

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Akademický rok: 2014/2015

Jméno a příjmení: Martin Bína

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Téma bakalářské práce

**Agrotechnické požadavky na zakládání porostů vybraných
jednoletých a víceletých energetických rostlin**

Autor bakalářské práce:

Martin Bína

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaroslav Bernas

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin BÍNA**
Osobní číslo: **Z12895**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Agrotechnické požadavky na zakládání porostů vybraných jednoletých a víceletých energetických rostlin**
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

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

1. V literárním přehledu shrnout problematiku pěstování jednoletých a víceletých energetických rostlin a porovnat jejich agrotechnické požadavky při zakládání a ošetřování.
2. Seznámení se s metodikou pěstování kukuřice seté (*Zea mays L.*), ozdobnice čínské (*Miscanthus giganteus*).
3. Účast při zakládání a ošetřování pokusných porostů energetických rostlin ve sledovaných lokalitách (ZF JU v Českých Budějovicích).
4. Porovnat výsledky ze sběru dat v terénu s literárními údaji.
5. Výsledky a závěr.

Rozsah grafických prací: do 5 stran (tabulky, grafy, fotografická příloha)
Rozsah pracovní zprávy: 40-50 stran textu vč. příloh
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

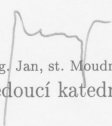
CSETE, S., STRANCZINGER, S., SZALONTAI, B., et al.: Tall Wheatgrass Cultivar Szarvasi-1 (*Elymus elongatus* subsp. *ponticus* cv. Szarvasi-1) as a Potential Energy Crop for Semi-Arid Lands of Eastern Europe. IN NAGERIPOUR, M.: Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources. InTech Europe, Rijeka, 2011. ISBN 978-953-307-408-5.
HAVLÍČKOVÁ, K. et al. Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice: VÚKOZ, 2008. ISBN 978-807-4150-043.
PETERKA, J., KUŽEL, S. Komplexní využití biomasy: (návody pro cvičení). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2011. ISBN 978-807-3942-649.
PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P. Biomasa: obnovitelný zdroj energie. Praha: FCC Public, 2004, 286 s. ISBN 80-865-3406-5.
PETŘÍKOVÁ, V. Energetické plodiny. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-867-2613-4.
SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J. et al. Nepotravinářské využití fytomasy. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. ISBN 978-807-0408-575.
STRAŠIL, Z., et al. Trávy jako energetická surovina: Certifikovaná metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2011. ISBN 978-807-4270-789.
UŠTAK, S., STRAŠIL, Z., VÁŇA, V., HONZÍK, R. Pěstování chřastice rákosovité *Phalaris arundinacea* L. pro výrobu bioplynu: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012, 24 s. ISBN 978-80-7427-101-4.
VANĚK, V. Výživa polních a zahradních plodin. Praha: Profi Press, 2007. ISBN 978-808-6726-250.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Bernas**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**


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

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


prof. Ing. Jan st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 5. února 2015

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma: „Agrotechnické požadavky na zakládání vybraných jednoletých a víceletých energetických rostlin vypracoval samostatně, a veškerá použitá literatura, kterou cituji, je zařazena do závěru práce. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2015

.....
Bína Martin, autor

Poděkování:

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Bernasovi za poskytnuté informace, trpělivost a veškerou pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji technickým pracovníkům z katedry aplikovaných rostlinných biotechnologií a studentům Zemědělské katedry za pomoc při terénních pracích.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2015.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je ověřit vliv zvolených agrotechnických postupů při pěstování vybraných jednoletých a víceletých rostlin pro energetické využití. Vybranou jednoletou rostlinou byla kukuřice setá (*Zea mays* L.) a sledovanou víceletou rostlinou byla ozdobnice čínská (*Miscanthus x giganteus*). Literární přehled je zaměřen na agrotechnické požadavky, způsoby využití a ekonomické aspekty pěstování vybraných energetických rostlin. Na základě zvolených agrotechnických postupů pak byl posuzován produkční potenciál vybraných energetických rostlin. Účelem pěstování byla tvorba fytomasy jako suroviny pro bioplynovou stanici (BPS). Byly založeny polní pokusy pro jednotlivé druhy rostlin, na jejichž základě se pak posuzovaly zvolené agrotechnické postupy.

Klíčová slova: Kukuřice, Miscanthus, Agrotechnika, Fytomasa, Bioplyn

Abstract

The aim of this dissertation is to verify the influence of certain agrotechnical procedures during the growing of selected annual and perennial plants for use as energy sources. The chosen annual plant was maize (*Zea mays* L.) and the observed perennial plant was (*Miscanthus x giganteus*). The literary overview is aimed at agrotechnical requirements, range of uses and the economic aspects of growing the chosen energy crops. The productive potencial of the chosen plants was then assessed on the basis of the individual agrotechnical procedures. The purpose of growing the plants was the creation of phytomass to be used as a raw material in biogas stations. Field tests were carried out for each plant, and the chosen agrotechnical procedures were then judged on the basis of the tests.

Key words: Maize, Miscanthus, Agrotechnics, Phytomass, Biogas

1	ÚVOD.....	9
2	Literární přehled.....	10
2.1	Obnovitelné zdroje energie-biomasa	10
2.2	Fytomasa	12
2.3	Využití fytomasy.....	13
2.4	Mokrý cesta	13
2.4.1	Suchá fermentace.....	13
2.4.2	Mokrý (Anaerobní) fermentace	15
2.4.3	Sklizeň fytopaliv.....	17
2.5	Suchá cesta	18
2.5.1	Spalování fytomasy	18
2.5.2	Spalovací zařízení biomasy	18
2.6	Trendy a rizika ve využívání biomasy	19
2.7	Jednoleté rostliny pro energetické využití.....	20
2.8	Kukuřice setá (<i>Zea mays</i> L.).....	21
2.8.1	Historie a význam kukuřice	21
2.8.2	Biologická charakteristika.....	21
2.8.3	Osevní plocha a výnosy	22
2.8.4	Vhodné hybridní odrůdy pro energetické využití.....	22
2.8.5	Hybridy	23
2.8.6	Agrotechnika	25
2.8.6.1	Nároky na stanoviště.....	25
2.8.6.2	Zařazení v osevním postupu.....	26
2.8.6.3	Příprava půdy.....	26
2.8.6.4	Tradiční technologie	27
2.8.6.5	Minimalizační technologie	28
2.8.6.6	Setí	28
2.8.7	Hnojení.....	31
2.8.8	Ochrana rostlin	33
2.8.8.1	Herbicidní ochrana.....	33
2.8.8.2	Insekticidní ochrana	34

2.8.8.3 Choroby kukuřice	35
2.8.9 Sklizeň.....	36
2.8.10 Využití kukuřice pro výrobu bioplynu.....	37
2. 8. 11 Ekonomika	38
2.9 Víceleté rostliny pro energetické využití	38
2.10 Ozdobnice Čínská (<i>Miscanthus x giganteus</i>)	39
2.10.1 Charakteristika a původ ozdobnice.....	39
2.10.2 Biologická charakteristika.....	39
2.10.3 Nároky na stanoviště.....	39
2.10.4 Osevní postup	40
2.10.5 Hnojení.....	41
2.10.6 Agrotechnika	41
2.10.7 Ošetřování porostu.....	42
2.10.8 Sklizeň.....	43
2.10.9 Likvidace porostu	43
2. 10. 10 Využití a ekonomika	44
2.10.10.1 Využití plodiny	44
2.10.10.2 Ekonomika.....	44
3 Cíl práce.....	45
4 Materiál a metoda.....	47
4.1 Lokalita.....	47
4.2 Příprava a založení porostu	48
4.3 Péče o porost.....	49
4.4 Sklizeň.....	50
4.5 parcelka – Ozdobnice čínská	50
4.6 parcelka - Kukuřice setá.....	51
5 Výsledky a diskuse.....	52
6 Závěr.....	59
7 Seznam odborné literatury.....	59

1 ÚVOD

V poslední době je zaznamenán rozvoj v oblasti pěstování energetických rostlin. Tento rostlinný materiál lze využít pro přímé spalování k výrobě tepla, pro tvorbu elektrické energie či bioplynu. V průběhu poslední dekády let došlo k velkému nárůstu bioplynových stanic (BPS). Pro zemědělce se tak stávají energetické rostliny velmi atraktivní investicí pro svůj podnikatelský záměr.

Energie z biomasy se využívá více již více než tisíce let. Na energetické rostliny pěstované za účelem energie by nemělo být nahlíženo pouze z hlediska ekonomicky a energeticky výhodné. Jak pěstování, tak spalování zemědělské a nezemědělské biomasy nese s sebou spoustu řadu problému. Největším problémem řadu let, které se celosvětově publikuje, je narušení životního prostředí.

Pěstování energetických rostlin nepatří mezi technologicky a energeticky náročné procesy, ale základní agrotechnické opatření je vždy nutné. Pokud chceme vysoké výnosy, je nutné dobře promyslet osevňovací postup, aplikace herbicidů a vyvážené hnojení. Jednoleté, jako je především kukuřice setá (*Zea mays* L.), která se dobře přizpůsobuje organickému hnojení. Jedná se zcela o plodinu, která je zlepšující a snášenlivá několik let, což umožňuje při malé rotaci plodin neustálou energetickou a ekonomickou soběstačnost. Víceleté, především ozdobnice čínská (*Miscanthus x giganteus*), je nutno při prvních 2 - 3 letech provádět agrotechnické opatření, jako např. plečkování, aplikace herbicidu a přihnojování. V dalších letech se agrotechnické opatření omezuje, pouze přihnojuje, pokud chceme po dobu 10 až 20 let dosahovat vysokých výnosů.

2 Literární přehled

2.1 Obnovitelné zdroje energie - biomasa

S dohlednou vyčerpatelností fosilních paliv energetických zdrojů roste význam obnovitelných zdrojů energie a stává se tak jednou z hlavních podmínek trvale udržitelného rozvoje (MALAŤÁK, VACULÍK., 2008).

HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) uvádí, že fosilní paliva v ČR zejména uhlí, které je velmi ekonomicky a energeticky náročné na těžbu. Dochází k neustálému vzrůstu importu uhlí z ostatních zemí. Evropa, resp. členské země EU se snaží dohledat nových nalezišť především biomasu.

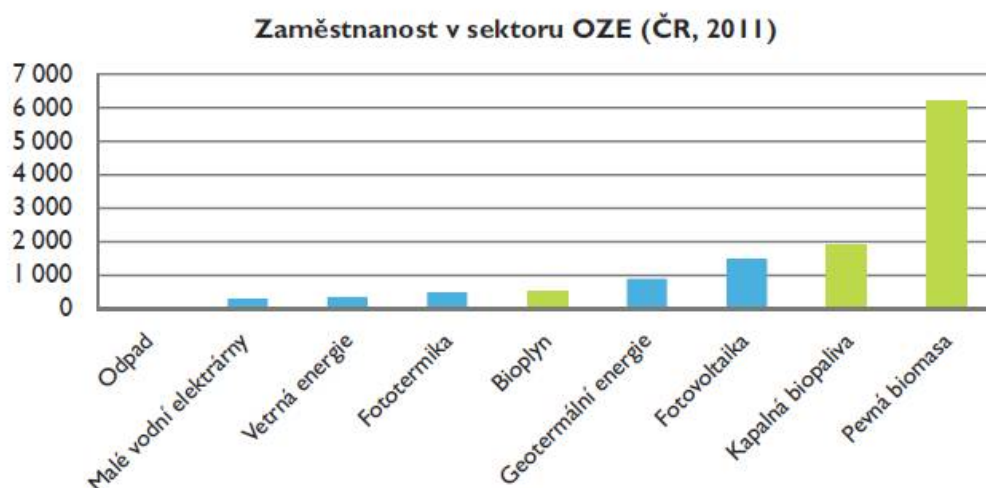
Dalším důvodem, který popisuje HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) je snaha snižovat rizika změny klimatu následkem antropogenních činností. Energetické procesy jsou odpovědné za podstatnou část emitovaných skleníkových plynů, zejména emisí oxidu uhličitého. Obnovitelné zdroje jsou tzv. „nefosilními zdroji“. Při spalování např. spalováním štěpky je do atmosféry uvolněno tolik CO₂, které bylo z atmosféry odčerpáno při tvorbě fytohmoty.

Obnovitelné zdroje energie, dále jen (OZE) se rozumí využitelný zdroj energie, jehož energetický potenciál se obnovuje přírodními procesy. Jedná se o energii z vody, slunce, biomasy, plyn ze skládek, geotermální energie (CZREA, 2008).

Biomasa se rozumí biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví (CZREA, 2008).

Podle Akčního plánu pro biomasu v ČR na období 2012 - 2020, které sestavilo Ministerstvo zemědělství, se biomasa představuje přibližně 80 % podíl z celkově využitelného potenciálu obnovitelných zdrojů v ČR. Využití OZE pro výrobu elektřiny vzrostlo z 2,6 TWh v roce 2004 na současných 8,1 TWh v r. 2012. Využití biomasy představuje zdroj jak na národní, tak zejména na regionální úrovni. Vedle energetického přínosu biomasy pro diverzifikaci a změnu palivového mixu české energetiky lze spatřovat přínos využívání biomasy především v rozvoji lokální ekonomiky, v pozitivním vlivu na zaměstnanost viz (**graf č. 1**) a environmentálního hlediska. Využití pevné biomasy pro přímé spalování na výrobu tepla, elektrické energie výrobu bioplynu a kapalných biopaliv (MZE, 2013).

Graf č. 1



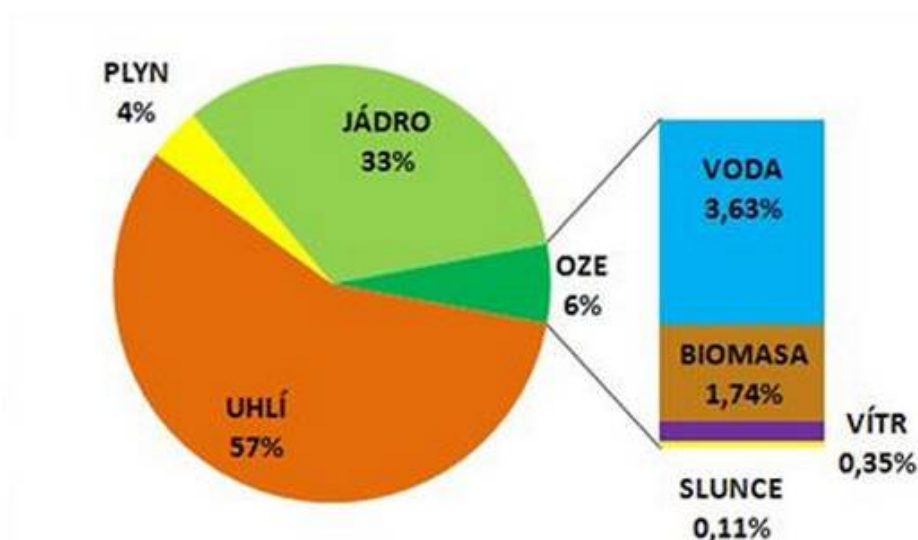
Biomasa zaměstnává v ČR nemalý podíl lidí. V roce 2011 to bylo 8 600 lidí, což je nejvíc ze všech obnovitelných zdrojů v ČR (celkem 70 %) a asi 6 % zaměstnanosti v zemědělství (zdroj: EurObserv'ER, 2012).

Zdroj: (MZE, 2013)

Vzhledem k přírodním podmínkám je biomasa pro Českou republiku bezesporu jedním z nejvýznamnějších obnovitelných zdrojů energie (LIBRA a POULEK, 2007). Evropská unie si stanovila cíl do roku 2020 pokrýt 20 % své energetické spotřeby z obnovitelných zdrojů. ČR pak musí z čistých zdrojů pokrývat 13 % své spotřeby (ARCHALOUS, 2010).

Podíl jednotlivých zdrojů energie v České republice v **grafu č. 2** (ARCHALOUS, 2010).

Graf č. 2



Podíly jednotlivých zdrojů energie v České republice. Zdroj: ERU, graf: autor

2.2 Fytomasa

Naléhavost přechodu k udržitelným způsobům hospodaření nutí k úsilí o využívání obnovitelných zdrojů. Významným obnovitelným zdrojem surovin a energie je fytomasa rostlin (SOUČKOVÁ a kol., 2006). PETŘÍKOVÁ (2006) uvádí, že biomasa, která je pouze rostlinného původu, se nazývá fytomasa.

HAVLÍČKOVÁ a kol. (2006) upřesňuje význam fytomasy, který je složen z různých organických látek rostlinného původu vznikající v průběhu fotosyntézy.

Podle SOUČKOVÁ a kol. (2006) je fytomasa rostlinná hmota, surová nebo zpracovaná, s vnitřním obsahem chemické energie, kterou je možno přeměnit na elektřinu nebo teplo. Fytomasa se vyjadřuje v hmotnosti sušiny. Dále se fytomasa rozlišuje podzemní a nadzemní.

V současné době se na celém světě zvyšuje podíl OZE, a to především z důvodu omezování produkce skleníkových plynů. Dalším důvodem je snaha o efektivnější využití biologického odpadu. Pěstováním energetických rostlin se snižuje obsah CO₂ v ovzduší a tím i vliv obávaného skleníkového efektu (SOUČKOVÁ a kol., 2006).

Hlavní význam fytomasy:

Hlavním významem fytomasy je rostlinná hmota, která slouží pro obnovitelný zdroj energie. Dále lze využít přebytek půdy pro pěstování energetických plodin, na kterou navazuje účelná údržba krajiny a vytvoření nových pracovních míst v regionech (SOUČKOVÁ a kol., 2006).

2.3 Využití fytomasy

V ČR je v současnosti asi 500 000 ha nevyužité zemědělské půdy. Značná část zemědělské půdy (přes 45 %) se nachází v horských a podhorských oblastech s nepříznivými půdními a klimatickými podmínkami. Tudíž nízkou ekonomickou efektivností intenzivní zemědělské výroby je zaměřené dosud na tradiční potravinářské komodity, jejichž uplatnění na trhu i konkurenceschopnost trvale klesají (KOLONIČNÝ, HASE, 2011). Rozvoj nepotravinářského využití fytomasy dává nový prostor pro rozvoj zemědělství a rozvoj venkova, pro uplatnění pracovních sil a zlepšení efektivity hospodaření zemědělských podniků i zpracovatelských kapacit (SOUČKOVÁ a kol., 2006).

