

ČIROK OBECNÝ
***SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH,**
možnosti využití v podmínkách České republiky

Jiří Hermuth, Dagmar Janovská, Zdeněk Stražil,
Sergej Ust'ak, Josef Hýsek

METODIKA PRO PRAXI



© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha - Ruzyně

2012

Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR.

Při zpracování metodiky byly využity výsledky výzkumného záměru MZe 0002700604 „Udržitelné systémy pěstování zemědělských plodin pro produkci kvalitních a bezpečných potravin, krmiv a surovin“

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně 2012

ISBN 978-80-7427-093-2

Čirok obecný (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH), možnosti využití v podmínkách České republiky

Čirok je jednou z nejdéle pěstovaných plodin. V současné době se ve světě řadí mezi pět nejvíce pěstovaných obilnin pro lidskou výživu. Tato metodika zahrnuje komplexní pohled na pěstování čiroku a uvádí nejnovější poznatky od botanické charakteristiky až po možnosti jeho využití.

V této publikaci jsou zahrnuty kromě vlastních nově získaných poznatků i současné údaje ze světové literatury. V metodice jsou charakterizovány vybrané druhy čiroku vhodných do různých stanovištních podmínek České republiky. Jsou popsány aspekty a postupy, které mohou ovlivnit výslednou produkci včetně kvality fytomasy vybraných druhů čiroku také z hlediska energetického využití pro výrobu bioplynu.

***Sorghum* (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) and its utilization possibilities in the condition of the Czech Republic**

Sorghum is one of the oldest used crops. Presently, it is one of the five most cultivated cereals in the world for human nutrition. This methodology includes a comprehensive view of sorghum cultivation and presents the newest knowledge in range from botanical taxonomy to the possibilities of utilization.

In this publication, there are included not only our own results but there are also results from the world scientific publications. There are characterized selected species of sorghum suitable for different climatic conditions of the Czech Republic. There are described all aspects and procedures, which can influence the final production of selected sorghum varieties including their quality from the point of view of biogas production.

Oponenti:

Prof. Ing. Jan Moudrý, CSc. – JU České Budějovice

Ing. Michaela Budňáková – MZe ČR Praha

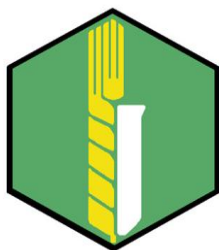
Uplatněná certifikovaná metodika je určena zemědělcům a pracovníkům v zemědělském poradenství.

Uplatněná certifikovaná metodika byla schválena Ministerstvem zemědělství ČR – odborem rostlinných komodit pod č. 76703/2012-MZE-17221

Jiří Hermuth, Dagmar Janovská,
Zdeněk Stražil, Sergej Ust'ak,
Josef Hýsek

Čirok obecný
***Sorghum bicolor* (L.) MOENCH,**
možnosti využití v podmínkách České republiky

METODIKA PRO PRAXI



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2012

I. CÍL METODIKY

Metodika si klade za cíl seznámit uživatele s vybranými druhy čiroků produkujících vysoké množství kvalitní a hodnotné fytomasy z hlediska energetického, ale i z hlediska potravinářského využití. Jsou v ní uvedeny agroekologické požadavky vybraných druhů čiroků.

Cílem metodiky je dále seznámení prvovýrobců – pěstitelů s agrotechnikou zaměřenou podle účelu využití hlavně na způsob a termíny sklizně ovlivňující kvalitu produkce.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Metodika stručně hodnotí současný stav produkce, kvality a využití čiroku v České republice. Popisuje významné druhy čiroku vhodné pro energetické a potravinářské využití, seznamuje čtenáře s jejich botanickou charakteristikou, výnosovými, kvalitativními a technologickými parametry a zásadami agrotechniky.

V závěru jsou uvedeny i ekonomické bilance pěstování a energetického využití čiroku. Metodika respektuje pravidla správné agronomické praxe, ochranu životního prostředí. Poznatky jsou čerpány jednak z vlastního výzkumu, jednak z výzkumu institucí a vědeckých pracovišť domácích i zahraničních.

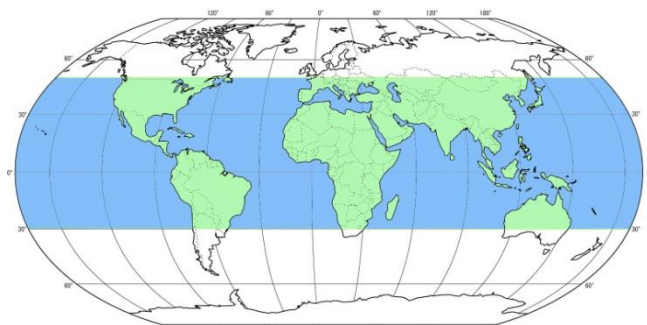
III. OBSAH

I.	CÍL METODIKY	6
II.	VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
III.	OBSAH	7
1.	ÚVOD	9
1.1.	HISTORICKÁ DOMESTIKACE ČIROKU	10
2.	BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA	10
2.1.	TAXONOMIE	10
3.	MORFOLOGICKÉ ZNAKY A STAVBA ROSTLINY	11
3.1.	KOŘENOVÁ SOUSTAVA	12
3.2.	STÉBLO	12
3.3.	LISTY	13
3.4.	KVĚTENSTVÍ	13
3.5.	ZRNO	14
4.	ŠLECHTĚNÍ ČIROKŮ VE SVĚTĚ	15
4.1.	GENETICKÉ ZDROJE ČIROKU	15
4.2.	ŠLECHTĚNÍ ČIROKU VE SVĚTĚ	16
5.	ŠLECHTĚNÍ ČIROKŮ V PODMÍNKÁCH ČR	17
6.	POŽADAVKY ČIROKŮ NA PROSTŘEDÍ	19
6.1.	TEPLOTA	19
6.2.	VODA	19
6.3.	PŮDA	20
7.	AGROTECHNIKA	20
7.1.	KDY A PROČ JE VHODNÉ PĚSTOVAT ČIROKY	20
7.2.	ŘAZENÍ ČIROKU V OSEVNÍM POSTUPU	20
7.3.	PŘÍPRAVA PŮDY	21
7.4.	SETÍ	21
7.5.	VÝŽIVA A HNOJENÍ	22
7.6.	REGULACE PLEVELŮ	23
7.7.	CHOROBY A ŠKŮDCI ČIROKU	23
8.	VYUŽITÍ ČIROKŮ	26
8.1.	POTRAVINA	26
8.2.	ZELENÁ HMOTA	28
9.	SKLIZEŇ A POSKLIZŇOVÉ OŠETŘENÍ ČIROKU	31
9.1.	ZRNO	31
9.2.	FYTOMASA	32
9.2.1.	Bioplyn	34
	Konzervace a uskladnění rostlinné biomasy	36
	Uskladnění a aplikace digestátu	37
9.2.2.	Krmivo	37
IV.	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	38
V.	POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	38
VI.	EKONOMICKÉ ASPEKTY	38
VII.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	41

SEZNAM OBRÁZKŮ	44
VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	45
IX. PODĚKOVÁNÍ DONORŮM GENETICKÝCH VZORKŮ ČIROKŮ	47

1. Úvod

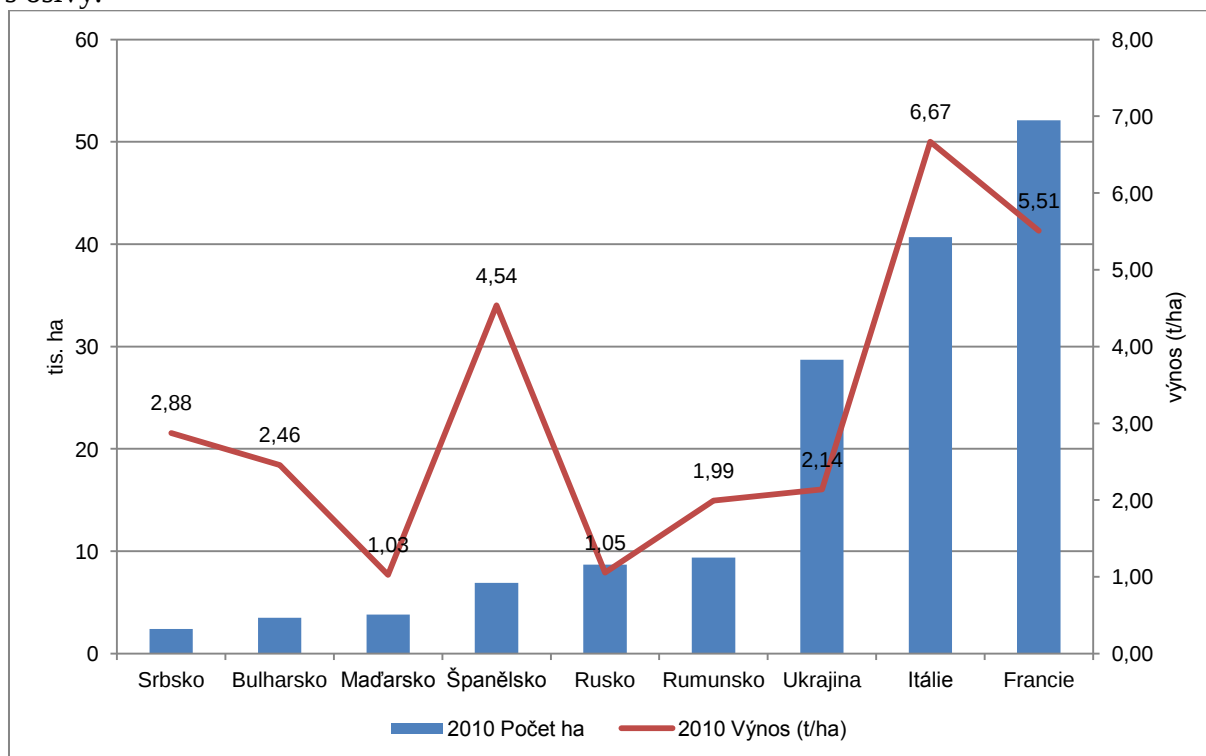
Čirok je jednou z nejdéle pěstovaných plodin. V současné době se pěstuje ve všech světadílech. V celosvětové produkci zaujímá páté místo v pěstovaných obilovinách hned za pšenicí, kukuřicí, rýží a ječmenem a sedmé místo ve všech pěstovaných plodinách ještě po sóje a bramborách. Celková světová produkce v roce 2010 činila 55 646 992 t a to na celkové rozloze 40 508 600 ha (FAO, 2012). Největší plochy jsou v současné době v Africe. Čirok se pěstuje od 50°s.š. do 30°j.š. (Singh Faujdar Rai et al., 1997). V současné době je nejvíce ploch osetých čirokem v Indii, Súdánu a Nigerii. Pěstování čiroků ve světovém měřítku je velmi významné jak pro lidskou výživu, krmné účely a v současné době také jako materiál vhodný pro výrobu bioplynu. Jako potravina jsou



Obrázek 1 Pěstování čiroku ve světě (Singh Faujdar Rai et al., 1997)

čiroky nejvíce využívány v Africe a Asii, pro krmné účely v Evropě, USA a Austrálii.

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. Pro ilustraci jsou uvedeny plochy pěstovaného čiroku v tomto období. Rok 1951 – 400 ha, 1952 – 1800 ha, 1953 – 2400 ha. V současné době plocha pěstovaného čiroku v České republice, především na produkci zelené biomasy, činí odhadem několik set hektarů. U nás se v současné době čiroky prakticky ve větším měřítku nepěstují. Osivo se neprodukuje ani u nás ani na Slovensku. Osivo je možné dovézt ze zahraničí přes firmy zabývající se obchodem s osivy.



Obrázek 2 Oseté plochy čirokem a výnosy zrna v Evropě (FAO, 2012)

1.1. Historická domestikace čiroku

Čirok je starou a dlouhodobě využívanou plodinou, jejíž pěstování je doloženo ze starého Egypta, kde jej využívali jako kulturní plodinu. Do Evropy se dostal nejdříve do Itálie z Indie za doby Plinia Staršího – známého římského botanika, autora nejvýznamnější přírodovědné encyklopedie starého Říma (*Historia naturalis*), ale potom se na čirok zapomnělo. Do severní Afriky a znovu do Evropy se dostal prostřednictvím Arabů. V 15. a 16. století byl čirok v Africe všeobecně rozšířený. Světově patří mezi významné plodiny především v oblastech Asie a saharského a subsaharského pásu Afriky, kde je nedostatek srážek a čirok je jednou z mála dobře prosperujících plodin.



Obrázek 3 Kresba čiroku L'Obel v roce 1576 (Ball 1910).

Do Čech byl ve větší míře zaveden ve 20. letech minulého století, kdy se využívalo značné množství technického čiroku. Druhá vlna využití následovala v 50. letech, později však došlo k jeho vytlačení kukuřicí, která se začala masověji využívat. Poslední vlna zvýšeného zájmu o čiroky u nás souvisí především s rozvojem bioplynových stanic, pro které poskytuje velké množství kvalitní hmoty.

2. BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA

2.1. Taxonomie

Rod čiroků (*Sorghum* Moench.) patří do skupiny vousatkovité (*Andropogoneae*), čeledi *Poaceae* – lipnicovitých, podčeledi *Panicoidae* – prosovitých. V pěstování jsou nejvíce rozšířeny čtyři hlavní variety.

Systematikou tohoto rodu se zabývala řada autorů, ale není dosud uspokojivě vyřešena. Dnes se nejčastěji používá klasifikace, kterou zpracovali de Wett a Huckabay (1967), která uvádí pouze jeden polymorfní druh *S. bicolor* s dvěma poddruhy, několika varietami a řadou forem. V zemědělské praxi se však využívá klasifikace, kterou publikoval Mansfeld (1952). Čirok dělíme na čtyři variety podle praktického využití.

- Čirok obecný (*S. vulgare* var. *eusorghum*). Pěstuje se hlavně na zrno, které má značný obsah bílkovin a škrobu. Většinou jde o formy s nižším vzrůstem.
- Čirok technický (*S. vulgare* var. *technicum*). Má silně vyvinutou latu, která bývá surovinou pro výrobu košťat a kartáčů. Zrno je vedlejším produktem.
- Čirok cukrový (*S. vulgare* var. *saccharatum*). Má šťavnatou dřev i v biologické zralosti zrna. Používá se jako krmná, zejména silážní rostlina. Někdy se lisuje ze stébel šťáva, ze které se vyrábí líc, sirup apod.
- Čirok sudánský (*S. vulgare* var. *sudanense*). Tato skupina má tenká stébla, bohaté olistění a vytváří velké množství hmoty. Je kvalitní pícninou. Je vhodný pro případné energetické využití.

Ve 20. století nově klasifikoval čirok Snowden (1936 a 1955), jehož některé závěry se používají dodnes. Popsal 31 pěstovaných a 17 planých druhů. Kulturní druhy označil za rasy jednoho širšího druhu. Další reklasifikace čiroku byla publikována de Wetem (1978), který čirok rozdělil na pět sekcí:

- *Stiposorghum*
- *Parasorghum*
- *Sorghum*
- *Heterosorghum*
- *Chaetosorghum*

Do sekce *Sorghum* zahrnul jednoleté čiroky z Afriky i vytrvalé z Jižní Evropy a Asie. Ostatní sekce obsahují pouze plané druhy.

Do sekce *Sorghum* zařadil de Wet tři druhy:

- *S. halepense* (L.) Pers. (2n=40), oddenkatý vytrvalý druh z jižní Eurasie
- *S. propinquum* (Kunth.) Hitchc. (2n=20), oddenkaté trávy původem z Jižní Indie, Srí Lanky a Barmy, východně k jižním ostrovům Asie
- *S. bicolor* (L.) Moench (2n=20), jednoleté druhy dále děleny na:
 - subsp. *bicolor*
 - subsp. *drumondii* (Steud.) de Wet
 - subsp. *arundinaceum* (Desv.) de Wet et Harlan

Harlan a de Wet (1972) navrhli systém rozdělení a popisu zjednodušující práci šlechtitelům a hodnotitelům genetických zdrojů čiroků, který se světově používá nejvíce. Pěstované druhy byly zařazeny jako jednotlivé rasy pod poddruh *S. bicolor* subsp. *bicolor*.

