

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B 4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Pěstování čiroku a kukuřice pro pícninářské účely

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Romana Novotná, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Milan Kobes, Ph.D.

Autor: Pavel Kubeš

České Budějovice, duben 2014

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel KUBES**  
Osobní číslo: **Z11795**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**  
Název tématu: **Možnosti pěstování čiroku a kukuřice pro pícninářské účely**  
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

**Zásady pro vypracování:**

**Abstrakt:** Stručný popis řešeného tématu, jeho hospodářský, ekologický a ekonomický význam. Cíl práce. Stručný popis metodiky a způsobů řešení tématu. Přehled nejdůležitějších výsledků a doporučení, vyplývajících z řešení problematiky.

**Úvod a cíl práce:** Bakalářská práce bude zpracována formou literární rešerše, doplněnou případně o tabulkové a grafické zpracování získaných údajů a o vlastní komentář (diskuzi) k literárním údajům. Cílem práce bude posouzení pěstování čiroku a kukuřice pro pícninářské účely. Stručný nástin hospodářského, ekonomického a ekologického významu tématu.

**Literární přehled:** Botanická a morfologická charakteristika čiroku a kukuřice. Nároky na podmínky pěstování. Různé způsoby zakládání porostů a ošetřování během vegetace. Sklizeň porostů dle různých způsobů využití. Různé způsoby konzervace píce. Zhodnocení vybraných kvantitativních a kvalitativních ukazatelů. Abiotické a biotické vlivy působící na výnos a kvalitu píce. Tabulkové a grafické zpracování zjištěných hodnot a jejich vyhodnocení vhodnými grafickými metodami. Porovnání různých literárních údajů.

**Závěr:** Přehledné shrnutí nejdůležitějších poznatků a doporučení vyplývajících ze studované problematiky.

**Seznam použité literatury:** V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace

Rozsah grafických prací: **5-10 stran**  
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Zimolka, J. a kol.: Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, Praha, 2008, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1  
Nedělník, J. a kol.: Výroba kukuřičné siláže a různých fyziologických typů hybridů kukuřice: uplatněná certifikovaná metodika. VÚP Troubsko, Mendelova univerzita, Brno, 2011, 36 s. ISBN 978-80-86908-25-0  
Hermuth, J. a kol.: Čirok obecný - Sorghum bicolor (L.) MOENCH: Možnosti využití v podmínkách České republiky: metodika pro praxi. VÚRV, Praha, 2012, 47 s. ISBN 978-80-7427-093-2  
Jančovič, J. a kol.: Krmoviny I. (pestování pol'ných krmovin). VÚTI pro p'ľnohospod'arstvo, Nitra, 2005, 100 s. ISBN 80-89088-40-6.  
Časopisy: Plant, Soil and Environment, Journal of Agrobiolology, Űroda  
Internetov' e datab'aze: ISI Web of Knowledge, Scopus, Agris, Agricola, Agroweb

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Romana Novotná, Ph.D.**  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Milan Kobes, Ph.D.**  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: **19. prosince 2012**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2014**

  
prof. Ing. Miloslav Soch, CSc.  
děkan

JEHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
Studená 13  
370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 19. prosince 2012

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

Datum 11. 4. 2014

Podpis

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Romaně Novotné, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této práce.

## **Abstrakt**

Kukuřice a čirok jsou světově nejvýznamnější plodiny pěstované pro krmné, potravinářské či technické účely. Cílem této práce je formou literárního přehledu shrnout informace o vlastnostech těchto plodin a možnostech jejich využití pro pícninářské účely.

U čiroku je porovnán vliv meziřádkové vzdálenosti na výnos píce u jednotlivých odrůd čiroku. Z tohoto pohledu lze konstatovat, že meziřádková vzdálenost má u jednotlivých odrůd významný vliv na výnos píce. V pokusech bylo dokázáno, že nejvyšší výnosy byly dosaženy při meziřádkové vzdálenosti 12,5 – 50 cm. Při meziřádkové vzdálenosti 75 cm došlo ke snížení výnosu.

U kvalitativních parametrů kukuřice bylo porovnáno její nutriční složení v závislosti na sušině. Ze zdrojů je patrné, že optimální sušina sklizené hmoty je v rozmezí 30 – 33 %. Je to sušina, kdy rostliny obsahují vodorozpustné cukry potřebné pro fermentační proces a vlastní výživu zvířat. A také tyto rostliny již obsahují dostatečně vysoký podíl škrobu. Sušina celé rostliny nižší než 28 % a vyšší než 35 % není vhodná pro silážování.

Klíčová slova: čirok, kukuřice, výnos, kvalita

## **Abstract**

Maize and sorghum are the most important crops worldwide, used for fodder, food and technical purposes. The aim of this thesis is to summarize information about the properties of these crops and possibilities of their usage as fodder plants.

The sorghum is compared to determine the effect of the inter-row spacing on the yield of each variety of sorghum plant. The comparison resulted in the statement that the inter-row spacing has a significant effect on the yield of each species. The experiments proved that 12.5 – 50 cm rows resulted in the highest yields while the 75 cm rows showed decrease in the yields.

The qualitative parameters of maize were tested for nutrient composition in relation to dry matter. The sources established that the optimum dry matter of the harvested material ranges between 30 – 33 %. It is the dry matter when the plants contain water-soluble sugar needed for fermentation process and animal nutrition. These plants also contain sufficiently high proportion of starch. The dry matter of the plant lower than 28 % and higher than 35 % is not suitable for silage.

Key words: sorghum, maize, yield, quality

1. ÚVOD .....	9
2. CÍL PRÁCE .....	10
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
3.1 Čirok obecný - <i>Sorghum bicolor</i> L. ....	11
3.1.1 Historické zkulturnění čiroku .....	11
3.1.2 Botanická charakteristika čiroku .....	11
3.1.3 Morfologická charakteristika čiroku .....	12
3.1.4 Požadavky čiroků na půdně klimatické podmínky .....	14
3.1.5 Šlechtění a povolené odrůdy .....	15
3.1.6 Agrotechnika čiroku .....	15
3.1.6.1 Zařazení v osevním postupu .....	15
3.1.6.2 Výživa a hnojení čiroku .....	16
3.1.6.3 Příprava půdy .....	16
3.1.6.4 Setí .....	16
3.1.6.5 Regulace plevelů .....	18
3.1.6.6 Choroby a škůdci .....	19
3.1.6.7 Sklizeň čiroku .....	19
3.1.6.8 Konzervace a uskladnění čiroku .....	20
3.1.7 Využití čirokové siláže v krmných dávkách .....	21
3.2 Kukuřice – <i>Zea mays</i> L. ....	22
3.2.1 Historie pěstování kukuřice .....	22
3.2.2 Botanická charakteristika kukuřice .....	22
3.2.3 Morfologická charakteristika kukuřice .....	24
3.2.4 Požadavky kukuřice na půdně – klimatické podmínky .....	27
3.2.5 Agrotechnika kukuřice .....	28
3.2.5.1 Zařazení v osevním postupu .....	28
3.2.5.2 Výběr hybridu .....	28
3.2.5.3 Výživa a hnojení .....	29
3.2.5.4 Zpracování půdy ke kukuřici .....	31
3.2.5.5 Setí kukuřice .....	33
3.2.5.6 Regulace škodlivých činitelů .....	34
3.2.5.7 Stanovení termínu sklizně silážní kukuřice .....	37
3.2.5.8 Sklizeň silážní kukuřice .....	39



3.2.6 Fermentační procesy v silážované kukuřici .....	39
3.2.7 Kvalita kukuřičné siláže.....	40
3.2.8 Faktory ovlivňující kvalitu siláže .....	40
3.2.9 Další způsoby sklizně kukuřice.....	41
3.2.9.1 Využití LKS, CCM a vlhkého zrna .....	41
3.2.9.2 Hlavní přednosti CCM a LKS .....	42
3.2.9.3 Pěstování kukuřice na zeleno .....	42
4. DISKUSE .....	43
5. ZÁVĚR.....	44
6. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	46
7. PŘÍLOHY .....	49

# 1. ÚVOD

Kukuřice patří jak ve světovém měřítku, tak i v České republice mezi nejvýznamnější píceiny pěstované na orné půdě. Svůj rychlý vývoj nastartovala objevem a uplatňováním heterózního efektu v roce 1918 v USA. S výsledky nespočetných hybridizačních programů se pěstitelé setkávají v každodenní praxi a objevují se neustále další zprávy o ještě dokonalejších a propracovanějších metodách šlechtění, které posunují výkonnost a vlastnosti kukuřice stále kupředu.

Z kukuřice lze vyrobit velmi kvalitní siláž, protože v době sklizně má vynikající energetickou hodnotu a dostatek vodorozpustných cukrů při optimálním procentu sušiny. Kukuřičná siláž je nejvýznamnějším sacharidovým krmivem, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu a ovlivňuje ekonomiku výroby mléka a masa. Ve výživě dojnic je kvalitní kukuřičná siláž limitujícím faktorem mléčné užitkovosti a má významný vliv na obsah mléčných složek.

V České republice se řada podniků potýká s problémem zákazu či omezení pěstování kukuřice na některých půdních blocích v rámci dodržování podmínek v systému Kontroly podmíněnosti (Cross Compliance). Proto se mnohdy stává, že se kukuřice pěstuje opakovaně na stejném místě. Kukuřice také začíná být v poslední době pod velkým tlakem chorob, škůdců z řádu hmyzu i divoké zvěře. Najít alternativu za kukuřici, jež by dosahovala minimálně srovnatelného výnosu a podobné kvality píce je v současné době velmi těžké. Velmi vhodnou plodinou, která má řadu podobných vlastností a možností uplatnění jako kukuřice je čirok.

Čirok již našel uplatnění v řadě chovů skotu, zejména dojnic, kde díky zvýšenému obsahu hemicelulóz dochází k vyšší mikrobiální aktivitě v bachoru, což se projevuje zvýšením tučnosti mléka. V posledních letech bylo vyšlechtěno mnoho nových hybridů čiroku, které jsou vhodnější pro pěstování v klimatických podmínkách České republiky než původní druhy.

Důležitost chovu skotu a jeho využívání krmivové základny, zejména pěstování pícin a následné obohacování půdy organickou hmotou v podobě chlévského hnoje je nezastupitelné ve všech výrobních oblastech. Pouze skot chovaný na kvalitních, živinově bohatých objemných krmivech má základní předpoklad být ziskový a tudíž má i předpoklad k zachování a dalšímu rozvoji chovu jak na jednotlivé farmě, tak i v národním měřítku.

## **2. CÍL PRÁCE**

Cílem práce bylo posouzení různých způsobů pěstování čiroku a kukuřice pro pícninářské účely, z hlediska vybraných kvantitativních a kvalitativních parametrů. Stručně byl zhodnocen hospodářský, ekonomický a ekologický význam tématu.

## 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Čirok obecný - *Sorghum bicolor* L.

#### 3.1.1 Historické zkulturnění čiroku

Čirok pochází z Afriky. Postupně se šířil do teplých a suchých oblastí všech kontinentů. Představuje nejvýznamnější obilninu aridních oblastí schopnou růst i v limitujících podmínkách, kde se již ostatním obilninám, jako např. kukuřici, nedaří.

Čiroky jsou v celosvětovém měřítku v první desítce pěstovaných obilnin. Mezi významné tradiční pěstitele čiroku patří Indie, kde se intenzivně pracuje na šlechtění (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

Do Čech byl ve větší míře zaveden ve 20. letech minulého století, kdy se využívalo značné množství technického čiroku. Druhá vlna využití následovala v 50. letech, později však došlo k jeho vytlačení kukuřicí, která se začala masověji využívat. Poslední vlna zvýšeného zájmu o čiroky u nás souvisí především s rozvojem bioplynových stanic, pro které poskytuje velké množství kvalitní hmoty (HERMUTH ET AL., 2012).

#### 3.1.2 Botanická charakteristika čiroku

Rod čirok (*Sorghum* Moench.) patří do skupiny vousatkovité (*Andropogoneae*), čeledi *Poaceae* - lipnicovitých, podčeledi *Panicoidae* - prosovitých (HERMUTH ET AL., 2012).

Čirok obecný patří mezi rostliny C4, protože asimilace oxidu uhličitého u nich vede k tvorbě metabolitů se čtyřmi uhlíky (TŘINÁCTÝ ET AL., 2013).

Čirok byl poprvé popsán v roce 1753 švédským přírodovědcem Carlem von Linné pod názvem *Holcus*. V roce 1794 německý botanik Conrad Moench oddělil rod čiroku z rodu *Holcus* a vytvořil pojmenování *Sorghum bicolor*, které se používá až do dnešní doby (TESHOME ET AL., 1997).

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

(*eusorghum, technicum, sacharatum a sudanense*), jak uvádí HERMUTH ET AL. (2012).

TŘINÁCTÝ ET AL. (2013) popisuje rozdělení a využití čiroků takto:

**Čirok zrnový** – (*Sorghum vulgare* var. *eusorghum*) je pěstován především na zrno, vzrůstné odrůdy pak i na siláž s vysokým podílem škrobu (jednofázová sklizeň).

**Čirok technický** (metlový) – (*Sorghum vulgare* var. *technicum*) je používán k výrobě košťat a kartáčů, zrno lze zkrmit. Jak uvádí PETR A HŮSKA ET AL. (1997) sklízí se v době technické zralosti, kdy jsou laty žlutě zbarvené, ohebné a pružné.

**Čirok cukrový** – (*Sorghum vulgare* var. *sacharatum*) využívá se jako lehce silážovatelná píce s vysokým obsahem cukrů (jednofázová sklizeň).

**Čirok súdánský** (súdánská tráva) – (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*) využívá se především jako píce, pro pastvu nebo bílkovinnou siláž (dvoufázová sklizeň ve vegetativní fázi). MOUDRÝ A STRAŠIL (1999) uvádí, že rostliny čiroku súdánského po sečení obrůstají. Poskytují 2 – 4 seče.

Rod *Sorghum* zahrnuje řadu jednoletých, ale i víceletých druhů. Čirok je bylina botanickými vlastnostmi podobná kukuřici (MOUDRÝ ET AL., 2011).

V současnosti se lze u nás setkat s několika typy čiroků, v případě čiroku dvoubarevného (*sorghum bicolor*) jsou to typy zrnové, metlové a cukrové, dále se pěstuje čirok súdánský (*sorghum sudanense*) a kříženci *sorghum bicolor* x *sorghum sudanense*. Kříženci čiroků súdánského se zrnovým nebo cukrovým se využívají jako píce pro pastvu, bílkovinnou siláž (dvoufázová sklizeň ve vegetativní fázi) nebo na siláž (jednofázová sklizeň). Kulturní čiroky se vyznačují velkou ekologicko-geografickou a odrůdovou proměnlivostí (TŘINÁCTÝ ET AL., 2013).

