

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Porovnání produkce biomasy a sušiny čiroku cukrového a
zrnového**

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

Autor diplomové práce: **Bc. Zdeněk Liška**

České Budějovice, květen 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zdeněk LIŠKA**
Osobní číslo: **Z14590**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Porovnání produkce biomasy a sušiny čiroku cukrového a zrnového**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

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

Úvod: stručný nástin významu práce.

Literární přehled: Uvést citace.

Cíl práce: Na základě maloparcelkového pokusu porovnat výnos biomasy a sušiny u čiroku cukrového a zrnového.

Materiál a metody: Založení maloparcelkového pokusu s vybranými hybridy čiroku cukrového a zrnového. Velikost jedné parcelky 15,0 m². Každá varianta bude mít 4 opakování, hnojení 150 kg N.ha⁻¹; 35 kg P.ha⁻¹; 60 kg K.ha⁻¹, vzdálenost řádků 750 mm, hustota 200 000 j.ha⁻¹.
Hodnocení nárůstu obsahu sušiny od začátku září.

Sklizeň - stanovení výnosu biomasy, obsahu sušiny, výnosu sušiny, výživa rostlin.

Fenologická sledování a uvedení meteorologických dat.

Výsledky: Získané výsledky budou uspořádány do tabulek a grafu se slovním hodnocením.
Statistické vyhodnocení.

Diskuze: Porovnání dosažených výsledků s údaji v literárním přehledu.

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

Seznam literatury: Uvedení citované literatury.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Havlíčková, K. a kol. (2008): Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice

Káva, J. a kol. (2005): Energetické plodiny, VÚZT, Praha, 80 s.

Moudrý, J. a kol. (2008) Alternativní plodiny, Profi Press, Praha, 138 s.

Internetové databáze

Vědecké a odborné časopisy

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.

Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce:

9. března 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

30. dubna 2016



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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13 ①
370 05 České Budějovice



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

V Českých Budějovicích dne 9. března 2015

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne 1.5.2017

.....
Zdeněk Liška

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu **doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc.**, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této diplomové práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na porovnání produkce biomasy a sušiny čiroku zrnového a cukrového. K hodnocení byli vybrány čtyři hybridy čiroku cukrového a jeden hybrid čiroku zrnového. Pro porovnání byl založen maloparcelkový pokus s roztečí řádků 0,75 metru. Pokus probíhal ve dvou letech. Dvouleté sledování ukázalo na rozdíly ve výnosu biomasy i sušiny u jednotlivých hybridů. Z dvouletých výsledků vyplívá vysoký potenciál tvorby biomasy a sušiny při příznivém průběhu počasí a jeho schopnost tvorby výnosu i v suchých a teplých podmínkách u cukrových hybridů. Zrnový hybrid dával v obou sledovaných letech malý výnos biomasy i sušiny.

Klíčová slova: čirok, čirok cukrový, čirok zrnový, výnos biomasy, výnos sušiny

ABSTRACT

The diploma thesis focuses on comparison of biomass production, dry matter of grain sorghum and sweet content. Four hybrids of sweet sorghum and one hybrid of grain sorghum were chosen for the evaluation. A small-parcel experiment with a line spacing of 0.75 meters was established for the comparison. The experiment was going on for two years. Two years of monitoring showed the differences in yield on biomass and dry matter of individual hybrids. A great potential of biomass and dry matter production in convenient weather condition and the ability of the yield production in dry and hot conditions by sweet hybrids emerge from the two years results. A grain hybrid yielded a small amount of both biomass and dry matter in both years.

Keywords: sorghum, sweet sorghum , grain sorghum, yield of biomass, yield of dry matter

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární přehled	10
2.1. Botanická charakteristika	10
2.2. Historie, původ a rozšíření	13
2.3. Stavba rostliny	14
2.3.1. Kořenový systém	14
2.3.2. Stéblo	14
2.3.3. Listy	15
2.3.4. Květenství	15
2.3.5. Zrno	16
2.3.6. Nutriční látky čiroku	17
2.3.7. Antinutriční látky čiroku	18
2.4. Růstové fáze	18
2.5. Požadavky na klimatické a půdní podmínky	21
2.5.1. Požadavky na teplotu	21
2.5.2. Požadavky na vodu	22
2.5.3. Délka dne	22
2.5.4. Vodní stres	23
2.5.5. Teplotní stres	23
2.5.6. Půdní požadavky	24
2.6. Agrotechnika	24
2.6.1. Zařazení v osevním postupu	24
2.6.2. Příprava půdy	25
2.6.3. Setí	25
2.6.4. Výživa a hnojení	27
2.6.5. Regulace plevelů	28
2.6.6. Choroby čiroku	29

2.6.7.	Škúdcí	32
2.6.8.	Sklizeň a posklizňová úprava.....	33
2.7.	Využití čiroku u nás a ve světě	34
2.10.	Praktické poznatky a výsledky pokusů	38
3.	Cíl práce	39
4.	Materiál a metody	40
4.1.	Charakteristika stanoviště.....	40
4.2.	Meteorologická měření	41
4.3.	Popis hybridů čiroku	42
4.4.	Založení porostu čiroku	43
4.5.	Ošetření a hnojení během vegetace	44
4.6.	Sklizeň čiroku	45
5.	Dosažené výsledky	46
5.1.	Výnos biomasy v jednotlivých sklizních.....	46
5.2.	Obsah sušiny biomasy při sklizni	48
5.3.	Průměrná výška rostlin jednotlivých hybridů čiroku	50
5.4.	Výnos sušiny [t.ha ⁻¹] v jednotlivých sklizních	51
6.	Diskuze.....	53
7.	Závěr	55
8.	Vyjádření k hypotézám	57
9.	Seznam literatury a zdrojů	58
10.	Přílohy.....	65
11.	Seznam tabulek	70
12.	Seznam grafů.....	71
13.	Seznam obrázků	71

1. Úvod

Čirok má v celosvětovém měřítku nezastupitelnou úlohu. Je pěstován pro výživu lidí i zvířat i pro technické účely. V podmínkách České republiky je jeho pěstování ve větším měřítku stále v začátcích. Význam čiroku vzhledem k měnícímu se klimatu a rozšiřování sortimentu hybridů bude v budoucnosti narůstat.

Čirok je možné využít jako kvalitní objemné krmivo pro výkrm skotu, ale v dnešní době roste jeho význam zejména pro tvorbu substrátu pro bioplynové stanice.

Výhody čiroku spočívají i v jeho odolnosti vůči škůdcům známým z kukuřice, které čirok napadají pouze minimálně, a s ochranou proti nim se zatím nepočítá. Jednou z velkých výhod čiroku je i jeho nezajímavost pro černou zvěř, která v kukuřici dokáže napáchat významné škody.

Čirok také nemá tak vysoké nároky na živiny a vodu jako kukuřice. Čirok dokáže vyprodukovat hodně biomasy z mála vody. Rostlina se během raných růstových fází vyvíjí sice pomaleji, ale později je při nedostatku vody schopna dále tvořit biomasu. Má hustší a jemnější kořenovou soustavu, která přispívá k lepšímu příjmu živin.

S rostoucí potřebou diverzifikace plodin při zachování vysokého výnosu kvalitní sílažní hmoty je cílem této práce ověřit vhodnost hybridů čiroku v podmínkách stanoviště a při stejné výživě a ochraně porovnat výnos biomasy a sušiny.

2. Literární přehled

2.1. Botanická charakteristika

Car von Linné roku 1753 v Rostlinných družích (*Species Plantarum*) popsal tři druhy čiroku: *Holcus sorghum*, *Holcus saccharatus* a *Holcus tricolor*. Moench roku 1794 odlišil z rodu *Holcus* rod *Sorghum*. Roku 1961 Clayton navrhl název pro kultivovaný čirok, který se užívá dodnes: *Sorghum bicolor* (L.) Moench (FAO, 1995).

Velmi detailní klasifikaci čiroku provedl roku 1936 Snowden a veškeré následně navrhované klasifikace byly pouhou modifikací jeho systému. Snowden klasifikoval čirok do 31 kultivovaných, 17 divoce příbuzných a 4 plevelných druhů (Teshome et al., 1997). Významná je klasifikace dle Huckabay a de Wet (1967), kteří sloučili výše zmíněných 52 druhů do jediného: *Sorghum bicolor*. Ten rozdělují na dva poddruhy, několik variet a forem dle následujícího schématu:

- 1) *S. bicolor* subsp. *halepense*
 - a) středozemský ekotyp
 - b) tropický ekotyp
- 2) *S. bicolor* subsp. *bicolor*
 - a) var. *aethiopicum*
 - b) var. *arundinaceum*
 - c) var. *verticilliflorum*
 - d) var. *bicolor*
 - *guinea*
 - *kafir*
 - *durra*
 - *bicolor*

V roce 1972 Harlam a de Wet uveřejnili zjednodušenou klasifikaci čiroku na základě srovnání 10 000 vzorků. Rozdělili plodinu na 5 základních ras pod druh *S. bicolor* subsp. *bicolor*.: *bicolor*, *guinea*, *caudatum*, *kafir* a *durra* (FAO, 1995).

De Wet v roce 1978 publikoval další reklasifikaci, v níž čirok rozděluje na 5 sekcí: *Heterosorghum*, *Parasorghum*, *Sorghum*, *Chaetosorghum*, *Stiposorghum*.

Do sekce *Sorghum* zařadil tři druhy:

- *S. halepense* (L.) Pers. – zahrnuje víceleté rostliny 0,5 -3,5 m vysoké a až 2 cm široké, listové čepele jsou dlouhé až 90 cm a 4 cm široké. Přirozeně se vyskytuje v pásu od jižní Euroasie až na východ po Indii.
- *S. propinquum* (Kunth.) Hitchc. – dosahuje výšky až 5 m, listy jsou až 1 m dlouhé. Tento druh se vyskytuje na Ceylonu, jižní Indii, od Barmy až po ostrovy jihovýchodní Asie.
- *S. bicolor* (L.) Moench – jedná se o jednoleté rostliny s různorodou výškou mezi 0,5 – 5 m. Listy jsou 1 m dlouhé a až 10 cm široké. Původní oblast výskytu tohoto druhu je především Afrika. Tento druh de Wet rozděluje na 3 poddruhy:
 - subsp. *bicolor* – kultivovaný čirok. Dělen je dále na 5 ras: i) *bicolor* (výskyt v celé Africe a široce i v Asii), ii) *guinea* (běžný výskyt v západní, méně často v jižní Africe), iii) *caudatum* (vymezen centrální a východní Afrikou), iv) *kafir* (jižní Afrika), v) *durra* (hlavně Indie, v menším měřítku východní Afrika).
 - subsp. *arundinaceum* – divocí příbuzní kultivovaného čiroku. Dělen je na 4 rasy: i) *aethiopicum* (rozšířena v nejteplejších a nejsušších částech Afriky od Mauritánie po Súdán), ii) *arundinaceum* (oblast deštných lesů západní Afriky, výskyt populace i v jižní Africe), iii) *verticilliflorum* (nejrozšířenější rasa vyskytující se v africké savaně), iv) *virgatum* (severovýchodní Afrika, zejména údolí Nilu).
 - subsp. *drumondii* – formy získané křížením divokých a kultivovaných čiroků (Deu, Hamon 1994).

Pro zemědělské účely se využívá klasifikace dle Mansfelda (1952). Čirok rozděluje na 4 variety dle způsobu užití:

1) čirok obecný či zrnový (*Sorghum bicolor* var. *eusorghum*) – jedná se o formu s nižším vzrůstem s vyšším obsahem škrobu a bílkovin, která se pěstuje na zrno. Obvykle dosahuje výšky 0,8 – 1,2 metru a má mohutné lody. Rozšířen je především v Africe a Asii na chudších erozně náchylnějších půdách. Obilky se rozemelou na krupici nebo mouku a připravuje se z nich pečivo a kašovitě pokrmy.

2) čirok cukrový (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum*) – vzhledem je podobný zrnovému čiroku, dorůstá však výše (2–5 m). Dřeň je šťavnatá a obsahuje hroznový cukr. Proto se z něj vyrábí různé sirupy, cukrovinky i alkohol. Využívá se také jako krmivo nebo na siláž. V našich podmínkách má mnoho odrůd problém s dosažením požadovaného množství sušiny. Takto vysoké rostliny totiž obsahují velké množství ligninu, který vyztužuje rostlinu, aby nepolehla. Podíl zrna je nízký (Hermuth 2012). Hojně se pěstuje v Africe, Americe, Východní Asii, Indii, dříve také v jižní Evropě.

3) čirok technický, také metlový (*Sorghum bicolor* var. *technicum*) – má silně vyvinutou lody se zkrácenou střední osou a dlouhými postranními větvemi. Využívá se především na výrobu košťat a kartáčů a zrno je vedlejší produkt. Pěstuje se především v jižní a jihovýchodní Evropě, Blízkém Východu, USA a Fidži.

4) čirok sudánský (*Sorghum bicolor* var. *sudanense*) – vyskytuje se po celém světě v teplých, suchých i mírných klimatech. Tato forma má tenká stébla a bohaté olistění. Po seči rostliny obrůstají. Poskytuje 2-4 seče a je tak bohatým zdrojem zelené hmoty, kterou lze využít pro energetické účely. Je i významnou pícninou. Nevýhodou však je, že mladé rostliny obsahují glykosid durin, ze kterého se rozkladnými procesy uvolňuje kyanovodík. Vykazuje vysokou toleranci k alkalickým půdám (Kára et al. 2005).

Tabulka 1: Taxonomie čiroku

Říše	<i>Plantae</i>	Rostliny
Podříše	<i>Tracheobionta</i>	Cévnaté rostliny
Oddělení	<i>Magnoliophyta</i>	Krytosemenné
Třída	<i>Liliopsida</i>	Jednoděložné
Řád	<i>Poales</i>	Lipnicotvaré
Čeď	<i>Poaceae</i>	Lipnicovité
Podčeď	<i>Panicoidae</i>	Prosovité
Rod	<i>Sorghum</i>	Čirok
Druh	<i>Sorghum bicolor</i>	

Zdroj: http://archive.gramene.org/species/sorghum/sorghum_taxonomy.html

2.2. Historie, původ a rozšíření

Čirok je prastará plodina, jejíž původ nelze s jistotou jednoznačně určit. Dle Vinall a kol. (1936) však existují tři hlavní centra jeho historického výskytu. Jedná se o oblast asijskou (Arábie, Turkestán), indickou a severoafrickou. Právě ze starého Egypta existují první záznamy o pěstování čiroku coby kulturní plodiny (Hermuth 2012). Naopak podle FAO (1995) byl čirok přibližně v průběhu prvního tisíciletí před naším letopočtem dovážen z oblasti východní Afriky původně jako potravinový zdroj do Indie přes arabskou oblast. Jihovýchodní Asií a Čínou se šířil až před přelomem letopočtu, nelze však vyloučit, že se do Číny dostává již dříve prostřednictvím obchodování na hedvábné stezce. V Americe se čirok objevuje v 16. století prostřednictvím obchodních cest na trase Evropa-Afrika-Latinská Amerika, ale k jeho masivnějšímu rozšíření dochází až v průběhu 18. a 19. století prostřednictvím obchodu s otroky (FAO, 1995). Jeho význam například dokládá i prohlášení Thomase Jeffersona, že se jedná o jednu z šesti nejdůležitějších plodin Virginie r. 1781 (Berenji et al. 2011).

Do Evropy se šířil z Indie za dob Plinia Staršího (23 – 79 n. l.) – římského botanika a autora přírodovědné encyklopedie starého Říma, *Historia naturalis*. V průběhu let se na něj zapomnělo a k jeho dalšímu šíření dochází až prostřednictvím Arabů v raném a vrcholném středověku (Hermuth 2012).

S největší pravděpodobností se začal pěstovat nejdříve v Itálii v oblasti Piemont. V 17. století se využívá pro výrobu košťat na oděvy. Z Itálie se rozšiřuje do Španělska, Francie, Rakouska a jižního Německa. Existují dokonce pokusy o jeho zavedení v Nizozemsku či Velké Británii, ale zde se příliš neujal. Během 19. století se také objevuje v Chorvatsku nebo Maďarsku (Berenji et al., 2011)

V Čechách se rozšiřoval ve třech vlnách. Ve 20. letech 20. století byl využíván především technický čirok. V 50. letech následovala druhá vlna, ale byl vytlačen kukuřicí. Poslední vlna u nás souvisí s rozvojem bioplynových stanic (Hermuth 2012).

2.3. Stavba rostliny

2.3.1. Kořenový systém

Kořenový systém je rozsáhlý s velkým množstvím kořenových vlásků (až dvakrát více než u kukuřice). Po vyklíčení se rozvíjí primární kořen, který většinou není rozvětvený. Později se rozvinou sekundární kořeny, které budou tvořit základ rozsáhlého kořenového systému a prvotní kořen odumírá. Permanentní systém se větví horizontálně i vertikálně a může dosáhnout rozměrů 60 - 120 cm šířky a 140 - 170 cm délky. V nepříznivých podmínkách se mohou vytvářet vzdušné kořeny, které mají zpevňující funkci, proto rostlina ani při silných větrech nepoléhá. Některé však mohou posloužit i jako náhradní zdroj čerpání vlhkosti v sušších obdobích (Hermuth 2012). Kořenový systém je však schopen přežít a umožňuje i druhý či třetí růst stébel (House 1985).

2.3.2. Stéblo

Složeno je ze skupiny internodií a nodů, které se nachází pod praporcovým listem. Může být štíhlé i velmi silné s rozměry 0,5 – 5 cm v průměru u základny a zužující se směrem vzhůru, průřez je oválný nebo kulatý. Výška stébla je velmi rozdílná, závisí na formě rostliny a pohybuje se v rozmezí 0,5 – 4 m (Plessis 2008) Dřeň může být suchá, šťavnatá i se sladkou chutí. S rostoucím stářím rostliny, klesá šťavnatost. Ve starších sušších stéblech může dřeň praskat. U každého stéblového kolínka se může vytvořit pupen, ze kterého může vyrůst stéblo nové.

