

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Změny vlhkosti zrna při dozrávání kukuřice

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

Autor: Bc. Iva Vojtová

České Budějovice, duben 2013

Prohlášení o autorství:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma „Změny vlhkosti zrna při dozrávání kukuřice“ vypracovala samostatně, s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 23. 4. 2013

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu své diplomové práce panu doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. za cenné rady, připomínky, metodické vedení práce, za čas mne věnovaný a za pomoc při správné formulaci této práce.

Poděkování patří též mému kolegovi Ing. Vladimíru Blechovi, za překlad cizojazyčné literatury, Ing. Zdeňku Vyskočilovi, řediteli společnosti KOOPRODUKT, a. s., za poskytnutá data a přístup na stanoviště, THP paní Boženě Bartáčkové, ze společnosti ZENAP Trhové Sviny, s. r. o., za odborný dozor a vypracování rozborů vzorků. Velké poděkování patří rodině, která mi byla oporou.

SHRNUTÍ

VOJTOVÁ, I. *Změny vlhkosti zrna při dozrávání kukuřice*. České Budějovice, 2013.
Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta.

Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.

Klíčová slova:

kukuřice, historie, zrno, oblast

V diplomové práci jsem se zaměřila na změny vlhkosti v průběhu dozrávání kukuřice v teplotně méně příznivé oblasti.

K danému tématu jsem v jednotlivých kapitolách uvedla názory a poznatky odborníků a porovnávala jsem je s mými dosaženými výsledky, kdy jsem na základě polního experimentu hodnotila průběh dozrávání kukuřice.

Součástí diplomové práce je shrnutí údajů k vybraným druhům kukuřice, vhodnost pěstování v dané zemědělské výrobní oblasti a způsobu jejich využití.

Pozornost jsem věnovala i stanovení výnosu zrna kukuřice, na základě poskytnutých dat vybranou společností.

ABSTRACT

VOJTOVÁ, I. *The changes of grain humidity during maize maturation*. České Budějovice, 2013. Thesis. University of South Bohemia in the České Budějovice. Faculty of Agriculture.

Supervisor doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.

Key words:

maize, history, grain, area

In my work I have focused on changes in humidity during the ripening of corn in thermally less favored areas.

For a given topic in each chapter, I have introduced the opinions and knowledge of experts, I have compared it with my achievements, when I evaluated the progress of ripening of corn on the base field experiment.

The thesis is a summary of the chosen species of maize cultivation suitability in the agricultural production areas and methods of their use.

Attention was devoted to the determination of the yield of maize grain, based on data provided by the selected companies.

OBSAH

1. ÚVOD.....	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
2.1. Kukuřice setá (<i>Zea mays L.</i>).....	10
2.1.1 Historie.....	10
2.1.2 Hospodářský význam.....	11
2.1.3 Výnosový potenciál kukuřice na zrno.....	12
2.1.4 Botanické rozdělení.....	13
2.1.5 Růst a vývoj.....	15
2.1.6 Morfologická charakteristika.....	15
2.1.6.1 Vegetativní orgány.....	16
2.1.6.2 Generativní orgány.....	16
2.1.6.3 Morfologie zrna.....	16
2.1.6.4 Chemické složení a nutriční hodnota zrna.....	17
2.1.7 Pěstování kukuřice na zrno.....	19
2.1.7.1 Zpracování a příprava půdy.....	20
2.1.7.2 Osevní postup.....	22
2.1.7.3 Výživa a hnojení.....	22
2.1.7.4 Založení porostů kukuřice.....	25
2.1.7.5 Ošetření ve vegetačním období.....	26
2.1.7.6 Regulace plevelů.....	27
2.1.7.7 Škůdci kukuřice.....	29
2.1.7.8 Choroby kukuřice.....	30
2.1.8 Sklizeň kukuřice a posklizňová úprava stanoviště.....	31
2.1.9 Sušení a skladování kukuřičného zrna.....	33
2.1.10 Půdní eroze a GAEC.....	34
2.1.11 Uplatnění kukuřičného zrna v průmyslu.....	36
3. MATERIÁL A METODIKA.....	38
3.1. Charakteristika zemědělského podniku.....	39
3.2. Údaje o průběhu počasí v regionu.....	41
3.3. Metodika odebírání vzorků hybridů kukuřice na zrno.....	44
4. VYHODNOCENÍ.....	46
4.1. Dosažené výsledky.....	46
4.2. Stanovení výnosu zrna.....	49

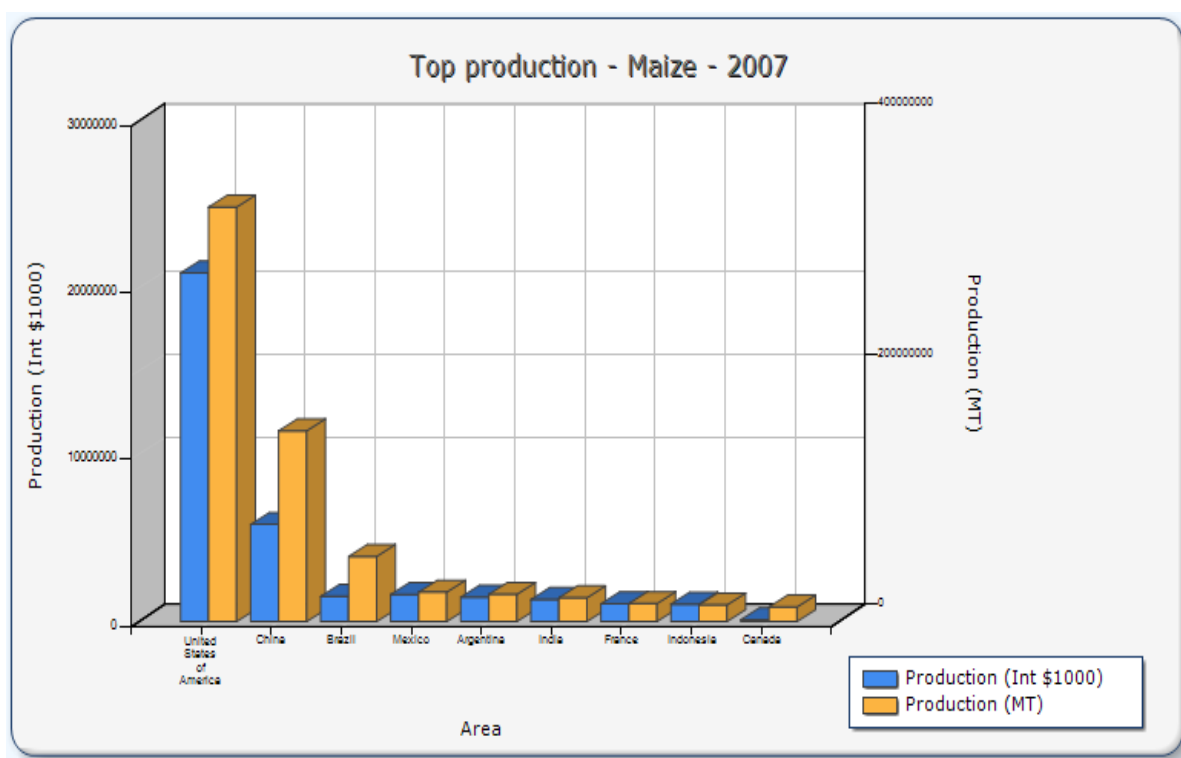
4.3. Využití kukuřičného zrna.....	50
5. DISKUZE.....	51
6. ZÁVĚR.....	53
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
8. SEZNAM TABULEK.....	59
9. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	60

1. ÚVOD

Kukuřice pochází z teplých a vlhkých tropických a subtropických oblastí. Ukázalo se, že je neobyčejně přizpůsobivá a tak mnohé odrůdy daleko překročily hranice její domoviny. Je tak po pšenici, která již před lety překročila výnos půl miliardy tun, společně s rýží, nejrozšířenější a nejproduktivnější obilninou světa (ŠAŠKOVÁ, ŠTOLFA, 1993).

Obrázek č. 1: Graf největších producentů kukuřice

Zdroj: <http://www.finez.cz/odborne-clanky/komodity/psenice-kukurice-ryze-atraktivni-investice/>



Stejně jako ve světovém měřítku se kukuřice v České republice řadí mezi vysoce energeticky hodnotná krmiva. Pěstuje se převážně jako krmivo pro zvířata ve formě zrna či siláže, nebo jako surovina pro zpracovatelský průmysl (PLÍŠTIL, MALAŤÁK, 2004).

FAJMAN (2008) říká, že kukuřice má jako rostlina C4 ze všech našich kulturních rostlin nejvyšší výnosový potenciál. Pro tuto plodinu se zároveň diferencovaně vyvinuly a technologicky optimalizovaly systémy pěstování, sklizně, konzervace i přepravy.

Zemědělské podniky jsou již často vybaveny veškerou mechanizací, potřebnou pro produkci kukuřice jak na zrno (bioetanol), tak na silážování (bioplyn).

V České republice docházelo k postupnému zvyšování plochy oseté kukuřicí a podle DOLEŽALA A ZEMANA (2003) vzrostla výměra kukuřice od počátku 90. let do roku 2003 z přibližně 30 000 ha na 85 000 ha. U kukuřice na siláž se v našich podmínkách dosahuje výnosů okolo 30 t / ha. Některé dosažené výsledky naznačují, že i v horších klimatických podmínkách, s vyšší nadmořskou výškou, je možné zabezpečit rentabilní produkci zrnové kukuřice. Nezanedbatelný a stále narůstající význam má rovněž využití technologie vlhkého kukuřičného zrna konzervovaného jako vysoko energetické krmivo.

Cílem diplomové práce bylo zjistit formou měření vlhkosti, jak se vyvíjí dozrávání kukuřice na zrno na konci vegetačního období, v oblastech, která nejsou pro pěstování příliš vhodná.

V literárním přehledu jsem se z větší části zaměřila na pěstování kukuřice na zrno v průběhu dozrávání na konci vegetačního období.

V samotných výsledcích byl u dvou hybridů kukuřice vyhodnocen pokles vlhkosti pěstované na zrno. Výsledky byly zpracovány v samostatné kapitole, doplněné tabulkami, s informacemi o průběhu měnící se vlhkosti v návaznosti na počasí (klimatu) a intenzitě slunečního svitu.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Kukuřice setá (*Zea mays L.*)

Kukuřice stále patří k nejvýznamnějším krmným plodinám a představuje z celkové plochy pícnin na orné půdě 45,3 %. Za poslední období se úroveň pěstování kukuřice významně zvýšila (KŮST, 2010).

Podle PULKRÁBKA (2008) je kukuřice plodina, jejíž role v rostlinné a živočišné výrobě středoevropských zemědělců se v poslední době velmi výrazně mění. Zvyšující se zájem o ni je vyvolán potřebou levné a pracovníě nenáročné plodiny. Je to rostlina, u níž díky výraznému pokroku ve šlechtění vzrostl produkční potenciál. Byly propracovány a v odborné praxi jsou nabízeny moderní způsoby konzervace, další pěstitelská a technologická vylepšení. Současné příznivé klima a inovovaná pěstitelská technologie včetně zužitkování sklizené produkce silně podporují její pěstování i v oblastech, kde to nebylo dříve možné. Kukuřice je plodina s velmi širokými možnostmi, které jsou v dnešní době využívány daleko více, než tomu bylo v minulosti (sklizeň vlhkého zrna, surovina na produkci izoglukózy, bioplynu a lihu, vyšší využití v lidské výživě atd.).

2.1.1 Historie

Původní domovinou kukuřice jsou tropické a subtropické oblasti Jižní a Střední Ameriky. Pokud jde o místo, kde se začala pěstovat, většina badatelů se přiklání k názoru, že to byly náhorní planiny tropických nebo subtropických oblastí Ameriky, zejména středního a jižního Mexika a Chile (ŠPALDON A KOL., 1982).

GAY (1999) říká, že kukuřice patří k plodinám, jejichž planou formu neznáme a pravděpodobně ji už ani nenajdeme.

Kukuřice v dnešní podobě, stejně jako v době objevení Ameriky, ba dávno předtím, neexistovala sama ve volné přírodě, neboť se vzhledem k pevnému osazení zrn na vřetenu a jejich krytí obalovými listy nemůže sama volně rozmnožovat (ŠPALDON A KOL., 1982).

KŮST (2007) píše, že nejpravděpodobnější centrum domestikace kukuřice se považuje Mexiko a Peru. Do Evropy, Asie a Afriky se dostala po objevení Ameriky, přitom není jisté, zda byla do Evropy dovezena již z první Kolumbovy cesty r. 1492 nebo až z druhé z roku 1494. Zpočátku se pěstovala v západní Evropě jako zvláštnost v zahradách. Během několika let se rozšířila do severní Afriky. U nás se pěstování kukuřice více rozšířilo až na začátku 20. století, zvláště se zaváděním hybridního

osiva. Pro průmyslové zpracování slouží kukuřice jako surovina pro výrobu stavebních hmot, papíru a lepenky, lepidel, bioplastů, dále v chemickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, nejnověji pro výrobu obnovitelných zdrojů energie (bioetanol, bioplyn, biomasa). Do Evropy se kukuřice dostala v průběhu 16. a 17. století, když Kryštof Kolumbus objevil Nový svět. V Evropě ji od Španělů převzali již jako užitkovou rostlinu Francouzi a Italové. Z Itálie se přes Černomoří dostala do Ruska a Portugalci ji na svých výpravách zavezli do Afriky a jihozápadní Asie. Naše národy seznámili s kukuřicí údajně Romové, kteří ji na jižní Slovensko a Moravu přinesli v 17. století patrně z Turecka a Rumunska.

Dosud vzniklo několik teorií, které řešily vznik a vývin kukuřice. Všechny, i ty nejpravděpodobnější, zůstaly jen na úrovni hypotéz. Časový údaj o období vzniku kulturní kukuřice se mnohokrát měnil. Na základě nejstarších nálezů zkoumaných pomocí radioaktivního uhlíku se předpokládá, že je kukuřice stará asi 5 600 let (ŠPALDON A KOL., 1982).

2.1.2 Hospodářský význam

Kukuřice je u nás stále vnímána jako objemné glycidové krmivo. Teprve v posledních deseti letech se začala hojně využívat k produkci zrna. V posledním období se ale otevírají nové perspektivy ve využívání kukuřice (ANONYM 1, 2007).

Plochy kukuřice na zrna se rozšířily z kukuřičné výrobní oblasti do oblasti řepařské, kde kukuřice nahradila z velké části cukrovku, ale i do oblasti obilnářské a bramborářské. Velký podíl na tomto stavu má neustále se rozšiřující sortiment zrnových hybridů. Při pěstování kukuřice na zrna je základním požadavkem pěstitele vysoký výnos zrna z ha a schopnost hybridu rychle uvolňovat vodu ze zrna. Potenciál výnosů současných hybridů stabilizuje výnosy zrna na úrovni 10 t suchého zrna na ha za předpokladu vysoké intenzity pěstování i v méně příznivých oblastech (ANONYM 4, 2012).

Její význam spočívá v tom, že je zdrojem potravin i pro lidskou výživu a nejrozšířenějších výrobků v různých průmyslových odvětvích. V posledním období je zdrojem přísad do plastických hmot, které jsou rychleji rozložitelné, a tím šetrné k životnímu prostředí (PETR, HÚSKA A KOL., 1997).

Úspěšně se začíná rozvíjet i využití kukuřice jako obnovitelného zdroje energie (ANONYM 1, 2007).

Kukuřičné zrno má ze všech obilovin nejvyšší energetickou hodnotu. Má vysoký obsah BNLV (asi 70 %) s vysokým podílem škrobu. Obsahuje také až 5 % tuku. Tuk se skládá převážně z nenasycených mastných kyselin, kyseliny linolové a olejové.

V malém množství se v něm nachází také kyselina palmitová a stearová. Vysoký obsah nenasycených mastných kyselin způsobuje, že tuk snadno podléhá oxidaci.

Proto by se šrotovaná kukuřice, ve které je tuk snadno přístupný vnějším vlivům, neměla déle skladovat. Složení mastných kyselin ovlivňuje i konzistenci tělního tuku, který je měkčí. To není na závadu u hovězího a skopového loje a u drůbežího tuku, vadí ale u vepřového sádla. Proto se doporučuje kukuřici na konci výkrmu prasat z krmné dávky vysadit. Kukuřice má nízký obsah dusíkatých látek, jen asi 9 - 9,5 %.

