

**Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko
Mendelova univerzita v Brně**

Uplatněná certifikovaná metodika

49/20

**Metodika pěstování vybrané kombinace smíšené
kultury**

Ing. Antonín Kintl

Ing. Martin Brtnický

Ing. Tereza Hammerschmiedt

Ing. Oldřich Látal, Ph.D.

Ing. Vladěna Ondrisková

Ing. Jakub Elbl, Ph.D.

doc. Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Prosinec 2020

**Realizační výstup Technologické agentury České republiky číslo: TH02030681 - Využití
technologie pěstování kukuřice formou smíšené kultury k výrobě siláže využitelné v
bioplynové stanici.**

**Metodika schválena Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem
zemědělským v Brně, osvědčení č.**

Metodiku zpracovali:
Ing. Antonín Kintl
Ing. Martin Brtnický
Ing. Tereza Hammerschmiedt
Ing. Oldřich Látal, Ph.D.
Ing. Vladěna Ondrisková
Ing. Jakub Elbl, Ph.D.
doc. Ing. Tomáš Vítěz, Ph.D.

Vydavatel:
© Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko
Zahradní 1; Troubsko; 664 41
© Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

ISBN: 978-80-88000-26-6 (Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko)

Obsah

Abstrakt/abstract	5
Cíl metodiky.....	6
Vlastní popis metodiky	7
Úvod.....	7
Metodika	9
Lokalita Vatín	9
Lokalita Troubsko	10
Zakládání porostu smíšené kultury	11
Herbicidní ochrana.....	13
Stanovení výnosu píce ke konzervaci silážováním	14
Stanovení potenciální produkce metanu	16
Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice, případně zdůvodnění, pokud se jedná o novou neznámou metodiku	19
Popis uplatnění metodiky.....	19
Ekonomické aspekty	19
Výpočet ekonomických aspektů významných pro praxi	19
Závěr	20
Seznam použité související literatury.....	21
Seznam publikací, které předcházely metodice	23
Jména oponentů:	24
Dedikace:	24

Abstrakt/abstract

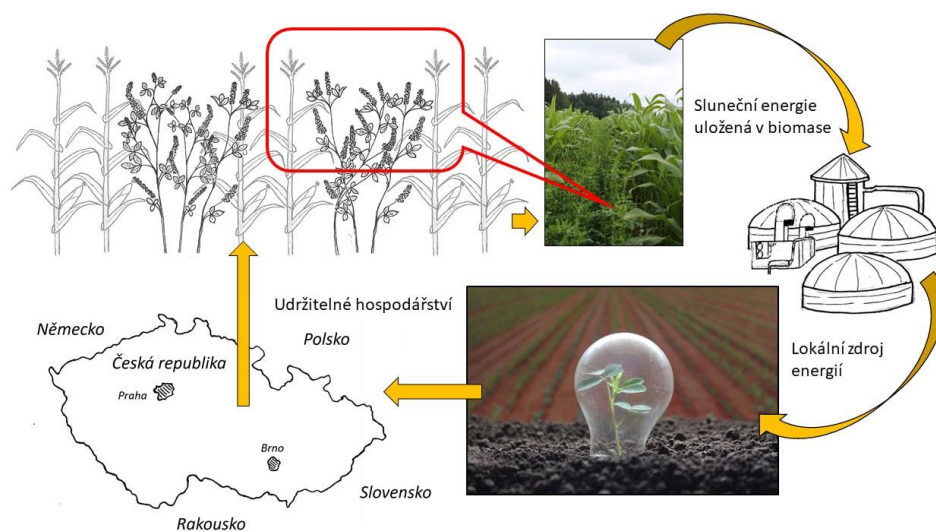
Metody pěstování rostlinné biomasy pro výrobu bioplynu v rámci anaerobní digesce mají rozhodující vliv na ornou půdu a na hodnocení technologií bioplynových stanic z hlediska životního prostředí. Hlavní výhodou anaerobní digesce je možnost využívat různé zemědělské plodiny k výrobě energie. Některé z těchto druhů rostlin, např. luskoviny, jsou obecně považovány za prospěšné pro kvalitu orné půdy ve srovnání s monokulturami kukuřice, které často vedou k degradaci půdy a mají nepříznivé dopady na ornou půdu v rámci hodnocení vlivu na životní prostředí. Možnou změnu nabízejí pěstební systémy složené ze dvou a více plodin definované jako smíšená kultura. Systémy se vyznačují efektivnějším využitím přírodních zdrojů daného stanoviště a většího potenciálu ochrany orné půdy. Otázkou zůstává, zda lze použít systém smíšené kultury při pěstování kukuřice (*Zea mays* L.) a komonice bílé (*Melilotus albus* MED.) k produkci bioplynu.

Klíčová slova: *leguminózy, komonice bílá, smíšená kultura, metan, bioplyn*

Methods of growing plant biomass for the production of biogas in anaerobic digestion have a decisive influence on arable land and on the evaluation of biogas plant technologies from the environmental point of view. The main benefit of anaerobic digestion is the possibility to use various agricultural crops for energy production. Some of these plant species, e.g., legumes, are generally considered to be beneficial for arable soil quality, as compared with maize monocultures with frequently manifested soil degradation and adverse environmental impact on arable land. A possible change is offered by cultivation systems composed of two and more crops and defined as mixed cropping systems. The systems are characterized by a more efficient utilization of natural resources of the site as well as by a greater potential for arable soil protection. A question remains as to whether the MC system of growing maize (*Zea mays* L.) and white sweet clover (*Melilotus albus* MED.) can be used for biogas production.

Key words: *legumes; white sweet clover; mixed cropping; methane; biogas.*

Grafický abstrakt



Cíl metodiky

Cílem vypracované metodiky je poskytnout zemědělcům a pěstitelům návod, jak pěstovat kukuřici setou (*Zea mays* L.) v systému smíšené kultury, tedy v systému, kdy jsou současně pěstovány dvě a více plodin na jednom pozemku ve stejném čase. Konkrétně v kombinaci kukuřice seté (*Zea mays* L.) a komonice bílé (*Melilotus albus* MED.) s ohledem na možnost zvýšení hektarových výnosů a možného zvýšení produkce metanu v zemědělských bioplynových stanicích.

Vlastní popis metodiky

Úvod

V rámci řešení problematiky zvyšující se spotřeby neobnovitelných zdrojů energie byly na konci 20. století podpořeny procesy výroby biopaliv ze zemědělských surovin. Bioplyn představuje alternativní palivo získané z obnovitelných zdrojů (rostlinná biomasa) pro výrobu elektrické a tepelné energie (Wilandm et al., 2003; Bacenetti et al., 2013). Výhodou technologie výroby bioplynu je schopnost zajistit skladovatelný a nepřetržitě generovaný zdroj energie (Bacenetti et al., 2013). Implementace bioplynových stanic v zemědělských systémech má celkový potenciál snížit emise skleníkových plynů z těchto systémů za podmínky, že rostlinná biomasa pro produkci bioplynu se pěstuje udržitelným způsobem (Battini et al., 2014). Zařízení na bioplyn snižují emise metanu – zejména při zpracování biologicky odbouratelných materiálů z živočišné výroby a zemědělských odpadů, které by jinak byly zpracovány konvenčním způsobem.