Tyto pupeny se vytváří střídavě na straně stébla (Hermuth 2012) Rostlina se však většinou nevětví, dokud nedosáhne dospělosti a v běžných podmínkách se nevytvoří více než 1 nebo 2 větve (Vinall1936).

2.3.3. Listy

Listy jsou obvykle zelené, ploché, sklovité, ne tak široké jako jsou listy kukuřice. List je složen z pláště a čepele, přičemž plášť je připojen k uzlu a obklopuje internodia (House 1985). Listová čepel je dlouhá, široká a vybíhá o špičky, v horní části rostliny mohou být menší a kratší. Kratší obvykle bývají i u základny. Mladé listy jsou ve vzpřímené pozici, s postupem zrání se ohýbají. Průduchy se vyskytují na svrchní i spodní straně listu (Plessis 2008). Listy se mohou koncentrovat kolem základny, nebo mohou být rovnoměrně rozložené na stonku v závislosti na druhu a typu rostliny. Délka může osáhnout až 1 metru a šířky 10 – 15 cm. Počet je různorodý a může se pohybovat od 8 – 30 na jednu rostlinu. Střední nerv je výrazný, zelené nebo bílé barvy, zploštělý nebo lehce konkávní z vrchní strany listu (Hermuth 2012).

2.3.4. Květenství

Květenství čiroku je lata. Může být otevřené nebo kompaktní. Tvar a barva se liší dle typu rostliny. Délka se nejčastěji pohybuje mezi 4 – 25 cm a šířka 2 – 20 cm (House 1985). Lata se nachází na vrcholu stébla a může být vzpřímená, nakloněná nebo ohnutá. Zakřivení nastává v růstové fázi, kdy podpůrné stéblo není dostatečně silné a tvrdé, aby uneslo celou váhu laty. Stéblo dřevění až později a lata zůstává ohnutá (Vinall 1936). Lata je složena z klásků, které vyrůstají vždy v páru. Jeden je přisedlý, oboupohlavní a fertilní, druhý je stopkatý a pouze samičí. V každém klásku jsou dva kvítky – vždy jeden fertilní a jeden sterilní. Kvítek obsahuje jeden pestík a tři tyčinky. Čirok je primárně cizosprašný, přesto se v určitém procentu může objevit samosprašnost. Kvetení začíná na vrcholu laty a postupuje směrem dolů. Je ovlivňováno délkou dne a vysokou teplotou. Optimální teplota pro kvetení je mezi 21 – 35°C. Kvetení trvá dle podmínek 7 – 10 dní. Pokud je lata velmi hustá, plody ve spodní části nedozrávají. Sterilní kvítky obvykle opadají (Hermuth 2012).

2.3.5. Zrno

Obilka čiroku má rozmanitý tvar, může být zploštělá, okrouhlá v závislosti na odrůdě, varietě i tvaru laty. Rozměry jsou přibližně 4 mm délka, 3 mm šířka a 2,5 mm tloušťka. Zralé semeno je složeno z embrya a endospermu, které jsou uzavřené v perikarpu (oplodí). Celý útvar se pak nazývá obilka. Perikarp je složen ze tří vrstev: epikarpu, mesokarpu a endokarpu. Epikarp je vnější vosková vrstva, mesokarp může obsahovat škrobová zrna a endokarp je důležitý při klíčení. Vrstva pod perikarpem se nazývá testa (osemení). Endosperm je složen z vrstvy buněk obsahujících oleje a bílkoviny zvané aleuronová vrstva a sklovitým a moučným endospermem. Embryo (zárodek) obilky je složen ze štítku (*scutellum*), apikální části, kde se nachází růstový pupen (*plumula*) a obal plumuly listová pochva (*coleoptile*), bazální části, ve které je kořenový základ (*radicula*), kořenová pochva (*colerhiza*) a kořenová čepička (*calyptra*) (Kuo-Chu Ma 1975). Barva obilky závisí na kombinaci barev perikarpu (může být červený nebo bílý) a přítomnosti testy, která je většinou tmavá. Může tak vzniknout:

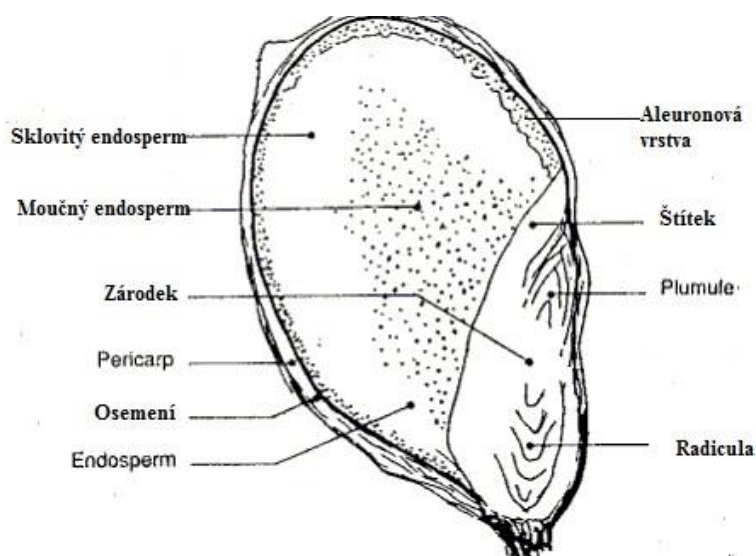
Bílé zrno - bílý perikarp, absence testy

Šedé zrno - bílý perikarp, testa přítomna

Červené zrno - červený perikarp, absence testy

Hnědé zrno - červený perikarp, testa přítomna (Hermuth 2012).

Obrázek 1: řez zralou obilkou čiroku



Zdroj:http://www.herbiguide.com.au/Descriptions/hg_Forage_Sorghum_Diagram.htm

2.3.6. Nutriční látky čiroku

Čirok je plodina, která je často srovnávána s kukuřicí. Hlavní rozdíl z nutričního hlediska je, že kukuřice obsahuje mnohem více škrobu, který zvyšuje její stravitelnost na úkor obsahu vlákniny. Čirok obsahuje vodorozpustné cukry, díky kterým lépe odolává mrazu. Větší obsah cukru má vliv na osmotický tlak a voda v pletivech nevytváří ledové krystalky, které by pletivo potrhaly. Důležitý je i vysoký obsah strukturálních polysacharidů, které podporují činnost bacheru (Příkryl, 2014). Ve starších rostlinách se mění obsah některých složek. Klesá obsah dusíkatých látek, hemicelulózy, tuku a popela a zvyšuje se obsah ligninu, vlákniny a sušiny v rostlině (Dvořáček, Příkryl 2010)

Tabulka 2: Rozbor čiroku

Látka	Obsah látky v %
Sklizňový obsah sušiny	24 - 30
N - látky	5 - 9
Vláknina	22 - 32
ADF	30 - 40
NDF	45 - 65
Lignin	6 - 8
Vodorozpustné cukry	4 - 8
Škrob	1 - 5

Zdroj: Příkryl (2014)

Zrno čiroku obsahuje proteiny, popeloviny, tuk, škrob, niacin, riboflavin, pyridoxin. Největší podíl z celkové hmotnosti zrna představuje endosperm (82,3 %), následuje zárodek (9,8%) a obaly (7,8%).

Endosperm je z velké části tvořen škrobem (82,5%). Zárodečná část je bohatá na tuky (28%) a proteiny (19%), navíc obsahuje i významné množství B-komplex vitamínů. Obaly jsou potom tvořeny nejvíce škrobem (34,6%), naopak mají nízký obsah proteinů (6,7 %) (Fao Kniha 1995).

2.3.7. Antinutriční látky čiroku

Velký vliv na obsah těchto látek v čiroku má jeho odrůda, prostředí, ve kterém je pěstován (srážky, kvalita půdy, hnojení). Vyšší obsah těchto látek snižuje stravitelnost živin a některé mohou být dokonce toxické (Brestenský a kol., 2006). Příkladem antinutriční látky jsou fytáty, jež jsou přirozeně se vyskytující sloučeniny fosforu ve zralých semenech. Polyfenoly nejsou přímo zapojeny do metabolických procesů, proto jsou považovány za sekundární metabolity.

Jejich funkce v rostlině je obranná. Chrání ji před býložravci, houbami a plísněmi, navíc zabraňují předčasnému klíčení semen. Sloučeniny polyfenolů jsou fenolové kyseliny, flavonoidy a taniny. Právě taniny mají nepříznivý vliv na stravitelnost bílkovin a sacharidů z čirokového krmiva. Pro obsah taninů u čiroku pro krmné účely jsou stanoveny mezní hodnoty. Čirok s obsahem taninů pod 0,1 % může být ve směsi pro drůbež zastoupen z 30 %, u prasat je to 20 %. Nedoporučuje se ho přidávat do směsí mladým prasatům, protože jejich trávicí ústrojí není zcela vyvinuto. (Koubová 2009). U některých odrůd čiroku se mohou objevit inhibitory trávicích enzymů. Rostlina může být napadena plísněmi, které mohou produkovat pro člověka nebezpečné mykotoxiny (Fao, 1995 kniha). Mladé rostliny obsahují glykosid durin, ze kterého se rozkladem uvolňuje kyselina kyanovodíková (HCN). Svého maxima dosahuje ve stádiu osmého listu, poté její koncentrace klesá (Chobotová et al. 2013). Undersander (1990) uvádí, že mladé a poškozené rostliny obsahují dvakrát více jedovatého kyanovodíku než dospělé listy. Naproti tomu poukazuje na to, že čirok súdánský obsahuje o polovinu méně kyanovodíku než ostatní odrůdy. Silážováním se samovolně snižuje obsah této nebezpečné látky. Při sušších podmínkách může rostlina hromadit pro zvířata škodlivé dusičnany (Undersander 2001).

2.4. Růstové fáze

Růstové fáze uvedené v této práci představují pouze zobecněný náhled do dané problematiky a mohou se odlišovat v závislosti na termínu výsevu, odrůdě, klimatických podmínkách, půdních vlastnostech, výskyt plevelů, hmyzu, nemocí. Běžně se vyskytuje rozdělení do desíti fází od fáze vzniku do fáze fyziologické dospělosti. Pokud srovnáme semeno kukuřice, sóji a čiroku, je právě semeno čiroku nejmenší.

Prvotní růst není příliš rychlý, naopak ale dochází k rapidnímu rozvoji kořenového systému a příjmu živin (Vanderlip, 1998).

Fáze 0: Dochází ke klíčení obilky a průniku klíčku na povrch. Dochází k tomu 3 – 10 dní po výsevu v závislosti na teplotě půdy, vlhkostních podmínkách, hloubce výsevu. V teplých půdách nad 20°C se koleoptile objeví již po 3-4 dnech, v chladnějších 13-20°C až do 10 dnů (House, 1985). Chladno nebo vlhko může podpořit výskyt některých chorob a narušit tak další růstové fáze. Výsev by měl být naplánován tak, aby rostlina kvetla před nejteplejším obdobím léta. Je také vhodné, aby bylo semeno ošetřeno fungicidem (Kansas 1993).

Fáze 1: Fáze prvních tří lístků, kdy jsou jasně viditelné, aniž bychom museli do rostliny jakkoliv zasahovat. Znamená to, že je jasně rozpoznatelná listová pochva a čepel listu. Někdy k identifikaci listu v prvotní růstové fázi rostliny napomůže určení jeho tvaru. List ve fázi vzcházení má kulatou špičku (Kelley 2004). Tato fáze do značné míry závisí na teplotě a objevuje se přibližně 10 – 15 dní po vzcházení. Jelikož je růstový bod značně pod povrchem, může být velká část listů poničena, aniž by to mělo přílišný vliv na budoucí rozvoj, přesto se čirok obnovuje pomaleji než kukuřice (Hermuth 2012)

Fáze 2: Fáze pěti lístků, které jsou znatelně rozvinuté, 20 – 25 dní po vzcházení. Kořenový systém se rychle rozvíjí. Toto stádium je proto důležité pro budoucí výnos. Růstový bod je stále pod povrchem, takže se rostlina obnovuje energičtěji než v předchozí fázi, přesto opět pomaleji než kukuřice (Wet a Kansas 1993)

Fáze 3: V této fázi dochází ke změně vegetativního růstu na generativní. Je již stanoven celkový počet listů a velikost laty. Nezbytný je dostatečný přísun živin a vody pro rychlý růst, rostliny jsou již dostatečně konkurenceschopné vůči plevelům, asi 30 - 40 dnů od vzcházení (Besancon 2016)

Fáze 4: V této fázi je již plně rozvinuto 80 % listů. Rostlina se vyvíjí stále rychlým tempem, z pochvy posledně rostlého listu (v zahraniční literatuře pod pojmem „flag leaf“) vyrůstá lata nesená na stopce (*peduncle*) (Kelley 2004) Spodních 2- 5 listů je ztraceno a jejich počítání v této fázi se začíná z vrchní části. Je dokončeno asi 20 % z celkového růstu a rostlina přijala již více než 40 % draslíku, 30 % dusíku a 20 % fosforu (Wet 1978)

Fáze 5: Listy jsou již plně vyvinuté a mají tak maximální plochu pro příjem světla. Poslední vyrostlý list je menší než ostatní. Květenství se stále vyvíjí, velká je i spotřeba vody a živin. Stres rostliny může omezit vymetání a opylení laty. Asi 50 – 60 dnů po vzcházení (Kansas 1993)

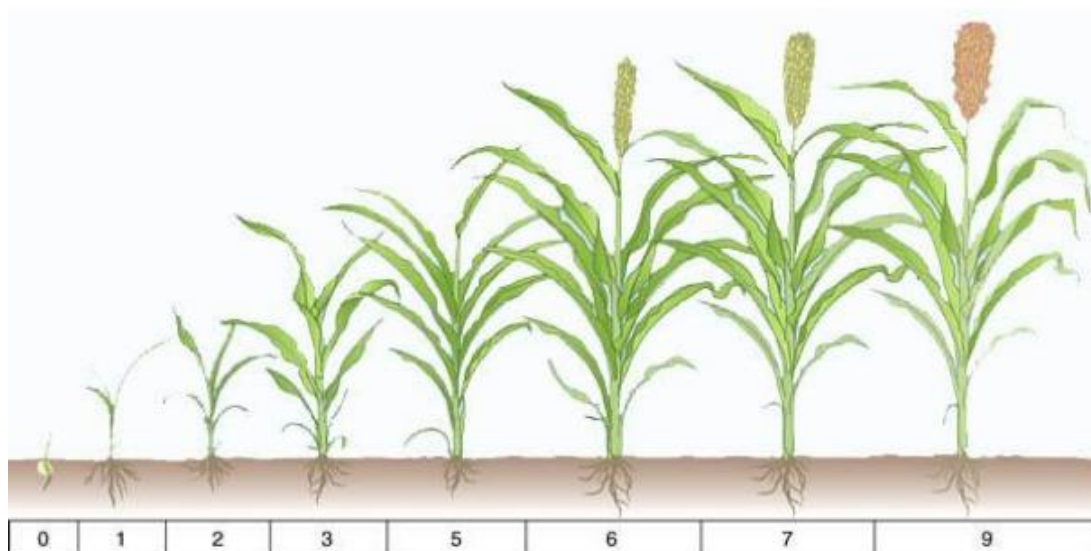
Fáze 6: V této fázi již polovina rostlin na pozemku kvete. Lata nakvétá odshora dolů po dobu cca 10 dnů. Rostlina dosahuje poloviny sušiny, kterou vytvoří a z celkového množství přijala již 60 % fosforu, 70 % dusíku a více než 80 % draslíku (WET 1978)

Fáze 7: Fáze plnění zrn, zrno se nachází již v mléčné zralosti. Spodní listy odumírají a na rostlině jich zůstává 7 – 12 (Hermuth 2012).

Fáze 8: Příjem živin je v tomto okamžiku téměř u konce, zrno má již zhruba $\frac{3}{4}$ sušiny, spodní listy dále odumírají (Kansas 1993)

Fáze 9: Fáze fyziologické zralosti. Vlhkost zrna se pohybuje v rozmezí 25 – 40 % a poté klesá. (Vanderlip, 1998). Významným znakem je tmavá skvrna na opačné straně jádra embrya (Besancon 2016)

Obrázek 2: Růstové fáze čiroku



Zdroj: <https://www.vurv.cz/sites/File/Publications/ISBN978-80-7427-093-2.pdf>

1) Vegetativní období

Jakmile se semeno dostane do vlhké půdy, začne přijímat vodu a zvětšuje se. Klíčení u čiroku je hypogeické (podzemní). Jak semeno bobtná, dojde k protržení osemení. Nejprve vyrůstá základ primárního kořene (*radicula*). Dále se objevuje koleoptile – blanitá pochva, pod kterou je kryta plumula, která tvoří základy prvních listů. Rozvine se mezokotyl a na bázi coleoptile těsně pod povrchem vzniká nod, z něhož vyrůstají sekundární kořeny (cca 3-7 dní od vzcházení). Může také dojít k rozvoji vdušných kořenů. V tomto období rostlinu vyživuje endosperm. Později ve vegetativní fázi se vytvoří základy všechny listů (House, 1985).

Ve vhodných klimatických podmínkách se na bazálním nodu mohou tvořit odnože. Květenství je na nich menší a pozdější (Gerik et al. 2003)

2) Generativní období

V průměru mezi 30-40 dny po vzcházení se začíná tvořit základ laty. Během elongační fáze buněk se základ rozvíjí do plného květenství. Jak již bylo zmíněno, čirok nakvétá odshora dolů a je primárně samosprašný. Rostlina začíná kvést 55 dní od vzcházení. Uvádí se, že v teplých podmínkách kvete cca 10 dní, ale toto období může být výrazně prodlouženo až na 30 dní v závislosti na klimatických poměrech (House, 1985). Toto období je považováno za nejkritičtější pro budoucí výnos, protože rostlina je citlivá k teplotním výkyvům, nedostatku živin či vody, nebo naopak k jejímu přebytku. Všechny tyto faktory se mohou projevit v konečném počtu semen (Kelley 2004).

