



Snižování emisí stájových plynů v chovu prasat prostřednictvím výživy a emise CO₂ po aplikaci kejdy do půdy

Weisbauerová Eva

Mühlbachová Gabriela

Kusá Helena

Vavera Radek

Nevrkla Pavel

Procházka David

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i.

Mendelova univerzita v Brně



Národní centrum zemědělského
a potravinářského výzkumu



Metodika je výsledkem řešení Institucionální podpory Ministerstva zemědělství projektu NAZV QK23020085 „Nové směry v produkci selat s důrazem na welfare, ochranu životního prostředí a ekonomiku produkce“.

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., 2025

© Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i., 2025

© Mendelova univerzita v Brně, 2025

ISBN 978-80-7427-453-4

Snižování emisí stájových plynů v chovu prasat prostřednictvím výživy a emise CO₂ po aplikaci kejdy do půdy

Weisbauerová E. (40 %), Mühlbachová G. (40 %), Kusá H. (5 %),
Vavera R. (5 %), Nevrkla P. (5%), Procházka D. (5%)

Schválená metodika pro praxi

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Praha 10 – Uhřetěves

Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i.

Praha 6 – Ruzyně

Mendelova univerzita v Brně

ISBN 978-80-7427-453-4

2025

Snižování emisí stájových plynů v chovu prasat prostřednictvím výživy a emise CO₂ po aplikaci kejdy do půdy

V metodice je vyhodnocen vliv přídatku saponinů do krmné dávky prasat v předvýkrmu na emise vybraných skleníkových plynů (CO₂, CH₄, NH₃) v ovzduší stáje a hnoji prasat. Je stanovena vhodná dávka saponinů pro krmnou směs. Byly zjištěny koncentrace plynů, obsah dusíku včetně amonného dusíku v hnoji a ve vzduchu stáje. Výsledky jsou vyhodnoceny s ohledem na růst živé hmotnosti prasat. V druhé části metodiky je vyhodnocen vliv kejdy prasat na emise CO₂ po zapravení do půdy, kde byla kejda porovnána s emisemi CO₂ po dalších hnojivech jako je močovina nebo digestát. Z hlediska emisí CO₂ bylo hodnoceno i společné zapravení se slámou.

Na základě dosažených výsledků byla zpracována doporučení pro snižování emisí vybraných skleníkových plynů jak v předvýkrmu prasat, tak i pro aplikaci tekutých statkových a kapalných organických hnojiv na půdu. Současně byly výsledky vyhodnoceny z environmentálního i finančního hlediska.

Klíčová slova: skleníkové plyny, doplněk krmiva, prasata, hnůj, půda, kejda, sláma

Reducing greenhouse gas emissions in pig farming through nutrition and CO₂ emissions after applying slurry to the soil

The impact of saponins addition to the feed of pigs (pre-fattening period) on emissions of selected greenhouse gases (CO₂, CH₄, NH₃) in the air and in manure is discussed in the methodology. The appropriate doses of saponins for pig feed were determined. Gas concentrations are measured, as well as nitrogen content, including ammonium nitrogen, in pig manure and in the barn air. The results are evaluated with regard to the increase of pig live weight. In the second part of the methodology, the impact of pig slurry on CO₂ emissions after being incorporated into the soil is evaluated, where the slurry was compared with CO₂ emissions from other fertilizers such as urea or digestate. From the perspective of CO₂ emissions, the combined incorporation with straw was also assessed.

Based on the results achieved, recommendations were developed for reducing emissions of selected greenhouse gases both during the pre-fattening period and for the application of liquid manure and liquid organic fertilizers to the soil. At the same time, the results were evaluated from both an environmental and financial perspective.

Keywords: greenhouse gases, dietary supplement, pigs, manure, soil, slurry, straw

Oponenti:

Doc. Ing. Naděžda Kernerová, Ph.D.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Ing. Ludmila Šilhová

Ministerstvo zemědělství České republiky- Oddělení OZE a environmentálních strategií

Metodika byla schválena Ministerstvem zemědělství České republiky, pod č. osvědčení MZE-3005/2026-13113

OBSAH

I. Cíl metodiky.....	9
II. Vlastní popis metodiky.....	11
II.1. Současný stav problematiky.....	11
II.2. Omezení emisí skleníkových plynů ve stáji prasat.....	14
II.2.1. Pokusná stáj.....	14
II.2.2. Zvířata.....	14
II.2.3. Technologie ustájení, krmení a organizace měření emisí stájových plynů.....	15
II.2.4. Hodnocené parametry.....	18
II.2.5. Výsledky.....	18
II.3. Emise CO ₂ po aplikaci kejdy prasat, digestátu a močoviny na půdu a slámu.....	28
III. Srovnání novosti postupů.....	36
IV. Popis uplatnění metodiky.....	36
V. Ekonomické aspekty a doporučení pro praxi.....	37
VI. Seznam použité literatury.....	39
VII. Publikace, které předcházely vydání metodiky.....	42
VIII. Dedikace.....	43

I. Cíl metodiky

V posledních desetiletích se živočišná výroba přesunula do velkovýrob s intenzivním hospodařením, zvýšenou efektivitou a také velkým množstvím odpadu. Mezi ostatními odvětvími živočišné výroby je chov prasat důležitým odvětvím, které poskytuje cenný zdroj bílkovin pro lidskou spotřebu.

Emise škodlivých plynů jsou dlouhodobým problémem v chovech hospodářských zvířat. V chovech prasat se jedná o amoniak, oxid uhličitý, metan a sirovodík. Tyto plyny jsou uvolňovány zejména z výkalů a moče prasat. Negativní dopad mají nejen na stájové prostředí, ale také na užitkovost a zdravotní stav zvířat a na zdraví personálu pracujícího ve stáji (Hossain et al., 2024). V současné době jsou prosazovány různé metodiky, které přispívají ke zlepšení prostředí stájí, zdraví zvířat a zlepšení užitkovosti. Největší část opatření zaujímají technologická opatření ve stájích, systém odklizení kejdy, skladování kejdy, okyselování kejdy, využívají se pračky vzduchu. Produkce škodlivých plynů zahrnuje enzymatické, mikrobiální a chemické reakce, které přeměňují krmnou směs nebo organické materiály na plyny. Zájem o vývoj vhodných a účinných metod pro snížení emisí plynů v chovech prasat roste. Jedním z takových přístupů je regulace výživy, která zahrnuje manipulaci s krmnou dávkou prasat za účelem snížení produkce plynotvorných sloučenin v tlustém střevě. Toho lze dosáhnout strategiemi, jako je omezení příjmu fermentovatelných sacharidů nebo zvýšení příjmu nestravitelné vlákniny. Celkově je snížení emisí plynů u prasat složitý proces. Jedním z přístupů, který se ukázal jako slibný, je použití doplňkových látek do krmiv. Tyto doplňkové látky mohou zahrnovat použití probiotik, prebiotik, enzymů a léčivých rostlin a rostlinných komponent (Rowland et al., 2018; Park et al., 2018).

V rámci živočišné výroby je nejvýznamnějším znečišťovatelem ovzduší amoniak, který vzniká především rozkladem močoviny v exkrementech zvířat na amoniak a oxid uhličitý. V chovech hospodářských zvířat jeho zvýšená

koncentrace negativně ovlivňuje zdraví zvířat a lidí a také snižuje užitkovost chovaných zvířat.

Vhodně zvolenou krmnou strategií lze snížit produkci skleníkových i stájových plynů v chovu. Je potřeba zajistit vyvážené složení krmné dávky dle dané kategorie zvířat. Krmivo by mělo obsahovat optimální množství živin, které je využitelné pro zvíře. Mezi krmné zásahy lze zařadit například snížení obsahu bílkovin v krmné dávce, zařazení využitelných forem dusíku, využití látek snižujících emise přímo do krmné dávky prasat, například na bázi aminokyselin nebo rostlinných aktivních látek. Účinek těchto doplňků je většinou spojený se zvýšením stravitelnosti živin, zvýšením užitkovosti, zlepšení konverze živin či zvýšením odolnosti vůči stresu (Oh et al., 2021; Davani-Devari et al., 2019; Rowland et al., 2018; Yan et al., 2012).

Doplňování saponinů do krmiva pro prasata, zejména saponinu *Quillaja* (QS), může pomoci snížit emise škodlivých plynů, jako je amoniak a sirovodík, a to tím, že se potenciálně váže přímo na tyto plyny a inhibuje ureázové enzymy produkované škodlivými bakteriemi ve střevech. I když dopad na emise oxidu uhličitého a metanu může být méně přímý, některé studie ukazují tendenci ke snižování, pravděpodobně v důsledku lepšího příjmu krmiva a růstu, což vede k menším emisím CO₂ na jednotku přírůstku tělesné hmotnosti (Biswas a Kim, 2024; Dang et al., 2020).

S živočišnou produkcí je úzce spjata produkce rostlinná, jedna bez druhé nemůže plnohodnotně existovat. I zde je aktuální problematikou produkce skleníkových plynů. Cílem této části bylo posoudit rizika a přínosy aplikace kejdy prasat, digestátu a močoviny na emise CO₂ z půdy. Pro tento účel byla ve tříletém pokusu v Praze – Ruzyni aplikována statková a minerální hnojiva buď pouze na půdu, nebo byla zapravována současně se slámou. Sláma byla zapravena po sklizni do hloubky 10 cm v množství odpovídajícím 6 t/ha. Dusíkatá hnojiva (močovina, kejda prasat, digestát) byla aplikována v dávce 60 kg N/ha. Měření emisí CO₂ probíhalo v letech 2023–2025 od aplikace hnojiv v srpnu po dobu

nejméně dvou měsíců. Výsledky ukázaly na větší emise CO₂ po aplikaci kejdy prasat v porovnání s ostatními hnojivy. V porovnání s kejdou prasat byly emise CO₂ po digestátu nižší a často srovnatelné s aplikací močoviny. Na druhou stranu kejda prasat obohacuje půdu o labilnější organické látky a o mikroorganismy působící příznivě na kvalitu půdy. Aplikaci minerálních dusíkatých hnojiv a jejich dávky na slámu je třeba zvážit, protože podobné účinky může mít i rozklad slámy na povrchu půdy, kde byly zjištěny i nižší emise CO₂.

II. Vlastní popis metodiky

II.1. Současný stav problematiky

Saponiny z *Quillaja saponaria* při využití v krmné směsi prasat vykazují řadu účinků. U odstavených selat krmených 125 mg/kg saponinů z *Quillaja* byly pozorovány pozitivní účinky na spotřebu krmiva a konverzi krmiva (Vaclavkova a Beckova, 2008). Ilsley et al. (2003) uvádějí, že při použití dávky 250 mg/kg saponinu z *Quillaja* zvýšilo stravitelnost sušiny a hrubého proteinu u prasnic. Bartoš et al. (2016) prokázali, že prasata ve výkrmu krmená dietou doplněnou 100 nebo 150 mg/kg fytogenní krmné přísady obsahující saponin *Quillaja* a další látky, vykazovala významně zlepšený průměrný denní přírůstek a spotřebu krmiva, avšak konverze krmiva zůstala nezměněna. Podle Wanga et al. (2017) mohou triterpenoidní saponiny při vysokých dávkách inhibovat růst, což potvrzuje práce Ilsley et al. (2005), kdy zařazení 750 mg/kg saponinu z *Quillaja* neovlivnila růst prasat a dávka 1300 mg/kg dokonce negativně ovlivnila jejich růst. Z dostupných studií vyplývá, že adekvátní dávka *Quillaja* saponinů podporující růst je pravděpodobně mezi 125 a 450 mg/kg. V našich experimentech nebylo hlavním cílem sledovat výše uvedené parametry. Lze však konstatovat, že konverze krmiva a stravitelnost živin byla na vyšší úrovni po zařazení přípravku s obsahem saponinů z *Quillaja saponaria*. Studie provedené autory Dang a Kim (2020; 2021) prokázaly, že zařazení saponinů z *Quillaja*

saponaria do krmné dávky rostoucích (200 mg/kg) a výkrmových prasat (400 mg/kg) snížilo emise NH₃ ve výkalech, což přispělo ke zlepšení prostředí ve stájích. Rovněž Muniyappan et al. (2022) zjistili, že prasata krmená krmivem obsahujícím kombinaci *Quillaja* saponinů a fruktooligosacharidů vykazovala snížené emise NH₃ a CO₂ ve výkalech ve srovnání s prasaty krmenými kontrolní krmnou dávkou. Také Biswas a Kim (2024) provedli experiment s použitím saponinů v krmné dávce prasat. Prasata s počáteční hmotností 29,17 ± 0,23 kg rozdělili na dvě skupiny – kontrolní a experimentální, kdy experimentální skupině bylo do krmné směsi přidáno 0,01 % saponinů. Po 42 dnech zkrmování této směsi byla pozorována nižší koncentrace NH₃, H₂S, CH₄ a CO₂ ve výkalech prasat krmených upravenou krmnou směsí v porovnání s kontrolní skupinou prasat.

