

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Pěstování a využití kukuřice v ČR

Vedoucí bakalářské práce
Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.

Autor bakalářské práce
Jaroslav Hovorka

České Budějovice, duben 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav HOVORKA**
Osobní číslo: **Z12881**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Pěstování a využití kukuřice v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

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

Cíl práce: Hlavním cílem bakalářské práce je shrnutí poznatků o pěstování a využití kukuřice v ČR v letech 1990-2013. Práce bude vypracována formou literárního přehledu vytvořeného na základě doporučené i další získané literatury.

- 1) Úvod - stručný nástin významu tématu.
- 2) Vypracování osnovy bakalářské práce dle kapitol a podkapitol (charakteristika kukuřice, význam ve světě a v ČR, biologická charakteristika, kvalita a využití, pěstitelské plochy, pěstování kukuřice z hlediska GAEC, výnosy, odrůdy, agrotechnika - popsat hlavní změny za uvedené období).
- 3) Vyhledání odpovídajících publikací v literatuře včetně informačních databází.
- 4) Zpracování získaných informací a vytvoření přehledné literární rešerše na dané téma.
- 5) Závěr - shrnutí nejdůležitějších poznatků resp. změn v pěstování kukuřice v ČR vyplývajících ze studované problematiky.
- 6) Seznam literatury - v abecedním pořadí dle ČSN

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Prugar J. a kol: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. VÚPS a Komise jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 2008, 328s.
Stratilová, Z.: GMO bez obalu, MZe ČR, Praha, 2012.
Zimolka, J. a kol: Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, 2008.
Situační a výhledové zprávy Mze, sborníky z konferencí a seminářů
Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Farmář, Agromagazín
Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 25. února 2014
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚDELSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentů 13
370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 25. února 2014

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne 1. 4. 2015

Podpis autora
Jaroslav Hovorka

Poděkování:

Děkuji **Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D.**, vedoucímu bakalářské práce, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářské práce se zabývá pěstováním a využitím kukuřice seté (*Zea mays*) v České republice za posledních 24 let. Práce je vypracována formou literární rešerše.

Kukuřice je nenahraditelnou plodinou ve výživě lidí, hojně se využívá ke krmným účelům, průmyslovému využití a k energetickým účelům. Díky široké škále hybridů se pěstuje v různých klimatických podmínkách, s konkrétním cílem pěstování a vysokým výnosovým potenciálem.

Kukuřice patří mezi velmi pěstované plodiny na našem území. Od roku 1990 do roku 2013 došlo ke změnám v pěstování a využití kukuřice. Díky těmto změnám se z České republiky stal vývozce kukuřičného zrna. Ze získaných dat a informací je možné konstatovat, že osevní plochy mají rostoucí tendenci. K tomuto faktu přispěla výstavba zemědělských bioplynových stanic, protože kukuřice je jejich hlavním substrátem. Agrotechnika kukuřice se neustále vyvíjí a její změny vedou ke snížení eroze půdy a k vyšším výnosům. Ostatní změny, ke kterým došlo v agrotechnice, osevních plochách, výnosech a důvody těchto změn, řeší tato práce.

Klíčová slova: Kukuřice, agrotechnika, osevní plochy, výnosy

Abstract

This bachelor thesis deals with the cultivation and use of maize (*Zea mays*) in the Czech Republic over the past 24 years. The work is written like a literature review.

The maize is irreplaceable crop in human nutrition and it is widely used for feeding, industrial use and for energy purposes. Thanks to wide range of hybrids the maize is grown in different climates, with the specific goal of growing and high yield potential.

Maize is widely grown crop in our country. There have been changes in the cultivation and use of maize from 1990 to 2013. Thanks to these changes, the Czech Republic became an exporter of maize grain. From the collected data and information, it can be stated that sowing areas are growing. This fact contributed to the construction of agricultural biogas plants, because the maize is the major substrate. Agrotechnics of maize is continually developing and its changes lead to reduction in soil erosion and to higher returns. Other changes that have occurred in agrotechnics, sowing areas, yields and the reasons for those changes are solved in this work.

