

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Diplomová práce

Využití fugátu při pěstování kukuřice na siláž

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Miluše Veselá

České Budějovice 24. dubna 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miluše VESELÁ**
Osobní číslo: **Z13635**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Využití fugátu při pěstování kukuřice na siláž**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod: Stručný nástin významu práce.

Literární přehled: Uvést citace.

Cíl práce: Zhodnotit reakci kukuřice na siláž na aplikaci fugátu.

Materiál a metody: V zemědělském podniku u pěstovaných hybridů kukuřice budou varianty s aplikací a bez aplikace fugátu. Každá varianta bude mít 4 opakování. Hodnocen bude výnos biomasy, obsah sušiny a její nárůst v závěru vegetace, výnos sušiny, podíl palic a sušina palic.

Výsledky: Získané výsledky budou uspořádány do tabulek, grafů se slovním hodnocením, statistické hodnocení.

Diskuze: Porovnání dosažených výsledků s údaji v literárním přehledu.

Závěr: Shrnutí výsledků do bodů a uvést přínos a možnosti využití výsledků řešené problematiky.

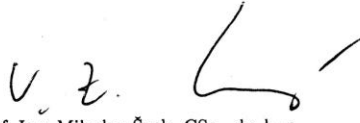
Seznam literatury: Uvedení citované literatury.

Rozsah grafických prací: 5 - 10 stran
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Vaněk V. (2007): Výživa polních a zahradních plodin, ČZU Praha
Tlustoš P. (2007): Agrochemie, ČZU Praha
Zimolka J. a kol. (2009): Kukuřice - hlavní a alternativní směry využití. Profi Press, Praha
Vědecké a odborné časopisy
Sborníky z konferencí
Internetové databáze

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: 25. února 2014
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2015


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. února 2014

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum 24. dubna 2015

.....
Bc. Miluše Veselá

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. za cenné rady, připomínky a věnovaný čas při zpracování této diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala agronomovi, Ing. Bohuslavu Fendrychovi, za pomoc a poskytnutí potřebných materiálů ke zpracování této práce.

Také bych chtěla poděkovat Ing. Zuzaně Vopršalové, vedoucí laboratoře ENVIREX spol. s r.o. Chotěboř za pomoc v laboratoři ke zjišťování výsledků.

Mé rodině za podporu a trpělivost, pomoc a motivaci při psaní této práce.

ABSTRAKT

Provoz bioplynových stanic řeší environmentální aspekty (hospodaření s energií, omezení negativních vlivů na životní prostředí, využití obnovitelných zdrojů energie) a jejich vliv v souvislosti s produkcí digestátu a fugátu. Toto vyžaduje stanovení závazných postupů řešení z hlediska na současnou legislativu (ochrana ovzduší, nakládání s hnojivý).

Diplomová práce byla provedena v Zemědělském a obchodním družstvu Kámen na Havlíčkobrodsku, které leží 527 m n. m. Bioplynovou stanicí má družstvo v provozu od roku 2011. Kromě bioplynu, využívá také fermentační zbytek – odseparovaný fugát jako hnojivo, separát je využíván jako surovina pro výrobu kompostu.

Diplomová práce posuzovala aplikaci fugátu na pěstování kukuřice na siláž. V jednoletém zkoumání byly posuzovány dva hybridy kukuřice a jejich reakce na hnojení fugátem. U obou hybridů bylo dosaženo vyššího výnosu biomasy a vyššího výnosu sušiny.

Klíčová slova: fugát, kukuřice na siláž, výnos biomasy, výnos sušiny.

ABSTRACT

The operation of biogas plants solves environmental aspects (energy management, reduction of negative impacts on the environment, use of renewable energy sources) and their influence in connection with the production of acidogenic (solid) as well as methanogenic (liquid) digestate. This requires establishing mandatory solution procedures in terms of the current legislation (air protection, use of fertilizers).

The research for the thesis was carried out in the Agricultural and Commercial Cooperative in Kámen (in the region of Havlíčkův Brod), which lies 527 metres above the sea level. A biogas station has been operated by the cooperative since 2011. In addition to biogas, the cooperative also utilizes the fermentation remnants – separated methanogenic digestate as a fertilizer and acidogenic digestate as a raw material for the production of compost.

The thesis examined the use of methanogenic digestate when growing silage maize. During the one-year research, two maize hybrids and their response to fertilization by methanogenic digestate were assessed. Both hybrids achieved a higher yield of biomass and a higher yield of the dry matter.

Keywords: methanogenic digestate, silage maize, biomass yield, dry matter yield.

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1 Bioplynové stanice	11
2.2 Vznik digestátu a fugátu	13
2.3 Použití digestátu a fugátu	14
2.4 Pěstování kukuřice	16
2.5 Tvorba výnosu	17
2.6 Kukuřice jako energetická plodina	18
2.7 Zpracování půdy, předseťová příprava	20
2.7.1 Osevní postup	22
2.7.2 Výsev kukuřice	22
2.7.3 Ošetření porostu kukuřice	23
2.7.4 Výživa a hnojení kukuřice	25
2.8 Sklizeň kukuřice	30
3. CÍL PRÁCE	32
4. MATERIÁL A METODY	33
4.1 Charakteristika zemědělského družstva	33
4.2 Popis hybridů	33
4.3 Popis stanovišť	34
4.4 Meteorologická měření	35
4.5 Charakteristika bioplynové stanice	37
4.5.1 Analýza fugátu bioplynové stanice ZOD Kámen	38
4.6 Aplikace fugátu	39
4.7 Odběry a sklizeň	39
5. VÝSLEDKY	40
5.1 První odběr – dne 9. 9. 2014	40
5.2 Druhý odběr – dne 16. 9. 2014	42
5.3 Třetí odběr – dne 23. 9. 2014	43
5.4 Čtvrtý odběr	45
6. DISKUSE	47
7. ZÁVĚR	49
POUŽITÁ LITERATURA	51
PŘÍLOHA	56

1. ÚVOD

Význam obnovitelných zdrojů energií se v poslední době neustále zvyšuje. Stále výrazněji stoupá zájem o problematiku bioplynu. Zvyšuje se poptávka po obnovitelných zdrojích. Obnovitelné zdroje sice nedokážou ve větším měřítku nahradit fosilní paliva, avšak systémy využívající bioplyn jsou perspektivní. Přeměna biomasy na elektřinu a kapalná paliva je jedna z možností. Toto se projevuje rostoucím zájmem o budování bioplynových stanic. Velký zájem je u mnoha zemědělců, obcí, firem, ale i soukromých osob.

Historie bioplynu v České republice je dlouhá. První technologie na čištění odpadních vod jsou více než půl století staré. První bioplynovou stanicí byla bezesporu čistírna v Třeboni. Ta kombinovala využití kalu z čistírny odpadních vod a vepřové kejdy z chovu prasat. Vystavěna byla v sedmdesátých letech minulého století a v provozu je po úpravách dodnes.

Sametová revoluce zapříčinila, že některá navrhovaná zařízení nebyla dokončena nebo slouží k jiným účelům. Výstavba bioplynových stanic byla zastavena. Nově připravovaný zákon na podporu obnovitelných zdrojů oživil výstavbu nových, moderních bioplynových stanic, které se pro zemědělce staly zdrojem finančních příjmů a umožnily spolupráci mezi rostlinnou a živočišnou výrobou. Pro velký zájem o výstavbu bioplynových stanic, především ze strany zemědělců, a kvůli nárůstu instalovaného výkonu byl zákon o podpoře obnovitelných zdrojů novelizován. Došlo ke změně podpory, která byla snížena v části týkající se produkce elektrické energie a zvýšena v části týkající se využití tepla.

V České republice je v současné době v provozu asi 430 bioplynových stanic, z toho je asi 400 zemědělských a komunálních. Pro zemědělce to znamená stabilní zdroj příjmů. V rámci výroby vstupní suroviny může zemědělec pěstovat rostliny pro využití v bioplynových stanicích. Možné je využití surovin z chovu hospodářských zvířat (kejda, hnůj, podestýlky atd.) a rostlinné produkce (kukuřice, řepa, senáž adt.).

Biomasa je do budoucna perspektivní obnovitelný zdroj pro výrobu elektřiny a tepla. Nejvíce využitelné biomasy je v zemědělství. Jedná se především o exkrementy

hospodářských zvířat, produkty rostlinné výroby a cíleně pěstované energetické plodiny. Energetické plodiny můžeme charakterizovat sice jako nenáročné, ale je třeba jim věnovat určitou péči, zabezpečit ochranu před chorobami a škůdci, zajistit dostatečný přísun živin a v neposlední řadě také správné založení porostu. Mezi energetické plodiny cíleně pěstované patří například čirok, konopí seté, chrastice rákosovitá, křídlatka, topinambur hlíznatý, laskavec a další. K běžně pěstovaným plodinám patří kukuřice setá, řepka olejná a řepa cukrová.

Práce je zaměřena především na využití digestátu a jeho následnou separací vzniklým fugátem. Fugát je v družstvu, kde byl proveden jednoletý výzkum, využíván jako hnojivo a zbylá pevná složka (separát) se využívá k výrobě kompostu, který je také aplikován na pozemky. U porostů kukuřice s aplikací fugátu byl zjištěn větší výnos biomasy, větší obsah sušiny v biomase a větší výnos sušiny než u rostlin, kde aplikace fugátem provedena nebyla.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2. 1 Bioplynové stanice

Bioplynové stanice (BPS) jsou zařízením, kde se spalováním obnovitelného zdroje energie vyrábí teplo, případně pomocí kogenerační jednotky teplo a elektřina (Brandejsová a kol., 2009). Bioplyn není moderní vynález, je stejně starý jako život na naší zemi. Proces výroby bioplynu, anaerobní fermentace kejdy, hnoje a jiných organických odpadů, není jen technologie určená pro získání energie, ale i způsob, jak získat hodnotné přírodní hnojivo (Schulz a kol., 1996).

Bioplyn a bioplynové systémy představují energetické zdroje s vysoce pozitivními přínosy pro ochranu a tvorbu životního prostředí. Bioplynové systémy pracují jako plně obnovitelné energetické zdroje využívající solární energii. Bioplynem je míněna plynná směs metanu a oxidu uhličitého (Straka a kol., 2006). Výroba bioplynu z odpadů má řadu výhod. Vede ke snížení emisí skleníkových plynů. Bioplynové stanice mají stabilní výkon po celý rok, na rozdíl od větrných a solárních elektráren. Pro obce a zemědělce představují ekonomický a perspektivní způsob nakládání s rozložitelnými odpady (Škorvan a kol., 2012). Bioplyn má největší a perspektivní význam ze všech plynných paliv. Výroba bioplynu plní dvě nezastupitelné funkce. První funkcí je zpracování organických odpadů rostlinného a živočišného původu na kvalitní organické hnojivo, které se dá následně aplikovat na zemědělské pozemky bez škodlivých účinků. Druhou funkcí je výroba hodnotného plynného paliva s vysokou výhřevností (Kára a kol., 2007).

Bioplynová stanice je poměrně komplikované a nákladné zařízení. Pro substráty do bioplynových stanic platí nejenom vysoké výnosy ale také nárůst celulózy na úkor škrobu. (Kačicová a kol., 2011). Přesto, že kukuřice a jetelotravní siláže jsou velmi vhodné substráty pro anaerobní fermentaci, výroba bioplynu z těchto plodin nesmí být založena na jejich maximálních výnosech (Amon a kol., 2004). Technologické systémy pro výrobu bioplynu se liší podle vlastností zpracovávaného materiálu. Bioplynové stanice lze rozdělit podle zpracovávaného substrátu na zemědělské, čistírenské a ostatní. Na zemědělských BPS lze zpracovávat jak živočišné produkty (hnůj skotu, drůbeží exkrementy, stelivo), tak rostlinné suroviny (bramborovou nať a slupky, kukuřičnou slámu, travní biomasu, senáže, nezkrmitelné rostlinné

materiály atd.) i pěstovanou biomasu (obiloviny, kukuřici, štěpky z listnatých dřevin atd.) (Brandejsová a kol., 2009).

Bioplynové stanice dále dělíme podle použité technologie, kterou může být:

Suchá fermentace – vhodná pro zpracování zemědělských komodit (slamnaté hnoje, kukuřičné, obilné a travní siláže).

Mokrý fermentace – vhodná ke zpracování odpadních kalů rostlinného a živočišného původu do provozu odpadních vod.

Dále je možné anaerobní fermentaci rozdělit podle druhu na:

Mezofilní 30–42 °C, především pro zemědělské plodiny (kukuřice, žito atd.) a živočišné produkty.

Termofilní 45–60 °C, pro organické zbytky (tuky, komunální odpad atd.) a zemědělské plodiny.

Bioplynové stanice významně přispívají k ochraně životního prostředí (dostupné z http://www.biorafineria.sk/download/CHP_Bioplyn_CZ-%2027-11-11.pdf, staženo 20. 2. 2015).

Technologie výroby bioplynu je založena na principu anaerobní fermentace čili kvašení za nepřístupu vzduchu. Při tomto procesu dochází k rozložení organické hmoty za pomoci mikroorganismů a k uvolnění bioplynu, který se dále využívá. Bioplyn se nejčastěji spaluje v kogeneračních jednotkách za současné produkce elektrické energie a tepla (Laciná, 2010). Během separace vzniká ze vstupního materiálu, tím je například surová kejda, hnůj, senáž apod., tuhá složka (separát) a tekutá složka (fugát). Z hlediska fyzikálně mechanických vlastností je fugát tekutý, se sníženou schopností sedimentace. V jeho roztoku převládá amonný dusík a draslík. Z hlediska legislativy, zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních lákách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o hnojivech“), není separace kejdy považována za úpravu statkových hnojiv, tudíž výsledné produkty, separát a fugát, jsou i nadále považovány za statková hnojiva (Vegricht a kol., 2012). Podmínkou využití digestátu a fugátu jako organického hnojiva je nepřekročení limitních hodnot obsahu rizikových látek podle platné legislativy (vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva). Digestát je možné využívat jako organické hnojivo pouze tehdy, pokud obsahuje

minimálně 25 % spalitých látek a 0,6 % dusíku v sušině. Je možné jej také využít jako surovinu pro výrobu kompostů (Kára a kol., 2007). Skladování digestátu je možné pouze v nepropustných nadzemních, nebo částečně zapuštěných jímkách.