Statková a organická hnojiva v zemědělství představují významný zdroj živin pro pěstované plodiny. Mezi nimi významný podíl tvoří kejda a digestáty ze zemědělské výroby. Tato hnojiva na druhou stranu představují možný zdroj rizika pro životní prostředí ať již možnými emisemi skleníkových plynů nebo proplavením dusíku do hlubších vrstev půdy a do podzemních vod.

Kejda prasat představuje hodnotný zdroj živin a organických látek, mikroorganismů a dalších stimulujících látek (heteroauxiny), které mohou příznivě ovlivňovat půdní úrodnost. Současně při sušině okolo 5 – 7 % obsahuje okolo 0,5 – 0,6 % dusíku v čerstvé hmotě. Jako hodnotné organominerální hnojivo spojuje vlastnosti hnoje a minerálních hnojiv. Kejda prasat představuje proto hodnotný zdroj živin, mezi nimi dusík, který může zčásti nahradit minerální hnojiva, ale také je vhodný k použití k aplikaci na slámu, kde pomáhá upravit příliš široký poměr C:N (Richter et al., 2002). Poměr C:N u kejdy prasat se pohybuje okolo 4-5:1, v půdě pak urychluje rychlost přeměn organických látek (Richter et al., 2002) včetně slámy zůstávající na poli.

Digestáty a fugáty z bioplynových stanic provozovaných v zemědělských podnicích představují vzhledem k jejich dobré zásobě živin potenciálně vhodné

hnojivo, pokud se dbá na dostatečné dodávání organické hmoty do půdy (Duffková et al., 2016). Vzhledem ke stabilizovanému uhlíku obsaženému v digestátech se zvyšuje riziko, že při využití dusíku (N) obsaženého v digestátu půdními mikroorganismy bude využíván uhlík z lehce hydrolyzovatelných organických látek nacházejících se v půdě (Tambone et al., 2013). Aplikace digestátu tedy může vést ke snižování obsahu půdní organické hmoty čerpáním lehce dostupného C z půdy (Insam et al., 2015). Podobně jako u kejdy prasat, C:N u digestátů se pohybuje okolo 4-5:1. V obojím případě je vhodné je použít na posklizňové zbytky ponechávané na poli, kde mohou podpořit jejich rozklad v podzimním období a zachovat, případně podpořit nárůst organické hmoty v půdě. Aplikace dusíkatých hnojiv na půdu představuje jednu z možností, jak nakládat s posklizňovými zbytky včetně slámy obilnin, které po sklizni zůstávají na poli. V současné době se totiž do půd dostává méně organických látek pocházejících ze živočišné výroby s dostatečně širokým poměrem C:N, který je potřebný pro zachování, případně i navýšení obsahu organické hmoty v půdě. Na druhou stranu sláma obilnin má velmi široký poměr uhlíku k dusíku (až 100:1). Zapravená sláma se proto nemusí dostatečně rozložit a naopak může využít i dusík obsažený v půdě, který později nemusí být dostupný pro rostliny. Proto jsou pro podporu rozkladu slámy používána dusíkatá hnojiva s dostatečným obsahem amonného dusíku, která poměr C:N přibližují na úroveň vhodnější pro půdní mikrobiální aktivity (Mühlbachová et al., 2024).

Pro zacházení s kejdou a digestátem jsou legislativně upravena pravidla pro jejich používání. Podle zákona o hnojivech (zákon č. 156/1998 Sb.) kejda prasat představuje statkové hnojivo, které vzniklo jako vedlejší produkt při chovu prasat. Protože se kejda společně s digestátem řadí mezi hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem (mají úzký poměr C:N), vztahuje se na ně omezení na letní a podzimní hnojení od 15.6. daného roku. Pokud jsou hnojiva aplikována na slámu, jsou přípustné dávky 40–60 kg N/ha v minerálních hnojivech nebo 80–120 celkového N/ha v kejdě nebo digestátu, kde současně záleží na aplikačním pásmu (IIIb, IIIa,

II, I) (Wollnerová et al., 2024). Dle platné legislativy musí být tekutá statková a kapalná organická hnojiva zapravena do půdy nejpozději do 24 hodin (v případě hnojiv pocházejících ze zařízení podle zákona o integrované prevenci nejpozději do 12 hodin), pokud na pozemku s ornou půdou není porost. V případě porostu se počítá s alespoň částečným zachycením amoniaku nadzemní hmotou rostlin, což sníží výsledné emise z hnojené plochy (Brant et al., 2020).

Role kejdy prasat tedy spočívá v jejím využití jako hnojivo pro rostliny s rychle uvolnitelným N, v letním období může být při splnění legislativních požadavků využita také pro podporu rozkladu slámy. Z hlediska emisí CO₂ byla zatím kejde prasat věnována relativně malá pozornost, cílem je proto vyhodnocení emisí CO₂ po aplikaci kejdy prasat, které byly proto porovnány s dalšími hnojivy aplikovanými na půdu a na slámu.

II.2. Omezení emisí skleníkových plynů ve stáji prasat

II.2.1. Pokusná stáj

Experiment probíhal v experimentální stáji Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze, v.v.i., pracoviště Kostelec nad Orlicí schválené Ministerstvem zemědělství České republiky (protokol č. 4124/2021-MZE-18134/1). Chovatelské zařízení je v souladu se směrnicí EU (eurlex.europa.eu). Experiment probíhal v červenci a srpnu 2024 a červenci 2025.

II.2.2. Zvířata

Do sledování bylo zařazeno v roce 2024 (experiment A) celkem 15 prasat plemene přeštické černostrakaté o průměrné hmotnosti $22,55 \pm 3,86$ kg, v roce 2025 (experiment B) bylo sledování realizováno na 10 prasatech o průměrné hmotnosti při zahájení pokusu $16,89 \pm 2,51$ kg. Experiment byl ukončen při průměrné živé hmotnosti $43,60 \pm 6,79$ kg (A) a $32,65 \pm 4,28$ kg (B).

II.2.3. Technologie ustájení, krmení a organizace měření emisí stájových plynů

Prasata byla ustájena ve skupinovém kotci o celkové ploše 9 m². Podlaha byla betonová, plná, bez roštů, ustájení na podestýlce, která byla měněna vždy po provedeném měření emisí stájových plynů. Příjem krmiva a vody byl zajištěn adlibitní. Příjem vody byl pomocí niplové napáječky, krmení bylo zakládáno do žlabu ručně, nespotřebované zbytky byly každý den odstraněny a zváženy, aby byla sledována spotřeba krmiva.

V experimentu byla využita komerční krmná směs (tabulka 1), která byla obohacena o přípravek s obsahem saponinů z *Quillaja saponaria* (mýdlokor tupolistý). Saponiny mají významnou schopnost inhibovat účinnost enzymu ureáza, který působí jako katalyzátor při rozkladu dusíkatých látek na amoniak a další složky. Inhibice ureázy inhibuje produkci amoniaku ve střevech nepřežvýkavých zvířat, čímž se významně snižuje produkce stájových plynů. Dávkování přípravku bylo v experimentu A 3 kg/t krmné směsi a v experimentu B 0,5 kg/t krmné směsi. Zamíchání přípravku bylo provedeno na pracovišti v Kostelci nad Orlicí pomocí vertikální šnekové míchačky (kapacita 50 kg krmné směsi).

První fáze experimentu trvala 14 dní a zvířata byla krmena komerční krmnou směsí bez přídatku přípravku obsahujícího *Quillaja saponaria*, poté následovala druhá fáze, kdy byla zvířatům předložena krmná směs obohacená o výše uvedený přípravek.

Tabulka 1. Složení základní krmné směsi

Komponenty	% podíl v KS
Ječmen	41,2
Pšenice	17,5
Pšeničné otruby	3,0
Obilí Selvico	25,0
Rybí moučka	2,6
Sušená drůbeží krev	4,5
Molkolac	1,0
Rybí tuk	0,43
Premix, min. látky, vitamíny, org. kyseliny	4,77
Obsah živin – kalkulace	
Sušina (g)	874,10
N-látky (g)	179,54
Lyzin (g)	12,15
Vláknina (g)	39,63
ME (MJ)	13,47

K měření emisí plynů v ovzduší pokusné stáje byl využit monitor plynů LumaSense INNOVA 1412i (obrázek 1). Pro měření byl nastaven interval měření 30 min. Pro měření emisí v hnoji byl využit automatický analyzátor CO₂ a CH₄ a H₂O LI-7810 firmy LI-COR (USA) s Multiplexerem LI-8250 a měřicími komorami LI-8200-104 (obrázek 2 a 3). Emise NH₃ byly stanoveny jako N-NH₄ po sorpci NH₃ v 3% kyselině borité a následném kolorimetrickém stanovení přístrojem SANplus SKALAR. Měření probíhalo 1 - 2x týdně. Při měření byly odebírány vzorky výkalů pro stanovení stravitelnosti živin. Během obou experimentů byla kontinuálně měřena teplota a relativní vlhkost ovzduší pokusné stáje přístrojem Datalogger Comet S3120.

Obrázek 1. Monitor plynů LumaSense INNOVA 1412i



Obrázek 2. Automatický analyzátor CO₂, CH₄ a H₂O LI- 7810 firmy LI-COR s Multiplexerem LI-8250



Obrázek 3. Měřicí komory LI-8200-104



II.2.4. Hodnocené parametry

V rámci obou experimentů byly sledovány následující ukazatele:

- živá hmotnost pokusných prasat při zahájení experimentu (kg),
- živá hmotnost pokusných prasat při přechodu na experimentální krmnou směs (kg),
- živá hmotnost pokusných prasat při ukončení experimentu (kg),
- průměrný denní přírůstek hmotnosti v první a druhé fázi experimentu (g/den),
- spotřeba krmiva (kg) celkem za skupinu prasat a na ks/den
- konverze krmiva (kg/kg),
- stravitelnost živin indikátorovou metodou (přirozený indikátor - popel nerozpustný ve 4M kyselině chlorovodíkové), pro výpočet byl použit následující vzorec:

$$\text{Koeficient bilanční stravitelnosti} = 100 - \frac{i_{krm} \times \bar{z}_{výk}}{i_{výk} \times \bar{z}_{krm}} \times 100$$

- emise CO₂, H₄, NH₃ v hnoji a v ovzduší pokusné stáje
- produkce stájových plynů na kg živé hmotnosti prasat

II.2.5. Výsledky

Výsledky obou experimentů jsou uvedeny v následujících tabulkách. Tabulka 2 ilustruje zjištěné parametry růstu pokusných prasat. Stravitelnost živin (v %) je uvedena v tabulce 3.

Tabulka 2. Růstové parametry prasat v experimentu A a B

Ukazatel	Experiment A (rok 2024)	Experiment B (rok 2025)
Průměrná živá hmotnost při zahájení pokusu (kg)	22,55 ± 3,86	16,89 ± 2,51
Průměrná živá hmotnost při přechodu na experimentální krmnou směs (kg)	31,74 ± 5,41	22,94 ± 3,24
Průměrná živá hmotnost při ukončení pokusu (kg)	43,60 ± 6,79	32,65 ± 4,28
Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti – fáze 1	613,02 ± 161,89	431,79 ± 66,39
Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti – fáze 2	697,37 ± 197,26	647,67 ± 76,64
Konverze krmiva – fáze 1	2,18	1,94
Konverze krmiva – fáze 2	2,36	1,85

Fáze 1: Od zahájení experimentu do změny krmné dávky (prvních 14 dní).

Fáze 2: Od změny krmné dávky do ukončení experimentu (následujících 14 dní).

Tabulka 3. Stravitelnost tuku a N-látek (%) stanovená indikátorovou metodou

	Experiment A (rok 2024)		Experiment B (rok 2025)	
	Fáze 1	Fáze 2	Fáze 1	Fáze 2
Tuk	81,06	88,13	78,19	91,36
N-látky	78,99	89,65	76,04	90,50

Fáze 1: Od zahájení experimentu do změny krmné dávky (prvních 14 dní).

