

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie
Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Produkce biomasy a sušiny u kukuřice a čiroku k silážním účelům

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

Autor: Bc. Gabriela Trojáková

České Budějovice, duben 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Gabriela TROJÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z11673**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Produkce biomasy a sušiny u kukuřice a čiroku k silážním účelům**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Zásady pro vypracování:

Úvod: Stručný nástin významu tématu.

Literární přehled: Názory domácích a zahraničních autorů k řešené problematice.

Cíl: Zhodnotit a porovnat produkci biomasy kukuřice a čiroku na siláž.

Materiál a metody:

Na základě experimentu zhodnotit a porovnat produktivní schopnost dvou hybridů kukuřice a vybraného genotypu čiroku.

Výsledky: Výsledky budou zpracované do tabulek a grafů se slovním hodnocením.

Diskuze: Srovnání dosažených výsledků s literárními údaji.

Závěr: Dosažené výsledky budou shrnuty do bodů.

Seznam literatury: Uvedení citované literatury.

Rozsah grafických prací: 10-15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Belej, J. a kol.: Kukurice, Příroda, Bratislava, 1982

Zimolka, J. a kol.: Kukuřice - hlavní a alternativní směry využití. Profi-Press, Praha, 2009

Procházka, S. a kol.: Fyziologie rostlin, Academia, Praha, 1998

Moudrý, J. a kol.: Alternativní plodiny, Profi-Press, 2011

Odborné a vědecké časopisy

Internetové odkazy

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

Datum zadání diplomové práce: 16. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013



Ing. Karel Sušný, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Sudějovický
Sudějovická 13 @
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Vladislav Černý, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. února 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci Produkce biomasy a sušiny u kukuřice a čiroku k silážním účelům vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

České Budějovice, duben 2013

.....
Gabriela Trojáková

Poděkování:

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc., za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této práce. Poděkování patří také mé rodině za podporu a trpělivost.

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit a porovnat produkční schopnost dvou hybridů kukuřice (*Zea mays L.*) a vybraného genotypu čiroku (*Sorghum Adams*). K zhodnocení byl založen maloparcelní pokus na pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Před sklizní byly provedeny odběry k porovnání hodnocených výnosových ukazatelů. Počet odběrů závisel na dosažení požadovaného obsahu sušiny v biomase. Při sklizni kukuřice byl stanoven výnos biomasy, výnos a podíl palic, obsah sušiny biomasy a palic, výnos sušiny biomasy. Při sklizni čiroku byl stanoven výnos biomasy, obsah sušiny a výnos sušiny biomasy. Z jednoletého pokusu bylo zjištěno u hybridů čiroků pomalejší nárůst obsahu sušiny ve srovnání s hybridy kukuřice. Zvolené hybridy dosáhly optimálních hodnot obsahu sušiny pro výrobu kvalitní siláže.

Klíčová slova: kukuřice; čirok; produkční schopnost; biomasa; sušina biomasy

Summary

The aim of this thesis was to evaluate and compare the production capacity of the two hybrids of maize (*Zea mays L.*) genotypes and selected sorghum (*Sorghum Adams*). For the evaluation of this experiment there was based a plot on the piece of land of South Bohemia University in České Budějovice. The samples were picked up before harvest to compare the evaluated high - yielding indicators. The number of samples depended on the desired dry matter content in biomass. During corn harvest the yield of biomass was determined, and yield and share of corncobs, dry matter content of biomass and corncobs, and yield of dry biomass. At the harvest of sorghum the yield of biomass was determined, the content of dry matter and yield of dry matter in biomass. Out of one-year experiment it was found out a slower increase of dry matter content in sorghum hybrids in comparison with the corn maize hybrids. Selected hybrids reached optimal values of solids dry matter content for the production of high quality silage.

Keywords: corn; sorghum; production capacity; biomass; dry matter biomass

OBSAH

1. Úvod	8
2. Literární přehled	9
2.1 Kukuřice – <i>Zea mays L.</i>	9
2.1.1 Historie pěstování kukuřice	9
2.1.2 Biologická charakteristika kukuřice.....	9
2.1.3 Morfologická charakteristika	10
2.1.4 Růst a vývoj	12
2.1.5 Pěstování kukuřice	14
2.1.6 Regulace škodlivých činitelů v kukuřici	23
2.1.7 Sklizeň silážní kukuřice.....	25
2.2 Čirok - <i>Sorghum Adams</i>	28
2.2.1 Historie pěstování čiroku, využití a produkce	28
2.2.2 Botanická charakteristika čiroku	29
2.2.3 Morfologická charakteristika	30
2.2.4 Růst čiroku	31
2.2.5 Pěstování čiroku	32
2.2.6 Regulace plevelů	36
2.2.7 Sklizeň čiroku a posklizňové ošetření	38
2.2.8 Využití čiroku pro výrobu bioplynu	39
3. Cíl práce	41
4. Metodika	42
4.1 Charakteristika stanoviště	42
4.2 Meteorologická měření	42
4.3 Popis zvolených hybridů	44
4.4 Odběry a sklizeň	46
5. Dosažené výsledky.....	47
6. Diskuze	52
7. Závěr	54
8. Seznam literatury a zdrojů	56
9. Přílohy	62

1. ÚVOD

Kukuřice je jedna z nejvýznamnějších krmných plodin pěstovaných na orné půdě. Za poslední období se úroveň pěstování silážní kukuřice výrazně zvýšila. Z kukuřice lze vyrobit velmi kvalitní siláž, neboť v době sklizně obsahuje vysoké procento sušiny a má vynikající energetickou hodnotu.

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější energetické objemné krmivo, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu. Ve značné míře ovlivňuje ekonomiku výroby mléka a masa. Patří ke snadno silážovatelným krmivům, neboť obsahuje dostatek vodorozpustných sacharidů, má nízký obsah dusíkatých látek, bazických prvků a dusičnanů.

Nové obzory se otevírají při využití kukuřičné siláže jako obnovitelného zdroje energie. Kukuřičná siláž je v současnosti nejvhodnější a nejekonomičtější substrát pro realizaci projektů a provozu zemědělských bioplynových stanic. Jako C4 rostlina je kukuřice, oproti ostatním u nás původním rostlinným druhům, plodina s nejvyšším výnosovým potenciálem.

I v České republice v posledních letech nabrala na rychlosti výstavba bioplynových stanic a kukuřičná siláž se stává základní surovinou pro zemědělské bioplynové stanice.

S ohledem na potřebu zvýšení biodiverzity pěstovaných zemědělských plodin a zamezení negativních vlivů na životní prostředí při opakovaném pěstování na stejném místě, jsou zemědělským výzkumem a následně i praxí vyhledávány vhodné alternativy. Velmi možnou alternativou kukuřice, pěstovanou nejenom v suchých, ale i v ostatních výrobních oblastech, je čirok.

Podobně jako kukuřice, čirok poskytuje vysoké výnosy nadzemní biomasy, vhodné pro silážování a následnou produkci bioplynu. Tradiční odrůdy čiroku jsou dnes vytlačovány novými hybridy s příznivějšími agrotechnickými a nutričními vlastnostmi. V posledních letech se k těmto účelům nejvíce využívají hybridní odrůdy vzniklé křížením čiroku zrnového nebo cukrového se súdánskou trávou. Jejich výhodou je vysoká produkce jakostní zelené hmoty.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Kukuřice – *Zea mays* L.

2.1.1 Historie pěstování kukuřice

U kukuřice, jejíž existence se datuje někdy mezi lety 4000-3000 před naším letopočtem, vznik, původ a vývoj nebyl doposud objasněn. Bylo však vypracováno několik hypotéz, které tuto otázku řeší (HRUŠKA a kol. 1962).

Za pratyyp kukuřice se považovaly různé příbuzné druhy různopohlavních trav ze Střední Ameriky. Po zavedení této primitivní formy do kultury se kukuřice prokřížila ve Střední Americe s příbuznou rostlinou *Tripacum dactyloides*. Z tohoto křížení vznikla teosinta – planě rostoucí tráva, která se mnohokrát spontánně křížila s primitivní formou kukuřice, pěstovanou původním indiánským obyvatelstvem Střední Ameriky. Z mutantů se vlivem prostředí a výběrem pěstitelů dostáváme k současné podobě kukuřice (ANONYM 1 2012).

Kukuřice, jak ji známe nyní, ve volné přírodě neexistovala, protože pro pevné uložení zrna v palici a jejich krytí obalovými listeny se nemůže sama rozmnožovat (ŠPALDON a kol. 1982).

Naše národy údajně seznámili s kukuřicí Romové, kteří ji na jižní Slovensko a Moravu přinesli patrně z Turecka a Rumunska. V České republice má její pěstování poměrně hojné zastoupení (KŮST 2010).

2.1.2 Biologická charakteristika kukuřice

Botanické rozdělení (*Zea mays* L.)

V botanickém systému je kukuřice (*Zea mays* L.) zařazena jako jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašnickovými (samičimi) a pestíkovými (samičimi) květy, uspořádanými do oddělených květenství (laty a palice). Kukuřice je cizosprašná. Patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lunicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*) (ZIMOLKA a kol. 2008).

Z praktického hlediska rozdělujeme kukuřice podle tvaru zrna a jejího složení na tyto poddruhy:

Kukuřice obecná, tvrdá (*Zea mays* convar. *indurata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *vulgaris* Körn., Grebenšč) – je velmi polyformní a patří k nejstarším. Zrno má tvrdé, okrouhlé, lesklé. Zahrnuje odrůdy ranější s rychlejším růstem a vývojem v počátečních stádiích. Je vyhledávána i pro širší využití (např. dokrmování vodní drůbeže).

Kukuřice koňský zub (*Zea mays* convar. *identata* Stur., syn. *Zea mays* convar. *dentiformis* Körn., Grebenšč.) – zrno se vyznačuje nižší tvrdostí oproti kukuřici obecné. Při dozrávání na vrcholu zrna vytváří jamku – podobnou tvaru zubu. Hybridy jsou zpravidla pozdnější než kukuřice obecná, méně odnožují, jsou však výnosnější.

Kukuřice polozubovitá (*Zea mays* convar. *aorista* Grebenšč., syn. *Zea mays* convar. *semiidentata* Kulesch) – vznikla křížením koňského zubu a kukuřice obecné a představuje přechodnou formu mezi těmito dvěma varietami. Jamka na vrcholu zrna není tak zřetelná jako u koňského zubu.

Všechny tři uvedené poddruhy kukuřice se pěstují na zrno, dělenou sklizeň (DSK dělený sběr kukuřice) a na siláž. V současné době v Seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize převažují hybridy typu koňského zubu.

Kukuřice pukancová – zrno je drobné sklovité s vysokým obsahem bílkovin a výživnou hodnotou. Vyrábějí se z ní pukance, vločky a krupky. Podle typu zrna se dělí na rýžovou a perlovou.

Kukuřice cukrová – používá se na vaření a konzervování jako zelenina.

Kukuřice škrobnatá – považuje se za nejstarší poddruh, má malý obsah bílkovin a vysoký obsah škrobu. Je typickou škrobárenskou kukuřicí.

Kukuřice vosková – je vhodná pro technické účely. Optickými vlastnostmi se podobá vosku a vzhledem kukuřici obyčejné.

Kukuřice plevnatá - využívá se k botanickým a genetickým studiím (PETR, HÚSKA a kol. 1997).

2.1.3 Morfologická charakteristika kukuřice

Kukuřice je jednoletá rostlina, která má společné znaky s jinými lipnicovitými rostlinami, ale zároveň se některými morfologickými znaky od nich liší. Od lipnicovitých rostlin se kukuřice liší zejména stavbou svého květenství (HRUŠKA a kol. 1962).

Plod

Plodem kukuřice je obilka – zrno, která je složena ze zárodku, endospermu a obalů. Zárodek (embryo) je značně veliký a dosahuje 10-16% celkové váhy obilky. Představuje základ nové rostliny (HRUŠKA a kol. 1962). Endosperm tvoří 80 – 84 % hmotnosti zrna. Jeho jednobuněčná, povrchová vrstva, diferencující se jako aleuronová vrstva, obsahuje aleuronová zrna, drobné bílkovinné útvary. Kromě bílkovin se v nich nacházejí i oleje (BELEJ 1982).

Klíčení obilky

Ke klíčení obilky kukuřice dochází v důsledku komplexního projevu biochemických, fyziologických a morfologických pochodů (ZIMOLKA a kol. 2008). Zrno začíná klíčit za vhodných tepelných a vlhkostních podmínek vzduchu i půdy. V laboratorních podmínkách bývá doba klíčení zrna kukuřice 5 – 6 dní, kdežto v polních podmínkách 7 – 10 dní. Kulovitý semeník kukuřice se po oplození změnil na plod a z oplodněného vajíčka se vyvine semeno (BELEJ 1982).

Vegetativní orgány kukuřice

Kořeny

Jako jiné lipnicovité rostliny má kukuřice svazčitý kořenový systém (HRUŠKA a kol. 1962).

Kořen kukuřice patří podle svého původu k primární nebo sekundární kořenové soustavě. Primární kořenovou soustavu tvoří kořeny, které se zakládají již v zárodku. Mají význam především v suchých letech. Sekundární soustavu představují kořeny, vznikající v přeslenech okolo bazálních uzlů (přídavné, adventivní). Tvoří ji soubor stonkových kořenů, vznikající ve spodní, meristémové části jednotlivých článků. (ANONYM 2 2012). Kukuřice zakořeňuje do hloubky 300 – 400 mm již v prvních čtyřech týdnech po vzejetí, tj. v době, kdy vytváří dva až tři listy. Kromě funkčních adventivních kořenů může kukuřice vytvářet ze tří až čtyř nadzemních kolének nadzemní vzdušné kořeny, které ji mohou chránit před polehnutím (kořeny opěrné). Jsou-li v kontaktu s kyprou půdou, mohou rostlinu i vyživovat a dokáží zužitkovat srážky (i rosu), zvláště ve druhé polovině léta. Bývají hojnější a silnější u vzrůstajících hybridů a za vlhkého počasí (ZIMOLKA a kol. 2008).

Stéblo

Kukuřice má stéblo vzpřímené a lysé, podobně jako jiné trávy. Stéblo se rozděluje na uzly (nódy), nazývané též kolénka a na články (internodia). Plné stéblo je současně zásobním orgánem. Podzemní, bazální část stébla, má stejně jako nadzemní část, tvar obráceného kužele. Výška stébla se v našich podmínkách pohybuje od 1,10 – 3,00 m o průměru 20 – 70 mm. Výška stébla závisí na růstových podmínkách tj. teplotně, množství srážek před metáním, hustotě porostu, množství živin, zaplevelenosti a dalších činitelích (ANONYM 2 2012).

Listy

Kukuřice má listy protistojné. Listová čepel je široká s nápadným středním žebrem. Povrch je slabě ochlupený. Listovou pochvou přisedá list ke stéblu. Počet listu je odrůdový znak a je rozdílný v závislosti na ranosti hybridů. Nejméně listů mají velmi rané hybridy (8 – 10) nejvíce pozdní hybridy (až 24 i více) (DIVIŠ a kol. 2010).

Generativní orgány kukuřice

Květy a květenství

Stavbou květenství se kukuřice výrazně liší od jiných lipnicovitých druhů. Tvoří květy různopohlavní, jednodomé, sestavené po dvou do klásků. Samčí, prašníkové květy tvoří klásky uspořádané do lavy (panicula), samičí květy pestíkové tvoří palice (spadix). Samčí květenství – lavy – je umístěno na vrcholu rostliny, samičí se nachází ve střední části stébla, vyrůstá z úžlabí (ZIMOLKA a kol. 2008).

2.1.4 Růst a vývoj

Z hlediska praktického využití výsledků sledování růstových a vývojových změn během ontogeneze kukuřice, rozlišujeme dvě základní období: vegetativní (klíčení, vzcházení) a generativní (sloupkování, metání, kvetení tvorba zrna a zrání). Základní období definují růstové fáze pomocí stupnic zaznamenávající momentální stav rostlin v porostu, důležitých pro určení optimálních termínů vhodných k agrotechnickým vstupům do porostů. V současné době převažují stupnice s desetinným kódem – DC a BBCH, které nejlépe splňují požadavky na registraci výpočetní technikou (ZIMOLKA a kol. 2008).

