

UDRŽITELNÁ BIOMASA

V tomto čísle se podíváme, jakou roli bude hrát biomasa a z ní vyráběný bioplyn, resp. biometan v Evropě, co stojí v nových vyhláškách k novele zákona o POZE a také na příklad dobré zemědělské praxe se zavedenými půdoochrannými technologiemi s využitím organických hnojiv nebo na potenciál bobovitých rostlin pro zlepšení stavu půdy a jako alternativního vstupního substrátu pro BPS.

Biometan pro energetickou bezpečnost a potravinovou soběstačnost

Současná volatilita nabídky a ceny zemního plynu a dusíkatých minerálních hnojiv¹ ohrožuje mimo jiné dostupnost potravin. Tvůrci politik EU mají možnost usnadnit výrobu biometanu a recyklaci živin tzv. „made in Europe“, a zajistit tak větší energetickou i potravinovou soběstačnost Evropské unie. Obrovský krok tímto směrem byl učiněn 9. března 2022, kdy Evropská komise přijala sdělení Repower EU a stanovila pro Unii cíl 35 miliard metrů krychlových biometanu do roku 2030.

Výroba biometanu a recyklace živin navrácením digestátu zpět do půdy je technologií, která se v současné době nabízí a která již existuje. K rozšíření chybí fungující vnitřní trh s oběma produkty a regulační pobídky, které by umožnily nahradit tradiční dusíkatá minerální hnojiva získávaná ze zemního plynu, jako je čpavek, močovina nebo DAM. Bez vhodného legislativního rámce může být dostupnost potravin v příštích letech vážnou hrozbou.

VÝHLED DO ROKU 2030

Evropa je světovou jedničkou v technologii výroby, úpravy, přepravy, dis-

¹ Většinu dusíku používaného v hnojivech tvoří minerální dusík, který se vyrábí procesem Haber Bosch, při němž se spotřebovává velké množství fosilních paliv, například zemní plyn. 80 % dusíkatých hnojiv je vyrobeno za použití zemního plynu. Zatímco k výrobě tepla a elektřiny se jako palivo využívá zhruba z 20 %.

tribuce a využití tohoto obnovitelného plynu. Podle statistických zpráv EBA 2021 činí současná produkce bioplynu a biometanu 4,5 % spotřeby zemního plynu. Do roku 2030 by se produkce mohla zdvojnásobit a do roku 2050 by mohla pokrýt 30–40 % poptávky po plynu v EU.

Předpokládá se, že roční produkce kompostů a digestátů v Evropě ještě poroste s rozšířením výroby biometanu a rychlým zavedením odděleného sběru bioodpadu z domácností.

Německá bioplynová asociace v roce 2018 spočítala roční produkci 128 milionů tun digestátu z širokého spektra surovin využívaných k výrobě obnovitelného plynu, které zahrnuje nejen materiály ze separovaného sběru bioodpadu, ale také hnůj, rostlinné zbytky a energetické plodiny. V roce 2016/17 činil objem bioodpadu ze separovaného sběru 47,5 milionu tun. Trh s recyk-

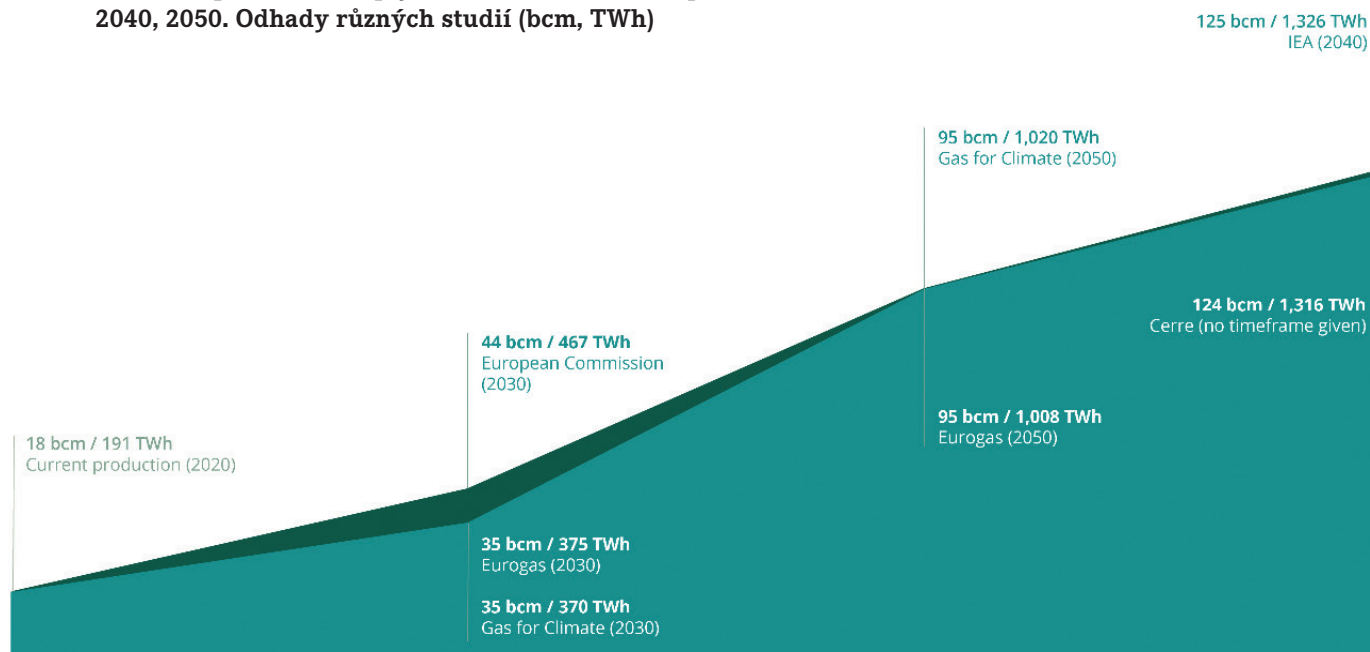
lovanými hnojivy má potenciál do roku 2050 vzrůst na 67 % celkového trhu s hnojivy.

Organická hnojiva a půdní přídatky velmi významně nahrazují minerální hnojiva a poskytují stabilní organický uhlík, který pomáhá udržovat a doplňovat obsah půdní organické hmoty (OH). Tato recyklovaná OH živí rozmanitou škálu mikroorganismů, kteří tvoří nezbytnou součást zdravého půdního ekosystému.

Půdy s nízkým obsahem OH jsou méně produktivní, zadržují méně vody a ukládají méně uhlíku. Tyto vlastnosti lze zlepšit pravidelnou aplikací organických hnojiv a půdních přídatků. Naopak půdy bohaté na OH zlepšují účinnost využití N, tj. k dosažení daného potenciálního výnosu plodin je potřeba méně N. Správné využití organických hnojiv a půdních přídatků v zemědělství snižuje především potřebu dodávání živin a následné ztráty. Poměry DOC:TOC² jsou spolehlivými ukazateli uloženého uhlíku jeden rok po aplikaci digestátu, a proto by mohly být používány jako jednoduché kvalitativní parametry určení potenciálu sekvestrace C z digestátu před jeho aplikací na pole.

² Rozpuštěný organický uhlík (DOC) a celkový organický uhlík (TOC).

Graf 1: Potenciál produkce bioplynu a biometanu v Evropě do roku 2030, 2040, 2050. Odhady různých studií (bcm, TWh)



Zdroj: European Biogas Association

VNITŘNÍ TRH

Nyní je ten správný čas na vytvoření právního rámce pro fungující vnitřní trh s biometanem a organickými zbytky a produkty, jako je kompost a digestát.

Evropská asociace pro bioplyn v Bruselu každodenně spolupracuje s tvůrci politik, aby podpořila silnou politikou vizi pro biometan, recyklaci živin a využití organických hnojiv a půdních přísad. Harmonizovaná pravidla pro fungující vnitřní trh jsou klíčová, stejně jako politický závazek spoléhat se na biometan při dekarbonizaci a zajištění dostupnosti potravin.

DOPORUČENÍ

- Cíl 35 miliard metrů krychlových biometanu vyrobeného v EU do roku 2030 by měl být zakotven ve stávajících legislativních návrzích, jako je směrnice o obnovitelných zdrojích energie (REDIII). Fungující vnitřní trh s biometanem také vyžaduje, aby provozovatelé mohli sdělovat informace o udržitelnosti prostřednictvím harmonizovaných záruk původu.
- Směrnice o zdanění energie by měla být v souladu s definicemi směrnice REDIII a měla by vytvořit pobídky pro veškerý udržitelný biometan, a to nejen pro pokročilá paliva, prostřednictvím upravených minimálních úrovní zdanění.
- Evropská komise zveřejnila technický návrh se specifickými bezpečnostními kritérii pro používání zno-uzískaného dusíku z hnojiv (RENURE) v dusíkem ohrožených oblastech v roce 2020. Materiály RENURE zahrnují digestát a doporučují promítnout technický návrh do legislativy, aby se vytvořily rovné podmínky pro bezpečné hnojení digestátem.
- Zemědělci by měli být povzbuzováni k tomu, aby místo minerálních hnojiv hnojili organickými hnojivy a půdními přísadami, které vracejí OH do půdy a recyklují živiny. K odměňování takových postupů by měly být využívány podmíněné platby a ekoschémat nařízení o strategickém plánu SZP (EU) 2021/2115;
- Kromě odměňování zemědělců, kteří používají organická hnojiva a půdní přísadky z recyklovaných živin namísto tradičních minerálních hnojiv, by Evropská komise měla využít hodnocení dopadů nové Strategie pro půdu do roku 2030 ke studiu cíle



Ilustrační foto

Zdroj: Shutterstock.com

pro minimální roční obsah organického uhlíku v zemědělské půdě;

- Je třeba urychleně zavést a zlepšit³ oddělený sběr BRO, aby bylo možné recyklovat vysoce kvalitní kompost a digestát podle stávajících osvědčených postupů.