Využití fytomasy je možné buďto cestou suchou nebo mokrou. Suchá cesta zahrnuje spalování a zplynování rostlinné hmoty o sušině 50 - 80 %. Mokrý cesta, která zahrnuje především anaerobní fermentace mokré hmoty o sušině 4 - 12 %, nebo 25 - 35 % (MOUDRÝ, SOUČKOVÁ a kol., 2006).

2.4 Mokrý cesta

2.4.1 Suchá fermentace

Jedná se o technologii, která je stále ve vývoji. Vhodná pro zpracování jak tuhých bioodpadů tak pro zpracování separovaného bioodpadu od obyvatel. Proces probíhá v mezofilním i termofilním režimu (35 - 55 °C). Je zapotřebí správné recyklace digestátu v procesu a zpracování „strukturních“ bioodpadů (DVOŘÁČEK, 2011).

Biomasa je navedena do fermentoru kolovým nakladačem. Po naplnění fermentoru jsou uzavřena plynotěsná vrata. Biomasa je vyhřívána podlahovým topením a postřikem perkolátu, který současně obnovuje mikrobiální kulturu na povrchu biomasy. Do tří dnů po navedení dojde k odstranění zbytkového kyslíku a stabilizaci celého anaerobního procesu. Vznikající bioplyn je odsáván do plynových vaků a dále odváděn do kogenerační jednotky. Zde je transformován

na elektrickou energii při vzniku „odpadního“ tepla. Proces je diskontinuální, obvyklá délka cyklu je 28 dnů. Pro kontinuitu procesu se doporučuje pracovat minimálně se čtyřmi fermentory. Na konci cyklu je biomasa vyvezena a část vyfermentovaného substrátu je nahrazena novou biomasou v tzv. „směsném navýšení“ (poměr mezi starou, částečně vyfermentovanou biomasou a čerstvou biomasou (FORTEX AGS, 2009).

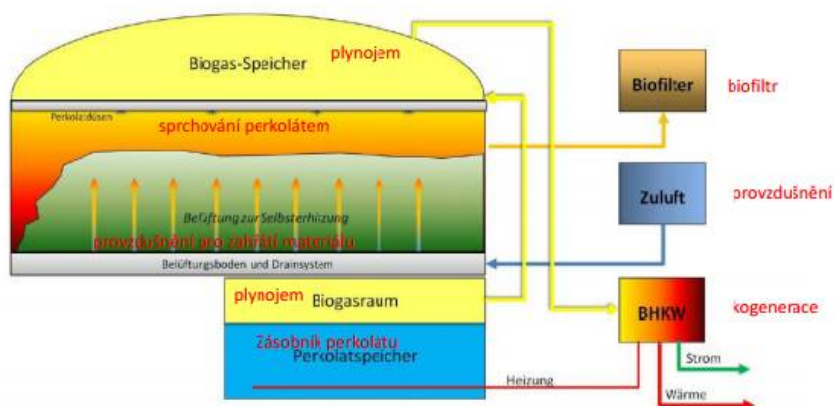
Výhodou suché cesty je, že je odolná vůči nečistotě vstupních surovin a je velmi nízká vlastní spotřeba energie. Výtěžnost bioplynu u posledních typů se blíží k mokré cestě. Biomasu není nutné před vstupem do fermentoru rozmělnovat, proto je nižší poruchovost (DVOŘÁČEK, 2011).

Vhodné vstupy biomasy pro „suchou“ fermentaci je např. hnůj z živočišné výroby, travní senáž, kukuřičná senáž, tráva z veřejného prostranství, různé druhy biologicky rozložitelných odpadů - prošlé ovoce, zelenina, odpady ze supermarketů. Dále vytríděné biologicky rozložitelné komunální odpady a zemědělský odpad (FORTEX AGS, 2009).

Mezi nevhodnou biomasu se považují tekuté materiály s malým obsahem sušiny, kaly z ČOV jateční odpady. Hlavní výstup „suché“ fermentace je elektrická energie, teplo, pevný fermentační zbytek – pro přímé hnojení, nebo kompost a tekutý fermentační zbytek, které se využívá jako hnojivo (FORTEX AGS, 2009).

Obrázek č. 1 – Suchá fermentace - schéma

Suchá fermentace - schéma



Zdroj: Eggersmann Anlagenbau

Zdroj: (BIOPROFIT, 2007)

2.4.2 Mokrú (Anaerobní) fermentace

Mokrú fermentace je vhodná pro zpracování kapalných a pevných bioodpadů. Jedná se o dlouhodobě osvědčenou technologii. Proces probíhá v mezofilním (35 - 42°C) a termofilním (50 - 55°C) prostředí (DVOŘÁČEK, 2011).

Tato zařízení zpracovávají v naprosté většině cíleně pěstovanou zakonzervovanou biomasu (siláže, senáže) v kombinaci se statkovými hnojivými. V naprosté většině je navržen dvoustupňový proces fermentace v mezofilním režimu, každá fermentační nádrž má s ohledem na zajištění provozní spolehlivosti vlastní plynojem. Doby zdržení jsou navrhovány na min. 50 dní. Dávkování surovin je řešeno síly s posuvnými podlahami či dávkovači vybavenými řezacími šneky pro lepší zpracování biomasy. K míchání materiálu ve fermentorech jsou použita velkokapacitní pádlová míchadla umožňující zpracování vysokých podílů vysokosušivých materiálů, jako jsou např. travní senáže a to i ve více než 75% vsádce do bioplynové stanice (BIOPLYN CS, 2009).

Mezi vstupy pro „mokrou“ fermentaci patří veškeré exkrementy od hospodářských zvířat – kejda, trus, hnůj, močůvka, podestýlka a z fytomasy - senáže, kukuřičné siláže, energetické plodiny, ekonomicky neprodejné produkty např. brambory a obilniny (JAROSLAV a kol., 2007).

Mezi nepříznivé vlastnosti pro „mokrou“ fermentaci je optimální poměr C:N 30:1. Vysoký obsah N látek se může projevit negativně na složení bioplynu (SOUČKOVÁ a kol., 2006).

Výstupy se dělí na hlavní a vedlejší. Mezi vedlejší produkty patří stabilizovaný anaerobní materiál (fermentační zbytek, digestát), který je využíván jako hnojivo, odpadní teplo pro vytápění okolních budov nebo k sušení obilovin, dřeva... (BIOPROFIT, 2007).

Hlavním produktem bioplynu je metan cca 60 %, který se dále používá jako alternativní obnovitelný zdroj energie (BIOPROFIT, 2007)

Tabulka č. 1 - Základní vlastnosti materiálů vhodných pro anaerobní fermentaci

Podíl organické hmoty [% suš.]	Sušina [%]	Poměr C:N	pH
nad 60	7 - 25	20 - 30:1	6,5 - 7,5

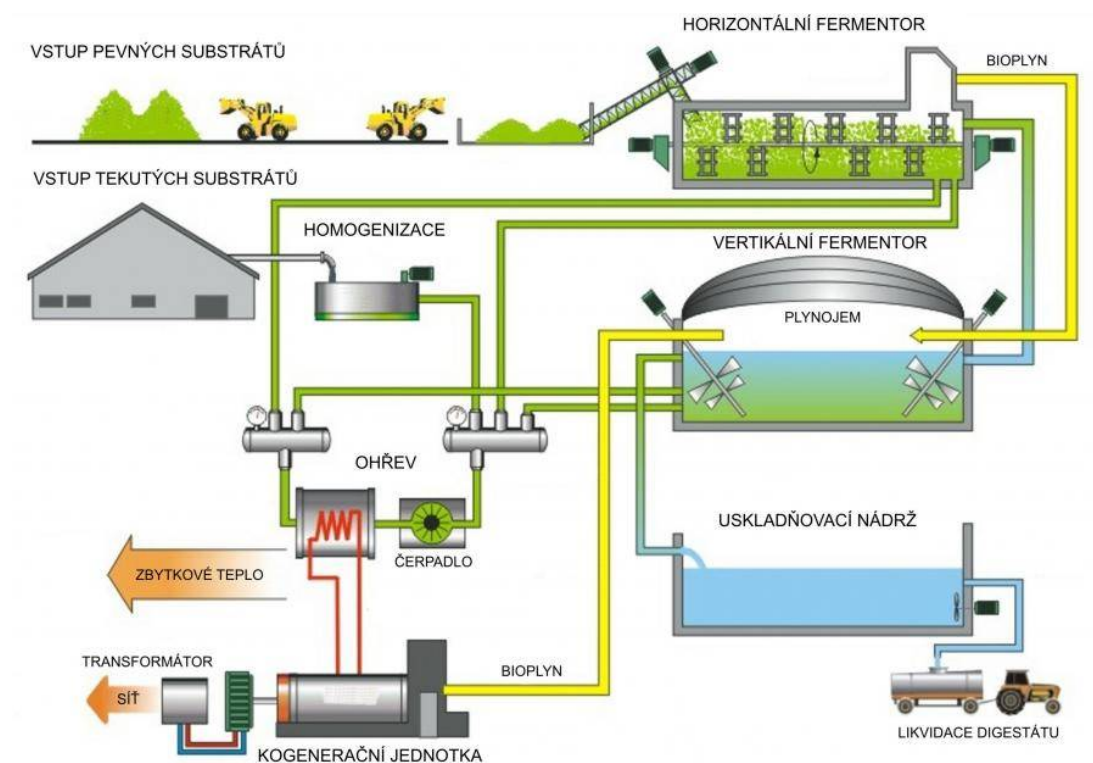
Zdroj:<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-zpracovani-zbytkove-biomasy>

Hlavním produktem anaerobní fermentace organické hmoty je bioplyn. Bioplyn je bezbarvý plyn skládající se hlavně z metanu (cca 60 %) a oxidu uhličitého (cca 40 %). Bioplyn může ovšem obsahovat ještě malá množství N₂, H₂S, NH₃, H₂O, ethanu a nižších uhlovodíků (BIOPROFIT, 2007).

Bioplyn vzniká při rozkladu biomasy v hermeticky uzavřených nádržích, obsahuje energeticky cenný metan, který se následně využívá k výrobě elektřiny a tepla, ale i jako pohonná látka (FORTEX AGS, 2009).

SOUČKOVÁ a kol. (2006) uvádí, že anaerobní fermentace je rozklad biomasy pomocí speciálních bakterií bez přístupu vzduchu, přičemž je uvolňován metan, který je využíván pro elektrickou energii a tepla.

Obrázek č. 2 - Mokrý fermentace - schéma



Zdroj: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1674

2.4.3 Sklizeň fytopaliv

SOUČKOVÁ a kol. (2006) uvádí, krom výnosu je důležitým parametrem sklizené biomasy obsah sušiny. Ideální je co nejvyšší podíl v době sklizně. Pro využití BPS je vhodné sklízet ještě zelenou travní hmotu o sušině 25 – 45 %. Největší nárůst fytomasy je u většiny plodin v době kvetení nebo těsně po odkvětu.

Látky s vysokým podílem vody je nejlépe zpracovat kvašením (fermentace), látky s nízkým obsahem vody se hodí pro spalování. Hodnota 50% sušiny je přibližná hranice mezi mokrymi a suchými procesy (MOUDRÝ, SOUČKOVÁ a kol., 2006).

Při spalování biomasy s vysokým obsahem vody dochází k velkému uvolňování vodních par, při kterém se ochlazuje kotlové těleso a zhoršují se funkční podmínky pro spalování biomasy (UTĚŠIL, 2009).

Dle HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) se sklizená fytomasa následně upravuje na energetický produkt – hranolové balíky, řezanku, brikety, pelety, štěpky a polena

2.5 Suchá cesta

2.5.1 Spalování fytomasy

Spalování biomasy je nejjednodušší metoda přeměny na tepelnou energii s využitím pro vytápění nebo výrobu elektrické energie (DIVIŠ, 2010).

Při teplotě 600 °C dochází k rozkladu organického materiálu na hořlavé plyny, destilační produkty, uhlí a dále oxidací na oxid uhličitý a vodu. Spalování biomasy slouží k výrobě tepla páry (ohřev vody) nebo elektrické energie (MOUDRÝ, SOUČKOVÁ a kol., 2006).

Fyzikální vlastnosti fytomasy, které mají úzkou vazbu na získávání energie, jsou především výhřevnost, elementární analýza, měrná hmotnost, hrubý rozbor (tj. obsah vody, popela, těkavých látek a pevně vázaného uhlíku (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007).

2.5.2 Spalovací zařízení biomasy

Biomasa (nejčastěji ve formě dřevní štěpky) se ve velkém spaluje v klasických elektrárnách ve fluidních kotlích s cirkulací spalin. Pro průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem se používají kotle nad 100 kW spalující dřevní štěpku nebo balíky slámy. Často jsou vybaveny automatickým přikládáním paliva a dokáže spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu (AZE, 2011).

Biomasa je velmi výhodné pro energetické využití. CO₂ vyloučený při spalování je využit zpět rostlinami na fotosyntézu. Likvidace komunálního odpadu, který se stává hrozbou civilizace. Biomasa neobsahuje téměř síru a nízký obsah těžkých kovů a se spalinami se do ovzduší nedostane. Obsahuje nízký obsah popelovin (MOUDRÝ, SOUČKOVÁ a kol., 2006).

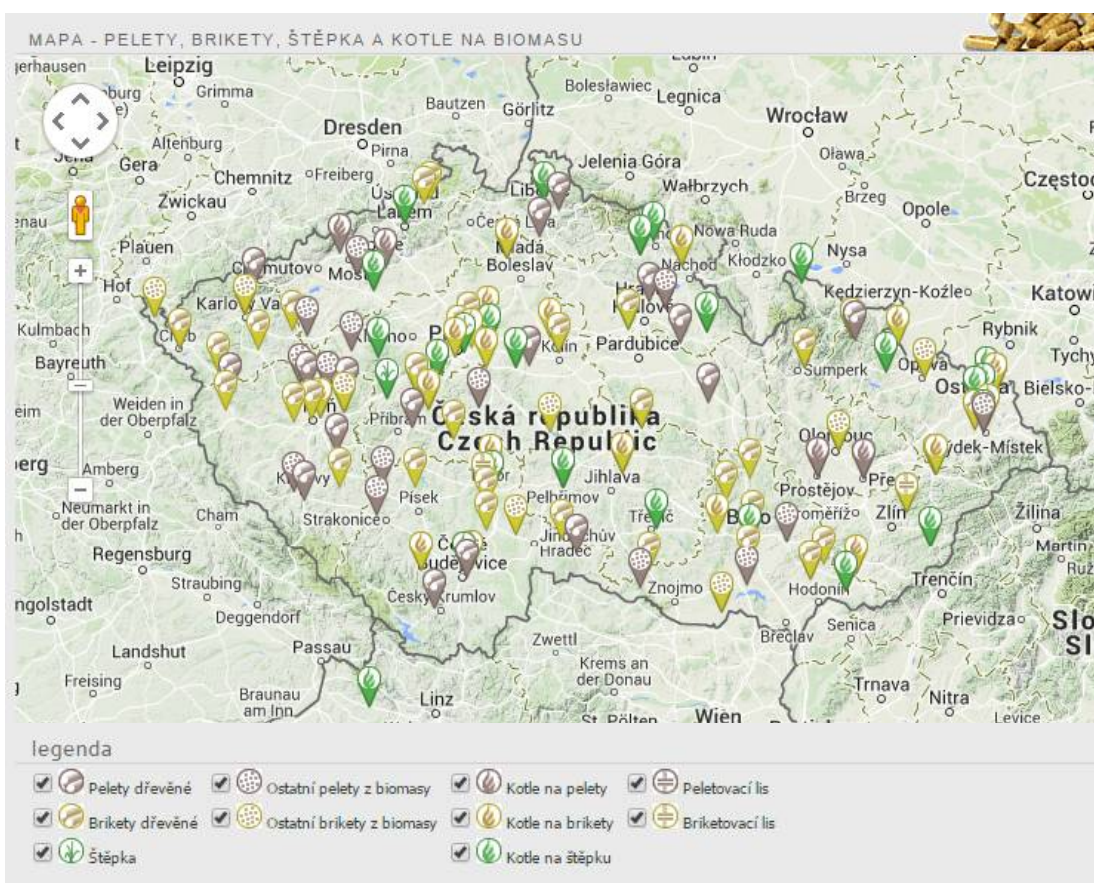
Zařízení na spalování biomasy je nutno budovat v centru okolí pěstování biomasy z důvodu nákladu na dopravu. Nutno pravidelné dávky (dřevní štěpky) ve dne v noci. Náročné na prostor – nutnost skladování většího množství zásoby pro pravidelné dávky do kotle (PETŘÍKOVÁ, 2006).

Fytomasa se zpravidla spaluje v kotelnách o výkonu 8kW – 45 kW (kotle nízkých výkonů pro rodinné domky), 45kW – 5000kW (kotle vysokých výkonů pro spalovny). V závislosti na výkonu je dodáván energetický produkt (SOUČKOVÁ a kol., 2006).

2.6 Trendy a rizika ve využívání biomasy

Prosazení a plné uplatnění programu „fytoenergetiky“ není snadné, protože se promítá do několika resortů. Nejdůležitější je odbyt vyprodukované biomasy. Pěstitele musí předem získat přehled o zařizení k využívání biomasy ve svém okolí, jako jsou kotle na (lesní) štěpky, peletárny, brikety (KOLONIČNÝ, HASE., 2011).