Tab. č. 1 Růstové fáze kukuřice - DC

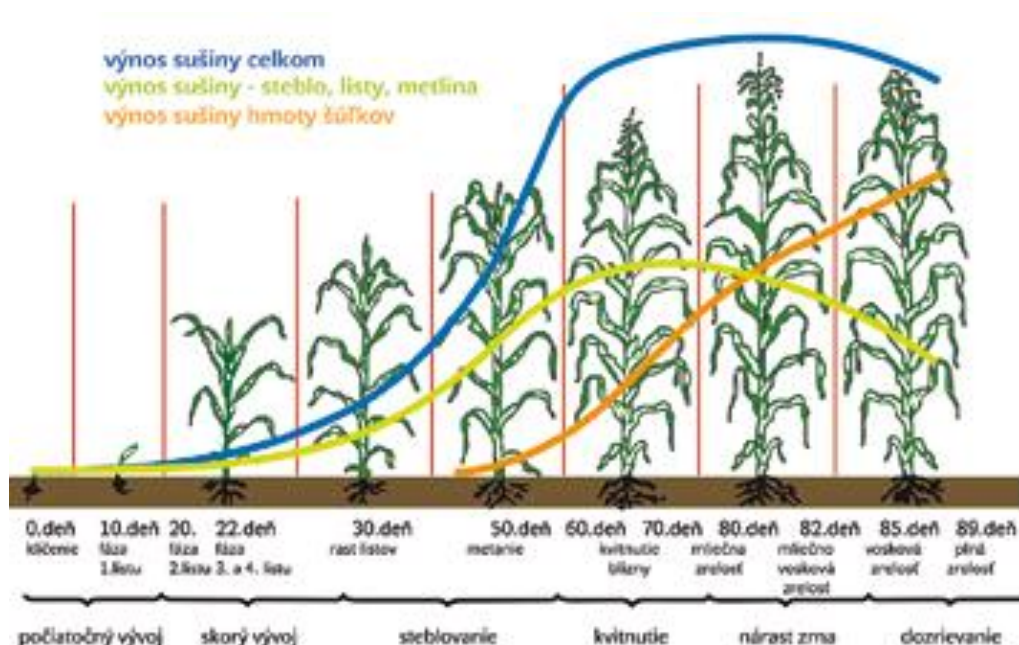
Kód DC	Popis	Kód DC	Popis
0	Klíčení	51	Začátek metání lat
5	Objevení primárního kořínku	53	Objevení se vrcholu laty
7	Objevení koleoptile	55	Lata vysunutá z obalových listenů
9	Délka koleoptile 2,5 cm	59	Konec metání – lata plně vyvinutá
10	Vzcházení	60	Kvetení lat
11	Koleoptile proniká nad povrch půdy	61	Začátek prášení ve střední části laty
15	První zárodečný list vytvořen	65	Plné prášení všech prašníků
19	Druhý list rozvinut	70	Kvetení blizen
20	Růst listů	73	Objevení se špiček blizen
23	Plné rozvinutí 5. listu	75	Nitky blizen venku z klasu
25	Rozvinutí 7. listu	79	Blizny zaschlé
27	12. a další listy rozvinuty	80	Zralost
30	Prodlužovací růst	82	Mléčná zralost
32	Vytvoření 1. kolénka	84	Vosková zralost
35	3. kolénko	85	Fyziologická zralost
36	4. kolénko	87	Sklizňová zralost
50	Metání	89	Konečná fáze – sláma suchá

(ZIMOLKA a kol. 2008)

Jako jediná, u nás pěstovaná kulturní plodina, má kukuřice cyklus fotosyntetické redukce uhlíku C₄. Tento cyklus je energeticky velmi náročný a rostliny jsou při nedostatku světla málo výkonné. Naopak, při vysoké světelné intenzitě i teplotě je energetická náročnost vyvážena výhodami mechanismu C₄, kterými jsou velmi účinná fixace CO₂ a jeho koncentrování v buňkách pochvy cévních svazků tak, že fotorespirace je téměř potlačena. Rostliny C₄ jsou přizpůsobeny suchému a teplému prostředí, ve kterém se rostlina brání ztrátám vody částečným nebo úplným uzavřením průduchů. Rychlost fotosyntézy při teplotě pod 10°C velmi rychle klesá a fyziologické procesy v rostlině jsou řízeny efektivní sumou teplot.

Metabolická odlišnost řadí kukuřici mezi rostliny s vyššími nároky na intenzitu slunečního záření a vyšší teplotu vzduchu, ale i půdy. Současné tyto vlastnosti s dobrými půdními podmínkami vytváří předpoklad pro efektivnější využití přijatelných živin na tvorbu výnosu (PROKOP a kol. 2000).

Kukuřice je rostlinou, která v krátké době vytvoří velké množství hmoty s vysokým obsahem energie. Pro úspěšný vývoj a růst potřebuje kukuřice harmonické působení jednotlivých vegetačních faktorů, mezi které řadíme světlo, půdu, teplo a vodu. (DOLEŽAL a kol. 2006).



Obr. č. 1 Vegetační vývoj rostliny kukuřice (MITRÍK 2010)

2.1.5 Pěstování kukuřice

Pěstování kukuřice na siláž doznalo v posledních letech značný rozmach a kukuřice se rozšířila i do vyšších nadmořských výšek bramborářského výrobního typu a lepších částí horského výrobního typu (DIVIŠ a kol. 1992).

Pěstování kukuřice je vázáno na místní přírodní a ekonomické podmínky. Kukuřice velmi citlivě reaguje na vnější činitele kvalitou i kvantitou sklizně a svým významným a mnohostranným užitkem ovlivňuje celou organizaci zemědělského závodu. Žádná jiná plodina se nepěstuje na tolika různých půdách a v tolika rozličných klimatech (HRUŠKA a kol. 1962).

Požadavky na pěstování silážní kukuřice jako krmivo pro skot se v současné době příliš neodlišují od požadavků na pěstování kukuřice pro zpracování v zařízení pro výrobu bioplynu. Má jednoduchý technologický postup pěstování, sklizně a skladování (KWS 2013). Základním cílem musí být dosažení vysokých výnosů biomasy s potřebnou silážní zralostí (KWS 2005).

Pěstování kukuřice je v naší republice velmi rozšířené a to téměř ve všech oblastech. Při pěstování kukuřice, jako širokořádkové plodiny, je potřeba věnovat zvýšenou pozornost z pohledu ochrany půdy a vodní eroze.

V říjnu 2006 byla Evropskou komisí přijata Tematická strategie ochrany půdy, jako základní materiál pro tvorbu společné evropské legislativy v ochraně půdy.

Nařízení vlády č. 479/2009 Sb. – o stanovení důsledků porušení poskytování některých podpor, popisuje mimo jiné i tzv. standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC). Standardy GAEC zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí. Hospodaření v souladu se standardy GAEC je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých plateb, některých podpor z osy II Programu rozvoje venkova. Od 1. 1. 2010 se v České republice uplatňuje 10 standardů GAEC. Od 1. 1. 2012 se uplatňuje další GAEC č. 11.

V rámci standardu GAEC 2 žadatel na ploše půdního bloku, popřípadě jeho dílu, označené v evidenci půdy (LPIS) jako půda:

- a) silně erozně ohrožená, zajistí, že se nebudou pěstovat širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice. Porosty obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií, zejména setí do mulče, nebo bezorebné setí. V případě obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin.
- b) mírně erozně ohrožená, zajistí, že širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Standardu GAEC č. 2 vyhovují půdoochranné technologie: bezorebné setí, setí do mulče, setí do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny, důlkování (MZE 2011).

Volba hybridu

Výběr správného hybridu kukuřice patří mezi jedno z nejdůležitějších pěstitelských opatření. Při rozhodování je nutné zohlednit především účel pěstování, výrobní oblast, teplotní a půdní podmínky stanoviště, agrotechniku, vybavení zemědělského podniku příslušnou technikou apod.

Pro silážní účely volíme hybridy s vysokým výnosem silážní hmoty, vysokým podílem palic na celkové hmotnosti rostliny (více než 50%), maximálním výnosem energie z jednotky plochy a maximální koncentrací energie v 1 kg sušiny a vysokou stravitelností zbytku rostliny. Důležitý je dobrý zdravotní stav porostu v době sklizně (absence toxinů) (FUKSA, KALISTA 2006).

V současné době, kdy je dostatečná nabídka kvalitních hybridů kukuřice, jde především o jejich vhodnou volbu podle čísla FAO. Výběr vhodného hybridu podle ranosti je stále základní podmínkou úspěšného pěstování silážní kukuřice (DIVIŠ 1996).

FAO – číslo ranosti (délka vegetační doby) je orientační ukazatel, který charakterizuje hybrid a délku jeho vegetace s tím, že 10 čísel FAO činí rozdíl v délce vegetační doby 1–2 dny, nebo 1–1,5% obsahu sušiny zrna. Podle ranosti jsou obvykle pro bramborářskou výrobní oblast doporučovány nejranější hybridy skupiny FAO 160–250, pro řepařskou hybridy skupiny FAO 250–300 a pro teplejší řepařskou oblast i hybridy pozdnější. V kukuřičné oblasti lze pěstovat hybridy skupiny FAO 300–400. Ranější hybridy nebývají tolik postihovány letními přísuškami a snáze dosahují požadovaného stupně zralosti. Jsou však méně výnosné než pozdnější. Na větších plochách je vhodné používat alespoň tři různě rané hybridy, u menších pěstitelů postačí kombinace dvou hybridů s různou raností. (FUKSA, KALISTA 2006).

Vhodné hybridy můžeme volit i mezi typy stay green. Jde o genotypy, u nichž zrno dozrává na zelené, ještě vegetující rostlině. Jsou vhodné zvláště do kukuřičné a řepařské výrobní oblasti, kde uplatní svou významnější přednost – prodloužení asimilace. Tyto hybridy jsou odolnější proti lámavosti a houbovým chorobám stébel a lépe odolávají nepříznivým povětrnostním podmínkám konce vegetace (přísuška, nárazové větry, prudké deště). Vykazují i vyšší obsah a kvalitu škrobu. Nejsou vhodné do chladnějších poloh pro pěstování na siláž, kde vykazují nižší podíl celkové suché hmoty, a tím i vyšší množství silážních šťáv (DIVIŠ 1996).

U výběru hybridu kukuřice pro optimální výrobu bioplynu je možno zvolit hybridy, které mají o něco vyšší číslo FAO oproti hybridům obvykle používaným na výrobu siláže pro skot (KWS 2005).

Výběr hybridů pro bioplynové stanice nespočívá pouze ve vysokých výnosech hmoty, ale také v nárůstu celulózy na úkor škrobu. Tyto hybridy ukládají škrob pomaleji a později, jejich prvořadým úkolem je tvorba zelené hmoty, celulózy. Celulóza je u kukuřice hlavním zdrojem tvorby metanu. (KAČICOVÁ 2010).

Pro výběr vhodného hybridu na konkrétní lokalitu a určení správného termínu sklizně je nutné zohlednit délku vegetačního období, které je charakterizováno teplotou. Pro tyto účely se využívá ukazatel sumy denních efektivních teplot (SET), což je vyjádření celkové sumy teplot využitelné pro vývoj rostliny. Každý hybrid potřebuje ode dne výsevu ke dni zralosti určitou hodnotu SET. Podle nároku na SET jsou jednotlivé hybridy rozděleny do několika skupin. Silážní hybridy mají požadavky na SET v rozmezí 1350°C (nejranější) až 1600°C (pozdní). Přesněji hodnota SET 1400°C je potřebná pro silážní zralost hybridů s FAO 200–230 a při 1600°C dosahují silážní zralosti hybridy s FAO 300–350 (JEŽKOVÁ 2012).

Zařazení v osevním postupu

Kukuřice je obilnina, která má svými požadavky na agrotechniku a hnojení charakter okopanin. Dobře snáší především hnojení organickými hnojivy. Nejvhodnějšími předplodinami pro kukuřici jsou plodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Luxusními předplodinami jsou jeteloviny, luskoviny a okopaniny hnojené chlévským hnojem. Při současné struktuře plodin však přichází v úvahu zařazování kukuřice po jetelovinách, luskovinách a okopaninách spíše ve výjimečných případech. Proto je kukuřice nejčastěji zařazována mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina. Plní tak i funkci přerušovače obilných sledů.

Úspěšné je možné kukuřici pěstovat také několik let po sobě, ale zvyšují se nároky na agrotechniku a hnojení. Při současných tržně orientovaných osevních sledech s vysokým podílem obilnin a olejnin se opakované pěstování kukuřice po kukuřici často uplatňuje. Běžně se můžeme setkat s dvou až tříletým monokulturním pěstováním.

Vhodnými následnými plodinami po kukuřici pěstované na siláž jsou jak ozimé obilniny, tak i jařiny (ZIMOLKA a kol. 2008).

Stanoviště

Kukuřice neklade v našich podmínkách zvláštní nároky na půdu. Jako teplomilná kulturní plodina vyžaduje stanoviště spíše teplejší a velmi pozitivně reaguje na rychlé jarní oteplení. V České republice je pěstována ve všech výrobních oblastech a téměř na všech půdních druzích a typech.

Ve vyšších, chladnějších a severnějších oblastech jsou vhodné především lehké, rychle zahřevné půdy s rozdělenými srážkami během vegetace.

V teplejších oblastech jsou nejvhodnější půdy bohaté na humus s dostatečnou zásobou živin a vláhy (KWS 2005).

Zpracování půdy ke kukuřici

Zpracování půdy je základním článkem v systému pěstování kukuřice. Od toho, jakým způsobem s půdou pracujeme, se odvíjí i provedení dalších následných operací, jako je setí a hnojení. Zda bude zpracovávat půdu tradičně, či novými minimalizačními způsoby, se zemědělec rozhoduje podle mnoha faktorů - typu a druhu půdy, náročnosti při zpracování půdy, svažitosti pozemků, humidní či aridní oblasti, dostupnosti mechanizačních prostředků, dostatku pracovních sil apod. (KAČICOVÁ 2005).

Tradiční způsob zpracování půdy je v našich podmínkách dostatečně znám. Hluboká orba na podzim, na jaře urovnání pozemku – používání bran, kombinátorů a kompaktorů a příprava set'ového lůžka.

Výhodou tohoto systému je:

- dobré zapravení organických hnojiv, posklizňových zbytků, fyto-sanitární účinek
- urovnání pozemku, pokud byla předplodina sklizena za mokra (zaorání kolejí),
- provzdušnění půdy – dobrá mineralizace, zasakování zimní vláhy,
- možnost časnějšího vstupu na jaře (oproti podmítce), rychlejší prohřátí půdy,
- využití stávající mechanizace.

Nevýhodou tohoto systému je pracnost, nároky na pracovní sílu a čas, na pohonné hmoty, na lehkých půdách provzdušnění půdy a tedy plýtvání vláhou, na svažitých pozemcích vyšší náchylnost k erozi.

Někteří zemědělci dávají přednost *minimalizačním technologiím*. Základem je opakovaná podmítka na podzim po sklizni předplodiny. Důležité je prohlubování půdy nejméně jednou za 3 roky.