POZITIVNÍ DOPADY KOMPOSTU A DIGESTÁTU

Provedení výše uvedeného doporučení bude mít následující **dopady**:

- **Sekvestraci** od 1,32 do 4,7 Mt CO_{2e} ročně v podobě půdní organické hmoty.

- **Vytvoření 1 pracovního místa** na 1 380 tun bioodpadu ve venkovských oblastech a 1 pracovního místa na 4 500 tun v městských oblastech.
- **Zvýšení dostupné vodní kapacity** o 38 metrů krychlových na hektar ve svrchních vrstvách (0–30 cm) půdy. To odpovídá 3,8 litru vody na jeden metr čtvereční půdy (ve svrchním horizontu 0–30 cm).
- Úspora 7 000 tun dusíkatých hnojiv (pokud dojde ke snížení obsahu organických látek v půdě o 1 %, vyžádá si to zvýšené dávky hnojiv odpovídající 7 tis. tun/rok).

³ Nedávná charakterizační studie Německé agentury pro ochranu životního prostředí (2020) uvádí, že 1/3 zbytkového odpadu z domácností zahrnuje kuchyňský a zahradní odpad, a to i ve městech s dobře fungujícími systémy tříděného sběru.

Použitá literatura je k dispozici v redakci CZ Biom nebo u autora článku.

-mg-

Nový zákon o POZE si žádá mnoho doprovodné legislativy

Nový zákon o podporovaných zdrojích energie platný od 1. 1. 2022 zmocňuje anebo ukládá vládě či ministerstvům aktualizaci a přípravu nových nařízení a vyhlášek. Některé jsou již ve sbírce zákonů a na další se teprve čeká. Jistě není od věci si nové vyhlášky týkající se provozu zdrojů na biomasu představit.

VYHLÁŠKA O MODERNIZACI č. 68/2022 Sb.

Modernizace a úprava, to jsou dva různé pojmy mající v zákoně o POZE každý svůj vlastní význam. Modernizace je obnovení výroby na parametry srovnatelné s novou výrobnou. Při splnění podmínek modernizace má výrobná možnost se přihlásit k nové podpoře. Kromě podmínek modernizace vyhláška také definuje pro palivové zdroje způsob stanovení množství elektřiny odpovídající výrobě před provedením úpravy a rozsah dokumentů, které je třeba ohledně modernizace uchovávat. Co se týče modernizace,

je třeba asi zmínit hlavně dva body. Jedním z nich je rozsah modernizace daný výčtem minimálních úprav dle různých druhů podporovaných zdrojů. Druhým pak definice výše vynaložených

investičních prostředků na provedení modernizace. Zde se vyhláška odvolává na další novou legislativu, a tou je vyhláška o technicko-ekonomických parametrech, která definuje základní parametry podporovaných zdrojů. Jedním z parametrů je i očekávaná výše měrných investic.

Jak bylo zmíněno v úvodu, modernizace a úprava jsou dva různé pojmy. Modernizační vyhláška se věnuje i úpravě zařízení, konkrétně tzv. zastropování roční podporované výroby. Je to kvůli tomu, že úpravou zařízení je možné provést i výrazné zásahy do výroby, a to včetně navýšení instalovaného výkonu. Vyhláška tedy definuje, jak stanovit množství elektřiny, na které bude možné pobírat provozní podporu po navýšení instalovaného výkonu. Podporu bude možné nárokovat na průměr tří

nejlepších provozních let v pětileté historii. To samozřejmě platí jen pro zdroje mající provozní historii delší než právě zmiňovaných pět let. Zdroje s kratší historií pak využívají opět data z vyhlášky o technicko-ekonomických parametrech.

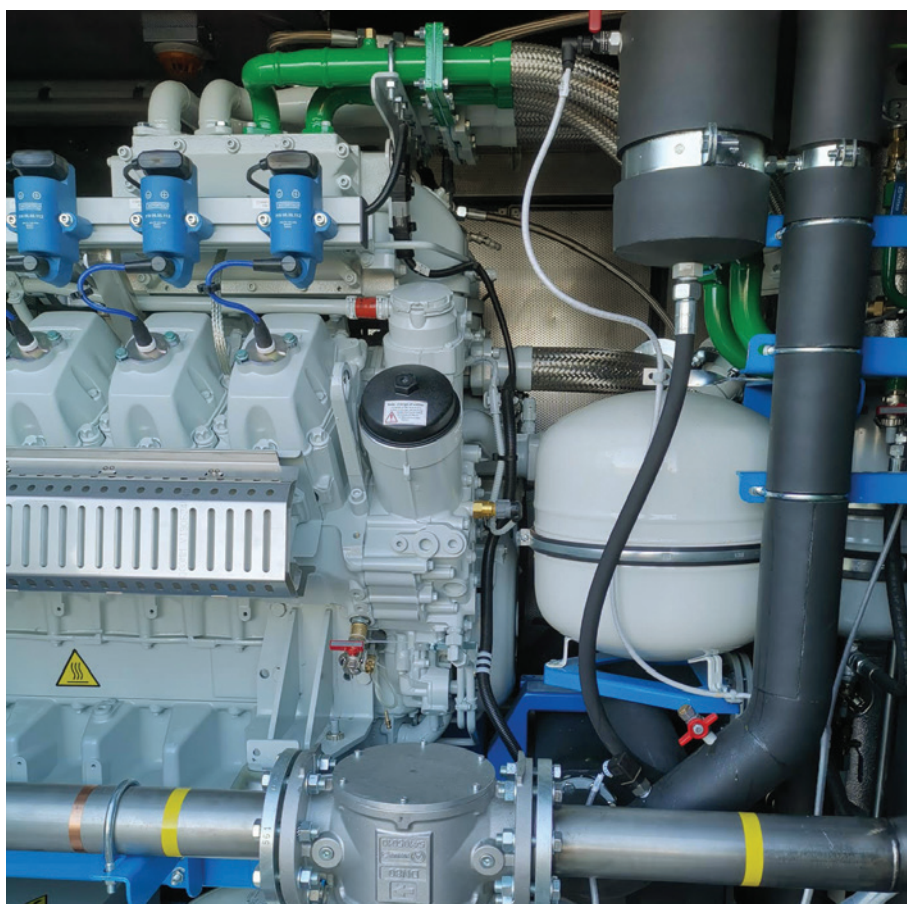
VYHLÁŠKA O TECHNICKO- EKONOMICKÝCH PARAMETRECH Č. 79/2022

Náplní této vyhlášky je definovat technicko-ekonomické parametry pro stanovení referenčních výkupních cen a zelených bonusů jednotlivých druhů podporovaných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla a biometanu. Jde jmenovitě o roční využití výrobního zdroje stanovené jako množství uplatněné elektřiny za rok podělené instalovaným výkonem. Dále o investiční náklady vztahované na jednotku instalovaného výkonu a náklady na pořízení paliva. Kromě technicko-ekonomických parametrů vyhláška definuje dobu životnosti, a to jak pro novou, tak modernizovanou výrobnou, diskontní míru, rozsah a výši provozních nákladů. Pro potřeby výpočtu podpory modernizovaných výroben tepla pak vyhláška definuje i způsob určení ceny tepla.

Bohužel vyhláška nereflexuje současný stav na poli stavebních prací, růst cen materiálů a celkově všech nákladů kvůli růstu cen energií a paliv. Parametry uvedené ve vyhlášce jsou tím pádem podhodnocené. Vzhledem k tomu, že v posledních letech nedocházelo k výstavbě nových zdrojů, nemá ERÚ data pro stanovení jiných cen, než které byly použity v předchozích vyhláškách. S některými druhy projektů zkušenosti v ČR navíc nejsou vůbec anebo jen ojedinělé. Tím se do jisté míry dá vysvětlit nízký měrný investiční náklad použitý pro výstavbu nových zdrojů anebo modernizaci. Není to však důvod přehlížet dlouhodobě rostoucí ceny vstupů a nákladů spojených s jejich přípravou, nebo také ostatních provozních nákladů. Ty navíc u palivových zdrojů nejsou vyhláškou vůbec řešeny a ani nejsou navázány na výpočet valorizace.

PŘEKOMPENZAČNÍ VYHLÁŠKA Č. 72/2022

Přesněji jde o vyhlášku o zajištění přiměřenosti poskytované provozní podpory zdrojů energie. Vyhláška stanoví vzory formulářů pro zjištění rozsahu



Ilustrační foto

Foto: Adam Moravec

technických a ekonomických údajů o výrobě elektřiny a jejím provozu a také způsob, jak se stanoví redukce provozní podpory o investiční dotaci (pro případ jejího “vrácení”).

Vyhláška velmi podrobně popisuje v budoucnu zřejmě nejméně používaný způsob úplného vrácení investiční dotace prostřednictvím redukce budoucí provozní podpory. Na druhou stranu však chybí praktické informace, jak tabulku překompenzace vyplnit. Respondent se musí spokojit s krátkým komentářem jednotlivých řádků.

Zajímavý a praktický detail, který by neměl uniknout provozovatelům, kteří spouštěli zdroje ve výrobně postupně, se nachází v příloze č. 2 část B. Zde je ve dvou odstavcích vysvětleno, jak postupovat v případě, že je vyplňován dotazník za výrobu obohacenou o další zdroje v dalších letech anebo jak vyplnit tabulku pro zdroj ve výrobě, která byla spuštěna a hodnocena již dříve.

Překompenzace je téma, které je doprovázeno velkým údivem provozovatelů a není se čemu divit, protože z počáteční podpory obnovitelných zdrojů se postupně vyvinul hon na provozovatele. Během podporované doby se několikrát změnila pravidla, značně narostla byrokracie, zavedly se nové podmínky komplikující a prodávající provoz, a nakonec je zde nástroj, který ze své podstaty má být trestem pro ty, kteří se o své provozy starají dobře a snaží se o maximální efektivitu. Nicméně výsledky sektorového šetření ukazují, že k překompenzaci v žádném již vyhodnoceném sektorovém šetření (v období 2006–2010) nedošlo a je tedy pravděpodobné, že k redukci podpory bude docházet jen v ojedinělých případech, jestli vůbec. Zůstává pak otázka, zda celé šetření stojící stát nemalé prostředky je vůbec smysluplné a zda není vhodné celý systém upravit a zjednodušit.

