chovu vyššou ako 10 dobytčích jednotiek na hektár, primárne závisia od externých dodávok krmiva, energie a ďalších vstupov.

I. HOSPODÁRENIE S DUSÍKOM SO ZRETEĽOM NA CELÝ CYKLUS DUSÍKA

Hospodárenie s dusíkom možno definovať ako koherentný súbor činností súvisiacich s používaním dusíka v poľnohospodárskych podnikoch na dosahovanie poľnohospodárskych a environmentálnych cieľov. Poľnohospodárske ciele sa týkajú výnosov a kvality plodín a úžitkovosti zvierat v kontexte dobrých životných podmienok zvierat. Environmentálne ciele súvisia s minimalizovaním strát dusíka z poľnohospodárstva.

Celý cyklus dusíka zdôrazňuje potrebu zohľadniť všetky aspekty kolobehu dusíka so zreteľom na predchádzanie znečistenia. Predchádzanie nadmernej alebo nevhodne načasovanej aplikácie dusíka je jedným z najlepších spôsobov, ako minimalizovať straty dusíka (a ďalšie environmentálne vplyvy), bez vplyvu na rastlinnú a živočíšnu výrobu. Preferovanými opatreniami na znižovanie celkových emisií amoniaku sú tie, ktoré znižujú súbežne aj ďalšie nechcené emisie dusíka, pričom udržiavajú alebo zlepšujú poľnohospodársku produktivitu (opatrenia so synergickým vplyvom); naopak, opatrenia zamerané na znižovanie emisií amoniaku, ktoré zvyšujú ďalšie nechcené emisie (antagonistické vplyvy) by sa mali upraviť tak, aby sa tieto vplyvy minimalizovali.

Referenčná situácia: bez plánovania hospodárenia s dusíkom a bez využívania bilancií dusíka.

Zoznam činností v poľnohospodárskom podniku vykonávaných integrovaným spôsobom:

- (a) hnojenie plodín;
- (b) rast plodín, zber úrody a hospodárenie so zvyškami;
- (c) rast medziplodín alebo krycích plodín;
- (d) manažment pastvín;
- (e) kultivácia, odvodňovanie a zavlažovanie pôdy;
- (f) kŕmenie zvierat;
- (g) manažment stád, vrátane ustajnenia zvierat (z hľadiska dobrých životných podmienok);
- (h) hospodárenie s hnojom vrátane jeho uskladnenia a aplikácie;
- (i) opatrenia na zníženie emisií amoniaku;
- (j) opatrenia na zníženie vyplavovania a odtoku dusičnanov;
- (k) opatrenia na zníženie emisií oxidu dusného (N₂O);
- (l) opatrenia na zníženie denitrifikácie.

Usmernenia pre najlepšie postupy riadenia živín pre konkrétnu lokalitu

- (a) plánovanie a evidencia riadenia pre všetky základné živiny;
- (b) výpočet celkovej požiadavky dusíka pre plodiny na základe reálnych odhadov výnosov, obsahu dusíka v plodine a účinnosti absorpcie dusíka plodinou;
- (c) odhad celkového prísunu dusíka z vlastných zdrojov, s použitím akreditovaných metód:
 - (i) minerálny dusík v horných vrstvách pôdy v etape sadenia a rastu plodín (pomocou testov pôdy a/alebo rastlín);
 - (ii) mineralizácia zvyškov predchádzajúcich plodín;
 - (iii) čistá mineralizácia pôdných organických látok, vrátane zvyškov z maštalného hnoja aplikovaného v priebehu niekoľkých rokov a na pasienkoch exkrementov pasúcich sa zvierat;
 - (iv) ukladanie reaktívneho dusíka z ovzdušia;
 - (v) biologická fixácia dusíka strukovinami;
- (d) výpočet potrebnej aplikácie dusíka, so zohľadnením požiadavky plodiny na dusík a prísunu dusíka z vlastných zdrojov;
- (e) výpočet množstva živín v aplikovanom maštalnom hnoji, ktoré budú k dispozícii pre príjem plodinami. Intenzita aplikácie hnoja závisí od:
 - (i) požiadaviek rastlín na dusík, fosforu a draslíka;
 - (ii) prísunu dusíka, fosforu a draslíka z pôdy na základe testov pôdy;
 - (iii) dostupnosti maštalného hnoja;
 - (iv) okamžite dostupného obsahu dusíka, fosforu a draslíka v hnoji;
 - (v) miery uvoľňovania pomaly dostupných živín z hnoja vrátane zvyškových vplyvov;
- (f) odhad potrebného dusíka a ďalších živín z hnojív, s uvážením na požiadavky plodiny na dusík a prísunu dusíka z vlastných zdrojov a hnoja;
- (g) aplikácia hnojív s obsahom dusíka krátko pred začatím rýchleho rastu plodiny, s použitím metód a techník, ktoré bránia emisiám amoniaku;
- (h) kde je to vhodné, aplikácia dusíkatého hnojiva vo viacerých častiach (delené hnojenie) s testovaním plodín, podľa potreby.

Efektívnosť hospodárenia s dusíkom možno hodnotiť z hľadiska:

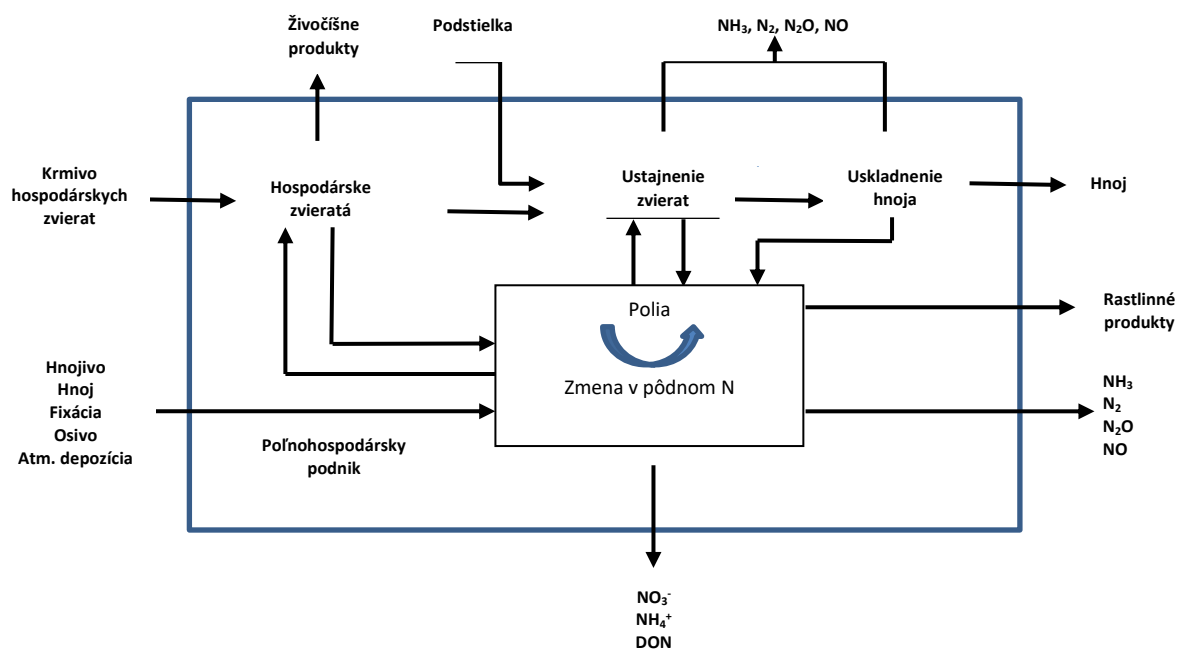
- (a) zníženia prebytku dusíka;
- (b) zvýšenia UVN - množstvo dusíka, ktoré sa zadrží v plodinách alebo živočíšnych produktoch v pomere k množstvu aplikovaného alebo dodaného dusíka.

Na tvorbu bilancie vstupov a výstupov dusíka existujú rôzne postupy: hrubá bilancia dusíka, bilancia povrchu pôdy, bilancia pre celý poľnohospodársky podnik.

Hrubá bilancia dusíka a bilancia povrchu pôdy v zásade zaznamenáva všetky vstupy dusíka do poľnohospodárskej pôdy a všetky výstupy dusíka v zbieraných rastlinných produktoch z poľnohospodárskej pôdy.

Na úrovni poľa, poľnohospodárskeho podniku, regiónu a krajiny je možné uplatniť rôzne metódy; dôležité je však používať na tvorbu bilancie normalizované formáty a popísať metodiku, aby sa zlepšila porovnateľnosť.

Najzložitejšou bilanciou je bilancia dusíka poľnohospodárskeho podniku so zmiešanou rastlinnou a živočíšnou výrobou (obrázok č. 1).

Bilancia dusíka poľnohospodárskeho podniku so zmiešanou rastlinnou a živočíšnou výrobou

Na použitie bilancie dusíka a UVN ako indikátorov na úrovni poľnohospodárskeho podniku, je potrebné rozlišovať medzi:

- poľnohospodárskymi podnikmi špecializovanými na rastlinnú výrobu (obilniny, strukoviny, zelenina a koreňové plodiny);
- poľnohospodárskymi podnikmi so zmiešanou rastlinnou (plodiny, krmivá) a živočíšnou výrobou;
- poľnohospodárskymi podnikmi špecializovanými na živočíšnu výrobu (napr. ošípané, hydina a dobytok).

Poľnohospodárske podniky špecializované na rastlinnú výrobu majú relatívne málo zdrojov amoniaku (privezený hnoj, močovina a hnojivá na báze amónia, plodiny a zvyšky).

Poľnohospodárske podniky špecializované na živočíšnu výrobu produkujú len živočíšne produkty (mlieko, mäso, vajcia, živočíšne vedľajšie produkty a hnoj) a všetky tieto produkty sa z poľnohospodárskeho podniku vyvážajú.

Zmiešané systémy majú plodiny aj zvieratá; produkované plodiny sa obvykle využívajú ako krmivo pre zvieratá, zatiaľ čo hnoj produkovaný zvieratami sa aplikuje na ornú pôdu; možno ich rozdeliť podľa kategórií zvierat (napr. dojnice, výkrmový dobytok, ošípané, atď.) a hustoty chovu (alebo sebestačnosti v krmivách).

- Prebytok dusíka a UVN závisí od systému hospodárenia a od poľnohospodárskych a environmentálnych cieľov.
- Pri posudzovaní UVN hnoja/hnojiva je dôležité rozlišovať medzi rôznymi zdrojmi dusíka. Ekvivalentná hodnota dusíka z hnojiva udáva, využitelnosť dusíka z hnoja, kompostov a zvyškov plodín vo vzťahu k referenčnému hnojivu (zvyčajne hnojivá na báze NH_4NO_3), ktoré je stanovené na 100 %. Ekvivalentná hodnota dusíka z hnojiva závisí od typu hnoja (maštalný hnoj, močovka, alebo hnojovica) a pôvodu hnoja (dobytok, ošípané, hydina) a časového rámca (rok aplikácie verzus dlhodobé vplyvy). Závisí tiež od typu plodiny a environmentálnych podmienok (typ pôdy, teplota, zrážky). Najrozhodujúcejším faktorom pre vysokú ekvivalentnú hodnotu dusíka z hnojiva je hospodárenie, t.j. čas a metóda aplikácie. Ďalej je potrebné rozlišovať medzi krátkodobým využitím dusíka (t.j. počas sezóny rastu okamžite po aplikácii organického zdroja dusíka) a dlhodobými využitím dusíka z hnojiva; z dlhodobých sa dusík lepšie využíva než z krátkodobých.
- Odhad prebytku dusíka a UVN pre jednotlivé typy poľnohospodárskych podnikov je uvedený v prílohe č. 1.
- Zlepšenie hospodárenia s dusíkom vyplýva zo zníženia prebytku dusíka a zvýšenia UVN v priebehu času, čo možno posúdiť prostredníctvom monitorovania ročného prebytku dusíka a UVN na úrovni poľnohospodárskeho podniku. Vzhľadom na ročné kolísanie poveternostných podmienok alebo

náhodných udalostí je potrebné brať do úvahy päťročné obdobie.

- Indikatívne cieľové hodnoty pre prebytok dusíka a UVN by mali byť špecifikované podľa plošného podielu obilnín a trvalých trávnych porastov (tieto rastliny majú vysokú schopnosť zachytávať dusík z pôdy) v poľnohospodárskom podniku (napr. v piatich triedach: < 25 %, 25 - 50%, 50 – 75 %, 75 – 90 % a > 90 %).
- Na zvýšenie UVN a zníženie prebytku dusíka sa dajú zhruba stanoviť tri stratégie:
 - (a) zníženie výstupov dusíka prostredníctvom zvýšenia výnosov plodín a úžitkovosti zvierat, zatiaľ čo sa vstupy dusíka udržiavajú viac-menej konštantné;
 - (b) zníženie vstupov cez dusíkaté hnojivá a kupované krmivo pre zvieratá, zatiaľ čo sa výnosy plodín a úžitkovosť zvierat aj výstupy dusíka udržiavajú viac-menej konštantné;
 - (c) zníženie strát dusíka pomocou technológií na úsporu dusíka (nízkoemisné techniky, krycie plodiny, lepšie načasovanie aplikácie dusíka, atď.) a tým úspora vstupov dusíka, pričom sa výstupy dusíka udržiavajú viac-menej konštantné.
- Indikatívne náklady na stanovenie bilancie vstupov a výstupov dusíka sa pre jeden poľnohospodársky podnik pohybujú v rozsahu 200 – 500,- €/rok.
- Čisté náklady na zlepšenie hospodárenia s dusíka a tým zvýšenie UVN a zníženie prebytku dusíka sa pohybujú v rozsahu -1,0 - 1,0 €/kg ušetreného N-NH₄
- Čisté náklady sú výsledkom ziskov vďaka úsporám hnojív a zvýšenej výkonnosti produkcie, hrubé náklady súvisia s nákladmi na odber vzoriek a analýzy, školenia a poradenstvo.
- Pre efektívne a účinné používanie minerálnych hnojív poskytuje ľahko dostupné zrozumiteľné usmernenia a videá Medzinárodný inštitút pre výživu rastlín na svojom webovom sídle (<http://www.ipni.net/4r>). Najlepšie postupy pre hospodárenie s hnojivami sú známe ako „koncept správy živín 4R (right – správny)”, t.j. správny zdroj, správna intenzita, správny čas a správne miesto.

Stratégie 1. kategórie

Zamerané na zvýšenie účinnosti využitia dusíka a zníženie strát dusíka, ktoré zahŕňajú realizáciu opakovaného súboru činností každoročne vykonávaných pri bežnom hospodárení:

Analýza: nárokov plodín a zvierat na dusík; dostupných zdrojov dusíka; podmienok uskladnenia a možných únikov; dostupných techník, metód a postupov na účinné využívanie dusíka.

Rozhodovanie: vypracovanie alternatív na základe predchádzajúcich analýz; posúdenia následkov rôznych alternatív; výberu najlepšej alternatívy na dosiahnutie poľnohospodárskych aj environmentálnych cieľov.

Plánovanie: stanovenie návrhu riešenia, ktoré treba vykonať a zhodnotiť: kedy, kde, ako a za koľko; spracovanie aktuálneho plánu, ktorý priradí dostupné živiny spôsobom, ktorý maximalizuje ekonomický prínos, pričom minimalizuje vplyv na životné prostredie a spĺňa environmentálne limitné hodnoty.

Realizácia: uskutočnenie plánu hospodárenia s dusíkom v praxi; pri zohľadnení skutočných podmienok životného prostredia; pri zohľadnení usmernenia a odporúčaní pre najlepšie hospodárenie.

Monitorovanie a kontrola: zber údajov o výnosoch a obsahu dusíka; vytváranie bilancií vstupov a výstupov dusíka.

Hodnotenie: overenie a kontrola úspechov vo vzťahu k stanoveným cieľom; bilancia vstupov a výstupov (prebytok dusíka a účinnosť využitia dusíka - UVN).

II. STRATÉGIE KRŤMENIA HOSPODÁRSKÝCH ZVIERAT

Táto časť je zameraná na stratégie kŤmenia za účelom zníženia emisií amoniaku z exkrementov (výkaly a moč) hospodárskych zvierat. Zloženie krmiva pre zvieratá a hospodárenie s krmivom má podstatný vplyv na výkonnosť zvierat a na zloženie exkrementov.

Stratégie na znížovanie emisií popísané v tejto časti nie sú definované a posúdené v porovnaní s jednotnou referenčnou stratégiou kŤmenia, nakoľko sa referenčné stratégie kŤmenia u rôznych krajín EHK líšia.

Pri uplatňovaní stratégie kŤmenia je potrebné rozlišovať medzi jednotlivými druhmi hospodárskych zvierat. Hlavné možnosti ovplyvnenia potenciálu emisií amoniaku kŤmením zvierat (obrázok č. 2):

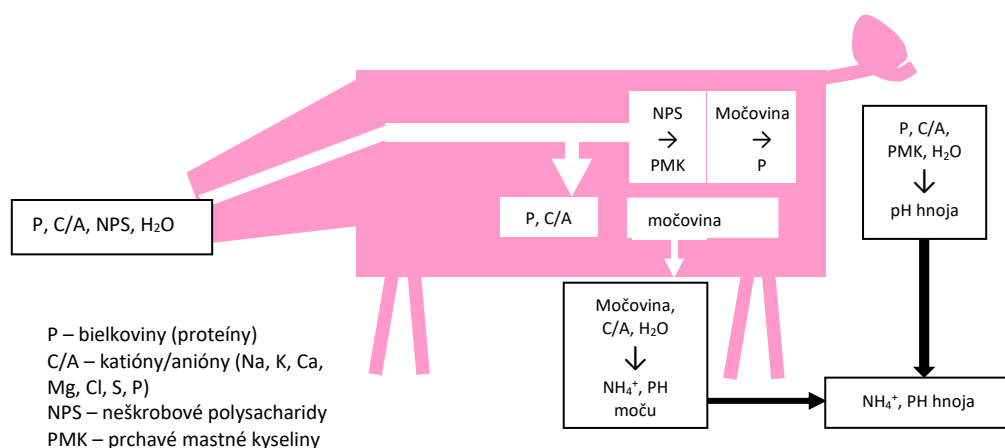
- (a) zníženie obsahu amónia, močoviny a kyseliny močovej v moči a truse prostredníctvom:
 - (i) zníženia príjmu dusíkatých látok;
 - (ii) zvýšenia príjmu neškrobových polysacharidov (čím sa presúva vylučovanie dusíka z močoviny/kyseliny močovej v moči na bielkoviny vo výkaloch);
- (b) zníženie pH hnoja:
 - (i) znížením pH výkalov;
 - (ii) znížením pH moču;
- (c) zníženie aktivity ureázy a tým koncentrácií amónia v hnoji.

Indikátory pre stanovenie účinnosti konverzie krmiva na živočíšny produkt sú definované ako:

- (a) Požiadavka dusíkatých látok (podiel dusíka v dusíkatých látkach je stanovený koeficientom 6,25) ako podiel sušiny vo výžive; závisí od druhu zvierat, typu produkcie, stráviteľnosti sušiny vo výžive a kvality dusíkatých látok (pomer aminokyselín);
- (b) Účinnosť využitia N ($UVN = AY_N/F_N$), kde: AY_N - hmotnosť dusíka v živočíšnych produktoch (kg), F_N - hmotnosť dusíka v použítom krmive (kg). Tento indikátor si vyžaduje informácie o obsahu dusíka v živočíšnych produktoch a krmivách.

Obr. č. 2

Schematický prehľad hlavných faktorov kŤmnej dávky zvierat (obsah bielkovín, pomer katiónov k aniónom a obsah neškrobových polysacharidov) ovplyvňujúcich obsah močoviny, amónia pH moču a výkalov vylučovaných zvieratami



Hodnotu pH výkalov možno znížiť zvýšením fermentácie v hrubom čreve; zvýši sa tým obsah prchavých mastných kyselín (PMK) vo výkaloch, čo má za následok nižšie pH.

