

BIOPLYNOVÁ STANICE JAKO SOUČÁST EKOLOGICKÉ FARMY

Biogas Station as a Part of Ecological Farm

Luboš Babička, Lenka Kouřimská

Katedra kvality zemědělských produktů, Česká zemědělská univerzita v Praze

Summary: Problems of application of organic materials and wastes from agriculture for production of biogas and anaerobic fermented substrate as an organic fertilizer in system of organic agriculture are discussed in this contribution.

Key words: *agriculture, biogas, anaerobic fermentation, digestate, substrate, fugate, fertilizer, slurry, ecological farm, pathogenic microorganisms, hygienic safety, air pollution, water pollution, ammonia, nitrogen, nitrate, organic waste, by products, organic agriculture*

Souhrn: Příspěvek se zabývá problematikou využití organických materiálů a odpadů ze zemědělství k výrobě bioplynu a anaerobně fermentovaného substrátu jako organického hnojiva v systému ekologického zemědělství.

Klíčová slova: *bioplyn, anaerobní fermentace, digestát, substrát, fugát, hnojivo, kejda, ekologická farma, patogenní mikroorganismy, hygienická nezávadnost, znečištění ovzduší, znečištění vody, čpavek, dusík, dusičnany, organický odpad, vedlejší produkty, zemědělství, ekologické zemědělství*

Úvod

V posledních letech výrazně stoupá zájem o technologii výroby bioplynu, která představuje ekonomicky perspektivní způsob likvidace nebo hygienizace biologicky rozložitelných odpadů ze zemědělské výroby (např. chlévského hnoje, kejdy, odpadních rostlinných materiálů, podestýlky, z chovů drůbeže apod. Vstupem může být jakákoli organická hmota z kvasitelná v průběhu procesu anaerobní fermentace. Lze tedy využít zbytky z potravinářského průmyslu a jiné biologicky rozložitelné odpady kategorií 3 a upravené materiály kategorie 2, v souladu s nařízením Evropského parlamentu č. 1774/02. O zvýšeném zájmu o výrobu bioplynu svědčí nejen rostoucí počet projektovaných a budovaných stanic, ale stále se zvětšující zájem zemědělců, firem a obcí. Situace se podstatně zlepšila se zavedením decentralizace výroby proudu a státní podporou a schválením zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, který garantuje výkupní ceny na dobu patnácti let. Technologie k výrobě bioenergie tak ztrácí stigma rizikových investic. Pro ekologického zemědělce má technologie výroby bioplynu význam z mnoha důvodů. Hlavní důvody využití bioplynu na vlastní farmě jsou:

- získání zdroje energie,
- produkce kvalitních organických hnojiv,

- snížení ztrát na živinách,
- odstranění negativního vlivu na pracovní a životní prostředí (pachem kejdy a hnoje).

Rozvoj využití biomasy i jejího pěstování pro energetické účely jako součásti řešení ekologických otázek energetiky, problémů zemědělské politiky a politiky rozvoje venkova je intenzivně podporován i v Evropské unii.

Zároveň si je nutné uvědomit, že energetický potenciál zemědělství je obrovský a v podobě organických hmot vhodných k výrobě bioplynu představuje 85 – 90 % celkové výroby.

V rámci této politiky by do roku 2010 měla výroba elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů energie výrazně stoupnout. Česká republika se zavázala, že do roku 2010 stoupne podíl elektrické energie z obnovitelných zdrojů v hrubé spotřebě na 8 %.

V současné době leží v České republice ladem kolem půl milionu hektarů zemědělské půdy. Pro naplnění cíle roku 2010 by stačilo využívat přibližně polovinu této výměry. Podle údajů Ministerstva zemědělství ČR se počítá s výměrou 1,5 milionu ha půdy pro pěstování biomasy pro energetické účely.

