

Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

PROTOKOL O OBHAJOBĚ DISERTAČNÍ PRÁCE DSP

Jméno studenta: Ing. Marek KOPECKÝ
Narozen(a): 7. 12. 1987 v Českých Budějovicích
Studijní program: Fytotechnika
Studijní obor: Speciální produkce rostlinná
Forma studia: Prezenční
Školící pracoviště: KAES ZF JU v Českých Budějovicích
Datum a místo konání zkoušky: 24. 9. 2018, ZF JU v Č. Budějovicích
Zkušební termín č.: 1.

Název disertační práce:

Environmentální aspekty pěstování vybraných energetických rostlin

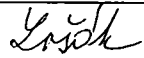
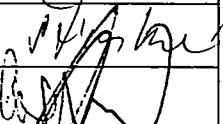
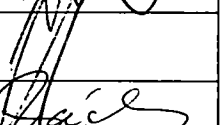
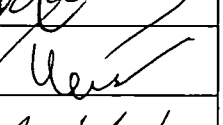
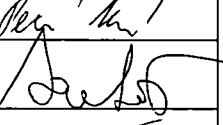
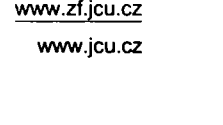
VÝSLEDEK ZKOUŠKY:

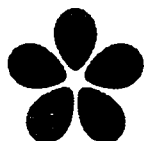
Prospěl(a)

Neprospěl(a)

ZKUŠEBNÍ KOMISE :

Podpis:

Předseda:	prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D.; ÚEPZ FRMS	
Členové:	prof. Ing. Dr. Milada Šťastná; Mendelova univerzita v Brně, ÚKE AF (oponent)	
	prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.; ČZU v Praze	
	doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.; VÚRV v Praze (oponent)	
	prof. Ing. Jan Váchal, CSc.; VŠTE v Českých Budějovicích	
	prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.; ZF JU v Českých Budějovicích	
	doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.; ZF JU v Č. Budějovicích	
Oponent:	Ing. Miroslav Herout, Ph.D.; Kompostárna Jarošovice, s.r.o.	
Školitel:	doc. Ing. Jan Moudrý, Ph.D.; ZF JU v Českých Budějovicích	



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

OBHAJOBA DISERTAČNÍ PRÁCE DSP PROTOKOL O HLASOVÁNÍ

Jméno studenta: Ing. Marek KOPECKÝ
Narozen(a): 7. 12. 1987 v Českých Budějovicích

Studijní program: Fytotechnika
Studijní obor: Speciální produkce rostlinná
Forma studia: Prezenční

Výsledek hlasování:

Počet členů komise: 8

počet přítomných členů komise: 8

počet platných hlasů: 8

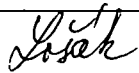
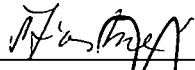
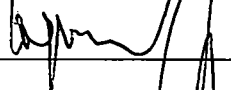
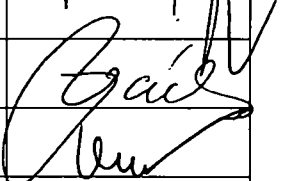
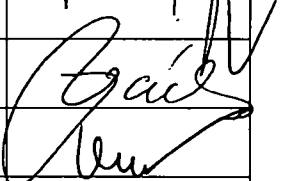
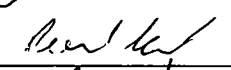
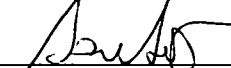
kladných: 8

záporných: 0

počet neplatných hlasů: 0

Zkušební komise:

Podpis:

Předseda:	prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D.; ÚEPZ FRRMS	
Členové:	prof. Ing. Dr. Milada Šťastná; Mendelova univerzita v Brně, ÚKE AF (oponent)	
	prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.; ČZU v Praze	
	doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.; VÚRV v Praze (oponent)	
	prof. Ing. Jan Váchal, CSc.; VŠTE v Českých Budějovicích	
	prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.; ZF JU v Českých Budějovicích	
	doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.; ZF JU v Č. Budějovicích	
	doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.; ZF JU v Českých Budějovicích	

Zápis z obhajoby dizertační práce Ing. Marka Kopeckého, která se konala dne 24.9.2018

Otázky v diskuzi:

prof. Ing. Dr. Milada Šťastná

Čím si vysvětlujete vysoké výnosy u kukuřice? Jakou roli hraje v tomto směru množství a distribuce srážek v příslušném roce?