Hodnotu pH moču možno znížiť:

- i. znížením elektrolytickej rovnováhy ($Na + K - Cl$) vo výžive,
- ii. pridaním okysľujúcich komponentov do výživy, napr. síranu vápenatého ($CaSO_4$), benzoanu vápenatého a kyseliny benzoovej.

V závislosti od aktivity enzýmov sa močovina a kyselina močová hydrolyzujú na amoniak obvykle do niekoľkých hodín až dní. Mineralizácia organického dusíka vo výkaloch pri teplote 18°C prebieha 70 dní,

kým sa 43 % organického dusíka v hnoji ošipovaných mineralizuje na amoniak. Preto presunom vylučovania dusíka u dobytky a ošipovaných z moču do výkalov sa vylučovanie dusíka cez bielkoviny (organicky viazaný dusík) zvýši a vylučovanie dusíka cez močovinu, kyselinu močovú a amoniak sa zníži, čoho následkom je zníženie emisií amoniaku z moču zatiaľ čo emisie amoniaku z výkalov sa nezvýšia.

Kŕmenie s nízkym obsahom bielkovín

Prínosy: lacné, strategické, zníženie emisií oxidu dusného (N₂O), zvýšenie účinnosti využitia dusíka v živočíšnej výrobe.

Použitelnosť: najmä pre ustajnené zvieratá; menej vhodné pre zvieratá na pastve.

Účinnosť: zníženie obsahu dusíkatých látok v krmive o 1 % spôsobí zníženie emisií amoniaku o 5 – 15 % v závislosti od pH výkalov.

Ekonomické náklady prostredníctvom nastavenia dusíkatých látok: sú závislé od počiatočného zloženia krmiva, od cien zložiek krmiva na trhu, od prípadného dopĺňania aminokyselín do krmiva a pohybujú sa v rozmedzí od -2 - 2,- €/kg ušetreného N-NH₄.

1.1 Stratégie kŕmenia 1. kategórie - dojnice a výkrmový dobytok

- Fázové kŕmenie;
- Predĺženie obdobia celodenného pasenia zvierat (na 24 hodín) v závislosti od času pasenia;
- Zvýšenie pomeru krmiva s nižším obsahom dusíkatých látok (vyššia výška trávy, kosené kŕmne obilniny, kukuričná siláž);
- Znižovanie dusíkatých látok v kŕmnej dávke spôsobuje zvýšenie využiteľnosti dusíka (tabuľka č. 6).

Tabuľka č. 6

Orientačné úrovne obsahu dusíkatých látok (% v sušine v kŕmnej dávke) a výsledná UVN produktu od hovädzieho dobytky

| Druh | Dusíkaté látky [%] ^a | UVN produktu z dobytky [kg/kg] |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Dojnice začiatok laktácie | 15 - 16 | 0,30 |
| Dojnice neskoršie obdobie laktácie | 12 - 14 | 0,25 |
| Dojnice v období státia na sucho | 13 - 15 | 0,10 |
| Teľatá | 17 - 19 | 0,45 |
| Výkrmový dobytok < 3 mesiace | 15 - 16 | 0,30 |
| Výkrmový dobytok 3–18 mesiacov | 13 - 15 | 0,15 |
| Výkrmový dobytok > 18 mesiacov | 12 | 0,05 |

^a Uvedené hodnoty možno považovať za „úroveň s vysokou ambíciou“.

1.2 Stratégie kŕmenia 2. kategórie – dojnice a výkrmový dobytok

- Čiastočné pasenie zvierat v kombinácii s ustajnením;
- Zlepšenie rovnováhy energie/bielkovín v poľnohospodárskych podnikoch fungujúcich na báze pastvín; bez možnosti pestovania vysoko energetických kŕmív.

1.3 Stratégie kŕmenia 3. kategórie - dojnice a výkrmový dobytok

- Riadenie pasenia (pásové, nepretržité, rotačné)

2. Stratégie kŕmenia 1. kategórie - ošipané

- Fázové kŕmenie
- Koncipovanie výživy na základe stráviteľných/dostupných živín
- Využívanie výživy s nízkym obsahom bielkovín a dopĺňovaním aminokyselín a doplnkov v krmive
- Znižovanie dusíkatých látok v kŕmnej dávke v prípade optimalizácie prísunu aminokyselín pridaním syntetických aminokyselín (napr. lyzín, metionín, treonín, tryptofán), alebo špeciálnych zložiek krmiva –viď tabuľka č. 7.

Tabuľka č. 7

Orientačné úrovne dusíkatých látok v krmnej dávke pre ošípané

| Druh | Fázy | Dusíkaté látky [%] ^a |
|------------------|-------------|---------------------------------|
| Ciciak | < 10 kg | 19 - 21 |
| Odstavča | < 25 kg | 17 - 19 |
| Výkrmová ošípaná | 25 - 50 kg | 15 - 17 |
| | 50 - 110 kg | 14 - 15 |
| | > 110 kg | 12 - 13 |
| Prasnica | Prasná | 13 - 15 |
| | Kojaca | 15 - 17 |

^aS adekvátne vyváženým a optimálnym prísunom aminokyselín. Uvedené hodnoty možno považovať za „úroveň so strednou až vysokou ambíciou“.

3. Stratégie kŕmenia 1. kategórie - hydina

- Obmedzený potenciál v porovnaní s ošípanými
- Obvykle je možné dosiahnuť zníženie dusíkatých látok o 1 - 2 %, v závislosti od druhu a aktuálneho východiska – vid' tabuľka č. 8

Tabuľka č.8

Orientačná úroveň dusíkatých látok v krmive pre hydinu

| Druh | Fázy | NL [%] ^a |
|------------------|----------------------|---------------------|
| Sliepky, brojler | 1.fáza výkrmu | 20 - 22 |
| | 2. fáza výkrmu | 19 - 21 |
| | posledná fáza výkrmu | 18 - 20 |
| Sliepky, nosnice | 18 - 40 týždňov | 15,5 - 16,5 |
| | nad 40 týždňov | 14,5 - 15,5 |
| Morky | < 4 týždne | 24 - 27 |
| | 5 - 8 týždňov | 22 - 24 |
| | 9-12 týždňov | 19 - 21 |
| | 13-16 týždňov | 16 - 19 |
| | nad 16 týždňov | 14 - 17 |

^aS adekvátne vyváženým a optimálnym prísunom aminokyselín. Uvedené hodnoty možno považovať za „úroveň so strednou až vysokou ambíciou“.

III. USTAJNENIE HOSPODÁRSKYCH ZVIERAT**A. Systémy ustajnenia pre hovädzí dobytok**

Zásady pri používaní techník s cieľom zníženia emisií amoniaku pri ustajnení hovädzieho dobytku:

- (a) Zmenšenie povrchovej plochy znečistenej hnojom;
- (b) Absorpcia podstielkou (napr. slamou);
- (c) Rýchle odstraňovanie moču; rýchle separovanie výkalov a moču;
- (d) Zníženie prúdenia a teploty vzduchu nad hnojom (okrem miesta sušenia hnoja);
- (e) Zníženie teploty hnoja;
- (f) Zmenšenie špinavých plôch v maštaliach na tvrdých povrchoch, zvýšenie rozsahu pasenia;
- (g) Pranie alebo filtrácia vzduchu, t.j. odstraňovanie amoniaku zo vzduchu prostredníctvom núteného vetrania v kombinácii s prčkami vzduchu.

Referenčný systém: boxové ustajnenie hovädzieho dobytku.

1. Techniky 1. kategórie

- Systém podlahy s drážkami s využitím zhrňovacích lopát so zúbkami (zníženie emisií amoniaku v rozsahu od 25 do 46 %).
- Optimálna klimatizácia so strešnou izoláciou a/alebo automaticky riadené prirodzené vetranie (zníženie emisií amoniaku o cca 20 %).
- Zvýšenie rozsahu pasenia u dojníc. Rozsah zníženia emisií závisí od dennej doby pasenia a čistoty

maštale a ustajňovacieho priestoru.

2. Techniky 2. kategórie

- Zvýšenie rozsahu pasenia (na 18 hodín) u dojnic.
- Rôzne zlepšené typy roštových podláh alebo pevných, profilovaných betónových prvkov (účinnosť zníženia emisií závisí od špecifických technických charakteristík systému).
- Podstielkové materiály v závislosti od ich fyzikálnych charakteristík (schopnosť absorbovania moču, objemová hmotnosť).
- Chemické alebo kyselinové práčky a filtre vzduchu - neefektívne vzhľadom na prirodzené vetranie maštali pre dobytok.

3. Techniky 3. kategórie

- Systémy so škrabaním a splachovaním (zhrňovanie s vhodným postrekovačom alebo bez neho, splachovanie vodou, okyslenou vodou, alebo odseparovaným fugátom, tekutá časť, z hnojovice).

Tabuľka č. 9

Emisie amoniaku v rôznych systémoch ustajnenia dobytká (referenčné systémy a techniky 1. a 2. kategórie)

| Typ ustajnenia | Zníženie [%] | Emisie NH ₃ [kg/miesto/ro k] |
|--|--------------|---|
| Boxová maštaľ (referenčný systém) | n.a. | 12,0 ^a |
| Systém s priväzovaním (tradičný referenčný systém) | n.a. | 4,8 ^b |
| Podlaha s drážkami (1. kat.) | 25 - 46 | 9,0 |
| Optimálna klimatizácia maštale so strešnou izoláciou (1. kat.) | 20 | 9,6 |
| Chemické práčky vzduchu (len systémy s núteným vetraním) (2. kat.) | 70 - 90 | 1,2 |
| Pasenie 12 h/24 h (2. kat.) v porovnaní s ref. 1 | 10 | 10,8 ^c |
| Pasenie 18 h/24 h (1. kat.) v porovnaní s ref. 1 | 30 | 8,4 ^c |
| Pasenie 22 h/24 h (1. kat.) v porovnaní s ref. 1 | 50 | 6,0 ^c |

Skratka: n.a. = nepoužiteľné.

^a Pri pohybovej ploche 4 - 4,5 m² pre kravu a trvalý pobyt v maštali.

^b Systémy s priväzovaním nie sú podporované z dôvodov dobrých životných podmienok zvierat. Tieto systémy sú tradičnými referenčnými systémami kvôli kontinuite v inventarizácii emisií.

^c Platí pre celosezónne pasenie (predpokladá sa asi 200 dní). V porovnaní s referenčným systémom bez pasenia ukazujú relatívne zníženie ročných emisií. Pasenie počas časti dní si vyžaduje udržiavanie povrchov v stajni vždy čistých.

B. Systémy ustajnenia pre ošípané

Zásady pri používaní techník s cieľom zníženia emisií amoniaku pri ustajnení ošípaných:

- Zmenšenie povrchovej plochy znečistenej hnojom;
- Časté odstraňovanie hnojovice z jamy do externého skladu vákuovými/gravitačnými/splachovacími odvádzacími systémami aspoň dvakrát týždenne;
- Dodatočná úprava (napr. separácia kvapalnej a tuhej časti);
- Ochladzovanie povrchu hnoja v kanáli pod podlahou na minimálne 12°C cirkulujúcou spodnou vodou v plávajúcich výmenníkoch tepla;
- Zmena chemických/fyzikálnych vlastností zdroja (napr. zníženie pH);
- Používanie hladkých a ľahko čistiteľných povrchov;
- Úprava odvádzaného vzduchu kyselinovými práčkami alebo biologickými filtrami;
- Zníženie vnútornej teploty a prúdenia vzduchu, berúc do úvahy dobré životné podmienky zvierat a produkciu, najmä v zime;
- Zníženie prietoku vzduchu nad povrchom hnoja.

Referenčná technika pre výkrm ošípaných: celoroštvá podlaha s podroštvým skladovaním hnojovice a mechanickým vetraním (emisie amoniaku v rozsahu od 2,4 do 3,2 kg/ošípaná/rok).

Referenčná technika pre vysokoprasné a dojčiacie prasnice: kletky s oceľovou alebo plastovou roštovou podlahou s podroštovým uskladnením hnoja a riadenou ventiláciou príp. vykurovaným priestorom pre ciciaky.

Referenčná technika pre pripúšťané a prasné prasnice: celoroštová podlaha (betónové rošty) so skladovaním hnojovice pod roštami.

Referenčná technika pre odstavčatá: v konvenčných maštaliach alebo na vyvýšenej plochej podlahe (vyvýšené koterce).

Techniky na znižovanie emisií (1. a 2. kategórie) sú uvedené v tabuľke č. 10 pre všetky typy ustajnenia ošípaných vrátane odhadovanej účinnosti a nákladov.

Tabuľka č. 10

Techniky 1. a 2. kategórie na znižovanie emisií amoniaku a náklady na nízkoemisné systémy ustajnenia pre ošípané

| Techniky 1. kategórie (okrem označených ako 2. kategória) | Emisie NH ₃ [kg/miesto/rok] | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/miesto/rok] ^a | Náklady [€/kg zníženiaN-NH ₄] |
|---|--|---------------------|-------------------------------------|---|
| Gravidné prasnice | 4,20 | | | |
| Časté odstraňovanie hnoja pomocou vákuového systému | | 25 | 0 ^b | 0 ^b |
| Splachovanie hnojných kanálov | | 40 | 33 | 23 |
| Chladenie povrchu hnoja | | 45 | 19 | 12 |
| Skupinové ustajnenie s kŕmnymi stojiskami so šikmými stenami v hnojnom kanáli | | 45 | 16 | 10 |
| Plávajúce guľôčky alebo dlaždice na povrchu hnoja (2. kat.) | | 25 | 14 | 16 |
| Techniky prania vzduchu | | 70 - 90 | 22 - 30 | 8 - 10 |
| Vysoko prasné a kojace prasnice | 8,30 | | | |
| Hnojovicový kanál | | 50 | 2 | 0,5 |
| Podroštová skladovacia nádrž | | 65 | 40 - 45 | 9 |
| Chladenie povrchu hnoja | | 45 | 45 | 15 |
| Plávajúce guľôčky alebo dlaždice na povrchu hnoja (2. kat.) | | 25 | 14 | 8 |
| Techniky prania vzduchu | | 70 - 90 | 35 - 50 | 7 - 10 |
| Odstavčatá | 0,65 | | | |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha so zmenšenou nádržou | | 25 - 35 | 0 | 0 |
| Časté odstraňovanie hnoja pomocou vákuového systému | | 25 | 0 ^b | 0 ^b |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha a splachovacie žľaby | | 65 | 5 | 14 |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha a zber v okyslenej kvapaline | | 60 | 5 | 15 |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha a chladenie povrchu hnoja | | 75 | 3 - 4 | 7 - 10 |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha a kanál na hnoj so šikmými stenami | | 65 | 2 | 5 - 6 |
| Plávajúce guľôčky alebo dlaždice na povrchu hnoja (2. kat.) | | 25 | 1 | 6 - 7 |
| Techniky prania vzduchu | | 70 - 90 | 4 - 5 | 8 - 12 |
| Výkrm ošípaných | 3,0 | | | |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha so zmenšenou nádržou | | 15 - 20 | 0 | 0 |
| Časté odstraňovanie hnoja pomocou vákuového systému | | 25 | 0 ^b | 0 ^b |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha so splachovacím kanálom na hnoj | | 40 | 2 | 2 |
| Čiastočne zarošтовaná podlaha s vodným kanálom a kanálom na hnoj so šikmými stenami | | 60 - 65 | 3 - 5 | 2 - 3 |

| | | | | |
|--|--|---------|---------|---------|
| Splachovacie kanály | | 40 | 10 - 15 | 10 - 15 |
| Čiastočne zaroštovaná podlaha a chladenie povrchu hnoja | | 45 | 5 - 7 | 4 - 6 |
| Plávajúce guľôčky alebo dlaždice na povrchu hnoja (2. kat.) | | 25 | 2 | 4 |
| Čiastočne zaroštovaná podlaha a oddelené odvádzanie kvapalnej a tuhej frakcie hnoja pomocou pásu v tvare V (2. kat.) | | 70 | 0 - 5 | 0 - 3 |
| Techniky prania vzduchu | | 70 - 90 | 10 - 15 | 5 - 9 |

Poznámka: Ekonomické náklady techník znižovania.

^a Ceny sú vypočítané pre nové budovy. Chladiace systémy, plávajúce guľôčky alebo dlaždice a práčky sa môžu inštalovať v existujúcich budovách.

^b V prípade ak je už inštalovaný vákuový systém odvádzania hnoja.

C. Systémy ustajnenia pre hydinu

Zásady pri používaní techník s cieľom zníženia emisií amoniaku z chovných systémov pre hydinu:

- Zmenšenie povrchu hnoja, ktorý je zdrojom emisií;
- Časté odstraňovanie hnoja do externého skladu hnojovice;
- Rýchle sušenie hnoja;
- Používanie povrchov, ktoré sú hladké a ľahko sa čistia;
- Úprava odvádzaného vzduchu pomocou kyselinových práčok alebo biologických filtrov;
- Znižovanie vnútornej teploty a vetrania za dodržania dobrých životných podmienok zvierat a produkcie.

Referenčný systém (tradičné klietkové zariadenia): otvorené uskladnenie hnoja pod klietkami. Systém je zakázaný; v niektorých krajinách EHK stále používaný.

Referenčný systém (obohatené klietky): charakteristický väčšou povrchovou plochou na jedno zviera väčšou výškou klietky a väčším počtom určených priestorov s podstielkou a hniezdami s vetraným pásom pod klietkami.

Referenčný systém (neklietkové zariadenia): zariadenie so zaroštovanou podlahou s podroštovou zbernou nádržou (80 – 90 cm) v kombinácii s hlbokou podstielkou.

Voliérový systém: rôzne funkčné oblasti používané na kŕmenie a napájanie, znášanie vajec, hrabanie a odpočívanie, s podstielkou; na zber hnoja sú využívané pásy umiestnené pod podlažiami.

Voľný výbeh: chovné zariadenia so zaroštovanou podlahou s podroštovou zbernou nádržou v kombinácii s hlbokou podstielkou alebo voliérové systémy zabezpečujúce prístup do vonkajšieho prostredia; zber hnoja na pevnej podlahe alebo pod zaroštovanou plochou.

a. Chovné zariadenia pre nosnice

1.1 Techniky 1. kategórie

- Zníženie vlhkosti hnoja prostredníctvom vetrania uskladňovacej nádrže.
- Zber hnoja na pásy, sušenie hnoja núteným vetraním a následné odstraňovanie hnoja do krytého skladu mimo budovy.
- Úprava odvádzaného vzduchu kyselinovými práčkami alebo biologickými filtrami

1.2 Techniky 2. kategórie

Pravidelné pridávanie síranu hlinitého do podstielky v chovných zariadeniach bez klietok znižuje emisie amoniaku z budov a znižuje aj vnútropodnikové koncentrácie amoniaku a PM_{2,5}.

Techniky znižovania emisií pre tradičný klietkový chov sú v tabuľke č. 11, pre obohatený klietkový chov v tabuľke č. 12 a chovné zariadenia bez klietok v tabuľke č. 13.

Tabuľka č. 11

Techniky znižovania emisií amoniaku v klietkových chovných zariadeniach pre nosnice

| Techniky 1. kategórie | Emisie NH ₃ [kg/miesto /rok] | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/kg zníženia N- |
|-----------------------|---|---------------------|---------------------------|
|-----------------------|---|---------------------|---------------------------|

| | | | NH ₄ /rok] |
|--|-----------|---------|---------------------------|
| Tradičné kliečky, otvorený sklad s hnojom pod kliečkami bez prevzdušnenia (<i>referenčná technika</i>) | 0,1 – 0,2 | - | - |
| Tradičné kliečky, otvorený sklad s hnojom pod kliečkami s prevzdušením | - | 30 | 0 - 3 |
| Tradičné kliečky, rýchle odstraňovanie hnoja do uzavretého skladu hnoja pomocou pásov | - | 50 - 80 | 0 - 5 |
| Pranie odvádzaného vzduchu ^a | - | 70 - 90 | 1 - 4 |

Poznámka: Ekonomické náklady techník znižovania.