Přínos bioplynové stanice pro ekologicky hospodařící farmu

Přínosem pro ekologicky hospodařící farmu je:

- Získání hodnotné energie
- Zmenšení zatížení pachem
- Zmenšení žíravého účinku kejdy
- Zlepšení tekutosti
- Zmenšení zatížení ovzduší metanem a čpavkem
- Zabránění ztrátám na živinách
- Zmenšení vyplavování dusíku
- Zlepšení odolnosti rostlin
- Zlepšení zdravotního stavu rostlin
- Hygienizace kejdy
- Omezení klíčivosti semen plevelů
- Zpracování organických zbytků
- Neplacení stočného
- Získání hnojiva splňujícího podmínku ekologického zemědělství

Princip procesu tvorby bioplynu

Bioplyn je produktem látkové výměny metanových bakterií – metanogenů za nepřístupu vzduchu ve vlhkém prostředí. Tento proces, tzv. anaerobní fermentace je biochemickým procesem, sestávajícím z celé řady na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Tvorba bioplynu je konečnou fází biochemické konverze organických látek v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál. Proces probíhá při teplotách od 0°C do 70°C. Na rozdíl od jiných procesů nevzniká při anaerobní fermentaci teplo, ale vyvíjí se hořlavý plyn - metan. Současně se vytváří oxid uhličitý a voda. Celý proces lze ve své podstatě rozdělit do čtyř základních fází (obr. 1 a 2):

- **fáze I. – hydrolyza**, začíná v době, kdy je v prostředí vzdušný kyslík a dostatečná vlhkost přesahující 50 % hm. podílu, kdy dochází k rozkladu polymerů na jednodušší organické látky, tzv. monomery (jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny),
- **fáze II. – acidóza**, dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a vytvoření anaerobního prostředí, prostřednictvím fakultativních

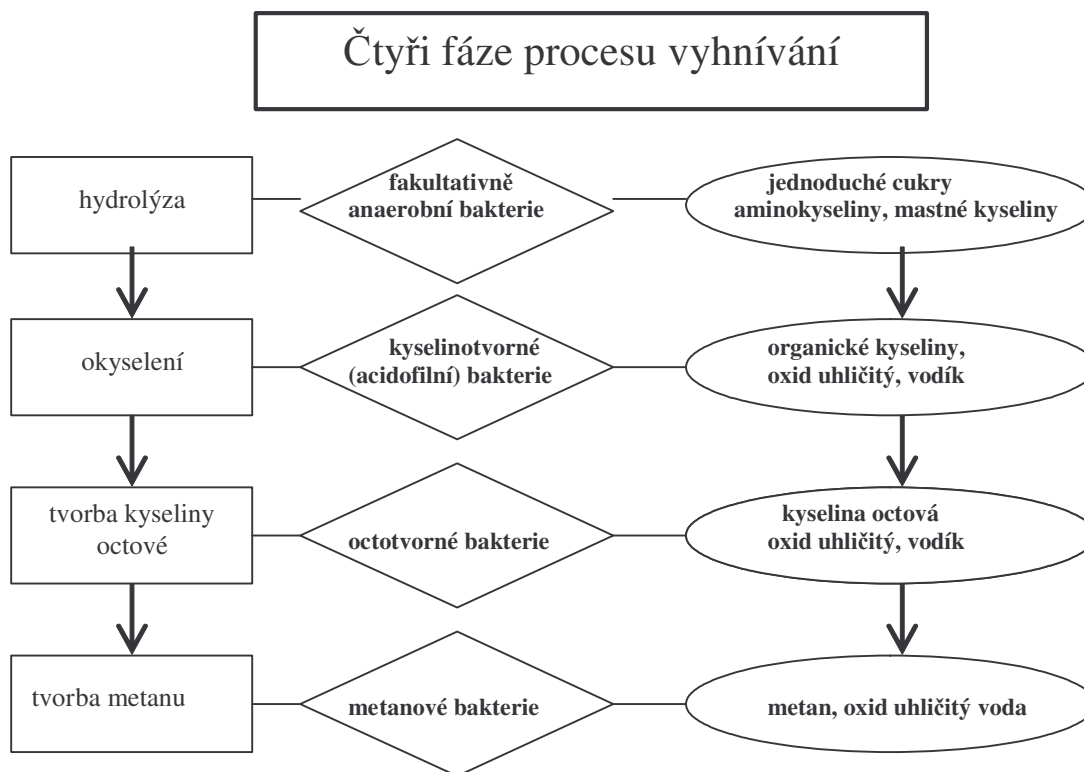
anaerobních mikroorganismů schopných aktivace v obou prostředích,

- **fáze III. – acetogeneze**, kdy během této fáze převádějí acidogenní kmeny bakterií vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý,
- **fáze IV. – metanogeneze**, metanogenní acetotrofní bakterie v alkalickém prostředí rozkládají hlavně kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. Některé kmeny bakterií provádějí obojí.