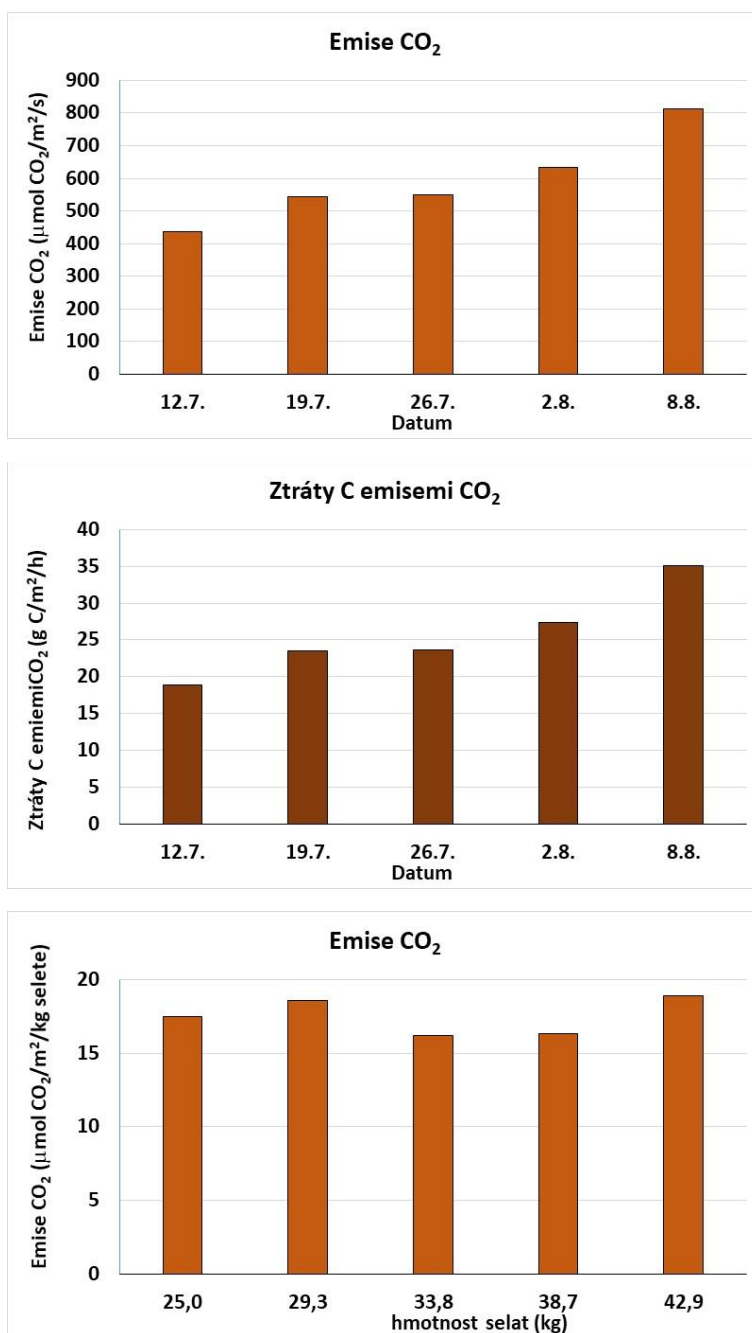
Fáze 2: Od změny krmné dávky do ukončení experimentu (následujících 14 dní).

Výsledky experimentu v roce 2024

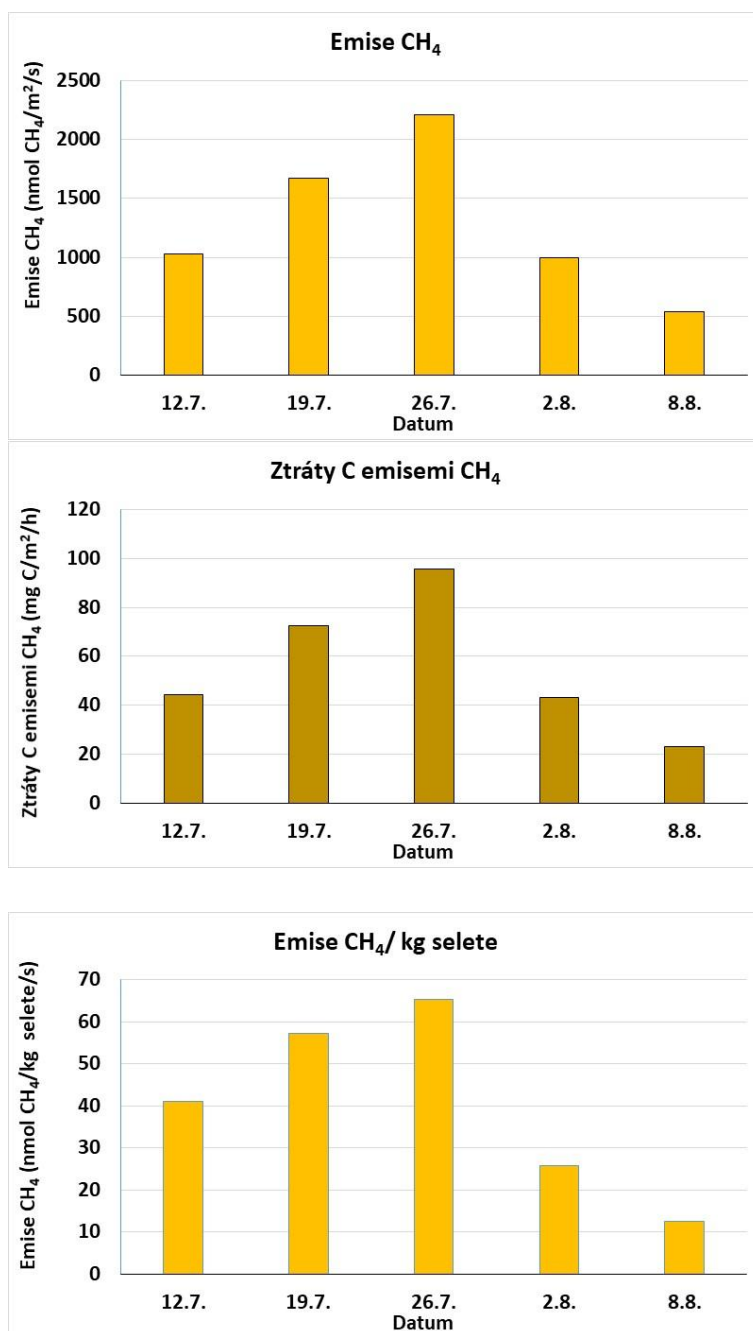
Emise plynů stanovené v hnoji je znázorněna v grafech 1-3. Následující grafy (4 a 5) ilustrují emise plynů ve stájovém ovzduší. Emise CO₂ v hnoji stoupaly postupně s růstem prasat až do konce pokusu, kdy dosáhly hodnoty 811 μmol CO₂, tedy cca 35 g C/m²/h. Při přepočtu na kg živé hmotnosti prasat se

ukázalo, že v průměru nebyl pozorován podstatný nárůst emisí CO₂ po celou dobu trvání pokusu. Emise CH₄ stoupaly od počátku pokusu do třetího měření. Prasata tři dny před třetím měřením začala dostávat inovovanou krmnou směs se saponiny. Lze předpokládat, že v prvních dnech ještě prasata nezareagovala na tuto změnu a jejich střevní trakt byl naplněn původní krmnou směsí. Proto se při dalším měření emise CH₄ nadále zvyšovaly. Snížení emisí CH₄ začalo být patrné ve čtvrtém a pátém měření, kdy emise CH₄ klesly nejprve na 45 % a následně na 24 % emisí CH₄ zjištěných ve třetím měření. Pokud jde o emise CH₄ bylo při přepočtu na kg hmotnosti prasat snížení od čtvrtého měření ještě výraznější, a sice 39 % a 19 % emisí CH₄ zjištěných ve třetím měření. Emise NH₃ se, podobně jako CH₄, zvyšovaly do třetího měření, kdy prasata ještě nezareagovala na změnu krmné směsi. V dalších dvou týdnech bylo pozorováno snížení emisí NH₃. Při přepočtu na kg hmotnosti prasat, bylo snížení emisí 58 % a 40 % při čtvrtém a pátém měření.

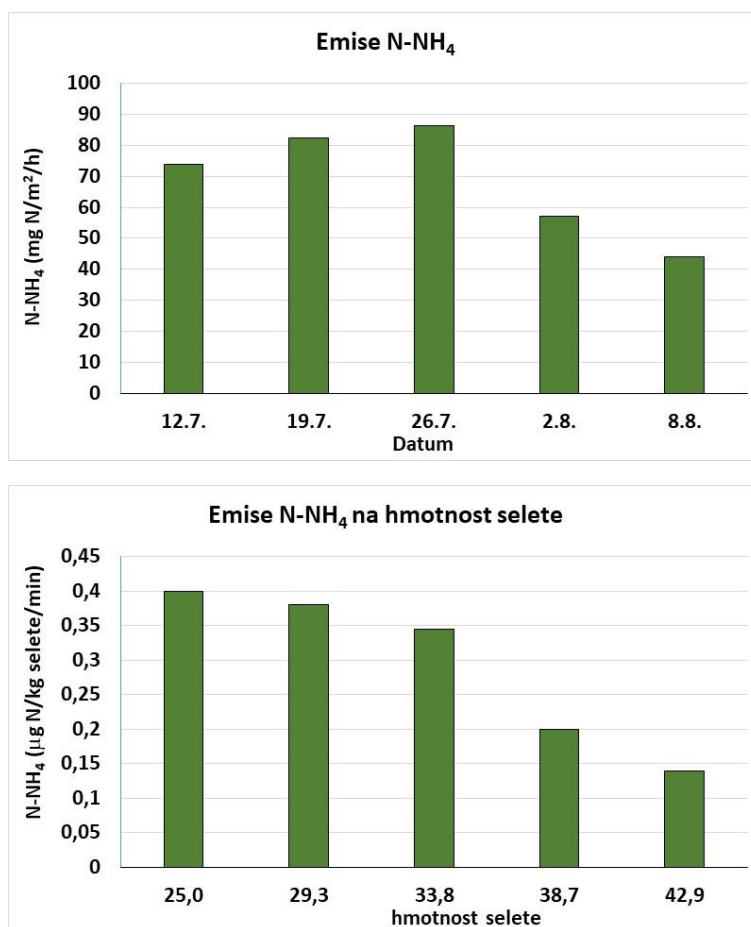
Graf 1. Emise CO₂ v hnoji prasat a ztráty C emisemi oxidu uhličitého (experiment A - rok 2024)



Graf 2. Emise CH₄ v hnoji prasat a ztráty C emisemi metanu (experiment A - rok 2024)

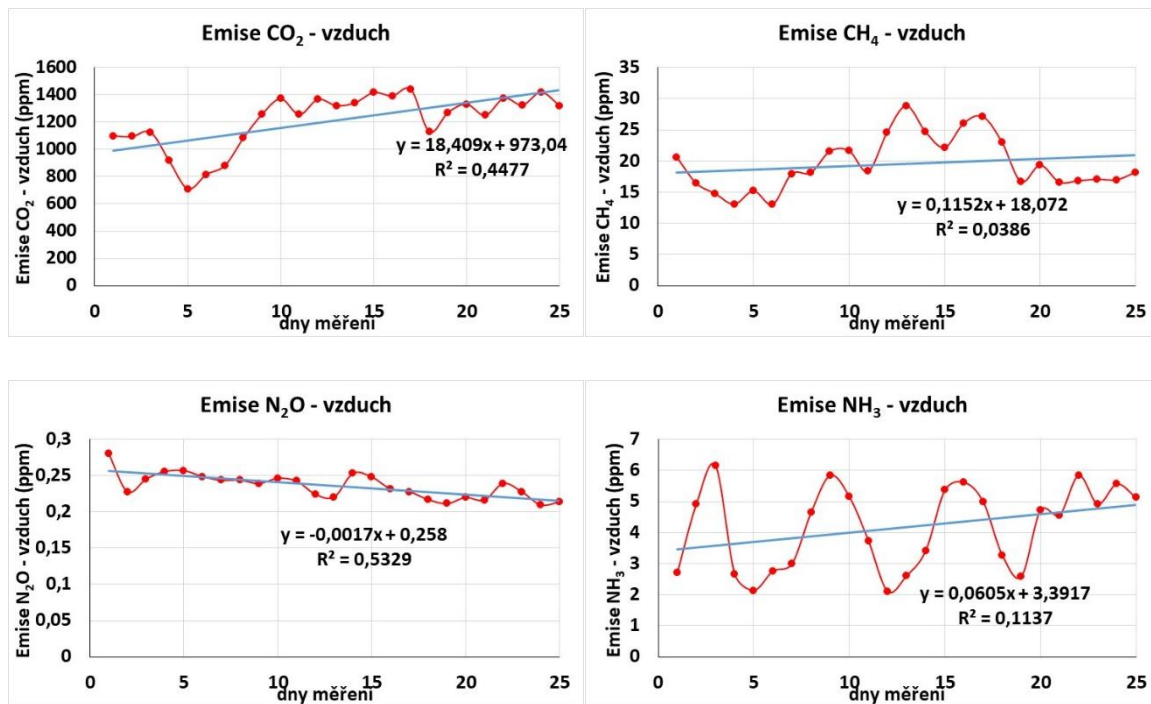


Graf 3. Emise NH_3 z hnoje prasat (experiment A - rok 2024)