^a S kyselinovými práčkami sa dá dosiahnuť zníženie 70 % - 90 %, s biologickým čistením 70 %; niektorí odborníci to považujú za 2. kategóriu.

Tabuľka č. 12

Techniky znižovania emisií amoniaku v obohatených kliečkach pre chov nosníc

| 1. kategória | Emisie NH ₃ [kg/miesto /rok] | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/kg zníženia N-NH ₄ /rok] |
|---|--|---------------------|---|
| Pásky, odstraňovanie 2 x za týždeň (<i>referenčná technika</i>) | 1,5 – 0,1 | - | - |
| Vetrané pásky, odstraňovanie dvakrát za týždeň ^a | - | 30 - 40 | 0 |
| Vetrané pásky, odstraňovanie viac krát ako dvakrát za týždeň | | 35 -40 | 0 -3 |
| Čistenie odvádzaného vzduchu ^b | - | 70 - 90 | 2 - 5 |

Poznámka: Ekonomické náklady techník znižovania.

^a Percento zníženia závisí od intenzity vetrania sušiacim ventilátorom.

^b S kyselinovými práčkami sa dá dosiahnuť zníženie 70 - 90 %, s biologickým čistením 70 %; niektorí odborníci to považujú za 2. kategóriu.

Tabuľka č. 13

Techniky znižovania emisií amoniaku v chovných zariadeniach pre nosnice bez kliečok

| Techniky 1. a 2. kategórie | Emisie NH ₃ [kg/miesto /rok] | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/kg zníženia N-NH ₄ /rok] |
|--|--|---------------------|---|
| Hlboká podstielka alebo kombinácia roštovej podlahy s podroštovým skladovaním hnoja s hlbokou podstielkou (<i>referenčná technika</i>) | 0,3 - | - | - |
| Voliéry, návrh bidiel, nevetrané pásky s hnojom (1. kat.) | - | 70 - 85 | 1 - 5 |
| Voliéry s vetranými pásmi s hnojom | | 80 - 95 | 1 - 7 |
| Čistenie odvádzaného vzduchu ^a | - | 70 - 90 | 6 - 9 |
| Zaroštovaná podlaha s podroštovými pásmi na hnoj kombinovaná s hlbokou podstielkou (2. kat.) | - | 75 | 3 - 5 |
| Podstielka s núteným sušením hnoja (2. kat.) | - | 40 - 60 | 1 - 5 |

Poznámka: Ekonomické náklady techník znižovania.

^a S kyselinovými práčkami sa dá dosiahnuť zníženie 70 - 90 %, s biologickým čistením 70 %; niektorí odborníci to považujú za 2. kategóriu.

b. Chovné zariadenia pre brojlerov

Referenčný systém pre brojlerov: tradičné zariadenie s pevnou podlahou a celoplošnou hlbokou podstielkou. Pre minimalizovanie emisií amoniaku v ustajňovacích systémoch pre brojlerov je dôležité udržať ich v suchom stave. Udržiavanie suchej podstielky, jej vlhkosť ovplyvňuje:

- Funkcia systému napájania (únik a rozlievanie);
- Hmotnosť a hustota zvierat a trvanie obdobia rastu;
- Intenzita vetrania, používanie čistenia vzduchu, poveternostné podmienky;
- Použitie podlahovej izolácie;
- Typ a množstvo podstielky;
- Krmivo.

Techniky 1. kategórie

- *Zníženie rozlievania vody z napájacieho systému*: použitie niplových namiesto zvonových napájačiek.
- *Technológia práčok vzduchu*: odstraňovanie amoniaku z odvádzaného vzduchu vetracím systémom; vysoko efektívne, nerealizované z dôvodu vysokých nákladov.

Techniky 2. kategórie

- *Nútené sušenie*: energeticky náročné, potenciál zvýšenia emisií prachových častí, možnosť využitia zvyškové tepla na vykurovanie.
- *Systém Combideck*: pozostáva z výmenníkov tepla v betónovej podlahe, na začiatku obdobia sa vykrmovaná podlaha vyhreje s cieľom vysušiť podstielku, a neskôr v období vykrmovania sa podlaha chladí, aby sa znížila mikrobiálna aktivita, čím sa zníži rozklad kyseliny močovej.
- *Používanie prísad*: síran hlinitý, mikroorganizmy.

Techniky znižovania emisií pre brojlerov sú uvedené v tabuľke č. 14.

Tabuľka č. 14

Techniky znižovania emisií amoniaku v chovných zariadeniach pre brojlerov

| Techniky 1. a 2. kategórie | Emisie NH ₃ [kg/miesto /rok] | Zníženie emisií [%] | Náklady [€/kg zníženia N-NH ₄ /rok] |
|--|---|---------------------|--|
| Hlboká podstielka; zariadenie s núteným vetraním (<i>referenčná technika</i>) | 0,080 | - | - |
| Zariadenie s prirodzeným vetraním alebo izolované zariadenie s núteným vetraním s celoplošnou hlbokou podstielkou a vybavené systémom napájania bez únikov (1. kat.) | - | 20 - 30 | - |
| Hlboká podstielka s núteným sušením hnoja s použitím vnútorného vzduchu (1. kat.) | - | 40 - 60 | 2 - 4 |
| Čistenie odvádzaného vzduchu (1. kat.) ^a | - | 70 - 90 | 10 - 15 |
| Vyvýšená podlaha so sušením vzduchom pri vetraní hnojného kanála (2. kat.) | - | 90 | - |
| Systém Combideck (2. kat.) | - | 40 | 6 |

^a S kyselinovými práčkami sa dá dosiahnuť zníženie 70 - 90 %, s biologickým čistením 70 %; niektorí odborníci to považujú za 2. kategóriu.

c. Chovné zariadenia pre morky a kačice

- *Referenčný systém pre morky: tradičné zariadenie* s hlbokou podstielkou v uzavretej, tepelne izolovanej budove s núteným vetraním alebo s prirodzeným vetraním s otvorenými bočnými stenami; hnoj sa odstraňuje na konci každého obdobia rastu (turnusu).
- *Referenčný systém pre kačice: tradičné zariadenie* podobné chovnému zariadeniu pre brojlery. K ďalším chovným zariadeniam patria čiastočne zaroštované podlahy s hlbokou podstielkou a celoroštové podlahy.
- *Techniky na znižovanie emisií NH₃*: používané ako u brojlerov.

IV TECHNIKY USKLADNENIA HNOJA

Referenčná technika: Bez zakrytia povrchu hnoja z rovnakého typu ustajnenia (základné emisie sú vo výške 1,4 - 2,7 kg N-NH₄/m²/rok).

Techniky 1. kategórie

- *pevné prekrytie, strecha alebo stanová konštrukcia:* slúži na zakrytie nádrže na uskladnenie hnojovice a močovky; potreba zabezpečenia minimálneho vetrania kvôli hromadeniu pár horľavých plynov.
- *Plávajúci kryt:* z plastu, plachtoviny, geotextílie, alebo iného vhodného materiálu; vhodné pre lagúny; nevhodné pre nádrže s vysokými bokmi.
- *Skladovacie vaky:* vhodné na znižovanie emisií z hnojovice v malých poľnohospodárskych podnikoch (napr. < 150 ošípaných na výkrm).
- *Vytvorenie prirodzenej kôry:* minimalizáciou miešania uskladnenej hnojovice dobytká a ošípaných (v závislosti od výživy ošípaných a obsahu sušiny v hnojovici) s prítokom hnojovice do skladovacej nádrže pod vytvorenou kôrou na povrchu; vhodné pre podniky, ktoré nemusia často vyvážať hnojovicu.
- *Gulôčky z ľahkého expandovaného ílového granulátu LECA (Light Expanded Clay Aggregate) a kryty z dlaždíc Hexa-Cover:* jednoduché použitie; použiteľné na močovku aj hnojovicu ošípaných, ktoré nevytvárajú kôru alebo na digestát z anaeróbných vyhnívacích nádrží, prípadne na odseparovanú tekutú časť hnojovice.
- *Náhrada lagún podzemnými alebo nadzemnými nádržami:* zníženie emisií vďaka zmenšenej povrchovej ploche na objemovú jednotku; problematické miešanie hnoja.

Techniky 2. kategórie

- *Plávajúce kryty (pre sklady iné ako lagúny s brehmi zo zeminy):* vyhotovené z priepustných a nepriepustných materiálov; je potrebné zabezpečiť vetranie a odvod dažďovej vody; účinnosť a vhodnosť nie je preukázaná.
- *Zakrývanie maštalného hnoja:* plastovými plachtami môže podstatne znížiť emisie amoniaku bez významného nárastu emisií metánu alebo oxidu dusného.

Techniky znižovania emisií (1. a 2. kategórie) z uskladnenia hnojovice a ich účinnosť pri znižovaní emisií amoniaku sú uvedené v tabuľke č. 15.

Tabuľka č. 15

Techniky znižovania emisií amoniaku zo skladov hnojovice hovädzieho dobytká a ošípaných

| Techniky 1. a 2. kategórie | Zníženie emisií NH ₃ [%] | Použitelnosť | Náklady [€/m ³ /rok] ^a | Náklady [€/kg zníženia N-NH ₄] ^a |
|---|-------------------------------------|---|--|---|
| Sklad bez krytu alebo kôry (<i>referenčná technika</i>) | 0 | - | - | - |
| Pevné prekrytie, strecha, alebo stanová konštrukcia (1. kat.) | 80 | Betónové alebo oceľové nádrže. Nemusia byť vhodné | 2 - 4 | 1,0 – 2,5 |

| | | | | |
|--|-------------|--|---|-----------|
| | | pre existujúce sklady. | | |
| Plastová plachtovina ^b (plávajúci kryt) (1. kat.) | 60 | Malé lagúny s brehmi zo zeminy. | 1,5 - 3 | 0,6 – 1,3 |
| Vytvorenie prirodzenej kôry obmedzením miešania a vtekanie hnojovice pod povrch (plávajúci kryt) (1. kat.) | 40 | Len pre hnojovicu s vyšším obsahom vlákniny. Nevhodné pre podniky, kde je potrebné miešať a narušiť kôru kvôli častému vyvážania hnojovice. Kôra sa nemusí vytvoriť na hnojovici ošipaných v studenom podnebí. | 0 | 0 |
| Náhrada lagúny atď. zakrytou nádržou alebo vysokou otvorenou nádržou (hĺbka 3 m) (1. kat.) | 30 - 60 | Len novo postavené a podlieha obmedzeniam projektovania pre vyššie konštrukcie. | 15 (asi 50 % nákladov na nádrž) | - |
| Uskladňovacie vaky (1. kat.) | 1 0 0 | Použitie vo väčších podnikoch môže byť obmedzené dostupnou veľkosťou vakov. | 2,50 (zahŕňa náklady na uskladnenie) | - |
| Plávajúce guľôčky LECA alebo dlaždice Hexa-Cover (1. kat.) | 6 0 | Nevhodné pre hnoj, ktorý vytvára kôru. | 1 - 4 | 1 - 5 |
| Plastová plachta ^b (plávajúci kryt) (2. kat.) | 6 0 | Veľké lagúny s brehmi zo zeminy a betónové a oceľové nádrže. Použitie tejto techniky môže byť obmedzené hospodárením a inými faktormi. | 1,5 - 3 | 0,5 – 1,3 |
| Plávajúce kryty „s nízkou technologickou. úrovňou“ (napr. sekaná slama, rašelina, kôra, atď.) (2. kat.) | 40 | Betónové alebo oceľové nádrže. Pravdepodobne nevhodné na veľkých lagúnach s brehmi zo zeminy. Nevhodné, ak materiály môžu spôsobiť problémy s hospodárením s hnojovicou. | 1,5 – 2,5 | 0,3 – 0,9 |

Poznámka: Ekonomické náklady techník znižovania.

^a Počítané pre uskladnenie hnojovice ošipaných v skladoch s objemom od 500 do 5 000 m³ pre regióny strednej Európy v miernom pásme. Referenciou je sklad hnojovice bez kôry.

^b Plachta môže byť z plastu, stanového plátna alebo iného vhodného materiálu.

V. TECHNIKY APLIKÁCIE HNOJA

Referenčná technika: Definovaná ako aplikácia neupravenej hnojovice alebo tuhého hnoja na celý povrch pôdy bez následného zapracovania a bez načasovania aplikácie pre minimalizovanie strát amoniaku. Emisie amoniaku z aplikovaného amoniaku pri referenčnej technike sú zvyčajne v rozsahu 40 - 60 % v závislosti od zloženia hnojovice alebo maštalného hnoja a od prevládajúcich poveternostných a pôdnych podmienok.

Techniky 1. kategórie

Techniky 1. kategórie zahŕňajú strojné zariadenia na podstatné zmenšenie nekrytej povrchovej plochy hnojovice aplikovanej na povrch pôdy alebo zapravenie hnojovice alebo maštalného hnoja prostredníctvom podpovrchovej aplikácie alebo zapracovania do pôdy.

- *Pásová aplikácia hnojovice na povrch pôdy s použitím vlečených hadíc alebo vlečených hadíc ukončených pätkou:* vykonávané pomocou vlečených hadíc s pracovnou šírkou cca 6 – 12 m a vlečenej hadice s pätkou s pracovnou šírkou cca 6 – 8 m, ktorá slúži na distribúciu a aplikáciu hnojovice; výhody: rovnomerná aplikácia hnojovice, menšia citlivosť na vietor, viac času na aplikáciu, umožnenie aplikáciu bližšie k okraju poľa s nízkym rizikom znečistenia priľahlých plôch. nevýhody: upchatie hadice pri vyššej koncentrácii sušiny v hnojovici (> 7 - 10 %) resp. obsahu veľkých tuhých častíc - upchatiu rúr sa dá predchádzať využitím sečného a distribučného systému. použitelnosť: vyrastený porast, tráva a kultúrne plodiny, pôda s väčšími kameňmi – použiteľné s pojazdovými systémami.
- *Podpovrchová aplikácia hnojovice - otvorená štrbina:* pomocou rôzne tvarovaných radličiek alebo diskových radlíc sú vyrezávané vertikálne štrbiny v pôde do hĺbky 50 mm, do ktorých sa aplikuje hnojovica, pracovná šírka stroja je ≤ 6 m. nevýhody: nemožnosť použitia na kamenisté pôdy, na veľmi plytké alebo kompaktné pôdy, na poliach so strmým svahom; vyššie požiadavky na výkon ťažného zariadenia. použitelnosť: trvalé trávne porasty, minimálne obrobeň pôda pred sejbou.
- *Podpovrchová aplikácia hnojovice - uzavretá štrbina:* aplikácia môže byť plytké (hĺbka 50–100 mm) alebo hlboké (150 - 200 mm), po aplikácii sa močovka úplne zakryje uzavretím štrbín prítlačnými kolesami alebo valcami namontovanými za vstrekovacími radličkami; pracovná šírka stroja je ≤ 4 m. výhody: vysoká efektívnosť. nevýhody: vyššie požiadavky na výkon ťažného zariadenia, zvýšené riziko vyplavovania. použitelnosť: orná pôda pred sejbou, riadkové plodiny so širokým rozponom (kukurica).
- *Zpracovanie povrchovo aplikovaného maštalného hnoja a hnojovice do pôdy:* vykonávané zaoraním alebo plytkou kultiváciou, najvyššia účinnosť sa dosiahne pri úplnom zapravení hnoja do pôdy okamžite po rozmetaní. použitelnosť: orná pôda.
- *Zriedenie hnojovice, pri aplikácii nízkotlakovými vodnými zavlažovacími systémami:* po zriedení hnojovice s vodou (v pomere až do 50:1) je zmes rozprašovaná nízkotlakovým rozstrekovačom alebo pojazdovým zavlažovačom. Efektívne použitie tejto techniky vyžaduje:
 - a. riedenie hnojovice s vodou v pomere najmenej 1:1,
 - b. vhodné podmienky na zavlažovanie (obdobie sucha),
 - c. elimináciu rizika prehnojenia vypočítaním potreby živín,
 - d. vhodné pôdne podmienky (bez prekážok brániacich vsakovaniu, vhodná štruktúra pôdy a pod.).použitelnosť: orná pôda, trvalé trávne porasty.

Techniky znižovania emisií amoniaku 1. kategórie v porovnaní s referenciou sú uvedené v tabuľke č. 16 pre hnojovicu a v tabuľke č.17 pre maštalný hnoj.

Tabuľka č. 16

Techniky 1. kategórie na znižovanie emisií amoniaku pri aplikácii hnojovice¹

| Opatrenie na zníženie | Využitie pôdy | Zníženie emisií NH ₃ [%] ^a | Faktory ovplyvňujúce zníženie emisií | Použitelnosť | Náklady [€/kg zníženia NH ₃ /rok] ^b |
|---|---|--|---|---|--|
| Pásová aplikácia hnojovice vlečenou hadicou | Orná pôda/ lúky a pasienky | 30 - 35 | Vyšší a hustejší porast zakrývajúci povrch pôdy zvýši hodnotu zníženia, v závislosti od presnosti aplikácie na povrch pôdy a rozsahu znečistenia rastlín. | Menej vhodné pri svahu > 15 %. Môže sa použiť na plodiny siate naširoko, pri rozpone riadkov sú kompatibilné s rozponom aplikátora. | - 0,5 - 1,5 (náklady možno znížiť, ak je zariadenie navrhnuté a skonštruované lokálne) |
| Pásová aplikácia hnojovice vlečenou hadicou s | Orná pôda/ trvalé trávne porasty (pred sejbou) | 30 - 60 | Vyšší a hustejší porast zakrývajúci povrch pôdy zvýši hodnotu zníženia, v závislosti od presnosti aplikácie | Nevhodné pre husto siate plodiny, použiteľné pre riadkové plodiny. | - 0,5 - 1,5 |

| prívesnou pätkou | a riadkové plodiny | | na povrch pôdy a rozsahu znečistenia rastlín. | | |
|--|----------------------------------|--|--|---|-------------|
| Podpovrchová aplikácia hnojovice (otvorená štrbina) | Orná pôda/ trvalé trávne porasty | 70 | Hĺbka aplikácie ≤ 5 cm | Nevhodné ak: svah so sklonom >15 %; vysoký obsah kameňov; plytké pôdy; silne ílovité pôdy (>35 %) vo veľmi suchých podmienkach a rašelinové pôdy (>25 % obsah organických látok). Odvodnené pôdy, citlivé na vyplavovanie | - 0,5 - 1,5 |
| Podpovrchová aplikácia hnojovice (uzavretá štrbina) | Orná pôda/ trvalé trávne porasty | Plytká štrbina (5 -10 cm) = 80 Hlboká štrbina (>15 cm) = 90 | Efektívne uzavretie štrbiny | Nevhodné, ak: svah >15 %, vysoký obsah kameňov, plytké pôdy, silne ílovité pôdy (>35 % vo veľmi suchých podmienkach) a rašelinové pôdy (>25 % organických látok). Odvodnené pôdy citlivé na vyplavovanie. | - 0,5 - 1,2 |
| Zpracovanie povrchovo aplikovanej hnojovice | Orná pôda | Okamžité zaoranie = 90 | Účinnosť závisí od metódy aplikácie a poveternostných podmienok medzi aplikáciou a zapracovaním. | Účinnosť závisí od metódy aplikácie a poveternostných podmienok medzi aplikáciou a zapracovaním. | - 0,5 - 1,0 |
| | | Okamžitá kultivácia = 70 | | | - 0,5 - 1,0 |
| | | Zpracovanie do 4 hodín = 45 – 65 | | | - 0,5 - 1,0 |
| Riedenie hnojovice s obsahom sušiny > 4 % na roztok s < 2 % sušiny pre použitie vo vodných zavlažovacích systémoch | Orná pôda/ pasienok | 30 | Zníženie emisií je úmerné rozsahu riedenia. Zníženie obsahu sušiny o 50 % znižuje emisie o 30 %. | Obmedzené na nízkotlakové vodné zavlažovacie systémy (nie „veľké delá“). Nevhodné pre miesta, kde sa nevyžaduje zavlažovanie | - 0,5 - 1,0 |

Poznámka: Opatrenia na znižovanie emisií sa vzťahujú na techniky 1. kategórie

Hnojovica je definovaná ako tekutý hnoj, s obsahom sušiny obvykle menej ako 12 %. Materiál s vyšším obsahom sušiny alebo obsahujúci vysoké množstvá vlákninových zvyškov plodín si môže vyžadovať pred úpravu (napr. sekanie alebo pridanie vody), aby sa mohol použiť ako hnojovica, pričom v inom prípade by sa mal používať ako maštalný hnoj. Náklady predpokladajú stredné alebo vysoké použitie zariadení. Tam, kde sa príslušné zariadenia používajú málo, náklady na jednotku ušetreného N môžu byť vyššie.