Jaký je Váš názor na možnosti využití digestátu jako hnojiva v zemědělské praxi?

Zhodnot'te možnosti využití různých druhů trav jako protierozní ochrany.

Ovlivňuje druh plodiny biodiverzitu daného prostředí? Jsou sledované druhy brouků spolehlivým indikátorem kvality životního prostředí?

doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.

Docent Mikulka hodnotí práci velice kladně. Zároveň doporučuje v dalších experimentech pokračovat a pořídit rozsáhlejší fotodokumentaci.

Ing. Miroslav Herout, Ph.D.

Jaký je Váš názor na využití fermentačního zbytku z bioplynové stanice jako hnojiva na pole? Jakou technologii doporučujete?

Jaké jsou trendy v pěstování energetických plodin v zahraničí, především ve členských státech EU?

Jakými metodami je možno eliminovat půdní erozi?

Následovala diskuze, do které se aktivně zapojila většina přítomných:

prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.

Jaký je vliv hustoty porostu na počet odchycených brouků?

Do jakých oblastí byste doporučoval diskutované plodiny?

prof. Ing. Jan Váchal, CSc.

Možnosti využití svazenky vratičolisté a šťovíku jako protierozní plodiny.

Jaké jsou možnosti využití ozdobnice čínské v ČR?

Energetické plodiny jako faktor ovlivňující mikroklima a vláhový režim.

prof. Ing. Ladislav Kolář, CSc.

Profesor Kolář velice oceňuje odvedenou práci.

Poznámka/námět: význam lability organické půdní hmoty v hodnocení kvality půdy.

Poznámka/námět: možnosti stanovení množství ligninových látek a humusu.

Dotaz z obecnosti:

Jak byly stanoveny koeficienty u sledovaných energetických plodin.

prof. Ing. Ladislav Kolář, CSc.

Popište postupy pro stanovení výtěžku bioplynu a vliv použité technologie na reálnou hodnotu.

Předseda komise ocenil předloženou dizertační práci, poděkoval přítomným za pestrou diskuzi a ve 12:32 diskuzi ukončil.

Jednání komise pokračovalo jen za přítomnosti členů komise, vedoucího dizertační práce a oponentů.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

Environmentální aspekty pěstování vybraných energetických rostlin

Vedoucí disertační práce: doc. Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Autor disertační práce: Ing. Marek Kopecký

České Budějovice, 2018

Otázky k obhajobě

Oponentka: Prof. Dr. Ing. Milada Šťastná

1. Čím si vysvětlujete tak významný rozdíl ($11,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) ve výnosech suché fytomasy *Zea mays* L., varianta Bioplyn v roce 2015 oproti variantě Spalování ve stejném roce? Jakou roli zde hraje fakt, že tento rok byl extrémně suchým z pohledu množství i distribuce srážek?

Ve skutečnosti rozdíl ve výnosech sušiny mezi oběma variantami není vysoký. Ve variantě Bioplyn v roce 2015 činil výnos $7,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Část porostu, která sloužila ke sledování výnosnosti ve variantě Spalování, byla sklizena až po zimě (v dalším kalendářním roce). Výnosy porostu *Zea mays* L. ve variantě Spalování, jež byl pěstován během vegetační sezóny 2015, jsou tedy v Tabulce 11 zaznamenány ve sloupci s rokem následujícím – 2016. Pokles výnosu ve variantě Spalování oproti variantě Bioplyn tak byl zhruba 14 %.

Atypický průběh počasí během roku 2015 se však na výnosech kukuřice značně podepsal. Oproti roku předchozímu kleslo množství sklizené suché hmoty o 62 % ve variantě Bioplyn a 66 % ve variantě Spalování.

2. Jak vidíte možnosti využití digestátu formou hnojiva pro zemědělce na základě Vašich výstupů u vybraných plodin?

Zejména ve starší odborné literatuře byly často zmiňovány vynikající vlastnosti digestátu jako organického hnojiva. Například Babička a Poustková (2009) popisují, že digestát zabezpečuje přísun organických látek do půdy, je zdrojem energie pro půdní mikroorganismy, příznivě působí na řadu fyzikálně-chemických vlastností půdy, zlepšuje v půdě hospodaření s vodou, příznivě ovlivňuje obsah přístupného fosforu a dalších látek v půdě. Dále autoři uvádějí, že nedostatečné začlenění digestátu do systému hnojení plodin představuje jednu z velkých rezerv zemědělské výroby.