Bylo vytvořeno následujících **pět základních ras**:

- (1) *bicolor* (B)
- (2) *guinea* (G)
- (3) *caudatum* (C)
- (4) *kafir* (K)
- (5) *durra* (D)

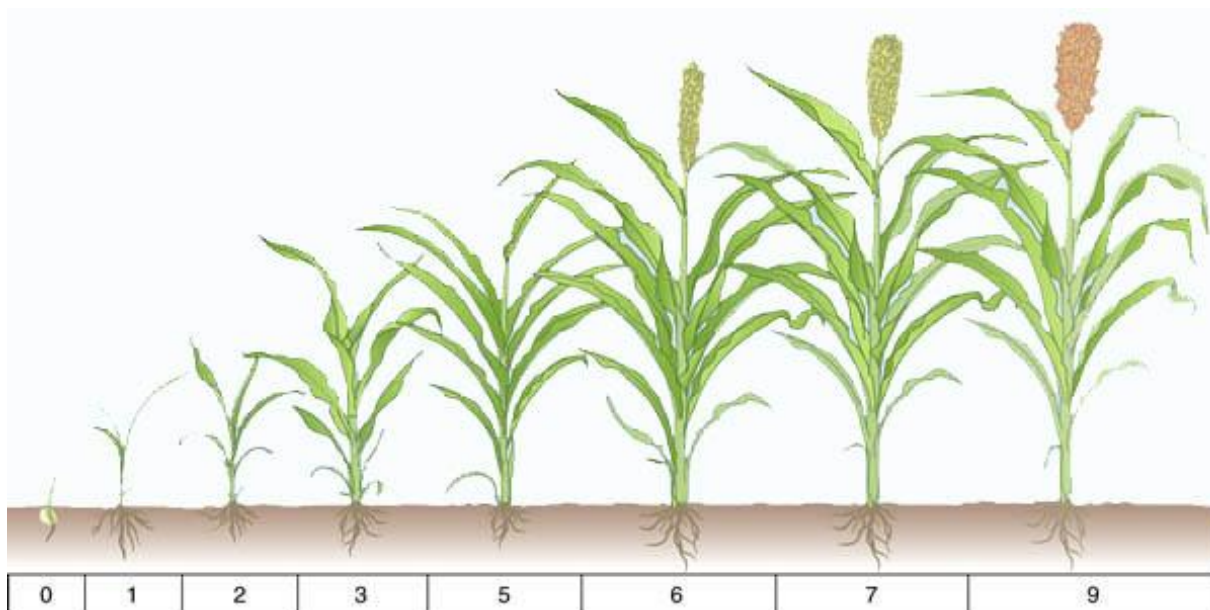
Důvodem nejednotnosti je především široká variabilita čiroků, kdy jednotlivé typy se liší celkovým habitem, vzrůstností, uspořádáním lat a podobně.

Pro zemědělskou praxi je nejpříjemnější dělení dle Mansfelda (1952) s jeho čtyřmi varietami (*eusorghum*, *technicum*, *saccharatum* a *sudanense*).

3. MORFOLOGICKÉ ZNAKY A STAVBA ROSTLINY

Morfologická stavba všech čiroků je velmi podobná. Rostliny jsou v optimálních klimatických a půdních podmínkách většinou mohutného vzrůstu, silně olistěny s méně nebo více vyvinutou latou, která má charakteristické utváření. Na následujícím obrázku jsou uvedeny růstové fáze čiroku. Ty se mohou lišit v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách a termínu výsevu.

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 apod.) 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.



Obrázek 4 Růstové fáze čiroku (Anonym, 2012d)

- 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 (zrno konzistence dough-like), 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%.

3.1. Kořenová soustava



Obrázek 5 Kořenová soustava čiroku (NRC, 1996).

Kořenový systém čiroku je mohutný s rozsáhlým kořenovým vlášením, který dává předpoklady rostlinám přijímat výživu ze značného okruhu půdy a ze značné hloubky ornice. Kořeny sahají až do hloubky 140 – 170 cm a do šířky 60 – 120 cm. Primární kořinky se objevují během klíčení, nejsou větvené nebo jen velmi málo. Sekundární kořeny vyrůstají z prvního nodu. Z těchto kořenů se vyvíjí základ mohutného kořenového systému. Primární kořeny postupně odumírají. Z nejnižších nodů mohou vyrůstat také opěrné kořeny, které se vytvářejí za nepříznivých podmínek. Tento typ kořenů ale není schopen přijímat živiny a vodu, ale velmi dobře upevňují rostliny v zemi, takže ani při silných větrech rostliny nepoléhají (Špaldon, 1982; House 1985).

3.2. Stéblo

Stéblo čiroků je silné, cylindrické, tvrdé, na povrchu inkrustováno křemičitany, s lesklým povrchem, často zcela nebo částečně zabarveným do různých odstínů. Výška stébela je velmi rozdílná, rozlišujeme čiroky zakrslé – nižší jak 1 m, nízké 1 – 1,5 m, středně vysoké 1,5 – 2 m, vyšší 2 – 2,5 m a vysoké 2,5 m a více. Stéblo je rozděleno kolínky (nody) na jednotlivá internodia, jejichž počet závisí na jeho délce a pohybuje se v rozmezí od 5 do 20 i více. Počet článků na hlavním stéble je v přímém vztahu s délkou vegetačního období. Genotypy s počtem článků 5 – 11 řadíme mezi rané, 11 – 16 mezi polorané a 16 – 20 a více článků mezi pozdní genotypy. U každého stéblového kolínka se vytváří pupen, kromě nodu, který je pod

praporcovým listem, ze kterého může vznikat nové stéblo. Sekundární stébla se vytváří především ve velmi řídkých porostech a na dobře vyhnojené půdě. Síla stébla se pohybuje od 1 do 3 i více cm a je závislá na prostředí a hustotě výsevu. Uvnitř je stéblo vyplněno dřevem, která mechanicky stéblo zpevňuje. Do doby kvetení je dřev ve stéble šťavnatý a sladký, při dozrávání vysychá. Počet stébel v jednom trsu je velmi rozmanitý a kolísá od 1 do 10 i více. Podle tohoto znaku rozeznáváme široky slabě odnožující (1 – 2 odnože), středně odnožující (3 – 5 odnoží) a silně odnožující (5 – 8 odnoží) (Špaldon, 1982; House, 1985).

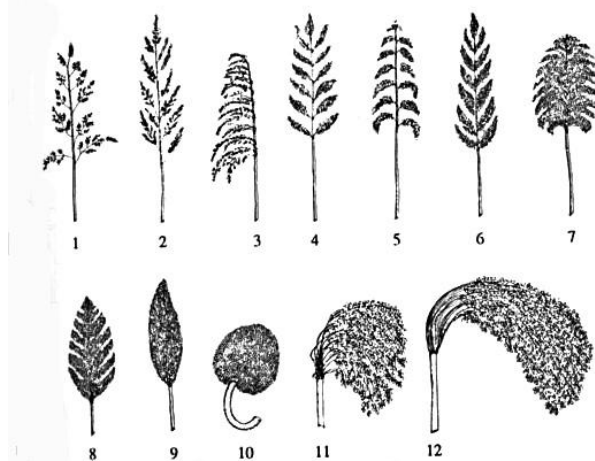
3.3. Listy

Listy jsou po stéble u široku rozmístěny v závislosti na genotypu. U některých jsou listy koncentrovány na bázi stébla, u jiných jsou rovnoměrně rozloženy v celé délce stébla. Listy na bázi stébla jsou většinou kratší než listy ve střední a vyšší části stébla. Listy široků jsou poměrně široké a mohou dosáhnout až 10 cm šířky. Délka listů se pohybuje v rozmezí od 40 do 80 cm. Listy jsou pokryty slabou voskovou vrstvou, která způsobuje jejich zabarvení do šedozelené. V lepších podmínkách vytváří širok méně listů než v horších, např. v Indii v lepších podmínkách je průměrný počet listů na rostlinu 14 až 17, v horších podmínkách je to i přes 30 (House, 1985). Důležitým rozeznávacím znakem široků je zabarvení středního nervu na listu (Špaldon et al., 1982). Střední nerv je výrazný, barvy zelené nebo bílé, zploštělý nebo lehce konkávní z vrchní strany a konvexní ze spodní strany listu (House, 1985). V současné době existují tzv. BMR formy široků. Jedná se o odrůdy se zvýšenou stravitelností, jejichž vnějším znakem je hnědé střední žebro – nerv (Brown Mid Rib). BMR formy jsou předmětem velmi intenzivního šlechtění především u sudánské trávy nebo kříženců *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. Odrůdy mají snížený obsah ligninu o 40 – 60%.

Čepel je silnější u báze listu a u středového nervu. Když je čepel poškozená, zbarvuje se do žlutohněda, červena nebo tmavě fialové v závislosti na zbarvení celé rostliny (House, 1985).

3.4. Květenství

Květenstvím široku je lata. Může být shloučená nebo rozkladitá (Obr. 6). Délka laty se pohybuje mezi 4 a 25 cm i více, šířka je od 2 cm do 20 cm. Lata se skládá z klásků. Klásky vyrůstají vždy v páru. Jeden je přisedlý, oboupohlavný a fertilní, druhý je stopkatý a pouze samičí. V každém klásku jsou dva kvítky, jeden fertilní a druhý sterilní (Rooney, 2007). V každém kvítku je jeden pestík a 3 tyčinky. Zabarvení prašníků úzce souvisí s barvou zrna.



Obrázek 6 Typy květenství 1 – řídká lata, typické pro plané druhy; 2 – velmi rozkladitá lata s primárními větvemi vzpřímenými; 3 – velmi rozkladitá lata s primárními větvemi skloněnými; 4 – rozkladitá lata s primárními větvemi vzpřímenými; 5 – rozkladitá lata s primárními větvemi skloněnými; 6 – polo-rozkladitá lata s primárními větvemi vzpřímenými; 7 – polo-rozkladitá lata s primárními větvemi skloněnými; 8 – poloshloučená eliptická lata; 9 – shloučená eliptická lata; 10 – shloučená oválná lata; 11 – polo-metlovitá lata; 12 – metlovitá lata (IBPGRI & ICRISAT, 1993)

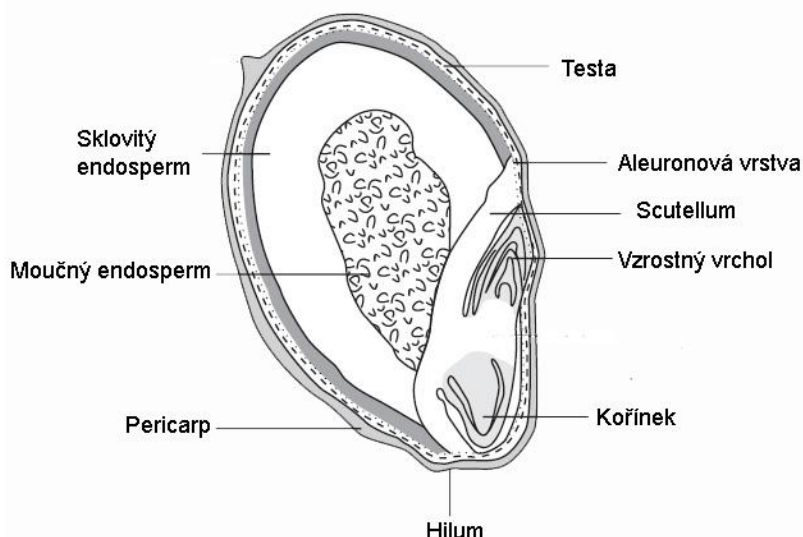
Čirok je primárně samosprašný, ačkoliv se může objevit i určité procento cizosprašnosti. To je dáno v závislosti na typu květenství. Jak uvádějí Dogget (1988) a House (1985) u shloučených a poloshloučených to je do 10%. U rozkladitých a otevřených květenství může dosáhnout až 60%. V přírodě má na cizosprašnost vliv vítr, teplota a vlhkost vzduchu. Blizny jsou schopny přijímat pyl 3 až 5 dní, podle průběhu počasí to může být i déle (Reddy et al., 2006). Kvetení začíná na vrcholu laty a postupuje směrem dolů. Kvetení je urychlováno délkou dne (kratší den zkracuje délku kvetení) a vysokou teplotou. Optimální teploty pro kvetení jsou 21-35°C. Kvetení začíná většinou v ranních hodinách. Prašníky praskají hned po vysunutí z květů nebo brzy poté. Pyl je nejvíce životaschopný 30 minut po prasknutí prašníku a trvá asi 4 hodiny (Rooney, 2007). Podle hustoty laty bývají kvítky u hustých a stažených lat uvnitř, zvláště ve spodní části laty neplodné, nebo nedozrávají. Kvetení celé laty trvá podle podmínek prostředí 7 – 10 dní (Špaldon et al., 1982).

3.5. Zrno

Po opylení se zrno začne rychle vyvíjet a mléčná zralost nastává velmi brzy. Na úplné vyzrání je potřeba poměrně dlouhý čas, protože stéblo zůstává dlouho zelené, šťavnaté a zásobuje zrno vodou. Dozrávání probíhá jako kvetení. Kvítky v dolní části a ve vnitřku laty často nedozrají. Sterilní kvítky obvykle opadají. Dozrálé zrno v latě drží velmi dobře a nejsou obavy z výdrolu při sklizni. Obilka čiroku je kulovitá. Hmotnost tisíce zrn (HTZ) se pohybuje v rozmezí 3 – 80 g. Pěstované odrůdy mají obilku většinou 4 mm dlouhou, 2 mm širokou a 2,5 mm silnou s HTZ 25-35 g. Podle absolutní váhy rozeznáváme genotypy drobnozrné – HTZ menší než 20 g, se středně velkým zrnem – HTZ 20 – 30 g a velkozrné – HTZ nad 30 g. Tvar zrna je rozmanitý, různě smáčklé až po zrna okrouhlá v závislosti na varietě, odrůdě a na tvaru laty. Obilka čiroku je složena ze tří hlavních částí – perikarp, endosperm a embryo. Relativní poměr těchto částí je 6 : 84 : 10%. Perikarp je dále dělen na tři části – epikarp, mesokarp a endokarp. Epikarp je vnější vrstva, která je většinou pokryta voskovou vrstvou. Mesokarp může obsahovat škrobová zrna a jeho síla se může lišit v závislosti na odrůdě. Endokarp hraje důležitou roli při klíčení. Endosperm je tvořen aleuronovou vrstvou a moučným a sklovitým endospermem. Aleuronová vrstva obsahuje velké množství bílkovin a enzymů, popelovin a tuku (Rooney&Serna Saldivar, 2003). Barva obilky je bílá, šedá, červená nebo hnědá v závislosti na kombinaci barvy perikarpu (může být pouze červený nebo bílý) a přítomnosti či absenci testy, která je většinou zbarvena tmavě. Kombinace barev jsou pak následující:

- Bílé zrno bílý perikarp, absence testy
- Šedé zrno bílý perikarp, testa přítomna
- Červené zrno červený perikarp, absence testy
- Hnědé zrno červený perikarp, testa přítomna

Barva zrna se může lišit v odstínech podle expresivity a intenzity projevu některých genů (Obilana, 2004). Vnější endosperm přiléhající k aleuronové vrstvě je složen z bílkovin a malých škrobových zrn. Tato vrstva ovlivňuje zpracovatelnost a stravitelnost čiroku. Moučný a sklovitý endosperm je složen ze škrobových zrn a bílkovin; obsahuje i β -glukan a hemicelulózu (Rooney&Serna Saldivar, 2003). Zrno bývá v květních plevách buď úplně uzavřené, nebo je v různé míře obnažené. S touto vlastností souvisí vypadávání a výmlat zrna čiroku.



Obrázek 7 Podélný řez zralou obilkou čiroku (Obilana, 2004)

4. ŠLECHTĚNÍ ČIROKŮ VE SVĚTĚ

Čirok má haploidní počet chromozomů 10, diploidní sada je pak charakterizována jako $2n=20$. Některé druhy, např. *S. halepense* jsou tetraploidy ($2n=4x=40$). Základní počet chromozomů u skupiny čiroků je 5, proto existuje hypotéza, že čiroky jsou původem tetraploidy (Rooney, 2007).

4.1. Genetické zdroje čiroku

Genetické zdroje rostlin (GZR) jsou definovány jako „...genetický materiál rostlin, jejichž hodnota může být zdrojem pro současnou a budoucí lidskou populaci“ (IPGRI, 1993). Důležitost GZR byla uznána mezinárodními smlouvami, které zastřešila Organizace pro potraviny a zemědělství (FAO) jako „společné dědictví lidstva.“ GZR se vyvinuly jako výsledek domestikace, intenzifikace, diversifikace a šlechtění vědomé nebo nevědomé selekce mnoha generací zemědělců. Tyto materiály mohou poskytnout základní a strategický materiál pro zlepšování kulturních plodin v současnosti i v budoucnu (Rai, 2002).

Krajové odrůdy a plané příbuzné druhy čiroku jsou významným zdrojem různých vlastností, jako jsou rezistence k chorobám a škůdcům i k jiným stresům jako jsou nedostatek vláhy nebo vysoká teplota. Jsou zdrojem vlastností i pro šlechtění čiroku pro využití v krmivářství, potravinářství i technickému využití (Reddy, 2006). Celosvětově se v různých genových bankách uchovává cca 168 tisíc položek čiroku. V USA se používají genetické zdroje z genových bank k vytváření nových linií A-, B- a R-, které potom soukromé šlechtitelské společnosti používají k výrobě nových hybridních odrůd. V tomto se ukazuje, jak klíčovou roli hraje provázanost soukromého a veřejného sektoru při tvorbě nové odrůdy (Rooney, 2007).

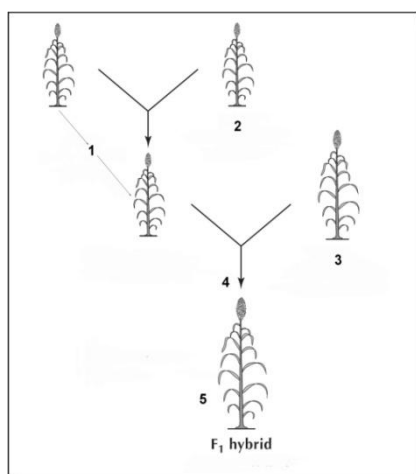
Mezinárodní unie pro ochranu nových odrůd rostlin (UPOV, International Union for the Protection of New Varieties of Plants) do současnosti celosvětově zaregistrovala celkem 4333 odrůd čiroku (UPOV, 2012). V Tab. 1 jsou uvedeny všechny počty odrůd, které byly u UPOV registrovány. U států EU jsou uvedeny jenom ty, které mají registrovány odrůdy také na národní úrovni. Jinak vzhledem k jednotnému Evropskému katalogu, bylo ve všech státech unie registrováno celkem 440 odrůd.

