

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství - Fytotechnika

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Možnost uplatnění hybridů kukuřice s číslem FAO 300  
v méně příznivých oblastech**

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

Autor diplomové práce: Bc. Roman Slanec

České Budějovice, duben 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Roman SLANEC**  
Osobní číslo: **Z14400**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Fytotechnika**  
Název tématu: **Možnost uplatnění hybridů kukuřice s číslem FAO 300 v méně příznivých oblastech**  
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

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

Úvod: stručný nástin významu práce.

Literární přehled: Uvést citace.

Cíl práce: Ověřit možnost dosažení kvalitní biomasy - obsahu sušiny u poloraných hybridů kukuřice.

Materiál a metody: V zemědělském podniku bude založen pokus s raným a poloraným hybridem kukuřice. Šířka řádků 750 mm, hustota porostu - 100 000 j.ha<sup>-1</sup>. Fenologická sledování během vegetace. Hodnocení nárůstu obsahu sušiny v závěru vegetace. Sklizeň při dosažení min. obsahu sušiny 28 %. Hodnocení výnosu biomasy, obsah a výnos sušiny biomasy, výnos a sušina palic. Fenologická sledování během vegetace a uvedení počasí.

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

Diskuze: Porovnání dosažených výsledků s údaji v literárním přehledu.

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

Seznam literatury: Uvedení citované literatury.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Belej, J. a kol. (1982): Kukurica, Příroda, Bratislava

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

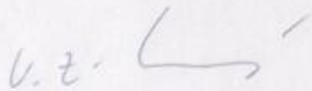
Petr, J., Černý, V., Hruška, L. (1980): Tvorba výnosu hlavních polních plodin, SZN, Praha

Internetové databáze

Vědecké a odborné časopisy


Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.  
Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce: 9. března 2015  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2016

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studená 13  
370 02

L.S.

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

V Českých Budějovicích dne 9. března 2015

**Prohlášení o autorství:**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci na téma „Možnost uplatnění hybridů kukuřice s číslem FAO 300 v méně příznivých oblastech“ vypracoval samostatně, s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, 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, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 22. 4. 2016

.....

Bc. Roman Slanec

### **Poděkování:**

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. za jeho odbornou pomoc, metodické vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi pomohl při zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Miroslavu Stropnickému, MBA z firmy KWS OSIVA s. r. o. za poskytnutí osiva, ochotu a spolupráci.

Poděkovat bych chtěl také panu Ing. Jaroslavu Kazdovi, který zastává funkci ředitele ZOD Podhradí Choustník, za vstřícnost a poskytnuté informace.

V neposlední řadě nesmím zapomenout na svoji rodinu, která mě podporovala v celém mém studiu, a kamarády, kteří mi pomohli založit pokus v Českých Budějovicích.

## **Abstrakt**

### **Klíčová slova:**

silážní kukuřice, číslo FAO, hybrid, biomasa, sušina

Cílem diplomové práce bylo na základě experimentu zhodnotit a porovnat produkci biomasy a sušiny u hybridů silážní kukuřice s různou raností, Ronaldinio (Z 240/S 250), Agro Vitallo (Z 270/S 280) a Balasco (Z 370/S 380).

Pokus byl založen na pozemku v Českých Budějovicích (400 m. n. m.), pro porovnání výsledků byly odběry provedeny na poloprovozním pokusu firmy KWS OSIVA s. r. o. v ZOD Podhradí Choustník (562 m. n. m.).

V průběhu vegetace byly zkoumány jednotlivé nástupy fenologických fází podle klasifikační stupnice BBCH.

Před sklizní byly provedeny kontrolní odběry k zjištění obsahu sušiny v biomase sloužící k určení optimálního termínu sklizně. Při sklizni byly stanoveny tyto parametry: výška rostliny, výnos biomasy a sušina biomasy, výnos palic, podíl palic, sušina palic, výnos suché hmoty.

Výsledky ukázaly na využití hybridů kukuřice s vyšším číslem FAO (Balasco) v méně příznivých oblastech. Kukuřice patří mezi plodiny velmi závislé na průběhu ročníku.

## **Abstract**

### **Keywords:**

silage corn, FAO number, hybrid, biomass, dry matter

The aim of this thesis was to evaluate and compare production of biomass and dry matter of silage corn hybrids with different time of earliness - Ronaldinio (Z 240/S 250), Agro Vitallo (Z 270/S 280) and Balasco (Z 370/S 380).

This experiment was realized on a field near České Budějovice ( 400 m.a.s.l.) and the results were compared to results of a pilot plant experiment realised by KWS OSIVA s.r.o. in ZOD Podhradí Choustník ( 562 m.a.s.l.).

All startings of phonological phases were studied according to BBCH-scale in the course of vegetation period.

Samples were taken before the harvest to test for contents of dry matter in biomass. They were used to determine the optimal harvest period. These parametres were observed during the harvest : plant height, biomass yield, dry matter of biomass, corncobs yield, share of corncobs, dry matter of corncobs, dry matter yield.

The results showed succesful use of corn hybrids with higher FAO number (Balasco) in areas of less favourable conditions. Corn is one of the plants very dependent on the course of the year.

## **Obsah:**

1. Úvod	9
2. Literární přehled	10
2.1 Kukuřice setá - <i>Zea mays</i> L.	10
2.1.1 Morfologická stavba	12
2.1.2 Růst a vývoj kukuřice	16
2.2 Historie pěstování	18
2.2.1 Vývoj osevních ploch a výnosů v ČR	20
2.3 Volba hybridů	23
2.3.1 Šlechtitelské cíle	26
2.3.2 Hodnocení délky vegetační doby	29
2.3.3 Typy hybridů	31
2.4 Faktory ovlivňující pěstování kukuřice	35
2.4.1 Sluneční záření	35
2.4.2 Teplota	37
2.4.3 Voda	38
2.4.4 Půda, zásobenost půdy	40
2.4.5 Agrotechnické zásahy	41
2.4.6 Ošetřování během vegetace	43
2.4.7 Sklizeň	46
2.5 Legislativní opatření při pěstování kukuřice	47
3. Cíl práce	51
4. Materiál a metody	52
4.1 Charakteristika stanoviště	52
4.2 Meteorologická data	53
4.3 Popis vybraných hybridů	56
4.4 Založení pokusu	57
4.5 Kontrolní odběry a sklizeň	58
5. Dosažené výsledky	59
6. Diskuse	70
7. Závěr	72
8. Seznam použité literatury	75



# 1. Úvod

Kukuřičná siláž je velmi významné objemné krmivo, které sehraává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu. Ve značné míře ovlivňuje ekonomiku výroby mléka a masa. Kukuřičná siláž je pro přežvýkavce důležitým zdrojem energie. Jde o krmivo glycidového charakteru, v němž se glycidy vyskytují ve třech formách - cukry, škrob a vláknina.

Kukuřice je u nás nejvýznamnější jednoletou píceinou. Pro svoji vynikající vlastnost přizpůsobit se pěstební podmínkám patří k nejvíce pěstovaným rostlinám. V České republice je využívána především jako krmivo hospodářských zvířat. V posledních několika letech vzrostl její význam pěstování pro energetické účely. Je pravděpodobné, že vzhledem k omezení finanční podpory na výstavbu nových bioplynových stanic se bude podíl ploch osetyých kukuřicí snižovat.

Při pěstování kukuřice na siláž je nejdůležitější výběr hybridu. Sledují se dva cíle – maximalizace výnosu a dosažení nejvyšší možné kvality krmiva.

Pro dosažení ekonomické prosperity zemědělských podniků je nezbytné spojení znalostí genetiky, šlechtění, agrotechniky, konzervace a správného finálního využití získaných produktů.

Výnosy kukuřice na siláž byly v roce 2015 limitovány nedostatkem vody. Hledají se proto způsoby, jak vliv rozmarů počasí zmírnit. Důležité je především stimulovat růst v raných fázích, zejména kořenového systému před příchodem sucha. Osivářské firmy přicházejí s různými kompenzacemi, například s novými strategiemi v agrotechnice, či nově vyšlechtěnými hybridy vhodných k pěstování do suchých oblastí.

Pokud by produkce kukuřice zůstala vázaná na dosavadní pěstitelské oblasti a globální teploty by stále stoupaly, objevily by se velké výkyvy ve výnosu, což by se odrazilo v cenách této plodiny a dalších potravin, které mají kukuřici jako základní surovinu. Vliv počasí a potažmo i podnebí se totiž výraznou měrou podílí na ročních objemech sklizně.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Kukuřice setá (*Zea mays* L.)

Kukuřice patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřičovitých (*Maydeae*), jak uvádí Zimolka a kol. (2008).

Zhruba 95 % semen je oplodněno cizosprášením, 5 % samosprášením. Kukuřice během domestikace ztratila schopnost uvolňovat semena z palic, a tak je zcela závislá na pomoci člověka.

Botanický rod *Zea* je tvořen několika druhy, pro zemědělské využití je nejdůležitější *Zea mays* L. (Prugar, 2008).

Kukuřice se podle způsobu fixace CO<sub>2</sub> při fotosyntéze řadí k typu rostlin C<sub>4</sub>. U rostlin rozlišujeme tři způsoby fixace CO<sub>2</sub> při fotosyntéze. C<sub>3</sub> rostlin reaguje CO<sub>2</sub> s ribulosa-1,5-bisfosfátem za katalysy enzymu Rubisco. Prvním detegovatelným produktem je tříuhlíkatá (proto C<sub>3</sub>) sloučenina 3-fosfoglycerát. Do této skupiny patří většina rostlin mírného pásu. U C<sub>4</sub> rostlin je primárním akceptorem CO<sub>2</sub> fosfoenolpyruvát. Vzniká čtyřuhlíkatý oxalacetát. Ten je následně redukován na malát (aniont kyseliny jablečné), který je transportován do jiných buněk, kde je dekarboxylován; tím je zde dosaženo vyšší koncentrace CO<sub>2</sub> a fotorespirace je potlačena. Mezi C<sub>4</sub> rostliny patří mnohé tropické rostliny, z našich pak zejména kukuřice. Rostliny CAM (Crassulacean Acid Metabolism) v noci fixují CO<sub>2</sub> podobným způsobem jako C<sub>4</sub> rostliny, uchovávají ho ve vakuolách. Ve dne, kdy je dostatek světla a tedy i ATP a NADPH, realizují Calvinův cyklus. Je tedy u nich časově oddělena fixace CO<sub>2</sub> od jeho využití. Tyto rostliny (*Crassulaceae*, tučnolisté) jsou adaptovány na horké a suché podnebí tím, že během dne mohou mít uzavřené průduchy. Brání se tak vysychání [1].

Specifická stavba listů rostliny C<sub>4</sub> dokáže při tvorbě sušiny efektivněji (2-3x lépe) využívat vodu a živiny než stavba listů rostliny typu C<sub>3</sub>. Kukuřice patří mezi rostliny krátkého dne. S prodlužující se délkou dne se urychluje její růst a vývoj. Limitní teplota pro růst je 6 °C (Prokeš a kol., 2012).

Transpirační koeficient, který udává, kolik gramů vody musí rostlina odpařit, aby vytvořila gram sušiny, je u kukuřice 256 g H<sub>2</sub>O/g sušiny (Skládanka, 2006).

Během staletí se ustálilo několik linií kukuřic hodnocených jako konvariety. Při běžném pěstování dominuje kukuřice setá tvrdozrná (*Zea mays* *convar. indurata*

maize; corn Mais) a kukuřice setá koňský zub (*Zea mays convar. dentiformis*-maize; dent porn, Mais), jejíž obilky jsou shora promáčklé (Prugar, 2008).

Diviš a kol., (2000) uvádí, že z praktického hlediska se rozděluje kukuřice podle tvaru zrna a jejího složení na tyto poddruhy:

- Kukuřice obecná (neboli tvrdá) – (*Zea mays convar. Indurata* Sturt., syn. *Zea mays convar. vulgaris* Körn., Grebensvv)
- Kukuřice koňský zub – (*Zea mays convar. identata* Stur., syn. *Zea mays convar. dentiformis* Körn., Grebensvv)
- Kukuřice polozubovitá – (*Zea mays convar. aorista* Grebensc., syn. *Zea mays var. Semiindentata* Kulesch)
- Kukuřice pukancová – (*Zea mays convar. everta* Sturt., syn. *Zea mays convar. microsperma* Körn., Grebensvv.)
- Kukuřice cukrová – (*Zea mays convar. saccharata* Sturt.)
- Kukuřice škrobová – (*Zea mays convar. amylacea* (Sturt. Mont., Grebesvv., syn. *Zea mays convar. marcosperma* Klotsch)
- Kukuřice vosková – (*Zea mays convar. ceratina* Grebensc.)
- Kukuřice plevnatá – (*Zea mays convar. tunicata* Sturt., syn. *Zea cryptosperma* Bonaf., syn. *Zea glumacea* Larranaga)

Obr. č. 1: Typy kukuřičného zrna dle Dowswell (1996), Pop – pukancová, Flint – škrobová, Dent – koňský zub; flour – moučná; Sweet – cukrová

Endosperm Type	POP	FLINT	DENT	FLOUR	SWEET
Photograph (natural size)					
Pericarp	very thick	thick	medium	stretched thin	thick-medium
Endosperm (mature)	hard	mostly hard	hard and soft	soft	glassy
Crown appearance (mature)	pointed or rounded	rounded	dented	slightly dented	wrinkled
Distribution	USA (Indiana) sporadic in all regions.	Argentina, Southern Europe, and marginal areas where storage and germination is difficult.	Worldwide	Latin America, American Southwest.	North America
Importance (New World)	<1%	14%	73%	12%	~1%
Use	confection	general	livestock feed industrial processing millground meal	<i>major:</i> direct human use from handground meal. <i>minor:</i> direct at milk stage, parched and beverage.	<i>major:</i> direct at milk stage <i>minor:</i> parched and beverage.

## 2.1.1 Morfologická stavba

### Kořenový systém

Kukuřice má svazčitý kořenový systém, jehož kořeny pronikají podle stanovištních podmínek poměrně hluboko do půdy (1,5 – 3 m) a zajišťují dobré zásobování rostliny vodou ze značné hloubky. Převážná část jemných kořínků je však rozložena v orniční půdní vrstvě do hloubky 20 cm kolem stébla v okruhu jednoho metru a více (Hruška, 1962).

Kořeny kukuřice se dle svého původu rozdělují na primární a sekundární. Primární kořenovou soustavu tvoří kořeny, které se zakládají již v zárodku, sekundární kořenovou soustavu tvoří soubor adventivních kořenů (Diviš, 2000).

Primární kořen je založený v klíčku. Přibližně 3 - 5 bočních klíčnicích kořenů se tvoří v meristematickém pletivu nad klíčnicím uzlem. Mezokotylové kořeny se

vytvářejí v místě mezi klíčným uzlem a odnožovacím kolénkem. Sekundární kořeny tvoří soubor stonkových adventivních kořenů (Špaldon, 1982)

Petr a kol. (1980) dodávají, že kořenové systémy a jejich modifikace mají rozhodující význam pro příjem živin a vody. Jejich tvorba probíhá podobně jako u nadzemních částí, tj. pod komplexním vlivem prostředí a genetických faktorů.

Podzemní orgány totiž ovlivňují chování a růst celé rostliny, zejména z hlediska odolnosti proti suchu a nízkým i vysokým teplotám. Dále působí na celý vývoj rostliny i zralost generativních orgánů.

Významná je produkce auxinů, gibberelinů, cytokininů, vitamínů a jiných látek, které působí prostřednictvím kořenů a vzájemným působením mezi nadzemní a podzemní částí na celý metabolismus a růst, jeho zrychlení i zpomalení. Nemenší význam má i pohyb asimilátů a vitamínů z nadzemních částí do podzemních a jejich případný návrat zpět

Obr. č. 2: Vzdušné kořeny

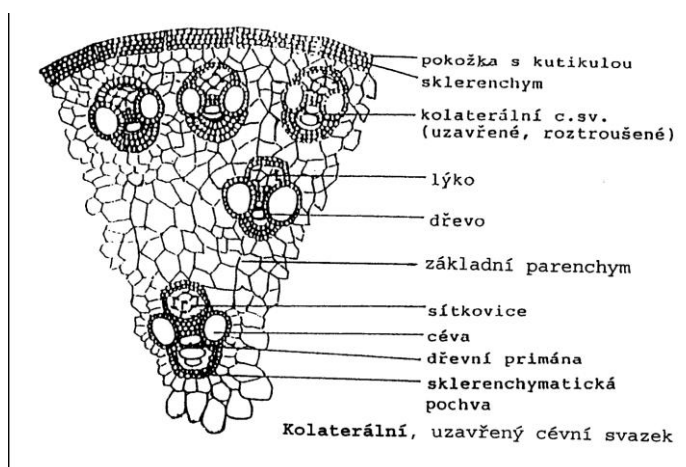


Foto autor 2. 8. 2015

## Stéblo

Stéblo kukuřice je rozděleno kolénky (nody) na články (internodia). Články stébel nejsou stejně dlouhé. Nejkratší jsou bazální články. Výška stébla se v našich podmínkách v závislosti na hybridu pohybuje od 1,2 do 3 m (Diviš, 2000).

Obr. č. 3: Příčný řez stonkem kukuřice seté



[15]

Stéblo je vzpřímené, 20 - 70 mm silné, zespoda silnější, válcovité. Počet nadzemních článků a kolének se pohybuje ve velkém rozpětí přibližně od 8 až do 11 (Špaldon, 1982).

Petr a Húska (1997) dodávají, že růstové vrcholy vznikají v paždí listů a jsou základem palic. Počet založených palic je od 1 do 12, avšak počet vytvořených palic je limitující klimatickými podmínkami a druhem hybridu. U nás je obvykle na 1 rostlině jedna palice. Stéblo je ukončeno samčím květenstvím, latou.

Články stébla jsou vyplněné dřevem, která zvyšuje jejich pevnost, pružnost a od počátku tvorby zrna je i zásobním pletivem, kde se ukládají přebytečné asimiláty. Báze každého článku má kruh meristemického pletiva, jehož dělení zabezpečuje růst rostliny (Špaldon, 1982).

## Listy

Listy kukuřice jsou protistojné. Listová čepel Obr. č. 4: List kukuřice seté je široká s nápadným středním žebrem. Povrch je slabě ochlupený. Listovou plochou přisedá list ke stéblu. Počet listů je odrudový znak rozdílný v závislosti na ranosti hybridů. Rané hybridy mají 8 – 10 listů, pozdní hybridy okolo 12 (Diviš, 2000).

Listy jsou nejvýznamnější morfologickou strukturou rostlin. Jsou adaptovány pro zabezpečení celého komplexu procesů souhrnně označovaných jako fotosyntéza. V celé říši rostlinných organismů představují listy rostlin orgány velmi specifické: tenké ploché útvary již napohled naznačují vývojové přizpůsobení k maximální absorpci slunečního záření a k maximálnímu zkrácení transportních drah při výměně plynů mezi vnitřním prostorem listu a okolní atmosférou (Procházka 1998).

Zimolka a kol. (2008) uvádí, že listy mají hodně průduchů (stomat) se dvěma svěracími buňkami. Průduchy zprostředkovávají styk s okolním prostředím, zúčastňují se výměny plynů (vzduchu), jsou důležitým činitelem při fotosyntéze, ale regulují rovněž výpar a celkovou vodní bilanci.



Foto autor 2. 8. 2015

Listová pochva je poměrně hrubá a pevná. Obepíná články nad uzlem, ze kterého vyrůstá a chrání růstové vrcholy, kde si dlouho uchovává meristémový charakter. Na vnitřním rozhraní pochvy se nachází blanitý jazýček. Dále se dodávají, že na rostlině se nachází taktéž listeny, které obalují palice. Chrání samičí květenství před vnějšími vlivy a poškozením (Petr a Húska, 1997)

## Květenství

Kukuřice patří mezi rostliny jednopohlavné a jednodomé. Samčí tyčinkovité květy tvoří klásky v latách. Samičí pestíkové květy vytváří palice. Je to klas s hrubou hlavní osou, na které jsou zrna v řadách (Diviš, 2000).

Lata je tvořena hlavní osou (větví) a různým počtem spirálovitě rozestavěných vedlejších větví. Ty se mohou ve velikých květenstvích ještě jednou větvit. Na hlavní větvi jsou samčí klásky rozestavěné ve více řadách, na vedlejších větvích většinou ve dvou řadách (Zimolka a kol., 2008).

Petr a Húska (1997) konstatují, že dvoukvěte klásky jsou uspořádány v párech, mají tři tyčinky a kláskové plevy. Květ je chráněn pluchou a pluškou. Na pluše jsou dvě lodikuly, které se při kvetení zduří a tím roztahují od sebe pluchy a plušky a umožňují objevení se tyčinek. Jakmile dojde k vytvoření laty, je tím ukončen vývin stébla.

Při vývoji květních primordií (květních základů) se nejprve začne zakládat samčí květenství. Jakmile se nachází v páté etapě organogeneze, tvoří květní primordium samičího květenství - palice. Květní primordia palice se tvoří v raných fázích ontogeneze

Obr. č. 5: Samčí květenství



Foto autor 1. 8. 2014

Obr. č. 6: Samičí květenství



Foto autor 17. 8. 2014

téměř každým nodem. Vývoj palice, jejich počet a velikost jsou tedy silně ovlivněny půdními (voda, živiny) a světelnými podmínkami. Světelné podmínky jsou silně ovlivněny konkurencí související s hustotou porostu (Petr a kol., 1980).