Smatanová (2012) uvádí, že díky vysokému podílu rychle využitelného amonného dusíku se digestát může stát úspornou alternativou k minerálním hnojivům. Kolář a Vaněk (2012) také vidí digestát spíše jako hnojivo minerálního charakteru. Substrát v bioplynových stanicích je totiž vystaven procesu anaerobní digesce, při které ztrácí nejlabilnější složky, jež jsou přeměněny na bioplyn. V digestátu pak zůstávají spíše stabilní organické frakce, které nepodléhají mineralizaci tak snadno. Přesto digestát obsahuje základní živiny, jako jsou fosfor či draslík. Může být však také významným zdrojem dusíku. Problémem je ovšem nízká koncentrace tohoto prvku v digestátu. Nejpřístupnější dusík obsahuje kapalná fáze digestátu – fugát, která ovšem obsahuje jen asi 0,04 – 0,4 % N.

Badalíková (2018) doporučuje pro podporu základních půdních pochodů (mineralizace a humifikace) aplikovat společně s digestátem i jinou organickou hmotu, jako je sláma nebo kompost. Píše, že byl mnohokrát prokázán vliv aplikace digestátu na vyšší výnosy, současně však upozorňuje na negativní jevy, které byly sledovány v průběhu jejího pokusu. Ze tříletých výsledků aplikace digestátu do půdy bylo zjištěno, že došlo k negativním účinkům na fyzikální vlastnosti půdy. Zvýšilo se utužení půdy a tím pádem byla negativně ovlivněna půdní struktura a vodostálost půdních agregátů.

V průběhu mého pokusu se digestát jako hnojivo vůbec neosvědčil ve variantě Bioplyn, kdy dokonce porosty jím hnojené vyprodukovaly méně fytomasy než porosty nehnojené. V jednosečné variantě se hnojivý účinek projevil, avšak výnosů porostů hnojených minerálně dosaženo nebylo.

Vliv digestátu byl zaznamenán u chemického složení *Phalaris arundinacea* L., které mělo pozitivní vliv na zvýšení hodnoty spalného tepla oproti variantě nehnojené. Opět ale nebyla dosažena hodnota varianty Intenzivní.

Budeme-li posuzovat vliv hnojení na obsah primární půdní organické hmoty, zjistíme opět pozitivní vliv hnojení digestátem na množství této půdní složky. Nicméně znovu musíme konstatovat, že u porostů hnojených minerálně byly výsledky ještě vyšší. Vliv hnojení na kvalitu primární půdní organické hmoty vyjádřené hodnotou rychlostní konstanty její oxidace k nebyl statisticky průkazný. To samé platí i o stupni humifikace půdní organické hmoty. Naopak hnojení minerálními hnojivy mělo statisticky průkazný vliv na vyšší obsah humusu v půdě při porovnání s hnojením digestátem.

Nejvyšší počet druhů střeblíkovitých i jejich abundance byla zjištěna v porostech hnojených digestátem z bioplynové stanice. Rozdíly ovšem nebyly statisticky průkazné.

Na základě vlastních výsledků, ale i soudobé odborné literatury musím konstatovat, že hnojení digestátem nepřináší nikterak vynikající výsledky, a to ani z hlediska mimoprodukčního. Skutečností ovšem je, že v České republice je v provozu více než 500 bioplynových stanic, které produkují značné množství digestátu, se kterým je nutné dále nakládat. V úvahu kromě aplikace na zemědělskou půdu připadá jen využití digestátu jako příměsi při kompostování. V ojedinělých případech je digestát využíván při rekultivacích nezemědělských ploch nebo je s ním nakládáno jako s odpadem. Je tedy zřejmé, že digestát bude i v budoucnu na pole dále aplikován. Nelze však předpokládat, že bude digestát plnit funkci organických hnojiv. Organickou hmotu je zapotřebí do půdy dodávat jinými způsoby, jako například aplikací statkových hnojiv či využíváním zeleného hnojení.

Babička, L., & Poustková, I. (2009). A important benefit of biogas production. *Listy Cukrovarnické a Řepařské*, 125(9–10), 277–280.