V současné době se pěstují, podobně jako u kukuřice, nejvíce hybridní odrůdy.

Tabulka 1 Přehled počtu registrovaných odrůd čiroku ve světě podle UPOV

Stát		Stát	
Francie	495	OECD	1305
Itálie	344	Argentina	442
Španělsko	172	Jižní Afrika	437
Maďarsko	65	Rusko	297
Rumunsko	27	USA	116
Portugalsko	21	Brazílie	36
Slovensko	18	Ukrajina	34
Bulharsko	11	Japonsko	33
Česká republika	10	Chorvatsko	6
Slovinsko	7	Austrálie	2
Rakousko	5	Kanada	2
Německo	5	Kolumbie	2
EU	440	Uruguay	1

4.2. Šlechtění čiroku ve světě



Obrázek 8 Produkce osiva čiroku využívající CMS; 1 A-linie, 2 B-linie, 3 R-linie, 4 prodej osiva, 5 pěstované odrůdy A-linie x R-linie (Rooney, 2007)

Čirok je krátkodenní rostlina využívající C4 systém fotosyntézy. Zralost je ovlivněna délkou dne a teplotou. Šlechtěním čiroku v mírném pásmu se nejvíce zabývaly a zabývají USA. Od prvopočátku šlo zejména o přizpůsobení tropické krátkodenní plodiny podmínkám mírného pásma, tedy delšího dne, a zkrácení stébela pro lepší mechanizovanou sklizeň (Rooney, 2007).

Pro šlechtění čiroku se nejvíce využívají techniky, které jsou obecně známé u kukuřice. Od 50. let 20. století se využívá metoda CMS (Cytoplasmic male sterility).

Geny, které ovlivňují zralost, bývají označovány jako *Ma1*, *Ma2*, *Ma3* a *Ma4* (z angl. maturity – zralost). Podobně čtyři nezávislé recesivní geny označované *dw1*, *dw2*, *dw3* a *dw4* (z angl. dwarf – trpaslík) zkracuje internodia, aniž by ovlivňoval ranost a velikost listové plochy. Podle počtu recesivních genů zakrslosti se rozlišují odrůdy na 1-dwarf (obsahuje jeden např. *dw2*), 2-dwarf (obsahuje 2 geny např.

dw2dw3) apod. Např. v USA jsou nejvíce zastoupeny 3-dwarf hybridy (Rooney, 2007).

Hlavní šlechtitelské cíle ve světě pojmenovali v ICRISAT (2004) a Rooney (2007). Definovali celkem 7 různých směrů, které jsou následující.

- Výnos zrna
- Stabilita výnosu
- Agromorfologické vlastnosti
 - Resistance k polehání
 - Krátké stéblo
- Přizpůsobení se určitým podmínkám
 - Ranost
 - Necitlivost k délce dne
 - Resistance k suchu
 - Tolerance k vyššímu obsahu hliníkových iontů v půdě
- Resistance k chorobám
- Resistance ke škůdcům
- Kvalita produkce

Tabulka 2 Genotyp a fenotyp pro A-, B- a R- linie v systému cytoplasmatické samčí sterility u čiroku; N – normální cytoplasma, A – sterilitu vyvolávající cytoplasma (Rooney, 2007)

Linie	Cytoplasma	Genotyp	Fenotyp
A-linie	A	rfrf	Samčí sterilita
B-linie	N	rfrf	Samčí fertilita
R-linie	A nebo N	RFRF	Samčí fertilita
Hybrid	A	RFrF	Samčí fertilita

5. ŠLECHTĚNÍ ČIROKŮ V PODMÍNKÁCH ČR

Problematika šlechtění čiroků v podmínkách mírného pásma je zaměřena na odolnost proti nízkým teplotám. V posledních letech je patrný posun pěstování čiroku i do severnějších oblastí (Francie, Maďarsko), kde existují programy šlechtění hybridů čiroků. Šlechtí se zejména na chladuvzdornost, ranost a snížení obsahu antinutričních látek v obilkách (Rajki-Siklósi, 1993). Nabízí se větší možnost jeho využití v Evropě k potravinářským účelům, což se dosud dělo jen v omezené míře.

Šlechtění je pro jednotlivé druhy čiroků rozdílné a provádí se podle užitkového směru jednotlivých druhů. Je nutné v úvodu předeslat, že v současné době šlechtění čiroků v České republice neprobíhá, máme zde pouze introdukce materiálů ze zemí, kde jsou šlechtitelské programy čiroku podporovány. Můžeme vycházet z informací **profesora Špaldoně**, který se v 50-tých letech minulého století intenzivně zabýval introdukcí a posléze i šlechtěním čiroků. Výběrové postupy lze nastínit a jsou platné i pro současné možné šlechtitelské postupy.

Čirok zrnový se většinou pěstuje na zrna, které se používá pro potravinářské účely k výrobě škrobu nebo piva. Může se používat také jako krmivo, buď v zeleném stavu, nebo jako siláž. Zrnové čiroky mají pro naše poměry dlouhé vegetační období. Při výběru odrůd (sort) zrnového čiroku volíme s nejkratším vegetačním obdobím. Jeden z nejdůležitějších cílů šlechtění je, co nejvíce zkrátit vegetační období. Kromě toho velmi důležitou vlastností je chemické složení zrna, které má co nejvíce vyhovovat pěstitelskému směru. Při použití zrna pro potravinářské účely je důležitý tvar zrna a jeho velikost. Zrna pro potravinářské účely může znehodnocovat a snižovat možnost jeho použití jako krmiva také vysoký obsah taninu. Proto jeden z důležitých cílů v rámci šlechtění zrnových čiroků je získání materiálů prostých těchto antinutričních látek. Velmi důležitou úlohou při šlechtění hraje i výška genotypů, kdy nižší porosty usnadňují proces mechanizované sklizně.

Jak již bylo v úvodu kapitoly zmíněno, zrnové čiroky – hybridy jsou k nám v současné době dováženy a nabízeny prostřednictvím osivářských firem např. SEED SERVICE. Pracoviště Genové banky ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. se také zabývá hodnocením a introdukcí potencionálních genotypů čiroků, které by byly vhodné do pěstitelských podmínek ČR. Tyto materiály jsou získávány z genových bank, univerzitních pracovišť z celého světa - Evropa, USA, Austrálie, Asie atd. Jsou to nehybridní materiály, které jsou každý rok odzkoušeny v polním experimentu na lokalitě Praha – Ruzyně. Výsledkem těchto pozorování je každoroční získání nových originálních dat s důležitou vypovídající schopností pro uplatnění nových – introdukovaných genotypů do našich zeměpisných a pěstitelských podmínek. Tyto nově odzkoušené, popsané genetické zdroje čiroků, jsou uloženy v genové bance za definovaných podmínek a stávají se rezervoárem genetického materiálu pro potencionální šlechtitelské programy v této oblasti.

Tabulka 3 Přehled odzkoušených zrnových genotypů čiroků ve VÚRV Praha – Ruzyně

	Dopěstované nové genotypy čiroků	Nevzešlé genotypy čiroků	Nevymetané genotypy čiroků	Nedozrálé genotypy čiroků	Celkem vyšetřých položek
²⁰¹⁰	59 (34,8 %)	38 (22,3 %)	7 (4,1 %)	66 (38,8 %)	170 (100 %)
²⁰¹¹	58 (38,4 %)	7 (4,6 %)	8 (5,3 %)	78 (51,7 %)	151 (100 %)

Z přehledu je patrné, že propad materiálu je značný. Každý rok se podařilo dopěstovat cca 30 – 40%, ale jsou to genotypy, které prokázaly životaschopnost v pěstitelských podmínkách dané lokality. Tyto materiály je dále potřeba zkoušet, rajonizovat a propracovávat jejich agrotechniku. Prvním slibným výsledkem je podání žádosti o registraci odrůdy a žádosti o udělení ochranných práv k odrůdě, která byla na pracovišti genové banky vyšlechtěna na základě řady pozitivních a negativních výběrů z populace. Je to zrnový čirok, který je veden pod označením ECN 01Z1800017 (449 Holubec). Tato odrůda byla vyšlechtěna jako výsledek využívání genetických zdrojů, a bude po 2 roky hodnocena ve zkouškách DUS, které organizuje ÚKZÚZ Brno.

Značnému zájmu šlechtitelů (v zahraničí) se těší **kříženci čiroku obecného se súdánskou trávou** (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), mezi odrůdami je možná značná variabilita. V našich podmínkách se asi jedná pravděpodobně o nejrozšířenější formu, která se obvykle využívá pro výrobu kvalitní siláže, senáže s vysokým obsahem hemicelulózy, přímé krmení, pastvu skotu a výrobu bioplynu.

Předmětem velmi intenzivního šlechtění u obou druhů a všech typů čiroků určených pro silážování je **BMR forma** (Brown Mid Rib) – jedná se o formu cytoplazmatické mutace (CMS). Jsou to odrůdy vhodné k silážování se zvýšenou stravitelností, jejímž vnějším znakem je hnědé střední žebro. Nejčastěji je BMR forma vyšlechtěna u súdánské trávy nebo kříženců *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. Odrůdy mají jemnější stébla a obsah ligninu je snížen o 40 – 60 %. Nevýhodou některých odrůd může být zvýšená náchylnost k poléhání.

Tabulka 4 Seznam podaných přihlášek k registraci na UKZUZ (UKZUZ, 2012)

Odrůda	Ochrana práv (OP)	Registrace (REG)
KSH6022		Podání žádosti: 11-01-2011
Návrh názvu: KWS Tarzan		
KSH8701		Podání žádosti: 11-01-2011
Návrh názvu: KWS Zerberus		
KSH8901		Podání žádosti: 11-01-2011
Návrh názvu: KWS Freya		
DSM 13-950		Podání žádosti: 27-01-2012
Návrh názvu: Sweet Caroline		
DSM 14-535		Podání žádosti: 27-01-2012
Farmsorgho		Podání žádosti: 27-01-2012
Návrh názvu: Farmsorgho		
449 (Holubec)	Podání žádosti: 21-12-2011	Podání žádosti: 21-12-2011
Návrh názvu: Ruzrok		

6. POŽADAVKY ČIROKŮ NA PROSTŘEDÍ

6.1. Teplota

Čiroky mají značné nároky na teplotu. Pro klíčení potřebuje semeno minimální teplotu 12 – 15 °C, při které vzcházení trvá 10 – 14 dnů. Největšími nároky na teplo se vyznačují zrnové čiroky, mnohé z nich se pěstují jen v tropických nebo subtropických oblastech. Poněkud menší nároky na teploty při klíčení a vzcházení má súdánská tráva, která klíčí a vzchází již při teplotách 8 – 10 °C. Na dozrání potřebují čiroky sumu teplot 2500 až 3500 °C a délku vegetačního období bez mrazů v rozmezí od 120 do 180 dní. Na nízké teploty jsou čiroky citlivé ve všech fázích vývoje, zvláště v období vzcházení a kvetení. Rovněž v období dozrávání způsobují nízké teploty zhoršení klíčivosti osiva. Některé odrůdy čiroků jsou na teploty méně náročné, jako např. variety *technicum* a *sudanense* (Špaldon et al., 1963). Daří se jim i v takových podmínkách, kde kukuřice již neposkytuje uspokojivé výnosy. Ve srovnání s kukuřicí snášejí čiroky větší tepelné výkyvy než kukuřice. V současné době šlechtitelé zejména v Německu se zaměřují na hledání odrůd s co nejnižšími teplotními nároky, k čemuž se využívají tzv. chladové komory. 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 tzv. C4 fotosyntézu. Daří se jim i v takových podmínkách, kde kukuřice již neposkytuje uspokojivé výnosy.

6.2. Voda

Nároky na vodu jsou u čiroků poměrně menší než u kukuřice, přičemž největší nároky na vodu jsou ve fázi sloupkování a metání, kdy vytváří největší množství organické hmoty. Podle četných autorů (Špaldon et al., 1963; House, 1985) jsou čiroky méně poškozeny nedostatkem vody než kukuřice. Ve srovnání s kukuřicí mají dvojnásobné množství kořenových vlásečnic na jednotku hlavních kořenů a takový povrch listů, který snižuje odpar. Proto potřebují asi o 1/3 méně vody než kukuřice a v extrémním suchu mají schopnost přejít do klidového stavu a obnovit růst v souvislosti s nadcházejícími dešti. Čiroky se vyznačují dlouhým vegetačním obdobím, proto využívají dobře srážky v druhé polovině léta, které nemůže využít ani kukuřice.

Tabulka 5 Porovnání transpiračních koeficientů u čiroku a vybraných zemědělských plodin. (Podrábský, 2011)

Plodina	Spotřeba vody v litrech na 1 kg sušiny
Čirok, Ozdobnice čínská (<i>Miscanthus</i>)	280 – 310
Kukuřice, Cukrová řepa	351, 394
Pšenice, Ječmen, Oves	488, 529, 562
Brambory	624
Řepka, Hrách, Bob	600 - 700
Jetel, Vojtěška	nad 700

Pěstování čiroků bez závlahy je možné již v oblastech, kde úhrn ročních dešťových srážek dosahuje 400 – 700 mm.

6.3. Půda

Nároky na půdu u čiroků jsou rovněž ve srovnání s kukuřicí menší. Kořeny čiroků zasahují do hloubky až 150 cm, v propustných půdách i hlouběji. Velikou předností čiroků je, že se jim daří i na půdách částečně zasolených, kde jiné zemědělské plodiny poskytují pouze malé výnosy. Koncentrace sodíkových solí může při pěstování čiroků dosahovat až 1 % a teprve při koncentracích solí okolo 2 % je v těchto půdách i pěstování čiroků omezeno. 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 (Špaldon et al., 1963).

7. AGROTECHNIKA

7.1. Kdy a proč je vhodné pěstovat čiroky

Čiroky jsou náročné na teplo a vyžadují pozdní setí. V Německu se proto stále více prosazují jako následná plodina po energetickém žitu na zeleno, ozimém ječmeni na GPS nebo po první (jarní) sklizni víceleté pícniny. Na podzim se potom (někdy i při nižším obsahu sušiny) sklízí přímo a jako zelená hmota nebo zasilážované se využívají pro výrobu bioplynu. Vícesečné čiroky jsou velmi hodnotnou pícninou pro přežvýkavce.

Erozní koeficient se v USA u čiroků uvádí o třetinu až polovinu nižší než u kukuřice.

Při pěstování pro přímou sklizeň mohou být důvody pro nahrazení kukuřice za čirok aridní podmínky (platí 300 – 500 mm hranice ročního úhrnu srážek), málo úrodná – písčitá půda nebo problémy s výskytem škůdců (*Diabrotica*).

Čiroky jsou méně náročné na půdu, hnojení a pesticidy. Herbicidní ochrana je levná a jednoduchá.

V optimálních podmínkách je výkonnější kukuřice, čirok ji překoná za tepla a v horších půdních podmínkách (Podrábský, 2011). Oproti kukuřici není čirok atakován černou zvěří.

7.2. Řazení čiroku v osevním postupu

V osevním postupu zařazujeme čiroky na zrno nebo čirok cukrový, stejně jako kukuřici, tzn. na dobře vyhnojené půdy, pokud možno i dobře odplevelené, abychom zamezili poškození porostů v době vzcházení a počátečního růstu, kdy jejich růst je pomalejší než růst plevelů. Čirok nemá zvláštní nároky na předplodinu. V teplých oblastech mírného pásma se čiroky zařazují nejčastěji po hnojených okopaninách, lusko-obilných směskách, luskovinách nebo obilovinách. Čiroky jsou dobrou předplodinou pro jarní obiloviny a celou řadu technických plodin.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Landsberská směska vojteška žito na zeleno					čirok				ozimá obilovina jílek mnohokvětý		
ozimý ječmen GPS jiná ozimá obilovina GPS					čiroky				ozimá obilovina		

Obrázek 9 Zařazení čiroku v osevním postupu s využitím celé vegetační doby (Podrábský, 2011)

Při intenzivnějším hnojení a používání herbicidů může následovat čirok i více let po sobě. Po čiroku pěstovaném pro energetické využití a sklizeném do konce zimy lze pěstovat pouze jařiny. Po čiroku pěstovaném na píci nebo na výrobu etanolu se pěstují především obilniny. Při dostatku času na kvalitní přípravu půdy lze následně pěstovat ozimou pšenici, jinak lze pěstovat jarní ječmen a další jařiny. Při používání herbicidů s dlouhou dobou působení je třeba brát v úvahu možné reziduální zbytky. Čirok je sám špatnou předplodinou neboť odčerpává mnoho vláhy a živin. V zahraničí se čiroky stále více prosazují jako následná plodina po energetickém žitu na zeleno, ozimém ječmeni na GPS nebo po první (jarní) sklizni víceleté pícniny.