Udržitelná produkce rostlinné biomasy využitelné v zařízeních na výrobu bioplynu (BPS) by měla být kriticky hodnocena s ohledem na rostoucí podíl zemědělské půdy využívané k pěstování energetických plodin (Meyer et al., 2018). V současné době využívané zemědělské systémy produkující energetické plodiny nesmí ohrozit schopnost zemědělské půdy uspokojit budoucí produkci energetických nebo potravinářských plodin (Möller et al., 2004). Intenzivní pěstování kukuřice seté pro výrobu bioplynu je v současné době na úrovni společnosti vnímána negativně (Adeux et al., 2017). Avšak při dodržování zásad udržitelného zemědělství představuje anaerobní digesce jednu z nejvíce slibných technologií pro získávání obnovitelné bioenergie z rostlinné biomasy, a to zejména v rámci zemědělských podniků (Kettl et al., 2010; Milani et al. 2018). Je však zároveň důležité, aby zemědělské postupy byly udržitelné po dlouhou dobu a dále vyvíjeny. Takovéto postupy usnadní pěstování plodin použitelných v BPS s nižšími negativními dopady na ornou půdu ve srovnání s konvenční praxí (Svoboda et al., 2015; Shahzad and Maier, 2014). V budoucnu bude také nutné počítat s uhlíkově neutrální produkcí biovodíku z biomasy (Levin and Chachine, 2010). Podle Britze a Delzeita (2013) je hlavním důvodem pro rozšíření ploch osetých kukuřicí (*Zea mays* L.) skutečnost, že kukuřice je nejdůležitější energetickou zemědělskou plodinou pro anaerobní digesce (AD). Na druhou stranu je podle Hutňana et al. (2010) díky nízkému obsahu dusíku v kukuřiční siláži proces AD nestabilní, a právě pro stabilizaci doporučuje přidání substrátu s vyšším obsahem dusíku (např. leguminózy). Tato problematika je vysvětlena v práci Mata-Alvareze et al. (2011) popisující proces kodigesce, který se sestává ze společné digesce směsi dvou a více substrátů s doplňkovými vlastnostmi, které umožňují zvýšení produkce bioplynu a stabilizaci procesu jeho vzniku.

Je třeba vzít v úvahu, že existují i jiné zdroje biomasy mimo konvenční zdroje zemědělské produkce, které lze použít. K dosažení optimální a udržitelné produkce rostlinné biomasy je možné využít systém pěstování dvou a více plodin na jednom místě současně, převážně se jedná o kombinaci zástupců z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a bobovitých (*Fabaceae*) (Shahzad and Maier, 2014; Lamei Harvani, 2013) Udržitelnost technologie pěstování smíšené kultury vychází ze společného pěstování kukuřice a rostlinných druhů s přidanou hodnotou pro půdu. Výhody smíšené kultury byly například prokázány v kombinaci kukuřice a luskovin (Adeux et al., 2017). Tyto rostlinné druhy mají obecně pozitivní vliv na půdní prostředí a jejich využití ve smíšené kultuře může přispívat ke snižování negativních dopadů konvenčních technologií na životní prostředí (Hauggaard et al., 2008; Brooker et al., 2014).

Výhodou používání luskovin jako vstupního materiálu pro výrobu bioplynu je snížení množství minerálních hnojiv aplikovaných do půdy. Důvodem je nejen biologická fixace dusíku v půdě pomocí luskovin, ale také následné použití digestátu z bioplynové stanice zpracovávající biomasu smíšené kultury jako hnojiva. Nižší spotřeba minerálních hnojiv má navíc přímý dopad na snížení emisí skleníkových plynů během jejich produkce (Stinner, 2015). Smíšená kultura nabízí výhody nejen ve snížených vstupech minerálních hnojiv, ale také pesticidů a herbicidů. Snížené použití těchto látek v technologii smíšené kultury má pozitivní vliv na životní prostředí (Olorunmaive, 2010; Bilalis et al., 2010; Lithourgidis et al., 2011). Navíc lze pěstováním smíšené kultury dosáhnout vyšší produktivity na jednotku plochy (Hu et al., 2016), a to na základě vyšší účinnosti využívání zdrojů, včetně vody, živin a sluneční energie (Siddique et al., 2001, Li et al., 2011, Nasri et al., 2014).

Jednou z možností zahrnutí luskovin do plánu setí pro pěstování energetických plodin je smíšená kultura např. jetele bílého (*Melilotus albus* MED.) a kukuřice (*Zea mays* L.); (Kintl et al., 2019). Nicméně rostliny druhu *Melilotus* jsou specifické svým vysokým obsahem kumarinu a jeho koncentrace dosahují až 5 % v sušině v závislosti na kultivaru (Popp et al., 2015). Např. biomasa komonice bílé (*Melilotus albus*, MED.) je vhodná pro výrobu bioplynu, ale mikrobiální společenství ve fermentoru bioplynové stanice se musí přizpůsobit přítomnosti kumarinu (Popp et al., 2015). Kadaňková et al. (2019) potvrdili, že obsah kumarinu v siláži smíšené kultury kukuřice a komonice bílé záleží na množství biomasy komonice v siláži, a že obsah kumarinu nepříznivě ovlivňuje produkci bioplynu. Lze tedy říci, že pěstování vyvážené směsi plodin s luskovinami nepřesahujícími 30 % je vhodné jak pro zemědělské systémy, tak pro technologie výroby bioplynu (Gatta et al., 2013).

Metodika

Testování možností pěstování smíšené kultury probíhalo v letech 2019 a 2020 na dvou půdně – klimaticky odlišných lokalitách. První lokalitu představuje Výzkumná pícninářská stanice Vatín Mendelovy univerzity v Brně (pracovní označení – Vatín) a jako druhá lokalita byly využity pozemky firmy Zemědělský výzkum spol. s r.o. Troubsko (pracovní označení Troubsko). Lokality jsou v rámci mapy České republiky zobrazeny na obrázku č. 1.



Obr. 1. Vyznačení pokusných lokalit v rámci České republiky (Ondrisková, 2020).

Lokalita Vatín

Pro hodnocení výnosů byla použita rostlinná biomasa, která byla vypěstována na pozemcích Výzkumné pícninářské stanice Vatín (přesná lokalizace 49°28'42.2"N 15°59'32.8"E). Pokusná plocha se nachází přibližně 10 km od Zďáru nad Sázavou v mírně teplé oblasti Českomoravské vysočiny (obr. 1). Detailní klimatická charakteristika je uvedena v tabulce 1 a 2.

Tab. 1: Měsíční úhrn srážek (mm) na stanovišti Vatín v roce 2019-2020

Rok	Úhrn srážek / Měsíc												Úhrn za rok	Úhrn za veg. Období
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
2019	104,4	33,6	68,2	10,4	98	108,9	34,9	97	51,2	36,7	48,7	44,7	736,7	400,4
2020	21,4	97	32,6	16,8	82,1	200,3	84,9	103,9	62,4	101,2	-	-	-	550,4
1981-2010	46	37	47,9	37,7	70,4	73,6	85	73,1	54,6	38,2	46,9	48,4	658,8	394,4

Pozn.: Vegetační období 1. 4.–30. 9.; dlouhodobý 30-letý průměr (1981–2010). Zdroj: ČHMÚ.

Tab. 2: Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C) na stanovišti Vatín v roce 2019-2020

Rok	Teplota / Měsíc												Průměr za rok	Průměr za veg. období
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
2019	-3,1	-0,2	4,7	8,2	9,8	19,7	17,6	18,4	12,7	8,5	5,2	0,7	8,5	14,4
2020	-1,3	2,7	3,4	7,8	10,1	15,6	16,8	18,2	13,5	8,2	-	-	-	13,6
1981-2010	-3	-2,1	1,8	7	12,3	15	17	16,5	12	7	2	-2	7	13,3

Pozn.: Vegetační období 1. 4.–30. 9.; dlouhodobý 30-letý průměr (1981–2010). Zdroj: ČHMÚ

Lokalita Troubsko

Z hlediska agroekologického členění se pokusná plocha nachází v řepařském výrobním typu, v klimatickém okrsku mírně teplém, mírně suchém s nadmořskou výškou 287 m n. m., Zeměpisné souřadnice dané lokality jsou 49°10'20"N, 16°29'37"E. Geologickým podkladem území je spraš a sprašová hlína Českého masivu, půdní typ je hnědozem modální (<http://www.geology.cz/extranet>). Detailní klimatická charakteristika je uvedena v tabulce 3 a 4.