3) Období zrání

Během tohoto stádia prochází semeno třemi fázemi: mléčná zralost, měkká těstovitá zralost, tvrdá těstovitá zralost. Největšího objemu dosahují asi 10 dnů po odkvětu v mléčné fázi (Gerik et al. 2003). Vlhkost u semena se v době fyziologické zralosti pohybuje mezi 25 – 40% a poté klesá až na 10 – 15 % během 20 – 25 dní. Během této doby ztratí semeno až 10 % suché hmotnosti. Semeno lze sklídit kdykoliv po dosažení fyziologické zralosti, ale pokud je vlhkost vyšší jak 12 % je nutné jej před uskladněním dosušit v sušárně (House 1985). Aby při sklizni nebylo poškozeno, měla by být vlhkost pod 20 % (Kelley 2004).

2.5. Požadavky na klimatické a půdní podmínky

2.5.1. Požadavky na teplotu

Čirok je značně náročný na teplo. Teplota půdy vhodná pro klíčivost semen se liší dle odrůdy. Obecně se uvádí, že semena začínají klíčit při 12 – 15 °C (Hermuth 2012), u některých autorů je uváděn údaj 10 -12°C (Kára 2005), přičemž vzcházení trvá 10 – 14 dní. Klíčivost semen při teplotě 15°C je 80 %. Například sudánská tráva klíčí a vzchází již při teplotě 7 – 10°C. I nejméně náročné čiroky, které se pěstují na zrno, vyžadují sumu teplot minimálně 2500°C a období bez mrazů 120 -180 dní. Na nízké teploty reaguje nejcitlivěji ve fázi vzcházení a květu.

Teplota vhodná pro optimální růst a rozvoj je 25 – 30°C, snese však až 45°C (Gangaiah 2008). Při teplotách kolem 20°C v průběhu vegetačního období mohou rané odrůdy rostliny dozrát za 90 -110 dní, pozdější za 110 – 140 a dosahují přijatelných výtěžků. Při průměrných denních teplotách 10 – 15°C je vhodnější pěstovat čirok jako krmnou plodinu (Fao Water 2015).

2.5.2. Požadavky na vodu

Čiroky jsou poměrně odolné vůči sušším podmínkám, dobře hospodaří s vodou. Ve srovnání s kukuřicí má rozsáhlejší kořenový systém, který je schopný získat vlhkost z mnohem většího objemu půdy (House 1985). Plocha listu je užší a pokrytá voskovou vrstvou, které zabraňuje přílišnému vypařování (Plessis 2008). Koeficient transpirace na 1 kg sušiny mají o jednu třetinu nižší než kukuřice, tedy 200 litrů. Významná je i jejich schopnost asimilovat při vysokých teplotách. Jelikož mají čiroky dlouhé vegetační období, dokáží dobře využívat srážky v druhé polovině léta (Kára 2005). Čirok je schopný snášet extrémně suché podmínky, protože během tohoto období přejde do klidového stavu a svůj růst obnoví až s nadcházejícími srážkami. Tato vlastnost se potvrdila při extrémních suchách, která na našem území vládla v létě 2015. Zatím co kukuřice zaschla, čirok pouze zastavil svůj růst a po srážkách dokázal vyrůst i o dva metry za jeden měsíc (Bogaň 2016 časopis úroda). Požadavky na vodu se samozřejmě s růstem rostliny zvyšují. Vrcholu dosahují v období květu, kdy je spotřeba kolem 7mm/den (House 1985). Plodina se pěstuje v oblastech v úrovni moře až do nadmořských výšek 3000 metrů. Toleruje i více zamokřené podmínky (Gangaiah 2008).

Čirok lze bez nutnosti závlah pěstovat v oblastech s ročním úhrnem dešťových srážek mezi 400 – 800 mm (Plessis 2008).

2.5.3. Délka dne

Čirok je krátkodenní rostlina, což znamená, že rostlina vyžaduje krátké dny před dosáhnutím generativního stádia. Optimální fotoperioda, která podporuje tvorbu květu, je mezi 10 – 11 hodinami. Tropické odrůdy jsou k fotoperiodě mnohem citlivější. Obecně nejcitlivější k délce dne je rostlina ve fázi, kdy se rozvíjí květ (Plessis 2008).

2.5.4. Vodní stres

Jak již bylo zmíněno, čirok je plodina, která poměrně dobře hospodaří s vodou a dokáže se vyrovnat i se suššími nebo mokřejšími podmínkami. V různých růstových fázích je jeho potřeba vody rozdílná, a proto je důležité správné rozložení srážek během růstu a vývoje plodiny. Důležité je také zdůraznit, že roli hraje, o jakou odrůdu se jedná a pro jaký účel je její pěstování v dané oblasti určeno.

Tuto problematiku například studovali Eck a Musick (1979), kteří zkoumali reakci zrnového čiroku v různých fázích jeho vývoje na stres z nedostatku vody. Zjistili, že stresové období po dobu 13 -15 dní nemělo na výnosy zrna žádný vliv. Naopak období 27 -28 dnů stresu ve fázi rozvoje hlav květů, snížilo výnos o 27 %. Stejně dlouhé období stresu ve fázi brzkého plnění zrna, snížilo jeho výnos o 12 %.

Zajímavý pokus provedli vědci z Thünen-Instituts für Biodiversität v Braunschweig (ANONYM 2013). Zkoumali vliv zvýšené koncentrace CO₂ a simulovaného sucha na výnos biomasy z kukuřice a čiroku. Pokus mimo jiné prokázal, že při vyšší koncentraci oxidu uhličitého vydal čirok do atmosféry o 25 % vody méně. Pokud se k tomuto navíc připojilo simulované sucho, čirok produkoval o 5 – 15% (v závislosti na odrůdě) více hmoty než v suchých podmínkách s normální koncentrací oxidu uhličitého. Závěrem však v daných podmínkách více profitovala kukuřice (18 % biomasy).

2.5.5. Teplotní stres

Čirok je na vysoké teploty nejcitlivější ve fázi reprodukčního vývoje. Může být však ovlivněna i výška rostliny či růst listů. V současné době je nutné brát na zřetel i působení skleníkového efektu a zvýšení průměrné teploty země. Významným faktorem jsou i jednotlivé klimatické extrémny, které přináší kratší období stresu. Prasad (2008) uvádí, že při zvětšující se maximální denní a minimální noční teplotě se zpožďuje vznik laty a při hodnotách 44°C/34°C (den/noc) se nevyvíjí lata žádná. Dále bylo zjištěno, že nejlepší výnosy zrna jsou dosaženy při teplotách 32/22°C a se zvyšující se teplotou klesají až dosáhnout hodnoty nula při 40/30°C. Naopak ale bylo zjištěno, že největší výnos biomasy byl dosažen právě při posledně zmíněných údajích.

Dále bylo zmíněno, že na nízkou teplotu je čirok nejcitlivější ve fázi vzházení a květu. Minimální požadavky na teplotu při vzházení byly nastíněny výše. Peacock (1982) uvádí, že teplota, při níž není semeno životaschopné je 0°C, ale dokáže přežít teploty pod 12°C, pokud má vlhkost nižší jak 15 %.

O vlivech nízké teploty na rozvoj květenství je poměrně málo informací. Přesto existuje studie, podle níž noční teploty pod 13°C mohou vyvolat samčí sterilitu.

2.5.6. Půdní požadavky

Čirok lze úspěšně pěstovat na široké škále půd s pH v rozmezí od 5,5 – 8,5. Daří se jim na kyselých, zásaditých půdách i v oblastech, kde jsou nepříznivé odtokové poměry. Až při koncentraci sodíkových solí 2 % je omezeno pěstování čiroku. Tóth (2014) uvádí, že čirok se na zasolených půdách dokáže uživit, nutné je však, aby kořeny dosahovaly hloubky nejméně 40 cm. V kyselých půdách s pH pod 5,5 na rostlinu nepříznivě působí nadbytek hliníku nebo manganu a naopak nedostatek fosforu nebo hořčíku (Kelley 2004). Neoptimálnější teplota půdy pro fázi klíčení je 21°C v 5 cm hloubky. Jak již však bylo naznačeno v kapitole 2.5.1, minimální půdní teplotní požadavky pro klíčivost v závislosti na odrůdě se pohybují mezi 7 – 12°C, avšak na úkor nižšího procenta klíčivosti a pravděpodobnosti vyššího výskytu houbových chorob (VERMERRIS 2008). Čirok se pěstuje na velmi rozmanitých půdách, od písčito-hlinitých až po těžké hlinité půdy. Nejvhodnější jsou půdy středně hlinité, dostatečně hluboké.

Čirok rozvíjí rozsáhlý kořenový systém, který je schopný čerpat vodu a živiny z většího objemu půdy a díky tomu prospívat i v méně příznivých podmínkách. Nevhodné jsou půdy studené a trvale zamokřené (Špaldon et al., 1963).

2.6. Agrotechnika

2.6.1. Zařazení v osevním postupu

Čirok je velmi flexibilní rostlina a v rámci osevního postupu ho lze zařadit podobně jako kukuřici. Zařazuje se čirok cukrový nebo čirok na zrno na dobře vyhnojené a odplevelené půdy tak, aby se zamezilo poškození rostliny ve fázi klíčení a počátečního růstu. Rostlina se totiž v tomto stádiu vyvíjí pomaleji než plevel. Čirok nemá specifické požadavky na předplodinu. V oblastech, kde je menší intenzita hnojení, se čirok zařazuje po dobrých předplodinách. Lze ho pěstovat jako hlavní plodinu po okopaninách nebo jako druhou plodinu po ozimé luskobilní směsce (Stražil 2011). Při dostatečném hnojení a použití herbicidů lze čirok pěstovat i 2 – 3 roky po sobě.

Vhodnou následnou plodinou jsou jarní obilniny a technické plodiny (Skládanka 2006). Pokud se pěstuje čirok pro energetické využití a sklízí se do konce zimy, jsou vhodnou následnou plodinou jařiny. Po čiroku na píci nebo na výrobu etanolu je vhodné pěstovat obilniny. Sám čirok není vhodná předplodina, protože z půdy odčerpává mnoho živin a vláhy (Hermuth 2012). Ať už je pěstován jako hlavní nebo následná plodina, je důležité, aby půda měla dostatek vody, protože po obilnách se často projevuje deficit půdní vláhy. Pro zařazení do osevního postupu je důležitá odrůda čiroku, protože ne každou je vhodné využít jako následnou plodinu. Pro využití čiroku jako následné plodiny je nutné zvolit odrůdu s kratší vegetační dobou v květu po dvou a půl až třech měsících od zasetí (Chobotová, Prokeš 2013)

2.6.2. Příprava půdy

Základní příprava půdy je závislá klimatických a půdních podmínkách dané oblasti a také na použité předplodině. Při pěstování čiroku jako hlavní plodiny se oře na podzim. Organická hnojiva a rostlinné zbytky je nutné zpracovat s využitím střední orby. Dle Anonym (2016) podzimní zpracování a promísení organických posklizňových zbytků s ornici snižuje riziko výskytu patogenních hub, jako je např. *Fusarium sp.* nebo *Rhizoctonia sp.*

Časně na jaře je vhodné půdu zpracovat smykem a brázdami, aby se urovnala, prokypřila a vytvořily se podmínky pro vzejití plevelů. Při předseťovém zpracování půdy lze využít kombinátorů a povrch půdy kypřit jen do hloubky setí (Kára 2005). V suchých oblastech se příprava půdy provádí systémem „dry farming system“, který spočívá v orbě do hloubky 18-20 cm. Poté je pozemek uvláčen, aby se zmenšila vypařovací plocha povrchu. Důležité je rozrušování půdního škraloupu (Hermuth 2012). Požadavky na seťové lůžko jsou podobné jako u ostatních malosemenných plodin. Důležité je dobře utužené lůžko s dobrou kapilaritou, které slouží jako podklad pro semeno, na které se ukládá 3 – 4 cm silná nakypřená vrstva zeminy. V sušších oblastech lze kontakt semena a zeminy podpořit lehkým přiválením (Anonym 2016).

2.6.3. Setí

Odborníci se shodují, že jednou z nejdůležitějších podmínek při pěstování čiroku, je založení porostu. Rostlina vyžaduje dobře strukturované seťové lůžko. Tak se dosáhne rychlého a rovnoměrného vzcházení.

Druhou základní podmínkou, je vhodný termín setí (Hezký 2013). Optimální doba pro výsev se odvíjí od teploty půdy, která má vliv na klíčivost. Proto se čirok seje nejdříve koncem dubna až začátkem května, kdy je půda dostatečně prohřátá alespoň na 12 °C (Kára 2005). Naproti tomu Koubová (2009) tvrdí, že čirok by se měl kvůli pozdním jarním mrazům sít ve vhodných polohách až po 15. květnu a v ostatních polohách až koncem května. Nesprávně zvolená doba výsevu by mohla mít za následek špatné vzcházení, nevyrovnaný růst a zaplevelení pozemku (Moudrý et al.,2011).

Pro dosažení rovnoměrného vzcházení musí být semena čiroku zaseta do konstantní hloubky s rovnoměrnými mezerami v řádku (Anonym 2016). Norma výsevků je závislá na využití čiroku. Přesné hodnoty pro jednotlivé odrůdy se u mnoha autorů liší a to i v závislosti na podmínkách dané oblasti. Hezký (2013) uvádí, že výsevek u kříženců čiroku zrnového bicolor x bicolor by se měl výsev pohybovat kolem 20 – 25 semen na metr čtvereční. U typu bicolor x sudanense se na stejnou plochu vysévá 30 – 35 semen.

Kára a kol. (2005) uvádí, že semeno se zapravuje 3 – 5 cm hluboko. S touto hodnotou se ztotožňuje i Hermuth a kol. (2012). Naproti tomu například Rubínová (2011) nebo Hodoval a Pulkrábek (2013) nedoporučují hloubku větší než 2 – 3 cm, neboť čirok má energii vzcházení nižší než kukuřice a potřebuje vyšší teplotu a vlhkost.

Plessis (2008) říká, že semeno může být zaseta do hloubky 20 – 30 mm za předpokladu, že je zde dostatečná vlhkost. V sušších oblastech se může sít hlouběji. Dalším faktorem je půdní druh. V těžkých půdách by dle autora neměla hloubka překročit 25 mm, v lehkých může dosáhnout až 50 mm.

Šířka řádku je rozdílná dle druhu a způsobu využití. Čirok a zrno lze sít v řádku širokém 30 – 80 cm, vzdálenost rostlin v řádku 25 – 30 cm (Hermuth a kol, 2012). Při pěstování na zeleno se seje do užších řádků (15 – 40 cm) s vyšším výsevkem 30 – 50 kg/ha (20 – 30 rostlin/m²) (Kára a kol, 2005). Hodoval (2015) uvádí, že setí lze provádět běžnými univerzálními sečkami s roztečí řádků do 50 cm. V pokusech prováděných v letech 2010 – 2012 se jako nejlepší pro výnos biomasy čiroku projevila meziřádková vzdálenost 50 cm. Anonym (2016) uvádí, že pro objemové typy odrůd se doporučuje technika přesného výsevu s hustotou 22 semen/m² a šířce řádku 50 – 75 cm. Méně výnosné odrůdy *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* vyžadují vyšší hustotu výsevu. Je však nutné zohlednit doporučení šlechtitele, protože přílišná hustota by mohla vést ke zvýšené tvorbě nových odnoží. Druhy čiroku pěstované na zrno dosáhnou optimálního vývoje při 30 – 32 rostlinách/m² a šířce řádků okolo 35 cm. Tak se dosáhne vhodného vývoje hlavních výhonů s rovnoměrně dozrávající latou.

Osivo má mít klíčivost 80%, čistotu 98%, používá se osivo tříděné a před výsevem je doporučeno osivo mořit především proti sněti čirokové (*Ustilago sorghi*) (Hermuth a kol, 2012).

Tabulka 3: výsevek čiroku dle možného využití

Druh čiroku	Řádky (cm)	Výsevek (kg/ha)	Využití
Čirok zrnový / zrnový kombino-	25 - 45 (75)	9 - 13	Jednosečné (přímá sklizeň), zrno, siláž.
Čirok cukrový	40 - 75	6 - 15	Jednosečné, siláž, vysoký výnos biomasy,
Čirok x súdánská tráva	0 - 75	15 - 30	Vícesečné / jedno-sečné, pastva, senáž,
Súdánská tráva	nahusto	20 - 30	Pastva, senáž, seno/ i jako následná plodina.

Zdroj: Upraveno dle Hermuth (2012) a <http://seedservice.cz/cirok>

2.6.4. Výživa a hnojení

Počáteční růst čiroku je pomalý, proto je pomalý i počáteční odběr živin. Na základě toho se doporučuje používat hnojiva a s pomalým a trvalým uvolňováním složek. Hnojení je podobné jako u kukuřice. Lze využít chlévský hnůj nebo kejdu. Doporučená je dávka 30 – 50t/ha chlévského hnoje. Dávky průmyslových hnojiv závisí na půdně ekologických podmínkách (Kára a kol, 2005). Intenzivně začíná přijímat živiny ve fázi 3 – 4 lístků. To se projevuje silným růstem rostliny. Až po fázi vymetání je největší spotřeba dusíku a draslíku. Fosfor v prvních čtyřech týdnech přijímá velmi pomalu a spotřeba se stupňuje až do fáze kvetení, kdy je největší. V pozdějším vegetačním období přijímá také větší množství vápníku (Hermuth, 2012).

Konkrétní hodnoty potřebných živin jsou rozdílné v závislosti na pěstebních podmínkách. Dle Petříkové et al. (2006) jsou doporučené dávky průmyslových hnojiv 100-150 kg N, 30-70 kg P, 60-150 kg K na hektar. Kováč (2011) uvádí, že pro zisk průměrného výnosu je potřeba aplikovat 120 kg N, 70 - 80 kg P, 80 - 90 kg K na hektar. Vyšší dávky dusíku podporují tvorbu zelené hmoty a bílkovin, přehnojování však prodlužuje vegetační období.