^a Priemerné zníženia emisií boli schválené ako dosiahnuteľné v celom regióne EHK. Veľké rozsahy odrážajú rozdiely v technikách, hospodárení, poveternostných podmienkach, a pod.

^b Záporná hodnota je úspora a kladná náklad.

Techniky 1. kategórie znižovania emisií amoniaku pri aplikácii maštal'ného hnoja²

| Opatrenie na zníženie | Využitie pôdy | Zníženie emisií NH ₃ [%] ^a | Faktory ovplyvňujúce zníženie emisií | Použitelnosť | Náklady [€/kg zníženia NH ₃ /rok] |
|---|---------------|--|--|------------------|--|
| Zapracovanie povrchovo aplikovaného hnoja | Orna poda | Okamžité zaoranie = 90 | Stupeň zapracovania hnoja. Účinnosť závisí od časti dňa pri rozmetaní a poveternostných podmienok medzi aplikáciou a zapracovaním. | Na orných pôdach | -0,5 - 1,0 |
| | | Okamžitá kultivácia = 60 | | | 0 - 1,5 |
| | | Zapracovanie do 4 hodín = 45 – 65 | | | 0 - 1,5 |
| | | Zapracovanie do 12 hodín = 50 | | | 0,5 - 2,0 |
| | | Zapracovanie do 24 hodín = 30 | | | 0,5 - 2,0 |

² Maštal'ný hnoj je definovaný ako netečúci hnoj so sušinou vyššou ako 12 %

^a Zníženia emisií boli schválené ako dosiahnuteľné v celom regióne EHK.

Prídavné prínosy techník na zníženie emisií amoniaku z aplikácie hnojovice a maštal'ného hnoja :

- znížené straty amoniaku možno považovať za náhradu aplikácie chemických hnojív v pomere 1:1,
- zníženie emisií zápachu,
- zlepšenie presnosti aplikácie hnojovice (zníženie rizika znečistenia priľahlých plôch),
- umožnenie aplikácie hnojovice na pestované kultúrne plodiny (obilniny),
- potenciál zvýšenia flexibility riadenia aplikácie hnojovice t.j. aplikovať hnojovice vo vhodných poveternostných podmienkach resp. pri optimálnej vlhkosti pôdy.

Potenciálne náklady spojené s technikami znižovania emisií:

- nákup a údržba alebo nájom dodávateľov s novými strojnými zariadeniami na aplikáciu,
- požiadavka na vyšší výkon hnacej sily.

Vplyv zníženia strát amoniaku na cyklus dusíka:

- riziko strát dusíka vyplavovaním alebo v plynnom oxide dusnom (N₂O) po aplikácii hnoja narastá mimo fázy rastu resp. neprítomnosti plodín,
- nežiadúca aplikácia hnoja v čase žiadneho alebo veľmi nízkeho príjmu zo strany plodín,
- zníženie potreby minerálnych dusíkatých hnojív,

Techniky 2. kategórie

V prípade použitia metód 2. kategórie je potrebné uviesť podrobnosti na overenie hlásených znížení emisií vďaka týmto metódam.

Pre techniky založené na:

- (a) zvýšení miery infiltrácie do pôdy,
- (b) tlakovom vstrekaní hnojovice by mala dokumentácia popisovať použitú prax a poskytnúť dôkazy z meraní pre dané pole alebo poľnohospodársky podnik.

- *Zvýšenie miery infiltrácie do pôdy* - možno dosiahnuť nasledovne:

- (a) riedením hnojovice vodou (minimálne 1:1),
- (b) odstránením podielu tuhých látok mechanickým oddelením (separáciou), alebo anaeróbnym vyhnívaním,
- (c) vplavením hnojovice z trávy do pôdy použitím vody po aplikácii.

nevýhody: prídavné náklady na kapacitu uskladnenia a zariadenia (separátor, pomocné zariadenia), aplikácia väčšieho objemu hnojovice, väčšie povrchové odtoky a odplavovania, väčšie pľtvanie vodou a väčšej uhlíkovej stopy z dôvodu dodatočnej prepravy.

- *Tlakové vstrekovanie hnojovice*: pod tlakom 5–8 bar.

použitelnosť: svahovité pozemky a kamenité pôdy

- *Systémy riadenia načasovania hnojenia (RNH)*: overiteľný systém riadenia na usmerňovanie a zaznamenávanie aplikácie tuhého a kvapalného hnoja v rôznom čase, ktorého prijatie preukáže kvantifikované zníženie emisií amoniaku v celom poľnohospodárskom podniku. Spočíva v optimalizácii načasovania aplikácie, t.j. pri chladných a vlhkých podmienkach, večer, pred miernym dažďom alebo počas neho a vyhýbanie sa aplikácii počas teplých veterných podmienok, keď je slnko najintenzívnejšie (jún/júl). Pri použití tohto systému je potrebné vyhnúť sa aplikácii pred alebo v priebehu poveternostných podmienok, ktoré zvyšujú riziko straty živín do vody.

výhody: použitie zariadenia na celoplošné hnojenie; dodatočný prínos, ak sa použije v kombinácii s inou nízkoemisnou technikou.

princípy návrhu RNH:

- (a) počasím určené kolísanie emisií amoniaku,
- (b) sezónne kolísanie emisií amoniaku – závislé od ročného obdobia,
- (c) každodenné kolísanie emisií amoniaku – nižšie emisie v noci,
- (d) vplyv načasovania ustajnenia zvierat oproti paseniu na emisie amoniaku – predĺženie obdobia pasenia.

overenie RNH zahŕňa každý z nasledujúcich krokov:

- (a) overenie základného použitého nástroja biofyzikálneho modelovania - transparentný popis použitého numerického modelu, podopretý vhodným nezávislým overením z merania na poliach,
- (b) overenie vplyvu špecifického riadenia načasovania na emisie amoniaku - preukázanie stupňa, v akom riadenie načasovania vedie k požadovanému cieľovému zníženiu emisií v porovnaní s referenčnými podmienkami,
- (c) overenie, že skutočné postupy sú v súlade s hlásenými postupmi - realizácia spolu s vhodným registračným systémom.

definovanie referenčných podmienok RNH: referencia podmienok na úrovni poľnohospodárskeho podniku podľa existujúcich postupov

- *Okyslená močovka*: pridávanie organických kyselín (napr. kyseliny mliečnej), alebo anorganických kyselín (napr. kyseliny dusičnej, kyseliny sírovej, kyseliny fosforečnej), alebo úprava alebo dopĺňanie krmiva pre zvieratá (napr. kyselina benzoová) alebo hnojovice zložkami (napr. baktérie mliečneho kvasenia), ktoré napomáhajú znižovaniu pH. Zníženie pH v hnojovici na stabilnú úroveň < 6 spravidla postačuje na zníženie emisií amoniaku o 50 % alebo viac.
- *Pridávanie superfosfátu a fosfosadry*: v pomere 20:1 v závislosti od doby zadržania, čím sa emisie NH₃ znížia o 60 %.

nevýhoda: nebezpečenstvo nadmerného hromadenia kontaminantov fluoridov a stroncia v pôde.

Techniky 3. kategórie

- *Ďalšie prísady*: pridávanie solí vápnika (Ca) a horčíka (Mg), kyslých zlúčenín (napr. FeCl₃, Ca(NO₃)₂) a superfosfátu, absorpčných materiálov, rašielín a zeolitov.

VI. APLIKÁCIA HNOJÍV NA BÁZE MOČOVINY A AMÓNIA

Požiadavky na hnojivá a ich použitie ustanovuje:

- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 2003/2003 o hnojivách v platnom znení, ktoré sa zrušuje s účinnosťou od 16. júla 2022 a do platnosti vstupuje nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2019/1009, ktorým sa stanovujú pravidlá sprístupňovania EÚ produktov na hnojenie na trhu
- Zákon č. 136/2000 Z. z. o hnojivách v znení neskorších predpisov

A. Hnojivá na báze močoviny

Sú charakteristické vyššími emisiami amoniaku v porovnaní s ostatnými typmi hnojív vzhľadom na rýchlu hydrolýzu močoviny (v pôdach s vyšším množstvom enzýmu ureázy), ktorá spôsobí lokálne zvýšenie pH. Techniky znižovania emisií sú zamerané na spomalenie hydrolýzy močoviny na uhličitan amónny, alebo podporu rýchleho prenosu hnojiva do pôdy.

Referenčná technika: povrchová celoplošná aplikácia dusíkatého hnojiva.

Techniky 1. kategórie

- *Inhibitory ureázy*: oneskorujú konverziu močoviny na uhličitan amónny inhibovaním pôsobenia enzýmu ureázy. Zoznam schválených inhibítorov ureázy je uvedený v Nariadení Európskej Komisie³.
- *Polymérom obalené granule močoviny*: predstavujú hnojivo s pomalým uvoľňovaním, rozsah závisí od povahy polymérového obalu a spôsobu použitia (povrchová aplikácia hnojiva, podpovrchová aplikácia).
- *Zpracovanie hnojiva do pôdy*: podpovrchovou aplikáciou do uzavretej štrbiny alebo kultiváciou (premiešanie hnojiva s pôdou); účinnosť techniky závisí od hĺbky vstrekovania a štruktúry pôdy.
- *Zavlažovanie aspoň 5 mm vody*: znižuje emisie amoniaku až o 70 %; nevhodné aplikovať na vlhké pôdy.
- *Zmena z močovínového hnojiva na dusičnan amónny*: účinnosť cca 90 %; negatívnym vedľajším účinkom je potenciálne zvýšenie emisií oxidu dusného (N₂O), najmä aplikáciou hnojiva na báze dusičnanu amónneho (NH₄NO₃) na vlhké/mokrú pôdu.

Potenciálne dôsledky v oblasti nákladov

Zvýšené náklady na realizáciu týchto techník sa do istej miery vykompenzujú (alebo vznikne čistý zisk) úsporami z použitia hnojív na dosiahnutie rovnakých výnosov ako u referenčnej metódy alebo zvýšeným výnosom pri rovnakej intenzite aplikácie hnojiva.

Dopad na cyklus N

Pri aplikovaní poľnohospodársky rozumným spôsobom, čo sa týka intenzity, času a miesta, bude hlavným prínosom zmiernenie emisií amoniaku zlepšená absorpcia N plodinami, s minimálnym zvýšením cez ďalšie cesty možných strát (napr. vyplavovanie dusičnanov, denitrifikácia).

Techniky 2. kategórie

- *Načasovanie aplikácie*: overený systém; využitie riadenia načasovania aplikácie na účely zníženia celkových emisií; použitie tejto techniky musí byť spojené s overením referenčných podmienok a dosiahnutého zníženia emisií.
- *Miešanie močoviny so síranom amónnym*: použiteľné na určité typy pôdy; málo preskúmané.

Efektívnosť, obmedzenia a náklady nízkoemisných techník aplikácie sú zhrnuté v tabuľke č. 18.

Tabuľka č. 18

Techniky 1. kategórie znižovania emisií z hnojív na báze močoviny

| Opatrenie na zníženie | Typ hnojiva | Zníženie emisií NH ₃ [%] ^a | Faktory ovplyvňujúce zníženie emisií | Použitelnosť | Náklady [€/kg zníženia NH ₃ /rok] ^a |
|---|--|---|---|---|---|
| Povrchové celoplošné hnojenie | Na báze močoviny | Referencia | - | - | - |
| Inhibitor ureázy | Na báze močoviny | tuhá močovina = 70 kvapalná močovina, dusičnan amónny = 40 | - | Všetky | - 0,5 - 2,0 |
| Hnojivo s pomalým uvoľňovaním (polymérový obal) | Na báze močoviny | ~ 30 | Typ a integrita polymérového obalu; technika aplikácie hnojiva (povrchovo alebo podpovrchovo) | Všetky | - 0,5 - 2,0 |
| Podpovrchová aplikácia do uzatvorenej štrbiny | Hnojivá na báze močoviny a bezvodného amoniaku | 80 - 90 | Hĺbka umiestnenia; štruktúra pôdy; zatvorenie štrbiny (nesprávne zatvorené štrbiny môžu viesť k vyšším emisiám) | Pôda s obrábaním alebo obmedzeným obrábaním pred sejbou alebo | - 0,5 - 1,0 |

| | | | | | |
|----------------------------|--|---------|---|---|-------------|
| | | | z dôvodu vysokej koncentrácie močoviny v štrbine, so zvýšením pH) | počas sejby, alebo počas mechanického odstraňovania buriny po prvom vyrastení | |
| Zpracovanie | Hnojivá na báze močoviny | 50 - 80 | Oneskorenie po aplikácii hnojiva; hĺbka zapracovania; štruktúra pôdy | Obrábaná pôda pred zasadením plodín | - 0,5 - 2,0 |
| Zavlažovanie | Všetky | 40 - 70 | Načasovanie a objem zavlažovania (okamžite ~10 mm je najúčinnějšíe); vlhkosť pôdy; štruktúra pôdy | Kde sa bežne vykonáva zavlažovanie plodín | - 0,5 - 1,0 |
| Náhrada dusičnanom amónnym | Hnojivá na báze močoviny a bezvodného amoniaku | do 90 | Za podmienok, kde by hnojivá na báze močoviny mali emisie minimálne 40 %. | Všetky, najmä pri povrchovej aplikácii hnojiva bez možnosti zavlažovania. | - 0,5 - 1,0 |

Poznámka: Lokálne náklady/prínosy sa budú líšiť, hoci experimentálne overenia ukázali, že finančný prínos zo zvýšených výnosov plodín môže viac ako prevážiť náklady na techniku pri niektorých opatreniach na znižovanie emisií.

³ Nariadenie Komisie (ES) č. 1107/2008 zo 7. novembra 2008, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 2003/2003 o hnojivách na účely prispôsobenia jeho príloh I a IV technickému pokroku

^a Záporná hodnota je úspora a kladná náklad

Techniky 3. kategórie

- *Pásové aplikovanie močoviny:* nevhodné pre pôdy s vysokou aktivitou ureázy (napr. so zvyškami plodín) a slabou schopnosťou pohlcovania močoviny.

B. Hnojivá na báze síranu amónneho, fosforečnanu amónneho a dusičnanov

Referenčná technika: povrchová aplikácia hnojív na báze síranu amónneho a fosforečnanu amónneho.

Techniky 1. kategórie

- *Zpracovanie.*
- *Podpovrchová aplikácia.*
- *Okamžité zavlažovanie.*
- *Použitie hnojív s pomalým uvoľňovaním s polymérovým obalom na pôdach s vysokým pH.*

Techniky 2. kategórie

- *Načasovanie aplikácie (RNH):* napr. odklad aplikácie dusíkatých hnojív po kosení.

VII. ĎALŠIE OPATRENIA SÚVISIACE S DUSÍKOM Z POĽNOHOSPODÁRSKEJ ČINNOSTI

A. Pasenie

Zníženie emisií dosiahnuté predĺžením času pasenia počas roka bude závisieť okrem iného od referenčného základu (emisie nepasúcich sa zvierat), času, ktorý zvieratá strávia pasením a úrovne obsahu dusíka pasienku. Potenciál predĺženia času pasenia je niekedy obmedzený dostupnosťou pozemkov, typom pôdy, topografiou, veľkosťou a štruktúrou poľnohospodárskeho podniku, klimatickými podmienkami, ekonomickými hľadiskami, a pod. Táto techniku je zaradená do 1. kategórie.

B. Spracovanie hnoja

Potenciálne možnosti spracovania hnoja sú:

- *Kompostovanie tuhého hnoja alebo hnojovice s pridanou sušinou,*
- *Kontrolované procesy denitrifikácie v hnojovici,*
- *Separácia hnoja na odstránenie P, alebo použitie podstielky,*
- *Vyhňívanie hnojovice v bioplynových zariadeniach.*

C. Nepoľnohospodárske použitie hnoja

Príkladom takéhoto využitia je spaľovanie hydínového hnoja a využívanie konského a hydínového hnoja v hubárskom priemysle; dosiahnuté zníženie emisií závisí od rýchlosti transportu hnoja z poľnohospodárskeho podniku a spôsobu spracovania.