Obrázek č. 3 - Mapa ČR: pelety, brikety, štěpky a kotle na biomasu



Zdroj: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/mapa-pelety-brikety-stepka>

Zvyšování produkce biomasy vyžaduje rozšíření produkčních ploch nebo zvýšení intenzity výroby biomasy. Proto je nezbytný velký objem finančních investic, jejichž návratnost může být zpočátku riziková, neboť v současnosti získávání energie z biomasy (např. spalování dřevních pelet) jen s obtížemi ekonomicky konkuruje klasickému spalování tradičních paliv – uhlí, zemní plyn. Jeden z největších problémů zůstává i využití zdrojů biomasy z hlediska vzdálenosti a rozmístění zdrojů od spotřebitelů energie. Jednou z cest jak v budoucnu vyjasnit situaci a zmírnit rizika využití biomasy je přijetí kvalitní ekologické legislativy. Již

přijatý Akční plán pro biomasu přispěl ke sjednocení názoru na využívání potenciálu biomasy v ČR (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Neenergetické využívání biomasy bude nabývat na významu v závislosti na poptávce na trhu, protože v tomto odvětví nejsou zatím stanoveny dotace či pobídky. V současné době se zpracovává hlavně lesní a zbytková dřevní biomasa. Do budoucna je důležité sledovat trendy ve využívání biomasy s vyšší přidanou hodnotou a vyhledávat perspektivní a strategicky významné oblasti. Lze očekávat, že v příštích letech dojde k řadě změn v současném systému podpory výroby energie z obnovitelných zdrojů. Rizika spojené s využíváním biomasy pro energetické účely, je velmi často zmiňována potravinová bezpečnost ČR. Čeští producenti a zpracovatelé nejsou schopni konkurovat na evropském trhu a domácí produkce neustále klesá, zatímco dovoz roste. Je nutno podpořit konkurenceschopnost navazujícího zpracovatelského odvětví (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

2.7 Jednoleté rostliny pro energetické využití

Jednoleté energetické plodiny jsou v našich podmínkách převážně odrůdy konvenčních (potravinových) plodin s vysokým výnosem biomasy. Jednoleté jsou vhodné pro rychlou produkci biomasy v roce založení porostu, resp. již několik měsíců po něm. Agrotechnika se provádí pomocí běžné zemědělské techniky. Co se týče energetické rentability, tak poměr mezi vloženou a získanou energií na produkci jednotky biomasy je obvykle 1 : 2, což je méně než u víceletých energetických plodin (WEGER a kol., 2012).

PETŘÍKOVÁ (2000) uvádí, že do jednoletých rostlin běžně řadíme klasické zemědělské plodiny např. pšenice, ječmen, kukuřici, řepky, brambory a další.

V kategorii obilovin dosahuje nejvyšších výnosů kukuřice setá (*Zea Mays* L.) zhruba 21 t/ha sušiny, ale má malé spalné teplo (15 MJ.kg⁻¹) (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1996).

Do skupiny jednoletých pro energetické využití patří převážně kukuřice. Pro energetické využití lze s úspěchem využívat kukuřičnou slámu, kdy je rostlina v plné zralosti, tedy, když je rostlina dobře vyschlá. Sláma kukuřice se poté rozdrtí na hrubou řezanku, která se využívá k přímému spalování (PETŘÍKOVÁ, 2000).

2.8 Kukuřice setá (*Zea mays* L.)

2.8.1 Historie a význam kukuřice

Historie pěstování kukuřice jako kulturní plodiny je stará déle než 5600 let. Z původní vlasti Jižní Ameriky se do Evropy dostala koncem 15. století a do střední Evropy se rozšířila z Balkánu. Kukuřice je ve světě druhou nejrozšířenější plodinou na světě (WEGER a kol., 2012).

Původ a vznik nebyl dosud objasněn. Kukuřice nejspíš vznikla na základě křížení plané, dávno vyhynulé kukuřice s planě rostoucími formami. Nejpravděpodobnější příbuzné formy jsou např. jednoleté teosinty (HRUŠKA, 1962).

Dle ZIMOLKA a kol (2008) v ČR se pěstování kukuřice více rozšířilo až na počátku 20. století, zvláště se zaváděním hybridního osiva.

Význam kukuřice je pro lidstvo velmi zřejmý z toho, že se dnes pěstuje v pěti světadílech. Spolu s rýží a pšenicí je jednou nejdůležitější obilninou ve výživě lidí. Dnes i krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou (ZIMOLKA a kol., 2008)

2.8.2 Biologická charakteristika

Kukuřice setá je druh jednoděložné rostliny z čeledi lipnicovitých (Poales) (MALAŤÁK, VACULÍK, 2008).

V botanickém systému je kukuřice zařazena jako jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašníkovými (samčími) a pestíkovými (samičími) květy, uspořádanými do oddělených květenství (laty a palice). Je to plodina, která je cizosprašná (ZIMOLKA a kol., 2008).

Kukuřice se dělí podle tvaru a chemického složení na tyto druhy: kukuřice tvrdá (obecná), kukuřice koňský zub, kukuřice polozubovitá, kukuřice pukancová (praskavá), kukuřice cukrová, kukuřice vosková, kukuřice škrobnatá, kukuřice pluchatá (PETR, HÚSKA, 1997).

ŠANTRŮČEK (2001) uvádí, že kukuřice je zařazena mezi rostliny C4. Z důvodu vyšlechtění různých raných hybridů, lze úspěšně pěstovat s dobrými výsledky i v chladnějších oblastech.

Kukuřice s typem fotosyntézy C4 je schopná za dostatečného osvětlení velmi rychle růst a produkovat enormní množství biomasy (WEGER a kol., 2012).

Kořenová soustava se rozděluje na primární a sekundární. Stéblo je vyplněné a je zásobním orgánem. Stéblo je rozděleno na kolénka (nody) a na články (internodia). Výška stébla závisí na druhu hybridu, mohou být od 1,2 do 3 m i výše. Počet listů nám udává ranost hybridu. Nejvíce listů mají pozdní hybridy (14 a i více) a velmi rané hybridy (8 – 10) listů (DIVIŠ a kol., 2010).

2.8.3 Osevní plocha a výnosy

Podle statistické ročenky ČR poklesly plochy kukuřice na siláž od roku 1990 do roku 2010 více jak o polovinu z 381 525 ha na 176 732 hektarů v roce 2010. Průměrný výnos biomasy vzrostl zhruba o 8 tun z 1 hektaru, ale celková produkce klesla o 40 %. Pokles ploch kukuřice je dáno snížením stavu skotu v ČR (ACTA PRUHONICIANA, 2010).

Tabulka č. 2 - Plocha a výnos kukuřičné siláže v ČR

Rok	1990	2000	2005	2007	2010
Plocha ha	381 525	232 407	210 565	180 481	176 732
Výnos t.ha ⁻¹	27,62	33,13	35,69	34,40	34,80
Celkem mil. tun	10,538	7,700	7,515	6,208	6,150

Zdroj: český statistický úřad

Podle SIKORA (2015) pěstební plocha kukuřice seté narostla v posledních letech na 330 000 ha. Kukuřice pro výživu hospodářských zvířat se již stabilizovala a významná část kukuřice je nyní určena pro bioplynové stanice.

AGRÁRNÍ KOMORA ČR (2015) uvádí, že v roce 2013 bylo u jednoletých pícnin na orné půdě sklizeno 8497,1 tis. tun zelené píce. V roce 2014 bylo sklizeno 10 709,2 tis. tun, což je oproti roku 2013 o 2 200 tun více. Z toho bylo sklizeno 9577,9 kukuřice na zeleno a siláž, což je 1 942,5 tis. tun více než v roce 2013.

2.8.4 Vhodné hybridní odrůdy pro energetické využití

Vhodně zvolené hybrid výrazně ovlivňuje konečný výnos produkce kukuřice. Proto je nutné vybírat takové hybridy, které nám zajistí vysoký a ekonomický výnos (KWS OSIVA, 2015).

Ranost hybridu ukazuje tzv. číslo FAO. Hodnota FAO nám udává číslo hybridu, které je vypočítáno na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice na siláž. Odchylka v obsahu sušiny o 1 % přitom odpovídá 10 FAO

jednotkám. Ranost FAO se dělí na siláž s označením S a na zrno s označením Z (ZIMOLKA a kol., 2008).

DIVIŠ (2010) uvádí, že FAO nám udává délku vegetační doby, která nám nepředstavuje absolutní délku vegetační doby ve dnech.

Kukuřice podle VANĚK (2007) má vysoké nároky na teplo, jisté výnosy poskytuje podle oblastí republiky. V méně příznivých oblastech se osvědčují hybridy s nízkou vegetační dobou, v nejteplejších naopak. Do nejteplejších se doporučují hybridy pro produkci zrna, kde nám zaručí vysoké výnosy.

Při výběru hybridu, který by měl mít předpoklad pro vysoký výnos hmoty je důležité i kvalitativní parametry biomasy. Kukuřice určená pro skot jsou u hybridů k energetickým účelům požadovány zčásti jiné vlastnosti, které vyplývají z rozdílu při fermentaci hmoty. Při setrvání biomasy ve fermentoru 30 - 40 dnů, což je mnohonásobně více než v bachoru u přežvýkavců. Na rozdíl od výživy zvířat je cílem fermentace substrátu v BPS maximální produkce metanu, která závisí na vysokém stupni degradability biomasy (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Stupnice FAO dle DIVIŠ a kol. (2010):

Do 200 =	velmi rané hybridy	120 dní vegetační doby
201-300 =	rané hybridy	121 – 127 vegetační doby
301-400 =	polorané hybridy	128 - 134 dní vegetační doby
401-500 =	polopozdní hybridy	135 - 141 vegetační doby
Nad 500 =	pozdní hybridy	nad 142 dní vegetační doby

Druhy Hybridů dle DIVIŠ a kol. (2010):

Dvouliniový (složený ze dvou linií A x B)

Tříliniový (složený ze tří linií (A x B) x C)

Čtyřliniový (složený ze čtyř linií (A x B) x (C x D))

2.8.5 Hybridy

KWS SIMAO (FAO S310)

Simao je tříliniový hybrid. Je vhodný do řepařské výrobní oblasti s vysokým FAO. V teplých oblastech poskytuje vysoké výnosy suché hmoty. Výborná odolnost vůči chladu. Rychlý vývoj na jaře vede k mohutnému nárůstu biomasy. Dokonalá

rozložitelnost organické hmoty zlepšuje výtěžnost metanu. Výsevek se doporučuje 85 - 95 tis. na hektar. Průměrné výnosy zelené hmoty jsou 74 tun z ha při sušině 30 % a suché hmoty 22 %.

KWS 5133 ECO (FAO S250)

Jedná se o tříliniový hybrid. Dosahuje velmi vysokého vzrůstu a je odolný vůči chladnému počasí. Má velmi dobrou schopnost si prostřednictvím vyvinutého kořenového systému s velkou sací silou opatřit vodu a živiny z půdy. Hybrid je tolerantní k občasnému přisušku. Dobře využívá živiny z organického hnojení. Dosahuje rekordní výnosy ve všech pěstitelských oblastech. Výsevek se doporučuje 85 - 95 tis. ha⁻¹ (KWS OSIVA, 2015).

KWS ATLETICO (FAO S280)

Firma KWS ho nazývá jako nejvýkonnější atlet pro bioplynové stanice. První hybrid cíleně vyšlechtěný pro BPS. Jeden z nejpěstovanějších hybridů pro výrobu bioplynu. Jedná se o tříliniový hybrid. Hybrid je přizpůsobivý a odolný vůči chladu. Je velmi tolerantní k přisušku a má velmi vysoký počátečný vývoj. Výsevek 85 – 95 tis. na hektar (KWS OSIVA, 2015).

PIONEER P8000 (S240)

Jedná se o hybrid pro všechny směry využití. Úspěšná mezi velmi ranými hybridy. Jeden z nejprodávanějších hybridů v ČR. Má velmi výborné výnosové a kvalitativní vlastnosti. Rozšířený především v bramborářské výrobní oblasti. Hybrid má velmi vysoký výnos energie pro výrobu bioplynu. Vzhled P8000 je velmi atraktivní, který má velmi vysoké rostliny se širokými listy. Je možno využití Bt - verzi P8000Y s vysokým výskytem zavíječe kukuřičného. Doporučený výsevek na siláž 85 - 90 tisíc rostlin na hektar (PIONEER, 2014).

SAATEN - UNION SUPREME (FAO S240)

Je velmi vhodný hybrid pro výrobu bioplynu. Správnou technologií pěstování (výsevek 90 a 95 tis. jedinců/ha) docílíme velmi vysokých rostlin s menšími palicemi. Obsahuje střední množství škrobu, vyšší obsah volných cukrů, což je předpokladem pro vytvoření co největšího obsahu kyseliny octové v siláži. Výtěžnost

metanu (tzv. čistota bioplynu) z tuny hmoty je velmi vysoká. Družstvo ZOD Kámen mělo v roce 2014 výnos 46 t/ha při sušině 34 % o výměře 50 ha (JEŽEK, 2015).

SAATEN - UNION SUBITO (FAO S260)

Hybrid Subito jsou obrovské mohutné rostliny často dosahující 3,5 až 4 m. Vysoký výnos je dosahován díky adaptovanému šlechtitelskému materiálu na místní podmínky. Ukládání škrobu do velkých palic probíhá velmi časně. Středně raná zralost zrna je rozhodující výhodou oproti ostatním pozdějším odrůdám. Subito má velmi výkonnou produkci bioplynu a zejména jeho čistotu. Což je jeden z nejzásadnějších ekonomických ukazatelů při provozu BPS. Na 1 MWh pěstitel potřebuje méně kukuřičné siláže, tedy menší pěstební plochu. Výsevek 90 – 95 tis. rostlin na hektar. Podniku FA Kamaryt Telč vynesl hybrid Subito S260 68 t/ha při sušině 31 % na výměře 10 hektarů (JEŽEK, 2015).

2.8.6 Agrotechnika

2.8.6.1 Nároky na stanoviště

Kukuřice je rostlina teplomilná. Suma teplot potřebná během vegetace činí 1700 - 3100 °C. Minimální teplota pro klíčení je 6 °C. Kukuřice je citlivá na kolísání teplot v průběhu vegetačního období (WEGER a kol., 2012).

Nejlepší teplotní podmínky pro kukuřici se pohybují mezi 18 a 20 °C (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Nároky na půdu jsou závislé na oblasti pěstování. V bramborářské a chladnější řepařské oblasti preferuje půdy hluboké, hlinité, výhřevné, s dostatkem humusu (WEGER a kol., 2012).

Podle KOLONIČNÝ, HASE (2011) jsou pro pěstování nejlepší černozemě, černé půdy a sprašové půdy, ovšem za podmínek řádného obdělávání.

Kukuřice snáší i půdy slabě kyselé nebo slabě zásadité. Na půdách s pH nižším než 5 se snižuje výnos hmoty až o 30 %. Nemá ráda půdy kamenité, zamokřené a mrazové kotliny nebo pozemky erozně ohrožené (WEGER a kol., 2012).

2.8.6.2 Zařazení v osevním postupu

Nejvhodnějšími předplodinami pro kukuřici jsou plodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Luxusními předplodinami jsou jeteloviny a luskoviny, které fixují molekulární dusík (N_2) do půdy a zanechávají velmi kvalitní posklizňové zbytky. Další výbornou předplodinou jsou okopaniny hnojené chlévským hnojem a olejniny (ZIMOLKA a kol., 2008).

Podle DIVIŠ a kol. (2010) se kukuřice zařazuje mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina plní tak i funkci přerušovače obilných sledů, proto je lepší předplodina ozimá pšenice než jarní ječmen.

Kukuřici lze také pěstovat monokulturně (několik let po sobě), ale zvyšují se nároky na agrotechniku a hnojení (WEGER a kol., 2012).

ZIMOLKA a kol. (2008) píše, že kukuřice je velmi dobře po sobě snášenlivá. Běžně se můžeme setkat s dvou až tříletým monokulturním pěstováním. Dlouhodobější pěstování kukuřice po sobě je nezanedbatelné rozšiřování škůdců.

Při dlouhodobém pěstování na stejném místě se šíří jednoděložný plevel proso, které se obtížně likviduje. Hlavní problém při pěstování monokultury je napadení kukuřice snětí (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

2.8.6.3 Příprava půdy

Kukuřice je dosti náročná na přípravu půdy, z důvodu kořenového systému, který může podle půdních podmínek čerpat vláhu až z hloubky 2,5 m (VRZAL, NOVÁK a kol., 1995).

WEGER a kol. (2012) píše, že kukuřice vyžaduje půdy hluboko zpracované. Na podzim provést podrývání na hloubku 45 - 50 cm. Podrývání můžeme provádět jednou za 4 - 5 let. Pokud podrývání neprovádíme, je vhodné provést podmínku do hloubky 0,06 až 0,12 m, nejlépe ihned po sklizni, kdy následně přerušíme půdní kapilaritu (výpar) a následně podpoříme vzejití výdrolu. Lze využít minimalizační technologie. Pokud máme oblast srážkově a půdně příznivé, lze provést pouze diskování.

Dle KOLONIČNÝ, HASE (2011) by měla před zimou proběhnout mělká orba nebo mělké zpracování diskovými branami. Hloubka orby závisí na tloušťce půdy a měla by být střední až hluboká, která by měla následovat zhruba 14 dní po podmítce předplodiny.

Jarní úpravy by měly začít co nejdříve, kdy je půda dostatečně proschlá v rukách drobicí, aby nedocházelo zbytečnému utužení či poškození vrchní části půdy (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Dle WEGER a kol. (2012) na jaře půdu smykujeme a vláčíme. Dnes využíváme kompaktory, které nám spojí všechny operace dohromady, kdy následuje rovnou setí. Seťové lůžko připravujeme na hloubku 4 - 6 cm.