7.3. Příprava půdy

Příprava půdy pro čiroky je do značné míry závislá na půdních a klimatických podmínkách dané oblasti. Pěstování v aridních a suchých oblastech je nutné přípravu půdy provádět systémem „Dry farming system“. Ten spočívá v orbě do hloubky 18 – 20 cm, kdy je posléze pozemek uvláčen, aby se vypařovací plocha povrchu půdy zmenšila na minimum. Povrch půdy je nutné do výsevu a později až do doby plného vzejití porostu udržovat stále bez půdního škraloupu. Rozrušování půdního škraloupu je důležité k porušení kapilarity v orniční vrstvě půdy, aby výpar vody z půdy byl co nejmenší. Po zasetí je důležité pozemek uválcovat cambridskými válci a to především tehdy, kdy je horní vrstva ornice přerušena. Válením se utlačí půda v hloubce zasetých semen a tím se zabezpečí přívod vody k semenům z hlubších vrstev půdy. Válení po setí se v případě použití vhodného secího stroje s přítlačnými kotouči neprovádí.

7.4. Setí

Výsev čiroků na zrno se nejčastěji provádí do řádků vzdálených od sebe 30 - 80 cm, vzdálenost rostlin v řádku 25 – 30 cm. Některé vícesecné hybridy čiroku se mohou sít i do užších řádků. Výsevné množství čiroků se odvíjí od účelu pěstování a pohybuje se od 15 do 30 kg.ha⁻¹. U čiroků pěstovaných pro zelenou hmotu je výsevní množství vyšší. Doba výsevu je velmi důležitá zvláště v okrajových oblastech. Hloubka setí čiroků je 3 – 5 cm. Velmi důležitým zásahem je včas rozrušovat půdní škraloup, který se vytváří zvláště po deštích. Doba výsevu je velmi důležitá zvláště v okrajových oblastech, kde je nebezpečí poškození vzcházejících porostů nízkými teplotami. Musíme proto při volbě doby setí brát v úvahu celé prostředí dané oblasti, to znamená, provést výsev v takové době, kdy půda je dostatečně teplá (nejméně 10 – 12 °C v oblasti seťového lůžka), a kdy je půda i dostatečně vlhká. Výsev se provádí secími stroji, používají se secí stroje konstruované pro výsev obilnin, nebo speciální secí stroje na přesný výsev kukuřice nebo čiroku. Osivo čiroků má mít klíčivost nejméně 80%, čistotu 98%. Pro výsev se používá osivo tříděné a před výsevem se doporučuje provádět moření osiva především proti sněti čirokové (*Ustilago sorghi*).

Tabulka 6 Výsevné množství osiva čiroků na 1 hektar dle účelu pěstování (Podrábský, 2011)

Druh čiroku (dle použití)	Řádky (cm)	Výsevek (kg.ha ⁻¹)	Využití
Čirok zrnový	30 - 45 (75)	9 – 13	Jednosečné (přímá sklizeň), zrna, siláž / nižší výnos biomasy.
Čirok cukrový	40 – 75	6 – 10	Jednosečné, siláž, vysoký výnos biomasy, nízká sušina a podíl zrna.
Čirok kombinovaný	30 - 75	9 – 13	Jednosečné, siláž s vysokým podílem zrna.
Súdánská tráva	nahusto	20 – 30	Pastva, senáž, seno/ i jako následná plodina.
Čirok x Súdánská tráva	0 - 75	15 – 30	Vícesečné / (jednosečné), pastva, senáž, seno, siláž / i jako následná plodina.

7.5. 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 (Tab. 7). O potřebě hnojení rozhoduje aktuální obsah živin v půdě.

Čirok přijímá živiny zpočátku velmi pomalu (Obr. 10). 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 vývojové 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.

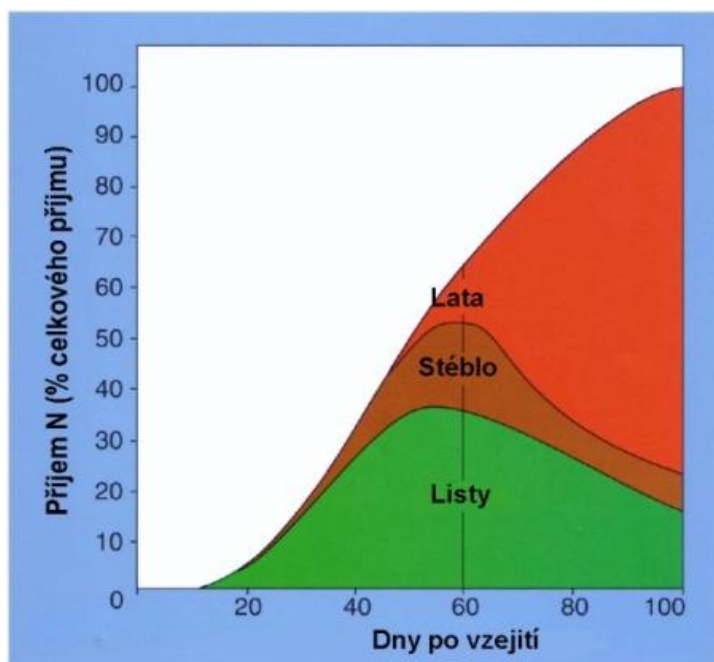
Tabulka 7 Hnojení čiroku – doporučené dávky jednotlivých živin

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

Tabulka 8 Odběr základních živin v závislosti na růstové fázi čiroku (Špaldon et al., 1963)

Dny vegetace	Fáze růstu	N (kg.ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (kg.ha ⁻¹)
25	Prvé 3– 4 lístky	5,6	1,7	4,4
39	Před metáním	52,3	10,7	48,5
59	Začátek metání	97,2	27,0	103,4
68	Konec metání	92,5	28,3	95,3
82	Začátek kvetení	99,1	41,4	124,5
109	Kvetení	120,2	45,1	143,4
149	Konec kvetení	141,2	56,7	149,5

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. 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 hospodáří 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.ha⁻¹. Dynamika odběru živin odpovídá dynamice růstu s maximem v červenci a srpnu.



Obrázek 10 Příjem N v růstových fázích čiroku (Vanderlip, 1993)

7.6. Regulace plevelů

V prvních 4 až 5 týdnech po vzejití roste čirok velmi pomalu. V této době se stávají plevelé konkurencí čirokům a předstihují ho v růstu. Proto musíme udržet porost čiroku v této době čistý s prokypřeným povrchem ornice. Odplevelování čiroků můžeme v počátečním období růstu provádět vláčením lehkými branami. Tím se provzdušní povrch půdy, případně se naruší utvořený půdní škraloup a také se ničí vzcházející plevelé. Rostliny jsou v této době dostatečně pružné a nejsou branami poškozovány. Prokypření povrchové vrstvy ornice je důležité nejen z těchto důvodů, ale také z hlediska ochrany proti pozdním jarním mrazíkům. Prokypřený povrch

pomaleji vyzařuje teplo. Nejlepší doba na vláčení branami je až v období, kdy čirok dobře zakořenil. Nejvhodnější doba je, když porost má výšku 10 – 12 cm, později by došlo k nevratnému poškození rostlin. Když čirok zakryje půdu, nemusí se dále ošetřovat, neboť sám dusí plevelé a zabraňuje silnému výparu vody z půdy. Proto je vhodné pěstovat čirok i v systému organického zemědělství bez aplikace pesticidů. Pokud budeme uvažovat o intenzivní technologii pěstování čiroků a s tím spojenou regulaci plevelů lze využít aplikace následujících herbicidů. Před setím čiroku je výhodné vyčistit pole neselektivním (totálním) herbicidem. Je možné aplikovat také postemergentní herbicidy v případě nutnosti ošetření během vegetace s účinnými látkami MCPA při výšce rostlin cca 15 cm. V případě zaplevelení Ježatkou kuří nohou (*Echinochloa crus-galli*), zvláště u čiroků pěstovaného na přímou sklizeň zrna nebo siláže, se v zahraničí nejvíce osvědčila preemergentní aplikace přípravku Gardoprim Plus Gold v dávce do 4 l.ha⁻¹. Pozor, v ČR je registrace pouze do kukuřice! (Podrábský, 2011)

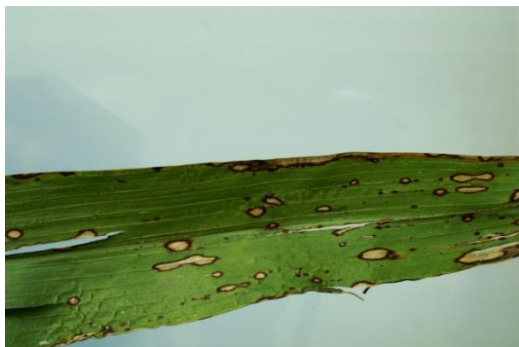
7.7. Choroby a škůdci čiroku

V oblastech tradičního pěstování patří k hlavním houbovým patogenům čiroku plíseň čiroková (*Sclerospora sorghi* (Kulk.) Weston et Uppal), která je rozšířena zvláště v subtropických oblastech (Indie, jižní Asie) a řadí se mezi oomycety. Vytváří na listech bílé až žluté pruhy, které postupně hnědnou s následným odumíráním pletiva. Na listech se též někdy vyskytuje rez čiroková (*Puccinia purpurea* Cooke) vytvářející uredia s uredosporami na spodní straně listů. Na čiroku parazituje několik rodů snětí. Křtá sněť čiroku (*Sphacelotheca sorghi* (Ehrenb. ex Link.) G.P. Clinton), která přeměňuje semeníky v chlamydospory. Snětivé rostlinky nezakrňují na rozdíl od působení prašné sněti čirokové (*Sphacelotheca cruenta* (J.G.Kühn) Potter). V tropických oblastech se někdy vyskytují sněti *Tolyposporium ehrenbergii* Kühn et Pot. a *Sorosporium holci-sorghi* (Pass.) Savúl. , které přetvářejí semeníky v masu chlamydospor. Anthraknózu čiroku způsobuje houba *Colletotrichum graminicolum* D:J. Pollis. Někdy se vyskytuje houba způsobující sazovitou pruhovitost – *Ramulispora sorghi* (Ellis et Evert.) L.S.Olive et Lefebvre rozšířená v Asii a Americe. Vytváří podlouhlé eliptické skvrny šedě a hnědě zbarvené s červenými okraji.

Menší význam mají choroby jako jsou šedá skvrnitost listů způsobená houbou *Cercospora sorghi* Ellis et Evert., helminthosporiová spála listů způsobená (*Helminthosporium turcicum* Pass.) a černá hniloba (působená *Rhizoctonia bataticola* (Taubenk.) E.J. Butler). Na osivu čiroku byly nalezeny např. houby rodů *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link., *Trichoderma* Pers., *Ascochyta* Lib. a *Fusicladium* Linford. Z bakterií se mohou vyskytnout skvrnitosti listů způsobené zvláště rody *Pseudomonas* a *Xanthomonas*.

Z živočišných škůdců napadá čirok hmyz i vyšší živočichové. Mladé rostlinky jsou často okusovány larvami kovaříka – drátovci, nebo larvami chrousta obecného. Larvy poškozují především kořenový systém. Velmi nebezpečným škůdcem zvláště v USA je *Contarinia* (*Diplois*) *sorghicola* Coq. (bejlmorka), která je nebezpečná hlavně svým rychlým rozmnožováním, její výskyt je zpravidla kalamitní a může porosty i zničit. Larvy i hmyz způsobují požerky na listech a stéblech rostlin. Méně významným škůdcem čiroků je mravenec *Linepithema humilis* Mayr.

V podmínkách České republiky na lokalitě v Praze Ruzyni byl identifikován škůdce zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hübner) s charakteristickým projevem, který je znám z porostů kukuřice (Obr. 16). Také na listech čiroku se vyskytovala zvláště houba hladkoplodka obilná (*Colletotrichum graminicola* D. J. Pollis), která tvořila na listech malé oválné až nepravidelné skvrny, jejichž střední část byla hnědá (Obr. 11). Na listech jsme zjistili ložiska konidioforů. V krčku rostlin houba proniká do svazků cévních a přerušuje tak transport vody a živin. Horní část stébla s latou se většinou předčasně láme a usychá (Obr. 14). Byly identifikovány i listové skvrny způsobené v našich podmínkách rodem *Alternaria* Nees. (Obr. 12). Uvedený rod hub se může šířit zvláště v našich podmínkách v souvislosti s oteplováním klimatu. Skvrnitost vyvolaná houbou by mohla redukovat i výnos zrna a vytvářet infekční rezervoár pro další šíření houby. Rod *Alternaria* Nees. bývá řazen do skupiny *Moniliales* u *Fungi imperfecti*, může být přítomen na různých rostlinných zbytcích a snižuje zejména klíčivost semen. Vyvolává tvorbu nekrotických skvrn a zmenšuje asimilační plochu listů. Vytváří též mykotoxiny (alternariová kyselina, alternariol, alternariol monomethyl ether aj.), znehodnocující sklizeň zrna po stránce kvality produkce. Uvedená houba může žít při pro ni příhodných podmínkách též jako parazitická houba např. na listech. Bývá někdy řazena k černím. Byly zjištěny též některé skvrny abiogenního původu. Okolo cévních svazků listu vznikalo červené zabarvení (Obr. 13).



Obrázek 11 širok - skvrny *Colletotrichum graminicolum* (Foto. K. Veverka)



Obrázek 12 širok - skvrny způsobené *Alternaria* sp. (Foto. K. Veverka)



Obrázek 13 širok - stéblo napadené houbou *Colletotrichum graminicolum* (Foto. K. Veverka)



Obrázek 14 širok - abionóza na listu široku (Foto. K. Veverka)



Obrázek 16 Napadení rostliny široku zavíječem kukuřičným (Foto. K. Holý)



Obrázek 15 Vitální porost široku (Foto A. Prohasková)

8. VYUŽITÍ ČIROKŮ

Možnosti využití čiroků – všech forem jsou velmi široké. V potravinářském průmyslu je využíván čirok cukrový pro výrobu sirupů, cukrovinek, lihu, lihových nápojů a piva, protože snadno a rychle zkvašuje. Velmi rozšířená je příprava kaší z mouky a krup v kombinaci s masem a zeleninou (Hermuth, 2010). Průmyslové využití čirokové mouky je pro výrobu lepidel, olejů a škrobu (Martin & MacMasters, 1952). V poslední době zaznamenává razantní nárůst v produkci etanolu jako paliva z biomasy (Martin et al., 2006). Čirok je dále vhodný jako kvalitní krmná plodina pro vysoký obsah cukrů, velmi dobré stravitelnosti a vysokému výnosu zelené silážní hmoty. Varieta technického čiroku je surovinou pro výrobu kartáčů a košťat.

8.1. Potravina

Pěstování čiroku je významné především v teplých, sušších oblastech, kde je pěstován zejména zrnový čirok, a kde je nejdůležitější složkou potravy obyvatel. Tradičně velký význam má pěstování čiroku v Africe, stejně tak v sušších oblastech Indie, Japonska, Středního východu. S intenzivními kulturami čiroku se setkáváme v jižní, střední a teplejší části Severní Ameriky, v Austrálii, jižní Evropě. Obilky čiroku zbavené pluch se připravují buď v celku, nebo se z nich častěji mele mouka, která je vhodná především pro přípravu kaší. Z obilek čiroku se také připravuje čirokové pivo, které je oblíbené nejen pro svou opojnost, ale i jako zdroj vitamínů skupiny B, kterých je v některých oblastech pěstování čiroku nedostatek. Podobně jako z jiných obilnin i z obilek čiroku je možné vyrábět líh. V oblastech jeho pěstování jsou obilky čiroku i významným krmivem pro drůbež i výkrm prasat. Hlavními světovými producenty zrnového čiroku jsou Spojené státy, Nigerie, Indie, Mexiko, Súdán (Holec et al., 2011). V posledních letech je patrný posun pěstování čiroku i do severnějších oblastí (Francie, Maďarsko), kde existují programy šlechtění hybridů čiroků. Šlechtí se zejména na chladuvzdornost, ranost a snížení obsahu antinutričních látek v obilkách (Rajki-Siklósi, 1993). Tak se nabízí větší možnost jeho využití v Evropě k potravinářským účelům, což se dosud dělo jen v omezené míře.

Tabulka 9 Chemické složení zrna čiroků (%) kolekce genetických zdrojů, genová banka Praha Ruzyně (2011)
Analýzy - ČZU Praha Suchbát, Ing. V. Plachý, Ph.D.

Varieta	Dusíkaté látky	Tuk	BNLV	Vláknina	Popeloviny
Zrnový	12,8	3,3	76,0	5,9	2,0
Cukrový	14,2	3,7	73,6	6,0	2,6
Súdánská tráva	13,7	3,6	73,0	7,5	2,2

U odrůd čiroku cukrového se zpracovávají celé rostliny k výrobě cukrových sirupů nebo se silážují a zkrmují. Stébla cukrového čiroku obsahují po dozrání 80 – 90% sladké šťávy, asi 15% vlákniny, organické a anorganické soli, protein, gumu, vosk a škrob. Škrobu je asi 1% a jeho obsah se v zralé rostlině zvyšuje. Množství a druhy cukrů se za vegetace mění. V období kvetení je asi 11% cukrů. V mladé rostlině jsou všechny cukry redukující. Dozráváním se začne zvyšovat procento sacharózy a její podstatné množství se vytvoří až ke konci dozrávání. V období plné zralosti je většina cukrů ve šťávě jako sacharóza (60 – 80%) z celkového množství cukrů ostatních 20 – 40% připadá na redukující cukry.