Príloha č. 1

Odhad prebytku N a UVN pre jednotlivé typy poľnohospodárskych podnikov

A) Odhad prebytku N a UVN u poľnohospodárskeho podniku špecializovaného na rastlinnú výrobu:

1. Prebytok N = [N hnojiva + N hnoja + N kompostu + BFN + Atm. N + N osiva] – [N plodín]
2. UVN plodín = [N plodín] / [N hnojiva + N hnoja + N kompostu + BFN + Atm. N + N osiva]

Prebytok N - prebytok N na úrovni poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

UVN plodín - účinnosť využitia N na úrovni poľnohospodárskeho podniku, pomer hmotnosť/hmotnosť (bez rozmeru)

N hnojiva - množstvo N hnojiva dovezeného do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

N hnoja - množstvo N hnoja dovezeného do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

N kompostu - množstvo N kompostu dovezeného do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

BFN - množstvo biologicky fixovaného N₂ strukovitými plodinami [kg/ha]

Atm. N - množstvo N z atmosférickej depozície [kg/ha]

N osiva - množstvo N dovezeného v osive a rastlinách [kg/ha]

N plodín - čisté množstvo N v zbieraných plodinách vyvezených z poľnoh. podniku, vrátane zvyškov [kg/ha]

- 2.1 $UVN \text{ plodín} = [N \text{ plodín}] / [N \text{ hnojiva} + (N \text{ hnoja} \times ENH_H) + (N \text{ kompostu} \times ENH_K) + (BFN) + \text{Atm. N} + N \text{ osiva}]$

ENH_H - ekvivalentná hodnota dusíka z hnojiva pre hnoj [kg/kg]

ENH_K - ekvivalentná hodnota dusíka z hnojiva pre kompost [kg/kg]

B) Odhad prebytku N a UVN u poľnohospodárskeho podniku špecializovaného na živočíšnu výrobu:

1. Prebytok N = [N krmiva] – [N zvierat + N hnoja] (kladný výsledok)
2. UVN zvierat = [N zvierat + N hnoja] / [N krmiva]

Prebytok N - prebytok N na úrovni poľnohospodárskeho podniku [kg]

UVN zvierat - účinnosť využitia dusíka na úrovni poľnohospodárskeho podniku, pomer hmotnosť/hmotnosť (bez rozmeru)

N krmiva - čisté množstvo N v krmive zvierat dovezenom do poľnohospodárskeho podniku [kg]

N zvierat - čisté množstvo N v zvieratách vyvezených z poľnohospodárskeho podniku (t.j. vrátane mŕtvych zvierat a korigované vzhľadom na dovezené zvieratá) [kg]

N hnoja - čisté množstvo N hnoja vyvezeného z poľnohospodárskeho podniku (vrátane zvyškov krmiva) [kg]

C) Odhad prebytku N a UVN u poľnohospodárskeho podniku so zmiešanou rastlinnou a živočíšnou výrobou:

1. Prebytok N = [N hnojiva + N krmiva + N hnoj_a + N kompostu + BFN + Atm. N + N osiva] – [N zvierat + N plodín + N hnoj_e]
2. UVN zmiešaná = [N zvierat + N plodín + N hnoj_e] / [N hnojiva + N krmiva + N hnoj_a + N kompostu + BFN + Atm. N + N osiva]

Prebytok N - prebytok N na úrovni poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

N hnojiva - množstvo N hnojiva dovezeného do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

N krmiva - množstvo N v krmive zvierat dovezenom do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

N hnoj_a - množstvo N hnoja dovezeného do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

N kompostu - množstvo N kompostu dovezeného do poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

BFN - množstvo biologicky fixovaného N₂ strukovitými plodinami [kg/ha]

Atm. N - množstvo N z atmosférickej depozície [kg/ha]

N osiva - množstvo N dovezeného v osive a rastlinách [kg/ha]

N plodín - množstvo N v zbieraných plodinách vyvezených z poľnohospodárskeho podniku, vrátane zvyškov [kg/ha]

N zvierat - množstvo N v zvieratách vyvezených z poľnohospodárskeho podniku (t.j. vrátane mŕtvych zvierat a korigované vzhľadom na dovezené zvieratá) [kg]

N hnoj_e - množstvo N hnoja vyvezené z poľnohospodárskeho podniku [kg/ha]

UVN zmiešaná – v poľnohospodárskom podniku s rastlinnou aj živočíšnou výrobou

2. ČASŤ – POSTUPY A PODROBNOSTI O UPLATŇOVANÍ TECHNIK ZNIŽOVANIA AMONIAKU

I. Hospodárenie s dusíkom so zreteľom na celý cyklus dusíka

A. Úvod

1. Dusík (N) je nenahraditeľnou živinou pre rast rastlín a na dosiahnutie optimálnej úrody je potrebné jeho dostatočné množstvo pre rastlinu. Dusík sa ľahko stráca z poľnohospodárstva prostredníctvom mnohých ciest vrátane vyplavovania a odtoku dusičnanov a organického dusíka do vody a plynných emisií do ovzdušia. Z hľadiska úlohy poľnohospodárstva v znečisťovaní ovzdušia najväčšie znepokojenie vyvoláva amoniak (NH_3) a skleníkový plyn oxid dusný (N_2O). Ďalšími emisiami dusíka sú vyplavované oxidy dusíka (NO_x). Medzi emisiami amoniaku a ostatnými stratami dusíka existujú interakcie, to znamená, že pri znižovaní emisií amoniaku sa znižujú emisie aj ostatných foriem dusíka. Pri bilancii je potrebné vziať do úvahy celý cyklus dusíka a to absorpciou dusíka plodinami a zvieratami. Preto je pri príprave efektívnych stratégií využívania dusíka potrebné prihliadať na:
 - a) minimalizovanie znečistenia vody a ovzdušia pri ustajnení zvierat, skladovaní hnoja a hnojení;
 - b) optimalizovanie používania dusíka na produkciu plodín;
 - c) určenie vplyvov znižovania množstiev amoniaku na ostatné straty dusíka.
2. Väčšina dusíka využiteľného rastlinami v hnoji alebo hnojovici je vo forme amóniového dusíka, ktorý dokáže priamo nahradiť minerálne hnojivá. Emisie amoniaku z organických a anorganických hnojív predstavujú stratu cenného dusíka a zvyšujú tak potrebu komerčných hnojív na účely optimalizácie výnosov plodín.
3. Emisie amoniaku pochádzajú hlavne z hnoja produkovaného ustajnenými hospodárskymi zvieratami, ako je hnojovica alebo tuhý hnoj, z použitých minerálnych dusíkatých hnojív, v menšej miere aj z moču vylučovaného pasúcimi sa zvieratami a priamo z plodín. Emisie z hnoja postupne unikajú z budov hospodárskych zvierat, skladovacích zariadení na hnoj a po jeho aplikácii do pôdy. Pri každej tejto technologickej operácii uniká určité množstvo amoniaku, to znamená že do ďalšej operácie prechádza hnoj bez strát, ktoré vznikli pri predchádzajúcej operácii.
4. Emisie amoniaku z konkrétnej maštale sa môžu stanoviť pomocou merania koncentrácie amoniaku a intenzity vetrania (iba pri nútenom vetraní). Stanovujú sa aj pomocou materiálovej bilancie na základe vylúčeného množstva dusíka zvieratami a celkového obsahu dusíka (alebo celkového obsahu amoniakálneho dusíka) prítomného v jednotlivých etapách spracovania hnoja. Množstvo emisií vyprodukovaných jedným zvieratom za rok v kg vyjadruje emisný faktor (EF)

B. Prvky dobrého hospodárenia s dusíkom

5. Emisie dusíka vo všeobecnosti klesajú, keď sú splnené nasledujúce podmienky:
 - a) Hospodárenie so všetkými zdrojmi dusíka v rámci poľnohospodárskeho podniku prebieha so zreteľom na „celý poľnohospodársky podnik“ a „celý cyklus kolobehu dusíka“;
 - b) Množstvá použitého dusíka sú prispôbené potrebám pestovaných rastlín a chovaných zvierat, vrátane uváženia lokálnych plemien/odrôd, pôdnych podmienok, klímy, atď.;
 - c) V rámci dobrého hospodárenia na dosahovanie vysokej produkcie sa v praktickej miere minimalizujú ďalšie obmedzenia produkcie (napríklad iné obmedzenia živín, škodcov, stres);
 - d) Zdroje dusíka sa skladujú efektívnym spôsobom, potom sa včas použijú a aplikujú s využitím vhodných techník, vo vhodných množstvách a na vhodných miestach;
 - e) Všetky dôležité cesty strát dusíka sa berú do úvahy koherentným spôsobom, aby sa zabezpečilo, že opatrenia nebudú mať nezamýšľané vedľajšie účinky.
6. Všetky zdroje dusíka využívané v poľnohospodárskom podniku sa musia starostlivo plánovať

a množstvo použitého dusíka by nemalo prekročiť požiadavky plodín a hospodárskych zvierat.

C. Prostriedky na optimalizáciu hospodárenia s dusíkom

7. Dobré hospodárenie s dusíkom v poľnohospodárskych podnikoch je náročná úloha, ktorá si vyžaduje znalosti, technológie, skúsenosti, plánovanie a monitorovanie. K cenným prostriedkom na hospodárenie s dusíkom v poľnohospodárskych podnikoch patria nástroje na predikciu optimálnych množstiev hnojív a nástroje na výpočet bilancie dusíka a účinnosti využitia dusíka.
8. Odporúčania pre hnojivá na základe skúšok pôdy a potrieb pre jednotlivé plodiny poskytujú indikatívne hodnoty o požiadavkách plodín na živiny pre účely ochrany pred nadmernou aplikáciou, čo by prispievalo k emisiám. Emisie je možné znížiť aj technikami ako je fertigácia (hnojivo aplikované v zavlažovaní), a to potenciálnym znížením množstiev aplikácie. Odporúčaná potreba živín na jednu tonu úrody hlavného produktu a zodpovedajúceho množstva vedľajšieho produktu je uvedená v prílohe č. 3 zákona 136/2000.
9. Pri bilancii dusíka sa porovnávajú vstupy dusíka s výstupmi dusíka. Bilancia vstupov a výstupov dusíka (označovaná aj ako bilancia pre celý poľnohospodársky podnik) je súčet na úrovni poľnohospodárskeho podniku, všetkých vstupov dusíka prichádzajúcich do poľnohospodárskeho podniku (hnojivo, krmivo, podstielka, zvieratá, ako aj zachytenie dusíka strukovinami a zachytávanie atmosférického dusíka) mínus všetky výstupy dusíka v produktoch (plodiny, živočíšne produkty, hnoj), ktoré z poľnohospodárskeho podniku odchádzajú. „Poľná bilancia“ je súčet vstupov dusíka na poli z hnoja a hnojiva (vrátane zachytenia dusíka zo vzduchu), mínus zber produktov, napríklad obilie, krmoviny alebo ovocie. Vo všetkých bilanciách dusíka môže byť rozdiel medzi vstupmi dusíka a výstupmi dusíka kladný (prebytok), alebo záporný (deficit). Prebytok dusíka je indikátorom tlaku na životné prostredie, zatiaľ čo deficit predstavuje vyčerpanie živín; prebytok aj deficit sa vyjadrujú v kilogramoch (kg) dusíka na hektár (ha) za rok.
10. Celkové výstupy dusíka delené celkovými vstupmi dusíka predstavujú veličinu účinnosti využitia dusíka (podiel exportovaného dusíka z podniku/parcely a množstva importovaného dusíka do podniku/parcely v kg).
Úroda a úžitkovosť zvierat významne ovplyvňuje účinnosť využitia dusíka. Okrem využitia dusíka sa musia starostlivo zväžiť celkové straty z poľnohospodárskych systémov vzhľadom na ich vplyv na životné prostredie.
11. Poklesy prebytku dusíka a nárasty účinnosti využitia dusíka v priebehu rokov naznačujú zlepšenie hospodárenia s dusíkom. Na tento účel sa ako vhodné obdobie pre hodnotenie odporúča päť rokov.
12. Tento dokument ponúka možnosti, ako znížiť emisie amoniaku, pričom efektívnosť sa uvádza hlavne ako zníženie percenta v porovnaní s referenčnou metódou. Pre dosiahnutie dobrej praxe sa za vhodný referenčný výkon môže považovať 30% zníženie emisií z čiastkového zdroja, hoci každé zníženie emisií predstavuje užitočný príspevok pre životné prostredie.

II. Stratégie kŕmenia hospodárskych zvierat

A. Úvod

13. Cieľom je zvýšiť retenciu dusíka, t.j. znížiť jeho vylučovanie v exkrementoch. Znižovanie emisií z krmivových vstupov si vyžaduje dobré hospodárenie so zvieratami, napríklad:
 - a) Vybilancovaná výživa podľa potrieb zvierat;
 - b) Dobrý zdravotný stav zvierat a ich komfort;
 - c) Dobré životné prostredie pre zvieratá;
 - d) Správna starostlivosť o zvieratá;
 - e) Vhodná genetika.

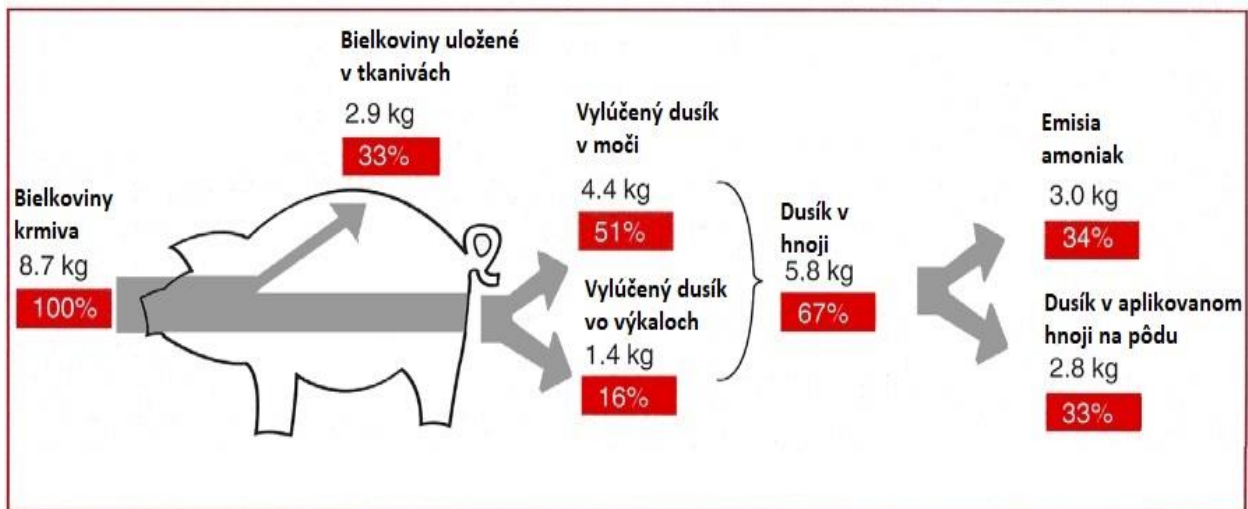
14. Zabezpečenie, aby hospodárske zvieratá v poľnohospodárskych podnikoch nedostávali v krmive viac dusíkatých látok, než je potrebné pre cieľovú úroveň produkcie zníži vylučovanie dusíka. To by malo maximalizovať podiel dusíkatých látok vo výžive, ktoré sa dajú metabolizovať a minimalizovanie podielu, ktorý sa metabolizovať nedá. Zníženie množstva dusíka v exkrementoch nielenže zníži emisie dusíka na všetkých stupňoch hnoja, ale aj ďalšie potenciálne straty dusíka (vyplavovanie, denitrifikácia).
15. Prebytok dusíkatých látok v krmive hospodárskych zvierat sa primárne vylúči vo forme močoviny (alebo ako kyselina močová v prípade hydinového trusu). Tieto zložky rýchlo degradujú na amoniak a amónium, ktoré majú vysoký emisný potenciál. Zníženie obsahu dusíkatých látok v krmive zníži množstvo dusíka vo výkaloch a podiel anorganického dusíka, čím ovplyvní celkové množstvo vylúčeného anorganického dusíka (t.j. ako celkový amoniakálny dusík vo výkaloch). Optimalizácia výživy znižuje množstvo vstupujúceho dusíka do kolobehu a ovplyvňuje emisie vo všetkých etapách hospodárenia s hnojom (uskladnenie, skladovanie a hnojenie).
16. Zvieratá aj za optimálnych podmienok vylučujú viac ako polovicu dusíkatých látok prijatých v krmive vo forme rôznych zlúčenín dusíka. Pri všetkých hospodárskych zvieratách dochádza k prebytku v prísune dusíkatých látok.

B. Metódy na zníženie vylučovania dusíka

17. Na zníženie množstva dusíka vylúčeného hospodárskymi zvieratami sa môžu použiť nasledujúce všeobecné metódy:
 - a) Zníženie prebytku v prísune dusíkatých látok tak, že nebudú prekročené aktuálne odporúčania pre kŕmenie. Tabuľka 1 uvádza indikatívne cieľové úrovne obsahu dusíkatých látok vo výžive rôznych druhov hospodárskych zvierat a v rôznych etapách produkcie;
 - b) Lepšie nastavenie zloženia výživy podľa požiadaviek jednotlivých zvierat, napr. podľa stupňa laktácie, veku a hmotnosti zvierat, atď.;
 - c) Zníženie obsahu dusíkatých látok v kŕmnych dávkach prostredníctvom optimalizácie prísunu aminokyselín. U monogastrických zvierat sa prísun aminokyselín dá riadiť pridaním čistých aminokyselín (lyzín, metionín) do výživy, alebo využitím kombinácie rôznych bielkovinových krmív vo výžive;
 - d) Zvýšenie účinnosti využitia dusíka zlepšením výkonnosti zvierat (dojivosť, rýchlosť rastu, účinnosť konverzie krmiva, atď.) tak, že sa na záchovu použije znižujúci sa podiel celkovej potreby dusíkatých látok. Do tejto kategórie patria aj biotechnologické alebo enzymatické prípravky.

C. Ošípané a hydina

18. U ošípaných sa vylučovanie dusíka môže znížiť presnejším prispôbením výživy konkrétnym požiadavkám rôznych stupňov rastu a produkcie. Dosiahne sa to nasledujúcimi spôsobmi:
 - a) Zaistenie, aby obsah dusíkatých látok v krmive alebo v kŕmnej dávke nebol vyšší ako odporúčaná úroveň;
 - b) Používanie odlišnej výživy pre prasnice v laktácii a gravidite;
 - c) Používanie odlišnej výživy v rôznych etapách rastu pri ošípaných vo výkrme (fázové kŕmenie).
 - d) Využitie variability ideálnej stráviteľnosti dusíkatých látok a jednotlivých aminokyselín v rámci krmiva a medzi krmivami.
19. Úroveň dusíkatých látok vo výžive ošípaných je možné znížiť bez vplyvu na produkciu skôr optimalizáciou obsahu esenciálnych aminokyselín než obsahu dusíkatých látok. To je možné dosiahnuť pridaním čistých aminokyselín do výživy, najmä lyzínu, metionínu a treonínu. Aj keď sa tým zvýšia ceny krmiva, je to jedno z najlacnejších opatrení na zníženie emisií amoniaku.
20. Pri hydine sú stratégie na zníženie vylučovania dusíka v zásade rovnaké ako u ošípaných.



Obr. 1 Využitie bielkovinovej zložky krmiva ošípanými (prevzaté z [1] ; upravené)

D. Prežúvavce

21. Pri prežúvavcoch prebytok dusíkatých látok a vylučovanie dusíka silne závisí od podielu trávy, siláže, sena, zrna a koncentrátov v kŕmnej dávke a od obsahu dusíkatých látok v týchto krmivách. Prebytok dusíkatých látok a výsledné vylučovanie dusíka a straty amoniaku budú najvyššie v letných kŕmnych dávkach obsahujúcich len trávu, to znamená mladú a intenzívne prehnojenú trávu, alebo zmesi trávy a strukovín. V týchto prípadoch, pri zabezpečení potreby energie, bude vždy výsledkom kŕmnej dávky pre zvieratá prebytok bielkovín. Túto situáciu môžu zlepšiť nasledujúce stratégie:
- a) Zaistenie, aby miera hnojenia trvalých trávnych porastov dusíkatým hnojivom nebola nadmerná (nižší obsah dusíkatých látok v tráve);
 - b) Zlepšenie rovnováhy medzi energiou a dusíkatými látkami nasledujúcimi spôsobmi:
 - (i) Náhrada časti čerstvej trávy krmivom s menším obsahom bielkovín (kukuričná siláž, seno kosené v pokročilých fázach zrelosti, slama, atď.);
 - (ii) Používanie trávy vo vyššom štádiu zrelosti (väčšie intervaly medzi kosením), alebo do kŕmnej dávky z trávy pridať viac vysokoenergetických koncentrátov a poskytovať primerané množstvo bielkovín prechádzajúcich bachorom. Realizovateľnosť tejto stratégie je v systémoch založených na pasení často obmedzená.
22. Zníženie emisií amoniaku od prežúvavcov je možné dosiahnuť aj zvýšením podielu času, ktorý zvieratá strávia na pastve. Dôvodom je, že do pôdy presiakne veľké množstvo moču ešte predtým, ako močovina degraduje a unikne ako amoniak. Napriek tomu je celková účinnosť využitia dusíka pri systémoch s pasením nižšia ako účinnosť pri kosení trvalých trávnych porastov, a to z dôvodu nerovnomerného rozloženia výkalov. Rozsah pasenia je spravidla obmedzený klimatickými a pôdnymi podmienkami a tiež štruktúrou poľnohospodárskeho podniku.
23. Jednou zo stratégií na zníženie vylučovania a strát dusíka je zlepšenie účinnosti konverzie krmiva pridaním aditív do krmiva. Zvýšenie úžitkovosti spôsobuje nižšie emisie na jednotku produkcie. Zvýšenie počtu laktácií na kravu môže tiež znížiť emisie amoniaku na jednotku produkcie mlieka počas doby života zvierat'a.
24. Konverzia dusíka z trávy a strukovín na bielkoviny prežúvavcov sa dá zlepšiť udržiavaním kvality dusíkatých látok pri výrobe siláže na zimné kŕmenie. Minimalizácia degradácie dusíkatých látok v trávnej siláži sa dá dosiahnuť:
- a) Silážovaním trávy čo najskôr po pokosení;
 - b) Vytlačenie kyslíka zo silážovanej hmoty rýchlo po naplnení;
 - c) Zabránením tepelnému poškodeniu.