### 3.1.3 Morfologická charakteristika čiroku

Morfologická stavba všech čiroků je velmi podobná. Květenství a některé biologické a fyziologické vlastnosti je přibližují prosu, vegetativní orgány a kořenová soustava jsou podobné kukuřici. Čirok má silně vyvinutou kořenovou soustavu s množstvím kořenových vlásků a tím velkou schopnost absorbovat z půdy vodu a živiny (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

Kořeny sahají až do hloubky 140 – 170 cm a do šířky 60 – 120 cm. Primární kořínky se objevují během klíčení, nejsou větvené nebo jen velmi málo. Sekundární

kořeny vyrůstají z prvního nodu. Z těchto kořenů se vyvíjí základ mohutného kořenového systému. Primární kořeny postupně odumírají. Z nejnižších nodů mohou vyrůstat také opěrné kořeny, které se vytvářejí za nepříznivých podmínek. Tento typ kořenů ale není schopen přijímat živiny a vodu, ale velmi dobře upevňují rostliny v zemi, takže ani při silných větrech rostliny nepoléhají (HERMUTH ET AL., 2012).

Podobně jako proso a obilniny některé čiroky odnožují. Nejsilněji odnožuje súdánská tráva, zatímco některé odrůdy čiroku zrnového neodnožují vůbec (MOUDRÝ ET AL., 2011).

Stéblo čiroku je silné, tvrdé, hladké, kolénky rozděleno na články. Články jsou dole nejkratší a postupně se prodlužují, jejich počet závisí na odrůdě a délce vegetace, celkově jich může být 5 - 20 (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

Výška stébla je velmi rozdílná, rozlišujeme čiroky zakrslé – nižší jak 1 m, nízké 1 – 1,5 m, středně vysoké 1,5 – 2 m, vyšší 2 – 2,5 m a vysoké 2,5 m a více. Uvnitř je stéblo vyplněno dřeví, která mechanicky stéblo zpevňuje. Do doby kvetení je dřeví ve stéble šťavnatá a sladká, při dozrávání vysychá (HERMUTH ET AL., 2012).

Listy čiroků jsou poměrně široké a mohou dosáhnout až 10 cm šířky. Délka listů se pohybuje v rozmezí od 40 do 80 cm. Listy jsou pokryty slabou voskovou vrstvou, která způsobuje jejich zbarvení do šedozelené. V lepších podmínkách vytváří čirok méně listů než v horších. V současné době existují tzv. BMR formy čiroků. Jedná se o odrůdy se zvýšenou stravitelností, jejichž vnějším znakem je hnědé střední žebro – nerv (Brown Mid Rib). BMR formy jsou předmětem velmi intenzivního šlechtění především u súdánské trávy nebo kříženců *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. Odrůdy mají snížený obsah ligninu o 40 – 60 % (HERMUTH ET AL., 2012).

Květenství je nejcharakterističtější znakem čiroku, je to lata různého tvaru a velikosti (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

Zrnový čirok mívá často kompaktní latu se zkrácenými hustými větvemi a velkými klásky. Technický čirok má 0,8 m i více dlouhou latu s pružnými větvemi. Čirok cukrový a súdánská tráva mívají různě hustou, často volnou rozkladitou latu (PETR A HŮSKA ET AL., 1997).

Lata se skládá z klásků. Klásky vyrůstají vždy v páru. Jeden je přisedlý, oboupohlavný a fertilní, druhý je stopkatý a pouze samičí. V každém klásku jsou dva kvítky, jeden fertilní a druhý sterilní (HERMUTH ET AL., 2012).

Čiroky jsou cizosprašné, ale dobře se opylují i vlastním pylem. Velikost a hmotnost zrna bývá velmi rozdílná (HTS 10 – 70 g). Tvar zrna je různý kulatý, vejčitý, srdcovitý či oválný. Barva bývá bílá, krémová, žlutá, citrónově žlutá, růžová, hnědá nebo fialová (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

Obilka čiroku je složena ze tří hlavních částí – perikarp, endosperm a embryo. Relativní poměr těchto částí je 6 : 84 : 10 %. Perikarp je dělen na tři části – epikarp, mesokarp a endokarp. Epikarp je vnější vrstva, která je pokryta voskovou vrstvou. Mesokarp může obsahovat škrobová zrna a jeho síla se může lišit v závislosti na odrůdě. Endokarp hraje důležitou roli při klíčení (HERMUTH ET AL., 2012).

### **3.1.4 Požadavky čiroků na půdně klimatické podmínky**

Čirok je teplomilná rostlina dobře snášející sucho. Vyznačuje se nenáročností a značnou plasticitou. Nesnáší však pokles pod 10 °C. Nízké teploty vyvolávají žloutnutí listů a zhoršují opylení květů. Proto lze čirok pěstovat v mírném pásmu pouze tehdy, jestliže se použijí odrůdy s krátkou vegetační dobou. Jejich vegetace musí proběhnout v nejteplejším období roku (PETR A HÚSKA ET AL., 1997).

Na dozrání potřebují čiroky sumu teplot 2500 až 3500 °C a délku vegetační doby bez mrazů v rozmezí od 120 do 180 dní (HERMUTH ET AL., 2012).

Na půdu jsou čiroky poměrně nenáročné, přesto vysoké výnosy poskytují jen na strukturních půdách. Čirok je velmi odolný vůči suchu, vyniká svými schopnostmi značně šetřit vodou. Je také mnohem odolnější k zasolení půd než kukuřice (HODOVAL A PULKRÁBEK, 2013).

K jeho pěstování se hodí půdy písčito-hlinité a hlinito-písčité, které vykazují neutrální půdní kyselost. Kyselou půdní reakci čirok nesnáší. Toleruje půdy, které mají pH 5,5 až 8,5 (STUHLÍK, 1951). Těžké a mokré půdy ohrožují rostliny čiroku především vzrůstem plevelů, zabraňující rychlému vyklíčení semene a tím zbrzdí či dokonce omezí růst v dalších fázích růstu. K optimálnímu vývoji se hodí půdy sušší a propustné, s určitou vlhkostí, potřebnou k počátečnímu vývoji rostliny (HODOVAL A PULKRÁBEK, 2013).

Nároky na vodu jsou u čiroku nižší. Lépe než ostatní obilniny přečkává období sucha. Vyznačuje se nízkým transpiračním koeficientem, a tím i hospodárným využíváním vody (PETR A HÚSKA ET AL., 1997). PETŘÍKOVÁ ET AL. (2006) uvádí koeficient transpirace u čiroku 200 litrů vody na jeden kilogram sušiny. Ve srovnání s kukuřicí mají dvounásobné množství kořenových vlásečnic na

jednotku hlavních kořenů a takový povrch listů, který snižuje odpar. Proto potřebují asi o 1/3 méně vody než kukuřice a v extrémním suchu mají schopnost přejít do klidového stavu a obnovit růst v souvislosti s nadcházejícími dešti.

### **3.1.5 Šlechtění a povolené odrůdy**

Čiroky jsou v současné době vzhledem ke svému potenciálu jednou z nejintenzivněji šlechtěných plodin na světě. Vnitrodruhovým a zvláště mezidruhovým křížením lze podpořit fyzikální a chemické vlastnosti kladně ovlivňující kvalitu a výnos biomasy (graf č. 4 a tabulka č. 6). Také se šlechtí na odolnost a přizpůsobivost pro širokou škálu environmentálních podmínek. Příkladem jsou kříženci čiroku a súdánské trávy, kteří nemají příliš vyhraněné nároky na teplotu a proto dosahují dobrých výnosů i ve středních polohách (PETŘÍKOVÁ ET AL., 2006).

V České republice je v současné době 10 registrovaných odrůd (ÚKZÚZ, 2014).

### **3.1.6 Agrotechnika čiroku**

#### **3.1.6.1 Zařazení v osevním postupu**

Čirok zařazujeme do osevního postupu jako kukuřici. Při zařazování do osevního postupu jsou pro čirok nejvhodnější předplodiny, které po sobě nezanechávají pozemky zaplevelené. Je-li čirok pěstován jako hlavní plodina, jsou vhodnými předplodinami okopaniny a luskoviny (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

V posledních letech se osvědčilo zařazení čiroku v osevním postupu po ozimém žitě sklízeném na senáž. Po sklizni ozimého žita je vhodné provést mělké kypření a následný výsev. Tato kombinace pěstování silážního žita nebo ozimé směsky a následného výsevu čiroku je výhodná z důvodu využití pozemku, ale také dojde k zamezení rozvoje a šíření plevelů, šetření půdní vláhou, či vhodnému načasování setí do optimálního termínu. Výrazně také přispívá k omezení vodní eroze v meziporostním období (PETŘÍKOVÁ ET AL., 2006). Čiroky jsou dobrou předplodinou pro jarní obiloviny a celou řadu technických plodin. Při intenzivnějším hnojení a používání herbicidů může následovat čirok i víc let po sobě (HERMUTH ET AL., 2012).



### 3.1.6.2 Výživa a hnojení čiroku

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

Čirok cukrový má vysoký potenciál produkce zelené hmoty, 120 – 150 t.ha<sup>-1</sup>. Na jeho dosažení je třeba zajistit i potřebné živiny. Fosforem a draslíkem hnojíme zpravidla na podzim dle AZP. Hnojení dusíkem je nejvhodnější před setím v dávce 80 – 100 kg N.ha<sup>-1</sup> v pomalu působící formě (LAV nebo močovina). Během vegetace se zpravidla minerálními hnojivy nepřihnojuje (HODOVAL A PULKRÁBEK, 2013). Jak uvádí PETŘÍKOVÁ ET AL. (2006) průmyslová hnojiva jsou doporučována v dávkách 100 – 150 kg N, 30 – 70 kg P, 60 – 150 kg K na hektar. Výhodné je dodávání živin ve formě organického hnojení (chlévkový hnůj, zelené hnojení, komposty) k předplodině. Dávka organických hnojiv může být 25 – 35 tun na hektar (HERMUTH ET AL., 2012).

### 3.1.6.3 Příprava půdy

Příprava půdy pro čiroky je do značné míry závislá na půdních a klimatických podmínkách dané oblasti. Při pěstování v aridních a suchých oblastech je nutné přípravu půdy provádět systémem „Dry farming system“. Ten spočívá v orbě do hloubky 18 – 20 cm, kdy je posléze pozemek uvláčen, aby se vypařovací plocha povrchu půdy zmenšila na minimum. Povrch půdy je nutné do výsevu a později až do doby plného vzejití porostu udržovat stále bez půdního škraloupu. Rozrušování půdního škraloupu je důležité k porušení kapilarity v orniční vrstvě půdy, aby výpar vody z půdy byl co nejmenší (HERMUTH ET AL., 2012).

### 3.1.6.4 Setí

K výsevu volíme nezaplevelený pozemek z důvodu velmi pomalého počátečního růstu. Vzhledem k nebezpečí jarních mrazů by se výsev neměl uskutečnit dříve než koncem května. Hloubka setí je 30 – 50 mm při teplotě půdy

v hloubce 0,1 m alespoň 15 °C. Předčasně zaseté porosty vzcházejí pomalu a nevyrovnaně a bývají často zaplevelené (MOUDRÝ ET AL., 2011). Oproti doporučení hloubky výsevu HODOVAL A PULKRÁBEK (2013) uvádí hloubku setí 20 – 30 mm. Hlubší setí nedoporučuje, protože čirok má nižší energii vzcházení než kukuřice.

Výsev čiroků na zrno se nejčastěji provádí do řádků vzdálených od sebe 30 – 80 cm, vzdálenost rostlin v řádku je 25 – 30 cm. Některé vícesečné hybridy čiroku se mohou sít i do užších řádků. Souvislost meziřádkové vzdálenosti s výnosem znázorňují grafy č. 1, 2, 3. Výsevné množství čiroků se odvíjí od účelu pěstování a pohybuje se od 15 do 30 kg.ha<sup>-1</sup>. U čiroků pěstovaných pro zelenou hmotu je výsevní množství vyšší (HERMUTH ET AL., 2012).

HODOVAL A PULKRÁBEK (2013) uvádí, že optimální hustota porostu je 180 – 220 tis. rostlin na ha, průměrně 200 tis. rostlin na ha. Hustším porostem docílíme tenčího stébla a tím také vyšší podíl listů v silážní hmotě. Silážní hmota z hustšího porostu obsahuje méně vlákniny, je kvalitnější a lépe stravitelná.

Po setí není vhodné půdu válet, a to především na těžších půdách, kde dochází k tvorbě půdního škrálopu (HODOVAL A PULKRÁBEK, 2013). Výsev se provádí secími stroji, používají se stroje konstruované pro výsev obilnin, nebo speciální secí stroje na přesný výsev kukuřice nebo čiroku. Osivo čiroků má mít klíčivost nejméně 80 %, čistotu 98 %. Pro výsev se používá osivo tříděné a před výsevem se doporučuje provádět moření osiva především proti sněti čirokové (*Ustilago sorghi*), jak uvádí HERMUTH ET AL. (2013).

Tab. č. 1 Výsevní množství osiva čiroků na 1 hektar dle účelu pěstování

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

(HERMUTH ET AL., 2012)

### 3.1.6.5 Regulace plevelů

Pokud budeme uvažovat o intenzivní technologii pěstování čiroků, a s tím spojenou regulací plevelů, lze využít aplikace následujících herbicidů. Před setím čiroku je výhodné vyčistit pole neselektivním (totálním) herbicidem. Je možné aplikovat také postemergentní herbicidy v případě nutnosti ošetření během vegetace, s účinnými látkami MCPA při výšce rostlin cca 15 cm. V případě zaplevelení ježatkou kuří nohou (*Echinochloa crus-galli*), zvláště u čiroků pěstovaných na přímou sklizeň zrna nebo siláže, se v zahraničí nejvíce osvědčila preemergentní aplikace přípravku Gardoprim Plus Gold (účinná látka 312,5 g.l<sup>-1</sup> S-metolachlor a 187,5 g.l<sup>-1</sup> terbuthylazine) v dávce do 4 l.ha<sup>-1</sup> (HERMUTH ET AL., 2013).

Herbicidní ošetření by se mělo uskutečnit ve fázi 3. až 4. listu například Banvelem 480 S (účinná látka 480 g.l<sup>-1</sup> dicamba) v dávce 3 l/ha (MOUDRÝ ET AL., 2011).

MOUDRÝ ET AL. (2011) také uvádí, že během vegetace je třeba udržovat povrch půdy kyprý, bez škraloupu. Proto se doporučuje vláčení mladých porostů a později plečkování.

Nejlepší doba na vláčení bránami je až v období, kdy čirok dobře zakořenil. Nejvhodnější doba je, když porost má výšku 10 – 12 cm, později by došlo k nevratnému poškození rostlin. Když čirok zakryje půdu, nemusí se dále ošetřovat, neboť sám dusí plevele a zabraňuje silnému výparu vody z půdy. Proto je vhodné

pěstovat čirok i v systému organického zemědělství bez aplikace pesticidů (HERMUTH ET AL., 2013).

### 3.1.6.6 Choroby a škůdci

V současné době, s ohledem na malý rozsah pěstování, je výskyt chorob a škůdců v porostech čiroků relativně nízký. Květenství čiroků jsou často napadána houbovou chorobou sněží semennou (*Ustilago sorghi*). Jedná se o nebezpečnou chorobu a jedinou ochranou je preventivní moření osiva před výsevkem. Dále se na listech vyskytuje často *Puccinia purpurea*, která vytváří na listech červené tečky, později skvrny, které hnědnou a nekrotizují. Na stéblech, listech a kořenech se často vyskytuje *Bacillus sorghii*. V místech infekce se vytváří skvrny, přičemž napadené rostliny se vyznačují intenzivnějším antokyanovým zbarvením. Z houbových chorob se na čirocích ještě vyskytuje v menší míře *Helminthosporium turcicum*.