ČEKÁNÍ NA NOVOU ČTYŘISTASEDMDESÁTSEDMIČKU

Zatím jsme se nedočkali nové vyhlášky nahrazující tu o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchovávání dokumentů (č. 477/2012 Sb.). Pro obor bioenergetiky jde o zásadní vyhlášku a dle práce v pracovní skupině dozná zásadních změn. Jednou z těchto změn je ukončení evidence a uchování dokumentů týkajících se cíleně pěstované biomasy, protože v cenovém rozhodnutí jsou kategorie AF1 a AF2 sloučeny již dva roky.



Ilustrační foto

Zdroj: NRG flex

V případě bioplynu dříve používané pojmy “Cíleně pěstovaná a Ostatní biomasa” vystřídají pojmy “Pokročilé a Ostatní vstupní suroviny”. Stejně tak se vystřídá i evidence, kdy tu ohledně cíleně pěstované biomasy nahradí evidence kritérií udržitelnosti biomasy, tedy pro ty nadlimitní výroby (zatím platí jen pro BPS větší jak 2 MW a teplárny větší jak 20 MW – vyjádřeno jako příkon v palivu). Do vydání vyhlášky zatím není úplně jasné, jaký bude rozsah vykazování pro podlimitní výroby.

Návrh CZ Biom byl nepožadovat žádnou evidenci nad rámec Výkazu paliv zadávaný na OTE. Právě ten se má v souvislosti se změnou Vykazovací vyhlášky také zásadně měnit. Obě vyhlášky jsou v této části provázané, a proto je důležité, jak bude vypadat nová příloha č. 2 – rozdělení druhů biomasy pro proces AF (anaerobní fermentace). Ta vychází ze směrnice RED II, která její podobu určuje celkem přesně. Bylo tedy nutné především se vypořádat s překladem do českého jazyka bez ztráty původního významu, a přitom zohlednit české legislativní prostředí.

Základní dělení však muselo zůstat zachováno. Pokročilé vstupy jsou děleny na A a B. Přitom do kategorie A patří různé biologicky rozložitelné odpady, kejda, hnůj, trus a pak potravinářsky i krmivářsky nevyužitelné lignocelulózy a celulózy vláknoviny (jde o rostlinné materiály typu nedožerky, siláž a senáž nevhodné kvality apod. CZ Biom zastává názor, že by sem měly patřit i plodiny bez tržního uplatnění, což není zatím potvrzeno). Kategorie B tvoří použitý kuchyňský olej a živočišné tuky kategorie VŽP 1 a 2. Vše ostatní je pak kategorií C – tedy suroviny

pro výrobu ostatního bioplynu a biometanu.

Jelikož se v praxi může stát, že odpad nebo zbytek z výroby může být zařazen dle podmínek využití jak v kategorii A, tak v kategorii C, jsou některé položky ze seznamu v kategoriích stejné. Typickým příkladem mohou být cukrovarnické řízky, které jsou primárně klasifikovány jako krmivo, tedy kategorie C, ale jen za dodržení jistých podmínek. Nejsou-li podmínky pro krmivo dodrženy, stává se tento materiál již zbytkem bez dalšího využití pro výživu zvířat, a proto se jedná o kategorii A. Při evidenci tedy bude nutné v některých případech materiál správně klasifikovat a jindy to bude jednoznačné.

Pevná biomasa pro spalování a spolumspalování dozná zřejmě jen drobných kosmetických úprav. Zásadní změnou však je, že by se kategorizace biomasy, která je dosud používána v podpoře elektřiny z biomasy měla přenést také do provozní podpory tepla z pevné biomasy. Dojde tak ke srovnání podmínek obou typů využití jednoho paliva.

Doprovodná legislativa vzniká již tak nějak v ČR tradičně až po vydání zákonů. Velmi to komplikuje život kvůli chybějícím detailům dovysvětlujícím legislativní rámec daný zákonem. Vznikají tak nepříjemné situace, a to jak provozovatelům, tak i úředníkům. CZ Biom se snaží do vyhlášek promítat zkušenosti z praxe a udržovat legislativní požadavky na únosné míře, protože cílem je vytvořit prostor pro nové investice do obnovitelných zdrojů. V tomto ohledu je nový zákon o podporovaných zdrojích velkým posunem a umožňuje i na základě nařízení vlády meziročně reflektovat aktuální situaci.

-am-

Nástroje, jak udržitelně pěstovat biomasu s dobrým vlivem na půdu

Nepříznivé fyzikálně-chemické vlastnosti půdy zhoršují růst kořenů, příjem vody a živin, s dopady na růst rostlin, odolnost vůči suchu a dalším stresorům. Především utužení půdy je dlouhodobý problém moderního zemědělství, se kterým se potýká Evropa i Česká republika. Existuje řada agrotechnických opatření a postupů, kterými lze efektivně půdu chránit a zlepšit její vlastnosti. V tomto článku si uvedeme využití meziplodin, podsevů a podplodin v polním experimentu a jejich přínosy při pěstování nejen erozně náchylných plodin (kukuřice, čirok, cukrová řepa apod.), ale také při revitalizaci poškozených částí pozemku.

PROBLÉMY S UTUŽENÍM PŮDY ČR

Odhady uvádějí, že v Evropě je utužením poškozeno 33 milionů hektarů půdy. Podle výzkumů je v ČR zhuťněním ohroženo přes 40 % zemědělské půdy. Snížení pórovitosti (v rozmezí 20–40 %) bylo prokázáno jak v ornici (55 % případů), tak i v podornici (90 % případů) u vybraných 440 půdních sond v rámci celé ČR. Domníváme se, že hlavní příčinou postupného antropogenního utužení půd jsou četné pojezdy zemědělské techniky, intenzivní zavlažování zemědělské půdy a celková intenzifikace zemědělské výroby s nízkými vstupy organických hnojiv.

METODY OVĚŘENÍ MÍRY ZHUŤNĚNÍ PŮDY

Míru zhuťnění lze v praxi hodnotit pomocí stopovačů (tracerů značených sloučenin, izotopových přechodů) nebo s využitím různých barviv (sloužících ke kvantifikaci a popisu preferenčního

proudění). Nejčastěji se využívá barvivo Brilliant Blue (CAS#3844-45-9).

UTUŽENÍ A KOŘENY

Zvýšení objemové hmotnosti je doprovázeno destrukcí přirozené půdní struktury, snížením biologické aktivity půdy a pórovitosti a zhoršením agrochemických vlastností. Utužení půdy výrazně zhoršuje pronikání kořenů plodin půdou, snižuje se tak hloubka prokořenění, celková hustota kořenů aj. znaků kořenů důležitých pro efektivní příjem živin a vody z celého půdního profilu (kořenové zóny). Utužení se často projevuje skrytě, nižším využitím výnosového potenciálu moderních odrůd, nižší efektivností využití vody, dusíku a dalších živin, dopady navíc zhoršuje zvýšená variabilita počasí. Snížení výnosů v důsledku utužení půdy u hlavních plodin se může pohybovat například mezi 10–30 %.

Velikost kořenů je klíčový znak podmiňující schopnost rostlin přežít nebo se přizpůsobit nepříznivým abiotickým podmínkám v půdě, především nedostatku vody a živin. Frekvence kolísání dostupné zásoby vody se bude kvůli klimatickým změnám pravděpodobně zvyšovat, a to bude posilovat význam kořenového systému pro stabilitu výnosů. Hloubka kořenů, jejich hustota a distribuce v půdním profilu jsou ukazateli schopnosti rostliny využívat vodu a živiny z půdy. Určení vlivu limitujících faktorů, především utužení půdy, na rozvoj kořenů a příjmové funkce je důležité pro zemědělskou praxi. Půdní prostředí silně ovlivňuje způsob zpracování půdy.

“Zavádět agromeliorační postupy pro zlepšení fyzikálních parametrů půdy je jednou z důležitých otázek udržitelného hospodaření na půdě.”

PŘÍNOS MEZIPLODIN

K revitalizaci utužených pozemků je možné využít celou řadu melioračních plodin, které pronikají kořeny do hloubky, vnášejí organickou hmotu a vynášejí živiny z podornice. Kořenovými exudáty přispívají k vytvoření půdních agregátů (biologická stabilizace), vytvářejí biopóry pro růst kořenů následných plodin a rozrušují „meliorují“ utužené vrstvy.

Mezi tradiční revitalizační druhy patří především naše víceleté jeteloviny, jetel a vojtěška. Dále 1leté, nebo 2leté; komonice, vičenec, štirovník. Z jednoletých se osvědčila především lupina. Z důvodu rapidního poklesu ploch jetele a vojtěšky v minulých letech se postupně fyzikální stav vrstev půdy u řady pozemků postupně zhoršuje a je nezbytné podpořit přirozené procesy obnovy optimální půdní struktury agromelioračními opatřeními. Zajímavé poznatky publikovali v Německu při využití ředkve šlechtěné na schopnost pronikat utuženou půdou (*Raphanus sativus*), známé jako meliorační ředkev.

Obr. 1: Mechanizace – dlátový pluh s vývojovou verzí dávkovače melioračních hmot (BEDNAR FMT)



Zdroj: BEDNAR FMT

Zelené hnojení se postupem času stává běžnou praxí zemědělců. Jedná se o cílené pěstování biomasy a následné zapravení zelené hmoty rostlin do půdy. Před zapravením mezplodina chrání povrch půdy vůči erozi a udržuje vláhu, po zapravení dochází k rozkladu primární organické hmoty, a půda je tak obohacena o živiny. Pěstováním mezplodin lze dosáhnout nejen ochrany půdy vůči erozi, ale také pozitivního efektu pro zásobu živin a formování půdní struktury. Využití mezplodin v osevním postupu může mít také kladný vliv na hydrologické funkce půdy. Nevýhodou mohou být zvýšené náklady, nicméně jako kompenzaci je možné využít dotaci (viz Nařízení vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření § 11).