Key words: maize, agrotechnics, sowing areas, yields

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Kukuřice setá (<i>Zea mays L.</i>)	11
2.1 Charakteristika rostliny.....	12
2.2 Fenologické fáze kukuřice	15
2.3 Tvorba výnosu kukuřice	15
3. Faktory uplatňující se při pěstování kukuřice	16
3.1 Abiotické faktory	16
3.2 Biotické faktory	17
4. Volba hybridů	18
4.1 Trendy ve šlechtění	18
4.2 Hodnocení ranosti hybridů.....	19
4.3 Typy hybridů.....	21
4.4 GM kukuřice	22
5. Změny osevních ploch a výnosů.....	24
5.1 Kukuřice na zeleno a na siláž.....	24
5.2 Kukuřice na zrno.....	25
6. Agrotechnika a její změny	27
6.1 Zařazení do osevního postupu	27
6.2 Příprava půdy	28
6.3 Setí	30

6.4 Hnojení.....	32
6.5 Ošetření během vegetace	33
6.6 Sklizeň.....	34
7. Integrovaná ochrana rostlin.....	35
7.1 Zásady integrované ochrany rostlin	35
7.2 Charakteristika preventivních a přímých způsobů ochrany rostlin.....	37
8. Pěstování kukuřice z hlediska GAEC	39
8.1 GAEC 1.....	39
8.2 GAEC 2.....	40
9. Využití kukuřice.....	41
9.1 Výživa lidí.....	41
9.2 Krmné využití	42
9.3 Průmyslové využití	42
9.4 Energetické využití	43
10. Závěr	45
11. Seznam použité literatury.....	47
12. Přílohy.....	52

1. Úvod

Jednou z hlavních činností v zemědělství je rostlinná výroba. Neodmyslitelnou součástí rostlinné výroby je pěstování obilovin, které se dělí do dvou skupin. Nejdůležitější jsou obiloviny I. skupiny, z druhé skupiny je nejdůležitější kukuřice.

Původní domovinou kukuřice jsou tropické a subtropické oblasti Jižní a Střední Ameriky. Proto má největší nároky na teplo a světlo. Na sucho je velmi citlivá v době květu, kdy dochází k zasychání blizen. V České Republice se kukuřice může pěstovat díky široké škále hybridů, které jsou vyšlechtěny pro zdejší klimatické podmínky.

Kukuřice je pěstována z mnoha důvodů. Hlavním důvodem je využití ve výživě hospodářských zvířat, kde díky své vysoké energetické hodnotě je neodmyslitelnou součástí krmných dávek, kde je obsažena až z 50%. Využívá se také ve výživě lidí, protože neobsahuje lepek a je tedy vhodná pro lidi trpící celiakií. Dále se zpracovává v průmyslu, farmacii a energetice, kde v posledních letech zaznamenala velkou oblibu.

Při pěstování kukuřice je potřeba dbát na protierozní opatření a výběr pozemku pro založení porostu, protože kukuřice je širokorozchodná plodina. Důležité je rovněž zařazení kukuřice v osevním postupu a zpracování půdy. Kvalitním zpracováním půdy se zabrání výskytu chorob, škůdců a plevelů.

Osevní plocha kukuřice na zrno a na siláž za rok 2014 v České Republice činila 336 tis. ha.

2. Kukuřice setá (*Zea mays L.*)

Původní domovinou kukuřice jsou tropické a subtropické oblasti Jižní a Střední Ameriky. Pokud jde o místo, na kterém se začala pěstovat, většina badatelů se přiklání k názoru, že to byly náhorní roviny tropických nebo subtropických oblastí Ameriky (*ŠPALDON A KOL.*, 1982).