Ze živočišných škůdců napadá čirok celá řada hmyzu i vyšších živočichů. Mladé rostliny jsou často napadány larvami kovařika – drátovci nebo larvami chrousta obecného či mšicemi. Ošetření během vegetace se neprovádí, jelikož zmínění škůdci se pohybují pod prahem škodlivosti. Nejčastějším ošetřením je moření osiva (HODOVAL A PULKRÁBEK, 2013).

Z chorob napadající čiroky se vyskytují nejčastěji sněti. Ochrana spočívá v moření osiva. Z ostatních chorob se vyskytují *Helminthosporium turcicum* Pass., *Ascochyta sorghina* Sacc, *Fusicladium sorghi* Pass. Na mladých porostech škodí drátovci, housenky osenice polní (MOUDRÝ ET AL., 2011).

V podmínkách České republiky na lokalitě v Praze Ruzyni byl identifikován škůdce zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hübner) s charakteristickým projevem, který je znám z porostů kukuřice (HERMUTH ET AL., 2013).

### 3.1.6.7 Sklizeň čiroku

Termín sklizně se stanovuje na základě obsahu sušiny celé rostliny, od fáze objevení laty za 21 až 28 dní, při dosažení sušiny nad 20 %. Termín sklizně je ovlivněn délkou vegetace, která je v závislosti na nadmořské výšce od 120 do 135 dní. Obsah sušiny a ligninu dále ovlivňuje meziřádková vzdálenost (CARAVETTA, 1990).

Na pícninářské využití se v ČR nejvíce pěstují kříženci čiroku a súdánské trávy, následuje čirok cukrový a nejmenší výměru vykazuje čirok zrnový. Velkou

výhodou kříženců čiroku se súdánskou trávou je produkce jakostní, dobře fermentovatelné zelené hmoty (díky vysokému obsahu cukrů a hemicelulózy). Někdy fermentuje až bouřlivě (TŘINÁCTÝ ET AL., 2013).

Sklizeň závisí na účelu pěstování. Čirok je výnosná pícnina dosti bohatá na bílkoviny (obsahuje jich více než kukuřice). Na zelenou píci ho sečeme před metáním (když je vysoký asi půl metru), na siláž ho kosíme na začátku metání, později rychle dřevnatí a špatně obrůstá (MOUDRÝ A STRAŠIL, 1999).

MOUDRÝ ET AL. (2011) uvádí, že čirok sklizený na siláž, či senáž, kosíme v mléčně voskové zralosti, kdy je dostatečná produkce biomasy a zároveň její dobrá kvalita. Výnos biomasy jednotlivých odrůd čiroku v porovnání s kukuřicí znázorňuje graf č. 5. Nejvyšší výnosy sušiny se pohybují kolem 30 t/ha (graf č. 4).

Z hlediska pěstování a sklizně nejsou s čiroky problémy, neboť se používá, podobně jako u kukuřice, běžně dostupná zemědělská mechanizace. K sečení se používá celá škála řezaček nebo žacích strojů různých výkonů (HERMUTH ET AL., 2013).

### **3.1.6.8 Konzervace a uskladnění čiroku**

Pro celoroční využití biomasy je nutné sklizenou biomasu zakonzervovat a uskladnit. Nejčastějším způsobem konzervace je silážování. Silážování představuje konzervaci rostlinné biomasy založené na co možná nejrychlejší snížení hodnoty pH na 3,8 – 4,2. Poklesu pH se dosáhne hlavně působením kyseliny mléčné, vzniklé kvašením cukrů obsažených v biomase mléčnými bakteriemi za nepřístupu vzduchu. Vzduch se z vrstvy biomasy vytlačuje tlakem za použití těžké mechanizace (HERMUTH ET AL., 2013).

DOLEŽAL (2012) uvádí, že je důležité okamžitě, již v počáteční fázi fermentace, rozhodujícím způsobem podpořit růst laktacidogenní části přirozené silážní mikroflóry. Nejjednodušším a nejúčinnějším způsobem jak toho dosáhnout je, kromě vytvoření anaerobních podmínek (důsledné vytlačení vzduchu ze silážované píce), také přidání živých mléčných mikroorganismů do silážované píce v koncentraci minimálně 100 000 mikroorganismů na 1 g silážované píce. A právě k tomuto účelu slouží biologická silážní aditiva – inokulanty.

TŘINÁCTÝ ET AL. (2013) uvádí, že podle zkušeností z Německa, ale i u nás, dochází běžně zasilážování čiroků i při sušině pod 25 %, je však třeba uzpůsobit

délku řezanky (3 – 4 cm), způsob dusání a výšku (zhruba 1 m) naskladněné hmoty v silážním žlabu.

Žádoucí je sklízet silážní čirok v sušině 28 – 38 %. Sklízet při nižším obsahu sušiny je možné, ale ekonomicky nevýhodné. Výška naskladnění siláže je závislá na obsahu sušiny ve sklizňové hmotě. Při nedodržení doporučené výšky a způsobu naskladnění hrozí zvýšený odtok silážních šťáv nebo naopak při příliš vysoké sušině druhotná fermentace siláže. Vzhledem k vyššímu obsahu vodorozpustných cukrů lze čirokovou siláž z celých rostlin bez rizika naskladňovat i při vyšším obsahu sušiny, maximálně však do 45 %. Z téhož důvodu postačí pro zajištění kvalitní fermentace běžný biologický inokulant. Jeho použití je velmi vhodné. Sklizeň při vyšších sušinách přichází v úvahu při přípravě siláží ze zrnových, ojediněle i kombinovaných čiroků. Sklizeň se samozřejmě provádí v mléčně voskové zralosti (HERMUTH ET AL., 2013).

### **3.1.7 Využití čirokové siláže v krmných dávkách**

V krmných dávkách dojnic siláž čiroku, sklizeného ve vegetativní fázi, může částečně nahradit kukuřičnou siláž. Ve srovnání s kukuřičnou siláží obsahuje méně energie (absence škrobu), více stravitelné vlákniny, ale také méně lysinu. Zařazení siláží čiroku místo kukuřičných či vojtěškových siláží do krmné dávky se projeví velmi obdobným způsobem, jako zařazení luskovinových siláží. Díky zvýšenému obsahu hemicelulóz dochází k vyšší mikrobiální aktivitě v bachoru, což se vně projevuje mj. zvýšením tučnosti mléka (TŘINÁCTÝ ET AL., 2013).

PŘIKRYL A DVOŘÁČEK (2010) doporučují dávku siláží z čiroku do denní krmné dávky dojnic v množství 8 – 10 kg, neboť při této dávce jsou pozitivně ovlivněny mléčné složky a není redukován příjem sušiny.

TŘINÁCTÝ ET AL. (2013) uvádí, že velmi pozitivní vliv má přídavek čirokové bílkovinné siláže tam, kde byla dříve chybějící energie doplňována překrmováním škrobnatými krmivy, čímž docházelo k acidózám.

## 3.2 Kukuřice – *Zea mays* L.

### 3.2.1 Historie pěstování kukuřice

Kukuřice je plodinou původně z tropických oblastí, která se pěstuje v rozmanitých klimatických podmínkách (ŠNOBL ET AL., 2011). HANČOVÁ A PECHAROVÁ (1993) uvádí, že místem vzniku kukuřice je Střední Amerika, kde vznikla jako mezirodový kříženec mezi druhy *Euchlaena mexicana* a *Tripsacum dactyloides*.

Mořeplavci ji dovezli do Evropy pravděpodobně v roce 1493. Na Slovensku se začala pěstovat od roku 1725, tam se dostala z Turecka přes Maďarsko. Později se rozšířila na jižní Moravu a do Čech (PETR ET AL., 1997).

### 3.2.2 Botanická charakteristika kukuřice

V botanickém systému je kukuřice (*Zea mays* L.) zařazena jako jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašníkovými (samčími) a pestíkovými (samičími) květy, uspořádanými do oddělených květenství (laty a palice). Je cizosprašná. Patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*). Do této skupiny patří také již dříve zmíněné rody *Euchlaena teosinta* (se dvěma druhy) a *Tripsacum* (s devíti druhy), jak uvádí ZIMOLKA ET AL. (2008).

V rámci druhu se kukuřice setá (*Zea mays* L.) rozděluje do osmi poddruhů, ze kterých se ve výživě zvířat nejvíce využívají: kukuřice okrouhlá, kukuřice koňský zub, kukuřice polozubovitá.

Výchozí formy pro další křížení kukuřice jsou dva základní typy: „flint“ – tvrdá kukuřice a „dent“ – koňský zub (NEDĚLNÍK ET AL., 2011).

ZIMOLKA ET AL. (2008) uvádí, že většina skupin se dělí na nižší botanické jednotky podle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy pluch na větenech palic na tyto poddruhy:

**Kukuřice obecná, tvrdá** (*Zea mays* convar. *indurata* Sturt., syn. *Z.m.* convar. *vulgaris* Körn.). Je velmi polymorfní a patří k nejstarším. Zrno má tvrdé, okrouhlé, lesklé, s moučnatým endospermem pouze ve střední části zrna. Zahrnuje odrůdy ranější s rychlejším růstem a vývojem v počátečních stádiích. Uvádí se též nižší výnos v porovnání s kukuřicí koňský zub.

**Kukuřice koňský zub** (*Zea mays* convar. *indentata* Sturt., syn. *Z.m.* convar. *dentiformis* Körn.). Zrno se vyznačuje nižší tvrdostí oproti kukuřici obecné. Má obvykle klínovitý tvar s malou jamkou nahoře. Jamka vzniká vysycháním endospermu při zrání zrna. Odrůdy náležící do této variety jsou zpravidla pozdnější než kukuřice obecná, méně odnožují, jsou však výnosnější.

**Kukuřice polozubovitá** (*Zea mays* convar. *aorista* Grebenc., syn. *Z.m.* *semidentata* Kulesh.) vznikla křížením koňského zubu a kukuřice obecné a představuje přechodnou formu mezi těmito dvěma varietami.

**Kukuřice pukancová – praskavá** (*Zea mays* convar. *everta* Sturt., syn. *Z.m.* convar. *microsperma* Körn., Grebenc.) tvoří velmi drobné zrno (HTS 90 – 130 g). Pražením zrno praská, oplodí a endosperm přitom jako bílá hmota několikrát zvětší objem a vyhřezává.

**Kukuřice cukrová** (*Zea mays* convar. *saccharata* Sturt.) se po dozrání vyznačuje sraštělým endospermem sklovitého vzhledu, který je složen převážně z vodorozpustných glycidů. Charakteristická sraštělost zrna se dostavuje až po dozrání, neboť chybí podpurná rohovitá vrstva. Pro svou výživnou hodnotu se používá jako zelenina, kdy se sklízí v konzumní (voskově mléčné) zralosti. Konzumuje se jako vařená nebo sterilovaná, ve sladkokyselém či slaném nálevu, nejčastěji slouží k přípravě salátů.

**Kukuřice vosková** (*Zea mays* convar. *ceratina* Grebenc., Kulesh.) má zrno vzhledem i tvrdostí velmi podobné zrnu kukuřice tvrdé, od něhož se liší matným povrchem. Polysacharidy jsou zastoupeny převážně dextriny. Je vhodná k technickým účelům.

**Kukuřice škrobnatá** (*Zea mays* convar. *amylacea* Sturt., Mont., Grebenc., syn. *Z.m.* convar. *macrosperma* Klobsch.). Zrno má nízký obsah bílkovin, naopak vysoký obsah škrobu, je tedy typickou kukuřicí škrobárenskou, případně vhodnou k výrobě lihu.

**Kukuřice pluchatá** (*Zea mays* var. *tunicata* St. Hill, syn. *cryptosperma* Bonaf, syn. *glumacea* Larranaga). Nemá hospodářský význam, slouží k botanickým a genetickým studiím.

### Fyziologické typy kukuřice

Výsledkem šlechtitelské práce je řada rozdílných typů hybridů lišících se anatomickou stavbou a fyziologickými vlastnostmi. Výrazně dlouhou fotosynteticky



aktivní periodou až do fyziologické zralosti se vyznačují pomalu dozrávající tzv. stay green hybridy. Díky této vlastnosti dosahují zvýšený výnos škrobu a vyšší výnos zrna. Nezanedbatelná je také aktivita antimikrobiálního aparátu, umožňující rostlinám déle odolávat ataku fytopatogenních organismů. Tyto hybridy jsou vhodné do teplotně příhodných oblastí. V chladných a vlhkých oblastech hrozí nebezpečí, že v termínu sklizně nedosáhnou požadované sklizňové sušiny v rozmezí 33 – 35 %. Pro tyto oblasti jsou vhodnější tzv. rychle dozrávající hybridy s typickým rychlým nárůstem sušiny ve zbytku rostliny. Mezi oběma typy hybridů existuje široká škála přechodů, které jsou označovány jako rovnoměrně dozrávající hybridy (NEDĚLNÍK ET AL., 2011).

### **3.2.3 Morfologická charakteristika kukuřice**

#### **Zárodek**

Zárodek tvoří část obilky a je základem nové rostliny (PETR A HÚSKA ET AL., 1997). Ke klíčení obilky kukuřice dochází v důsledku komplexního projevu biochemických, fyziologických a morfologických pochodů. Doba klíčení v polních podmínkách bývá sedm až deset dní. V současné době vyšlechtěné odrůdy mohou klíčit již při 5,5 °C (ZIMOLKA ET AL., 2008).

#### **Kořeny**

Primární kořenová soustava je tvořena kořeny, které se zakládají již v zárodku. Sekundární kořenová soustava vzniká v přeslenech okolo bazálních uzlů. Je to soubor stéblových adventivních kořenů, vytvářejí se obvykle okolo pěti až sedmi bazálních uzlů. Jejich vznik pokračuje až do mléčné zralosti. Z vyšších přeslenů vyrůstají kořeny i nad povrchem půdy a mají mimo absorpční funkci i podpůrnou mechanickou funkci proti polehnutí. Na primární a sekundární kořenové soustavě vznikají boční kořeny (PETR A HÚSKA ET AL., 1997).

Převážná část kořenů se rozkládá do hloubky 0,3 – 0,4 m. Optimálně vyvinutá kořenová soustava může pronikat do hloubky až 2,5 m (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

## **Stéblo**

Kukuřice má, obdobně jako jiné obilniny, vzpřímené stéblo. Na povrchu je hladké. Stéblo je vyplněno dřevem. Dosahuje výšky (podle variet) od 120 do 300 i více centimetrů (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Stéblo je zásobním orgánem, který nese a zprostředkovává spojení listů s kořeny. Má uzly (nódy) a články (internodia). Spodní články jsou velmi krátké. Jejich počet závisí na délce vegetačního období (PETR A HÚSKA ET AL., 1997). ŠANTRŮČEK ET AL. (2008) uvádí, že počet nadzemních článků je geneticky založen a liší se u jednotlivých hybridů.

Z každého kolénka vyrůstá jeden list. Z nejspodnějších kolének mohou vyrůstat vedlejší odnože, které však ochuzují hlavní stéblo o živiny a mohou snižovat výnos zrna (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008). ZIMOLKA ET AL. (2008) uvádí, že právě proto bylo cíleně šlechtěním dosaženo (zvláště u koňského zubu) potlačení jejich tvorby.