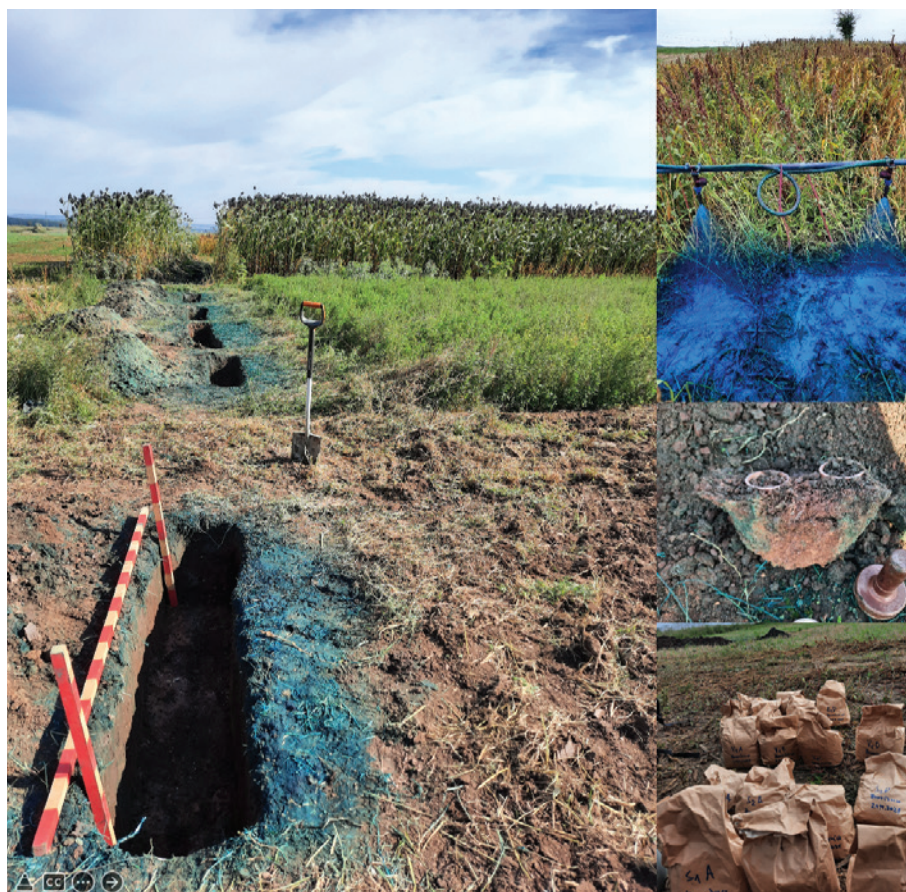
Pokud je nutné na pozemku provést nápravné opatření, např. po realizaci revize elektrického vedení, nebo revize produktovodu apod., je výhodné využít směsi hluboce kořenících mezplodin k obnově půdy. Tento proces je v legislativě pojmenován jako „uvedení půdy do původního stavu“. Vhodně navržená skladba mezplodin může významně zlepšit fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy, a to především díky hluboké a rozsáhlé struktuře kořenového systému, jež půdu provzdušňuje a je potravou pro půdní organismy.

V běžné agronomické praxi se mezplodiny využívají jako podsevy na krycí plodiny, strništní mezplodiny nebo podplodiny. Původní význam podplodin pěstovaných v sadech a vinicích se v dnešní době mění na možnost pěstování podplodin pod fotovoltaickými panely, nebo v rámci agrolesnických prvků s cíleným pěstováním rychle rostoucích dřevin.

Mezi rostliny vhodné na zelené hnojení patří celá řada plodin včetně řepky olejné, řepice ozimé, řepice jarní, žito ozimého, hořčice bílé, pohanky, slunečnice roční, hrachoru setého, řady jílků, jetelů a lupin, tolce dětelové, komonice bílé, vičence, svazenky shloučené a vratičolisté, hrachu setého a polního (Peluška), bobu obecného polního a vikve seté, huňaté a panonské.

Pro splnění podmínek dotace „Greening“ se s výhodou využívají letní a ozimé varianty směsi pro zelené hnojení. Letní variantu je nutné vysít do 31. července a ponechat do 24. září, ozimou variantu je potřeba vysít do 6. září a ponechat do 31. října. Pro tyto účely se často využívá směsi s dlouhou vege-

Obr. 2: Postupy ověření účinku AMO na výzkumné ploše



tační dobou (svazenky a jetele) a krátkou vegetační dobou (ředkev a lnička, popř. hořčice a lnička).

K cílené revitalizaci půdy jsou doporučovány revitalizační postupy s využitím speciálních travních směsí a mezplodin: (i) meliorační (inkarnát, vikev huňatá, hrachor, jílek, sverep, svazenka), (ii) meliorační pro písčité půdy (inkarnát, vikev huňatá, hrachor, lupina žlutá, jílek, sverep, svazenka, pohanka, slunečnice), (iii) meliorační víceletá (kombinace meliorační a luční směsky) a (iv) Landsberská (inkarnát, vikev huňatá, jílek mnohokvětý).

OVĚŘENÍ AGROMELIORAČNÍHO ÚČINKU CÍLENĚ PĚSTOVANÝCH ROSTLIN

Cílem řešení projektu TH04030249 „Vývoj dávkovacího ústrojí pro precizní aplikaci melioračních hmot – nástroj k rekultivaci a revitalizaci půd“ bylo vyvinout dělený zásobník hnojiv pro dlátový pluh (BEDNAR FMT, Obr. 1), umožňující aplikovat organická hnojiva do specifické hloubky podle potřeb růstu melioračních plodin. Navrhované řešení se primárně zaměřuje na oblast zemědělské výroby (prachovité půdy řepářských výrobních oblastí), nicméně navrhované postupy asistované produkce melioračních plodin byly

ověřeny i pro území po těžební činnosti (hnědé uhlí) a další plochy určené k rekultivaci.

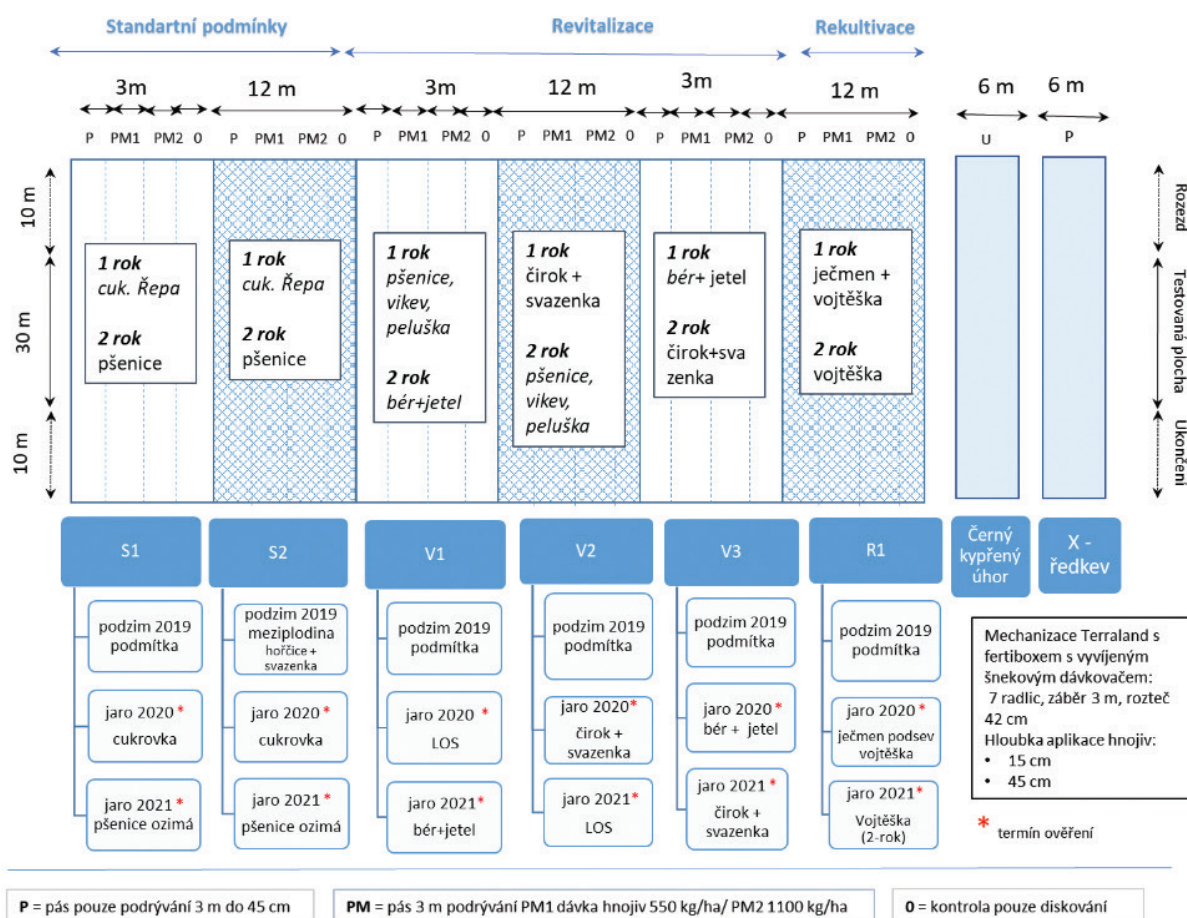
Výzkumná část řešení se následně věnovala ověření nastavených agromelioračních opatření (AMO) a cíleně pěstovaných směsí rostlin k revitalizaci uměle utužené půdy (na 6 MPa) s využitím barevných stopovačů a simulátoru deště (VÚMOP, Obr. 2).



Vojtěška

Foto: MattLavin@Flickr.com:

Obr. 3: Variantní uspořádání výzkumné plochy Hovorčovice



Na výzkumné ploše Hovorčovice (okres Praha-východ) byl na podzim roku 2019 sestaven 2letý variantní pokus (Obr. 3) s meliorační skladbou plodin na plochách velikosti 12 x 50 m (Obr. 4). Byl ověřen účinek dávky hnojiv (HumaAgro od společnosti EnviProdukt) do hloubky 15 a 45 cm.