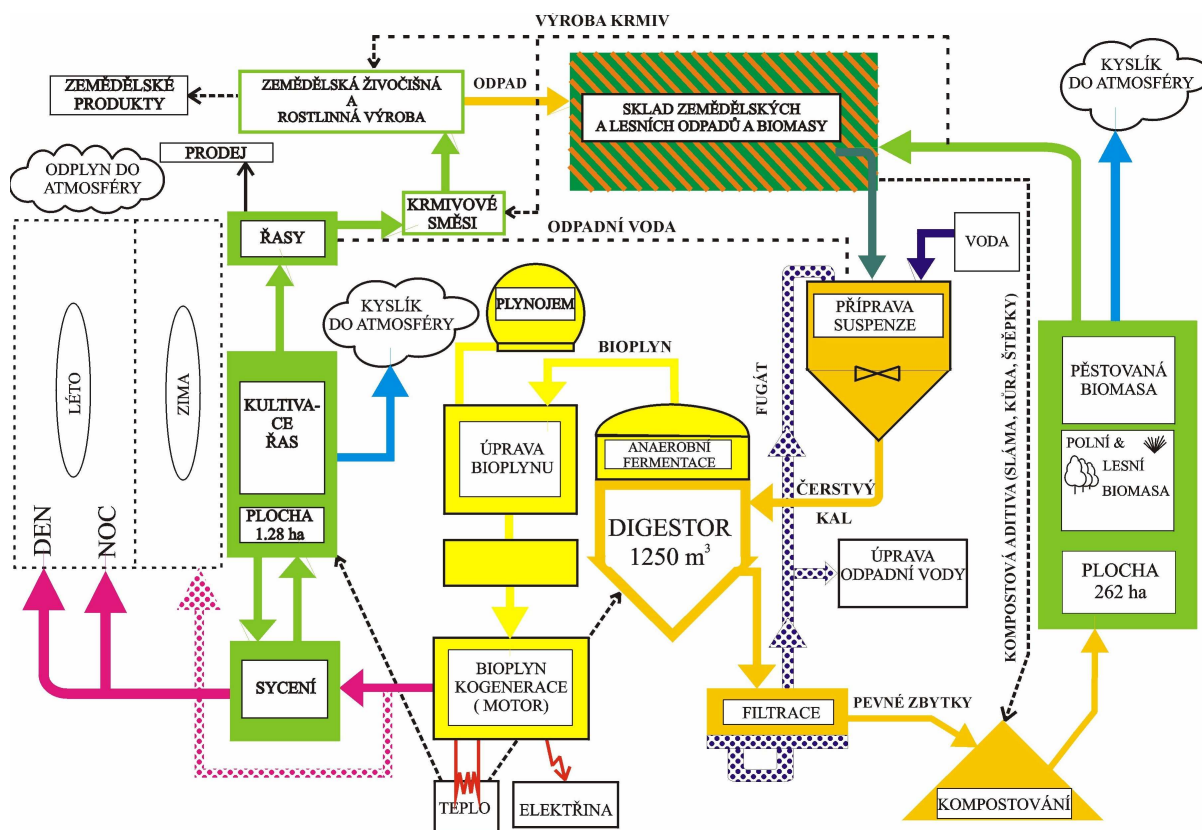
Při kontinuálním procesu plnění fermentačních věží organickou hmotou probíhá optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, které probíhají s odlišnou kinetickou rychlostí, což je důležité pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů.

Celý proces anaerobní digesce závisí na rychlosti závěrečné metanogenní fáze, která probíhá asi pětikrát pomaleji než předcházející tři fáze. Proto se musejí velikost a konstrukce fermentoru a dávkování surového materiálu této rychlosti přizpůsobit.