Tab. 3: Měsíční úhrn srážek (mm) na stanovišti Troubsko v roce 2019-2020

Rok	Úhrn srážek / Měsíc												Úhrn za rok	Úhrn za veg. období
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
2019	23	17,2	26,5	16,9	78,1	65,4	60,4	55,9	72,6	30,4	40,1	42,9	529,4	349,3
2020	8,5	27,1	25,7	20,3	65,4	87,2	59	105,9	81,6	130,1	-	-	-	419,4
1981-2010	25	23,9	31,5	32	60,5	68,7	71,6	63,7	48,2	32,1	36,4	32	525,6	344,7

Pozn.: Vegetační období 1. 4.–30. 9.; dlouhodobý 30-letý průměr (1981–2010). Zdroj: ČHMÚ

Tab. 14: Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C) na stanovišti Troubsko v roce 2019-2020

Rok	Teplota / Měsíc												Průměr za rok	Průměr za veg. období
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
2019	-0,9	2,4	6,7	11,1	12,2	22	20,3	20,8	14,6	9,9	6,8	2	10,7	16,9
2020	-0,2	4,6	5,3	9,9	12,6	18	19,2	20,6	15	10,1	-	-	-	15,8
1981-2010	-1,7	-0,3	3,8	9,5	14,6	17,4	19,5	18,8	14,1	8,8	3,5	-0,6	8,95	15,65

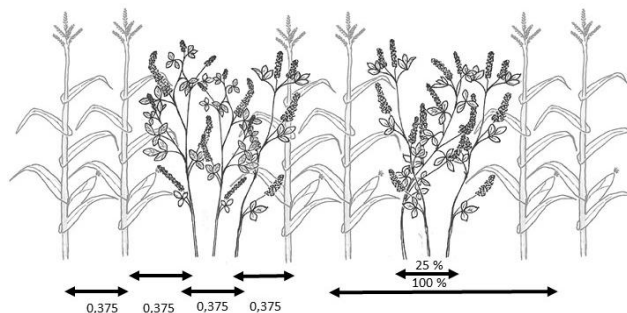
Pozn.: Vegetační období 1. 4.–30. 9.; dlouhodobý 30-letý průměr (1981–2010). Zdroj: ČHMÚ

Zakládání porostu smíšené kultury

Příprava půdy pro pěstování smíšené kultury se nějak neliší od konvenčních technologií a nevyžaduje pořízení speciální mechanizace. V rámci experimentů byla předplodinou vždy obilovina, ozimá pšenice (*Triticum aestivum* L.). Po podzimce a likvidaci výdrolu následovala na podzim střední orba do hloubky 20-25 cm. Pozemek se přes zimu ponechal v hrubé brázdě. Na jaře před setím bylo plošně aplikováno minerální hnojivo DASA (300 kg/ha) na všechny varianty a následně bylo zapraveno do půdy. Hnojivo DASA (AGRO CS Ltd., CZE) je složeno z 26 % N (1/3 dusičnanová forma, 2/3 amonná forma) a 13 % S (síran amonný). Agrotechnický postup předset'ové přípravy byl totožný na obou lokalitách i v rámci hodnocených let 2019-2020.

V rámci testování pěstování smíšené kultury byl v průběhu experimentů použit hybrid kukuřice DKC2788 (FAO 230-240). Komonice bílá (odrůda Méba) byla využita jako zástupce druhů z čeledi bobovitých.

Výsev kukuřice se běžně provádí přesným secím strojem s meziřádkovou vzdáleností 0,75 m nebo secím strojem v provedení interplant (úžkořádkový), který má na rámu osazený secí jednotky, jimiž vysévá řádky kukuřice ve vzdálenosti 0,375 m v konstantním sponu v požadovaném počtu jedinců na hektar. K zakládání porostů smíšené kultury byl vyvinut přesný secí stroj chráněný užitným vzorem č. 33710. Toto technické řešení si kladlo za úkol sestavit secí stroj, resp. skladbu na něm umístěných secích jednotek, které by umožnily současný řádkový výsev kukuřice a páskový výsev komonice bílé. Výhodou secího stroje je, že současně dokáže přesně vyset dvě velikostně a tvarově rozdílná osiva, a to osivo kukuřice s HTS 300-350 g a osivo komonice s HTS 1,8-2,3 g. Přitom kombinuje setí v řádku a setí do pásku širokého 0,375 m, takže dochází ke střídání dvou řádků kukuřice a jednoho pásku komonice o šířce 0,375 m vzdáleného od sousedních řádků kukuřice z každé strany 0,375 cm. Tato organizace porostu je znázorněna na obrázku č. 2.



Obr. 2 Schématické znázornění porostu smíšené kultury v kombinaci kukuřice a komonice.

Uvedený přesný secí stroj se secími jednotkami umístěnými na rámu v pravidelných rozestupech spočívá v tom, že mezi každou dvojicí secích jednotek pro výsev kukuřice v pravidelném sponu se nacházejí dvě secí jednotky pro páskový výsev komonice bílé, jejichž semenovody jsou zakončeny difuzory (obr. 3A). Osivo komonice je pomocí difuzoru rozptýleno na povrch půdy a pomocí zavlažovačů umístěných za každým difuzorem zapraveno do hloubky 1-1,5 cm (obr. 3B). Při využití přesného secího stroje je kukuřice vyseta do požadované hloubky 5-6 cm. Výsledný porost je vidět na obrázku č. 4.



Obr. 3A. Secí jednotka s difuzorem pro výsev komonice, 3B zavlažovače za secí jednotkou (Kintl, 2019).



Obr. 4 Porost smíšené kultury kukuřice a komonice (Kintl, 2019).

Herbicidní ochrana

Požadovaný výnos je významně ovlivněn výskytem plevelů, a to zejména v počáteční fázi růstu smíšené kultury. Plevelná společenstva mají nepříznivý vliv na rozvoj plodin a při vyšší intenzitě zaplevelení významně ovlivňují dosažené výnosy. O výskytu jednotlivých druhů plevelů v porostech smíšené kultury rozhoduje především její zařazení v rámci osevního postupu, tedy vliv předplodiny, způsob ošetřování předplodiny, míra jejího zaplevelení a také používané přípravky. Do systému ochrany porostu před zaplevelením patří agrotechnická opatření (podmítka, orba, předseťová příprava půdy). Tento postup se více využíval v dřívější době, kdy vlivem časového odstupu mezi jednotlivými pracovními operacemi došlo ke zničení velké části vzcházejících rostlin plevelů.

Kukuřice má poměrně nízkou konkurenceschopnost a je značně náchylná na zaplevelení. Seje se do širokých řádků (70 cm a více) a její počáteční vývoj je poměrně pomalý a zapojování porostu trvá dlouho. Ve fázi 10. až 12. listu se zapojení kukuřice pohybuje okolo 60 až 70 % a dosahuje výšky v rozmezí od 90 do 130 cm. V této fázi má již poměrně vysokou konkurenceschopnost, i když k plnému zapojení porostu dochází až později (na začátku kvetení). Fáze 10 až 12 listů, kdy se u kukuřice značně zvyšuje konkurenceschopnost, dosahuje až cca po 40 až 50 dnech, což dává velký prostor pro rozvoj plevelů.

Vzhledem k tomu, že se v rámci smíšené kultury vysévá dvojnásobné množství jedinců (75 tis. j/ha kukuřice a 75 tis. j/ha komonice atd.), dochází ve smíšených kulturách k celkově rychlejšímu zapojení porostů. Porost se začíná zapojovat už ve fázi 7. a 8. listu. Dřívější zapojení porostů přispívá k omezení rozvoje plevelů, ale v počátečním období vývoje jsou citlivé na zaplevelení i porosty smíšených kultur.