Draslík zvyšuje odolnost rostliny proti chladu a mrazu a napomáhá tvorbě sušiny a cukrů (Hermuth et al., 2012). Moudrý (web) uvádí, že odběr živin při sklizni 1 t sušiny je 20,1 kg N, 2,3 kg P, 6,5 kg K, 4,3 kg Ca, 1,5 kg Mg. K dosažení dobrých výnosů je nezbytné 20-50 kg N, 35-65 kg P₂O₅, 30-45 kg K₂O. Ve srovnání s kukuřicí čirok odčerpá více hořčíku a vápníku: přibližně 30 – 50 kg Ca a 15 – 30kg Mg na hektar (Hezký, 2013). Tóth (2014) uvádí, že aplikovat průmyslová fosforečná a draselná hnojiva je vhodné ještě před podzimní orbou. Dusík se při podzimní aplikaci pro rostlinu nedostupným nestává díky hluboko sahajícím kořenům. Na lehčích půdách riziko vyplavení dusíku hrozí, přesto se nedoporučuje překročit dávku 30 kg/ha.

Nedostatek dusíku se u mladých rostlin projevuje světlezelenou barvou listů, u starších rostlin dochází ke žloutnutí s charakteristickým stáčením do V-tvaru. Nedostatek fosforu se u mladších rostlin projevuje tmavě zelenou barvou s červeno-fialovými fleky. Nedostatek draslíku způsobuje žloutnutí a usychání okrajů listů, které se nejdříve ukazuje ve spodním patře a postupně se šíří vzhůru (Plessis 2008).

2.6.5. Regulace plevelů

V počátečních fázích svého vývoje roste čirok velmi pomalu a velkou konkurenci pro něj představuje plevel, který roste rychleji. Na ochranu rostlin je proto důležité udržovat povrch půdy čistý a provzdušněný. Toho lze docílit vláčením lehkými branami a rozrušováním půdního škraloupu, čímž se ničí vzrůstající plevele, a to v době, kdy čirok již dobře zakořenil a má výšku kolem 10 – 12 cm. Rostliny čiroku jsou v tomto období pružné a prováděnými operacemi nejsou poškozovány. Pozdějšími operacemi by mohlo dojít k nenávratnému poškození těla rostliny. Prokypřování povrchu je důležité i z hlediska pozdních jarních mrazů, protože poté vyzařuje méně tepla. Jakmile je rostlina vyšší, provzdušňování již není potřebné, protože dostatečně stíní povrch a dusí plevele a zabraňuje výparu. V případě intenzivního pěstování čiroku, je vhodné před setím provést čištění povrchu neselektivním herbicidem. Při výšce rostlin cca 15 cm lze využít postemergentní herbicidy s účinnými látkami MCPA (Hermuth et al., 2012). V sousedním Německu se doporučuje preemergentní aplikace přípravku Gardoprim plus Gold 500 SC, z postemergentních přípravků například Arrat + Dash, Banvel 480 S, Bromotril. Pokud se čirok pěstuje po zaorané předplodině, je nutné zohlednit přípravky, které byly využity při pěstování této předplodiny.

Gardoprim plus Gold 500 SC je přípravek, který obsahuje účinnou látku S-metolachlor, který proniká do pletiv plevelů a brzdí klíčení. Terbutylazin je přijímán listy a kořeny plevelů a inhibuje fotosyntézu. Plevely jsou tak hubeny před vzcházení, během a krátce po vzcházení (Syngenta 2016). V současné době je v České republice přípravek registrován pro použití do kukuřice a rozšířeně i do čiroku a to v dávkování 4l/ha s dávkou vody 120 – 400 l/ha a je možný k použití pouze profesionálním uživatelem, maximálně jednou (Eagri 2016). Určitý problém při použití tohoto preemergentního přípravku by mohl představovat déšť, který by se zejména na lehčích půdách mohl splachovat k semeni a to zahubit (Hezký 2013). Banvel 480 S účinkuje proti dvouděložným plevelům a jeho účinná látka dicamba proniká do rostliny prostřednictvím listů a lodyh až ke kořenům, má vliv na fotosyntézu a dělení buněk, způsobuje deformaci listů a stonků a následné odumření celé rostliny plevelu.

V rámci povoleného rozšířeného využití ho lze v ČR využít na plodinu čiroku a to v dávkování 0,6l/ha s 200-400l vody/ha a to pouze 1x za rok formou postřiku. (Syngenta 2016)

2.6.6. Choroby čiroku

Jak již bylo řečeno, čirok je stará kulturní plodina, která se pěstuje v teplých oblastech Afriky, Asie a Ameriky. V těchto tradičních oblastech pěstování se na něj adaptovalo mnoho fytopatogenních organismů, zejména hub, bakterií a někteří škůdci. Přestože se řada těchto organismů v našich podmínkách nevyskytuje, osivo z teplejších oblastí může být zdrojem přenosu specializovaných patogenů čiroku do našich zeměpisných šířek (Kuthan 2012).

Poměrně často se lze setkat s antraknózou, kterou způsobují dva druhy patogenních hub: *Colletotrichum sublineolum* a *Ascochyta sorghi*. Obecně je antraknóza charakterizována výskytem skvrn různého tvaru a velikosti na stéblech a listech. *Colletotrichum sublineolum* se zpočátku projevuje jako kruhové až eliptické tmavé skvrny s červenou pigmentací. Uprostřed je objevuje světlá centrální část, která se dále zvětšuje a prodlužuje. Choroba se vyskytuje na listových čepelích, nejčastěji podél středního žebra. Velikost se pohybuje od 2 do 20 mm. U zralé skvrny je centrální část slámově zbarvená a při vhodných podmínkách se na ní mohou objevit acervuly s černými sety. Acervuly jsou útvary nepohlavního rozmnožování. Jsou uzavřené pod epidermis hostitelské rostliny, která se při dozrávání útvaru protrhává.

Seta jsou sterilní buňky (nejsou sporami). U stébel se nejdříve objevují tmavé lineární pruhy s červeným až černým okrajem na povrchu spodních internodií. Později jde o ovální tmavé útvary nad internodii. Napadená stébla se častou lámou, protože dochází k penetraci lézí do stonku. V místě zlomu je pak stonek v barvě bordó až tmavě hnědý. Po vymetání se choroba může vyskytovat i na květní lodyze. U starších lézí se mohou vyskytovat i jiné, často saprofytické druhy hub. Antraknóza se objevuje při střídání období s vysokou vlhkostí s obdobími sucha. *Ascochyta sorghi* se prvotně projevuje malými oválnými skvrnami tmavě červené barvy o rozměrech 2 x 2 mm s dobře rozlišitelnými okraji v blízkosti zakončení listů. Léze později při dozrávání splývají a mají dobře definovaný kraj skvrn nebo světlý okraj kolem skvrny. V této fázi lze pozorovat vystouplé pyknidy, což jsou duté plodnice hub.

Častěji se vyskytují na vrchní straně listu, snadno se lámou a po jejich vypadnutí zůstávají na rostlině světlé krátery s tmavým okrajem. Prvotní projevy skvrn se zvětšují do elipsy a dosahují velikosti 8–14×4–8 mm. Někdy jsou zbarvené celé, ale častěji jen po okrajích tmavě červeně až purpurově. Při silné infekci mohou listy odumřít. Choroba se šíří za vlhkého a větrného počasí, když spory vytékají z pyknid (Kuthan, 2012).

Další patogenní chorobou je napadení houbou *Cercospora sorghi* (šedá skvrnitost listů). Objevuje se v sezóně především u zrnových čiroků. Projevem jsou červené skvrny o rozměrech 2–5×5–15 mm, které se mohou dále zvětšovat do protáhlých tvarů. Povrch je stejnoměrně tmavě purpurový, červený až do hněda se slámově červeným až hnědým středem. Za vlhkých podmínek se na vrchní i spodní straně listu objevuje šedý povlak, způsobený sporami. Houba *Bipolaris sorghicola* se v projevech podobá *Cercospora sorghi*. Její zbarvení je však více do červena až fialovopurpura. *Helminthosporium turcicum* helminthosporiová spála listů (také pod názvy *Setosphaeria turcica*, *Excerothium turcicum*, *Drechslera turcica*) se vyznačuje vodnatými skvrnami na listech, které se později barví do hněda s oválným tvarem, často mohou pokrýt i celou šíři listu. Po sporulaci se může objevit šedé zbarvení uprostřed lézí. Příbuzná *Helminthosporium rostratum* se objevuje na starších rostlinách v podobě načervenalých lézí na listech, které jsou ohraničeny cévními svazky. Oba druhy *Helminthosporium* se šíří větrem a deštěm a přezimují na rostlinných zbytcích. Sazovitá pruhovitost *Ramuliospora sorghi* je patogen, který se projevuje formou vodnatých červenohnědých útvarů na listech. Později se vyvíjí do protáhlých eliptických lézí se slámově žlutým středem a purpurovými okraji. Tyto útvary dosahují délky 75 – 125 mm a šířky 20 mm. Později se střed lézí mění na šedivý. Klasickým projevem jsou široké žluté okraje skvrn.

Ve stádiu dozrávání se na některých kultivarech čiroku může objevit rez čiroková *Puccinia purpurea* ve formě malých červených až hnědožlutých skvrn. Vzcházející rostliny mohou být napadeny houbami *Pythium* spp., dále *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizoctonia solani*, *Phoma sorghina* a *Phoma terrestris*. K jejich výskytu přispívá vlhká a chladná půda, kdy čirok vzchází pomalu. Proto se v našich podmínkách musí vysévat později do dobře prohřáté půdy. Ochrana čiroku proti patogenům houbového původu probíhá moření osiva (Kuthan 2012).

Virová zakrslá mozaika čiroku (MDMV) napadá všechny druhy a hybridy čiroku, ale i kukuřici a řadu prosovitých trav. Symptomy jsou značně variabilní. Jedná se především o různé barevné změny na listech, které mají charakter mozaiky nebo pruhovitosti žluté, béžové či červené barvy.

V krajních případech může dojít k zakrsávání rostliny, sterilitě až k jejímu celému odumření. Přenáší se mšicemi. Bakteriální čárkovitost čiroku (*Xanthomonas campestris* pv. *holcicola*) napadá všechny druhy čiroků včetně plevelných druhů. K infekci může dojít v jakékoliv fázi růstu rostliny. Na povrchu listové čepele se vytváří žluté prosvítající pruhy dlouhé 2 – 15 cm. V pozdější fázi skvrny splývají a zbarvují se hnědočerveně. V konečném důsledku může dojít k odemření listu. Bakteriální pruhovitost čiroku (*Pseudomonas andropogonis*) napadá především čirok súdánskou trávou, čirok obecná a některé plevelné druhy. Infekce se vždy šíří od spodních listů. Na listových čepelích se tvoří úzké červené pruhy dlouhé 2 – 25 cm, které jsou lemovány listovými nervy. Může se rozšířit i na stébla a květenství. Bakteriální okrouhlá skvrnitost čiroku (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) napadá čirok i kukuřici a tvoří okrouhlé žluté skvrny s červeným lemlem o průměru do 1 cm. Jejich počet se rychle zvyšuje až ke konečnému stádiu odumření listu. Dále se můžeme setkat s různými druhy sněti. Například krytá snětivost čiroku (*Sporisorium sorghi*), která se vyskytuje na čiroku súdánské trávě a napadá obilky, které přemění v hálky šedé barvy kryté tuhous blánou. Prašná snětivost čiroku (*Sphacelotheca reiliana*, *S. cruenta*) napadá rostlinu po vymetání. Lata je celá nebo jen částečně přeměněna v černé teliospory (výstrusy). V některých případech (v závislosti na podmínkách) může dojít zakrsávání a větvení rostlin (Povolný 2016).

Tabulka 4: Příznaky chorob způsobených houbovými patogeny na listech zrnového čiroku v podmínkách ČR

Původce choroby	Tvar skvrn	Velikost skvrn	Barva skvrn	Další charakteristika
<i>Colletotrichum sublineolum</i> (Anthracnose)	eliptické	0,2–2,0 cm	slámově suchý střed s purpurovým okrajem	uprostřed lézí černé acervuly
<i>Ascochyta sorghi</i> (Rough spot)	široce eliptické	0,6–2,2 cm	hnědožluté středy s purpurovým okrajem	střed lézí je drsný na omak (jako smirkový papír)
<i>Cercospora sorghi</i> (Grey leaf spot)	podlouhlé až okrouhlé	0,6 cm anebo větší	tmavě purpurové	staré léze mohou být šedivé
<i>Bipolaris sorghicola</i> (Target spot)	kulaté, eliptické skvrny	2,0–2,5 cm	hnědočervené	
<i>Exserohilum turcicum</i> (Leaf blight)	nepravidelné a podlouhlé	2,5 cm nebo delší	šedivé s hnědočerveným okrajem	
<i>Puccinia purpurea</i> (Rust)	okrouhlé až eliptické s vystoupenými pustulami anebo puchýřky	0,4–0,8 cm	světle červené až hnědé	obvyčejně omezený na starší listy
<i>Ramulispora sorghi</i> (Sooty stripe)	podlouhle eliptické	7–13 cm dlouhé, 2 cm široké	hnědožlutý střed a purpurový okraj	střed starých lézí vypadá jako špinavý od sazí

Zdroj: Kuthan, Farnář 07/2012, s. 38

2.6.7. Škůdci

Z živočišných škůdců napadá čirok hmyz i vyšší živočichové. Problém představují mšice (mšice střeňchová - *Rhopalosiphum padi*, kyjatka osenní - *Sitobion avenae*, kyjatka travní - *Metopolophium dirhodum*). Mšice střeňchová je široce oválná, zelená až olivově hnědá s červenohnědou skvrnou na zadečku, dlouhá 1,7 – 2,2 mm.

Kyjatky dosahují délky 2,2 – 3,6 mm, jsou vřetenovité a štíhlé. Kyjatka travní má žlutozelenou a kyjatka osenní červenohnědou barvu.

Výše jmenované druhy napadají veškeré nadzemní části rostlin a sáním způsobují deformaci listů, vegetačních vrcholů a lat. Drátovci (*Agriotes lineatus*, *A. obscurus*) jsou larvy kovaříků 1 – 3 cm dlouhé, hnědožluté, se třemi páry noh. Napadení je ohniskové. Mladé rostlinky jsou okusovány vadnou, žloutnou, odumírají. Napadají hlavně kořeny, které jsou překousány. Do klíčících obilek a podzemní částí stébel jsou vykousány otvory a jamky. Květílka všežravá (*Delia platura*) je v dospělosti šedě zbarvená moucha s protáhlým zadečkem 4 – 6 mm dlouhá, má hnědé nohy a hnědý pruh na zadečku. Larva je bílá, průhledná 6 – 8 mm, v hlavové části zúžená. Larvy se po vylíhnutí zavrtávají do klíčících obilek a dochází k zakrnutí a odumírání vzcházejících rostlinek. Larvy chroustů a chroustků (*Melolontha* spp., *Rhizotrogus* spp., *Amphimallon* spp.) způsobují škody zejména v teplejších oblastech, jsou obloukovitě zahnuté, žlutavě bílé, konec těla šedavý se třemi páry noh, dlouhé až 65 mm. Ožirají všechny podzemní části rostlin. Larvy muchnic (*Bibio* spp.) jsou válcovité, bělavé až šedohnědé, bez nohou s trnovitými výrůstky, dlouhé 10 – 20 mm. Larvy škodí žírem na kořincích vzcházejících rostlin. Dospělci jsou černě nebo cihlově zbarvení o velikosti 8 – 13 mm. Larvy tiplic (*Tipula* spp.) napadají širokou škálu plodin včetně čiroků. Vyskytují se ohniskově na vlhčích stanovištích. Jsou až 4 cm dlouhé, šedohnědé, na obou koncích zúžené, na posledním článku těla je šest kuželovitých výrůstků.

Larvy překousávají kořenové krčky a požírají kořínky. Rostlina vadne a hyne. Problém pro čirok představuje i zavíječ kukuřičný, jehož housenka je hnědožlutá, délky 3 cm. Vytváří malé otvůrky v listech, později i stéblech. Otvorem vypadává trus housenky a zbytky poškozených pletiv. Dochází ke zeslabení báze stébla a jeho polámání (Povolný 2016).

2.6.8. Sklizeň a posklizňová úprava

Čiroky z hlediska sklizně nepředstavují problém, protože se využívá stejné mechanizace jako u kukuřice. Konkrétní sklizňové a posklizňové postupy se odvíjí od účelu pěstování. Problém mohou představovat strniskové zbytky, protože se pomalu rozkládají (mají vysoký poměr C:N) (Stražil 2011). Pro silážní účely je vhodné termín sklizně zvolit co nejpozději. Pokud je příliš chladno nedochází k nárůstu sušiny. Obsah sklizňové sušiny by měl činit minimálně 25%. (Koubová 2009)

Hertmuth a kol. (2012) uvádí v případě čiroku na siláž, podobně jako u kukuřice, sklizňovou sušinu 28 – 35%. Sklizeň se provádí v mléčně voskové zralosti. Sklízí se přímo sklízecí řezačkou.

Čirok na zrno se sklízí mlátičkou upravenou na vysoký řez. Čiroky dozrávají nerovnoměrně a doporučuje se sklízet, jakmile se semena vybarví a jsou lesklá (Kára a kol., 2005). Moudrý (2004) doporučuje sklizeň zrnové čiroku dvoufázově, protože v době žluté zralosti má zelená hmota ještě vysoký podíl vody. Sklizeň by měla být prováděna za suchého počasí, aby se nezvyšovala vlhkost obilek. Po sklizni je nutné semeno ještě dočistit a dosušit na požadovanou vlhkost 15 % při teplotě 45 – 50 °C (Hermuth 2012).