Obrázek 1: Blokové schéma průběhu výroby bioplynu
(Diagram of biogas production process)



Obrázek 2: Schéma uspořádání bioplynové stanice (BPS), typ ABC
(Diagram of biogas station)



Zdroje biomasy pro výrobu bioplynu na ekologické farmě

Získávání biomasy z hlediska využití digestátu ke hnojení v rámci ekologické farmy lze rozdělit na dvě základní skupiny:

- *Biomasaou záměrně pěstovanou k produkci bioplynu:*
 - energetické plodiny,
 - olejniny,
 - kukuřice, cukrovka, obilí, brambory.
- *Biomasaou odpadní:*
 - rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny,
 - vedlejší produkty z živočišné výroby,
 - vedlejší produkty organického původu z ekologických potravinářských výrob,
 - vedlejší produkty z lesní výroby.

Nelze však použít takové organické materiály, které by mohly způsobit kontaminaci digestátu do té míry, která by znemožnila jeho využití v rámci ekologicky hospodářského podniku (např. komunální bytový odpad, ČOV apod.).

Jak již bylo uvedeno, anaerobní fermentace, resp. tvorba bioplynu probíhá ve vlhkém prostředí, a proto jsou pro anaerobní zpracování vhodné kapalné materiály nebo materiály s nízkou sušinou, například kejda, hnůj, zbytky jídla, tuky apod. Obecně lze říci, že pro produkci bioplynu je optimální obsah sušiny v rozmezí 5 až 15 %. Vyšší obsah sušiny je limitujícím parametrem pro čerpatelnost substrátu. Naproti tomu materiály

s obsahem sušiny 40 % až 60 % jsou optimální pro kompostování nebo tzv. suchý anaerobní fermentační proces využívající pouze fytomasu k výrobě bioplynu.

Jedním z velice důležitých faktorů pro rovnoměrný chod stanice je také důležitý poměr uhlíku a dusíku (C : N), který by se měl pohybovat v rozmezí 20:1 až 40:1.

Pro ekologické zemědělství je důležité, že se většina zpracovávaných materiálů produkuje v tomto odvětví. Při výrobě bioplynu lze rovněž využívat metodu kofermentace, kdy se s materiálem z živočišné výroby současně zpracovávají i materiály jiné. V zemědělství přicházejí jako kofermenty v úvahu zbytky z rostlinné výroby, vedlejší produkty ze zpracování rostlinných komodit a rostliny pěstované jako kofermenty, tedy obnovitelné druhy surovin. Pěstování těchto plodin je výhodné na plochách nevyužívaných k zemědělské výrobě. Lze rovněž požívat materiály na ladem ležící půdě.

Využívání kofermentace je zajímavé i pro likvidaci jatečních odpadů apod. Teoretické studie i pokusy naznačují, že při anaerobní fermentaci dochází i k likvidaci nebezpečných prionů.

V tabulce č.1 jsou uvedeny materiály vhodné pro výrobu bioplynu včetně denní produkce plynu.

Tab. 1: Orientační hodnoty denní produkce bioplynu
(Orientation values of biogas daily production)

Materiál	Denní produkce bioplynu (m ³ /DJ nebo m ³ /t)
Kejda skotu	1,11
Kejda prasat	0,88
Koňský hnůj	1,45
Drůbeží trus	3,75
Silážní kukuřice	240
Corn-Cob-Mix (CCM)	500
Žitný šrot	525
Siláž z celých rostlin obilovin	500

Dalším důležitým materiálem, který je možné za určitých podmínek použít jsou odpady ze živočišné výroby. Ty se značnou měrou podílejí na celkové produkci zemědělských odpadů, které svým množstvím

Využití digestátu jako hnojiva

Digestát, resp. anaerobně fermentovanou kejdu lze využít jako vysoce kvalitní organické hnojivo. Kromě klasického podzimního hnojení se dnes stále častěji využívá podlistové aplikace v průběhu vegetace a v systému dělených dávek. Jednorázová maximální dávka 10 až 20 t/ha kejdy (při obsahu 0,5 až 0,3 % N) kryje potřebu dusíku u rostlin jen pro část vegetačního období a z tohoto důvodu je třeba dávku dvakrát až třikrát opakovat.