Palice je klas se ztloustlou hlavní osou, na kterou přisedají v podélných řadách párové klásky (Petr a Húska, 1997).

Petr a kol. (1980) dodávají, že velikost palice je určena během období 3 týdnů. Toto období začíná asi v 6. týdnu po vzejití. Jedna palice má obvykle nasazených 700 - 1000 vajíček v 10 - 16 řadách.

Na spodní části pestíku v semeníku se vytvoří pouze jedno vajíčko, z kterého se po oplodnění vyvine semeno. Vlasčito-hedvábná nit' čnělky vyčnívá z obalu palice jako rozdvojená blizna, kde se zachycují pylová zrna (Petr a Húska, 1997).

### 2.1.2 Růst a vývoj kukuřice

Z praktického pohledu využíváme výsledků sledování a vývojových změn během ontogeneze kukuřice. Rozlišujeme dvě základní období, a to vegetativní (klíčení, vzcházení příp. odnožování) a generativní (sloupkování, metání, kvetení, tvorba zrna a zrání) (Zimolka a kol., 2008).

Prokeš a kol. (2012) upřesňují, že pro určení optimálních termínů agrotechnických vstupů, kdy je zásah nejúčinnější a pro kukuřici nejméně škodlivý, je důležité znát momentální vývojový stav porostu a růstovou fázi rostliny.

Vývojové a růstové fáze jsou definovány ve stupnici BBCH. Jedná se o systém jednotného kódování fenologických růstových fází jednoděložných a dvouděložných rostlin. Zkratka BBCH je odvozena z počátečních písmen z „Biologische Bundesanstalt FRF Land - und Forstwirtschaft, Bundessortenamt (BSA) und Chemische Industrie“.

Obr. č. 7: Ilustrační vývoje kukuřice podle BBCH dle Prokeše a kol. (2012)





Tab. č. 1, Stručná charakteristika růstových fází kukuřice – BBCH.

<b>BBCH</b>	<b>Popis</b>	<b>BBCH</b>	<b>Popis</b>
00	suché semeno (popř. namočené) - výsev	65	samčí květenství: plný květ (horní a dolní větve laty kvetou) samičí květenství: nitky blizen zcela vysunuté
01	počátek bobtnání		
03	konec bobtnání (inhibice)		
05	objevení se kořínků	67	samčí květenství: konec kvetení, nitky blizen začínají zasychat
07	objevení se koleoptile ze semena		
09	vzcházení - koleoptile proniká nad povrch půdy	69	konec kvetení, blizny zcela zaschlé
10	1. list vystupuje z koleoptile	71	začátek tvorby obilek, obilky jsou patrné, obsah vodnatý (přibližně 19% sušiny)
11 - 19	1. - 9. kolénko patrné, pokračuje tvorba dalších listů		
30	počátek prodlužování růstu	73	časná mléčná zralost
31 - 39	1. - 9. kolénko patrné, pokračuje tvorba dalších kolének	75	mléčná zralost, zrna ve středu palice jsou žlutobílá, obsah mléčný (přibližně 40 % sušiny)
51	počátek metání lat (lata dobře znatelná v pochvě)	79	dosažení konečné velikosti zrna příslušné konvariety a odrůdy
53	špička laty viditelná	83	časná vosková zralost, obsah těstovitý, na bázi palice zrna vodnatá, sušina asi 40 %
55	střed metání: lata úplně viditelná, rozvíjí se střední větvení laty		
59	konec metání (dolní větve laty jsou úplně rozvinuté)	85	vosková (silážní) zralost, zrna žlutavá až žlutá, těstovitá konzistence, sušina asi 55%
61	samčí květenství: objevují se špičky palic v listových pochvách	87	fyziologická zralost (černá skvrna v oblasti klíčku), sušina asi 60 %
63	samčí květenství: počátek prášení pylu samičí květenství: viditelné špičky blizen	89	plná zralost, zrna tvrdá, lesklá, sušina zrna kolem 75%
		97	rostlina odumřela
		99	sklizňová zralost

Zimolka a kol. (2008)

## 2.2 Historie pěstování

Využívání kukuřice lidmi má velmi dlouhou historii. Sběrem byla využívána již před 12 tisíci lety. Způsob její domestikace ve Střední Americe je jednou z největších záhad genetiky. Na rozdíl od ostatních kulturních plodin nejsou známy žádné mezistupně mezi divokým předchůdcem kukuřice a kulturní plodinou (Prugar a kol., 2008).

Pravděpodobně vznikla z plané, dnes již vyhynulé kukuřice s rozpadavým vřetenem. Následně postupným křížením vznikla rostlina známá jako teosinta, která se dosud pěstuje ve Střední Americe jako pícnina (Smith, 1995)

Podle Gramana a Čurna (1998) domestikace kukuřice přinesla v souvislosti se značnou genetickou plasticitou a citlivostí k podmínkám prostředí závažné změny na rostlině. Nejdůležitější je mutace srůstu původně prstovitě rozvětveného klasového vřetene pestíkového květenství teosinte do dnešní podoby zkrácené a zdužnatělého vřetene palice a také rudimentace pluch obalující zrno. Semena pevně přirůstají k vřetenu, tvoří se větší počet semen, palice je obalena větším počtem listenů. Kukuřice se změnila na rostlinu plně odkázanou na člověka a neschopnou autoreprodukce.

Prugar a kol. (2008) dodává, že evropská historie pěstování kukuřice je velmi krátká. Byla dovezena do Španělska Kolumbem z jeho první cesty v roce 1493. Naše národy údajně seznámili s kukuřicí Romové, kteří ji na jižní Slovensko a Moravu přinesli patrně z Turecka a Rumunska v 17. století. Proto se jí také říkalo turecká pšenice nebo turecké žito. V současné době je kukuřice plodinou pěstovanou téměř ve všech půdně-klimatických podmínkách od 40° jižní šířky až po 56° severní šířky.

V podmínkách ČR se využívá především ke krmným účelům (siláž i zrno). Kukuřičná siláž tvoří základní a stabilizační součást krmných dávek přežvýkavců, a to nejen v zimním, ale i letním krmném období. S rostoucí užitkovostí dojnic rostou požadavky na kvalitu krmiv.

Diviš a kol., (2010) doplňují, že v Čechách má její pěstování krátkou historii. Je především zdrojem potravin pro lidskou výživu, využívá se i v různých průmyslových odvětvích (papírnictví, stavebnictví, chemický a farmaceutický průmysl). Pro hospodářská zvířata je nenahraditelným zdrojem energie.

Před padesáti lety se pěstovaly především odrůdy Fleischmanův ranný a maďarský koňský zub, tehdy se sledovaly pouze výnosy zelené hmoty. Marně byste

hledali v nějakém časopise o rostlinné výrobě sušinu celých rostlin, sušinu palic, výnos suché hmoty či podílu palic nebo kvalitativní ukazatele stravitelnosti tak, jak se běžně uvádí u současných hybridů kukuřice [16].

V dnešní době se u nás začínají rozvíjet nové alternativní formy využití kukuřice (výroba škrobu, tuku, stavebních hmot, papíru, 26 lepidel atd.). Stále jsou ale dva převažující užitkové směry (kukuřice na zrno a siláž). Nejnovější využití kukuřice je pro výrobu obnovitelných zdrojů energie, kterými jsou bioplyn, biomasa a bioetanol (Hůla a kol., 2008).

Dříve dominovaly jednoznačně hybridy víceliniové (maximálně čtyřliniové), které měly širší genetický základ, heteroze se neprojevovala v extrémním výnosu, rozdíly mezi jednotlivými hybridy nebyly z pohledu výnosu tak veliké a šlechtitelský pokrok nebyl tak patrný. Díky širšímu genetickému základu se hybrid vyrovnal lépe s různými klimatickými i půdními podmínkami, byl takzvaně plastický. Dnes jde trend vyloženě ke dvouliniovým hybridům s užším genetickým základem a vyšším heterozním efektem, které v dobrých či optimálních podmínkách dávají vyšší výnosy. Setká-li se však dvouliniový hybrid s podmínkami, které mu nevyhovují, výnos prudce klesá, neboť mu chybí zmíněná plasticita. Je všeobecně známo, že 40 procent výkonnosti hybridu spočívá v genetice, 30 procent ovlivňují klimatické podmínky a 30 procent stanovištní podmínky [16].

Geneticky modifikované hybridy představují velký kvalitativní pokrok. Původně se myslelo, že vrcholem jsou víceliniové hybridy, ale uspěly dvouliniové. Domnívali jsme se, že všechno vyřeší chemické mutace, ale byli jsme zklamáni. Zatímco u chemických metod jsme naprosto netušili, jaké mutace vzniknou, u genetických manipulací jsme schopni vypreparovat definovaný segment chromozomu s definovanými vlastnostmi a přenést ho do genetického základu rostliny. I když je tento proces vůči mutačnímu šlechtění chemomutageny mnohem sofistikovanější a přesnější, teprve čas ukáže, jakým způsobem se naděje vkládané do těchto technologií využijí. Domnívám se, že všechno nevyřeší ani GMO. Přispějí k nějakému stavu poznání, ale určitě se časem objeví nové metody. Také proto nejsem jejich jednoznačným odpůrcem ani propagátorem. Považuji za důležité, že si dnes může každý vybrat, a to jak z hybridů vyšlechtěnými klasickými šlechtitelskými metodami, tak z geneticky modifikovaných hybridů kukuřice (Fuka, 2009).

Aktivním šlechtěním kukuřice se jako jediná v České republice zabývá akciová společnost CEZEA – šlechtitelská stanice se sídlem v Čejči.

### **2.2.1 Vývoj osevních ploch a výnosů v ČR**

V posledních 70 letech v České republice význam kukuřice výrazně stoupl. Ta se stala jednou z nejproduktivnějších hospodářských plodin zejména díky nárůstu svého výnosového potenciálu.

Šantrůček a kol. (2001) dodává, že po určitém propadu dochází znovu k nárůstu pěstitelských ploch, ale s částečně pozměněným využitím. V letech největšího rozšíření kukuřice převažovalo pěstování kukuřice na siláž při nižší sušině a na zelené krmení. Intenzifikací chovu skotu dochází ke změně celkové využití kukuřice, a to na technologii, při níž získáváme vyšší koncentraci živin. Pěstování kukuřice na zelené krmení prakticky neexistuje. Hlavními technologiemi jsou nyní takové způsoby, z nichž získáváme vysokou koncentraci energie v sklizené hmotě.

K rozšiřování pěstitelských ploch také přispívá skutečnost, že některé subjekty, které provozují bioplynové stanice, přecenily své možnosti a zvolily moc velké výkony. Následkem tohoto rozhodnutí dochází k tomu, že není v jejich silách vyprodukovat dostatek siláže na svých plochách. Proto musí neúměrně rozšiřovat plochy pěstované kukuřice nebo nakupovat značné množství siláže od sousedních pěstitelů (Prokeš a Zeman, 2015).

### **Kukuřice na zeleno a na siláž**

Vývoj ploch kukuřice na siláž a na zeleno dlouhodobě korespondoval s vývojem stavu skotu, jak vidíme v tabulce č. 2. Nejvíce skotu se u nás chovalo v 80. letech. V těchto letech bylo také v průměru dosaženo největší plochy kukuřice na siláž a na zeleno. V roce 2009 klesla plocha na minimum. V posledních letech dochází k opětovnému nárůstu ploch. Důvodem je využití výnosového potenciálu kukuřice pro nepotravinářské účely, a to jako hlavní složka při výrobě bioplynu.

To, že se výnosy v předešlých letech podstatně zvýšily, i když od roku 1990 do roku 2015 klesla plocha pro pěstování o necelých 40 %, je nesmírné šlechtitelské úsilí a úspěch šlechtitelů.

Žádná jiná plodina na světě nezaznamenala tak velké množství

šlechtitelských programů jako kukuřice. Díky využívání nejmodernějších metod také výrazně vzrostl počet genetických zdrojů jako základního faktoru potřebného pro selekci (Prokeš a kol., 2012).

Tab. č. 2.: Osevní plochy a výnosy kukuřice na zeleno a na siláž v jednotlivých letech

rok	plocha osevu (ha)	% ploch osevu	výnos (t/ha)	% výnosu
1990	381 525	100,00%	27,62	100,00%
1991	344 381	90,30%	36,28	131,40%
1992	326 609	85,60%	26,58	96,20%
1993	302 764	79,40%	36,83	133,30%
1994	272 339	71,40%	25,95	94,00%
1995	284 952	74,70%	28,68	103,80%
1996	304 129	79,70%	32,18	116,50%
1997	269 213	70,60%	32,9	119,10%
1998	244 579	64,10%	34,56	125,10%
1999	248 050	65,00%	32,52	117,70%
2000	232 406	60,90%	33,13	119,90%
2001	216 823	56,80%	32,81	118,80%
2002	218 696	57,30%	32,39	117,30%
2003	202 680	53,10%	27,55	99,70%
2004	215 645	56,50%	30,26	109,60%
2005	210 565	55,20%	35,69	129,20%
2006	190 600	50,00%	32,66	118,20%
2007	180 481	47,30%	34,41	124,60%
2008	179 777	47,10%	35,33	127,90%
2009	179 663	47,10%	38,15	138,10%
2010	181 939	47,70%	33,04	119,60%
2011	197 579	51,80%	41,79	151,30%
2012	214 876	56,30%	40,6	147,00%
2013	233 815	61,30%	32,66	118,20%
2014	235 531	61,73%	40,37	146,16%
2015	244 956	60,64%	29,13	105,47%

(Zdroj: ČSÚ, 3. 2. 2016)

## Kukuřice na zrno

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. Velký podíl na tomto stavu má neustále se rozšiřující sortiment zrnových hybridů, který bude vyhovovat určitému půdnímu typu, vláhovým a teplotním podmínkám. Nicméně stále přetrvávají velké rezervy dosahovaných výnosech kukuřice na zrno způsobených technologickými chybami (Prokeš a kol., 2012).

Tab. č. 3: Osevní plochy a výnosy kukuřice na zrno

rok	plocha osevu (ha)	% ploch osevu	výnos (t/ha)	% výnosu
1990	44 941	100,00%	2,19	100,00%
1991	34 865	77,60%	4,31	196,80%
1992	33 434	74,40%	3,4	155,30%
1993	29 656	66,00%	4,87	222,40%
1994	29 930	66,60%	3,39	154,80%
1995	27 315	60,80%	4,28	195,40%
1996	29 877	66,50%	5,09	232,40%
1997	34 985	77,80%	6,92	316,00%
1998	29 185	64,90%	6,09	278,10%
1999	33 036	73,50%	6,6	301,40%
2000	39 317	87,50%	6,43	293,60%
2001	54 295	120,80%	6,6	301,40%
2002	70 569	157,00%	8,73	399,10%
2003	78 040	173,60%	5,58	254,80%
2004	87 821	195,40%	6,13	279,90%
2005	79 981	178,00%	7,17	327,40%
2006	84 900	188,90%	6,75	308,20%
2007	93 065	207,10%	6,8	310,50%
2008	107 899	240,10%	7,54	344,30%
2009	91 610	203,80%	8,45	385,80%
2010	99 945	222,40%	6,71	306,40%
2011	109 651	244,00%	8,79	401,40%
2012	109 565	243,80%	7,78	355,30%
2013	96 902	215,60%	6,97	318,30%
2014	100 453	223,51%	8,43	384,93%
2015	79 972	208,22%	5,54	252,97%

(Zdroj: ČSÚ, 3. 2. 2016)

Zimolka a kol., (2008) dodávají, že výnosy se pohybují v závislosti na ročníku a lokalitě mezi jednotlivými hybridy od 5,7 t/ha až po 15,8 t/ha při vlhkosti zrna 14%. Cílem pěstitelů kukuřice na zrno je v praxi dosáhnout výnosu přes 10 t/ha, vlhkosti zrna pod 30% a eliminovat výskyt fuzáriím, a tím snížit koncentraci mykotoxinů pod mezní limity. Velmi důležitým momentem dosažení tohoto cíle je správný termín sklizně.

V praxi přežívá filozofie „zaseju kukuřici na siláž, a když zbude, nechám ji na zrno“. Toto je jedna ze základních chyb, neboť hybridy kukuřice určené pro silážní využití zpravidla hůře uvolňují vodu ze zrna, a tím se při následném sušení zhoršuje ekonomika výroby suchého kukuřičného zrna (Prokeš a kol., 2012).

### **2.3 Volba hybridů**

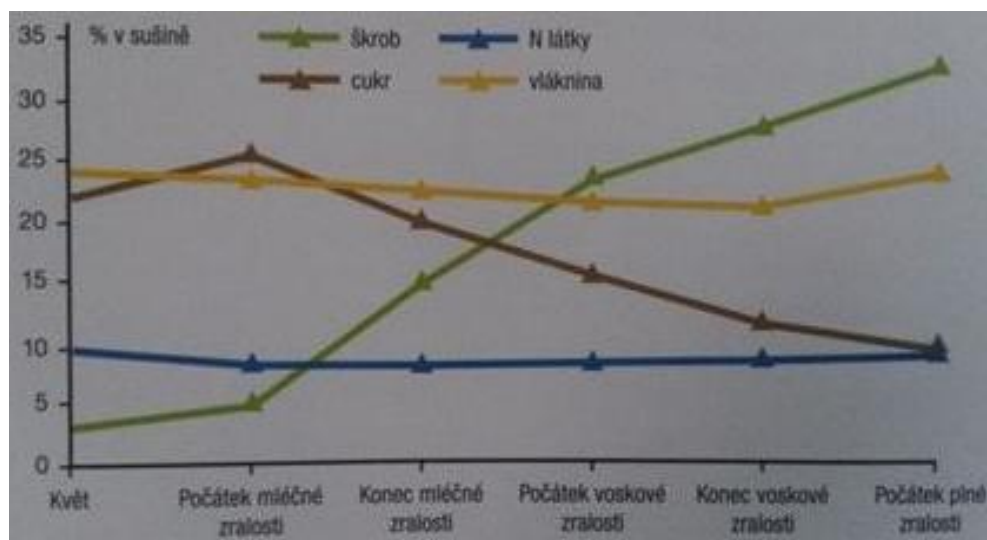
Důležitá je správná volba hybridu, který může ovlivnit výnos až ze 30 %. Mezi výnosem a délkou vegetační doby (raností) existuje přímá závislost.

Při výběru vhodného hybridu je nutné zvážit všechny hospodářské vlastnosti s důrazem na výnos zrna nebo silážní hmoty a délku vegetační doby, která podmiňuje jeho jistotu. Ranější hybridy jsou obvykle méně výnosné než pozdnější. Obecně to platí zvláště v kukuřičné výrobní oblasti (Diviš a kol., 1992).

Poláková (2014) dodává, že výběr hybridu kukuřice patří mezi nejdůležitější pěstitelské opatření. Volbou hybridu ovlivňujeme termín sklizně, způsob využití na zrno či siláž, a samozřejmě i kvalitu.

Při výběru hybridu na siláž pro skot je cílem vysoký výnos sklizené hmoty a kvalitní parametry (obsah škrobu, stravitelnost a další ukazatele nutričních hodnot) kukuřičné siláže. Důležitým ukazatelem je i dietetická a hygienická nezávadnost, která je nejčastěji ovlivněna výběrem hybridu, technologií pěstování, klimatickými podmínkami, způsobem sklizně a konzervace (Prokeš a kol., 2012).

Graf č. 1: Procesy probíhající během zrání kukuřice



(Prokeš a kol., 2012)

Ideální silážní kukuřice se vyznačuje v době silážní zralosti zeleným zbytkem rostliny a vysokou koncentrací energie. Zajišťuje se tak nejen vysoký obsah škrobu, ale také vysoká stravitelnost zbytku rostliny. O množství uloženého škrobu pak rozhoduje úložná kapacita - tj. počet řad, počet zrn v řadě a hmotnost tisíce zrn. Z těchto tří faktorů nejvíce reaguje na vliv prostředí (voda, teplota) počet zrn v řadě, tj. délka palice (Prokeš a kol., 2005).

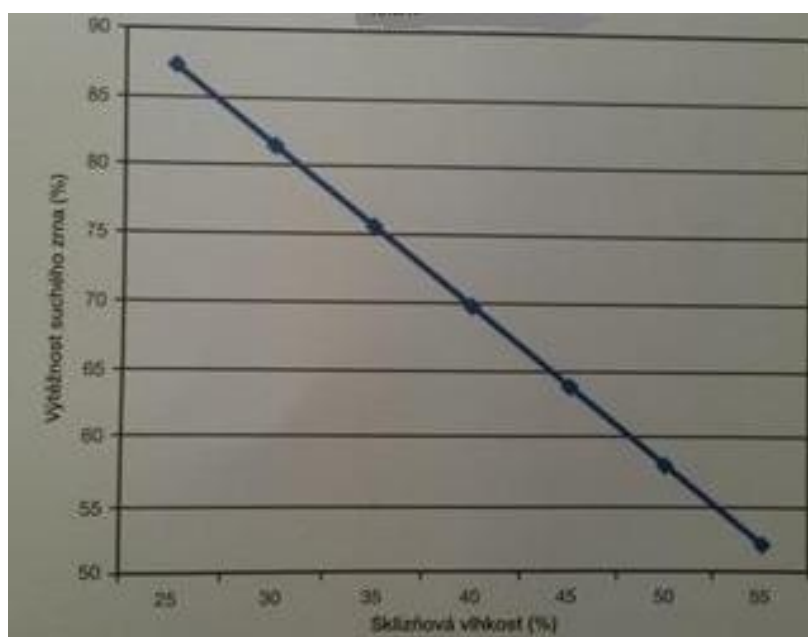
Od hybridů sklízených na zrno se požaduje maximální výnos zrna v plné zralosti. Palice mohou být nasazeny nízko, výnos zelené hmoty nemusí být vysoký, hlavně aby rostliny nepoléhaly. Pokud takový hybrid silážujeme, můžeme vyrobit sice na živiny a energii vysoce koncentrovanou hmotu, ale s celkově nižším výnosem a hlavně s nižší stravitelností vlákniny (Loučka, 2014).