První procesávání nebo vláčení zastaví odpařování z půdy, urychlí povrch a urychlí ohřev půdy. U lehkých půd stačí před setím dvakrát vláčet těžkými branami. Po uschnutí se může provést hnojení N, K na povrch před setím. Důležité je zajistit rovnoměrnou distribuci semen v řádcích, aby každá rostlina měla správné podmínky pro růst (KOLONIČNÝ, HASE, 2011)

2.8.6.4 Tradiční technologie

Tradiční technologie se člení na tři základní části: základní zpracování půdy příprava půdy pro setí, sázení a zpracování půdy během vegetace. Do základního zpracování patří podmítka, orba a prohlubování orničního profilu. Podmítkou rozumíme mělké zpracování půdy po sklizni. Význam spočívá především vytvoření kypré povrchové izolační vrstvy za účelem vzlínavosti vody a omezení výparu. Hloubky podmítky máme buďto mělké 6 - 8 cm, střední 8 - 10 cm nebo hluboké 10 - 12 cm. Orba je základní opatření tradičního zpracování půdy, která se provádí pomocí pluhu. Při orbě se půda obrací a nakypřuje. Měla by se provádět za příznivých vlhkostních poměrů, aby nedocházelo k utužení podorničí. Orbu dělíme podle hloubky na mělkou do 18 cm, středně hlubokou do 24, hlubokou do 30 cm a velmi hlubokou nad 30 cm (BADALÍKOVÁ, BARTLOVÁ, 2014).

ZIMOLKA a kol. (2008) píše, že tradiční technologie zpracování půdy s orbou jsou u nás prověřeny dlouholetou praxí. Mezi jejich hlavní výhody patří rychlé prohřívání půdy na jaře, nakypření dostatečné vrstvy ornice, snížení nákladů na chemickou ochranu a hlubší a rovnoměrné zapravení posklizňových zbytků do půdy. Hlavní nevýhodou je vysoká pracovní a ekonomická náročnost.

2.8.6.5 Minimalizační technologie

Používání minimalizační technologie převládají postupy s mělkým, případně středně hlubokým zpracováním půdy kypřením radličkovým nebo talířovým nářadím na podzim a mělkým kypřením před setím (ZIMOLKA a kol., 2008).

Minimalizace se vyznačuje redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a ponecháním zbytků rostlin na povrchu půdy. Pokud se nechá více než 30 % posklizňových zbytků na povrchu půdy, jedná se o tzv. půdoochráné technologie (BADALÍKOVÁ, BARTLOVÁ, 2014).

Z hlediska ochrany půdního a životního prostředí je používání minimalizačních technologií zpracování půdy ke kukuřici žádoucí. Významné je především omezení vodní eroze, ztrát dusíku. Dnes se začíná prosazovat setí do mezplodiny, která omezuje riziko eroze a zároveň obohacuje půdu o organickou hmotu, což se zvýší mikrobiální aktivita v půdě. V sušších a teplejších podmínkách jsou dosahovány stejné nebo i vyšší výnosy po minimalizačních technologiích. Naopak v chladnějších a vlhčích není většinou výnosová reakce kukuřice na snížení intenzity zpracování půdy tak příznivá. Problémem při používání minimalizačních technologií u kukuřice může být nedostatečné prohřívání půdy v chladnějším jarním období, což může oddálit termín výsevu, zpomalit vzcházení a počáteční růst (HŮLA, PROCHÁZKOVÁ a kol., 2008).

2.8.6.6 Setí

Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality kukuřice. Pokud se nepodaří dosáhnout optimálního počtu jedinců na jednotce plochy, tak hybrid a užitkový směr je negativně ovlivněn i kvalitou výnosu (RENČ, 2015).

ZIMOLKA a kol. (2008) dodává, že správně založený porost, se silnými a zdravými rostlinami, s rychlým počátečním růstem je pak odolnější proti stresu a tlaku chorob.

WEGER a kol. (2012) uvádí, že na těžších a chladnějších půdách sejeme mělčeji a menší počet jedinců a naopak v teplejších oblastech hlouběji a větší počet jedinců na hektar. V aridních oblastech sejeme tzv. „na vláhu“, v chladnějších humidních rozhoduje teplo. WEGER a kol. (2012) charakterizuje zásadu, že čím dříve vyséváme kukuřice, tím mělčeji do prohřáté půdy.

Termín výsevu v ČR je velmi široký. Standardní hranice začátku setí je dána teplotou půdy. Pro rychlé klíčení semene je optimální teplota 8 - 10 °C, a termín setí je od poloviny dubna do 10. Května. Pokud setí proběhne velmi časně, tak dochází k zpomalení klíčení rostlin, pomalé vzcházení, zpomalení růstu a snížená schopnost přijímat živiny. Pokud proběhne setí po 10. květnu, tak přináší snížení výnosu o 15 % a oddálení sklizně o dva dny (RENČ, 2015).

Hustota porostu je ovlivněna velkým počtem faktorů. Je potřeba zohlednit ranost hybridu, toleranci k zahuštění, vláhové podmínky stanoviště, výživu a intenzitu slunečního svitu na daném stanovišti. Hustota porostu zpravidla klesá s délkou vegetační doby hybridu. Pokud máme horší podmínky pro pěstování kukuřice, tím se úměrně hustota snižuje. Při stanovení výsevku je dobré zvýšit doporučený počet semen o 10 % z důvodu eliminace vzcházení a úbytek rostlin během vegetace. V ČR se doporučená hustota porostů pohybuje v rozmezí 7 - 11 rostlin na m² (ZIMOLKA a kol., 2008).

Hloubka setí je volena podle půdních podmínek, kalibraci osiva a termínu setí. Osivo musí být uloženo do vlhké půdy a zároveň aby byla zabezpečena přirozená kapilarita vody v půdě. Při raném setí se provádí do hloubky zhruba 3 – 4 cm. Nejčastěji volí farmáři hloubku 5 – 6 cm. Hlubší setí (7 – 8 cm) se provádí zejména v suchých letech a výsevek je okolo 30 kg/ha, záleží dle hybridu a způsobu využití (RENČ, 2015).

Tabulka č. 3 - Doporučená hustota podle ranosti hybridů

Skupina ranosti (FAO)	Počet rostlin na m ²	
	Vhodné podmínky	Méně vhodné podmínky (suché, chladné půdy,...)
Do 220	10-11	7-9
230-250	9-10	6-8
260-290	8-9	6-7
300 a více	8	6-7

Hloubka setí je volena podle půdních podmínek, kalibraci osiva a termínu setí. Osivo musí být uloženo do vlhké půdy a zároveň aby byla zabezpečena přirozená kapilarita vody v půdě. Při raném setí se provádí do hloubky zhruba 3 – 4 cm. Nejčastěji volí farmáři hloubku 5 – 6 cm. Hlubší setí (7 – 8 cm) se provádí

zejména v suchých letech a výsevek je okolo 30 kg/ha, záleží dle hybridu a způsobu využití (RENČ, 2015).

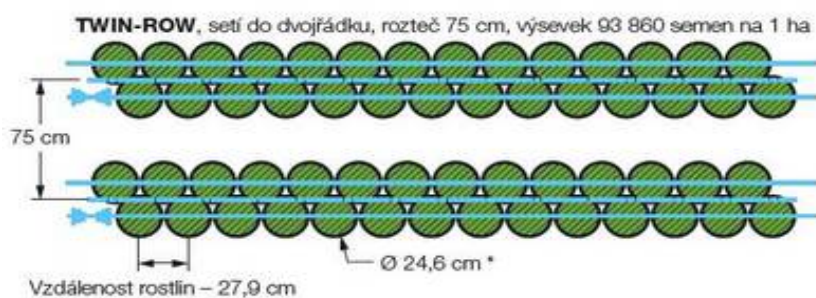
Podle DIVIŠ a kol. (2010) se kukuřice vysévá na přesný počet klíčových zrn, který se v závislosti na ranosti hybridu a způsobu pěstování pohybuje okolo 60 do 100 tisíc zrn na hektar. Vzdálenost řádků se volí v rozmezí 0,70 – 0,75 m a vzdálenost rostlin v řádku se pohybuje v rozmezí 12 – 15 do 30 cm. Při pěstování na siláž je možné volit i vzdálenost 0,5 m.

Metoda TWIN – ROW

Jedná se o technologii setí porostů širokořádkových plodin do dvojřádků. Mezi hlavní klíčové body patří zlepšení ekonomiky pěstování plodin. Technologii Twin Row se zabývá firma Great Plains a farmáři z USA (AGRICS, 2012).

Z agronomických vlastností má kukuřice větší využití plochy z ha oproti jednořádkové technologii (75 cm rozteč), kde je využití 14,4% a u Twin Row 44,8%. Využití maximálního dopadu slunečního záření na plochu rostlin. Vědecké práce v USA popisují, že dopad přímého záření na u jednořádkové technologie přijímá 30 %, na 50 cm 68 % a u Twin Row až 90 %. Každá rostlina má větší prostor pro tvorbu kořenového systému. Každá rostlina má větší prostor pro tvorbu kořenového systému. Díky rychlému zastínění dochází k nižšímu odparu vláhy a rychlejšímu utlumení plevelů a následné snížení vodní i větrné eroze. Z hlediska ekonomiky došlo k zvýšení výnosu zrna o 10 % a hmoty na siláž až o 18 %, což je potenciál pro mléčné farmy či BPS (AGRICS, 2012).

Obrázek č. 4 - TWIN – ROW metoda – setí do dvojřádků



Zdroj: http://www.agrozes.cz/obrazky-soubory/obrazek_twinrow-24318.jp

2.8.7 Hnojení

Kukuřice náleží mezi rostliny typu C4, a proto využívá velmi dobře sluneční energii. S tím je spojeno i efektivní využití přijatých živin na tvorbu výnosu. Pro kukuřici je charakteristický velmi pomalý počátečný růst a malý příjem živin. Při výšce porostu 40 – 50 cm (do 8. Listu) lze počítat s odběrem zhruba 35 kg N, 4 kg P, 40 kg K a 3 kg Mg na hektar. Poté následuje období velmi intenzivního růstu a příjmu živin. Za 35 – 45 dní (asi 10 - 15 dní před objevením laty a 25 - 30 dní po objevení laty) přijme kukuřice 70 - 75 % všech živin (VANĚK, 2007).

WEGER a kol. (2012) uvádí, že na výnos 10 tun zrna na hektar je potřeba 100 - 130 kg N, 30 - 35 kg P, 80 - 160 kg K. Hnojení P a K na podzim podle zásoby živin v půdě.

Kukuřice příznivě reaguje na živiny v tzv. „staré půdní síle“ proto lze hnojit předplodinu intenzivněji. Kukuřice dokáže v následujícím roce využít živiny z hlubších půdních horizontů. Přímé hnojení se moc nedoporučuje (VRZAL, NOVÁK a kol., 1995).

Další možnost je organické hnojení chlévským hnojem v dávce 30 - t/ha, nebo zelené hnojení či rozdrčená sláma s dávkou dusíku 30 - 40 kg/ha při zaorání (WEGER a kol., 2012).

Podle KADAR a kol. (2000) pokud se hnůj ihned nezapraví do půdy, tak následující den dochází ke ztrátě až 20 % živin a za tři dny až 40 % živin. Proto je nutno mít dokonalou organizaci v polních pracích.

Dle VANĚK (2007) se organická hnojiva aplikují na podzim při ozimé orbě. Na jaře pouze na lehkých půdách. Dále je možno využití aplikace močůvky a kejdy. Močůvka se aplikuje v rozsahu 40 – 70 t/ha při jarní přípravě půdy před setím. Kejda se aplikuje buď na podzim při vyrovnání poměru C:N se slámou a následná orba nebo pro jarní vegetační přihnojování. Nejlepší kvalita kejdy je drubeží, která se aplikuje v dávce 20 - 25 t/ha, dále prasat 50 - 60 t/ha a na konec skotu 60 - 80 t/ha.

VRZAL, NOVÁK a kol. (1995) dodávají, že aplikace kejdy během vegetace do meziřádků kukuřice zlepšuje teplotní a vláhové podmínky a částečně omezuje erozi půdy.

Jarní dávkování se rozdělí do 2 – 4 dávek podle povětrnostních podmínek a druhu půdy (RICHTER, RYANT, 2008).

P hnojení

VANĚK (2007) píše, že fosforečné hnojení vychází z rozborů půd. Kukuřice je velmi náročná na fosfor, který slouží pro počátečný růst (při nedostatku se málo vyvíjí kořenový systém). Nejčastěji se využívá NP hnojiva např. Amofos, NPK, LAV.

Fosfor se navíc může aplikovat do půdy při setí do tzv. depa (hnojení pod patu), kdy hnojivo uložíme 5 cm vedle osiva a 5 cm pod úroveň osiva. Rostlina fosfor lépe přijme při vzcházení (zkrácení vegetační doby) (WEGER a kol., 2012).

N hnojení

Dusík aplikujeme buď jednorázově před setím, nebo můžeme aplikovat za vegetace ve fázi 5 - 6 listů. Při jednorázové aplikaci hnojiv před setím má za následek až 50% ztráty na živinách (WEGER a kol., 2012).

Podle VANĚK (2007) je snaha N dávky rozdělit do 2 termínů z důvodu ztrát dusíku. Největší problém je při vegetačním hnojení, kdy dochází k poškození porostů (popálení paždí listů).

První základní hnojení před setím se provádí podle výrobní oblasti. V řepařské výrobní oblasti v dávce 120 kg N a v humidnějších oblastech 70 kg N na ha. Mezi základní hnojiva patří síran amonný, močovina a DAM.

Druhé hnojení, které VANĚK (2007) popisuje je přihnojení během vegetace. Přihnojení by mělo proběhnout v období, kdy porosty dosáhly výšky 20 - 40 cm. Nejčastější problém, jak už bylo psáno, je popálení paždí listů při aplikaci granulovaných hnojiv. Proto se doporučuje využití kapalných hnojiv, ale pod list, nejčastěji v DAM formě. Nedoporučuje se celoplošná aplikace, jinak dochází k popálení listů, což má za následek snížení obsahu sušiny.

Tabulka č. 4 - Odběr chemických prvků na 1 t a při 50 tun

Produkt	Odběr v kg				
	N	P	K	Ca	Mg
1 t silážní hmoty	3,5–4,0	0,7–0,9	2,9–3,7	0,9–1,3	0,3–0,6
50 t silážní hmoty/ha	200	35	145	45	15

Zdroj: <http://www.soufflet-agro.cz/stranka/ke-stazeni/>

UREA^{Stabil} je vhodné dusíkaté hnojivo k základnímu hnojení před setím kukuřice v dávce 80 -150 kg N na hektar. UREA^{Stabil} je oproti močovině méně agresivní (uvolňování NH₃) vůči rostlinám při klíčení rostlin. Proto se nejčastěji využívá při setí do „depa“ pod patu v dávce 50 kg N na hektar pod osivo zhruba 5 cm pod osivo. Dále se může aplikovat mezi řádky. Což přináší největší efekt při používání půdoochranných technologií zpracování půdy (RŮŽEK, PIŠANOVÁ, 2006).

2.8.8 Ochrana rostlin

2.8.8.1 Herbicidní ochrana

Kukuřice v prvních fázích růstu je velmi citlivá na zaplevelení. Ochrana proti plevelům je možná mechanicky (vláčením, plečkováním) nebo pomocí chemických přípravků (herbicidů). Zásah, který zvolíme, musí vytvořit podmínky, aby zejména v prvních 40 - 50 dní od vzejití byl porost kukuřice bezplevelný (DIVIŠ a kol., 2010).

Výhodou mechanického způsobu likvidace plevelů je provzdušení půdy a vytvoření příznivých podmínek pro růst (WEGER a kol., 2012).

Plevel s kukuřicí zápasí o sluneční světlo, vlhkost a živiny, čímž snižuje produkci i kvalitu. Jakmile kukuřice doroste asi do 80 cm, růst plevele se omezí, neboť jej rostliny zastíní (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Preemergentní ošetření

Podle KOLONIČNÝ, HASE (2011) patří mezi nejpoužívanější aktivní herbicid preemergentní, které likvidují běžně letní jednoleté traviny a širokolistý plevel na kukuřičných polích, jsou atrazin a metolachlor.

Jedná se o základní způsob likvidace plevelů v kukuřici. Včasná regulace jednoletých plevelů před vzejitím, spolehlivá účinnost při dostatečné půdní vlhkosti, náklady jsou zpravidla nižší než u postemergentní aplikace herbicidu. Nevýhodou je snížení účinku na silně humózní půdě a v případě suchého průběhu počasí (SOUFFLET AGRO, 2013).

Podle SIKORA (2015) je nejlepší využití preemergentního ošetření, pokud máme v době výsevu kukuřice dostatek půdní vláhy a výhled počasí předpokládá výskyt srážek. Proti pýru, ale i dalším jednoletým plevelům je vhodné aplikovat přípravek Dominátor. Vhodně zvolený přípravek by měl mít dostatečné reziduální

působení a svou účinností by měl pokrývat běžně se vyskytující plevelné druhy, jako jsou ježatka kuří noha, béry, merlíky, laskavce, heřmánkovité a výdrol řepky.

Postemergentní ošetření

Umožňuje cílený výběr herbicidů podle konkrétního spektra plevelů, jejich citlivost a vývojového stádia. Spolehlivě působí proti plevelům na všech druzích půdy, účinnost je méně závislá na vlhkosti půdy, delší aplikační okna v rozmezí od 2 - 8. listů kukuřice. Ochranu je třeba provést včas, ideálně do stádia 5. - 6. listu, kdy jsou plevele v raných růstových fázích. Pozdější aplikace vede ke zhoršení účinnosti na plevele. Herbicidy s účinnou látkou 2,4 – D jsou pro pozdní aplikace velmi rizikové, jelikož způsobují zbrždění vývoje porostu, poškození kořenového systému a časté odnožování. U sulfonylmočoviny při pozdní aplikaci může způsobit tzv. slučování řad zrn. Hubení pýru je u kukuřice stále problém, výhodnější a levnější je likvidace pýru v předplodině, vhodná varianta je předsklizňová aplikace do obilnin nebo na strniště předplodiny na bázi glyfosátu (SOUFFLET AGRO, 2013).