Příkladem může být energetická plodina kukuřice. Aplikace se doporučuje v době, kdy je výška

Výhody digestátu

V porovnání anaerobně fermentované kejdy s neupravenou kejdou je nutné uvést, že anaerobně fermentovaná kejda ve svých kladech jednoznačně předčí kejdu neupravenou.

Anaerobní fermentační proces zabraňuje ztrátám živin, protože na rozdíl od otevřeného skládkování nebo kompostování se sníží ztráty na dusíku o 20 až 40 % (viz tabulka č. 2.).

ve výši 48 milionů tun za rok představují po průmyslu druhý největší zdroj odpadů. Podle legislativy ČR (vyhláška č. 381/2001 Sb. a 274/1998 Sb., zákon č. 185/2001 Sb., 477/2001 Sb. a 94/2004 Sb.) je kejda zařazena mezi zemědělské odpady, které je nutno likvidovat. Na jedné straně je tedy kejda považována za odpad, na druhé straně je řazena mezi organická hnojiva mající svůj biologický, energetický a ekonomický potenciál, který je možno elegantně a s ekonomickým přínosem využít právě při výrobě bioplynu.

Fermentovaná kejda spolu s ostatními složkami představuje komplexní, organominerální hnojivo s vysokou hnojivou účinností, srovnatelnou s chlévskou mrvou.

Využití odpadů ze živočišné výroby k výrobě bioplynu v BPS je v souladu s požadavky IPPC danými směrnicí EU 96/64/EC. Likvidace odpadů ze zemědělství je dále zmiňována i v nařízení Evropského parlamentu a Rady 92/2005.

kukuřice minimálně 20 až 30 cm. Při použití hadicových aplikátorů se obecně pro kukuřici považuje za nejvýhodnější výška porostu 20 až 80 cm, výjimečně 100 cm.

Při použití dnes již běžně dostupných speciálních hadicových aplikátorů kejdy, u kterého díky systému zapravování do půdy v průběhu vegetace nehrozí vyplavování živin do spodních vod, ani nebezpečí druhotného výskytu plevelů.

Vzhledem k tomu, že organicky vázaný dusík v anaerobně fermentované kejdě je převážně tvořen odumřelými metanotvornými bakteriemi a v půdě je pomalu mineralizován a spolu se zlepšenou tekutostí kejdy vede k rychlejšímu vsakování do půdy a tudíž ke zrychlení přijímání živin rostlinami, a tím k vyšším výnosům.

Tabulka 2: Změny podílu dusíkatých složek v kejdě vyvolané anaerobní fermentací
(Changes of nitrate components ratio in slurry after anaerobic fermentation)

	Prasečí kejda		Hovězí kejda	
	čerstvá	fermentovaná	čerstvá	fermentovaná
Obsah sušiny (%)	8,38	3,45	10,03	6,76
Obsah organické sušiny (%)	3,75	2,01	7,35	4,66
pH	7,37	8,02	7,42	7,75
N _{celk.} (%)	0,48	0,45	0,41	0,38
Obsah NH ₄ -N (%)	0,33	0,36	0,20	0,22
Stupeň rozkladu org. sušiny (%)		46,4		36,56
Podíl čpavku (%)	68,8	80,0	48,8	57,9
Zvýšení podílu čpavku (%)		16,3		20,3

Obsah fosforu, draslíku a vápníku zůstává zachován a uhlíkaté sloučeniny ve formě celulózy a ligninu napomáhají k tvorbě humusu.

Jelikož rostliny anaerobně fermentovanou kejdou lépe přijímají a využívají, je její vyplavování do vody v průběhu vegetačního období výrazně nižší.

Vzhledem k tomu, že v průběhu anaerobní fermentace dochází k zahřátí substrátu až na teplotu

70°C dochází ke ztrátě klíčivosti semen, což napomáhá v boji s plevele.

Využití anaerobní fermentace je důležité i z hlediska hygienizace použitého substrátu. Stanice, které pracují v termofilní oblasti snižují výskyt relevantních patogenů a choroboplodných zárodků pod hranici prokazatelnosti. Toto zjištění je důležité pro použitelnost digestátu z hlediska jeho zdravotní nezávadnosti.