Vzhledem ke složení smíšené kultury jak z rostlin čeledi bobovitých (*Fabaceae*), tak z rostlin z čeledi lipnicových (*Poaceae*), dochází k omezení použitelných přípravků na ochranu rostlin uvedených v registru povolených přípravků pro jednotlivé komponenty smíšené kultury. Pro kombinaci kukuřice seté a komonice bílé je registrovaný postemergentní přípravek BASAGRAN s účinnou látkou entazone [bentazon] - 480 g výrobce BASF spol. s r. o. v dávce 2 l/ha. U rostlin komonice se přípravek aplikuje plošně po vývinu min. 2 pravých listů. U kukuřice se přípravek aplikuje do výšky 20 cm, na plevele ve fázi 2-4 listů plevelů, v této vývojové fázi je přípravek nejúčinnější.

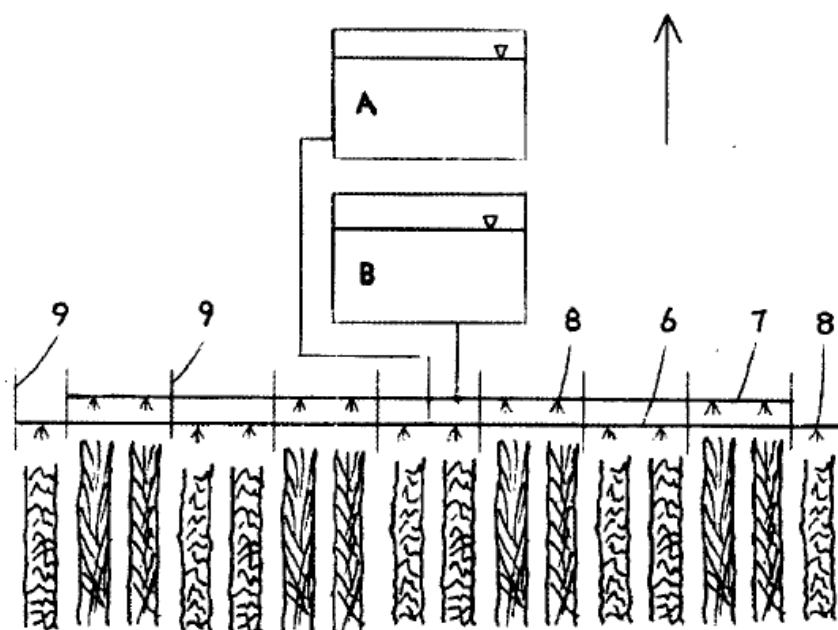
Působení přípravku:

Citlivé plevele: svízel přítula, pětour maloúborný, hořčice rolní, kapustka obecná, ředkev ohnice, zemědým lékařský, heřmánky, rmen rolní, rdesno blešník, ptačinec žabinec, mléč zelinný, penízek rolní, kopřiva žahavka, kopretina osenní, kokoška pastuší tobolka a drchnička rolní.

Méně citlivé plevele: pryšce, mák vlčí, violka rolní, laskavec ohnutý, lilek černý, merlík bílý, pohanka svlačcovitá, rdesno červivec, starček obecný, pomněnka rolní.

Odolné plevele: jednoleté a víceleté trávy, bažanka rolní, čistec rolní, hluchavky, konopice polní, rdesno ptačí, rozrazil, svlačec rolní a šťovíky.

Možné rozšíření využitelných přípravků do porostů smíšené kultury by přineslo využití řádkového postřikovače popsaného v užitém vzoru číslo 31 361. Schéma postřikovače je na obrázku č. 5. Díky dvojici zásobníku a rozvodů lze aplikovat dva přípravky současně pro každou komponentu smíšené kultury zvlášť. V současné době je toto zařízení ve fázi realizace.



Obr. 5 Schéma řádkové postřikovače.

Stanovení výnosu píce ke konzervaci silážováním

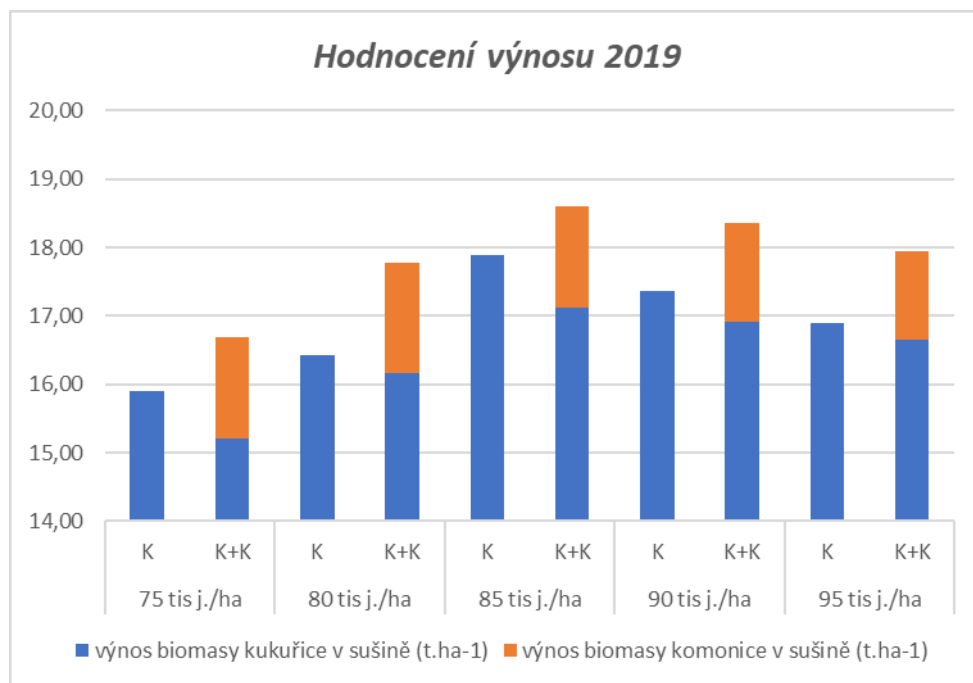
Stanovení potenciálního výnosu kukuřice v sušině kg/ha, bylo vyhodnoceno v souladu s metodou Loučka et al. (2014), která je založena na průměrné hmotnosti rostlin. V této metodě se ručně odebrá deset po sobě rostoucích rostlin, které byly odseknuty ve výšce 18 cm nad zemí. Odebrané rostliny se zváží a vypočítá se průměrná hmotnost jedné rostliny (hmotnost celkem/počet rostlin). Výnos na hektar se pak vypočte vynásobením průměrné hmotnosti rostlin průměrnou hustotou porostu (počtem jedinců na hektar), přičemž platí zásada – čím více odebraných řádků, tím vyšší přesnost vypočteného výnosu.

Stanovení potenciálního výnosu komonice v sušině kg/ha, probíhalo odběrem biomasy z jednotky plochy 1 m * 0,375 m a následným přepočtem na plochu, kterou zaujímal komonice v rámci porostu smíšené kultury, kdy plocha komonice vyseté v pásku o šířce 0,375 m zabírala 25 % plochy porostu (obr. 2).