Využívání kukuřice lidmi má velmi dlouhou historii. S pěstováním kukuřice začali Aztékové, Mayové a Inkové. Sběrem byla využívána již před 12 tisíci lety. Způsob její domestikace 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). 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 prstovité rozvětveného klasového větene pestíkového květenství teosinte do dnešní podoby zkrácené a zdužnatělého větene palice a také rudimentace pluch obalující zrno. Semena pevně přirůstají k větenu, tvoří se větší počet semen, palice je obalena větším počtem listenů. Kukuřice se změnila na rostlinu plně odkázanou na člověka a neschopnou autoreprodukce, nemůže také zplañt.

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 (cikáni), kteří ji na jižní Slovensko a Moravu přenesli patrně z Turecka a Rumunska v 17. století, proto se jí také říkalo turecká pšenice nebo turecké žito, z čehož zůstalo krajové označení „turkyně“ (*PRUGAR A KOL.*, 2008).

V Čechách má krátkou historii pěstování. Je zdrojem potravin pro lidskou výživu a dále se využívá v různých průmyslových odvětvích (papírnictví, stavebnictví, chemický a farmaceutický průmysl). Pro hospodářská zvířata je nenahraditelným zdrojem energie. Je základním objemovým krmivem pro chov skotu (*DIVIŠ A KOL.*, 2010).

2.1 Charakteristika rostliny

Kukuřice patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřičovitých (*Maydeae*), uvedeno ZIMOLKOU a KOL., (2008).

Kukuřice je rostlinou jednodomou, ale různopohlavnou (zvláště je samčí a samičí květenství). Samčí květenství tvoří latu dvoukvětých klásků na vrcholu rostliny, samičí květenství je klas (palice) se zdužnatělým větvenem na kterém jsou rovněž dvoukvěté klásky. U nich je však pouze jeden kvítek plodný. Protože jsou klásky sestaveny v řadách i zrna na palici tvoří řady (nejčastěji 10 – 16 řad). Samičí květenství (palice) je obalena listeny. Kukuřice je rostlina cizosprašná, přičemž samčí květy kvetou na těže rostlině o 1 – 10 dnů dříve než květy samičí. Rostlina se takto brání samoopylení (MOUDRÝ A JŮZA, 1998).

DIVIŠ a KOL. (2000) uvádí, že z praktického hlediska rozdělujeme 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* Sturt., 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)

Největší význam z hospodářského hlediska má kukuřice koňský zub, kukuřice obecná (tvrdá) a kukuřice polozubovitá.

Kořenová soustava

Rostlina vytváří svazčitý kořenový systém, jehož provazčité kořeny pronikají poměrně hluboko do půdy, podle stanovištních podmínek 1,5 – 3 i více metrů, a zajišťují zásobování vodou ze značné hloubky. Převážná část jemných kořínků je však rozložena mělce v orniční vrstvě do 20 cm, kolem stébla v okruhu okolo 100 cm i více (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Kořen patří podle svého původu k primární nebo sekundární kořenové soustavě. Primární se zakládají v zárodku a sekundární vznikají v přeslenech okolo bazálních uzlin. V počátečních fázích vývoje dochází k intenzivnímu nárůstu kořenů. Jsou-li rostliny vysoké 10 – 20 mm kořeny dosahují délky 0,3 m. Rostliny zakořeňují do hloubky 0,3 – 0,4 m v prvních čtyřech týdnech od vzejití. Sekundární (nadzemní – vzdušné) kořeny mají chránit kukuřici před poléháním. Tyto kořeny mohou v kypré půdě dobře vytvářet vyvinuté svazčité kořeny, které rostlinu vyživují a pomáhají zužitkovat vláhu v druhé polovině vegetace (ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

Rozvětvený kořenový systém do šířky a do hloubky, jak uvádí PROKEŠ a ZEMAN (2015), je základním předpokladem stability rostlin v půdě a dostatečného příjmu vody a v ní rozpuštěných živin.

Stéblo

Stéblo kukuřice je plné. Je rozděleno kolénky (nody) na články (internodia). Články stébla nejsou stejně dlouhé. Nejkratší jsou bazální články. Výška stébla v našich podmínkách se v závislosti na hybridu pohybuje od 1,2 do 3 m (DIVIŠ A KOL., 2010).