Závěr

O vhodnosti hnojení kejdou z BPS svědčí z literatury mnoho dostupných informací včetně výroku držitele Nobelovy ceny za rok 1988 José Lutzenbergera: „*Bioplynovou kejdou lze nejen zúrodnit půdu tak, že na*

ní rostou zdravé rostliny, odolné proti škůdcům, ale lze ji dokonce využít jako ochranný prostředek pro rostliny. Použije-li se jako hnojivo na list, posiluje rostliny; škůdci mizí, neboť rostlina získává na odolnosti“.

Použitá literatura

- BABIČKA, KOCURKOVÁ, BENEŠ, STRAKA: Problematika hygieny při zpracování živočišných produktů do krmiv a likvidace odpadů z VAU. Brno 2004.
- BABIČKA, L., ZAJÍČEK, BABIČKA, P.: Další možnosti využití bioplynu v rámci zemědělsko-potravinářského komplexu. Sborník ze semináře „Bioplyn v zemědělství a rozvoj venkova na obou stranách česko-rakouské hranice“. České Budějovice 18. 10. 2005.
- BABIČKA, STRAKA: Bioplynová stanice jako nedílná součást zemědělsko-potravinářského komplexu. Mezinárodní konference BIOPLYN 2006, 4. - 5. 10. 2006. České Budějovice.
- BABIČKA: Najde cukrovka využití při výrobě bioplynu a palivového lihu? Listy cukrovarnické a řepařské, 122(3) str. 78-82, 2006.
- BABIČKA: Energie ukrytá v chlévě. Náš chov, 3/2006, str. 117-120.
- BABIČKA: Lh a nepotravinářské využití obilovin. Euromagazín, 5/2006, str. 26-31.
- BABIČKA: Bioplyn v zemědělství a rozvoj venkova na obou stranách česko-rakouské hranice. Farmář, 2/2006, str. 8-9.
- DOHÁNYOS, ZÁBRANSKÁ: Bilance metanizace – výpočet maximální výtěžnosti bioplynu. Vodní hospodářství B 38, 2., 1988 GRUBER: Biogasanlagen in der Landwirtschaft, 2005.
- MOHAMED ABDEL-HADI: Methangewinnung aus Nahrungsmittelabfällen und Betarüben durch Kofermentation, 2003.
- MORAR: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur anaeroben Behandlung von Brennereischlempe, 2003.
- PASTOREK, KÁRA, JEVIČ: Biomasa - obnovitelný zdroj energie, 2004.
- SCHULZ, EDER: Bioplyn v praxi, 2004.
- STRAKA: Bioplyn - příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů, 2003.
- TECHAGRO 2004, mezinárodní seminář: Biopaliva, methylestery a směsná paliva, sborník přednášek, 2004.
- TRIMBORN, GOLDBACH, CLEMENS, CUHLS, BREEGER: Reduktion von klimawirksamen Spurengasen in der Abluft von Biofiltern auf Bioabfallbehandlungsanlagen, 2003.
- WEGER, HAVLÍČKOVÁ: Biomasa - obnovitelný zdroj energie v krajině, 2003.
- Bericht das 10. Alpenländische Expertenforum: Biogasproduktion - alternative Biomassenutzung und Energiegewinnung in der Landwirtschaft, sborník, 2004.
- Die Landwirtschaft als Energieerzeuger, sborník přednášek, 2004.
- Energetické využívání biomasy, Česko-německá obchodní a průmyslová komora, sborník přednášek, 2004.
- Možnosti energetického využití biomasy, sborník příspěvků ze semináře Ostrava, 2005.
- VÚZT Praha, Sborník přednášek - Zemědělská technika a biomasa, 2003.
- Výroba a využití bioplynu, Česko-německá obchodní a průmyslová komora, sborník přednášek, 2004.
- www.carmen-ev.de/dt/energie/beispielprojekte/pro_ener.pdf
- Zákon č. 180/2005 Sb., Sběrka zákonů ČR, částka 66 ze dne 5. 5. 2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie

Adresa autora

Doc. Ing. Luboš Babička, CSc.	
Katedra kvality zemědělských produktů	Tel.: +420 224 382 888
Česká zemědělská univerzita v Praze	Fax: +420 224 382 891
Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, ČR	e-mail: babicka@af.czu.cz