Moudrý (2004) uvádí, že na zelenou píci se seče před metáním, kdy dosahuje výšky kolem 0,5 m. Na siláž se sklízí na začátku metání, když jsou semena ve fázi mléčné až voskové zralosti. V pozdější fázi rychleji dřevnatí a špatně obrůstá. Lze očekávat dvě seče. První dle podmínek koncem června až do poloviny července, druhou ve druhé polovině září. Čirok je bohatý na bílkoviny, obsahuje jich více než kukuřice. Pro delší zkrmování ho lze vysévat v několika termínech. Pokud se kosí opožděně, roste obsah glykosidů a kyseliny kyanovodíkové (Kára a kol., 2005). Posečená fytomasa se nechává zavadnout přibližně 24 hodina a poté se shrnovačem shrne do řádků.

Důležitou operací při přípravě fytomasy je její jemné nařezání a rozrušení rostlinných pletiv. Dochází tak k uvolňování cukrů z kvasitelných mléčnými bakteriemi. Produkováná kyselina mléčná pak snížením pH zabraňuje rozvoji dalších mikroorganismů (Hermuth 2012).

Technický čirok se sklízí v době technické zralosti, kdy je lata pružná a žlutá. Sklízí se ručně, aby se zamezilo poškození laty. Pro cukrový čirok, který je vhodný na výrobu sirupů a šťáv, je nutné sledovat voskovou zralost obilek. Čirok cukrový se na siláž sklízí v mléčně-voskové zralosti (Skládanka 2006 web).

2.7. Využití čiroku u nás a ve světě

V České republice se hybridy čiroku užívají především ke krmným účelům a na výrobu bioplynu. V porovnání s kukuřicí se ukazuje jako její vhodná alternativa, protože poskytuje vysoké výnosy nadzemní biomasy.

Oproti kukuřici je odolný vůči suchu, proto jej lze pěstovat na lehčích a sušších půdách.

Nevýhodou naopak je, že čirok nelze spalovat přímo, protože i po zimě, kdy mráz většinu vegetace vysouší, obsahuje vysoký podíl vody. Je nutné jej tedy uměle dosušet, což je i značně nákladné.

Porosty, které se přes zimu ponechají, poléhají, takže se špatně sklízí, napadají je plísně a dochází ke značným ztrátám z důvodu opadu listů. V případě čiroku na siláž je nutné nechat rostlinu dozrát na sušinu 28 – 35% a pak se přímo sklízí a řeže řezačkou.

Při nižším obsahu sušiny se může ponechat nejdříve zavadnout. Požadované sušiny čirok dosahuje na podzim, proto jej lze v tomto období sklízet na siláž bez nutnosti dosoušení. (Přikryl 2014). Hodoval uvádí dobrou silážovatelnost i při nižší sušině, kdy se v pokusech osvědčil sendvičový systém silážování tj. vrstva čiroku, vrstva kukuřice. Zamezí se tím nadměrnému vytékání silážních šťáv z čiroku.

Výnosy suché hmoty se liší v závislosti na odrůdě čiroku, přičemž dle pokusů ze sousedního Německa nejvyšších hodnot dosahovaly hybridy čiroku zrnového a súdánské trávy, kdy bylo možno získat až 22t/ha. Výhodou těchto kříženců je, že zelená hmota v pozdějších fázích vývoje nedřevnatí a je proto vhodná pro silážování a následnou výrobu bioplynu. Na základě porovnání čiroku a kukuřice z hlediska variability obsahu základních složek biomasy ovlivňujících silážování a následnou produkci bioplynu vyplývá, že čirok obsahuje o 50% více popela, o 60% více vlákniny, o 30% více ligninu. Naopak má o 8% méně proteinů a o 30% méně tuků ve srovnání s kukuřicí. Z hybridů čiroku je tak získáno o 6 – 16% méně metanu a bioplynu. Nutné je však konstatovat, že z jednoho hektaru čiroku jsou vyšší průměrné výnosy sušiny biomasy, proto ve výsledku ve srovnání s kukuřicí je výtěžnost bioplynu z 1 ha u čiroku srovnatelná nebo i vyšší. Pro dosažení tohoto výsledku je nutné zvolit vhodné, především rané, odrůdy čiroku (Přikryl, 2014). V některých oblastech Německa se sklízí čirok zrnový jako jednosečný na siláž k výrobě bioplynu. Pokud mají takové čiroky nižší výnos biomasy, výnosem energie z hektaru mohou překonat odrůdy určené pro vysokou produkci biomasy. Vliv na to má zrno, protože jeho obsah pomáhá zvýšit poměr sušiny siláže (Hermuth et al. 2012).

Proces silážování a fermentace u čiroku je pomalejší než u kukuřice. Důvodem je vyšší obsah polyfenolických látek (především taninu), což má za následek zpomalení fermentačních procesů. Pro náběh zpracování siláží čiroku se přidávají kvalitnější suroviny (např. kukuřičné jádro, CCM nebo GPS obiloviny (Hermuth et al. 2012 z farmáře všechny tři odstavce.).

V českých podmínkách také probíhaly pokusy využití forem čiroku cukrového pro produkci biomasy určené pro bioplynové stanice jako alternativy k bioplynové kukuřici. Z výsledků vyplývá, že čirok má dobré předpoklady pro dané využití (Hodoval, Pulkrábek 2012).

Pro krmivářské účely lze čirok považovat za alternativní, sacharidové krmivo. Podle stravitelnosti organické hmoty lze odrůdy čiroku na zelenou píci rozdělit do dvou skupin: tradiční odrůdy a BMR odrůdy (Brown Mid Rib).

Druhé zmíněné odrůdy mají nižší obsah ligninu a tím zvýšenou stravitelnost v pozdějších vegetačních fázích (Doležal et al., 2009).

Nejčastěji je tato forma vyšlechtěna ze súdánské trávy nebo kříženců *S. bicolor* x *S. sudanense* (Hermuth 2012) Tradiční odrůdy se doporučuje kosit třikrát, BMR formu dvakrát. Siláž z vícesečných čiroků se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin a vysokým obsahem vlákniny (kolem 20% hemicelulózy) a jelikož se obvykle jedná o formu čiroku cukrového, obsahuje okolo 6 % jednoduchých cukrů. Tyto čiroky jsou velmi odolné vůči suchu, pozitivně reagují na organické hnojení. Doporučená dávka N před setím by se měla pohybovat v rozmezí 80 – 100kg/ha v závislosti na půdní zásobě, před každou další sečí pak 50kg N/ha. Výsev u vícesečných odrůd je 15 – 30 kg/ha. K prvnímu sečení může dojít již po 55 dnech od zasetí. Tato hmota má nižší obsah sušiny (13 – 18 %). Výnos sušiny ze dvou až tří sečí je 7 – 20 tun/ha (Doležal et al., 2009).

Z celosvětového hlediska je čirok významnou potravinou. Dle Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) roste v celosvětovém měřítku užití čiroku jako potravin. Zatímco v 80. letech bylo z celosvětové produkce přibližně 39% využito jako potravina a 54% krmivo pro hospodářská zvířata, v 90. letech to bylo již 42% jako potravina a 48 % krmivo. V současné době se uvádí, že necelých 50 % z celosvětové produkce čiroku slouží jako potravina (z toho většinu spotřebuje Afrika a Asie). Jedná se konkrétně o spotřebu přes 26 milionu tun. Nutné je také zmínit, že čirok patří na páté místo z celosvětové produkce obilovin (za kukuřici, rýži, pšenici, ječmen) (FAO Kniha 1996).

Jako potravina se užívá celé zrno čiroku nebo se s něj vyrábí mouka, která slouží jako substitut pšeničné mouky zejména pro lidi, kteří jsou alergičtí na lepek. Zpracovává se do pečiva i těstovin.

Tabulka 5: Největší světoví producenti čiroku za rok 2014

Země	Plocha [ha]	Hodnota [t]
USA	2 590 420	10 987 910
Mexiko	2 013 909	8 394 057
Nigerie	5 437 200	6 741 100
Súdán	8 377 600	6 281 000
Indie	5 820 000	5 390 000
Etiopie	1 834 650	4 339 134
Argentina	787 657	3 466 410
Čína	621 238	2 887 203
Brazílie	840 093	2 279 114
Burkina Faso	1 548 404	1 707 613
Niger	3 572 330	1 425 980
Austrálie	531 996	1 282 042
Mali	1 204 652	1 271 880
Kamerun	754 453	1 150 000
Jižní Súdán	724 500	990 000
Čad	1 095 365	921 662

Zdroj: FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

2.10. Praktické poznatky a výsledky pokusů

Dle Hodovala (2015) čirok cukrový v maloparcelkových pokusech prokázal vhodnost pro pěstování v České republice. V tříletých pokusech na třech stanovištích v různých nadmořských výškách se silně projevil vliv odrůdy a termínu sklizně i meziřádkové vzdálenosti na úrovni dosahovaných produkčních ukazatelů. Produkce biomasy byla srovnatelná s bioplynovou kukuřicí a dosahovala $60,08 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Pro výnos čiroku je důležitá zvolená meziřádková vzdálenost, kdy Kubeš (2016) uvádí nejvyšší výnosy pro meziřádkovou vzdálenost 60 cm. Rozdíl ve výnosu oproti vzdálenosti 75 cm se u hybridu goliath lišil o $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Kára a kol (2015) uvádí, že za běžných agrotechnických podmínek v teplejších oblastech ČR je možné dosáhnout u podzimní sklizně výnosu 20 tun sušiny z hektaru.

Trojáková (2013) na základě jednoletého pokusu uvádí výnos biomasy u hybridu zerberus $72,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a sušiny $21,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. U hybridu arfrio uvádí výnos biomasy $38,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a sušiny $11,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zde se projevil rozdíl ve volbě zrnových a cukrových hybridů.

Pro porovnání dále uvádí hodnoty výnosu biomasy a sušiny u kukuřice. Hybrid atletico dosáhl ve stejném roce výnos biomasy $34,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a výnos sušiny $13,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

U hybridu gomes výnos biomasy dosáhl $35,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a sušiny $13,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Hermuth (2012) uvádí průměrný výnos sušiny fytohmoty za roky 1993 – 2004. Průměr u cukrových hybridů byl za sledované období $7,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Průměr u zrnových hybridů byl za sledované období $17,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Hodoval a Pulkrábek (2010) uvádí pro meziřádkovou vzdálenost 75 cm při sklizňovém termínu 4. 10. 2010 výnos sušiny u hybridu goliath $14,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a u hybridu zerberus $17,19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. V pokusu byli porovnávány i meziřádkové vzdálenosti 50 cm a 25 cm. Nejvyšší výnos byl dosažen při vzdálenosti 50 cm.

Pro sklizňový termín 18. 10. 2010 uvádí hodnoty výnosu sušiny u hybridu goliath $17,01 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a u hybridu zerberus $19,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Hodoval (2015) uvádí u hybridu goliath za roky 2010 – 2012 průměr výnosu biomasy $72,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a průměrný výnos sušiny $19,21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Hampl a Povolný (2015) uvádějí ve výsledcích zkoušek užitné hodnoty roku 2014 výnos biomasy u hybridu tarzan $66,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a výnos sušiny $18,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Kubeš (2016) uvádí výnos biomasy pro meziřádkovou vzdálenost 75 cm u hybridu goliath $66,22 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a průměrný výnos sušiny $15,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Hybrid tarzan dosáhl v roce 2015 na stanovišti Stará Paka výnosu biomasy 46,31 t.ha⁻¹ a výnosu sušiny 13,15 t.ha⁻¹ při sklizňové sušině 28,4% (Kačicová 2015)

Hybrid merlin dosáhl v roce 2015 v ověřovacích pokusech na stanovišti Milevsko výnos biomasy 37,04 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 9,71 t.ha⁻¹.

Na stanovišti Dolní Heřmanice činil výnos biomasy 43,8 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 12,7 t.ha⁻¹ při sklizňové sušině 29%. Bogaň (2015)

Kubeš (2016) na základě jednoletého pokusu v roce 2015 uvádí, že čirok svým výnosem ukázal vhodnost i v teplotně náročném a srážkově deficitním roce zajistit část krmivové základny.

3. Cíl práce

Cílem Diplomové práce bylo na základě maloparcelkového pokusu porovnat výnos biomasy a sušiny čiroku zrnového a cukrového.

Hypotézy:

Hypotéza č.1:

Volba hybridu ovlivňuje výnos biomasy

Hypotéza č.2:

Volba hybridu ovlivňuje obsah sušiny

Hypotéza č.3:

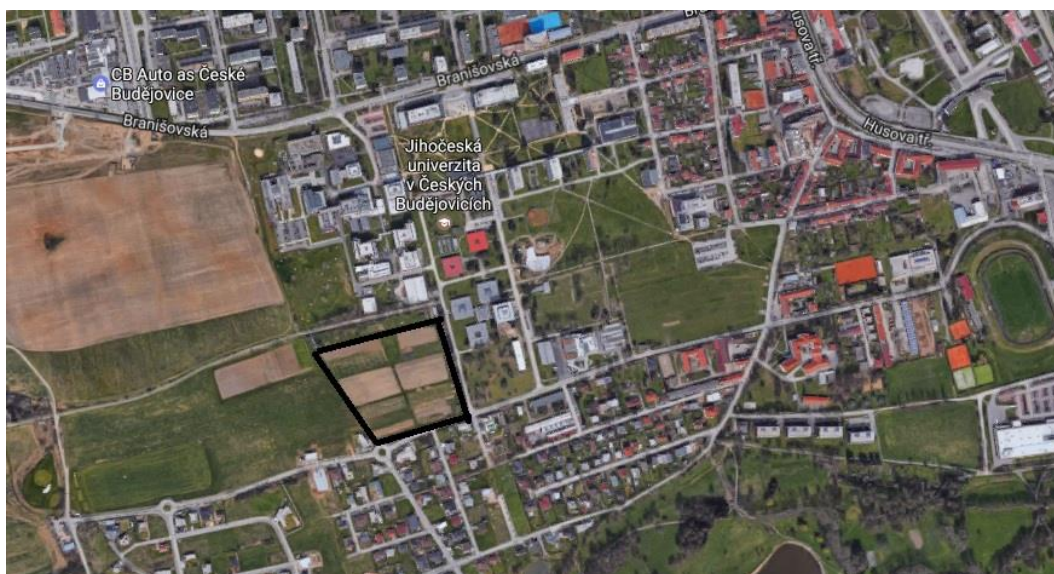
Volba hybridu ovlivňuje výnos sušiny

4. Materiál a metody

4.1. Charakteristika stanoviště

Pozemek v Českých Budějovicích se nachází v bramborářské výrobní oblasti v nadmořské výšce 400 m.n.m. Pozemek obhospodařuje ZF JU v Českých Budějovicích. Půda na daném pozemku je typově hnědá, kyselá, druhově písčito-hlinitá. Na pozemku nebyla předplodina.

Obrázek 3: umístění pokusného pozemku



Zdroj: <https://www.google.cz/maps>

Tabulka 6: Pědochemické podmínky stanoviště

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

V tabulce 6 jsou uvedeny pědochemické podmínky pozemku.

4.2. Meteorologická měření

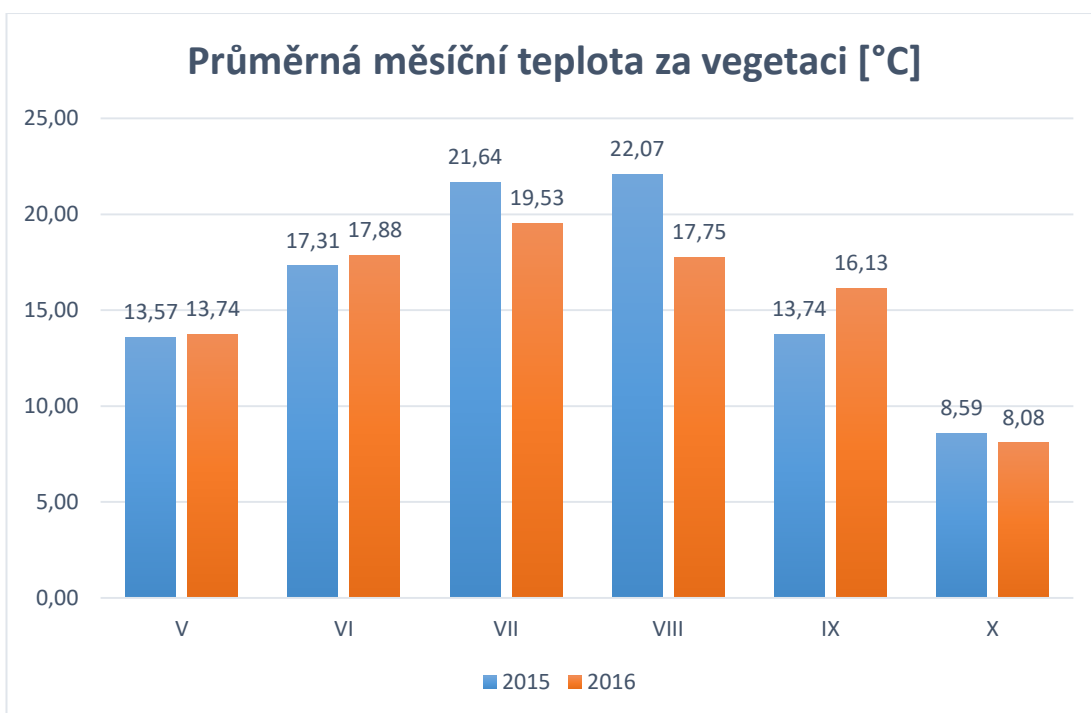
Záznamy z meteorologických měření byly použity ze stanice, kterou vlastní Jihočeská univerzita. Meteorologická stanice je umístěna na stejném pozemku, kde byl čirok pěstován.