Převažují zásobní bílkoviny zein (prolamin) a gluteniny, které mají nízkou biologickou hodnotu, mají málo lyzinu a tryptofanu. Obsah hrubé vlákniny je nízký (asi 2%). Obsah minerálních látek je, v porovnání s jinými obilovinami, také nízký (asi 1,4 %). Velmi nízký je obsah vápníku. Odrůdy se žlutými zrny mají vyšší obsah β – karotenu (provitamín A) a obsahují také další žluté pigmenty - xantofyl a zeaxantin. Tyto pigmenty působí žluté zbarvení tuku (nežádoucí u vepřového sádla) a žloutků.

Kukuřice je teplomilná rostlina, optimální teplota pro růst a vývoj generativních orgánů je 20 - 24 °C, růst zastavuje při 5 - 6 °C. V období intenzivního růstu (metání až mléčná zralost) má vysoké požadavky na vláhu. Na půdu má mnohem menší nároky než na teplo. Vyžaduje půdy strukturní s neutrální reakcí, nevhodné jsou půdy těžké a chladné. V osevním postupu bývá obvykle řazena po obilovinách, které jsou pro ni poměrně dobrou předplodinou. K pěstování sama po sobě je velmi snášenlivá.

Nedoporučuje se ale pěstování po sobě víc než 5 let, protože to může vést k zaplevelení. Pro hnojení kukuřice se běžně využívají organická hnojiva, je jednou z nejvhodnějších plodin pro využití kejdy (ANONYM 8).

2.1.3 Výnosový potenciál kukuřice na zrno

Podle ZIMOLKY (2008) význam kukuřice pěstované pro využití na zrno u nás v posledních letech výrazně stoupá. Vliv na nárůst ploch kukuřice pěstované na zrno má zavádění nových výkonných hybridů kukuřice s velmi rychlým uvolňováním vody ze zrna a postupné oteplování planety s příchodem teplejších ročníků umožňujících nižší náklady na sušení. Cílem pěstitelů kukuřice na zrno je v praxi dosáhnout výnosu přes 10 t/ha, vlhkosti zrna pod 30% a eliminovat výskyt fuzárií, a tím snížit koncentraci

mykotoxinů pod mezní limity stanovené nařízením EU. Velmi důležitým momentem dosažení tohoto cíle je správný termín sklizně kukuřice na zrno.

2.1.4 Botanické rozdělení

Robustní jednoděložná, jednoletá tráva, dorůstající nejčastěji do výšky 1 – 3 m. Někdy zvláště v suchých podmínkách může být i nižší, např. jen 0,5 m, jsou ale známy rostliny i šestimetrové. Listy jsou střídané, přisedlé s listovými pochvami a souběžnou žilnatinou. Čepele jsou asi 30 – 90 cm dlouhé a asi 12 cm široké. Květy jsou jednopohlavní, v pohlavně rozlišených květenstvích. Samčí květenství je vrcholová lata klásků, někdy je interpretováno jako několik hroznů vyrážející z hlavní osy. Samčí klásky jsou uspořádány v párech, kdy jeden klásek je stopkatý a druhý přisedlý a každý klásek obsahuje 2 květy. Na bázi každého klásku jsou 2 plevy, které na rozdíl od některých divokých druhů nejsou na kýlu křídlaté. Každý samčí květ obsahuje pluchu a plušku. Tyčinky jsou tři, plenyky dvě. Samičí květenství vyrůstají z úžlabí listu. U pěstované kukuřice seté pravé to je ztlustlý klas, někdy nazývaný palice, který se skládá v průměru z 12 - 16 řad obilek, nesoucích v průměru 200 – 500 zrn. U divokých subspecií je samičí květenství mnohem skromnější dvouřadý klas či hrozen (záleží na interpretaci), pouze asi 1 cm silný a obsahuje jen 4 – 15 obilek.

U divokých forem se klas za zralosti rozpadá, u pěstované kukuřice zůstává vcelku. Celý samičí klas je uzavřen v pochvách listenů, u divokých forem bývá obalová pochva jen jedna, na vrcholu vyčuhuje chomáč čnělek s bliznami. Samičí klásky jsou podobně jako samčí dvoukvěté, ale dolní květ je sterilní, proto z každého klásku vzniká pouze jedna obilka. Na bázi klásku jsou dvě plevy, ve kterých je u divokých forem obilka uzavřena, u pěstované kukuřice jsou plevy redukovány. Každý fertilitní květ obsahuje jednu suchomázdřitou pluchu a plušku, plenyky u samičích květů chybí, čnělky jsou dvě, ale jsou skoro po celé délce srostlé, jen nahoře dvouklané. Původně se jednalo o diploida, počet chromozómů je $2n = 20$, dnes se však pěstují i tetraploidi, $2n = 40$. Kukuřice je větrosprašná (anemogamie). Pylová zrna jsou relativně těžká a velmi rychle vysychají. Udává se životnost 10 až 30 minut. Pyl je rozprašován zhruba po dobu 14 dní. Samčí pohlavní orgán většinou dozrává dříve než samičí, což je považováno za původní mechanismus zabezpečující cizosprašení (PETR, HÚSKA A KOL., 1997).

U mnohých moderních odrůd však dozrávají obě květenství ve stejnou dobu.

V přirozených podmínkách se kukuřice rozmnožuje pouze semenem. Zhruba 95 % semen je oplodněno cizosprášením, zbytek samosprášením. Kukuřice během domestikace ztratila schopnost uvolňovat semena z palice a tak je zcela závislá na pomoci člověka. Kukuřice se nerozmnožuje vegetativně. Je sice teoreticky možné rozmnožovat kukuřici pomocí sterilních technik z tkáňových kultur, ale je to na rozdíl od některých jiných kulturních plodin velmi obtížné a nespolehlivé. Kukuřice je jako mnohé další tropické rostliny plodina s fotosyntézou typu C4. Díky tomu je kukuřice schopná za dostatečného osvětlení velmi rychle růst a produkovat enormní množství biomasy. Udává se maximální výnos až 23 t z hektaru. Není rovněž příliš náročná na vodu (ANONYM 9).

Kukuřice (*Zea mays* L.) patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a skupiny kukuřicovitých (*Maydes*). Do této skupiny patří ještě 2 druhy amerického původu a 5 druhů orientálního původu. Systematika kukuřice má víc modifikací, které jsou založené na různých principech (PETR, HÚSKA A KOL., 1997).

ZIMOLKA A KOL. (2008) uvádí, že většina skupin se dělí na nižší botanické jednotky podle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy pluch ve vřetenech palice. Tyto lze označit jako variety: Kukuřice obecná – tvrdá, kukuřice koňský zub, kukuřice polozubovitá, kukuřice pukancová – praskavá, kukuřice cukrová, kukuřice vosková, kukuřice škrobnatá a kukuřice pluchatá. Zvláštním typem kukuřice je škrobocukrová a pestrolistá se světležlutě nebo červeně pruhovanými listy, pěstuje se jako okrasná rostlina. Z hlediska botanické systematiky se kukuřice ještě dále třídí na nižší taxonomické jednotky, šlechtěné a krajové odrůdy (kultivary), hybridy (dvouliniové – Sc, tříliniové – Tc a Dc), dále samoopylované linie (s. l.) a různé druhy populací.

Hybridy se využívají k pěstování. Všechny taxonomické jednotky tvoří základ genetických zdrojů pro šlechtitelské využití. Pro jejich identifikaci slouží klasifikátor druhu, který na mezinárodní bázi sjednocuje popis a klasifikaci botanických, morfologických, fyziologických a hospodářských znaků a vlastností.

RANDOLPH (1955) uvádí pro jednotlivé druhy ze skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*) a s ní příbuzné skupiny čirokovitých (*Andropogoneae*) haploidní čili redukovaný, gametický počet n , i diploidní čili somatický počet chromozomů $2n$ s údajem o jejich autentickém zjištění.

2.1.5 Růst a vývoj

Kukuřice přirůstá váhově dosti nepravidelně. Fáze pomalého růstu, kdy rostlina přibývá zvolna na objemu i na váze při relativně vysoké teplotě. Fáze rychlého růstu, kdy náhlým zvratem rostlina přechází do období rychlého růstu a dosahuje maxima své váhy asi dva týdny před mléčnou zralostí. Fáze pomalého ubývání váhy, kdy po dosažení maxima váhy rostlina zvolna ztrácí vodu a pomalu, ale plynule ubývá na váze, což trvá několik dnů po dosažení mléčné zralosti. Fáze rychlého ubývání na váze, od období mléčné zralosti rostlina rychle ubývá na váze až do plné zralosti.

Přibývání sušiny za růstu se děje zákonitě. Proto se dá číselně sledovat. Váha zrna je v určitém vztahu k váze sušiny listů (AZZI, G., 1956).

Vlastní růstové fáze jsou ve vztahu k období ontogeneze podle DC stupnice následující: klíčení, vzcházení, tvorba listů, růst, metání samčího květenství, kvetení samčího květenství, kvetení samičího květenství a zrání. Kromě DC stupnice je však v praxi používána původní, čtrnácti stupňová stupnice (0-13) a ve slovenské literatuře často používaná stupnice VÚK Trnava (MOUDRÝ, JŮZA, 1998).

HRUŠKA A KOL. (1962) píše, že kukuřice má mnoho znaků společných s jinými lunicovitými rostlinami – travami a obilninami a má mnoho znaků, kterými se od nich liší.

Při šlechtění kukuřice je plně využíváno heterozního efektu a v pěstování jsou využívány prakticky pouze hybridy. Z tohoto hlediska rozdělujeme hybridy následovně: dvouliniový hybrid, tříliniový hybrid, modifikovaný dvouliniový hybrid, čtyřliniový hybrid, meziodrůdový hybrid, odrůdo – liniový hybrid, liniovo - odrůdový hybrid (MOUDRÝ, JŮZA, 1998).

2.1.6 Morfologická charakteristika

Kukuřice setá (*Zea mays L.*) je původem z tropických a subtropických oblastí jižní a střední Ameriky. Patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Z nadzemních uzlů stébla se vytvářejí vzdušné kořeny (chrání rostlinu před poléháním a pomáhají zužitkovat vláhu v druhé polovině vegetace (ANONYM 10).

ZIMOLKA (2008) říká, že ke klíčení obilky kukuřice dochází v důsledku komplexního projevu biochemických, fyziologických a morfologických pochodů. Začíná klíčit za vyhovujících tepelných a vlhkostních podmínek ve vzduchu i v půdě.

2.1.6.1 Vegetativní orgány

Klíčení obilky (zrna) kukuřice podobně jako u všech jiných rostlin je komplexem biochemických, fyziologických a morfologických pochodů. Zrno začíná klíčit za vhodných tepelných a vlhkostních podmínek vzduchu i půdy. Jako jiné lipnicovité rostliny má kukuřice svazčitý kořenový systém, jehož provazčité kořeny pronikají podle stanovištních podmínek poměrně hluboko do půdy (1,5 – 3 m) a zajišťují dobré zásobování rostliny vodou ze značné hloubky (CHAPMAN, 1995).

Jako jiné trávy má kukuřice stéblo vzpřímené a lysé. Výška stébla rostlin je v daných pěstitelských podmínkách ukazatelem ranosti odrůdy a závisí kromě odrůdy na růstových podmínkách. Délka jednotlivých článků stébla se odspodu nahoru zvětšuje a činí za příznivých vegetačních podmínek 25 cm i více. Kukuřice má listy dlouze kopinaté a pásovité. Vyrůstají po jednom na každém kolénku a to střídavě ve dvou protilehlých řadách (HRUŠKA A KOL., 1962).

2.1.6.2 Generativní orgány

Od jiných lipnicovitých rostlin se kukuřice liší zejména stavbou svého květenství.

Květy má různopohlavní, jednodomé, sestavené po dvou do klásků, které jsou základním charakteristickým stavebním prvkem květenství všech trav. Vedle převážné většiny normálních rostlin kukuřice, nesoucích pro kukuřici typické laty a palice, je možné pozorovat mnoho různých odchylek (HRUŠKA A KOL., 1962).

Podle WEATHERWAXE (1955) je potřeba různé anomálie kukuřičné rostliny hodnotit jako odchylky od běžného, ale přitom vysoce umělého typu normální kukuřice, který vznikl dlouhodobým a postupným výběrem prováděným člověkem.

2.1.6.3 Morfologie zrna

Zrno (caryopsis) kukuřice je z botanického hlediska nažka, což je suchý jednosemenný plod, nepukavý, s tenkým oplodím. Tvar je rozličný. Oplodí (perikarp) kryjící semeno je hladké, na vrcholu s nepatrným zbytkem po čnělce, na bázi se zbytkem po stopce, po jeho odstranění se odkryje tmavá semenná jizva – pupek (hillum).

Vývoj klíčku probíhá u různých variet kukuřice podobně. Oplozené jádro vaječné buňky (zygota) se začíná poprvé dělit za 20 – 30 hodin po oplození. První znaky morfologické diference embrya jsou pozorovatelné asi 8 dní po opylení. Zárodek (embryo) je umístěn na boční straně, ve spodní části zrna, k endospermu přiléhá

štítkem. Barva zrna se pohybuje v široké škále, od bílé přes žlutou, oranžovou, hnědočervenou, fialovou až po černou, u některých kultivarů i skvrnitou (MODILEVSKIJ A KOL., 1958).

CHAPMAN (1995) píše, že triploidní primární jádro, které vznikne splynutím spermie s jedním z polárních jader a následným sloučením produktu této fáze s druhým polárním jádrem, se začíná dělit dříve než oplozená vaječná buňka.

HRUŠKA A KOL. (1962) uvádí, že vývoj endospermu kukuřice začíná dělením triploidního prvotního jádra endospermu ihned po oplození. Jednotlivá období dělení jdou velmi rychle za sebou a vzniká tzv. nukleární endosperm. Do pátého dne po oplození je endosperm tvořen z buněk, které vznikly vytvořením buněčných blan a shluknutím plazmy kolem jader. Asi dvacet dní po oplození ustává mitotické dělení buněk endospermu, hlavně v centrální části, později pak v periferické části, kde vzniká aleuronová vrstva endospermu. Ačkoliv obilka vzniká na rostlině mateřské, může se vliv cizího pylu projevit jak na klíčku, tak i na endospermu, tj. na celém zrně kromě oplodí. Například při opylení bělozrné odrůdy kukuřice pylem odrůdy žlutozrné nebo naopak se zrno na palici zbarvuje bledě žlutě.

V době úplného dozrávání zrna se vnitřní perikarp již nedá rozlišit jako zvláštní vrstva a obal zrna tvoří pevná, tuhá vrstva stlačených buněk perikarpu a velmi tenké, polopropustné membrány, které nemají buněčnou strukturu. Membrány vznikají při ztloustnutí vrstvy buněk (vnější) epidermis vajíčka (RANDOLPH, 1936).

2.1.6.4 Chemické složení a nutriční hodnota zrna

Obilky kukuřice obsahují 70 % škrobu a 12 % dusíkatých látek a 8 % tuku, vysoký obsah vitamínu E a minerálních látek. Nejvíce tuku je v klíčku a jeho obsah se pohybuje mezi 3 – 6 %. Cukrová kukuřice obsahuje až 8 – 9 % tuku. Minerální látky jsou soustředěné v klíčku a jejich obsah je nejnižší ze všech obilovin (ANONYM 11).

Tabulka č. 1: Chemické složení zrna kukuřice (%).

Zdroj: http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Kukurice_seta.htm

	Škrob	Cukry	Vláknina	Bílkoviny
Vosková zralost	71,8	3,22	1,7	11,61
Technická zralost	71,6	3,07	1,7	11,59

HRUŠKA (1962) uvádí, že zrno kukuřice je významným zdrojem energie, krmivem a potravinou s velkou nutriční hodnotou, což je podmíněno vysokou stravitelností všech přítomných živin. Nutriční hodnota je závislá na složení zrna, které se vlivem různých faktorů značně mění. Zvláště silný vliv na složení kukuřičného zrna mají půda, klima, hnojení, odrůda, vlhkost zrna a uskladnění zrna po sklizni. Pro své značné množství škrobu, tuku a jen málo vlákniny může významně ovlivnit zvláště výživu hospodářských zvířat.