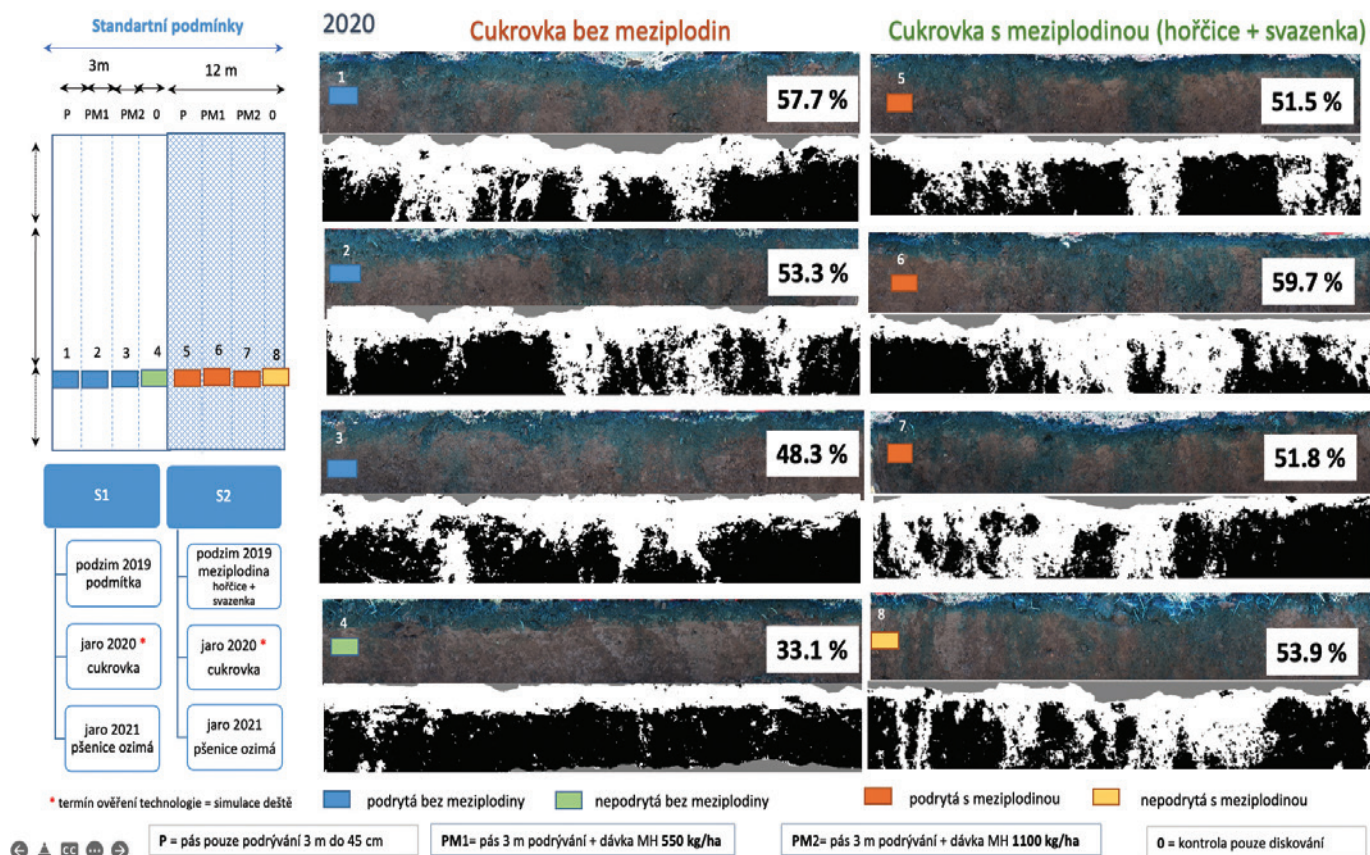
V rámci jednoletého sledování účinku rostlin na uměle utužené orné půdě byl pozorován kladný efekt zařazení meziplodiny, kdy efekt volného prorůstání půdním profilem bez technického zpracování půdy má obdobný efekt jako kultivace podrývacím strojem (Obr. 5). Pro jednoletý revitalizační postup, který

je v ideálním případě podpořen mechanickým zpracováním půdy a hloubkovou aplikací hnojiv, se jako vhodné směsi melioračních rostlin ukázaly varianty široku se svazenkou a popř. luskobilná směs (LOS, Obr. 6). Nevýhodou LOS v malé ploše je její atraktivita pro polní škůdce, která porosty značně decimovala.

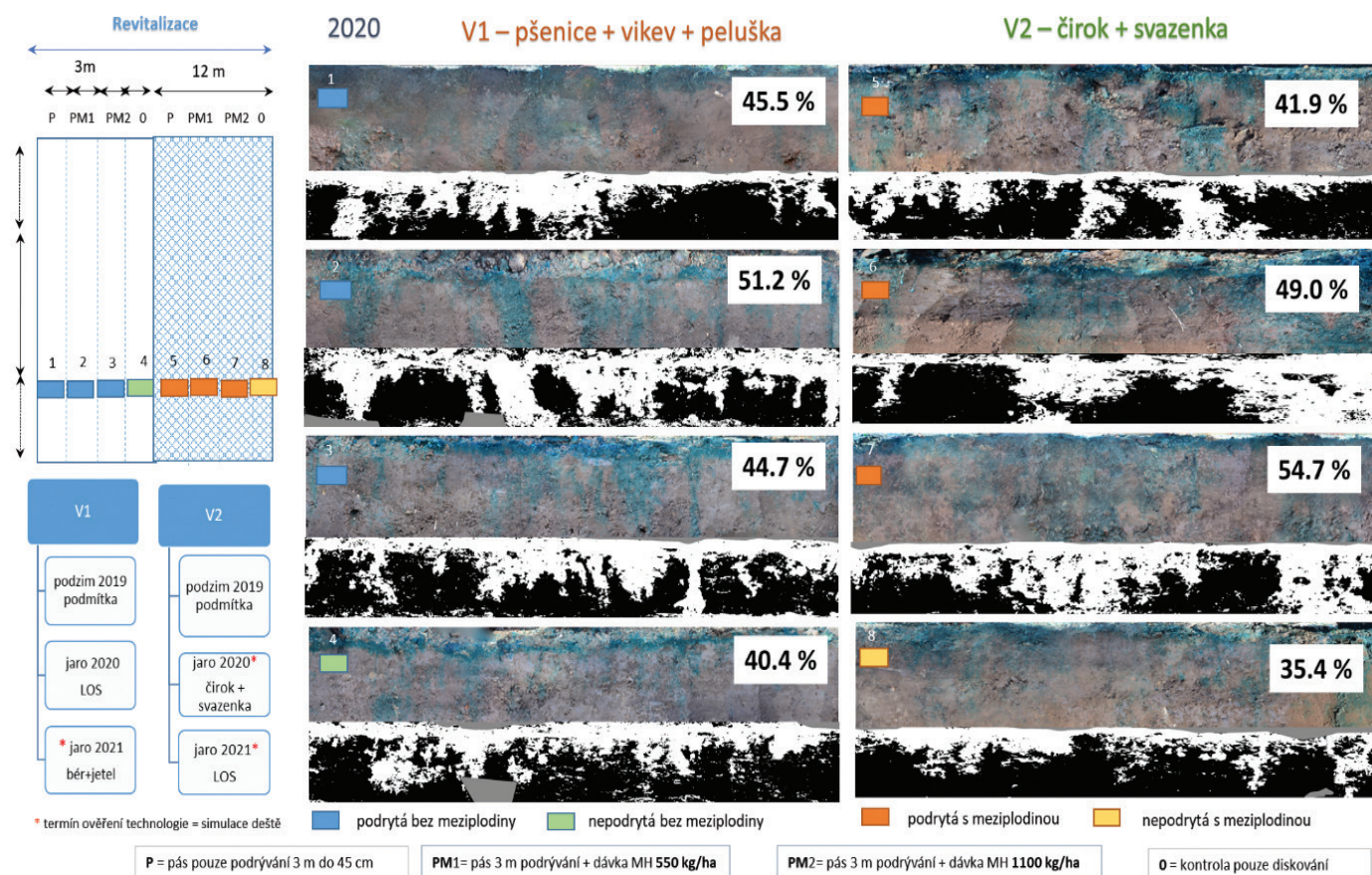
Obr. 4: Skladba melioračních směrů plodin na výzkumné ploše v roce 2021