Tabulka 7: Meteorologická data

Rok pokusu	Data za vegetaci (V – X)	
	Průměrná teplota [°C]	Úhrn srážek [mm]
2015	16,15	315
2016	15,51	464,2

Tabulka 7 uvádí naměřená meteorologická data

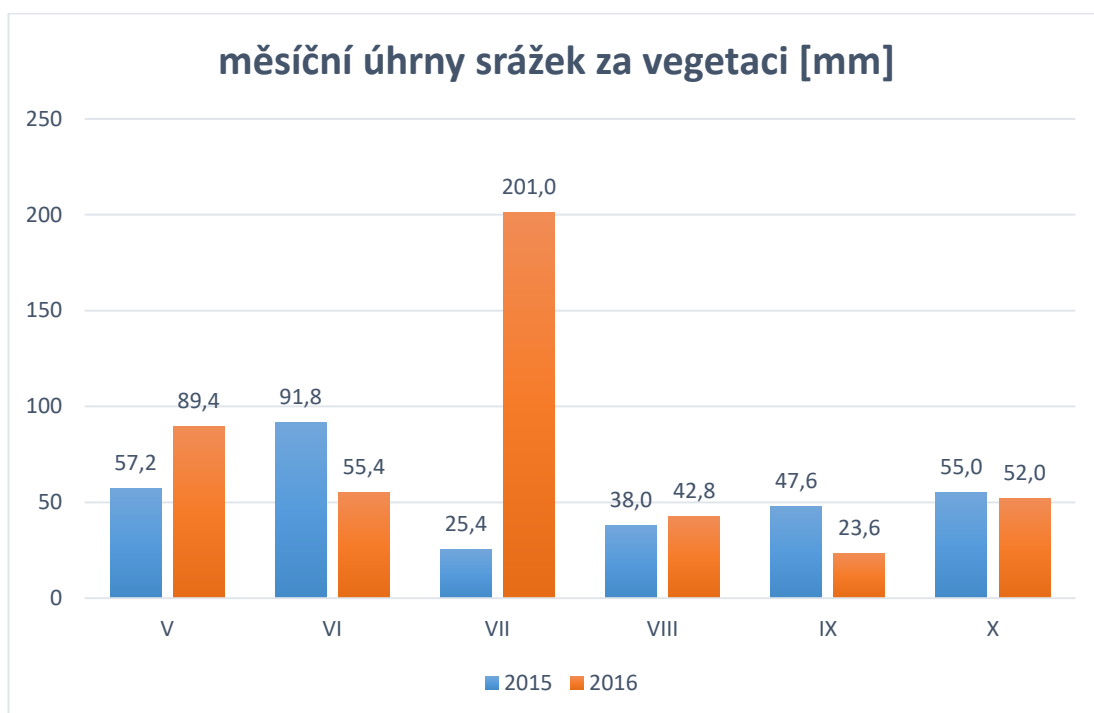
Graf 1: Průměrná měsíční teplota za vegetaci za sledované období



Graf zobrazuje průměrné měsíční teploty za sledované vegetační období

Květen – Říjen 2015 a 2016.

Graf 2: měsíční úhrny srážek za vegetaci za sledované období



Graf zobrazuje měsíční úhrny srážek za sledované vegetační období Květen – Říjen 2015 a 2016

4.3. Popis hybridů čiroku

ZERBERUS – KWS Osiva s.r.o

- Čirok cukrový
- Středně raný hybrid
- Určený pro energetické účely

GOLIATH – SAATBAU LINZ Česká republika spol s r.o.

- Čirok cukrový
- Raný hybrid
- Určený pro energetické účely

TARZAN – KWS Osiva s.r.o

- Čirok cukrový
- Středně raný hybrid
- Určený pro energetické účel

MERLIN – KWS Osiva s.r.o

- Čirok cukrový
- Středně raný hybrid
- Určený pro energetické účely

ARFRIO – SAATBAU LINZ Česká republika pol s r.o.

- Čirok zrnový
- Středně raný hybrid

4.4. Založení porostu čiroku

V roce 2015 byl porost čiroku Založen 29. 5. na pokusném pozemku Jihočeské univerzity. Hybridy čiroku byli vysévány dle schéma v obrázku č.2. Před výsevem bylo na pozemek aplikováno hnojivo NPK 15-15-15 v dávce 208 Kg.Ha⁻¹ V roce 2016 byl porost čiroku založen 26.5. Před výsevem bylo na pozemek aplikováno hnojivo NPK 15-15-15 v dávce 156 kg.ha⁻¹ Výsev byl prováděn ručně na hustotu 200 000 jedinců na hektar. Případné nepřesnosti ručního výsevu byli upraveny ručním vyjednocením.

Obrázek 4: schéma pozemku

Arfrio	4 metry
Merlin	13,5 metru
Arfrio	4 metry
Tarzan	13,5 metru
Arfrio	4 metry
Goliath	13,5 metru
Arfrio	4 metry
Zerberus	13,5 metru

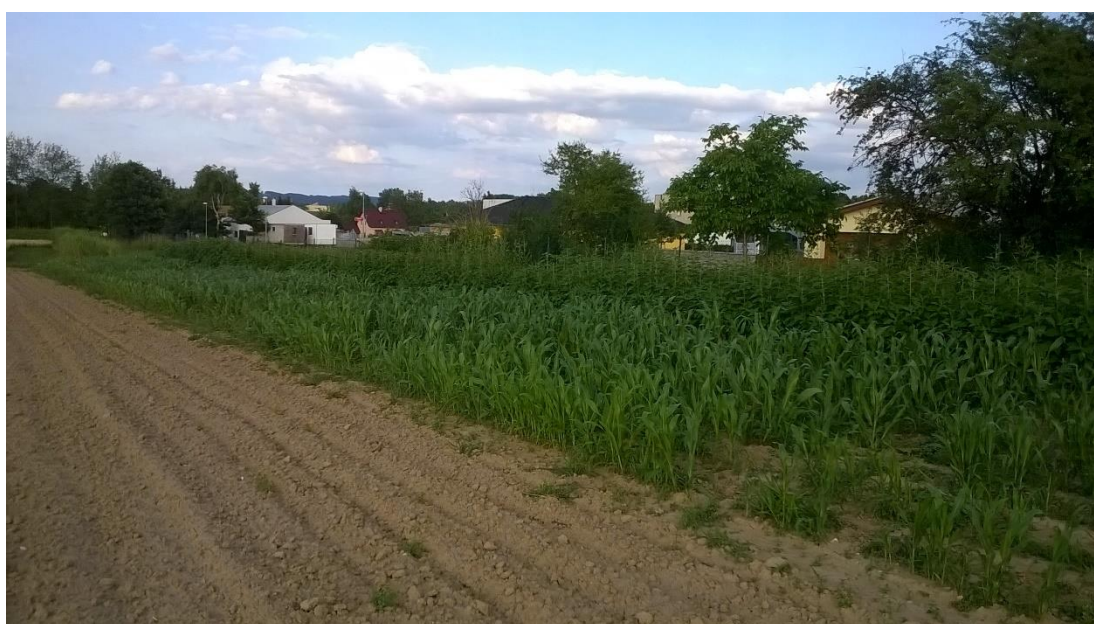
7 řádků s roztečí 0,75 metru

Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

4.5. Ošetření a hnojení během vegetace

Pro čirok nebyl ve sledovaných letech v ČR registrován žádný přípravek na ochranu proti plevelům. Z těchto důvodů byla zvolena mechanická likvidace plevelů ručním plečkováním pomocí ruční plečky. Plečkování v roce 2015 bylo prováděno v termínu 15.7. Při plečkování byl porost ručně vyjednocen. Před plečkováním bylo aplikováno hnojivo NPK 15-15-15 v dávce 208 kg.ha⁻¹. V té době se již významně projevoval nedostatek srážek a půda byla při plečkování tvrdá s výrazným půdním škraloupem.

Obrázek 5: stav porostu před plečkováním v roce 2015



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Pro rok 2016 bylo zvoleno stejné ošetřování porostu jako v roce 2016. Plečkování proběhlo v termínu 16.6, kdy proběhlo i ruční vyjednocení porostu. Před plečkování bylo aplikováno hnojivo NPK 15-15-15 v dávce 156 kg.ha⁻¹. Druhé plečkování bylo provedeno 1.7. společně s přihnojením hnojivem LAD 27 v dávce 130 kg.ha⁻¹

Tabulka 8: termíny setí a množství hnojení

Rok pokusu	Termín setí	Termín plečkování	Celková dávka čistých živin na ha		
			N [kg.ha ⁻¹]	K [kg.ha ⁻¹]	P [kg.ha ⁻¹]
2015	29.5.	15.7.	62,4	62,4	62,4
2016	26.5.	16.6 a 1.7.	81,9	46,8	46,8

4.6. Sklizeň čiroku

Sklizeň čiroku v roce 2015 proběhla v termínu 2. 10. 2015 při sušině biomasy v rozmezí 29 - 36%. Byli sklizeny vždy tři řádky v délce 4 metrů.

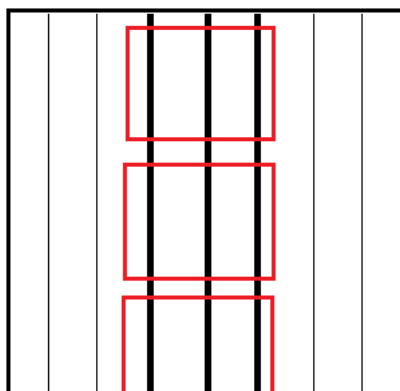
Obrázek 6: čirok před sklizní



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Sklizeň čiroku v roce 2016 proběhla v termínu 21. 10. 2016 a 27. 10. 2016. Sušina biomasy při sklizni se pohybovala v rozmezí 29,4% - 35,8 %

Obrázek 7: schéma sklizně



Každý čtverec představuje jedno opakování o rozměru 3 řádky X 3 4 metry

Autor: Bc. Zdeněk Liška

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

Pro stanovení sušiny bylo vybráno 10 rostlin. Rostliny byly následně rozřezány na řezanky pod 10 mm. Následovalo navážení vzorku o hmotnosti 500 gramů, který byl vysušen do konstantní hmotnosti.

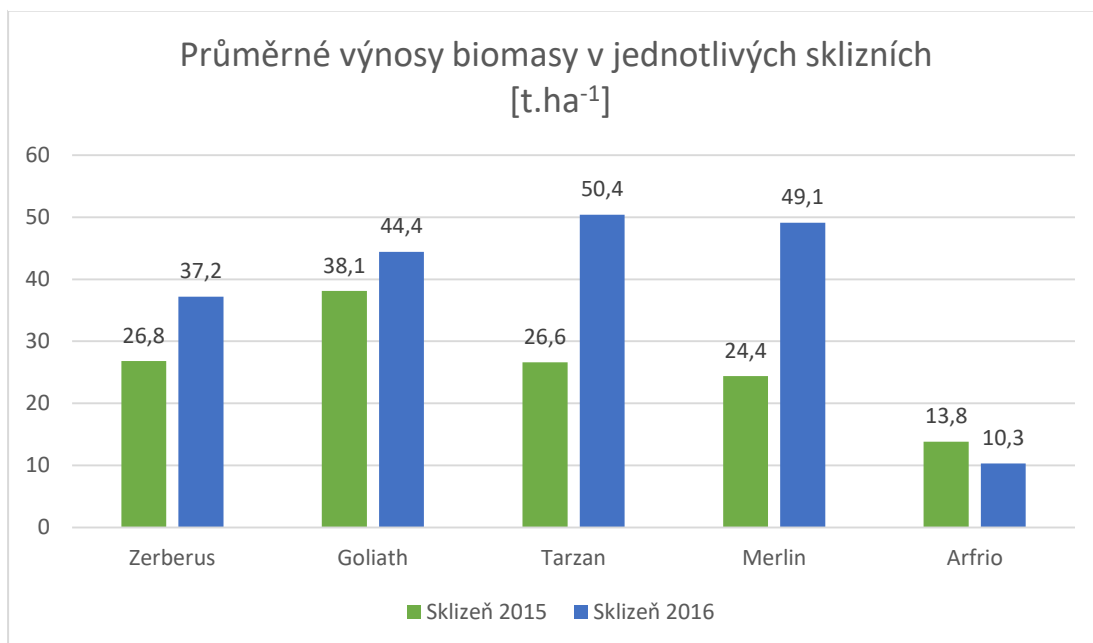
5. Dosažené výsledky

5.1. Výnos biomasy v jednotlivých sklizních

Tabulka 9: Průměrné výnosy biomasy v jednotlivých sklizních

Hybridy	Průměrné výnosy biomasy v jednotlivých sklizních	
	Sklizeň 2. 10. 2015 Výnos [t.ha ⁻¹]	Sklizeň 21.10. 2016 a 27.10.2016 Výnos [t.ha ⁻¹]
Zerberus	26,8	37,2
Goliath	38,1	44,4
Tarzan	26,6	50,4
Merlin	24,4	49,7
Arfrio	13,8	10,3

Graf 3: průměrné výnosy biomasy v jednotlivých sklizních



Ve sledovaném roce 2015 byl zjištěn nejvyšší výnos biomasy u hybridu goliath 38,1 t.ha⁻¹. Druhý nejvyšší výnos byl zjištěn u hybridu zerberus 26,8 t.ha⁻¹. Následoval hybrid tarzan s výnosem biomasy 26,6 t.ha⁻¹. Hybrid merlin dosáhl výnosu biomasy 24,4 t.ha⁻¹. Nejnižší hodnota byla zjištěna u hybridu arfrio 13,8 t.ha⁻¹.

Ve sledovaném roce 2016 dosáhl nejvyššího výnosu biomasy hybrid tarzan 50,499 t.ha⁻¹. Druhý nejvyšší výnos byl zjištěn u hybridu merlin 49,17 t.ha⁻¹. Třetí nejvyšší výnos biomasy byl zjištěn u hybridu goliath 44,444 t.ha⁻¹. Nejmenší výnos biomasy z cukrových hybridů čiroku, dosáhl hybrid zerberus 37,22 t.ha⁻¹. Nejnižší hodnota byla opět zjištěna u hybridu arfrio 10,366 t.ha⁻¹.

Tabulka 10: Výnos biomasy - statistické vyhodnocení

Případ	Pozorov. Výnos biomasy	Očekávaný Výnos biomasy
Zerberus	32,0	32,2
Goliath	41,2	32,2
Tarzan	38,5	32,2
Merlin	37,0	32,2
Arfrio	12,1	32,2
Sčt.	161,0	161,0

$$X^2 = 17,07637; \text{sv} = 4p; p = 0,001868$$

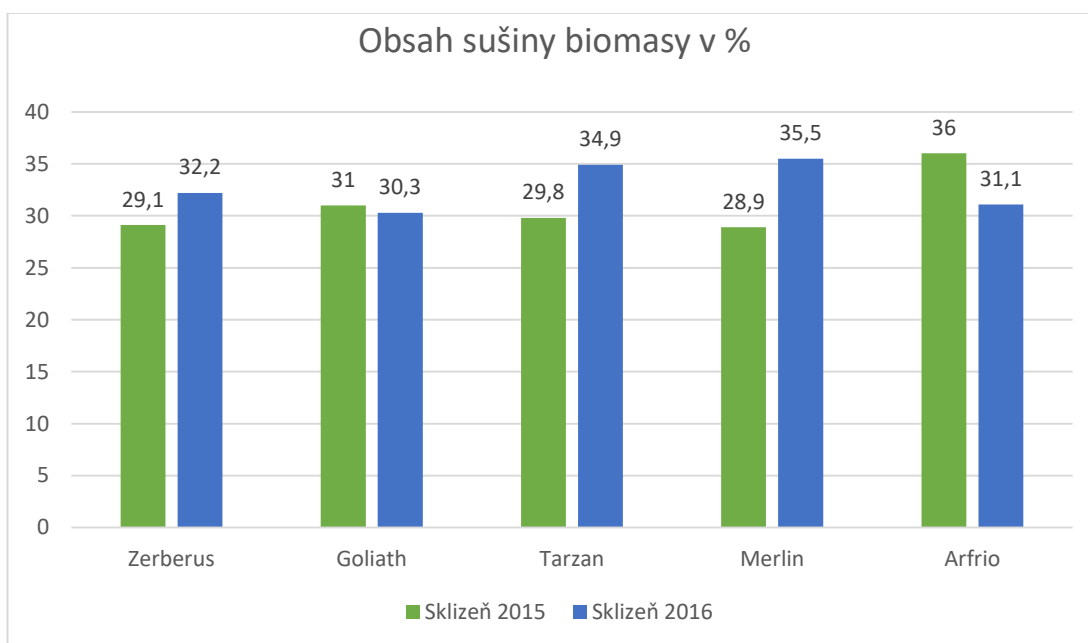
Na hladině významnosti $p \leq 0,05$ je statisticky průkazná závislost výnosu biomasy na volbě hybridu

5.2. Obsah sušiny biomasy při sklizni

Tabulka 11: Obsah sušiny biomasy při sklizni

Hybridy	Obsah sušiny biomasy [%] v jednotlivých letech	
	Sklizeň 2. 10. 2015	Sklizeň 21.10. 2016 a 27.10.2016
Zerberus	29,1	32,2
Goliath	31,0	30,3
Tarzan	29,8	34,9
Merlin	28,9	35,5
Arfrio	36,0	31,1

Graf 4: Obsah sušiny biomasy



Z tabulky 11 a grafu 4 je patrné, že všechny hybridy čiroku dosáhli optimální sklizňové sušiny 28% - 35%.

V roce 2015 dosáhl hybrid zerberus 29,1% sušiny, hybrid goliath dosáhl 31% sušiny, hybrid tarzan dosáhl 29,8% sušiny, hybrid merlin 28,9% sušiny, a hybrid arfrio dosáhl sušiny 36%.

V roce 2016 dosáhl hybrid zerberus 32,2%, hybrid goliath dosáhl sušiny 30,3%, hybrid tarzan dosáhl 34,9% sušiny, hybrid merlin dosáhl 35,5% sušiny a hybrid arfrio dosáhl sušiny 31,1%.