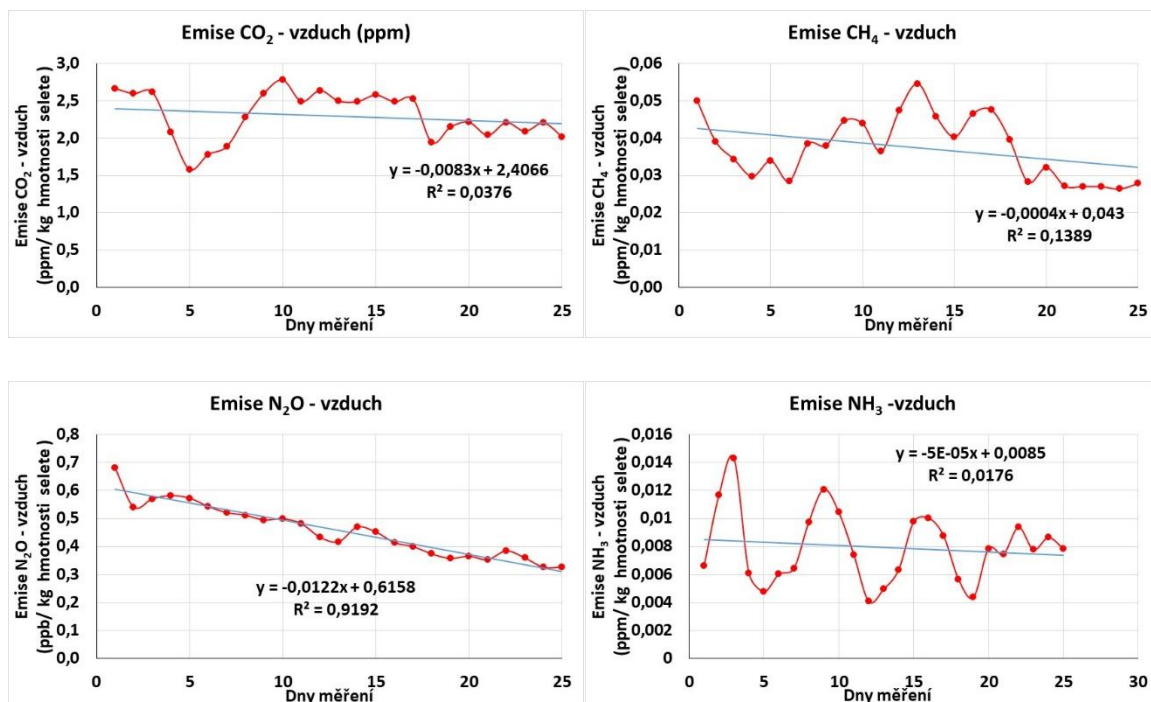


Výsledky měření emisí plynů v ovzduší stáje ukázaly na nárůst celkového obsahu CO_2 ve vzduchu stáje, což je v souladu s emisemi CO_2 zjištěnými v hnoji (grafy 4 a 5). U emisí CH_4 je patrný nárůst obsahu CH_4 ve vzduchu po dobu prvních měření, v posledních dvou týdnech bylo zaznamenáno snížení emisí CH_4 . Bylo sledováno i postupné snižování emisí N_2O po celou dobu měření. V případě emisí NH_3 bylo pozorováno kolísání v týdenních intervalech. Celkově byl zaznamenán mírný trend nárůstu emisí NH_3 . Při přepočtu na hmotnost prasat se předmětné parametry jevily odlišně. Emise všech sledovaných plynů včetně NH_3 se v průměru snižovaly. V případě CO_2 a CH_4 lze významnější pokles emisí CO_2 pozorovat od třetího týdne měření.

Graf 4. Emise plynů měřené ve stájovém ovzduší (experiment A - rok 2024)



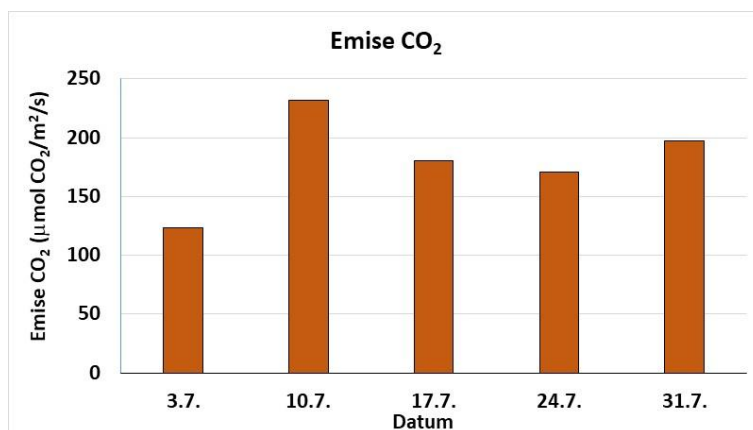
Graf 5. Emise plynů ve stájovém ovzduší přepočtené na živou hmotnost prasat (experiment A – rok 2024)



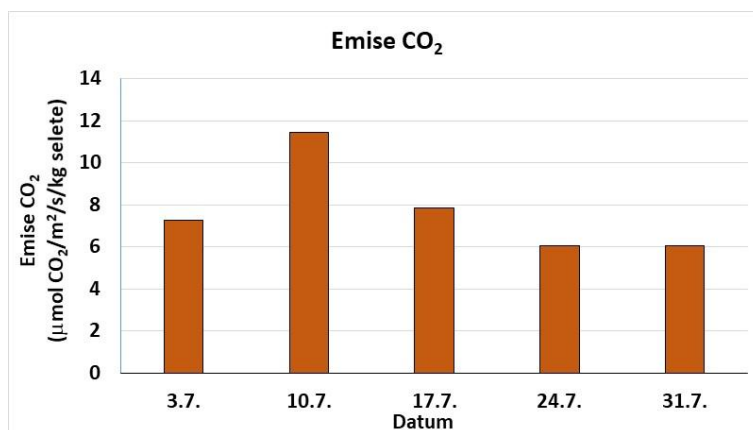
Výsledky experimentu v roce 2025

Emise CO₂ stanovené v hnoji a následně po přepočtu na kg živé hmotnosti prasat je znázorněna v grafech č. 6 a 7. Celkové emise CO₂ se zvyšovaly v prvním a druhém týdnu měření až na úroveň 231,49 μmol/m²/s, následně došlo k poklesu a hladina CO₂ byla téměř konstantní. Po přepočtu na kg živé hmotnosti prasete je evidentní pokles emisí CO₂ (graf 7). Obsah dusíku v hnoji je ilustrován v grafu 8.

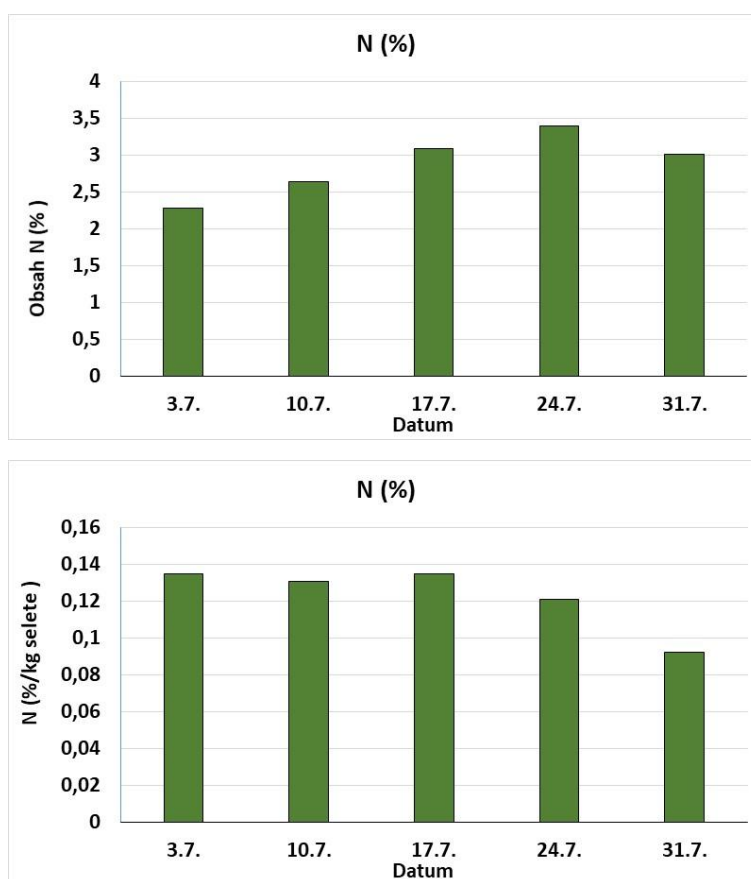
Graf 6. Emise CO₂ v hnoji prasat (experiment B – rok 2025)



Graf 7. Emise CO₂ v hnoji přepočtené na živou hmotnost prasat (experiment B – rok 2025)

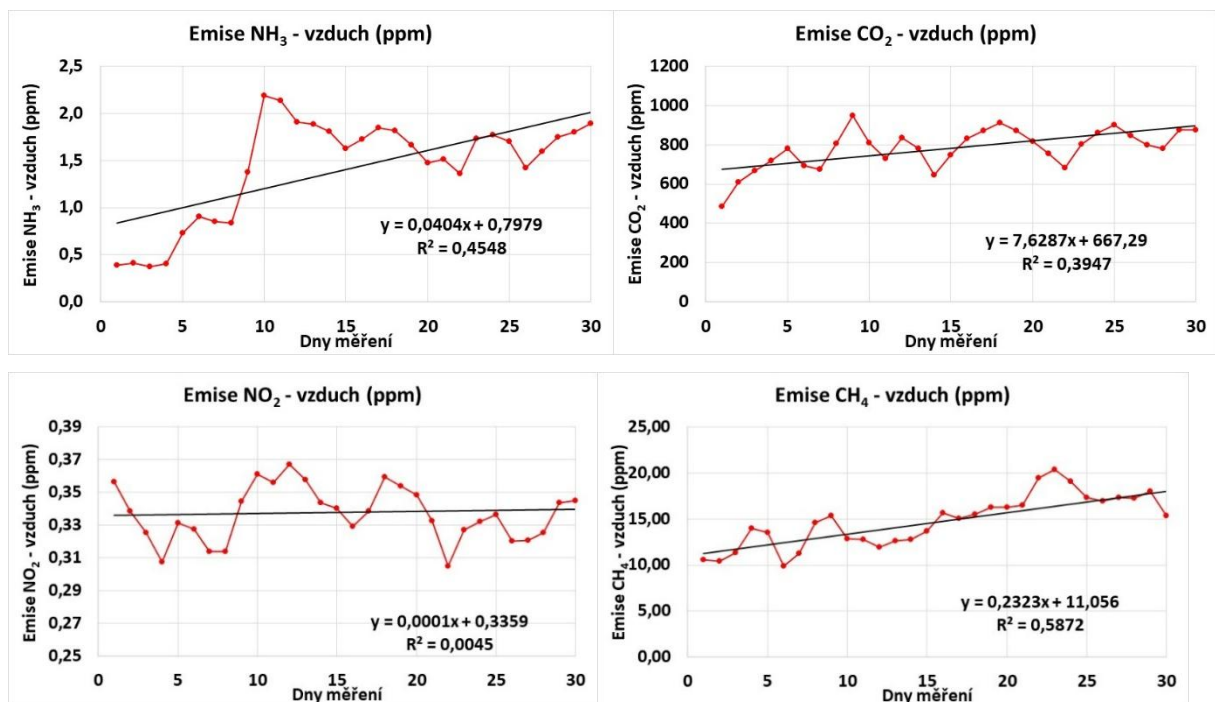


Graf 8. Obsah dusíku v hnoji (celkový a po přepočtu na kg živé hmotnosti prasat)