Podíl stébel na celkovém výnosu sušiny rostlin kukuřice bývá v rozpětí 30 – 50 %. Důležitou vlastností stébla je jeho pevnost, která je ovlivněna odolností proti houbovému onemocnění a napadení zavíječem kukuřičným způsobující lámání rostlin (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

## **Listy**

Listy se skládají z listové pochvy a listové čepele, která má zvlňžený kraj. Slouží k asimilaci a výparu vody (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008). Listy jsou protistojné. Směrem do středu stébla jsou řidší a přirůstají na stéblo ve dvou svislých řadách (PETR ET AL., 1997).

Kukuřice má listy široké, dlouze kopinaté. Povrch čepele je mírně porostlý chloupky, na spodní straně hladký. Na vrchní straně listové čepele se v menších odstupech nacházejí skupiny nápadně velkých, tenkostěnných elastických buněk (cellulae bulliformes), které jsou ponořeny hluboce do mezofylu. Tyto buňky při nabobtnání – zvyšování turgoru, list rozvinují, při ztrátě turgoru (horké a suché počasí) zavinují, a tím částečně regulují transpiraci. Žlábkovité, šikmo vzhůru postavené, listy umožňují kukuřici využít i nepatrných srážek (včetně rosy) a odvádět je ke kořenům (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Postavení listu má především význam při využití dopadajícího slunečního záření v porostu kukuřice. Moderní intenzivní hybridy kukuřice se vyznačují nejčastěji erektofilním postavením listů, které využívá dopadající sluneční záření

podstatně lépe než postavení planofilní. Podíl listů na celkovém výnosu sušiny rostliny kukuřice je v rozmezí 10 – 20 % (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

### **Květy a květenství**

Na rozdíl od ostatních obilnin je kukuřice rostlina jednodomá, různopohlavní. Samčí květenství je lata, která vyrůstá z horního internodia stébla (KARABÍNOVÁ ET AL., 2001). Stavebním prvkem prašnickového květenství (laty) jsou prašnickové klásky. Lata začíná kvést od středu a uvolňování pylu trvá 4 – 5 dní, za méně příznivých podmínek až 8 dní (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008). ZIMOLKA ET AL. (2008) uvádí, že velikost a tvar laty je u kukuřice charakteristickým znakem.

Pestíkové či samičí květenství je sestaveno do klasu (palice). Osu klasu tvoří klasové větveno, v jehož jamkách sedí samičí klásky uspořádané párovitě do podélných řad. Jejich počet je vždy sudý, obvykle od 8 do 18. Kulovitý semeník je zakončen dlouhou nitkovitou, řídko obrvenou čnělkou, která je téměř po celé délce schopna opylení (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Kukuřičná palice je tvořena třemi složkami – zrnem, větvenem a listeny. Jejich vzájemné zastoupení kolísá podle stupně zralosti a druhu uplatněného hybridu. Průměrné procentické zastoupení těchto součástí palice v absolutní sušině je následující: zrno 65 – 75 %, větveno 15 – 25 % a listeny 10 – 20 % (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

### **Zrno**

Kulovitý semeník kukuřice se po oplodnění změní na plod a z oplodněného vajíčka se vyvine semeno. Zrno (caryopsis) kukuřice je z botanického hlediska nažka, což je suchý jednosemenný plod nepukavý s tenkým oplodím (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Zrno se skládá z klíčku, endospermu a obalů. Podíl klíčku je zhruba 10 – 12 %, endospermu 83 – 85 % a obalů 5 %. Hlavní podíl endospermu zrna tvoří škrob, který se skládá z amylozy a amylopektinu. Poměr těchto dvou základních komponentů je 25 : 75. Složky bílkovinného komplexu zrna kukuřice jsou: albuminy (5 %), globuliny (6 %), prolaminy (50 %), gluteliny (39 %), jak uvádí KARABÍNOVÁ ET AL., (2001). Obsah tuků se pohybuje od 3 – 6 %. Nejvíce kukuřičného oleje se nachází v klíčku. Tuk tvoří především nenasycené mastné kyseliny jako kyselina

linolová (50 – 60 %), olejová (25 – 30 %) a palmitová (12 – 13 %), jak uvádí KARABÍNOVÁ ET AL. (2001).

### 3.2.4 Požadavky kukuřice na půdně – klimatické podmínky

Kukuřici je možno pěstovat na všech půdách, pokud jsou dostatečně vzdušné, propustné a biologicky činné. Má dobře vyvinutý a rozložený kořenový systém, proto si dobře opatřuje živiny, ale potřebuje jich velké množství (STACH, 1995).

Kukuřice je teplomilná rostlina. Zrno začíná klíčit, když teplota půdy dosahuje 7 – 8 °C. Pro nasazení dostatečného počtu palic a jejich vývoj jsou důležité teploty v srpnu a počátkem září. ŠANTRŮČEK (2008) k tomu uvádí, že transpirační koeficient je u kukuřice nízký: 240 – 370. K vysoké produkci zrna potřebuje kukuřice dostatek vody zejména v období mezi metáním a mléčnou zralostí, to je v období intenzivního růstu. Na sucho je kukuřice velmi citlivá v době květu blizen, kdy dochází k jejich zasychání. Nároky na půdu má kukuřice mnohem menší než na teploty. Nevhodné jsou pozemky erozně ohrožené (vzhledem k dlouhému období bez zapojení porostu) a dále v mrazových kotlinách (ŠNOBL ET AL., 2011).

Pro pěstování kukuřice jsou vhodná všechna stanoviště mimo extrémně výsušné půdy a půdy jílovité, zamokřené se zhutněným orničním a podorničním profilem. Větší výnosovou jistotu kukuřici poskytují půdy střední až těžší s pH 5,6 – 7. V bramborářské a chladnější řepařské oblasti preferuje půdy hluboké, hlinité a výhřevné, s dostatkem humusu. Nejvhodnější jsou jižní expozice. Snáší i půdy slabě kyselé a slabě zásadité. V půdách s pH menším než 5 se snižuje výnos rostlinné hmoty až o 30 %. Vzájemné vztahy mezi jednotlivými vlivy – jako jsou teplota, délka dne, nadmořská výška, zásobení vodou a živinami, půdní typ a expozice pozemku a další činitele ovlivňují výnos a zralost hybridů – způsobují poměrně značné kolísání ve výnosech a kvalitě produkce mezi jednotlivými ročníky a hybridy (DOLEŽAL ET AL., 2012).

Nároky na celkovou sumu teplot jsou dané raností hybridu a pohybují se v rozmezí 1 700 – 3 200 °C. Velmi rané hybridy mají nižší nároky na sumu teplot a lze je pěstovat i v teplotně méně příznivých oblastech. Na základě dosažené sumy efektivních teplot (SET) lze předpovědět dobu květu kukuřice a odhadnout termín sklizně. V České republice se osvědčil model výpočtu, při kterém se od výsevu kukuřice sčítají střední denní teploty minus fyziologická minimální teplota 6 °C dle vzorce  $(t_{\min} + t_{\max} / 2) - 6$ . Nárůst biomasy se zastavuje při teplotách pod 6 °C a nad

30 °C, a proto se zohledňují teploty pouze v tomto rozsahu (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

V souladu s Nařízením vlády č. 479/2009 došlo k rozšíření podmínek dobrého zemědělského a environmentálního stavu, konkrétně standardu GAEC 2, který je zaměřen na protierozní ochranu půdy. S účinností od 1. července 2011 musí zemědělci chránit i mírně erozně ohrožené půdy. Na nich mohou pěstovat širokořádkové plodiny pouze s využitím půdoochranných technologií. Toto opatření se vztahuje i na pěstování kukuřice na takto erozně ohrožených půdních blocích (MZE, 2011).

### **3.2.5 Agrotechnika kukuřice**

#### **3.2.5.1 Zařazení v osevním postupu**

Kukuřici botanicky řadíme do hospodářské skupiny obilnin. Z pohledu způsobu pěstování a působení v osevním postupu se řadí jako okopanina. Pokud se ke kukuřici dobře hnojí, na předplodinu výrazně nereaguje (STACH, 1995). Kukuřice není náročná na předplodinu. Obvykle se zařazuje v osevním postupu po obilninách, ale velmi často i vícekrát po sobě. Především při pěstování kukuřice po sobě je třeba mít na zřeteli některé živočišné škůdce, kteří způsobují poměrně závažné přímé i nepřímé hospodářské ztráty (DOLEŽAL ET AL., 2012).

Luxusními předplodinami jsou jeteloviny a luskoviny, které obohacují půdu o dusík a zanechávají v ní velmi kvalitní posklizňové zbytky (ZIMOLKA ET AL., 2008). Zařazení po jetelovinách a ostatních pícevinách může však mít v některých oblastech za následek zvyšování výskytu půdních škůdců – drátovců (STACH, 1995).

#### **3.2.5.2 Výběr hybridu**

Při pěstování kukuřice se používá výhradně hybridní osivo. Výběr hybridu patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. Při volbě hybridů na silážní účely jsou důležitá kritéria: vysoký výnos silážní hmoty, vysoký podíl palic z celkové hmoty kukuřice (min. 50 % palic), stravitelnost organické hmoty, vhodná délka vegetační doby, zdravotní stav hybridu, odolnost k poléhání a chladu, zralost zrna na zelené rostlině a vhodnost hybridu pro určitou oblast pěstování (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Vlivem šlechtitelského úsilí byly vyšlechtěny hybridy vhodné pro velmi rozdílné klimatické poměry. Číslo ranosti, tzv. číslo FAO, určuje poměrnou délku

vegetační doby hybridu. Ty se rozdělují do několika skupin. Rozdíl o 10 čísel FAO znamená rozdíl ve zralosti 1 – 2 dny, případně 1 – 2 % sušiny (ŠNOBL ET AL., 2011).

Podle ranosti jsou pro bramborářskou výrobní oblast doporučeny nejranější hybridy skupiny FAO 160 – 250, pro řepářskou hybridy skupiny FAO 250 – 300 a pro teplejší řepářskou oblast i hybridy pozdnější. V kukuřičné oblasti lze pěstovat hybridy skupiny FAO 300 – 400. Ranější hybridy nebývají tolik postihovány letními přísušky a snáze dosahují požadovaného stupně zralosti. Jsou však méně výnosnější než pozdnější (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008). Výnos suché hmoty a obsah sušiny dle jednotlivých odrůd znázorňuje graf č. 6.

Tab. č. 2 Skupiny podle ranosti a směru využití - hybridy na siláž

Stupeň ranosti	Číslo ranosti	Výsevní spon (cm)	Doporučená výrobní oblast
velmi raný	do 220	70 x 15	obilnářská, bramborářská
raný	200 - 260	70 x 15	řepářská, obilnářská a bramborářská
středně raný	260 - 300	70 x 15	kukuřičná a řepářská
středně pozdní	nad 300	70 x 17	kukuřičná

(ZIMOLKA ET AL., 2008)

### 3.2.5.3 Výživa a hnojení

Pro kukuřici je charakteristický velmi pomalý počáteční růst a malý příjem živin. Potom následuje období velmi intenzivního růstu a příjmu živin. Za 35 – 45 dní je přijato 70 – 75 % všech živin (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Pro dosažení výnosu sušiny 10 – 12 t.ha<sup>-1</sup> a při normálním podílu palic 40 % je nutno pozemek dobře zásobit všemi živinami. Na vyprodukování uvedeného množství hmoty je zapotřebí kukuřici dodat 120 - 180 kg N.ha<sup>-1</sup>, 30 – 45 kg P.ha<sup>-1</sup> a 80 – 160 kg K.ha<sup>-1</sup>. Vyšší dávky hnojiv používáme v bramborářském výrobním typu a na půdách s nižší zásobou živin. Zde je také zvlášť vhodné, až nutné, krýt větší část potřebných živin chlévským hnojem. Živiny dodané ve statkových hnojivech se uvolňují postupně v průběhu vegetace, podle potřeby rostlin (VRZAL ET AL., 1995).

Z organických hnojiv je nejčastěji používán chlévský hnůj. Na půdách méně úrodných s nedostatkem humusu, zejména po obilninách, na něj kukuřice reaguje obvykle kladně. V suchých ročnících je účinnost nižší. Optimální dávky hnoje se pohybují v rozpětí od 30 do 40 t.ha<sup>-1</sup>. Kukuřice je řazena mezi plodiny, které velmi

pozitivně reagují na hnojení kejdou nebo močůvkou. Zvláště vhodné je hnojení kukuřice kejdou prasat, kejdou skotu nebo digestátem z kejdy, resp. z kejdy prasat a kukuřičné siláže (ZIMOLKA ET AL., 2008).

ZIMOLKA ET AL. (2008) dále uvádí, že pro hnojení na začátku a v průběhu vegetace se u kukuřice osvědčily aplikátory s povrchovou podlistovou aplikací (v praxi povrchové řádkové hnojení) s dávkami kolem 10 – 20 t.ha<sup>-1</sup> (podle obsahu N). Aplikace kejdy pomocí vlečných hadic do výšky porostu asi 30 cm s sebou nese riziko těkání čpavku, zejména při suchém počasí. I malé dešťové srážky zapraví kejdu do půdy a významně tyto ztráty sníží. Výhodnější je ale aplikovat kejdu, až kukuřice dosáhne výšky 50 až 70 cm, kdy rostliny zakrývají povrch půdy a tím se výrazně sníží ztráty na dusíku (asi o 10 až 20 % podle zapojení porostu).

Na půdách s nižší sorpční schopností je zásobní hnojení průmyslovými hnojivy často spojeno se značnými ztrátami živin vyplavením do podzemních vod. Rozhodující část dusíku se obvykle aplikuje před setím, ale vysoký příjem rostlinami je až v období intenzivního růstu, tedy asi za 8 – 10 týdnů. Maximální dávka pro základní hnojení je 70 kg N.ha<sup>-1</sup> na lehčích půdách a 120 kg N.ha<sup>-1</sup> na těžších půdách. K základnímu hnojení před setím jsou vhodná hnojiva s amonným a ledkovým dusíkem (síran amonný, močovina, DAM 390). Přihnojení během vegetace je neefektivnější v období, kdy porosty dosáhly výšky 0,2 – 0,4 m. Dávka by se měla pohybovat mezi 20 – 40 kg N.ha<sup>-1</sup>. Nedostatek dusíku se projevuje zpravidla až po odkvětu. Palice jsou malé, nevyvinuté, méně ozrněné (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Kukuřice je plodinou náročnou na fosfor, zvláště v počátečních růstových fázích. Proto je potřeba zajistit jeho optimální množství v celém půdním profilu. To se projeví ve zvýšené tvorbě fytomasy kořenů a nadzemních částí rostlin (ZIMOLKA ET AL., 2008). Nedostatek fosforu snižuje odolnost rostlin proti chladu, chorobám, suchu a poléhání. Špatné zásobení rostlin fosforem se projeví nejvýrazněji u mladých rostlin hlavně před metáním. Listy jsou užší, tmavě modrozeleně zbarvené a konce horních listů jsou červeno-purpurové. Palice jsou malé, zdeformované, často ohnuté (VRZAL ET AL., 1995).