Faktory ovlivňující pěstitelský cíl a výběr hybridu na zrno:

- vysoký výnos trna
- jistota dozrání ve všech pěstitelských podmínkách
- rychlost uvolnění vody ze zrna
- pevnost stébla a nasazení klasů rozhodují o výši sklizňových a předsklizňových ztrát
- chladuvzdornost, rychlý počátečný růst
- odolnost vůči chorobám
- způsob využití zrna (potravinářské, škrobárenský průmysl, lihovarnictví, krmivářský průmysl (Prokeš a kol., 2005)



Graf. č. 2: Výtěžnost suchého zrna v závislosti na sklizňové vlhkosti



Prokeš a kol. 2012

Nabízí se také otázka obnovitelných zdrojů energie a s tím využití odpadů vznikajících v zemědělské výrobě, jako jsou exkrementy hospodářských zvířat a zbytky rostlin. Nejstarší a technicky nejjednodušší formou nakládání s těmito "odpady" je jejich přímá aplikace na půdu. V případě správného agrotechnického postupu, kdy se jedná o maximální využití hnojivých účinků, jde bezesporu o způsob, který má své opodstatnění. Praxe však ukazuje, že často z důvodu lokálních přebytků odpadů není nejdůležitější využití jejich hnojivých účinků, ale prostá likvidace anaerobní fermentací.

Řízená anaerobní fermentace organické hmoty, proces využívaný v bioplynových stanicích, umožňuje při zachování hnojivých účinků vstupní suroviny využít část energie vázané v organické hmotě k produkci bioplynu (s obsahem 50 - 75% metanu), využitelného k výrobě tepelné a elektrické energie (Kajan, 2002).

Přestože myšlenka likvidace zemědělských odpadů v bioplynových stanicích, vypadala velmi zajímavě a ekonomicky výhodně, došlo bohužel k tomu, že hlavní surovinou pro BPS nejsou odpady, ale cíleně pěstované energetické plodiny zvláště kukuřice. V sortimentu nabízených hybridů najdeme speciálně hybridy určené pro produkci bioplynu.

Požadavky na hybridy pro výrobu bioplynu:

- maximální výnos hmoty při sušině 24 - 26 % (až 100 t.ha<sup>-1</sup>)

- maximální obsah cukru a lehce degradovatelné vlákniny
- koncentrace škrobu a dusíkatých látek není rozhodující
- důležitá je zelená rostlina bez suchých listů (Prokeš a kol., 2005)

### 2.3.1 Šlechtitelské cíle

Kukuřice a siláž se řadí ke skupině objemných glycidových krmiv se zvláštním postavením vzhledem k vysokému podílu škrobu, a tím i vysoké koncentraci energie ve srovnání s ostatními píceňinami. Vzhledem k relativně vysoké stravitelnosti škrobu se zvyšování jeho obsahu, a tedy i podílu zrna v rostlině, stalo v minulých letech základním šlechtitelským cílem (Trínáctý, 2010).

Šlechtitelské firmy se zaměřují vedle vysokého výnosového potenciálu zrna na toleranci ke stresům a přizpůsobivosti lokálním podmínkám. Novým typem jsou hybridy s rychlým uvolňováním vody ze zrna. Dalším typem jsou hybridy poskytující siláž vysoké kvality. V posledních letech došlo k prudkému rozšíření nabídky raných hybridů s lepší odolností proti chladu a s rychlým počátečním růstem. To umožnilo začít pěstovat kukuřici i v dříve netradičních oblastech (Prugar, 2008).

Owens (2005) dodává, že pokroky v oblasti stravitelnosti umožňují také skutečnosti, že zvyšování stravitelnosti NDF není geneticky vázané na zvyšování podílu zrna. Tento fakt umožňuje dále zvyšovat obsah stravitelné energie nově vyšlechtěných hybridů, jejichž obsah se tak blíží jaderným krmivům.

Vědecky bylo zjištěno a ověřeno, že výběrem hybridu vyšlechtěného k výrobě siláže lze ovlivnit nejen příjem sušiny u dojnice, ale i jejich užitkovost. Pokud se zvýší stravitelnost vlákniny, resp. NDF u kukuřičné siláže o 1 %, zvětší se příjem sušiny u dojnic o 0,168 kg, ale také vzroste mléčná užitkovost o 0,249 kg FCM mléka. Toto navýšení zisku závisí pouze na výběru správného hybridu k výrobě siláže (Jambor, 2015).

Důležitý je i typ hybridu. Šlechtitelská práce je zaměřena na získávání dvouliniových (single cross – Sc), tříliniových (three way cross - Tc) a čtyřliniových hybridů (double cross – Dc). Největšího heterózního efektu je dosahováno u dvouliniových hybridů, ale jsou náročnější na podmínky prostředí. Tří a čtyřliniové hybridy bývají obvykle plastičtější, lépe se přizpůsobují různým agroekologickým

podmínkám (Diviš, 1992).

Kukuřice je vyšlechtěna na dva hlavní typy zrna, které se liší rozdílným poměrem tvrdého (sklovitého) a měkkého (moučnatého) endospermu – flint a dent. Tvrdý endosperm potřebuje delší dobu na změknutí (bobtnání). Má tedy nižší degradovatelnost škrobu v bachoru, zbývající škrob se tráví ve střevě.

U zubových forem je tomu naopak. Zubové hybridy mají zpravidla vyšší číslo FAO, vyšší výnosový potenciál, avšak zpravidla také horší chladuvzdornost. Pro chladné oblasti jsou výhodnější hybridy se zrnem typu flint, které se vyznačují zpravidla nižším číslem FAO a také zpravidla nižším výnosovým potenciálem. V našich podmínkách se pěstuje celá škála hybridů s typem zrna od čistých forem typu dent přes řadu mezitypů až po čisté formy typu flint (Ježková, 2012).

Loučka (2014) doplňuje, že koňský zub (dent) má klínovitý tvar, jeho boky jsou sklovité. Moučnatý endosperm střední části proniká až na vršek zrna. V době dozrávání zasychá více a rychleji než sklovitý endosperm, a tak vytváří na povrchu zrna charakteristickou jamku.

Kukuřice tvrdá (flint) má okrouhlé lesklé zrno a moučnatý endosperm. Je uzavřen endospermem sklovitým. Vyznačuje se raností, ale dává většinou nižší výnos než kukuřice koňský zub. Kukuřice polozubovitá tvoří přechod mezi uvedenými formami, vznikla jejím křížením.

### **Šlechtění na suchovzdornost**

Šlechtění směřující ke zvýšení suchovzdornosti hybridů je významným trendem, kterým se firma Pioneer nyní ubírá. Kukuřice odolné vůči suchu jsou charakteristické palicemi s delší dobou kvetení blizen, což umožňuje kvalitnější opylení. Zlepšená funkce průduchů s lepším zachováním listové plochy umožňuje efektivnější hospodaření s vláhou. Listy jsou méně náchylné ke svinování a ke slunečnímu úpalu. Mohutný a hluboký kořenový systém pomáhá zlepšovat přísun vláhy i za sucha. Suchovzdorné hybridy jsou výsledkem rozsáhlého genetického výzkumu, ve kterém se uplatňuje více různých šlechtitelských metod. Pěstitelům v suchých oblastech pomáhají suchovzdorné hybridy dosahovat vyšších výnosů a snižovat riziko výrazných poklesů produkce při nedostatku vláhy. Zvýšení výnosů zrna na suchých stanovištích dosahuje 5 % oproti konvenčním hybridům. Šlechtitelé z Rakouska dokonce uvádějí 7% zvýšení. Zároveň je potřeba zdůraznit, že suchovzdorné hybridy mají výbornou výkonnost rovněž na vláhově stabilních

stanovištích, což prokázaly v minulých letech, kdy na vláhově stabilních lokalitách dosahovaly stejně vysokých výnosů zrna jako nejlepší z konvenčních hybridů. Suchovzdorné hybridy nesmějí vykazovat poklesy výnosů v letech, kdy je dostatečné množství srážek, musejí dosahovat vysokou výkonnost za sucha i za dobrých vláhových podmínek. Kukuřice, které splní tyto požadavky, jsou zařazené do kategorie Optimum® AQUAmax® [8].

Suchovzdorné hybridy jsou výsledkem rozsáhlého genetického výzkumu, ve kterém se uplatňuje více různých šlechtitelských metod (Studniční, 2015).

### **PowerCell**

Společnost Syngenta dosáhla významných úspěchů ve šlechtění silážní kukuřice, protože se zaměřuje především na odrůdy s vysokou krmnou hodnotou a vysokou kvalitou produkované silážní hmoty. Jednoduše řečeno „pouze škrob a hodně hmoty nestačí“. Jde totiž také o její kvalitu a stravitelnost, protože skot jako původně stepní zvíře využívá vlákninu rostlin jako strukturální nosič pro fermentaci živin v bacheru. Může ji tak využít jako významný zdroj energie. Důležité je také si uvědomit, že jak škrob, tak celulóza (hlavní součást vlákniny) jsou tvořeny z molekul glukózy. Díky dobré stravitelnosti vlákniny hybridů PowerCell může skot využít mnohem větší část celkové energie, která je v silážní hmotě uložena.

Hlavní znaky hybridů PowerCell:

- Výjimečná stravitelnost buněčných stěn (vlákniny), a tudíž vyšší potenciál k produkci mléka ze základního krmiva (kukuřičné siláže).
- Široké sklizňové okno s pomalejší lignifikací stonku, a tudíž vysokou koncentrací lépe využitelné (stravitelné) energie v širším časovém horizontu. To umožňuje flexibilitu sklizně beze ztrát na kvalitě.
- Možnost pro optimální sestavení krmné dávky (TMR) pro přežvýkavce snižuje riziko vzniku acidóz u dojnic. Vyšší příjem sušiny = zdravější stádo, vyšší produkce mléka u dojnic.
- Rychlejší dynamika rozkladu vlákniny díky vyšší stravitelnosti (degradovatelnosti). V praxi to znamená efektivnější a rychlejší využití energie nejen pro výkrm skotu, ale také pro produkci bioplynu. Princip dobré stravitelnosti funguje stejně dobře v bacheru i fermentoru [8].

Loučka (2014) závěrem dodává, že pěstování kukuřice je významné. Ačkoliv je kukuřice teplomilnou rostlinou, vliv sucha se u ní v našich podmínkách významně negativně promítá. Je to způsobeno tím, že šlechtitelé už záměrně nabízejí pro náš trh takové hybridy, které se do našich podmínek hodí. Není od věci připomenout dobu před 30 lety, kdy se u nás kukuřice téměř nepěstovala, a když ano, tak z velké části pouze v kukuřičné výrobní oblasti, a pokud jinde, tak často nedozrála do potřebné sušiny. Sklizeň na zrno prakticky nepřipadala v úvahu a siláže byly velmi kyselé. Do krmných dávek skotu musel být přidáván bikarbonát sodný, kyselost vodního výluhu neklesla u kukuřice pod 2000 mg KOH v sušině. Nyní existují hybridy, kterým se v našich podmínkách celkem daří, ovšem jsou-li ty podmínky v mezích normálu.

### **2.3.2 Hodnocení délky vegetační doby**

Osivářské firmy dnes nabízejí široký sortiment hybridů od velmi raných až po pozdní. Rozlišují se podle čísla FAO (Food and Agriculture Organization). Je to tzv. číslo ranosti, orientační ukazatel charakterizující délku vegetace. Rozdíl o deset čísel FAO znamená posun ve sklizňové zralosti o jeden až dva dny, což často odpovídá 1 až 2 procentům sušiny. Velmi rané hybridy jsou schopny dosáhnout sklizňové zralosti za 120 dnů, středně pozdní za 130 dnů (Loučka, 2014).

Zimolka (2008) doplňuje, že číslo FAO je vypočteno na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice na siláž ve srovnání s kontrolními hybridy. Jelikož se v různých státech ke stanovení čísla FAO využívá jako standardu jiná skupina hybridů, číslo 20 ranosti je u stejného hybridu v různých státech odlišné. S nástupem moderních hybridů (především stay green) je určování ranosti podle FAO zkreslující a nepostihuje skutečnou ranost hybridu.

Při velké výměře je vhodné a doporučuje se vysévat nejméně dva až tři hybridy s odlišnou raností (FAO). Takto jsme schopni při stejném termínu výsevu postupně dosahovat silážní zralosti. Při ploše, kdy je silážní kukuřice sklizena v krátkém časovém období, je toto doporučení neopodstatněné a zde by se měly uplatnit hybridy vhodné do příslušných podmínek s nejvyšší potenciální výkonností a dosahující silážní zralosti (Diviš, 1993).

V posledních letech se v České republice začíná situace zlepšovat a u hybridů se začíná udávat číslo ranosti FAO na siláž S a na zrno Z. To nám alespoň pomáhá v orientaci, zda daný hybrid je z hlediska sklizně rychle, rovnoměrně nebo pomalu

dozrávající (Zimolka, 2008).

Loučka (2014) udává, že některé silážní hybridy doporučené k duálnímu využití (tedy jako siláž, tak na zrno) mají FAO většinou o 5 až 10 čísel vyšší než zrnové.

Tab. č. 4: Znázorňující hodnoty FAO

Sortiment	Číslo ranosti na siláž (FAO)	Číslo ranosti na zrno (FAO)
VR - velmi raný	do 230	do 250
R - raný	230 - 260	250 - 300
SR - středně raný	260 - 300	300 - 350
SP - středně pozdní	nad 300	nad 350

UKZUZ

Tab. č. 5: Charakteristika stanoviště pro jednotlivé ranostní skupiny hybridů na základě sumy efektivních teplot

FAO skupina	Suma efektivních teplot ve °C			
	Silážní zralost při průměrné sušině %		Zrnová zralost při vlhkosti zrna v %	
do 220	32	1380	35	1530
	35	1410		
220-260	32	1430	35	1580
	35	1460		
260-300	32	1490	35	1650
	35	1520		
nad 300	32	1550	35	1700
	35	1580		

(Prokeš, 2005)

### 2.3.3 Typy hybridů

Výsledkem šlechtitelské práce je celá řada rozdílných typů, které můžeme pozorovat mezi jednotlivými hybridy kukuřice. Podle jejich anatomické stavby a fyziologických vlastností rozlišujeme následující typy, se kterými se setkáváme v běžné praxi.

#### **1. Stay green hybrid – dlouho zelené, pomalu dozrávající**

Vyznačují se dlouho zeleným, fotosynteticky aktivním zbytkem rostliny až do fyziologické zralosti (Prokeš a kol., 2002).

Prugar (2008) doplňuje, že díky této vlastnosti dosahují zvýšený výnos škrobu a vyšší výnos zrna, nezanedbatelná je také aktivita antimikrobiálního aparátu umožňujícího rostlinám déle odolávat ataku fytopatogenních organismů.

Takové hybridy poskytují zdravé krmivo o vysoké hygienické hodnotě bez nadměrné kontaminace mykotoxiny. Je pro ně typické zpočátku pomalejší a déletrvající nárůst škrobu. Optimální doba sklizně na siláž se pohybuje mezi 33 - 35 % sušiny celkové hmoty. Pomalé dozrávání zbytku rostliny umožňuje určitou flexibilitu sklizně, to znamená sklizeň s menší závislostí na počasí a dostupnosti sklizňové techniky. Tyto hybridy jsou vhodné pro pěstování v teplotně příhodnějších oblastech, kde využijí delší vegetační období. Naopak v oblastech chladných a vlhkých je budeme volit velmi obezřetně, poněvadž zde zpravidla nebývají vhodné podmínky pro využití jejich prodloužené aktivity zbytku rostliny, respektive hrozí nebezpečí, že v požadovaném termínu sklizně nedosáhnou potřebné sklizňové sušiny (Prokeš, 2005).

#### **2. Rychle dozrávající hybrid**

Tvoří opačný pól stay green hybridů. Rychlé dozrávání zbytku rostliny může být způsobeno sníženou odolností vůči houbám skupiny *Fusarium* nebo je výsledkem záměrné šlechtitelské práce. Pro tyto hybridy je typické, že po dosažení určitého stupně zralosti zbytky rostliny ztrácejí zelenou barvu a usychají ve velmi krátké době. Pro nárůst škrobu je charakteristický rychlý přírůstek, který postupně klesá, jak se blíží fyziologická zralost. Jeho křivka je opačná ve srovnání se stay green hybridy. Optimální doba sklizně se pohybuje v rozmezí 28 – 33 % celkem

sušiny. Tyto hybridy jsou vhodné právě pro pěstování v chladných a vlhčích oblastech (Prokeš, 2005).

### **3. Rovnoměrně dozrávající hybrid**

Stejně jako existuje řada přechodných forem mezi typy zrna, tak můžeme říct, že existuje celá škála přechodů i mezi skupinami stay green hybridů a hybridů rychle dozrávající. Z toho vyplývá, že jsou to přechodné formy hybridů.

### **4. Hybrid s fixním počtem zrn v palici**

Celkový počet zrn a počet řad zrn v palici je u těchto rostlin dán geneticky a vlivem prostředí ani pěstitelskými zásahy se nemění. Výnos zrna je určen počtem palic, resp. rostlin na jednotce plochy. Nepříznivé podmínky však mohou způsobit snížení hmotnosti zrna (Fuksa, 2006).

Prokeš a kol. (2005) dodávají, že v oblastech dobře zásobených vodou si můžeme dovolit hustotu na vyšší hranici doporučení. Na suchých stanovištích se držíme nižších doporučených hodnot.

### **5. Hybrid s flexibilním počtem zrn v palici**

Prokeš a kol. (2002) konstatují, že tyto hybridy jsou indikátorem podmínek, ve kterých je kukuřice pěstována. Za optimálních pěstitelských podmínek – dostatku živin, vláhy a přiměřené hustoty porostu vytvářejí dlouhé, do špičky ozrnění palice s vysokým počtem zrn v palici. Toto se negativně změní, je-li hybrid vystaven stresu (nedostatek živin, vláhy, přehoustlé porosty). Hybridy s flexibilním počtem zrn v palici reagují na zhoršené pěstitelské podmínky zkrácením klasu a nezrněnými prázdnými špičkami. Jejich výnos závisí spíše na intenzitě pěstování než na počtu rostlin na jednotce plochy.

### **6. Heliotropní hybrid**

Mají vzpřímeně postavené listy. To umožňuje lepší osvětlení spodních listových pater (listy pod palicí), a tím intenzivnější asimilaci. Závislost výše výnosu na postavení listů není přímou úměrou, protože struktura výnosu je dána komplexem faktorů. Změna jednoho z nich nemusí znamenat změnu celkovou (Prokeš a kol., 2005).



## 7. Geneticky modifikovaný hybrid

Geneticky modifikované (GMO, transgenní, biotechnologické) plodiny jsou takové rostliny, u kterých byl změněn dědičný materiál (DNA) pomocí genových technologií. Jedná se o moderní šlechtitelské metody (genové inženýrství) z oblasti biotechnologií, které používají v přírodě probíhající procesy. Nejde tedy o tvorbu a vnášení uměle vytvořených genů. GM plodiny se vyznačují různými specifickými vlastnostmi, mezi které patří zejména odolnost vůči škodlivým činitelům – škůdcům, chorobám, chladu, suchu apod., anebo tolerance vůči postřiku neselektivním herbicidem, který ničí všechny ostatní, nežádoucí rostliny [9].

Kocourek (2008) uvádí, že 100 % účinnost minimalizace výskytu mykotoxinů v produkci a také doposud neprokázaný negativní vliv na necílové složky ekosystému motivuje k upřednostnění této metody. Jediným reálným rizikem je selekce rezistentních populací zavíječe vůči Bt toxinu. Preventivně je třeba v porostech zakládat tzv. refugia s ne-Bt kukuřicí. Další povinností pěstitelů je dle stanovené legislativy respektování pravidel koexistence, jež spočívají v dodržování izolačních vzdáleností, nahlašovací povinnosti, evidenci údajů o nakládání s Bt kukuřicí aj. Z hlediska zachování účinnosti této technologie pro co nejdélejší dobu se jako racionální jeví zařazení Bt kukuřice do systému, v němž jsou využívány další metody ochrany.

Pojem GMO, tak jak ho chápeme, je pouze úředním označením organismu. Z biologického hlediska je geneticky modifikovaný každý organismus, který má nějakou změnu svého genetického materiálu, tedy např. mutaci. Mutace jsou zdrojem veškeré genetické a následně biologické diverzity (různorodosti živých organismů), potom je geneticky modifikovaný každý organismus (Řehout, 2005).

Transgenní plodiny se upravují nejčastěji tak, aby vykazovaly specifickou odolnost vůči některým herbicidům, hmyzím škůdcům, virovým nebo houbovým chorobám, ale také se u nich zvyšuje obsah některých důležitých látek jako surovin pro průmysl (Bouma 2004).