Tabuľka 1

Indikatívne cieľové úrovne dusíkatých látok (%) v krmive so štandardným obsahom sušiny 88 % pre ustajnené zvieratá

| <i>Druh</i> | <i>Kategória</i> | <i>Fáza produkcie</i> | <i>Priemerný obsah dusíkatých látok v krmive zvierat</i> |
|----------------|-------------------|---------------------------------|---|
| Dobytok | Dojnice | Začiatok laktácie | 15–16 |
| | | Neskoršie obdobie laktácie | 12–14 |
| | Odchov (jalovice) | | 12–13 |
| | Výkrm | Teľa (produkcia teľacieho mäsa) | 17–19 |
| | | Výkrm dobytka < 3 mesiace | 15–16 |
| | | Výkrm dobytka > 6 mesiacov | 12 |
| Ošípané | Ciciaky | < 10 kg | 19–21 |
| | | < 25 kg | 17–19 |
| | Ošípané na výkrm | 25–50 kg | 15–17 |
| | | 50–110 kg | 14–15 |
| | | 110–170 kg | 11–12 (so špecifickými aminokyselinami, napríklad lyzínom a tryptofánom) 13–14 (bez špecifických aminokyselín) |
| | Prasnice | Gravidita | 13–15 |
| | | Laktácia | 15–17 |
| Hydina-sliepky | Brojlery | 1. fáza výkrmu | 20–22 |
| | | Stredná fáza výkrmu | 19–21 |
| | | Posledná fáza výkrmu | 18–20 |
| | Nosnice | 18–40 týždňov | 15.5–16.5 |
| | | >40 týždňov | 14.5–15.5 |
| Hydina-morky | | < 4 týždne | 24–27 |
| | | 5–8 týždňov | 22–24 |
| | | 9–12 týždňov | 19–21 |
| | | >13 týždňov | 16–19 |
| | | >16 týždňov | 14–17 |

III. Nízkoemisné systémy ustajnenia zvierat

A. Úvod

25. Ustajnenie hospodárskych zvierat je spolu s hnojením pôdy jedným z najväčších zdrojov emisií amoniaku v poľnohospodárstve. Pri všetkých typoch ustajnenia je pri rozhodovaní o hustote chovu nevyhnutné vziať do úvahy požiadavky na dobré životné podmienky zvierat. Primeraná hospodárnosť v súvislosti s plochou ustajňovacieho priestoru môže prispieť k zníženiu emisií amoniaku a ďalších foriem znečistenia. Prestavba systémov ustajnenia hospodárskych zvierat na účely splnenia požiadaviek na dobré životné podmienky zvierat môže viesť k zvýšeniu emisií amoniaku (v spojení so zväčšením priestoru pre jedno zviera). Pretože takéto rekonštrukcie vyžadujú investície, sú veľkou príležitosťou na zavedenie nízkoemisných techník pre amoniak, pričom sú potrebné nižšie investície než pri dodatočnom namontovaní takýchto technológií. Takýto prístup teda môže zabezpečiť, aby opatrenia na zabezpečenie dobrých životných podmienok zvierat nezvyšovali emisie amoniaku.
26. K dispozícii je množstvo metód na zníženie emisií, s rôznymi nákladmi, od vysokých až po zanedbateľné, a s rôznou použiteľnosťou pre jednotlivé systémy ustajnenia.
27. Pre ustajnenie hospodárskych zvierat treba na účely zníženia emisií amoniaku dodržať niektoré všeobecné zásady:
- Udržiavať všetky priestory (chodby, ležovisko, výbeh) vnútri aj mimo maštali suché a čisté, časté odstraňovanie hnoja z maštali do skladovacích priestorov;
 - Udržiavať povrchové plochy hnoja v podroštových kanáloch čo najmenšie (napríklad s čiastočne zaroštovanou podlahou, šikmými stenami kanála);
 - Rýchlo separovať a odstraňovať moč do výkalov (odkanalizované maštale), čo môže prispieť k zníženiu emisií amoniaku;
 - Udržiavať rýchlosť a teplotu vzduchu nad povrchmi, ktoré sú znečistené výkalmi, čo najnižšie (bez zníženia celkového vetrania), napr. ochladzovaním privádzaného vzduchu, alebo v prípade prirodzeného vetrania, zohľadnením prevládajúceho smeru vetra; to neplatí pre priestory, kde sa hnoj suší;
 - Zabezpečiť ošípaným priestory na ležanie/sedenie, kŕmenie, kalenie, výbeh;
 - V budovách s núteným vetraním čistiť, prípadne filtrovať odvádzaný vzduch;
 - Aditíva aplikované do podstielky alebo na podlahu pre zber exkrementov môžu znížiť emisie amoniaku bez toho, aby zhoršovali životné podmienky pri ustajnení hospodárskych zvierat.

B. Nízkoemisné systémy pre maštale pre dobytok

28. Najbežnejším systémom ustajnenia je voľné boxové, ktoré sa považuje za referenčné. V niektorých krajinách sú dojnice stále chované v maštaliach s priväzovaním, tieto sa však neodporúčajú z hľadiska zdravia a dobrých životných podmienok zvierat.
29. Je ťažké znížiť emisie amoniaku z maštali dobytká s prirodzeným vetraním. Isté možnosti ponúka zmena výživy podľa uvedeného v časti II. V niektorých budovách sa dajú využiť systémy na časté čistenie zhrňaním alebo splachovaním. Použitie vody pri čistení znižuje emisie, ale zvyšuje objem hnojovice, ktorú treba uskladniť a hospodáriť s ňou.
30. V ustajneniach s roštovou podlahou sa dá mierne zníženie emisií dosiahnuť optimálnou klimatizáciou maštale s izoláciou strechy alebo automaticky riadeným prirodzeným vetraním (20 % v porovnaní s konvenčným systémom), a to vďaka zníženej teplote (najmä v lete) a zníženému prúdeniu vzduchu.
31. Pri voľnom ustajnení dobytká so slamenou podstielkou môže zvýšenie množstva slamy na zviera znížiť emisie amoniaku z budovy aj počas uskladnenia hnoja. Vhodné množstvo slamy závisí od plemena, systému kŕmenia, systému ustajnenia a klimatických podmienok. Kilogram slamy dokáže absorbovať 2-5 g amoniaku.

32. Neexistuje dôkaz o významne vyšších stratách z maštali s dobre spravovanými podstielanými systémami so slamou v porovnaní s nepodstielanými, pokiaľ je podlahová plocha pre jedno zviera rovnaká. Podstielané ustajnenie si vyžaduje viac práce ako nepodstielané.
33. Na znižovanie emisií amoniaku z maštali pre dojnice a výkrmový dobytok môžu byť používané nasledujúce postupy:
- Dobré hospodárenie, napr. udržiavanie pohybových chodieb a výbehov využívaných dobytkom v čo najčistejšom stave (odstraňovanie hnoja minimálne 2 x denne), čo môže prispieť k nižším emisiám amoniaku;
 - Ryhovanie podlahy v maštaliach pre dobytok s využitím „ozubených“ zhrňovacích lopát, ktoré zhŕňajú ryhovanú podlahu, je spoľahlivou technikou na zníženie emisií amoniaku. Drážky môžu byť vybavené perforáciami, aby sa umožnil odtok moču. Pokiaľ je frekvencia zoškrabovania dostatočne pravidelná, v porovnaní s konvenčným systémom je možné dosiahnuť zníženie emisií amoniaku o 25-40 %, v niektorých prípadoch aj viac;
 - Významné zníženie emisií amoniaku z budov sa dá dosiahnuť pridaním kyseliny do vody na splachovanie. Tento spôsob znižovania emisií amoniaku spôsobí okyslenie a znižuje pH hnojovice.

C. Maštale s produkciou hnojovice pre ošípané

34. Pri roštových systémoch môžu k zníženiu emisií prispieť nasledujúce techniky:
- Zmenšenie plochy roštov*, napr. použitím čiastočne zaroštovaných podláh. Tvar roštov by mal uľahčiť maximálny prepad výkalov a moču do kanálov. Plné plochy podlahy by mali obsahovať opatrenia (napr. mierny sklon) umožňujúce odtok moču do kanálov. Kanály by sa mali často vyprázdňovať do vhodného uskladňovacieho zariadenia mimo maštale. Môžu sa na to použiť škrabky alebo odsávací systém, vyplachovanie vodou neupraveného tekutého hnoja (menej ako 5 % sušiny) alebo separovanej hnojovice. Čiastočne roštové podlahy pokrývajúce 50 % podlahovej plochy dovoľia spravidla únik emisií amoniaku o 15%–20 % menej než plne zaroštované podlahy, najmä ak sú rošty pre hnoj menej priľnavé než betón (napr. kovové alebo plastom potiahnuté rošty);
 - Zmenšenie odkrytého povrchu hnojovice pod roštami*, napr. konštruovaním kanálov so stenami, ktoré sú naklonené smerom dovnútra, takže kanál je v spodnej časti užší ako vo vrchnej. Steny by mali byť vyrobené z hladkého materiálu, aby sa hnoj na ne nelepil. V širších kanáloch je možné znížiť povrch hnojovice uvoľňujúcej emisie plytkými žľabmi v tvare V (maximálna šírka 60 cm, hĺbka 20 cm), čo môže znížiť emisie v maštaliach pre ošípané o 40–65%, v závislosti od kategórie ošípaných a prítomnosti čiastočne zaroštovaných podláh. Žľaby by sa mali vyplachovať dvakrát denne, a to radšej kvapalnou (riedkou) frakciou močovky než vodou. Pri prasniciach v období laktácie sa dá dosiahnuť zníženie emisií až o 65 % zmenšením plochy uvoľňujúcej emisie pomocou umiestnenia plytkej nádrže pod roštovou podlahou koterca. Nádrž je nakloneným podkladom podlahy (so sklonom aspoň 3°) s odtokom hnoja v najnižšom bode;
 - Nižšia teplota hnojovice*. V existujúcich maštaliach sa teplota hnojovice v kanáloch dá znížiť prečerpávaním chladiva (napr. spodnej vody) cez súpravu rebier plávajúcich v hnojovici (musí byť umožnená recyklácia spodnej vody). Povrchové chladenie hnoja rebrami s využitím uzavretého systému výmeny tepla môže znížiť emisie v závislosti od kategórie zvierat o 45–75%. Táto technika je hospodárnejšia, ak sa odoberané teplo využije na vyhrievanie ďalších zariadení, napríklad kotercovej pre odstavčatá;
 - Okyslenie hnojovice*. Emisie amoniaku sa dajú znížiť okyslením hnojovice, čím sa zmení NH_3 na NH_4^+ . Hnoj (najmä jeho kvapalná frakcia) sa zbiera do nádrže s okyslenou kvapalinou (obvykle je to kyselina sírová alebo fosforečná, ale môžu sa použiť aj organické kyseliny), pričom sa udržiava pH menšie ako 6. V maštali pre ciciaky bolo zistené zníženie emisií o 60 %. Chemikálie sa však nesmú použiť, pokiaľ sa nedosiahne plná zhoda so všetkými zdravotnými a bezpečnostnými predpismi (Zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci). Okysľovanie hnojovice spôsobuje rýchlu koróziu aplikátorov a okyslenie pôdy pri hnojení;
 - Zlepšenie správania zvierat a návrh kotercovej*. Správanie zvierat možno zlepšiť zabezpečením funkčných priestorov pre rôzne aktivity. Napríklad koterce s čiastočne zaroštovanými podlahami

by mali byť navrhnuté tak, aby ošípané dokázali odlíšiť oddelené priestory na ležanie, kŕmenie, kalenie a močenie a výbeh. Cieľom je udržať plnú plochu podlahy čo najčistejšiu bez výkalov a moču a tým znížiť emisie amoniaku. To sa dá dosiahnuť využitím povahy ošípaných, aby sa predišlo vylučovaniu v priestoroch na kŕmenie a ležanie, optimalizáciou rozvrhnutia koterca a riadením klímy. Napríklad dlhšie úzke ohrady s kŕmnymi žľabmi v prednej časti koterca a napájacími žľabmi v zadnej časti nad zarašтовanou časťou podlahy dokážu zabrániť vylučovaniu na plnej podlahe. Vysoké teploty v miestnosti podporia ležanie ošípaných na latkovej časti podlahy (priestor pre vylučovanie), ako na plnej ploche. Môže to viesť k špinavej pevnej ploche podlahy a zvýšeniu emisií, čo si vyžaduje ďalšie kroky na dosiahnutie ich podstatného zníženia (napr. zlepšenie vetrania, riadenie teploty pevnej podlahy, aby si ošípané líhali na ňu, alebo inštalácia automatických rozprašovačov na chladenie v horúcom letnom období). Vo všeobecnosti je ťažšie riadiť správanie ošípaných v teplejších klimatických oblastiach;

- f) *Zabránenie vetraníu priamo nad povrchom hnojovice v kanáloch.* Vyššie prúdenie vzduchu nad hnojovicou zvýši emisie amoniaku z povrchu hnoja. V maštaliach pre ošípané, kde sa tomu nedá vyhnúť, by mala byť medzera medzi roštami a povrchom hnoja dostatočne veľká, aby sa rýchlosť vzduchu znížila nad hnojovicou na minimum;
- g) *Čistenie vzduchu od amoniaku kyselinovými práčkami alebo biologickými filtrami.* Takéto čistenie je drahšie, ale má najvyšší potenciál (zníženie o 70–90 %) pri zmiernení emisií v maštaliach s núteným vetraním je využiteľné, ak je nevyhnutné znížiť emisie amoniaku (napr. v blízkosti osobitne chráneného územia, na ktoré pôsobia nepriaznivé vplyvy).

35. V zásade sa môžu mnohé metódy znižovania emisií amoniaku z maštali s produkciou hnojovice pre ošípané použiť aj pre maštale s produkciou hnojovice pre dobytok. Hoci sú tieto obvykle vetrané prirodzene, čo bráni jednoduchému použitiu práčok a filtrov na čistenie odvádzaného vzduchu, je možné použiť stratégie na zmenšenie odkrytých povrchov, zníženie teploty hnojovice, okyslenie hnojovice a minimalizovanie vetrania nad povrchom hnojovice.

D. Podstielané systémy pre ošípané

36. V podstielaných systémoch pre ošípané je treba používať čerstvý, čistý, suchý a hygienický podstielkový materiál. Na úplnú adsorpciu moču musí byť k dispozícii dostatočné množstvo podstielkového materiálu. Zmena podstielky často pomôže adsorbovať moč. Ak úplná adsorpcia moču nie je možná, rýchly odvod moču by mali umožniť naklonené podlahy a žľaby. Vždy treba zabrániť únikom zo systémov napájania, aby sa predišlo ďalšiemu vlhnutiu podstielky.

37. Systémy so slamenou podstielkou sú pre dobré životné podmienky zvierat lepšie ako nepodstielané systémy. Neexistuje dôkaz o významne vyšších emisiách s dobre riadenými systémami so slamenou podstielkou než v maštaliach s produkciou hnojovice, pri rovnakej ploche na jedno zviera. Z dôvodov dobrých životných podmienok zvierat a environmentálnych dôvodov by sa mali používať systémy, kde ošípané rozlišujú medzi ležoviskom a priestorom na kalenie a močenie. Je to v súlade s prirodzeným správaním ošípaných a súčasne sa tým znižujú emisie. Riadenie systémov so slamenou podstielkou si vyžaduje viac práce ako nepodstielané systémy.

38. Chov ošípaných v búdach spája v sebe systémy s voľným pohybom s prirodzeným vetraním. Emisie amoniaku sa dajú znížiť o 20 %. V porovnaní s maštalami s núteným vetraním je tu potrebný väčší priestor. Náklady na výstavbu sú podobné.

E. Nízkoemisné systémy pre chovné zariadenia pre hydinu

39. Emisie amoniaku sú minimálne, keď je obsah sušiny v hydinovom truse alebo podstielke 60 % a viac. Za takých podmienok je hnoj veľmi suchý na to aby v ňom nastal rozklad kyseliny močovej a uvoľnenie amoniaku. To znamená, že ďalšie sušenie emisie amoniaku nezníži. Na rozdiel od toho, sušenie hydinového trusu, ktorý navlhol, a v ktorom už prišlo k rozkladu kyseliny močovej, povedie k zvýšeným emisiám amoniaku. Preto pri hydinovom truse a podstielke by sa techniky znižovania mali zamerať na zvýšenie obsahu sušiny predchádzaním rozlievaniu vody a v nových budovách zasa zabezpečením mechanizmu sušenia, ktorý bude udržiavať obsah sušiny nad 60 %.

40. V chovných zariadeniach pre nosnice je možné znížiť emisie amoniaku z hlbkej zbernej jamy alebo kanála pod klieťkou znížením obsahu vlhkosti v truse vetraním jamy alebo kanála na trus. Medzi ďalšie možnosti zníženia emisií v chovných zariadeniach nosníc patria:
- a) *Pásové systémy v klietkových chovných zariadeniach (klietka, obohatená klietka)*: Zber trusu na pásy a následné odvádzanie trusu do krytého skladu mimo budovy môže znižovať emisie amoniaku, najmä ak sa trus na pásoch vysuší núteným vetraním. Trus zbieraný z pásov do intenzívne vetraných sušiacich tunelov, v budove alebo mimo nej, môže dosiahnuť obsah sušiny 60–80 % za menej ako 48 hodín. Pásové sušenie by malo zabrániť podstatnej hydrolyze, ale treba predísť ohrievaniu trusu, ktorý sa odstraňuje len zriedka a je možné jeho navlhnutie. Zvýšenie frekvencie odstraňovania raz týždenne na dva alebo tri krát za týždeň znižuje emisie amoniaku;
 - b) *Voliérové systémy (systém chovného zariadenia bez klietok) s pásmi na trus* pre častý zber a odvádzanie trusu do krytých skladov znižujú emisie v porovnaní s chovným zariadením s hlbokou podstielkou o viac ako 70 %.
41. Vzduch odvádzaný z chovných zariadení hydiny sa môže očistiť od amoniaku kyselinovými práčkami alebo biologickými filtrami (s účinnosťou zníženia 70–90 %). Keďže vzduch z chovných zariadení hydiny obsahuje veľmi veľké prachové častice, ktoré by mohli práčku upchať, odporúča sa viacstupňová práčka, ktorá v prvom stupni odstráni veľké častice. Takéto viacstupňové práčky vzduchu zabezpečujú pridaný prínos zníženia emisií amoniaku a ďalších tuhých znečisťujúcich látok, ktoré obsahujú aj podstatné množstvá fosforu a ďalších prvkov, ktoré sa ďalej môžu recyklovať ako výživa rastlín.
42. V chovných zariadeniach brojlerov a moriek, tak ako v ostatných hydínových systémoch, je hlavným faktorom ovplyvňujúcim emisie amoniaku kvalita podstielky, keďže má vplyv na rozklad kyseliny močovej. V nových budovách by mali byť navrhnuté vetracie systémy, ktoré budú za každého počasia a pri všetkých sezónnych podmienkach odstraňovať vlhkosť a chovné zariadenie by malo byť dobre izolované. V nových a existujúcich chovných zariadeniach treba prijať opatrenia na zabránenie kondenzácii (izolácia) a brojlerom treba zabezpečiť niplové napájačky, ktoré sú menej náchylné na rozliatie.
43. V klietkových zariadeniach pre chov králikov je hlavnou technikou na znižovanie emisií amoniaku časté odstraňovanie hnoja z hnojných kanálov.