Výsledky pokusů

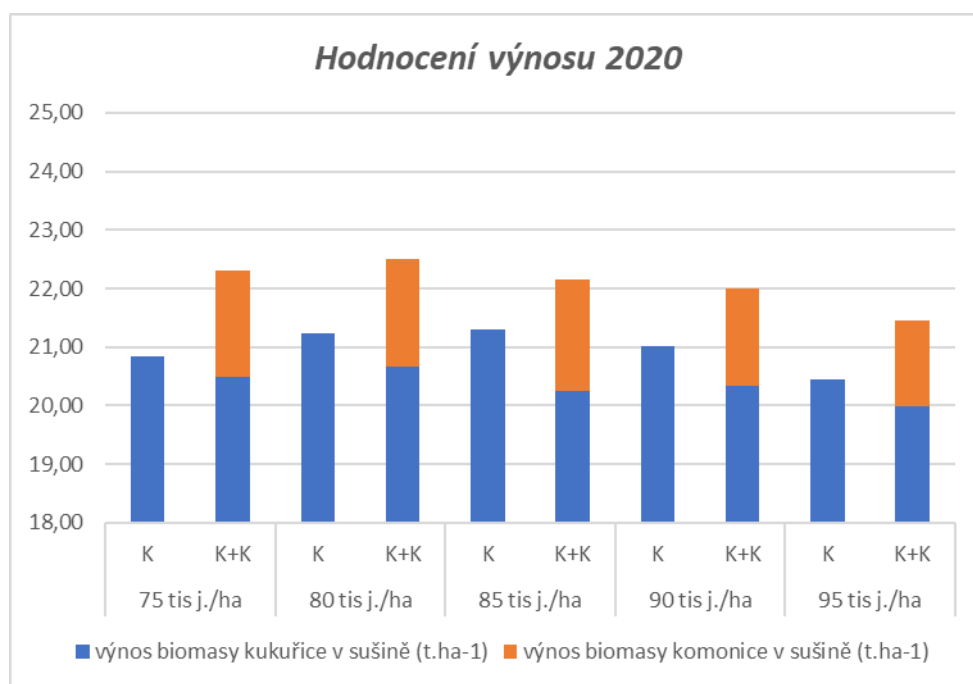
V roce 2019 byly ve variantách pokusu s monokulturou kukuřice (kontrolní varianta, v obrázku č. 6 označen jako K) při výsevu od 75 tis j./ha do 95 tis j./ha zjištěny vyšší výnosy biomasy kukuřice na rozdíl od ostatních variant se smíšenou kulturou (smíšená kultura kukuřice a komonice, K+K v obrázku č. 6) při stejném výsevu. Na obrázku č. 6 je patrné, že při srovnání výnosů biomasy kukuřice dochází vlivem druhé plodiny, v našem případě komonice bílé, k jeho snížení. Snížení výnosu biomasy kukuřice je kompenzováno nárůstem biomasy komonice. Tento trend je patrný ve všech variantách výsevu. Nejvyššího výnosu suché hmoty bylo dosaženo ve variantě monokultury kukuřice při výsevu 85 tis. j./ha, a to 17,89 (t. ha⁻¹) v suš. V rámci smíšené kultury bylo dosaženo nejvyššího výnosu biomasy ve

stejně variantě výsevku, a to 18,62 (t.ha⁻¹) v suš. složené ze 17,12 (t.ha⁻¹) v suš. kukuřičné biomasy a 1,49 t/ha v suš. biomasy komonice. Díky společnému pěstování dvou nebo více druhů plodin společně ve smíšené kultuře mohou být živiny, světlo a voda lépe využity a transformovány na rostlinnou biomasu. Pěstování rostlin v systému smíšené kultury umožňuje jejich posílení v prostoru a čase, přesto existuje konkurence mezi komponentami smíšeného systému o světlo, vodu a živiny. Konkurence je jedním z hlavních faktorů, které mají významný vliv na rychlost růstu a výnos rostlinných druhů používaných ve smíšené kultuře ve srovnání s monokulturou kukuřice.



Obr. 6 Výnosy kukuřice pěstované ve smíšené kultuře v průměru pokusných lokalit (sklizeň 2019).

Na obrázku č. 7 jsou znázorněny výnosy z druhého experimentálního roku 2020, kde bylo nejvyššího výnosu dosaženo v rámci pěstované kukuřice v monokultuře ve variantě při výsevku 85 tis. j./ha a to 21,30 (t.ha⁻¹) v suš. Na druhou stranu byl nejvyšší výnos zjištěn ve smíšené kultuře při výsevku 80 tis. j./ha a to 22,50 (t.ha⁻¹) v suš. složeného z 20,67 t/ha v suš. kukuřičné biomasy a 1,83 (t.ha⁻¹) v suš. biomasy komonice. Opět můžeme potvrdit výsledky z prvního roku, kdy bylo v druhém experimentálním roce dosaženo vyšších hektarových výnosů biomasy ve smíšené kultuře oproti výnosu biomasy z monokultury kukuřice. Pokud je interspecifická konkurence nižší než intraspecifická, dochází vždy k navýšení produkce biomasy (Vandermeer, 1990), což se projevilo u kombinace kukuřice seté a komonice bílé.



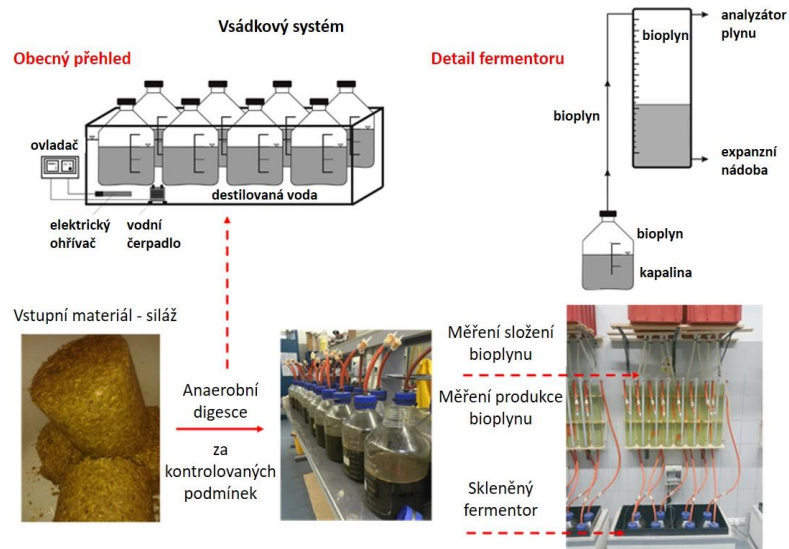
Obr. 7 Výnosy kukuřice pěstované ve smíšené kultuře v průměru pokusných lokalit (sklizeň 2020).

Stanovení potenciální produkce metanu

Odběr vzorků rostlinné biomasy probíhal ručně oddělením rostlin ve výšce 18 cm nad zemí. Následně byla připravena řezanka o velikosti 15-20 mm za užití řezačky the Deutz-Fahr MH 6505 (Deutz-Fahr, Lauingen, DEU). Takto připravená řezanka byla použita pro přípravu modelových mikrosiláží ve třech opakování. Příprava mikrosiláží se u jednotlivých variant nelišila. 8 kg nařezané rostlinné biomasy bylo umístěno do mikrosiláží (nádoba o rozměrech 150 mm x 1000 mm) společně s očkovacím inokulem (Silo Solve EF, CHr. Hansen, CZE) v dávkování 5 g + 3,5 l H₂O/t. Připravený rostlinný materiál byl vložen do mini sila a pomocí pneumatického lisu o tlaku 6,000 N/m² byl materiál připraven k fermentaci. Následně se mini silo hermeticky uzavřelo a umístilo do inkubační místnosti bez přístupu světla za konstantní teploty 28 °C (±1 °C) na dobu 90 dní. Po uplynutí inkubační lhůty byly mikrosiláže otevřeny a homogenizovány. Vzorky mikrosiláží byly převezeny do laboratoře, kde proběhla jejich chemická analýza a fermentační testy.