Pro zemědělce má výroba bioplynu stále větší význam. Využitím bioplynu ve vlastním provozu je možné nejen ušetřit náklady na energii, ale současně může znamenat i další zdroj příjmů. Významné jsou také vedlejší efekty bioplynové techniky. K nim patří snížení zápachu kejdy a hnoje, snížení ztrát živin, což má za následek úsporu na umělých hnojivech, snížení žíravého účinku na rostliny při vyvážení fugátu (Schulz a kol., 2001).

2. 2 Vznik digestátu a fugátu

Technologie výroby je založena na principu anaerobní fermentace, to je fermentace za nepřístupu vzduchu, ve vlhkém prostředí působením metanových bakterií při teplotě 0–70 °C, kdy dochází k rozkladu organické hmoty a uvolnění metanu. Mimo toho se tvoří oxid uhličitý a voda, stopové plyny a humusové látky (Schulz a kol., 2001). Vedlejším produktem anaerobní fermentace je fermentační zbytek – digestát, který se využívá jako organické hnojivo, to se aplikuje buď přímo na zemědělské pozemky, nebo se využívá jako surovina do kompostu.

Anaerobní fermentace je velmi složitý biochemický proces. Skládá se z na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Metanogeneze je konečná fáze biochemické konverze biomasy v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál. Anaerobní fermentaci je možné rozdělit do čtyř základních fází:

- Hydrolýza = rozkladná chemická reakce, při které se spotřebovává voda. Při tomto procesu se uvolňuje vodík a oxid uhličitý.
- Acidogeneze = proces enzymatické přeměny organických sloučenin na organické kyseliny. Při tomto procesu se rovněž uvolňuje vodík a oxid uhličitý.
- Acetogeneze = další rozklad kyselin a alkoholů za produkce kyseliny octové.
- Metanogeneze = je proces enzymatické anaerobní přeměny, kdy z kyseliny octové vzniká metan a oxid uhličitý.

Pro stabilitu procesu je nutná optimální rovnováha jednotlivých fází (Pastorek a kol., 2004).

U technologií mokré fermentace má fermentační zbytek tekutou formu. Sušina se pohybuje mezi 6 až 10 %. Odstředováním fermentačního zbytku získáme kapalinu, fugát, která obsahuje asi 1 % sušiny, a separovaný fermentační zbytek o sušině kolem 30 %. Aplikací fugátu na zemědělskou půdu se navrací organická hmota do půdy. Zároveň to vede k významné redukci choroboplodných zárodků a klíčivosti semen plevelů. Zvyšuje se potenciál zadržování vody a v neposlední řadě i hnojivý účinek (Škorvan a kol., 2012).

2.3 Použití digestátu a fugátu

Je potřeba si uvědomit skutečnost, že každá biplynová stanice produkuje jedinečný digestát, který se neopakuje. Jeho složení je ovlivněno složením vstupních surovin. V zemědělských podnicích je to především kukuřičná nebo jiná siláž a statková hnojiva. Dále také záleží na technologii BPS. Při použití digestátu jako hnojiva je nutné spolu s ním do půdy zapravit také dostatečné množství statkových hnojiv. Vhodné je využití digestátu se slámou. Snižuje se tím poměr C : N z 80–100 : 1 na 25 : 1 a tím dochází k lepšímu uvolňování dusíku (Makovička, 2013).

Používáním digestátů se do půdy dodává nezanedbatelné množství makro- a mikroživin a tím dochází k úspoře minerálních hnojiv. Ovšem digestáty jsou chudé na obsah labilních organických látek, především uhlíku, které se do půdy musí dodávat jiným způsobem (sláma, posklizňové zbytky, hnůj) (Lošák a kol., 2011).

Aplikací digestátu, nebo fugátu, se snižuje použití dusíkatých a draselných hnojiv. Fermentační zbytky jsou vhodné také jako fosforečné hnojivo jen za určitých podmínek, protože obsah fosforu je v poměru k obsahu dusíku nižší. Separací se dusík a fosfor specificky kumulují. Fosfor z větší části zůstává v pevné složce, zatímco dusík je rozpuštěný v kapalně složce. Tímto způsobem je možné převést fosfor do ekonomicky transportované formy. Separace pevné složky a kapalně složky umožňuje dávkování fosforečného hnojiva podle potřeby (Agronavigátor, 2013). Fugát, který vzniká mechanickým odseparováním digestátu je zředěný roztok, s obsahem živin, které jsou přijatelné pro rostliny. Fugát má nízký obsah sušiny

v rozmezí 0,8–4 % a lze jej aplikovat jako kapalné hnojivo (Kolář a kol., 2010; Tlustoš a kol., 2014). Složení odseparovaného zbytku závisí na původu a chemickém složení materiálů, které vstupují do procesu anaerobní fermentace. Fugát obsahuje dusík především v minerální formě, což způsobuje jeho dostupnost rostlinám. Obsah přístupného dusíku ve fugátu se pohybuje v rozmezí 0,15–0,30 %. Kromě dusíku obsahuje fugát také neméně důležitý draslík, který je obsažen v podobném množství jako dusík. Obsah ostatních živin je nižší (Kolář a kol., 2009; Tlustoš a kol., 2014). Organicky vázaný dusík ve fugátu je tvořen převážně odumřelými metanovými bakteriemi a v půdě je pomalu mineralizován. Obsah fosforu, draslíku a vápníku zůstává plně zachován. Nepřímým důsledkem bioplynové techniky je snížení vyplavování dusičnanů z půdy do spodních nebo povrchových vod. Vzhledem k tomu, že rostliny lépe snášejí jak digestát, tak fugát, protože působí rychleji, je dusík z větší části vstřebán rostlinami a jen malá část je splavena do země s následně do vody (Schulz a kol., 2001).

Na zemědělské půdy je možné použít digestát a fugát za účelem hnojení tehdy, pokud jsou splněny podmínky dané zákonem o hnojivech. Podle vyhlášky č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů, je digestát a fugát organické hnojivo a musí splňovat limitní hodnoty dle přílohy č. 3.

Příloha č. 3 – typy hnojiv

5. Organická a organominerální hnojiva

- *úprava obsahu živin u typu 18.1.e digestát: 3–13 % sušiny, min. 0,3 % N v hnojivu (= min. 3 kg N/t)*
- *přidání hnojiva typu 18.1.f digestát – fugát: do 3 % sušiny, min. 0,1 % N v hnojivu (= min. 1 kg N/t)*
- *přidání hnojiva typu 18.1.g separovaný digestát: nad 13 % sušiny, min. 0,5 % N v hnojivu (= min. 5 kg N/t)*

Kvalitní digestát je hnojivo obsahující organické látky a minerální živiny. Digestát, separát i fugát o sušině vyšší než 2 % jsou vhodnými prostředky pro udržení půdní úrodnosti a zabezpečení výživy rostlin. Použití a dávkování digestátu se podobá dávkování kejdy. Vždy se samozřejmě musí přihlídnout k obsahu živin, především dusíku, a k potřebám pěstovaných rostlin (Kolektiv autorů, 2008).

Fugát je podle zákona definován jako organické hnojivo, svým působením se však blíží účinkům kombinovaných minerálních hnojiv s nejvyšším zastoupením dusíku (0,25–0,75 % N v čerstvé hmotě). Dále obsahuje draslík a další makro- a mikroživiny. Poměr C : N je nižší než 10, a proto se jedná o hnojivo s rychle uvolnitelným dusíkem. (Lošák, 2014).

Podle Koláře a kol., (2009) není digestát hnojivem organickým, protože proces anaerobní fermentace ponechal v surovině pouze stabilní organické látky. Je to jen slabé minerální hnojivo, které obsahuje málo minerálních živin, především dusík a draslík, a to v přebytku vody. Kapalná část digestátu – fugát, obsahuje minerální dusík, který je rostlinám přístupný. V sušině ho může být až 10 %, ale obsah sušiny ve fugátu je pouze 1–3 %, což znamená, že obsah dusíku v kapalném fugátu činí pouze 0,15–0,30 %. K pohnojení půdy dávkou 200 kg N/ha bychom museli aplikovat 100 m³ fugátu na jeden hektar. Digestát jako vedlejší produkt bioplynových stanic je různorodým materiálem se zbytkovým podílem pevné fáze a převládajícím silně zředěným roztokem minerálních solí. Kapalná složka – fugát – je zředěný roztok živin, kde převládají dusík a draslík. Podobně jako kejda skotu je digestát hnojivem, které může zesílit slévacost půd. Podle Tlustoše a kol. (2013) pevná složka (separát) nachází též uplatnění při produkci kompostů. Pevnou složku je možné také využít při výrobě pěstebních substrátů a jejich následném využití pro zahradnické účely.

2. 4 Pěstování kukuřice

Půda je vyčerpatelný, nenahraditelný a velice pomalu se obnovující přírodní zdroj. Je základem udržitelného zemědělského hospodaření a tak by s ní mělo být zacházeno. Eroze půdy je do značné míry přirozený proces, který v přírodních podmínkách probíhá pomalu, bez škodlivých důsledků. V zemědělském hospodaření je nutné udržovat erozi v takových mezích, aby nedocházelo k většímu odnosu půdy, než kolik jí na daném stanovišti vznikne (Kouřil, 2011).

Při pěstování kukuřice je nutné na pozemcích ohrožených erozí ustoupit od tradičních způsobů zpracování půdy a výsevu, ale snažit se o maximální využití mezplodin a posklizňových zbytků. Posklizňové zbytky zajišťují nejen ochranu půdy proti erozi, ale zvyšují vlhkost půdy, snižují výpar, omezují vznik půdního škraloupu, zlepšují provzdušnění půdy, zlepšují propustnost půdy. Tím dochází

k celkovému zlepšení půdních vlastností. Meziplodiny zlepšují půdní strukturu, zvyšují přísun organické hmoty do půdy, zadržují mobilní živiny, dusík a vápník, a omezují zaplevelení v mezíporostním období. Setí kukuřice do mulče spočívá v uchování co největšího množství posklizňových zbytků na povrchu půdy. Ochranný vliv mulče závisí na výšce a rovnoměrnosti pokrytí (Srbek a kol., 2015).

Nároky na půdu se řídí klimatickými podmínkami stanoviště. Nejvhodnější jsou půdy hluboké, dobře zpracované, provzdušněné, dobře zásobené humusem a vápníkem, neutrální až slabě kyselé. V České republice toto platí pro půdy v kukuřičných a řepařských oblastech (Špaldon, 1986). Agronomicky **ovlivnitelné** faktory z hlediska pěstování kukuřice jsou výběr hybridu a agrotechnika. **Neovlivnitelným** faktorem je vliv počasí. Agrotechnické zásahy při pěstování kukuřice zahrnují celý komplex pracovních operací (Bosák, 2014). Cílem při pěstování kukuřice na siláž je co nejvyšší výnos energie z hektaru. Množství vypěstované energie závisí především na výnosu sušiny z hektaru a následně její stravitelnosti. Oba parametry – výnos sušiny z hektaru a její stravitelnost – významně ovlivňuje výživa (Anonymus, 1., 2014). Podle Döhlera a kol. (2006) je cílem je maximální výnos sušiny a vysoký podíl zkvasitelných sacharidů.

2. 5 Tvorba výnosu

Česká republika je na okraji zóny vhodnosti pěstování kukuřice v Evropě. Kukuřice má vysoké nároky na světlo a teplo. Při pěstování kukuřice je jedním z limitujících faktorů voda. Vysoké nároky na vláhu jsou především v období metání lat až do mléčné zralosti (Diviš a kol., 2010). Od května do září vyžaduje kukuřice nejméně 250 mm srážek. Sucho v období květu snižuje tvorbu zrna (Döhler a kol., 2006).

Tvorba výnosu je dynamický proces, kdy se jednotlivé výnosové prvky tvoří postupně v čase a jsou ovlivňovány průběhem počasí, uvolňováním živin z půdy, škodlivými činiteli a agrotechnickými zásahy (Petr a kol., 1980). Kukuřice je modelovou plodinou při využívání heterozního efektu. Je to biologický jev, který podmiňuje vysokou vitalitu, produktivitu a přizpůsobivost hybridních organismů v porovnání s rodičovskými formami. Hlavními výnosovými prvky kukuřice jsou počet rostlin na jednotku plochy, počet palic (klasů) na jednu rostlinu, počet zrn na rostlinu a hmotnost tisíce zrn (Diviš a kol., 2010). Předností kukuřice je vysoká

produkční schopnost, vyšší intenzita fotosyntézy, využití vody, odolnost vůči vysokým teplotám a lepší využívání zvýšené koncentrace oxidu uhličitého a vody (Petr a kol., 1980). Nejvyšších výnosů dle Dapaah a kol. (1998) poskytuje kukuřice, pokud je předplodinou jetel luční.

2. 6 Kukuřice jako energetická plodina

Kukuřice má ze všech našich kulturních rostlin nejvyšší výnosový potenciál. V zemědělských podnicích nejsou překážky pro pěstování kukuřice na výrobu bioplynu. Jsou vybaveny veškerou mechanizací potřebnou pro produkci kukuřice jak na zrno (bioetanol), tak k silážování (bioplyn) (Zimolka a kol., 2008). Z dlouholetých výzkumů vyplývá, že z hlediska produkce bioplynu je nejdůležitější vysoký výnos hmoty na hektar. Pro maximální produkci metanu platí, že nejvhodnější obsah sušiny výsledné siláže je v rozmezí 30–35 % (Koutný a kol., 2013). Podle Döhlera a kol. (2006) jsou pro bioplynové stanice nejvhodnější pozdnější odrůdy kukuřice s vyšším vzrůstem a dosahující 30 % sušiny. Amon a kol. (2004) uvádí, že pro výrobu bioplynu z kukuřičné biomasy jsou nejvhodnější odrůdy s vysokým obsahem bílkovin, tuku, celulózy hemicelulózy a škrobu. Podle Amona a kol. (2003) se kvalita kukuřice k výrobě bioplynu utváří především na poli, ale vedle stanovištních podmínek jsou důležitá i pěstební opatření jako výběr hybridu, způsob pěstování a vývojová fáze rostlin v době sklizně.