Tabulka 12: obsah sušiny - statistické vyhodnocení

Případ	Pozorov. Obsah sušiny	Očekávaný obsah sušiny
Zerberus	30,6	31,8
Goliath	30,6	31,8
Tarzan	32,3	31,8
Merlin	32,2	31,8
Arfrio	33,5	31,8
Sčt.	159.4	159.4

$X^2 = 1925345$, $sv = 4p$, $p = 0,995653$

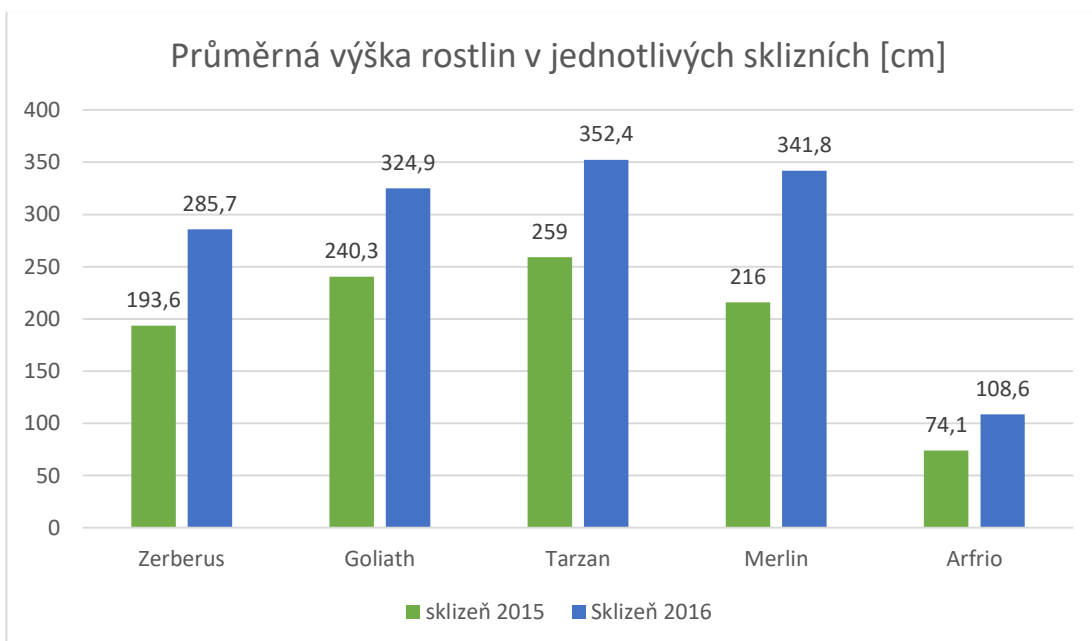
Na hladině významnosti $p \leq 0,05$ je statisticky neprůkazná závislost obsahu sušiny na volbě hybridu.

5.3. Průměrná výška rostlin jednotlivých hybridů čiroku

Tabulka 13: Průměrná výška rostlin v jednotlivých sklizních

Hybridy	Průměrná výška rostlin v jednotlivých sklizních	
	Sklizeň 2. 10. 2015 Průměrná výška [cm]	Sklizeň 21.10. 2016 a 27.10.2016 Průměrná výška [cm]
Zerberus	193,6	285,7
Goliath	240,3	324,9
Tarzan	259	352,4
Merlin	216	341,8
Arfrio	74,1	108,6

Graf 5: Průměrná výška rostlin v jednotlivých sklizních



Z tabulky 13 a grafu 5 je jasně patrný vliv počasí v jednotlivých letech. Čirok velmi dobře reagoval na celkově větší úhrn srážek v roce 2016 a dosahoval výrazně větších průměrných výšek rostlin.

Z tabulky a grafu je jasně patrný rozdíl mezi cukrovými hybridy a zrnovým hybridem arfrio.

Nejvyšší průměrné výšky rostlin v roce 2015 dosáhl hybrid tarzan 259 cm, následoval hybrid goliath 240,3 cm, dále hybrid merlin 216cm, zerberus 193,6 cm. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u hybridu arfrio 74,1 cm.

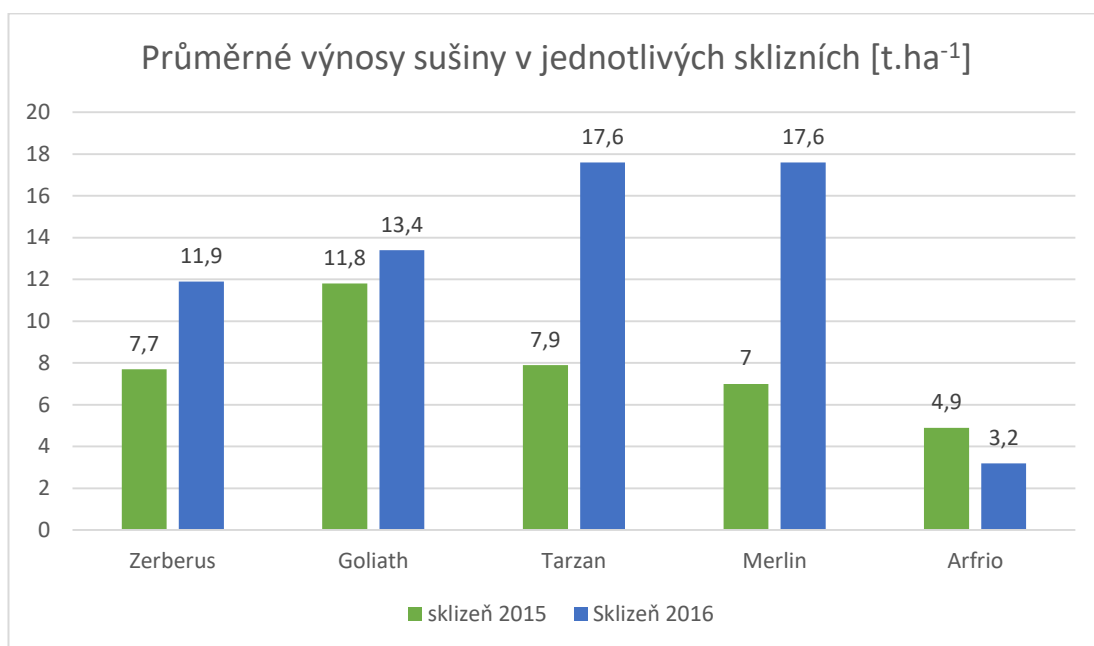
V roce 2016 dosáhl nejvyšší průměrné výšky rostlin hybrid tarzan 352,4 cm. Následoval hybrid merlin 341,8 cm, dále hybrid goliath 324,9 cm. Hybrid zerberus dosáhl výšky 285 cm. Nejnižší hodnota byla zaznamenána opět u hybridu arfrio 108,6 cm

5.4. Výnos sušiny [t.ha⁻¹] v jednotlivých sklizních

Tabulka 14: průměrné výnosy sušiny v jednotlivých sklizních

Hybridy	Průměrné výnosy sušiny v jednotlivých sklizních	
	Sklizeň 2. 10. 2015 Výnos sušiny [t.ha ⁻¹]	Sklizeň 21.10. 2016 a 27.10.2016 Výnos sušiny [t.ha ⁻¹]
Zerberus	7,7	11,9
Goliath	11,8	13,4
Tarzan	7,9	17,6
Merlin	7,0	17,6
Arfrio	4,9	3,2

Graf 6: průměrné výnosy sušiny v jednotlivých sklizních



V tabulce 14 a grafu 6 jsou uvedeny zjištěné hodnoty průměrného výnosu sušiny v jednotlivých sklizních.

V roce 2015 dosáhl nevyššího výnosu sušiny hybrid goliath 11,8 t.ha⁻¹. Druhý nejvyšší výnos sušiny dosáhl hybrid tarzan 7,9 t.ha⁻¹. Následoval hybrid zerberus s výnosem sušiny 7,7 t.ha⁻¹. Nejmenší výnos sušiny z cukrových hybridů čiroku byl zjištěn u hybridu merlin 7,063 t.ha⁻¹. Nejnižšího výnosu dosáhl hybrid arfrio 4,9 t.ha⁻¹.

Ve sledovaném roce 2016 dosáhly téměř stejného výnosu sušiny hybridy tarzan 17,6 t.ha⁻¹ a merlin 17,6 t.ha⁻¹. Nižší výnos byl zjištěn u hybridu goliath 13,4 t.ha⁻¹ a u hybridu zerberus 11,9 t.ha⁻¹.

Nejnižšího výnosu dosáhl hybrid arfrio 3,2 t.ha⁻¹

Tabulka 15: Výnos sušiny - statistické vyhodnocení

Případ	Pozorov. Výnos sušiny	Očekávaný Výnos sušiny
Zerberus	9,8	10,3
Goliath	12,6	10,3
Tarzan	12,7	10,3
Merlin	12,3	10,3
Arfrio	4,1	10,3
Sčt.	51,7	51,7

$$X^2 = 5,246951; \text{sv} = 4p; p = 0,262887$$

Na hladině významnosti $p \leq 0,05$ je statisticky neprůkazná závislost výnosu sušiny na volbě hybridu

6. Diskuze

Čirok je v současné době v České republice řazen jako alternativní plodina k silážní kukuřici. Podobně jako kukuřice je i čirok teplomilná rostlina typu C4.

V našich podmínkách může čirok sloužit jako vhodná alternativa ke kukuřici. Velkou výhodou čiroku je stejná technologie pěstování jako u kukuřice a vysoký výnosový potenciál biomasy. Který, může dosahovat dle Hodovala (2015) $72,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Mezi nevýhody patří podle Petra a Húsky (1997) rozhodující nástup teplot v hloubce 100 mm alespoň 15°C . Předčasně vyseté porosty vzcházejí nevyrovnaně a bývají zaplevelené.

Cílem diplomové práce bylo na základě dvouletého experimentu zhodnotit a porovnat produkci biomasy a sušiny u pěti hybridů čiroku. V případě hybridů zerberus, goliath, tarzan a merlin se jednalo o čirok cukrový. Hybrid arfrio byl zástupce čiroku zrnového.

Termín sklizně byl zvolen podle průběhu počasí a doporučení Hermutha a kol (2012) který podobně jako u kukuřice doporučuje nechat biomasu dozrát na sušinu 28 – 35 %. Těchto hodnot dosáhl čirok v roce 2015 už koncem září. V roce 2016 těchto hodnot dosáhl až ve třetím týdnu měsíce října.

U hybridu zerberus činil výnos biomasy v roce 2015 26,8 t.ha⁻¹ a v roce 2016 37,27 t.ha⁻¹. Jedná se o velmi nízký výnos v porovnání s Trojákovou 2013, která uvádí výnos biomasy hybridu zerberus 72,5 t.ha⁻¹. Jedná se o 63% pokles ve výnosu. Oproti roku 2015.

Výnos sušiny hybridu zerberus činil v roce 2015 7,798 t.ha⁻¹ a 11,98 t.ha⁻¹ i v tomto parametru dosahoval hybrid zerberus nižších výnosů. Hodoval (2010) uvádí průměrný výnos sušiny u hybridu zerberus 17,9 t.ha⁻¹ při sklizni 4. října. Při sklizni 19. října uvádí výnos 19,8 t.ha⁻¹. V obou sledovaných parametrech vykazoval hybrid Zerberus výrazně nižších hodnot výnosu.

Hybrid goliath vykazoval ze všech cukrových hybridů nejnižší rozdíly v jednotlivých letech výnos biomasy činil v roce 2015 38,14 t.ha⁻¹ a v roce 2016 44,444 t.ha⁻¹ jednalo se tedy o 15% nárůst výnosu ve sledovaných letech. Hodoval a Pulkrábek (2013) uvádějí průměrný výnos za tříleté období 81,45 t.ha⁻¹. Hybrid goliath tedy dosahoval výrazně nižších výnosů a to až o 72%.

Nižší výnosy v biomase i sušině potvrzuje i Kubeš (2016) který uvádí výnos sušiny 15,74 t.ha⁻¹. V roce 2015 dosahoval výnos sušiny hybridu goliath 7,798 t.ha⁻¹ a v roce 2016 11,98 t.ha⁻¹.

Hybrid tarzan dosáhl ve srážkově příznivějším roce 2016 nejvyššího výnosu biomasy ze všech sledovaných hybridů. Výnos biomasy činil 50,499 t.ha⁻¹. Naopak v roce 2015 dosahoval výnos biomasy 26,664 t.ha⁻¹. Výnos sušiny byl v roce 2015 7,945 t.ha⁻¹. V roce 2016 činil výnos sušiny 17,624 t.ha⁻¹.

Ve srovnání s pokusem firmy KWS osiva v roce 2015 na stanovišti Stará Paka, kde byl v roce 2015 dosažen výnos 46,31 t.ha⁻¹ biomasy a 13,5 t.ha⁻¹ sušiny (Kačicová 2015). U hybridu tarzan můžeme pozorovat velkou výnosovou nestabilitu závislou na podmínkách počasí. Hampl a Povolný (2015) uvádějí ve výsledcích zkoušek užitné hodnoty roku 2014 výnos biomasy u hybridu tarzan 66,0 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 18,7 t.ha⁻¹.

Poslední ze sledovaných cukrových hybridů merlin vykazoval ve dvouletém porovnání podobnou nestabilitu ve výnosech jako hybrid tarzan. Kdy v roce 2015 činili výnosy biomasy pouze 24,441 t.ha⁻¹ a výnosy sušiny 7,063 t.ha⁻¹. Naopak v roce 2016 byli výnosy biomasy 49,17 t.ha⁻¹ a výnos sušiny byl 17,648 t.ha⁻¹.

Nižší výnosy v roce 2015 potvrzuje i pokus firmy KWS osiva na stanovišti Milevsko, kdy výnos biomasy činil 37,04 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 9,71 t.ha⁻¹.

Na stanovišti Dolní Heřmanice dosahoval v roce 2015 výnos biomasy 43,8 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 12,7 t.ha⁻¹ (Bogaň 2015)

Poslední sledovaný čirok arfrío patří mezi zrnové čiroky nižšího vzrůstu. Dosahoval ze všech hybridů nejnižšího výnosu biomasy i sušiny.

Jako jedinému hybridu mu vyhovovali nižší srážky a vyšší teploty roku 2015 kdy dosahoval výnosu biomasy 13,788 t.ha⁻¹ a výnosu sušiny 4,99 t.ha⁻¹. V roce 2016 byli výnosy biomasy 10,36 t.ha⁻¹ a sušiny 3,223 t.ha⁻¹. Trojáčková (2013) uvádí výnos biomasy 38,9 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 11,5 t.ha⁻¹. Zde výnos hybridu arfrío dosahoval výnosů biomasy nižších až o 74% a výnosů sušiny nižších až o 72%.

7. Závěr

Ve dvouletém pokusu byly porovnávány čtyři hybridy čiroku cukrového a jeden hybrid čiroku zrnového.

Všechny hybridy byli vysety na stejnou meziřádkovou vzdálenost 75 cm. V každém roce byla aplikována i stejná dávka anorganických hnojiv. U všech hybridů bylo uplatňováno mechanické plečkování.

U hybridů byl zjišťován Obsah sušiny, výnos biomasy na 1 ha, výnos sušiny na 1 ha a průměrná výška rostlin.

Na základě výsledků dvouletého pokusu lze uvést tyto závěry:

1. Všechny hybridy čiroku v obou sledovaných letech dosáhly optimální hodnoty sklizňové sušiny 28 – 35%. Pouze hybrid arfrío tuto hodnotu o 1% překročil v roce 2015.
2. Nejvyšší průměrné výšky 259 cm dosáhl v roce 2015 hybrid tarzan. Nejnižší výšky dosáhl hybrid arfrío 74,1 cm.

3. Nejvyšší průměrné výšky 352,4 cm dosáhl v roce 2016 hybrid tarzan. Nejnižší výšky dosáhl hybrid arfrio 108,6
4. Nejvyššího výnosu biomasy dosáhl v roce 2015 hybrid čiroku cukrového goliath 38,14 t.ha⁻¹ v roce 2016 výnos biomasy činil 44,444 t.ha⁻¹. Tento hybrid se projevil jako výnosově nejstabilnější kdy v rozdíl ve sledovaných letech činil 16,5 %. Ze sledovaných hybridů se nejlépe vypořádal s teplým a suchým počasím roku 2015. Ve srážkově bohatším roce 2016 poskytoval průměrný výnos.
5. Nejvyššího výnosu sušiny v roce 2015 dosáhl hybrid čiroku cukrového goliath 11,824 t.ha⁻¹. V roce 2016 dosáhl výnosu 13,46 t.ha⁻¹. Hybrid goliath se projevil jako stabilní i ve výnosu sušiny.
6. Největší rozdíl ve výnosu biomasy ve sledovaných rocích byl zjištěn u hybridu cukrového čiroku merlin. Rozdíl mezi sledovanými roky činil 49 %. V suchém a teplém roce 2015 byl výnos biomasy u hybridu merlin 24,441 t.ha⁻¹. Ve srážkově příznivějším roce 2016 dosáhl výnos biomasy 49,17 t.ha⁻¹.
7. Největší rozdíl ve výnosu sušiny ve sledovaných rocích byl zjištěn u hybridu cukrového čiroku merlin. Rozdíl mezi sledovanými roky činil 40%. V suchém a teplém roce 2015 byl výnos sušiny u hybridu merlin 7,063 t.ha⁻¹ Ve srážkově příznivějším roce 2016 dosáhl výnos biomasy 17,648 t.ha⁻¹
8. Cukrový hybrid zerberus dosáhl v obou sledovaných letech nejmenších výnosů z cukrových hybridů. V roce 2015 dosáhl výnosu biomasy 26,7 t.ha⁻¹ a výnosu sušiny 7,798 t.ha⁻¹.
V roce 2016 dosáhl výnos biomasy 37,220 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 11,980 t.ha⁻¹
9. Hybrid tarzan prokázal ve sledovaných letech podobnou nestabilitu výnosu jako hybrid merlin. V roce 2015 činil výnos biomasy 26,664 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 7,945 t.ha⁻¹. V roce 2016 dosáhl nejvyššího výnosu biomasy 50,499 t.ha⁻¹ a druhého nejvyššího výnosu sušiny 17,624 t.ha⁻¹.

10. Ze sledovaných hybridů dosahoval nejhorších výsledků výnosu biomasy i sušiny v obou sledovaných letech zrnový hybrid arfrio. V roce 2015 byl zjištěn výnos biomasy 13,887 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 4,999 t.ha⁻¹. V roce 2016 byl zjištěn výnos biomasy 10,366 t.ha⁻¹ a výnos sušiny 3,223 t.ha⁻¹.