Obsah sacharidů v zrně kukuřice vlivem vnějších i vnitřních podmínek značně kolísá, podle KOZMINOVÉ A KRETOVIČE (1950) v rozmezí od 1,5 do 3,7 % a podle EARLA A KOL. (1946) činí průměrně 1,97 %.

TÄUFEL A KOL. (1960) uvádí změny sacharidů během skladování a klíčení zrna, při kterém se nepatrně zvětšuje množství glukózy, fruktózy a maltózy.

Vlákniny obsahuje kukuřice nejméně ze všech obilnin, což je základem její vysoké stravitelnosti a krmné hodnoty, pro které je kukuřice nejen významnou potravinou, ale i znamenitým krmivem, vhodným zvláště k výkrmu prasat, která mohou dobře zužitkovat jen lehce stravitelná krmiva. Kukuřičný olej obsahuje až 50 % kyseliny linolové, vázané v glyceridech, která je jednou z hlavních nenasycených mastných kyselin, jež nemají chybět v potravě, protože živočišný organismus neumí syntetizovat (KOZMINOVÁ A KRETOVIČE, 1950).

LLOYD, MERTZ (1958), píše, že kukuřičné zrno obsahuje tři druhy bílkovin a to prolamin, rozpustný v alkoholu a zastoupený hlavně zeinem, globuliny, rozpustné v neutrálním solném roztoku a glutelin. Asi polovina veškerých bílkovin připadá na zein a asi 30 % na glutelin.

Podle KOZMINOVÉ A KRETOVIČE (1950) zrno kukuřice obsahuje kolem 1,3 % popelovin. Asi 3/4 všech minerálních látek obsažených v zrně kukuřice je uloženo v klíčku a téměř celé zbývající množství v rohovité části endospermu.

Hybridy kukuřice se žlutým a červeným zrnem jsou jedinou zrninou s vysokým obsahem vitamínu A zejména jeho provitamín, které se v živočišném organismu lehce mění na vitamín A (hlavně beta – karoten). Ve větším množství jsou zastoupeny vitamíny B₁ – thiamin a E (alfa a beta – tokoferol), v menším množství B₂ – riboflavin, B₆ – pyridoxin, antipelargický PP, kyselina pantotenová (HRUŠKA, 1962).

2.1.7 Pěstování kukuřice na zrno

KŘEN (2008) uvádí, že kukuřice je obilnina, která má svými požadavky na agrotechniku a hnojení charakter okopaniny. Dobře snáší především hnojení organickými hnojivy. V období metání lat až do mléčné zralosti má vysoké nároky na vláhu. Při posuzování vlivu předplodiny na hnojení kukuřice je třeba vycházet z půdních a klimatických podmínek, které výrazně ovlivňují jak vodní, tak i živinný režim půd. Nejvhodnějšími předplodinami pro kukuřici jsou plodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Luxusními předplodinami jsou jeteloviny a luskoviny, které obohacují půdu o dusík a zanechávají v ní velmi kvalitní posklizňové zbytky. Při využití jetelovin jako předplodin pro kukuřici musíme brát v úvahu výrobní oblast. V teplejších zónách je vhodnější využití vojtěšky. Naproti tomu ve vlhčích a chladnějších oblastech je vhodnější jetelovinou jetel luční. Výbornými předplodinami jsou také okopaniny hnojené chlévským hnojem. Dalšími vhodnými předplodinami jsou olejniny. Při současné struktuře plodin však přichází v úvahu zařazování kukuřice po jetelovinách, luskovinách a okopaninách spíše ve výjimečných případech. Proto je kukuřice nejčastěji zařazována mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina. Plní tak i funkci přerušovače obilných sledů. V tomto případě se považuje za lepší předplodinu pšenice ozimá než ječmen jarní. Kukuřice je rovněž plodinou, která je často zařazována v rámci osevních postupů jako náhradní plodina při vymrznutí ozimů. Toto opatření lze uplatnit z hlediska pozdního setí kukuřice, kdy po vymrznutí ozimů je dostatek času pro přípravu půdy a následné setí kukuřice v agrotechnickém termínu.

Úspěšně je možné kukuřici pěstovat také několik let po sobě, ale zvyšují se nároky na agrotechniku a hnojení. Kukuřice je plodina snášenlivá také s ostatními plodinami.

Ve výnosech nebyl zjištěn podstatný rozdíl mezi širokolistými a stébelnatými předplodinami. Běžně se můžeme setkat s dvou až tříletým monokulturním pěstováním. Při dlouhodobějším pěstování kukuřice po sobě je zanedbatelné rozšiřování škůdců. K nim hlavně patří zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) a bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera*).

2.1.7.1 Zpracování a příprava půdy

V důsledku velké variability můžeme kukuřici pěstovat i ve velmi rozdílných klimatických podmínkách. Nároky na půdu se řídí v první řadě klimatickými podmínkami stanoviště. V sušších podmínkách jsou vhodnější hluboké humózní hlinité půdy, protože mají určitou zásobu vody i v období největší potřeby. V hraničních chladnějších polohách se kukuřice daří lépe na výhřevnějších, dobře provzdušněných, lehčích půdách, zejména tam, kde jsou dostatečné a rovnoměrné srážky. Téměř trojnásobně vyšší zásoba přístupné vody v hlinitých půdách v porovnání s lehkými půdami podstatně zvyšuje jistotu výnosů v suchých polohách nebo suchých letech.

Na lehčích půdách v suchých polohách proto musíme počítat s větším výkyvem výnosů, které se však dá zmírnit cílevědomým obohacováním půdy humusem. Často je v těchto polohách nutná závlaha. Kukuřici vyhovují i rašelinné, dokonce rašelinové půdy. Na těchto půdách jsou však porosty v důsledku silného nočního vyzařování tepla často ohrožené pozdními jarními mrazíky. Podle geografické polohy stanoviště může mít velký význam i expozice pozemku. Teplotní rozdíl mezi jižním a severním svahem může být po dobu celého vegetačního období větší než 1°C (ŠPALDON A KOL., 1982).

PROKEŠ, ZEMAN (2010) uvádí, že systém zpracování půdy a zakládání porostů je důležitou složkou pěstebních technologií plodin. Pro kukuřici je v současné době široký výběr technologických postupů. Volbu způsobu zpracování půdy je potřeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do osevního postupu, stavu půdy po sklizni předplodiny i dalším faktorům. Z nichž je třeba pozornost věnovat především problematice eroze. Vzhledem k tomu, že kukuřice je pěstována v širokých řádcích a pomalému růstu na začátku vegetace, dochází k pozvolnému zapojení porostu. To je příčinou častého vzniku škod způsobených vodní erozí. U kukuřice je možné využít jak tradiční technologie zpracování půdy orbou, tak minimalizační technologie bez použití orby.

Podle KOSTELANSKÉHO A KOL. (1998) lze mělkým kypřením půdy za vláhově nepříznivých podmínek půdu připravit relativně s vyšší kvalitou a menší potřebou energie, než při zpracování půdy po orbě. Snížení hloubky i intenzity zpracování půdy při použití kypřičů vede k lepšímu hospodaření s půdní vodou. Válení po výsevu v humidnějších oblastech je vhodné na lehčích půdách. Po uválení se doporučuje pozemek převláčet lehkými branami ještě před vzejitím kukuřice pro zachování půdní vláh. Časový odstup mezi válením a vláčením před vzejitím kukuřice je vhodné přizpůsobit intenzitě klíčení plevelů.

Obecně jsou naprosto nevhodné ztuhlé půdy se špatným zasakováním vody, s nízkým obsahem půdního vzduchu, v nichž probíhají redukční pochody. Také teplotní režim těchto půd je špatný. Mezi nevhodná stanoviště také patří lehké písčité půdy nebo velmi mělké, které nejsou schopny dostatečně zásobit rostliny během vegetace vodou. Z hlediska erozního, pokud není využíván systém protierozního obdělávání, jsou pro pěstování kukuřice nevhodná stanoviště se sklonem vyšším jak 7°, a čkoliv po stránce půdní by byla vyhovující (ANONYM 2, 2005).

Potřeba vody je u mladých rostlin v květnu a červnu poměrně malá (20-30 mm za měsíc), neboť v tomto období probíhá růst pomalu. Při nízkých srážkách pronikají kořeny hlouběji do půdy a rostliny mohou pozdější období sucha lépe překonávat.

K mrazu je kukuřice různě citlivá. Před vzejitím nemusí klíčící rostlinu, nacházející se ještě v půdě, poškodit ani mráz -6 až -8 °C. Po vzejití několik hodin trvající přizemní mrazíky -2 až -3 °C zničí nadzemní část, ale rostlina zcela neodumře. Předpokladem je, aby byl vegetační vrchol ještě v půdě. Při poklesu teploty pod 10 °C rostliny žloutnou a zastavují růst. Aby bylo vegetační období využito co nejvíce, je třeba se setím začít co nejdříve, tj. již při teplotě půdy 8-10 °C. Klíčení začíná při 20% a urychluje se až po dosažení 80% plné vodní kapacity půdy. Při 100% nasycení půdy vodou se velmi opoždí nebo zrna neklíčí pro nedostatek kyslíku. Kromě obsahu vody v půdě závisí rychlost klíčení a vzcházení zejména na teplotě. V období metání se potřeba vody silně zvyšuje. Podle zásoby vody v půdě je to 80-120 mm za měsíc.

I když po metání již voda nemá takový význam, je vhodné i v tomto období dostatek vody zabezpečit. Tím dosáhneme plného opylení a ožrnění palic (ŠPALDON A KOL., 1982).

Kukuřice je na přípravu půdy velmi náročná. Aby se mohl plně rozvinout její mohutný kořenový systém, a tím vytvořit příznivé podmínky pro příjem vody a živin, vyžaduje půdy hluboko zpracované. Na podzim se provádí základní zpracování půdy.

Podmítka, po které následuje střední či hluboká orba spojená eventuálně se základním hnojením. Na jaře, po oschnutí brázd půdu usmykujeme a vláčením ji udržujeme v kyprém stavu, až do zasetí. Před setím aplikujeme buď celou nebo 2/3 dávky dusíkatých hnojiv a půdu kypříme do hloubky výsevu těžkými nebo rotačními branami (ŠROLLER A KOL., 1997).

2.1.7.2 Osevní postup

Kukuřici lze pěstovat i několik let po sobě. Nevyžaduje speciální předplodinu.

Výborná předplodina je organicky hnojená okopanina. Zpravidla bývá zařazována mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina. V tomto případě se považuje za nejlepší předplodinu pšenice. Nejvhodnější předplodinou pro kukuřici je jetelovina. Po ní zůstává v půdě značné množství dusíku, které se pozvolna uvolňuje z organických vazeb v průběhu vegetace. (ŠROLLER A KOL., 1997).

Část ploch kukuřice se zařazuje i jako následná plodina po ozimých meziplodinách. Nejvhodnější jsou časně sklizené meziplodiny (brukvovitě).

Po pozdních meziplodinách bývá snížen výnos hmoty kukuřice následkem zkrácení její vegetační doby a někdy i vysušení půdy meziplodinami. Při dvouletém sledu kukuřice je vhodný sled kukuřice (STACH, 1995).

Hloubka setí se pohybuje od 50 – 80 mm, podle půdy a podle velikosti kalibrovaného zrna. V těžších půdách mělčeji. Větší zrna hlouběji. Termín výsevu se podřizuje teplotě půdy, která by měla v hloubce 60 -100 mm dosahovat 10 – 12°C.

Ve výrobním typu kukuřičném je to od 18. 4. do 30. 4., v okrajových oblastech od 20. 4. do 4. 5. (FÁBRY A KOL., 1984).

Veškeré moderní secí stroje sejí kukuřici na vzdálenost řádků 0,70 nebo 0,76 m.

K tomuto jsou konstruované i adaptéry na sběr. Vzdálenost v řádku volíme pomocí kotoučů na secích strojích podle výpočtu (PETR, HÚSKA, 1997).

2.1.7.3 Výživa a hnojení

Kukuřice vytváří mohutný kořenový systém a vzhledem k delšímu období příjmu živin využívá dobře živiny půdy. Náleží mezi rostliny typu C4, a proto využívá velmi dobře sluneční energii. S tím je spojeno i efektivní využití přijatých živin na tvorbu výnosu. Obsah živin v rostlinách je ovlivněn především půdně klimatickými podmínkami, úrovní hnojení a pěstovaným hybridem, a proto se i odběr živin může významně lišit (VANĚK A KOL., 2007).

Kukuřice je velký konzument živin. Slabě však reaguje na intenzitu přímého hnojení. Lepší využívá reziduální účinek hnojení předplodin. Hnojení statkovými hnojivy v dávce 30 – 50 t na 1 ha je vhodné, stejně jako zelené hnojení nebo rozdrčená sláma postříkaná Microbionem a zaoraná (PETR, HÚSKA, 1997).

Průměrná spotřeba živin v kg na 1 t zrna a příslušného množství kukuřičné slámy je 25 – 30 kg N, 4,5 – 7,0 kg P, 23 – 29 kg K, 4,5 – 7,5 kg Ca a 3,5 – 6 kg Mg (ŠPALDON A KOL., 1982).

Dusík je základním prvkem pro nárůst biomasy. Ovlivňuje délku palice, tedy počet zrn v řadě a HTZ. Dostatek fosforu zaručuje správný vývin rostlin kukuřice, vysoký výnos a kvalitu zrna. Fosfor je nepostradatelný pro přenos energie v procesech fotosyntézy, dýchání, metabolismu cukrů, tuků, bílkovin. Rostliny s dostatkem fosforu přecházejí dříve do generativní fáze. Na nedostatek draslíku reaguje kukuřice výrazněji než na nedostatek fosforu. Draslík je nepostradatelný při tvorbě cukrů v rostlině, jejich přeměně a přemísťování do zásobních orgánů. Draslík přímo ovlivňuje hospodaření rostliny s vodou a tím zvyšuje odolnost kukuřice vůči vláhovému deficitu (ANONYM 3, 2007).

MARENDIAK A KOL. (1987) uvádí, že dostatek draslíku zvyšuje pevnost stébla a odolnost vůči chorobám a škůdcům. Vhodnými hnojivy jsou draselné soli. Hořčík se v rostlině vyskytuje obsažen v chlorofylu, ve fytinu atd. Aktivuje četné enzymatické systémy důležité při fotosyntéze.

Při nedostatku hořčíku je v pletivech rostlin zvýšen obsah peptidů a aminokyselin a dochází k omezení fotosyntézy. Příjem hořčíku je výrazně ovlivněn poměrem mezi ním a draslíkem (ANONYM 3, 2007).

Z pohledu výživy, a tím i potřeby hnojení se kukuřice vyznačuje některými zvláštnostmi, které je nutné respektovat, chceme-li dosáhnout potřebného výnosu a kvality sklizně. Kukuřice má pomalý počáteční růst a příjem živin. Kritické období růstu i příjmu živin je na počátku vegetace, kdy je kukuřice citlivá k nižším teplotám a má malou konkurenční schopnost. Vzhledem k tomu, že nemá ještě dostatek kořenů, má i omezenou příjmovou kapacitu kořenů pro živiny, zvláště pro fosfor.

Jakmile však vytvoří dostatečný kořenový systém, osvojuje si živiny z půdy poměrně dobře. Vysoká potřeba živin nastává v průběhu intenzivního růstu nadzemních částí rostlin, nejčastěji od počátku června a vrcholí v poslední dekádě července. Za 35 až 45 dní přijme kukuřice 70 – 75 % všech živin. Vzhledem k delší vegetaci dobře využívá živin, které se uvolní v půdě během vegetace, především z organických, lehčeji hydrolyzovatelných sloučenin při mineralizaci (VANĚK A KOL., 2007).