V současné době je velmi diskutovaná otázka, jak by měla vypadat kukuřice vhodná k výrobě bioplynu. To znamená, jaké vlastnosti by měly mít hybridy kukuřice. Podle Zimolky a kol. (2008) se jedná o výnos, ranost, odolnost proti poléhání, odolnost proti houbovým chorobám a výšku rostlin. Podle Kačicové a kol. (2011) musí hybridy pro výrobu bioplynu vykazovat kromě vysokého výnosu sušiny z ha také kvalitativní vlastnosti jako jsou chladuvzdornost, perfektní zdravotní stav a odolnost vůči chorobám.

S využitím kukuřice jako energetické plodiny úzce souvisí vývoj osevních ploch. V tabulce 1 je uveden vývoj osevních ploch v letech 2009–2013. V tabulce 2 jsou uvedeny hektarové výnosy za stejné období.

Tabulka 1: Osevní plochy kukuřice (stav k 31. 5.) v ha(staženo z: http://www.apic-ak.cz/data_ak/14/k/Stat/StatRocenska2014.pdf dne 3. 1. 2015).

Plodina	2009	2010	2011	2012	2013
Kukuřice na zrno	91 610	99 945	109 651	109 565	111 931
Kukuřice na zeleno a na siláž	179 663	181 939	197 579	214 876	218 786

Tabulka 2: Hektarové výnosy kukuřice (t/ha)(staženo z: http://www.apic-ak.cz/data_ak/14/k/Stat/StatRocenska2014.pdf dne 3. 1. 2015).

Plodina	2009	2010	2011	2012	2013	Průměr let 2009–2013
Kukuřice na zrno	8,45	6,71	8,79	7,78	6,97	7,79
Kukuřice na zeleno a na siláž	38,15	33,04	41,79	40,60	32,66	37,10

Výměra osevních ploch kukuřice na zeleno a na siláž se rok od roku zvyšuje. Tento nárůst je způsoben především intenzivní výstavbou bioplynových stanic. S rostoucí osevní plochou se zvyšují i nároky na plánování osevních postupů, narůstá tlak chorob, rostliny jsou vystaveny vyššímu tlaku stresujících faktorů. Mezi nejdůležitější řadíme teplotní stres (teplo a naopak chlad), sucho (nedostatek vláhy a živin), mechanický stres (krupobití), radiační stres (sluneční záření) a také stres způsobený napadením škůdci a chorobami (Nedvěd, 2014). Vysoký výnosový potenciál kukuřice se může využít jen při správné technologii pěstování, kde je třeba sladit kvalitní přípravu půdy, hnojení, ochranu proti plevelům a škůdcům (Vojtko, 2014).

Nejen kukuřici lze využít jako energetickou plodinu do bioplynových stanic. Je možné využít také trávy, vzhledem k tomu, že se zvyšuje plocha půdy, která není využita pro produkci potravin. Důvodem je snižování stavů skotu. Ale i zatrávněné plochy je nutné obhospodařovat sečením. Možnosti energetického využití travní biomasy jsou: suchá hmota – spalováním, vlhká hmota – anaerobní fermentací s následným využitím bioplynu a fermentačního kalu jako hnojiva (Gerndtová a kol., 2009).

Dalším významným zdrojem biomasy jsou polní energetické plodiny. Výhodou polních energetických plodin je rychlejší tvorba produkce. U víceletých či vytrvalých

druhů k tomu dochází hned od druhého roku vegetace, což tedy může reálně přispět k zajištění významného podílu v současné době nedostatkové energetické biomasy. Navíc jsou tyto plodiny podstatně levnější při zakládání porostů a současně vyžadují snazší kultivaci. V zájmu potřebné pestrosti pěstovaných plodin i různých zdrojů biomasy je třeba obecně podporovat všechny formy produkce biomasy, ale nezapomínat na ty, které jsou nejlevnější (Petříková, 2011).

Pro bioplynové stanice se však hodí i další plodiny, vesměs domácí a nenáročné. K nim patří například krmný šťovík, sléz, lesknice rákosovitá nebo sveřep bezbranný. Jde o víceleté rostliny, které chrání půdu před erozí. Nemají sice takový energetický výnos jako kukuřice, ale to je kompenzováno nižší potřebou orby a setí (Šiška, 2014).

Při pěstování energetických plodin je nutné brát zřetel na ochranu proti erozi, protože se vesměs jedná o širokořádkové plodiny. Jednoleté plodiny, zejména ty, které vzchází později, by měly být zasety po vrstevnicích kolmo ke svahu. Toto se týká především brambor. Kukuřice je nejrizikovější plodinou. Z tohoto hlediska mají význam vytrvalé a víceleté plodiny (nebo zatravnění pozemku), které se nejvíce uplatňují na svažitých pozemcích (Petříková, 2008).

2. 7 Zpracování půdy, předset'ová příprava

Rozvoj poznání požadavků polních plodin na půdní prostředí a poznatky v oblasti výživy a ochrany rostlin proti škodlivým činitelům přinesly zjištění, že některé základní funkce tradičního zpracování půdy, především orby, lze nahradit jinými agrotechnickými zásahy. Jednou z alternativ je využití minimalizačních technologií zpracování půdy, které mohou být přínosem k efektivnímu hospodaření na půdě. Je potřeba si uvědomit i rizika, která jsou spojená s využíváním těchto technologií v různých podmínkách hospodaření konkrétních zemědělských podniků. Na rozdíl od konvenčního způsobu zpracování půdy umožňují zjednodušené způsoby založení porostů často rychlejší a kvalitnější přípravu set'ového lůžka a jsou šetrnější k půdě při jejím obdělávání. Ochranné způsoby zpracování půdy umožňují také v širším měřítku využití mulče (Vach a kol., 2011).

Podle Šebely (2014) je zajímavé pásové zpracování půdy, které kombinuje orbu, a bezorebné zpracování. Umožňuje zachování střídání plodin, možnost pěstování plodin, jako jsou kukuřice, slunečnice, cukrovka nebo řepka, na erozně ohrožených plochách. Protierozní ochrana je zajištěna jednak nezpracovanou plochou mezi pásy (vodní eroze) a tím, že se zde ukládají posklizňové zbytky předplodiny (větrná eroze). Přípravu pásů a jejich založení je možné provádět na podzim nebo na jaře, podle půdních a vláhových podmínek. Pásy nám připravují a tvoří seťové lůžko, umožňují současné uložení hnojiva ať kapalného, nebo pevného; šířka řádků je volitelná podle podmínek.

Zpracování půdy a s ním související zakládání porostů je důležitou složkou pro pěstování nejen kukuřice. Volbu pracovních postupů je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do osevního postupu, stavu půdy po předplodině a dalším faktorům. Při pěstování kukuřice po obilninách předchází orbě podmítka, která se provádí co nejdříve po sklizni, a to do hloubky 0,06–0,12 m. Následuje střední orba do hloubky 0,22 m, se kterou se současně zapraví chlévský hnůj a fosforečná a draselná hnojiva. Kvalitní orba by měla vytvořit podmínky pro minimální vstupy na pozemek v jarním období. Výhodou tohoto systému je:

- dobré zapravení organických hnojiv a posklizňových zbytků,
- urovnání pozemku,
- provzdušnění půdy,
- možnost časnějšího vstupu na jaře a rychlejší prohřátí půdy,
- využití stávající mechanizace.

Nevýhodou tohoto systému je pracnost, nároky na pracovní sílu a čas, nároky na pohonné hmoty, na svažitých pozemcích vyšší náchylnost k erozi (Zimolka a kol., 2008).

Časté a nadměrné obdělávání půdy působí na strukturu půdy destruktivně, vede k jejímu rozrušování a následnému přesychání. Vytvoření správného lůžka pro osivo v žádném případě nespočívá v maximálním obdělávání půdy, ale v optimálně a kvalitně provedených pracovních operacích (Vach a kol., 2011). Není rozhodující způsob přípravy půdy, ale její výsledek. Cílem předseťové přípravy půdy je vytvořit příznivé podmínky pro rovnoměrné vzejití osiva. Je vhodné minimalizovat počet

přejezdů po poli na jaře. Je důležité vědět, že každým přejezdem po poli na jaře se připravujeme o část kypré ornice (Bosák, 2014).

Při pěstování kukuřice na siláž, zejména na pozemcích ohrožených vodní erozí při svažitosti nad 8 %, používáme mulč z nevymrzajících ozimých meziplodin. Po sklizni obilniny a úklidu slámy následuje zpracování půdy kypříčem na hloubku 0,2 m a výsev nevymrzající meziplodiny. Tyto meziplodiny pak na jaře vykazují další nárůst nadzemní biomasy, čímž se dále zvyšuje jejich protierozní účinnost (Vach a kol., 2011).

2. 7. 1 Osevní postup

Podle Vrzála a kol. (1995) kukuřice v osevním postupu, nevyžaduje speciální předplodinu. Procházková (2014) zase poukazuje na to, že kukuřice má vysoké nároky na živiny, především dusík. Proto nejvhodnějšími předplodinami pro kukuřici jsou plodiny, které obohacují půdu a zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Takovými předplodinami jsou luskoviny a jeteloviny, které obohacují půdu o dusík a zanechávají kvalitní posklizňové zbytky. Výbornou předplodinou jsou také okopaniny hnojené statkovým hnojem (Zimolka a kol., 2008).

V praxi je však kukuřice řazena v osevním postupu mezi dvě obiloviny jako zlepšující plodina. Plní tak funkci přerušovače obilných sledů. V tomto případě se za nejlepší předplodinu považuje pšenice ozimá (Vrzal a kol., 1995). Kukuřice je podle Döhlera a kol. (2006) dobrou předplodinou pro obiloviny proto, že nedochází k onemocnění obilovin, jako je např. bakteriální černání stonku. Je také možné zařadit kukuřici do osevního postupu jako letní meziplodinu. Jako zlepšující plodina se kukuřice projevuje tehdy, jestliže je organicky hnojena. Procházková (2014) píše, že po obilovinách je nutné počítat s vyššími dávkami organických hnojiv. Vhodné je zařazení zeleného hnojení a jeho pozdní zaorání. Vach a kol. (2011) uvádí, že kukuřice je snášenlivá i sama po sobě; v tomto případě musíme brát v úvahu dvouletý až tříletý sled kukuřice. Nedoporučuje se pěstovat po sobě více než pět let.

2. 7. 2 Výsev kukuřice

Kukuřici je možno vysévat v relativně širokém časovém rozpětí, přitom však termín výsevu musí být zvolen tak, aby se co nejlépe a nejdéle využila vhodná doba

vegetačního období. Tomuto odpovídá termín od poloviny dubna do poloviny května (Zimolka a kol., 2008). Osivo by mělo být uloženo „do vláhy“ a zasypano kyprou vrstvou půdy. Optimální teplota půdy v době výsevu je 8–10 °C. Při výsevu je nutné dodržet vyrovnanou hloubku setí (4–7 cm), stanovenou hustotu porostu a pravidelné rozmístění osiva (Bosák, 2014).

Na hektar se vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se pohybuje v závislosti na ranosti hybridu a způsobu pěstování od 60 do 100 tisíc jedinců. Vzdálenost řádků se volí 0,70–0,75 m (Diviš a kol., 2010). Tím je zajištěn dostatek světla pro asimilaci, prohřívání půdy a minimalizují se ztráty při sklizni. Hustota porostu závisí na užitkovém směru a vlastnostech použitého hybridu. Je třeba zohlednit ranost, toleranci k zahuštění, vláhové poměry stanoviště, úroveň hnojení a intenzitu slunečního svitu (Zimolka a kol., 2008). Zbytečné zvýšení výsevku pro dosažení vyššího výnosu suché hmoty může mít opačný efekt. Rostliny jsou příliš vysoké a s tenčím stéblem, a tím více náchylné k poléhání (Anonymus, 2., 2013).

Pro zvýšení energetické a ekonomické efektivity jsou hledány nové technologické postupy v pěstování kukuřice. Jednou takovou možností je snížení rozteče řádků na 0,45 m. Zatím ale ještě není potvrzen pozitivní vliv na produkci nadzemní biomasy oproti standardní šířce řádků (Zábranský a kol., 2014).

2. 7. 3 Ošetření porostu kukuřice

Ošetření porostu proti plevelům:

Vedle kvalitního zasetí patří pečlivá herbicidní ochrana k podstatným agrotechnickým zásahům při pěstování kukuřice (Anonymus, 2., 2013). Patří sem mechanické a chemické způsoby ošetřování porostu. Mechanické způsoby se používají k provzdušnění půdy, rozrušení půdního škraloupu a hubení plevelů, především pomocí vláčení a plečkování. Chemické ošetřování zahrnuje aplikaci herbicidů a insekticidů (Kuchtík a kol., 1995).

Na suchých půdách a za sucha se po zasetí uplatňuje válení. Účelem válení je urovnání povrchu a zvýšení vlhkosti půdy, které přispívá ke klíčení a vzcházení kukuřice. Vyšší vlhkost půdy příznivě působí i na aktivitu preemergentně aplikovaných herbicidů (Zimolka a kol., 2008). Regulaci plevelů provádíme

kombinací vláčení a plečkování, případně i nahrnutí půdy do řádku při posledním vstupu do porostu (Procházková, 2014). Kukuřice je velmi citlivá na zaplevelení v raných růstových fázích a na konkurenci plevelů reaguje snížením výnosů. Při zvýšeném výskytu plevelů, používáme herbicidy, které se aplikují jak preemergentně tak postemergentně. (Svoboda, 2010).

Výhodou preemergentního ošetření je včasnost regulace jednoletých plevelů před vzejitím a spolehlivá účinnost při dostatečné půdní vlhkosti. Nevýhodou je snížení účinku na silně humózních půdách a za sucha.

Postemergentní ošetření umožňuje výběr herbicidů podle konkrétních plevelů vyskytujících se v porostu, podle jejich citlivosti a vývojového stadia. Spolehlivě působí proti vzešlým plevelům na všech druzích půdy, je méně závislé na vlhkosti půdy a má delší aplikační rozmezí (od 2. do 8. listu kukuřice) (Anonymus, 2, 2013).