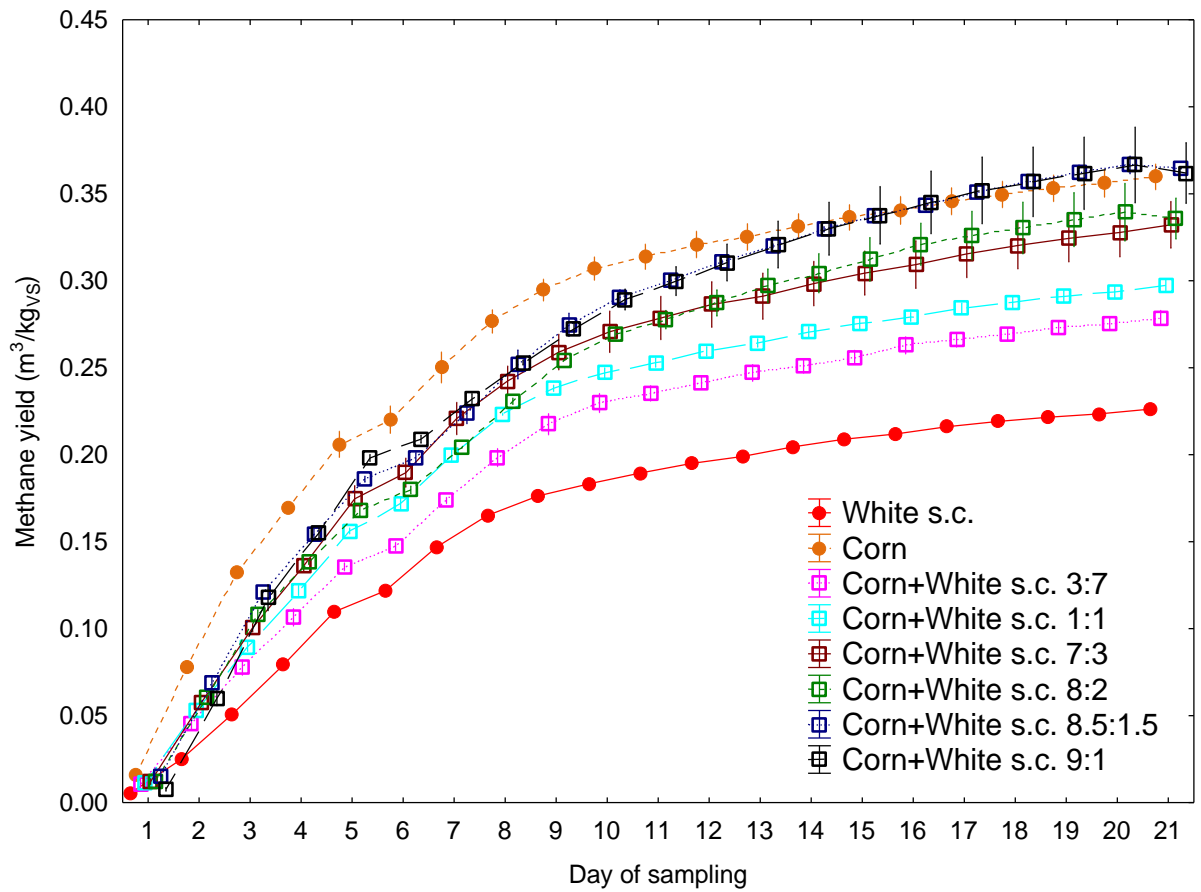
Fermentační testy byly provedeny ve vsázkových fermentorech vlastní konstrukce. Každý systém zahrnoval set 5 l skleněných fermentorů, které byly umístěny v zahřáté vodní lázni s nastavitelnou konstantní teplotou 42 °C ±0,1 °C. Každý vzorek byl fermentován ve třech opakováních. První den experimentu byly fermentory naplněny 3 l filtrovaného inokula. Dva fermentory v každém systému sloužily jako blank pro stanovení produkce endogenního inokula bioplynu. Počáteční množství hmoty bylo 5,5 g VS/L inokula. Produkce bioplynu se měřila po dobu 21 dní. Produkovaný bioplyn byl měřen denně metodou vytlačování kapaliny (podle VDI 4630), přičemž okyselený nasycený roztok NaCl byl použit jako bariérový roztok. Generovaný objem bioplynu byl převeden na standardní teplotu a tlak (273,15 °K a 1 bar). Na každém fermentoru byl port pro měření složení bioplynu. Pro analýzu složení bioplynu byl použit

Dräger X-am 5600 (Dräger, Německo). Schéma systému fermentačních testů je na obrázku č. 8.



Obr. 8 Schéma systému fermentačních testů

Bodový graf na obrázku č. 9 ukazuje průběh denního výtěžku metanu při realizaci laboratorního experimentu v průběhu 21 dní. Průběh hodnot naznačuje, že siláž komonice bílé (White s.c.) vykazovala nejnižší výnos metanu již od prvního měření do konce experimentu. Naproti tomu kukuřičná siláž (Corn) vykazovala nejvyšší výtěžek bioplynu během prvních 11 dnů experimentu. V následujících dnech trvání experimentu se rozdíl ve výtěžku bioplynu mezi siláží kukuřice a siláží směsi komonice bílé (varianty kukuřice + komonice bílá 9: 1 a 8,5: 1,5) snižoval. Jak bylo uvedeno výše, varianta kukuřice vykazovala prokazatelně nejvyšší výtěžek metanu až do 11. dne, což také potvrdila statistická analýza. Na druhou stranu, rozdíl mezi touto variantou a variantami s přidavkem komonice bílé (varianty 9: 1 a 8,5: 1,5) klesala od 11. dne a do 21. dne.



Obr. 9 Výnos metanu při laboratorním experimentu z testování siláže ze smíšené kultury kukuřice a komonice (Kintl et al., 2020).

Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice, případně zdůvodnění, pokud se jedná o novou neznámou metodiku

Postupy uvedené v metodice jsou originální a nelze je jako celek porovnávat s žádnou jinou metodikou, protože podobná metodika pěstování kukuřice seté a komonice v systému smíšené kultury dosud nebyla vydána u nás ani v zahraničí.

Přesto lze výhody pěstování smíšené kultury shrnout do několika bodů. Jednou z výhod je dvojnásobné zastoupení jedinců na ploše, které vede k dřívějšímu zapojení porostu, což se projeví na silnější konkurenci vůči vyskytujícím se plevelům, a zároveň dojde k větší pokryvnosti povrchu půdy. Tento fakt se projeví zvýšenou protierozní odolností dané technologie. Protože mezi množstvím listové plochy nad povrchem půdy, tedy pokryvností je přímá souvislost se ztrátou půdy vlivem půdní eroze. Z toho plyne „čím víc biomasy, tím méně hrozí nebezpečí potencionální eroze“.

Hodnocení smíšené kultury na hladině výnosů je uvedeno na obrázcích 6 a 7. Vzhledem k tomu, že je interspecifická konkurence nižší než intraspecifická, dochází vždy k navýšení produkce biomasy, což se projevilo u kombinace kukuřice seté a komonice bílé. Zastoupení komonice bílé do 20 % v připravených siláží se projevilo na zvýšené produkci metanu při laboratorním testování (obr. 9). Lze proto předpokládat, že by se tyto výhody mohly pozitivně promítnout ve vyšší produkci energie z bioplynových stanic v systému udržitelnému zemědělství.

Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena zemědělskému managementu všeobecně, zejména však podnikům zabývajícím se oborem fytoenergetiky, tedy výroby energie (elektrické, tepelné) z vypěstované rostlinné biomasy v bioplynových stanicích. Metodika může být využita akreditovanými poradci v oblasti zemědělské výroby a ekonomiky, pracovníky decizní sféry v působnosti Ministerstva zemědělství včetně Oddělení regionálních odborů a Státního zemědělského intervenčního fondu, profesními organizacemi (Agrární komora ČR, Zemědělský svaz ČR aj.), pracovníky zemědělského výzkumu, studenty středních a vysokých škol, orientovaných na zemědělskou problematiku, pedologii a ochranu životního prostředí.

Ekonomické aspekty

Výpočet ekonomických aspektů významných pro praxi

Hektarový výnos

V průměru hodnoty získaných ze dvou let experimentů a ze dvou lokalit bylo z porostu smíšené kultury kukuřice seté a komonice bílé dosaženo navýšení produkce rostlinné biomasy o 1,05 (t. ha⁻¹) v suš. Při ceně (podle ČSÚ) 2377 Kč/t v suš. dojde v průměru k navýšení tržeb z jednoho

hektaru o 2495 Kč. Musíme odečíst cenu osiva komonice bílé 3 kg, což činí 420 Kč. Navýšení tržby z jednoho hektaru při cenách v roce 2020 představuje **2075 Kč**.

Výnos v modelové BPS

BPS o výkonu 526 KW při spotřebě 7050 t kukuřičné siláže za rok, to může při různé kombinaci vsázky (kejda, hnůj, senáž) do bioplynové stanice představovat osetou plochu kukuřicí cca 300 ha. Při využití 30% plochy oseté kukuřicí, což je 90 hektarů x 2075 Kč = **186 750 Kč**.