Statková hnojiva se rozdělují, podle rychlosti uvolňování N. Typickým představitelem hnojiv s pomalu uvolněným dusíkem jsou statková hnojiva se zbytky steliva – hnůj. Hnojivy s rychle uvolnitelným dusíkem jsou kejda, hnojůvka, močůvka,

silážní šťávy, trus drůbeže a drobných hospodářských zvířat s podestýlkou nebo bez podestýlky, výkaly, popřípadě moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě na pozemku. Hnojivo s velmi rychle se uvolňujícím dusíkem, vhodné k výživě rostlin nazýváme digestát. Je to produkt získaný po anaerobní fermentaci v bioplynové stanici. Jeho složení je přímo závislé na použité vstupní surovině. Obsah a podíl organické hmoty je diskutován a podrobován výzkumům, ale doposud provedené zkoušky a praktické zkušenosti ukazují, že se jedná o velmi rychle působící organické hnojivo až organominerální hnojivo. Digestát obsahuje vysoký podíl dusíku ve formě NH_4^+ a jeho pH se pohybuje kolem 7,0 – 7,8. Proto je třeba s digestátem pracovat podobně jako s kejdou, která má obdobné parametry. Není možné jednoznačně definovat obsah živin v digestátu, a proto je nezbytně nutné vždy před aplikací udělat jeho rozbor a na základě zjištěných hodnot pak upravit dávku digestátu na plochu (ANONYM 1, 2012).

KAČICOVÁ (2010) uvádí, že digestát je svou podstatou organické hnojivo, ale svými vlastnostmi a působením se přibližuje kombinovaným minerálním hnojivům.

Z hlediska obsahu živin je ceněn jako kvalitní kompletní hnojivo, které dokáže pokrýt většinu potřeby živin kukuřice i ostatních plodin. Je vhodným hnojivem v kombinaci se slámou, posklizňovými zbytky kukuřice nebo zeleným hnojením. Jeho možnosti použití zpravidla odpovídají použití kejdy, dávky na hektar se vypočítávají podle celkové potřeby dusíku. Ostatní deficitní živiny je potřeba operativně doplňovat minerálními hnojivy. Ve většině případů se provádí první aplikace před setím kukuřice.

Musí se co nejdříve zapravit do půdy, aby nedocházelo ke ztrátám dusíku. Další možností je meziřádková aplikace po vzejití kukuřice a to až do vývojové fáze kukuřice, při které lze ještě projet porostem bez jeho většího poškození. Organické látky vytvářejí dobrou strukturu půdy a dochází v nich k rychlým tokům živin a energie.

Organickými látkami v půdě nejsou jenom posklizňové zbytky a neživá část organických látek – humus, ale jedná se též o komplex organismů, které žijí v půdě. Půdní humus je jedna ze součástí komplexu všech organických látek v půdě a je tvořen zbytky rostlin a živočichů v různém stupni rozkladu. Humus prochází neustálou proměnou a vytváří v půdě vazby s minerály. Tvorba vlastního (pravého) humusu probíhá převážně za anaerobních podmínek – soubor mikrobiálních, biochemických (enzymatických) pochodů, při nichž se tvoří nové organické látky – huminové látky (ANONYM 1, 2012).

2.1.7.4 Založení porostů kukuřice

DIVIŠ (1993) uvádí, že hustotu porostu je potřebné diferencovat v závislosti na hybridech a agrotechnických podmínkách. Hustota porostu se hůře určuje pro teplotně méně příznivé podmínky, kde v závislosti na letech bývají v průběhu počasí velké rozdíly. Za optimální hustotu je potřebné považovat takovou, při které se dosahuje u většiny let dobrý výnos zelené hmoty, s dobrým podílem palic a požadovanou silážní zralostí. Hloubka setí se diferencuje v závislosti na typu půdy, na vlhkostních a teplotních podmínkách a na velikosti zrna. Dodržení hloubky setíové přípravy má velký význam pro kvalitu setí, hloubku výsevu a její rovnoměrnost.

Nerovnoměrnost hloubky výsevu ovlivní vzcházivost a celkovou vyrovnanost porostu.

Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality všech variant jejího využití. Kukuřici je možno vysévat v relativně širokém časovém rozpětí, přitom však termín výsevu musí být zvolen tak, aby se co nejlépe a nejdéle využila vhodná doba vegetativního období. Předčasný výsev může být v chladnějších oblastech na závadu z hlediska vzcházení rostlin.

Rovněž opoždění výsevu snižuje výnos obvykle o 15 % i více a prodlouží termín dozrávání (HRUŠKA, 1962).

Termín setí závisí na teplotě půdy (obvykle počátkem května). Na hektar se vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se v závislosti na hybridu pohybuje od 60 do 110 tisíc jedinců na 1 ha. Průměrná redukce počtu rostlin od setí do sklizně je 15 - 20 %. S tím je potřebné u výsevu počítat. Obvykle se volí vzdálenost řádků 0, 70 - 0,75 m.

Při pěstování na siláž je možné volit i vzdálenost řádku 0, 50 m. Hloubka výsevu se pohybuje od 50 – 80 mm a to podle půdy a velikosti kalibrovaného zrna. Proti vyhrabávání a vyzobávání ptáky se doporučuje hloubka setí 6 – 9 cm (ANONYM 11).

Podle ŠIMONA A KOL. (1999) má setí plodin do mulče z vymrzajících meziplodin výrazný půdoochranný účinek a specifický význam především u plodin s pomalým počátečním růstem a vývojem, pěstovaných v širších řádcích, které nechrání dostatečně půdu před vodní i větrnou erozí.

Ochrana proti plevelům za vyhovujících vlhkostních poměrů je možné realizovat i oborávkou rostlin, čímž se část nodálních kořenů přikryje zeminou. Je to vhodné zejména u hybridů s mělkou kořenovou soustavou (DIVIŠ, 1993).

2.1.7.5 Ošetření ve vegetačním období

Kukuřice roste v počátečním vývoji velmi pomalu, a proto je zde příležitost pro rychlý růst plevelů. Kultivační opatření v počátečních fázích růstu musí směřovat jednoznačně k potlačení plevelů. Prvním zásahem po zasetí kukuřice bývá válení.

V suchých oblastech a za suchého jara je nutné na všech půdách. Ve vlhčích oblastech pouze v lehkých půdách. Příznivě působí na růst rostlin plečkování, zejména na ulehých a těžkých půdách. Musí být mělké, maximálně na hloubku výsevu.

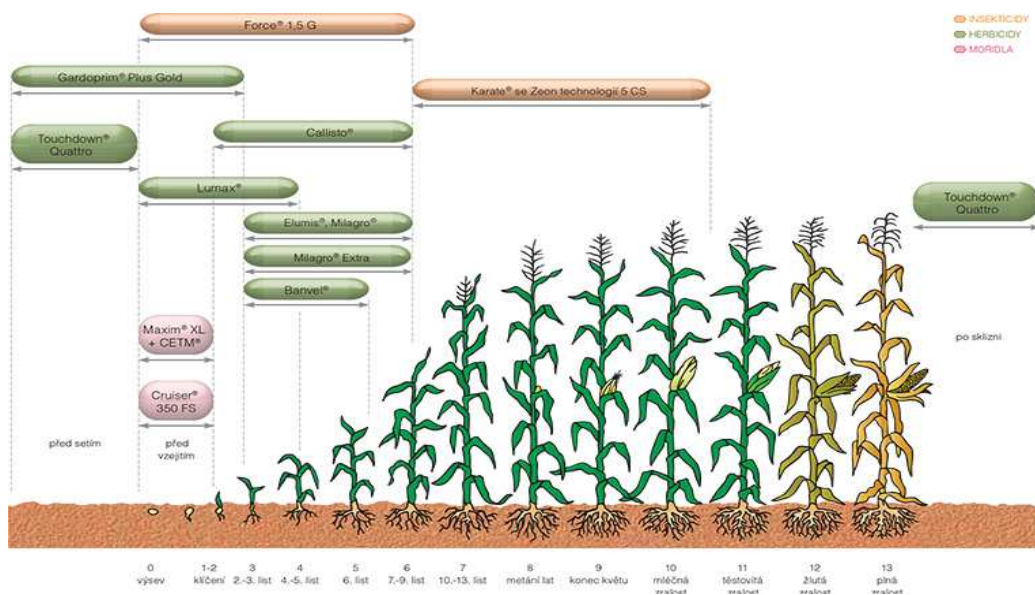
V případě druhého plečkování je nutné ponechat širší ochranné pásy okolo řádků.

Vláčením a plečkováním ničíme vzcházející plevele a tím snižujeme dávku herbicidů a účinky reziduí na životní prostředí (ŠROLLER A KOL., 1997).

Podle ŘÍHY (2008) se ochrana kukuřice soustřeďuje především na chemické hubení plevelů (moření osiva proti chorobám a půdním škůdcům v období vzcházení a insekticidní ošetření proti škůdcům vzešlých rostlin), chemickou nebo biologickou likvidaci zavíječe kukuřičného (případně dalších škůdců), šlechtění s využitím biotechnologií k získávání hybridů odolných vůči chorobám a škůdcům.

Obrázek č. 2: Schéma technologie ošetření kukuřice

Zdroj: <http://www.syngenta.com/country/cz/cz/reseni-syngenta/Pages/kukurice.aspx>



Po zapojení porostu kukuřice mizí nebezpečí zvýšené konkurence ze strany plevelů. Ochrana proti škůdcům spočívá zejména ve šlechtění na rezistenci a moření.

Totéž platí pro ochranu proti chorobám, kde navíc je potřeba dobře homogenizovat a zapravit případné posolit zbytky (ŠROLLER A KOL., 1997).

V kukuřici jsou nyní v ČR využívány pouze herbicidy a insekticidy. Fungicidy jsou výhradně součástí mořidel osiva a jsou používány pouze přípravky zapsané v platném vydání Seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin, a to způsobem, který uvádí aktuální etiketa přípravku (ŘÍHA, 2008).

2.1.7.6 Regulace plevelů

Jak uvádí JURSIK (2010), kukuřice patří k plodinám se střední až nižší konkurenční schopností. Výnosové ztráty způsobené zaplevelením se proto při absenci regulace plevelů pohybují mezi 30 – 50 %, při extrémním zaplevelení se však může výnos snížit až o 90 %. Vedle sníženého výnosu může zaplevelení negativně ovlivňovat také jeho kvalitu, zvyšuje náchylnost kukuřice k poléhání, porosty dozrávají nerovnoměrně a v poslední řadě bývá problematická sklizeň.

Plevelné spektrum kukuřice bývá poměrně úzké. Dominují obvykle merlíky, laskavce, rdesna a ježatka kuří noha. Lokálně mohou způsobovat problémy také další pozdní jarní plevele, především béry, bažanka roční, durman obecný, mračňák Theophrastův, či plevelná prosa, které mohou vzcházet z poměrně velké hloubky, čímž se stávají odolnější vůči preemergentním herbicidům.

KOHAUT (1998) dodává, že preemergentní aplikace by měla být do třech dnů po setbě na dobře připravenou půdu bez hrud. Postemergentní aplikace herbicidů je uváděna od 2 – 3 listu kukuřice.

Časté je také zaplevelení vytrvalými plevele, zejména pýrem plazivým, pcháčem rolní a v posledních letech intenzivně se šířícím svlačcem rolním. Hlavní příčinou intenzivního šíření svlačce rolního je teplejší klima posledních let. Pýr plazivý výrazným způsobem potlačuje kukuřici již při střední intenzitě zaplevelení, vhodné je proto řešit jeho regulaci již v meziporostním období. K typickým plevelům kukuřice patří opletka obecná, což je způsobeno její vysokou odolností k celé řadě herbicidů běžně používaných v kukuřici, ale také v obilninách. Výše uvedené plevelné spektrum je však charakteristické především pro typické kukuřičné oblasti. V méně vhodných polohách pro pěstování kukuřice (vyšší polohy), nebo na lokalitách s extrémním zastoupením obilnin a řepky v osevním sledu, je nutné počítat také s vyšším výskytem ozimých a časných jarních plevelů, které při vysoké intenzitě zaplevelení a vhodných vláhových podmínkách na počátku vegetace mohou kukuřici také výrazně konkurovat (JURSIK, 2010).

Poměrně velká meziřádková vzdálenost (70 až 75 cm) a často až příliš casné setí jsou hlavní příčinou poměrně dlouhého období od zasetí kukuřice do úplného zapojení

porostu (obvykle 6 – 8 týdnů), což klade poměrně vysoké požadavky na účinnost herbicidů. Z hlediska konkurenčního působení plevelů je však kritické období poněkud kratší, obvykle od vzejití do čtyř až šesti listů kukuřice, přičemž při výskytu vytrvalých plevelů je toto období delší. Plevelé vzešlé po tomto období již obvykle nezpůsobují výraznější výnosové ztráty, mohou se však reprodukovat a obohatit tak půdní zásobu semen na několik dalších let. Naopak, jestliže je porost kukuřice vystaven intenzivnímu zaplevelení a ošetření proti plevelům je provedeno později, mohou plevelé konkurenčně způsobit již v relativně velmi raných růstových fázích kukuřice, což se projevuje drobnějším habitem a horším uspořádáním listů (nižší využití světelného záření). Mezi hybridy kukuřice však existují poměrně velké rozdíly v konkurenční schopnosti, které se projevují především při nižší intenzitě zaplevelení, kterému dokáží konkurenčně silnější hybridy odolávat výrazně lépe. Obecně lze říci, že ranější hybridy a hybridy s vyšším olistěním jsou konkurenčně silnější (HRON, 1972).

Struktura plodin a jejich střídání v osevním postupu je jedním z nejvýznamnějších faktorů, určujících složení plevelných společenstev. Vzhledem k tomu, že jednotlivé plevelé mohou vegetovat pouze v plodinách, které jim vyhovují z hlediska jejich životního rytmu, bývá složení plevelných společenstev odrazem struktury plodin.

Největším zdrojem zaplevelení je zásoba semen v půdě. Správně sestavený osevní postup by měl přispívat k přirozenému samočistění půdy a k snižování semen v půdě.

Střídáním plodin nelze všechny plevelné druhy najednou potlačit, avšak lze se zaměřit na problematické druhy, které lze značně omezit (MIKULKA A KOL., 1999).

Odstraňování nežádoucích rostlin ze stanoviště bylo vždy jednou z nejdůležitějších prací zemědělců. V principu jde o stabilizaci iniciálního stádia fytocenózy, zabránění sukcesí nežádoucích rostlinných druhů a tím změně společenství rostlin. Bez péče hospodáře orná půda rychle zarůstá plevelnými rostlinami a postupně se mění v jiná stádia fytocenózy. Opatření směřující proti polním plevelům zajišťují trvalou existenci orných půd. Hubení plevelů má své počátky v době vzniku zemědělství a první údaje o této problematice jsou již z období starověku (HRON, 1972).

K potlačení spektra jednoletých plevelů je vhodné několikaleté zařazení pícnin, které se sklízí dříve, než mohou plevely dozrát a vysemenit. Předpokladem výrazného snížení vytrvalých plevelů, zvláště pýru plazivého, jsou vhodně sestavené osevní postupy s delším meziorostním obdobím. Velmi vhodné je pěstování letních i ozimých meziplodin, které mají na plevely podobný účinek jako pícniny. Letní meziplodiny velmi výrazně potlačují pýr plazivý (MIKULKA, KNEIFELOVÁ A KOL., 2005).

V kukuřici se vyskytuje podobné plevelné spektrum jako v cukrovce, s tím, že jsou jisté odlišnosti ve složení plevelného spektra podle stanovištních podmínek. Zatímco v řepařské a kukuřičné výrobní oblasti převažují v kukuřici teplomilné plevele (laskavec ohnutý, ježatka kuří noha), je v bramborářské výrobní oblasti největším problémem pýr plazivý. Merlík bílý, rdesna a ostatní plevele jsou rozšířeny všeobecně. Současný systém zpracování půdy, kromě všeobecně kladného vlivu podmínky a orby, neposkytuje v kukuřici mnoho prostoru k mechanickým zásahům. V oblastech kultivačního zásahu došlo v posledních letech k zajímavému obratu, v tradičně kultivovaných plodinách, jako jsou okopaniny, je možné pozorovat ústup od mechanické kultivace nebo její podstatné omezení, zatímco v ostatních plodinách (převážně obilniny a kukuřice) dochází k renesanci těchto metod regulace zaplevelení (MIKULKA A KOL., 1999).

Přednost použití prutových bran v kukuřici spočívá ve vysoké výkonnosti a možnosti zasahovat plevele i v řádku, což jinými způsoby nelze dosáhnout. První zásah je třeba použít vláčení branami naslepo (KOHOUT, 1997).