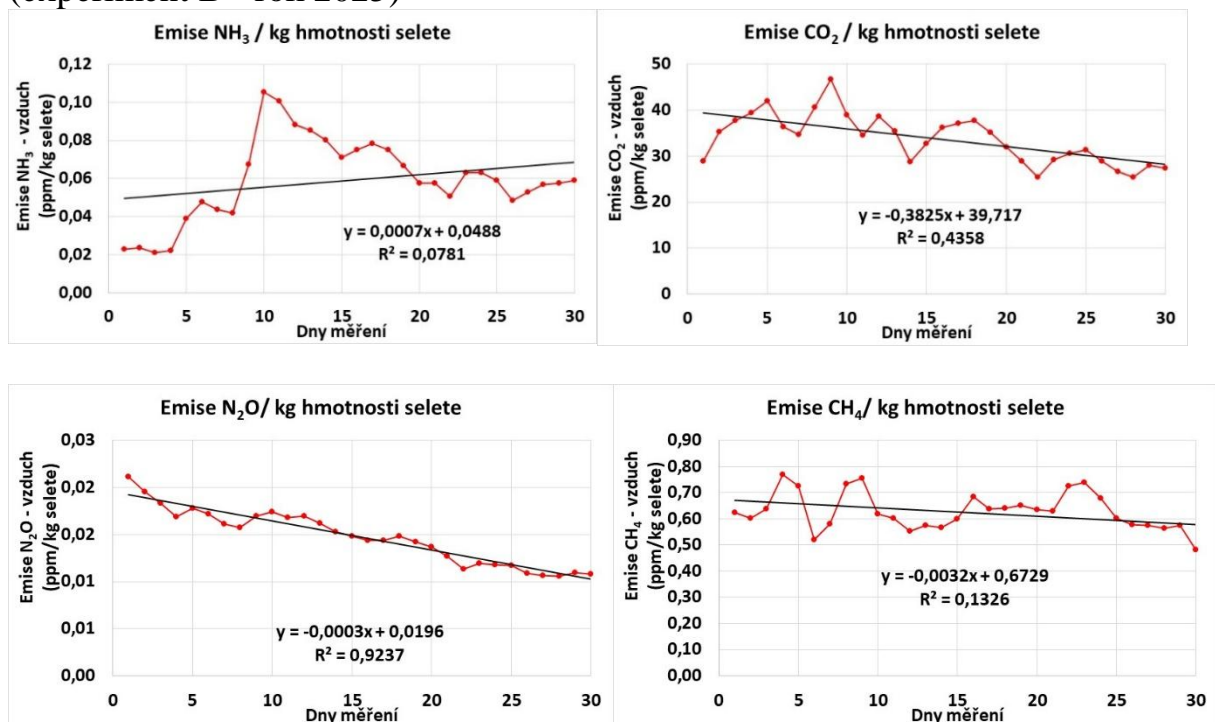


Emise plynů v ovzduší pokusné stáje jsou ilustrovány v následujících grafech 9 a 10. Emise NH_3 vzrostly ve druhém týdnu měření, následně mírně poklesly a udržovaly se na konstantní hladině. Celkové emise CO_2 mírně vzrůstaly po celou dobu měření. Hladina N_2O kolísala během celého experimentu, kdy nejvyšší byla ve druhém a posledním týdnu měření. Emise CH_4 vzrůstaly až do předposledního týdne a následně se projevil pokles emisí v posledním týdnu měření. Po přepočtu emisí plynů na kg živé hmotnosti byl zjištěn jejich pokles po přidavku saponinů do krmné dávky prasat. Emise NH_3 od druhého týdne rovnoměrně klesaly od 0,105 ppm na úroveň 0,058 ppm. Rovněž u CO_2 byl zjištěn mírný pokles jeho hladiny v ovzduší od druhého týdne experimentu. Hladina N_2O přepočtená na kg živé hmotnosti pokusných prasat klesala od prvního týdne měření (0,018 ppm) až do ukončení experimentu (0,011 ppm). Emise CH_4 výrazně poklesly až v posledním týdnu pokusu, v předchozích týdnech byla jejich hladina na konstantní úrovni.

Graf 9. Emise plynů měřené ve stáji (experiment B - rok 2025)



Graf 10. Emise plynů měřené ve stáji – přepočteno na kg živé hmotnosti prasat (experiment B - rok 2025)



II. 3. Emise CO₂ po aplikaci kejdy prasat, digestátu a močoviny na půdu a slámu

Emise CO₂ z půdy závisí na různých faktorech jako je průběh počasí v daném roce, způsob zpracování půdy, zapravení posklizňových zbytků, její teplota a vlhkost a vzájemné interakci mezi těmito faktory. Významný vliv na emise CO₂ má i aplikace různých dusíkatých hnojiv a zapravení posklizňových zbytků včetně slámy. Polní pokus byl proveden v Praze-Ruzyni v letech 2023–2025. V polních podmínkách byl sledován vliv aplikace dusíkatých hnojiv na půdu a po zapravení slámy pšenice ozimé společně s různými dusíkatými hnojivy na emise CO₂. Sláma pšenice ozimé (odrůda SU Tarroca) byla v množství odpovídajícím 6 t/ha zapravena do hloubky 10 cm spolu s hnojivy ve dnech 17. 8. 2023, 7. 8. 2024 a 18. 8. 2025. Hnojiva aplikovaná v dávce 60 kg N/ha byla následující: močovina, kejda prasat, digestát. Pro porovnání byly stejné dávky hnojiv aplikovány také na půdy bez slámy. Hnojiva byla buď bez slámy nebo se slámou zapravena bezprostředně po aplikaci na půdu. Jako kontroly sloužily půdy bez aplikovaných hnojiv jak se zapravenou slámou, tak bez ní. Další pokusnou variantou byl mulč slámy ponechaný na povrchu půdy. Emise CO₂ byly měřeny od založení pokusů v několikadenních intervalech automatickým analyzátozem firmy LI-COR (USA), typ LI-7810. Teploty a srážky byly měřeny meteorologickou stanicí CARC, Praha – Ruzyně.

Průběh počasí

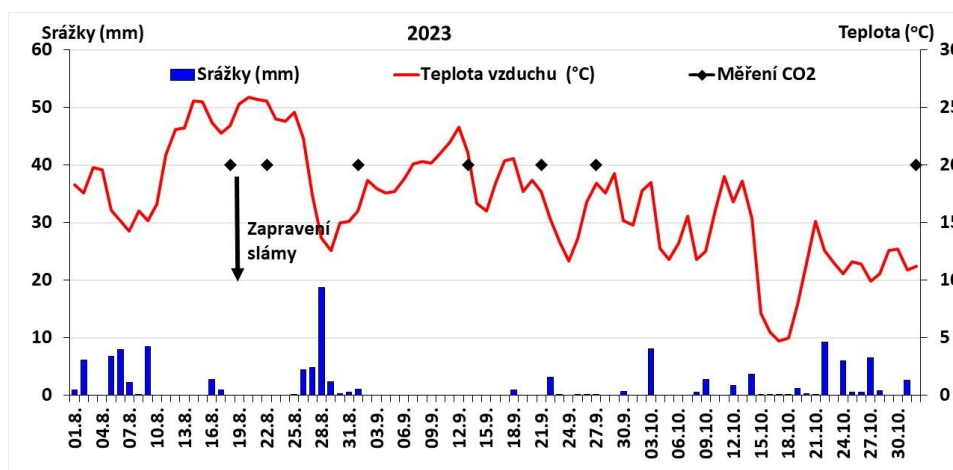
Průběh počasí se během tří let pokusů lišil (graf 11a-c). V letech 2023 a 2025 se sklizeň obilnin opozdila z důvodu nestálého počasí v červenci a na počátku srpna. Z tohoto důvodu následné zpracování půdy, hnojení dusíkatými hnojivy a na odpovídajících variantách i zapravení slámy proběhlo 17.8. 2023 a 18.8. 2025. Zatímco v srpnu 2023 následovalo sušší období, kdy pouze ke konci srpna byly zaznamenány vyšší srážky, rok 2025 byl bohatý na srážky jak na konci srpna, tak

i v průběhu září. V roce 2024 byl pokus založen 6.8. 2024, kdy následně po zapravení slámy a hnojiv spadly 4 mm srážek, v dalším průběhu srpna 2024 spadlo celkem 64 mm srážek. V polovině září spadlo celkem 114 mm. Další srážky již byly nízké, celkem do poloviny října dosáhly 29 mm.

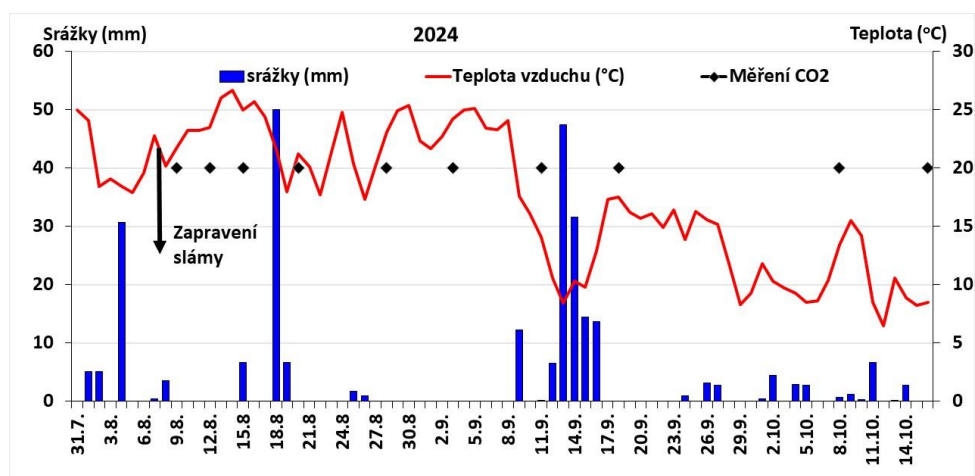
Celkově lze konstatovat, že zatímco povětrnostní podmínky v srpnu až říjnu 2023 nebyly pro aplikaci dusíkatých hnojiv v letním období příliš příznivé, protože menší množství srážek nepůsobilo dostatečně na využití hnojiv.

Graf 11a-c. Průběh teplot a srážek v letech 2023–2025

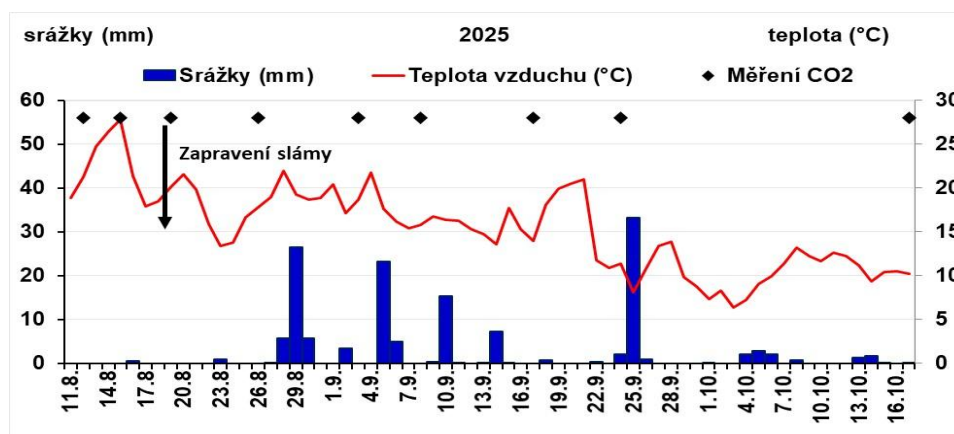
a)



b)



c)



Emise CO₂ a ztráty uhlíku po aplikaci kejdy prasat, digestátu a močoviny na půdu a slámu

První měření CO₂ v letech 2023–2025 proběhla ve dnech následujících po zapravení slámy (graf 12a-c). Výsledky měření ukázaly na vyšší emise CO₂ po zapravení slámy v porovnání s emisemi CO₂ v půdách, kde byla pouze aplikována hnojiva. Jak u půdy bez zapravené slámy, tak především u půdy se slámou byly nejvyšší emise CO₂ zaznamenány po aplikaci kejdy prasat. U půdy se zapravenou slámou byly emise CO₂ po aplikaci dusíkatých hnojiv přibližně dvojnásobné v porovnání s digestátem a močovinou a s kejdou aplikovanými na půdu bez slámy. Následující měření ukázalo, že se rozdíly v emisích CO₂ po jednotlivých aplikovaných hnojivech snížily, ale po kejdě prasat zůstaly v průměru nejvyšší.