Výhodou minimalizace je:

- provedení úkonu v optimálním termínu (zajišťují výkonné stroje)
- snadnější zpracování půdy (bez velkých hrud)
- menší potřeba pracovní síly
- úspora vláhy v aridních oblastech a na lehkých půdách

Nevýhodou i výhodou tohoto způsobu zpracování půdy je množství posklizňových zbytků, které zůstávají na povrchu, z toho vyplývá nutnost vybavení speciálními secími stroji. Tyto zbytky rostlin účinně snižují náchylnost půdy k erozi, ale jsou živnou půdou pro choroby a škůdce. Nevýhodou mělkého zpracování půdy je také pomalejší mineralizace a opožděný vstup na pozemek na jaře. Tento způsob zpracování půdy klade vysoké nároky na dodržení technologické kázně ze strany agronoma (to co orba schová, podmítka ukáže). Nedodržení systému se projeví nejen nekvalitním založením porostů, ale také výskytem vytrvalých plevelů, pýru a pcháče, větší náchylností k chorobám a škůdcům u následných plodin. Úspora pohonných hmot je mnohdy diskutabilní. Pokud minimalizaci provádíme jako systém, musíme provést na podzim podmítek několik, tu poslední dostatečně hlubokou nejméně 15cm. Na jaře podle druhu půdy a průběhu zimy, můžeme půdu zpracovávat mělce podmítačem (do hloubky seťového lůžka), branami nebo kompaktozem, na lehkých půdách až těsně před setím (úspora vláhy).

V menší míře se využívá *setí kukuřice do nezpracované půdy*, je to vhodný způsob setí do meziplodiny na svažitéch a erozí ohrožených pozemcích. S nástupem pěstování dotovaných meziplodin se tento způsob nabízí jako doplňkové řešení při zakládání porostů kukuřice (KAČICOVÁ 2005).

Výsev kukuřice

Kukuřici je možno vysévat v relativně širokém časovém rozpětí, přitom však termín výsevu musí být zvolen tak, aby se co nejlépe a nejdéle využila vhodná doba vegetačního období. Standardní hranice začátku setí je dána teplotou půdy 8 až 10°C, která je zároveň optimální pro klíčení kukuřice. Tomu odpovídá termín od poloviny dubna do 10., resp. 15. května. Při časném setí je nutné přihlídnout ke kvalitě osiva,

jeho moření a hodnotě chladového testu. Výhodnější je zvolit mělké setí (3 – 4 cm), aby osivo lépe využilo teplo akumulované v povrchové vrstvě ornice.

K výsevu kukuřice se dnes již téměř výhradně využívají přesné secí stroje, většinou pneumatické, které zajistí rovnoměrnou hloubku setí, požadovaný počet vysévaných semen a jejich rovnoměrné rozmístění na ploše (ZIMOLKA a kol. 2008).

Na plochu se vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se v závislosti na hybridu pohybuje od 60 do 110 tisíc jedinců na 1 hektar. Průměrná redukce počtu rostlin od setí do sklizně je 15 – 20%. S tím je potřebné u výsevu počítat. Obvykle se volí vzdálenost řádků 0,70 - 0,75 m. Při pěstování na siláž je možné volit i vzdálenost řádku 0,50 m (DIVIŠ a kol. 2010).

Tab. č. 2 Orientační hodnoty pro určení hustoty porostu při sklizni

Skupina ranosti (číslo FAO)	Počet rostlin na 1 m ²	
	vhodné podmínky	méně vhodné podmínky
Do 220	10 – 11	7 – 9
230 – 250	9 – 10	6 – 8
260 - 290	8 - 9	6 – 7

(ZIMOLKA a kol. 2008)

Hloubka setí se volí v závislosti na půdních podmínkách, kalibraci osiva (HTS) a termínu setí. Na těžkých, vlhkých půdách se seje mělčeji. Při setí v optimálním termínu (při teplotě půdy 8 - 10°C) se určuje hloubka setí vzorcem: hloubka setí = $HTS \times 2 / 100$.

Při ranějším setí hloubka setí odpovídá 1,5násobku HTS. Výsledek je pak asi 3 – 4 cm. Vhodně zvolenou hloubkou výsevu je možné urychlit vzcházení a omezit napadání klíčících semen houbovými patogeny (ZIMOLKA a kol. 2008).

Kvalitu setí významně ovlivňuje pojezdová rychlost secího stroje, optimální je 6-8 km/hod. Nedodržení této rychlosti je v praxi nejčastější chybou, která negativně působí na počet a rozmístění zrn, není dodržena jednotná hloubka výsevu a zhorší se i zahrnování osiva půdou (KAČICOVÁ 2005).

Výživa a hnojení kukuřice

Z pohledu harmonické výživy, a tím i potřeby hnojení, se kukuřice vyznačuje některými zvláštnostmi, které je nutné respektovat pro dosažení potřebného výnosu a kvality sklizně:

- pomalý počáteční růst a příjem živin,
- citlivost na nízké teploty na počátku vegetace, s níž souvisí i omezená příjmová kapacita kořenů pro živiny,
- vysoká spotřeba živin v průběhu intenzivního růstu nadzemních částí rostlin, kdy kukuřice přijme až 75% všech živin,
- vzhledem k delší vegetaci dobře využívá živiny uvolněné mineralizací z organických, lehceji hydrolyzovatelných sloučenin (LOŠÁK 2010).

Vyrovnaná výživa, dokonalé zásobení přijatelnými živinami od raného vývoje po zralost je jedním z pilířů pěstování kukuřice. Kukuřice má schopnost na rozdíl od ostatních kulturních plodin efektivněji využívat dusík, fosfor, draslík, hořčík a další živiny z organických hnojiv, které by měly být základem hnojení. Obsah živin v rostlinách je ovlivněn především půdně-klimatickými podmínkami, úrovní hnojení a pěstovaným hybridem. (VALENTA, ŠREIBER 2003).

Ke hnojení kukuřice se běžně používají organická hnojiva, zvláště na půdách s nižší úrodností. Běžné dávky chlévského hnoje na ha jsou do 40 tun. Většinou je lepší podzimní aplikace. Pouze na lehkých půdách lze tolerovat i jarní hnojení. S výjimkou dusíku, stačí dávka okolo 40 t hnoje na ha dobře zásobených půdách zabezpečit potřebu živin pro kukuřici. Kukuřice je jednou z nejvhodnějších plodin pro využití kejdy, kterou lze aplikovat v podzimním i jarním období, případně využít i k přihnojování během vegetace (VANĚK a kol. 2002).

Pro kukuřici je charakteristický velmi pomalý počáteční růst a malý příjem živin. Při výšce porostu 40 – 50 cm lze počítat s odběrem cca 35 kg N, 4 kg P, 40 kg K a 3 kg Mg na ha. Potom však následuje období velmi intenzivního růstu a příjmu živin. Za 35 až 45 dní přijme kukuřice 70 – 75% všech živin.

Dávky dusíku v průmyslových hnojivech by se měly podle výnosu a organického hnojení pohybovat mezi 80 – 200 kg N na ha. Rozhodující část dusíku s většinou aplikuje před setím, ale vysoký příjem rostlinami je až v období intenzivního růstu.

S ohledem na ekonomiku hnojení i k ekologickým aspektům je hnojení dusíkatými hnojivy nutné uskutečnit ve dvou termínech: před setím a během vegetace. Základní hnojení před setím v sušších podmínkách řepařské výrobní oblasti až do dávky 120 kg N na ha a v humidnějších oblastech a lehčích půdách asi do dávky 70 kg N na ha. K základnímu hnojení před setím jsou vhodná hnojiva s amonným a amidickým dusíkem – síran amonný, močovina a DAM. Síran amonný působí příznivě tím, že probíhá pozvolněji nitrifikace dodaného dusíku, uvolňuje do půdního roztoku kationty ze sorpčního komplexu a zvyšuje rozpustnost půdního fosforu, takže zlepší výživu kukuřice v raných fázích růstu. Při hnojení během vegetace dělením dávky dusíku lze docílit zvýšení výnosu a vyššího využití dusíku hnojiv, zvláště na lehčích půdách a oblastech a obdobích s vyššími srážkami (VANĚK a kol. 2002).

Kukuřice má vysoké nároky na fosfor. Dostatek fosforu zaručuje správný vývin rostlin a výnos. Kukuřice má vysoké nároky na fosfor především ve 4. – 10. týdnu vegetace. V této době ještě není vytvořen kořenový systém a možnosti příjmu fosforu zejména ve studených a kyselých půdách jsou velmi omezené. Aplikaci fosforu vyžaduje kukuřice ve vodorozpustné formě. Další kritické stadium je v době kvetení. Hnojení „pod patu“ je startovací dávka pro nejranější fázi růstu kukuřice a nenahrazuje základní hnojení půdy fosforem „na široko“. Má pozitivní účinek zejména na půdách s nízkou nebo vyhovující zásobou fosforu. NP hnojivo s dobře přijatelným, vodorozpustným fosforem – amofos, s poměrem N:P – 1:4 (12% N, 52% P₂O₅) se aplikuje přibližně 5 cm vedle a 5 cm pod úroveň osiva. Plně postačuje startovací dávka 70 kg amofosu na 1 ha.

Draslík je nepostradatelný při tvorbě cukrů v rostlině, jejich přeměně a přemísťování do zásobních orgánů. Draslík přímo ovlivňuje hospodaření rostliny s vodou a tím zvyšuje odolnost kukuřice vůči vláhovému deficitu. Vhodnými hnojivy jsou draselné soli. Při vyšších dávkách je velmi užitečná podzimní aplikace se zapravením do půdy při základním zpracování půdy. Na jaře je možno draslík aplikovat ve formě NPK (KWS 2005).

2.1.6 Regulace škodlivých činitelů v kukuřici

Regulace plevelů

Kukuřice patří k plodinám se střední až nižší konkurenční schopností. Výnosové ztráty způsobené zaplevelením se proto při absenci regulace plevelů pohybují mezi 30 – 50%, při extrémním zaplevelení se však může výnos snížit až o 90%. Zaplevelení zvyšuje náchylnost kukuřice k poléhání, porosty dozrávají nerovnoměrně a v neposlední řadě bývá problematická sklizeň.

Plevelné spektrum kukuřice bývá poměrně úzké. Dominují obvykle merlíky, laskavce, rdesna a ježatka kuří noha. Lokálně mohou způsobovat problémy také další pozdní jarní plevele, především béry, bažanka roční, durman obecný, mračňák Theophrastův, či plevelná prosa, které mohou vzcházet z poměrně velké hloubky, čímž se stávají odolnější vůči preemergentní herbicidům. Časté je také zaplevelení vytrvalými plevele, zejména pýrem plazivým, pcháčem rolním a v posledních letech intenzivně se šířícím svlačcem rolním. Pýr plazivý výrazným způsobem potlačuje kukuřici již při střední intenzitě zaplevelení, vhodné je proto řešit jeho regulaci již v meziporostním období. K typickým plevelům kukuřice patří opletka obecná, což je způsobeno její vysokou odolností k celé řadě herbicidů běžně používaných v kukuřici, ale také v obilninách (JURSÍK 2010).

Uvedené plevelné spektrum je však charakteristické především pro typické kukuřičné oblasti. V méně vhodných polohách pro pěstování kukuřice (vyšší polohy), nebo na lokalitách s extrémním zastoupením obilnin a řepky v osevním sledu, je nutné počítat také s vyšším výskytem ozimých a časných jarních plevelů, které při vysoké intenzitě zaplevelení a vhodných vláhových podmínkách na počátku vegetace mohou kukuřici také výrazně konkurovat.

Z hlediska konkurenčního působení plevelů je však kritické období poněkud kratší, obvykle od vzejití do čtyř až šesti listů kukuřice, přičemž při výskytu vytrvalých plevelů je toto období delší. Plevelé vzešlé po tomto období již obvykle nezpůsobují výraznější výnosové ztráty, mohou se však reprodukovat a obohatit tak půdní zásobu semen na několik dalších let. Naopak, jestliže je porost kukuřice vystaven intenzivnímu zaplevelení a ošetření proti plevelům je provedeno později, mohou plevele konkurenčně způsobit již v relativně velmi raných růstových fázích kukuřice, což se projevuje drobnějším habitem a horším uspořádáním listů (nižší využití světelného záření).

Mezi hybridy kukuřice existují poměrně velké rozdíly v konkurenční schopnosti, které se projevují především při nižší intenzitě zaplevelení, kterému dokáží konkurenčně silnější hybridy odolávat výrazně lépe. Obecně lze říci, že ranější hybridy a hybridy s vyšším olistěním jsou konkurenčně silnější (JURSÍK 2010).

Škůdci a choroby kukuřice

Důležitým opatřením pro zajištění kvantitativních i kvalitativních parametrů při sklizni kukuřice její ochrana před hmyzími škůdci. Škůdci působí ztráty na porostu, výnosu i kvalitě kukuřice po celou dobu její vegetace. Zároveň jsou jimi působená poškození vstupním místem pro choroby, někteří škůdci jsou i jejich přímými přenašeči. Za významné škůdce jsou považovány larvy kovaříkovitých brouků – drátovci, bzunka ječná, zavíječ kukuřičný a bázlivec kukuřičný (NEDĚLNÍK a kol. 2011).

Mezi nejdůležitější škůdce kukuřice patří zavíječ kukuřičný. Rozšířil se do všech oblastí České republiky, kde se kukuřice pěstuje. Škodlivost zavíječe kukuřičného je přímá a nepřímá. Přímá je dána bezprostředně tím, že housenky vyžírají dřev lodyh a palic. Při silném napadení dochází k lámání lodyh, což vede k přímým sklizňovým ztrátám. Nepřímá škodlivost spočívá v tom, že housenky otevírají bránu houbovým infekcím (KOCOUREK a kol. 2008).

Při ochraně kukuřice před zavíječem kukuřičným je nutné uplatňovat řadu opatření, které vedou k redukci jeho početnosti:

- agrotechnická opatření (zpracování půdy, osevni postup, způsob sklizně)
- chemické ošetření (aplikace dle typu přípravku)
- biologická ochrana
- geneticky modifikované hybridy kukuřice – BT kukuřice (NEDĚLNÍK a kol. 2011).

Nejpodstatnější škody na kukuřici působí některé houbové patogeny přenášené na osivu nebo uvnitř něj. Jejich nejčastějšími zástupci jsou kořenomorka (*Rhizoctonia solani*), černě (*Alternaria* spp.) a *Cladosporium* spp., spála listů (*Helminthosporium turcicum*) a růžová plísnovost (*Fusarium* spp.). Ochrana je založena zejména na dodržování agrohygieny (nakládání s posklizňovými zbytky) a

na moření osiva fungicidními mořidly. Infekční tlak je v současnosti takový, že nelze doporučit použití nemořeného osiva (ZIMOLKA a kol. 2008).

2.1.7 Sklizeň silážní kukuřice

Podle SKLÁDANKY (2006 a) rozhodující pro termín sklizně silážní kukuřice je obsah sušiny. Optimální obsah je 28 - 33%, což odpovídá mléčně voskové zralosti. U stay green hybridů je to při sušině 33 - 36%. V této fázi je podíl palic 45 - 55%. Při sušině 28% by délka řezanky měla být 20 - 25 mm, při sušině 32% 5 - 7 mm. Sklizeň silážní kukuřice by měla být ukončena do příchodu prvních mrazíků (teploty -1°C až -2°C po dobu 3 - 4 hodin).

ZIMOLKA a kol. (2008) uvádí za nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice z krmivářského hlediska na konci těstovité zralosti zrna – sušina rostliny 28 – 34%, kdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině. Z tohoto důvodu je vhodné na přelomených palicích sledovat tzv. mléčnou čáru, která velmi přesně koreluje se stupněm asimilace živin, zejména škrobu, a tím i se stupněm zralosti celé rostliny kukuřice. Pokud mléčná čára dosáhne 2/3 zrna, je vhodné začít se sklizní kukuřice na siláž.

Podle KŮSTA (2007) z kukuřice lze vyrobit velmi kvalitní siláž pouze za předpokladu, že v době sklizně obsahuje vysoké procento sušiny na úrovni 30 až 35% a dále, že jsou dodrženy všechny předepsané postupy při výrobě siláže, jako je délka řezanky, řádné udusání, rychlost sklizně kukuřice a naplnění silážního žlabu či vaku.

Termín sklizně silážní kukuřice má zvláště velký vliv nejen na celkový výnos sušiny a živin, zejména energie, ale také na kvalitu, stravitelnost organické hmoty zbytku rostliny a na koncentraci škrobu v sušině celé rostliny. Jedna z možností, pro stanovení optimálního termínu sklizně silážní kukuřice, je v současné době využití sumy efektivních teplot podle ranosti hybridů a výrobních oblastí (NEDĚLNÍK a kol. 2011).