Geneticky modifikované hybridy kukuřice řeší spolehlivě problémy s výskytem zavíječe kukuřičného (Kůst, 2010).

Evropský parlament schválil novou legislativu, která umožní členským státům Evropské unie omezit nebo zcela zakázat pěstování geneticky modifikovaných organismů na svém území. Tato dohoda zajistí větší pružnost pro ty členské státy, které si přejí omezit pěstování geneticky modifikovaných organismů

na svém území. O plodinách nyní budou moci rozhodovat samy členské země. Doporučení ohledně jejich bezpečnosti bude vydávat Evropský úřad pro bezpečnost potravin. Mezi možnými důvody k rozhodnutí, aby jejich pěstování nebylo na určitém území umožněno, mají patřit například otázky vlivu na životní prostředí, socioekonomické dopady, plánování spojené s využitím zemědělské půdy či zemědělská politika. Členské státy mohou své rozhodnutí později upravovat či měnit. V sedmi zemích EU je pěstování GMO zakázáno. Jsou to Rakousko, Bulharsko, Německo, Řecko, Maďarsko, Itálie a Lucembursko (Fialová, 2015).

Stratilová (2012) dodává, že u pěstitelů výrazně převládá nespokojenost s legislativně-administrativním pozadím, které k pěstování GMO v EU neodmyslitelně patří. Z ekonomického pohledu pěstitelé poukazují také na vyšší náklady na vstupech produkce i problémy s odbytem produkce. Stále přetrvávají obavy a neochota odběratelů odkoupit produkty GM rostlin, případně i zvířat, která takovými rostlinami byla krmena. Tyto problémy souvisejí obecně s přetrvávajícím negativním vnímáním GMO v EU.

Tab. č. 6: Počet pěstitelů GMO kukuřice v České republice od roku 2005

<b>GMO kukuřice v ČR</b>		
<b>Rok</b>	<b>Výměra (ha)</b>	<b>Počet pěstitelů</b>
2005	150	51
2006	1290	82
2007	5000	126
2008	8380	167
2009	6480	121
2010	4680	82
2011	5090	64
2012	3050	41
2013	2560	31
2014	1754	18
2015	997	11

[10]

Zatímco ve světě každoročně podíl ploch GM plodin roste, v EU spíše klesá. Evropskou unii na viditelném místě světových statistik udržuje pouze Španělsko,

kteře je se svými 137 tis. ha za rok 2013 největším pěstitelem GM plodin v EU. V ČR se plocha GM kukuřice v roce 2013 dostala na úroveň 2560 ha. Z celkové výměry kukuřičných polí u nás se GM kukuřice pěstuje pouze na 1 % z nich. Veškerá GM kukuřice je pak zpracována pouze jako krmivo pro hospodářská zvířata, případně pro výrobu biopaliv. Žádná z české GM kukuřice není určena pro potravinářský průmysl (Froněk a kol., 2014).

Jediný povolený hybrid v České republice je MON 810 od firmy Monsanto. Zatím co v roce 2008 se v České republice pěstovalo MON 810 na doposud největší ploše 8380 hektarů, 167 pěstitelů, v letošním roce zaznamenáváme pouhých 11 pěstitelů. Poklesy výměry, na které se GMO kukuřice pěstuje, trvá v celé Evropské unii již několik let (Autor, 2016).

## **2.4 Faktory ovlivňující pěstování kukuřice**

### **2.4.1 Sluneční záření**

Již v roce 1939 Pirie W., N. konstatoval, že: „Pěstování rostlin je pořád ještě nejhospodárnějším a nejjednodušším způsobem zachycování a využívání sluneční energie.“ [3].

Výzkumem slunečního záření se zjistilo, že rostlina získává informace z okolí pomocí tří skupin fotosenzorických fotoreceptorů – fytochromy, které absorbují červené (R) a dlouhovlnné červené (FR) záření, kryptochromy, které absorbují UV záření a fototropiny, které absorbují modré záření (Schärfer a Nagy, 2006)

Kukuřice patří z hlediska nároku na délku dne společně se sojou a konopím do skupiny krátkodenních rostlin, tzn., kvetou při krátkém dni a tím dovedou využívat sluneční záření efektivněji než ostatní rostliny. V porostu na 1 ha půdy vytváří 20 000 – 50 000 m<sup>2</sup> asimilační zelené plochy a vystavuje ji slunečnímu světlu. Dlouhé přímé osvětlení způsobuje velké přírůstky organické hmoty. Růst asimilační plochy omezuje jen transpirace, při níž může za silného svitu a využití vysoké teploty dojít k deficitu vody v rostlině (Hruška, 1962).

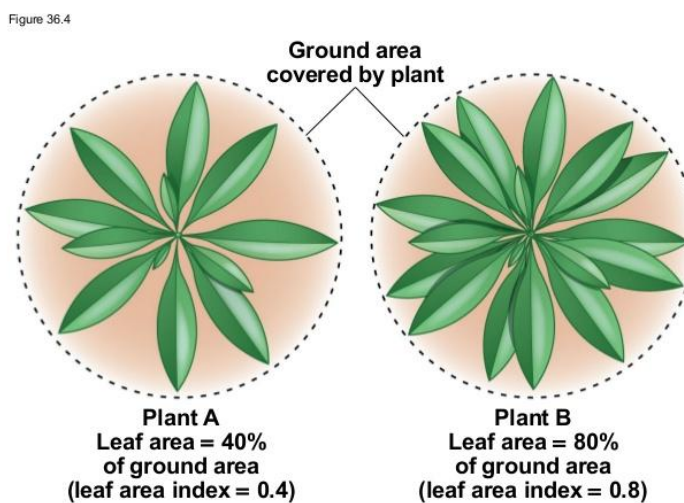
Šantrůček (2001) dodává, že kukuřice má nejen nároky na určitou intenzitu osvětlení, ale také na délku osvětlení v dané vývojové fázi. Kratší světelný den urychluje kvetení, ale zmenšuje počet listů a výšku rostlin. Pro využití dopadajícího světla je důležité rozmístění rostlin v porostu.

Při osvětlení porostu rostlin dochází k následujícím procesům:

- odrazu světla (reflexi) – světlo dopadající kolmo na listy je jimi odraženo z 10-20 %
- pohlcení (absorpci) – 1 % viditelného záření rostlina absorbuje a využije pro fotosyntézu, UV složku záření absorbuje epidermis tvořící „UV filtr rostliny“
- průchod listem (transmise) – podle tloušťky listu jím projde 0-40 % světla

Moudrý (2008) udává, že dopadající sluneční záření absorbují všechny orgány rostliny. Ve většině případů se jedná především o listové čepele, mnohdy se uplatňuje i absorpce listovými pochvami, stéblem, klasem apod. Pro vyjádření schopnosti absorpce záření porostem

Obr. č. 8: Listová pokrývnost



[13]

se nejčastěji používají hodnoty pokrývnosti listoví (LAI), udávající plochu asimilačních orgánů na jednotce plochy povrchu půdy. Pro vyjádření asimilační plochy a doby jejího trvání se dále používá termín integrální listová plocha (LAD), která je násobkem LAI a příslušného časového intervalu vyjádřeného počtem týdnů nebo dnů. Zcela obdobný je fotosyntetický potenciál (FP), který udává sumu jednotek ( $m^2$ ) asimilační plochy na 1 rostlinu za určitou část vegetačního období. Základní jednotkou je  $1 m^2$  za 24 hod [4].

## 2.4.2 Teplota

Kukuřice je rostlina teplomilná. K průběhu celého životního cyklu potřebuje od 1700 do 3120 °C tepelné sumy. V minulosti se kukuřice pěstovala převážně jen v zeměpisných pásmech vysokých teplot a intenzivního slunečního záření (Hruška, 1962).

Teplota je nejdůležitější ekologická podmínka, která ovlivňuje biologické vlastnosti kukuřice. Pro úspěšné pěstování nestačí pouze průměrná teplota, tj. kolem 13 °C, důležité je i její rozložení během vegetace s co nejmenším kolísáním, hlavně v období vzcházení a maximálního růstu (Petřík, 1987).

Hlavně na začátku pěstitelské sezóny je důležitá nejen teplota vzduchu, ale hlavně teplota půdy, která v některých případech dokáže suplovat teplotu prostředí. Regulační proces teploty půdy je velmi složitý, ale částečně se dá ovlivnit jejím vhodným zpracováním a hnojením [5].

Úhrny teplot, měřené od výsevu kukuřice, mohou rozhodujícím způsobem upozornit na optimální termín sklizně (Prokeš a kol., 2005)

Na základě znalosti fyziologie rostlin jsou k určení průběhu zralosti vyvíjeny různé koncepty. V USA to je GDD (Growing Degree Day) systém a v Kanadě CHU (Corn Heat Unit) systém. U evropských šlechtitelů se osvědčuje francouzský koncept sumy teplot (SET). Průměr denních teplot se počítá jako střed minima a maxima denní teploty. Je odlišný od poledních teplot, které obvykle uvádějí německé meteorologické služby. Dny, jejichž polední teplota leží pod hranicí 6 °C, budou brány jako 0, a dny, jejichž denní teplota je přes 30 °C, budou započteny ve výpočtu sumy denních teplot hodnotou 30. Hraniční hodnota je základem myšlenky, že při teplotě pod 6 °C kukuřice neroste a že teploty přesahující 30 °C již také nejsou efektivně využívány k asimilaci.

Například francouzské sdružení pěstitelů kukuřice (AGPM) vydává seznam nejvíce pěstovaných hybridů, u kterých je stanovena potřebná suma teplot, kterou musí rostlina dosáhnout pro kvetení, pro dosažení silážní zralosti (sušina celkové hmoty 30 %) a pro dosažení zrnové zralosti při vlhkosti zrna 35 % (Prokop, 2001).

Principem SET je sledování denních efektivních teplot od výsevu kukuřice. Každý hybrid potřebuje ode dne výsevu ke dni silážní zralosti určitou sumu efektivních teplot. Její výše je odvislá od FAO skupiny každého hybridu. Sečítají se

přítom denní střední teploty a odečítá fyziologická minimální teplota 6°C dle následujícího vzorce:

$$\text{Denní efektivní teplota} = \frac{\text{minimální teplota} + \text{maximální teplota}}{2} - 6$$

Výpočet pro určité místo pěstování se udává podle referenčních stanovišťích pro sledování sumy efektivních teplot [6].

### 2.4.3 Voda

Obsah vody v organismu kukuřice je rozhodujícím činitelem asimilace, proto i vlhkost půdy a podmínky pro příjem vody kořenovým systémem a intenzita transpirace ovlivňuje stupeň využití světla při tvorbě asimilátů. Kritické období ve vztahu k vláze je u kukuřice patnáct dnů před metáním lat a patnáct dnů následujících po této fázi (Hruška, 1962).

Diviš (2000) dodává, že při pěstování kukuřice je voda jedním z limitujících faktorů.

Vzhledem k vysoké produkci hmoty požaduje značné množství vláhy zejména v době mezi metáním a mléčnou zralostí. Kukuřice dle půdních podmínek je schopná čerpat vláhu až z hloubky 2,5 m. Nadbytek vláhy a nedostatek vzduchu v půdě se projevují světlým zbarvením listů, podporují tvorbu zakrnělých palic. Nedostatek vláhy způsobuje zpomalení nebo zastavení růstu (Šantrůček a kol., 2001).

Velké diskuze se vedou na téma vliv sucha na produkci. Sucho lze definovat jako nedostatek srážek v delším časovém období a vede k nedostatku vody pro nějakou aktivitu, skupinu lidí nebo životní prostředí. Jeho dopady jsou výsledkem vzájemné souhry přírodního jevu. Lidská činnost tak může zhoršit dopady sucha. V České republice působí sucho problémy zejména v zemědělství, lesnictví a vodním hospodářství.

Obvykle dělíme sucho do čtyř typů, a to podle dominujících projevů:

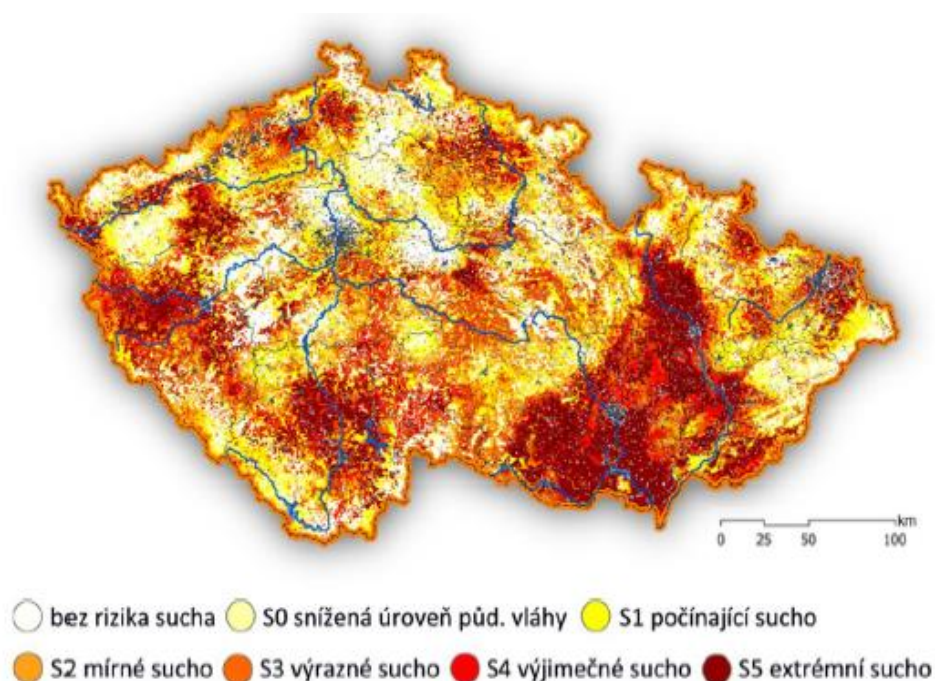
- Meteorologické - záporná odchylka srážek od normálu během určitého časového období
- Zemědělské - půdní sucho, nedostatek vláhy pro plodiny
- Hydrologické - významné snížení hladiny vodních toků
- Socioekonomické - dopady sucha na kvalitu života (Wilhite, 2005)

Loučka (2015) dodává, že půdní sucho lze obecně definovat jako nedostatek vody v kořenové vrstvě půdního profilu, který způsobuje poruchy ve vodním režimu zemědělských plodin i volně rostoucích rostlin. Nedostatek vody ve svrchních částech půdního horizontu je důsledkem předchozího nebo ještě dále trvajících sucha meteorologického.

Účinky půdního sucha se projevují u jednotlivých druhů rostlin různě, navíc vždy závisí na vývojové fázi rostliny, nárocích na vodu v různých obdobích vývoje, na stáří rostliny apod. Půdní sucho je základním předpokladem vzniku sucha zemědělského.

Brant (2016) připomněl, že není důležité množství vody v půdě, ale její dostupnost pro rostliny. Ta pak záleží například na půdním typu nebo na zpracování půdy. Na těžkých půdách dokážou jílovité a prachové složky vázat vodu velmi pevně a rostliny ji nedokážou získat. Je také třeba vzít v úvahu, že jakmile se půda utuží a vytvoří se malé póry, je jejich povrch tak velký, že se na něj voda naváže a je pro plodiny prakticky nepřístupná. Obecně se předpokládá, že utužení půdy podpoří vzlínání vody. Do příliš zhutnělé půdy hůře proniká voda ze srážek.

Obr. č. 9: Ohrožení České republiky suchem dle Českého hydrometeorologického ústavu (2015)



V suchém období, kdy je hospodaření s vláhou na pozemcích to nejdůležitější, vyvstává myšlenka a trend založení porostu s roztečí řádků 0,375 m. Z uvedených výsledků v literatuře se tato metoda vedení porostu jeví lepší. Nedochozí k intenzivnímu vysychání, protože zakrytí půdy listy rostlin je rychlejší v porovnání s klasickou roztečí řádků (Šebek, 2014).

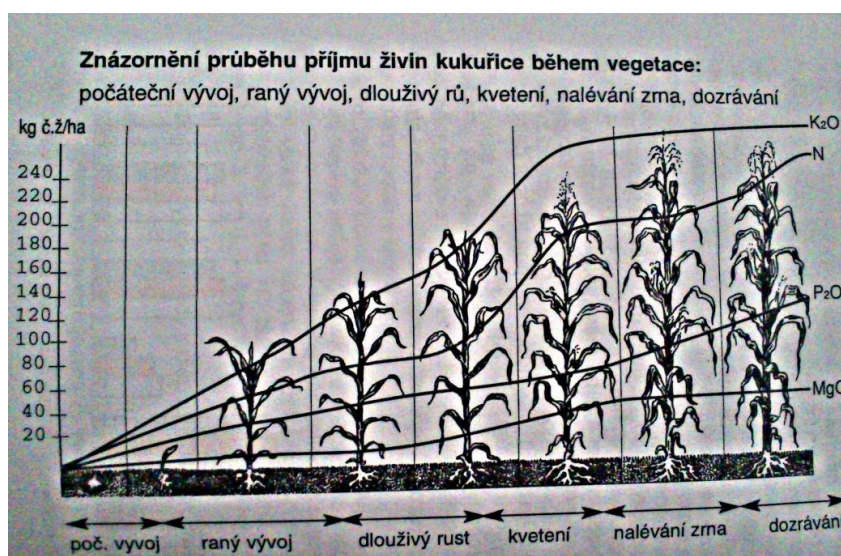
#### 2.4.4 Půda, zásobenost půdy

Na půdní podmínky není kukuřice příliš náročná. Nejvhodnější jsou půdy hluboké, dobře zpracovatelné, strukturní, s dobrou přirozenou úrodností a neutrální reakcí. K nejvhodnějším patří černozemní půda humózních, vápnem bohatých aluviálních náplav, nepříliš těžkých a hnědozemní půda v chráněných polohách a na jižních svazích (Svoboda, 2004).

Půda je stěžejním pilířem při pěstování rostlin, která se fyzikálními, chemickými i biologickými vlastnostmi podílí na vytváření výnosů. Soubor těchto faktorů můžeme nazvat půdní úrodností, která je v podstatě dána schopností půdy zásobovat rostliny vodou, živinami a dalšími nezbytnými faktory (Ivančič, 1984).

Kukuřice vykazuje v porovnání s jinými zemědělskými plodinami určité rozdíly ve výživě a průběhu příjmu živin. Je to způsobené tím, že je rostlina typu C4. Tato metabolická odlišnost ji řadí mezi rostliny s vyššími nároky na teplotu vzduchu, i půdu a současně vytváří předpoklad pro efektivní využití přijatých živin na tvorbu výnosu (Prokeš a kol., 2002).

Obr. č. 10 Příjem živin během vegetace



(Prokeš a kol., 2002)



Pro kukuřici, jak dodává Svoboda (2004), je charakteristický velmi pomalý počáteční růst a malý příjem živin. Období intenzivního růstu a příjmu živin následuje od výšky porostu 40 až 50 cm, kdy za 35 – 45 dní přijme 70 – 75 % všech živin.

Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy a kořenové hmoty odčerpá kukuřice v průměru: 25 - 27 kg N, 5,5 kg P (12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 25 kg K (30 kg K<sub>2</sub>O), 5 kg Mg (8 kg MgO), 3 kg S (Prokeš a kol., 2002).

V České republice je mnoho podniků, které se vydaly cestou produkce bioplynu, popřípadě chovají hospodářská zvířata na kejdivých technologiích. Z obojího logicky vzniká velké množství organických hnojiv - kejdy, močůvky, digestátu. Zmiňovaná organická hnojiva obsahují především rychle uvolnitelný a účinný amonný dusík (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), který je v tomto stavu dobře přijímán rostlinami. Zároveň ale podléhá tzv. nitrifikaci, a tedy přeměně na dusík nitrátový. Ten je velmi náchylný k propalování do podzemních vod nebo vytěká do ovzduší a jeho využitelnost se tím sníží (Kajan, 2002).

Na trhu se objevil přípravek N-Lock, který by měl zabránit přeměně dusíku amonného na dusík nitrátový a pomáhat udržet přijatelnou formu dusíku v kořenových vrstvách plodin po delší dobu.

Jak už jsem zmiňoval, kukuřice se vyznačuje poměrně vysokými nároky na dusík zejména v červnu a červenci. N-Lock zpomalí přeměnu amonné formy dusíku na nitrátovou, čímž zaručí dostatečnou zásobu přijatelného dusíku v období prodlužovacího růstu.

Výsledky pokusu s přípravkem N-Lock z České republiky a ze zahraničí hovoří jasně pro použití přípravku spolu s digestátem, kejdou či anorganickými hnojivy s amonným dusíkem. Nárůst výnosu zrna i siláže se zvýšil o 7-12 % (Vlažný, 2016).

#### **2.4.5 Agrotechnické zásahy**

Ohledně systému zpracování půdy a zakládání porostů je důležitou složkou pěstební technologie plodin. Pro kukuřici je v současné době k dispozici široký výběr technologických postupů zpracování půdy a zakládání porostů. Volbu pracovních postupů je potřeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do

osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků, stavu půdy po sklizni předplodiny, vybavení podniku technikou i dalším faktorům. U kukuřice je možné využít jak tradičního zpracování půdy orbou, tak minimalizační technologie (Hůla a kol., 2008).