Do celkového hodnocení musíme započíst i hodnotu úpravy secího stroje, která představuje na cca 50 tis. Návratnost investice do úpravy secího stroje v rámci modelové BPS představují tržby cca z 25 ha.

3, Ekonomicko - environmentální aspekty

Při snaze o zavedení systémů udržitelného zemědělství se využití nové technologie pěstování kukuřice ve smíšené kultuře jeví jako jedna z možných cest. Ekonomicko – environmentální aspekty vyjadřují nejen ekonomický pohled na problematiku, ale i různé úrovně hodnocení studované technologie, jako je samotná přítomnost leguminóz v osevním postupu a tím spojen jejich pozitivní vliv na půdní prostředí a v neposlední řadě využití biologické fixace dusíku, čímž jsou právě leguminózy, rostliny z čeledi (*Fabaceae*, charakteristické. Takto symbioticky fixovaný vzdušný dusík může být využit porostem smíšené kultury, popřípadě může na snížené potřebě minerálních dusíkatých hnojiv aplikovaných do porostu smíšené kultury, část takto nafixovaného dusíku může ovlivnit i potřebu hnojení pro následnou plodinu.

Vlivem vyššího počtu jedinců na hektar dojde ke zvýšení pokryvnosti, což se projeví na celkové odolnosti porostu proti vzniku vodní eroze, která je díky změně klimatu častým jevem.

Vyčíslení výše ekonomicko – environmentálních aspektů se projeví až při celkovém hodnocení doby provozu BPS a obnovitelné produkce bioplynu.

Závěr

Hlavním cílem metodiky bylo poskytnout zemědělcům a pěstitelům návod, jak pěstovat kukuřici setou (*Zea mays* L.) v systému smíšené kultury, tedy v systému, kdy jsou současně pěstovány dvě a více plodin na jednom pozemku ve stejném čase. Konkrétně v kombinaci kukuřice seté a komonice bílé (*Melilotus albus* MED.) s ohledem na možnost zvýšení hektarových výnosů a možného zvýšení produkce metanu v zemědělských bioplynových stanicích. Průměrné navýšení výnosu biomasy ve smíšené kultuře bylo v roce 2019 0,97 (t.ha⁻¹) v suš. a v roce 2020 1,12 (t.ha⁻¹) v suš. proti kontrolním variantám monokultury kukuřice. Vzhledem k dosaženým výsledkům lze konstatovat, že díky využití systému smíšené kultury dochází k efektivnějšímu využití živin, světla a vody, k transformaci na rostlinnou biomasu.

Z výsledků realizovaných v laboratorních fermentorech je patrné, že porost smíšené kultury může pozitivně ovlivnit produkci metanu při zastoupení komonice bílé v siláži do 15 % proti kontrolní variantě pouze se 100% kukuřičnou siláží.

Při příslušném posouzení obnovitelných zdrojů je rovněž nutné zohlednit externalitu vstupu do systému získávání surovin, zejména vlivu na půdu. Agrotechnický proces pěstování kukuřice ve smíšené kultuře v kombinaci s luštěninami může vést ke zvýšení udržitelnosti výroby bioplynu nejen v pěstebních podmínkách ČR, ale i v mnoha státech EU.

Seznam použité související literatury

1. Wilandm P. Production and energetic use of biogas from energy crops and wastes in Germany. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2003, 109, 263–274, doi:10.1385/abab:109:1 - 3:263.
2. Bacenetti, J.; Fusi, A.; Guidetti, R.; Fiala, M. Life Cycle Assessment of maize cultivation for biogas production. *J. Agric. Eng.* 2013, 44, e114, 579–582, doi: 10.4081/jae.2013.356.
3. Meyer, A.; Ehimen, E.; Holm - Nielsen, J.B. Future European biogas: Animal manure, straw and grass potentials for a sustainable European biogas production. *Biomass Bioenergy* 2018, 111, 154–164, doi:10.1016/j.biombioe.2017.05.013.
4. Møller, H.B.; Sommer, S.; Ahring, B. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. *Biomass Bioenergy* 2004, 26, 485–495, doi:10.1016/j.biombioe.2003.08.008.
5. Britz, W.; Delzeit, R. The impact of German biogas production on European and global agricultural markets, land use and the environment. *Energ. Policy* 2013, 62, 1268–1275, doi:10.1016/j.enpol.2013.06.123.
6. Hutňan, M.; Špalková, V.; Bodík, I.; Kolesárová, N.; Lazor, M. Biogas production from maize grains and maize silage. *Pol. J. Environ. Stud.* 2010, 19, 323–329
7. Mata-Alvarez, J.; Dosta, J.; Macé, S.; Astals, S. Codigestion of solid wastes: a review of its uses and perspectives including modeling. *Crit. Rev. Biotechnol.* 2011, 31, 99–111, 10.3109/07388551.2010.525496.
8. Adeux, G.; Giuliano, S.; Cordeau, S.; Savoie, J. - M.; Alletto, L. Low - Input Maize - Based Cropping Systems Implementing IWM Match Conventional Maize Monoculture Productivity and Weed Control. *Agriculture* 2017, 7, 74, doi:10.3390/agriculture7090074.
9. Kettl, K.H.; Niemetz, N.; Sandor, N.; Eder, M.; Narodoslowsky, M. Ecological evaluation of biogas feedstock from intercrops. *Chem. Eng. Trans.* 2010, 21, 433–438, doi: 10.3303/CET1021073.
10. Milani, M.; Montorsi, L. Energy Recovery of the Biomass from Livestock Farms in Italy: The Case of Modena Province. *J. Sustain. Dev. Energy Water Environ. Syst.* 2018, 6, 464–480, doi:10.13044/j.sdewes.d6.0199.
11. Svoboda, N.; Taube, F.; Kluß, C.; Wienforth, B.; Sieling, K.; Hasler, M.; Kage, H.; Ohl, S.; Hartung, E.; Herrmann, A. Ecological Efficiency of Maize - Based Cropping Systems for Biogas Production. *BioEnergy Res.* 2015, 8, 1621–1635, doi:10.1007/s12155 - 015 - 9614 - 1.
12. Shahzad, K.; Maier, S.; Narodoslowsky, M. Biogas Production from Intercropping (Syn - Energy). *Chem. Eng. Trans.* 2014, 39, 1753–1758.
13. Levin, D.B.; Chahine, R. Challenges for renewable hydrogen production from biomass. *Int. J. Hydrogen Energy* 2010, 35, 4962–4969, doi:10.1016/j.ijhydene.2009.08.067.
14. Hauggaard - Nielsen, H.; Jørnsgaard, B.; Kinane, J.; Jensen, E.S. Grain legume–cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in