Obilky čiroku zrnového i cukrového jsou menší než pšenice. Hmotnost 1000 zrn se pohybuje zpravidla mezi 20 – 30 g. Podíl endospermu je 82,3%, klíčku 9,8% a obalů 7,9% (Zeller, 2000).

Skladba aminokyselin zrna čiroku podle různých autorů (Zeman, 1991; Mosse, 1988; Malz, 1993) může být velmi variabilní v závislosti na genotypu a pěstitelských podmínkách.

Tabulka 10 Složení aminokyselin u zrna čiroku g.kg-1 původní hmoty ^aZeman, 1991; ^bMosse et al., 1988; ^cMatz, 1993

Aminokyseliny	Obsah živiny (g.100 bílkovin ⁻¹)		
	1 ^a	2 ^b	3 ^c
Lysin	2,40	2,50	1,80
Metionin	1,60	2,00	1,50
Treonin	3,00	3,35	3,00
Tryptofan	1,00	1,08	1,00
Arginin	3,60	4,10	2,50
Glycin	3,00	3,40	2,90
Histidin	2,50	2,30	2,00
Isoleucin	3,80	4,10	3,80
Leucin	12,80	12,70	13,90
Fenylalanin	4,70	5,20	4,80
Valin	5,00	5,20	4,70
Tyrosin	3,90	3,90	1,40

Lysin v běžných genotypech čiroku představuje v rozvojových zemích téměř 40% doporučené dávky této esenciální aminokyseliny pro děti pro správný růst a vývin organismu. Vysokolysinové genotypy mají zastoupení lysinu vyšší a i celkové složení aminokyselin nutričně příznivější (Serna – Saldivar & Rooney, 1995).

Obsahy jednotlivých látek mohou být značně rozdílné podle místa pěstování a pěstitelské praxe. Například obsah bílkovin silně ovlivňuje hnojení dusíkem. Zvyšuje zejména podíl prolaminové frakce, která se u čiroků nazývá kafirin. Tato frakce je chudá na lysin, arginin, histidin a tryptofan, naopak obsahuje hodně prolinu a glutaminu. Rajki-Siklósi (1993) uvádí obsah bílkovin v zrna zrnového čiroku v podmínkách Maďarska 10,0 – 10,7%. Petr et al. (2003) hodnotil obsah celkového a bílkovinného dusíku a hrubého proteinu u několika odrůd čiroku zrnového a cukrového, vypěstovaného bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů v podmínkách středních Čech a zaznamenali průměrný obsah celkového N 1,73%, hrubého proteinu (N x 5,7) 9,83%, bílkovinného N 1,56% a podíl čistých bílkovin 91,36%.

Jako negativní vlastnost se uvádí obsah taninu (proanthokyanidinu) a některých dalších antinutričních látek, které mohou nepříznivě ovlivňovat stravitelnost. Třísloviny totiž reagují s bílkovinami potravy, trávicími enzymy i bílkovinami střevní sliznice. Zrna těchto odrůd by se neměla používat pro krmení mladé drůbeže, u které může způsobovat zpomalení růstu.

Obsah škrobu je podobný jako u kukuřice okolo 70%, obsah bílkovin 8 – 16%, tuku 3,3%, popelovin 1,9% a hrubé vlákniny 1,9 % (Jambunathan & Subramanian, 1988).

Zájem o pěstování čiroku ve střední Evropě roste s ohledem na oteplování klimatu, možnosti využití ke krmným účelům a v lidské výživě pro možnost jeho uplatnění v bezlepkové dietě. Z tohoto pohledu je významné zastoupení jednotlivých frakcí bílkovin zrna čiroku, protože celiakálně toxické sekvence aminokyselin jsou přítomné v prolaminové frakci. Existují genotypové rozdíly, kdy odrůdy čiroku zrnového vykazují ve srovnání s čírokem cukrovým příznivější složení bílkovinných frakcí, vyšší zastoupení nutričně hodnotných albuminů a globulinů a nižší zastoupení prolaminů. Petr et al. (2003) prokázaly výsledky imunologického hodnocení množství prolaminů (ELISA) u sledovaných odrůd čiroků, že byly hluboko pod limitem pro bezlepkovou dietu (max. 10 mg gliadinů – prolaminů) na 100 g vzorku (WHO & FAO 2000). Klinickým testováním se potvrdila možnost bezproblémového využití čiroku pro dietu při celiakii.

Z biologicky cenných látek v číroku je ceněný obsah fenolických kyselin, které jsou zastoupené kyselinou protokatechovou, hydroxybenzoovou, vanilovou, kávovou, ferulovou a skořicovou. Tyto kyseliny jsou významné pro svoje vysoké antioxidační vlastnosti.

Z minerálních látek je v čiroku zajímavý obsah fosforu, hořčíku, železa, zinku, mědi, manganu, molybdenu a chromu. Čirok dále obsahuje vitamíny B1, B6, beta karoteny, folacin, kyselinu pantotenovou, která je důležitá pro metabolické zpracování přijatých živin a nenahraditelná pro syntézu hormonů (Ivanišová, 2009).

Tabulka 11 Obsah vybraných prvků u zrna čiroku g.kg-1 původní hmoty (Zeman, 1991)

Vybrané prvky	Obsah (g.kg ⁻¹)
Vápník	0,40
Fosfor	2,80
Sodík	0,30
Draslík	3,40
Chlor	0,80
Hořčík	1,70
Síra	0,90

8.2. Zelená hmota

V podmínkách České republiky se odrůdy a hybridy čiroku využívají především pro krmné účely a na výrobu bioplynu (Podrábský, 2008). 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. Intenzivním šlechtěním se podařilo odbourat dříve vysoký obsah alkaloidu durinu a zvýšit stravitelnost organických živin.

Čirok zrnový má obvykle výšku 0,8 – 1,2 m a mají mohutné laty, díky kterým jsou schopny dát výnos zrna nejčastěji mezi 3 až 8 t zrna z hektaru. V našich teplejších oblastech není problém některé odrůdy vypěstovat a sklídit, zrno se však musí dosušet, protože se sklízí nejčastěji při vlhkosti 20 – 25%. V Německu se v některých oblastech tato forma sklízí jako jednosečná na siláž k výrobě bioplynu. Při nižším výnosu biomasy mohou zrnové čiroky překonat výnosem energie z hektaru i odrůdy se značným výnosem hmoty a to díky koncentraci sušiny a energie v siláži. Obsah zrna pomáhá významně zvýšit i sušinu siláže. Tímto způsobem se dá vyhnout převážení značného množství vegetační vody, což je problémem zejména u cukrové formy. Zrnovou formu je vhodné pěstovat při šířce řádků 30 – 45 cm, některé odrůdy snesou i 75 cm řádky.

Čirok cukrový obvykle dorůstá výšky 3 – 5 m. Bohužel však má většina odrůd v našich podmínkách problém s dosažením obsahu sušiny vhodné pro silážování. U takto vysokých odrůd je problém s vyšším obsahem ligninu, kterým musí rostlina vyztuzit svá stébla, aby nepolehla. Využívají se obvykle jako jednosečné na siláž, v některých oblastech se tento druh používá i do pásového výsevu s kukuřicí. Podíl zrna, pokud se stačí vytvořit, je nízký. Nadějně by mělo být využití na biomasu pro spalování. Problém však je opět nízká sušina na konci vegetace. Pěstuje se nejčastěji v řádcích s roztečí 40 – 75 cm.

Kombinovaná forma jedná se spíše o nově vyšlechtěnou formu zrnového čiroku, která má výšku mezi 1,6 – 2,2 m s mohutnou latou poskytující 3 až 6 t zrna. Je-li odrůda dostatečně raná, je její pěstování velmi zajímavou záležitostí především při výrobě siláže na bioplyn, ale i pro krmení skotu. Vysoký podíl zrna v biomase totiž pomáhá k dosažení vyšší sušiny a energetické hodnoty siláže. Pěstuje se nejčastěji v řádcích s roztečí 30 – 75 cm, ideální je užší rozteč.

Súdánská tráva je silně odnožujícím druhem s jemnými stébly, dorůstajícími do výšky dvou metrů. Mnohé odrůdy jsou relativně ranější a jsou schopné dosáhnout optimální sušiny vhodné pro silážování. Siláž z jednosečného využití má však nižší energii kvůli malému podílu zrna v biomase a vyššímu obsahu ligninu v píce. Tato forma je však velmi vhodná pro

pastvu nebo vícesečné využití pro krmení nebo senáž. Seje se s vyšším výsevkem do hustých řádků.

Kříženci čiroku obecného se súdánskou trávou v sobě spojují vlastnosti obou těchto druhů. Tyto hybridy se těší značnému zájmu šlechtitelů a mezi odrůdami je možná velká variabilita. Stále častěji se pěstují tzv. BMR formy s obsahem ligninu sníženým o 40 – 60%. Kříženci mají v době vegetace vynikající nutriční vlastnosti. Lze je v závislosti na odrůdě pěstovat pro vícesečné využití na senáž (s vysokým obsahem hemicelulózy) nebo pastvu. Při jednosečném využití již kvalita píce není tak vysoká, ale může se značně lišit v závislosti na odrůdě. Výnos zrna (pokud se stačí vytvořit) je spíše nižší. Hybridy se sejí v závislosti na způsobu využití „na husto“ při pěstování pro přímou sklizeň také i v celé škále řádků až do 75 cm, ideální je užší rozteč. Kříženci čiroků nebo súdánská tráva se často sejí i jako následná plodina po ozimé píceň na zeleno, GPS, po zaorávkách a podobně.

V roce 2009 a 2010 pracovníci Genové banky ve VURV, v.v.i. uskutečnili polní experimenty s vybranými materiály čiroku. Pokus byl vyset na parcelách o celkové ploše 4,5m² ve třech opakováních. Odrůdy čiroku jsou komerční materiály a byly vybrány na základě doporučení firmy Seed Service, která se zabývá introdukcí čiroků do ČR. Další materiály byly dodány osivářskými firmami Saatbau Linz a Syngenta. Některé genotypy čiroků (Tab. 13) byly získány z genové banky - kolekce genetických zdrojů čiroků. Získané informace jsou zahrnuty v následujících tabulkách.

Tabulka 12 Hodnocené parametry biomasy u čiroku; průměrná data z let 2009-2010

Plodina	Výška	Biomasa	Obsah základních živin v % sušiny				
	(cm)	(kg.m ⁻²)	N	P	K	Ca	Mg
Čirok	200,53±27,43	7,69±2,46	1,86±0,42	0,25±0,07	3,25±1,13	0,71±0,11	0,24±0,04
Goliath ¹	228,67±22,27	10,10±0,93	1,82±0,40	0,25±0,08	3,41±1,24	0,70±0,09	0,25±0,02
Sucrosorgo 506 ²	209,50±24,34	8,62±2,16	1,87±0,29	0,26±0,07	3,40±0,97	0,69±0,12	0,24±0,03
Nutri Honey ³	199,33±20,85	7,18±1,37	1,75±0,37	0,23±0,05	2,58±0,71	0,65±0,11	0,23±0,03
Latte ⁴	197,67±25,01	7,96±3,60	1,70±0,55	0,25±0,06	2,92±1,09	0,63±0,09	0,22±0,04
Honey Graze BMR ⁵	194,83±14,80	5,60±1,46	1,83±0,53	0,23±0,08	3,52±1,79	0,76±0,05	0,24±0,04
Big Kahuna BMR ⁶	173,17±30,04	6,71±2,25	2,17±0,37	0,29±0,08	3,66±0,73	0,82±0,06	0,28±0,02

Tabulka 13 Morfologicko-fenologické hodnocení vybraných odrůd čiroku. Hodnoty označené shodným písmenem nebyly statisticky průkazně odlišné na P ≤ 0,05

	Vzcházení (dny)	Metání (dny)	Plná zralost (dny)	Zapojení (%)	Výška (cm)	Výnos (t suš.ha ⁻¹)
K - 81	18,00±0,00a	80,00±0,00c	161,00±0,00a	100,00±0,00a	291,00±4,58a	26,08±1,97a
Kecskemeti	19,00±0,00ab	93,00±0,00d	169,00±0,00a	91,67±7,64a	314,67±4,51a	26,24±5,84a
SO - 29	21,33±0,58c	74,67±1,53b	170,00±0,00a	26,67±7,64b	302,33±7,02a	26,61±2,74a
GK 4 Zsofia	19,33±0,58ab	70,33±0,58a	163,00±0,00a	76,67±2,89a	308,67±7,57a	24,07±4,41a
6 - bez taninu (cukrový)	19,00±0,00ab	69,00±0,00a	160,00±0,00a	86,67±18,93a	304,00±19,70a	20,04±3,39a
21/00	19,33±0,58ab	69,00±1,00a	161,00±0,00a	91,67±7,64a	308,00±14,00a	29,51±7,21a
56/01	19,67±0,58abc	69,33±0,58a	159,00±0,00a	78,33±7,64a	317,00±7,00a	28,25±4,51a
GK 5 Zsofia	20,00±1,00bc	70,33±1,15a	159,00±0,00a	76,67±7,64a	294,67±12,66a	20,25±1,83a
Latte	20,00±1,00bc	95,00±0,00d	-	31,67±5,77b	312,67±9,07a	28,51±3,51a

¹ Goliath – raný hybrid, vhodný pro bioplynové stanice

² Sucrosorgo 506 – hybrid, dává vysoké výnosy zelené hmoty i na stanovištích nevhodných pro silážní kukuřici

³ Nutri Honey – hybrid čiroku a súdánské trávy, vhodné pro píci i ke spásání

⁴ Latte – krmná odrůda, vysoká odolnost k suchu

⁵ Honey Graze BMR – hybrid vhodný pro výrobu senáže, sena, zeleného krmení či pastvy; nižší obsah ligninu

⁶ Big Kahuna BMR – hybrid vhodný pro siláž, fotoperiodicky citlivý ke krátkému dni

Tabulka 14 Obsah prvků v sušíně sklizené biomasy

	N (%suš.)	P (%suš.)	K (%suš.)	Ca (%suš.)	Mg (%suš.)	Na (%suš.)
K – 81	1,00±0,04abc	0,15±0,01ab	1,03±0,06abc	0,47±0,01c	0,21±0,01a	0,0088±0,0002a
Kecskemeti	0,97±0,10bc	0,15±0,01ab	0,86±0,07b	0,45±0,02bc	0,22±0,02a	0,0089±0,0001a
SO – 29	1,16±0,10abc	0,19±0,02a	1,08±0,05a	0,36±0,02a	0,17±0,00a	0,0089±0,0007a
GK 4 Zsofia	1,22±0,09ab	0,18±0,02ab	0,89±0,03bc	0,43±0,02abc	0,20±0,02a	0,0086±0,0001a
6 - bez taninu (cukrový)	1,26±0,12a	0,18±0,04ab	1,09±0,07a	0,40±0,03abc	0,19±0,03a	0,0086±0,0002a
21/00	1,25±0,15ab	0,20±0,04a	0,89±0,12bc	0,39±0,04ab	0,19±0,03a	0,0085±0,0004a
56/01	1,17±0,08abc	0,17±0,01ab	1,04±0,15ac	0,43±0,05abc	0,18±0,03a	0,0086±0,0003a
GK 5 Zsofia	1,27±0,06a	0,18±0,01ab	1,10±0,08a	0,39±0,04ab	0,19±0,01a	0,0085±0,0003a
Latte	0,89±0,05c	0,12±0,00b	1,16±0,09a	0,37±0,02a	0,18±0,01a	0,0091±0,0002a

Tabulka 15 Obsah mikroprvků v sušíně sklizené biomasy. Výsledky polního experimentu – VÚRV Praha Ruzyně, v.v.i. - Genová banka

	Al (mg.kg ⁻¹ suš.)	B (mg.kg ⁻¹ suš.)	Fe (mg.kg ⁻¹ suš.)	Mn (mg.kg ⁻¹ suš.)	S (mg.kg ⁻¹ suš.)
K – 81	138,22±40,48a	4,17±0,08ab	141,83±4,65a	41,82±2,21b	764,30±75,93ab
Kecskemeti	98,89±31,84a	3,30±0,48a	154,49±32,74a	29,56±2,64a	704,53±35,97bc
SO – 29	88,04±42,83a	4,04±0,13ab	125,49±53,91a	28,33±2,46a	783,96±40,91ab
GK 4 Zsofia	143,21±46,67a	3,75±0,38ab	193,13±15,51a	33,63±3,72ab	846,98±72,64a
6 - bez taninu (cukrový)	147,62±54,60a	4,04±0,52ab	179,06±16,71a	29,93±6,42a	829,10±67,22a
21/00	97,07±26,58a	4,35±0,60b	128,93±34,68a	30,34±3,42a	831,56±56,66a
56/01	165,86±64,16a	3,60±0,29ab	223,29±99,61a	29,84±3,98a	767,24±37,68ab
GK 5 Zsofia	129,21±32,62a	3,88±0,32ab	141,54±13,73a	29,85±2,69a	833,67±53,47a
Latte	104,31±49,46a	3,60±0,30ab	119,77±56,42a	28,08±1,37a	615,08±22,68c

Využití zelené hmoty v případě sečení v období do začátku metání je obsah bílkovin v píce velmi vysoký, srovnatelný s obsahem v mladých travách nebo horší vojtěšce. V uvedené růstové fázi mají rostliny vysoký obsah rozpustné vlákniny, které se stárnutím rostlin postupně ubývá a ředí se i obsah bílkovin. K výrazné lignifikaci dochází v době odkvétání rostlin.