Jako zvláště výhodná je aplikace fosforečných hnojiv společně s posklizňovými zbytky, nebo ještě lépe s organickými hnojivy. Posklizňové zbytky a organická hnojiva zabezpečí alespoň z části biologickou sorpci fosforu a zvýší jeho využitelnost pro rostliny. Společně s organickými hnojivy je možné dělat zásobní hnojení fosforem na dva až tři roky, poněvadž se využije efektu, tzv. biologické

sorpce fosforu. U kukuřice se osvědčuje lokální aplikace startovací dávky fosforečných hnojiv „pod patu“. Především pak Amofosu, který obsahuje vodorozpustný fosfor (52 %  $P_2O_5$  a 12 % N), jak uvádí DOLEŽAL ET AL. (2012).

Také hnojení draslíkem je nutné věnovat náležitou pozornost. Draslík podporuje asimilaci a zvyšuje výnos energie (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008). DOLEŽAL ET AL. (2012) uvádí, že draslík také výrazně ovlivňuje vodní režim rostliny a buněčný turgor, tvorbu sacharidů, jejich přeměny a ukládání do zásobních orgánů. Dále má výrazný vliv na hospodaření s energií a velmi pozitivně ovlivňuje spotřebu vody na produkci jednotky sušiny, zlepšuje využití dusíku a podporuje tvorbu bílkovin, zvyšuje odolnost proti mrazu a vláhovému deficitu.

Draselnými hnojivy se hnojí zpravidla na podzim nebo před setím. Zvláště vhodná je společná aplikace s posklizňovými zbytky před orbou, kdy lze docílit lepšího rozmístění draslíku v půdním profilu. Z hnojiv upřednostňujeme draselná hnojiva chloridového typu. Zvýšení výnosu zrna může být způsobeno odstraněním chloridového deficitu, potlačením kořenových chorob a zlepšením vodního režimu rostliny (ZIMOLKA ET AL., 2008). K dodání draslíku lze použít nejlépe draselných solí (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Pro stanovení potřeby hnojení hořčíkem lze vycházet z normativu potřeby Mg na 1 t produktu. Ten u kukuřice na siláž činí  $0,3 \text{ kgMg.t}^{-1}$  zelené hmoty. Po započtení ztrát vyplavením, by dávky měly být na úrovni  $30 - 50 \text{ kg Mg.ha}^{-1}$  (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

#### **3.2.5.4 Zpracování půdy ke kukuřici**

Kukuřice je na přípravu půdy velmi náročná. Vyžaduje půdy hluboko zpracované, aby se mohl plně rozvinout její mohutný kořenový systém a tím vytvořit příznivé podmínky pro příjem vody a živin (ŠNOBL ET AL., 2011). VRZAL (1995) uvádí, že u kukuřice je vhodné provést na podzim podryvání. Jeho cílem je zlepšit biologickou aktivitu půdy, zmenšit utužení, zlepšit hospodaření s půdní vláhou. Podryvání se zpravidla dělá na hloubku 45 – 50 cm (pokud to umožňuje hloubka ornice) a je možno ho spojit se základním hnojením. Podryvání se provádí zpravidla jednou za 4 – 5 let.



### **Zakládání porostů kukuřice při klasickém zpracování půdy:**

**Podzimní zpracování půdy:** Důležitá je včasná podmítka, která účinně šetří vláhu a má nezanedbatelný vliv na boj s plevely. Před zimou se dělá zimní orba, při níž se zapravují organická hnojiva a posklizňové zbytky.

**Jarní příprava půdy:** Je zahájena ihned, jakmile to půdní podmínky dovolí. Hlavním cílem při přípravě půdy je vytvořit v hloubce 4 – 6 cm přirozeně ulehle seťové lůžko, které je zárukou rovnoměrného vzcházení kukuřice. Nejvhodnějším náradím pro přípravu seťového lůžka jsou kompaktory, které umožní zpracování půdy v jedné operaci a tak šetří půdní vláhu.

Výhody klasického zpracování jsou rychlé prohřátí půdy na jaře, přirozené nakypření dostatečné vrstvy ornice, snížení nákladů na chemickou ochranu a také hluboké a rovnoměrné zapravení organických zbytků a organických hnojiv do půdy.

Nevýhody klasického zpracování jsou vyšší finanční náročnost, prodloužení pracovní špičky na podzim a někdy nadměrné ztráty vláhy.

### **Zakládání porostů kukuřice při minimalizačních technologiích:**

Tyto technologie se začínají v poslední době stále více prosazovat do popředí především z ekonomických důvodů. Jedná se o zakládání porostu do částečně zpracované půdy nebo do půdy nezpracované.

**Setí do částečně zpracované půdy:** Pozemek po sklizni předplodiny je vhodné podmítnout, čímž je přerušena kapilarita a umožněno dobré vzejití výdrolu a plevelů. Vzešlé plevele a výdrol je nutné před podzimní hlubokou podmítkou zničit totálním herbicidem. Jarní příprava půdy vychází z průběhu zimy a zároveň se přizpůsobí secímu stroji.

Výhody tohoto způsobu výsevu jsou snížení nákladů na přípravu půdy, zkrácení pracovní špičky na podzim a jednodušší příprava půdy na lehčích i těžších půdách.

A nevýhody jsou zvýšení rizika škodlivosti zavíječe kukuřičného a houbových chorob (posklizňové zbytky zůstávají na povrchu), vyšší náklady na chemickou ochranu a pomalejší prohřívání půdy na jaře.

**Setí do nezpracované půdy:** Při tomto způsobu setí se pozemek po sklizni předplodiny vůbec nekultivuje. Na jaře před setím je třeba použít totální herbicid. Využití tohoto způsobu je vhodné především na pozemcích s lehkou písčitou, nebo hlinitopísčitou, půdou, kde nehrozí zhutnění půdy.

Výhody tohoto způsobu výsevu jsou omezení vodní eroze (především na svažitých pozemcích), omezení větrné eroze, podstatné snížení nákladů na přípravu půdy, možnost využití na lehčích a kamenitých půdách.

Nevýhody jsou pak zvýšení nákladů na chemické přípravky, pomalé prohřívání půdy na jaře, nebezpečí výskytu zavíječe kukuřičného a houbových chorob, nebezpečí špatného zapravení osiva, nebezpečí zhoršené vzcházivosti a ztížená aplikace hnojiv a herbicidů.

#### **Setí s využitím meziplodin:**

Zakládání porostů kukuřice do strništních meziplodin plní funkci ochrany půdy proti erozi a ochranu živin před vyplavováním z půdy (DOLEŽAL ET AL., 2012).

#### **3.2.5.5 Setí kukuřice**

Standardní hranice počátku setí je dána teplotou půdy 8 – 10 °C, což bývá v našich podmínkách na přelomu dubna a května. Nejlepší výsledky v kukuřičné oblasti dávají porosty seté 15. – 25. 4., při výsevu po 10. – 15. 5. se snižují výnosy o 15 % i více (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

ZIMOLKA ET AL. (2008) uvádí, že předčasný výsev před 15. dubnem může být v chladnějších oblastech na závadu, z hlediska vzcházení rostlin. Při časném setí je třeba přihlídnout ke kvalitě osiva, jeho moření a hodnotě chladového testu.

Hloubka setí v základním agrotechnickém termínu je určena takto: hloubka setí (mm) = (HTZ x 2) / 100. Na lehčích půdách a při pozdějším termínu se doporučuje hlubší setí (50 – 70 mm), na těžších půdách a při časnějším setí je doporučena menší hloubka (30 – 40 mm). Kukuřici vyséváme do řádků širokých 0,7 – 0,75 m (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Kvalitu setí významně ovlivňuje pojezdová rychlost secího stroje, proto by se neměla zvyšovat nad povolenou mez. Vysoká pojezdová rychlost je příčinou nedodržení počtu vysetých zrn na plošnou jednotku, hloubky setí, pravidelného rozmístění semen v řádku a špatného zahrnutí semen půdou. Pro pneumatické secí stroje platí nejvyšší pojezdová rychlost 6 km/hod. U secích strojů s mechanickým výsevním ústrojím může být pojezdová rychlost zvýšena až na 10 km/hod., avšak již za cenu snížení výnosu o 3 % (ZIMOLKA AT AL., 2008).

Pro setí využíváme přesné secí stroje, které zaručí rovnoměrnou hloubku setí, požadovaný počet vysévaných zrn a jejich rovnoměrné rozmístění na ploše. Jako optimální se jeví secí stroj pro přesné setí s přihnojením tzv. pod patu. Hustota

porostu je důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu silážní hmoty. Doporučený počet rostlin kukuřice je 70 000 – 110 000 na hektar. Optimální hustota porostu konkrétního hybridu je doporučena šlechtiteli (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Tab. č. 3 Orientační hodnoty pro určení hustoty porostu při sklizni

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

(ZIMOLKA ET AL., 2008)

Prvním zásahem po zasetí kukuřice bývá válení. V suchých oblastech a za suchého jara je nutné na všech půdách, ve vlhčích oblastech pouze na lehkých půdách (ŠNOBL ET AL., 2011).

### 3.2.5.6 Regulace škodlivých činitelů

#### Regulace plevelů

Kukuřice je plodinou, která velmi citlivě reaguje na zaplevelení. Její růst mohou plevelé značně omezit. V kukuřici se vyskytují téměř všechny plevelné druhy, především však skupina pozdních jarních druhů (laskavec ohnutý, merlík bílý, mléč zelinný, rdesno blešník, bažanka roční aj.) a plevelé vytrvalé (pcháč oset, pýr plazivý). ZIMOLKA ET AL. (2008) uvádí, že ze skupiny přezimujících plevelů to jsou především kosmopolitní druhy – heřmánkovec přímořský, kokoška pastuší tobolka a peníze rolní. Výskyt těchto, v kukuřici méně typických druhů, je velmi ovlivněn průběhem počasí. Především v častějších chladnějších periodách, které brzdí kukuřici v růstu, jsou vytvořeny podmínky pro tyto plevelé.

Regulace zaplevelení je účinná pouze tehdy, jestliže jsou jednotlivé zásahy součástí celého systému, který obsahuje strukturu osevních sledů, zpracování půdy, předseťovou přípravu, kultivační zásahy během vegetace a promyšlené použití herbicidů. O ochraně kukuřice před zaplevelením rozhoduje především správné načasování zásahu. Ochranu porostů proti plevelům je možno provádět mechanicky nebo chemicky. Výhodou mechanického ošetření porostů, vedle likvidace plevelů, je provzdušnění půdy a vytvoření příznivých podmínek pro růst rostlin (ŠANTRŮČEK ET

AL., 2008). Základem nechemické regulace plevelů je především meziřádková kultivace (plečkování). Nečastěji jsou používány pasivní (nožové) či aktivní (rotační) plečky. Plevelé vyskytující se v řádcích kukuřice mohou být účinně eliminovány vláčením. Nejčastěji jsou používány prutové brány (ZIMOLKA ET AL., 2008). VRZAL ET AL. (1995) zdůrazňuje, že porost je třeba vláčet za teplejšího a slunného počasí, kdy jsou rostliny částečně zavadlé a méně se poškozují.

V současné době kukuřici ve velkovýrobních podmínkách nelze bez použití herbicidů pěstovat. Z hlediska pěstebních technologií lze herbicidy aplikovat před setím (používá se pouze okrajově a ve velmi suchých oblastech), po zasetí před vzejitím – preemergentně (nejběžnější způsob ochrany kukuřice proti plevelům), po vzejití – postemergentně (aplikace druhu a dávky herbicidu podle skutečného zaplevelení), nebo využít dělené aplikace herbicidů (osvědčují se při hubení vytrvalých plevelů), jak uvádí (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008).

Při preemergentní aplikaci je zásadou, aby herbicidy byly aplikovány po zasetí, ale před vzejitím plodiny (většina výrobců herbicidů uvádí do tří dnů po zasetí). Dnes se provádí především při velmi častém setí nebo pěstování ve vyšších a pro růst kukuřice méně příznivých polohách (velmi dlouhá doba od setí do vytvoření tří až čtyř listů kukuřice). Za takové situace plevelé rostou rychleji než kukuřice.

Při postemergentní aplikaci lze plevelé velmi spolehlivě hubit až do fáze zhruba 6. listu kukuřice (dvouděložné plevelé do čtyř až osmi pravých listů, plevelné trávy do počátku odnožování). Kukuřice je však poměrně citlivá na většinu postemergentně aplikovaných herbicidů v případě, že není dodržena doporučená růstová fáze.

Obecně platí, že po vytvoření 6. listu začíná diferenciací vzrostného vrcholu a každá aplikace herbicidu v té době a později může negativně ovlivnit další růst a vývoj kukuřice. Výsledkem může být i redukce výnosu (ZIMOLKA ET AL., 2008).

### **Škůdci a choroby kukuřice**

V posledních padesáti letech dochází k podstatným změnám klimatu. Lze to prokázat mimo jiné i náhlým rozšířením některých teplomilných škůdců a chorob. Škůdci působí ztráty na porostu, výnosu i kvalitě kukuřice po celou dobu její vegetace. Zároveň jsou jimi způsobená poškození vstupním místem pro choroby, někteří škůdci jsou i jejich přímými přenašeči (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Za významné škůdce jsou považovány larvy kovaříkovitých brouků – drátovci, bzunka ječná, zavíječ kukuřičný a v budoucnu je nutno počítat i s bázlivcem kukuřičným.

Drátovci jsou polyfágní škůdci. Napadená kukuřice špatně vzchází, rostliny po vzejití vadnou a zasychají. Jejich škodlivost je silně redukována, pokud použijeme insekticidní mořidlo.

Zavíječ kukuřičný patří mezi nejvýznamnější škůdce kukuřice, protože se rozšířil do všech oblastí v České republice. Škodlivost zavíječe kukuřičného je přímá a nepřímá. Přímá je dána bezprostředně tím, že housenky vyžírají dřev lodyh a palic. Při silném napadení dochází v místě žíru k lámání lodyh, což vede přímým sklizňovým ztrátám. Nepřímá škodlivost spočívá ve snížení kvality produktu tím, že housenky svým žírem otevírají bránu houbovým infekcím (KOCOUREK ET AL., 2008).

Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným není jednoduchá a je nutné uplatňovat řadu opatření, která vedou k redukcí jeho početnosti, jako jsou agrotechnická opatření (zpracování půdy, osevní postup, způsob sklizně), chemická opatření (aplikace dle typu přípravku), biologická ochrana (vaječný parazitoid rodu *Trichogramma*) a také geneticky modifikovaná kukuřice – Bt kukuřice (NEDĚLNÍK ET AL., 2011).

Bázlivec kukuřičný se začíná v posledních letech velmi významně rozšiřovat, a dnes se již běžně vyskytuje, ve všech pěstitelských oblastech. Hospodářské škody způsobují jak larvy, tak i dospělci. Larvy mohou ničit většinu kořenového systému rostlin, což vede k polehnutí rostlin a jejich kolenovitému vzhledu (tzv. husí krky). Dospělci způsobují žírem na listech malé otvory, nebo čárkovitý žír (KOCOUREK, 2006). Požírají také blizny a pyl, v pozdějších fázích může dojít i k napadení palic. Hlavní ochrana je zaměřena proti larvám. Využívají se insekticidní mořidla. Přípravky doporučené proti dospělcům nejsou šetrné k přirozeným nepřítelům. Základem ochrany proti bázlivci je střídání kukuřice v osevním postupu (NEDĚLNÍK ET AL., 2011).