Ošetření proti chorobám a škůdcům:

Mezi nejdůležitější škůdce kukuřice patří zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*). Housenky škodí vyžíráním chodeb a otvorů ve stéblech a palicích. Později může docházet k napadení houbovými chorobami, především fuzariózou. Způsobuje nejen ztráty výnosu, ale také zhoršuje kvalitu produkce. Ochrana proti zavíječi spočívá v rozbití posklizňových zbytků, postřiku dusíkatým hnojivem a dokonalém zapravení do půdy (Zimolka a kol., 2008). Ochranou před zavíječem kukuřičným je také možnost pěstování geneticky modifikovaných hybridů a ochrana registrovanými insekticidy (Anonymus, 2, 2013) Jako biologickou ochranu, především v ekologickém zemědělství, lze využít parazitické vosičky *Trichogramma sp.* (Döhler a kol., 2006).

Dalším významným škůdcem je bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*). Škodí larvy i dospělci. Larvy poškozují kořenový systém, brouci poškozují žírem listy kukuřice, ale i její blizny. V pozdější době brouci vyžírají zrna v mléčné zralosti. Pro snížení početnosti brouků je v současné době povoleno šest insekticidních přípravků (Rotrekl a kol., 2014). Ochrana spočívá také ve správném střídání plodin v osevním postupu. Při zařazování kukuřice do osevního postupu je nutné brát na zřetel některá omezení. Na výskyt škůdce se vztahuje ohlašovací

povinnost. Evropská komise svým rozhodnutím 2003/766/ES stanovila všem členským státům Evropské unie postup proti zavlékání a šíření bázlivce kukuřičného v Evropském společenství (Zimolka a kol., 2008).

Bzunka ječná (*Oscinella frit*) je drobná černá muška, která klade vajíčka v období vzcházení kukuřice. Larvy vyžírají srdéčkový list, ostatní listy jsou poškozeny s podélnými řadami dírek. Napadení bývá vyšší při dlouhotrvajícím chladném počasí. Ochrana spočívá v podpoře rychlého počátečního vývoje rostliny a v insekticidní ochraně vzcházejících rostlin.

Drátovci (*Elateridae*) vyžírají klíčící semena, později kořínky a kořenové krčky. Ochrana spočívá ve správném výběru předplodiny. Především je nutné vyhnout se víceletým pícninám. Další ochrana se provádí pomocí insekticidů (Anonymus, 2, 2013).

Nemalé škody na kukuřici působí také volně žijící zvěř. Nejčastějšími druhy poškození je pastva na vegetativních orgánech vzcházejících rostlin, konzumace dozrávajících a zralých palic, poškození rostlin polámáním a pošlapáním.

Kukuřice je mylně považována za naprosto zdravou plodinu, která netrpí žádnými chorobami. Největší škody způsobují houbové patogeny, mezi které patří kořenomorka (*Rhizoctonia solani*), černě (*Alternaria spp.*) a *Cladosporium spp.*, spála listů (*Helminthosporium turcicum*) a růžová plísňovitost (*Fusarium spp.*) (Zimolka a kol., 2008). Zabránění vzniku chorob kukuřice je možné předejít vhodným skladováním, nakládáním s posklizňovými zbytky a mořením osiva (Döhler a kol., 2006).

2. 7. 4 Výživa a hnojení kukuřice

Kukuřice je obilnina, která má svými požadavky na agrotechniku a hnojení charakter okopaniny. Dobře snáší hnojení organickými hnojivými (Zimolka a kol., 2008). Kukuřice má vysoké nároky na teplo, proto výnosy v oblasti pěstování na zrno jsou jisté v nejteplejších oblastech republiky. V méně příznivých oblastech se pěstuje především kukuřice na siláž. Vytváří mohutný kořenový systém a vzhledem k delšímu období příjmu živin využívá dobře živiny z půdy (Vaněk a kol., 2002).

Kukuřice pěstovaná pro produkci bioplynu má zvýšenou potřebu dusíkatého hnojení oproti běžnému využití kukuřice na zrno nebo na siláž až o 15 % (Anonymus, 2, 2013). Počátek vegetace je u kukuřice charakterizován velmi pomalým růstem a také nízkým odběrem živin. První měsíc kukuřice odčerpá z hektaru 3,3–5,6 kg dusíku, kdežto před mléčnou zralostí toto množství dusíku přijme za jeden den. Vedle velkých požadavků na dusík má kukuřice větší požadavky na draslík. U fosforu jsou kritická dvě období, a to na počátku růstu, kdy se tvoří kořenový systém, a druhé při tvorbě laty až kvetení (Zimolka a kol., 2008).

Podle Diviše a kol. (2010) se při hnojení vychází z průměrné spotřeby živin v kg na 1 tunu zrna a odpovídající zbývající části rostlin. Ta činí:

25–30 kg N; 4,5–7 kg P; 23–29 kg K; 4,5–7,5 kg Ca a 3,6–6 kg Mg.

Vhodné je organické hnojení chlévským hnojem v dávce 30–50 t/ha, také zelené hnojení nebo rozdrčená sláma s dávkou 30–40 kg N/ha při zaorání. Draselná a fosforečná hnojiva je nejlépe zapravovat na podzim při zpracování půdy. Dusíkatá hnojiva aplikujeme jednorázově na jaře před setím. U kukuřice se uplatňuje při setí i tzv. hnojení „pod patu“.

Plnohodnotnou výživu lze zajistit pouze doplněním organického hnojení průmyslovými hnojivy. Ani dávky živin, ani způsoby hnojení není správné posuzovat pouze z hlediska přímého jednoletého hnojení. Je potřeba vypracovat soustavu hnojení na více let (Špaldon a kol., 1982). Hnojení organickými hnojivy by mělo být provedeno 2–4 týdny před setím, nebo na podzim (Döhler a kol., 2006). Při hnojení fosforem, ale i draslíkem lze použít zásobní hnojení na 3–4 nebo alespoň na 2 roky (Špaldon a kol., 1982). Dávky živin by měly vycházet z odběrového normativu, tj. z potřeby živin na 1 t výnosu a výnosové úrovně. Při nízké nebo vyhovující zásobě živin v půdě je vhodné vypočtenou dávku zvýšit o 50 nebo 25 %, aby se půda dosytila. Při dobré zásobě se hnojí na úroveň vypočtené hodnoty. Na půdách s vysokou nebo velmi vysokou zásobou se od hnojení upouští (Lošák, 2013).

Hnojení dusíkem:

Kukuřice je plodina, která je velmi náročná na hnojení dusíkem. Dostatek dusíku je rozhodující pro zajištění vysokých výnosů. Dusíkatá hnojiva (síran amonný, močovina nebo DAM 390) se většinou aplikují jednorázově při základním hnojení

(Ivanič a kol., 1984). Jednorázovou aplikací hrozí nebezpečí ztrát dusíku denitrifikací nebo vyplavením. Proto se používají hnojiva s pozvolným uvolňováním dusíku (Anonymus, 2, 2013). Při nedostatku dusíku v půdním prostředí se jeho obsah v rostlinách kukuřice silně snižuje. Rostliny se slabě vyvíjí, porosty jsou na pohled slabé, se světlými listy až žlutými. Při přehnojení dusíkem jsou rostliny temně zelené, později nastupují do generativní fáze a výrazně se snižuje klíčivost zrn (Zimolka a kol., 2008). Dávky dusíku je účelné dělit, tím se pokryjí potřeby rostliny v jednotlivých růstových fázích a omezí se ztráty dusíku vyplavením (ledkový dusík) nebo tčkáním (čpavek). V případě využití aplikace tekutých statkových hnojiv ke kukuřici vhodnou technikou jsou vhodné dávky již od 10 t/ha, přičemž při zapojení porostu jsou omezeny ztráty dusíku tčkáním i vyplavením. Při pěstování meziplodin (např. svazenka, hořčice) jsou tato hnojiva vhodnými donátory živin, hlavně dusíku a draslíku; v první radě napomáhají tomu, aby narostlo dostatečné množství biomasy, a současně zajišťují zabudovávání dusíku do rostlinné biomasy a omezují jeho vyplavování (Lošák, 2013). Při sklizni kukuřice na siláž se z pole odváží většina organické hmoty. Proto je důležité pravidelné zapravování organické hmoty do půdy formou zeleného hnojení či prostřednictvím posklizňových zbytků, slámy a hnoje (Anonymus, 2, 2013).

Hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem:

Při určování dávek fosforu vycházíme z rozborů půd. Kukuřice má vysoké nároky na fosfor. Proto je důležitý dostatečný obsah přijatelného fosforu v okolí osiva již na počátku vegetace. Z tohoto důvodu je žádoucí část dávky fosforu zapravit do půdy ještě před setím. Aplikace probíhá nejčastěji s aplikací dusíku. Při uplatnění specifického hnojení, tzv. hnojení „pod patu“, se jedná o aplikaci fosforečného hnojiva současně se setím. Tímto způsobem je hnojivo aplikováno asi 5 cm pod výsev osiva a 5 cm do strany (Vaněk a kol., 2002).

Také draselná hnojiva je možné aplikovat na podzim nebo na jaře s tím, že jarní aplikace by měla být samozřejmě na lehkých až středních půdách (Lošák, 2013). Vhodnými hnojivy jsou draselné soli. Na nedostatek draslíku reaguje kukuřice výrazněji než na nedostatek fosforu (Vaněk a kol., 2002). Vysoké dávky draslíku zaručují i určitou ochranu mladých rostlin před nízkými teplotami (Špaldon a kol., 1982). Hnojení draslíkem je nezbytné pro tvorbu škrobu a cukru (Döhler a kol.,

2006). Zajištěním dobré zásoby fosforu a draslíku se zvyšuje odolnost rostlin proti chladu, suchu, chorobám a poléhání (Anonymus, 2, 2013).

Z hlediska výživy může být limitujícím faktorem hořčík. Zpravidla se dodává jednou za pět let (Vrzal a kol., 1995). Hořečnatá hnojiva je vhodné aplikovat před setím, přičemž se nedoporučuje společná aplikace s fosforečnými hnojivy (Lošák, 2013). Hořčík je důležitý pro tvorbu chlorofylu. Jeho pokrytí se zajišťuje buď použitím organických hnojiv, nebo minerálních hnojiv obsahujících vápenec (Döhler a kol., 2006).

Listová výživa:

Použití listových hnojiv během vegetace v kukuřici pomáhá při odstraňování deficitu mikroživin a makroživin, především zinku a molybdenu. Zinek podporuje růst, produkci rostlinných orgánů, dozrávání, je nedílnou součástí enzymů, růstových hormonů, je důležitý pro fotosyntézu a funkci chlorofylu. Molybden je důležitý pro redukci nitrátů a syntézu bílkovin (Anonymus, 2, 2013).

Organická hnojiva:

Dle zákona o hnojivech definice organického hnojiva zní: „*Organickým hnojivem je hnojivo, v němž jsou deklarované živiny obsaženy v organické formě.*“

Mezi organická hnojiva řadíme statková hnojiva, tj. hnůj, kejdu, močůvku, slámu a další zbytky rostlinného původu, které nejsou upravovány. Dále do skupiny organických hnojiv řadíme komposty a zelené hnojení. Aplikace kejdy do meziřádků zlepšuje teplotní a vláhové podmínky a částečně omezuje erozi půdy (Vrzal a kol., 1995). Pro plánování dávek organických hnojiv je nutné znát jejich produkci, kterou orientačně určíme podle dobytčích jednotek. Dobytčí jednotka představuje zvíře o hmotnosti 500 kg. Náročnost jednotlivých plodin na organické hnojení může být vodítkem při rozdělování hnojiv při jejich nedostatku. Nejdříve přidělujeme statková hnojiva k plodinám, které mají větší požadavky na obsah organické hmoty v půdě a u ostatních dávkou snižujeme nebo vynecháme (Trávník a kol., 2012). Působení statkových hnojiv je pomalejší než u minerálních, ale kejda, močůvka, hnojůvka, digestát a fugát působí v půdě rychleji, zvyšují mineralizaci, avšak obsah organických látek v půdě roste jen pozvolně. Naproti tomu hnůj nebo kvalitní kompost zvyšují obsah organických látek v půdě a tím je pozitivně ovlivněna tvorba

humusu (Makovička, 2013). Hnůj aplikujeme především na podzim, při přípravě půdy, v dávce 40–60 t/ha. Hnojem můžeme nahradit až 80 % dusíku.

Kejdu je možné aplikovat jak na podzim, tak i na jaře, nebo během vegetace pomocí hadicových aplikátorů. Dávka kejdy pro kukuřici je rozdílná podle toho, od jakého zvířete je. Jednorázová dávka je 10–20 t/ha. Kvalitní kejdou je možné nahradit až 50 % dusíku (Anonymus, 2, 2013).

Dávky digestátu a četnost hnojení digestátem mimo zranitelné oblasti nejsou v současné legislativě omezeny. Z tohoto důvodu je potřeba dodat na pozemky hnojené digestátem také jiné zdroje organických látek (např. sláma, zelené hnojení a další). Použití a dávkování digestátu se podobá použití a dávkování kejdy. Vždy se ale musí přihlídnout k potřebám pěstovaných rostlin a k obsahu živin, zvláště dusíku (dostupné z: http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_12823.pdf?id=12823, staženo 10. 2. 2015). Fugát je odseparovaný digestát, který obsahuje celé spektrum živin ve formě přijatelné pro rostliny. Lze ho aplikovat jako kapalné hnojivo před výsadbou i během vegetace při použití meziřádkových aplikátorů. Fugát obsahuje dusík především v minerální formě, proto je rostlinám přístupný. (Tlustoš a kol., 2014).

Maximální dávky organických a statkových hnojiv se sušinou do 13 % (kejda, močůvka, digestát, fugát) jsou limitovány dávkou 10 tun sušiny na 1 ha v průběhu 3 let. Maximální dávky organických hnojiv se sušinou nad 13 % (hnůj, separát) jsou limitovány dávkou 20 tun sušiny na 1 ha v průběhu 3 let. Omezení vychází z vyhlášky č. 474/2000 Sb., k zákonu o hnojivech (Lošák, 2013).