Nižší emise CO₂ po aplikaci digestátu ve srovnání se surovinami (využitými jako hnojiva) před digescí v bioplynových stanicích jsou nejpravděpodobněji způsobeny nepřítomností labilních frakcí organických látek po anaerobní digesci (Brant et al., 2020). V pokusu byly ve všech letech sledovány i emise CO₂ ve variantě s mulčem slámy na povrchu půdy, které zůstávaly v průběhu pokusu nejnižší ze všech sledovaných variant. Emise CO₂ ovlivnil také průběh počasí, kdy po srážkách byly zpravidla naměřeny nižší

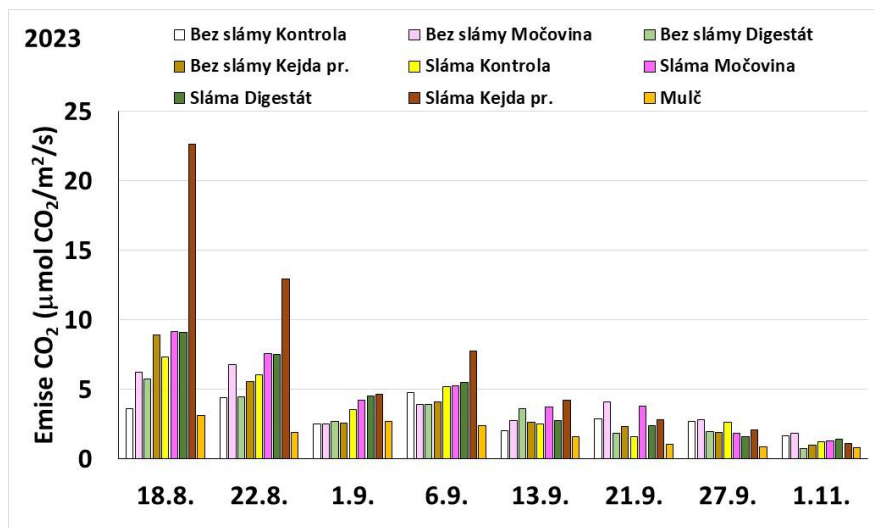
hodnoty z důvodu nižších teplot i větší vlhkosti půdy, což potvrdily i výsledky u různého zpracování půd (Mühlbachová et al., 2019, 2022, 2023a, b).

Ztráty uhlíku v prvních dnech po zapravení slámy mohou u kejdy prasat v závislosti na povětrnostních podmínkách dosahovat 4-10 kg C/ha/hod. (graf 13a-c). U močoviny a digestátu se v roce 2023 hodinové ztráty C pohybovaly do 4 kg C/ha/hod., v roce 2024 přesáhly 8 kg C/ha/hod a v roce 2025 dosáhly nejvíce okolo 4 kg C/ha/hod. V chladnějším období se ztráty C úměrně snížily. V teplém letním počasí je ale nutné počítat s denními ztrátami uhlíku v řádu několika desítek kg C/ha.

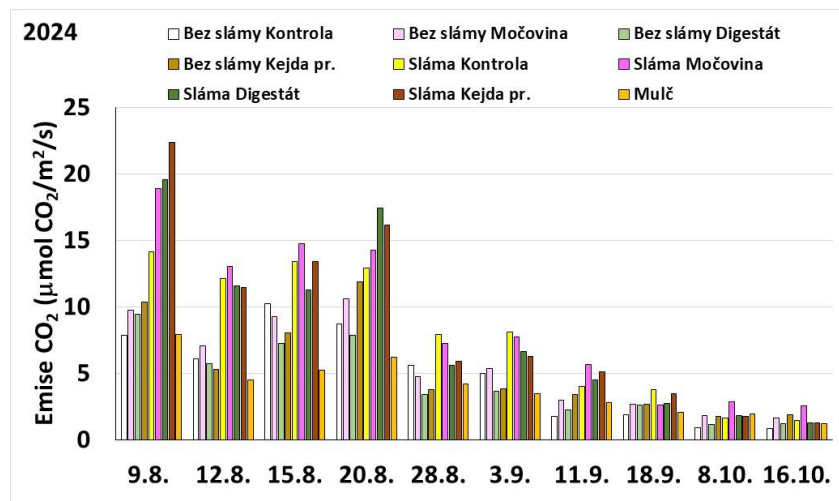
Digestát pocházející z bioplynových stanic je produkt po anaerobní digestaci, který obsahuje okolo 40–50 kg dusíku v 10 tunách digestátu. Vzhledem k uhlíku, který je po digestaci do značné míry stabilizovaný, se ale zvyšuje riziko, že při využití dusíku (N) obsaženého v digestátu půdními mikroorganismy bude využíván uhlík z lehce hydrolyzovatelných organických látek nacházejících se v půdě (Tambone et al. 2013, Duffková et al. 2016, Mühlbachová et al., 2016). Oproti digestátu, kejda prasat žádným podobným procesem neprošla, obsahuje tedy i více labilních organických látek, které pravděpodobně vedly k vyšším emisím CO₂ z půdy a nejvyšším po společném zapravení se slámou. Navíc digestát i kejda prasat lépe slámu oproti močovině provlhčily, čímž se zlepšily podmínky pro rozklad slámy a logicky i pro emise CO₂. Lze předpokládat, že nárůst emisí CO₂ po kejdě prasat pocházel jak z rozkladu zapravené slámy, tak podobně jako u digestátu, částečně i z lehce hydrolyzovatelných organických látek v půdě. Větší nárůst emisí CO₂ oproti digestátu pravděpodobně částečně pocházel i z většího podílu labilních organických látek v kejdě prasat.

Graf 12a-c. Emise CO₂ po zapravení hnojiv do půdy v letech v letech 2023–2025

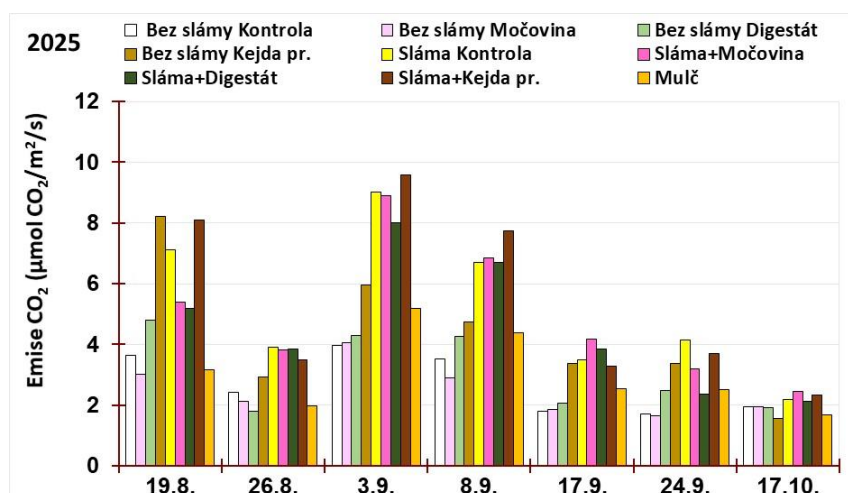
a)



b)

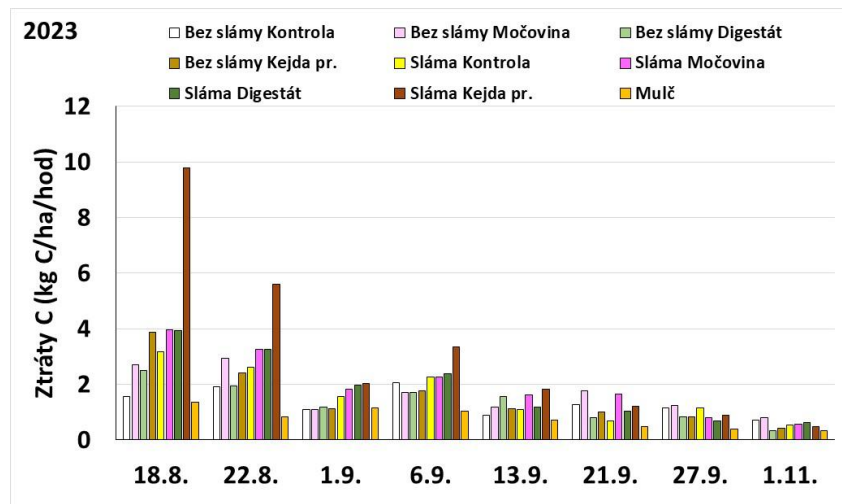


c)

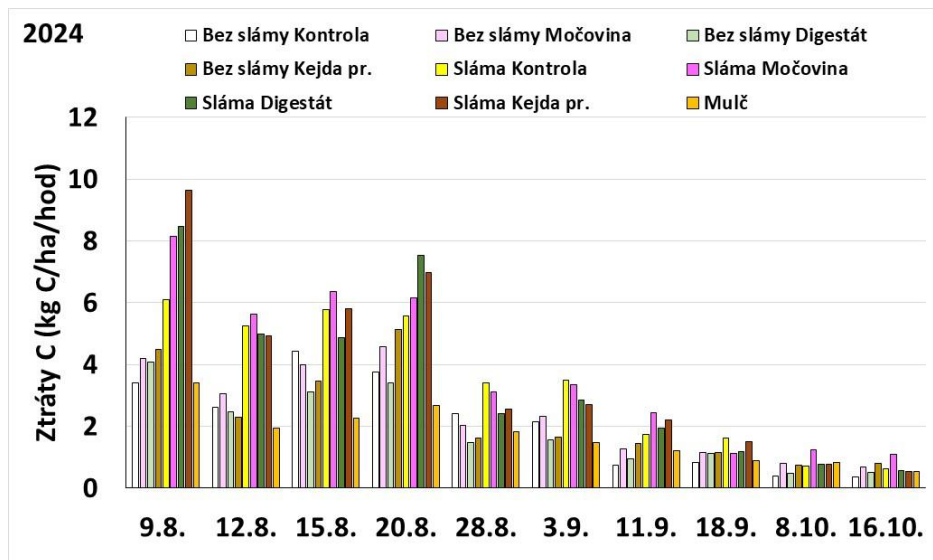


Graf 13a-c. Ztráty C po zapravení hnojiv do půdy v letech 2023– 2025

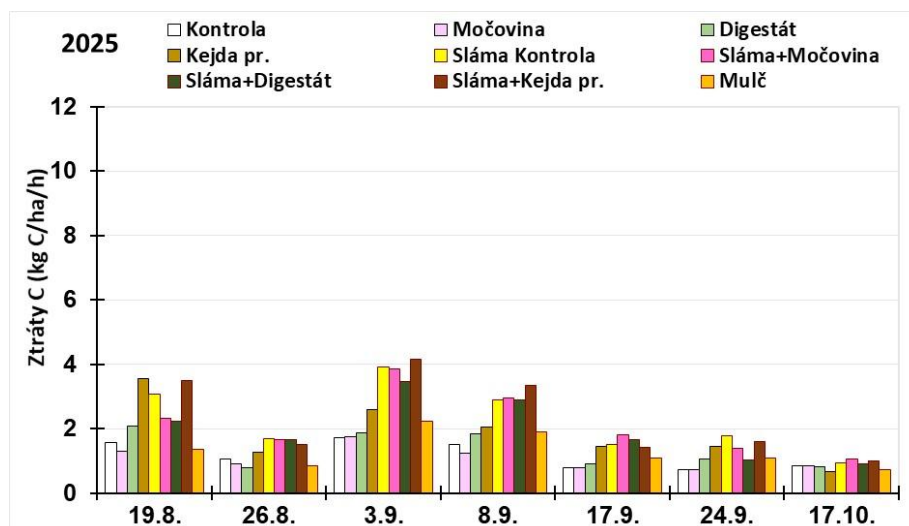
a)



b)



c)