V naprosté většině podniků se kultivační zásahy v kukuřici neprovádějí. Pokud se pro částečnou kultivaci rozhodneme, je nutno již od zasetí udržovat pozemek v bezplevelném stavu (MIKULKA A KOL., 1999).

Ideální doba je několik dnů po setí, kdy délka klíčků kukuřice je okolo 4 cm a velká část plevelů je vyklíčena. Musí se dodržet zásada, aby pruty bran zasahovaly maximálně do hloubky 2 cm a nepoškozovaly klíčící kukuřici. Úspěšnost regulace plevelů se pohybuje okolo 80 %. V případě rozšíření vytrvalých plevelů úspěšnost zásahu klesá (KOHOUT, 1997).

2.1.7.7 Škůdci kukuřice

Na kukuřici žije mnoho škůdců, z nichž někteří jsou pro ni specifictí, většina však na ni přechází z ostatních zemědělských plodin. Ochrana kukuřice se zaměřuje hlavně na to, aby se zabránilo poškození půdními škůdci v nejranějším období vývoje kukuřice mořením osiva. Účelem tohoto zákroku je chránit mladé porosty před poškozením od ponrav a drátovců. V pozdější fázi je nutno chránit kukuřici před žírem některých housenek a brouků, které mohou být zvláště v teplejších oblastech velmi nebezpečné (HRUŠKA, 1962).

Ze svého hmyzu škodí zejména mšice a třásněnky a zavíječ kukuřičný, který je obávaným škůdcem u nás i jinde ve světě. Motýl sám je neškodný, ale mnoho škod

působí jeho žravé housenky. Jako příznaky napadení housenkami zavíječe kukuřičného, se objevují na listech kukuřice protáhlé jizvy po požeru, kolem kterých, je drť z rostlin a trus housenek. Housenky škodí na kukuřici přímo vyžíráním dřenevých stébel. Tím se narušuje výživa rostlin. Škůdci působí ztráty na porostu, výnosu i kvalitě kukuřice po celou dobu její vegetace. Nejvýznamnějšími škůdci vzcházející kukuřice jsou drátovci, larvy tiplic, housenice můr (osenice), květilka všežravá a larvy nastupujícího bázlivce kukuřičného (ŠČEGOLEVA, 1955).

Též ZIMOLKA (2008) uvádí, že ochrana je založena na insekticidním moření osiva, na použití granulátů nebo na řádkové kapkové aplikaci karbamátů, v současnosti ještě povolené. Další možností je ničení migrujících dospělců ve fázi kladení vajíček. Velká část škůdců se vyvíjí uvnitř posklizňových zbytků. Proto je nutné jejich rozbití po sklizni na částice menší než 5 cm a následné postřikání zdrojem dusíku okamžitým zapravením do půdy nejméně 15 cm hluboko. To způsobí urychlení rozkladu organické hmoty a znemožní dozrání zárodků škůdců a také fruktifikaci hub. Tento zásah je předpokladem k podstatnému snížení následné populace škůdců.

HRUŠKA (1962) uvádí, že v celosvětovém měřítku je známo na kukuřici na 500 druhů různých škůdců.

Nejlepším opatřením proti škůdcům i chorobám skladované kukuřice jsou opatření ochranná (preventivní), která jsou velmi účinná a snadno proveditelná. Hubení škůdců již ve skladišti je obtížné a nákladné a často bezúspěšné. Hlavním preventivním opatřením je jednak zamezit škůdcům, aby vnikli do skladu a jednak uvnitř skladu i jeho okolí vytvořit takové podmínky, které by nedovolovaly nebo ztěžovaly život a rozmnožování škůdců. Základem prevence je čistota skladu a produktu. K typickým škůdcům skladované kukuřice patří Pilous černý, mol zrnový, potemník čili trojatec zhoubný (DVOŘÁK, 2001).

2.1.7.8 Choroby kukuřice

HRUŠKA (1962) píše, že na kukuřici je popsáno více než čtyřicet různých druhů parazitárních chorob, z nichž asi třicet je původu houbového a ostatní jsou původu bakteriálního a virózního. V nepříznivých podmínkách podléhá kukuřice také napadení poloparazitickými a saprofytickými mikroorganismy, proti kterým je v normálních podmínkách odolná. Vedle toho jsou u kukuřice známy tzv. choroby fyziologické, vznikající z nedostatku nebo nadbytku živin a také působením nepříznivých faktorů vnějšího prostředí. Rozsah a intenzita napadení kukuřice chorobami závisí

na přítomnosti původce choroby a jeho virulenci, na podmínkách vnějšího prostředí (teplota, vlhkost, srážky) a na stupni odolnosti pěstované kukuřice. Oblasti pěstování kukuřice se nacházejí v různých klimatických zónách, a proto se liší i druhové složení původců parazitárních chorob a jejich škodlivost.

Nové oblasti pěstování kukuřice, které se nacházejí v méně příznivých podmínkách pro její pěstování na zrno, jsou málo příznivé i pro mnohé choroby, jež se vyskytují v hlavních kukuřičných oblastech. Místo nich je kukuřice napadána pro časté oslabení nepříznivými podmínkami poloparazitickými a saprofytickými mikroorganismy (ULLSTRUP, 1957).

DIVIŠ (1993) říká, že v nekukuřičných podmínkách jsou z hlediska chorob na kukuřici závažné plísně, ale i fuzariózy, které napadají klíčící semeno. Zejména při setí do chladné půdy mohou být příčinou zvýšené redukce rostlin. Ochranou proti těmto chorobám je použití mořeného osiva. V příznivých podmínkách bramborářské oblasti se můžeme setkat v porostech kukuřice se snětí kukuřičnou (*Ustilago maydis Corda*), která napadá všechny části rostliny. Na infikovaném místě vyrůstá nádor s černou hmotou chlamydospor. Nejpodstatnější škody na vzcházející kukuřici působí některé nádorovité patogeny přenášené na osivu nebo uvnitř něj. Jejich nejčastějšími zástupci jsou kořenomorka (*Rhizoctonia solani*), černě (*Alternaria spp.*), spála listů (*Helminthosporium turcicum*) a růžová plísňovitost (*Fusarium spp.*).

Jak uvádí ŘÍHA (2008), houby napadají během celé vegetace kořenový systém kukuřice, který poškozují. Choroby stébla jsou způsobovány houbami rodů *Fusarium* a *Coletotrichum spp.* V období vlhkého počasí se šíří na zrajících porostech spála kukuřice (*Helminthosporium turcicum*), která je chápána jako závažná choroba.

Ochrana je založena zejména na dodržování agrohygieny (nakládání s posklizňovými zbytky).

2.1.8 Sklizeň kukuřice a posklizňová úprava stanoviště

Rozeznáváme více variant sběru kukuřice podle užitkového směru. Sklizeň celých rostlin, sklizeň částí rostlin od palic nahoru, sklizeň samotných palic, sklizeň čistého zrna. Úroda se v čerstvém stavu konzervuje nebo se suší podle potřeby. Kukuřice na zrno je fyziologicky zralé ke sklizni, když obsah sušiny v zrně dosáhne hodnoty 60 – 62 %. Zrno je tvrdé lesklé, na bázi má načernalou vrstvu, která signalizuje ukončení ukládání živin. Optimální vlhkost je do 30 %. Při vyšší vlhkosti se začíná zvyšovat procento ztrát a poškození zrna a snižuje se výkonnost mlátičky. Zrno

po sklizni se musí vysušit na standardní vlhkost 14 % nebo se konzervuje při sklizňové vlhkosti. Ztráty za normálních podmínek jsou 3 – 5 %. O ztrátách rozhoduje tuhost stonku, vlhkost zpracovávaného materiálu, seřízení a rychlost mlátičky (PETR, HÚSKA, 1997).

ROMÁNKOVÁ (2012) říká, že při sklizni by mělo zrno být před dokončením příjmu živin, to znamená před fází tvorby černé tečky a mělo by se snadno vyloupnout z vřetene. To je optimálně kolem 35 % vlhkosti zrna, vlhké produkty lze však vyrábět v širším rozmezí vlhkosti 30 – 40%. Nad 40% významně narůstají ztráty sklizeného zrna, nebo nejde mlátit vůbec. Termín sklizně a vlhkost zrna ovlivňuje jak technologický proces, tak výživnou hodnotu výsledného produktu a zároveň využití těchto krmiv. Zrno kukuřice se může svým charakterem pohybovat od hmoty silně degradovatelné až po hmotu málo degradovatelnou. V případě poklesu vlhkosti zrna pod 30% je třeba zkalkulovat, zda nebude levnější a jistější zrno usušit.

Při poškození porostu podzimními mrazíky je proto také nutné počítat s předčasnou sklizní. Při rozhodování o termínu sklizně je třeba posuzovat také zdravotní stav porostu kukuřice. Při napadení porostu zavíječem kukuřičným dochází při opožděné sklizni k přímým ztrátám polámaním rostlin pod palicí a k znemožnění výmlatu spadlých klasů. Otvory po housenkách zavíječe jsou otevřenou bránou pro nebezpečné plísňe, zejména rodu *Fusaria* sp. Tyto mohou při vhodných podmínkách kontaminovat zrno svými produkty, mykotoxiny. Není tedy vhodné ponechávat porosty na poli až do nástupu zimy v naději, že klesne vlhkost zrna.

Jediné, co s jistotou pozdním termínem sklizně dosáhneme, je zaplísňené zrno

Termín sklizně ve svém důsledku může výrazně ovlivnit ekonomiku pěstování kukuřice na zrno.

Na orné půdě zůstává po sklizni plodiny množství posklizňových zbytků.

V zemědělských podnicích, kde není rozvinutá živočišná výroba, se stává tento materiál významným a mnohdy jediným zdrojem organické hmoty, vkládané zpět do půdy. Pro dobré zapravení zmíněné hmoty je třeba zajistit její dobré rozdrčení, a to i při jejím poměrně velkém množství. Významným požadavkem je také její rovnoměrné rozvrstvení po povrchu pozemku. Při sklizni kukuřice, případně dalších plodin je ale potřebné rozdrtit a rozmet nejen slámu, ale je nutné rozdrtit i strniště. Po sklizni kukuřice na zrno, ale mnohdy i na siláž je třeba rozdrtit nejen zbylá stébla, ale především zbytky strniště (ANONYM 13).

2.1.9 Sušení a skladování kukuřičného zrna

Relativně vysoký obsah vody ve sklizeném kukuřičném zrně vyžaduje vytvoření vhodných podmínek pro jeho skladování. Nejběžnějším prostředkem k dosažení těchto podmínek je sušení sklizeného zrna na vlhkost 14 %, což je vlhkost, při níž je možno kukuřičné zrně dlouhodobě skladovat (ANONYM 4, 2012).

Podle ŠROLLERA A KOL. (1997), se sušení provádí buď ohříváním vzduchem, nebo neupravovaným. Sušení celých palic se provádí zejména u osivové kukuřice a rovněž při využití na potravinářské účely. Další možností je konzervace bez přístupu vzduchu, kde se využívá uvolňující se CO₂ nebo chemická konzervace. Ztráty za normálních podmínek jsou 3 – 5 %. O ztrátách rozhoduje tuhost stonku, vlhkost zpracovávaného materiálu, seřízení a rychlost mlátičky.

U konvenčních způsobů sušení se přenáší teplo z proudícího sušícího média – vzduch, na vlhký povrch sušeného materiálu, přičemž současně část vlhkosti přechází do sušícího média jako vodní pára. Sušící teploty se v závislosti na typu sušícího média pohybují v rozmezí 70 – 120 °C, přičemž při teplotách nad 100 °C již dochází ke snížení biologické hmoty zrna. V ne zcela ještě dozrálých zrnech se zvýšeným obsahem redukováných cukrů začínají tyto procesy již při teplotě 80 °C. Pokud je vlhkost zrna nižší než 20 %, je nebezpečí poškození zrna větší než při vyšší vlhkosti sušeného zrna (ANONYM 4, 2012).

Sušení přirozené, na vzduchu, je procesem dozrávání. Úbytek vody není pouhým odpařováním, nýbrž řadou fyziologických změn, při nichž se uvolňuje a odpařuje voda.

Při sušení teplem se zrna vypuzuje vlhkost tak, že nemohou plně probíhat dozrávací procesy. Zrně se suší v uzavřených prostorách chráněných proti povětrnosti a škůdcům. Hospodárnější je dosoušet vydrolená zrně než celé palice, protože proces probíhá rychleji. Sušení probíhá po etapách charakterizovaných výškou teploty a intenzitou proudění vzduchu. Délka etap i doba sušení závisí na vlastnostech sušeného zrna (HRUŠKA, 1962).

PAWLICA (1999) uvádí, že sušení je nejdokonalejší konzervační metoda. Dokáže zakonzervovat nebo v některých případech i zlepšit kvalitu zrna, přicházejícího z pole na posklizňové linky. Konzervace vypěstované kvality může proběhnout jako technologický proces i na suchém zrně. Variantní konzervační metody ponechávají většinou zrně ve vlhkém stavu.

Jedním z předpokladů využití výnosového potenciálu kukuřice na zrně je důležitá volba vhodného výkonného hybridu pro danou oblast pěstování (ANONYM 4, 2012).

Sklizeň v ČR probíhá v různých klimatických podmínkách, proto je část zrnin sklizena s vlhkostí, která nezabezpečuje dlouhodobou skladovatelnost. Zrnová kukuřice nabývá sklizňové zralosti koncem září začátkem října a vzhledem k vysoké hydroskopičnosti se zrno sklízí s vlhkostí 18 – 35 %, v některých případech probíhá sklizeň i při vyšší vlhkosti (DVOŘÁK, J. 2001).

HRUŠKA (1962) dodává, že čerstvě sklizené zrno obsahuje od 25 – 45 % vody podle stupně dozrávání a podle panující povětrnosti. Proto se suší, aby se snížil obsah vody na 14 %, což zaručuje bezpečné skladování.

2.1.10 Půdní eroze a GAEC

FOJTÍK (1959) jako řada dalších říká, že závažným problémem v porostech kukuřice je eroze. Povrch půdy, který je stále nakypřován a v širokých řádcích vystaven povětrnosti, ztrácí rychle humus a pozbývá drobtovité struktury. Proto vodní i větrná eroze může působit značné škody.

Zpracování půdy je jedním ze základních faktorů boje proti erozi. Je důležité si uvědomit, že pozemek, na kterém je přes zimu ponecháno strniště sklizené plodiny, je oset meziplodinou, půda je zorána do hrubé brázdy, případně podmítnuta za účelem zasakování vody, vykazuje poměrně vysokou odolnost vůči působení účinků eroze.

Na území naší republiky je přibližně 31 procent orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř devět procent větrnou. Důsledkem erozních procesů je změna půdní textury a struktury a snížení vodní kapacity půdy. Z půdy mizí organické složky, dochází ke snížení schopnosti vázat živiny, vyrovnávat pH a celkovému snížení sorpční kapacity (ANONYM 14).

Podle HRUŠKY (1962) setí a ošetřování porostů po vrstevnicích chrání velmi účinně svažitou půdu proti vodní erozi. Setí kukuřice v řádcích kolmo na směs převládajících větrů snižuje erozi větrnou.

K protierozním opatřením při obdělávání skloněných pozemků patří konturová orba.

Dostatečný obsah humusu v půdě brání erozi. Proti větrné erozi se může do porostů kukuřice dát podsev (FOJTÍK, 1959).

Pro posouzení, zda vodní eroze na lokalitě probíhá, je nutné vědět, jaké formy může nabývat. V zásadě je možné vodní erozi na zemědělské půdě dělit na plošnou erozi a výmolnou erozi. Plošná eroze se projevuje rozrušováním a rovnoměrným smyvem půdních částic po celé ploše a tím dochází k plošnému odtoku. Zanechává

na povrchu půdy viditelné stopy. Přechod výmolné eroze vzniká v členitém terénu a na dlouhých svazích (ANONYM 7, 2011).

Obrázek č. 3: Pohled na půdu v hybridu CEMISS, Štěpánovice (30. 8. 2012)



Vodní erozí půdy je v ČR ohroženo více než polovina zemědělské plochy.