Původci houbových chorob, především *Fusarium*, jsou kromě přímého vlivu na zdravotní stav rostliny, také producenty významných mykotoxinů. Mykotoxiny, pokud se nachází v krmivu, mohou mít značný negativní vliv na zdravotní stav hospodářských zvířat. Mezi nejškodlivější choroby kukuřice patří houby rodu *Fusarium*, které napadají kořeny stéblo a palice. Napadené palice způsobují při jejich

zkrmování u zvířat řadu zdravotních poruch. Infekce je roznášena větrem a srážkami formou spor.

Sněť kukuřičná (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) je rozšířena po celém světě. Její škodlivost obvykle nepřesahuje 10 %, u běžně pěstovaných hybridů se pohybuje kolem 2 %. Napadá všechny části rostliny. Zpočátku vytváří světle zelené nádorky, které později tmavnou a rychle se zvětšují. Hálky po dozrání praskají a uvolňují černohnědý výtrusný prach (ŠANTRŮČEK ET AL., 2008). Také v tomto případě hraje v ochraně důležitou roli agrohygienu (nakládání s posklizňovými zbytky a u sněti hluboká orba) a dodržení alespoň základních pravidel střídání plodin. Preventivně působí dobře fungicidní moření osiva (ZIMOLKA ET AL., 2008).

### 3.2.5.7 Stanovení termínu sklizně silážní kukuřice

Na rozdíl od ostatních jednoletých píceňin dochází u silážní kukuřice během vegetace ke snižování obsahu vlákniny a zvyšování obsahu energie. Nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice z krmivářského hlediska je na konci těstovité zralosti zrna (sušina rostliny 28 – 34 %), kdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině. Z tohoto důvodu je vhodné na přelomených palicích sledovat tzv. mléčnou čáru, která velmi přesně koreluje se stupněm asimilace živin, zejména škrobu, a tím i se stupněm zralosti celé rostliny kukuřice. Pokud mléčná čára dosáhne 2/3 zrna, je vhodné začít se sklizní kukuřice na siláž. Pro stanovení optimálního termínu sklizně silážní kukuřice se v současné době doporučuje využítí sumy efektivních teplot podle ranosti hybridů a výrobních oblastí (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Tab. č. 4 Teplotní požadavky hybridů s rozdílným číslem FAO

Rozpětí (FAO)	Celkový teplotní úhrn (°C)
200 - 230	1 350 - 1 410
230 - 250	1 400 - 1 460
250 - 280	1 440 - 1 500
280 - 300	1 470 - 1 530
300 - 350	1 500 - 1 600

(NEDĚLNÍK ET AL., 2001)

Tab. č. 5 Nutriční složení kukuřice v závislosti na sušině

Obsah sušiny (%)	Obsah N-látek (%)	Obsah vlákniny (%)	Obsah vodorozpustných cukrů (%)	Obsah škrobu (%)
25	8,0 - 9,0	19 - 20	10 - 12	22 - 24
25 – 28	8,0 - 9,0	18 - 19	6 - 8	24 - 28
28 – 30	7,5 - 8,5	19 - 20	4 - 6	28 - 30
30 – 33	7,5 - 8,5	20 - 22	2 - 4	30 - 34
Nad 35	6,5 - 7,5	22 - 25	0	32 - 34

(PŘIKRYL A PLAYER, 2010)

Při příliš časně sklizni, kdy sušina kukuřice je nižší než 28 %, se snižuje výnos sušiny, hodnota energie a následně i koncentrace energie v kukuřičné siláži. V procesu fermentace se uplatňují více bakterie heterofermentativního kvašení. Zvyšuje se poměr mezi obsahem kyseliny mléčné a octové ve prospěch octové, přičemž ztráty živin při heterofermentativním typu kvašení jsou asi dvakrát vyšší než při homofermentativním typu kvašení. Nezanedbatelná ztráta živin může být spojena i s vyšším odtokem silážních šťáv. Výhodou příliš časně sklizně může být skutečnost, že píče má vysoký obsah cukrů a méně ligninu (NOVOTNÝ, 2005).

Pozdní sklizeň s vyšším obsahem sušiny (nad 35 %) má následující nevýhody. Sklízíme zbytek rostliny o vysoké sušině (suché listy a horní části stébla), kde na povrchu listů dochází k rozvoji plísní a množení kvasinek, které potom negativně ovlivňují fermentační proces. Negativně se na fermentačním procesu projeví i nižší obsah cukrů. Vytvoří se méně kyselin a nízký obsah reziduálních cukrů se rychleji vyčerpá. Takováto siláž se stává méně stabilní, což je problém hlavně v letním období. Může docházet i k zaplísnění siláže. Kukuřičná siláž je zdrojem pohotových cukrů pro bacherovou mikroflóru. Pokud tento cukr chybí, nesmí být zapomenuto na jeho dotaci v krmné dávce. Zrno je většinou již velmi vyzrálé, proto je třeba použít při sklizni zařízení pro jeho mechanické narušení. Také dusání sklizené řezanky je velmi obtížné a časově náročné. Je třeba upozornit, že při vzrůstající sušině je nutné zintenzivnit dusání a zkrátit délku řezanky (NOVOTNÝ, 2005).

Jinak je tomu u kukuřičných hybridů stay green, tedy hybridů s rovnoměrným (pomalejším) dozráváním zbytku rostliny. Optimální sklizňová zralost musí být v souladu s dobrou silážovatelností. Rovnoměrné dozrávání zbytku rostliny udržuje

ve fyziologickém zdravém a zeleném stavu fotosynteticky aktivní pletiva a obsah sušiny zbytku rostliny je vždy nižší (v rozmezí 21 – 24 %). Sušina zbytku rostliny ve výši 24 % odpovídá celkové sušině rostliny 35 %. Při optimálním termínu sklizně stay green hybridů má zrno sušinu mezi 55 – 60 %, je ve fyziologické zralosti a sušina celé rostliny se pohybuje v rozmezí 32 až 35 %. Pokud máme využít výnosový potenciál, je vhodné se sklizní vyčkat až do ukončení ukládání škrobu v zrnech, které probíhá rovněž pozvolně. Lze tedy konstatovat, že stay green hybridy mají při stejné, nebo srovnatelné sušině zbytku rostliny zpravidla vyšší celkovou sušinu, než siláže z tradičních hybridů (ZIMOLKA ET AL., 2008).

### **3.2.5.8 Sklizeň silážní kukuřice**

Kukuřičná siláž má v našich klimatických podmínkách nezastupitelnou úlohu v krmných dávkách skotu a významnou měrou ovlivňuje zdraví trávicích procesů v batoru. Díky příznivému obsahu sacharidů patří silážní kukuřice k nejsnadněji silážovatelným píceinám. Kukuřičné siláže tvoří hlavní složku směsných krmných dávek přežvýkavců.

Stále větší negativní dopad na kvalitu mléka a zdraví zvířat, a tím i ekonomiku chovu, představuje riziko nedostatečné hygienické jakosti siláží, a to zejména siláží kukuřičných (obsah plísní, jejich toxinů, koncentrace kvasinek, hnilobných bakterií, kukuřičné sněti aj.), jak uvádí TRINÁCTÝ ET AL. (2013).

### **3.2.6 Fermentační procesy v silážované kukuřici**

Kukuřičná siláž vzniká fermentací vodorozpustných sacharidů obsažených v silážní biomase kukuřice za anaerobních podmínek. Fermentačním procesem dochází ke vzniku organických kyselin, zejména kyseliny mléčné, octové, při současné minoritní produkci alkoholu. Fermentací sacharidů produkcí kyseliny mléčné dochází současně ke snížení hodnoty pH, která se pohybuje v rozmezí 3,7 – 4,4 (NEDĚLNÍK ET AL., 2011).

Velmi účinně působí přídavek homofermentativní mikroflóry do silážované hmoty. Je žádoucí, aby inokulant obsahoval minimálně 100 tis. homofermentativních mléčných bakterií na 1 gram silážované kukuřice. V tomto případě se velmi urychluje celkové okyselení společně s pozastavením rozkladných procesů organické hmoty silážované kukuřice. V provozních podmínkách bylo vyzorováno, že inokulované kukuřičné siláže mají ukončenou fermentaci zhruba do 5 – 10 dnů.



Naproti tomu u neošetřených siláží je fermentace ukončena až po 5 – 6 týdnech (DOLEŽAL ET AL., 2012).

### **3.2.7 Kvalita kukuřičné siláže**

Pro predikci kvalitativních parametrů silážních hybridů je využíváno metody near infra read spektroskopii (NIRS), která umožňuje rychle, nedestruktivně a současně stanovit několik parametrů. V současné době lze touto metodou hodnotit tyto parametry: obsah škrobu, ELOS – odhad stravitelnosti na základě stanovení podílu enzymaticky rozpustné organické hmoty, IVDOM – odhad stravitelnosti organické hmoty, NDF – neutrálně detergentní vláknina, ADF – kyselá detergentní vláknina, hrubá vláknina, cukr – redukující cukry, N-látky (ZIMOLKA ET AL., 2008).

TŘINÁCTÝ ET AL. (2013) uvádí, že kvalitní kukuřičná siláž by měla obsahovat takovéto hodnoty množství energie a stravitelnosti. NEL – netto energie laktace by měla být 6,4 – 6,5 MJ.kg<sup>-1</sup>, ME – metabolizovaná energie 10,6 – 11 MJ.kg<sup>-1</sup>, vláknina by měla být 16 – 20 %, ADF – acidodetergentní vláknina 21 – 27 %, NDF – neutrálně detergentní vláknina 40 – 45 %, škrob 28 – 35 %, N – látky 6,5 – 8 %, popeloviny 4,0 – 6,0 %.

Dietetický problém ve výživě vysokoprodukčních, ale zejména zaprahých, dojnic mohou představovat hluboce prokvašené siláže s vysokou molární koncentrací kvasných kyselin. Vysoká koncentrace kyseliny mléčné představuje významný stresový faktor pro bachorové trávení a je obtížně metabolizována. Kyselé siláže se vyznačují vždy nízkou hodnotou pH (< 3,8). Nízké hodnotě pH siláží odpovídají relativně vysoké hodnoty KVV (kyselost vodního výluhu). Z krmivářského hlediska by hodnota KVV u kukuřičných siláží měla být < 2 000 mg KOH.100g<sup>-1</sup> (DOLEŽAL ET AL., 2012).

### **3.2.8 Faktory ovlivňující kvalitu siláže**

Mezi klíčové kroky, které zajišťují ziskovost produkce a kvalitu kukuřice jako objemného krmiva, patří volba hybridu, odpovídající úrodnost půdy, včasné datum setí, správná ochrana rostlin před škůdci, sklizeň při správné zralosti, správné vlhkosti a výšce strniště. Je nutné respektovat skutečnost, že mezi výnosem a kvalitou existuje kompromis, který vyžaduje kvalitní rozhodnutí managementu (TŘINÁCTÝ ET AL., 2013).

Neméně důležitý je též výběr správného konzervačního přípravku. Hmota má být dostatečně rychle navezena, dobře stlačena a dokonale zakryta.

Důležitou podmínkou při sběru kukuřice na siláž, je zamezení jejího znečišťování zeminou, nečistotami, pohonnými hmotami, mazacími oleji apod. Zejména při sběru za nepříznivého počasí se zvyšuje riziko znečišťování píce zeminou (ŠKULTÉTY ET AL., 1985). Se znečištěným krmivem se do siláže dostávají také klostridie, které jsou zodpovědné za máselné kvašení a tvorbu kyseliny máselné a biogenních aminů. Obsah energie v siláži se s každým procentem písku snižuje o cca 0,1 MJ NEL na 1 g sušiny (NEDĚLNÍK ET AL., 2011).

### 3.2.9 Další způsoby sklizně kukuřice

Kromě tradičního způsobu sklizně celých rostlin řezačkou, se kukuřice sklízí i metodami tzv. dělené sklizně DSK (dělená sklizeň kukuřice). Produkty DSK jsou: LKS (*Lieschen Kolben Schrott*) – hrubě pošrotované olistěné palice včetně vřeten CCM (*Corn Cob Mix*) – pošrotovaná směs palic s vřeteny bez listenů HMGC (*High Moisture Grain Corn*) – zrno, které se dosouší nebo zpracovává vlhké

Kukuřice metodami DSK se sklízí v době, kdy je největší podíl živin (škrobu) transformován do palic a méně podstatný podíl (zejména sacharidy) zůstává ve zbytku rostlin. Chemické složení a výživná hodnota silážovaných produktů z DSK je variabilní a podle obsahu vlákniny je možné využít siláží zrna a CCM i v systému mokrého krmení prasat, u dojnic zejména s vyšší užitkovostí (v první fázi laktace) a v systému intenzivního výkrmu skotu (TRINÁCTÝ ET AL., 2013).

#### 3.2.9.1 Využití LKS, CCM a vlhkého zrna

**LKS:** V poslední době je technologie sklizně LKS velmi rozšířená. Jedná se o energeticky bohaté krmivo s obsahem NEL 7 – 8 MJ/kg sušiny (což je srovnatelné s energií krmných obilovin) a s dostatečným obsahem hrubé vlákniny 10 – 11 % v sušině. Navíc škrob obsažený v zrnu kukuřice je zvířaty velmi dobře využit díky jeho nízké degradovatelnosti v batoru. Sušina kukuřičné palice by se měla pohybovat mezi 50 – 60 %. Je to doba, kdy se na zrnu u klíčku začne objevovat černá skvrna.

**CCM:** Pro sklizeň touto metodou je použita upravená sklízecí mlátička. Následně musí být zrno a vřeteny šrotovány. Jemně nadrcená hmota (80 % do 2 mm)

se používá ke krmení prasat, hruběji nadrcená pro skot. Správným termínem sklizně pro tuto metodu je sušina směsi zrna a vřetene 60 %.

**Vlhké zrno:** Při sklizni vlhkého zrna (nesprávně se označuje jako CCM) se zrno kukuřice vymláčí při sušině 60 – 65 % a následně se mačká či šrotuje. Takto upravené zrno se ošetřuje většinou chemickými konzervanty, které zaručí stabilitu krmiva i v letních měsících. Tímto způsobem upravené a ošetřené zrno je možné skladovat jak ve vacích, tak v silážních žlabech. Takto se získá jadrné krmivo bez energeticky a proto i finančně náročného sušení zrna (BOUŠKA ET AL., 2006).

### 3.2.9.2 Hlavní přednosti CCM a LKS

Hlavní přednosti jsou

- vyšší výnos živin metodou LKS ve srovnání se systémem CCM asi o 5 – 10 % energie (vliv podílu vřetena a listenů), neboť samotné zrno tvoří asi 70 % celkové sušiny hmoty,
- časnější sklizeň než při tradiční kombajnové sklizni
- ekonomicky efektivnější je silážování než sušení těchto produktů
- vyšší koncentrace energie než u běžných obilovin, dobrá a kapacitně dostatečná mechanizace sklizně, konzervace a skladování a odběr ze sil (ZIMOLKA ET AL., 2008).

### 3.2.9.3 Pěstování kukuřice na zeleno

Kukuřici na zeleno sejeme tím hustěji, čím je kratší vegetační doba a delší den. V průměru je nutno počítat s délkou vegetace podle oblastí nejméně 80 – 110 dnů. Hustota porostu by se měla pohybovat v rozmezí 150 – 280 tis. rostlin na ha. Této hustotě odpovídá výsevek 70 – 120 kg.ha<sup>-1</sup> v řádcích 200 – 450 mm.