Mezi organická hnojiva také patří anaerobně fermentovaná prasečí kejda, která vzniká jako odpad zemědělské prvovýroby. Fermentovaná prasečí kejda představuje organominerální hnojivo. Je zdrojem energie, uhlíku a příznivě působí na fyzikálně-chemické vlastnosti půdy. Zlepšuje v půdě hospodaření s vodou, ovlivňuje obsah přístupného fosforu, zlepšuje zdravotní stav rostlin (Babička a kol., 2010).

2. 8 Sklizeň kukuřice

Sklizeň kukuřice probíhá v závislosti na odrůdě a typu použití od konce září do začátku listopadu (Döhler a kol., 2006). Zvolit optimální termín bývá složité. Do rozhodování vstupují různé faktory, jako jsou pěstitelské a stanovištní poměry, zvolený hybrid a v neposlední řadě také organizace práce. Před sklizní kukuřice je zapotřebí odebrat vzorky na stanovení celkové sušiny rostliny a stanovení sušiny zbytku rostliny (Prokeš, 2001).

Termín sklizně kukuřice na zrno nastává po fyziologické zralosti, to je při dosažení obsahu sušiny 65–68 %. Zrno je tvrdé a lesklé a na bázi má načernalou vrstvu což značí konec ukládání živin. V případě předčasné sklizně není dosaženo plného výnosu a zrno je nutné dosušet na skladovací vlhkost, což je 14 % (Zimolka a kol., 2008).

Rozhodující pro určení termínu sklizně kukuřice na siláž je obsah sušiny. Optimální sušina zbytku rostliny je 23–24 % a celková sušina se pohybuje okolo 30 %. Spodní listy mohou v závislosti na stanovištních podmínkách začít zasychat (Prokeš, 2001). Kukuřice v této fázi poskytuje vysoký výnos sušiny a vysoký podíl palic, což je podmínkou pro získání kvalitní silážní píče. Sklizeň kukuřice by měla být ukončena do příchodu prvních mrazíků (Vrzal a kol., 1995).

Kukuřici sklízíme v závislosti na užitkovém směru několika možnými variantami:

Sklizeň celých rostlin – na siláž, na zelené krmení. Sklízí se přímo celá rostlina.

Dělená sklizeň – způsob sklizně kukuřice na siláž. Odděleně se sklízí palice (případně i s listeny) a sláma (Dvořáčková a kol., 2011).

CCM (Corn Cob Mix) – produkt dělené sklizně kukuřice. Jde o pošrotovanou směs palic s vřeteny bez listenů. Sklizeň se provádí v době, kdy je největší podíl živin (škrobu) transformován do palic a zcela nepodstatný podíl zůstává ve zbytku rostliny (Zimolka a kol., 2008).

LKS (Liesch Kolben Schrot) – produkt dělené sklizně kukuřice. Jedná se o směs hrubě pošrotovaných olistěných palic spolu s vřeteny. Sklizeň je optimální v době, kdy se na zrnu začíná tvořit černá skvrna (Dvořáčková a kol., 2011).

Sklizňová technika se vybírá podle toho, k jakým účelům je kukuřice sklízena, zda se jedná o získávání krmiva, o kukuřici k průmyslovým účelům nebo na osivo. Vedle upravených sklízecích mlátiček se používají také speciální samojízdné sklízeče kukuřice, řešené pro různé varianty dělené sklizně CCM a LKS (Zimolka a kol., 2008).

3. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo posoudit, zda využití fugátu jako hnojiva má vliv na produkci biomasy a sušiny u kukuřice na siláž, tedy porovnání výsledků činnosti s aplikací fugátu a bez aplikace fugátu.

Hypotéza 1

Aplikace fugátu zvyšuje výnos biomasy u kukuřice na siláž.

Hypotéza 2

Aplikace fugátu ovlivňuje výnos obsahu sušiny.

4. MATERIÁL A METODY

4.1 Charakteristika zemědělského družstva

Pokus byl proveden v Zemědělském a obchodním družstvu (ZOD) Kámen na Havlíčkobrodsku. Půdy, na kterých družstvo hospodaří, jsou půdy hnědé, mírně až středně kyselé, středně hluboké, na substrátu rulových hornin s dostatkem draslíku a nedostatkem fosforu, jsou lehčí až střední s propustnou spodinou, dobře zpracovatelné. Makrorelief je zvlněný, středně až mírně svažité, s převládající jižní až jihozápadní expozicí. Pozemky se nacházejí v nadmořské výšce od 450 do 600 metrů. Víceletý srážkový průměr je 705 mm, ve vegetačním období 434 mm. Víceletý teplotní průměr je 6,9 °C, za vegetační období 13,0 °C.

V roce 2014 byla kukuřice oseta na 590 ha z celkové plochy 2 796 ha orné půdy. Výsledné parametry jsou ze sledovaného ročního období.

4.2 Popis hybridů

Hybrid **AMBROSINI** – zdroj ÚKZÚZ

Ambrosini je tříliniový (Tc) velmi raný hybrid (číslo ranosti cca 220 S).

Rostliny středně vysoké až vysoké, palice nasazený středně vysoko, počet řad zrn středně vysoký až vysoký, typ zrna tvrdý až mezityp.

Výnos celkové suché hmoty vysoký, výnos celkové zelené hmoty středně vysoký až vysoký, obsah škrobu vysoký, stravitelnost – ELOS (de Boever a kol., 1986, stanovena s využitím NIRS) středně vysoká až vysoká, stravitelnost – IVDOM (Tilley and Terry, 1963, stanovena s využitím NIRS) středně vysoká.

Určen pro pěstování na siláž v zemědělských výrobních oblastech řepařské, obilnářské a bramborářské.

Hybrid **TOURAN** – zdroj ÚKZÚZ

Touran je tříliniový (Tc) raný hybrid (číslo ranosti cca 240 S).

Rostliny vysoké, palice nasazený vysoko, počet řad zrn středně vysoký až vysoký, typ zrna tvrdý až mezityp.

Výnos celkové suché hmoty vysoký až velmi vysoký, výnos celkové zelené hmoty vysoký až velmi vysoký, obsah škrobu nízký, stravitelnost – ELOS (de Boever a kol., 1986, stanovena s využitím NIRS) nízká, stravitelnost – IVDOM (Tilley and Terry, 1963, stanovena s využitím NIRS) nízká.

Určen pro pěstování na siláž v zemědělských výrobních oblastech řepařské, obilnářské a bramborářské.

4. 3 Popis stanovišť

Pozemky, na kterých byly zasety hybridy Ambrosini a Touran a bylo provedeno hnojení fugátem: Předplodina ozimá pšenice. Předset'ová příprava – na jaře urovnání půdy smykováním a příprava set'ového lůžka kombinátorem.

Hnojení – „pod patu“ POLIDAP – 0,1 t/ha (obsah 18 % N, 46 % P₂O₅),

– síran amonný 0,45 t/ha,

– fugát 36 t/ha.

Výsev u hybridu Ambrosini, byl proveden 9. 4. 2014 na výměře 14 ha. U hybridu Touran byl výsev proveden 18. 4. 2014 na výměře 23,62 ha. Výsev byl proveden na vzdálenost řádků 0,75 m v počtu 85 000 zrn na 1 ha. Preemergentně byla provedena aplikace herbicidu AKRIS v dávce 3 l/ha, pro zlepšení aplikace herbicidu bylo použito smáčedlo GROUNDED v dávce 0,35 l/ha. Aplikace herbicidu a smáčedla byla provedena na všech stanovištích 7. 5. 2014.

Pozemky, na kterých byly zasety hybridy Ambrosini a Touran, a bylo provedeno hnojení statkovým hnojem a minerálními hnojivy: Předplodina ozimá pšenice. Na podzim hnůj v dávce 50 t/ha – orba 20–23 cm. Předset'ová příprava – na jaře urovnání půdy smykováním a příprava set'ového lůžka kombinátorem.

Hnojení – „pod patu“ POLIDAP – 0,1 t/ha (obsah 18 % N, 46 % P₂O₅),

– DAM 390 220 l/ha.

Výsev hybridu Ambrosini, byl proveden 9. 4. 2014 na výměře 3,5 ha. U hybridu Touran, byl výsev proveden 18. 4. 2014 na výměře 4 ha. Výsev byl proveden na vzdálenost řádků 0,75 m v počtu 85 000 zrn na 1 ha. Preemergentně byla provedena aplikace herbicidu AKRIS v dávce 3 l/ha, pro zlepšení aplikace herbicidu bylo použito smáčedlo GROUNDED v dávce 0,35 l/ha. Aplikace herbicidu a smáčedla byla provedena na všech stanovištích 7. 5. 2014.

AZP na sledovaných pozemcích (tabulka 3) – dle podkladů poskytnutých ZOD Kámen vypracováno Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) Havlíčkův Brod.

Tabulka 3 – AZP na sledovaných stanovištích

Hybrid/hnojení	pH	Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Draslík (mg.kg ⁻¹)	Hořčík (mg.kg ⁻¹)	Vápník (mg.kg ⁻¹)
Ambrosini/bez fugátu	5,9	195	178	101	1 230
Ambrosini/s fugátem	5,9	55	155	81	1 474
Touran/bez fugátu	5,9	138	197	96	1 592
Touran/s fugátem	5,9	104	278	101	1 635

4. 4 Meteorologická měření

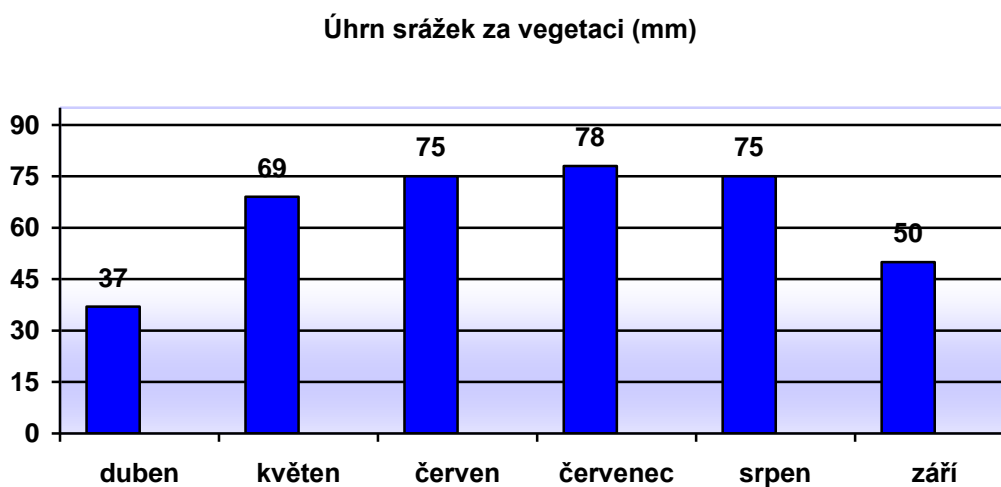
Údaje byly zjištěny z archivu meteorologické stanice Příbryslav, za rok 2014. Údaje o srážkách, teplotách a slunečním svitu jsou dostupné na stránkách: <http://www.in-pocasi.cz/archiv/stanice.php?stanice=pribyslav>.

V tabulce 4 jsou uvedeny údaje úhrnu srážek v milimetrech za rok 2014 a úhrn srážek za vegetační období duben – září. Graf 1 znázorňuje úhrn srážek v milimetrech za jednotlivé měsíce vegetačního období porostu kukuřice v roce 2014.

Tabulka 4 – Úhrn srážek (mm)

Rok pokusu	Úhrn srážek (mm)	
	za rok	za vegetační období (IV. – IX.)
2014	611	384

Graf 1 – Úhrn srážek za vegetaci (mm)

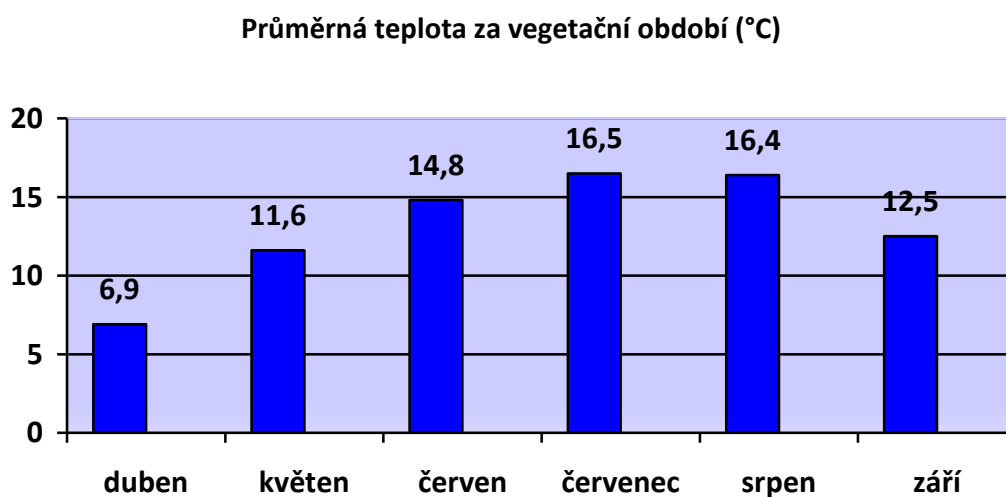


V tabulce 5 jsou uvedeny údaje průměrné teploty ve °C za rok 2014 a průměrné teploty za vegetační období duben (setí kukuřice) – září (sklizeň kukuřice). Graf 2 znázorňuje průměrnou teplotu ve °C v jednotlivých měsících vegetačního období v roce 2014.