Rozšiřováním osevních ploch s kukuřicí pěstovanou k energetickým účelům se zvětšuje výměra bez rostlinného pokryvu v období května a června, kdy je zvýšený výskyt přívalových dešťů. Sledováním v letech 2010 – 2012 bylo na vybraných stanovištích zjištěno, že nejlepšími variantami byla taková agrotechnická příprava pro setí kukuřice, kdy se na podzim udělala podmítka, předseťová příprava, setí nevymrzající meziploidy žita svatojánského – trsnatého (*Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. Ex ALEF), na jaře desikace, předseťová příprava a setí kukuřice.

Druhou variantou, která je vhodná k udržení půdy bez rozsáhlé eroze, byla podmítka, předseťová příprava, setí nevymrzající meziploidy žita svatojánského – trsnatého, na jaře desikace a přímé setí kukuřice do zaschlého mulče. Naopak nevhodnou variantou bylo setí vymrzající meziploidy slézu krmného (*Malva verticillata* L.) a na jaře setí kukuřice do vymrzlé meziploidy. Meziploidy tedy splňují funkci protierozní ochrany půdy spolu s vhodně zvolenou agrotechnikou. Za pomoci agronomických protierozních opatření, takzvané ochranné obdělávání půdy závislé

zejména na speciální agrotechnice a zemědělské technice a využití meziplodin, je možno erozi omezit na přípustnou míru i při pěstování kukuřice na mírném svahu.

Na prudších svazích se pak musí volit pěstování plodin s vysokým protierozním účinkem, jako jsou travní porosty, jeteloviny, luskoviny, případně obilniny (ANONYM 5, 2012).

Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC), které zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí, jsou definovány v nařízení vlády jednotlivých dotačních titulů a jejich dodržování je pro zemědělce povinné od roku 2004. Zaneseny jsou i v příloze č. III nařízení Rady (ES) č. 73/2009. V České republice obsahují deset tematických okruhů, jakými jsou eroze půdy, organické složky půdy, struktura půdy, minimální úroveň péče ochrana vody a hospodaření s ní, aj. S účinností od 1. 1. 2011 je protierozní ochrana půdy rozšířena i na tzv. mírně erozně ohrožené půdy, na nichž bude možné zakládat porosty širokořádkových plodin pouze s využitím půdoochranných technologií (ANONYM 6, 2011).

ŠARAPATKA (2010) dodává, že vhodná struktura krajiny, tj. poměr produkčních a mimoprodukčních ploch v území, je velmi důležitá pro ochranu přírody. Založení biopásu nebo zatravněného pásu (tzv. beetle banks) má značný význam nejen pro posílení diverzity živočichů. Slouží i k regulaci možného vzniku půdní eroze.

2.1.11 Uplatnění kukuřičného zrna v průmyslu

Kukuřičné zrna je velmi vhodnou surovinou pro výrobu kvasného bezvodého lihu – bioetanolu (kolihu). Bioetanol je využíván jako zdroj obnovitelné energie v pohonných hmotách, jako palivo při výrobě energie a tepla a surovina pro další průmyslové využití (zelená chemie).

Předností výroby kukuřičného škrobu jsou výborná skladovatelnost kukuřičného zrna jako výchozího substrátu a výborné vlastnosti finálního produktu (ANONYM 4, 2012). Škrob je zásobní polysacharid, vytvářený fotosyntézou v rostlinách. Ukládá se zejména v semenech, hlízách a oddencích. Škrob je složen z 15 – 25 % amylozy, 75 – 85 % amylopektinu a malého množství esterově vázané kyseliny trihydrogenfosforečné a lipidů. Poměr amylozy a amylopektinu ve škrobu závisí na rostlinném původu, většina škrobu obsahuje podstatně více amylopektinu než amylozy. Škrob jako výchozí surovina je v ČR základnou rozsáhlé průmyslové výroby, kde se využije téměř 40 % z jeho celkové produkce. Již v současnosti se využívá

přírodní škrob například na výrobu obalového papíru a lepenky, lepidel, na škrobení prádla a na výrobu aviváží, sádrokartonových desek, omítek, zubních past, šampónů.

Modifikovaný škrob potom slouží farmaceutickému průmyslu a chemickému průmyslu (MOUDRÝ A KOL., 2006). Také se zmiňuje o velkém počtu rostlinných druhů, které produkují rostlinné oleje. Jsou v současnosti využívány především pro výrobu kapalných paliv (bionafty), ale nachází uplatnění i při výrobě mnoha produktů (glycerolu, vyšších mastných kyselin, jejich solí, esterů atp.), které se používají k výrobě plastických hmot, laků, detergentů, umělých vláken, mazacích prostředků, aditiv, atd.

Zrno kukuřice je jako krmivo vhodné pro všechny druhy hospodářských zvířat, hlavně pro výkrmové kategorie. Ze světové produkce kukuřice na zrno se přímo jako potravina spotřebuje zhruba 21 %. Pro tyto účely se využívá zejména kukuřice pukancová a kukuřice cukrová. Protože neobsahuje lepek, lze kukuřici použít i pro bezlepkovou dietu. Kukuřičné zrno se rovněž využívá v lihovarském, pivovarském, pekařském a cukrářském průmyslu a farmacii (VONDRÁŠKOVÁ, 2003).

3. MATERIÁL A METODIKA

Pro zpracování diplomové práce na téma Změny vlhkosti zrna při dozrávání kukuřice byla vybrána zemědělská společnost KOOPRODUKT a.s., která v rostlinné výrobě nemalou část ploch kukuřice věnuje pěstování kukuřice na zrno.

Společnost se nachází v teplotně méně příznivé oblasti, s nadmořskou výškou 505 m. n. m.

Práce je zaměřena na sledování vlhkosti při dozrávání kukuřice pěstované na zrno.

Cílem práce bylo získat výsledky polního experimentu, sledované na konci vegetačního období (přelom letního a podzimního ročního období v roce 2012), v teplotně méně příznivé oblasti.

K porovnávání byly k dispozici dva hybridy kukuřice určené k pěstování a produkci na zrno. Jedná se o hybrid SILVINIO vysetý v obci Lišov, s číslem FAO 210, s velmi vysokým výnosovým potenciálem, nízkou sklizňovou vlhkostí zrna, neobyčejným počátečním rychlým růstem a výbornou odolností vůči chladu. Ve druhém případě se jedná o hybrid CEMISS vysetý v obci Štěpánovice, s číslem FAO 220, typ zrna – mezityp. Velmi raný hybrid vhodný pro pěstování na zrno v celé řepařské a teplé obilnářské oblasti. Je odolný proti chladu, suchu a poléhání.

Obrázek č. 4: Stanoviště Štěpánovice – hybrid CEMISS (odběr 11. 9. 2012)



Obrázek č. 5: Stanoviště Lišov – hybrid SILVINIO (odběr 11. 9. 2012)



3.1. Charakteristika zemědělského podniku

Společnost KOOPRODUKT a. s. se nachází v obci Lišov u Českých Budějovic, která leží cca 11 km severovýchodně od města České Budějovice. Společnost se nachází v katastrálním území Lišov u Českých Budějovic.

Průměrná nadmořská výška 505 m. n. m. Území je dle Quitta (klasifikace klimatických oblastí Česka), řazeno do klimatické oblasti MT7 (MW7). Roční úhrn srážek činí 804,8 mm, z toho za vegetační období (květen – září 2012) 588,1 mm.

Průměrná roční teplota 9,3 °C, za vegetační období (květen – září) 16,9 °C.

Společnost hospodaří na celkové výměře 2400 ha orné půdy a trvale travních porostů.

Z rostlinné výroby jsou zastoupeny plodiny pšenice ozimá, pšenice jarní, kukuřice setá, ječmen jarní, ječmen ozimý, triticales, řepka, oves a do loňského roku i čirok.

V živočišné výrobě je společnost zaměřena na chov skotu s celkovým počtem 500 ks, vč. telat.

Na orné půdě, kde byla na jaře roku 2012 vyseta kukuřice, předcházela agrotechnická opatření – na podzim roku 2011 byla použita podmítka strniště, orba pluhem, diskové brány, kombinátor a smyk. Před samotným setím plodiny bylo aplikováno N, P, K. Po vysetí pak ještě válení.

Tabulka č. 2: Základní informace o použitých hybridech kukuřice na zrno

Hybrid	Lokalita	Termín setí	Přípravek na hubení plevelů, použitý během vegetace	Termín sklizně
CEMISS	Štěpánovice	26. 4. 2012	Calist 480 SC	22. 10. 2012
SILVINIO	Líšov	30. 4. 2012	Lumax 3,5 l / ha	27. 10. 2012

3.2. Údaje o průběhu počasí v regionu

Tabulka č. 3: Průměrné místní úhrny srážek v (mm) v hydrometeorologické stanici České Budějovice

Den	Duben 2012	Květen 2012	Červen 2012	Červenec 2012	Srpen 2012	Září 2012	Říjen 2012
1	0,0	0,0	0,1	16,1	0,0	0,2	0,4
2	0,0	3,5	0,0	0,3	8,5	0,0	0,0
3	0,1	0,0	13,1	7,6	0,2	0,0	0,0
4	0,0	0,0	18,6	0,0	24,5	0,0	0,7
5	3,0	18,1	1,0	33,0	21,2	0,8	0,0
6	1,0	3,6	1,2	0,7	15,4	0,0	0,0
7	0,0	1,8	2,6	0,8	0,0	0,0	8,5
8	0,1	0,0	19,7	3,9	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	2,9	3,6	0,0	0,0	0,4
10	0,0	0,0	6,5	8,2	0,0	0,0	0,0
11	8,1	3,1	0,5	1,6	0,0	9,3	0,0
12	2,3	7,4	7,8	0,3	0,0	34,0	2,9
13	0,0	0,0	18,0	4,7	0,0	0,8	0,0
14	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
15	13,9	0,2	0,0	3,7	0,0	0,0	3,3
16	11,0	4,3	0,6	3,2	1,2	0,0	0,9
17	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,9	0,0
19	2,1	0,0	8,4	2,5	0,0	2,8	0,0
20	2,0	0,0	59,7	1,8	1,1	0,0	0,5
21	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,9	0,1
22	0,0	1,0	0,0	0,3	5,5	0,3	0,0
23	0,0	2,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,5	0,0	2,4	0,2	11,0	1,4	0,0
25	0,0	0,0	4,7	10,4	26,5	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	18,6
28	0,0	9,5	0,0	26,2	0,3	0,0	0,1
29	0,0	1,3	0,0	2,3	0,0	5,2	0,0
30	2,1	3,6	0,0	0,1	18,6	0,2	0,0
31		13,6		0,0	9,0		0,6
Suma	46,8	73,7	168,2	141,8	143,0	61,4	37,1

Tabulka č. 4: Intenzita slunečního svitu v hydrometeorologické stanici České Budějovice

Den	Duben 2012	Květen 2012	Červen 2012	Červenec 2012	Srpen 2012	Září 2012	Říjen 2012
1	8,7	11,9	2	9,9	13,7	0	1,5
2	8,3	10,2	4,6	5,4	10,6	0,6	1,2
3	8	3,9	2,8	1,4	5,8	3	10,4
4	6,6	7,8	0	6,3	4,3	0	2,4
5	0,4	6,1	0,6	7,3	10,7	1,3	8,1
6	0	6,8	2,8	9,5	8,7	3,1	8,4
7	0,6	4,2	9	4,6	11,3	12,5	0,6
8	0,5	12,3	2,5	13	5,7	9,9	10
9	10	9,8	1	2,8	11	12,5	0
10	3,7	10,9	0	8,5	0,9	11,8	3,7
11	6	10,4	2,6	5	1,7	11,8	9,9
12	4,1	0,6	0,4	5,8	8,9	0	2,6
13	0,8	7,7	0	2,9	12,7	0	9
14	0	1,1	8	5,5	13,4	11	8,7
15	0	7,6	9,9	2,9	13,3	0,5	0
16	0	2,1	15,3	2,6	3	9,5	0
17	5,1	7	9,7	0,1	8,9	9,5	8,6
18	10,3	12,2	14,8	6,3	13,2	11,1	2,7
19	7,8	14,3	6,7	5,9	13,4	0	3,9
20	6,3	10,9	6,4	0,2	12,8	10,9	3,8
21	4,7	3,1	8,2	1	8,8	7	0
22	0,3	3,8	7,1	4,6	5,7	1,5	0
23	10,2	11,4	9,5	12,2	10	5,4	2
24	3,3	8,8	10,7	12,5	2,3	4,4	0
25	10,7	12,5	3,3	0	0	9,5	3,6
26	13,6	11,4	7,2	6,5	2,1	7,7	0
27	13,4	5,2	7,9	11,5	6	0,4	0
28	13,6	5,7	9,7	9,6	11,8	10,3	0
29	10,7	11,6	10,5	3	10,2	3,6	0
30	10,8	4,9	12	5,7	8,9	5,3	1,3
31		4,2		8,8	0		8,8

Tabulka č. 5: Místní průběh teplot v (°C) v hydrometeorologické stanici České Budějovice

Den	Duben 2012	Květen 2012	Červen 2012	Červenec 2012	Srpen 2012	Září 2012	Říjen 2012
1	3,2	18,9	13,7	22,8	22,3	14,3	12,7
2	7,4	21,5	15,9	23,1	21,9	17,2	12,2
3	10,0	16,5	17,2	19,8	19,5	18,3	12,6
4	10,7	15,1	13,5	22,9	18,6	17,3	13,5
5	7,0	12,3	10,6	20,2	20,4	16,9	14,2
6	5,5	13,1	13,3	20,6	19,7	12,4	17,6
7	3,8	12,2	19,5	19,6	17,5	15,5	9,9
8	1,0	14,9	17,7	21,0	17,5	17,8	6,6
9	4,8	16,9	13,2	18,9	18,1	17,5	9,3
10	10,7	19,9	12,1	18,8	17,9	18,7	7,5
11	9,6	22,3	14,5	19,2	13,8	20,4	6,1
12	6,5	11,2	14,5	15,9	14,8	12,5	9,6
13	7,6	7,9	13,9	14,8	15,3	9,3	8,2
14	9,2	8,2	14,3	16,2	15,7	11,1	9,9
15	6,9	11,5	18,5	15,4	17,9	13,3	7,7
16	4,1	7,0	23,5	13,6	17,4	11,8	5,3
17	3,9	7,1	20,6	16,2	18,6	13,9	10,2
18	6,6	10,7	24,5	18,6	19,5	16,4	10,5
19	5,8	16,0	21,7	18,1	22,4	11,1	9,1
20	7,7	19,5	20,3	16,3	24,8	8,6	9,3
21	9,6	19,6	21,7	14,4	22,5	9,3	8,8
22	7,7	18,6	20,6	12,5	22,8	11,2	8,8
23	9,3	19,2	18,8	17,0	22,3	10,8	10,8
24	8,4	19,5	21,5	21,5	21,2	13,1	8,8
25	11,0	16,3	16,3	17,7	19,3	15,5	9,3
26	16,0	15,3	16,9	22,0	16,7	17,5	6,7
27	19,3	13,8	18,6	23,5	15,7	13,8	0,7
28	21,2	14,4	22,6	22,0	18,3	12,1	0,2
29	21,1	16,3	23,8	19,8	19,6	11,6	0,1
30	18,9	15,0	26,2	18,1	20,9	11,6	2,8
31		15,6		20,2	13,2		4,5
Průměr	9,2	15,0	18,0	18,7	18,9	14,0	8,5

3.3. Metodika odbírání vzorků hybridů kukuřice na zrno

Na uvedených stanovištích byl proveden odběr vzorků. Každý ze vzorků obsahoval přibližně deset až dvanáct palic kukuřice, v závislosti na velikosti palice, což představuje přibližně litr celkového objemu množství. Získané vzorky byly ze stanoviště odebrány celkem čtyřikrát. Odebírány byly přibližně ve stejnou denní dobu.

Z každého odběru ze stanoviště byly následně odděleny zrna od palic. V tomto stavu bylo možné provést měření vlhkosti zrna.

Obrázek č. 6: Lokalita Štěpánovice – hybrid CEMISS (odběr 22. 9. 2012)



Obrázek č. 7: Lokalita Lišov – hybrid SILVINIO (odběr 22. 9. 2012)



4. VYHODNOCENÍ

Pro stanovení vlhkosti zrna byl použit Supermatic TM Chopin, výrobní číslo 760, rok výroby 1996, Francie, kalibrováný od roku 2002, datum poslední kalibrace červenec 2012. Kontrolní měření bylo provedeno na Dickeyjohn – multigrain, model 46233-1223A, výroba stát Illinois, USA. Potřebná měřicí zařízení vlastní podnik ZENAP Trhové Sviny, s. r. o., se sídlem v Trhových Svinech.