Tab. č. 3 Teplotní požadavky hybridů

Rozmezí (č. FAO)	Celkový teplotní úhrn (°C)
200 – 230	1350 – 1410
230 – 250	1400 – 1460
250 – 280	1440 – 1500
280 – 300	1470 – 1530
300 – 350	1500 – 1600

(NEDĚLNÍK a kol. 2011)

Důležitou podmínkou při sklizni kukuřice na siláž je zamezení jejího znečišťování zeminou, nečistotami, pohonnými hmotami, mazacími oleji apod. Zejména při sběru za nepříznivého počasí se zvyšuje riziko znečišťování rostliny zeminou (ŠKULTÉTY a kol. 1985).

Pro optimální dobu sklizně silážní kukuřice se doporučuje, aby byl zabezpečen:

- maximální podíl fyziologicky vyzrálých a zdravých zrn bez napadení fusariemi
- požadavek jisté prodlevy (pozwolného dozrávání) k dosažení optimálního obsahu sušiny (10 FAO = 1% sušiny)
- dostatečné množství a vysoká kvalita uloženého škrobu (větší než 30% v 1 kg sušiny) a vysoká stravitelnost zbytku rostliny
- vysoký – 50% podíl (minimálně 45%) a fyziologický stupeň zralosti palic v sušině celé rostliny
- přijatelné množství a kvalita vlákniny v závislosti na použité technologii sklizně (NEDĚLNÍK a kol. 2011).

Optimální sušina celých rostlin kukuřice určených pro produkci kukuřičných siláží je většinou v přímém vztahu k době sklizně charakterizované vegetační zralosti zrna (LOUČKA, JAMBOR 2012).

Podle NEDĚLNÍKA a kol. (2011) samotný obsah sušiny pro sklizeň a silážování kukuřice má pouze informativní význam, důležitý je fyziologický stupeň zralosti zrna, tj. ukončení asimilace škrobu v zrnech (konec mléčné zralosti až výskyt černé skvrny). Existují velké rozdíly v obsahu sušiny podle typu hybridů a zdravotního stavu. Pro sklizeň tradičních hybridů se doporučuje optimální obsah sušiny celé rostliny při sklizni v rozmezí 28 – 34% (mléčně - vosková zralost, resp. těstovitá zralost zrna). Sušina zbytku rostliny by neměla být větší než 24%. Hodnoty s obsahem sušiny zbytku rostliny nad 25% jsou již technologicky špatné, neboť

sušina celkové rostliny se již pohybuje v rozmezí nad 38 - 45% a silážovaná hmota se vyznačuje nízkou stravitelností organické hmoty zbytku rostliny.

Hybridy s rychlým dozráváním zbytku rostliny jsou limitovány tím, že zbytek rostlin má tendenci rychle zasychat a odumírat. Platí zásada, že čím je vyšší sušina, tím kratší musí být délka řezanky (méně než 10mm) a je nutné zajistit důkladné narušení zrna i stébla (*corn craker*).

Jinak je tomu u kukuřičných hybridů stay green, hybridů s rovnoměrným (pomalejším) dozráváním zbytku rostliny. Rovnoměrné dozrávání zbytku rostliny udržuje ve fyziologicky zdravém a zeleném stavu fotosynteticky aktivní pletiva a obsah sušiny zbytku rostliny je vždy nižší (v rozmezí 21 – 24%). Sušina zbytku rostliny 24% odpovídá celkové sušině rostliny 35%. Hybridy stay green se silážují v porovnání s tradičními hybridy při relativně vyšším obsahu celkové sušiny, optimálně se pohybuje mezi 33 – 35%. Pokud má být využit výnosový potenciál, je vhodné se sklizní vyčkat až do ukončení ukládání škrobu v zrnech, které probíhá rovněž pozvolně. Pokud se hybridy stay green sklízí velmi časně, není plně využit genetický výnosový potenciál, neboť škrob je ukládán pozvolna a dlouhodoběji a menší uložení škrobu v zrnech snižuje koncentraci energie v siláži. Při optimálním termínu sklizně stay green hybridů má zrno sušinu mezi 55 – 60%, je ve fyziologické zralosti a sušina celé rostliny se pohybuje v rozmezí 32 – 35%. Při této sušině je nutné zkrátit délku řezanky pod 15mm, jinak se zhorší dusání a silážovatelnost.

Nezbytnou podmínkou je také narušení zrna, jinak se snižuje stravitelnost a zvýšené vylučování nestrávených zrn. Lze tedy konstatovat, že stay green mají při stejné nebo srovnatelné sušině zbytku rostliny zpravidla vyšší celkovou sušinu, než siláže z tradičních hybridů (NEDĚLNÍK a kol. 2011).

Sklizeň kukuřičné siláže pro využití v zařízení na výrobu bioplynu se musí provádět se stejnou pečlivostí, jako u siláže určené pro krmné účely. Otázka volby termínu sklizně je z důvodu lepšího silážování hmoty a optimální produkce metanu velmi důležitá. Z pokusů prováděných v Německu je zřejmé, že se zvyšující se zralostí celých rostlin nad 35% obsahu sušiny výrazně klesá specifická schopnost tvorby metanu. Příznivý model živin silážovatelných rostlin kukuřice je pro tvorbu metanu v rozsahu 31 až 34% sušiny. (ZIMOLKA a kol. 2008).

KAČICOVÁ (2010) uvádí za nejdůležitější ukazatel termínu sklizně kukuřice pro produkci bioplynu sušinu rostliny. Dříve, v počátcích výroby bioplynu z kukuřice, se doporučovala sušina substrátu v rozpětí 28 – 30%. Důvodem byla

sklizeň celé rostliny s minimálním obsahem ligninu a vysokým podílem metanu v bioplynu. Nyní, po praktických zkušenostech s provozem BPS, se ukazuje jako optimální stav vyšší sklizňová sušina, v hodnotách 30 – 33%. Bioplyn vzniká z organických látek, jejichž základním stavebním kamenem je uhlík. Jejich obsah je dán množstvím sušiny v substrátu. Proto více sušiny znamená více bioplynu. S narůstající sušinou ovšem rostlina stárne a stárnutí rostliny znamená přeměnu celulózy v nežádoucí lignin. Siláž z porostů o vysoké sušině nad 35% nebo z viditelně proschlých porostů kukuřice není schopna dát požadované množství bioplynu a metanu.

Vhodným pomocníkem pěstitele pro stanovení termínu optimální sklizně kukuřice na siláž je suma efektivních teplot. Její průběžné sledování upozorní pěstitele na stupeň naplnění teplotních požadavků pěstovaného hybridu (KAČICOVÁ 2010).

2.2 Čirok - *Sorghum Adams*

2.2.1 Historie pěstování čiroku, využití a produkce

Čirok je starou a dlouhodobě využívanou plodinou, jejíž pěstování bylo prokázáno již ve starém Egyptě. O původu čiroku, jako prastaré kulturní rostliny, existuje více názorů. Podle N. I. Vavilova (1926) pochází ze tří genových center, východoasijského, indického a afrického. Do Evropy se čirok dostal z Indie a to nejdříve do Itálie, za doby Plinia Staršího – autora nejvýznamnější přírodovědné encyklopedie starého Říma (*Historia naturalis*), ale potom se na čirok zapomnělo (VALÍČEK a kol. 2002).

V České republice byl čirok poprvé pěstován v říjnu roku 1927 na dvou lokalitách v Praze (ANONYM 3 2013). Již v roce 1958 profesor Špaldon uvádí, že celková plocha zasetého čiroku v tehdejší Československu je malá, bohužel potřeba této plodiny se z velké části musí krýt dovozem (HERMUTH 2010).

V našich podmínkách se čirok v poslední době uplatňuje jako určitá alternativa kukuřice při výrobě siláže, ať už ke krmení hospodářských zvířat nebo při výrobě bioplynu (KUTHAN 2012).

Podle HERMUTHA (2010) čirok, podobně jako kukuřice, poskytuje vysoké výnosy nadzemní biomasy, vhodné pro silážování a následnou produkci bioplynu.

Čiroky svou podstatou nejsou vhodné pro přímé spalování. Obsah vody je během vegetace i po zimě, kdy mráz většinu jiných plodin vysuší, velmi vysoký. Z těchto důvodů je čirok daleko vhodnější pro výrobu bioplynu.

Plochy pěstovaného čiroku v České republice, především na produkci zelené biomasy, činí odhadem několik set hektarů (HERMUTH 2010). Osivo se neprodukuje ani u nás, ani na Slovensku. Je možné jej dovézt ze zahraničí přes firmy zabývající se obchodem s osivy (KÁRA a kol. 2005).

2.2.2 Botanická charakteristika čiroku

V roce 1753 Linné poprvé popsal čirok pod názvem *Holcus*. V roce 1794 Moench oddělil rod čiroku z rodu *Holcus* a vytvořil pojmenování *Sorghum bicolor*, používané do současnosti. V roce 1936 Snowden nejpodrobněji roztřídil rod *Sorghum*, popsal 17 druhů divoce příbuzných, 31 pěstovaných a 48 různých typů, dobře definovatelných zřetelnými znaky. V roce 1972 Harlan a de Wet zjednodušili klasifikaci této plodiny (TESHOME et al. 1997).

Rod čirok (*Sorghum*) patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*), podčeleď prosovitých (*Panicoidae*) tribus vousatkovité (*Andropogoneae*) (STRAŠIL 1999). Kulturní čiroky se vyznačují velkou ekologicko-geografickou a odrůdovou proměnlivostí. Jejich roztříděním se zabývala řada botaniků, kteří vytvořili mnohokrát přepracovanou a dodnes upřesňovanou systematiku rodu *Sorghum* (PETR, HÚSKA a kol. 1997).

V současnosti je z praktického hlediska nejvhodnější třídění podle De Wetta a Huckabyho (1967), které uvádí všechny kulturní čiroky v jeden polymorfní druh, *Sorghum bicolor*, s dvěma poddruhy, několika varietami a řadou forem. *Sorghum bicolor* subsp. *Bicolor* zahrnuje kulturní formy spolu s původními plevelnými typy, typickými pouze pro Afriku. V zemědělské praxi se však využívá klasifikace, kterou publikoval Mansfeld (1952). Pěstovaný čirok se dělí na čtyři druhy podle jejich praktického využití:

Čirok obecný zrnový (*Sorghum vulgare* var. *eusorghum*) – druh čiroku pěstovaný na zrno se značným obsahem bílkovin a škrobu. Většinou jde o formy s nižším vzrůstem,

Čirok obecný technický (metlový) (*Sorghum vulgare* var. *technicum*) – druh čiroku pěstovaný pro latu, pro výrobu košťata a kartáče. Zrno je vedlejším produktem,

Čirok obecný cukrový (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*) – druh čiroku, s vysokým obsahem sacharidů v dřeni stébla, pěstovaný jako krmná a silážní plodina, plodina pro potravinářský průmysl k výrobě sirupů,

Čirok súdánský – súdánská tráva – (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*)- tento druh čiroku se pro bujný růst používá jako pícnina, je vhodný pro případné energetické využití (VALÍČEK a kol. 2002).

2.2.3 Morfologická charakteristika

Morfologická stavba všech rostlin čiroku je velmi podobná. Čirok je jednoletá tráva, mohutného vzrůstu, 1-3(-5) m vysoká, připomínající kukuřici (PAVLÍŠ a kol. 2002).

Čirok má silně vyvinutou kořenovou soustavu s množstvím kořenových vlásků, a tím velkou schopnost absorbovat z půdy vodu a živiny. Kromě podzemních kořenů tvoří čirok tzv. adventivní - vzdušné kořeny, které se u většiny odrůd vyvíjejí velmi silně a pronikají do půdy, čímž upevňují rostliny v zemi, takže ani při silných větrech nepoléhají (MOUDRÝ a kol. 2011).

Stéblo čiroku je silné, tvrdé, hladké, kolénky rozdělené na články a dlouhé 1,5 – 5,5 m. Je bohatě olistěné a dorůstají do výšky 3m a více (PODRÁBSKÝ 2008).

Listy jsou poměrně široké a mohou dosáhnout až 10 cm šířky. Délka listů se pohybuje v rozmezí od 40 do 80 cm. Listy mají zvlněný a ostrý okraj. Jsou pokryty slabou voskovou vrstvou, která způsobuje jejich zbarvení do šedozelena (HERMUTH 2010).

Květenství je lata různého tvaru a velikosti. Je charakteristické pro každou hospodářskou skupinu. Lata mohou být vzpřímené, nakloněné nebo ohnuté (MOUDRÝ a kol. 2011). Zrnový čirok mívá často kompaktní lata se zkrácenými hustými větvemi a velkými klásky. Technický čirok má 0,8 m i více dlouhou lata s pružnými větvemi. Čirok cukrový a súdánská tráva mívají různě hustou, často volnou rozkladitou lata (PETR, HÚSKA a kol. 1997). Klásky jsou jednokvěté a seskupují se po 2-3-4 na stopkách druhotných větviček (MOUDRÝ, STRAŠIL 1999).

Kvetení v latě probíhá od shora směrem dolů. Dozrálé zrno v latě drží velmi dobře a nejsou obavy z výdrolu při sklizni (HERMUTH 2010). Čiroky jsou cizosprašné, ale dobře se opylují i vlastním pylem. Tvar zrna je různý, kulatý,

vejčítý, srdcovitý či oválný. Barva bývá bílá, žlutá, citronově žlutá, růžová hnědá nebo fialová (MOUDRÝ a kol. 2011).

2.2.4 Růst čiroku

Čiroky podobně jako kukuřice se vyznačují pomalým počátečním růstem. Po tomto období dochází k rychlému růstu, který je intenzivnější i ve srovnání s kukuřicí, přičemž obě tyto plodiny využívají rychlou C4 fotosyntézu. Daří se jim i v takových podmínkách, kde kukuřice již neposkytuje uspokojivé výnosy (HERMUTH 2010).

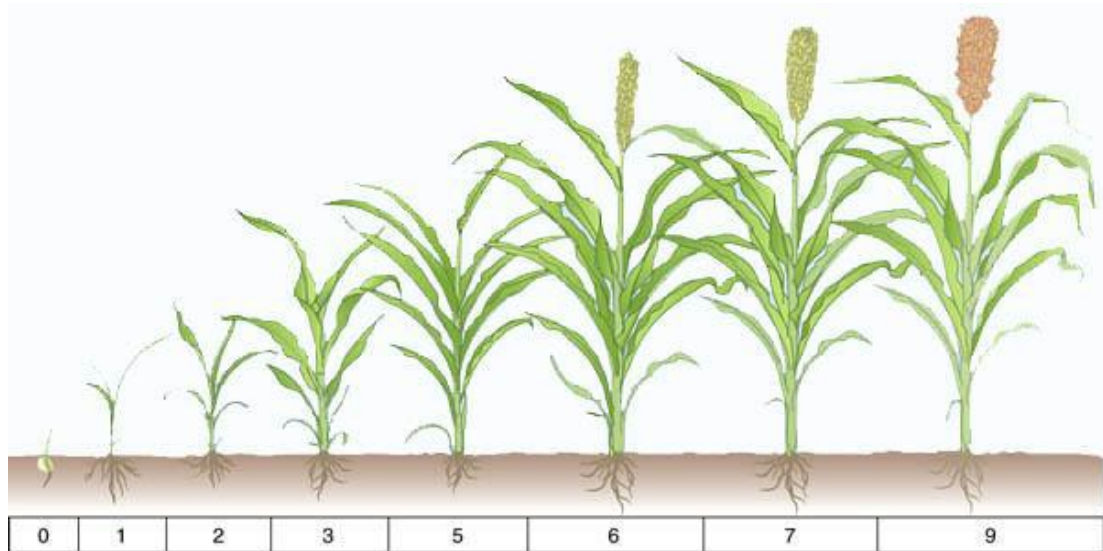
Růstové fáze čiroku se mohou lišit v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách a termínu výsevu (HERMUTH a kol. 2012).