2.8.8.2 Insekticidní ochrana

Ochrana proti bázlivci kukuřičnému

Bázlivec kukuřičný patří do řádu brouci čeledi mandelinkovitých. Dospělci dosahují velikosti 4 - 7 mm, jsou žlutozelené barvy s černými pásy na bocích krovek. Larvy škodí na kořenech vzcházejících rostlin. Napadené rostliny mají charakteristicky ohnutá stébla tzv. „husí krky“, což má velké následky na poničení kukuřičného porostu. Dospělci požírají blizny a pyl kukuřice, v důsledku neopylení dochází k výpadkům zrn na palici. Ochrana pozemků klíčících a vzcházejících rostlin kukuřice s výskytem bázlivce je povolen přípravek Force 1,5 G s účinnou látkou teflutrin. Jedná se o granulovaný insekticid, který se aplikuje do řádku při setí nemořené osiva kukuřice (SOUFFLET AGRO, 2013).

Zejména v teplých oblastech, kde je jeho rychlé šíření, nabývá ochrana před tímto škůdcem na významu. Jediným účinným opatřením se zatím jeví důsledné střídání plodin v osevním postupu spolu s mořením osiva, ošetřením postřikem proti dospělému hmyzu a používáním geneticky modifikovaných hybridů. (ZIMOLKA, 2008).

Ochrana proti zavíječi kukuřičnému:

V současné době představuje nejzávažnějšího škůdce kukuřice. Způsobuje významné ztráty na výnosech v rozmezí 5 – 40 % v závislosti na míře napadení porostu (SOUFFLET AGRO, 2013).

Dospělci, kteří neškodí, se objevují od počátku června. Oplodněné samičky kladou vajíčka na listy od června do září. Vylíhlé larvy se po krátké době prohryzávají do stébel. Postižené rostliny se lámou, poléhají a předčasně dozrávají, což má za následek snížení výnosu. Dorostlé housenky pronikají do bazálních částí stébla, kde přezimují a kuklí se na jaře od května do června (KAZDA a kol., 2003).

Nejúčinnější ochrana před zavíječem je pěstování Bt - hybridů, dále chemická ochrana registrovanými insekticidy, která se doporučuje v době maximálního letu dospělců. Let motýlů se monitoruje pomocí světelných lapačů. Biologická ochrana se provádí parazitickou vosičkou nebo mořením osiva či aplikace bioagens do porostu (SOUFFLET AGRO, 2013).

2.8.8.3 Choroby kukuřice

Sněť kukuřičná

Napadá všechny části rostlin. Primární příznaky se objevují již v červnu v podobě světle zelených zduřenin na různých částech rostliny. Zduřeniny postupně blednou a zvětšují se. Bílé hálky jsou již velmi nápadné. Po dozrání hálky praskají a uvolňuje se z nich černohnědý výtrusný prach tvořený chlamydosporami houby. Houba přežívá v půdě, může kontaminovat i osivo. Hlavní ochrana je rotace plodin na honu a to nejdříve až po 3 letech. Vysévat uznané a zdravé osivo (KAZDA a kol., 2003).

Fuzariózy (hniloba stébel a trouchnivění palic)

Podílí se na vzniku kořenových hnilob, může být příčinou odumírání mladých rostlinek. Napadá i palice, stejně jako *Fusarium moniliforme*. Zrna v napadených palicích ztrácejí lesk, jsou scvrklá a v palicích se tvoří bělavé až narůžovělé povlaky mycelia hub, palice trouchnivějí. Houby přežívají v půdě, zdrojem infekce je infikované osivo. Základní ochrana je střídání plodin, včasná likvidace výdrolu, výsev uznaného osiva (KAZDA a kol., 2003).

2.8.9 Sklizeň

Sklizeň na siláž se provádí podle obsahu sušiny. Optimální rozsah je 28 - 33 %, což odpovídá mléčně voskové zralosti. U stay green hybridů je to při sušině 33 - 36 %. Při sušině 28 % by délka řezanky měla být 20 - 25 mm, při sušině 32 % 5 - 7 mm. Při sklizni se využívají samojízdné řezačky nebo tažené za traktorem, které jsou schopny dobře rozdrtit zrna (WEGER a kol., 2012).

Je možno využívat dvě technologie při sklizni kukuřice. Při první se sklízí při nižší sušině 27 - 28 % a u druhé 32 - 34 %, jako nejvhodnější termín sklizně je ve voskové zralosti (ŠANTRŮČEK, 2001).

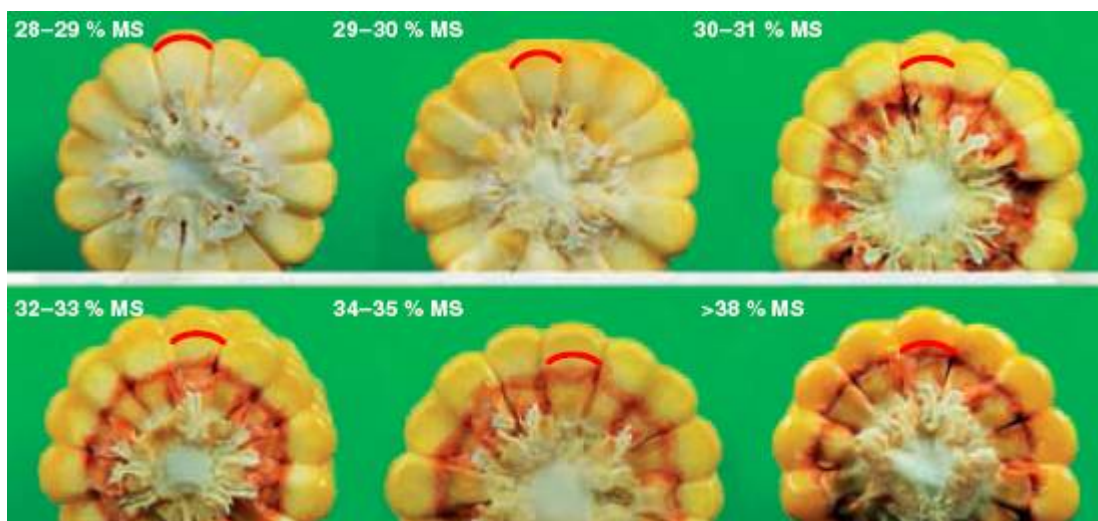
Důležitý faktor, který ovlivňuje kvalitu siláže, je správné udusání. V silážované hmotě jsou obsaženy kvasinky, které odbourávají laktát a při špatném udusání se kvasinky velmi rychle zahřívají (ČERMÁK, LÁD, 2006).

Kukuřičná siláž, určená k výrobě bioplynu, by měla být zásadně ze zdravých, zelených a nepřemrzlých rostlin. Aby byla co největší produkce metanu, nesmí kukuřičná hmota obsahovat velké množství plísní a toxinů. Pokud je siláž dobře udusána a proběhne správně zkvašení (konzervace), vznikne více energie, a tedy i více metanu (WEGER a kol., 2012).

V praxi se doba, kdy se má sklízet kukuřice na siláž, poznává podle tzv. mléčné linie (**obrázek č. 5**). Mléčná linie je viditelný předěl mezi žlutavou barvou obalu semen (dolní část zrna) a bělavou barvou semene směrem ke špičce zrna kukuřice. Mléčná linie je vidět na straně naproti embryu (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

KOLONIČNÝ, HASE (2011) tvrdí, že kukuřice sklizená při sušině nad 32 % má pro produkci metanu méně příznivé vlastnosti, neboť při dozrávání se zvyšuje podíl obtížné fermentovatelného ligninu a klesá i degradovatelnost vlákniny.

Obrázek č. 5 - Stanovení optimálního termínu sklizně podle mléčné linie zrna



Zdroj: <http://www.soufflet-agro.cz/stranka/ke-stazeni/>

2.8.10 Využití kukuřice pro výrobu bioplynu

V užitkovosti se dělí kukuřice na zrno a na kukuřici silážní. Dále se kukuřice zpracovává v potravinářském průmyslu na výrobu škrobu, tuku olejů a pekárenské produkty. Pro průmyslové zpracování slouží pro výrobu stavebních hmot, papírů a lepenky, lepidel, dále v chemickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. Dnes se čím dál více využívá k OZE pro výrobu bioetanolu, bioplynu a biomasy (ZIMOLKA a kol., 2008).

U kukuřice lze využívat slámu kukuřice k přímému spalování, obdobně jako dřevní štěpku. Dále lze využít kukuřičná vřetena po vymláčení zrna. Kukuřičná sláma obsahuje velký podíl popelovin, což výrazně snižuje její výhřevnost (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Množství získaného bioplynu se liší hlavně podle druhu použitého hybridu (CZBA, 2013).

Energetické využití kukuřice je zaměřeno hlavně na produkci bioplynu z kukuřičné siláže (WEGER a kol., 2012).

Pro BPS představuje kukuřice důležitou vstupní surovinou, která má v sobě velkou energii. Energetický potenciál kukuřice je v přepočtu 460 kW/tuny silážované hmoty. Podíl metanu v bioplynu z této plodiny je zhruba 54% (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Kukuřice pěstovaná pro energetické účely zabírá místo plodinám, které se pěstují pro potravinářské účely

2. 8. 11 Ekonomika

Celkové náklady na pěstování kukuřice činí zhruba 20 000 Kč/ha. Při výnosu 36 t/ha v kukuřičné výrobní oblasti (KVO) činí náklady na 1 t produkce 549 Kč/t. U řepařské výrobní oblasti (ŘVO) při výnosu 38t/ha činí náklady 520 Kč/t a v bramborářské výrobní oblasti (BVO) při 32 t/ha činí zhruba 620 Kč/ha (WEGER a kol., 2012).

Pro zemědělce se pěstování kukuřice do BPS stala stabilní plodinou, která přináší trvalý a pravidelný příjem do podnikové pokladny. Pro BPS o výkonu 1 MW má roční spotřebu 16 tis. t silážní hmoty, což je potřeba 300 až 400 ha kukuřice. Nevýhoda kukuřice seté, že pokud je pěstována pro energetické účely, tak zabírá místo plodinám, které se pěstují pro potravinářské účely (SOUFFLET AGRO, 2013).

BAXA KWS OSIVA (2015) uvádí, že cena siláže při prodeji přímo z pole v posledním období byla za 1500 Kč/t, proto se tato činnost jeví jako efektivní a perspektivní způsob využití půdy. Proto se dnes kukuřičná hmota vyváží do sousedních zemí, jako je Německo (Bavorsko, Sasko) i přes dlouhé vzdálenosti a náklady na dopravu se tato činnost vyplatí. Čeští zemědělci provádějí na svých honech setí, ošetření porostu a následně po sklizni provede zpracování půdy. Odběratel na vlastní náklady kukuřici sklídí a exportuje do vlastního podniku. Při dnešní dokonale propracované agrotechnické technologii se zájmem poradenské činnosti firem, lze dosáhnout vysokých výnosů.

2.9 Víceleté rostliny pro energetické využití

Obecně platí, že ekonomicky a energeticky efektivnější je pěstování rostlin víceletých a vytrvalých, než tradičních rostlin jednoletých (pokud není vedlejší produkt sláma obilovin či olejnin). Pěstováním netradičních vytrvalých plodin lze efektivně snížit celkové náklady na produkci jednotky biomasy a zásadně zvýšit poměr výstupu energie ke vstupu. Při pěstování vytrvalých rostlin jsou nejvyšší náklady v prvním roce tj. při založení plantáže (někdy náklady na založení plantáže mohou být větší než u tradičních jednoletých plodin). Poté v následujících letech celkové náklady klesají, protože odpadají náklady na zpracování půdy a setí, snižují se náklady na hnojení a chemickou ochranu (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007).

Do této kategorie můžeme zařadit celou řadu rostlin jako je ozdobnice čínská, topolovka růžová, boryt barvířský, bělotrn kulatohlavý, mužák prorostlý, šťovík

krmný, topinambur hlíznatý, jestřabina východní, komonice bílá, pupalka dvouletá a jiné (PETŘÍKOVÁ, 2000).

2.10 Ozdobnice Čínská (*Miscanthus x giganteus*)

2.10.1 Charakteristika a původ ozdobnice

Ozdobnici čínskou lze charakterizovat jako vytrvalou travu vysokého vzrůstu, dosahující za příznivých podmínek vysokých výnosů sušiny. Dobře využívá sluneční energii, vodu, živiny a je značně odolná proti chorobám a škůdcům (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

Její původní domovinou je východní Asie. Zde se v určitém rozsahu používala jako krmná plodina, nebo na výsadby při protierozní ochraně. Do Evropy byla dovezena v roce 1935 a to do Dánska. Do ČR byla přivezena v roce 1990, kdy začal její výzkum v širším měřítku. Všechny druhy ozdobnice pěstované v Evropě se dříve využívaly jako ozdobné rostliny (STRAŠIL, 2009).

2.10.2 Biologická charakteristika

Ozdobnice čínská je zařazena do třídy jednoděložné a do čeledi lipnicovité. *Miscanthus* se nazývá i jako „sloní tráva“, která je podobná rákosu (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

Ozdobnice patří mezi C4 dobře využívající sluneční energii, vodu a živiny (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007). Stébla jsou pevná, vysoká přes 3 metry. Latu má širokou, okolkovitě patrovitou a větévky odvislé. Kvete vzácně v povětrnostně příznivých letech pozdě na podzim. Čepele listů jsou až 1 m dlouhé a 1 cm široké. Ozdobnice potřebuje 3-4 roky, aby dosáhla plné zralosti (STRAŠIL, 2009).

2.10.3 Nároky na stanoviště

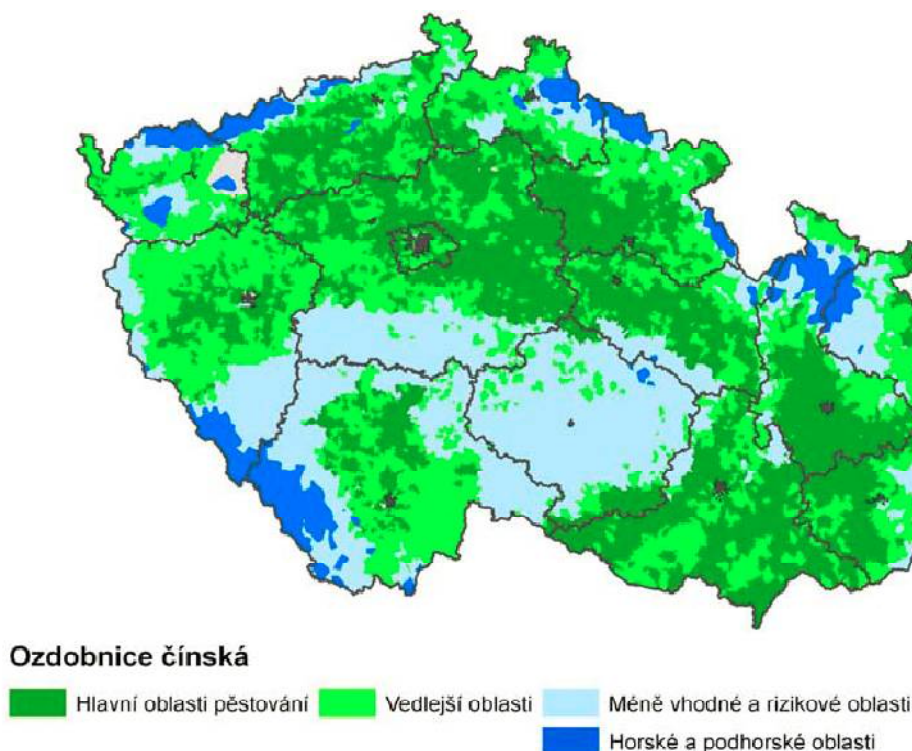
U ozdobnice jsou kladeny vyšší nároky na klimatické prostředí než na půdu (KOLONIČNÝ, HASE, 2011). Ozdobnici se nejlépe daří na lehčích strukturních půdách, spíše v teplejších oblastech s vyšším množstvím srážek (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) doporučuje půdy humózní písčité s vysokou hladinou podzemní vody (ne více než 60 cm) a s malým nebo žádným zaplevelením

vytrvalými plevely. Reakce půdy je optimální v rozmezí 5,5 – 6,5 pH, nad 7,0 pH probíhá deprese výnosu.

STRAŠIL (2009) tvrdí, že ozdobnice čínská při víceletém pěstování zlepšuje některé půdní vlastnosti. Vykazuje vyšší obsah organického uhlíku o 0,29 %, celkového N +0,03 % a organické hmoty +15,5 t/ha. To je způsobeno vysokým opadem listů a bohatým kořenovým systémem.

Obrázek č. 6 - Vhodné oblasti pro pěstování Ozdobnice Čínské v ČR



Zdroj: (STRAŠIL, 2009)

2.10.4 Osevní postup

Sazenice nebo rizomy je nejlépe sázet po dobrých předplodinách. Ozdobnici je možno pěstovat po okopaninách jako je cukrovka a brambory. Dále po luskovinách a obilovinách. Porost ozdobnice by měl být založen minimálně na 10 až 20 let (KÁRA a kol., 2005).

2.10.5 Hnojení

Hnojení je třeba zajistit podle úrodnosti půdy. Obvykle se doporučuje při zakládání alespoň 50 kg N na ha, v dalších produkčních letech se pak doporučuje 50 – 100 kg N/ha (PETŘÍKOVÁ, 2000).

V druhém a dalším roce se doporučuje hnojit 70 kg K/ha, 40 kg P/ha a 50 – 100 kg N/ha od jara do poloviny července. V případě nízkých zásob se doporučuje dohnojit i mikroelementy (měď, zinek, bór a mangan) (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007). STRAŠIL (2009) popisuje, že lze úspěšně hnojit kejdou v dávce 30 t/ha. Dále uvádí, že požadavek na minerální a organická hnojiva, měřená velikostí výnosu, je u ozdobnice menší, než u ostatních rostlin.

Tabulka č. 5 - Odběr živin sklizní nadzemní části ozdobnice při produkci 1 tuny sušiny

N	P	K	Ca	Mg
22,2	1,3	11	8,5	1,4

2.10.6 Agrotechnika

Pro ozdobnici je nejlépe vybrat pokud možno nezaplevelený pozemek po vhodné předplodině (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Na podzim je nutno provést podmítku s rozmělněním posklizňových zbytků a hlubokou orbu (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007).