Badalíková, B., & Novotná, J. (2018). *Změny fyzikálních vlastností půdy po aplikaci digestátu*. Citováno 15. 9. 2018. Dostupné z <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/zmeny-fyzikalnich-vlastnosti-pudy-po-aplikaci-digestatu>.

Kolář, L., & Vaněk, V. (2012). Use of Digestate as Fertilizer its Properties and Effects on Soils. In SBORNIK Z 18 MEZINARODNI KONFERENCE ON RACIONALNI POUZITI HNOJIV. 29. leden 2012 (pp. 47–52). Praha: Česká zemědělská univerzita.

Smatanová, M. (2012). Digestate used as organic fertilizers. *Zemědělec*, 18, 21–22.

3. Jaká je, dle Vašeho názoru, budoucnost a potenciál využití Vámi sledovaných druhů trav v rámci protierozních opatření v České republice?

V současné době je protierozní ochrana zemědělských půd řešena mimo jiné Nařízením vlády č. 48/2017 Sb. o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor. Na základě tohoto Nařízení a dalších souvisejících právních předpisů jsou všichni zemědělci, kteří žádají o přímé platby, povinni plnit podmínky Kontroly podmíněnosti. V oblasti protierozní ochrany pak obzvláště Dobrý zemědělský a environmentální stav půdy 5.

Silně erozně ohrožené oblasti, ve kterých je zcela zakázáno pěstování erozně nebezpečných plodin, v současnosti zaujímají plochu 11 % orné půdy. Na základně plánované „protierozní vyhlášky“ (jejíž přesné znění se stále řeší) by se však v první fázi (pravděpodobně od 1. 1. 2019) tyto plochy měly rozšířit na 25 % rozlohy orné půdy. Později by se měla velikost těchto ploch nadále zvětšovat. Navíc v oblastech mírně erozně ohrožených je nutné při zakládání erozně nebezpečných plodin využívat půdoochranné technologie. Mezi ně se řadí například přerušovací pásy, zasakovací pásy či pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem. Také platí podmínka dodržení minimálně 20 % pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky. Přičemž do 30. 6. musí být zachována ještě minimální 10% pokryvnost půdy rostlinnými zbytky a po 1. 7. musí být vizuálně prokazatelné, že při zakládání porostů erozně nebezpečných plodin na MEO plochách byla obecná půdoochranná technologie použita.

Kvůli relativně vysokému počtu bioplynových stanic bude i do budoucna třeba dostatečné množství vhodné biomasy sloužící jako substrát potřebný k jejich provozu. Plocha orné půdy, na které bude možné kukuřici pěstovat, se bude z výše uvedených důvodů snižovat. V silně erozně ohrožených oblastech je však bez omezení možné pěstovat travní porosty. Jejich využití je ovšem otázkou preferencí každého konkrétního podniku, který si musí vyhodnotit pěstování různých rostlinných druhů z mnoha hledisek. Patří mezi ně legislativní rámec, environmentální aspekty, agrotechnická i technologická hlediska nebo ekonomická rozvaha.

Na základě výsledků disertační práce se domnívám, že v erozně neohrožených lokalitách bude nadále zemědělci preferována kukuřice. Nicméně v územích, která budou postupně převáděna do kategorie silně erozně ohrožených, budou muset podniky s bioplynovými stanicemi muset nacházet nové zdroje biomasy, jimiž může být právě fytomasa testovaných rostlin.

4. Je možné na základě Vašich výsledků a dostupných informací v odborné literatuře považovat výskyt střevlíkovitých brouků na zemědělsky obhospodařovaných lokalitách za jeden z reprezentativních indikátorů kvality životního prostředí?

Volba vhodných bioindikátorů představuje často diskutovaný problém bez jednoznačných závěrů (Duelli a Obrist, 2003). Přesto jsou střevlíkovití velmi využívaným bioindikátorem stavu životního prostředí. O jejich využití pro tyto účely existuje celá řada odborných publikací. Mezi další využívané bioindikátory pak patří mimo jiné mykorhizní houby, žížaly, drabčíkovití, pavouci nebo mravenci. Boháč (2013) popisuje výsledky studie druhové rozmanitosti vybraných skupin ve 25 evropských zemích při využití těchto indikátorů biodiverzity: cévnaté rostliny, ptáci, pavouci, ploštice, střevlíci, pestřenky a volně žijící včely. Výsledky mimo jiné prokázaly významné rozdíly v druhovém složení v závislosti na zeměpisné poloze, a to u všech sledovaných skupin.