- | | |
|---------------|---|
| Fáze 0 | Obilky klíčí 3 až 10 dní po výsevu v závislosti na teplotě, vlhkosti a hloubce výsevu. |
| Fáze 1 | Fáze prvních tří pravých lístků, objevují se zpravidla 10 až 14 dní po vzcházení, je závislá na teplotě. |
| Fáze 2 | Fáze pěti pravých lístků, asi 3 týdny po vzcházení, fáze rychlého rozvoje a nárůstu kořenové hmoty; v této fázi se zakládá na budoucí výnos, veškerý stres (plevele, škůdci, nedostatek vody) mohou dramaticky snížit výnos. |
| Fáze 3 | V této fázi se vegetativní růst mění na generativní, kdy se začíná zakládat květenství, vysoký příjem živin a vody, nutný obsah živin v půdě, rostliny jsou schopné konkurence vůči plevelům, asi 30 dní po vzcházení v závislosti na teplotě. |
| Fáze 5 | V této fázi jsou vyvinuté a plně rozvinuté všechny listy, čímž je zajištěna maximální listová plocha a zachycení světla. Květenství je znatelné v listové pochvě, rychlá spotřeba živin a vody pokračuje, nedostatek vláhy nebo špatná herbicidní ochrana může v této fázi zamezit vymetání a opylení laty. |
| Fáze 6 | Fáze, kdy polovina rostlin na pozemku kvete. Lata nakvétá odshora dolů, kvetení jedné laty probíhá 4 až 9 dní. V této fázi již rostliny dosahují poloviny sušiny, kterou vytvoří. Tato fáze nastává asi ve 2/3 |

doby nutné od setí do fyziologické zralosti. Nedostatek vláhy může způsobit špatné nalévání zrna.

Fáze 7 V této fázi je zrno v mléčné zralosti, spodní listy odumírají, na rostlině zůstává cca 8 až 12 listů.

Fáze 9 Fáze plné fyziologické zralosti, závislá na odrůdě, hybridu i podmínkách prostředí, sušina v této fázi je cca 25 až 35%.



Obr. č. 2 Růstové fáze čiroku (HERMUTH a kol. 2012)

2.2.5 Pěstování čiroku

Čirok stejně jako kukuřice je plodinou nezabezpečující dostatečnou protierozní ochranu půdy. Od 1. 1. 2013 novelou nařízení vlády č. 479/2009 Sb., o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých podpor a některých souvisejících nařízení, bylo rozšířeno ustanovení standardu GAEC 2 o další širokořádkovou plodinu – **čirok**. Nařízení upravuje podmínky pěstování širokořádkových plodin na erozně ohrožených půdách (ANONYM 4 2013).

Nároky na prostředí – půdně klimatické podmínky

Čiroky patří k teplomilným a suchovzdorným plodinám. Ve srovnání s kukuřicí vyžadují teplejší podmínky a snášejí lépe suchu (SKLÁDANKA 2006 b). Optimální teplota pro růst je 25 – 33°C. Nesnášejí pokles teplot pod 10°C. Nízké teploty zastavují růst, vyvolávají žloutnutí listů a zhoršují opylení květů. Suma vegetačních teplot by

měla činit minimálně 2500°C. Některé druhy čiroků jsou na teploty méně náročné – variety technický čirok a súdánská tráva (MOUDRÝ a kol. 2011).

Na výběr druhu půdy čiroky nejsou nijak náročné. Snášejí i mírně zasolené. Nevhodné pro pěstování jsou pouze půdy studené a trvale zamokřené. Ve srovnání s kukuřicí mají čiroky dvojnásobné množství kořenového vlášení na jednotku hlavních kořenů a takový povrch listů, který snižuje výpar. Čiroky se pěstují na velmi rozmanitých půdách, od písčito-hlinitých až po těžké hlinité půdy. Pro úspěšné pěstování čiroků jsou nejvhodnější půdy středně hlinité, dostatečně hluboké a dobře zásobené živinami (ZIMOLKA, PODRÁBSKÝ, 2012).

Čirok je velmi odolný vůči suchu, značně šetří s vodou. Díky působení těchto vlastností čiroky potřebují asi o třetinu méně vody než kukuřice. Koeficient transpirace u čiroku je přibližně 299 litrů na 1 kg sušiny (kukuřice 300 litrů) (PETŘÍKOVÁ a kol. 2006). V extrémním suchu mají rostliny čiroku navíc schopnost přejít do latentního stavu a obnovit růst v souvislosti s nadcházejícími dešti (ZIMOLKA, PODRÁBSKÝ 2012).

Zařazení v osevním postupu

Čirok je velmi flexibilní plodina. Vyžaduje dobře vyhnojené a odplevelené půdy, aby se zamezilo poškození porostů v době vzcházení a počátečního růstu, kdy růst čiroku je pomalejší než růst plevelů. Do osevního postupu se zařazuje podobně jako kukuřice. Možné je pěstování čiroku po obilninách, zejména po ozimé pšenici a jako hlavní plodina po okopaninách (ROTH 2010). Jako druhou plodinu ho můžeme pěstovat po ozimých směskách na zeleno (SKLÁDANKA 2006 b). Při intenzivnějším hnojení a používání herbicidů může čirok následovat i více let po sobě. Po čiroku pěstovaném pro energetické využití a sklizeném do konce zimy lze pěstovat pouze jařiny. Při používání herbicidů s dlouhou dobou působnosti je třeba brát v úvahu možné reziduální zbytky. Čirok je sám o sobě špatnou předplodinou, neboť odčerpává mnoho vláhy a živin (KÁRA a kol. 2005).

Příprava půdy a výsev

Základní příprava půdy se provádí podle předplodiny. Příprava půdy je obdobná jako u kukuřice. Při pěstování čiroku jako hlavní plodiny se oře na podzim. Organická hnojiva nebo rostlinné zbytky je třeba do půdy zapracovat kvalitně. Je potřeba provést minimálně střední orbu. Časně na jaře, jak to umožní počasí, je

vhodné zpracovat půdu smykem a brázdami. Při předseťovém zpracování půdy lze využít kombinátorů zabezpečující co nejmenší počet operací. Je vhodné zkyprit povrch půdy jen do hloubky setí (KÁRA a kol. 2005).

Podle PETŘÍKOVÉ (2006) širok sejeme koncem dubna nebo začátkem května, když je půda prohřátá alespoň na 12°C. Oproti tomu KOUBOVÁ (2009) tvrdí, že širok není tolerantní proti chladu. Pozdní mrazy na jaře nebo také nízké teploty během fáze klíčení a vzcházení omezují vývoj rostlin v těchto fázích a redukují hustotu porostu. Chladné léto a časně podzimní mrazy (jako např. v r. 2007) zkracují vegetační periodu. Vzhledem k nebezpečí pozdních jarních mrazů by se výsev široku ve vhodných polohách měl uskutečnit až po 15. květnu a v ostatních polohách ne dříve než koncem května.

PETR, HÚSKA a kol. (1997) uvádí pro výsev široku rozhodující nástup potřebných teplot, kdy teplota půdy v hloubce 100 mm dosahuje alespoň 15°C. Předčasně zaseté porosty vzcházejí pomalu a nevyrovnaně a bývají často zaplevelené. Výsev se provádí secími stroji, používají se secí stroje konstruované pro výsev obilnin, nebo speciální secí stroje na přesný výsev kukuřice nebo široku (HERMUTH a kol. 2012). Vegetační doba je stejná jako u kukuřice (SKLÁDANKA 2006 b).

Norma výsevku závisí na skupině široku a systému pěstování. Šířka řádků se pohybuje od 0,25 – 0,90 m. Hustota výsevku by měla činit asi 30 zrn/m². Hloubka setí široků je 3 – 5 cm (MOUDRÝ a kol. 2011).

Tab. č. 4 Setí čiroků podle možného využití v podmínkách ČR

Druh čiroku podle použití	Řádky (cm)	Výsevek (kg)
Čirok zrnový	25-45 (75)	9-13 (zrno, siláž)
Čirok cukrový	30-75	6-10 (siláž)
Súdánská tráva	úzké řádky	20-30 (senáž)
Čirok x súdánská tráva	25-75	15 (přímá sklizeň, siláž)
	Úzké řádky	20-30 (dvě seče - senáž)

(ZIMOLKA, PODRÁBSKÝ 2012)

Výživa a hnojení

Čirok je plodina velmi náročná na příjem živin. Potřeba živin je ovlivněna výší výnosu suché hmoty z jednotky plochy. Hnojení je podobné jako u kukuřice. O potřebě hnojení rozhoduje aktuální obsah živin v půdě.

Tab. č. 5 Hnojení čiroku – doporučené dávky jednotlivých živin

Živina	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Dávka (kg. ha ⁻¹)	140-160	60-80	120-150	30-50	15-30

(HERMUTH a kol. 2012)

Čirok přijímá živiny zpočátku velmi pomalu. Vzhledem k nízkému počátečnímu a dlouhotrvajícímu odběru živin se doporučuje používat hnojiva s pomalým a trvalým uvolňováním živin. Po nárůstu 3 – 4 lístků začíná intenzivně přijímat živiny, což se projevuje silným růstem. Od této růstové fáze až po vymetání je spotřeba dusíku a draslíku největší. Fosfor přijímá čirok zpočátku tj. asi prvé čtyři týdny velmi pomalu a v malém množství. Spotřeba fosforu se stupňuje až do fáze kvetení, kdy je příjem největší. Ve větší míře využívá čirok také vápník, ale až v pozdějším vegetačním období (HERMUTH a kol. 2012).

PETR, HÚSKA a kol. (1997) uvádí, že k dosažení dobrých výnosů je nezbytné hnojení v množství 20 – 50 kg N ve formě síranu amonného, 35 – 65 kg P₂O₅ ve formě superfosfátu a 30 – 45 kg K₂O ve formě draselné soli. U hybridních odrůd je možné dávky dusíku a fosforu až ztrojnásobit.

Protože čirok nepoléhá, můžeme k němu hnojit většími dávkami dusíku. Na začátku růstu potřebuje dusík v lehké přístupné formě. Vyššími dávkami dusíku se

zvyšuje výnos zelené hmoty a obsah bílkovin, to má velký význam při pěstování cukrového čiroku na krmení. Přehnojováním dusíkem se však prodlužuje vegetační období (HERMUTH a kol. 2012).

Draslík podporuje odolnost proti chladu a mrazu. Zvyšuje tvorbu sušiny a podporuje tvorbu cukrů. Se zvyšujícími dávkami draslíku se zvyšuje podíl sacharózy, klesá podíl redukujících cukrů a snižuje se obsah bílkovin a dusíkatých látek celkem. Při dostatku draslíku rostlina dobře hospodaří s vodou.

Výhodné je dodání živin ve formě organického hnojení (chlévkový hnůj, zelené hnojení, komposty) k předplodině. Uvádí se, že dávka organických hnojiv může být 25 – 35 t na hektar. Dynamika odběru živin odpovídá dynamice růstu s maximem v červenci a srpnu (HERMUTH a kol. 2012).

2.2.6 Regulace plevelů

Čirok by se měl pěstovat na málo zaplevelených pozemcích. Tento požadavek není možné v řadě případů splnit. Porost čiroku je značně citlivý na zaplevelení zejména v počátečních stádiích vývoje, kdy ještě dostatečně nekryje povrch půdy. Plevelé jako jsou zejména laskavce, merlíky, lebedy, svlačec, pcháč a další druhy, mají schopnost silně potlačit růst čiroku, a tím nejen snížit výnos hmoty z hektaru, ale výrazně snížit energetickou hodnotu této hmoty. Proto je včasná ochrana proti plevelům jedním z nejdůležitějších zásahů při pěstování čiroku.

Doporučovaný pozdní termín setí čiroku dovozuje odstranit plevelé, vzešlé před setím, mechanicky, případně s použitím herbicidů na bázi glyfosátu. Likvidaci plevelů plečkováním za vegetace je třeba provádět, vzhledem k mělké kořenové soustavě čiroku, mělce. Pro preemergentní a postemergentní aplikaci se převážně využívají herbicidy na bázi S-metolachloru a terbuthylazinu. V České republice se upřednostňuje preemergentní aplikace přípravku Gardoprim Plus Gold 500 SC (KUTHAN 2012).

Choroby a škůdci čiroku

Čirok, na rozdíl od kukuřice, není hostitelskou rostlinou běžných škůdců jakými jsou zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) ani bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*). Proto je vhodnou plodinou v oblastech s vysokou škodlivostí těchto druhů a v podnicích s velkým podílem kukuřice v osevním postupu.

Na čiroku se mohou v některých letech vyskytnout mšice. Jejich přímá škodlivost nebývá v našich podmínkách vysoká, ale mohou být přenašeči virových chorob a z nich zejména virus mozaikové zakrslosti (MDM), který se vyskytuje na plevelných prosovitých travách. Nejvážnější problémy mohou způsobit zejména na vzcházejících porostech drátovci (*Elateridae*), případně některé larvy motýlů, například osenice. Škodám způsobeným těmito škůdci je možné zabránit mořidly s insekticidním účinkem. Vážnějším problémem mohou být v některých polohách půdní nematody, proti kterým ochrana mořením není účinná. Parazitují na kořenech čiroku a při silném výskytu mohou způsobit značné snížení výnosů (KUTHAN 2012).

Vzcházející rostliny čiroku, stejně jako jiné plodiny mohou poškodit houby *Pythium* spp., dále *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizoctonia solani* a *Phoma sorghina*. K silnému výskytu dochází ve vlhké chladné půdě, kdy čirok vzchází pomalu. To je jeden z důvodů, proč se musí čirok v našich podmínkách vysévat pozdě do již dobře prohřáté půdy. Listových chorob čiroku je velmi mnoho. Vyplyývá to ze skutečnosti, že je to velmi stará kulturní plodina, pěstovaná zejména v teplých oblastech Afriky, Asie, Ameriky, a to již více než 5000 let. Ne všechny se však vyskytují v podmínkách střední Evropy. Za nejvážnější chorobu lze považovat antraknózu čiroku. Způsobuje ji houba *Colletotrichum sublineolum*, dříve mylně označována jako *Colletotrichum graminicola*. Fungicidní ochrana proti antraknóze čiroku není známa. Hostitelskými druhy jsou kromě čiroku také kukuřice a prosovité plevely - ježatka, proso, rosička, čirok halepský a jiné druhy trav. Choroba přežívá na rostlinných zbytcích, a proto jejímu šíření můžeme zabránit péčí o hygienu půdy, zejména kvalitní orbou a důslednou likvidací trávovitých plevelů. Jediným způsobem ochrany zatím zůstává genetická odolnost hybridů.

Další houbovou chorobou čiroku, se kterou se v našich podmínkách můžeme setkat, je Helminthosporiová skvrnitost (*Helminthosporium turcicum*). Pro svůj rozvoj vyžaduje vyšší denní i noční teploty a současně vyšší vlhkost vzduchu. Její hospodářská významnost v podmínkách České republiky není zatím vysoká. Jedinou dosud známou ochranou je genetická odolnost odrůd a hybridů čiroku (KUTHAN 2012).

2.2.7 Sklizeň čiroku a posklizňové ošetření

Sklizeň čiroku závisí na účelu pěstování. Používá se běžně dostupná zemědělská mechanizace (STRAŠIL 1999).

Podle KOUBOVÉ (2009) termín sklizně je vhodné zvolit co možná nejpozději. Pokud je příliš chladno, nedochází k nárůstu sušiny. Nebezpečí příliš vysokého obsahu sušiny v našich zeměpisných šířkách v současné době nehrozí. Obsah sušiny při sklizni by měl činit minimálně 25%.

HERMUTH a kol. (2012) uvádí v případě čiroku na siláž, podobně jako kukuřice, se biomasa nechá dozrát na poli na sušinu 28–35%. Sklizeň se provádí v mléčně voskové zralosti. Pak se přímo sklízí a řeže řezačkou nebo při nižším obsahu sušiny se poseká, nechá zavadnout, shrne se, nařeže a odveze. Takových hodnot sušiny (28-35%) fytomasa čiroku, podobně jako kukuřice, dosahuje na podzim. V tomto období se může čirok na siláž sklízet již bez dosoušení.