Před sázením na jaře následuje příprava seťového lůžka s prokypřením půdy do hloubky 10 cm, což je pro mechanické vysazování. Poté se provede preemergentní nebo postemergentní aplikace herbicidu (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

Porosty ozdobnice lze založit buď vysetím semen, nebo pomocí sazenic vypěstovaných z tkáňových kultur, nebo pomocí oddenků (STRAŠIL, 2009). HAVLÍČKOVÁ a kol. (2011) dodává, že vysazování sazenic z odkopků, nebo vypěstované in vitro jsou nejlépe takové, které přečkaly již jednu zimu. Vysazované rizomy jsou nejlepší okolo 10 cm dlouhé, to proto, že se rostliny lépe ujímají.

Termín sázení je závislý na době, kdy již se nevyskytují jarní mrazíky. Není dobré sázet rostliny příliš pozdě, protože pozdě sázené rostliny nedovolují dobré založení a rozvoj rostlin a na konci vegetačního období translokaci rezervních látek zpět do rizomů před zimním obdobím (STRAŠIL, 2009).

Aby se omezilo nebo zabránilo vymrzání lze použít několika opatření. Buď přikrytí porostu slámou ve vrstvě 100-150 mm, nebo jednodušší a hlavně levnější výsev hořčice bílé, kterou vysejeme do mezířádku koncem července nebo začátkem srpna v roce výsadby. Mrazem umrtvený porost hořčice potom působí jako mulč (STRAŠIL, 2009).

Druhým rokem je možno dosazovat v místech, kde se sazenice neujaly nebo vyzimovaly, buď novými sazenicemi, nebo oddenky z vlastních zdrojů (KÁRA a kol., 2005).

Výsadba se provádí do vyhřáté půdy okolo 10 °C od poloviny května do poloviny července a to od 10 000 ks/ha do 20 000 ks/ha (PETŘÍKOVÁ, 2000).

Při výsadbě se doporučuje kořenové baly sazenic navlhčit a vysázený porost, pokud je možnost, zavlažovat (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007).

Sázení se provádí modifikovanými sazeči na cibuli nebo stroji na výsadbu lesních stromků (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

2.10.7 Ošetřování porostu

PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) píše, že první rok po vysázení, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů (např. prutové brány) nebo aplikace herbicidů. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) dodává, že plečkování se může ve druhém roce využít, pokud je vysoký výskyt plevelů. Druhým nebo spíše třetím rokem není většinou již potřeba používat prostředky na ochranu rostlin, protože opadávající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006)

Chemické prostředky proti plevelům/ např. v Holandsku mají v „Registru a metodice chemických přípravků“/ doporučují proti dvouděložným plevelům Lanacil v dávce 0,5 až 1 kg/ha. Aplikace se provádí v raných fázích vývoje plevelů. V Německu doporučují aplikaci Roundupem na podzim před jarní výsadbou. Postřik Roundup lze použít i v druhém roce v březnu před vzejitím ozdobnice (KÁRA a kol., 2005).

Dle KOLONIČNÝ, HASE (2011) ozdobnice nejsou v současné době výrazněji napadány chorobami nebo škůdci.

STRAŠIL (2009) uvádí, že ve světě byly zjištěny listové choroby. Nemocné rostliny jsou charakterizovány červenohnědými oválnými skvrnami na listech a

pochvách. Jedná se o chorobu houby rodu *Leptosphaeria sp.*, která zapříčiňuje v USA obdobnou chorobu u cukrové třtiny. V EU bylo zjištěno napadení stonků *Rhizoctonia sp.* a dále hniloba kořenů způsobená houbou *Pythium sp.*

2.10.8 Sklizeň

Sklizeň se provádí samohodnými řezačkami na kukuřici s adaptérem Kemper. Sklízí se od listopadu do března. Ozdobnice se v prvním roce neskylí, v druhém roce dává do 10 t/ha sušiny, ve třetím roce a dalších 20-25 t/ha sušiny (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2007).

Při intenzivním pěstování lze dosáhnout i 30 t/ha sušiny. Převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť odpadnou problémy s dosoušením (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

Vlhkost ozdobnice sklizené mezi únorem a březnem je 22-38 %. Při sklizni po zimě se musí počítat se ztrátami až 30 % (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

2.10.9 Likvidace porostu

Při konečné likvidaci porostu je možno využít jak chemických, tak mechanických způsobů. Chemická likvidace je formou herbicidů, nejčastěji neselektivním např. Roundup, který se aplikuje v jarním období na rašící výhonky (KOLONIČNÝ, HASE, 2011).

Mechanická likvidace se nejčastěji provádí frézou, která je tažena výkonným traktorem. Dojde k rozbití a zničení oddenků a zároveň k promíchání s půdou. Poškození se provádí na podzim, aby došlo přes zimní období mrazem k poničení oddenků. Přežívající rostliny na jaře následně zlikvidujeme Roundupem. Z hlediska ekonomiky je výhodnější oddenky vyorat a následně prodat nebo použít k založení nové plantáže (STRAŠIL, 2009).

2.10.10 Využití a ekonomika

2.10.10.1 Využití plodiny

S ozdobnicí se ve většině projektů ze západní Evropy počítá hlavně pro energetické účely na výrobu tepla pro přímé spalování nebo pyrolýzu. Spalné teplo je kolem 19 GJ/t, což je více, než u hnědého uhlí, které má výhřevnost 12 až 14 GJ/t (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

Tabulka č. 6 - Analýza spalování ozdobnice a obilné slámy

Plodina	Tepel.hodnota MJ/kg	Popelo -viny%	Těkavé Složky%	Síra %	Uhlík %	Vodík %	Dusík %
Ozdobnice	17,1 – 15,8	2,6	69,7	0,11	41,5	5,4	0,5
Sláma obilnin	15,2 – 18,4	4,0	70,0	0,16	42,0	5,0	0,4

Prvky obsaženy v rostlinách patří mezi důležité faktory pro stanovení obsahu živin z hlediska spalování. Pro spalování je nejlepší nízký obsah N ve fytomase. Obsah S a Cl snižuje korozi spalovacího zařízení. Dále nízký obsah K a Mg snižuje teplotu tání popela. Popel spálené fytomasy lze využít ke hnojení pole. Popel z ozdobnice je zdrojem draslíku a fosforu. Popel obsahuje 2 – 3krát vyšší množství živin a 3 až 10 krát nižší množství těžkých kovů než popel z lesních porostů (STRAŠIL, 2009).

Ozdobnici lze využít i ve stavebním průmyslu. Lze ji použít jako materiál pro výrobu dřevovláknitých desek, dřevitých lepenek, rohoží nebo došek (KÁRA a kol., 2005).

STRAŠIL (2009) uvádí, že z ozdobnice je výborný zdroj pro výrobu buničiny. Vysoký obsah celulózy kolem 40 % řadí ozdobnici mezi konkurenty pro výrobu buničiny. Dále z chemického složení obsahuje 24 % ligninu, 26 % hemicelulózy a nízký obsah popela.

2.10.10.2 Ekonomika

Nejnákladnější položka u pěstování ozdobnice je sadba. Kdybychom zakládali plantáž ze sazenic tkáňových kultur, kde se vysazuje 10 000 kusů/ha, tak se

počítají náklady až 120 000 Kč/ha. Mechanicky založené porosty z rizomů vyjdou až 5x levněji než z tkáňových kultur (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006)

Tabulka č. 7 - Ekonomika nákladu ozdobnice čínské v průběhu 10 a 20 let

Plodina	Přímé náklady Ha/rok	Celkové náklady Ha/rok	Výnos fytomasy- podzim	Celkové náklady kč/t/rok	Výnos fytomasy- jaro	Celkové náklady Kč/t/rok
Ozdobnice 10 - letá	19430	23180	15	1545	11,7	1981
Ozdobnice 20 - letá	13590	17210	15	1147	11,7	1471

Poznámky k tabulce:

Průměrné přímé náklady zahrnují přípravu půdy, hnojení, setí, sazenice, ošetřování porostu, sklizeň, sběr a odvoz. Do celkových nákladů byl započten součet přímých a fixních nákladů. Do fixních nákladů byl zahrnut nájem půdy, daně, odpisy, opravy, úroky, výrobní a správní režie (PETŘÍKOVÁ a kol., 2006).

STRAŠIL (2009) tvrdí, že pokud bude ozdobnice plně využívána jako palivo v energetickém průmyslu, bude ekonomicky rentabilní i bez dotací, pokud budou výnosy vyšší než 18 t/ha sušiny. Při nižších výnosech kolem 15 t/ha bude ekonomicky rentabilní tehdy, pokud bude výroba dotována jako výroba obnovitelného zdroje paliva majícího při spalování pozitivní vliv na životní prostředí.

KAVKA a kol. (2006) uvádí, že ozdobnice založené na plantáži 10 let představují celkové technologické náklady bez dotací (variabilní + fixní) podle náročnosti od 19 000 Kč do 21 662 Kč/ha, což je od 1354 do 2376 Kč/t.

Dotace na jednotnou platbu na plochu (SAPS) činila v roce 2014 5997,23 Kč na ha. Dále lze čerpat ze tzv. přechodné vnitrostátní podpory (PVP). Cena na hektar činila v roce 2014 185,06 Kč/ha (SZIF, 2014)

V roce podle KLÍR a KOZLOVSKÁ (2015) cena na hektar základní platby SAPS má činit 130 EUR/ha, což je zhruba 3500 Kč/ha.

3 Cíl práce

Bakalářská práce je zaměřena na seznámení se s běžnými agrotechnickými postupy při pěstování kukuřice seté a ozdobnice čínské, jakožto energetických rostlin. Cílem práce je posouzení vlivu agrotechnický postupů na stav porostu v průběhu vegetace a na konečný hektarový výnos fytomasy sledovaných rostlin.

Dílčí cíle:

1. Porovnat výnosy fytomasy sledovaných rostlin na základě zvoleného agrotechnického postupu
2. Stanovit vhodný agrotechnický termín sklizně pro sledované druhy rostlin pěstovaných za účelem výroby bioplynu
3. Navrhnout potenciálně vhodná agrotechnická opatření vedoucí k možnému navýšení hektarových výnosů sledovaných druhů energetických rostlin
4. Určit nejvýznamnější rozdíly v zakládání porostů jednoletých a víceletých energetických rostlin

Hypotézy:

1. Termín výsevu významně ovlivní konečný výnos fytomasy kukuřice seté
2. Výnosy fytomasy ozdobnice čínské nepřesáhnou v prvním po založení hranici 5 t/ha
3. Výnos sušiny kukuřice seté bude vyšší než 20 t/ha

4 Materiál a metoda

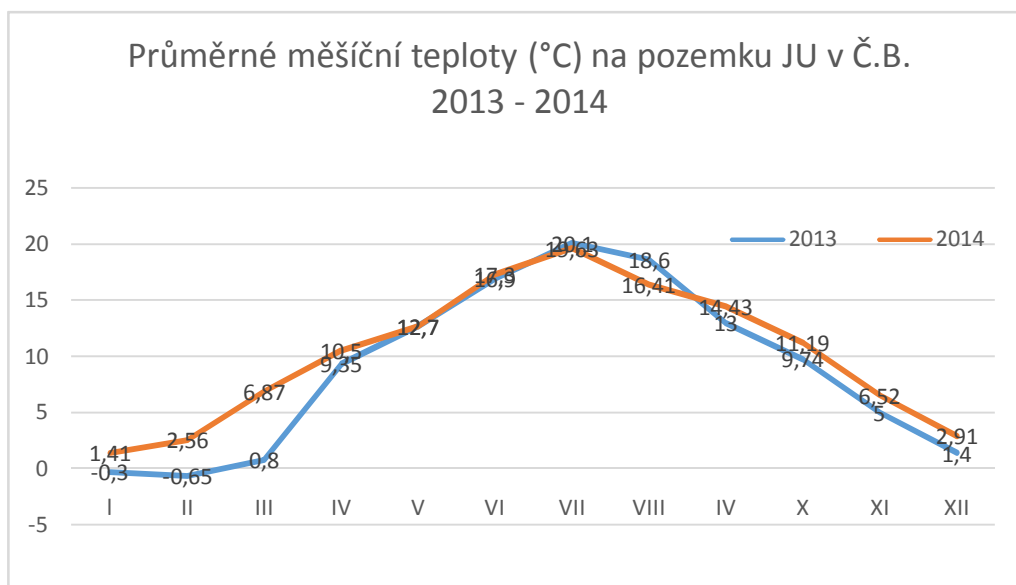
4.1 Lokalita

Praktická část bakalářské práce probíhala na pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice se nachází v obilnářské výrobní oblasti 380 m n. m. Další informace k pozemku jsou v následující tabulce. Data byla snímána z meteorologické stanice nacházející se na stejném pozemku, kde probíhalo sledování pokusu.

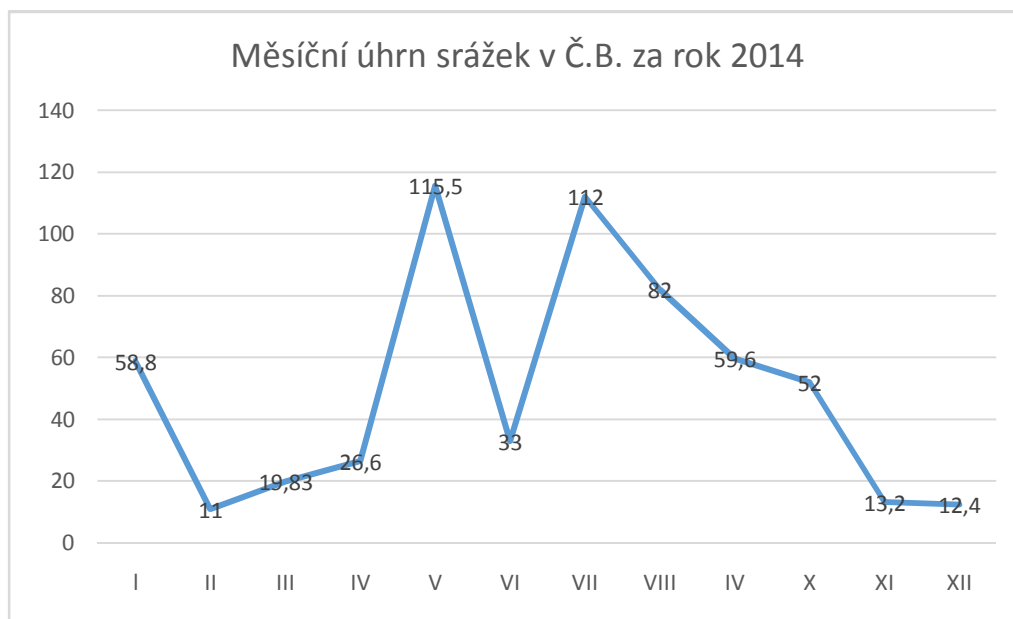
Tabulka č. 8

	České Budějovice
Nadmořská výška (m n. m.)	380
Půdní druh	Písčito - hlinitý
Půdní typ	Kambizem pseudoglejová
Roční průměrná teplota vzduchu (°C)	10,2 °C
Roční průměrný úhrn srážek 2014 (mm)	596 mm

Graf č. 3 - Průměrné měsíční teploty (°C) na pozemku JU v Č.B. 2013 – 2014



Graf č. 4 - Měsíční úhrn srážek (mm) v Č.B. za rok 2014, (zdroj: data z met. stanice ZF v JU)



4.2 Příprava a založení porostu

Pokusy byly založeny na 5 plochách. Na dvou plochách byla vyseta kukuřice setá hybrid Simao (FAO S310). Porosty kukuřice byly založeny ve dvou různých variantách (označeny jako Agrotechnika I, Agrotechnika II). První varianta, označena jako Agrotechnika I, byla založena na ploše 230 m². Tato varianta byla hnojena minerálně. Jednalo se o superfosfát trojitý (ES trojitý) v dávce 200 kg/ha. Druhá varianta, označena jako Agrotechnika II, byla založena na ploše 55 m². Tato varianta nebyla minerálně hnojena. V rámci podzimní přípravy pozemků, které byly vymezeny pro setí kukuřice, bylo nutno zlikvidovat předchozí kulturu. Tu představovaly monokultury trav (ovsík vyvýšený, sveřep horský, bojínek luční a další). Na tyto porosty byl aplikován neselektivní herbicid Roundup v dávce 3 - 4 l / ha. Následně byl na pozemek aplikován chlévský hnůj v dávce 40 t/ha, a poté zapraven středně hlubokou orbou. Na jaře byla provedena předseťová úprava pozemku (prokypření a urovnění pozemku), kdy došlo k vytvoření vhodného seťového lůžka. Kukuřice byla vyseta do hloubky 5 cm s roztečí řádků 75 cm a vzdáleností semen v řádku 13 cm. Výsev byl proveden dne 15. 5. 2014.

Na dalších 3 plochách (celkem 200 m²) byly vysázeny odkopky ozdobnice čínské. Porosty ozdobnice byly založeny ve třech variantách (označeny jako varianta

I, II, III) dle rozdílné hustoty odkopků. První varianta byla vysázena v hustotě 0,5 x 1 m, varianta II v hustotě 1 x 1 m a varianta III totéž jako varianta I. První a druhá varianta byla založena v roce 2013. K ozdobnici nebylo provedeno organické hnojení. Na podzim byl aplikován herbicid Roundup na předchozí kulturu (tou byla monokultura lesknice rákosovité) a dále následovala středně hluboká orba. Na jaře byla provedena předseťová úprava pozemku (prokypření a urovnání pozemku). Sazení odkopků bylo provedeno dne 15. 5. 2014.