U prvního až třetího vzorku nebylo možné na měřících přístrojích stanovit potřebná data vlhkosti z důvodu vysokého procenta obsahu vody v zrně. Proto byla použita metoda pro výpočet příliš mokrého zrna. Postup byl odborně proveden vzorcem pro výpočet předsušiny $(v_3 - v_1) / v_2$, kdy v_1 představuje zváženou prázdnou nádobu, v_2 je 500 g množství naváženého zrna (nádobu s navážkou se 30 minut suší v sušárně, při teplotě 70°C, po usušení nádoba s materiálem chladne při pokojové teplotě přibližně 45 minut, poté se opět zváží). Po výpočtu předsušiny byla potřebná část vzorku nasypána do Supermatic, který již změří vlhkost a je možné dokončit skutečnou vlhkost vzorku pomocí výpočtu laboratorní sušiny a sušiny (laboratorní sušina = 100 – vlhkost dosud naměřená. A sušina = předsušina * laboratorní sušina).

Skutečná vlhkost se pak rovná 100 – sušina.

4.1. Dosažené výsledky

První odběr palic kukuřice byl proveden 30. 8. 2012 v odpoledních hodinách v rozmezí od 16,00 hodin (stanoviště Štěpánovice) do 16,30 hodin (stanoviště Lišov).

Naměřené hodnoty (tabulka č. 6), byly získány po ručním oddělení zrna z palic přibližně v 19,15 hodin téhož dne.

Po zjištění výsledků ze Supermatic, které nebylo možné brát jako adekvátní pro jejich příliš vysoké naměřené hodnoty, bylo provedeno kontrolní měření postupem výpočtu příliš mokrého zrna, dne 31. 8. 2012.

Tabulka č. 6: První odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 30. 8. 2012

Den odběru a zjištění hodnot	Lokalita	Hybrid	Naměřená vlhkost	Skutečná vlhkost (31. 8. 2012)	Objemová hmotnost (hektolitrová váha)	Teplota zrna
30. 8. 2012	Lišov	SILVINIO	65,9 %	60,3 %	56,0 kg / hl	21,4 °C
30. 8. 2012	Štěpánovice	CEMISS	59,3 %	57,7 %	60,5 kg / hl	21,2 °C

Další odběr vzorků byl proveden 11. 9. 2012 v době od 17,00 hodin (Štěpánovice) do 17,15 hodin (Lišov).

Stejně jako u prvního vzorku nebylo možné naměřit reálné hodnoty, proto byl opět použit postup při měření příliš vlhkého zrna. Hodnoty byly zaneseny do tabulky č. 7.

Tabulka č. 7: Druhý odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 11. 9. 2012

Den odběru a zjištění hodnot	Lokalita	Hybrid	Naměřená vlhkost	Skutečná vlhkost (12. 9. 2012)	Objemová hmotnost (hektolitrová váha)	Teplota zrna
11. 9. 2012	Lišov	SILVINIO	57,8 %	50,76 %	62 kg / hl	21,3 °C
11. 9. 2012	Štěpánovice	CEMISS	52,3 %	47,40 %	62,5 kg / hl	21,2 °C

Třetí odběr vzorků byl na stanovištích proveden 22. 9. 2012 v odpoledních hodinách v rozmezí od 14,00 hodin (Štěpánovice) do 14,15 hodin (Lišov).

Hodnoty se ani tentokrát nepodařilo naměřit přístrojem určený k získání laboratorních hodnot. Opakovaně byla proto použita metoda měření pro příliš vlhké zrno (tabulka č. 8).

Tabulka č. 8: Třetí odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 22. 9. 2012

Den odběru a zjištění hodnot	Lokalita	Hybrid	Naměřená vlhkost	Skutečná vlhkost (23. 9. 2012)	Objemová hmotnost (hektolitrová váha)	Teplota zrna
22. 9. 2012	Lišov	SILVINIO	Neměřitelná hodnota	46,02 %	63,6 kg / hl	15,5 °C
22. 9. 2012	Štěpánovice	CEMISS	Neměřitelná hodnota	45,52 %	62,7 kg / hl	15,8 °C

Posledním odběrem byl 13. říjen 2012, ve 13,30 hodin v lokalitě Štěpánovice a ve 14,00 hodin v lokalitě Lišov. Tentokrát se vlhkosti zrn daly zjistit ze Supermatic.

Naměřené hodnoty jsou znázorněny v tabulce č. 9.

Tabulka č. 9: Čtvrtý odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 13. 10. 2012

Den odběru a zjištění hodnot	Lokalita	Hybrid	Naměřená vlhkost	Skutečná vlhkost (13.10.2012)	Objemová hmotnost (hektolitrová váha)	Teplota zrna
13. 10. 2012	Lišov	SILVINIO	34,0 %	34,0 %	60,5 kg / hl	13,4 °C
13. 10. 2012	Štěpánovice	CEMISS	31,8 %	31,8 %	61,7 kg / hl	13,7 °C

Z uvedených hodnot je snadno zjištěné, že v termínu sklizně hybridů kukuřice na zrno (Štěpánovice 22. 10. 2012 a Lišov 27. 10. 2012), dosáhly hodnoty vlhkostí, které jsou uvedeny v ČSN 46 1200-6 pro pěstování kukuřice na zrno a odpovídá podmínkám stanoveným komisí Evropského společenství. V této normě jsou uvedeny základní požadavky (organoleptické vlastnosti, zdravotní nezávadnost a fyzikální a chemické vlastnosti) a požadavky na základní hodnoty jakostních ukazatelů.

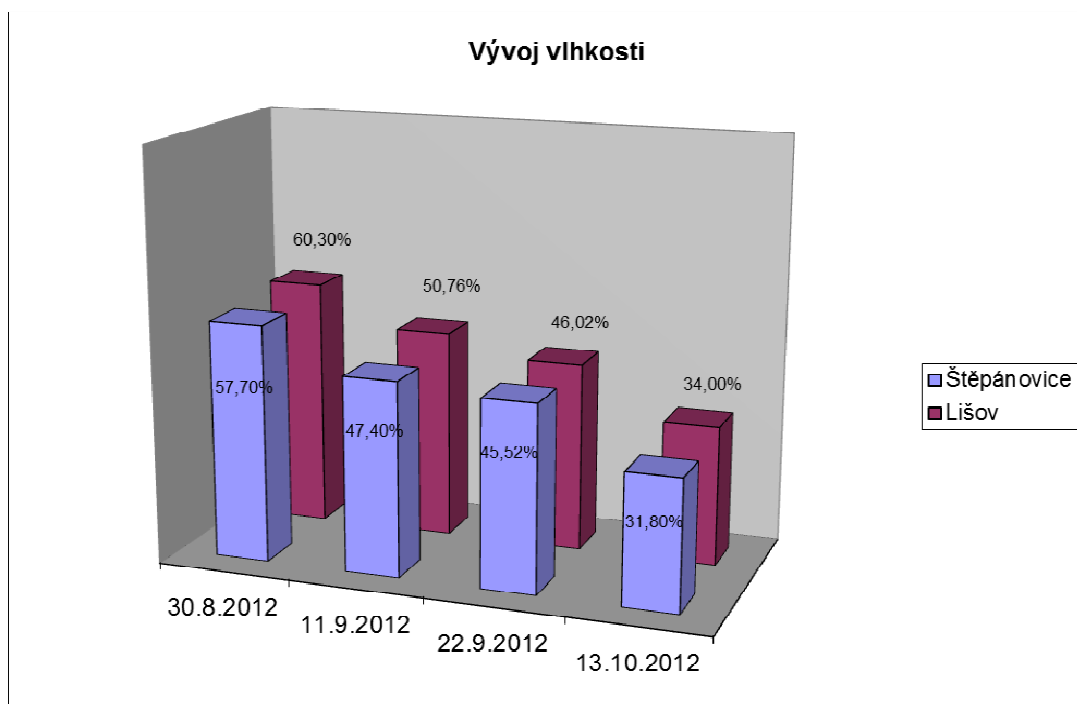
V době odběru posledního čtvrtého vzorku byly již vlhkosti zrna srovnatelné s hodnotami odpovídajícími podmínkám v ČSN pro sklizeň kukuřice na zrno.

Tabulka č. 10: Konečné hodnoty hybridů kukuřice na zrno v termínu sklizně

Hybrid	Lokalita	Termín sklizně	Naměřená vlhkost v den sklizně	Naměřená vlhkost 24 hodin po sklizni
CEMISS	Štěpánovice	22. 10. 2012	29,52 %	29,5 %
SILVINIO	Lišov	27. 10. 2012	33,1 %	33,0 %

Souhrnný průběh vlhkosti na konci vegetačního období je uveden v grafu s poklesem vlhkosti sledovaných hybridů kukuřice na zrno.

Obrázek č. 8: Graf s poklesem vlhkosti sledovaných hybridů kukuřice na zrno



4.2. Stanovení výnosu zrna

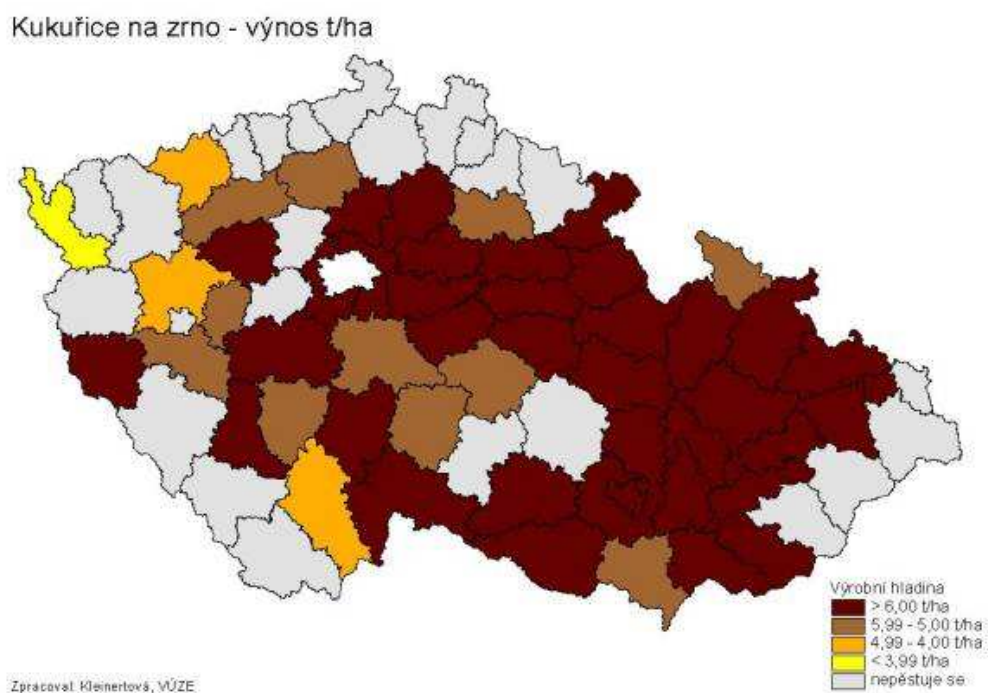
Po ekonomickém zhodnocení hospodářského roku 2012 byla společnost KOOPRODUKT, a. s. schopna poskytnout informaci, že výnos kukuřičného zrna obou hybridů byl 6 tun suchého zrna na hektar.

KOOPRODUKT, a. s. uvedla, že výnosem jednotlivých honů se společnost nezabývá a uvedený výnos je vzhledem k půdně klimatickým podmínkám uspokojivý a adekvátní. A to i přes fakt, že průměr v České republice v pěstování kukuřice na zrno činí nad 7 t / ha a společnost se, se svým výnosem dostala pod republikový průměr.

Na obrázku č. 9. je pro představu znázorněna výrobní hladina pěstování kukuřice na zrno v České republice.

Obrázek č. 9: Výnos kukuřice na zrno v t / ha

Zdroj: http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Kukurice_seta.htm



4.3. Využití kukuřičného zrna

Skližeň, dopravu, dosušení, uskladnění a následné využití kukuřice pěstované na zrno, vč. ostatních zemědělských komodit společnosti KOOPRODUKT, a. s. provádí smluvně Zemědělské služby Dynín, a. s.

Kukuřičné zrno je následně ZS Dynín, a. s. zpracováno převážně do krmných směsí pro výživu skotu, prasat, koní, drůbeže a do ostatních krmných směsí pro králíky, jeleny a pro lesní zvěř spárkatou.

5. DISKUSE

Pro Českou republiku je charakteristická rozmanitost terénních podmínek a to zejména nížinné a horské oblasti, ale také podmínek klimatických a půdních.

Zastoupení půd po stránce druhové a typové je pestré. Z tohoto nám vyplývají velmi rozdílné stanovištní podmínky pro uspokojování nároků pěstovaných plodin (KOSTELANSKÝ, 2000).

V posledních letech se plochy kukuřice na zrno rozšířily z kukuřičné výrobní oblasti do oblasti řepařské, kde kukuřice nahradila z velké části cukrovku, ale i do oblasti obilnářské a bramborářské (ANONYM 4), což je i případ zemědělského podniku KOOPRODUKT, a. s., který hodnocené hybridy kukuřice na zrno použil na pozemcích s nadmořskou výškou, která je spíše kvalifikována jako oblast obilnářská či bramborářská.

ZIMOLKA A KOL. (2008) uvádí, že za nejvhodnější oblast pěstování kukuřice na zrno je možné označit lokality s průměrnou roční teplotou 9 – 10 °C a 16,5 – 17 °C za vegetační období duben – září. V těchto vhodných oblastech musí být roční srážky 500 mm, z toho alespoň 300 mm v průběhu vegetace.

Hodnoty s probíhající loňskou průměrnou roční teplotou a ročními srážkami jsou totožné s údaji, které poskytl Český hydrometeorologický ústav v Českých Budějovicích, a jsou zaneseny v tabulce č. 3 a v tabulce č. 5.

Při pěstování kukuřice na zrno je základním požadavkem pěstitele vysoký výnos zrna z hektaru a schopnost hybridu rychle uvolňovat vodu ze zrna. Je důležité volit hybridy, které jsou vhodné do našich chladných klimatických podmínek. Není ani příliš správné vybírat hybrid podle jediného úspěšného roku, ale je třeba posoudit stabilitu jeho výnosů dle víceletých výsledků. Potenciál výnosů současných hybridů stabilizuje výnosy zrna na úrovni 10 tun suchého zrna na hektar za předpokladu vysoké intenzity pěstování i v méně příznivých oblastech (ANONYM 4). Výnosy sledovaných hybridů byli v tomto případě sice nižší, přibližně 6 t / ha, nicméně společnost byla s loňskými výnosy spokojena. Přispěl k tomu i ročník, ve kterém byl v průběhu vegetačního období příznivý průběh počasí a samozřejmě vhodně zvolený hybrid kukuřice pěstovaný pro sklizeň na zrno.

Zrno kukuřice navyšuje svoji hmotnost až do dosažení fyziologické zralosti a podle KŮSTA (2007) je fyziologická zralost rozeznatelná dle černé vrstvy na spodní části zrna, která se za normálních okolností vytváří asi 60 dnů po počátku kvetení samčího

květenství nebo 20 dnů od okamžiku, kdy je možno na zrně zpozorovat mírné promáčknutí.

Vrstva uvnitř zrna mezi tvrdým škrobem a těstovitou vrstvou je považována za mléčnou linii (ANONYM 1).

Stejně tak ZIMOLKA A KOL. (2008) uvádí, že postup mléčné linie souvisí s vývojem černé skvrny a je důležitý k plánování případné závlahy a k před sklizňové aplikaci chemických přípravků k regulaci dozrávání. Dělicí vrstva se vytváří, když tvrdá škrobová vrstva dosahuje ke spodní části zrna. Fyziologická zralost je rozeznatelná podle této černé nebo hnědé dělicí vrstvy, která je považována za černou skvrnu (černý bod). Tato dělicí vrstva zablokuje přísun vody do zrna a umožňuje nárůst jeho sušiny. Zrna mají v této fázi obsah vlhkosti okolo 28 – 35 %.