Dle údajů ze sousedního Německa, výnosy suché hmoty při sklizni na siláž u různých odrůd a hybridů čiroků dosahovaly hodnot 9 - 22 t na 1 ha, přičemž nejvyšších výnosů obvykle dosahoval hybrid čiroku zrnového a súdánské trávy, který se v současné době nachází v ověřovacích zkouškách v ČR. Výhodou kříženců čiroku zrnového a súdánské trávy je obvykle vyšší produkce jakostní zelené hmoty, která v pozdějších růstových fázích nedřevnatí, a proto je vhodnější pro silážování a následnou produkci bioplynu (HERMUTH a kol. 2012).

KÁRA a kol. (2005) uvádí, že za běžných agrotechnických podmínek v teplejších oblastech ČR je možné dosáhnout u podzimní sklizně výnosu 20 tun sušiny z hektaru. V předjarních termínech sklizně je to o polovinu méně tedy 10 tun sušiny z hektaru.

Při silážování čirokové hmoty je žádoucí sklízet silážní čirok v sušině 28 – 35%. Výška naskladnění siláže je závislá na obsahu sušiny ve sklizené hmotě. Při nedodržení doporučené výšky a způsobu naskladnění hrozí zvýšený odtok silážních šťáv nebo naopak při příliš vysoké sušině druhotná fermentace siláže. Prozatím se biomasa nejčastěji silážuje a uskladňuje v silážních žlabech. Fytomasa nařezaná na 2 - 4 cm se navází do žlabů (plat), kde se postupně rozhrnuje a udusává na hutnost 600 - 700 kg.m⁻³ skladovacího prostoru do výšky 2 - 6 m. (HERMUTH a kol. 2012).

2.2.8 Využití čiroku pro výrobu bioplynu

V současné době se v ČR po vzoru Německa a Rakouska pro výrobu bioplynu nejvíce využívá kukuřice. Velmi vhodnou alternativou pro výrobu bioplynu se jeví čirok. Podobně jako kukuřice, čirok poskytuje vysoké výnosy nadzemní biomasy, vhodné pro silážování a následnou produkci bioplynu. Na rozdíl od kukuřice je čirok odolnější suchu, a proto je vhodnější pro pěstování na lehčích půdách a do suchých oblastí (HERMUTH a kol. 2012).

Experimentální testování chemického složení a fermentačních schopností rozsáhlé kolekce genotypů čiroků, prováděných VÚRV Praha, svědčí o vysoké variabilitě jak chemického složení, tak i produkci bioplynu mezi jednotlivými odrůdami a hybridy.

V tabulce č. 6 z pokusů VÚRV je uvedena variabilita obsahu základních složek biomasy čiroků ovlivňující kvalitu silážování a následnou produkci bioplynu ve srovnání s kukuřicí.

Tab. č. 6 Průměrné složení biomasy čiroků, výtěžků bioplynu a hektarových výnosů biomasy a bioplynu ve srovnání s kukuřicí

Parametr	Čirok	Kukuřice
Popel, % suš.	6 - 12	4 - 8
Hrubý protein, % suš.	5 - 9	6 - 9
Cukry celkem, %	8 - 18	8 - 18
Hrubý tuk, % suš.	1 - 3	2 - 4
Hrubá vláknina, % suš.	32 - 44	20 - 28
Neutrálně detergenční vláknina (NDF), % suš.	48 - 62	32 - 44
Hemicelulóza, % suš.	12 - 18	12 - 16
Lignin, % suš.	3 - 6	2 - 5
Ztráty sušiny při silážování, %	2 - 8	2 - 6
Výtěžnost bioplynu, Nm ³ .t ⁻¹ suš.	420 - 620	400 - 710
Koncentrace metanu, %	52 - 55	52 - 55
Výtěžnost metanu, Nm ³ .t ⁻¹ suš.	220 - 340	210 - 390
Výtěžnost metanu, Nm ³ .t ⁻¹ org. suš.	240 - 380	230 - 440
Průměrné výnosy sušiny biomasy, t. ha ⁻¹	9 - 22	8 - 18
Výnos metanu, Nm ³ .ha ⁻¹	2000 - 7500	1700 - 7000

(HERMUTH, JANOVSÁ, STRAŠIL, UŠŤAK, VÚRV Praha 2012)

Z tabulky je vidět, že čiroky obvykle obsahují více popela (cca o 50%), vlákniny (o cca 60%), ligninu (o cca 30%) a méně proteinů (o cca 8%) a tuků (o cca 30%). Toto je důvodem nižších výtěžků metanu a bioplynu z čiroků (především hybridů) ve srovnání s kukuřicí (o cca 6-16%).

Bez ohledu na nižší výtěžnost bioplynu, ve srovnání s kukuřicí, lze z 1 ha čiroku získat stejné množství nebo i více bioplynu, zejména metanu jako hlavní energetické složky, a to díky vyšším průměrným výnosům sušiny biomasy. Pro dosažení vyšších výnosů je nutné pečlivě vybrat vhodné odrůdy a dodržet veškeré požadavky agrotechniky. V podmínkách ČR jsou důležité především rané odrůdy čiroků (HERMUTH a kol. 2012).

3. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit a porovnat produkci biomasy a sušiny kukuřice a čiroku na siláž.

4. METODIKA

4.1 Charakteristika stanoviště

Pokus byl založen na pokusném pozemku ZF JU v Českých Budějovicích. Pozemek se nachází v mírně teplém klimatickém regionu, v zemědělské výrobní oblasti bramborářské, v nadmořské výšce 380 m nad mořem. Půda na daném pozemku je typově hnědá, kyselá, druhově písčito-hlinitá.

Tab. č. 7 Pedochemické podmínky stanoviště

Rok pokusu	pH	P[mg.kg ⁻¹]	K[mg.kg ⁻¹]	Mg[mg.kg ⁻¹]	Ca[mg.kg ⁻¹]
2012	5,54	131	212	100	1956

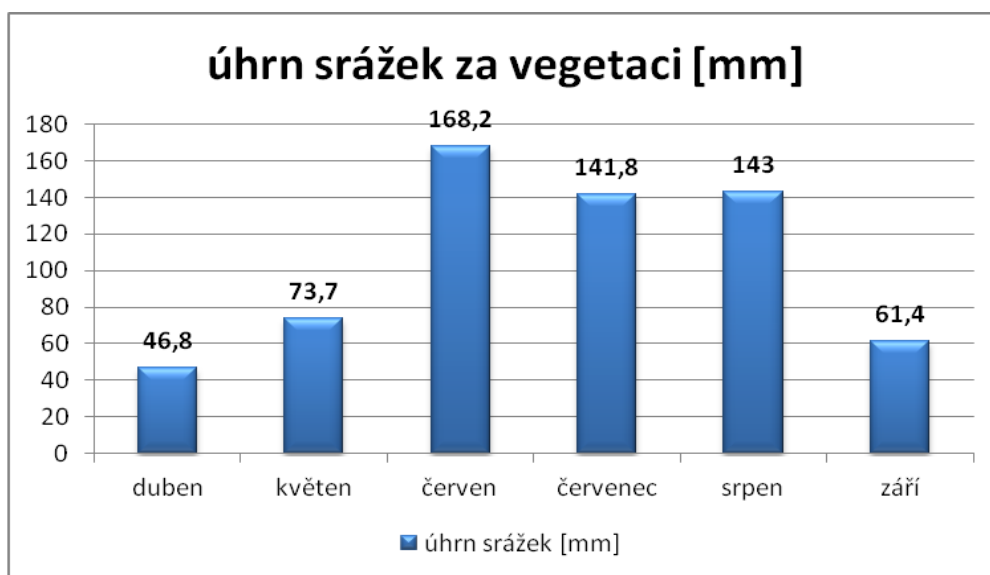
4.2 Meteorologická měření

Meteorologická data stanoviště byla získána v Českých Budějovicích z Českého hydrometeorologického ústavu.

Tab. č. 8 Měsíční úhrny srážek [mm]

Rok pokusu	Úhrn srážek [mm]	
	Za rok	Za vegetaci (IV – IX)
2012	804,8	634,9

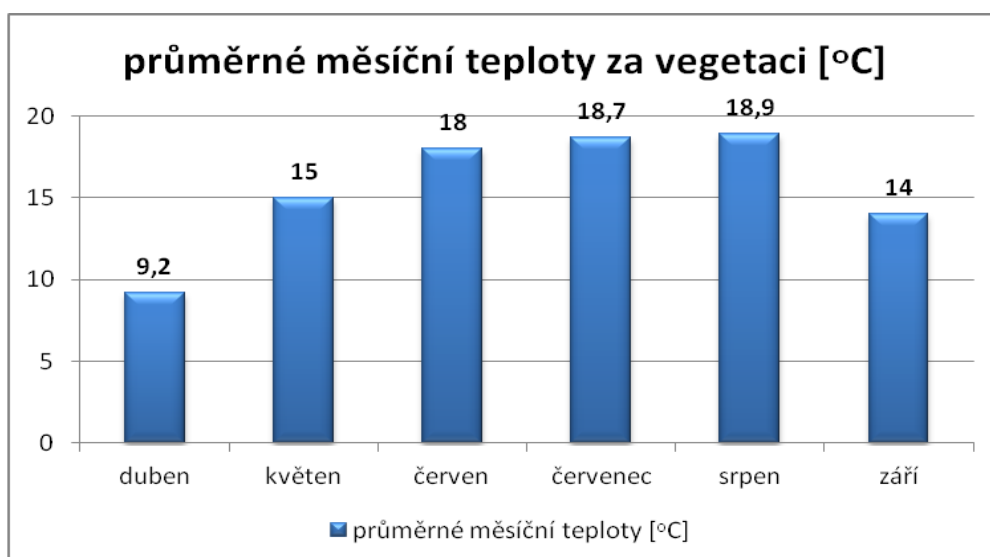
Graf č. 1 Měsíční úhrny srážek za vegetaci [mm]



Tab. č. 9 Měsíční průměrné teploty [°C]

Rok pokusu	Průměrná teplota [°C]	
	Za rok	Za vegetaci (IV – IX)
2012	9,3	15,6

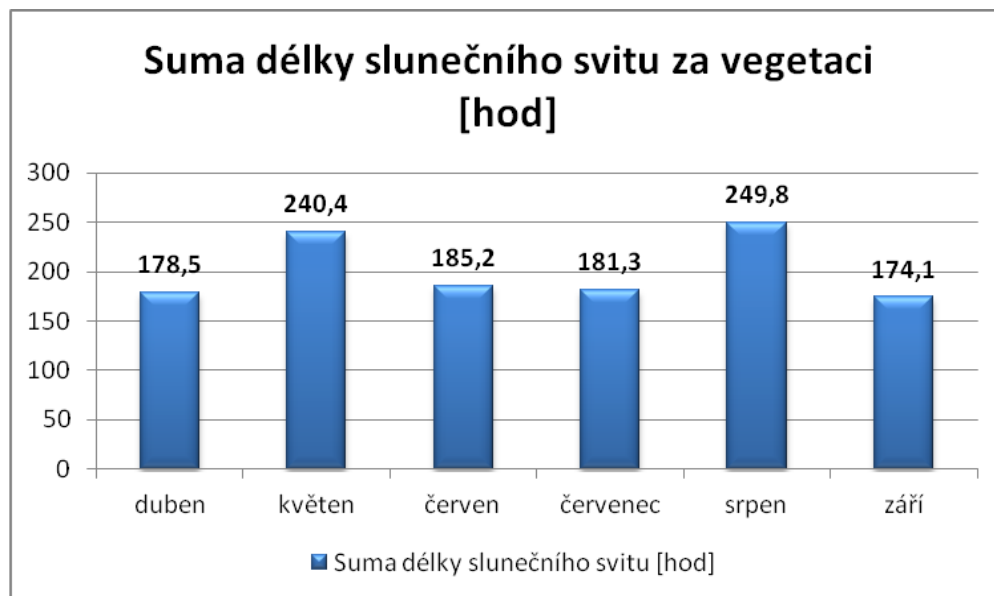
Graf č. 2 Měsíční průměrné teploty za vegetaci [°C]



Tab. č. 10 Suma délky slunečního svitu [hod]

Rok pokusu	Délka slunečního svitu [hod]
	Za vegetaci (IV – IX)
2012	1209,3

Graf č. 3 Suma délky slunečního svitu za vegetaci [hod]



4.3 Popis zvolených hybridů

KUKUŘICE

ATLETICO – zdroj KWS Osiva s. r. o.

Tříliniový, středně raný hybrid určený pro bioplynové stanice

GOMES – zdroj KWS Osiva s. r. o.

Dvouliniový, středně raný hybrid. Hybrid z nové generace šlechtění energetické kukuřice.

Založení porostu kukuřice

Pokus byl založen dne 23. 4. 2012 na pozemku Jihočeské univerzity. Výsev hybridů byl proveden ručně ve čtyřech opakováních. Vzdálenost řádků 0,75 m. Hustota porostu 100 000 rostlin na hektar.

Ošetření porostu během vegetace

Porost byl ošetřen preemergentní aplikací herbicidu Guardian EC (v dávce 3 l/ha) v den výsevu. V průběhu vegetace byl porost udržen nezaplevelený.

Hnojení porostu kukuřice

Pozemek byl hnojen průmyslovými i organickými hnojivy. Na hektar byla aplikována dávka 150 kg dusíku, 35 kg fosforu a 62 kg živin draslíku.

Použitá hnojiva: dusité hnojivo – síran amonný, fosforečné – superfosfát (30% P₂O₅) a draselné – draselná sůl (K₂O).

ČIROK

KWS ZERBERUS – zdroj KWS Osiva s. r.o.

Čirok cukrový, středně raný hybrid, určený pro energetické účely

ARFRIO – zdroj Saatbau Linz Česká republika s. r. o.

Čirok zrnový, středně raný hybrid.

Založení porostu čiroku

Pokus byl založen dne 15. 5. 2012 na pozemku Jihočeské univerzity. Výsev hybridů byl proveden ručně ve čtyřech opakováních. Vzdálenost řádků 0,75 m. Hustota porostu 200 000 rostlin na hektar.

Ošetření porostu během vegetace

Porost byl ošetřen preemergentní aplikací herbicidu Gardoprim Plus Gold 500 SC (v dávce 3 l/ha) v den výsevu.

Hnojení porostu čiroku

Pozemek byl hnojen průmyslovými i organickými hnojivy. Na hektar byla aplikována dávka 150 kg dusíku, 35 kg fosforu a 62 kg živin draslíku.

Použitá hnojiva: dusité hnojivo – síran amonný, fosforečné – superfosfát (30% P₂O₅) a draselné – draselná sůl (K₂O).

4.4 Odběry a sklizeň

Od počátku měsíce září se prováděly odběry v týdenních odstupech pro zjištění obsahu sušiny v biomase. Počet odběrů závisel na dosažení požadovaného obsahu sušiny v biomase. Sklizeň porostu čiroku byla provedena až po dosažení požadované sušiny biomasy čiroku (28 -35%).

U každého hybridu kukuřice a čiroku byla sklizeň provedena z 10m² ve 3 opakováních.

U kukuřice byl stanoven výnos biomasy, výnos a podíl palic, sušina biomasy a palic, výnos sušiny biomasy z 1 ha a změřena délka rostlin.

U čiroku byl stanoven výnos biomasy, sušina biomasy, výnos sušiny biomasy z 1 ha a změřena délka rostlin.

Stanovení sušiny: 10 rostlin (10 palic) bylo rozřezáno na řezanku pod 10 mm a následně navážen vzorek 500 g, který byl vysušen do konstantní hmotnosti.

5. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Pro stanovení termínu sklizně byly zvoleny postupné odběry vzorků zvolených hybridů kukuřice a čiroku pro stanovení obsahu sušiny biomasy.