Tabulka 16 Srovnání krmné hodnoty siláže (bílkovin, vlákniny a energie) u hybridu čiroku a súdánské trávy v různé růstové fázi (Nutrient Requirements of dairy Cattle, 1989)

<i>Růstová fáze</i>	<i>% NL</i>	<i>% ADF</i>	<i>% NDF</i>	<i>NEL MJ (kg)</i>
Čirok x súdánská tráva – fáze vegetativní	17	29	55	6,72
Čirok x súdánská tráva – fáze po vymetání	8	42	68	5,46

Tabulka 17 Způsob přípravy čirokové siláže v závislosti na obsahu sušiny materiálu (Přikryl, 2011)

Obsah sušiny (%)	Délka řezanky (cm)	Výška (m)/způsob uskladnění siláže
20 - 25	3 - 4	Polní krechť na zpevněné ploše s výškou do 1 m, jemné dusání napříč vrstvené hmoty
25 - 28	2 - 3	Polní krechť na zpevněné ploše s výškou 1 – 1,5 m, dusání napříč vrstvené hmoty
28 - 35	1 - 3	Silážuje se do vaku, krechťu nebo jámy s možnou výškou 3 – 4 m siláže
35 – 40 (do 45 %)	0,6 - 1	Silážování do jámy, výška neomezena

Při silážování čirokové hmoty je potřeba dodržet určité zásady:

- Žádoucí je sklízet silážní čirok v sušině 28 – 38%. Sklízet i při nižším obsahu sušiny je možné, ale ekonomicky nevýhodné.
- 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.
- Vzhledem k vyššímu obsahu vodorozpustných cukrů lze čirokovou siláž z celých rostlin bez rizika naskladňovat i při vyšším obsahu sušiny, maximálně však do 45%. Z téhož důvodu postačí pro zajištění kvalitní fermentace běžný biologický inokulant. Jeho použití je však velmi vhodné.
- Sklizeň při vyšších sušinách přichází v úvahu při přípravě siláží ze zrnových, ojediněle i kombinovaných čiroků. Sklizeň se samozřejmě provádí v mléčně voskové zralosti.

9. SKLIZEŇ A POSKLIZŇOVÉ OŠETŘENÍ ČIROKU

Z hlediska pěstování a sklizně nejsou s čiroky problémy, neboť se používá, podobně jako u kukuřice, běžně dostupná zemědělská mechanizace (Stražil, 1999). Čirok cukrový se silážuje napřímo při optimálním obsahu sušiny. Súdánská tráva a její kříženci se hodí pro dvoufázovou sklizeň v době, kdy mají vysokou stravitelnost, nebo pro přímou sklizeň tehdy když je obsah sušiny optimální. Na podzim se potom sklízí napřímo a jako zelená hmota nebo zasilážované se využívají pro výrobu bioplynu. Vícesečné čiroky jsou velmi hodnotnou pícninou pro přežvýkavce. Čirok technický se sklízí v době technické zralosti, když jsou laty žluté a pružné.

9.1. Zrno



Obrázek 17 Sklizeň zrnového čiroku v Kansasu, USA (Anonym, 2012b)

Zrnový čirok sklízíme kombajnem upraveným na vysoký řez. Sklízíme v době, když jsou zrna dobře vybarvená a lesklá. Výdrolu se nemusíme obvykle obávat, proto můžeme sklízet až v plné zralosti. Sklizeň provádíme nejlépe za suchého počasí, aby se vlhkost obilky zbytečně nezvyšovala. Po sklizni je potřeba zrna přechistit a dosušit na skladovací vlhkost 14-15%. Zrno je nutné sušit při teplotě 45-50°C. Vysušené zrno se uskládá obdobně jako zrna obilnin. Potenciál

výnosu zrnového čiroku se pohybuje v rozmezí 5-6 t.ha⁻¹. V nejteplejších oblastech je srovnatelný s výnosem kukuřice na zrno.

9.2. Fytomasa

Čiroky většinou zaručují ve vhodných podmínkách vysoké výnosy fytomasy. Sklizeň závisí na směru pěstování. K sečení se používá celá škála řezaček nebo žacíh strojů různých výkonů často vybavených integrovaným rozhazovačem píce na celou šířku pokosu. Žací stroj může být vybaven tzv. kondicionérem mačkáacími válci nebo výkyvnými „V“ prsty zabezpečujícími mechanickou dezintegraci fytomasy. Kondicionováním se urychluje proces zasychání posečené píce. V případě, že posečená biomasa nepromokne, není ji potřeba obracet.

Posečená fytomasa se nechá zavadnout na sušinu 28–35%, obvykle do 24 hodin, a následně je shrnovaná shrnovačem do řádků. Cílem operace je soustředit zavadlou biomasu do objemových řádků, které zajistí dokonalé plnění řezacího ústrojí řezačky. Shrnovače jsou konstruované převážně jako rotační. Výkon je značně variabilní a závisí na použitém stroji, množství biomasy apod.

Dosahované výnosy fytomasy čiroku v pokusech VÚRV podle podmínek pěstování a rozbor dalších sledovaných ukazatelů je uveden níže.

Polní pokusy s vybranými genotypy čiroku (sudánská tráva, „Hyso⁷“, čirok zrnový, čirok cukrový) uvažovanými pro energetické využití probíhaly na čtyřech různých stanovištích (Ruzyně, Lukavec, Chomutov, Troubsko), třech různých dávkách dusíku (0, 60, 120 kg.ha⁻¹), jednom nebo dvou stupních výsevu (40 a 60 klíčivých semen na 1 m²) při vzdálenosti řádků 25 cm a dvou termínech sklizně na podzim a na jaře. Charakteristika jednotlivých stanovišť je uvedena v Tab. 18. V polních pokusech bylo na všech stanovištích před setím každoročně hnojeno 60 kg.ha⁻¹ P₂O₅ a 60 kg.ha⁻¹ K₂O. Jsou zhodnoceny výsledky z postupně zakládaných pokusů s různými genotypy z let 1993 až 2004. Sledoval se vliv stanoviště, hnojení N a výsevu na výnosy nadzemní fytomasy. Sledoval se vliv termínu sklizně na obsah vody ve sklizeném materiálu, ztráty fytomasy přes zimní období, obsah základních živin a energetický obsah v rostlinách. Porovnávaly se také jednotlivé sledované genotypy (odrůdy) čiroku navzájem z hlediska vhodnosti pro spalování.

Tabulka 18 Stanovištní podmínky pokusných míst

Ukazatel	Pokusné místo			
	Praha – Ruzyně	Troubsko	Lukavec	Chomutov
Nadmořská výška (m n.m.)	350	270	620	363
Půdní druh	jílovito-hlinitá	hlinitá	písčito-hlinitá	písčito-hlinitá
Půdní typ	hnědozem	luvicá černozem	kambizem	kambizem
Průměrná roční teplota vzduchu (°C)	8,2	8,4	7,4	7,6
Průměrný roční úhrn srážek (mm)	447	547	666	514
Agrochemické vlastnosti orniční vrstvy:	3,04	2,44	3,03	3,58
Obsah humusu (%)				
pH (KCl)	5,57	5,94	5,43	5,02
Obsah P (Mehlich II, mg.kg ⁻¹ půdy)	124,9	112,0	131,0	16,6
Obsah K (Mehlich II, mg.kg ⁻¹ půdy)	126,0	199,7	166,0	44,9

V našich pokusech bylo dosaženo průměrných výnosů sušiny fytomasy, bez ohledu na agrotechnická opatření, sklizené na podzim od 27,06 t.ha⁻¹ v Troubsku do 5,14 t.ha⁻¹

⁷ **Hyso** - odrůdový hybrid, který vznikl křížením čiroku sudánského a čiroku technického. Je vhodný k picinářskému využití v teplých a sušších oblastech (hlavně jižní Morava). Má velkou odnožovací schopnost, může dorůst do výšky 2–2,5 m. Klíčí při teplotě 10 °C, mladé rostlinky jsou velmi citlivé na chlad. Po sklizni je možné porost přepásat.

v Lukavci. Pokud nebudeme brát v úvahu stanoviště Lukavec, kde nejsou vhodné podmínky pro pěstování čiroku nebo spíše testovaných odrůd (hybridů), potom průměrné výnosy sušiny všech genotypů čiroku byly 16,56 t.ha⁻¹ (Tab. 19). Uvedené průměrné výnosy sušiny fytomasy byly také ovlivněny započtením čiroku cukrového, který vykazoval na všech stanovištích nízké výnosy (Tab. 20). Ze sledovaných genotypů čiroku dosahovaly ostatní v průměru podobných výnosů (18,02 t.ha⁻¹ súdánská tráva, 17,71 t.ha⁻¹ čirok zrnový a 17,29 t.ha⁻¹ „Hyso“). Porovnáme-li jednotlivá stanoviště, nejvyšších výnosů fytomasy v průměru všech sledovaných genotypů bylo dosahováno na nejteplejším stanovišti v Troubsku, nejmenších výnosů na nejchladnějším stanovišti v Lukavci (Tab. 19).

Čirok reagoval příznivě na všech stanovištích na stupňované dávky dusíku. V našich pokusech došlo v průměru ke zvýšení výnosu fytomasy na parcelkách hnojených 60 kg.ha⁻¹ N o 13,3 %, na parcelkách hnojených 120 kg.ha⁻¹ N o 17,0 % v porovnání s nehnojenými parcelkami (Tab. 19). Také pokusy z SRN potvrzují, že vysoké výnosy čiroku v rozmezí 15 až 20 t sušiny z hektaru byly dosaženy na teplejších stanovištích, kde suma teplot byla vyšší než 2 000 °C. Dále uvádějí, že nejvyšších výnosů bylo dosaženo při dostatečné zásobě vody v půdě a dostatečném hnojení N.

Také výsevek měl průkazný vliv na výnosy fytomasy (Tab. 21). Na většině stanovišť bylo v průměru dosaženo vyšších výnosů fytomasy při vyšším výsevu 60 semen na 1 m².

Tabulka 19 Průměrné výnosy sušiny fytomasy (t.ha⁻¹) podle variant na sledovaných stanovištích za období 1993-2004.

Stanoviště/varianta	Ruzyně	Troubsko	Lukavec	Chomutov	Průměr
Průměr N0	10,5	26,1	2,3	10,0	12,2
Průměr N1	11,7	27,2	6,1	11,5	14,1
Průměr N2	12,2	27,9	7,0	11,8	14,7
Průměr V1	10,9	27,0	4,4	12,2	13,6
Průměr V2	12,0	27,2	5,9	10,1	13,8
Průměr variant	11,5	27,1	5,1	11,1	13,7

Poznámky: Hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech: N0 = 0, N1 = 60, N2 = 120 kg.ha⁻¹
Předpokládaný počet rostlin na metr čtverečný: V1 = 40, V2 = 60

Tabulka 20 Průměrné výnosy sušiny fytomasy (t.ha⁻¹) sledovaných genotypů čiroku v průběhu období 1993-2004

Stanoviště/odrůda	Súdánská tráva	Hyso*	Čirok zrnový	Čirok cukrový
Ruzyně	9,4	11,9	12,4	8,7
Troubsko	26,7	27,2	31,2	9,3
Lukavec	-	-	21,9	3,3
Chomutov	-	12,8	5,3	7,4
Průměr	18,0	17,3	17,7	7,2

Byl také sledován vliv termínu sklizně na výnosy, obsah vody ve fytomase, obsah prvků a energetický obsah. S ohledem na energetické využití a skladování fytomasy je významný obsah sušiny fytomasy při sklizni. Při podzimním termínu sklizně je u čiroku obsah vody vysoký a dosahuje hodnot v průměru 66 % (Tab. 22). Posunutí termínu sklizně na jaro sice vede k určitému snížení obsahu vody v rostlinách, ale dochází z důvodu stavby rostlin a vysoké hmotnosti lat k polehnutí porostu (tím se vytvářejí obtížnější podmínky pro sklizeň a polehlý porost navíc plesniví) a nárůstu ztrát fytomasy v porovnání s dřívějším termínem sklizně. Čirok je z těchto důvodů méně vhodný pro spalování, protože kromě toho, že i v jarním termínu sklizně má vysoký obsah vody ve fytomase (v průměru 42 %) má také vysoké ztráty hmoty přes zimní období způsobené olomem, opadem listů apod. (Tab. 22). Takto vlhký materiál nelze přímo spalovat, skladovat nebo z něj vyrábět pelety nebo brikety.

Tabulka 21 Úbytek fytomasy a vlhkosti čiroku v různých termínech sklizně (průměr za období 2001-2004)

Podzimní termín sklizně		Jarní termín sklizně		Rozdíl	
Vlhkost	Výnos sušiny	Vlhkost	Výnos sušiny	Úbytek vlhkosti	Úbytek výnosu
(%)	fytomasy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	(%)	fytomasy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	(%)	(%)
66	9,215	42	5,756	24	37,5

Obsah prvků v rostlinách je jedním z důležitých faktorů jednak pro stanovení odběru živin výnosy, jednak z hlediska spalování fytomasy, tvorby bioplynu apod. Obecně se dá konstatovat, že obsah dusíku v rostlinách klesá se stářím rostliny a termínem sklizně. S oddálením termínu sklizně obecně také klesal i obsah dalších sledovaných prvků ve fytomase (Tab. 23).



Obrázek 18 Sklizeň porostu čiroku řezačkou v Arkansasu USA (Anonym, 2012a)

Jednou z nejdůležitějších operací při přípravě fytomasy ke konzervaci silážováním resp. senážováním je její jemné nařezání a rozrušení rostlinných pletiv. Z rozrušených pletiv dochází k uvolňování cukrů zkvasitelných mléčnými bakteriemi. Produkovaná kyselina mléčná pak snížením pH zabraňuje rozvoji dalších mikroorganismů.

Doprava řezanky k místu uskladnění se provádí běžnými zemědělskými dopravními prostředky - traktory a nákladními auty. Vzhledem k relativně malé hutnosti řezanky, $400\text{--}500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, se využívají nástavby a přívěsy. Pro plynulý a co možná nejrychlejší proces silážování musí být kapacita a počet dopravních prostředků v rovnováze s výkonem řezačky a dopravní vzdálenosti k místu uskladnění.

9.2.1. Bioplyn

V současné době se v ČR po vzoru Německa a Rakouska pro výrobu bioplynu nejvíce využívá kukuřice. S ohledem na potřebu zvýšení biodiverzity pěstovaných zemědělských

plodin a zamezení negativních vlivů této plodiny na životní prostředí, zejména při opakovaném pěstování na stejném místě, jsou zemědělským výzkumem a následně i praxí vyhledávány vhodné alternativy. 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 (Bolsen et al., 2003). S ohledem na klimatické změny bude pěstování čiroku v ČR nabývat na významu.

Čiroky svou podstatou nejsou vhodné pro přímé spalování. Obsah vody je během vegetace i po zimě, kdy mráz většinu jiných plodin vysuší, velmi vysoký. V našich pokusech byl obsah vody v rostlinách čiroku na jaře v průměru ještě kolem 42% (Tab. 22). Takto vlhký materiál nelze ve většině kotlů přímo spalovat nebo jej bez problémů skladovat. Je třeba jej uměle dosušet, což je ale značně nákladné. Také porosty ponechané přes zimu poléhají, takže se špatně sklízí, jsou napadány plísněmi a navíc vykazují značné ztráty (v našich pokusech v průměru 37,5% - Tab. 22).

Z těchto důvodů je čirok daleko vhodnější pro výrobu bioplynu. V případě čiroku na siláž, podobně jako kukuřice, se biomasa nechá dozrát na poli na sušinu 28–35% a 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%) fytomasy čiroku, podobně jako kukuřice, dosahuje na podzim. V tomto období se může čirok na siláž sklízet již bez dosoušení. V zahraniční literatuře se uvádí (Bonardi et al., 2007), že čirok dává a 15 až 20% méně metanu než kukuřice, ale dává více metanu (*Sorghum saccharatum*) než *Miscanthus* (Klimiuk et al., 2010).

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 (Gaudchau & Honermeier, 2010; Mahmood & Honermeier, 2012), 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.

Naše vlastní experimentální výsledky testování chemického složení a fermentačních schopností rozsáhlé kolekce genotypů čiroků, které jsou v souladu s údaji ze světové literatury (Chynoweth et al, 1993, Amon et al., 2007; Mahmood & Honermeier, 2012) svědčí o vysoké variabilitě jak chemického složení, tak i produkce bioplynu mezi jednotlivými odrůdami a hybridy. Tento fakt zdůrazňuje potřebu pečlivého výběru vhodných odrůd na základě testování rozsáhlých kolekcí, který právě provádí VÚRV, v.v.i. Na základě souhrnného hodnocení vlastních a literárních výsledků byla sestavena následující tabulka variability obsahu základních složek biomasy čiroků ovlivňujících kvalitu silážování a následnou produkci bioplynu, a to ve srovnání s kukuřicí. 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 však potřebujeme pečlivě vybrat vhodné odrůdy a dodržet veškeré požadavky agrotechniky. V podmínkách ČR jsou důležité především rané odrůdy čiroků.