ŠANTRŮČEK a KOL. (2001) tvrdí, pravá, plná kolénka dodávají stéblu pevnost a jsou zastoupena hustěji v dolní části. Z těchto kolének mohou vyrůstat vedlejší odnože, které ochuzují stéblo o živiny. Podíl stébel na celkovém výnosu sušiny bývá v rozpětí 30 – 50%.

Stéblo je zásobním orgánem, nese a zprostředkovává spojení listů s kořeny. Počet článků závisí na délce vegetačního období. Růstové vrcholy vznikají v paždí listů a jsou základem palic. Počet takto založených palic je od 1 do 12, avšak počet vytvořených palic je limitující klimatickými podmínkami. Stéblo je ukončené samčím květenstvím, latou (PETR A HÚSKA, 1997).

Listy

Listy kukuřice jsou protistojné. Listová čepel je široká s nápadným středním žebrem. Povrch je slabě ochlupacený. Listovou pochvou přisedá list ke stéblu. Počet listů je odrůdový znak a je rozdílný v závislosti na ranosti hybridů. Nejméně listů mají rané hybridy (8-10), nejvíce pozdní hybridy (až 24 i více) (*DIVIŠ A KOL., 2000*).

Z každého nadzemního uzlu vyrůstá list s paralelními žilami. Úplně vyvinutý list má listovou čepel, která vychází z listové pochvy. Listová pochva je poměrně hrubá a pevná. Obepíná článek nad uzlem, ze kterého vyrůstá (*ŠPALDON A KOL., 1982*).

List, jak uvádí *ŠANTRŮČEK a KOL. (2001)*, slouží k asimilaci a výparu vody. Tvorba listových základů končí vznikem samčího soukvětí. Listy začínají odumírat od spodní části. Podle postavení listové čepele k povrchu půdy rozeznáváme dva základní typy: typ planofilní – (horizontální) a erektofilní – (až vertikálně postavený list). Postavení listu má především význam při využití dopadajícího slunečního záření. Podíl listů na celkovém výnosu sušiny je v rozmezí 10 – 15%.

Květenství

Kukuřice patří mezi rostliny jednopohlavné a jednodomé. Samčí tyčinkovité květy tvoří klásky v latách. Samičí pestíkovité květy vytváří palice. Je to klas s hrubou hlavní osou, na které jsou zrna v řadách. Počet řad je obvykle od 8 do 18 (*DIVIŠ A KOL., 2000*).

Samčí, latnaté květenství vyrůstá na vrcholu stébla. Samičí květenství vytváří palici, vyrůstající z úžlabí listu. Na větenu palice bývá 400 – 1200 zrn soustředěných v 10 – 30 řadách. Palice je obalena listeny. Na jedné rostlině se vytvářejí nejčastěji jedna až dvě palice (*ŘÍMOVSKÝ A KOL., 1989*).

Prašníkové květenství je lata složená z dvoukvětých klásků. Pestíkové květenství je klas se zdužnatělou osou (větvenem), vyrůstající na krátkém násadci. Je sestavena z dvoukvětých klásků se zakrnělými pluchami, které jsou uspořádané párovitě v podélných řadách. Jen vrchní květ je plodný (*GRAMAN A ČURN, 1998*).

Lata začíná kvést od středu a uvolňování pylu trvá 4 – 5 dní. Schopnost opylování blizny je poměrně dlouhá, až 25 dnů při průměrné teplotě 17 – 20 °C, ale životnost pylu je velmi krátká (několik hodin). Doba opylování je závislá na teplotě a vlhkosti. Počátek kvetení samičího květenství bývá za normálních podmínek opožděn oproti počátku kvetení laty o 1 – 5 dnů. Konec kvetení laty a počátek kvetení palic se u jedné rostliny navzájem vždy překrývá a může dojít i v polních podmínkách k volnému opylování vlastním pylem (ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

2.2 Fenologické fáze kukuřice

Z hlediska praktického využití 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).