Hodnoty, které byly naměřeny po posledních odběrech kukuřice, dosahovaly průměrné vlhkosti 32,9 %.

Vývoj nárůstu sušiny u kukuřice činí přibližně 3/4 až 1% za den při příznivém počasí (slunečno a větrno), během první teplejší části sklizňového období od poloviny do konce září. V první polovině října, hodnoty nárůstu sušiny obvykle klesnou na 1/2 až 3/4 % za den. V závěru října a začátkem listopadu v polních podmínkách nárůst sušiny klesá na 1/4 až 1/2 % za den, přibližně v polovině listopadu na hodnotu 0 až 1/4 % za den. V závěru listopadu jsou hodnoty vzestupu sušiny zanedbatelné (ANONYM 12). Sledované hybridy kukuřice pěstované ke sklizni na zrno, byly ze stanoviště sklizeny ve třetí dekádě měsíce listopadu, přičemž teplota v noci klesala již bod mrazu.

6. ZÁVĚR

V diplomové práci byl sledován průběh poklesu vlhkosti v kukuřičném zrně, určené k pěstování a produkci kukuřice na zrna. Konečných výsledků bylo docíleno ze sledování vlhkosti v jednom roce – rok 2012. Ke sledování poklesu vlhkosti zrna byly v závěru vegetačního období k dispozici dva hybridy kukuřice.

Hybridy byly na stanoviště vybrány podle přizpůsobivosti a vhodnosti s ohledem na dané stanoviště.

U hybridu SILVINIO – sklizený na pozemku v Lišově, s číslem ranosti 210, byl vykázán středně vysoký výnosový potenciál. U hybridu CEMISS – sklizený na pozemku ve Štěpánovicích, byly získány obdobné hodnoty.

Výběr obou hybridů byl na základě půdně – klimatických podmínek a dané výrobní oblasti s mírně teplým klimatem až územím s výraznou klimatickou heterogenitou a vyšší členitostí terénu, vhodně vybrán i s ohledem na intenzitu a délku slunečního svitu.

V modelových pokusech měření kukuřičného zrna u vybraných hybridů kukuřice byl zjištěn pokles vlhkosti ve fázi dozrávání. Sledované období bylo v rozmezí od 30. 8. 2012 do 13. 10. 2012.

Při stanovení vlhkosti, byly zjištěny i další hodnoty, které jsou ukazatelem charakteristik jednotlivých hybridů. S klesající vlhkostí byl zaznamenán i pokles teploty zrna, což potvrzuje přirozený fyziologický jev ve fázi dozrávání kukuřice. Díky délce a intenzitě slunečního svitu, a to zejména v období od 23. 9. 2012 do 13. 10. 2012 (poslední odběr vzorků), byl zaznamenán nejvyšší pokles vlhkosti (viz. tabulka č. 4).

Nezanedbatelný podíl na rychlém poklesu vlhkosti ve stejném období, má celkově příznivé počasí v závěru vegetace. Poměrně vysoké teploty ve zdejších klimatických podmínkách v období od 22. 9. 2012 do 6. 10. 2012, se také značně podílely na rychlém úbytku vlhkosti v zrně kukuřice. Z údajů, které jsou zaneseny v tabulkách z ČHMÚ je tedy patrné, že v našich klimatických podmínkách průběh dozrávání kukuřice na zrna, je především ovlivněno průběhem počasí.

Ze zjištěných výsledků by se tedy dalo usoudit, že výběr hybridu ani vyšší nadmořská výška neovlivnily dozrávání sledované plodiny.

Kukuřičné zrna společně částečně zužitkuje při výkrmu skotu.

Doplňující hodnotou, která byla stanovena při pokusech měření, je objemová hmotnost, která je součástí sledovaných hodnot a je zanesena v tabulkách v kapitole dosažených výsledků.

Vzniku půdní erozi na sledovaných stanovištích se společnost snaží předcházet, případně regulovat pouze kvalitními agrotechnickými opatřeními, jako je hluboká orba a pestrý a vyvážený osevnický postup. Pokud je na některém ze stanovišť půda náchylnější ke vzniku půdní eroze, společnost volí v osevnickém postupu plodinu, která je více odolná a vhodná pro daný pozemek.

Kukuřice pěstovaná pro sklizeň na zrno zůstane v našich podmínkách plodinou limitovanou. Velký vliv na pěstování, potažmo na sklizeň mají ekonomické možnosti podniku. Na to, aby se kukuřice na zrno v našich oblastech uplatnila, musí být ve výnosech ekonomicky srovnatelná například s ozimou pšenicí.

Celoplošně se snížily plochy silážní kukuřice a zvýšily se plochy kukuřice pěstované na zrno v důsledku úbytku hospodářský zvířat.

Kukuřice pěstovaná na zrno má vysoký potenciál při výrobě bioetanolu, jehož produkce a zájem o něj v posledních letech stoupla.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ANONYM 1:** Kukuřice v praxi, Sborník ze semináře s mezinárodní účastí, Brno, 2007, s. 5
- ANONYM 2:** Kukuřice, KWS OSIVA s. r. o, 2005, s. 23
- ANONYM 3:** Kukuřice, slunečnice, řepka, KWS OSIVA s. r. o, 2007, 167 s
- ANONYM 4:** Kukuřice do kapsy, KWS OSIVA s. r. o. 2012, 166 s
- ANONYM 5:** Úroda, odborný časopis pro rostlinnou produkci, pěstování kukuřice, 60. roč., 2012, s. 29 - 57
- ANONYM 6:** Kontrola podmíněnosti, průvodce zemědělce kontrolou podmíněnosti platný pro rok 2011, 2011, s. 10
- ANONYM 7:** Kontrola podmíněnosti, příručka ochrany proti vodní erozi, 2011, 56 s
- ANONYM 8:** [online], <http://www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/kukurice.htm>, [cit. 2013-01-19]
- ANONYM 9:** [online], http://cs.wikipedia.org/wiki/Kuku%C5%99ice_set%C3%A1#Agrotechnika, [cit. 2013-01-19]
- ANONYM 10:** [online], http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html, [cit. 2013-04-15]
- ANONYM 11:** [online], http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Kukurice_seta.htm, [cit. 2013-01-19]
- ANONYM 12:** [online], (<http://www.limagraincentraleurope.com/cz/glossary/glossary-maize-grain.cfm>), [cit. 2013-04-15]
- ANONYM 13:** [online], http://www.agroweb.cz/Mulcovani-na-orne-pude-a-mimo-ni__s350x33045.html, [cit. 2013-04-15]
- ANONYM 14:** [online], http://www.agroweb.cz/Ochrana-pudy-proti-erozi__s395x33872.html, [cit. 2013-04-15]
- AZZI, G.:** Agricultural ecology, Moskva, 1956
- DIVIŠ, J.:** Pěstování silážní kukuřice v teplotně méně příznivých podmínkách, Praha, ÚZPI, 1993, s., 6 – 20. ISSN: 0231-9470
- DOLEŽAL, P., ZEMAN, L.:** K současným trendům a technologickým nedostatkům při silážování kukuřice, Kukuřice v praxi, Brno, 2003, s. 33 – 37, ISBN 80-7157-563-1

- DVOŘÁK, J.:** Skladování v tubách – nové metody skladování, Praha, VÚZT, 2001, s. 2
- EARLE, F. R, CURTIS, J. J., HUBBARD, J. E.:** Cereal Chemistry, s. 504 – 511
- FAJMAN, M.:** Bioetanol – východiska a směry vývoje, In: Zemědělské poradenství, 1. vyd., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2008, ISBN 978-80-7375-259-0, s. 59 – 69
- FÁBRY A. KOL.:** Rostlinná výroba II., VŠZ Praha, 1984, 269 s
- FOJTÍK, K.:** Kukurica, Bratislava, 1959, 127 s
- GAY, J. P.:** Maïs, Mythe et réalité, Sai Biarritz, 1999, ISBN 2–84394–128–8, 619 s
- HRON F.:** Problematika hubení plevelů – součást základní agrotechniky, AF VŠZ, Praha, 1972, s. 129 – 151
- HRUŠKA, J. A KOL.:** Monografie o kukuřici, Liberec, 1962, 916 s
- CHAPMAN, G. P.:** The Biology of Grasses, University of London, UK, London, 1995, ISBN 0 85199 111 4, s. 199 – 217
- JURSÍK, M.:** Regulace plevelů v kukuřici In: Farmář, ročník 16, č. 2, 2010, Speciál kukuřice č. 2, příloha, XVI s. ISSN 1210 – 9789
- KAČICOVÁ, L.:** Bioplynový plamen se rozhořel naplno In: Farmář, ročník 16, č. 2, 2010, Speciál kukuřice č. 2, příloha, s. XX – XXI. ISSN 1210 – 9789
- KOHAUT, P.:** Kukurica, příručka ochrany rostlín, ÚKSÚP, Bratislava, 1998, ISBN 80-987812-7-8, s. 7
- KOHOUT V.:** Plevelé polí a zahrad, Agrospoj, Praha, 1997, 235 s
- KOSTELANSKÝ, F.:** Obecná produkce rostlinná. Agronomická fakulta MZLU Brno, 1998
- KOZMINA, N. P., KRETOVIČ, B. L.:** Biochemija zerna i produktov ego pererabitki, Moskva, 1950
- KŘEN, J.:** Precizní zemědělství a agrobiologická kontrola – Uplatnenie vedy v poľnohospodárstve v kontexte rozvoja vidieka a prihraničnej spolupráce s Ukrajinou, Zborník referátov z odborného seminára s medzinárodnou účasťou, Zemplínska Šírava, 2008, s. 53 – 60
- KŮST F.:** Kukuřice je stará plodina, Úroda č. 8, Profi Press s. r. o., 2007, s. 23
- KŮST, F.:** Kukuřice – plodina pro široké využití In: Farmář, ročník 16, č. 2, 2010, Speciál kukuřice č. 2, příloha, s. III – VI, ISSN 1210 – 9789
- LLOYD, E., MERTZ, T. E.:** Cereal Chemistry , 1958, s. 156 – 168
- MALAŤÁK, J.:** Skladování statkových hnojiv. In: Zemědělský týdeník, č. 23, Ročník VII, vydavatelství ZT, Praha 2004, ISSN 1212-2246 6, 157 s

- MARENDIAK, D., A KOL.:** Poľnohospodárska mikrobiológia, nakladateľstvo Bratislava, 1987, číslo publikácie 6284, SÚKK 1721/I-86, s 1874 – 191
- MIKULKA J., KNEIFELOVÁ M. a KOL:** Plevelné rastliny, Profi Press s. r. o, Praha, 2005, 148 s
- MIKULKA J., A KOL.:** Plevelné rastliny polí luk a zahrad, Farmář – Zemědělské listy, Praha, 1999, 160 s
- MODILEVSKIJ, J. A KOL.:** Citoembriologija chlebných zlakov, Izdanije A. N. USSR, 1958, s 55
- MOUDRÝ J., JÚZA J.:** Pěstování obilnin, Jihočeská univerzita, zemědělská fakulta, 1998, 90 s
- MOUDRÝ, J. A KOL.:** Nepotravinářské využití rostlinné produkce In: Sborník referátů, JU ZF České Budějovice, 2006, s. 8 – 9. ISBN: 80-7040-896-0
- PAWLICA, R.:** Sušení zrnin – sušení jako rozhodující konzervační metoda a její nové možnosti pro rentabilní výrobu zrnin, Sborník přednášek, Poděbrady, 1999, s. 3
- PETR J., HÚSKA J., A KOL:** Speciální produkce rostlinná – I., ČZU v Praze, 1997, 197 s
- PLÍŠTIL, D., MALAŤÁK, J.:** Využití zbytkové biomasy ze zemědělských produktů. In: Mezinárodní konference - sborník, Věda a výzkum - Nástroje globálního rozvojové strategie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta 2004, ISBN 80-213-1238-6 20, 220 s
- PULKRÁBEK, J.:** Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. Tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a. s., Praha, 2008, 1s. ISBN 978-80-86576-28-2, s. 244 – 275
- RANDOLPH, L. F.:** Journal of Agricultural Research, 1936, s. 881
- RANDOLPH, L. F.:** Cytogenetic aspcts of the origin and evolutionary history of corn, New York, 1955, s. 193
- ŘÍHA, K.:** [online], Nejčastější choroby a škůdci kukuřice a jejich diagnostika, dostupné z http://www.pioneer-osiva.cz/seminar_04zruc_2php, [cit. 2006-02-24]
- ŠTACH J.:** Základní agrotechnika – osevň postupy, JU ZF České Budějovice, 1995, 99 s
- ŠARAPATKA, B., A KOL.:** Agroekologie – východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření, Bioinstitut, o. p. s., Olomouc, 2010, s. 407 – 408
- ŠAŠKOVÁ, D, STOLFA, V.:** Trávy a obilí, Artia, a. s. & Granit s. r. o., Praha, 1993, s. 46 – 52, ISBN 80-85805-03-0
- ŠČEGOLEV, V. N.:** Nasekomyje, vředjaščije poleвым kulturam, 1955, Moskva, s 24 - 28

- ŠIMO, D.:** Organiácia výroby kukurice na zrno, nakladateľstvo Bratislava, 1982, číslo publikácie 5476, SÚKK 1866/I-82, 147 s
- ŠIMON, J., ŠKODA, V., HŮLA, J.:** Zakládání porostů hlavních plodin novými technologiemi, Agrospoj, Praha, 1999, 78 s
- ŠPALDON A KOL.:** Rostlinná výroba, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1982, 715 s
- ŠROLLER J., A KOL.:** Speciální fytotechnika, EKOPRESS, s. r. o, Praha, 1997, 205 s
- TÄUFEL, K., STEIMBACH, K. J., HARTMAN, B.:** Nahrung, s. 452 – 456
- ULLSTRUP, A. J.:** Diseases of corn, Corn and corn improvement, 1957
- VANĚK V., A KOL.:** Výživa polních a zahradních plodin, Profi Press s. r. o, Praha, 2007, 167 s
- VONDRÁŠKOVÁ, Š.:** Výzkum možností využití kukuřice ve farmaceutice, 2003, [online],
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=14850&ids-107>, [cit. 2013-01-19]
- WEATHERWAX, P.:** Structure and development of reproductive organs (Corn and corn improvement), New York, 1955, s. 309
- ZIMOLKA A KOL.:** KUKUŘICE Hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press s. r. o., Praha, 2008, 200 s

8. SEZNAM TABULEK

TABULKA č. 1: Chemické složení zrna kukuřice (%)

TABULKA č. 2: Základní informace o použitých hybridech kukuřice na zrno

TABULKA č. 3: Průměrné místní úhrny srážek v (mm) v hydrometeorologické stanici České Budějovice

TABULKA č. 4: Intenzita slunečního svitu v hydrometeorologické stanici České Budějovice

TABULKA č. 5: Místní průběh teplot v (°C) v hydrometeorologické stanici České Budějovice

TABULKA č. 6: První odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 30. 8. 2012

TABULKA č. 7: Druhý odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 11. 9. 2012

TABULKA č. 8: Třetí odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 22. 9. 2012

TABULKA č. 9: Čtvrtý odběr vzorků kukuřice na zrno ze dne 13. 10. 2012

TABULKA č. 10: Konečné hodnoty hybridů kukuřice na zrno v termínu sklizně

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK č. 1: Graf největších producentů kukuřice

OBRÁZEK č. 2: Schéma technologie ošetření kukuřice

OBRÁZEK č. 3: Pohled na půdu v hybridu CEMISS, Štěpánovice (30. 8. 2012)

OBRÁZEK č. 4: Stanoviště Štěpánovice – hybrid CEMISS (odběr 11. 9. 2012)

OBRÁZEK č. 5: Stanoviště Lišov – hybrid SILVINIO (odběr 11. 9. 2012)

OBRÁZEK č. 6: Lokalita Štěpánovice – hybrid CEMISS (odběr 22. 9. 2012)

OBRÁZEK č. 7: Lokalita Lišov – hybrid SILVINIO (odběr 22. 9. 2012)

OBRÁZEK č. 8: Graf s poklesem vlhkosti sledovaných hybridů kukuřice na zrno

OBRÁZEK č. 9: Výnos kukuřice na zrno v t / ha