Nejvhodnější termín ke sklizni kukuřice na zeleno je v době metání až kvetení, kdy obsahuje 12 – 15 % sušiny, 0,5 – 0,8 % SNL a 8 – 10% ŠJ.

Pěstování kukuřice na zeleno má menší uplatnění, než pěstování na siláž, neboť získáváme menší výnos sušiny a živin. Největší uplatnění má kukuřice na zeleno při setí po ozimých meziplodinách. Výnosy kukuřice, jako následné plodiny, jsou také kolísavé v závislosti na srážkách a náklady na jednotku živin jsou podstatně vyšší. Proto tento způsob pěstování kukuřice by měl být pouze jako doplňkový (VRZAL ET AL., 1995).

## 4. DISKUSE

Klíčem pro dosažení vysokých a stabilních výnosů kukuřice je, jak uvádí N.U. AGRAR CZ S.R.O. (2013), zpracování půdy od sklizně předplodiny až po setí. I ŠNOBL ET AL. (2011) uvádí, že je kukuřice na přípravu půdy velmi náročná. Vyžaduje půdy hluboko zpracované, aby se mohl plně rozvinout její mohutný kořenový systém a tím vytvořit příznivé podmínky pro příjem vody a živin.

Neméně důležitá je volba hybridu. Nejen z hlediska kvalitativních a kvantitativních parametrů, ale jak uvádí ŠANTRŮČEK ET AL. (2008) také z hlediska vhodnosti pro určitou oblast pěstování. Tuto skutečnost potvrzuje i ŠNOBL ET AL. (2011).

PETR A HÚSKA ET AL. (1997) a ŠANTRŮČEK ET AL. (2008) se shodují na optimální hodnotě sušiny při sklizni celé rostliny kukuřice 27 – 33 %. Oproti tomu ZIMOLKA ET AL. (2008) uvádí optimální sušinu celé rostliny 28 – 34 %, s výjimkou hybridů stay green v rozpětí 33 – 35 %.

Rozdílné názory na hloubku setí čiroku mají HERMUTH ET AL. (2012), který uvádí hloubku setí 3 - 5 cm a HODOVAL A PULKRÁBEK (2013), který nedoporučuje hlubší setí než 2 – 3 cm, protože čirok má nižší energii vzcházení než kukuřice.

Ani u válení po zasetí není názor jednoznačný. HODOVAL A PULKRÁBEK (2013) uvádí, že po setí není vhodné půdu válet a to především na těžších půdách, kde dochází k tvorbě půdního škraloupu. Oproti tomu HERMUTH ET AL. (2012) tvrdí, že po zasetí je důležité pozemek uvalcovat cambridskými válci a to především tehdy, kdy je horní vrstva ornice přerušena. Zdůvodňuje to tvrzením, že válením se utlačí půda v hloubce zasetých semen a tím se zabezpečí přívod vody k semenům z hlubších vrstev půdy.

V tom, že je vhodné pěstovat čirok na písčitéch půdách a v oblastech s deficitem vláhy, se shodují HERMUTH ET AL. (2012), HODOVAL A PULKRÁBEK (2013) i MOUDRÝ ET AL. (2011).

Pokusy SEDLÁČKA (2011) dokazují tvrzení PETŘÍKOVÉ ET AL. (2006), že rostliny čiroku dosahují v našich podmínkách výšky tří metrů i více.

## 5. ZÁVĚR

Krmivová základna se významnou měrou podílí na ekonomice živočišné produkce. Proto levná výroba, kvalitní konzervace, následné uchování a zkrmování živinově bohatých objemných krmiv je základním předpokladem ekonomicky úspěšného chovu hospodářských zvířat. Mezi nejvýkonnější zemědělské plodiny, které se významnou měrou podílejí na zabezpečení krmivové základny, patří kukuřice a čirok.

Silážní kukuřice se v porovnání s jinými krmnými plodinami vyznačuje až o 50 % nižšími náklady na produkci energie, vysokým produkčním potenciálem a plně mechanizovanou sklizní. Protože se kukuřice podílí z velké části na krmné dávce skotu, stává se součástí potravinového řetězce. Proto je nezbytné dodržovat všechny agrotechnické požadavky na udržení zdravého porostu.

Základním hodnotícím znakem pro pěstování kukuřice na výrobu kukuřičné siláže je její výživná hodnota, která závisí na vegetační fázi a sušině celé rostliny při sklizni. Ekonomickým a krmivářským požadavkem je co nejvyšší a nejkvalitnější produkce objemné píce. Je vyžadován vysoký výnos, vysoká koncentrace živin, vysoká stravitelnost živin, výborná silážovatelnost a nízké ztráty skladováním.

Systém pěstování kukuřice na zelené krmení se v posledních letech prakticky nepoužívá. Pouze ve výjimečných případech se takto sklízí kukuřice proto, aby se zužitkovala hmota, která se nehodí pro silážování.

V současné době se při pěstování čiroku používají hybridní odrůdy vzniklé křížením čiroku zrnového nebo cukrového se súdánskou trávou. Kříženci mají v době vegetace vynikající nutriční vlastnosti. Lze je v závislosti na odrůdě pěstovat pro vícesečné použití na senáž nebo pastvu. Při jednosečném využití není kvalita píce tak vysoká.

S ohledem na malý rozsah pěstování, je výskyt chorob a škůdců v porostech čiroků relativně nízký. Čirok je možné s úspěchem pěstovat jak na lehkých písčitých půdách, tak i na těžších jílovitohlinitých půdách.

Pěstování obou plodin má svá specifika, ale zároveň je možné pěstovat tyto dvě plodiny jako kukuřično-čirokovou směsku. Výhodou pěstování kukuřično-čirokové směsky je stabilita a zvýšení výnosu silážní hmoty. Čirok ve směsi s kukuřicí nepoléhá. Sklizená hmota se dobře sešlapává na jámě. Termín sklizně se stanovuje podle zralosti kukuřice, čirok by měl být již dva až tři týdny vymetaný.

Otevřenou, ale velmi důležitou otázkou zůstává zařazení čiroku na svahy, při jeho pěstování s výsevem do řádků 25 cm. Lze předpokládat, že kombinace ozimého žita sklizeného na jaře na siláž, a následné mělké kypření a výsev čiroku do úzkých řádků, by měla splňovat přísné podmínky pro zařazení této technologie mezi vyjmenované půdoochranné technologie na erozně ohrožených plochách.

## 6. LITERÁRNÍ PŘEHLED

1. BOUŠKA, J. *Chov dojeného skotu*. Profi Press, Praha, 2006, 186 s. ISBN 80-867-2616-9.
2. CARAVETTA, G. J., CHERNEY, J. H., JOHNSON, K. D.: *Within – Row Spacing Influences on Diverse Sorghum Genotypes: II. Dry Matter Yield and Forage Quality*, Purdue Univ. Agric. Exp. Stn., West Lafayette, IN 47907., 1990, *Agronomy Journal* 82. Pages 210 – 215 [online]. [cit. 2014-03-29].
3. DOLEŽAL, P. *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat.*: Petr Baštan, Olomouc, 2012, 307 s. ISBN 978-80-87091-33-3.
4. HANČOVÁ, H. *Biologie v kostce 1*. Fragment, Praha, 1999, 112 s. ISBN 80-720-0340-2.
5. HERMUTH, J. *Čirok obecný - Sorghum bicolor (L.) MOENCH: možnosti využití v podmínkách České republiky: metodika pro praxi*. VÚRV, Praha, 2012, 47 s. ISBN 978-80-7427-093-2.
6. HODOVAL, J. *Využití vybraných plodin na výrobu bioplynu*. Závěrečná práce ČZU, Praha, 2012, 132 s.
7. HODOVAL, J., PULKRÁBEK, J. *Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských 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*. ČZU, Praha, 2013, 81 s. ISBN 978-80-213-2351-3.
8. KARABÍNOVÁ, M., MOLNÁROVÁ, J., ŽEMBERY, J. *Pestovanie kukurice*. KURIER plus REKLAMA, s.r.o., Spišská Nová Ves, 2001, 91 s. ISBN 80-88843-23-5.
9. KOCOUREK, F. *Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému - ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická: Obecná biologie. Mikrobiologie. Botanika. Mykologie. Ekologie. Genetika*. VÚRV, Praha, 2008, 112 s. ISBN 978-80-87011-90-4.
10. KOLLAROVÁ, M. *Odrůdové pokusy silážní kukuřice ZD Opařany*. [Http://www.limagraincentraleurope.com](http://www.limagraincentraleurope.com) [online]. 2009, [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.limagraincentraleurope.com/cz/products/products-lg.cfm?range=Maize>

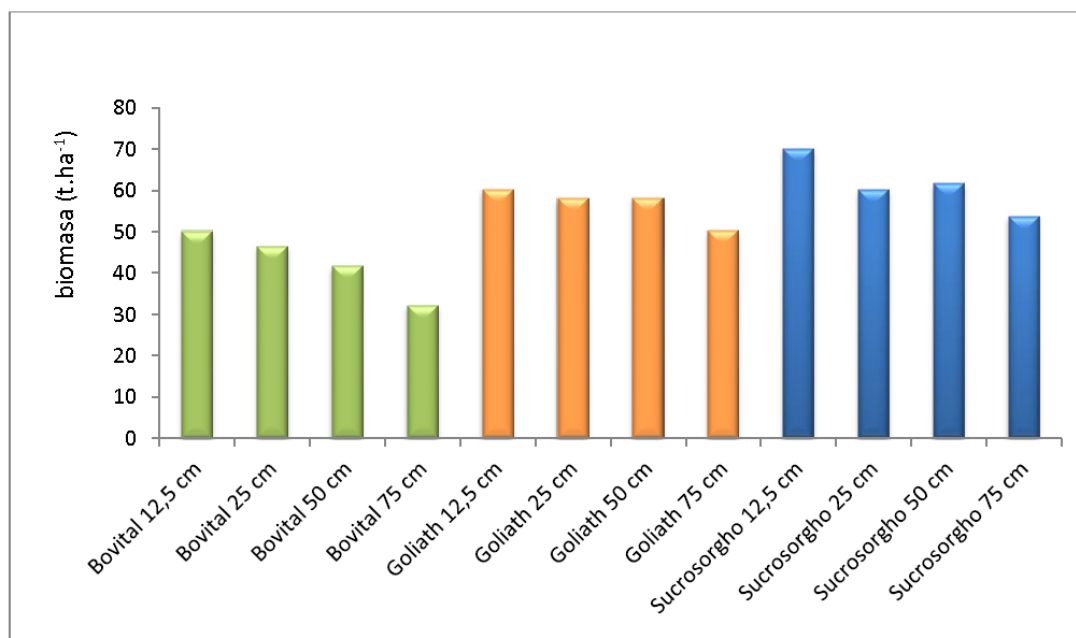
11. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ: *Kontrola podmíněnosti, Cross compliance*. MZe, Praha, 2011, 208 s. ISBN 978-80-7084-962-0
12. MOUDRÝ, J. *Alternativní plodiny: Obecná biologie. Mikrobiologie. Botanika. Mykologie. Ekologie. Genetika*. VÚRV, Praha, 2011, 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3.
13. MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. *Pěstování alternativních plodin*. JČU ZF, České Budějovice, 1999, 165 s. ISBN 80-704-0383-7.
14. NEDĚLNÍK, J. *Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice: uplatněná certifikovaná metodika*. Profi Press, Brno, 2011, 36 s. ISBN 978-80-86908-25-0.
15. NOVOTNÝ, J. *Nepodceňujte termín sklizně kukuřice na siláž*. [Http://www.old.pioneer-osiva.cz](http://www.old.pioneer-osiva.cz). [online]. 2005, [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: [http://www.old.pioneerosiva.cz/seminar05\\_domasov4.php?tisk=true](http://www.old.pioneerosiva.cz/seminar05_domasov4.php?tisk=true)
16. PETR, J., HÚSKA, J. *Speciální produkce rostlinná*. ČZU, Praha, 1997, 193 s. ISBN 80-213-0152-X.
17. PETŘÍKOVÁ, V. *Energetické plodiny*. Profi Press, Praha, 2006, 127 s. ISBN 80-867-2613-4
18. PŘIKRYL, J., DVOŘÁČEK, J. *Nutriční hodnota jednosečných čiroků*. [Http://www.syngenta.com](http://www.syngenta.com). [online]. 2010, [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta-cr/syninfo/zari-2010/Pages/ciok.aspx>
19. PŘIKRYL, J., PLEYER, P. *Péče o kukuřičné siláže se vyplatí*. *Zemědělec*, roč. 13, 2010, s. 11
20. SEDLÁČEK, J. *Využití čiroku cukrového na produkce bioplynu*. Závěrečná práce, ČZU, Praha, 2011, 47 s.
21. SCHÖNBERGER, H. N. U. *Agrar CZ s.r.o.: Poradenství mezi výzkumem a praxí*. N.U. Agrar GmbH, Aschersleben-Schackenthal, 2013, č. 22, s. 259, ISSN 1617-3511.
22. STACH, J. *Základní agrotechnika: Osevní postupy*. JČU, České Budějovice, 1995, 98 s. ISBN 80-704-0117-6.
23. STROPNICKÝ, M., STOULIL, S. *Výsledky sklizně čiroku KWS 2013*. Zemědělská a.s. Klučnice. [online]. 2013, [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: [http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/268cirok/~buox/Vysledky\\_poloprovoznich\\_pokusu\\_367\\_/](http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/268cirok/~buox/Vysledky_poloprovoznich_pokusu_367_/)



24. STUHLÍK, V. *O čiroku cukrovém a jeho využití v průmyslové výrobě*. Brázda, Praha, 1951, 74 s.
25. ŠANTRŮČEK, J. *Encyklopedie pícninářství*. ČZU, Praha, 2007, 157 s. ISBN 978-80-213-1605-8.
26. ŠKULTÉTY, M., CHOVANEC, J., PAJTÁŠ, M., PODOLÁK, M., SOMMER, A. *Kukurica na siláž*. Příroda, Bratislava, 1985, 155 s. ISBN 64-026-75
27. ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. *Základy rostlinné produkce*. ČZU, Praha, 2011, 172 s. ISBN 978-80-213-1340-8.
28. TESHOME, A., BAUM, B. R., FAHRIG, L., TORRANCE, J. K., ARNASON, T. J., LAMBERT, J. D. *Sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] landrace variation and classification in North Shewa and South Welo, Ethiopia* [online]. 1997, [cit 2014-02-14]. Dostupné z www: <http://www.glel.carleton.ca/PDF/landPub/97/97TeshomeetalEuphytica.pdf>
29. TŘINÁCTÝ, J. *Hodnocení krmiv pro dojnice*. AgroDigest, Pohořelice, 2013, 590 s. ISBN 978-80-260-2514-6.
30. ÚKZÚZ. *Databáze odrůd*. [online]. 2014, [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://nou.ukzuz.cz/ido/index.html>
31. VRZAL, J., NOVÁK, D. *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. IVV MZe, Praha, 1995, 32 s. ISBN 80-710-5097-0.
32. ZIMOLKA, J. *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. Profi Press, Praha, 2008, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1.