IV. Nízkoemisné systémy uskladnenia hnoja

A. Úvod

44. Straty amoniaku z budov a po aplikácii hnoja hospodárskych zvierat sú obvykle najdôležitejšími zdrojmi emisií; straty z uskladnenia tekutého a tuhého hnoja však môžu tiež významným spôsobom prispievať k celkovým emisiám amoniaku. Uskladnenie umožňuje aplikáciu hnoja na pôde v ročnej dobe, kedy je požiadavka na výživu plodín a je len nízke riziko znečistenia vody. Skladovanie hnojív upravuje zákon 364/2004 Z. z. o vodách a zákon 136/2000 Z. z. o hnojivách a ich vykonávacie predpisy, vyhláška MŽP SR 200/2018 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o zaobchádzaní so znečisťujúcimi látkami, o náležitostiach havarijného plánu, o postupe pri riešení mimoriadneho zhoršenia vôd a vyhláška MPRV SR 151/2016 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív.

B. Uskladnenie hnojovice a iných kvapalných hnojív

45. Po odstránení z maštali sa hnojovica uskladňuje buď v betónových, oceľových, alebo v drevených nádržiach, v lagúnach alebo vo vakoch. Lagúny majú väčšiu plochu na jednotkový objem a tým aj väčší potenciál pre emisie amoniaku.
46. Techniky na znižovanie emisií amoniaku zo skladov hnoja zahŕňajú:
- a) *Návrh skladu*:
 - i. *Veľkosť*: Sklad by mal mať dostatočnú veľkosť (minimálne na 6 mesačnú produkciu), aby sa

predišlo aplikácii na pozemky v ročnej dobe, kedy existuje riziko znečistenia vody (napr. prostredníctvom vyplavovania dusičnanov), a aby sa umožnilo hnojenie v najlepšom čase, čo sa týka potreby dusíka pre plodiny;

- ii. *Povrchová plocha*: Znížiť povrchovú plochu (alebo povrch uvoľňujúci emisie) skladu. Napríklad, povrchová plocha skladu na hnojovicu 1000 m³ sa dá zmenšiť o viac ako jednu tretinu, ak sa výška strán zvýši o dva metre, z 3 na 5 metrov. Vo všeobecnosti, z praktických dôvodov (znižovanie požadovaného objemu kvôli zrážkam) a na účely zníženia emisií amoniaku by mala byť výška skladu podľa možnosti aspoň 3 metre;
- b) *Kryty pre nádrže hnojovice*: Kryty na skladoch hnojovice sú účinným prostriedkom znížovania emisií amoniaku. Možnosti zakrytia nádrží sú zhrnuté v tabuľke 2. Patria medzi ne:
 - i. *Plné kryty*: Na znížovanie emisií amoniaku sú najúčinnnejšie, ale aj najdrahšie. Hoci je dôležité zaručiť, aby boli kryty dobre utesnené, čím sa minimalizuje výmena vzduchu, je potrebné nechať malé otvory alebo zariadenie na vetranie, aby sa zabránilo nahromadeniu zápalného plynu metánu (CH₄), ktorý by mohol spôsobiť výbuch, najmä pri stanových konštrukciách. V oblastiach so silnými lejakmi majú plné kryty výhodu, že dokážu zabrániť vnikaniu dažďovej vody do skladu a tým predísť zvyšovaniu objemu v dôsledku dažďa;
 - ii. *Plávajúce kryty*: Obvykle sú vyrobené z plastových fólií a sú menej účinné ako strechy, ale lacnejšie. Často sa na predchádzanie plynovým bublinám a ponáranie častí fólie používajú dvojité fólie s obaleným polystyrénom. Plávajúci kryt by mal byť pripevnený k vertikálnym lanám uchytaným k stene skladu. Zabráni sa tým otáčaniu krytu počas miešania hnoja a jeho zdvíhaniu vetrom. Niektoré plávajúce kryty tiež bránia prenikaniu dažďových zrážok do skladu, ktoré zvyšujú objem skladovanej hnojovice;
 - iii. *Plávajúce geometrické plastové dlaždice*: Plávajúce geometrické plastové dlaždice tvoria uzavretý plávajúci kryt na povrchu močovky. Vertikálne rebrá v dlaždicích bránia, aby boli prvky vytlačené jeden na druhý. Smú sa použiť len pre hnojovicu ošipaných alebo iný kvapalnú hnoj bez prirodzenej kôry. Nie sú vhodné pre hnojovice bohaté na organické látky, pretože tieto vytvoria kôru, ktorá sa ťažko láme (hnojovica od hovädzieho dobytká);
 - iv. *Prirodzená kôra*: Hnojovica pochádzajúca od dobytká a v niektorých prípadoch aj hnojovica ošipaných vytvára prirodzenú kôru z plávajúcich vláknitých organických materiálov. Kôra sa vytvorí len vtedy, keď je dostatočne vysoký obsah sušiny (> 7 %) a hnojovica sa nemieša. Kôra by mala pokrývať celú povrchovú plochu hnoja. Sklad by sa mal plniť popod kôru, aby sa predišlo jej narušeniu. Účinnosť kôry závisí od toho, ako úplne pokrýva povrch hnoja, čo závisí od jej hrúbky, celistvosti a trvania. Na vytvorenie kôry je potrebný určitý čas;
 - v. *Plávajúca kôra*: Pridávanie slamy, granulátu, alebo iného plávajúceho materiálu na povrch hnojovice v nádrži alebo lagúne dokáže znížiť emisie tým, že vytvorí umelú kôru;
- c) *Ílový granulát*: Granulát sa dá pridávať veľmi ľahko. Je drahší ako slama, ale vyžaduje asi iba tretinu nákladov v porovnaní so zakrytím stanovou konštrukciou. Ročne sa stratí asi 10 % materiálu pri vyprázdňovaní skladu. Straty možno znížiť premiešaním deň pred aplikáciou a krátko aj tesne pred ňou;
- d) *Slama*: Najúčinnnejším spôsobom je použiť silážnu rezačku s vlastným pohonom (silážny kombajn) na prípravu slamy narezanej na dĺžku asi 4 cm. Vyškolený a skúsený vodič nafúka asi 4 kg slamy/m² buď do prázdnej alebo naplnenej nádrže. Slamové kryty majú tendenciu zvýšiť emisie metánu a oxidu dusného z dôvodu pridaného uhlíka. Sušina hnojovice sa zvýši tiež, čo po hnojení močovkou následne spôsobí zvýšenie emisií amoniaku.

47. Použitie oleja a rašeliny sa neodporúča z dôvodu praktických ťažkostí pri ich používaní a nedostatku skúseností v podmienkach poľnohospodárskych podnikov, a pravdepodobne by viedli k silnému nárastu emisií metánu.

48. Je ťažšie znížovať emisie amoniaku z lagún než z nádrží. Za techniku znížovania možno považovať výmenu existujúcich lagún za nádrže. Nemala by sa podporovať výstavba nových lagún, namiesto toho treba podporiť nádrže alebo iné nízkoemisné riešenia. Existujú technológie, ktoré povrch rozdelia a môžu zjednodušiť použitie plávajúcich krytov, napríklad ílového granulátu a slamy, a vytváranie kôry vo veľkých lagúnach aj za veterných podmienok.

49. Uskladňovacie vaky sú vhodné na zníženie emisií z hnojovice. Záujem o tento prístup rastie, pretože takéto systémy možno realizovať za významne nižšie náklady, než je výstavba vyvýšeného skladu

hnojovice s pevnou strechou. Tu však môže vznikáť riziko znečistenia vody, ak sa správne neudržiavajú, a táto technika nemusí byť vhodná pre veľké objemy alebo pre hnojovicu s vysokou koncentráciou sušiny.

50. Použitie bioreparátov v skladovanej hnojovici nepreukázalo zníženie strát dusíka v hnojovici počas skladovania.
51. Pre tekutú časť z odseparovanej hnojovice (fugát) a pre vyhnutú hnojovicu z bioplynovej stanice (digestát) platia rovnaké techniky na znižovanie emisií amoniaku ako pre hnojovicu.

Tabuľka 2

Účinnosť a použiteľnosť techník na znižovanie amoniaku v skladoch hnojovice

| <i>Opatrenie na znižovanie</i> | <i>Trieda hospodárskych zvierat</i> | <i>Zníženie emisií (%)</i> | <i>Použiteľnosť</i> | <i>Poznámky</i> |
|---|---|----------------------------|---|---|
| Pevné veko alebo strecha | Všetky | 80 | Len nádrže | Nie je potrebná prídavná kapacita na dažďovú vodu; obmedzenie z dôvodu statických požiadaviek |
| Pružný kryt (napr. stanová konštrukcia) | Všetky | 80 | Len nádrže | Obmedzenie z dôvodu statických požiadaviek |
| Plávajúca fólia | Všetky | 60 | Nie na hnoji vytvárajúcom kôru | Potrebné ďalšie údaje o znižovaní emisií |
| Plávajúce plastové dlaždice | Všetky | cca 60 | Obmedzené využitie pri hnojovici, ktorá vytvára kôru | |
| Prirodzená kôra | Hnojovica dobytka a ošípaných s obsahom sušiny viac ako 7 % | 40 | Nie v poľnoh. podnikoch s častým vyprázdňovaním nádrže | |
| Umelá kôra: slama | Hnojovica ošípaných a dobytka | 40 | Nepraktické na riedkych kvapalných hnojoch alebo v poľnoh. podnikoch s častým vyprázdňovaním nádrže | Môže viesť k zvýšeným emisiám N ₂ O a CH ₄ |
| Umelá kôra: ílový granulát a iné | Hnojovica ošípaných, kvapalný hnoj | 60 | Aj na riedkom hnoji; nie v poľnoh. podnikoch s častým vyprázdňovaním nádrže | Straty ílového granulovaného materiálu prečerpávaním |
| Náhrada lagún krytými/otvorenými nádržami | Všetky | 30–60 | — | V tejto situácii referencie ukazujú na vyššiu mieru emisií z otvorených lagún |
| Vaky na skladovanie | Všetky | 100 | Použiteľnosť rýchlo rastie s nadobúdanými skúsenosťami | Zatiaľ väčšina skúseností pochádza z malých poľnohospodárskych podnikov na chov ošípaných, ale už boli využité aj vo väčších mliekarenských podnikoch |

52. Ďalšie aspekty na zváženie:

- Vždy, keď je to možné, treba sa vyhnúť častému miešaniu a vyprázdňovaniu, pretože tieto operácie zvyšujú emisie amoniaku. Miešanie a odber hnojovice na aplikáciu je pravdepodobne častejšie na trvalé trávne porasty ako pri orných pôdach;
- Zníženie prúdenia vzduchu nad povrchom hnojovice možno dosiahnuť dostatočne vysokým

- prevýšením stien skladu a pestovaním stromových vetrolamov;
- c) Podzemné vonkajšie nádrže a tienenie pri skladoch môžu znížiť teplotu hnojovice v skladovacej nádrži a tým spôsobiť významné zníženie emisií amoniaku (a metánu).

Skladovanie tuhého hnoja

53. V súčasnosti existuje len málo možností na zníženie emisií amoniaku z uskladneného tuhého hnoja. Napriek tomu platia jasné smernice na základe dobrých postupov. Po vyhrnutí sa môže maštalný hnoj uložiť na kopy v konkrétnom priestore, niekedy so stenami, obvykle s odkanalizovaním a nádržou na zber hnojovky. Na Slovensku je dovolené skladovať hnoj na hromadách na poliach, v zraniteľných oblastiach (Nariadenie vlády 174/2017 Z. z., ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti) počas obmedzenej doby (zákon 136/2000 Z. z., o hnojivách). To však môže viesť k významným stratám v dôsledku emisií amoniaku, denitrifikácie a vyplavovania. Podstielka a trus hydiny, najmä vzduchom sušený trus nosníc, sa vo zvyšujúcej miere skladujú v zásobníkoch. Techniky na obmedzenie emisií amoniaku sú:
- Zakryť sklady tuhého hnoja.* Hoci použitie pevných krytov nemusí byť vždy praktické, ukázalo sa, že použitie plastových fólií podstatne znižuje emisie amoniaku bez toho, aby sa významne zvýšili emisie metánu alebo oxidu dusného. Tak, ako pri skladovaní hnojovice so zníženými emisiami, je dôležité, aby po zakrytí uskladneného tuhého hnoja nasledovali nízkoemisné techniky aplikácie (t.j. okamžité zapracovanie), inak v tejto poslednej etape môže dôjsť k vyšším únikom dusíka čo môže eliminovať predchádzajúcu úsporu;
 - Pridať do hnoja viac slamy.* Tento prístup možno považovať za menej efektívny, než zakrytie tuhého hnoja, s premenlivou výkonnosťou v závislosti od typu hnoja, podmienok a možného nárastu emisií metánu alebo oxidu dusného;
 - Podľa možnosti čo najviac zmenšiť povrchovú plochu hromady* (napr. výstavbou stien, aby sa zväčšila výška). Tento prístup možno tiež považovať za menej efektívny ako zakrytie hnoja;
 - Udržiavať hnoj čo najviac suchý.* Toto je obzvlášť dôležité pre hydínovú podstielku (brojlery a nosnice) a hydínový trus sušený na pásoch, kde dostupná vlhkosť umožní rozklad kyseliny močovej a vznik amoniaku. Medzi opatrenia na udržiavanie suchého hydínového trusu patria:
 - Zakrytie fóliou;
 - Uskladnenie pod strechou, prednostne na betónovom podklade;
 - Ak hydínový trus nemožno zakryť, uskladnenie v úzkych hromadách v tvare A môže obmedziť prístup vody do hromady a tým obmedziť emisie amoniaku, hoci stále nebol dostatočne kvantifikovaný prínos tohto prístupu.
54. Vzduchom sušený trus nosníc zbieraný na pásy, s obsahom sušiny minimálne 60-70% emituje veľmi málo amoniaku. Mal by sa udržiavať v suchosti a treba zabrániť ich opätovnému prevlhčeniu. Preto je najvhodnejšou možnosťou ich uskladnenie pod strechou.
55. Trus z klieťkových chovných zariadení pre nosnice s hlbokou zbernou nádržou, ktorý sa často celý rok skladuje pod podlahou zariadenia, emituje veľké množstvo amoniaku z dôvodu nízkeho obsahu sušiny (t.j. vysoký obsah vlhkosti). Na zníženie emisií amoniaku sa obsah sušiny môže zvýšiť prúdením odvetrávaného vzduchu z budovy ponad hromadu trusu.
56. K ďalším technikám patrí udržiavanie teploty hromady pod 50 °C alebo zvýšenie pomeru C:N na > 25, napr. zvýšením množstva slamy alebo iného použitého podstielkového materiálu.
57. Pri umiestňovaní hromady hnoja priamo na pole je potrebné vziať do úvahy národné alebo regionálne predpisy (Zákon 136/2000 o hnojivách, § 10b Skladovanie hospodárskych hnojív v zraniteľných oblastiach) týkajúce sa predchádzania znečisteniu povrchových a podzemných vôd, keďže pri takomto skladovaní je veľké riziko vyplavovania a odtekania hnojovky z hromady.

V. Nízkoemisné techniky aplikácie hnoja

A. Úvod

58. Emisie amoniaku vznikajúce pri hnojení (hnojovicou a tuhým hnojom, napríklad maštal'ným hnojom a podstielkou brojlerov) zodpovedajú za veľký podiel emisií amoniaku z poľnohospodárstva. Na tomto stupni hospodárenia je veľmi dôležité minimalizovať straty, pretože akékoľvek skoršie úspory amoniaku z ustajnenia hospodárskych zvierat alebo skladovania hnoja sa môžu stratiť, pokiaľ sa nevyužije vhodná technika hnojenia. Zníženie straty amoniaku znamená, že pre absorpciu plodínami bude potenciálne k dispozícii viac dusíka. Na získanie maximálneho agronomického prínosu z hnoja a aby sa predišlo rastúcemu riziku vyplavovania dusičnanov, pozornosť treba venovať obsahu dusíka v hnoji, tak, aby miera, metóda a čas hnojenia boli v súlade s požiadavkami plodín, s uvážením množstva dusíka ušetreného pri používaní nízkoemisných postupov.
59. Techniky uvádzané nižšie znižujú emisie amoniaku znížením vystavenia hnoja ovzdušiu. Preto sú tieto metódy efektívne pre každú klímu. Hoci absolútne emisie amoniaku budú ovplyvnené klímou, s tendenciou ich zvyšovania so zvyšujúcou sa teplotou, nezistilo sa, že by od klímy závisel podiel emisií amoniaku znížených nízkoemisnými technikami. Techniky na zníženie emisií sú uvedené v tabuľke 3.

B. Nízkoemisné techniky pre hnojovicu a iný kvapalný hnoj

60. Najefektívnejším prostriedkom na zníženie emisií amoniaku z hnojenia hnojovicou je využitie vhodnej techniky hnojenia, ako sú podpovrchové alebo pásové aplikátory. Takýto prístup má aj agronomický prínos rovnomernejšieho hnojenia hnojovicou, s presnejším umiestnením, čím sa môže znížiť riziko odtokania hnojovice

Techniky hnojenia hnojovicou: podpovrchové a pásové aplikátory

Podpovrchové: Znižujú emisie amoniaku umiestňovaním hnoja pod povrch pôdy, čím znižujú povrchovú plochu hnoja vystavenú vzduchu a zvyšujú infiltráciu do pôdy. Vo všeobecnosti sú pri znižovaní emisií amoniaku účinnejšie než pásové aplikátory. Patria sem tri typy:

- Plytké (alebo štrbinové) aplikátory:* vyrezávajú úzke štrbiny v pôde (spravidla o hĺbke 4–6 cm a vo vzdialenosti 25–30 cm od seba) a tieto sa vyplňajú hnojovicou alebo kvapalným hnojom. Najbežnejšie využitie je na trvalých trávnych porastoch. Dosahujú sa rôzne výsledky znižovania v závislosti od toho, či sú použité aplikátory s otvorenými alebo uzavretými štrbinami. Objemy hnojenia možno obmedziť objemom drážok vytvorených aplikátorom;
- Hĺbkové aplikátory:* aplikujú hnojovicu alebo kvapalný hnoj do hĺbky 10–30 cm do pôdy za pomoci radličiek aplikátora, ktoré sú rozmiestnené s rozstupom asi 50 cm alebo dokonca až 75 cm. Hroty sú často vybavené postrannými krídelkami, ktoré napomáhajú rozptýleniu v pôde a dosiahnutiu vysokej miery hnojenia. Sú najvhodnejšie na použitie na ornej pôde z dôvodu rizika mechanického poškodenia zatrávnenia;
- Orné aplikátory:* sú na báze pružinových alebo tuhých radličiek kultivátorov a sú len na účely použitia na ornej pôde.

Pásové aplikátory: Znižujú emisie amoniaku z hnojovice a kvapalného hnoja zmenšením povrchovej plochy hnoja vystavenej vzduchu a zmenšením vystavenia prúdeniu vzduchu nad ním. Účinnosť týchto strojov sa môže meniť v závislosti od výšky plodiny. Existujú dva hlavné typy stroja:

- Vlečené hadice:* hnojovica sa vypúšťa na úrovni terénu na trávu alebo ornú pôdu cez súbor pružných hadíc. Je možné hnojiť medzi radmi pestovanej kultúrnej plodiny;
- Vlečené hadice s pätkou:* hnojovica sa spravidla vypúšťa cez pevné rúry, ktoré končia v kovových „pätkách“ navrhnutých tak, aby sa pohybovali súbežne s povrchom pôdy, pričom rozdeľujú plodinu tak, aby sa hnojovica aplikovala priamo na povrch pôdy a pod porastom. Niektoré typy príviesných pätiiek sú navrhnuté tak, aby rezali v pôde plytkú drážku na uľahčenie infiltrácie.