V rámci uvedených základních období je možné přesněji definovat růstové fáze pomocí stupnic zaznamenávajících momentální stav rostlin v porostu, důležitých pro určení optimálních termínů vhodných k agrotechnickým vstupům do porostů. V současné době převažují stupnice s desetinným kódem DC a BBCH (ZIMOLKA A KOL., 2008).

2.3 Tvorba výnosu kukuřice

Hlavními výnosovými prvky kukuřice jsou: počet rostlin na jednotku plochy, počet palic (klasů) na 1 rostlinu, počet zrn na rostlinu a hmotnost zrn (HTS).

Vysoká rychlost fotosyntézy je podstatným znakem vysoké produktivity kukuřice. To je dané účinným C4 typem fotosyntézy, stavbou chloroplastů, vysokým tepelným optimem, velmi nízkou fotorespirací, vysokou saturační hustotou ozáření, intenzivním průběhem fotosyntézy i při nižších koncentracích CO₂ ve vzduchu a dalšími vlastnostmi (DIVIŠ A KOL., 2000).

Výnos rostliny a porostu, jak uvádí PETR a KOL. (1980), se během ontogeneze tvoří v procesu fotosyntézy, růstu a vývoje. Pro dosažení vysokých výnosů je v praxi třeba uplatnit plně agrotechnický komplex a použít moderní vysoce výkonné hybridy.

Z praktického hlediska tvorba výnosu kukuřice je závislá na biologickém materiálu (hybridech), na organizaci porostu (počet rostlin na jednotce plochy), na

minerální výživě (hnojení), na vodním režimu, na ošetřování porostu, na půdě a na průběhu počasí. Interakce těchto faktorů je velmi významná (*DIVIŠ A KOL., 2000*).

3. Faktory uplatňující se při pěstování kukuřice

3.1 Abiotické faktory

Půda

Základem pěstování rostlin je půda, 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 (*IVANČIC, 1984*).

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*).

VRZAL a NOVÁK (1995) dodávají, nevhodné půdy jsou jen těžké a chladné půdy, neboť neumožňují včasné setí. Pozemky erozně ohrožené a v mrazových kotlinách jsou taktéž nevhodné.

Sluneční záření

Kukuřice je schopná světlo slunečního záření využívat velmi dobře. Na jeden ha půdy kukuřice vytváří 20.000 – 60.000 m² asimilační plochy. 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 – vyšší prostor, větší využití energie (*ŠANTRŮČEK A KOL., 2001*).

Teplota

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 A KOL., 1987*).

K průběhu životního cyklu kukuřice potřebuje od 1700 – 3120 °C tepelné sumy (ŠANTRŮČEK A KOL., 2001)

Teploty, jak píše VELICH a KOL (1994), nad 30 °C při nedostatku vláhy způsobují horší opylení kukuřice. Teploty pod 10 °C již narušují životní procesy a zastavuje se růst. Při dlouhotrvajícím chladném počasí se narušuje tvorba chlorofylu a rostliny začínají žloutnout.

Voda

Kukuřice má značné nároky na vodu. Vysoké výnosy můžeme zajistit jedině dobrým hospodařením s půdní vláhou (ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

Potřeba vody mladých rostlin je v květnu a červnu poměrně malá (20 až 30 mm za měsíc, protože v tomto období je růst pomalý. Při malých srážkách kořeny pronikají hlouběji do půdy a rostliny mohou nepříznivé období sucha lépe překonat (ŠPALDON A KOL., 1982).

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

3.2 Biotické faktory

Škůdci a původci chorob

Nejvýznamnějším škůdcem, kterým je plocha kukuřice napadena, je zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*), který způsobuje ztráty na výnosech v průměru 10-20%. Vedle přímých ztrát dochází vlivem poškození palic také ke snižování kvality produktu, především v oblasti zvýšeného napadení fytopatogenními houbami z rodu *Fusarium* a následnou kumulací mykotoxinů (PRUGAR A KOL., 2008).