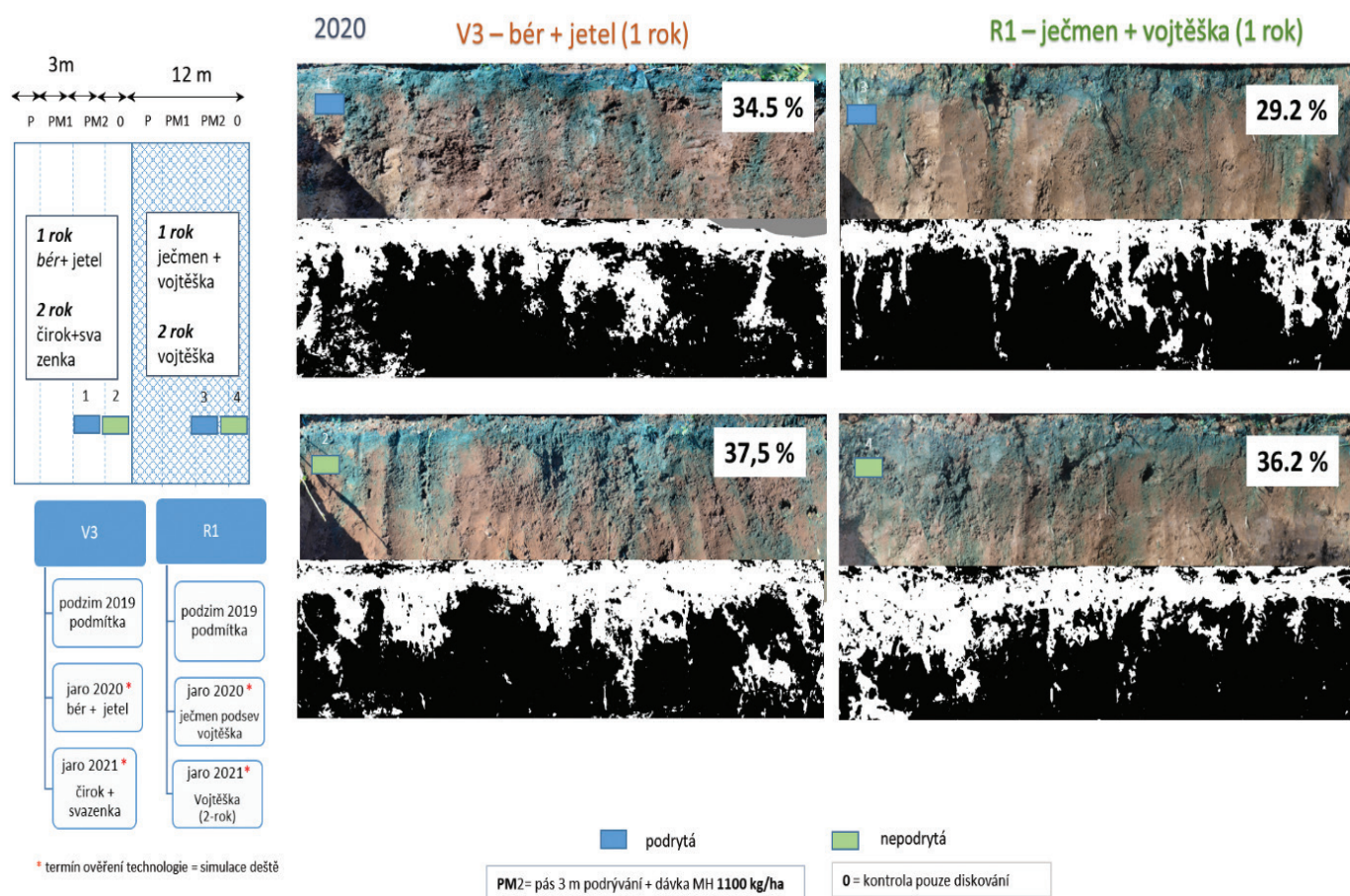
Obr. 5: Výsledky ověření AMO aplikace mezplodin



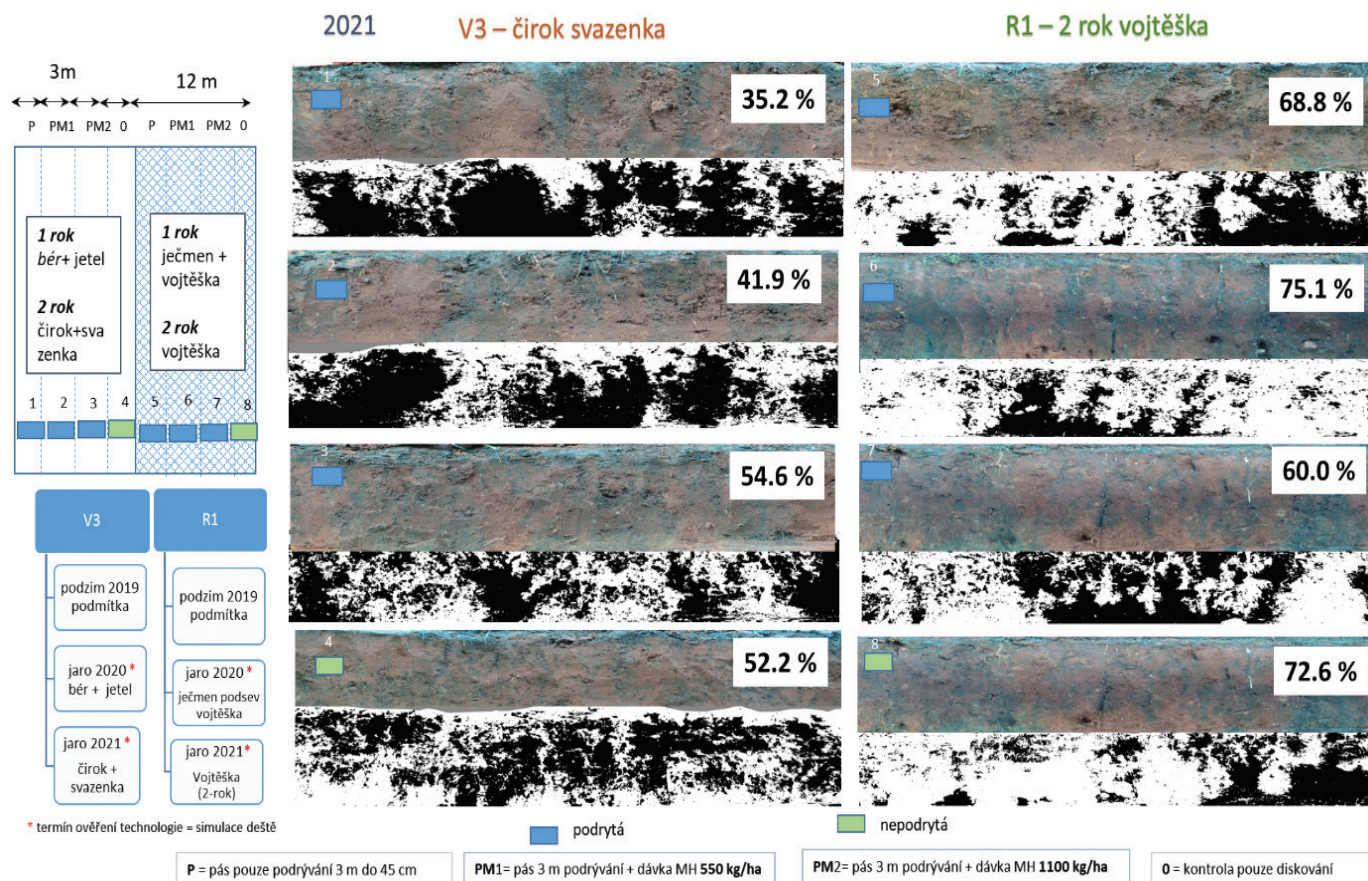
Obr. 6: Výsledky ověření účinku po 1 roce sledování pro LOS a čirok se svazenkou



Obr. 7: Výsledky ověření AMO jetele a vojtěšky po prvním roce



Obr. 8: Výsledky ověření AMO čiroku a vojtěšky ve druhém roce pěstování



Naopak první rok sledování vývoje podsevu vojtěšky a jetele (varianty R1 a V3, Obr. 7) přinesl spíše negativní výsledky. Porosty vojtěšky, ale i jetele přes bohatý rozvoj kořenového systému významně snížily vláhovou dostupnost pro další plodiny. Celkově tak mají tyto porosty po prvním roce sledování spíše negativní vliv na infiltrační schopnost půdy.

Nicméně druhý rok sledování uměle utužených ploch přinesl kýžený efekt, kdy porosty vojtěšky, ale i čiroku, významně zvýšily celkovou infiltrační schopnost půdy. Efekt mechanického zpracování půdy se ve druhém roce sledování nijak výrazně neprojevil (Obr. 8). Naše výsledky ukazují, že zařazení jetelotravních směsí a vojtěšky seté v rámci revitalizace utužených půd dávají smysl až při návrhu 2 a víceletého revitalizačního opatření.

Pozitivní výsledky pro prachovité půdy přineslo zařazení ředkve seté. Pro tuto mezipločinu mělo hloubkové kypření půdy (do 45 cm) pozitivní efekt. Porosty ředkve vykazovaly při hloubkové aplikaci hnojiv již po jednoletém působení téměř dvojnásobnou infiltrační schopnost půdy vůči kontrole (úhoru, Obr. 9).

ZÁVĚR

Smyslem tohoto článku je především upozornit na potenciál, který plyne z efektivního využití mezipločin při pěstování nejen erozně náchylných plodin (kukuřice, čiroku, cukrové řepy apod.), ale také na možný potenciál využití melioračních plodin při revitalizaci poškozených částí pozemku.

Ověřená technologie popisující uplatnění AMO na silně utužené půdě může sloužit jako návod při návrzích rekultivačních procesů pro zemědělce, kteří budou mít zájem realizovat přijatelná revitalizační opatření na svých pozemcích. Výsledky mohou být využity ve státní správě při řešení otázky efektivního návratu poškozeného pozemku (utužením, těžbou apod.) do původního stavu (podle zákona o ochraně ZPF 334/92 Sb. v platném znění). Zároveň návrhy nových rekultivačních materiálů a ověřených technologií navazují na cíle pro „Podporu nových postupů v oblasti rekultivace po těžební činnosti a sladění současné i budoucí těžby (nejen uhlí) s požadavky na ochranu přírodních zdrojů“.

Příspěvek vznikl za podpory projektu TH04030249 „Vývoj dávkovacího ústrojí pro precizní aplikaci melioračních hmot – nástroj k rekultivaci a revitalizaci půd“. Hlavním řešitelem projektu je firma BEDNAR FMT, která vyvinula mechanizaci pro efektivní dávkování melioračních hmot do profilu. Hnojiva s přídavky pomalu uvolnitelných forem P poskytla firma EnviProdukt s.r.o. Výsledky byly ověřeny pomocí malého polního simulátoru VÚMOP v.v.i. s barevným stopovačem. Kořenové analýzy byly provedeny odborníky z VÚRV v.v.i.

Ondřej Holubík¹

Jan Haberle²

Pavel Svoboda²

Karel Kubín³



Jetel inkarnát

Foto: Björn S.@Flickr.com

¹ Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i.