První odběr 4. 9. 2012

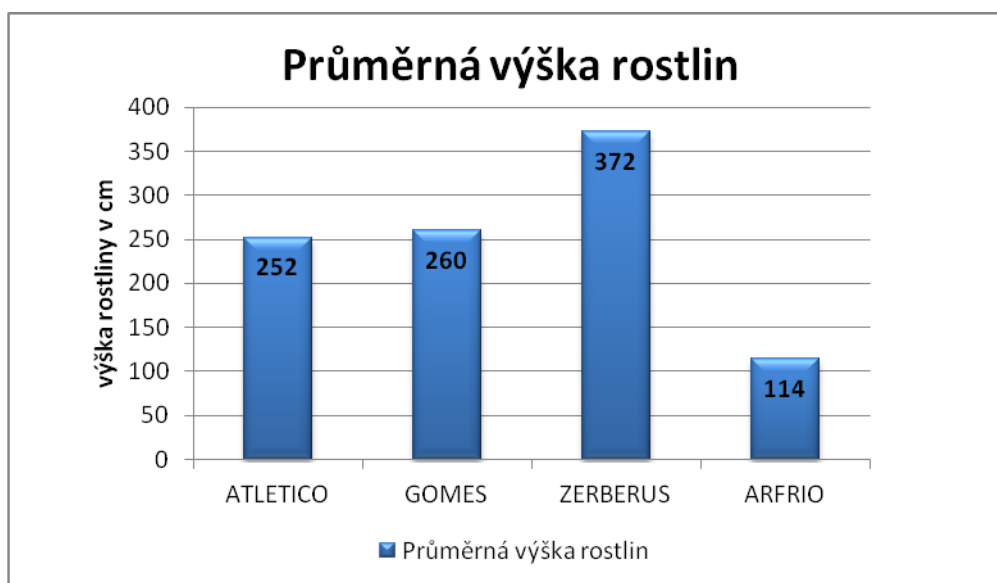
Při prvním odběru 4. 9. 2012 ze tří opakování bylo odebráno 10 rostlin kukuřice a čiroku, u kterých byla měřena jejich výška. Rostliny byly rozřezány a odebrán vzorek na stanovení obsahu sušiny biomasy.

Tab. č. 11 Průměrná výška rostlin [cm] - odběr 4. 9. 2012

Vzorek	ATLETICO	GOMES	ZERBERUS	ARFRIO
Průměr [cm]	252	260	372	114

Při odběru 4. 9. 2012 byly rostliny hybridů čiroku ZERBERUS a ARFRIO odebrány ve fázi metání. Nejvyšší průměrné hodnoty výšky rostlin dosáhl hybrid čiroku ZERBERUS - 372 cm, nejnižší hodnota byla zaznamenána u hybridu čiroku ARFRIO - 114 cm. Průměrná výška hybridů silážní kukuřice ATLETICO a GOMES se pohybovala v rozmezí 252 – 260 cm (tab. č. 11 a graf č. 4).

Graf č. 4 Průměrná výška rostlin [cm] - odběr 4. 9. 2012



Dále byl z deseti rostlin kukuřice a čiroku stanoven obsah sušiny biomasy. V tomto termínu odběru byly dosaženy následující hodnoty obsahu sušiny biomasy:

Tab. č. 12 Obsah sušiny biomasy [%] - odběr 4. 9. 2012

Hybridy	ATLETICO	GOMES	ZERBERUS	ARFRIO
Obsah sušiny [%]	35,2	25,6	26,4	28,0

Obsah sušiny biomasy, při odběru 4. 9. 2012, u hybridu silážní kukuřice GOMES a hybridů čiroku ZERBERUS a ARFRIO nedosahoval doporučených hodnot pro výrobu kvalitní siláže. Nejnižší obsah sušiny byl zjištěn u hybridu GOMES 25,6%, oproti nejvyššímu obsahu sušiny biomasy u hybridu ATLETICO 35,2%. Hybrid silážní kukuřice ATLETICO při odběru 4. 9. 2012 již dosáhl horní hranice optimálního obsahu sušiny biomasy pro výrobu kvalitní siláže (graf č. 5).

Druhý odběr 11. 9. 2012

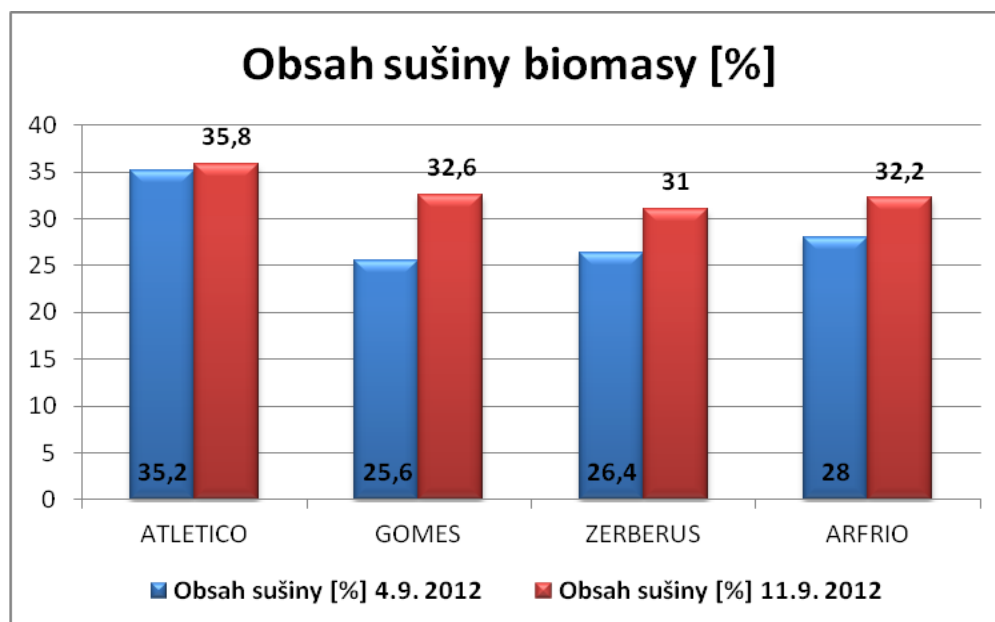
Při druhém odběru vzorků biomasy jednotlivých hybridů silážní kukuřice a čiroku, s odstupem 7 dní po prvním odběru, bylo cílem zhodnotit změnu obsahu sušiny biomasy. V tomto termínu odběru se měření výšky rostlin neprovádělo, neboť rostliny již nenarůstaly.

Tab. č. 13 Obsah sušiny biomasy [%] – odběr 11. 9. 2012

Hybridy	ATLETICO	GOMES	ZERBERUS	ARFRIO
Obsah sušiny [%]	35,8	32,6	31,0	32,2

Při odběru 11. 9. 2012 byl zjištěn požadovaný obsah sušiny biomasy u všech hybridů (tab. č. 13). U hybridu silážní kukuřice ATLETICO byl nárůst sušiny biomasy nejnižší o 0,6%. Nejvyšší nárůst sušiny biomasy byl zaznamenán u hybridu GOMES o 7%. U hybridů čiroků byl nárůst sušiny biomasy téměř shodný. Hybrid ZERBERUS o 4,6% a hybrid ARFRIO o 4,2% (graf č. 5).

Graf č. 5 Porovnání obsahu sušiny biomasy [%] – odběr 4. 9. a 11. 9. 2012



Při odběru 11. 9. 2012 hybrid kukuřice GOMES a hybridy čiroku ZERBERUS a ARFRIO dosahovaly optimálního obsahu sušiny biomasy pro výrobu kvalitní siláže.

Sklizeň 14. 9. 2012

Na základě vyhodnocení obsahu sušiny biomasy při druhém odběru byla 14. 9. 2012 provedena sklizeň zvolených hybridů kukuřice a čiroku. U hybridů kukuřice byl hodnocen i výnos palic a odebrány vzorky pro stanovení obsahu sušiny palic.

Tab. č. 14 Obsah sušiny biomasy [%] - sklizeň 14. 9. 2012

Hybridy	Obsah sušiny [%]
ATLETICO	38,2
GOMES	37,8
ZERBERUS	29,8
ARFRIO	29,6

U hybridů silážní kukuřice bylo zaznamenáno mírné překročení optimální hodnoty obsahu sušiny biomasy. Překročení hranice optimálního obsahu sušiny biomasy bylo u hybridu ATLETICO o 3,2% (38,2 %), u hybridu GOMES o 2,8%

(37,8 %). Tento obsah sušiny již mírně překročil úroveň optimálního obsahu sušiny pro výrobu kvalitní siláže. U hybridů čiroku byl zjištěn mírný pokles ve srovnání s druhým odběrem. Pokles u hybridu ZERBERUS o 1,2% (29,8%) a hybridu ARFRIO o 2,6% (29,6%) oproti druhému odběru (tab. č. 14).

Obsah sušiny palic dosahoval u hybridu ATLETICO 53%, u hybridu GOMES 47,4%. Na základě odběru vzorků palic u obou hybridů byl stanoven výnos palic na jeden hektar a podíl palic. U hybridu ATLETICO výnos palic činil 14,73 t.ha⁻¹, podíl palic 42,4%. Výnos palic u hybridu GOMES činil 11,57 t.ha⁻¹ a podíl palic 32,5%. Podíl palic na celkovém výnosu biomasy byl u hybridu kukuřice GOMES o 9,9% nižší ve srovnání s hybridem ATLETICO (tab. č. 15).

Tab. č. 15 Obsah sušiny palic, výnos palic a podíl palic – sklizeň 14. 9. 2012

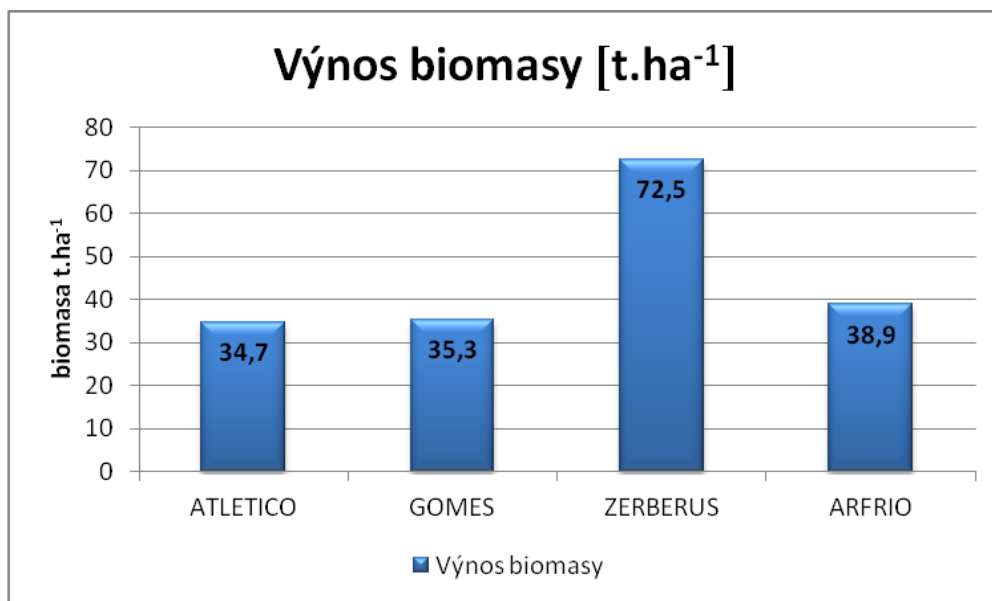
Hybridy kukuřice	Obsah sušiny palic [%]	Výnos palic [t.ha ⁻¹]	Podíl palic [%]
ATLETICO	53,0	14,73	42,4
GOMES	47,4	11,57	32,5

Nejvyšší výnos biomasy byl zjištěn u hybridu čiroku ZERBERUS 72,5 t.ha⁻¹, nejnižší byl zaznamenán u hybridu kukuřice ATLETICO 34,7 t.ha⁻¹. Výnos sušiny biomasy u obou hybridů kukuřice byl téměř shodný ATLETICO 13,2 t.ha⁻¹, GOMES 13,3 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos sušiny biomasy byl zjištěn u hybridu čiroku ZERBERUS 21,6 t.ha⁻¹ a nejnižší u hybridu čiroku ARFRIO 11,5 t.ha⁻¹. Rozdíl mezi hybridy činil 10,1 t.ha⁻¹ (tab. č. 16).

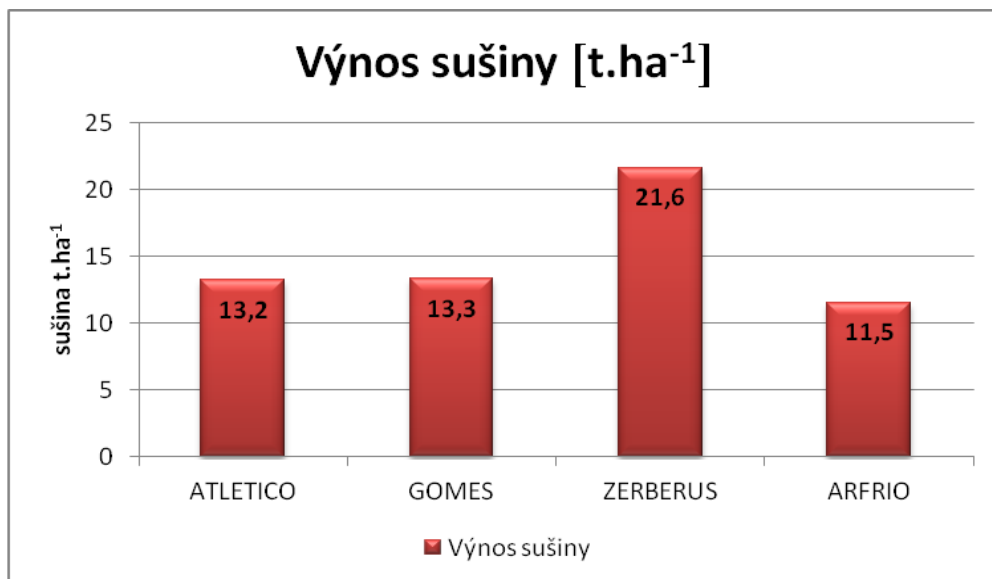
Tab. č. 16 Výnos biomasy a sušiny biomasy [t.ha⁻¹] – sklizeň 14. 9. 2012

Hybrid	Výnos biomasy [t.ha ⁻¹]	Výnos sušiny biomasy [t.ha ⁻¹]
ATLETICO	34,7	13,2
GOMES	35,3	13,3
ZERBERUS	72,5	21,6
ARFRIO	38,9	11,5

Graf č. 6 Výnos biomasy [$t \cdot ha^{-1}$] – sklizeň 14. 9. 2012



Graf č. 7 Výnos sušiny biomasy [$t \cdot ha^{-1}$] – sklizeň 14. 9. 2012



6. DISKUZE

Kukuřice je plodina s obrovským výnosovým potenciálem. V České republice má nezastupitelné místo ve struktuře pěstovaných plodin.

V současné době je v zemědělství trendem hledání nových plodin. Jako novou a rozšiřující plodinou silážní kukuřice v oblastech, kde se hledá přerušovač kukuřičného sledu v osevních postupech, se v současnosti nabízí čirok. Technologie pěstování čiroku je podobná s technologií pěstování kukuřice. Stejně jako kukuřice se vyznačuje vysokou produkcí zelené hmoty.

Cílem diplomové práce bylo na základě experimentu zhodnotit a porovnat produkci biomasy a sušiny u dvou hybridů silážní kukuřice ATLETICO, GOMES cíleně vyšlechtěné pro bioplynové stanice a vybraného cukrového genotypu čiroku ZERBERUS a zrnové genotypu ARFRIO.

Výsledky pokusu prokázaly, že pěstování silážní kukuřice a výnosové ukazatele jsou vázány na místní přírodní a ekonomické podmínky, jak uvádí HRUŠKA a kol. (1962).

Vhodná volba hybridu, jako základní podmínka pěstování silážní kukuřice, podle čísla FAO, kterou uvádí DIVIŠ (1996), prokázala dosažení výnosu u jednoletého pokusu. Pro pokus byly vybrány středně rané hybridy silážní kukuřice s vyšším číslem FAO, podle KWS (2005).