- arable and organic cropping systems. *Renew. Agric. Food Syst.* 2008, 23, 3–12, doi:10.1017/s1742170507002025.
15. Brooker, R.W.; Bennett, A.E.; Cong, W.; Daniell, T.J.; George, T.S.; Hallett, P.; Hawes, C.; Iannetta, P.P.M.; Jones, H.G.; Karley, A.J.; et al. Improving intercropping: A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytol.* 2014, 206, 107–117, doi:10.1111/nph.13132.
 16. Hu, F.; Gan, Y.; Chai, Q.; Feng, F.; Zhao, C.; Yu, A.; Mu, Y.; Zhang, Y. Boosting system productivity through the improved coordination of interspecific competition in maize/pea strip intercropping. *Field Crop. Res.* 2016, 198, 50–60, doi: 10.1016/j.fcr.2016.08.022.
 17. Siddique, K.; Regan, K.; Tennant, D.; Thomson, B. Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean - type environments. *Eur. J. Agron.* 2001, 15, 267–280, doi:10.1016/s1161 - 0301(01)00106 - x.
 18. Li, C. - J.; Li, Y. - Y.; Yu, C. - B.; Sun, J. - H.; Christie, P.; An, M.; Zhang, F. - S.; Li, L. Crop nitrogen use and soil mineral nitrogen accumulation under different crop combinations and patterns of strip intercropping in northwest China. *Plant Soil* 2011, 342, 221–231, doi:10.1007/s11104 - 010 - 0686 - 6.
 19. Nasri, R.; Kashani, A.; Barary, M.; Paknejad, F.; Vazan, S. Nitrogen agronomic efficiency of wheat in different crop rotations, and the application rates of nitrogen. *Int. J. Biosci.* 2014, 4, 190–200.
 20. Battini, F.; Agostini, A.; Boulamanti, A.; Giuntoli, J.; Amaducci, S. Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: Case study of a dairy farm in the Po Valley. *Sci. Total. Environ.* 2014, 481, 196–208, doi:10.1016/j.scitotenv.2014.02.038.
 21. Stinner, P.W. The use of legumes as a biogas substrate - potentials for saving energy and reducing greenhouse gas emissions through symbiotic nitrogen fixation. *Energy Sustain. Soc.* 2015, 5, 125, doi:10.1186/s13705 - 015 - 0034 - z.
 22. Olorunmaiye, P.M. Weed control potential of five legume cover crops in maize/cassava intercrop in a Southern Guinea savanna ecosystem of Nigeria. *Aust. J. Crop Sci.*, 2010, 4, 324–329.
 23. Bilalis, D.; Papastylianou, P.; Konstantas, A.; Patsiali, S.; Karkanis, A.; Efthimiadou, A. Weed - suppressive effects of maize–legume intercropping in organic farming. *Int. J. Pest Manag.* 2010, 56, 173–181, doi:10.1080/09670870903304471.
 24. Lithourgidis, A.S.; Dordas, C.A.; Damalas, D.A.; Vlachostergios, D.N. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Aust. J. Crop Sci.* 2011, 5, 396–410.
 25. Kintl, A.; Vítěz, T.; Elbl, J.; Vítězová, M.; Dokulilová, T.; Nedělník, J.; Skládanka, J.; Brtnický, M. Mixed Culture of Corn and White Lupine as an Alternative to Silage Made from Corn Monoculture Intended for Biogas Production. *BioEnergy Res.* 2019, 12, 694–702, doi:10.1007/s12155 - 019 - 10003 - y.
 26. Popp, D.; Schrader, S.; Kleinstüber, S.; Harms, H.; Sträuber, H. Biogas production from coumarin - rich plants—Inhibition by coumarin and recovery by adaptation of the bacterial community. *FEMS Microbiol. Ecol.* 2015, 91, 103, doi:10.1093/femsec/fiv103.
 27. Kadaňková, P.; Kintl, A.; Koukalová, V.; Kučerová, J.; Brtnický, M. Coumarin content in silages made of mixed cropping biomass comprising maize and white sweetclover. In 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019; SGEM: Sofia, Bulgaria, 2019, 115–121, doi:10.5593/sgem2019/4.1/S17.015.

28. Gatta, G.; Gagliardi, A.; Soldo, P.; Monteleone, M. Grasses and legumes in mixture: An energy intercropping system intended for anaerobic digestion. *Ital. J. Agron.* 2013, 8, 7, doi:10.4081/ija.2013.e7.
29. Lamei Harvani, J. Assessment of dry forage and crude protein yields, competition and advantage indices in mixed cropping of annual forage legume crops with barley in rain fed conditions of Zanjan province in Iran. *Seed Plant Prod. J.* 2013, 2, 169–183
30. Nabel, M.; Schrey, S.D.; Temperton, V.M.; Harrison, L.; Jablonowski, N.D. Legume Intercropping with the Bioenergy Crop *Sida hermaphrodita* on Marginal Soil. *Front. Plant Sci.* 2018, 9, 905, doi:10.3389/fpls.2018.00905.
31. Stoltz, E.; Nadeau, E.; Wallenhammar, A.-C. Intercropping Maize and Faba Bean for Silage Under Swedish Climate Conditions. *Agricultural Research* 2013, 2, 90-97, doi: 10.1007/s40003-012-0048-0.
32. Rezaei-Chianeh, E.; Dabbagh, A.; Nassab, M.; Shakiba, M.; Ghassemi-Golezani, K., Aharizad, D.; Shekari, F. Intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) at different plant population densities. *African Journal of Agricultural Research* 2011, 6(7), 1786-1793, doi:10.5897/AJAR10.288.
33. Nassab A.D.M.; Amon T.; Kaul, H.-P. Competition and yield in intercrops of maize and sunflower for biogas. *Industrial Crop and Products* 2011, 34(1), 1203-1211, doi: 10.1016/j.indcrop.2011.04.015
34. R. Loučka, J. Lang, V. Jambor, J. Nedělník, J. Třináctý, Y. Tyrolová, J. Kučera, Verified methodical process of obtaining and processing the values in the national system of evaluation of silage corn hybrids, *The certified methodology. CZE* (2014) 1-47.

Seznam publikací, které předcházely metodice

Kadaňková, P., Kintl, A., Koukalová, V., Kučerová, J., Brtnický, M. Coumarin content in silages made of mixed cropping biomass comprising maize and white sweet clover. *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM.* 2019, Vol. 19 (4. 1), p. 115-121. DOI: 10.5593/sgem2019/4.1/S17.015

Kintl, Antonín; Elbl, Jakub; Brtnický, Martin; Skládanky, Jiří; Šindelková, Ivana. Assessing the biological yield with land equivalent ratios (Ler) of six variants with mixed culture of corn (*zea mais*) and legumes *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM.* 2018

Kintl, A., Elbl, J., Vítěz, T., Brtnický, M., Skládanka, J., Hammerschmiedt, T., Vítězová, M. (2020) Possibilities of using white sweetclover grown in mixture with maize for biomethane production. *Agronomy*, Volume 10, Issue 9, DOI: 10.3390/agronomy10091407

Kintl, A., Vítěz, T., Elbl, J., Vítězová, M., Dokulilová, T., Nedělník, J., Skládanka J., Brtnický, M. (2019). Mixed Culture of Corn and White Lupine as an Alternative to Silage Made from Corn Monoculture Intended for Biogas Production. *BioEnergy Research.* doi:10.1007/s12155-019-10003-y

Brtnický, M., Elbl, J., Kintl, A., Dokulikova, T. Kucerova, J. Effect of maize and legume mixed cropping on soil quality in relation to planting density. *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM.* 2019, Vol. 19 (5. 1), p. 221-227. DOI: 10.5593/sgem2019/5.1/S20.028

Kintl, Antonín; Elbl, Jakub; Brtnický, Martin; Skládanky, Jiří; Šindelková, Ivana. Assessing the biological yield with land equivalent ratios (Ler) of six variants with mixed culture of corn (zea mais) and legumes Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018, Vol. 18, p97-104. 8p. DOI: 10.5593/sgem2018/5.2.

Elbl, Jakub, Brtnická, Helena, Kintl, Antonín, Kynický, Jindřich, Brtnický, Martin. Potential use of legume in maize cropping system to increase the root system in order to prevent soil degradation. In SGEM2018. Conference Proceedings. s. 381--387. ISSN 1314-2704. URL: <https://doi.org/10.5593/sgem2018/3.2>

Jména oponentů:

1) Ing. Pavel Nerušil, Ph.D.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

2)

Dedikace: Výsledek vznikl podpory projektu Technologické agentury České republiky číslo: TH02030681 - Využití technologie pěstování kukuřice formou smíšené kultury k výrobě siláže využitelné v bioplynové stanici.

Smlouva o uplatnění metodiky:

Vydal:

Vydavatel:

© Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko

Zahradní 1; Troubsko; 664 41

© Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

ISBN: 978-80-88000-26-6 (Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko)

Vydání: první

Náklad: 200 výtisků

Tisk: Agriprint, s.r.o., Welnerova 7, 779 00, Olomouc

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.