V osevním postupu je kukuřice velmi často pěstována po obilninách, které jsou poměrně dobrou předplodinou, zejména po pšenici. Je používána jako přerušovač obilných sledů. Bereme v úvahu i to, že kukuřice je sama po sobě velmi snášenlivá. Snášenlivá je i s ostatními plodinami. Běžně ji nezařazujeme po víceletých pícninách, luskovinách a dalších „luxusních“ předplodinách.

Při pěstování po sobě se za účelný považuje dvouletý až tříletý sled kukuřice. Ani na úrodné půdě se nedoporučuje pěstování po sobě více než pět až šest let. V suchých oblastech jsou nevhodnými předplodinami vojtěška a jeteloviny (výrazný vláhový deficit). Rovněž je nevhodné její pěstování jako následné plodiny po ozimých směskách. Vlivem kratší vegetační doby a ztráty vláhy při jarní orbě dochází vždy ke snižování výnosu a zhoršení kvality sklizené silážní kukuřice. Intenzivně pěstovaná kukuřice jako hlavní plodina poskytne větší výnos sušiny o vyšší kvalitě než ozimá směska a následná kukuřice dohromady. Jako zlepšující plodina se kukuřice projevuje, pokud je organicky hnojena (Svoboda, 2004).

Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality všech variant jejího využití, neboť chyby při zakládání porostů lze jen velmi obtížně korigovat následnými opatřeními. K výsevu kukuřice se používají přesné secí stroje, které oproti minulosti umožňují podpovrchovou aplikaci minerálních hnojiv.

Optimální začátek setí je dán teplotou půdy 8 až 10 °C, která je zároveň optimální pro klíčení kukuřice. Tomu odpovídá termín od poloviny dubna do 10. – 15. května. Hloubka setí se pohybuje od 3 – 4 cm při mělkém setí, aby osivo lépe využilo teplo akumulované v povrchové vrstvě ornice (Zimolka a kol., 2008).

Významným pokrokem je setí na konečnou vzdálenost. Požaduje se 95 % klíčivost semen. Na ha se vysévá přesný počet klíčivých semen, který se pohybuje od 80 – 90 tisíc jedinců na 1 ha v závislosti na hybridu (Petr, 1997).

Diviš (2010) doplňuje, že na hektar se vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se v závislosti na ranosti hybridu a způsobu pěstování (na zrno, siláž) pohybuje od 60 do 100 tisíc jedinců na hektar. Průměrná redukce počtu rostlin od setí do sklizně se pohybuje v rozmezí 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 stavu půdy a velikosti kalibrovaného zrna.

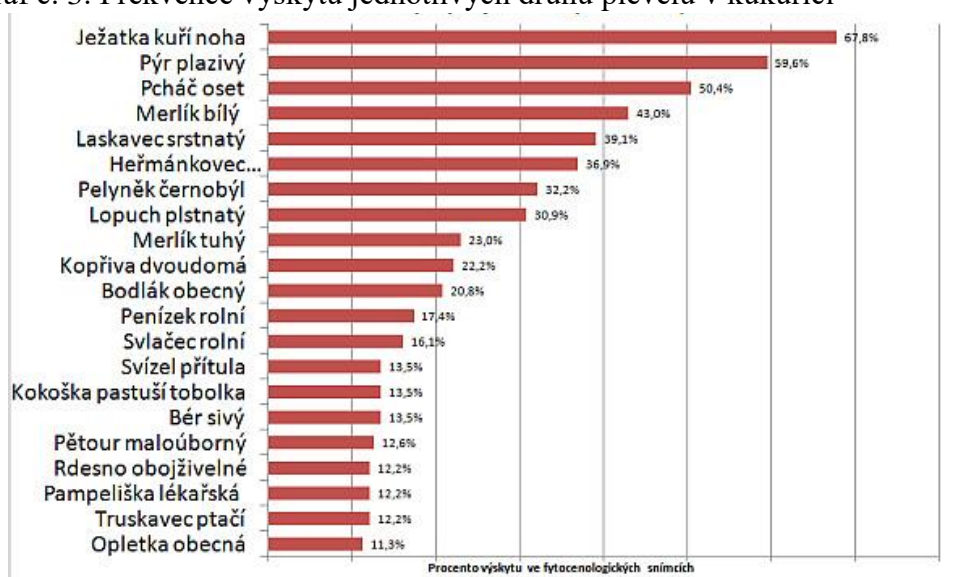
Tomášek s Heroutem (2013) uvádějí, že v současné době se zkouší řada způsobů zakládání porostů s různou meziřádkovou vzdáleností. Jedním u nich, je setí do dvojřádků se středem 0,75 m a vzdáleností dvojřádku od sebe 0,20 m. Tímto lze zvýšit počet jedinců na hektar o 10 – 15%. Dalším způsobem jsou tzv. úzké řádky, což vlastně znamená přidání jednoho řádku mezi klasické řádky 0,75 m. Díky většímu počtu rostlin se dosáhne vyššího výnosu a takto organizovaný porost navíc lépe odolává nepříznivým vlivům, jako je sucho, zaplevelení a vodní i větrná eroze. Problémy takto založených porostů se vyskytují u zrnové kukuřice. Zde je limitována sklizeň, protože u běžně používaných sklizňových adaptérů vznikají velké ztráty, jelikož nejsou přizpůsobeny na různou meziřádkovou vzdálenost.

## 2.4.6 Ošetřování během vegetace

- **Regulace plevelů**

Vedle kvalitního zasetí je ochrana proti plevelům jedním z nejdůležitějších agrotechnických zásahů. Kukuřice je v raných stádiích vývoje velmi citlivá na plevele. Pokud v tomto období plevele nevyřadíme včas z konkurence, mívá to za následek snížení výnosů jak silážní hmoty, tak zrna.

Graf č. 3: Frekvence výskytu jednotlivých druhů plevelů v kukuřici



[7]

Kukuřice na rozdíl od ostatních plodin nevyžaduje během vegetace časté vstupování do porostů. Dobře založené porosty kukuřice se za určitých podmínek obejdou bez dalších agrotechnických zásahů (Prokeš, 2011).

Druhové spektrum plevelů je závislé na zásobě semen plevelů na daném pozemku. Důležitou roli hrají i okolní stanoviště, která mohou být zdrojem šíření plevelů. O tom, jaké plevele v daném roce skutečně vyklíčí, rozhoduje řada faktorů, jako jsou životnost a dormance semen, působení povětrnostních podmínek - teplota, vlhkost půdy apod. (Smutný, 2012).

Jursík (2009) dodává, že plevelné spektrum kukuřice bývá poměrně úzké. Dominují obvykle merlíky, laskavce, rdesna a ježatka kuří noha popřípadě pýr. 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.

Regulace plevelů nebyla nikdy jednoduchá. Jedná se o pracovně i časově velmi náročnou činnost. V současné době není snahou úplné vyhubení těchto škodlivých činitelů, jako tomu bylo dříve. Dnes je cílem ochrany spíše postupné snižování celkového zaplevelení a zachování širokého spektra plevelů. Vzhledem k vývoji plevelů a přizpůsobování podmínek je důležité při regulaci plevelů využít všechny regulační metody střídání plodin, kvalitní mechanizace, správná výživa a aplikace účinných herbicidů (Kneifelová a kol., 2003).

Mikulka (2014) dodává, že podstatou regulace je spolehlivě eliminovat plevelné rostliny, které silně konkurují plodinám již krátce po vzejití na podzim. Při zanedbání pravidel regulace plevelů dochází k nevratnému poškození porostu, kterému nezabráníme ani aplikacemi účinných herbicidů. S používáním herbicidů vyvstává taktéž problematika s rezistencí určitých plevelných druhů (Rdesno blešník, Laskavec ohnutý, Merlík bílý, Turanka kanadská, Lipnice roční, Chundelka metlice, Starček obecný)

### • **Choroby a škůdci**

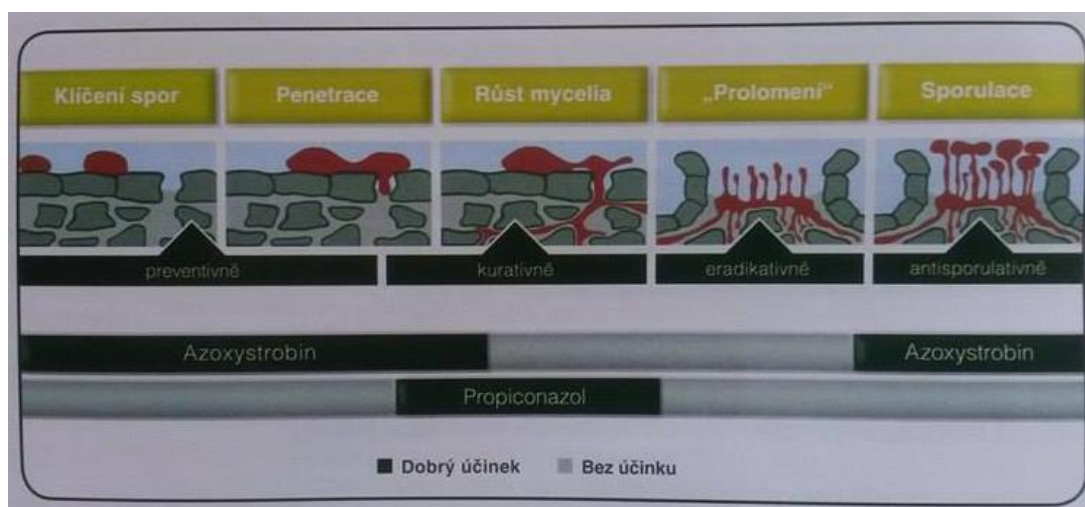
V posledních padesáti letech dochází k podstatným změnám klimatu. Lze to prokázat mimo jiné i náhlým rozšířením některých teplomilných škůdců a chorob. Škůdci působí ztráty na porostu, výnosu i kvalitě kukuřice po celou dobu její vegetace. Zároveň jsou jimi způsobená poškození vstupním místem pro choroby,

někteří škůdci jsou i jejich přímými přenašeči (Zimolka, 2008).

Původci houbových chorob, především *Fusarium*, jsou kromě přímého vlivu na zdravotní stav rostliny, také producenty významných mykotoxinů. Mezi nejškodlivější choroby kukuřice patří houby rodu *Fusarium*, které napadají kořeny stéblo a palice. Napadené palice způsobují při jejich zkrmování u zvířat řadu zdravotních poruch. Infekce je roznášena větrem a srážkami formou spor. Sněť kukuřičná (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) je rozšířena po celém světě. Její škodlivost obvykle nepřesahuje 10 %, u běžně pěstovaných hybridů se pohybuje kolem 2 % (Šantrůček, 2001).

Pančíková (2015) dodává, že ve srovnání s některými dalšími zemědělskými plodinami není význam houbových patogenů u kukuřice tak vysoký. Pěstitelé kukuřice mají v současné době k ochraně kukuřice před houbovými patogeny k dispozici jedno mořidlo a dva foliární fungicidy.

Obr. č. 11: Pronikání houbové choroby do hostitele



(Schulte, 2014)

Prokinová (2014) upozorňuje, že rezistence patogenů k fungicidům je v celosvětovém měřítku poměrně rozšířený jev, i když zatím nevede plošně ke snížení účinnosti fungicidní ochrany rostlin. Rezistence populace patogena vzniká často jako důsledek mutace několika jedinců v průběhu jejich vystavení působení fungicidu. Může jít jen o změnu jednoho genu, ale i více genů patogenního organismu současně. Nejčastěji jde o změny, které mají za následek změny v prvotní

reakci organismu na fungicidní látku Konečným výsledkem je přizpůsobení se dané populaci přítomnosti fungicidní látky.

Za významné škůdce jsou považovány larvy kovaříkovitých brouků – drátovci, bzunka ječná, zavíječ kukuřičný a v současné době je nutno počítat i s bázlivcem kukuřičným. Zavíječ kukuřičný patří mezi nejvýznamnější škůdce kukuřice, protože se rozšířil do všech oblastí v České republice. Škodlivost zavíječe kukuřičného je přímá a nepřímá. Přímá je dána bezprostředně tím, že housenky vyžírají dřev lodyh a palic. Při silném napadení dochází v místě žíru k lámání lodyh, což vede k přímým sklizňovým ztrátám. Nepřímá škodlivost spočívá ve snížení kvality produktu tím, že housenky svým žírem otevírají bránu houbovým infekcím (Kocourek, 2008).

Jak uvádí Teplý (2015), přímé škody způsobené zavíječem dosahují až 30 %. Ovšem nepřímé škody související s tímto škůdcem bývají stejně závažné. Jedná se o napadení fytopatogenními houbami, především fuzárií.

Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným není jednoduchá a je nutné uplatňovat řadu opatření vedoucí k redukci jeho početnosti. Jsou to opatření agrotechnická (zpracování půdy, osevnický postup, způsob sklizně), chemická, biologická ochrana (vaječný parazitoid rodu *Trichogramma*) a také geneticky modifikovaná kukuřice – Bt kukuřice (Nedelník, 2011).

Dalším významným škůdcem je bázlivec kukuřičný. Brouci se v podmínkách střední Evropy objevují v porostech kukuřice od počátku července až v srpnu. Dospělci škodí žírem na květech a zrnech v mléčné zralosti a žírem na listech, kladou vajíčka do půdy a ty přezimují. V našich podmínkách je hubí teplota půdy během zimy  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  a nižší. Larvy se líhnou od poloviny května a vyvíjejí se na povrchu nebo uvnitř kořenů kukuřice. Kořeny poškozené žírem larev hnědnou a ve větších kořenech se objevují chodby. Při větším výskytu larev je sežrán celý kořenový systém a rostlina poléhá, zavadá, hnědne a hyne, zejména při suchém počasí. Bázlivec má v našich podmínkách jednu generaci (Kazda, 2014).

## 2.4.7 Sklizeň

Období sklizně je ohraničeno několika výraznými faktory. Počátek sklizně je určen nástupem fyziologické zralosti zrna a možností sklizně. Pro ukončení sklizně jsou rozhodující: nástup období se špatným počasím (deště, mráz, sníh) zvyšující

nebezpečí polehnutí a nutnost provést nezbytné práce před příchodem zimy (setí ozimých plodin, hluboká orba), jak uvádí Špaldon (1982).

Zimolka a kol. (2008) uvádějí, že nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice z krmivářského hlediska je na konci těstovité zralosti zrna (sušina kolem 28 – 34 %), kdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině. Existují velké rozdíly v obsahu sušiny podle typu hybridů a zdravotního stavu.

Na obsahu sušiny značně závisí konzervační pochody při silážování, výše ztrát v průběhu silážování, stravitelnost, příjem siláže vybranou kategorií skotu, apod.

Při poklesu teplot na - 3 až - 4 °C musí sklizeň proběhnout maximálně během 3 až 4 dnů. V namrzlé kukuřici se ztrácí voda, rozkládá karoten, vyluhují se živiny, hmota se obtížně siláží (Petřík a kol., 1987).

Prokeš a kol. (2002) napsali, že nejčastější způsob skladování v ČR je v silážních žlabech. Další možností je skladování do vaku.

## **2.5 Legislativní opatření při pěstování kukuřice**

Se vstupem České republiky do EU dochází ke zpřísnění pravidel a zásad hospodaření. Zemědělské podniky jsou nuceny hospodařit podle „Zásad správné zemědělské praxe“, ve kterých je kladen stále větší důraz na ochranu životního prostředí a jeho zachování pro budoucí generace. Pojmy typu „Zranitelná oblast“, „Nitrátová směrnice“, „LFA“ a další určitým způsobem dolehnou na každý zemědělský subjekt. Hlavně podniky hospodařící právě v LFA, zranitelných oblastech, podniky s velkou svažitostí pozemků (Prokeš a kol., 2005).

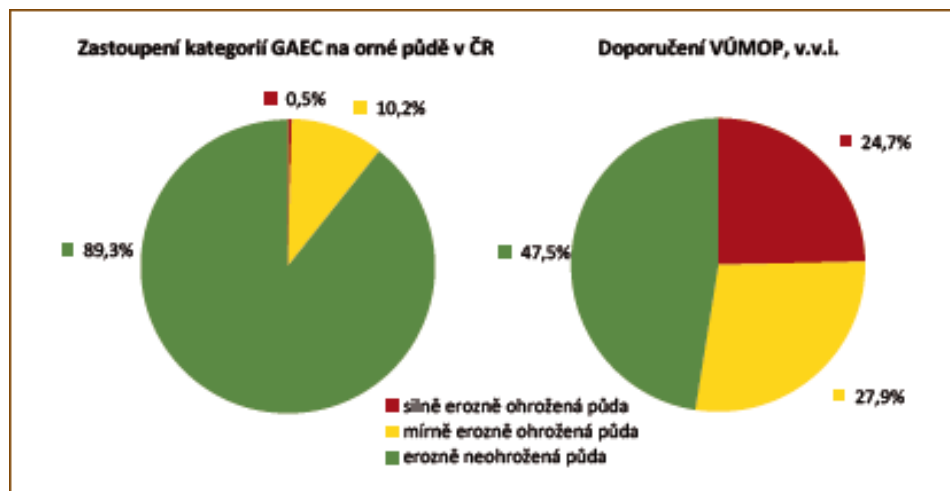
S nástupem obnovitelných zdrojů energie a myšlenkou bioplynových stanic a chovem skotu se plochy pěstování kukuřice u většiny evropských států zvyšují. Stejný trend lze nalézt i v České republice. Současně s pěstováním kukuřice roste i riziko vodní eroze na svažitých pozemcích. Ve shodě s ochranou životního prostředí byly zavedeny standardy DZES, které usměrňují pěstování kukuřice

Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES) zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí.

Plnění standardů DZES se týká všech žadatelů o přímé platby a podpory. Kontrolu dodržování standardů vykonává Státní zemědělský intervenční fond (SZIF),

který ověřuje aktuální stav na veškeré zemědělské půdě obhospodařované žadatelem, který byl ke kontrole vybrán. Kukuřice jako široko řádková plodina se řídí standardy 4 a 5.

Graf č. 4: Erozně ohrožené půdy v ČR dle bývalé nomenklatury GAEC



(VÚMOP, v.v.i.)

Tab. č. 7: Shrnutí podmínek stanovených pro kukuřici standardy DZES

DZES 4	Minimální pokryv půdy	<ul style="list-style-type: none"> <li>DPB s průměrnou sklonitostí vyšší než 5 stupňů a kulturou standardní orná půda</li> </ul>	Možnosti <ul style="list-style-type: none"> <li>po sklizni založení porostu ozimé plodiny</li> <li>ponechání strniště do založení jarní plodiny</li> <li>podmínka do založení jarní plodiny</li> <li>oseť meziplodin do 20. září a ponechání nejméně do 31.10.</li> <li>orba se zapravením statkových nebo organických hnojiv</li> </ul>
DZES 5	Omezování eroze	SEO půda	<ul style="list-style-type: none"> <li>nebudou se pěstovat erózně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok</li> <li>porosty ostatních obilnin a řepky olejně na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií</li> <li>v případě ostatních obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí</li> </ul>
		MEO půda	<ul style="list-style-type: none"> <li>erózně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií</li> </ul>

[11]



Jak uvádí Bosák (2005), v oblastech ohrožených erozí bude nutno vzhledem k ochraně vodních zdrojů uplatňovat takové způsoby zemědělského hospodaření, které zmírní povrchový smyv hnojiv a pesticidů, vodní erozi a její následky. Faktory jako klimatický region, druh a skeletovitost půdy, svažitost pozemků jsou dány a nemůžeme je nijak ovlivnit.

Eroze se projevuje povrchovým smyvem od zpočátku málo nápadného vytvoření erozních rýtek, rýh a stružek soustřeďujících povrchový odtok až po případné lokální nánosy zeminy. Přitom je odnášena ornice, půda je ochuzována o živiny a je zhoršována její vodní jímavost. Výsledkem je snížení úrodnosti půdy a zhoršení jejích fyzikálních vlastností.

### **Agrotechnické možnosti zabránění vodní erozi:**

- pásové střídání plodin
- výsev do ochranné plodiny
- půdně-ochranné zpracování půdy s ponecháním organických zbytků na povrchu půdy
- setí do mulče
- bezorebné setí (technologie přímého setí do nezpracované půdy)
- strip-till technologie (páskové zpracování půdy)
- setí do úzkých řádků
- vrstevnicové obdělávání pozemků
- přerušované brázdování ohrožených pozemků
- omezení zhutnění půdy
- po zasetí neválet, lepší vsakování srážkové vody
- omezení počtu operací při výsevu
- změna velikosti a tvaru pozemku
- zasakovací pásy
- osetí souvratí

Pro splnění protierozních opatření ať už na silně ohrožených nebo na méně ohrožených plochách je nezbytné realizovat alespoň jednu z agrotechnicky půdoochranných technologií. Zemědělec si však může sám zvolit, která technologie je pro něj ekonomicky a organizačně nejpříjemnější.

Jak jsem zmiňoval, jedna z agrotechnických možností je setí kukuřice do

úzkých řádků.

Šebek (2014) dodává, že kukuřice zasetá technologií úzkých řádků (0,375 m) vykazuje silný protierozní efekt. Plocha pozemku je totiž zakryta listy rostlin podstatně dříve než u klasických porostů. Srážková voda je tedy snadno zachycena listy rostlin, ty brzdí kinetickou energii vodních kapek, čímž omezí vodní erozi.

### **3. Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo ověřit možnost dosažení kvalitní biomasy - obsahu sušiny u poloraných hybridů s číslem FAO 300.

