

Vliv aplikace digestátu na produkci kukuřice

Při výrobě bioplynu dochází k významné redukci emisí skleníkových plynů. Současně vzniká jako výstupní surovina tzv. digestát, resp. fugát jako jeho tekutá frakce a separát jako pevná frakce. Digestát je obecně považován za hodnotné hnojivo s okamžitou dostupností dusíku. Cílem příspěvku je rozšířit poznatky o vlivu digestátu ze zemědělských bioplynových stanic (BPS) na výnos a obsah živin kukuřice a na obsah anorganického půdního dusíku.

Souhrn

Příspěvek se zabývá hodnocením dopadu jarní aplikace digestátu a jeho separovaných složek (tekutá – fugát, tuhá – separát) na výnos, obsah a odběr živin v kukuřici a dále na obsah půdního anorganického dusíku (N). Po aplikaci fugátu nebo při kombinovaném dělení hnojení (minerální hnojiva s fugátem či separátem) byla zjištěna srovnatelná produkční schopnost kukuřice a obsah půdního N jako po aplikaci minerálních hnojiv. Samotný digestát a zejména separát podpořily produkční schopnost kukuřice v menší míře. Aplikace digestátu a jeho separovaných složek může efektivně nahradit/doplnit hnojení minerálními hnojivy.

Summary

The impact of spring amendments of biogas digestate and its liquid/solid fractions on maize yield, nutrient concentrations and offtake and on soil nitrogen (N) inorganic content was evaluated in a field experiment. Crop production and soil (N) inorganic content in plots treated with liquid digestate or solid/liquid digestate combined with commercial fertilizers amendments was similar when compared with commercial fertilizers application. Soils amended with unseparated digestate and especially with solid digestate reduced maize production. Replacing the commercial fertiliser with biogas digestate would decrease energy input in crop production.

Úvod

Výroba bioplynu pomocí anaerobní fermentace (AF) je považována za jednu z energeticky nejúčinnějších technologií výroby bioenergie, která je zároveň příznivá z hlediska životního prostředí.¹ Ve srovnání s výrobou energie z fosilních paliv dochází při výrobě bioplynu k významné redukci emisí skleníkových plynů a zároveň jako hodnotná výstupní surovina vzniká tzv. digestát (4–10 % sušiny²), který je považován za hodnotné hnojivo s vysokou okamžitou dostupností dusíku v amonné formě (N-NH₄) a vhodnou a zejména levnější alternativou k minerálním hnojivům.³ Vzhledem k tomu, že k 1. 1. 2015 bylo v ČR v provozu již 554 bioplynových stanic (BPS) – z toho 382 zemědělských – s celkovou produkcí asi 5 mil. t digestátu za rok⁴, je žádoucí, aby BPS zajišťovaly kromě efektivní výroby bioplynu rovněž produkci stabilizovaného digestátu s minimálním nežádoucím dopadem na zemědělskou výrobu. Běžnou technologií zvyšující výtěžnost bioplynu je tzv. kofer-

mentace (tj. AF více druhů surovin, např. kejdy, hnoje, silážní kukuřice, travní biomasy⁵) a ke stabilizaci digestátu přispívá např. dodržování doby zdržení vstupních surovin ve fermentoru.⁶ Část z celkové produkce digestátu v ČR (odhadem 20 %) je separována na fugát (tekutá frakce) a separát (pevná frakce, 20–25 % sušiny). Aplikací fugátu lze dosáhnout výnosů srovnatelných s užitím minerálních hnojiv, separát dodává půdě organické látky (obdoba hnoje) nebo je využit jako podestýlka, pro výrobu kompostu a substrátů.^{7,8}

Cílem příspěvku je rozšířit poznatky o vlivu digestátu, fugátu a separátu ze zemědělských BPS na výnos a obsah živin kukuřice a obsah anorganického N.