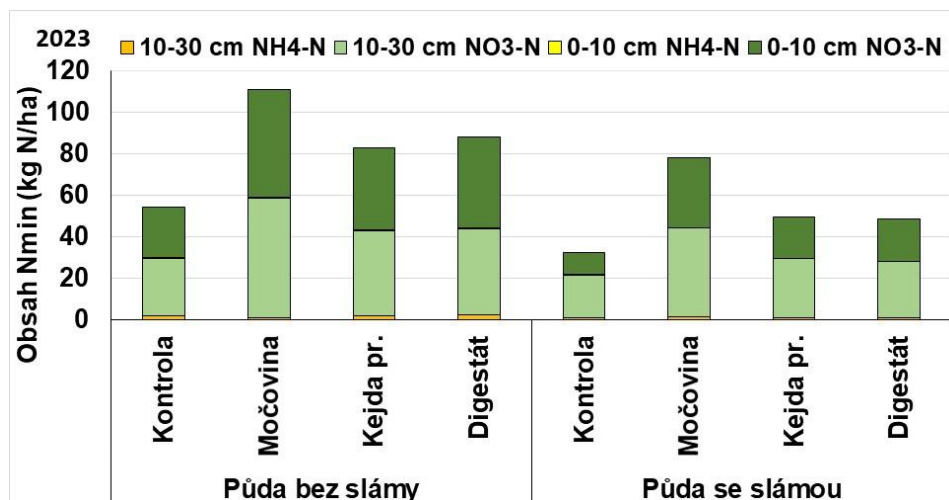
Obsah N_{\min} v půdě po aplikaci hnojiv na půdu bez slámy a po jejím zapravení

Obsah N_{\min} v půdách byl stanoven po ukončení měření CO_2 (Graf 14a-c). Převážnou většinu N_{\min} v půdě tvořily nitráty. Obsah N_{\min} v půdě bez slámy se v roce 2023 pohyboval do 110 kg N/ha po močovíně, po kejďe prasat a digestátu zůstalo v půdě 83 a 97 kg N/ha. Nižší obsah N_{\min} byl zjištěn v půdě se zapravenou slámou. V roce 2024 se obsah N_{\min} většinou pohyboval do 30 kg N/ha, přičemž vzájemné rozdíly mezi variantami se pohybovaly přibližně do 12 kg N/ha. Obsah N_{\min} vyšší než 30 kg N/ha byl zjištěn u varianty s digestátem bez slámy a po močovíně v půdě se slámou. Výsledky roku 2024 byly ovlivněny vysokými srážkami v srpnu a září, které činily celkem 226 mm. Obsah N_{\min} byl v povrchové vrstvě půdy 0 – 10 cm v roce 2025 velmi nízký, pohyboval se mezi 4 – 7 kg N/ha, přičemž ve většině půd se obsah N_{\min} pohyboval mezi 23 a 45 kg N/ha. Vyšší obsah N_{\min} byl v půdách zjištěn po aplikované močovíně po digestátu v půdě bez slámy. Výsledky ukazují na rozdíly v počasí v jednotlivých letech, kdy suché počasí v roce 2023 způsobilo, že značná část dusíku zůstávala v povrchové vrstvě půdy 0 – 10 cm, přičemž koncentrace dusíku byly ze sledovaných let nejvyšší. Naopak většina N_{\min} se letech 2024 a 2025 nacházela ve vrstvě 10 – 30 cm, tedy pod vrstvou, do které byla zapravena sláma. Vyšší srážky pozorované v letech 2024 a 2025 vedly k proplavení aplikovaného dusíku pod půdní vrstvu 0-10 cm, do které byla zapravena sláma. Vzrostlo tak riziko proplavení nitrátů do podzemních vod. V příštích letech lze očekávat větší výkyvy počasí, častější sucho nebo naopak vysoké až extrémní srážky. V prvním případě vzrůstá riziko, že dusík zůstane v povrchové vrstvě půdy. Naopak v případě vysokých srážek se nitráty proplaví pod vrstvu, do které je sláma zapravena, a dusík pak nemůže pomoci rozkladu slámy. Pokud je dusík aplikován na slámu, měly by být současně vysety plodiny, které mohou dusík využít - meziplodiny, pokud možno přímým setím do mulče, případně řepka ozimá. Vyšší obsah N_{\min} byl v půdách zjištěn po močovíně (zvláště rok 2023), po kejďe a digestátu byly zjištěny v průměru nižší

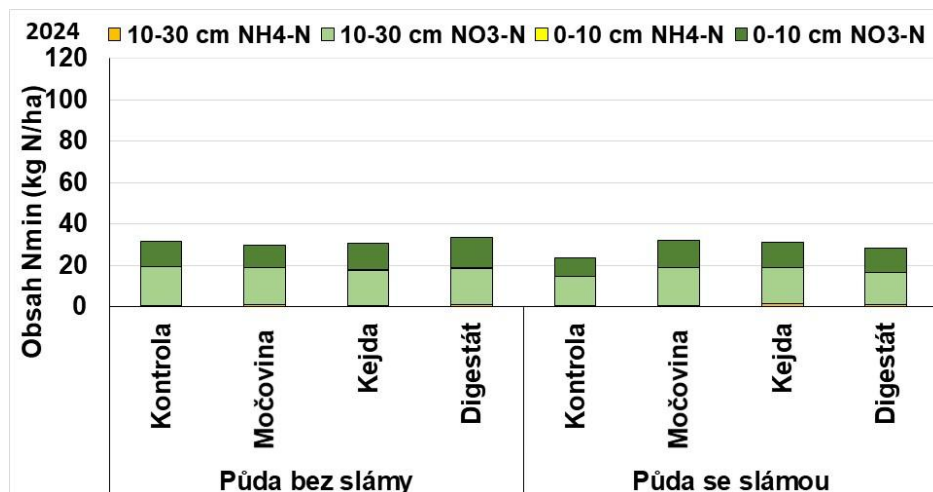
obsahy nitrátů v půdě. Kejda prasat, ale i digestát obsahují značný podíl organického uhlíku, který se do půdy uvolňuje postupně. V případě kejdy byly zjištěny v průměru buď srovnatelné nebo mírně nižší obsahy N_{min} v porovnání s digestátem. V podzimním období je pak u kejdy nižší riziko proplavení v průběhu zimního období.

Graf 14a-c. Obsah N_{min} po zapravení hnojiv do půdy v letech 2023–2025

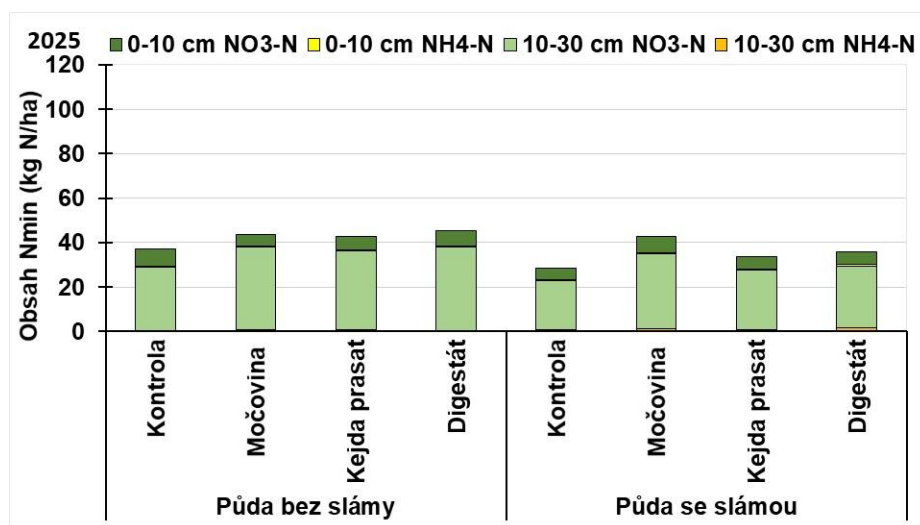
a)



b)



c)



III. Srovnání novosti postupů

Využití přípravků s obsahem *Quillaja saponaria* pro podporu růstu selat a zlepšení stravitelnosti živin krmiva bylo již dříve sledováno v řadě studií. Metodika nabízí komplexní pohled na benefity saponinů z *Quillaja saponaria* jednak pro růst prasat, ale také na snižování stájových, resp. skleníkových plynů v chovu prasat. Jelikož živočišná a rostlinná produkce jsou úzce provázány a produkce skleníkových plynů se týká obou odvětví zemědělské produkce, je součástí metodiky rovněž posouzení rizik a přínosů aplikace kejdy prasat, digestátu a močoviny na emise CO₂ z půdy. Takovýchto komplexních studií nebylo zatím provedeno mnoho.

IV. Popis uplatnění metodiky

V současné době je problematika produkce emisí z živočišné výroby a navazující rostlinné výroby aktuálním tématem. Ačkoliv emise ze zemědělské činnosti nejsou, například v porovnání s průmyslem, majoritní, jsou otázkou, kterou je nutné řešit. Předložená metodika navrhuje jeden ze způsobů redukce emisí v chovu prasat za použití krmného doplňku na bázi rostlinných saponinů z *Quillaja saponaria*. Saponiny snižují emise plynů několika způsoby. Saponiny se mohou přímo vázat na amoniak a další plynné sloučeniny, čímž zabraňují jejich

uvolňování do životního prostředí. Také mohou inhibovat aktivitu ureázových enzymů, které jsou produkovány bakteriemi v trávicím traktu prasat a jsou zodpovědné za rozklad močoviny na amoniak a CO₂. Rovněž mohou snížit celkovou populaci škodlivých bakterií ve střevech, což vede k nižší celkové produkci plynů. Také druhá část metodiky se zabývá problematikou emise skleníkových plynů z pohledu rostlinné produkce a využití kejdy prasat. Metodiku lze využít jak v oblasti krmivářské a zootechnické práce, tak pro agronomy zemědělských podniků a v neposlední řadě i pro výuku studentů středních a vysokých zemědělských škol.

V. Ekonomické aspekty a doporučení pro praxi

Cílem metodiky bylo posoudit vliv zařazení doplňku saponinů z *Quillaja saponaria* do krmné směsi pro předvýkrm prasat na výši emisí stájových, resp. skleníkových plynů. Bylo zjištěno, že na kg živé hmotnosti prasat zařazených do experimentu došlo ke snížení produkce těchto plynů. Tento ukazatel má nezanedbatelný význam environmentální, ale rovněž na welfare chovaných zvířat i zdraví personálu farem. Rovněž emise CO₂ při využití kejdy a aplikaci na půdu lze hodnotit více z hlediska environmentálního než ekonomického.

Z ekonomického hlediska lze pozitivně hodnotit vliv saponinů *Quillaja saponaria* na přírůstky prasat v předvýkrmu. Cena přípravku se pohybuje mezi 3-4 €/kg. Při dávce 0,5 kg/t krmné směsi se tak cena krmiva zvyšuje o 38-50 Kč/t. Cena krmiva a úspora na jedno prase v předvýkrmu za předpokladu zvýšení průměrného denního přírůstku je modelována v tabulce 4. Pro kalkulaci byl zvolen přírůstek 350, 400 a 450 g/den, předvýkrm od 6 do 35 kg, což představuje celkový přírůstek živé hmotnosti 29 kg. Spotřeba krmné směsi 1,2 kg/den. Cena kompletní krmné směsi 7,57 Kč/kg (ČSÚ – Ceny průmyslových krmiv). Pokud by byl průměrný denní přírůstek 400 g/den, v porovnání s přírůstkem 350 g/den, dojde ke snížení nákladů na krmivo za období předvýkrmu o 96,93 Kč/ks. Jedná se pouze o modelovou kalkulaci, do které nejsou zahrnuty další náklady

vynaložené v období předvýkrmu. Náklady na krmiva však tvoří nejvyšší položku. Cílem metodiky nebylo vyhodnotit ekonomický přínos využití saponinů na rentabilitu předvýkrmu. Kalkulace vychází z literárních zdrojů, které uvádí pozitivní vliv saponinů *Quillaja saponaria* na zvýšení růstové schopnosti prasat.