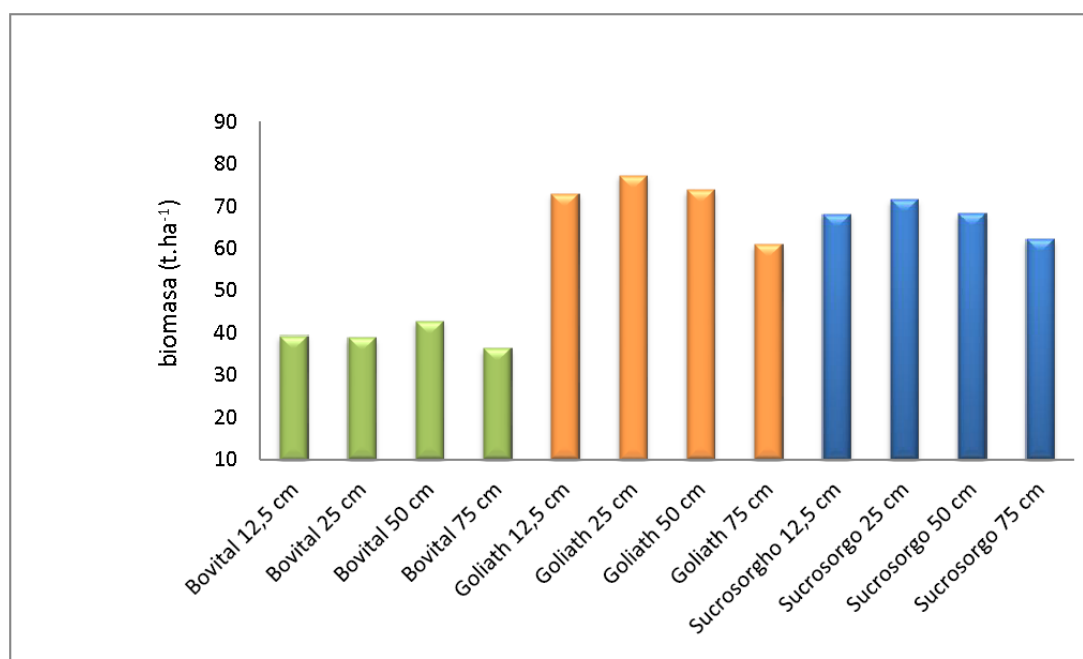
## 7. PŘÍLOHY

Graf č. 1 Výnos biomasy čiroku v závislosti na meziřádkové vzdálenosti na stanovišti Újezd u Chocně v roce 2011



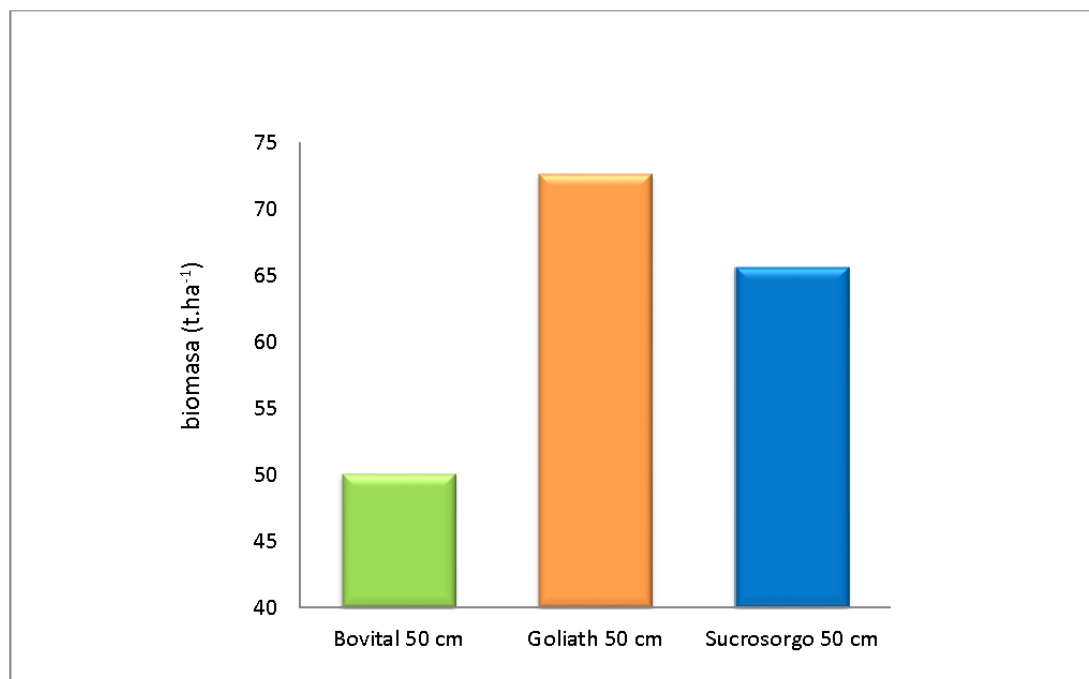
(HODOVAL, 2012)

Graf č. 2 Výnos biomasy čiroku v závislosti na meziřádkové vzdálenosti na stanovišti Počaply v roce 2011



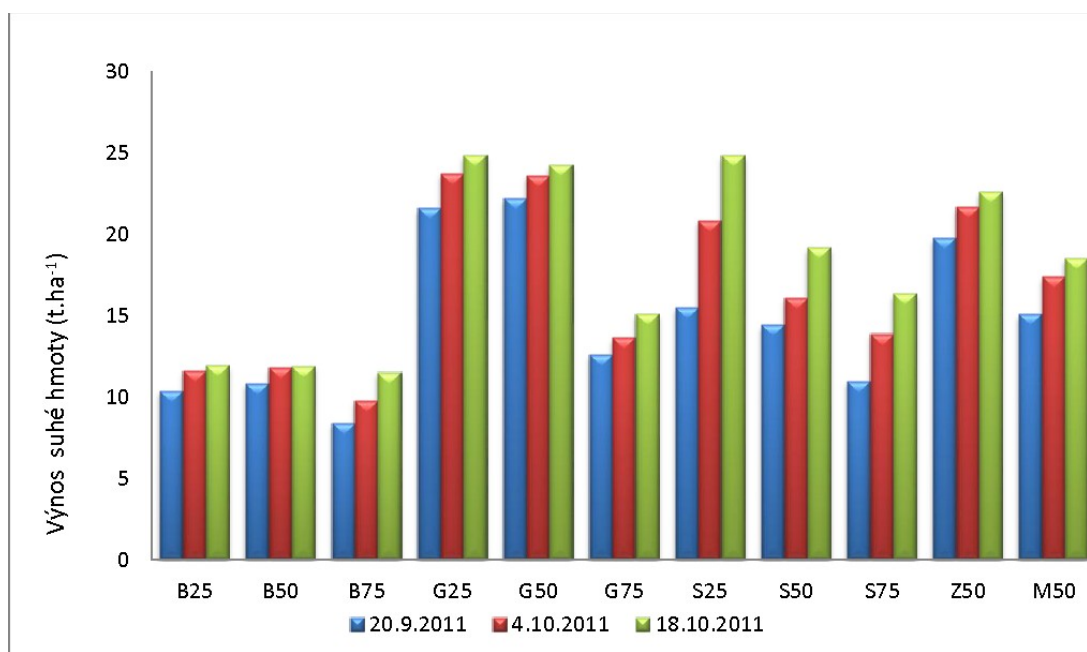
(HODOVAL, 2012)

Graf č. 3 Výnos biomasy čiroku v závislosti na meziřádkové vzdálenosti na stanovišti Krásná Hora nad Vltavou v roce 2011



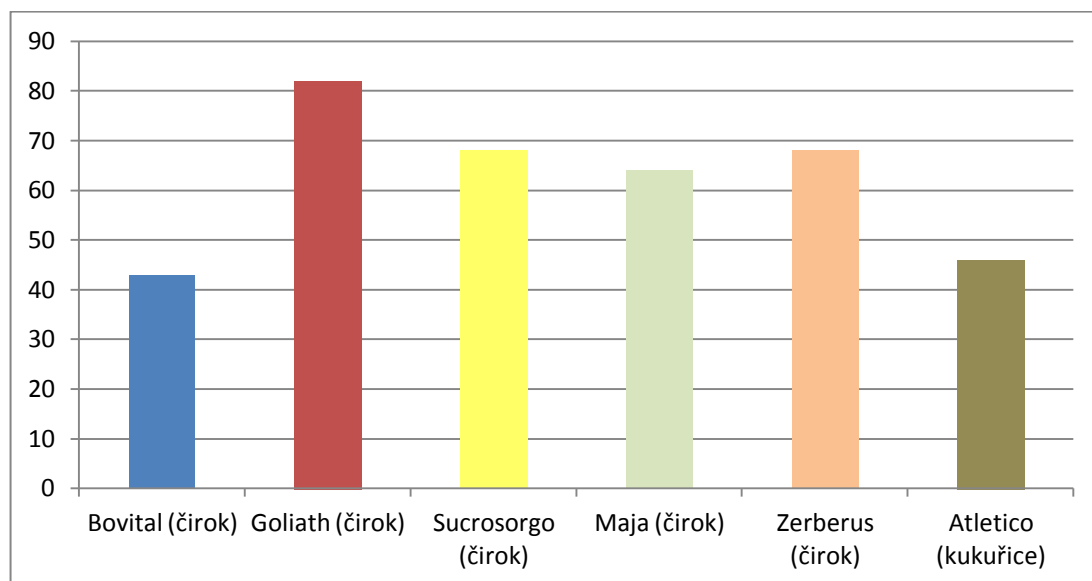
(HODOVAL, 2012)

Graf č. 4 Výnos suché hmoty čiroku v závislosti na meziřádkové vzdálenosti a termínu sklizně stanovišti Červený Újezd v roce 2011 (odrůdy: Bovital, Goliath, Sucrosorgo, Zerberus a Maja)



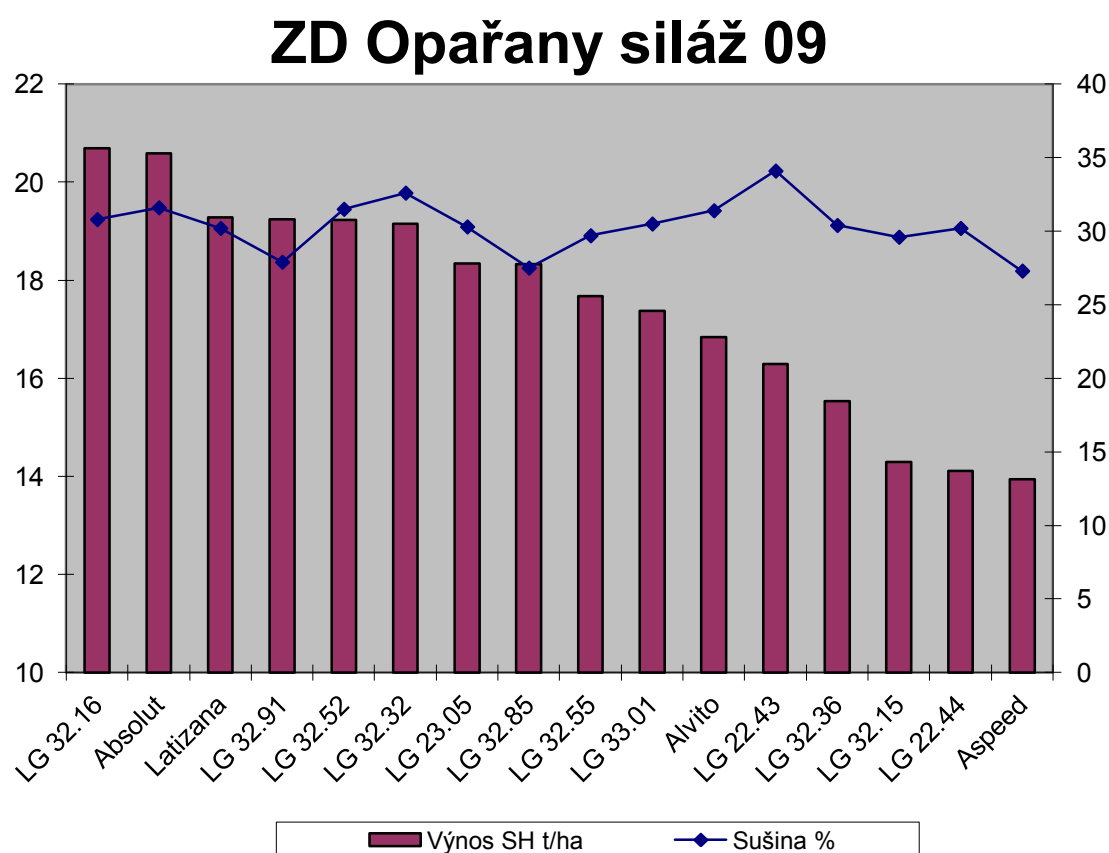
(HODOVAL, 2012)

Graf č. 5 Výnos biomasy vybraných odrůd čiroku cukrového a kukuřice (průměr let 2010, 2011, 2012) v tunách.



HODOVAL A PULKRÁBEK (2013)

Graf č. 6 Výnos suché hmoty kukuřice podle odrůd v roce 2009



(KOLLAROVÁ, 2009)

Tab. č. 6 Výsledky sklizně čiroku v roce 2013 dle hybridů

**Výsledky sklizně čiroku KWS 2013  
Zemědělská Klučenice, a.s. (okres Příbram)**

Manažer pokusu: Ing. Miroslav Stropnický, MBA

Agronom: Stanislav Stoužil

Datum setí: 14.6.2013 hloubka 3 cm

Datum sklizně: 14.10.2013

Ochrana: 17.6.2013 Gardoprím plus Gold v dávce 4 l/ha společně s pudním smáčedlem Grounded v dávce 0,3 l/ha  
digestát v dávce 20 m<sup>3</sup>/ha ihned zapravěný podmltkou,

Hnojení: 14.5.2013 DAM390 v dávce 130 l/ha + Stabilure N v dávce 0,4 l/ha společně s ochranou

Předsetíová příprava: 13.6.2013 kompaktozem Farmet do hloubky 4 cm

Hybrid	Ranost	Genetický typ	Výnos ZH (t/ha)	Sklizňová sušina (%)	Výnos SH (t/ha)	Výsevek počet zrn/ha	Výsevek kg/ha	TKG/TKW	Klíčivost (%)
KWS FREYA	raný	Bic. x Sudan.	39,216	26,4	10,353	330000	13,04	32,0	81
KWS SOLE	raný	Bic. x Sudan.	49,020	28,1	13,775	330000	11,01	28,7	86
KWS ZERBERUS	středně raný	Bicolor	37,255	21	7,824	230000	8,06	32,6	93
KWS TARZAN	středně raný	Bicolor	50,980	22,5	11,471	230000	8,53	33,0	89
KWS MERLIN	středně raný	Bicolor	41,176	20,2	8,318	230000	7,99	32,3	93
KWS SANTOS	raný	Bicolor	43,137	24,4	10,525	230000	8,34	33,0	91
1707		Bicolor	50,980	20	10,196	230000	8,34	33,0	91
1708		Bicolor	52,941	20,1	10,641	230000	9,89	34,4	80
1711		Bicolor	49,500	22,1	10,940	230000	9,68	36,2	86
KWS HANIBAL	středně pozdní	Bicolor	51,500	20	10,300	230000	8,44	30,1	82

(STOPNICKÝ A STOULIL, 2013)