Tabulka 22 Průměrné hodnoty složení biomasy čiroků, výtěžků bioplynu a hektarových výnosů sušiny biomasy a bioplynu ve srovnání s kukuřicí.

Parametr	Čirok	Kukuřice
Popel, % suš.	6 - 12	4 – 8
Hrubý protein, % suš.	5 - 9	6 – 9
Cukry celk., %	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

Průběh silážování a fermentace u kukuřice a čiroků je rovněž odlišný – proces má delší náběh a je pomalejší. Důvodem je vyšší obsah polyfenolických látek u čiroků (zejména taninu), což má za následek inhibici činnosti mikroorganismů a zpomalení fermentačních procesů, v některých případech až zastavení fermentačních procesů (Waniska, et al., 1988). Jelikož anaerobní fermentace obvykle docela účinně odstraňuje polyfenolické látky přirozeného původu, tak po ukončení biozplynování je docílen jejich rozklad, metanogenní mikroorganismy však vyžadují adaptaci na siláž z čiroků. Tohoto lze docílit postupným přidáváním čiroků ve směsi s kukuřicí nebo je třeba počítat s iniciační podporou adaptačních procesů přidáním kvalitnějších surovin při náběhu zpracování siláží čiroku (např., přidáním kukuřičného jádra, CCM nebo GPS obilovin). Po nastartování normálního průběhu bioplynové fermentace další dávky siláže čiroků nevyžadují podporu. Dalším východiskem je cílený výběr odrůd a hybridů čiroku s nižším obsahem inhibičních látek.

Konzervace a uskladnění rostlinné biomasy

Pro celoroční využití biomasy k anaerobní fermentaci v bioplynových stanicích je nutné sklizenou biomasu zakonzervovat a uskladnit. Sklizená rostlinná biomasa má nízký obsah sušiny a v případě nezakonzervování probíhá relativně rychle aerobní odbourávání organické hmoty spojené s nárůstem nežádoucích bakterií a plísní. Nejčastějším způsobem konzervace, je silážování. Silážování představuje konzervaci rostlinné biomasy založené na co možná nejrychlejším snížení hodnoty pH na 3,8–4,2. Poklesu pH se dosáhne hlavně působením kyseliny mléčné vzniklé kvašením cukrů obsažených v biomase mléčnými bakteriemi za nepřístupu vzduchu. Vzduch se z vrstvy biomasy vytlačuje tlakem za použití těžké mechanizace.

Dobře zakonzervovaná fytomasa silážováním je jeden z nejdůležitějších faktorů úspěšné následné fermentace. V dobře připravené a uskladněné siláži se ztráty organické hmoty v průběhu celoročního uskladnění pohybují v řádu jednotek procent. V případě špatně připravené siláže to mohou být až desítky %.

Prozatím se biomasa nejčastěji silážuje a uskladňuje v silážních žlabech. Fytomasa nařezaná na 2–4 cm se naváží do žlabů (plat), kde se postupně rozhrnuje a udusává na hutnost 600–700 kg.m⁻³ skladovacího prostoru do výšky 2–6 m. Po naplnění žlabu je kvůli zamezení přístupu vzduchu a srážkové vody siláž zakryta jednou, nebo více vrstvami folií a zatížená. Silážovat lze také v polních krechtech na zpevněné ploše, do vaku, krechtu nebo jámy.

Uskladnění a aplikace digestátu

Anaerobní fermentací organických látek se část transformuje na bioplyn a zbytek zůstává ve fermentačním zbytku tzv. digestátu. Potenciální vlastník a provozovatel bioplynové stanice si ne vždy uvědomuje, že při fermentaci nejenom kejdy hospodářských zvířat, ale i fytomasy, vzniká objemově prakticky stejné množství digestátu jako byl objem zpracovávané suroviny. K uskladnění digestátu se nejčastěji používají betonové nebo ocelové nádrže. Digestát, jako organické hnojivo, je možné aplikovat buď povrchově hadicovým aplikátorem, nebo zapravovat aplikátorem s radličkami.



Obrázek 19 Aplikace digestátu na porost (Mortimer, 2012)

9.2.2. Krmivo

Např. súdánská tráva je výnosná píce dosti bohatá na bílkoviny (obsahuje jich více než kukuřice). Na zelenou píci ji sečeme před metáním (když je vysoká asi 50 cm), na siláž ji kosíme na začátku metání (později rychle dřevnatí a špatně obrůstá). Obvykle dává dvě seče, první podle podnebí koncem června až do poloviny července, druhou od poloviny do konce září. Aby bylo možno píci déle zkrmovat je možno vysévat travu v několika termínech. Je přípustná také kombinovaná sklizeň na zrno a slámu obvykle



Obrázek 20 Spásání čiroku v Queenslandu, Austrálie (Anonym, 2012c)

IV. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Dosud nebyla zpracována komplexní metodika pro pěstování čiroku v ČR. Proto byla vypracována tato metodika, která zahrnuje celkový komplexní pohled na problematiku a uvádí nejnovější poznatky od botanické charakteristiky až po možnosti jeho využití. Nové možnosti na využití čiroku jsou také možné v souvislosti s rozvojem moderních technologií v energetickém i potravinářském průmyslu.

V předložené metodice jsou zahrnuty kromě vlastních nově získaných poznatků i současné údaje ze světové literatury. V metodice jsou charakterizovány vybrané druhy čiroku vhodných do různých stanovištních podmínek České republiky. Jsou popsány aspekty a postupy, které mohou ovlivnit výslednou produkci včetně kvality fytomasy vybraných druhů čiroku také z hlediska energetického využití pro výrobu bioplynu.

V. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika zahrnuje komplexní pohled na uváděnou problematiku a obsahuje nejnovější údaje z výzkumu. Metodika je určena širokému okruhu uživatelů, nejen z podniků zemědělské prvovýroby, ale také především provozovatelům bioplynových stanic. Může sloužit k zásadním strategickým rozhodnutím pro zařazení čiroku, pro výběr vhodných druhů a technologie transformace energie z fytomasy. Také může sloužit nejen zemědělské praxi při pěstování čiroku, ale také může posloužit jako vhodný materiál pro výuku na středních školách nebo univerzitách se zemědělským zaměřením nebo jako podklad pro zemědělské poradenství.

Celkové náklady na pěstování čiroků jsou odhadovány na cca 20-30 tisíc Kč na 1 ha. Kvalifikovaný odhad nárůstu pěstování čiroků v ČR je cca 5 tis. ha v průběhu 5 let po zveřejnění této certifikované metodiky, což by znamenalo hrubý obrát cca 100-150 mil. Kč. Při předpokladu minimálního 10% zisku to znamená cca 10-15 mil. hrubého zisku pro konečné uživatele metodiky.

Byla uzavřena smlouva s CZ BIOM – České sdružení pro biomasu, který je zárukou jejího rozšíření mezi zájemce o pěstování čiroku. Tato metodika bude dostupná i v elektronické verzi na stránkách Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. (www.vurv.cz)

VI. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Metodika předkládá výběr vhodných druhů čiroku do daných půdně-klimatických podmínek, možnost úspor při samotném pěstování čiroku ale také návod ke zvýšení krmivářské a energetické kvality fytomasy apod.

s použitím desikantů.

Pro energetické nebo krmivářské účely lze využívat různé rostliny. O výhodnosti pěstování těchto rostlin bude rozhodovat hlavně ekonomické hledisko. Bude záležet také na tom, zda energetické rostliny budou konkurence schopné se současnými klasickými palivy nebo odpady z různých průmyslových odvětví, jako např. dřevními odpady.

Ekonomická efektivnost pěstování průmyslových a energetických rostlin je v současné době velmi ožehavý a složitý problém. Jde v celkovém komplexu o značně široké a různorodé činnosti v národním hospodářství, dotýkající se celé řady odvětví (zemědělství, zpracovatelský a lehký průmysl, strojírenství, energetika apod.) s dosahy do životního prostředí a celospolečenské sféry.

Vzhledem k těmto okolnostem nelze u všech druhů produktů finančně jednoznačně vyhodnotit jejich ziskovost nebo ztrátovost. Celá řada investičních akcí včetně pěstování rostlin je a bude proto zcela nebo částečně závislá na finanční podpoře státu a dotační politice

nebo na podpoře jiných subjektů. Bohužel dotační politika je v současné době velmi nestálá a velmi často se mění jak v krátkodobém časovém horizontu, tak i v náhledu na jednotlivé obnovitelné zdroje energie (fytomasa, fotovoltaika, větrná energie, geotermální energie apod.). Níže jsou uvedeny a zhodnoceny náklady na pěstování čiroku nejen pro energetické využití.

VÚZT, v.v.i. Praha-Ruzyně uvádí na svých internetových stránkách náklady technologických operací pěstování čiroku určeného pro energetické využití. Celkové náklady (variabilní + fixní) představují 19 617 Kč.ha⁻¹ (Tab. 23).

Tabulka 23 Náklady technologických operací pěstování čiroku na 1 ha.

Čirok	Ukazatel	Jednotka	Normativ
Náklady	Materiálové náklady celkem	Kč.ha ⁻¹	10 824
	Mechanizovaná práce	Kč.ha ⁻¹	5 293
	Spotřeba paliva	l.ha ⁻¹	52,4
	Potřeba práce	hod.ha ⁻¹	5
	Variabilní náklady celkem	Kč.ha ⁻¹	16 117
	Fixní náklady	Kč.ha ⁻¹	3 500
	Náklady celkem (variabilní+fixní)	Kč.ha ⁻¹	19 617
Produkce	Hlavní produkt – výnos (suchá hmota)	t.ha ⁻¹	10
	Náklady variabilní – bez dotací	Kč.t ⁻¹	1 612
	Náklady celkem – bez dotací	Kč.t ⁻¹	1 962
	Dotace 2010 (SAPS + TOP UP)	Kč.ha ⁻¹	4 575
	Náklady variabilní – včetně dotací	Kč.t ⁻¹	1 154

Normativy zemědělských výrobních technologií (Kavka et al., 2006) uvádějí pro pěstování čiroku celkové technologické náklady (variabilní + fixní náklady) podle náročnosti od 12 955 do 18 524 Kč.ha⁻¹ (od 1 425 do 1 851 Kč.t⁻¹ sušiny).

Porovnání nákladů na pěstování vybraných jednoletých nebo víceletých rostlin uvádí také např. Kára et al. (2005) - viz Tab. 24

Tabulka 24 Přímé a celkové náklady na 1t sušiny fyto­masy jednoletých a víceletých energetických rostlin - Kára a kol. (2005).

Plodina	Přímé náklady (Kč.ha ⁻¹)	Výnos sušiny (t.ha ⁻¹)	Přímé náklady na 1t sušiny		Celkové náklady na 1t sušiny*
			Kč	%	
Jednoleté rostliny					
Čirok cukrový	10 030	12,4	809	100	954
Hyso	10 030	11,9	843	104	995
Sudanská tráva	10 030	9,4	1 064	132	1 259
Konopí	12 357	8,0	1 545	191	1 823
Víceleté rostliny					
Lesknice rákosovitá (při 5letém pěstování)	5 024	6,2	810	100	956
Křídlatka česká (při 10letém pěstování)	13 430	14,3	940	116	1 108
Ozdobnice čínská (při pěstování 10 let)	19 430	15,5	1 253	155	1 479
Porovnání se slámou obilnin					
½ podíl nákladů na sklizeň*	650				
Lisování do hranatých balíků	275				
Doprava na vzdálenost 10 km	64				
celkem	989	4,0	247	-	293

* Do celkových nákladů byly započítány fixní náklady ve výši 18% z přímých nákladů.

Náklady na výrobu a zpracování se musí kalkulovat na jednotlivé konkrétní případy, neboť náklady a cena vypěstované suroviny bude záviset na mnoha okolnostech, jako jsou způsob zakládání a sklizně čiroku, vzdálenost přepravy, způsobu naskladnění, skladování a vyskladnění apod. Náklady a zisky budou záviset také na dosahované velikosti výnosů.

VII. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Amon T., Amon B., Kryvoruchko V., Zollitsch W., Mayer K., Gruber L., 2007. Biogas production from maize and dairy cattle manure-influence of biomass composition on the methane yield. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118, 173–182.
- Anonym, 2012a. Spotted cow review. Dostupné na URL: <http://www.anglindairy.net/2011/10/sorghum-harvest.html> [8-3-2012]
- Anonym, 2012b. Harvest heroes. Dostupné na URL: <http://www.harvestheroes.com/photo-gallery-2/attachment/williamson-09-046/> [8-3-2012]
- Anonym, 2012c. Bonnie Beef Growers: Farm to family, humanely bred beef. Dostupné na URL: <http://bonniebeef.com.au/cattle-stress-diet-and-genetics/sorghumcow/> [8-3-2012]
- Anonym, 2012d. Sorghum Growth Stage Development. Dostupné na URL: <http://weedsoft.unl.edu/documents/GrowthStagesModule/Sorghum/Sorg.htm> [8-3-2012]
- Athar M., Honermeier B., 2012. Chemical composition and methane yield of sorghum cultivars with contrasting row spacing- *Field Crops Research* 128:27–33.
- Ball C. R., 1910. The History and Distribution of Sorghum. U.S. Department of Agriculture Bureau of Plant Industry Bulletin 175.
- Balole T.V., Legwaila, G.M., 2006. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. [Internet] Record from Protabase. Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://database.prota.org/search.htm>>. Accessed 21 November 2009.
- Bolsen K.K., Moore K.J., Coblenz W.K., Siefers M.K., White J.S., 2003. Sorghum silage. In: *Silage science and technology*. American Society of Agronomy Inc., Crop Science Society of America Inc, Soil Science Society of America Inc., 609–32.
- Bonardi P., Lorenzoni C., Amaducci S., 2007. Sorghum may overtake maize for biogas production. *Informatore Agrario*. 63: 13, 37-40.
- de Wet J.M. Huckabay, J.P., 1967. The origin the sorghumbicolor II. Distribution and domesatiation. *Evolution*, 21.
- de Wet J.M., Harlan J.R., Price E.G., 1970. Origin of variability In the Spontanea complex of *Sorghum bicolor*. *American Journal of Botany*. 57(6):704-707.
- de Wet J.M., 1978. Systematics and evolution of *Sorghum* sect. *Sorghum* (Gramineae). *Amer. J. Bot.* 65:477-484
- Doggett H., 1965. The development of the cultivated sorghums. In *Essays on crop plant evolution* (eds. J.B. Hutchinson et al.). London: Cambridge University Press.
- FAO., 2012. Production database. Dostupné na URL: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [8-3-2012]
- Gaudchau M., Honermeier B., 2010. Evaluierung eines Sortimentes von Sorghum (*S. bicolor*, *S. sudanense*) zur Biogasgewinnung. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 22, 109–110.
- Harlan J.R., de Wet J.M.J., 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Science* 12(2):172-176.
- Havličková K. a kol., 2007. Průběžná výzkumná zpráva projektu MŠMT č. 2B06131 Nepotravinářské využití biomasy v energetice. Průhonice, 155 s.
- Hermuth J., Janovská D., Stehno Z., Prohasková A., 2011. Kvalitativní hodnocení čiroku pro biomasu. „Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlin“ Piešťany, 8.-9. novembra 2011. Zborník z 18. medzinárodnej vedeckej konferencie.
- Hermuth J., 2010. Čirok znovu vzkříšená plodina v ČR. *Agromanuál*, 5: s. 62 – 65

- Holec J., Hamouz P., Jursík M., Brant V., 2011. Čirok – charakteristika, hospodářský význam a příbuzné druhy. *Agromanuál*, 6: s. 50 – 52
- House L. R., 1985. *A Guide to Sorghum Breeding*. ICRISAT. (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) Patancheru, Andhra Pradesh, India
- Chynoweth D.P., Turick C.E., Owens J.M., Jerger D.E., Peck M.W., 1993. Biochemical methane potential of biomass and waste feedstocks. *Biomass and Bioenergy*. 5(1):95–111
- ICRISAT., 2004. *Sorghum, a crop of substance*. (In Ed.) Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 97 pp.
- IPGRI., 1993. *Diversity for development*. IPGRI Rome.
- Ivanišová E., 2009. Biologicky cenné složky obilnín a pseudoobilnín. *Agromagazín*, 10: s. 18 – 22,
- Jambunathan R., Subramainian V., 1988. Grain quality and utilisation of sorghum and pearl millet. In: *Biotechnology workshop*, Pantacheru, India, Pantacheru ICRISAT, 12-15 January 1988, s. 133-139
- Janovská D., Hermuth J., 2011 Možnosti využití čiroku a bérů pro produkci biomasy, „Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu“ *Lednice* 20. – 21. 10. 2011, Úroda, vědecká příloha, 2011 s. 147 – 149
- Kavka M., Bemeš V., Brant V., Burg P., Cihlář P., Ciniburk V., Doležal O., Faměra O., Fuksa P., Hakl J., Hamouz K., Hosnedl V., Hučko B., Jakobe P., Kalista J., Kocourková D., Kořen J., Knížek J., Lipavský J., Mrkvička J., Mudřík Z., Novák J., Obadálek J., Paprštejn F., Peterová J., Pospíšil J., Pulkrábek J., Svobodová M., Šantrůček J., Šařec O., Šmirous P., Šnobl J., Šroller J., Štaud J., Štranc O., Štranc J., Štranc D., Ust'ak S., Vašák J., Veselá M., Zemánek P., 2006. *Normativy pro zemědělskou praxi*. ÚZPI, Praha, 2006, 376 s.
- Klimiuk E., Pokoj T., Budzynski W., Dubis B. 2010. Theoretical and observed biogas production from plant biomass of different fibre contents. *Bioresource Technology*. 101: 24, 9527-9535.
- Kunzel U., 1984. Biogaserzeugung aus Grungut, *Landbauforschung Volkenrode*, 34, č.3,
- Leible L., Kahnt G., 1991. Untersuchungen zum Einfluss von Standort, Saatstärke, N-Düngung, Sorte und Erntezeitpunkt auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe von Zuckerrübe. *J. Agronomy & Crop Science*. 166, 8-18.
- Mansfeld R., 1952. Zur Systematic und Nomenklatur der Hirsen. *Der Züchter* 20.
- Matz S.A., 1993. *Chemistry and technology of cereals as food and feed*. Avi Book, New Your USA
- Martin J. H., Waldren R. P., Stamp D. L., 2006. *Principles of Field Crop Production*. Upper Saddle River, New Jersey Columbus, Ohio, 954 s.
- Martin J. H., MacMasters M. M., 1952. Industrial uses for grain sorghum. *USDA Yearbook* 1950 – 51, s. 349 – 352,
- Mercader J., 2009. Mozambican Grass Seed Consumption During the Middle Stone Age. *Science* 18 December 2009: 1680-1683
- Milton Poehlman J., Allen Sleper D. ,1995. *Breeding Field Crops*. 4th Edition. Iowa State University Press /Ames
- Mortimer M., 2012. Event offers latest biofertiliser research for farmers and growers. University of Lincoln, USA. Dostupné na URL: <http://www.lincoln.ac.uk/news/2011/05/369.asp> [8-3-2012]
- Mosse J., Huet J.-C., Baudet J., 1988. The Amino Acid Composition of Whole Sorghum Grain in Relation to Its Nitrogen Content *Cereal Chem*. 65(4):271-277
- Murdock G.P. ,1959. Staple subsistence crops of Africa. *Geographical Review* 50:521-540.