11. V porovnání výnosů biomasy a sušiny se z cukrových hybridů ukázal jako nejstabilnější hybrid goliath, který dosáhl i nejvyššího výnosu v roce 2015. Jako nejvýnosnější hybrid se v roce 2016 ukázal hybrid tarzan a merlin. Zrnový hybrid arfrio se na základě dvouletého pokusu projevil jako nejhorší pro využití na produkci silážní hmoty.

Dvouleté výsledky ukázaly produkční možnosti hybridů zejména ve velice teplém a suchém roce 2015, kdy cukrové hybridy dosahovali výnosů 26,8 t.ha⁻¹ – 38,1 t.ha⁻¹.

Na základě dvouletých výsledků je jasně patrná důležitost správného výběru hybridu s ohledem na produkci biomasy a sušiny.

Z výsledků pokusu vyplynulo, že čirok je plodinou nabízející jistotu výnosu i v méně příznivých letech a nabízí při příznivém průběhu počasí velký potenciál výnosu.

8. Vyjádření k hypotézám

Na základě statistického vyhodnocení se můžeme k hypotézám vyjádřit takto:

Potvrzení hypotézy č.1. Volba hybridu ovlivňuje výnos biomasy

Nepotvrzení hypotézy č.2. Volba hybridu neovlivňuje obsah sušiny

Nepotvrzení hypotézy č.3. Volba hybridu neovlivňuje výnos sušiny.

9. Seznam literatury a zdrojů

1. Agromanuál: Přípravky. : *Dash HC* [online]. 2016 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/ostatni/dash-hc>
2. ANONYM. *Sorghum growth and development: Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service* [online]. 2016 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <https://spark.adobe.com/page/B5g3d/>
3. BERENJI, Janoš, Jeff DAHLBERG, Vladimír SIKORA a Dragana LATKOVI. Origin, History, Morphology, Production, Improvement, and Utilization of Broomcorn [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in Serbia¹. *Economic Botany*. 2011, **65**(2), 190-208. DOI: 10.1007/s12231-011-9155-2. ISSN 0013-0001. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s12231-011-9155-2>
4. BESANCON, Thierry, Ron HEINIGER, Wesley EVERMAN a Randy WEISZ. *Sorghum Growth and Development*. NC State University. 2016
5. BOGAŇ, Jan. Čirok - suchovzdorná plodina. *Úroda* [online]. 2016 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://uroda.cz/cirok-suchovzdorna-plodina/>
6. BOGAŇ, Jan. Výsledky pokusů čiroku KWS osiva. In: *KWS.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.kws.cz/aw/-268-irok/V-sledky-poloprovoznich-pokus-367-/Dolni-He-345-manice-okr-Z-271-ar-nad-S/~bupc/>
7. BRESTENSKÝ, Matěj, Soňa NITRAYOVÁ, Peter PATRÁŠ a Jaroslav HEGER. Čirok - jeho výživná hodnota a využití vo výžive ošípaných. *Krmivářství*. 2006, **10**(6), 37-38. ISSN 1212-9992.
8. DE WET, Johannes a John HUCKABAY. The Origin of *Sorghum bicolor*. II. Distribution and Domestication. *Evolution*. 1967, **21**(4), 787-802. DOI: 10.2307/2406774. ISSN 00143820. Dostupné také z: <http://www.jstor.org/stable/2406774?origin=crossref>
9. DE WET, Johannes. Systematics and Evolution of *Sorghum* Sect. *Sorghum* (Gramineae). *American Journal of Botany*. 1978, **65**(4), 477-484.
10. DEU, Monique a Perla HAMON. The genetic organization of sorghum. *Agriculture et développement*. 1994, , 25-30.

11. DOLEŽAL, Petr, Jaroslav PŘIKRYL, Václav DVOŘÁČEK, Marek PODRÁBSKÝ a Ivo VYSKOČIL. Uplatnění vícesečných čiroků ve výživě a krmení zvířat. *Krmivářství*. 2009, **13**(2), 45-46. ISSN 1212-9992.
12. DVOŘÁČEK, Václav a Jaroslav PŘIKRYL. Nutriční hodnota jednosečných čiroků. *Syninfo: měsíčník společnosti Syngenta*. 2010, **5**(9), 11.
13. EAGRI: Registr přípravků na ochranu rostlin. : *Arrat* [online]. 2014b [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Detail.aspx?id=26373&stamp=1481197509107>
14. EAGRI: Registr přípravků na ochranu rostlin. : *Banvel 480 S* [online]. 2014a [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Detail.aspx?id=25824&stamp=1481196280806>
15. EAGRI: Registr přípravků na ochranu rostlin. : *Gardoprim Plus Gold 500 SC* [online]. 2016a [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Detail.aspx?id=29300&stamp=1481195201322>
16. ECK, H. V. a J. T. MUSICK. Plant Water Stress Effects on Irrigated Grain Sorghum. I. Effects on Yield. *Crop Science*. 1979, **19**(5), 589-592. DOI: 10.2135/cropsci1979.0011183X001900050009x. ISSN 0011-183x.
17. ESPINOZA, Leo a Jason KELLEY, ed. *Grain Sorghum Production Handbook*. University of Arkansas, 2004, 74 s.
18. FAO WATER: Crop water information: Sorghum. *FAO* [online]. 2015 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sorghum.html
19. *Faostat: Data* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
20. Forage Sorghum: Diagram. *HerbiGuide: Crops* [online]. [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: http://www.herbiguide.com.au/Descriptions/hg_Forage_Sorghum_Diagram.htm
21. GANGAIAH, B. *Millet: Sorghum (Jowar), Pearl Millet (Bajra), Finger Millet*. New Delhi: Indian Agricultural Research Institute, 2008.
22. GERIK, Thomas, Brent BEAN a Richard VANDERLIP. *Sorghum Growth and Development*. Texas: Texas Cooperative Extension Service, 2003.

23. HANELT, Peter., R. BÜTTNER a Rudolf. MANSFELD. *Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops (except ornamentals)*. New York: Springer, 2001. ISBN 35-404-1017-1.
24. HERMUTH, Jiří. *Čirok obecný - Sorghum bicolor (L.) MOENCH: možnosti využití v podmínkách České republiky : metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012b. ISBN 978-80-7427-093-2.
25. HERMUTH, Jiří, Dagmar JANOVSÁ a Sergej USTAL. Využití čiroku v našich podmínkách. *Farmář*. Profi Press, 2012a, (12), 32-33. ISSN 1210-9789.
26. HEZKÝ, Petr. Plodina s budoucností na našich polích. *Farmář*. Profi Press, 2013, **19**(12), 28 - 29. ISSN 1210-9789.
27. HODOVAL, J. a J. PULKRÁBEK. *Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstelských technologií: sborník ze seminářů : 17.1.2013 České Budějovice, 18.1.2013 Kralovice, 21.1.2013 Doksy, 22.1.2013 Kočí, 23.1.2013 Velké Hoštice, 24.1.2013 Skalka, 25.1.2013 Jaroměřice nad Rokytnou*. Praha: ČZU v Praze, 2013. ISBN 978-80-213-2351-3.
28. PULKRÁBEK, J. a J. HODOVAL. Možnosti využití čiroku cukrového na produkci bioplynu. In: *Mendelnet 2010*. Brno: POIRE s.r.o, 2010, s. 6. ISBN 978-80-7375-352-8. ISSN N.
29. HODOVAL, Jan. *Využití čiroku cukrového na produkci bioplynu*. Praha, 2015. Doktorská disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Jan Pulkrábek CSc.
30. HOUSE, Leland Ralph. *A guide to sorghum breeding*. India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1985.
31. HÝSEK, Josef, Jiří HERMUTH a Zdeněk STEHNO. Choroby a škůdci čiroku pěstovaného v podmínkách České republiky. In: *Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo*. Piešťany: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2010, s. 137-138. ISBN 978-80-89417-13-1.
32. CHOBOTOVÁ, Magdalena a Karel PROKEŠ. Čirok, plodina s budoucností. *Farmář*. Profi Press, 2013, **19**(2), 24 - 26. ISSN 1210-9789.
33. KÁRA, Jaroslav. *Energetické rostliny: technologie pro pěstování a využití*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2005, 81 s. ISBN 80-868-8406-6.
34. KOKAISL, Karel. *Čirok - kulturní plodina s mnohostranným využitím*. Einbeck: AgriSem, 2016, 12 s.

35. KOUBOVÁ, Dana. Kukuřice a čirok profitují za sucha z vyšší koncentrace CO₂. In: *Agronavigátor* [online]. 2013 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=103&ch=1&typ=1&val=126354>
36. KOUBOVÁ, Dana. Při pěstování čiroku je největším problémem chladno. In: *Agronavigátor* [online]. 2009 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=87875&ids=110>
37. KUBEŠ, Pavel. *Vliv různé šířky řádků na výnos biomasy a obsah sušiny při pěstování čiroku*. České Budějovice, 2016. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Divič CSc.
38. KUTHAN, Aleš. Choroby čiroku v podmínkách České republiky. *Farmář*. Profi Press, 2012c, (8), 38-39. ISSN 1210-9789.
39. KUTHAN, Aleš. Choroby čiroku. *Agromanuál* [online]. 2012a [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/choroby-ciroku>
40. KUTHAN, Aleš. Sledování zdravotního stavu čiroku. *Farmář*. Profi Press, 2012b, (7), 32-33. ISSN 1210-9789.
41. LANCE, Brad. *Grain Sorghum Diseases, Occurrence and Management* [online]. 2016 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/grain-sorghum-diseases/>
42. LUBIN, David. *Sorghum and millets in human nutrition*. Lanham, MD: Food and Agriculture Organisation for United Nations, 1995, 184 s. ISBN 92-510-3381-1.
43. MA, Eric Kuo-Chu. *Morphological and Anatomical Development of Sorghum Seed*. Texas, 1975. Master of Science. Texas Tech University.
44. MOUDRÝ, Jan a Jana KALINOVÁ. *Pěstování speciálních plodin: Netradiční potravinářské plodiny* [online]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2004 [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/2/index.html>
45. PEACOCK, J. M. *Response and Tolerance of Sorghum to Temperature Stress*. In: *Sorghum in the Eighties: Proceedings of the International Symposium on Sorghum*, 2-7, Patancheru. A.P. India, 1982.
46. PETR, Jiří a Jozef HÚSKA. *Speciální produkce rostlinná*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1997. ISBN 80-213-0152-X.

47. PETŘÍKOVÁ, Vlasta. *Energetické plodiny*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-867-2613-4.
48. PLESSIS, Jéan du. *Sorghum production*. Republic of South Africa: Department of Agriculture in cooperation with the ArC-Grain Crops Institute, 2008, 22 s.
49. POVOLNÝ, Marek. *Metodika zkoušek užitné hodnoty: Čirok* [online]. In: . Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2016 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/112403/Cirok2016.pdf>
50. POVOLNÝ, Marek a Bohuslav HAMPL. *Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014* [online]. 1. Brno: ÚKZUZ, 2015 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/399243/ZUH_Cirok_2014.pdf
51. PRASAD, P. V. V., S. R. PISIPATI, R. N. MUTAVA a M. R. TUINSTRA. Sensitivity of Grain Sorghum to High Temperature Stress during Reproductive Development. *Crop Science*. 2008, **48**(5), 1911-. DOI: 10.2135/cropsci2008.01.0036. ISSN 1435-0653.
52. PŘÍKRYL, Jaroslav. Čirok nebo kukuřice. *Úroda*. Profi Press, 2014, (3), 13. ISSN 0139-6013.
53. ROONEY, Lloyd. The Utilization of Sorghum: A World Review. *CEIBA*. 1988, **29**(2), 191-203. ISSN 0008-8692.
54. SABALLOS, Ana. Development and Utilization of Sorghum as a Bioenergy Crop. In: VERMERRIS, Wilfred. *Genetic Improvement of Bioenergy Crops*. New York: Springer Science+Business Media, 2008, 211 - 248. ISBN 978-0-387-70804-1.
55. SKLÁDANKA, Jiří. *Čirok obecný* [online]. 2006 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=cirok.html
56. Sorghum Taxonomy. *GRAMENE: Species pages* [online]. [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: http://archive.gramene.org/species/sorghum/sorghum_taxonomy.html
57. STRAŠIL, Zdeněk. Pěstování a možnosti využití některých energetických plodin. *Biom* [online]. 2011 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://stary.biom.cz/sborniky/99kara/03.html>

58. Syngenta: *Banvel 480 S* [online]. 2016b [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://www.syngenta.cz/product/crop-protection/herbicides/banvel-480-s>
59. Syngenta: *Gardoprim Plus Gold 500 SC* [online]. 2016a [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://www.syngenta.cz/product/crop-protection/herbicides/gardoprim-plus-gold-500-sc>
60. ŠPALDON, Emil. *Rostlinná výroba 1*. Praha: SZN, 1963.
61. TESHOME, Awegechew, Bernard BAUM, Lenore FAHRIG, Kenneth TORRANCE, Thor ARNASON a John LAMBERT. *Euphytica*. 1997, **97**(3), 255-263. DOI: 10.1023/A:1003074008785. ISSN 00142336. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1023/A:1003074008785>
62. FAO. *The world sorghum and millet economies: facts, trends, and outlook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996. ISBN 92-510-3861-9.
63. TÓTH, Štefan. Niekoľko poznámok k agrotechnice cirokov. *Úroda*. 2014, (6). ISSN 0139-6013.
64. TROJÁKOVÁ, Gabriela. *Produkce biomasy a sušiny u kukuřice a čiroku k silážním účelům*. České Budějovice, 2013. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Diviš CSc.
65. UNDERSANDER, Dan a Woody LANE. Sorghums, sudangrasses, and sorghum-sudangrass hybrids: For Forage. In: *Forage Research and Extension* [online]. University of Wisconsin, 2001 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/sorghum.htm>
66. UNDERSANDER, Dan et al. Sorghum—Forage. In: *Alternative Field Crops Manual* [online]. 1990 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/forage.html>
67. VANDERLIP, Richard. *How a Grain Sorghum Plant Develops*, Kansas State University, 1993.
68. VEAL, Matthew, Mari CHINN, Larry STIKELEATHER a Matthew WHITFIELD. *Sweet Sorghum Ethanol Production*. North Carolina Cooperative Extension, 2014. Dostupné také z: <https://content.ces.ncsu.edu/sweet-sorghum-ethanol-production>

69. VINALL, Harry Nelson a Joseph Charlworth STEPHENS. *Identification, history, and distribution of common sorghum varieties*. Washington, D. C.: United States Department of Agriculture, 1936. Dostupné také z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=gEwREki8zBYC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Identification,+history,+and+distribution+of+common+sorghum+varieties&ots=CW5BCRiMJu&sig=BcBdrWKgeFLiHIJNJf2oKtxVTII&redir_esc=y#v=onepage&q=Identification%2C%20history%2C%20and%20distribution%20of%20common%20sorghum%20varieties&f=false

10. Přílohy

Obrázek 8: rok 2015 čirok před plečkováním



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 9: rok 2015 porost po plečkování. Na porostu je jasně patrný vliv sucha



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 10: rok 2015 porost před sklizní



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 11: rok 2015 porost hybridu Arrio



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 12: rok 2015 porost hybridu Goliath před sklizní



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 13: rok 2016 porost před prvním plečkováním



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 14: rok 2016 prorost před druhým plečkováním a jednocením



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

Obrázek 15: rok 2016 porost před sklizní



Zdroj: Bc. Zdeněk Liška

11. Seznam tabulek

Tabulka 1: Taxonomie čiroku	13
Tabulka 2: Rozbor čiroku	17
Tabulka 3: výsevek čiroku dle možného využití	27
Tabulka 4: Příznaky chorob způsobených houbovými patogeny na listech zrnového čiroku v podmínkách ČR.....	32
Tabulka 5: Největší světoví producenti čiroku za rok 2014.....	37
Tabulka 6: Pedochemické podmínky stanoviště	40
Tabulka 7: Meteorologická data	41
Tabulka 8: termíny setí a množství hnojení.....	44
Tabulka 9: Průměrné výnosy biomasy v jednotlivých sklizních.....	46
Tabulka 10: Výnos biomasy - statistické vyhodnocení	48
Tabulka 11: Obsah sušiny biomasy při sklizni.....	48
Tabulka 12: obsah sušiny - statistické vyhodnocení.....	49
Tabulka 13: Průměrná výška rostlin v jednotlivých sklizních	50
Tabulka 14: průměrné výnosy sušiny v jednotlivých sklizních	51
Tabulka 15: Výnos sušiny - statistické vyhodnocení	53

12. Seznam grafů

Graf 1: Průměrná měsíční teplota za vegetaci za sledované období.....	41
Graf 2: měsíční úhrny srážek za vegetaci za sledované období.....	42
Graf 3: průměrné výnosy biomasy v jednotlivých sklizních.....	47
Graf 4: Obsah sušiny biomasy	49
Graf 5: Průměrná výška rostlin v jednotlivých sklizních	50
Graf 6:průměrné výnosy sušiny v jednotlivých sklizních.....	52

13. Seznam obrázků

Obrázek 1: řez zralou obilkou čiroku	16
Obrázek 2: Růstové fáze čiroku	20
Obrázek 3: umístění pokusného pozemku	40
Obrázek 4: schéma pozemku	43
Obrázek 5: stav porostu před plečkováním v roce 2015.....	44
Obrázek 6: čirok před sklizní.....	45
Obrázek 7: schéma sklizně.....	45
Obrázek 8: rok 2015 čirok před plečkováním	65
Obrázek 9: rok 2015 porost po plečkování. Na porostu je jasně patrný vliv sucha ..	65
Obrázek 10: rok 2015 porost před sklizní.....	66
Obrázek 11: rok 2015 porost hybridu Arfrio.....	66
Obrázek 12: rok 2015 porost hybridu Goliath před sklizní	67
Obrázek 13: rok 2016 porost před prvním plečkováním	68
Obrázek 14: rok 2016 prorost před druhým plečkováním a jednocením.....	69
Obrázek 15: rok 2016 porost před sklizní.....	70