Materiál a metody

V letech 2013 a 2014 byly v Lukavci [Kraj Vysočina, 610 m n. m., písčitohlinitá půda] vedeny polní pokusy s variantně hnojenou kukuřicí na siláž (tab. 1) na parcelách o velikosti 10 x 5 m o čtyřech opakováních. Organická hnojiva



Digestát je obecně považován za hodnotné hnojivo s okamžitou dostupností dusíku
Foto archiv/redakce

Tab. 1 – Pokusné varianty hnojení kukuřice, Lukavec 2013, 2014

Rok 2013	Rok 2014
1. kontrola (bez hnojení)	1. kontrola (bez hnojení)
2. jednorázové minerální hnojení před setím (80 kg v NPK 15-15-15 + 60 kg v Mo)	2. jednorázové minerální hnojení před setím (100 kg v NPK + 80 kg v Mo)
3. dělené minerální hnojení (80 kg v NPK před setím + 60 kg v Mo ve fázi 5. listku)	3. dělené minerální hnojení (100 kg v NPK před setím + 80 kg v Mo ve fázi 5. listku)
4. jednorázová aplikace fugátu	4. jednorázová aplikace fugátu
5. dělená dávka NPK (80 kg před setím) a fugátu (60 kg ve fázi 5. listku)	5. dělená aplikace fugátu (100 kg před setím, 80 kg ve fázi 5. listku)
6. jednorázová dávka digestátu	6. jednorázová dávka digestátu
7. jednorázová dávka separátu	7. jednorázová dávka separátu
–	8. dělená dávka separátu (100 kg před setím a 80 kg v Mo ve fázi 5. listku)

Mo – močovina



Tab. 2 – Obsahy a odběry N, P, K, Mg a Ca a ANR při sklizni, Lukavec 8. 10. 2013

Ukazatel	Živiny	N		ANR	P		K		Mg		Ca	
		% s. h.	kg/ha	–	% s. h.	kg/ha	% s. h.	kg/ha	% s. h.	kg/ha	% s. h.	kg/ha
Varianty hnojení	kontrola	0,77	76	–	0,13	13	1,12	111	0,13	13	0,37	37
	NPK + Mo	1,14	163	0,62	0,11	15	1,20	172	0,15	21	0,50	72
	NPK + Mo děl	1,08	150	0,52	0,11	16	1,21	168	0,13	19	0,46	65
	Fugát	1,04	149	0,53	0,12	17	1,25	180	0,14	21	0,40	58
	NPK + Fug děl	1,75	167	0,66	0,12	17	1,20	162	0,14	19	0,44	59
	digestát	0,98	128	0,36	0,11	14	1,23	158	0,15	19	0,42	53
	separát	1,06	113	0,27	0,13	14	1,15	123	0,17	18	0,47	50

s.h. – suchá hmota, děl – dělená dávka, fug – fugát

Tab. 3 – Obsahy a odběry N, P, K, Mg a Ca a ANR při sklizni, Lukavec 7. 10. 2014

Ukazatel	Živiny	N		ANR	P		K		Mg		Ca	
		% s. h.	kg/ha	–	% s. h.	kg/ha	% s. h.	kg/ha	% s. h.	kg/ha	% s. h.	kg/ha
Varianty hnojení	kontrola	1,10	107	–	0,18	19	0,91	85	0,13	12	0,21	17
	NPK + Mo	1,27	155	0,27	0,19	25	1,02	119	0,14	17	0,23	23
	NPK + Mo děl	1,22	143	0,20	0,18	22	1,02	114	0,12	14	0,21	21
	fugát	1,13	129	0,12	0,19	23	0,97	106	0,13	14	0,20	19
	fugát děl	1,13	132	0,14	0,17	22	0,97	108	0,13	15	0,24	23
	digestát	1,14	122	0,10	0,17	19	0,97	99	0,12	13	0,20	18
	separát	1,17	118	0,08	0,19	20	0,95	92	0,13	13	0,21	18
	sep + Mo děl	1,19	139	0,18	0,19	23	0,98	109	0,14	15	0,21	20