Podmínkou volby termínu sklizně silážní kukuřice byl určen obsah sušiny, jak uvádí SKLÁDANKA (2006).

Optimální hodnotu obsahu sušiny v biomase 30 – 35%, jak doporučuje KŮST (2007), dosáhl hybrid silážní kukuřice ATLETICO již v době prvního odběru. Hybrid GOMES dosáhl optimální hodnoty obsahu sušiny až při druhém odběru.

Při dodržení veškerých požadavků agrotechniky a výběru vhodných odrůd, jak potvrzuje údaj HERMUTHA a kol. (2012), bylo u zvolených hybridů čiroku možné dosáhnout optimálního obsahu sušiny již v první polovině měsíce září.

U hybridů čiroků byl zaznamenán pomalejší nárůst obsahu sušiny ve srovnání s kukuřicí. Podle HERMUTHA a kol. (2012) v případě čiroku na siláž, podobně jako u kukuřice, se biomasa nechá dozrát na sušinu 28 – 35%. Těchto hodnot obsahu sušiny v biomase hybridy čiroků ZERBERUS a ARFRIO dosáhly při druhém odběru.

Výnos biomasy při pěstování silážní kukuřice a čiroku hraje důležitou úlohu pro dosažení výnosu, který spolu s obsahem sušiny vytváří výnos sušiny.

Výnosy biomasy hybridů silážní kukuřice byly 34,7 t.ha⁻¹(ATLETICO) a 35,3 t.ha⁻¹ (GOMES). Ve srovnání s pokusy firmy KWS OSIVA v roce 2011 byl výnos u těchto hybridů o 49% nižší.

U hybridů čiroku byly patrné rozdíly ve výnosu biomasy v rámci odrůd. U hybridu ZERBERUS byl výnos biomasy nejvyšší 72,5 t.ha⁻¹. Tato skutečnost koresponduje s celkovým robustním vzhledem a nejvyšší průměrnou výškou rostlin 372cm. Hybrid ARFRIO dosahoval v průměru výšky rostlin 114cm a výnos biomasy 38,9 t.ha⁻¹. Ve srovnání se zvolenými hybridy kukuřice je výnos biomasy u tohoto hybridu o 3,9 t.ha⁻¹ vyšší. V souladu s údajem HERMUTHA a kol. (2012) se potvrdilo, že při dodržení veškerých požadavků agrotechniky, čirok poskytuje vysoké výnosy nadzemní biomasy vhodné pro výrobu kvalitní siláže.

Dosažené výnosy sušiny biomasy u hybridů kukuřice 13,2 t.ha⁻¹ (ATLETICO), 13,3 t.ha⁻¹(GOMES) a hybridů čiroku 21,6 t.ha⁻¹ (ZERBERUS) a 11,5 t.ha⁻¹ (ARFRIO) dosahovaly hodnot pokusů VÚRV Praha (2012).

Ve shodě s údajem KÁRY a kol. (2005) se potvrdilo, že u čiroku je možné, za běžných agrotechnických podmínek v teplejších oblastech ČR, dosáhnout u podzimní sklizně výnosu 20 tun sušiny z hektaru.

Jednoleté výsledky ukázaly u čiroku produkční potenciál z pohledu tvorby biomasy a sušiny. Ve srovnání s kukuřicí, výnosové ukazatele u čiroku jsou vázány na teplejší podmínky, jak uvádí SKLÁDANKA (2006). Pokud je příliš chladno, nedochází k nárůstu sušiny, jak píše KOUBOVÁ (2009). Dosažení potřebného obsahu sušiny pro produkci bioplynu z rostlin čiroku, v případě nepříznivých klimatických podmínek během vegetace, by mohlo být v pěstebních podmínkách ČR problémem.

7. ZÁVĚR

V pokusu byly sledovány a porovnávány výnosové parametry u dvou hybridů silážní kukuřice a hybridů čiroku. U kukuřice byla změřena délka rostlin, stanoven výnos biomasy, výnos a podíl palic, sušina biomasy a palic a výnos sušiny biomasy z 1 ha. U čiroku byla změřena délka rostlin, stanoven výnos biomasy, sušina biomasy a výnos sušiny biomasy z 1 ha. Na základě výsledků jednoletého pokusu lze uvést tyto závěry:

- 1) Doporučený obsah sušiny v biomase 30 – 35%, pro výrobu kvalitní siláže, hybrid silážní kukuřice ATLETICO mírně překročil již v době prvního odběru 4. 9. 2012. Hybrid GOMES požadovaný obsah sušiny dosáhl při druhém odběru 11. 9. 2012.
- 2) Hybridy čiroků ZERBERUS a ARFRIO dosahovaly optimálního obsahu sušiny biomasy 28 – 35% při druhém odběru 11. 9. 2012.
- 3) Nejvyšší průměrné hodnoty výšky rostlin 372 cm dosáhl hybrid čiroku ZERBERUS, vyznačující se mohutným vzrůstem. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u hybridu čiroku ARFRIO 114 cm.
- 4) Sklizeň hybridů byla provedena po vyhodnocení obsahu sušiny biomasy při druhém odběru. Při sklizni bylo zaznamenáno u hybridů kukuřice mírné překročení optimální hodnoty obsahu sušiny. Hodnota obsahu sušiny u hybridů čiroku byla vhodná pro silážní účely.
- 5) Podíl palic na celkovém výnosu biomasy byl u hybridu kukuřice GOMES o 9,9% nižší ve srovnání s hybridem ATLETICO. Optimálního podílu palic 45 – 55% nebylo dosaženo.
- 6) U hybridu čiroku ZERBERUS bylo dosaženo nejvyššího výnosu biomasy $72,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a sušiny $21,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. U hybridu čiroku ARFRIO bylo dosaženo $38,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ výnosu biomasy a $11,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ výnosu sušiny.

- 7) Hybrid silážní kukuřice ATLETICO dosáhl $34,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ výnosu biomasy a $13,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ výnosu sušiny. U hybridu GOMES výnos biomasy dosáhl $35,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a sušiny $13,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Ačkoli se jedná o jednoleté výsledky, ukázaly na produkční možnosti hybridů kukuřice a čiroku. Z výsledků pokusu vyplynulo, že čirok je plodinou nabízející velký potenciál pro využití v bioplynových stanicích i v podmínkách teplotně méně příznivých. Přesto jsou podmínky České republiky pro pěstování a nabídka vhodných hybridů pro dosažení potřebných výnosů mnohem příznivější a zemědělskou praxí ověřené pro kukuřici.

8. SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ

ANONYM 1: Agrokrom. Historie a rozšíření kukuřice [online] [cit 2012-09-19].

Dostupné z WWW:

http://www.agrokrom.cz/texty/metodiky/Picninarstvi/kukurice/Historie_%20a%20_rozsiřeni_%20kukurice.pdf

ANONYM 2: Agrokrom. Biologie kukuřice [online] [cit 2012-12-11]. Dostupné z WWW:

http://www.agrokrom.cz/texty/metodiky/Picninarstvi/kukurice/Biologie_kukurice.pdf

ANONYM 3: Atlas rostlin. Čirok halabský [online] [cit 2013-01-28]. Dostupné z WWW: <http://bambusy-travy.atlasrostlin.cz/cirok-halabsky>

ANONYM 4: Aktuální znění standardu GAEC 2 od 1. 1. 2013 [online] [cit 2013-03-04]. Dostupné z WWW:

<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/aktualni-zneni-standardu-gaec-2-od-1-1.html>

BELEJ J. (1982): Kukurica. Příroda, Bratislava, 402 s.

DIVIŠ J., JŮZA J., BIEDERMANNOVÁ E. (1992): Produkční a kvalitativní otázky silážní kukuřice pěstované v nekukuřičných oblastech. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 110 s.

DIVIŠ J. (1996): Význam hybridu silážní kukuřice. Zemědělec, 6: s. 7

DIVIŠ J. A KOL. (2010): Pěstování rostlin. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 260 s.

DOLEŽAL P., DOLEŽAL J., MIKYSKA F., MRTVICOVÁ E., ZEMAN L. (2006): Konzervace skladování a úpravy objemných krmiv, AF MZLU Brno, 246 s.

FUKSA P., KALISTA J. (2006): Výběr hybridů kukuřice v roce 2006. Agromanuál. [online] [cit 2013-01-27]. Dostupné z WWW:

<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006.html>

HERMUTH J. (2010): Čirok – znovu vzkříšená plodina v ČR. Agromanuál, 5: s. 62 – 65

HERMUTH J., JANOVSÁ D., STRAŠIL Z., UŠŤAK S., HÝSEK J. (2012): Čirok obecný *Sorghum Bicolor* (L.) MOENCH, možnosti využití v podmínkách České republiky. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 47 s.

HRUŠKA J. A KOL. (1962): Monografie o kukuřici. SZN v Praze, 906 s.

JEŽKOVÁ A. (2012): Výběr hybridu kukuřice podle FAO. Náš chov [online] [cit 2013-02-15]. Dostupné z WWW:

http://www.naschov.cz/@AGRO/informacni-servis/Vyber-hybridu-kukurice-podle-FAO_s485x58617.html

JURSÍK M. (2010): Regulace plevelů v kukuřici. Farmář, 16: s. 17 – 19

KAČICOVÁ L. (2005): KWS Osiva. Zakládání porostů kukuřice [online] [cit 2013-02-15]. Dostupné z WWW:

http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/Kuku_345_ice/Articles_from_different_years/rok_2006/Articles_2005/~bnup/Zakladan_porost_367_kuku_345_ice_v_1/

KAČICOVÁ L. (2010): Bioplynový plamen se rozhořel naplno. Farmář, 16: Speciál kukuřice – příloha, s. 20 – 21

KÁRA J., STRAŠIL Z., HUTLA P., UŠŤAK S. (2005): Energetické rostliny, technologie pro pěstování a využití. Praha, VÚZT, 80 s.

KOUBOVÁ D. (2009): Při pěstování čiroku je největším problémem chladno. [online] [cit 2013-02-23]. Dostupné z WWW:

<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=87875&ids=110>

KOUCOUREK F., STARÁ J., FALTA V., ROTREKL J. (2008): Metodika ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému – ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 36 s.

KUTHAN A. (2010): Ochrana čiroku proti škodlivým činitelům. VP AGRO s. r. o. [online] [cit 2013-02-23]. Dostupné z WWW:

http://www.vpagro.cz/download/kukuricnelisty/kl2010_04.pdf

KUTHAN A. (2012): Choroby čiroku v podmínkách České republiky. Farmář, 18: s. 38 – 39

KŮST F. (2007): Produkce a odbyt v České republice. Zemědělec, 45: s. 10

KŮST F. (2010): Kukuřice – plodina širokého využití. Farmář 16: Speciál kukuřice – příloha, s. 3

KWS OSIVA (2005): Kukuřice. Bioplyn – základy kvasné biotechnologie. 86 s.

KWS OSIVA (2013): Kukuřice. Sortiment hybridů kukuřice 2013. 43 s.

LOŠÁK T. (2010): Základní poznatky z výživy a hnojení kukuřice. Úroda, 58: s. 31 – 34

LOUČKA R., JAMBOR V. (2012): Vliv obsahu sušiny na kvalitu kukuřičných siláží. Úroda, 60: s. 28 – 31

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (2011): Kontrola podmíněnosti, Cross compliance. Praha, Ministerstvo zemědělství, 208 s.

MITRÍK T. (2010): Aktuálne úskalia a riziká vo výrobe kvalitnej kukuričnej siláže [online] [cit 2013-01-15]. Dostupné z WWW:

http://www.schaumann.cz/ke-stazeni/casopis/2010_01.pdf

MOUDRÝ J., STRAŠIL Z. (1999): Pěstování alternativních plodin. Učební texty. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, s. 26 – 34

MOUDRÝ J. A KOL. (2011): Alternativní plodiny. Profi Press, Praha, 138 s.

NEDĚLNÍK J., DOLEŽAL P., SKLÁDANKA J., ZEMAN L., VYSKOČIL I. A KOL. (2011): Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice. Metodika 15/11. Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko, Mendelova univerzita Brno, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko, 36 s.

PAVLIŠ J., KOBLÍŽEK J., JELÍNEK P. (2002): Užité rostliny tropů a subtropů. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, s. 35

PETR J., HÚSKA J. A KOL. (1997): Speciální produkce rostlinná – I. (Obecná část obilniny) ČZU Praha, Agronomická fakulta, s. 158 – 175

PETŘÍKOVÁ V., SLADKÝ V., STRAŠIL Z., ŠAFAŘÍK M., UŠŤAK S., VÁŇA J. (2006): Energetické plodiny. Profi Press, Praha. 127 s.

PODRÁBSKÝ M. (2008): Nový hybrid čiroku se súdánskou trávou. Řešení výživy skotu nejen v suchých oblastech. Agromanuál, 3: s. 36-37

PROKOP M., KERNEROVÁ L., GALLO M., LOUČKA R., MACHAČOVÁ E., TYROLOVÁ Y. (2000): Sborník, Pěstování, konzervace a využití kukuřice, VÚŽV Praha – Uhřetěves, VP AGRO Kněžves, s. 2 – 3

ROTH G. (2010): Swet Sorghum Production Basics. Pennsylvania State University, Department of Crop and Soil Sciences [online] [cit 2013-02-23]. Dostupné z WWW: <http://extension.psu.edu/energy/field-crops/fact-sheets/Swwet%20Sorghum%20Production%20Basics-Roth-2010-10-11.pdf>

SKLÁDANKA J. (2006 a): Kukuřice setá, *Zea mays* L., [online] [cit 2013-02-23]. Dostupné z WWW: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html

SKLÁDANKA J. (2006 b): Čirok obecný *Sorghum vulgare* Pers. [online] [cit 2013-01-28]. Dostupné z WWW: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=cirok.html

STRAŠIL Z. (1999): Energetické rostliny-2-Čirok. Praha, VÚRV [online] [cit 2013-01-28]. Dostupné z WWW: <http://stary.biom.cz/biom/6/strasil.html>

ŠKULTÉTY M., CHOVANEC J., PAJTÁŠ M., PODOLÁK M., SOMMER A. (1985): Kukurica na siláž. Příroda, Bratislava, 155 s.

ŠPALDON E. A KOL. (1982): Rostlinná výroba. SZN v Praze, 720 s.

TESHOME A., BAUM B. R., FAHRIG L., TORRANCE J. K., ARNASON T. J., LAMBERT J. D. (1997): Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] landrace variation and classification in North Shewa and South Welo, Ethiopia [online] [cit 2013-01-28]. Dostupné z WWW: <http://www.glel.carleton.ca/PDF/landPub/97/97TeshomeetalEuphytica.pdf>

VALENTA S., ŠREIBER P. (2003): Správná výživa kukuřice. Moderní rostlinná výroba, příloha Zemědělského týdeníku a časopisu Agro, Vydavatelství ZT, s. 4 – 6

VALÍČEK P. A KOL. (2002): Užitkové rostliny tropů a subtropů. Praha, Akademie věd České republiky, 485 s.

VANĚK V. A KOL. (2002): Výživa a hnojení polních a zahradních plodin. ČZU Praha, 132 s.

ZIMOLKA J. A KOL. (2008): Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press Praha, 200 s.

ZIMOLKA J., PODRÁBSKÝ M. (2012): Čirok – plodina s velkou budoucností. Úroda, 60: s. 68 – 70

9. PŘÍLOHY

Foto č. 1 Sklizeň hybridu kukuřice ATLETICO



„Foto: Gabriela Trojáková“

Foto č. 2 Sklizeň palic hybridu ATLETICO



„Foto: Gabriela Trojáková“

Foto č. 3 Sklizeň hybridu kukuřice GOMES



„Foto: Gabriel Trojáková“

Foto č. 4 Sklizeň palic hybridu GOMES



„Foto: Gabriela Trojáková“

Foto č. 5 Sklizeň porostu čiroku



„Foto: Gabriela Trojáková“

Foto č. 6 Sklizeň hybridu čiroku ARFRIO



„Foto: Gabriela Trojáková“

Foto č. 7 Sklizeň hybridu čiroku ZERBERUS



„Foto: Gabriela Trojáčková“