Tabulka 5 – průměrná teplota (°C)

Rok pokusu	Průměrná teplota (°C)	
	za rok	za vegetační období (IV. – IX.)
2014	7,04	13,11

Graf 2 – Průměrná teplota za vegetaci (°C)

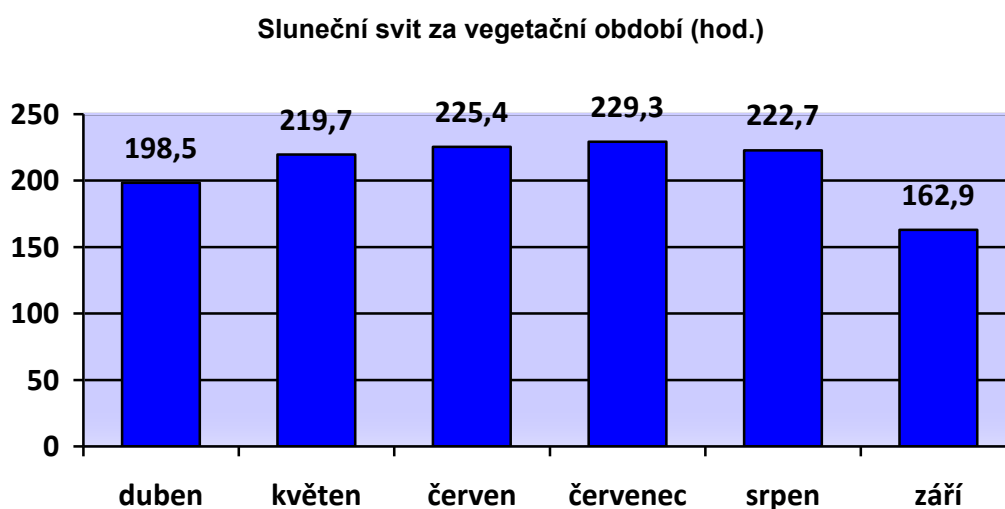


V tabulce 6 jsou uvedeny údaje slunečního svitu v hodinách za rok 2014 a slunečního svitu za vegetační období duben (setí kukuřice) – září (sklizeň kukuřice). Graf 3 znázorňuje sluneční svit v hodinách v jednotlivých měsících vegetačního období porostu kukuřice v roce 2014.

Tabulka 6 – Sluneční svit za vegetaci (hod.)

Rok pokusu	Sluneční svit (hod.)	
	za rok	za vegetační období (IV. – IX.)
2014	1 701	1 258,5

Graf 3 – Sluneční svit za vegetační období (hod.)



4.5 Charakteristika bioplynové stanice

Bioplynová stanice (BPS) v ZOD Kámen byla spuštěna v roce 2011. Leží v nadmořské výšce 527 m. Výkon BPS je 990 kW. Jako substrát se používá kukuřičná siláž, travní senáž a hovězí hnůj. Denní dávka substrátu je 30 t kukuřičné siláže, 16 t travní senáže, 16 t hověžního hnoje. Výtěžnost BPS je 12 000 cm³. Digestát, který vznikne jako zbytek fermentace, se dále separuje (lisuje), v příloze obrázek 12,13, a vzniká fugát. Fugát je oddělená kapalná část digestátu. Je skladován v jímkách a využíván jako organické hnojivo (složení – tabulka 7). Tuhá část – separát – se kompostuje.

Samotná BPS se sestává ze skladovacích prostor (příloha – obrázek 9), kde se skladuje denní dávka substrátu, dvou dávkovacích dopravníků (příloha – obrázek 10), dvou fermentorů a jednoho dofermentoru. Dále jímky na fugát a skladovací prostor na separát (příloha – obrázky 12, 13). Pomocí dávkovacích dopravníků, které jsou počítačem naprogramovány na správné dávkování, se substrát dopraví do

fermentorů. Uvnitř fermentorů jsou dvě pádlová míchadla. Míchání substrátu je nastaveno automaticky, cca 5 minut míchání a 15 minut bez míchání. Ve fermentorů je teplota 50 °C. Z BPS se získá 300 t/měsíc separátu a 1 300 cm³/měsíc fugátu. Bioplyn obsahuje 50 % metanu. Vyrobená elektřina (990 kW) se prodává. Vzniklé teplo, tj. 985 kW, se ze 40 % využívá zpětně pro technologii a zbytek pro potřeby střediska.

Fugát jako kapalné hnojivo, které vzniká separací digestátu, se aplikuje buď na podzim v dávce 30 t/ha hadicovým aplikátorem, nebo na jaře před setím kukuřice hadicovým aplikátorem v dávce 36 t/ha.

4. 5. 1 Analýza fugátu bioplynové stanice ZOD Kámen

V tabulce 7 je uvedena analýza fugátu (kapalný stav), která byla provedena v období od 30.7 do 6. 8. 2014.

Tabulka 7 – Analýza fugátu

Analyt	Jednotka	Zjištěná hodnota	Rozšířená nejistota*)
Kyselost – pH		8,4	± 0,2
Amoniakální dusík N-NH ₄ ⁺	mg/l	2 580	± 15%
Celkový dusík (N)	mg/l	3 409	± 20%
Dusík organický	mg/l	720	± 16%
Fosfor celkový	mg/l	520	± 18%
Fosforečnany PO ₄ ⁽³⁻⁾	mg/l	1 480	± 18%
Draslík (K)	mg/l	2 125	± 14%
Vápník (Ca)	mg/l	723	± 20%
Hořčík (Mg)	mg/l	209	± 18%
Popel	%	37,0	± 7%
Vláknina	%	1,47	± 7%
Ztráta žiháním – organické látky	%	63,0	± 7%
Sušina	%	3,66	± 7%

*) „Rozšířená nejistota charakterizuje interval hodnot, ve kterém lze s pravděpodobností 95 % očekávat skutečnou hodnotu naměřené, resp. vypočtené veličiny. Je vyjádřen jako dvojnásobek odhadu relativní směrodatné odchylky měřené veličiny. Nezahrnuje nejistotu vzorkování.“

4. 6 Aplikace fugátu

Aplikace fugátu byla provedena u dvou hybridů kukuřice na siláž, a to Ambrosini a Touran. Byly provedeny dvě varianty poloprovozního pokusu. První varianta byla s aplikací fugátu na jaře při předseťové přípravě s použitím minerálních hnojiv. Druhá varianta byla bez aplikace fugátu s podzimní zaorávkou chlévského hnoje a na jaře se zapravením minerálních hnojiv.

4. 7 Odběry a sklizeň

Odběr vzorků na zjištění sušiny biomasy a sušiny palic byl prováděn od začátku září. Celkem byly provedeny tři odběry vždy ze stejných míst v týdenních odstupech. Z každého pozemku bylo odebráno deset kusů rostlin kukuřice. Byla změřena jejich výška. Odebrané rostliny z jednotlivých pozemků byly označeny a převezeny do laboratoře ke zjištění obsahu sušiny biomasy a hmotnosti rostlin. Rostliny kukuřice byly zváženy jako celek, potom rostlina bez palic a samotné palice. V tabulkách je uveden průměr získaných hodnot. V tabulkách je uveden vždy průměr ze tří opakování.

Výnos sušiny biomasy v t/ha byl vypočten tak, že obsah sušiny biomasy byl vydělen 100 a vynásoben výnosem biomasy, výsledkem je výnos sušiny biomasy (t/ha).

Hodnota celkového výnosu biomasy byla použita z podkladů poskytnutých zemědělským družstvem.

Čtvrtý odběr byl proveden přímo při sklizni kukuřice na siláž z jednotlivých pozemků.

5. VÝSLEDKY

Výsledky pokusu jsou rozděleny do samostatných kapitol podle dnů, kdy byl odběr prováděn.

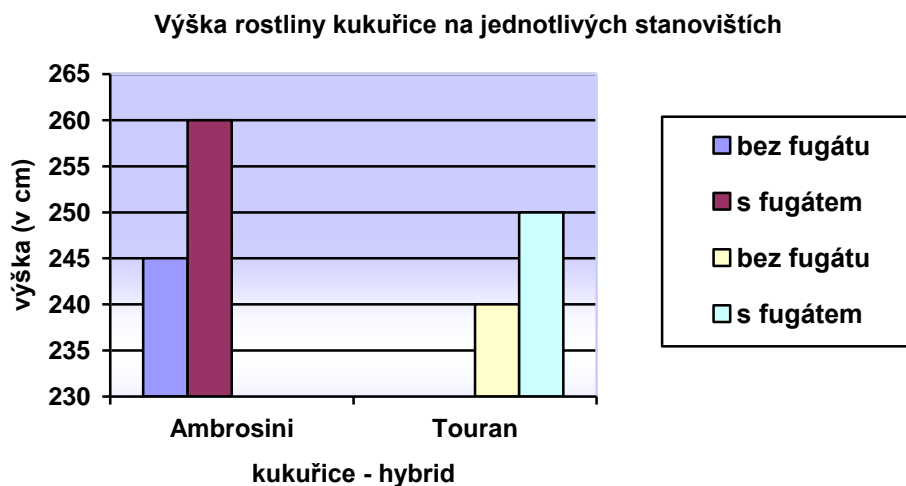
5.1 První odběr – dne 9. 9. 2014

Vzorek odebraných rostlin se skládal z deseti rostlin kukuřice. Z každého pozemku bylo odebráno stejné množství rostlin kukuřice. Byla změřena jejich výška, v tabulce 8 je uveden aritmetický průměr z deseti odebraných rostlin kukuřice z každého pozemku. Z výsledků je patrné, že rostliny kukuřice, které byly hnojeny fugátem, byly vyšší než rostliny kukuřice, které hnojeny fugátem nebyly. Při porovnání hybridů je hybrid Ambrosini vyšší než hybrid Touran. V laboratoři byly rostliny zváženy a byla stanovena sušina. Obsah sušiny v biomase je uveden v tabulce 9. Jedná se o aritmetický průměr ze tří opakování. Z výsledku vyplývá, že na pozemku, kde byly rostliny kukuřice hnojeny fugátem, byl obsah sušiny v biomase vyšší než na pozemcích, kde se fugátem nehnojilo. V tabulce 10 je uvedena hmotnost celé rostliny kukuřice, palic a rostliny bez palic. Výsledky jsou aritmetickým průměrem zjištěných hodnot z deseti odebraných rostlin kukuřice.

Tabulka 8 – Průměrná výška rostliny kukuřice

Hybrid \ Hnojení	Ambrosini	Touran
bez fugátu	245	240
s fugátem	260	250

Graf 4 – Průměrná výška rostliny kukuřice



V tabulce 9 je uveden obsah sušiny v biomase. Jedná se o aritmetický průměr ze tří opakování. Obsah sušiny v celé rostlině byl vyšší na pozemku, kde se kukuřice hnojila fugátem. Další zjišťované výsledky se týkaly rostliny kukuřice bez palice a samostatné palice. Ze tří opakovaných měření vyplývá, že vyšší hodnoty byly na pozemcích, kde se rostliny kukuřice hnojily fugátem.

Tabulka 9 – Obsah sušiny v biomase ze dne 9. 9. 2014 – první odběr

Specifikace rostliny Hybrid/hnojení	Celá rostlina sušina (%)	Rostlina bez palic sušina (%)	Palice sušina (%)
Ambrosini/bez fugátu	22,87	20,77	24,16
Ambrosini/s fugátem	23,12	21,52	30,74
Touran/bez fugátu	29,62	18,21	37,34
Touran/s fugátem	29,94	19,70	39,72

Tabulka 10 uvádí hmotnost rostlin kukuřice. Uvedená hmotnost je aritmetickým průměrem ze zjištěných hodnot z deseti rostlin kukuřice, které byly odebrány na jednotlivých pozemcích. Hmotnost celé rostliny kukuřice byla vyšší tam, kde bylo hnojeno fugátem. Z jednotlivých výsledků je patrný rozdíl i mezi hybridy.

Tabulka 10 – Průměrná hmotnost rostliny kukuřice ze dne 9. 9. 2014 – první odběr

Specifikace rostliny Hybrid/aplikace	Celá rostlina hmotnost (g)	Rostlina bez palic hmotnost (g)	Palice hmotnost (g)
Ambrosini/bez fugátu	539	293	240
Ambrosini/s fugátem	582	276	293
Touran/bez fugátu	504	301	209
Touran/s fugátem	630	388	239

5. 2 Druhý odběr – dne 16. 9. 2014

Z každého pozemku byl odebrán vzorek, který se skládal z deseti kusů rostlin kukuřice. Výška rostliny už měřena nebyla, protože rostliny v tomto období už do výšky nenarůstají. Odebrané vzorky byly označeny a odvezeny do laboratoře ke zjištění hmotnosti rostliny kukuřice a sušiny v biomase. Obsah sušiny v biomase je uveden v tabulce 11. Výsledky ukazují celkově zvýšení obsahu sušiny v biomase u rostlin kukuřice oproti předchozímu odběru. Na pozemcích, kde se rostliny kukuřice hnojily fugátem, byly hodnoty obsahu sušiny v biomase vyšší ve srovnání s rostlinami kukuřice, které fugátem hnojeny nebyly.

Tabulka 11 – Obsah sušiny v biomase – druhý odběr dne 16. 9. 2014

Specifikace rostliny Hybrid/hnojení	Celá rostlina sušina (%)	Rostlina bez palic sušina (%)	Palice sušina (%)
Ambrosini/bez fugátu	30,49	20,03	39,93
Ambrosini/s fugátem	30,81	22,04	41,63
Touran/bez fugátu	31,07	21,42	41,60
Touran/s fugátem	31,73	23,19	42,25

V tabulce 12 je uvedena hmotnost rostlin kukuřice, které byly odebrány dne 16. 9. 2014. Hmotnost byla vypočítána jako aritmetický průměr z deseti odebraných rostlin kukuřice. Z výsledků vyplývá, že hmotnost celé rostliny kukuřice byla vyšší tam, kde bylo provedeno hnojení fugátem, ve srovnání s rostlinami kukuřice, které fugátem hnojeny nebyly.

Tabulka 12 – Průměrná hmotnost rostliny kukuřice – druhý odběr dne 16. 9. 2014

Specifikace rostliny Hybrid/ hnojení	Celá rostlina hmotnost (g)	Rostlina bez palic hmotnost (g)	Palice hmotnost (g)
Ambrosini/bez fugátu	554	276	240
Ambrosini/s fugátem	595	301	291
Touran/bez fugátu	582	311	239
Touran/s fugátem	675	377	255

5.3 Třetí odběr – dne 23. 9. 2014

Uvedeného dne byl proveden další odběr vzorků rostlin kukuřice. Z každého pozemku byl odebrán vzorek deseti kusů rostlin kukuřice. Vzorky byly označeny a převezeny do laboratoře ke zjištění obsahu sušiny v biomase a hmotnosti rostlin kukuřice. Obsah sušiny v biomase je uveden v tabulce 13. Obsah sušiny v biomase se oproti předchozímu odběru zvýšil. Zjištěné hodnoty obsahu sušiny v biomase celé rostliny byly vyšší u rostlin kukuřice, které byly hnojeny fugátem, ve srovnání s rostlinami kukuřice, které fugátem hnojeny nebyly.