Tabulka č. 9 - Založení porostu ozdobnice čínské

Varianty	Datum výsadby	Rozteč řádků (m)	Hloubka sázení (cm)	Rozměr plochy š x d (m ²)
Varianta I	22. 4. 2013	0,5 x 1	8-10	5 x 10 m → 50 m ²
Varianta II	22. 4. 2013	1 x 1	8-10	5 x 10 m → 50 m ²
Varianta III	15. 5. 2014	0,5 x 1	8-10	10 x 10 m → 100 m ²

Tabulka č. 10 - Založení porostu kukuřice seté

Varianty	Datum výsadby	Rozteč řádků (cm)	Hloubka sázení (cm)	Rozměr plochy š x d (m ²)	Počet řad
Agrotechnika I (přihnojena minerálně)	15. 5. 2014	75 x 13	4-6	10 x 23 m → 230 m ²	13
Agrotechnika II (nehnojeno minerálně)	15. 5. 2014	75 x 13	4-6	10 x 5,5 m → 55 m ²	13

4.3 Péče o porost

Před orbou byl vybraný pozemek ošetřen totálním herbicidem a poté byla provedena středně hluboká orba. Porost byl v průběhu růstu ošetřován dle potřeby (v závislosti na výskytu plevelů). Ochrana vůči plevelům byla prováděna jak mechanicky (meziřádková kultivace), tak chemicky (herbicid proti dvouděložným plevelům).

Porost kukuřice byl ošetřen preemergentně 4 dny po zasetí přípravkem Starane 0,6 – 0,8 l/ha.

4.4 Sklizeň

Dne 30. 9. 2014 byla provedena seč ozdobnice čínské za účelem získání fytomasy jako zdroj suroviny pro bioplynovou stanici (BPS). Z každého pozemku byl odebrán vzorek z 5 m². Odběry byly následně pomocí elektrické drtičky desagregovány a uloženy do 3,7l sklenic. Takto připravené vzorky byly využity pro stanovení objemové hmotnosti a výtěžnosti metanu. Láhev byla naplněna až po okraj a během plnění láhve byl použit silážovatelný přípravek SILA - BACK, který urychluje proces fermentace.

Sklizeň kukuřice na bioplyn proběhla ve stejném dni jako u ozdobnice čínské (tj. 30. 9. 2014). Vzorky byly odebrány u obou variant. Bylo odebráno 10 m² z každé varianty. Kukuřice se následně pomocí elektrické drtičky rozdrtila na silážovatelnou řezanku o velikosti 4 - 6 mm a následně byla řezanka napěchována do 3,7l sklenic pro stanovení objemové hmotnosti.

4.5 parcelka – Ozdobnice čínská

Údaje o porostu jsou shrnuty v tabulce č. 11

Tabulka č. 11 – Ozdobnice čínská – Agrotechnická linka

Lokalita	České Budějovice v areálu Zemědělské fakulty.
Termín vysazování	I. a II. varianta byla založena dne 22. 4. 2013, III. varianta dne 15. 5. 2014
Osázená plocha	První dvě varianty byly osázeny odkopky o ploše 50 m ² o výměře 5 x 10 m III. varianta o ploše 100 m ² o výměře 10 x 10 m. (š x d)
Rozteč řádků	I. a III. varianta byla osázena odkopky o rozteči 0,5 x 1 m a II. varianta 1 x 1 m
Hnojení porostu	Hnojení nebylo provedeno
Ošetření porostu	Ošetření porostu chemické i mechanické Chemická regulace plevelů - přípravek Starane Mechanické ošetření - odplevelovací seč
Sklizeň porostu	Sklizeň dne 30. 9. 2014

4.6 parcelka - Kukuřice setá

Údaje o porostu jsou shrnuty v tabulce č. 12

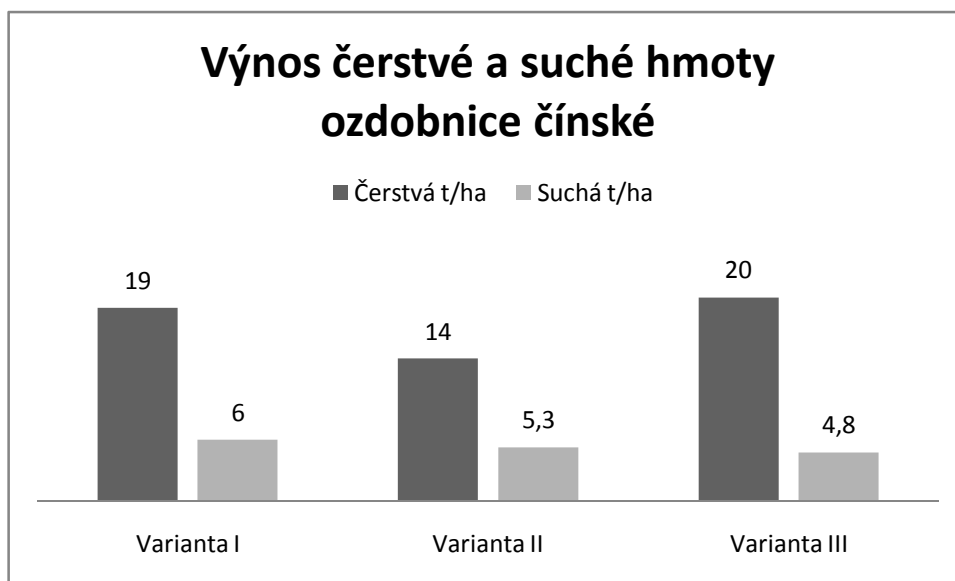
Tabulka č. 12 – Kukuřice setá – Agrotechnická linka

Lokalita	České Budějovice na pozemku Zemědělské fakulty
Termín výsevu	15. 5. 2014
Osetá plocha	Varianta Agrotechnika I - 230 m ² Agrotechnika II - 55 m ²
Rozteč řádků	75 x 13 cm Hloubka setí 4 – 6 cm
Hnojení porostu	40 t/ha chlévského hnoje Dále dělíme parcely na dvě varianty: Agrotechnika I., Agrotechnika II. Agrotechnika I. - tato varianta byla hnojena při setí superfosfátem trojitým pod patu v dávce 200 kg/ha Agrotechnika II. - tato varianta nebyla při setí ani v průběhu vegetace hnojena minerálními hnojivy
Ošetření porostu	Ošetření porostu chemické Chemická regulace plevelů byla provedena preemergentně dne 19. 5. 2014 (přípravek Starane)
Sklizet porostu	Sklizet na bioplyn proběhla dne 30. 9. 2014 o průměrné sušině 32 %

5 Výsledky a diskuse

V rámci praktické části bakalářské práce byly založeny již zmíněné maloplošné parcelkové pokusy. Na základě údajů a dat získaných v průběhu jejich sledování lze porovnat vliv jednotlivých agrotechnických postupů.

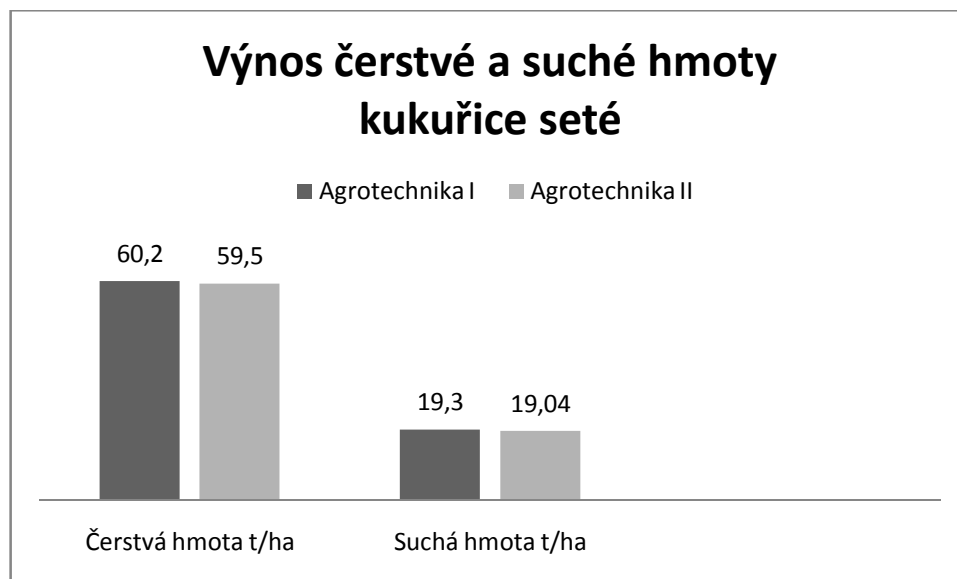
Graf č. 5 - Výnos čerstvé a suché hmoty ozdobnice čínské



Z tohoto grafu je zřejmé, že mezi jednotlivými variantami je výrazný rozdíl jak ve výnosu čerstvé, tak suché hmoty. Varianty I a II byly založeny dne 22. 4. 2013, tedy o rok dříve než varianta III. Jedním z důvodů rozdílných výnosů mezi jednotlivými variantami je vliv předplodiny a kvalita založení porostu. Jak uvádí PETŘÍKOVÁ a kol. (2006), nejlépe je vybrat nezaplevelený pozemek. Proto bychom měli volit jako nejčastější předplodinu okopaniny či luskoviny, což potvrzuje i KÁRA a kol. (2005). V našem případě byla předplodinou lesknice rákosovitá (využívaná rovněž k energetickým účelům), která zaplevelovala starší porosty ozdobnice. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) uvádí, že po sklizni předplodiny je nutno provést podmtku a lze využít i totální herbicid. Právě proto, abychom kvalitně zlikvidovali porosty předplodiny. Varianta III, která byla založena dne 15. 5. 2014, dala vyšší výnos čerstvé hmoty i sušiny oproti variantě I a II. Tento výsledek lze přičíst i rozdílnému ošetření porostů v průběhu vegetace. U varianty III (tedy nejmladšího porostu) bylo v průběhu vegetace využíváno mechanické regulace plevelů. Ta se příznivě projevila na tvorbě výnosů. Na kvalitu založení porostu má

také výrazný vliv výběr správného agrotechnického termínu. STRAŠIL (2009) píše, že není dobré sázet ozdobnici příliš pozdě, neboť pozdě sázené rostliny nedovolují dobré založení a rozvoj rostlin.

Graf č. 6 - Výnos čerstvé a suché hmoty kukuřice seté – celá rostlina



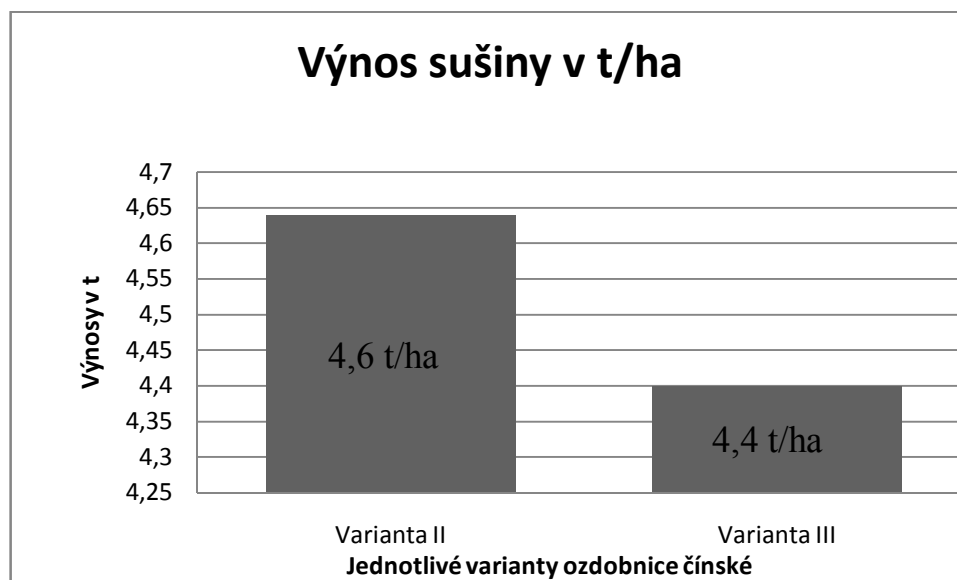
Z této tabulky je zřejmé, že mezi Agrotechnikou I a Agrotechnikou II je pouze patrný výnosový rozdíl. Minerálně hnojená varianta Agrotechnika I je oproti Agrotechnice II pouze o 0,7 t/ha čerstvé hmoty nižší. Sklizeň byla provedena ve fázi, kdy byl obsah sušiny ve hmotě v průměru 32 %. KOLONIČNÝ, HASE (2011) uvádí, že kukuřice sklizená při 32% obsahu sušiny a více má pro produkci metanu méně příznivé vlastnosti, neboť při dozrávání se zvyšuje podíl obtížné fermentovatelného ligninu a klesá i degradovatelnost vlákniny.

Pro založení pokusu, byl zvolen hybrid SIMAO (FAO S310). DIVIŠ a kol. (2010) píše, že se jedná o poloraný hybrid s délkou vegetační doby 128 až 134 dní. Setí kukuřice bylo provedeno dne 15. 5. 2014. Tento termín lze považovat za pozdní. RENČ (2015) uvádí, že pokud proběhne setí po 10. květnu, tak přináší snížení výnosu až o 15 % a oddálení termínu sklizně. Lze tak částečně odpovědět na hypotézu č. 1 a potvrdit tak předpoklad, že termín výsevu má vliv na celkový hektarový výnos fytomasy kukuřice seté.

Pokud však proběhne setí velmi časně, tak bývá za následek zpomalení klíčení rostlin, pomalé vzcházení a zpomalení růstu. Hlavním problémem z tohoto hlediska vychází snížená schopnost přijímat živiny (RENČ, 2015).

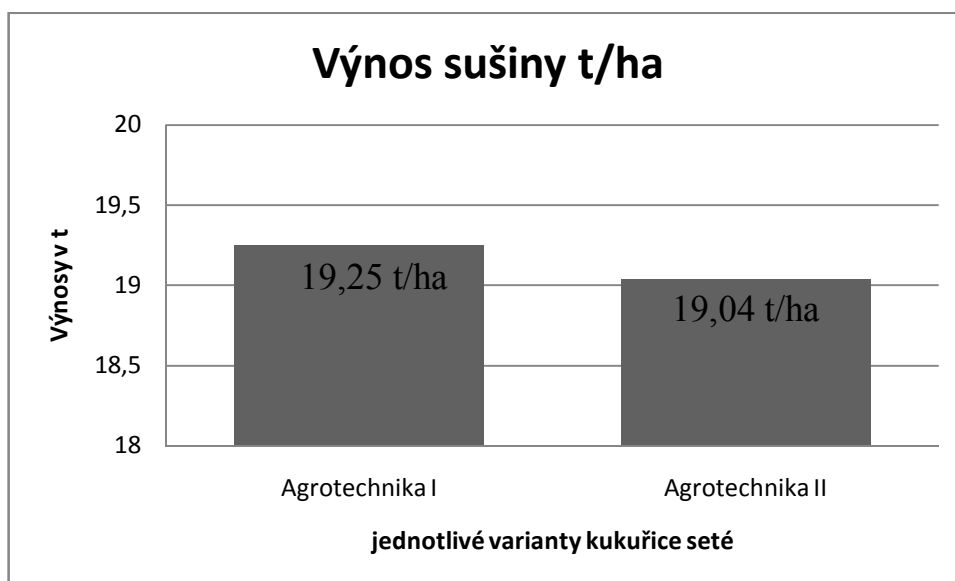
Jak uvádí KWS OSIVA (2015), jedná se o hybrid, který je vhodný především do řepařské výrobní oblasti a dosahuje výnosů kolem 74 t/ha zelené hmoty. V případě námi provedené sklizně bylo dosaženo výnosu v průměru 60 t/ha zelené hmoty při 32% sušině.

Graf č. 7 – Výnos sušiny ozdobnice čínské v t/ha



Graf č. 7 prezentuje výši sklizně, která byla získána sečí dvouletého (Varianta II - 4,6 t/ha sušiny) a jednoletého (Varianta III - 4,4 t/ha sušiny) porostu ozdobnice čínské. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) uvádí, že v prvním roce se porost nesklízí. Nesklízí se především z důvodu možného oslabení rostlin a nízkého výnosu. Tím se i potvrdila hypotéza č. 2. Výnos sušiny v prvním roce po založení nepřesáhne hranici 5 t/ha. Sklizeň se zpravidla provádí až v následujícím roce, kdy dosahuje dvojnásobných výnosů (až 10 t/ha). Sklizeň proběhla 30. 9. 2014 o sušině v rozmezí 22 - 33 %.

Graf č. 8 – Výnos sušiny kukuřice seté v t/ha



Na grafu č. 8 je vidět výnos sušiny z jednotlivých variant kukuřice seté. Tato tabulka s výnosovými ukazateli kukuřice seté je rozdělena na dvě varianty. Mezi Agrotechnikou I a Agrotechnikou II je pouze patrný výnosový rozdíl. Minerálně hnojená varianta Agrotechnika I je oproti Agrotechnice II pouze o 0,21 t/ha suché hmoty nižší. Těmito výsledky lze vyvrátit hypotézu č. 3, a to že hektarový výnos sušiny u kukuřice seté bude vyšší než 20 t/ha.

U I. varianty byl aplikován superfosfát trojitý (v dávce 200 kg/ha), který byl uložen během setí „do depa“ tzv. pod patu. WEGER a kol. (2012) vysvětluje, že uložením fosforečného hnojiva pod patu umožní osivu rychlejší vzcházení, což vede ke zkrácení vegetační doby. U obou variant bylo na podzim aplikováno 40 t/ha chlévského hnoje. ZIMOLKA a kol. (2008) potvrzuje, že kukuřice velmi pozitivně reaguje také na organické hnojení.