Interpretace výsledků získaných během biomonitoringu tak může být často nejistá. Proto je vhodné využívat současně více bioindikačních skupin tak, jako ve výše uvedené studii. Výsledky také nabývají na významu se stoupajícím počtem let, ve kterých byl monitoring opakován a je vhodné porovnat je s výsledky získanými z člověkem nenarušených biotopů o stejné charakteristice. To je však v evropských zemích v dnešní době značný problém. Současně klesá vypovídající hodnota tohoto srovnání se zvětšující se vzdáleností obou lokalit.

V disertační práci byly zjištěny průkazné rozdíly mezi množstvím odchycených druhů i počty jedinců. Také Shannon-Wienerův index druhové diverzity prokázal rozdíly v biodiverzitě jednotlivých porostů. Pro porovnání porostů mezi sebou tak výzkum posloužil. Nesmí se ale opomenout fakt, že metodou zemních pastí se zjišťuje spíše než přesný počet druhů a jedinců tzv. „activity-trapability-density“. Chybí však relevantní srovnání s dalšími podobnými lokalitami, které by pomohlo zpřesnit interpretaci získaných výsledků.

Boháč, J. (2013). *Biologie ochrany přírody pro agroekology*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Boháč, J. (2016). Study of community structure of epigeic beetles on forest research plots.

Citováno 20. 9. 2018. Dostupné z

https://www.infodatasys.cz/BiodivLes/BiodivLes_Bohac2015.pdf.

Duelli, P., & Obrist, M.K. (2003). Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98, 87–98.

Oponent: Ing. Miroslav Herout, Ph.D.

1. V práci je často hovořeno o energetickém využití plodin v bioplynových stanicích, co si myslíte o navracení fermentačního zbytku zpět na pole? Jakou formu tohoto produktu považujete za nejvhodnější pro aplikaci – digestát, fugát nebo separát?

Odpověď na tuto otázku je částečně shodná s výše uvedeným textem týkajícím se dotazu č. 2 oponentky prof. Šťastné. Zde budou tedy uvedeny další doplňující údaje.

Odborné texty zaměřené na kvalitu zbytků po anaerobní digestaci biomasy jako hnojiva se často diametrálně liší. Přehledný soubor informací o vlastnostech digestátu, separátu a fugátu obsahuje Metodický postup pro efektivní užití digestátu ze zemědělských bioplynových stanic (Duffková a kol., 2016). V této metodice je citována řada významných zahraničních publikací, které zdůrazňují především pozitivní efekty aplikace fermentačních zbytků na zemědělskou půdu.

Jak ale rovněž bylo uvedeno výše, čím dál více se také objevují zprávy o negativním vlivu digestátu na půdu a její úrodnost. Přinejmenším je už odbornou veřejností přijímán fakt, že digestát není hnojivem organickým, ale minerálním – především dusíkatým. Na zemědělskou půdu lze aplikovat buďto přímo digestát, nebo kapalnou složku (fugát) či pevnou složku (separát) odděleně. Problémy se samotnou aplikací představuje zejména nízká koncentrace živin v těchto produktech. To znamená, že pro dodání relativně malého množství živin musí být na zemědělskou půdu aplikováno velké množství daného produktu.

Nejjednodušší řešení, jak nakládat s digestátem je jeho aplikace v neupravené formě. V tomto případě je důležité, pokud je to možné, zapravit digestát do půdy, aby se zamezilo ztrátám dusíku únikem do ovzduší a také se dodržely příslušné právní předpisy. Dochází-li k separaci digestátu na kapalný fugát a pevný separát, zpravidla se oba získané produkty využijí odlišně. Jelikož je fugát relativně dobrým hnojivem, aplikuje se na zemědělskou půdu. V úvahu připadá i jeho znovuzařazení do procesu fermentace. Jeho čištění a vypouštění do odpadních vod je neekonomické. Protože je aplikace zmiňovaných kapalných produktů nákladná, vzniká tendence aplikovat tyto hmoty co nejblíže bioplynových stanic. Tím se do půdy dostává také značné množství vody, které u lehkých půd může vést k vymývání živin, nebo naopak zamokření na půdách těžkých. S aridním průběhem počasí v posledních letech se ovšem dodání vyššího množství vody do půdy stává spíše výhodou.