Tabulka 13 – Obsah sušiny v biomase ze dne 23. 9. 2014 – třetí odběr

Specifikace rostliny Hybrid/hnojení	Celá rostlina sušina (%)	Rostlina bez palic sušina (%)	Palice sušina (%)
Ambrosini/bez fugátu	30,50	24,49	41,16
Ambrosini/s fugátem	35,16	25,95	44,41
Touran/bez fugátu	31,68	21,17	44,35
Touran/s fugátem	36,54	25,47	48,61

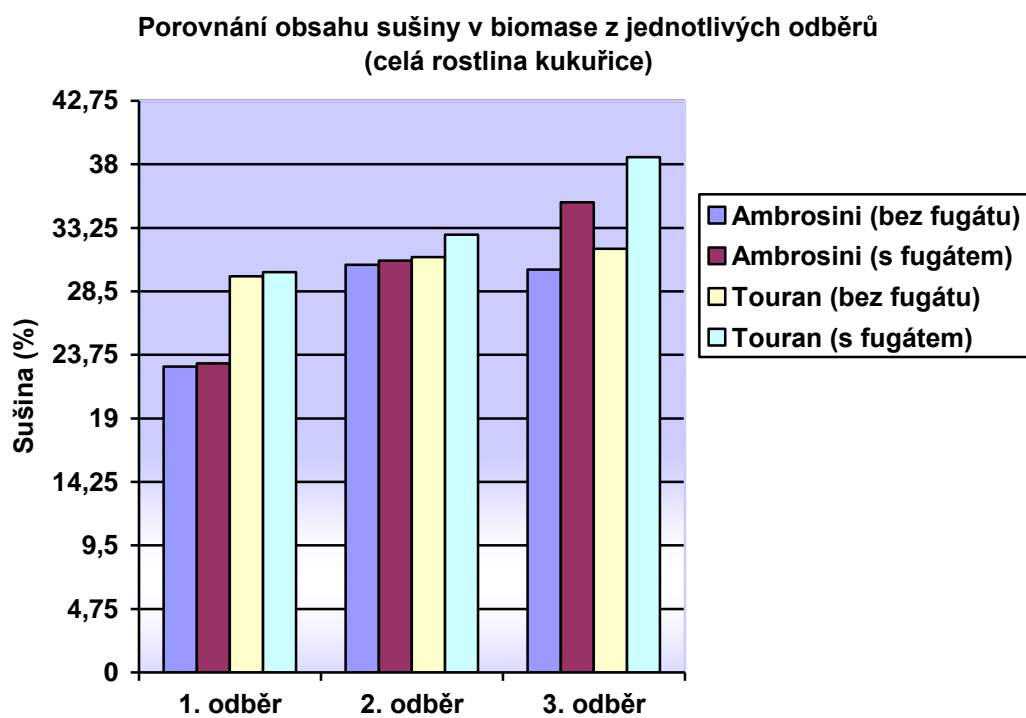
V tabulce 14 je uvedena hmotnost rostlin kukuřice. Hmotnost byla vypočítána jako aritmetický průměr z deseti rostlin kukuřice. Z výsledků je patrné, že rostliny kukuřice, které byly hnojeny fugátem, měly větší hmotnost ve srovnání s rostlinami kukuřice, které hnojeny fugátem nebyly.

Tabulka 14 – Průměrná hmotnost rostliny kukuřice ze dne 23. 9. 2014 – třetí odběr

Specifikace rostlin Hybrid/hnojení	Celá rostlina hmotnost (g)	Rostlina bez palic hmotnost (g)	Palice hmotnost (g)
Ambrosini/bez fugátu	575	274	280
Ambrosini/s fugátem	601	277	301
Touran/bez fugátu	631	348	278
Touran/s fugátem	696	409	283

Graf 5 znázorňuje porovnání obsahu sušiny v biomase ze tří odběrů. Jedná se o obsah sušiny v biomase celé rostliny kukuřice. U rostlin kukuřice, které byly hnojeny fugátem, byl obsah sušiny v biomase vyšší než u rostlin kukuřice, které fugátem hnojeny nebyly.

Graf 5 – Obsah sušiny v biomase



5. 4 Čtvrtý odběr

Podle výsledků zjištěného množství sušiny v biomase začala 26. 9. 2014 sklizeň celých rostlin kukuřice. Z každého pozemku byl odebrán vzorek postupně tak, jak probíhala sklizeň v jednotlivých dnech. Vzorek byl vždy odebrán v množství 1 kg nařezané rostliny kukuřice o délce řezanky 7 mm, byl označen a předán do laboratoře ke zjištění obsahu sušiny. První sklizeň proběhla na pozemku o ploše 14 ha, kde byl pěstován hybrid Ambrosini, který byl hnojený fugátem. Obsah sušiny v biomase byl 28,22 %. Hodnota obsahu sušiny je aritmetický průměr ze tří opakování.

Výnos biomasy byl 55,46 t/ha, výnos sušiny 15,65 t/ha.

Dne 27. 9. 2014 byla sklizena kukuřice z pozemku o ploše 3,5 ha, hybrid Ambrosini, nehnojený fugátem. Obsah sušiny v biomase je aritmetický průměr ze tří opakování, tj. 27,84 %. Výnos biomasy byl 45,6 t/ha, výnos sušiny 12,69 t/ha.

Sklizeň kukuřice pokračovala 29. 9. 2014. Byl sklizen hybrid Touran, který nebyl hnojen fugátem. Pozemek měl plochu 4 ha. Hodnota obsahu sušiny v biomase je aritmetický průměr ze tří opakování, tj. 28,03 %. Výnos biomasy byl 46,5 t/ha, výnos sušiny 13,03 t/ha.

Dne 30. 9. 2014 byl sklizen hybrid Touran, který byl hnojen fugátem. Pozemek měl plochu 23,62 ha. Obsah sušiny v biomase je aritmetický průměr ze tří opakování, tj. 30,04 %. Výnos biomasy 47,5 t/ha, výnos sušiny 14,27 t/ha.

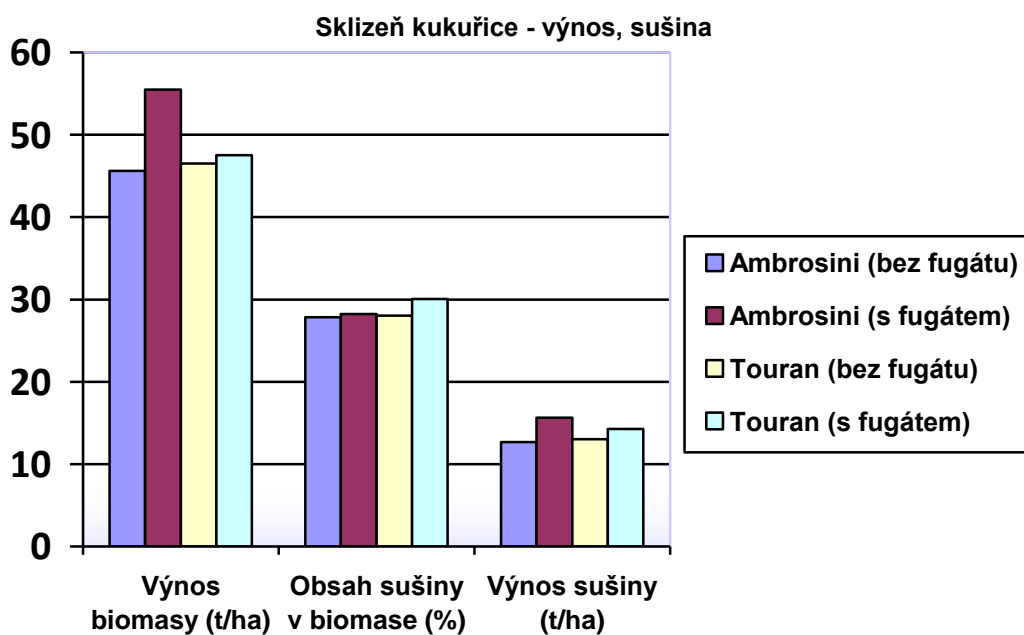
Tabulka 15 – Hodnoty obsahu sušiny v biomase, výnosu biomasy a výnosu sušiny, získané ze vzorků odebraných při sklizni

Hodnoty Hybrid/hnojení	Obsah sušiny v biomase (%)	Výnos biomasy (t/ha)	Výnos sušiny (t /ha)
Ambrosini/bez fugátu	27,84	45,6	12,69
Ambrosini/s fugátem	28,22	55,46	15,65
Touran/bez fugátu	28,03	46,5	13,03
Touran/s fugátem	30,04	47,5	14,27

Z výsledků je patrné, že rostliny kukuřice, které byly hnojeny fugátem, měly vyšší hodnoty obsahu sušiny v biomase, vyšší výnos biomasy a vyšší výnos sušiny. U porostu kukuřice, který se fugátem nehnojil, byly hodnoty nižší.

Graf 6 znázorňuje porovnání výnosu biomasy jednotlivých hybridů a porovnání obsahu sušiny v biomase a výnosu sušiny z hektaru u rostlin, kde bylo provedeno hnojení fugátem, a u rostlin, kde se fugátem nehnojilo.

Graf 6 – Výnos biomasy, obsah sušiny v biomase a výnos sušiny.



6. DISKUSE

Názory na využití fermentačního zbytku z bioplynových stanic (BPS) – digestát, tekutá složka fugát – ke hnojení se liší jak mezi laiky, tak mezi odborníky. V literárním přehledu je uvedeno, že digestát a fugát jsou dle vyhlášky organickými hnojivy, které lze aplikovat na pozemky jak na podzim, tak na jaře. Ovšem podle Koláře a kol. (2009) není digestát hnojivem organickým, ale svými účinky se blíží spíše ke kombinovaným minerálním hnojivům.

Na základě jednoletého pokusu v zemědělském družstvu byl zjištěn pozitivní vliv aplikace fugátu jako hnojiva ke kukuřici na siláž – ve srovnání s variantou s aplikací chlévského hnoje. Aplikace fugátu byla provedena před setím kukuřice. U porostu kukuřice se aplikace fugátu projevila především vyšším výnosem biomasy, vyšším obsahem sušiny v biomase a vyšším výnosem sušiny/ha. U rostlin kukuřice nedocházelo k zasychání spodních listů. Porost kukuřice hnojený fugátem byl vyšší a mohutnější.

Podobné výsledky uvádí Lošák T. a kol. (2014), který provedl nádobový experiment s kedlubnami. Uvádí, že aplikace digestátu se projevila na vyšším výnosu a kvalitativních parametrech kedluben. Obsah vitamínu C byl srovnatelný s jeho obsahem při aplikaci močoviny. Aplikace digestátu se také pozitivně projevila z hlediska obsahu nežádoucích nitrátů v kedlubnách – obsah nitrátů byl nižší v porovnání s aplikací močoviny.

Podle Lošáka T. a kol. (2014) je možné digestát, případně fugát aplikovat také na ozimou řepku, kde přispívá především ke zlepšení výživového stavu rostlin řepky. Protože řepka vyžaduje dostatek bóru a zinku, je vhodnou vstupní surovinou do bioplynových stanic prasečí kejda.

Z experimentu Babičky L. a kol. (2010) vyplývá, že využití digestátu je možné také při pěstování cukrovky k výrobě bioplynu a etanolu. V této práci autoři uvádějí, že aplikace digestátu před setím měla pozitivní vliv na vzejití semen cukrovky. U cukrovky pěstované k výrobě bioplynu se při použití digestátu jako hnojiva zvýšila produkce bioplynu.

Tlustoš P. a kol., (2014) provedli hodnocení složení digestátu, fugátu a separátu produkovaných ve dvou bioplynových stanicích. Z jejich výsledků vyplynulo, že fugát má nejnižší obsah sušiny (7,45 %) oproti digestátu (8,12 %) a separátu (21,22 %). V zemědělském družstvu, kde byl prováděn popisovaný jednoletý pokus, měl fugát obsah sušiny 3,66 %. Hodnota pH je v pokusu Tlustoše P. a kol., (2014) vyšší (9,5) než u fugátu použitého v jednoletém pokusu (8,4). Obsah amoniakálního dusíku byl v pokusu Tlustoše P. a kol., (2014) nižší (2 097 mg/kg č. h.) než u fugátu použitého v jednoletém pokusu (2 580 mg/l). Rozdíly mezi obsahy ostatních makroživin jsou nevýznamné.

Na základě těchto výsledků popisovaného jednoletého pokusu lze konstatovat, že digestát, případně fugát je možné využít jako hnojivo polních plodin. Aplikace fugátu se pozitivně projevila vyšším výnosem biomasy kukuřice, vyšším obsahem sušiny a v dalších kvalitativních parametrech. Odborníci ale upozorňují, že řada věcí kolem využití tohoto hnojiva ještě není řádně vyzkoušena a prověřena.

7. ZÁVĚR

V jednoletém poloprovozním pokusu byla sledována a porovnána reakce porostů kukuřice hnojených chlévským hnojem a minerálními hnojivy a reakce porostů kukuřice, které byly hnojeny fugátem a minerálními hnojivy. Na základě výsledků je možno uvést, že:

Porosty kukuřice, které byly hnojeny fugátem, měly:

- vyšší vzrůst rostliny, přičemž nedocházelo k zasychání spodních listů,
- vyšší výnos biomasy,
- vyšší obsah sušiny v biomase,
- vyšší výnos sušiny/ha.

Porosty kukuřice bez použití fugátu měly:

- nižší vzrůst rostliny, přičemž docházelo k zasychání spodních listů,
- nižší výnos biomasy,
- nižší obsah sušiny v biomase,
- nižší výnos sušiny/ha.