Sep – separát

(digestát, fugát a separát) byla ihned po aplikaci zapravena diskovým podmičákem (omezení volatilizace NH₃). V roce 2013 byla kukuřice hnojena celkovou dávkou N ve výši 140 kg/ha, v roce 2014 ve výši 180 kg/ha a pokaždé byla pěstována na jiné části pozemku. Pro výnos a obsahy živin kukuřice při sklizni byly hodnoceny čtyři vyrovnané řady, z nichž byla stanovena suchá hmota stonků s listy a palic odděleně. Z rozemletých rostlin byl následně stanoven obsah živin v % (N, P, K, Mg a Ca). Z celkové hmotnosti suché hmoty (t/ha) a obsahu živin byly stanoveny odběry živin (kg/ha). Z pokusných parcel byly v červenci a při sklizni odebrány vzorky půdy

z vrstvy 0–30 cm pro zjištění obsahu anorganického N jako suma nitrátového N-NO₃ a N-NH₄. Pro hnojené varianty byla z odběru N (po odpočtu odběru N kontrolní varianty) vypočítána účinnost využití aplikovaného N (tzv. ANR z angl. apparent nitrogen recovery efficiency), která vyjadřuje, kolik N (kg) bylo využito na tvorbu biomasy z 1 kg dodaného N.

Výsledky

■ Výnosy, obsahy a odběry živin: Rozdílné dávky hnojení i průběh počasí obou sledovaných let (rok 2013 pomalý nástup vegetační sezóny, vysoké srážky v květnu, rok 2014 rychlý nástup vegetační

sezóny, poškození porostu v rané fázi vysokými srážkami a krupobitím) se promítly do odlišné produkční schopnosti kukuřice. Podle předpokladu byly výnosy, obsahy živin a z nich stanovené odběry živin nejnižší na kontrolní variantě. Nejvyšší výnosy a zároveň nejvyšší odběry živin byly po aplikaci minerálních hnojiv, minerálních hnojiv v kombinaci s fugátem či separátem a po aplikaci fugátu. Naopak nižší produkční schopnost byla zjištěna po aplikaci samotného digestátu a zejména separátu, ačkoliv v případě dělené dávky separátu a močoviny byl odběr N dokonce vyšší než po aplikaci fugátu (graf 1, tab. 2 a 3). Obsahy ostatních živin (P, K, Mg a Ca) byly

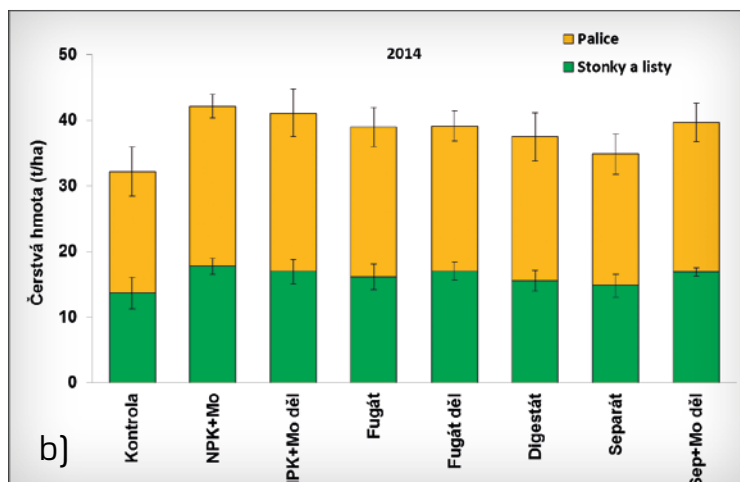
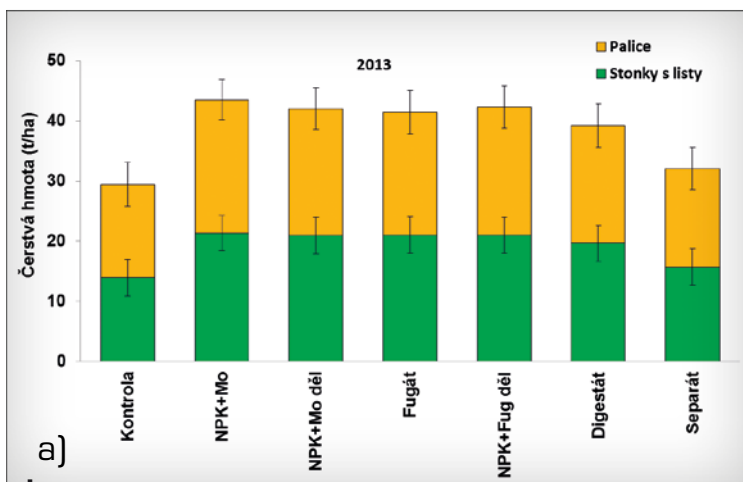
na hnojených variantách většinou vyrovnané. Obsah K byl nižší po aplikaci separátu.