Tabulka 4. Spotřeba a cena krmné směsi pro předvýkrm prasat při různých úrovních průměrného denního přírůstku

	Průměrný denní přírůstek v předvýkrmu		
	350 g/den	400 g/den	450 g/den
Počet dnů v předvýkrmu	83	72,5	64,5
Spotřeba kompletní krmné směsi (kg)	99,6	87	77,4
Celkové náklady na kompletní krmnou směs (Kč)	754,9	658,6	585,9
Navýšení ceny o přídavek saponinů (Kč) – za období předvýkrmu	4,98	4,35	3,87
Celková cena za spotřebovanou krmnou směs (Kč)	759,88	662,95	589,77
Úspora v Kč na ks za období předvýkrmu	0	96,93	170,11

Ve druhé části metodiky byly měřeny emise CO₂ po aplikaci kejdy prasat, digestátu a močoviny na půdu a na slámu. Každý ze sledovaných roků ukázal jiný průběh počasí, a spolu s ním i jiný průběh emisí CO₂. Výsledky ukázaly na větší emise CO₂ po aplikaci kejdy prasat v porovnání s ostatními hnojivy. Z hlediska emisí CO₂ se sice pro potřeby rozkladu slámy oproti kejdě prasat vhodněji jeví aplikace digestátu, který je snižuje, ale je třeba uvážit i fakt, že díky jeho stabilizovanějším organickým látkám, existuje riziko většího rozkladu původní organické hmoty v půdě. Naopak kejda prasat představuje hodnotný zdroj živin a organických látek, mikroorganismů a dalších stimulujících látek (heteroauxiny), které mohou příznivě ovlivňovat půdní úrodnost.

Ponechaný mulč vykázal nejnižší emise CO₂. Z hlediska emisí CO₂ se tato varianta jeví jako nejvýhodnější. Zapravení mulče do půdy v chladnějším podzimním období celkově snižuje emise CO₂.

Aplikace dusíkatých hnojiv v letním období na půdu je proto nejvhodnější, pokud následuje meziplodina nebo ozimá řepka, která může aplikovaná hnojiva využít. U statkových a organických hnojiv se část dusíku vyskytuje v organické formě, která se uvolňuje pozvolněji. Navíc mají díky větší vlhkosti a lepším adhezním vlastnostem příznivý vliv na rozklad slámy. Pokud jde o minerální hnojiva, je i vzhledem k vysoké ceně jejich použití na zvážení.

VI. Seznam použité literatury

Bartoš P., Dolan A., Smutný L., Šístková M., Celjak I., Šoch M., Havelka Z. 2016. Effects of phytogenic feed additives on growth performance and on ammonia and greenhouse gases emissions in growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 212, 143–148. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.11.003

Biswas S. and I.H. Kim. 2024. Assessment of Quillaja saponin as a feed supplement in maize-soybean-oilseed rape meal-based diet for enhanced growing pig performance. *J. Anim. Feed Sci.*, 33, 2, 193–199. <https://doi.org/10.22358/jafs/171702/2023>

Brant V., Nýč M., Kusá H., Kroulík M., Růžek P., Zábranský P., Škeříková M. 2020. Ekonomicky a ekologicky efektivní postupy zapravení kejdy a digestátu do půdního profilu. Certifikovaná metodika. Kurent, ISBN: 978-80-87111-86-4, 88s.

Dang D.X., Kim I.H. 2020. Effects of dietary supplementation of Quillaja saponin on growth performance, nutrient digestibility, fecal gas emissions, and meat quality in finishing pigs. *J. Appl. Anim. Res.* 48, 397–401. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1813739>

Dang D.X., Kim I.H. 2021. Effects of Quillaja saponin supplementation on growth performance, nutrient digestibility, fecal microbiota, and fecal gas

emission in growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 101, 667–673.
<https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0185>

Davani-Davari D., Negahdaripour M., Karimzadeh I., Seifan M., Mohkam M., Masoumi S.J., Berenjian A., Ghasemi Y. 2019. Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8, 92.
<https://doi.org/10.3390/foods8030092>

Duffková R., Mühlbachová G., Matějka J., Zajíček A., Kusá H., Fučík P., Káš M., Nobilis L., Bartoš P., Fendrych B. 2016. Metodický postup pro efektivní užití digestátu ze zemědělských bioplynových stanic. Certifikovaná metodika. VÚMOP, VÚRV. ISBN 978-80-7427-227-1, 84 str.

Hossain M.M., Hwang H.S., Pang M., Choi M.K., Kim I.H. 2024. Effect of dietary *Achyranthes japonica* extract on growth performance of growing pigs and absorption rate of quercetin in blood. *J. Anim. Sci. Technol.*, 66, 103-114.
<https://doi.org/10.5187/jast.2023.e23>

Ilsley S.E., Miller H.M., Greathead H.M.R., Kamel C. 2003. Plant extracts as supplements for lactating sows: effects on piglet performance, sow food intake and diet digestibility. *Anim. Sci.* 77, 247–254. doi: 10.1017/S1357729800058987

Ilsley S.E., Miller H.M., Kamel C. 2005. Effects of dietary quillaja saponin and curcumin on the performance and immune status of weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 83, 82–88. doi: 10.2527/2005.83182x

Insam H., Gómez-Brandón M., Ascher J. 2015. Manure-based biogas fermentation residues - Friend or foe of soil fertility? *Soil Biol. Biochem.*, 84, 1-14.

Muniyappan M., Baek D.H., Kim I.H. 2022. Effects of dietary supplementation of quillaja saponin or fructooligosaccharide and a mixture of both on the growth performance, nutrient utilisation, faecal microbial and faecal noxious gas emissions in growing pigs. *Ital. J. Anim. Sci.* 21, 1489–1497.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2093656>

- Mühlbachová G., Duffková R., Kusá H., Vavera R., Káš M., Zajíček A. 2016. Hnojení kukuřice digestátem a fugátem z bioplynových stanic. *Úroda*, 64(11), 16-20
- Mühlbachová G., Kusá H., Vavera R., Růžek P. 2019. Emise CO₂ a změny v obsahu organického uhlíku při různých způsobech zpracování půdy. In: Skleníkové plyny z půdy a zemědělství: vlastnosti, produkce, spotřeba, emise a možnosti jejich snížení. *ACADEMIA*, 164-168.
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. 2022. CO₂ emissions in a soil under different tillage practices. *Plant, Soil and Environment*, 68, 253-261.
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. 2023a. Aplikace dusíkatých hnojiv pro rozklad slámy. *Agromanuál*, 18(7): 60-62.
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. 2023b. CO₂ emissions from soils under different tillage practices and weather conditions. *Agronomy-Basel*. 13, 3084.
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. 2024. Emise CO₂ po zapravení slámy a různých dusíkatých hnojiv. *Úroda*, 72, (věd. příloha- 12), 277-282.
- Oh J.K., Vasquez R., Kim S.H., Hwang I.C., Song J.H., Park J.H., Kim I.H., Kang D.K. 2021. Multispecies probiotics alter fecal short-chain fatty acids and lactate levels in weaned pigs by modulating gut microbiota. *J. Anim. Sci. Technol.*, 63, 1142-1158. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e94>
- Park J.H., Kim I.H. 2018. Effects of a protease and essential oils on growth performance, blood cell profiles, nutrient retention, ileal microbiota, excreta gas emission, and breast meat quality in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 97, 2854-2860. <https://doi.org/10.3382/ps/pey151>
- Richter R., Hlušek J., Ryant P., Lošák T. 2002. Organická hnojiva a jejich postavení v zemědělské praxi. *Organická hnojiva - Úroda_7.2002.doc*, 8 str.
- Rowland I., Gibson G., Heinken A., Scott K., Swann J., Thiele I., Tuohy K. 2017. Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. *Eur. J. Nutr.*, 57, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1445-8>

Tambone F., Adani F., Gigliotti G., Volpe D., Fabbri C., Provenzano M.R. 2013. Organic matter characterization during the anaerobic digestion of different biomasses by means of CPMAS ¹³C NMR spectroscopy. *Biomass Bioenergy*, 48, 111–120.

Vaclavkova E., Beckova R. 2008. Effect of herbal extract on growth parameters of weaned piglets. *Res Pig Breed*, 2, 36–38.

Wollnerová J., Kozlovská L., Klír J. 2024. Hospodaření ve zranitelných oblastech – 6. akční program nitrátové směrnice. Metodika pro praxi, VÚRV, v.v.i., ISBN 978-80-7427-437-4, 68 str.

Wang B., Tu Y., Zhao S.P., Hao Y.H., Liu J.X., Liu F.H., Xiong B.H., Jiang L.S. 2017. Effect of tea saponins on milk performance, milk fatty acids, and immune function in dairy cow. *J. Dairy Sci.* 100, 8043–8052. doi: 10.3168/jds.2016-12425

Yan L., Kim I.H. 2012. Effect of eugenol and cinnamaldehyde on the growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial shedding and fecal noxious gas content in growing pigs. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 25, 1178-1183. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12111>

VII. Publikace, které předcházely vydání metodiky

Čermák P., Weisbauerová E., Dědina M., Jevič P., Lošák T. 2023. The calculation of GHG emission of cultivated crops and usage of these crops in feed mixtures in animal nutrition. IV International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2023”. Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 05-08.

Khan N. M., Qadeer A., Khan A., Nasir A., Sikandar A., Adil M., Horký P., Nevrkla P., Sláma P., Weisbauerová E. a Kopec T. 2024. Alternative sources of proteins in farm animal feeding. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 13, 10605. ISSN 1338-5178.

Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. Emise CO₂ po zapravení slámy a různých dusíkatých hnojiv. *Úroda*, 72, (věd. příloha-12), 277-282.

- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R., Káš M. 2021. Winter wheat straw decomposition under different nitrogen fertilizers. *Agriculture-Basel*, 11, 83.
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. 2022. CO₂ emissions in a soil under different tillage practices. *Plant, Soil and Environment*, 68, 253-261.
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. (2023a). Aplikace dusíkatých hnojiv pro rozklad slámy. *Agromanuál*, 18(7), 60-62
- Mühlbachová G., Růžek P., Kusá H., Vavera R. (2023b). CO₂ emissions from soils under different tillage practices and weather conditions. *Agronomy-Basel*. 13, 3084
- Rozkot M. Precizní chov prasat. *Náš chov*, 2024, 84(4), 60-62.
- Weisbauerová E., Bělková J., Horký P. a Baholet D. 2024. Alternativní zdroje bílkovin ve výživě prasat. *Náš chov*, 84(5), 62-63.
- Weisbauerová E., Karvan S. a Rozkot M. 2025. Designing control strategy based on gas emission data on a pig farm. In *Research in Pig Breeding, 2025*, Praha Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., 24.
- Rozkot M. 2025. Prasata, emise a globální oteplování. *Náš chov*, 84(6), 49-51.

VIII. Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu QK23020085 „Nové směry v produkci selat s důrazem na welfare, ochranu životního prostředí a ekonomiku produkce.“

vydává

OSVĚDČENÍ

MZE-3005/2026-13113

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: Snižování emisí stájových plynů v chovu prasat prostřednictvím výživy a emise CO₂ po aplikaci kejdy do půdy

Autor / autoři: Ing. Weisbauerová Eva, Ph.D., Ing. Mühlbachová Gabriela, Ph.D., Ing. Kusá Helena, Ph.D., Ing. Vavera Radek, Ph.D., Ing. Nevrkla Pavel, Ph.D., Ing. Procházka David, Ph.D.

Název organizace/cí:

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.,
Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i., Praha – Ruzyně,
Mendelova univerzita v Brně

Místo vydání: Praha

Rok vydání: 2025

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu/podpory na rozvoj výzkumné organizace č. NAZV QK23020085

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:

Ing. Vlastimil Zedek

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

ředitel odboru environmentálního a
ekologického zemědělství

V Praze, dne 13. 01. 2026

Ing. Vlastimil Zedek



Digitální podpis:
16.01.2026 15:25

Podpis/elektronický podpis zástupce
odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZe:

V Praze... dne

Mgr. Jan Radoš Digitálně podepsal
Mgr. Jan Radoš
Datum: 2026.01.20
09:17:52 +01'00'

Podpis/elektronický podpis
ředitele/ředitelky Odboru precizního
zemědělství, výzkumu a vzdělávání



ISBN **978-80-7427-453-4**

Vydáno bez jazykové úpravy.

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

© Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i.,
Praha – Ruzyně

© Mendelova univerzita v Brně