Hypotézy:

- u hybridu s číslem FAO nad 300 bylo dosaženo požadované sušiny
- u hybridu s číslem FAO nad 300 byl dosažen vyšší výnos biomasy

## 4. Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika stanoviště

Pokus byl založen po domluvě ve dvou lokalitách. Jedním pokusným místem byl pozemek v Českých Budějovicích, který obhospodařuje zemědělské družstvo Krásná Hora. Pozemek se nachází v mírně teplém klimatickém regionu, v zemědělské výrobní oblasti bramborářské, v nadmořské výšce 400 metrů nad mořem. Půda na daném pozemku je typově hnědá, kyselá, druhově písčito-hlinitá. Předplodina byla řepka olejka.

Obr. č. 12: Grafické znázornění pokusné parcelky v Českých Budějovicích



Tab. č. 8: Agrochemické zkoušení půd

Rok odběru	pH	P (mg.kg <sup>1</sup> )	K (mg.kg <sup>1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>1</sup> )	Ca (mg.kg <sup>1</sup> )
2012	5,54	131	212	100	1956

Druhým pokusným místem byl pozemek v katastru obce Kajetín na Tábořsku, který obhospodařuje Zemědělské a obchodní družstvo Podhradí Choustník. Pro můj pokus jsem využil již založený pokus s hybridy kukuřice firmy KWS. Pozemek se nachází v mírně teplém klimatickém regionu, v zemědělské výrobní oblasti bramborářské, v nadmořské výšce 562 metrů nad mořem. Půda na daném pozemku je typově hnědá, kyselá, druhově písčito-hlinitá. Předplodina byla pšenice ozimá.

Obr. č. 12: Grafické znázornění pokusné parcelky KWS v Kajetíně



Tab. č. 9: Agrochemické zkoušení půd

Rok odběru	pH	P (mg.kg <sup>1</sup> )	K (mg.kg <sup>1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>1</sup> )	Ca (mg.kg <sup>1</sup> )
2014	5,8	48	125	376	2450

## 4.2 Meteorologická data

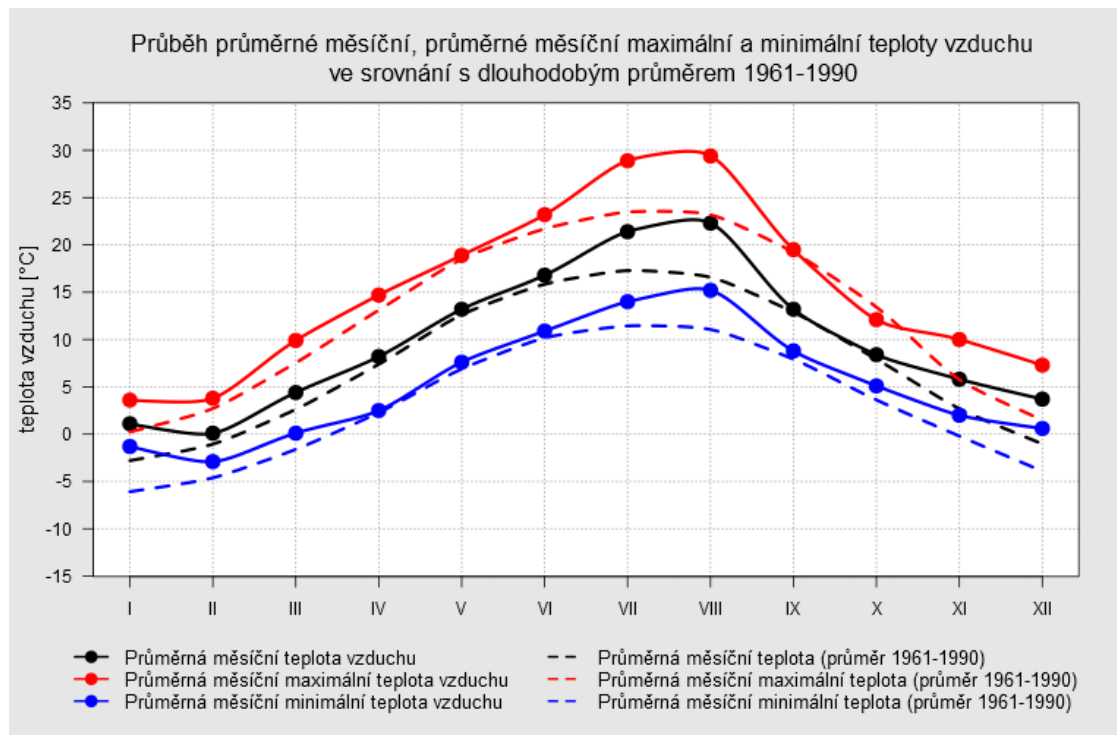
Data pro stanoviště v Českých Budějovicích byla použita z meteorologické stanice, kterou disponuje zemědělská fakulta. Data pro stanoviště v Kajetíně byla získána ze zdrojů českého hydrometeorologického ústavu.

Tab. č. 10: Průměrná teplota a průměrný úhrn srážek ze školní meteorologické stanice a jejich porovnání s dlouhodobým průměrem

<b><u>Teplota a srážky v roce 2015</u></b>				
<b><u>Měsíc</u></b> <b><u>vegetace</u></b>	<b><u>Průměrná teplota vzduchu</u></b> <b><u>(°C)</u></b>		<b><u>Průměrný úhrn srážek</u></b> <b><u>(mm)</u></b>	
	Data ze školní stanice	Dlouhodobý průměr pro Jihočeský kraj	Data ze školní stanice	Dlouhodobý průměr pro Jihočeský kraj
Duben	8,81	6,9	24,0	49
Květen	13,56	11,8	57,2	75
Červen	17,31	15,1	91,8	94
Červenec	21,64	16,7	25,4	83
Srpen	22,06	16,0	38,0	82
Září	13,73	12,5	47,6	51
Říjen	8,58	7,5	55,0	37
<b>Průměr za vegetaci</b>	<b>15,1</b>	<b>12,36</b>	<b>48,43</b>	<b>67,29</b>
<b>Roční průměr</b>	<b>10,52</b>	<b>7,1</b>	<b>468,4</b>	<b>659</b>

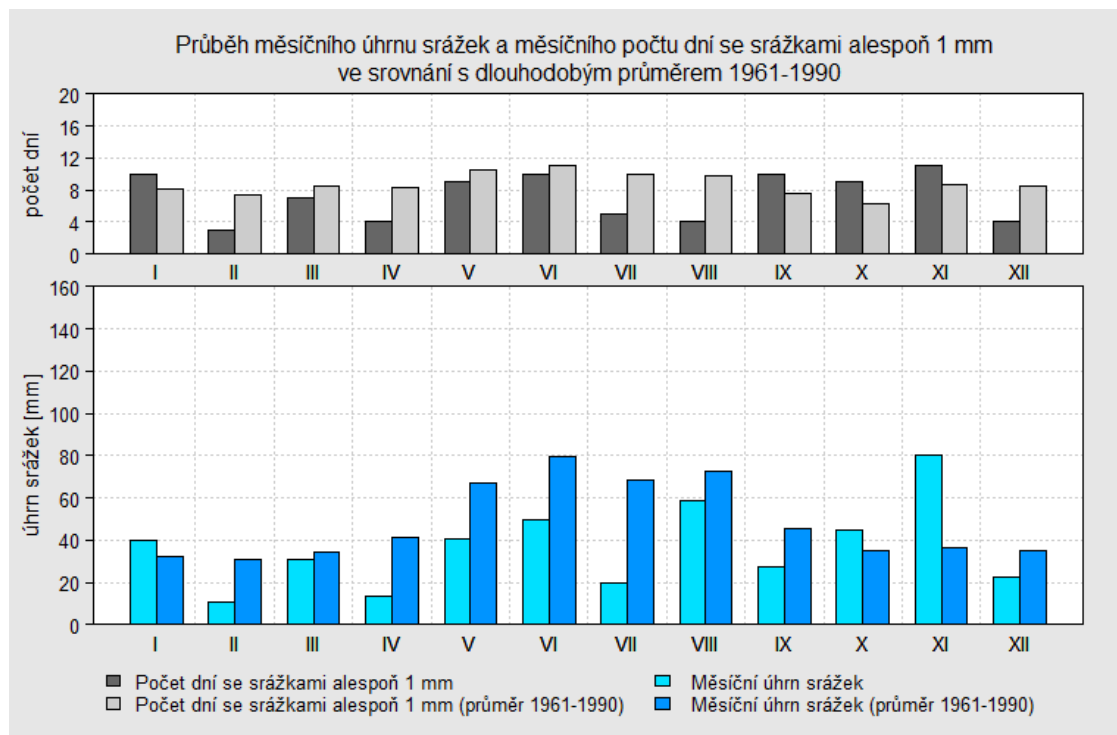
Vzhledem k tomu, že Český hydrometeorologický ústav prezentuje údaje v online podobě pouze graficky nikoliv v tabulkách s přesnými hodnotami, nemůžu doložit přesné průměrné teploty ani průměrné srážky za vegetaci, které by se stahovaly na pokusné stanoviště v ZOD Podhradí Choustník.

Graf č. 5: Průměrná měsíční teplota pro Tábor



[12]

Graf č. 6: Průměrný úhrn srážek pro Tábor



[12]

## 4.3 Popis vybraných hybridů

### Ronaldinio

- FAO Z 240/S 250
- Tříliniový hybrid
- Stay-green
- typ zrna FM - mezityp se sklonem k flintu
- Určen jak pro výrobu siláže dojnícím, tak jako substrát do bioplynových stanic, možnost pěstování na suché zrno nebo LKS
- Nejpěstovanější hybrid v ČR a Evropě
- Špičková výkonnost a tolerance vůči stresu
- Pozitivní výnosová reakce na zvýšenou hustotu
- Excelentní rychlost ukládání škrobu
- Mimořádně vysoká stravitelnost zbytku a celé rostliny
- Široké sklizňové okno

### Agro Vitallo

- FAO Z 270/S 280
- Dvouliniový hybrid
- Stay-green hybrid
- Typ zrna FM - mezityp se sklonem k flintu
- Určen jak pro výrobu siláže dojnícím, tak jako substrát do bioplynových stanic
- Robustní, bohatě olistěné rostliny
- Vysoká tolerance k chladu a suchu
- Široké sklizňové okno

### Balasco

- FAO Z 370/S 380
- Dvouliniový hybrid
- Stay-green



- Typ zrna D - dent
- Určen jak pro výrobu siláže dojnícím, tak jako substrát do bioplynových stanic, možnost pěstování na zrno
- Plastický bohatě olistěný hybrid
- Vysoká odolnost vůči průsuškům
- Výborný zdravotní stav
- Rychlé uvolňování vody ze zrna

#### 4.4 Založení pokusu

Pokus v Českých Budějovicích byl založen 21. 4. 2015. Výsev hybridů byl proveden ručně ve 4 opakováních. Vzdálenost řádků byla 0,75 m a hustota byla 100 000 j.ha<sup>-1</sup>. Při zásevu nebyla půda zrovna v takovém stavu, jakou bychom si představovali, byla proschlá a hrudovitá. Před setím bylo aplikováno jako základní hnojení 200 kg/ha PK – GSH PK PK (MgS). V den zásevu byl aplikován DAM 390 v dávce 150 litrů na hektar společně s preemergentním herbicidem Baloton 4 litry na hektar. 25. 5. 2015 byl aplikován postemergentně herbicid Mustang v dávce 0,6 litru na hektar s 200 litry vody z důvodu výskytu ptačince žabince, šťovíku tupolistého. 5. 6. 2015 herbicid zaúčinkoval, a přihnojili jsme LAD 27 % v dávce 160 kg/ha. Další přihnojení přišlo 17. 6. 2015 a taktéž LAD 27 % v dávce 160 kg/ha.

Obr. č. 13: Vlastní založení pokusného stanoviště České Budějovice



Foto autor 21. 4. 2015

Pokus v ZOD Podhradí Choustník byl založen 20. 4. 2015 firmou KWS OSIVA s. r. o. Na jaře proběhlo hnojení organicky a to 30 tun hnoje na hektar,

následovala orba. Porost byl založen přesným secím strojem. V tomto pokusu nebyl zaset hybrid Balasco. Vzdálenost řádků byla 0,75 m s hustotou u Ronaldinio 95 000 j.ha<sup>-1</sup> a u Agro Vitallo 89 000 j.ha<sup>-1</sup>, což je doporučená hustota. Při setí byl preemergentně použit herbicid Koban T v dávce 4 litry na hektar společně s 200 litry DAM 390.

#### 4.5 Kontrolní odběry a sklizeň

Od počátku měsíce září jsem dělal kontrolní odběry pro zjištění sušiny v biomase. Počet odběrů závisel na dosažení požadovaného obsahu sušiny v biomase.

U každého hybridu kukuřice byla sklizeň provedena z 9 m<sup>2</sup> ve 4 opakováních.

U každého hybridu byl stanoven výnos biomasy, výnos a podíl palic, sušina biomasy a palic a změřena délka rostliny.

Při stanovení sušiny jsem postupoval tak, že jsem vysekal 10 rostlin, které jsem rozřezal na řezanku pod 10 mm, následně navážil 500 g a vysušil do konstantní hmotnosti.

Obr. č. 14,15,16: Odběry vzorků hybridů



Foto autor 31. 8. 2015

## 5. Dosažené výsledky

Během vegetace jsem sledoval růstové fáze u jednotlivých hybridů v obou lokalitách viz tab. č. 11. Pro stanovení termínu sklizně byly zvoleny postupné odběry vzorků zvolených hybridů kukuřice pro stanovení obsahu sušiny biomasy. Výsledky byly vyhodnoceny pomocí statistického programu Statistica 12, vícefaktorovou analýzou rozptylu (dvoufaktorová anova).

Vzhledem k průběhu počasí, jaké panovalo v roce 2015, jsem odebral jeden kontrolní vzorek, jelikož hybridy Ronaldinio a Agro Vitallo už na konci měsíce srpna dosahovaly sklizňové sušiny. U hybridu Balasco byly provedeny dva kontrolní odběry.

Tab. č. 11: Růstové fáze hybridů

Růstové fáze						
Lokalita		České Budějovice			Choustník	
Odrůdy		Ronaldinio	Agro Vitallo	Balasco	Ronadinio	Agro Vitallo
BBCH	Fáze	Termín			Termín	
1	Výsev	<b>21.4.2015</b>	<b>21.4.2015</b>	<b>21.4.2015</b>	<b>20.4.2015</b>	<b>20.4.2015</b>
11	Klíčení	30.4.2015	30.4.2015	2.5.2015	30.4.2015	30.4.2015
17	1. lístek	8.5.2015	8.5.2015	8.5.2015	8.5.2015	8.5.2015
19	2. lístek	12.5.2015	12.5.2015	12.5.2015	12.5.2015	12.5.2015
21	3. lístek	16.5.2015	24.5.2015	24.5.2015	18.5.2015	24.5.2015
24	4. lístek	22.5.2015	29.5.2015	5.6.2015	24.5.2015	29.5.2015
22	6. lístek	29.5.2015	5.6.2015	29.6.2015	29.5.2015	15.6.2015
26	8. - 11. lístek	5.6.2015	14.6.2015	17.7.2015	15.6.2015	2.7.2015
34	Prodlužovací růst	29.6.2015	29.6.2015	1.8.2015	9.7.2015	17.7.2015
53	Vrchol laty viditelný	17.7.2015	17.7.2015	20.8.2015	1.8.2015	1.8.2015
59	Konec metání lat	1.8.2015	1.8.2015	31.8.2015	11.8.2015	11.8.2015
65	Plný květ	11.8.2015	11.8.2015	8.9.2015	20.8.2015	20.8.2015
70-79	Kvetení blizen	20.8.2015	20.8.2015	18.9.2015	31.8.2015	31.8.2015
80	Zralost	31.8.2015	31.8.2015	2.10.2015	8.9.2015	8.9.2015
****	<b>Sklizeň</b>	<b>8.9.2015</b>	<b>8.9.2015</b>	<b>8.10.2015</b>	<b>18.9.2015</b>	<b>18.9.2015</b>

## První kontrolní odběr 31. 8. 2015 pro vlastní stanovení sušiny

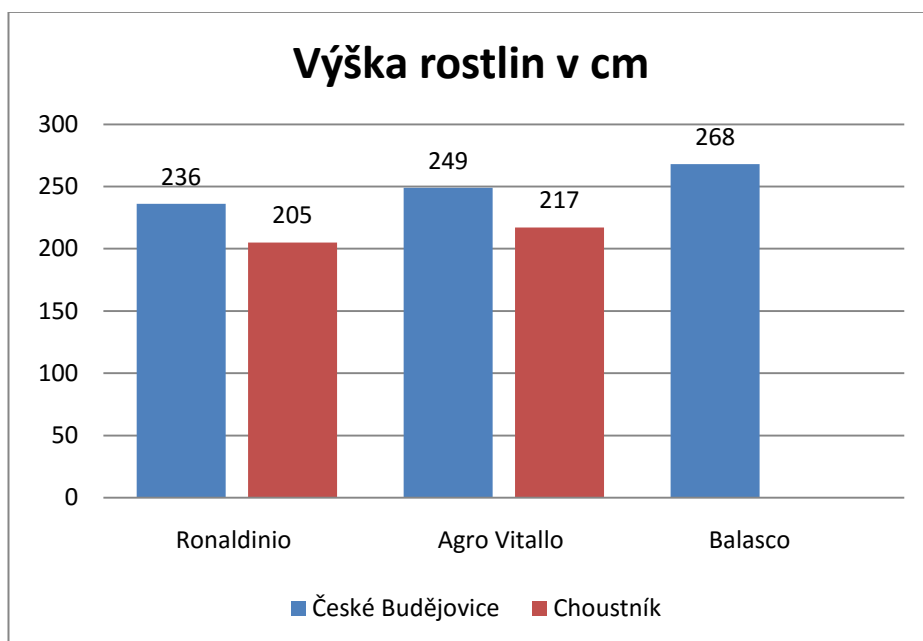
Při prvním odběru 31. 8. 2012 ze čtyř opakování bylo odebráno 10 rostlin kukuřice, u kterých byla změřena jejich výška. Rostliny byly rozřezány a byl odebrán vzorek na stanovení obsahu sušiny biomasy.

Tab. č. 12: Průměrná výška rostlin v cm

Pozemek	České Budějovice			Choustník	
Hybrid	Ronaldinio	Agro Vitallo	Balasco	Ronaldinio	Agro Vitallo
Průměr (cm)	236	249	268	205	217

Průměrná výška hybridů se pohybovala v rozmezí 205 – 268 cm ( tab. č. 12 a graf č. 7). Nejnižší výška byla zaznamenána u hybridu Ronaldinio na stanovišti v Choustníku - 205 cm. Nejvyšší hodnoty dosáhl hybrid Balasco (268 cm) díky jeho středně pozdní až pozdní ranosti.

Graf č. 7: Průměrná výška rostliny v cm



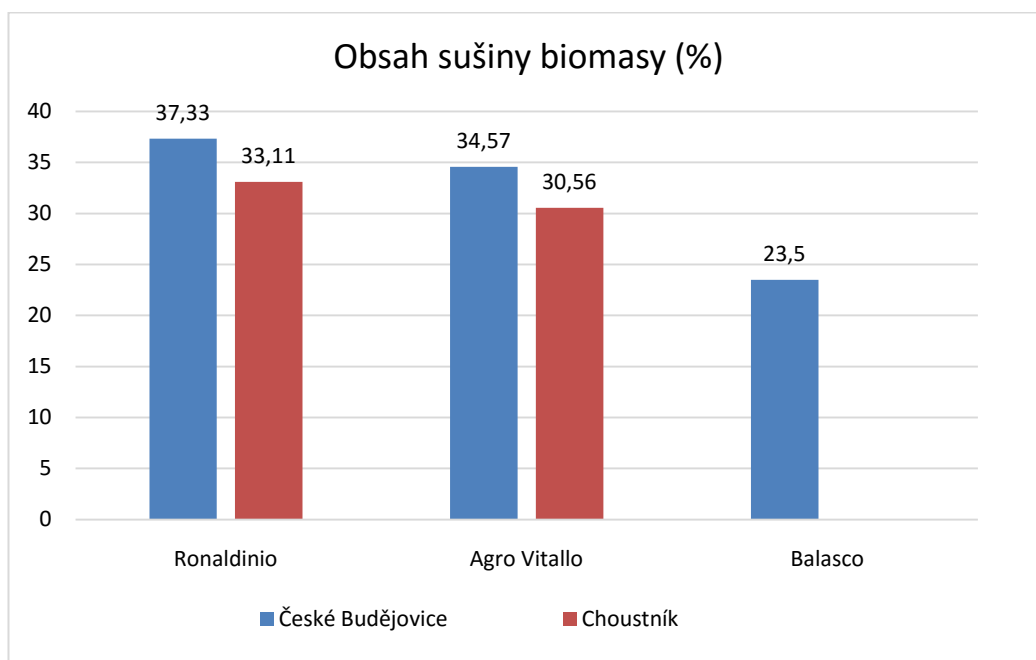
Dále bylo z deseti rostlin rostoucích za sebou stanoven obsah sušiny biomasy. V tomto termínu odběru byly dosaženy následující hodnoty obsahu sušiny biomasy:

Tab. č. 13: Obsah sušiny biomasy (%)

Pozemek	České Budějovice			Choustník		
	Hybrid	Ronaldinio	Agro Vitallo	Balasco	Ronaldinio	Agro Vitallo
Obsah sušiny (%)		37,33	34,57	23,5	33,11	30,56

Obsah sušiny biomasy při kontrolním odběru 31. 8. 2015 u hybridu Balasco nedosahoval doporučených hodnot pro výrobu kvalitní siláže. Obsah sušiny u hybridu Balasco se pohyboval na úrovni 23,5%, oproti tomu nejvyššímu obsahu sušiny biomasy byl u hybridu Ronaldinio 37,33%. Ronaldinio i Agro Vitallo na obou lokalitách při odběru 31. 8. 2015 již dosáhl horní hranice optimálního obsahu sušiny biomasy pro výrobu kvalitní siláže.