Rýchle zapracovanie hnojovice

61. Cieľom by malo byť zapracovať hnojovicu do pôdy čo najrýchlejšie po rozmetaní na povrchu. Najúčinnnejšie zníženie sa dosiahne pri okamžitom zapracovaní po aplikácii (t.j. do piatich minút), kde sa dosahuje zníženie emisií o 70–90 %. Zapracovanie do 4 hodín predstavuje odhadované zníženie o 45–65 %, pričom zapracovanie do 24 hodín predstavuje odhadované zníženie o 30 %. Úplné zapracovanie hnojovice zaoraním je pomalá operácia a v mnohých prípadoch môže byť rovnako účinné použitie radličkového alebo diskového kultivátora, pretože hnojovica zostane odkrytá na povrchu počas kratšej doby pred zmiešaním s pôdou kultiváciou. Ako pomoc pri dosiahnutí rýchleho zapracovania môže byť užitočné využitie externých dodávateľov alebo spoločné využívanie zariadení.

Riedenie hnojovice

62. Emisie amoniaku zo zriedenej hnojovice s nízkym obsahom sušiny sú vo všeobecnosti nižšie ako u nezriedenej hnojovice z dôvodu rýchlejšej infiltrácie do pôdy. K dispozícii sú dve možnosti:
- Hnojovicu možno pridať do vody na zavlažovanie, ktorá sa použije na trvalé trávne porasty alebo na plodiny pestované na ornej pôde. Najlepšie sa to dosiahne vstrekaním močovky do zavlažovacieho potrubia a čerpaním pri nízkom tlaku do rozstrekovača alebo pojazdného zavlažovača (nie pod vysokým tlakom do veľkej trysky, ktorá strieka zmes na pôdu). Pomer riedenia môže byť do 50:1 (voda : močovka), ale minimálne 1:1, čoho výsledkom je odhadované zníženie emisií 30 %.
 - Do hustej močovky možno pred hnojením pridať vodu, buď do uskladňovacej nádrže na hnojovicu, alebo do cisterny. K zníženiu strát môžu pri hustej hnojovici od dobytku prispieť aj pomery riedenia 0,5:1 (voda : hnojovica). Treba však počítať so zvýšenými nákladmi na dopravu vody a je dôležité, aby sa miera hnojenia hnojovice zvýšila úmerne k zníženiu celkového obsahu amoniakálneho dusíka.

Systémy riadenia načasovania hnojenia

63. Nasledujúce techniky, ktoré berú do úvahy externé podmienky, alebo načasovanie hnojenia, tiež môžu prispieť k zníženiu emisií amoniaku z hnojenia hnojovice, hoci nemusia byť také účinné alebo spoľahlivé, ako techniky uvedené vyššie:
- Emisie amoniaku pomôže znížiť aplikácie za podmienok nízkej teploty, bezvetria a vlhka;
 - Hnojenie krátko pred dažďovými zrážkami (účinné len ak okamžite po aplikácii spadne minimálne 10 mm dažďových zrážok). Toto opatrenie možno použiť len na nezvlhnom pozemku a mimo povrchu vodných tokov, inak vznikne riziko splavovania;
 - Aplikácia večer, kedy klesá rýchlosť vetra aj teplota vzduchu;
 - Aplikácia na čerstvo kultivovanej pôde, za podmienky rýchlejšej infiltrácie hnoja.

Okyslenie hnojovice

64. Nízke pH znižuje straty amoniaku z hnoja. Zníženie pH hnojovice na stabilnú hodnotu 6 alebo menej obvykle postačuje na zníženie emisií amoniaku o 50 % a viac. Dosiahnuť to možno pridaním kyseliny sírovej do hnojovice. V súčasnosti sa na trhu úspešne predáva technika, ktorá automaticky dávkuje kyselinu sírovú počas hnojenia hnojovicou. Pri pridávaní kyseliny sírovej do hnoja v ktorejkoľvek etape činnosti poľnohospodárskeho podniku je potrebné zaistiť bezpečnosť pracovníkov, zvierat a životného prostredia.

Ďalšie prísady

65. Používanie ďalších prísad do hnojovice, okrem kyselín, sa buď nepreukázalo ako účinné pri znižovaní emisií amoniaku, alebo predstavuje praktické problémy obmedzujúce ich využitie (dávkovanie, miešanie).

C. Nízkoemisné techniky pre tuhý hnoj

66. Na zníženie emisií amoniaku z tuhého hnoja je jedinou vhodnou technikou jeho rýchle zapracovanie do pôdy. Väčšina amoniaku sa uvoľní z tuhého hnoja do niekoľkých hodín po rozmetaní. Preto sa odporúča, aby k zapracovaniu došlo čo najskôr, do niekoľkých hodín po rozmetaní. Na účely maximálne možného zníženia emisií by sa mal hnoj úplne premiešať s pôdou alebo zahrabať. S maštaľným hnojom, ktorý obsahuje veľké množstvá slamy je to často ťažšie.
67. Zníženie emisií amoniaku na úrovni 60–90 % možno dosiahnuť, ak sa tuhý hnoj zapracuje do ornej pôdy pluhom do 4 hodín od hnojenia. Naproti tomu, pri zapracovaní do 24 hodín sa odhaduje dosiahnutie zníženia emisií asi o 30 %. Štúdie ukázali, že v porovnaní s hnojovicou zapracovanie tuhého hnoja pluhom je vždy účinnejšie, než zapracovanie diskom alebo radličkou, napriek pomalšej rýchlosti pri oraní pluhom.

D. Praktické úvahy

68. Pri výbere najvhodnejších techník na znižovanie emisií amoniaku treba brať do úvahy účinnosť pri znižovaní emisií, použiteľnosť a náklady. Tabuľka 3 uvádza informácie o účinnosti a použiteľnosti rôznych metód. Zníženie emisie amoniaku je vyjadrené ako percentuálna hodnota referenčnej metódy. Referencia pre metódu aplikácie hnoja je definovaná ako emisie amoniaku z nespracovanej hnojovice alebo tuhého hnoja rozmetaného na celý povrch pôdy („celoplošné hnojenie“). Pri hnojovici by to bolo cisternou vybavenou dýzou a rozstrekovacím tanierom. U tuhého hnoja by takáto metóda predstavovala ponechanie rozhodného hnoja na povrchu pôdy po dobu jedného týždňa a viac.
69. Pri snahe o zníženie emisií amoniaku pri aplikácii hnoja sú relevantné nasledujúce úvahy:
- Suma zníženia emisií dosiahnutá pásovými a podpovrchovými aplikátormi bude rôzna v závislosti od obsahu sušiny v hnojovici, od vlastností pôdy, čistoty práce a charakteristiky plodiny;
 - Účinnosť zapracovania je rôzna podľa typu hnoja a času, ktorý uplynie od aplikácie; najúčinnejšie je okamžité zapracovanie;
 - Pásové aplikátory (vlečené hadice) sú vo všeobecnosti účinnejšie na ornej pôde ako na trvalých trávnych porastoch, a pri redšej hnojovici ošipaných ako pri hustejšej hnojovici dobytká;
 - Pásové aplikátory a podpovrchové aplikátory s otvorenými štrbinami nie sú vždy vhodné na použitie na strmom svahu z dôvodu potenciálu splavovania. Aby sa predišlo riziku odtekania, treba sa na takých pozemkoch vyhnúť hnojeniu hnojovicou. Techniky podpovrchovej aplikácie nefungujú dobre na veľmi kamenistých alebo kompaktných pôdach;
 - Podpovrchové aplikátory s otvorenými štrbinami sú vhodnejšie pre širší rozsah typov pôdy a podmienok než podpovrchové aplikátory s uzavretými štrbinami;
 - Malé, nepravidelne tvarované polia predstavujú pre veľké stroje problém; treba vybrať nízkoemisné zariadenia, ktoré sú najvhodnejšie pre miestny terén;
 - Zapracovanie je obmedzené na pozemok, ktorý je kultivovaný; na trvalých trávnych porastoch sú vhodnejšie metódy pásovej a podpovrchovej aplikácie;
 - Systémy, ktoré zlepšujú logistiku aplikácie hnoja, môžu mať vzťah k emisiám tým, že umožnia včasnejšiu aplikáciu. Napríklad hadicové systémy, kde je aplikátor namontovaný priamo na traktore a napájaný z nádrže alebo rúry cez dlhú pružnú hadicu, ponúkajú alternatívu k upevneniu aplikátora na traktorom ťahanú cisternu alebo cisternový voz. Majú výhodu, že umožňujú väčší rozsah pri práci a znižujú riziko poškodenia vlhkej pôdy jej stlačením, ale rozkladanie hadíc a ich opätovné zvinutie zaberá veľa času;
 - Riedenie v zavlažovacích systémoch je obmedzené na situácie, kde sa zavlažovanie uplatňuje, vtedy to môže byť veľmi účinné opatrenie na zníženie emisií amoniaku;
 - Riedenie hnojovice v mobilných systémoch je vhodné len v malých poľnohospodárskych podnikoch, keďže pridaná voda pri hnojení znižuje výkon aplikácie a zvyšuje jeho náklady;
 - Investičné a prevádzkové náklady na systémy znižovania emisií budú pravdepodobne vyššie než pri hnojení s celoplošnou aplikáciou, ale úspory minerálnych dusíkatých hnojív môžu viac ako kompenzovať tieto vyššie náklady, pokiaľ sa použijú najúčinnejšie metódy;
 - Pri riadení živín v hnoji môže byť užitočná separácia tuhej a kvapalnej časti. Použitie kvapalnej

frakcie z efektívneho separačného stroja môže zabezpečiť významné zníženie emisií amoniaku v rozsahu 20–30 %, a to vďaka rýchlejšej infiltrácii spojenej s nižším obsahom sušiny. Na dosiahnutie prínosu z tohto prístupu by mala byť kvapalná frakcia aplikovaná, pokiaľ je to možné, pri pôdnych podmienkach, ktoré podporujú infiltráciu (napr. nie do nasýtenej pôdy vodou alebo veľmi zhutnenej pôdy). Ak sa neprijme žiadne riešenie, emisie z tuhej frakcie budú väčšie (z dôvodu vyššieho obsahu sušiny, ktorý obmedzuje infiltráciu do pôdy). Emisie z tuhej frakcie by sa preto mali znížiť počas skladovania a počas aplikácie (t.j. rýchlym zapracovaním do pôdy), alebo by sa mala tuhá frakcia použiť na iné účely (napr. anaeróbne vyhnívanie);

- m) Celkovo existuje malý rozdiel medzi emisiami po aplikovaní surovej hnojovice a kvapalného digestátu, ktorý je výsledkom anaeróbneho vyhnívania. Zatiaľ čo digestát má nízky obsah sušiny, čo umožňuje jeho rýchlu infiltráciu v suchých pôdach, má ale vysoké pH, čím je náchylný k vysokým emisiám amoniaku. Tak, ako pri surovej hnojovici, aj tu treba použiť nízkoemisné techniky (napr. podpovrchové alebo pásové aplikácie, alebo okyslenie);
- n) Pri podpovrchových aplikátoroch je pracovná šírka obmedzená, zatiaľ čo metódy s pásovými aplikátormi umožňujú väčšiu pracovnú šírku. Z dôvodu menšej pracovnej šírky treba pri systémoch s podpovrchovou aplikáciou hnoja brať do úvahy väčší rozsah poškodenia pôdy kolesami;
- o) Ak sa hnoj okysľuje, normálne sa to dosiahne zamiešaním koncentrovanej kyseliny sírovej do hnojovice pred hnojením alebo počas neho. Kyselina sírová je však nebezpečná chemikália a preto je potrebné zaobchádzať s ňou opatrne, aby sa predišlo vzniku rizika pre pracovníkov, zvieratá a životné prostredie.

VI. Obmedzenie emisií amoniaku pri používaní dusíkatých minerálnych hnojív

A. Úvod

70. Väčšina amoniaku pochádza z maštalného hnoja a hnojovice hospodárskych zvierat, ale v mnohých krajinách mierneho pásma asi 10 % alebo viac uniká po použití dusíkatých minerálnych hnojív, keď sú pre plodiny využívané veľké plochy. Straty z dusičnanu amónneho (NH_4NO_3) sú obvykle nízke, spravidla v rozsahu 0,5–5 % celkového množstva aplikovaného dusíka. Straty z ostatných N hnojív, napr. z fosforečnanu amónneho, síranu amónneho, močoviny a roztoku dusičnanu amónneho s močovinou môžu byť v závislosti od podmienok oveľa väčšie, v rozsahu 5–40 %.
71. Medzi priaznivé podmienky pre účinnú absorpciu amóniových iónov v pôde patria:
- a) zapracovanie do pôdy;
 - b) vysoká absorpčná kapacita pôdy;
 - c) dostatočná vlhkosť pôdy;
 - d) nízke pH pôdy;
 - e) nízka teplota pôdy.

B. Močovina

72. Aby bola močovina užitočná ako hnojivo, musí ju rozložiť prirodzene sa vyskytujúci enzým ureáza. Počas tohto procesu sa uvoľňuje amoniak a oxid uhličitý. Ak sa to stane na povrchu pôdy, potom amoniak (a oxid uhličitý) unikne do ovzdušia. Ak k rozkladu príde až po zapracovaní močoviny do pôdy, potom íl a organické látky v pôde môžu amoniak zachytiť, alebo môže vytvoriť stabilnejšie zlúčeniny. Preto použitie močoviny treba dobre riadiť, aby sa dosiahla jej maximálna možná účinnosť ako hnojiva a aby sa znížila pravdepodobnosť emisií amoniaku. Je teda dôležité zamiešať močovinu s pôdou alebo ju spláchnuť do pôdy ešte pred začiatkom rozkladu.
73. Straty amoniaku z aplikácie močoviny sú často najväčšie na svetlých, piesočnatých pôdach z dôvodu ich nízkeho obsahu ílu a obmedzenej schopnosti absorbovať amóniový dusík. Napriek ich vysokému pH môžu byť straty na kriedových pôdach menšie než na niektorých iných pôdnych typoch z dôvodu vyššieho obsahu ílu a vápnika a ich schopnosti zadržiavať amóniový dusík. Hydrolýza močoviny umiestňovanej v pásoch (vlečené hadice) má tendenciu spôsobiť miestne zvýšenie pH a môže viesť k vysokým emisiám. Znížiť sa dajú keď sa pásy močoviny aplikujú podpovrchovo alebo sa dobre zapracujú do pôdy, čím sa zachytí odparovaný amoniak.
74. V suchých obdobiach môžu byť straty amoniaku väčšie z močoviny aplikovanej na trvalých trávnych porastoch než na kultúrnych plodinách.
75. Emisie amoniaku z vodných roztokov obsahujúcich močovinu sú podobné emisiám z tuhých foriem. Množstvo vody aplikovanej v hnojivových roztokoch je veľmi malé a obvykle nepostačuje na vplavenie močoviny do pôdy. Absolútne straty však môžu byť nižšie, ak je miera aplikácie významne nižšia.
76. Močovínové spreje na listy môžu zvýšiť koncentráciu bielkovín v zrne u potravinárskej pšenice a ďalších obilnín, ale môžu spôsobiť vysoké emisie amoniaku.

C. Zníženie emisií amoniaku z močoviny

77. Aby sa emisie amoniaku z močovínových hnojív znížili na minimum, treba dodržiavať nasledujúce pokyny:
- a) *Zapracovať močovinu do pôdy.* Vždy, keď je to možné, rýchlo zapracovať močovinu do pôdy. Táto možnosť znižuje emisie spôsobené močovinou asi o 50–80 %. Táto možnosť nie je k dispozícii tam, kde je močovina povrchovo aplikovaná na obilniny alebo trvalé trávne porasty,

- možno ju však použiť, pokiaľ sa močovina aplikuje na záhony alebo medzi osiate riadky;
- b) *Podpovrchovo aplikovať močovinu do pôdy.* Podpovrchovo aplikovať tuhú alebo kvapalnú močovinu do hlbokých uzavretých štrbín je účinnejšie než plytké zapracovanie, so znížením emisií až do 90 %. Nevhodne uzavreté alebo zapracované pásy močoviny sú náchylné uvoľňovať veľmi vysoké emisie z dôvodu zvýšenia pH v páse počas hydrolyzy močoviny. Zvýšenie pH zmiernujú močovinné produkty s pomalým uvoľňovaním a inhibítory ureázy. Ako u všetkých dusíkatých hnojív, pokiaľ sa hnoja záhony, treba venovať pozornosť tomu, aby sa veľké množstvá močoviny nedostali do blízkosti semien, pretože by to mohlo brániť klíčeniu. Riziko poškodenia plodín sa zníži produktmi, ktoré spomaľujú hydrolyzu močoviny;
 - c) *Inhibítory ureázy* možno použiť na oneskorenie rozkladu močoviny, až do jej spláchnutia dostatočne hlboko do pôdy, a na zabránenie prudkému zvýšeniu pH, najmä v pásoch, pričom sa dosahujú zníženia emisií 40 % pre kvapalnú roztok dusičnanu amónneho s močovinou a 70 % pre tuhú močovinu;
 - d) *Zavlažovať pole po aplikácii močoviny.* Zavlažovanie v množstve aspoň 5 mm okamžite po aplikácii močoviny vedie k zníženiu emisií v objeme asi 40–70 %. Táto technika sa považuje za vhodnú len tam, kde je potrebná voda na zavlažovanie;
 - e) *Granule močoviny potiahnuté polymérom* predstavujú hnojivo s pomalým uvoľňovaním, ktoré môže znížiť emisie o asi 30 % tým, že sa spomalí hydrolyza. V súčasnosti však nie je k dispozícii veľa praktických skúseností;
 - f) *Prechod z močoviny na hnojivo dusičnan amónny (NH_4NO_3)* môže podstatne znížiť emisie amoniaku až o 90 %. Možným negatívnym vedľajším účinkom je potenciálne zvýšenie priamych emisií oxidu dusného (N_2O), ale k tomu prichádza hlavne za vlhkých podmienok a na pôdach s jemnou štruktúrou (a malo by to byť kompenzované znížením nepriamych emisií oxidu dusného v dôsledku emisií amoniaku). Hnojivá NH_4NO_3 môžu byť drahšie (náklady vyššie o 10–30 %) než močovina, ale vyššie náklady môžu byť zanedbateľné z dôvodu nižších strát dusíka. V niektorých krajinách nie je dusičnan amónny ľahko dostupný.

D. Znižovanie emisií amoniaku zo síranu amónneho a fosforečnanu amónneho

- 78. Potenciál strát amoniaku zo síranu amónneho a fosforečnanu amónneho vo veľkej miere závisí od pH pôdy. Straty sú menšie u pôdy s $pH < 7,0$.
- 79. Na vápenatých pôdach ($pH > 7,5$) sa nemajú používať hnojivá na báze fosforečnanu amónneho alebo síranu amónneho, pokiaľ nie je možné rýchle zapracovanie do pôdy, podpovrchová aplikácia do hlbokšej uzatvorenej štrbiny, okamžité zavlažovanie alebo použitie hnojiva potiahnutého polymérom. Tu je potrebné použiť iné zdroje dusíka, fosforu a síry.

E. Znižovanie emisií amoniaku z minerálnych hnojív na báze amónia

- 80. Niektoré z techník popísaných vyššie pre močovinu, vrátane zapracovania, podpovrchovej aplikácie, okamžitého zavlažovania a použitia hnojív s pomalým uvoľňovaním, sa dajú použiť aj na zníženie emisií amoniaku z hnojív na báze síranu amónneho, fosforečnanu amónneho a dusičnanu amónneho.

F. Znižovanie emisií amoniaku pri používaní dusíkatých minerálnych hnojív

- 81. Okamžitá podpovrchová aplikácia hnojív.

G. Znižovanie emisií oxidu dusného (N_2O) používaním dusíkatých hnojív s inhibítormi nitrifikácie

- 82. Používanie dusíkatých hnojív s obsahom inhibítorov nitrifikácie môže výrazne znížiť únik emisií oxidu dusného do ovzdušia a tak zvýšiť využiteľnosť dusíka pre pestované plodiny.

VII. Zoznam použitých internetových zdrojov

- 1.** [1] https://eps.unizar.es/sites/eps.unizar.es/files/users/ccano/jornadas/estiercol/charla_2.pdf