■ Účinnost využití N aplikovaných hnojiv (ANR):

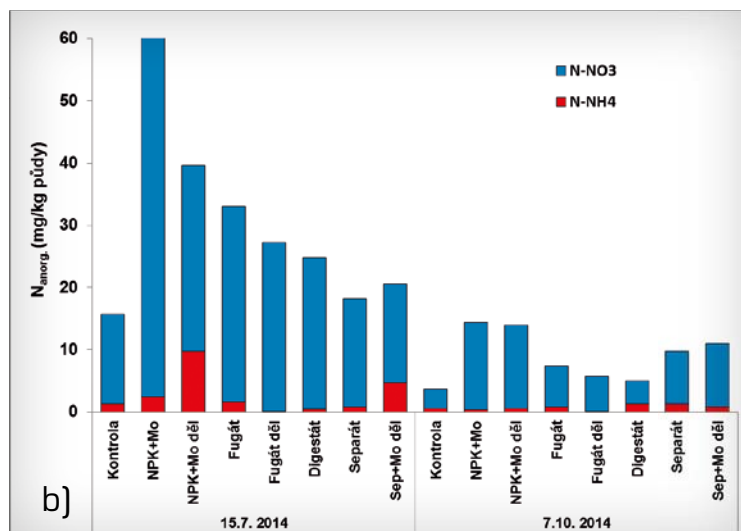
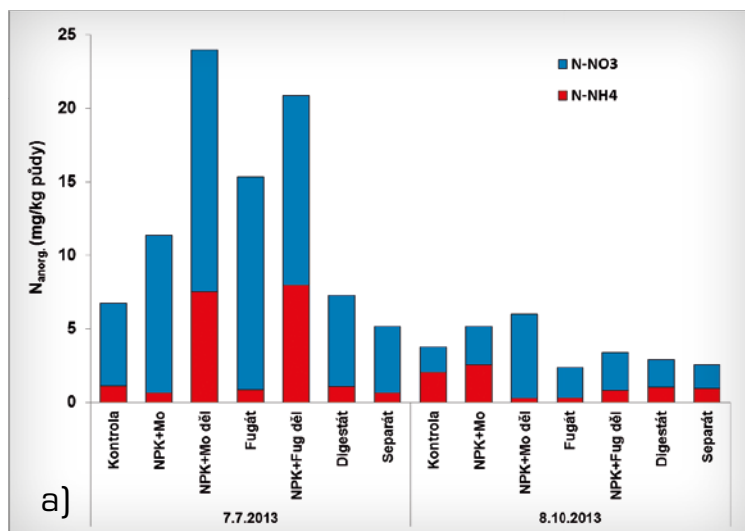
Nejvyšší ANR byla po aplikaci minerálních a kombinovaných hnojiv, která se snižovala po aplikaci fugátu a zejména digestátu a separátu (tab. 2 a 3). V roce 2014 byly zjištěny nízké hodnoty ANR vzhledem k relativně vysokým odběrům N na kontrolní variantě.

■ Obsah půdního anorganického dusíku (N_{anorg}):

Vyšší N_{anorg} byl podle předpokladu zjištěn v červenci. Z hlediska druhu hnojiva byl nejvyšší N_{anorg} spojen s aplikací minerálního či



Výnosy čerstvé hmoty s podílem palic a stonků s listy, Lukavec 2013 (a) a 2014 (b)



Výnosy čerstvé hmoty s podílem palic a stonků s listy, Lukavec 2013 (a) a 2014 (b)

kombinovaného hnojení a po aplikaci fugátu a při sklizni 2014 i po aplikaci separátu (graf 2). Větší část N_{anorg} byla vždy tvořena nitráty. Vliv dělení dávek na N_{anorg} při sklizni závisel na ročníku.