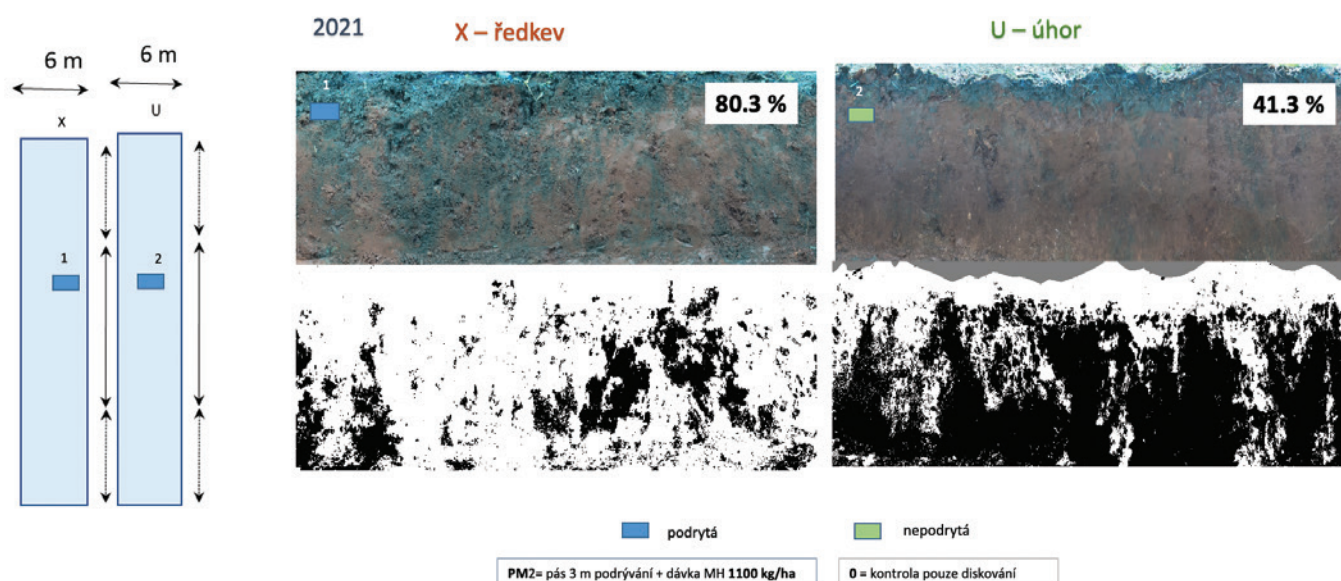
– Oddělení Pedologie a ochrany půdy

² Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. – Produkční fyziologie a výživa rostlin pro udržitelné zemědělství)

³ BEDNAR FMT s.r.o.

Použitá literatura je k dispozici v redakci CZ Biom nebo u autorů článku.

Obr. 9: Výsledky ověření AMO ředkve seté vůči úhoru po prvním roce



Udržitelné využití biomasy v energetice: půdoochranné technologie a využití organických hnojiv a především digestátu

POOSLAVÍ Nová Ves, družstvo hospodařící v západním cípu okresu Brno-venkov v oblasti před soutokem řek Oslavy a Jihlavy v nadmořské výšce od 220 po 450 m n. m. Chová 450 kusů krav holštýnského plemene, provozuje 10 let bioplynovou stanici o 1 189 kW elektrického a 676 kW tepelného výkonu a 7 let zpracovává ve vlastní kompostárně bioodpad z obcí a měst.

V loňském roce jsme obhospodařovali výměru přibližně 2 160 ha, kde jsme pěstovali pšenici ozimou na 29 %, kukuřici na 21 %, pšenici jarní na 11 %, ječmen ozimý na 10 %, TTP na 8 %, vojtěšku na 8 %, řepku na 7 %, cukrovku na 2 %, mák na 2 % plochy a na zbývající ploše ječmen jarní a ovocné sady. Pro vlastní spotřebu pěstujeme plodiny na výměře 910 ha, tedy asi na 42 % ploch obhospodařované půdy. Část z této plochy je také využita pro potřeby bioplynové stanice.

Bioplynová stanice spotřebovává z vlastních surovin hovězí kejdu, kukuřičnou siláž, travní senáž a odpad z čištění obilí. Kvůli neustálým změnám pěstebních podmínek jsme nuceni snižovat podíl cíleně pěstované biomasy, a to se nám daří díky nákupu vedlejších produktů (například cukrovarnických

řízků) nebo odpadů ze zpracování agrárních komodit. V posledních letech jsme tedy snížili podíl cíleně pěstovaných plodin zpracovaných v bioplynové stanici ze 74 % na 58 %.

APLIKACE HNOJIV

Digestát z bioplynové stanice s obsahem sušiny cca 9,2 % jde přes separátor, kde dochází k rozdělení hmoty na separát s obsahem sušiny cca 23 % a fugát s obsahem cca 5,7 % sušiny.

Obhospodařovanou půdu ročně hnojíme jednak hnojem z hluboké podestýlky v množství 5 000 tun, dále 1 200 tunami kompostu z kompostárny, separátem z bioplynové stanice v množství 3 100 tun a také 19 500 tunami fugátu z bioplynové stanice. V každé tuně fugátu je cca 5 kg dusíku a z toho je cca 3,5 kg amoniakálního dusíku. Dále je

zde asi 4,4 kg draslíku a 0,88 kg fosforu. Fugát aplikujeme přímo do půdy, a tím eliminujeme ztráty dusíku, které by jinak mohly vzniknout v době mezi aplikací na povrch půdy a zapravením do půdy.

Vlastní tuhá organická hnojiva nám umožní vyhnojit každý rok cca 330 ha půdy ve tříletém sledu, což zabezpečí 48 % orné půdy. Fugátem můžeme vyhnojit plochu 650 ha, tedy asi 32 % orné půdy. Díky vlastním organickým hnojivům můžeme ušetřit přibližně 43 % (138 tun) dusíku (nakupujeme ještě cca 183 tun dusíku), 25 tun fosforu a 82 tun draslíku.

Z hlediska nahrazování kukuřice jako vstupní biomasy do bioplynové stanice jinými surovinami je pro nás limitující množství draslíku, které do fermentorů vstupuje. Stejně tak na druhé straně, při aplikaci fugátu je pro nás důležité sledovat množství draslíku v půdě, abychom toto množství nezvyšovali více, než je potřeba a nezasolovali půdu. Opakující se aplikace fugátu v blízkosti bioplynových stanic (aby se ušetřilo za dopravu velkého množství na vzdálená pole) mohou vést ke zvyšování množství draslíku v půdě. Draslík ve vysoké koncentraci pak snižuje využití jiných živin, zejména hořčíku rostlinami a může být příčinou poklesu úrodnosti půdy.



Rozdělení půdních bloků a střídání plodin v pásech



Rozdělení půdních bloků a střídání plodin v pásech

Principiálně je třeba udržovat koloběh živin v rámci všech pozemků, zapojených do výroby objemných krmiv a skladbou osevního postupu (postupů) umožnit využívat statková hnojiva bez zbytečných ztrát.

Vzhledem k aridním podmínkám se osvědčuje využití kejdy/digestátu mimo jiné ke hnojení řepky před setím a v průběhu časného jara ke hnojení ozimých obilnin se zapravením do porostu. Zvláště při suchém průběhu jara (včetně aktuální situace) vykazují tyto varianty nejvyšší využití živin a pozitivně se podílí na snížení obsahu reziduálního dusíku po sklizni.

Jsme si vědomi, že z biomasy odebíráme v bioplynové stanici zejména labilní formy uhlíku. Další organická hnojiva vyrábíme na kompostárně, která zpracovává bioodpad z obcí a měst v našem okolí. Do fugátu dále přidáváme huminové kyseliny, které pomáhají při výživě rostlin. Při hnojení fugátu s huminovými kyselinami jsme zaznamenali vyšší výnosy než ve variantě hnojení pouze fugátem.

ROZDĚLENÍ POZEMKŮ

Naše hospodaření ovlivňuje velmi výrazně členitost krajiny, kde jen 17 % jsou zatím neerozně ohrožené (NEO) plochy. Mírně erozně ohrožené (MEO) plochy zaujímají 59 % a 24 % jsou plochy silně erozně ohrožené (SEO). Víme, že se chystá zpřísnění erozní vrstvy, bohužel v tuto chvíli stále nevíme, jak nás tato změna zasáhne.

Za poslední roky jsme na základě požadavku na maximální výměru jedné plodiny do 30 ha a na základě protierozní kalkulačky, integrované do LPIS, provedli výrazné rozdělení obhospodařovaných půdních bloků na menší. Tím jsme se z původně 150 půdních bloků dostali na 201 zemědělských parcel. V současnosti je průměrná velikost jedné zemědělské parcely u nás 13,10 ha a medián 11,15 ha.

Zvýšením počtu zemědělských parcel nám narostla administrativa a evidence agronomických prací. Zmenšení vý-

měry jedné plodiny na 10 ha v tomto kontextu považujeme za zcela zbytečný krok. Máme za to, že nikdo dnes nebere v potaz skutečnou velikost výměry jedné plodiny, jak je uvedeno na našem příkladu výše. Nikdo také neřeší otázku přístupu k jednotlivým zemědělským parcelám s různými plodinami v rámci půdního bloku. Pokud má půdní blok jedno přístupové místo a u něj bude zaseta kukuřice na zrno, jak se bude během roku zemědělec dostávat za porost kukuřice k jiným plodinám?



Ilustrační foto

OSEVNÍ POSTUPY

Díky tomu, že je naše družstvo demonstrační farmou (v rámci projektu Ministerstva zemědělství), jsme si vyzkoušeli různé způsoby pěstování kukuřice na erozně ohrožených plochách. V oblastech s vyšším rizikem sucha se nám ukázalo jako velmi rizikové pěstovat meziplodiny, zvláště při jejich likvidaci až v jarním období. Mnohem bezpečnější cestou bylo rozdělení půdních bloků na menší zemědělské parcely při dodržení všech protierozních kritérií a střídání plodin v určitých pásech (viz obrázek). Nastavení systému protierozních opatření nás nakonec dotlačilo k vytvoření dvou osevních postupů – s kukuřicí a bez kukuřice.