Graf č. 8: Obsah sušiny biomasy (%)



### Druhý kontrolní odběr 7. 9. 2015 pro vlastní stanovení sušiny

Při druhém kontrolním odběru vzorků biomasy jednotlivých hybridů kukuřice s odstupem 7 dní po prvním odběru bylo cílem zhodnotit změnu obsahu sušiny biomasy. U hybridů byl proveden kontrolní odběr sušiny. Po sedmi dnech nárůst sušiny biomasy u Balasco činil 10,6 % sušiny. Ostatní hybridy byly vzhledem k jejich sušině sklizeny.

Tab. č. 14: Obsah sušiny biomasy (%)

Pozemek	České Budějovice			Choustník	
Hybrid	Ronaldinio	Agro Vitallo	Balasco	Ronaldinio	Agro Vitallo
Obsah sušiny (%)	39,64	37,67	26,33	38,33	34,67

## Sklizení

Na základě vyhodnocení obsahu sušiny biomasy při kontrolním odběru byla sklizeň provedena co nejdříve, a to z časových důvodů 7. 9. 2015. Byly sklizeny hybridy Ronaldinio a Agro Vitallo. Hybrid Balasco byl sklizen 9. 10. 2015. U hybridů byl hodnocen i výnos palic. Odebrány vzorky se použily k stanovení obsahu sušiny palic.

U hybridů bylo zaznamenáno mírné překročení optimální hodnoty obsahu sušiny biomasy. Překročení hranice optimálního obsahu sušiny biomasy bylo u hybridu v lokalitě České Budějovice, Ronaldinio o 4,64% (39,64 %), u hybridu Agro Vitallo o 2,67 % (37,67 %) a u Balasco o 1,33 % (36,33 %). V Choustníku přesáhl také jeden hybrid optimální hodnotu obsahu sušiny (Ronaldinio o 3,33 %). Zde v době sklizně byl jediný hybrid v požadované sklizňové sušině, a to hybrid Agro Vitallo 34,67 %. U hybridů, u kterých obsah sušiny již mírně překročil úroveň optimálního obsahu sušiny, mohou nastat problémy při silážování a hlavně v kvalitě finálního produktu.

Tab. č. 15: Statistické vyhodnocení obsahu sušiny biomasy (%)

Sušina biomasy (%)					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	22593,10	1	22593,10	58092,78	0,000000
Stanoviště	18,58	1	18,58	47,76	0,000016
Odrůda	31,70	1	31,70	81,50	0,000001
Stanoviště*odrůda	2,86	1	2,86	7,34	0,018957
Error	4,67	12	0,39		

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost obsahu sušiny v biomase na stanovišti, odrůdě a stanovišti\*odrůdě.

Vysvětlivky:

SS	suma čtverců
Degr.Of	počet stupňů volnosti
MS	průměrná velikost čtverce (SS/DF)
F	testovací kritérium
P	dosažená hladina významnosti

- **Výnos biomasy**

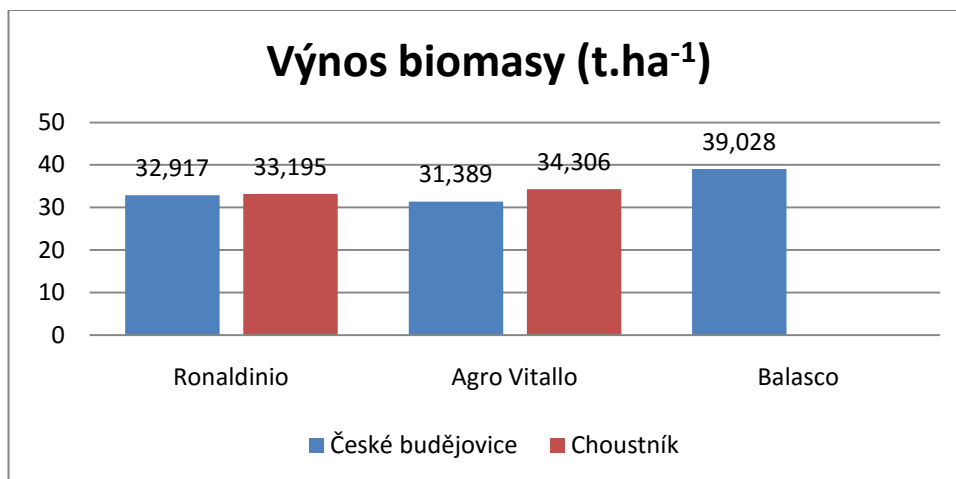
Rozdíly ve výnosu mezi Ronaldinio a Agro Vitallo nejsou tak zřetelné. Oproti tomu Balasco překonalo zmiňované hybridy o 15,6 %. Vzhledem k tomu, že hybrid Balasco není přímo doporučován k pěstování do těchto nadmořských výšek, dopadl s ohledem na výnos biomasy nejlépe ze zkoumaných hybridů (39,028 t.ha<sup>-1</sup>).

Tab. č. 16: Výnos biomasy (t.ha<sup>-1</sup>)

Lokalita	Hybrid	Opakování	Výnos biomasy (t.ha <sup>-1</sup> )
České Budějovice	Ronaldinio	1	34,444
		2	35
		3	30
		4	32,222
		<b>Průměr</b>	<b>32,917</b>
	Agro Vitallo	1	30,556
		2	32,222
		3	31,111
		4	31,667
		<b>Průměr</b>	<b>31,389</b>
Choustník	Ronaldinio	1	32,222
		2	35,556
		3	33,889
		4	31,111
		<b>Průměr</b>	<b>33,195</b>
	Agro Vitallo	1	34,444
		2	35,556
		3	33,333
		4	33,889
		<b>Průměr</b>	<b>34,306</b>

České Budějovice	Balasco	1	40
		2	40
		3	37,222
		4	38,889
		<b>Průměr</b>	<b>39,028</b>

Graf č. 9: Výnos biomasy (t.ha<sup>-1</sup>)



Tab. č. 17: Statistické hodnocení výnosu biomasy (t.ha<sup>-1</sup>)

Výnos biomasy (t.ha <sup>-1</sup> )					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	17372,69	1	17372,69	6670,520	0,000000
Stanoviště	10,20	1	10,20	3,918	0,071169
Odrůda	0,17	1	0,17	0,067	0,800715
Stanoviště*odrůda	6,96	1	6,96	2,673	0,128002
Error	31,25	12	2,60		

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ) nebyla zjištěna statisticky průkazná závislost výnosu biomasy na stanoviště, odrůdě a stanoviště\*odrůdě.

- **Výnos suché hmoty**

Výnos suché hmoty se odvíjel od sklizňové sušiny a výnosu biomasy. Nejvyšší výnos suché hmoty biomasy byl zjištěn u hybridu Balasco 14,179 t.ha<sup>-1</sup>, nejnižší výnos byl zaznamenán u hybridu Agro Vitallo 11,824 t.ha<sup>-1</sup> (lokalita České

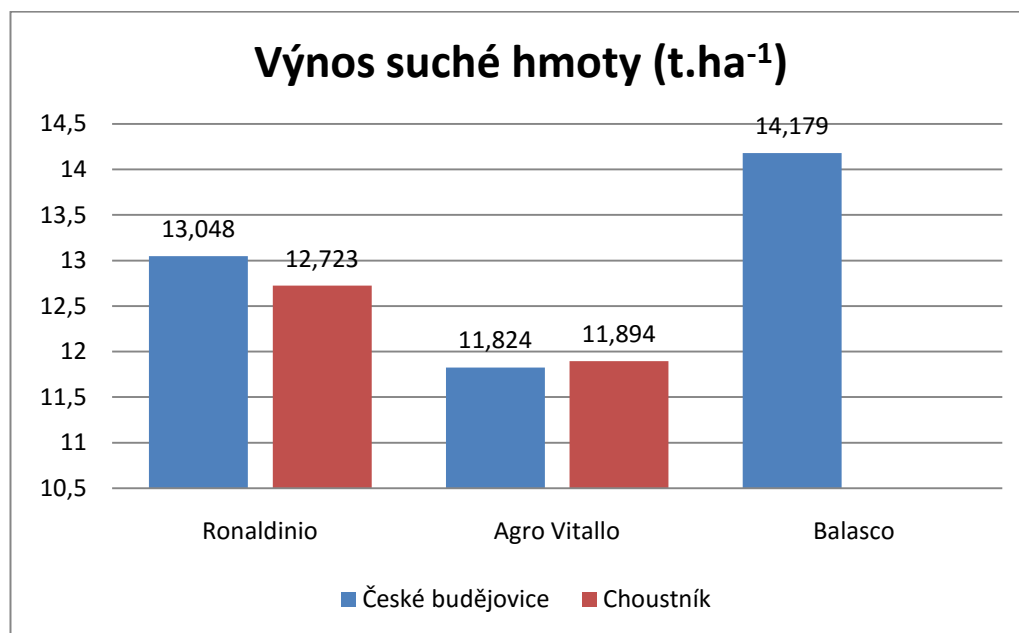


Budějovice). Rozdíl mezi nimi činil 2,36 t.ha<sup>-1</sup> tj. 8,3 %. Výnosy suché hmoty biomasy u hybridů Ronaldinio a Agro Vitallo se lišily pouze v rozmezí jedné tuny bez ohledu na stanoviště.

Tab. č. 18: Výnos suché hmoty (t.ha<sup>-1</sup>)

Lokalita	Hybrid	Opakování	Výnos suché hmoty (t.ha <sup>-1</sup> )
České Budějovice	Ronaldinio	1	13,269
		2	14,057
		3	11,812
		4	13,049
		<b>Průměr</b>	<b>13,048</b>
	Agro Vitallo	1	11,677
		2	12,231
		3	11,509
		4	11,879
		<b>Průměr</b>	<b>11,824</b>
Choustník	Ronaldinio	1	12,297
		2	13,481
		3	13,258
		4	11,859
		<b>Průměr</b>	<b>12,723</b>
	Agro Vitallo	1	12,099
		2	12,439
		3	11,426
		4	11,621
		<b>Průměr</b>	<b>11,894</b>
České Budějovice	Balasco	1	14,53
		2	14,851
		3	13,034
		4	14,331
		<b>Průměr</b>	<b>14,179</b>

Graf č. 10: Výnos suché hmoty (t.ha<sup>-1</sup>)



Tab. č. 19: Statistické vyhodnocení výnosu suché hmoty (t.ha<sup>-1</sup>)

Výnos suché hmoty (t.ha <sup>-1</sup> )					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2449,334	1	2449,334	5539,953	0,000000
Stanoviště	0,063	1	0,063	0,142	0,712675
<b>Odrůda</b>	<b>4,204</b>	<b>1</b>	<b>4,204</b>	<b>9,508</b>	<b>0,009477</b>
Stanoviště*odrůda	0,156	1	0,156	0,353	0,563264
Error	5,305	12	0,442		

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost výnosu suché hmoty na odrůdě.

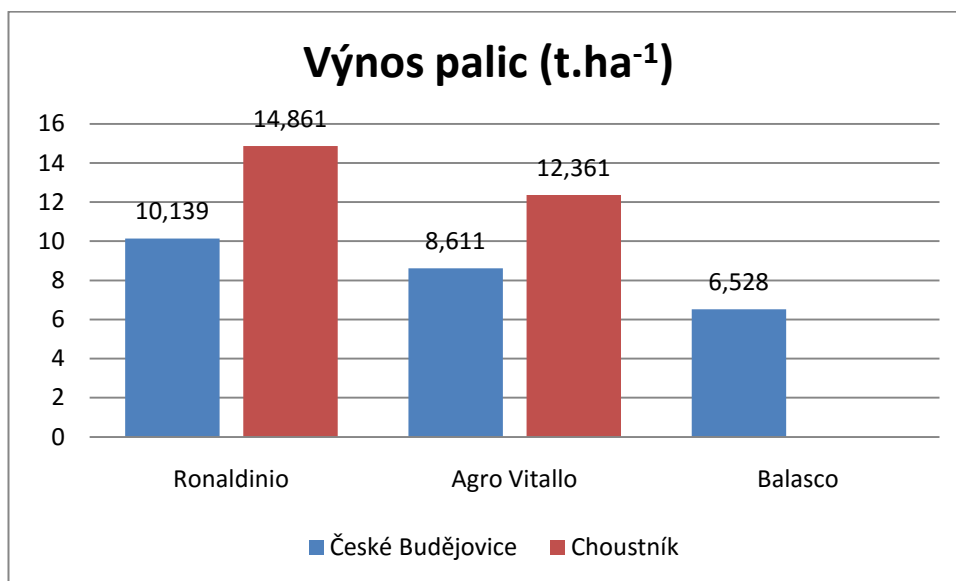
- **Výnos, sušina a podíl palic**

Obsah sušiny palic v lokalitě České Budějovice dosahoval u hybridu Ronaldinio a Agro Vitallo stejné hodnoty 58,33 % a u hybridu Balasco 56 %. V Choustníku byla sušina palic nižší než v lokalitě České Budějovice, a to u Ronaldinio 52 % a Agro Vitallo 54 %. Na základě odběru vzorků palic byl stanoven výnos palic na jeden hektar a podíl palic.

Tab. č. 20: Dosažené hodnoty palic

Lokalita	Hybrid	Opakování	Výnos palic (t.ha <sup>-1</sup> )	Podíl palic z celkového výnosu (%)	Sušina palic (%)
České Budějovice	Ronaldinio	1	10,556	30,647	59,246
		2	11,111	31,746	57,653
		3	8,889	29,63	58,468
		4	10	31,035	57,953
		<b>Průměr</b>	<b>10,139</b>	<b>30,8</b>	<b>58,33</b>
	Agro Vitallo	1	10	32,727	59,756
		2	8,889	27,587	57,983
		3	7,778	25,001	56,949
		4	7,778	24,562	58,632
		<b>Průměr</b>	<b>8,611</b>	<b>27,45</b>	<b>58,33</b>
Choustník	Ronaldinio	1	15,556	48,278	50,968
		2	14,444	40,623	53,456
		3	16,111	47,54	52,689
		4	13,333	42,856	50,887
		<b>Průměr</b>	<b>14,861</b>	<b>44,77</b>	<b>52</b>
	Agro Vitallo	1	13,333	38,709	53,653
		2	12,222	34,374	54,283
		3	12,778	38,334	55,958
		4	11,111	32,785	52,106
		<b>Průměr</b>	<b>12,361</b>	<b>36,03</b>	<b>54</b>
České Budějovice	Balasco	1	6,667	16,668	57,012
		2	7,222	18,055	56,367
		3	6,667	17,911	55,493
		4	5,556	14,287	55,128
		<b>Průměr</b>	<b>6,528</b>	<b>16,73</b>	<b>56</b>

Graf č. 11: Výnos palic (t.ha<sup>-1</sup>)

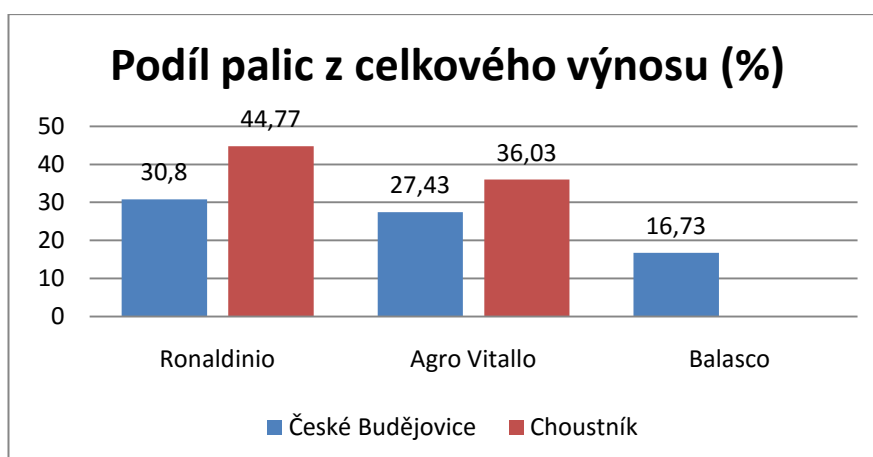


Tab. č. 21: Statistické vyhodnocení výnosu palic (t.ha<sup>-1</sup>)

Výnos palic (t.ha <sup>-1</sup> )					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	2113,448	1	2113,448	1899,790	0,000000
Stanoviště	71,771	1	71,771	64,515	0,000004
Odrůda	16,223	1	16,223	14,583	0,002445
Stanoviště*odrůda	0,945	1	0,945	0,850	0,374796
Error	13,350	12	1,112		

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost výnosu palic na stanovišti a odrůdě.

Graf č. 12: Podíl palic z celkového výnosu biomasy (%)



Tab. č. 22: Statistické vyhodnocení podílu palic z celkového výnosu (%)

<b>Podíl palic z celkového výnosu (%)</b>					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	19351,17	1	19351,17	2089,686	0,000000
Stanoviště	512,61	1	512,61	55,356	0,000008
Odrůda	145,66	1	145,66	15,730	0,001873
Stanoviště*odrůda	30,01	1	30,01	3,241	0,096981
Error	111,12	12	9,26		

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost podílu palic z celkového výnosu na stanovišti a odrůdě.

V Českých Budějovicích u hybridu Ronaldinio výnos palic činil  $10,139 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , podíl palic 30,8 %. Výnos palic u hybridu Agro Vitallo činil  $8,611 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a podíl palic 27,45 %, u Balasco byl výnos  $6,528 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a podíl palic 16,73 %. V Choustníku byl výnos palic u hybridu Ronaldinio  $14,861 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a podíl 44,77 % a u hybridu Agro Vitallo byl  $12,361 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a tomu odpovídající podíl na výnosu ze 36,03 %. Ve srovnání obou lokalit se na výnosu větší měrou podílely hybridy sklizené v Choustníku, a to o 22,55 %.

Tab. č. 23: Průměrné dosažené výsledky

Lokalita	České Budějovice			Choustník		
	Hybrid	Ronaldinio	Agro Vitallo	Balasco	Ronaldinio	Agro Vitallo
Výnos biomasy ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		32,917	31,389	39,028	33,195	34,306
Výnos palic ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		10,139	8,611	6,528	14,861	12,361
Podíl palic z celkového výnosu (%)		30,8	27,43	16,73	44,77	36,03
Výnos suché hmoty ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		13,048	11,824	14,179	12,723	11,894
Sušina biomasy (%)		39,64	37,67	36,33	38,33	34,67
Sušina palic (%)		58,33	58,33	56,23	52,12	54,34

## 6. Diskuse

Kukuřice na siláž má v České republice nezastupitelné místo ve struktuře pěstovaných hlavních zemědělských plodin, a to hlavně z důvodu výživy skotu a také pro výrobu kvalitního substrátu pro energetické účely. Kukuřice je plodina s obrovským výnosovým potenciálem. Hlavním limitujícím faktorem je vliv ročníku, který v roce zkoumání (2015) opravdu kukuřici nepřál. V současné době je v zemědělství trendem hledání nových způsobů, jak kompenzovat faktory ovlivňující pěstování kukuřice.

Základem experimentu bylo zhodnotit a porovnat produkci biomasy a sušiny u tří hybridů silážní kukuřice Ronaldinio, Agro Vitallo a Balasco. Z důvodu osevářských pokusů firmy KWS osiva s.r.o. nebyl na pozemku v Choustníku vyset hybrid Balasco, jelikož je to novinka pro rok 2016, proto nemohl být ani v provozních pokusech.

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

Správná volba hybridu je jedním ze základních faktorů pěstování silážní kukuřice podle čísla FAO, kterou uvádí Loučka (2014). Pro pokus byly vybrány dva polorané hybridy (Ronaldinio. Agro Vitallo) a jeden středně pozdní hybrid silážní kukuřice s vyšším číslem FAO, podle Prokeše a kol. (2005).

Šantrůček a kol. (2008) taktéž klade důraz na volbu hybridu. Nejen z hlediska kvalitativních a kvantitativních parametrů, ale také z hlediska vhodnosti pro určitou oblast pěstování. Tuto skutečnost potvrzuje i Šnobel a kol. (2011).

Výška stébla hybridů byla rozdílná a velmi ovlivněna průběhem ročníku, pohybovala se v rozmezí 205 - 268 cm. Diviš (2002) potvrzuje, že výška stébla je závislá v našich podmínkách na hybridu, pohybuje se od 120 do 300 cm.

Pro určení optimálního termínu sklizně porostu byly provedeny kontrolní odběry pro stanovení optimálního termínu sklizně. Skládanka (2006) potvrzuje, že hlavní podmínkou volby termínu sklizně silážní kukuřice je určení obsahu sušiny.