Separát je možné využít několika způsoby. Kromě aplikace na půdu je možné použít separát jako palivo, jako substrát pro kompostování, případně jako stavební materiál (Vítěz a

kol., 2013). Využit se může také jako stelivo pro dobytek. Využitím separátu jako produktu pro spalování se zabývá například Koutný (2010), který uvádí výhřevnost separátu $15 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Možnosti kompostování pak řeší Kolář a kol. (2011).

Osobně si myslím, že využití sekundárních produktů bioplynových stanic, tedy digestátu, fugátu a separátu, je individuální záležitostí každého zemědělského podniku a závisí na produkčním zaměření, velikosti a vzdálenosti obhospodařovaných ploch, technologickém vybavení podniku a tak dále. Každý ze zmiňovaných produktů má nějaké výhody i nevýhody.

Duffková, D., Mühlbachová, G., Matějka, J., Zajíček, A., Kusá, H., Fučík, P., ... & Fendrych, B. (2016). Metodický postup pro efektivní užití digestátu ze zemědělských bioplynových stanic. Praha: VÚMOP, v.v.i a VÚRV, v.v.i.

Kolář, L., Kužel, S., Peterka, J., & Borová-Batt, J. (2011). Utilisation of waste from digesters for biogas production. In M.A Dos Santos Bernardes (Eds.), *Biofuel's Engineering Process Technology* (pp. 191–221). Rijeka: InTech.

Koutný, R. (2010). Termické využití separátu po anaerobní fermentaci biologicky rozložitelných odpadů. Citováno 15. 9. 2018. Dostupné z <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/termicke-vyuziti-separatu-po-anaerobni-fermentaci-biologicky-rozlozitelnych-odpadu>.

Vítěz, T., Geršl, M., Mareček, J., Kudělka, J., & Krčálová, E. (2013). Mineralogicko-chemická charakteristika fermentačních zbytků při výrobě bioplynu a možnosti jejich využití pro zlepšení vlastností půd. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

2. Jaký je současný trend pěstování zkoumaných rostlin v zahraničí, především v rámci Evropské unie?

Do roku 2030 by v EU měl podíl obnovitelných zdrojů stoupnout na 32 %. Lze proto očekávat rostoucí význam biomasy, a to i přes to, že se často diskutuje o snižování podílu biosložky v pohonných hmotách. Ze zkoumaných rostlin je v Evropské unii nejvíce využívána *Zea mays* L. Například v Německu tvoří zhruba 73% substrátů bioplynových stanic. Z dalších plodin je poměrně rozšířený *Miscanthus × giganteus*. V EU se ho pěstuje zhruba 20 000 hektarů. Z toho nejvíce ve Velké Británii (10 000 ha), Německu a Francii (celkem 8 000 ha). Následují další země jako je Švýcarsko, Polsko, Rakousko nebo Česká republika. *Phalaris arundinacea* L. je pak pěstována především v severských státech a také v Pobaltí. V současné době probíhají pokusy s pěstováním *Elymus elongatus*, a to zejména v Německu.

3. V práci se zabýváte vodní erozí. Jaké existují způsoby minimalizace odnosu orné půdy erozními jevy?

V zásadě existují tři kategorie protierozních opatření. První z nich jsou organizační opatření v rámci zemědělského podniku, která rozhodují o tom, jak budou jednotlivé pozemky v rámci farmy využity. Kromě plánování osevních postupů podle velikosti polí a jejich svažitosti zahrnují organizační opatření také včasné termíny výsevů plodin či využití podsevů.

Druhou skupinou protierozních opatření jsou agrotechnické zásahy. Mezi jejich výhody patří relativně nízké náklady na provedení a také fakt, že je lze uplatňovat pouze u plodin, které je vyžadují. Do této kategorie opatření patří například konturové obdělávání půdy, bezorebné zpracování půdy, setí do ochranné plodiny či do strniště. Lze sem však zařadit i takové zásahy, které by měly být samozřejmé. Jde mimo jiné o správnou péči o krajinné prvky nebo melioraci podorničních horizontů.

Poslední kategorií jsou protierozní opatření technická. Často bývají ekonomicky náročnější, a tak bývají uplatňována zejména tam, kde dochází k ohrožení lidských sídel, tedy v blízkosti intravilánů obcí. Jedná se o různé druhy protierozních hrázek, nádrží nebo teras. Mezi jednodušší zásahy se řadí průlehy, meze či záchytné příkopy.