V osevu s kukuřicí se většinou v pásech plodin střídá ozimá obilovina s kukuřicí. Takže osev je zde v pásech kukuřice – obilovina – kukuřice – obilovina. Velkým problémem je u tohoto způsobu osevu například nařízení, vyžadující pokryv půdy na pásech osetých obilninou až do doby sklizně kukuřice. Zpravidla je tedy nutné ponechat strniště po obilnině bez zásahu a až do sklizně kukuřice pro jistotu zachovat pokryv půdy. Teprve poté se může strniště po obilovině zpodmítat. Snaha zapojit do osevu třetí plodinu je

výše popsaným nařízením velmi zkomplikována.

Nevýhodou pásového střídání plodin s menší výměrou je dále větší poškození porostů napadenými škůdci (okrajové plochy polí vůči celku mají větší podíl). Naopak výhodou zmenšených půdních bloků je snížení poškození porostů černou zvěří a také možnost pěstovat kukuřici bez meziploidy, nebo v managementu meziploidy nevyžadujícím striktní vysoké procento pokryvu půdy. Některé managementy meziploidy jsou spojené v aridní oblasti s vyšším rizikem prohlubování vláhového deficitu a poklesem výnosů následně setých plodin. Legislativní nastavení podmínek pěstování meziploidy by mělo respektovat velkou regionální různorodost přírodních podmínek ČR, a to jak v druhové skladbě, tak termínu výsevu a doby setrvání na pozemcích.

Významným prvkem pro zachování retenční kapacity půdy je co nejvyšší obsah organické hmoty v půdě a zároveň co nejnižší míra utužení. Za tím účelem se snažíme postupně sjednocovat šířku záběrů jednotlivých strojů tak, abychom se dostali na násobky šesti metrů a měli pojezdy po poli ve stejných kolejových řádcích. Cílem je zavedení systému CTF (controlled traffic farming), tedy ome-

zení utužení půdy pojezdy po poli tak, že se jezdí jen v předem definovaných kolejových řádcích. Obdělávání půdy „nakoso“ se díky rozdělení půdních bloků na menší zemědělské parcely o šířce pásu do 200 m zcela vytratilo.

EKONOMIKA

Porovnání konverze energie při zpracování biomasy (konkrétně kukuřice) na elektrickou energii nám vychází na vstupu cca 137 litrů nafty/hektar, což odpovídá při příznivém výnosu 35 kWh energie v naftě vložených do tuny kukuřičné siláže. V případě nakupovaných hnojiv je nutno přičíst i energii vloženou do výroby hnojiv (počítáno 30 GJ/tunu NH_3). Díky tomu, že využijeme 43 % dusíku z vlastních hnojiv, zatěžujeme tunu siláže energií na výrobu nakupovaných hnojiv navíc jen asi 10,6 kWh/tunu. Z tuny kukuřičné siláže lze vyrobit přibližně 480 kWh brutto elektrické energie. Tedy konverze energie z nafty a nakupovaných hnojiv na elektrickou energii může být v našem případě přibližně 1:9. Věříme, že postupem času budeme při pohonu zemědělských strojů používat například bioCNG, čímž se efektivita výroby ještě zvýší.

-lj-

TRADIČNÍ KONFERENCE

BIOPLYN & LEGISLATIVA

24 / 5 / 2022

HOTEL AKADEMIE NAHÁČ
NEBO ONLINE

AKTUALITY ZE SVĚTA BIOPLYNU, BIOMETANU A BIOODPADŮ

Vojtěška našla uplatnění v bioplynových stanicích, navíc pomůže ušetřit za hnojiva

Zvyšování podílu bobovitých rostlin v osevních postupech významně přispívá k omezení eroze a zlepšení kvality půd. Tyto rostliny jsou zpravidla odolnější vůči suchu, snižují spotřebu dusíkatých minerálních hnojiv a zajišťují jejich náhradu ve formě rostlinné biomasy s vyšším podílem dusíku, který je bobovitými rostlinami fixován ze vzduchu. Výměra jetelovin a ostatních víceletých píceň na orné půdě úzce koreluje se stavy skotu, a tedy v posledních desetiletích klesá. Na druhou stranu v České republice je provozováno okolo 400 zemědělských bioplynových stanic, které by mohly část vstupních substrátů nahradit právě bobovitými rostlinami, a tak by mohla jejich výměra opět narůst.

Výzkumy v provozních podmínkách bioplynové stanice ukázaly, že je možné zařadit bobovité rostliny do mixu vstupních substrátů, přičemž dochází k téměř dvojnásobnému nárůstu obsahu celkového dusíku v produkovaném digestátu, a to z 0,4 % až na 0,79 %. To vede v rámci celé farmy ke značnému snížení nákladů na nákup a aplikaci hnojiv, a tím i snížení pojezdů zemědělské techniky na pozemku. Zařazení bobovitých rostlin do osevních postupů tak přináší celou řadu benefitů jak pro zdravý stav půdy, tak pro ekonomiku zemědělských podniků.

Zpracování bobovitých rostlin nebo jakéhokoli substrátu s vyšším obsahem dusíku však není bez rizika. Zvýšená koncentrace dusíku, resp. zvýšený obsah amoniaku jsou rizikem v procesu výroby bioplynu, která může vést až ke kolapsu biologického procesu. Proto připravili experti certifikovanou metodiku, která provozovatelům bioplynových stanic radí, jak postupovat, aby bylo využití bobovitých rostlin v bioplynové stanici bezpečné. V metodice najdete také rady na pěstování jetele a vojtěšky. Tuto metodiku je možné získat na www.bioplynzvojtesky.cz.



Ilustrační foto

Tim Evanson@Flickr.com

VÝHODY NEJEN PRO BIOPLYN, ALE TAKÉ PRO VČELAŘE

Zapojené porosty a propojená struktura kořenového systému velmi dobře chrání půdu před vodní a větrnou erozí. Z dalších pozitiv lze vyzdvihnout význam jetelovin pro opylovače. Celkově tak jeteloviny příznivě působí nejen na půdní úrodnost, ale jejich přínos daleko přesahuje sféru zemědělské produkce, a lze tak hovořit o komplexním pozitivním vlivu na celý ekosystém.

V podmínkách České republiky je z jetelovin věnováno nejvíce ploch vojtěšce seté a jeteli lučnickému, a to především z důvodů jejich vysoké výnosové schopnosti, velmi dobré nutriční hodnotě píce, široké paletě odrůd, vytrvalosti a vícesečnosti porostů.

Výměra jetelovin a ostatních víceletých píceň na orné půdě úzce koreluje se stavy skotu. V roce 1990 celková výměra víceletých píceň přesahovala 500 000 ha a do roku 2002 se v důsledku snižování stavu hospodářských zvířat snížila přibližně na polovinu. V následující dekádě došlo k dalšímu poklesu k úrovni 170 000 ha. Od roku 2015 se výměra postupně zvyšuje a v roce 2019 činila 208 000 ha. Poměr ploch vojtěšky seté ku monokulturám jetele lučnického byl v průměru posledních dvaceti let 1,3:1. Jetel luční se ale mnohem častěji používá v krátkodobých a dočasných jetelotravních směsích, které se společně s monokulturami a směsmi trav řadí do kategorie ostatních víceletých píceň.

Průměrné výnosy vojtěšky seté a jetele lučnického se v ČR dlouhodobě pohybují na úrovni 7–8 tun sušiny na hektar, v příznivějších půdně-klimatických oblastech pak okolo 10 tun na hektar. Pro srovnání lze uvést, že průměrné výnosy silážní kukuřice se v ČR pohybují na úrovni 10–13 t sušiny na hektar, v úrodných oblastech pak mohou dosahovat 15–20 tun na hektar. Vysoký výnosový potenciál kukuřice je však v posledních letech výrazně limitován průběhem počasí a zejména pak nedostatkem srážek.

Certifikovaná metodika byla zpracována v rámci řešení projektu Programu rozvoje venkova číslo: 16/003/1611a/231/000093.

-jh-

Staňte se součástí energie, co roste...

CZ Biom je profesní spolek, který podporuje udržitelnou bioenergetiku a chytré nakládání s bioodpady.

Členové získávají

- » hlas při přípravě zákonů, které ovlivňují stabilitu a další rozvoj bioenergetiky doma a v Evropě,
- » informační servis o legislativě, která má vliv na provoz bioplynových stanic, vytopen na biomasu nebo kompostáren,
- » prostor pro výměnu zkušeností a kontaktů,
- » možnost bezplatných konzultací před jednáním se státní správou,
- » exkluzivní „kontroly nanečisto“, vstup na konference a školení za zvýhodněných podmínek.

Více informací o výhodách členství na webu czbiom.cz.

Foto: Kristine Cinate on Unsplash

Odborný časopis a informační zpravodaj Českého sdružení pro biomasu CZ Biom

Redakční rada: Jan Habart, Roman Honzík, Richard Horký, Jaroslav Kára, Adam Moravec, Vlasta Petříková, Antonín Slejška, Sergej Ustak, Zdeněk Valečko, Jaroslav Váňa

Šéfredaktor: Julie Dajčl

Články do časopisu připravili: Marco Giacomazzi (mg), Jan Habart (jh), Ondřej Holubík a kol., Lukáš Jurečka (lj), Adam Moravec (am)

Zdroje a autoři fotografií: Tim Evanson@Flickr.com, Shutterstock.com, Adam Moravec, NRG flex, BEDNAR FMT, MattLavin@Flickr.com, Björn S.@Flickr.com

Fotografie na titulní stránce: Andreas Rockstein@Flickr.com

Kontaktujte nás:
tel.: 241 730 326
e-mail: sekretariat@biom.cz
IČO: 61383929

Tento časopis najdete též na www.CZBiom.cz

Počet výtisků: 1 000 ks

Periodicita: 3x ročně
ISSN 1801-4038 (Print)
ISSN 1801-2655 (Online)

Registrační číslo: MK ČR E 16224

Tisk: UNIPRINT, s. r. o.
Novodvorská 1010/14 B
142 01 Praha 4

Grafika: |MANOFI, s.r.o.|
www.manofi.cz

Příprava a tisk časopisu byly spolufinancovány z prostředků státního rozpočtu ČR prostřednictvím Ministerstva zemědělství (Podpora nestátních neziskových organizací).



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