Diskuse

Aplikace fugátu zajistila srovnatelné výnosy kukuřice jako minerální hnojiva.⁶ Nejméně živin bylo využito ze separátu, což naznačovalo, že N byl pro rostliny méně dostupný, vázaný v organické hmotě a půdními mikroorganismy. Lze však předpokládat jeho kladný vliv na zvyšování obsahu humusu, na fyzikální půdní vlastnosti [zvýšení půdní retenční kapacity, hydraulické vodivosti, půdní agregace, snížení

objemové hmotnosti] a obohacení půdy fosforem.⁹ Při jarní aplikaci separátu je pro dosažení uspokojivých výnosů kukuřice žádoucí následný přídavek minerálního hnojiva, který podpoří mineralizaci organické hmoty a zpřístupní potřebné živiny.⁹ Jarní aplikace separátu může být v podzimním a zimním období riziková z hlediska vyplavení nitrátů do podzemních vod. Naopak tekutá složka separace – fugát – podporuje růst rostlin z důvodu nízkého C : N, obsahu sušiny a okamžité vysoké dostupnosti N.

Závěr

Při současné průměrné ceně minerálních NPK hnojiv okolo

10–11 tis. Kč/t (bez DPH) je zřejmé, že aplikace digestátu a jeho separovaných složek může efektivně nahradit hnojení minerálními hnojivy. Na základě zjištěných výsledků je doporučována jarní aplikace fugátu/digestátu, případně kombinace fugátu či separátu s minerálními hnojivy v dělených dávkách, které nejenže zajišťují srovnatelné výnosy s minerálními hnojivy, tzn., že poskytují porostu dostatek přístupných živin v době maximálního čerpání živin, ale rovněž jsou příznivější i z hlediska vyplavování nitrátů do podzemních vod.

[Jde o recenzovaný článek. Dodatečný posudek článku je k dispozici v redakci.]

Ing. Renata Duffková, Ph.D.,¹
Ing. Gabriela Mühlbachová, Ph.D.,²
¹Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.,
 duffkova.renata@vumop.cz,
²Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

Literatura:

- ¹Weiland, P. Biogas production: current state and perspectives. 2010. Appl Microbial Biotechnol, 85:849-860.
²Herrmann, A. 2013. Biogas production from maize: Current state, challenges and Prospects. 2. Agronomic and Environmental

Aspects. Bionerg. Res., 6:372 – 387.

³Svoboda N., Taube, F., Wienforth, B., Klu, Ch., Kage, H., Hermann, A. 2013. Nitrogen leaching losses after biomass residue application to maize. Soil Till Res, 130:69-80.

⁴Česká bioplynová asociace.

⁵Mata-Alvarez J., Dosta J., Romero-Guiza, M.S., Fonoll, X., Peces, M, Astals, S. 2014. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. Renew Sust Energ Rev, 36:412–427.

⁶Nkoa, R. 2014. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. Agron Sustain Dev, 34:473-492.

⁷Walsh, J. J., Jones, D. L., Edwards-Jones, G., Williams, A. P.2012.

Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost. J. Plant Nutr Soil Sci, 175:840-845.

⁸Möller, K., Müller, T. 2012. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. Eng Life Sci, 12:242 – 257.

⁹Chiyoka, W. L., Zvomuya, F., Hao X. 2014. Changes in nitrogen availability in chernozemic soils amended with anaerobically digested cattle manure. Soil Sci Soc Am J, 78:843-851.

[Poděkování: Tento příspěvek vznikl s podporou Technologické agentury České republiky projektu č. TA03020202.]



Aplikace digestátu a jeho separovaných složek může efektivně nahradit hnojení minerálními hnojivy
 Foto archiv/redakce