Na základě porovnání hybridů silážní kukuřice Ambrosini a Touran jak s aplikací fugátu, tak bez aplikace lze konstatovat, že hybrid Ambrosini byl (bez ohledu na provedenou aplikaci) vyšší a mohutnější, v prvních třech odběrech měl nižší výnos biomasy, než hybrid Touran. Z posledního odběru vyplynulo, že hybrid Ambrosini měl vyšší výnos biomasy, nižší obsah sušiny v biomase a vyšší výnos sušiny, než hybrid Touran. Obě hypotézy byly jednoletým pokusem potvrzeny.

Na základě jednoletého výsledku nelze vyvozovat jednoznačný závěr. Z jednoletého výsledku lze vyvodit pouze to, že porosty kukuřice, které byly hnojeny fugátem a minerálními hnojivy, vykazovaly lepší výsledky než porosty kukuřice, které byly hnojeny chlévským hnojem a minerálními hnojivy. Z jednoletého výsledku lze dojít k závěru, že hnojení fugátem mělo příznivý vliv na výnos biomasy, na obsah sušiny v biomase a v neposlední řadě i na výnos sušiny z hektaru, což je jedním z požadavků na kvalitu siláže pro bioplynové stanice.

Jednoletý výsledek nelze zhodnotit jako konečný. Záleží zde na mnoha faktorech, jako je pozemek, počasí v daném roce a v neposlední řadě i složení samotného fugátu. K objektivnímu hodnocení je třeba víceletý pokus.

POUŽITÁ LITERATURA

Agro navigátor. 2013. Digestát jako zdroj fosforu. *Zemědělský týdeník*. 17. leden 2013, číslo 3, str. 10.

Amon T., a kol. 2004. Biogas production from maize and clover grass estimated with the methane energy value system. dostupné z: http://www.boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H93000/H93100/AmonPublikation/en/biogas_production_maize_and_clover_methane_energy_system.pdf : autor neznámý, 2004.

Amon T., a kol. 2003. Optimierung der Biogaserzeugung aus den Energiepflanzen Mais und Klee gras-/Feldfuttermischungen. *Ländlicher Raum* 5/2003. [dostupné z: [http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/land/laendl_entwicklung/Online-Fachzeitschrift-Laendlicher-Raum/archiv/2003/amon/Amon_ua-1-/Amon_ua\[1\].pdf](http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/land/laendl_entwicklung/Online-Fachzeitschrift-Laendlicher-Raum/archiv/2003/amon/Amon_ua-1-/Amon_ua[1].pdf)]. 2003.

Anonymus, 1. Kukuřice. www.cz.timacagro.com. [Online] [Citace: 17. srpen 2014.]

Anonymus, 2. 2013. Bioplyn využití kukuřice, žita a travních směsí pro produkci bioplynu. Prostějov : SOUFFLRT AGRO a.s., 2013. str. 28.

Babička L., a kol. 2010. Digestát - hnojivo pro cukrovku. *Listy cukrovarnické a řepařské*. březen 2010, stránky 106-109.

Bosák J. Zásady správného zakládání porostů kukuřice, nejčastější chyby a jejich dopady na výnos. <http://www.old.pioneer-osiva.cz/zakladani-porostu-kukurice.php>. [Online] [Citace: 17. srpen 2014.]

Brandejsová E. a Příbyla Z. 2009. *Bioplynové stanice Zásady zřizování a provozu plynového hospodářství*. Praha : GAS s.r.o., 2009. str. 118. ISBN: 978-80-7328-192-2.

Dapaah H. K. a Vyn, T. J. 1998. Nitrogen fertilization and cover crop effects on soil structural stability and corn performance. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 1998. Sv. 29, číslo 17-18, stránky 2557-2569. ISSN: 0010-3624.

Diviš J., a kol. 2010. *Pěstování rostlin*. 2. vydání. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010. str. 260. ISBN 978-80-7394-216-8.

Döhler H., a kol. 2006. *Energiepflanzen; Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus ; KTBL-Datensammlung mit Internetangebot*. Darmstadt : KTBL, 2006. str. 372. ISBN 978-3-939371-21-2.

- Dvořáčková J., a kol. 2011.** Hodnocení výživné hodnoty krmiv. *Cvičebnice*. Brno : Mendelevova univerzita, 2011.
- Feranec P., a kol. 1982.** *Sytémy pestovania kukurice*. 1. vydání. Bratislava : Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov n.p., 1982. str. 98. 64-200-82.
- Gerndtová I, a Andert D. 2009.** Využití travních směsí při anaerobní digestci. <http://biom.cz/czp/odborne-clanky/vyuziti-travnich-smesi-pri-anaerobni-digestci>. [Online] 18. 11. 2009. [Citace: 20. 2. 2015.] ISSN: 1801-2655.
- Hruška J. a Stehlík V. 1962.** *Monografie o kukuřici*. 1. vydání. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1962. str. 906.
- Ivanič J., Havelka B. a Knop K. 1984.** *Výživa a hnojenie rastlín*. 2. vydání, přepracované. Bratislava : Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, n.p., 1984. str. 488. 64-045-84.
- Kačicová L. a Prokeš K. 2011.** Otevíráme nové možnosti s produktem KWS. *Kukuřice v praxi 2011 - Sborník z odborného semináře*. Brno : Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o., 2011. stránky 6-16. Počet stran: 55. ISBN 978-80-7375-477-8.
- Kačicová L. 2014.** Abeceda sklizně silážní kukuřice. *Úroda*. 9/ 2014, str. info.
- Kára J., a kol. 2007.** *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. 1. vydání. Praha : VÚZT, 2007. stránky 1-117. ISBN 978-80-86884-28-8.
- Kolář L., a kol. 2010.** *Plant soil environ.,.* 2010. stránky 23-27.
- Kolář L., a kol. 2009.** Využití odpadů z bioplynových stanic. Racionální použití hnojiv - sborník z konference. Praha : ČZU, 2009. stránky 50-57. ISBN 978-80-213-2006-2.
- Kolektiv autorů. 2008.** Příručka pro nakládání s digestátem a fugátem. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. 2. vydání, str. 30.
- Kouřil M. 2011.** Ochrana půdy proti erozi při pěstování širokořádkových plodin. *Kukuřice v praxi 2011 - Sborník z odborného semináře*. Brno : Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o., 2011. stránky 17-22. Počet stran: 55. ISBN: 978-80-7375-477-8.
- Koutný T. a Prokeš K. 2013.** Kukuřice pro výrobu bioplynu. *Úroda*. 12/ 2013, stránky 61-64.
- Kuchtík F., a kol. 1995.** *Pěstování rostlin II. - Celostátní učebnice pro střední zemědělské školy*. Třebíč : FEZ, 1995.

- Laciná J. 2010.** Biplynové stanice - stav v ČR. [Zpravodaj - Ekozemědělci přírodě]. 4/ 2010. stránky 17-19.
- Lošák T. a Hlušek J. 2011.** Jak přistupovat k výživě a hnojení kukuřice při snižujících se zásobách živin v půdě? *Kukuřice v praxi 2011 - Sborník z odborného semináře*. Brno : Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o., 2011. stránky 48-54. Počet stran: 55. ISBN 978-80-7375-477-8.
- Lošák T. 2014.** Využívat digestát jako hnojivo - ano, nebo ne? *Úroda*. 6/ 2014, str. 10.
- Lošák T. 2013.** Zásadní poznatky k výživě a hnojení kukuřice. *Agromanuál*. 3/ 2013, stránky 82-84.
- Makovička Z. 2013.** Využití digestátu k hnojení. *Zemědělský týdeník*. 28. únor 2013, číslo 9, stránky 2-3 Mvt.
- Nedvěd V. 2014.** Technologie AgCelence v kukuřici. *Úroda*. 6/ 2014, str. 20.
- Pastorek Z., Kára J. a Jevič P. 2004.** *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC s.r.o., 2004. str. 288. ISBN 80-86534-06-5.
- Petr J., Černý V. a Hruška L. 1980.** *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. 1. vydání. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1980. str. 447.
- Petříková V. 2011.** Nedostatek biomasy. <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nedostatek-biomasy>. [Online] 14. 3. 2011. [Citace: 20. 2. 2015.] ISSN: 1801-2655.
- Petříková V. 2008.** Půdní eroze a energetické plodiny. <http://biom.cz/czp/odborne-clanky/pudni-eroze-a-energeticke-plodiny>. [Online] 24. 9. 2008. [Citace: 20. 2. 2015.] ISSN: 1801-2655.
- Povolný M. 2013.** Nově registrované hybridy kukuřice. *Úroda*. 12/ 2013, stránky 45 - 48.
- Procházka S. 1998.** *Fyziologie rostlin*. 1. vydání. Praha : Academia, 1998. str. 484. ISBN: 8020005862.
- Procházková B. 2014.** Osevní postupy a struktura plodin. *Metodické listy EPOS*. 2014.
- Prokeš K. 2001.** Ke sklizni kukuřice na siláž. *Úroda*. 8/ 2001.
- Prugar J., a kol. 2008.** *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha : Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2008. str. 327. kapitola: Možnosti ovlivnění jakosti rostlinných produktů - Kukuřice (J.Nedělník); str. 142-146. ISBN 978-80-86576-28-2.

- Rotrekl J. a Kolařík P. 2014.** Bázlivec kukuřičný jako budoucí významný škůdce kukuřice. *Úroda*. 4/ 2014, stránky 14-16.
- Schulz H. a Eder B. 2001.** *Biogas - Praxis: Grundlagen - Planung - Anlagenbau - Beispiele*. 2. vydání. Staufen bei Freiburg : Ökobuch, 2001. str. 165. ISBN 3-922964-59-1.
- Šebela J. 2014.** Co řeší pásová příprava půdy? Pěstování kukuřice, slunečnice a řepky. *Úroda*. 7/ 2014, stránky 22-23.
- Šiška J. 2014.** Energetické plodiny pro podporu biodiverzity. <http://www.chytraenergie.info/index.php/chytra-energie-novinky/zelena-energie/275-cirok>. [Online] 2014. [Citace: 20. 2. 2015.]
- Škorvan O., Holba M. a Plotěný K. 2012.** Jak naložit s produkty anaerobní digesce v souladu se zákonem. *Odpady*. 4/ 2012, stránky 24-25.
- Smatanová M. 2014.** Využívat digestát jako hnojivo - ano, nebo ne? *Úroda*. 6/ 2014, str. 10.
- Špaldon E. 1986.** *Rostlinná výroba*. 1. vydání. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1986. str. 714.
- Špaldon E., a kol. 1982.** *Rostlinná výroba*. 1. vydání. Bratislava : Příroda, vydavatelstvo kníh a časopisov, n.p., 1982. str. 628. 64-032-82.
- Srbek J., a kol. 2015.** Půdoochranné technologie u kukuřice. *Úroda*. 1/ 2015, stránky 12,14.
- Straka F. a Dohányos M. 2006.** *Bioplyn příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů*. 2. rozšířené a doplněné vydání. Praha : GAS s.r.o. Praha 6, 2006. str. 706. ISBN: 80-7328-090-6.
- Svoboda L. 2010.** Herbicidní ošetření kukuřice. *Agromanuál*. 3/ 2010, stránky 19-21.
- Tlustoš P., a kol. 2013.** Využití pevné složky digestátu pro přípravu pěstebních substrátů. *Certifikovaná metodika*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha-Suchdol, 2013. str. 20. ISBN: 978-80-213-2430-5.
- Tlustoš P., Kaplan L. a Dubský M. 2014.** Možnosti uplatnění upravených složek digestátu. *Racionální použití hnojiv - Sborník z konference*. Praha : Česká zemědělská univerzita Praha, 2014. První, stránky 36-42. počet stran: 127. ISBN: 978-80-213-2511-1.

Trávník K., a kol. 2012. *Metodický návod pro hnojení plodin*. 5. vydání. Brno : Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2012. str. 26. ISBN: 978-80-7401-024-8.

Vach M. a Javůrek M. 2011. *Efektivní technologie zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin: metodika pro praxi*. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011. str. 26. ISBN: 978-80-7427-079-6.

Valíček P. 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. 2. vydání. Praha : Academia, 2002. str. 486. ISBN 80-200-0939-6.

Vaněk V., a kol. 2002. *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. vydání. Praha : Redakce odborných časopisů, Martin Sedláček, 2002. str. 132. ISBN 80-902413-7-9.

Vegricht J., Šimon J. a Klír J. 2012. Změna vlastností surové kejdy při separaci. *Náš chov*. 1/ 2012, stránky 26-29.

Vojtko J. 2014. Insekticidní ochrana kukuřice. *Úroda*. 6/ 2014, str. 32.

Vrzal J. a Novák D. 1995. *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. 1. vydání. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1995. str. 32. ISBN 80-710-5097-0.

Zábranský P., a kol. 2014. Produkce nadzemní biomasy silážní kukuřice v závislosti na šířce řádků. *Úroda*. 4/ 2014, stránky 26-29.

Zimolka J., a kol. 2008. *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vydání. Praha : Profi Press, 2008. str. 200. ISBN 978-80-86726-31-1.

Internetové zdroje:

http://eagri.cz/public/web/file/247574/SO_NL_2014.pdf. [Online] [Citace: 23. listopad 2014.]

http://www.apic-ak.cz/data_ak/14/k/Stat/StatRocenka2014.pdf. [Online] [Citace: 3. leden 2015.]

http://www.biorafineria.sk/download/CHP_Bioplyn_CZ-%2027-11-11.pdf. *Proč bioplynové stanice*. [Online] 20. 2 2015.

http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_12823.pdf?id=12823
staženo 10.2.2015

PŘÍLOHA

Bioplynová stanice Zemědělského a obchodního družstva Kámen na Havlíčkobrodsku.

Obrázek 1 – Skladovací prostor pro denní dávku substrátu do fermentoru



Obrázek 2 – Dávkovací zásobník, pro každý fermentor samostatně. V pozadí fermentor.



Obrázek 3 – Potrubí odvádějící bioplyn do nádrží, které jsou umístěny v podzemí.



Obrázek 4 – Separace digestátu. Do nádrže (nahore) je přiváděn digestát. Lisováním se odloučí fugát a separát. Fugát je odváděn do jímky, separát na skládku.



Obrázek 5 – Skládka separátu