Vzhledem k extrémnímu ročníku sušina u zkoumaných hybridů kromě hybridu Balasco už při prvním odběru na obou stanovištích překročila uváděnou optimální mez sušiny celé rostliny (27 - 35 %). Petr A Húska a kol. (1997) a Šantrůček a kol. (2001) se shodují na optimální hodnotě sušiny při sklizni celé

rostliny kukuřice 27 – 33 %. Oproti tomu Zimolka a kol. (2008) uvádějí optimální sušinu celé rostliny 28 – 34 %, s výjimkou hybridů stay green v rozpětí 33 – 35 %.

Dosažené hodnoty výnosu biomasy u hybridů kukuřice na siláž byly v roce 2015 (České Budějovice - Romanldinio 32,92 t.ha<sup>-1</sup>, Agro Vitallo 31,39 t.ha<sup>-1</sup>, Balasco 39,03 t.ha<sup>-1</sup>; Choustník - Ronaldinio 33,19 t.ha<sup>-1</sup>, Agro Vitallo 34,31 t.ha<sup>-1</sup>) vyšší než průměrné hodnoty výnosu v ČR (Tab. č. 2), které uvádí Český statistický úřad. Vyšší hodnoty průměrného výnosu hmoty sklizené na siláž, mohou souviset s vyšší úrovní slunečního svitu, ale hlavně s úhrnem srážek během vegetace, kterých bylo méně za vegetaci, než je dlouhodobý průměr pro Jihočeský kraj (Tab. č. 9). Brant (2016) ohledně množství vody připomíná, že není důležité množství vody v půdě, ale její dostupnost pro rostliny. To pak záleží například na půdním typu nebo na zpracování půdy. Jak uvádí Petr a kol. (1980), energie slunečního záření a teplota jsou hlavními a limitujícími faktory růstu.

Výnosy biomasy hybridů silážní kukuřice byly ve srovnání s pokusy firmy KWS OSIVA s. r. o. v roce 2014 nižší. Vzhledem k úplně odlišnému ročníku, který byl v roce 2014, jsou tyto údaje ovlivněny vláhovým deficitem, který přetrvával celé vegetační období v roce 2015.

Podíl palic na celkovém výnosu, jak udává internetový zdroj [14], by měl činit 45 - 55 %. Z vyhodnocení pokusu vyplývá, že podíl palic, který uvádí zdroj [14], dosahoval hybrid Agro Vitallo, a to pouze na stanovišti v Choustníku (44,77 %). Ronaldinio a Balasco se nacházely pod průměrnou hranicí především kvůli tomu, že blizny nebyly opyleny a tím pádem následovala velká redukce zrna. Nejvíce se tento fakt promítá u hybridu Balasco, kde palice nebyly dostatečně vyvinuté, některé čítaly pouze zlomek zrn na palici. V důsledku toho podíl činil 16,73 % z celkového výnosu. Petr a kol. (1980) potvrzují, že vývoj palic, jejich počet a velikost jsou tedy silně ovlivněny půdními (voda, živiny) a světelnými podmínkami. Světelné podmínky jsou silně ovlivněny konkurencí související s hustotou porostu.

Jednoleté výsledky ukázaly u hybridu s číslem FAO 370 (Blasco) produkční potenciál z pohledu tvorby biomasy a sušiny v extrémním ročníku jako byl ročník 2015. Ve srovnání s ostatními hybridy vykazoval lepší plastičnost vůči výkyvům počasí. Oproti tomu z pohledu kvality, která nebyla součástí pokusu, by hybrid Balasco nedosahoval požadovaných hodnot vzhledem k malému vývinu a ozrnění palic.

## 7. Závěr

Kukuřice patří k nejvýkonnějším zemědělským plodinám pro široké spektrum jejího možného využití. Je důležitým komponentem pro výživu hospodářských zvířat. Kukuřice je zlepšující plodina, která se často objevuje v osevním postupu po obilninách, které v naší republice zaujímají největší zastoupení pěstovaných rostlin.

Cílem diplomové práce bylo na základě jednoletého experimentu zhodnotit a porovnat produkci biomasy a sušiny u tří hybridů silážní kukuřice Ronaldinio, Agro Vitallo a Balasco. K porovnávání dosažených výsledků jsem provedl odběry z pokusu, který byl založen v podniku ZOD Podhradí Choustník firmou KWS OSIVA s.r.o. Jediný problém nastal v tom, že hybrid Balasco nebyl do pokusu v Choustníku zařazen, jelikož je to novinka pro rok 2016.

Přestože se lokality, ve kterých byly založeny pokusy, svým charakterem řadí do zemědělské výrobní oblasti obilnářské (České Budějovice) a zemědělské výrobní oblasti bramborářské (Choustník), je zde možné s úspěchem pěstovat kukuřici nejen pro výživu hospodářských zvířat, ale i na výrobu elektrické energie v bioplynových stanicích. Důležitým předpokladem je zejména pečlivý výběr vhodného hybridu, správná agrotechnika, ale rozhodující vliv na výsledky má především počasí, které nám zkoumající hybridy prověřilo po všech stránkách.

V pokusu byly sledovány a porovnávány výnosové parametry na dvou lokalitách a u tří hybridů kukuřice. U kukuřice byla změřena délka rostlin, stanoven výnos biomasy, výnos a podíl palic, sušina biomasy a palic a výnos sušiny biomasy z 1 ha.

Na základě výsledků jednoletého pokusu můžu prezentovat tyto závěry:

- Nejvyšší průměrné hodnoty výšky rostlin 268 cm dosáhl hybrid Balasco díky jeho plastičnosti a mohutnému vzrůstu. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u hybridu Ronaldinio v lokalitě Choustník 205 cm. Obecně lze říct, že hybridy v lokalitě Choustník dosahovaly menšího vzrůstu než hybridy v lokalitě České Budějovice.
- Doporučený obsah sušiny v biomase 30 – 35 % pro výrobu kvalitní siláže hybridy silážní kukuřice Ronaldinio i Agro Vitallo mírně překročily na obou



lokalitách již v době prvního odběru 31. 8. 2015. Hybrid Balasco dosáhl požadovaný obsah sušiny 9. 10. 2015, kdy byla provedena i sklizeň.

- Nejvyššího výnosu biomasy dosáhl hybrid Balasco, konkrétně 39,028 t.ha<sup>-1</sup>. Zde se projevilo čísla FAO vzhledem k oblasti pěstování a extrémním klimatickým podmínkám, ve kterém byl hybrid zkoumán. V porovnání obou lokalit výnosově lépe vycházela lokalita v Choustníku, a to o 4,7 % vyšší výnos než v Českých Budějovicích (vztaženo na hybridy Ronaldinio a Agro Vitallo). Nejnižšího výnosu biomasy dosáhl hybrid Agro Vitallo (lokalita České Budějovice), což mohlo být zkruseno vyšším obsahem sušiny. S ohledem na zjištěné výsledky se výnosy biomasy pohybují nad celkovými průměry v České republice (29,13 t.ha<sup>-1</sup>).
- Průměrný podíl palic dosahoval pouze hybrid Agro Vitallo v Choustníku (44,77%). Ostatní hybridy nedosahovaly uváděných průměrů především kvůli tomu, že blizny nebyly opyleny, a tím pádem byla velká redukce zrna. Nejvíce se tento fakt promítá u hybridu Balasco, kde palice nebyly dostatečně vyvinuty a některé čítaly pouze zlomek zrn na palici. Podíl byl z celkového výnosu jen 16,73 %.
- V porovnání lokalit z pohledu výnosů se Choustník jevil lépe oproti Českým Budějovicím. V Choustníku hybrid Ronaldinio dosáhl 33,16 t.ha<sup>-1</sup> výnosu biomasy a 12,72 t.ha<sup>-1</sup> výnosu suché hmoty. V přepočtu byl výnos vyšší o zanedbatelné 1 % jak z výnosu biomasy, tak výnosu suché hmoty. U hybridu Agro Vitallo dosáhl výnos biomasy 34,31 t.ha<sup>-1</sup> a 11,89 t.ha<sup>-1</sup> výnosu suché hmoty. V přepočtu byl výnos biomasy o 8,5 % vyšší. Oproti tomu výnos suché hmoty se lišil o zanedbatelné 0,2 %.

Ačkoli se jedná o jednoleté výsledky, ukázaly na produkční možnosti hybridů kukuřice s vyšším číslem FAO (Balasco). Z výsledků pokusu vyplynulo, že Balasco, ač je vyšlechtěno do kukuřičných a řepařských výrobních oblastí, perfektně vykompenzovalo všechny nedostatky během vegetace a dosáhlo nejlepšího výnosu biomasy v pokusu oproti hybridům určených do podmínek, ve kterých byly pokusy založeny. Oproti tomu musím konstatovat, že rok 2015 byl klimaticky extrémní

během celé vegetace. Velký vliv na tomto výsledku má vláhový deficit, který přetrvával na celém území České republiky. Kukuřice je jedna z mnoha plodin, která je velmi závislá na ročníku. S ohledem na výhledové předpovědi spojené s globálním oteplováním, věřím, že hybridy s vyšším číslem FAO se budou uplatňovat i v méně příznivých oblastech, aby se prodloužilo sklizňové okno, popřípadě se vykryly nežádoucí faktory spojené s nevyzpytatelným klimatem.

## 8. Seznam použité literatury a zdrojů

1. **Belej, J.:** Kukurica. Příroda, Bratislava, 1982, s. 402
2. **Bouma, D.:** Biotechnologie – jedna z cest do budoucnosti, *Úroda*, 12/2004, s. 34 – 35.
3. **Brant, V.** Technologie pro suché podmínky, *Zemědělec*, 3/2016, s. 22.
4. **Diviš, J.:** Pěstování silážní kukuřice v teplotně méně příznivých podmínkách. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe.
5. **Diviš, J. a kol.:** Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2000, s. 258, ISBN 80-7040-456-6.
6. **Diviš, J. a kol.:** Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010, s. 260, ISBN 978-80-7394-216-8.
7. **Diviš, J. a kol.:** Produkční a kvalitativní otázky silážní kukuřice pěstované v nekukuřičných oblastech: Production and Qualitative Characteristics of Silage Maize Grow in Areas of Higher Altitude. České Budějovice: Vědecko-pedagogické nakladatelství, 1992. Acta scientifica. ISBN 80-85645-00-9.
8. **Dowswell R.Ch., Paliwal R.L., Ronald P.C.:** Maize in the third World. Boudler, Colorado: WestviewPress, 1996, s. 268, ISBN 0-8133-8963-1.
9. **Fialová, Z.:** Rozhodnou až členské státy unie, *Zemědělec*, 4/2015, s. 6.
10. **Fuka, V.:** Šlechtění je běh na dlouhé trati, *Úroda*, 2/2009, s. 20 - 22.
11. **Fuksa, P.:** Výběr hybridů kukuřice v roce 2006, *Agromanuál*, 3/2006 s. 12.
12. **Froněk, D. a kol.:** Růst ploch s GM plodinami ve světě pokračuje, Evropě navzdory, *Úroda*, 9/2014, s. 20 - 22
13. **Graman, J. a Čurn, V.:** Šlechtění zemědělských plodin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998, s. 194, ISBN 80-7040-300-4
14. **Hruška, J. a kol.:** Monografie o kukuřici, SZN, Praha, 1962, s. 56 - 58.
15. **Hůla, J. a kol.:** Minimalizace zpracování půdy, Profi Press, Praha, 2008, s. 248, ISBN 978-80-86726-28-1.
16. **Ivančic, J.:** Výživa a hnojení rostlin, Příroda, Bratislava 1984, s. 482.
17. **Jambor, V.:** Hodnocení hybridů kukuřice na siláž, *Zemědělec*, 34/2015 s. 19

18. **Ježková, A.:** Výběr hybridů kukuřice podle FAO, *Náš chov*, 4. 1. 2012, dostupné na <http://naschov.cz/vyber-hybridu-kukurice-podle-fao/> cit. 6 - 3 - 2016
19. **Jursík, M., Soukup, J.:** Možnosti herbicidní regulace plevelů, *Zemědělec*, 44/2009, dostupné na <http://zemedelec.cz/moznosti-herbicidni-regulace-plevelu/> cit. 17 - 3 - 2016
20. **Kajan, M.:** Výroba a využití bioplynu v zemědělství. *Biom.cz* [online]. 2002-11-26 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-a-vyuziti-bioplynu-v-zemedelstvi>>. ISSN: 1801-2655.
21. **Kazda, J.:** Škůdci polních plodin. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014, ISBN 978-80-86726-61-8.
22. **Kneifelová, M., Mikulka, J.:** Významné a nově se šířící plevele. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003, *Zemědělské informace*. ISBN 80-7271-142-3.
23. **Kocourek, F.:** Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému - ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická: Obecná biologie. Mikrobiologie. Botanika. Mykologie. Ekologie. Genetika. VÚRV, Praha, 2008, s. 112, ISBN 978-80- 87011-90-4.
24. **Kocourek, F. a kol.:** Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému, VÚRV, Praha, 2008, s. 40, ISBN: 978-80-87211-90-4.
25. **Kůst, F.:** Kukuřice – plodina pro široké využití In: *Farmář*, ročník 16, č. 2, Speciál kukuřice č. 2, příloha, 2010 s. 3 - 6, ISSN 1210 – 9789.
26. **Loučka, R.:** Cíl silážování, metody a prostředky, *Zemědělec*, 34/2014 s. 11.
27. **Loučka, R.:** Strategické rozhodnutí pro pěstitele, *Zemědělec*, 47/2015 s. 16.
28. **Mikulka, J.:** Plevelé polních plodin. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-60-1.
29. **Nagy F, Schäfer E.:** Phytochromes control photomorphogenesis by differentially regulated, interacting signaling pathways in higher plants. *Annu Rev Plant Biology*, 2002, s. 53, 329–355.
30. **Nedelník, J.:** Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typu hybridů kukuřice: uplatněná certifikovaná metodika. Profi Press, Brno, 2011, s. 36, ISBN 978-80-86908-25-0.
31. **Owens, F.:** Corn silage – facts, fantasies and the future. Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville, USA,

- January, s. 29 – 30, 2008, dostupné na <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2008/Owens.pdf> cit. 6 - 1 - 2014.
32. **Pančíková, J.:** Co nejvíce škodí porostům kukuřice, *Zemědělec*, 52/2015 s. 24
  33. **Petr, J. a Húska, J.:** Speciální produkce rostlinná, Agronomická fakulta ČZU v Praze, katedra rostlinné výroby, Praha, 1997, s. 197, ISBN 80-213-0152-X.
  34. **Petr, J. a kol.:** Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1980, s. 447.
  35. **Petřík, M. a kol.:** Intenzivní pícninářství, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1987, s. 480.
  36. **Poláková, M.:** Tradiční Agroflora: vše o kukuřici, *Zemědělec*, 37/2014, s. 29.
  37. **Procházka, S. a kol.:** Fyziologie rostlin, Academia, Praha, 1998, s. 483 ISBN 80-200-0586-2.
  38. **Prokinová, E.:** Choroby polních plodin. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-59-5.
  39. **Prokop, M.:** Suma teplot a termín sklizně kukuřice, *Úroda*, 10/2001 s. 11.
  40. **Prokeš, K.:** Ochrana kukuřice proti plevelům, *Úroda*, 5/2011, dostupné na <http://uroda.cz/ochrana-kukurice-proti-plevelum/> cit. 25 - 3 - 2016.
  41. **Prokeš, K.:** Silážní plodiny nejen na Vysočinu, *Zemědělec*, 49/2014 s. 30.
  42. **Prokeš, K. a kol.:** Kukuřice - 2002 - 2003 - úspěch začíná setím, KWS osiva s.r.o, Záhorská Ves, 2002, s. 124.
  43. **Prokeš, K. a kol.:** Kukuřice - 2005 - 2006 - s námi to začíná, KWS osiva s.r.o., Velké Meziříčí, 2005, s. 132.
  44. **Prokeš, K. a kol.:** Kukuřice do kapsy, KWS osiva s.r.o, Velké Meziříčí, 2012, s. 166.
  45. **Prokeš, K. a Zeman, L.:** „Kukuřice v praxi 2015“ – Sborník z mezinárodní konference, Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o, 2015, s. 59, ISBN 978-80-7509-179-6.
  46. **Prugar, J. a kol.:** Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 2008, s. 327, ISBN 978-80-86576-28-2.

47. **Řehout, V.:** Genetika II. Biotechnologie GMO a transgenoze. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2005, str. 143-146, ISBN 80 70-40- 774-3.
48. **Schulte, M.:** Quilt Xcel, Technické informace, Houbové choroby kukuřice, identifikace a možnosti ochrany. Nové Butovice, 2014, s. 56
49. **Skládanka, J.:** *Výukové texty*. Ústav výživy zvířat a pícninářství, MZLU Brno, 2006 Dostupné na [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html/](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html/) cit. 6 - 2 - 2016.
50. **Smith, W. C.:** Crop Production. Principles and Practices.: evolution, history, and technology. New York: John Wiley & Sons, xv, 1995, s. 469, ISBN 0-471-07972-3.
51. **Smutný, V.:** Možnosti regulace plevelů v kukuřici v sušších podmínkách, *Agromanuál*, 3/2012 Dostupné na <http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-kukurici-v-sussich-podminkach/> cit. 6 - 2 - 2016.
52. **Stratilová, Z.:** GMO bez obalu, Ministerstvo zemědělství, Praha, 2012, s. 34, ISBN 978-80-7434-057-4.
53. **Studniční, P.:** Suchovzdorné kukuřice jsou prověřené, *Zemědělec*, 40/2015, s. 28.
54. **Svoboda, M.:** Zakládání porostů kukuřice, *Úroda*, 4/2004 dostupné na <http://uroda.cz/zakladame-porosty-kukurice/> cit. 25 - 3 - 2016.
55. **Šantrůček, J. a kol.:** Základy pícninářství, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001, s. 146, ISBN 80-213-0764-1.
56. **Šebek, A.:** Technologie s protierozním efektem, *Zemědělec*, 47/2014, s. 24.
57. **Šnobl, J., Pulkrábek, J.:** Základy rostlinné produkce. ČZU, Praha, 2011, s. 172, ISBN 978-80-213-1340-8.
58. **Špaldon, E.:** Rostlinná výroba, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1982, s. 720.
59. **Teplý, M.:** Efektivně na zavíječe, *Zemědělec*, 13/2015, s. 32
60. **Tomášek, J., Herout, M.:** Pěstování kukuřice novými technologiemi - ano, nebo ne?, *Úroda*, 11/2013, s. 10.
61. **Třináctý, J. a kol.:** Hodnocení kukuřičné siláže pro dojnice dle systému MILK 2006. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2010. ISBN 978-80-260-0705-0.

62. **Vlažný, P.:** Maximalizujte výnos kukuřice, *Zemědělec*, 6/2016, s. 40.
63. **Wilhite, D.:** Drought and water crises: science, technology, and management issues. Boca Raton: Taylor & Francis, c2005. ISBN 0824727711.
64. **Zimolka, J. a kol.:** Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, Praha, 2008, s. 200, ISBN 978-80-86726-31-1

### Internetové zdroje

- [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_es-002\\_v1/hesla/rostliny\\_c30\\_c4\\_a\\_cam.html/](http://147.33.74.135/knihy/uid_es-002_v1/hesla/rostliny_c30_c4_a_cam.html/) cit. 9 - 2 - 2016 [1]
- <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2013-dsdt8cvnb/> cit. 3 – 2 – 2016 [2]
- <http://www.cbks.cz/sbornikRackova03/sections/1-2/Koznarova.pdf> cit. 28 - 2 - 2016 [3]
- [www2.zf.jcu.cz/~moudry/FZTV%20TUSHK/FZTV%20txt.doc](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/FZTV%20TUSHK/FZTV%20txt.doc) cit. 28 - 2 - 216 [4]
- <https://www.monsanto.cz/dekalb-doporuceni-kukurice/> cit. 3 -3 - 2016 [5]
- [http://www.kws.cz/aw/KWS/czechia/Agroservis/Suma\\_efektivn%EDch\\_templ ot/~bnqr/V%FDznam\\_m\\_en%ED\\_SET/](http://www.kws.cz/aw/KWS/czechia/Agroservis/Suma_efektivn%EDch_templ ot/~bnqr/V%FDznam_m_en%ED_SET/) cit. 3 - 2 - 2016 [6]
- <http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-kukurici-v-sussich-podminkach/> cit. 3 - 3 - 2016 [7]
- <http://www3.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/informacni-blog/aktuality-z-tisku/Pages/novinky-v-hybridech-kukurice-pro-rok-2015.aspx> cit. 6 - 3 - 2016 [8]
- <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/?fullArticle=1> cit. 11 - 2 - 2016 [9]
- <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-rganismy/?fullArticle=1> cit. 11 - 2 - 2016 [10]
- [http://www.apic-ak.cz/data\\_ak/15/d/DZESTab.pdf](http://www.apic-ak.cz/data_ak/15/d/DZESTab.pdf) cit. 21 - 3 - 2016 [11]
- <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#> cit. 20 - 3 - 2016) [12]

- <http://www.slideshare.net/hayabranko/36-lecture-presentation-16973941>  
cit. 28 - 2 - 2016 [13]
- [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html) [14]
- [http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/obecna\\_botanika/texty-rganologie-primarni\\_stavba\\_stonku.html](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-rganologie-primarni_stavba_stonku.html) cit. 22 - 2 - 2016 [15]
- <https://mapy.cz/letecka?x=14.4483527&y=48.9742292&z=15>
- <http://uroda.cz/slechteni-je-beh-na-dlouhe-trati/> cit. 15 - 4 - 2016 [16]