- NRC (National Research Council), 1996. Lost Crops of Africa. volume I. Grains National Academy Press. Washington DC. USA
- Obilana A.B., 2004. Sorghum: Breeding and agronomy. In: Wrigley C, Corke H, Walker C: Encyclopedia of Grain Science., Oxford, UK, Academic Press; 2004.
- Paine R.T., 1971. The measurement and application of the calorie to ecological problems. *Ann. Rev. Ecol. Systematics*, 2: 145-164 .
- Petr J., Michalík I., Tlaskalová H., Capouchová I., Faměra O., Urmínská D., Tučková L., Knoblochová H., 2003. Extension of the Spectra of Plant Products for the Diet in Coeliac Disease. *Czech J. Food Sci.* 21 (2), 2003, s. 8-15
- Podrábský M., 2008. Nový hybrid čiroku se súdánskou trávou. *Agromanuál*, 3: s. 36 – 37
- Podrábský M., 2011. Posterová prezentace – využití čiroků, VÚRV Praha – Ruzyně 24. 2. 2011
- Preininger M., 1987. Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. *Metodika ÚVTIZ*, č. 7, 29 s.
- Petr J., Capouchová I., Kalinová J., 2008. Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství. In Prugar J. (ed.): *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*, s. 156-157
- Rai M., 2002. Genetic resources and intellectual property rights in agricultural perspective. *Indian Journal of Pulses Research*.15:1-18
- Rajki-Siklósi E., 1993. Grain sorghum and silage sorghum breeding objectives. XVI. Maize and Sorghum. *Eucarpia Conf. Bergamo*, s. 173-188
- Reddy B.V.S., Ramesh S., Sanjana Reddy P., 2006. Sorghum genetic resources, cytogenetics, and improvement. In: Singh R.J. & Jauhar P.P. Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. Volume 2. Cereals. CRC Taylor& Francis Boca Raton, USA
- Rooney W., 2007. Breeding sorghum. In. Acquah G. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell publishing USA
- Rooney W., Serna-Saldivar S., 2003. Food use of whole corn and dry-milled fractions. In: Corn Chemistry and Technology. White, P.J. and Johnson, Lawrence A. (eds.), American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 495-535.
- Serna-Saldivar S., Rooney L. W., 1995. Structure and chemistry of sorghum and millets. In: Dendy, D.A.V. (ed.): Sorghum and Millets. Chemistry and Technology. Am. Assoc. Of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, s. 69 - 124
- Singh Faujdar Rai, K.N., Reddy Belum V.S., Diwakar B. 1997. Development of cultivars and seed production techniques in sorghum and pearl millet. Training manual. Training and Fellowships Program and Genetic Enhancement Division, ICRISAT Asia Center , India. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi -Arid Tropics. 118 pp.
- Snowden JD., 1936. Cultivated races of sorghum. London: Adlard and Sons. 274 pp.
- Snowden J.D., 1955. The wild fodder sorghums of the section Eu-sorghum. *J. Linnaean Society, Botany (London)* 55:191-260.
- Stafford D.A., Hawkes D., Hroton R., 1981. Methane production from waste organic matter. Florida, CRC Press, 285 s.
- Špaldon a kol., 1963. Rostlinná výroba I. SZN Praha 1963
- Špaldon E., Andraščík M., Bechyně M., Belej J., Fric V., Fuciman L., Hruška L., Krausko A., Petr J., Rybáček V., Váša F., Votoupal B., Vrzalová J., 1982. Rostlinná výroba. SZN Praha, 1982, 720 s.
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program., Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Online Database], 2012. National Germplasm Resources

- Laboratory, Beltsville, Maryland. Dostupné na URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?35167> [21-2-2012]
- UPOV, The International Union for the Protection of New Varieties of Plants, 2012. Dostupné na URL: <http://www.upov.int/portal/index.html.en> [21-3-2012]
- UKZUZ, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2012. Dostupné na URL <http://www.ukzuz.cz/>
- Vanderlip R.L., 1993. How a sorghum plant develops. Kansas State University.
- Vavilov N.R., 1926. Studies in the origin of cultivated plants. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii 16 (2), Leningrad.
- Waniska R.D., Ring A.S., Doherty C.A., Poe J.H., Rooney L.W., 1988. Inhibitors in Sorghum biomass during growth and processing into fuel. Biomass, 15(3): 155-164
- Zeller F. J., 2000. Sorghumhirse (*Sorghum bicolor* Moench.) Nutzung, genetik, Züchtung. Die Bodenkultur 51, s. 71 – 85
- Zeman L., 1991. Katalog krmiv, s. 191, Brno

Seznam obrázků

Obrázek 2 Oseté plochy čirokem a výnosy zrna v Evropě (FAO, 2012).....	9
Obrázek 1 Pěstování čiroku ve světě (Singh Faujdar Rai et al., 1997)	9
Obrázek 3 Kresba čiroku L'Obel v roce 1576 (Ball 1910).	10
Obrázek 4 Růstové fáze čiroku (Anonym, 2012d).....	12
Obrázek 5 Kořenová soustava čiroku (NRC, 1996).....	12
Obrázek 6 Typy květenství 1 – řídká lata, typické pro plané druhy; 2 – velmi rozkladitá lata s primárními větvemi vzpřímenými; 3 – velmi rozkladitá lata s primárními větvemi skloněnými; 4 – rozkladitá lata s primárními větvemi vzpřímenými; 5 – rozkladitá lata s primárními větvemi skloněnými; 6 – polo-rozkladitá lata s primárními větvemi vzpřímenými; 7 – polo-rozkladitá lata s primárními větvemi skloněnými; 8 – poloshloučená eliptická lata; 9 – shloučená eliptická lata; 10 – shloučená oválná lata; 11 – polo-metlovitá lata; 12 – metlovitá lata (IBPGRI & ICRISAT, 1993).....	13
Obrázek 7 Podélný řez zralou obilkou čiroku (Obilana, 2004).....	15
Obrázek 8 Produkce osiva čiroku využívající CMS; 1 A-linie, 2 B-linie, 3 R-linie, 4 prodej osiva, 5 pěstované odrůdy A-linie x R-linie (Rooney, 2007).....	16
Obrázek 9 Zařazení čiroku v osevním postupu s využitím celé vegetační doby (Podrábský, 2011).....	21
Obrázek 10 Příjem N v růstových fázích čiroku (Vanderlip, 1993)	23
Obrázek 11 čirok - skvrny <i>Colletotrichum graminicolum</i> (Foto. K. Veverka).....	25
Obrázek 12 čirok - skvrny způsobené <i>Alternaria</i> sp. (Foto. K. Veverka)	25
Obrázek 13 čirok - stéblo napadené houbou <i>Colletotrichum graminicolum</i> (Foto. K. Veverka)	25
Obrázek 14 čirok - abionóza na listu čiroku (Foto. K. Veverka)	25
Obrázek 15 Vitální porost čiroku	25
Obrázek 16 Napadení rostliny čiroku zavíječem kukuřičným (Foto. K. Holý)	25
Obrázek 17 Sklizeň zrnového čiroku v Kansasu, USA (Anonym, 2012b)	31
Obrázek 18 Sklizeň porostu čiroku řezačkou v Arkansasu USA (Anonym, 2012a)	34
Obrázek 19 Aplikace digestátu na porost (Mortimer, 2012).....	37
Obrázek 20 Spásání čiroku v Queenslandu, Austrálie (Anonym, 2012c).....	37

VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Hermuth J., Janovská D., Stehno Z., Prohasková A., 2011. Kvalitativní hodnocení čiroku pro biomasu. „Nové poznatky z genetiky a šlechtění polnohospodářských rostlin“ Piešťany, 8. - 9. novembra 2011. Zborník z 18. medzinárodnej vedeckej konferencie.
- Hermuth J., Stehno Z., Dvořáček V., Prohasková A., 2010. Demontrace polního experimentu s čiroky a bery, celostátní akce, 30. 09. 2010, polní pokusné plochy VÚRV, v.v.i.
- Hermuth J., Janovská D., Prohasková A., Stehno Z., 2011. Kvalita biomasy zkoušených odrůd čiroků „Tested quality of biomass of sorghum varieties“ recenzovaný článek s. 55 - 58, Úroda 12/2011
- Hermuth J., 2010. Čirok – znovu vzkříšená plodina v ČR. Agromanuál, únor 2010, ročník 5, s. 62 – 65.
- Hýsek J., Hermuth J., Stehno Z., 2010. Choroby a škůdci čiroku pěstovaného v podmínkách České republiky s. 137 – 138. Zborník zo 6. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou 26. – 27. mája 2010.
- Hýsek J., Hermuth J., 2011. Biotické anomálie u čiroku a bery a jejich vztah k houbovým chorobám, s. 82-86. Sborník recenzovaných příspěvků „Vliv biotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011“. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha Ruzyně 9.-10. 3. 2011.
- Hýsek J., Hermuth J., 2010. U nás málo známé choroby a škůdci čiroku. Rostlinolékař 02/2010, s. 22-23.
- Janovská D., Hermuth J., 2011. Možnosti využití čiroku a bery pro produkci biomasy, „Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu“ Lednice 20. – 21. 10. 2011, Úroda, vědecká příloha, 2011 s. 147 – 149,
- Janovská D., Hermuth J., 2011. Ruzynský den výživy rostlin a agrotechniky, orální presentace na semináři „Genetické zdroje čiroku pro pěstování v ČR“. 24. 02. 2011, VÚRV, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně, Drnovská 507.
- Kára J., Stražil Z., Hutla P., Ustjak S., 2005. Energetické rostliny, technologie pro pěstování a využití. Ed.: VÚZT Praha – Ruzyně, 2005. 81 s.
- Moudrý J., Stražil Z., 1999. Pěstování alternativních plodin. Skripta JU Č. Budějovice, Zemědělská fakulta, 165 s.
- Moudrý J., Stražil Z., 1996. Alternativní plodiny. Skripta JU Č. Budějovice, Zemědělská fakulta, 90 s.
- Stražil Z., Moudrý J., Kalinová J., 2003. Produkce a ekonomika vybraných energetických rostlin. (Production and economy of some energy crops). In: Zborník prác z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou „ Udržateľne pol'nohospodárstvo a rozvoj vidieka“ . 25.-26. septembra 2003, SPU v Nitre, str.333-335.
- Stražil Z., Petříková V., Ustjak S., 2006. Pěstování energetických plodin. Kapitola v knize „Energetické plodiny“. Ed.: Profi Press, Praha 2006, s. 9-93.
- Stražil Z., 2003. Energetické bilance vybraných netradičních energetických rostlin určených pro přímé spalování při různých termínech sklizně a systému dosoušení. (Energy balances of selected untraditional energy plants assigned for combustion at various terms of harvest and systems of drying). In: Sborník referátů z Kalorimetrického semináře 2003. Suchá Rudná v Jeseníkách, 26.5.-30.5. 2003, str. 57-62.
- Stražil Z., 1999. Energetické rostliny - 2 - Čirok. Biom, 1999, č. 6, s. 8.
- Stražil Z., 2005. Verification of selected representatives of the sorghum genus from the energy utilization aspect. (Ověřování vybraných zástupců rodu čirok z hlediska

- energetického využití). In: Sborník vědeckých publikací z mezinárodního semináře „Nepotravinové využití fytomasy“. JČU České Budějovice, 2005, p. 19-26
- Strašil Z., 1998. Využití kalorimetrického měření pro potřeby rostlinné výroby. (Using calorimetric measurement for the needs of crop production). In: Mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář 1998. Vyšná Boca, Nízke Tatry, 25. - 28. května, s. 39-40. ISBN 80-7042-756-6
- Šimon J., Strašil Z., 1999. Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely. Studijní zpráva ÚVTIZ, Ř.: Rostl. Výroba, č. 3, 50 s.
- Ust'ak S., Kavka M., 2003. Srovnání modelových ekonomických ukazatelů pěstování některých energetických plodin v podmínkách ČR. Energetické a průmyslové rostliny IX. CZ BIOM a VÚRV, Chomutov, pp. 26-34.
- Ust'ak S., 2003. Čirok. In.: Kavka et al., Normativy zemědělských výrobních technologií. ÚVTIZ, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, pp. 260-267.
- Ust'ak S., 2007. Srovnání modelových ekonomických ukazatelů pěstování některých konvenčních a netradičních energetických plodin v podmínkách ČR. Zemědělská technika a biomasa 2007. VÚZT, Praha-Ruzyně. pp. 188-192.
- Ust'ak S., 2006. Rozvoj pěstování a využití biomasy pro energetické a průmyslové účely v ČR: technické a ekonomické aspekty a základní překážky. Energetické a průmyslové rostliny XI.. EnviBio, CZ-Biom, VÚRV, Chomutov. pp. 118-133.
- Petříková V., Sladký V., Strašil Z., Šafařík M., Ust'ak S., Váňa J., 2006. Energetické plodiny. Profi Press, Praha 2006, 127 s.

IX. PODĚKOVÁNÍ DONORŮM GENETICKÝCH VZORKŮ ČIROKŮ

Kolektiv autorů děkuje následujícím subjektům za poskytnutí vzorků čiroku, které byly využity v našich polních experimentech.

Australian Tropical Grains Germplasm Collection, Queensland

Caussade Semences ZI De Meaux BP 109

Euralis Semences

KWS Osiva s r. o., Velké Meziříčí

Novi Sad, Institut za Ratarstvo i Povrtarstvo, Republic of Serbia

Petr Vobořil, Pečky

R2n Centre de Recherche La Courtade-Haute

S.I.S. - Società Italiana Sementi SpA

Saatbau Linz s r.o., Žatec

SEED SERVICE s.r.o., Vysoké Mýto

Syngenta Czech s r.o., Praha

University of Debrecen Karcag Research Institute

USDA, ARS, Plant Genetic Resources Conservation Unit, Griffin, Georgia, United States

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., oddělení genové banky, Praha Ruzyně

POZNÁMKY

POZNÁMKY

POZNÁMKY

Autoři	Jiří Hermuth, Dagmar Janovská, Zdeněk Stražil, Sergej Ust'ak, Josef Hýsek
Název:	Čirok obecný (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) MOENCH), možnosti využití v podmínkách České republiky
Vydal:	Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
Sazba a tisk:	Print, spol. s r.o., Prokopská 8, Příbram
Náklad:	200 ks

Vyšlo v roce 2012

Vydáno bez jazykové úpravy

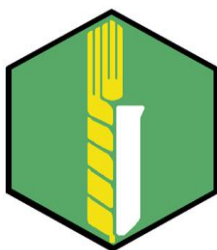
Kontakt na autory: hermuth@vurv.cz; janovska@vurv.cz

Autoři fotografií: Jiří Hermuth, Karel Veverka, Anna Prohasková, Kamil Holý



© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně 2012

ISBN 978-80-7427-093-2



Vydal Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2012