Tabulka č. 13 - Porovnání výnosu čerstvé a suché hmoty kukuřice seté a ozdobnice čínské

Varianty	Čerstvá (t/ha)	Suchá (t/ha)
Kukuřice setá		
Agrotechnika I	60,2	19,25
Agrotechnika II	59,5	19,04
Ozdobnice čínská		
Varianta I	19	6
Varianta II	14	4,6
Varianta III	20	4,4

Tabulka č. 5 porovnává rozdíl ve výnosech mezi jednoletou a víceletou rostlinou. U jednoleté kukuřice seté je výnos až 3x větší oproti ozdobnici čínské. WEGER a kol. (2012) uvádí, že jednoleté rostliny jsou vhodné pro rychlou produkci biomasy v roce založení porostu, resp. již několik měsíců po něm. Dále WEGER a kol. (2012) tvrdí, co se týče energetické rentability, že poměr mezi vloženou a získanou energií na produkci jednotky biomasy je obvykle 1 : 2. Zle předpokládat, že výnosy fytohmoty kukuřice seté budou vyšší než výnosy ozdobnice čínské především v prvních třech letech. S tím souhlasí i MOUDRÝ, STRAŠIL (1999), který zároveň dodává, že u víceletých rostlin se předpokládá, že po fázi delšího rozrůstání poskytnou mnohem vyšší výnosy než jednoleté rostliny. Dále PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) uvádí, pokud budeme ozdobnici intenzivně pěstovat lze dosáhnout ve třetím roce i 30 t/ha sušiny. HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007) píše, že při pěstování vytrvalých rostlin jsou nejvyšší náklady v prvním roce tj. při založení plantáže. Poté v následujících letech celkové náklady klesají, neboť odpadají náklady na zpracování půdy a setí. Z toho plyne, že víceleté a vytrvalé rostliny jsou ekonomicky a energeticky efektivnější než tradiční jednoleté plodiny.

Součástí práce bylo sledovat teoretickou výtěžnost metanu. Výzkum probíhal na základě pokusu na pozemku zemědělské fakulty v Českých Budějovicích. Dne 30. 9. 2014 byla provedena sklizeň porostů sledovaných rostlin. Následně jsme sklizenou hmotu pomocí elektrické drtičky rozdrtili na silážovatelnou řezanku o velikosti 4 – 6 mm. WEGER a kol. (2012) uvádí, že pokud probíhá sklizeň kukuřice při sušině 28

%, měla by být délka řezanky 20 – 25 mm. Při sušině 32 %, což je neoptimálnější hodnota, by měla být délka řezanky 5 – 7 mm. Ozdobnice čínská byla sklizena při sušině 22 – 33 %. Poté jsme rozdrcené rostliny napěchovaly do 3,7 l sklenic. ČERMÁK, LÁD (2006) uvádějí, že důležitým faktorem, který ovlivňuje kvalitu siláže, je správné udusání. Pokud by došlo během plnění ke špatnému udusání, tak by se kvasinky (součást siláže), které odbourávají laktát, velmi rychle zahřívaly. Během plnění byl aplikován silážovací přípravek SILA – BACK. Takto připravené vzorky byly využity pro stanovení objemové hmotnosti a teoretické výtěžnosti metanu.

Objemová hmotnost pro zkoušky bioplynu

Láhev naplněná siláží po okraj – objem 0,0037 m³

Tabulka č. 14 – Ozdobnice čínská

Ozdobnice čínská	Hmotnost obsahu (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)
Varianta I	1,93	521,6216
Varianta II	2,136	577,2973
Varianta III	1,792	484,3243

Objemová hmotnost pro zkoušky bioplynu

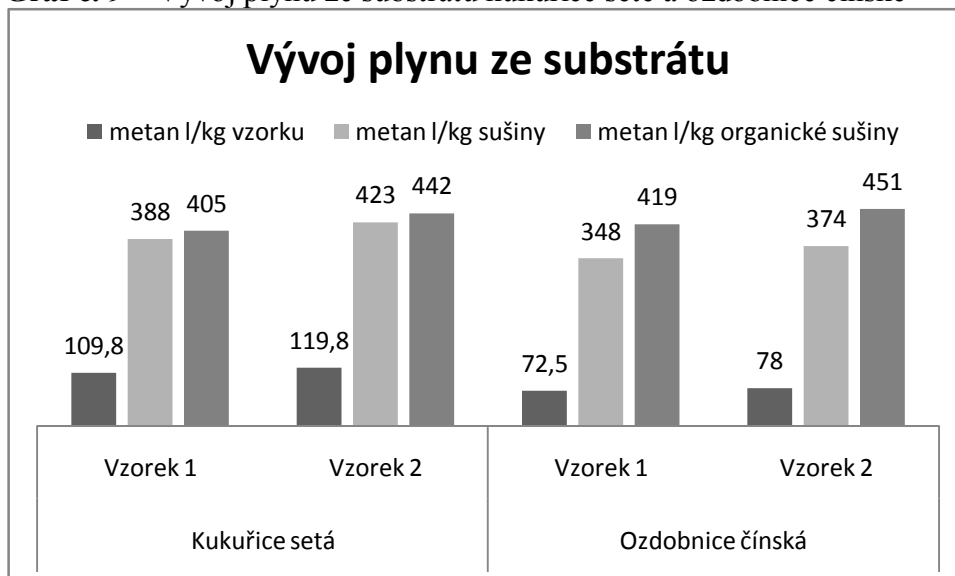
Láhev naplněná siláží až po okraj – objem 0,0037 m³

Tabulka č. 15 – Kukuřice setá

Kukuřice setá	Hmotnost obsahu (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)
Agrotechnika I (Hnojená varianta)	2,86	772,973
	2,72	735,1351
	2,8	756,7568
Agrotechnika II (Nehnojená varianta)	2,9	783,7838
	2,82	762,1622
	3,1	837,8378

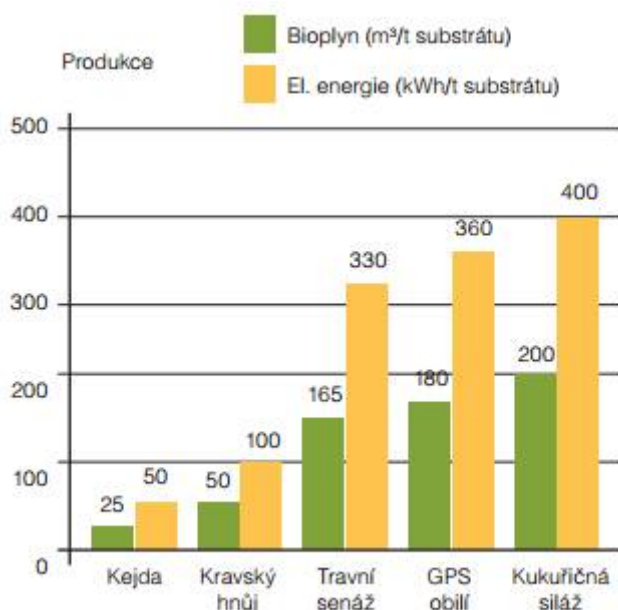
Tabulka č. 14 a č. 15 nám udává vývoj plynu ze substrátu. Testovaný substrát je inkubován v digestátufermentoru bioplynové stanice (BPS).

Graf č. 9 – Vývoj plynu ze substrátu kukuřice seté a ozdobnice čínské



Při rozhodování o zařazení vybraných rostlin do osevního postupu za účelem tvorby fyto-masy pro BPS hraje důležitou roli výtěžnost bioplynu resp. metanu. Jak uvádí WEGER a kol. (2012), aby bylo dosaženo co největší produkce metanu, nesmí kukuřičná hmota obsahovat velké množství plísní a toxinů. Dále uvádí, pokud je siláž dobře udusána a proběhne správná konzervace, vznikne více energie, tedy i více metanu.

Graf č. 10 – Produkce bioplynu a elektrické energie dle vstupních substrátů



Zdroj: <http://www.soufflet-agro.cz/stranka/ke-stazeni/>

Z našich výsledků byla dosažena výtěžnost metanu z kukuřice seté 424 l/kg organické sušiny a 115 l/kg ze vzorku. Dále dosažená výtěžnost metanu u ozdobnice

čínské byla 435 l/ kg organické sušiny a 80 l/kg ze vzorku. VRZALOVÁ (2009) uvádí, že z jedné tuny kukuřičné siláže v čerstvé hmotě se získá přibližně 200 – 200 m³ bioplynu, který obsahuje 52 – 53 % CH₄. S tím souhlasí i SOUFFLET AGRO (2013), více z Grafu č. 10.

6 Závěr

Na závěr bych chtěl shrnout jednotlivé výsledky mé práce. Cílem práce je posouzení vlivu agrotechnický postupů na stav porostu v průběhu vegetace a na konečný hektarový výnos fytomasy sledovaných rostlin. Mezi jednoleté energetické rostliny jsme zařadili kukuřici setou, která byla rozdělena do 2 variant (Agrotechnika I, Agrotechnika II). Jako víceletou rostlinu jsme zvolili ozdobnici čínskou, kterou jsme nadále rozdělili do třech variant (Varianta I, II, III).

U Agrotechniky I (hnojené varianty) bylo dosaženo 19,25 t/ha sušiny a 60,2 t/ha čerstvé fytomasy. U Agrotechniky II (nehnojené varianty) bylo dosaženo 19,04 t/ha sušiny a 59,2 t/ha čerstvé fytomasy. Ozdobnice čínská dosahovala u Varianty II 4,6 t/ha sušiny a 14 t/ha čerstvé fytomasy. U Varianty III bylo dosaženo 4,4 t/ha suché hmoty a 20 t/ha čerstvé fytomasy.

Z toho hlediska byl dosažen nejvyšší výnos čerstvé a suché hmoty u Agrotechnika I. Mezi Agrotechnikou I (hnojené varianty) a Agrotechnikou II (nehnojené varianty) není ve srovnání výnosnosti čerstvé a suché fytomasy téměř žádný rozdíl (viz. Graf č. 6, 8). Varianta III, která byla založena (15. 5. 2014) dosahovala o 7 t/ha více čerstvé fytomasy oproti Variantě II, která byla založena dne 22. 4. 2013 (viz. Graf č. 5, 7). Výnosy v různě starých porostech byly srovnatelné. To bylo způsobeno dvěma faktory. Prvním faktorem byla hustota porostu. U Varianty II byla zvolena hustota 1 x 1 m a u Varianty III 1 x 0,5 m. Druhým faktorem byla mechanická regulace plevelů u Varianty III. Mezi jednoletou a víceletou variantou lze vidět, že výnosnost se zcela liší. Tento výnosový potenciál by se měl v průběhu následujících let při intenzivním ošetřování porostu vyrovnat.

Jako jedno z významných agrotechnických opatření vedoucí k navýšení hektarového výnosu ozdobnice čínské lze doporučit mechanickou regulaci plevelů, a to především v prvním roce po založení. Co se týče kukuřice seté, je potřeba zvolit především správný agrotechnický termín výsevu. Dále volit termín sklizně s ohledem na aktuální obsah sušiny ve hmotě.

V rámci provedených pokusů se potvrdilo, že kukuřice setá je výnosově zajímavější rostlinou. Porosty ozdobnice čínské mají potenciál k postupnému navyšování výnosů v průběhu následných let. Pravděpodobně však nelze očekávat výnosy srovnatelné s výnosy kukuřice. Zároveň je ale nutné připomenout významné environmentální faktory, které s sebou přináší pěstování víceletých energetických rostlin. Jedná se především o ochranu půdy před vodní a větrnou erozí, zadržování vody v krajině a ochrana biodiverzity.

7 Seznam odborné literatury

1. ACTA PRUHONICIANA. (2010): *Výzkumný ústav okrasného zahradnictví*, 98 stran, ISBN 978-80-85116-79-3
2. AGRÁRNÍ KOMORA ČR. (2015): *Údaje o sklizni za rok 2014* [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.apic-ak.cz/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2014.php>
3. AGRICS. (2012): *Twin Row*. [online]. [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/twin-row>
alternativní užitkové směry. 1. Praha: Profi Press, s. r. o., ISBN 978-80-86726-31-1
4. ARCHALOUS, M. (2010): *Výroba elektřiny v ČR* [online]. 2010 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/vyroba-elektřiny-v-cr-era-uhli-konci-nahradi-jej-jadro.aspx>
5. AZE. (2011): *Výroba energie z biomasy*. [online]. [cit. 2015-03-06]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm>
6. BADALÍKOVÁ, B., BARTLOVÁ, B. (2014): *Zpracování půdy po sklizni plodin*. Zemědělec. roč. 2014, č. 26.
7. BIOPLYN CS. (2009): *Technologie mokré anaerobní fermentace*. [online]. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: http://bioplyncs.cz/technologie_mokre_anaerobni_fermentace
8. CZBA. (2013): *Produkce bioplynu z kukuřice*. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/produkce-bioplynu-z-kukurice.html>
9. CZREA. (2008): *Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie*. [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze>
10. ČERMÁK, B., LÁD, F. (2006): *Výroba kvalitních siláží*. Agro magazín 7

11. DIVIŠ, J a kol. (2010): *Pěstování rostlin*. 2. Doplnkové vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 260 s. ISBN 978-80-7394-216-8.
12. DIVIŠ, J., KAJAN, M. (2009): *Energie z kukuřice*. Úroda, ISSN 0139-6013. Dostupné z: <http://www.szif.cz/cs/prime-platby>
13. DVOŘÁČEK, T. (2011): *Zpracování bioodpadu metodou suché anaerobní fermentace*. [online]. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: http://www.chp-goes-green.info/sites/default/files/6-Dvoracek_Zpracov%C3%A1n%C3%AD-bioodpadu-metodou-such%C3%A9-anaerobn%C3%AD-fermentace.pdf
14. HAVLÍČKOVÁ, K. a kol. (2007): *Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin: vědecká monografie*. 1. vyd. Průhonice [Praha]: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. ISBN 9788085116007.
15. HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. ISBN: 978 - 80 86726 – 28-1
16. JAROSLAV K. a kol. (2007): *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. Vydání 1. Praha: VÚZT. ISBN 978-80-86884-28-8
17. JEŽEK, P. (2015): *Hybridy pro rok 2015*. ÚRODA. Profipress, č. 1.
18. KADAR, I. a kol. (2000): *Mineral nutrition of maize (Zea mays L.) on chernozem soil*. I. Novenytermeles, 49.
19. KÁRA, J. a kol. (2005): *Energetické rostliny: technologie pro pěstování a využití*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 81 s. ISBN 80-86884-06-6
20. KAVKA, M. a kol. (2006): *Normativy pro zemědělskou praxi*. ÚZPI, Praha, 2006, 376 s.
21. KAZDA, J. a kol. (2003): *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 3. dopl. vyd. Praha: Martin Sedláček, 158 s. ISBN 80902413011.
22. KLÍR, J. a KOZLOVSKÁ, L. (2015). *Podmínky pro dotace v roce 2015*. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně [online]. 2015 [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: http://www.vurv.cz/sites/File/1_Dotace%202015%20%28Klir,%20Kozlovska%20150212%29.pdf

23. KOLONIČNÝ J., HASE V. (2011): *Využití rostlinné biomasy v energetice*. 1. vydání Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-2541-0.
24. KWS OSIVA. (2015): *Bioplyn, zrna, siláž, bioetanol*. [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.kws.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaqqmxbg
25. LIBRA, M., POULEK, V. (2007): *Zdroje a využití energie*, ČZU v Praze, 140 s.
26. MALAŤÁK, J., VACULÍK, P. (2008): *Biomasa pro výrobu energie*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 9788021318106.
27. MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. (1996): *Alternativní plodiny*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
28. MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. (1999): *Pěstování alternativních plodin*. ZFJČU. České Budějovice. 165 s. ISBN 80-7040-383-7
29. MZE. (2013): *Ukázka praktických opatření z Akčního plánu pro biomasu v ČR na období 2012-2020*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 9788074341229.
30. PETR, J., HÚSKA J. (1997): *Speciální produkce rostlinná*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 193 s. ISBN 80-213-0152-x.
- PETŘÍKOVÁ, V. (2000): *Rostliny pro energetické účely* [online]. Praha 2: Česká energetická agentura [cit. 2015-3-11]. Dostupný z WWW: http://www.mpo-efekt.cz/document/99_8089.pdf.
31. PETŘÍKOVÁ, V. a kol. (2006): *Energetické plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 127 s. ISBN 80-86726-13-4.
32. PIONEER. (2014): *Osiva pro bioplyn*. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://public.pioneer.com/portal/site/Public/template.MAXIMIZE/corn/bioenergy/?javax.portlet.tpst=f83e6ef89acd1be6d58aef46310093a0_ws_MX&javax.portlet.prp_f83e6ef89acd1be6d58aef46310093a0=viewID%3Dnonassociated_content_display_view&beanID=895776695&viewID=nonassociated_content_display_view&javax.portlet.begCacheTok=com.vignette.cachetoken&javax.portlet.endCacheTok=com.vignette.cachetoken&guid=A5492AED-BBD4-3D6B-CCE3-F68271B9416A

33. RENČ, J. (2015): *Setí - základ úspěchu pěstování kukuřice*. URODA, č. 2.
34. RICHTER, R., RYANT, P. (2008): *Výživa kukuřice*. In: Kukuřice – hlavní a
35. RŮŽEK, P., PIŠANOVÁ, J. (2006): *Nové trendy v používání dusíkatých hnojiv*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, 47 stran, 1. vydání Praha, ISBN 80-86555-96-8.
36. SIKORA, K. (2015): *Preemergentní ošetření kukuřice*. roč. 2015.
37. SOUFFLET AGRO. (2013): *Využití kukuřice, žita a travních směsí pro produkci bioplynu*. Dostupné z: <http://www.soufflet-agro.cz/stranka/ke-stazeni/>
38. STRAŠIL, Z. (2009): *Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (Miscanthus)*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 48 s. ISBN 978-80-7427-006-2.
39. SZIF. (2014): *Přímé platby*. Citováno: 2015-03-3
40. ŠANTRŮČEK, J. (2001): *Základy pícninářství*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 139 s. ISBN 80-213-0764-1.
41. UTĚŠIL, T. (2009): *Suška na biomasu*. Sborník příspěvků ze semináře „Energie z biomasy X“, VUT v Brně, ISBN 978-80-214-4027-2.
42. VANĚK, V. (2007): *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 167 s. ISBN 9788086726250.
43. VRZAL, J., NOVÁK, D. a kol. (1995): *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. 1. vyd. V Praze:1995, 32 s. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-097-0.
44. VRZALOVÁ, J. (2009): *Bioplynové stanice a nové substráty*. [online]. [cit. 2015-04-26]. URODA. Dostupné z:<http://uroda.cz/bioplynove-stanice-a-nove-substraty/>
45. WEGER, J. a kol. (2012): *Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 78 s. ISBN 978-80-85116-66-3.
46. ZIMOLKA, J. a kol. (2008): *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1.