Dalším významným škůdcem posledních let je bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*). U nás byl poprvé zjištěn v roce 2002 a od toho roku se postupně šíří do všech oblastí našeho státu (ROTREKL A KOLAŘÍK, 2014). Rostliny poškozené žírem larev jsou náchylné k poléhání nebo vyvrácení. Snaží se opět vztyčit vegetační vrchol, a proto dochází k deformacím ve tvaru „husího krku“

(ZIMOLKA A KOL., 2008). Prevence, proti porušení kořene larvami bázlivce kukuřičného a s tím související ztráty na výnosech, může být provedena za pomoci půdních insekticidů (TINSLEY A KOL., 2015)

Mezi ostatní významné patogeny, jak udává PRUGAR a KOL (2008), jsou původce sněti kukuřičné (*Ustilago maydis*) a z virových patogenů především virus zakrslé mozaiky kukuřice, MDMV (Maize Dwarf Mosaic Virus).

Sinice a zelené řasy, jak ukazují nejnovější publikace, mohou hrát důležitou roli v symbióze s ostatními organismy a produkovat aktivní sloučeniny, které inhibují růst patogenních bakterií a plísní (GRZESIK A ROMANOWSKA-DUDA, 2014)

4. Volba hybridů

Správná volba hybridu, který může ovlivnit výnos až ze 30%, patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. 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.

V podmínkách ČR je výnosový potenciál velmi silně limitován povětrnostními podmínkami ročníku, zvláště dostatkem tepla a vláhly v kritických obdobích vývoje (metání lat, květ blizen, nalévání zrna). Z těchto důvodů bývá jistota a úroveň výnosu při typickém průběhu ročníku vyšší zejména u hybridů rannějších, které nebývají tolik postihovány letními přísuškami a snáze dosahují požadovaného stupně zralosti (DIVIŠ A KOL., 1992).

4.1 Trendy ve šlechtění

Šlechtitelské firmy se zaměřují vedle vysokého výnosového potenciálu zrna na toleranci ke stresům a přizpůsobivost 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 (*PRUGARA A KOL., 2008*).

Důležitým cílem ve šlechtění je nejen adaptabilita, tj. výnos v mnoha prostředích, ale i odolnost vůči fuzáriím, které produkují mykotoxiny [1].

Podíl zrn se postupně přibližuje k biologickému maximu, a proto byly hledány jiné zdroje zvyšování obsahu energie. Velký podíl energie je deponován ve vláknině. Její uvolnění je umožněno zvyšováním stravitelnosti NDF, což je v oblasti řešení nutriční hodnoty silážních hybridů v současné době jeden ze stěžejních šlechtitelských cílů (*OWENS, 2005*).

V některých fázích šlechtění využívají světové osivářské firmy integrovaný systém a získávají z něj informace. Následně analyzují dosažené údaje, aby předpověděli a vybrali nejlepší populace, které budou sloužit jako zdroj rodičovských linií. Konečným cílem bývá zvýšení úrody, stabilně vysoká úrodnost, jistota úrody a snížení nákladů na pěstování (*BUŠO A KOL., 2014*).

DIVIŠ (1992) udává, že 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.

4.2 Hodnocení ranosti hybridů

Číslo ranosti FAO

Výběr hybridu patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. Číslo ranosti FAO určuje délku vegetační doby hybridu. Rozdíl o 10 č. FAO znamená rozdíl ve zralosti o 1-2 dny, případně 1-2 % sušiny v době dozrávání. Na větších plochách je vhodné používat dva, případně tři hybridy s různým číslem ranosti. To umožňuje rozložení sklizňové špičky, dosažení jistějších výnosů kvalitní silážní hmoty a při větší ploše sklizeň kukuřice v optimální zralosti (*ŠANTRŮČEK A KOL., 2001*).

Číslo FAO je vypočítáno 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

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.

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 A KOL., 2008).

Suma efektivních teplot

Stanovení ranosti FAO vlivem využívání rozdílné skupiny standardních hybridů je poměrně nepřesné, a proto se ve světě začínají prosazovat metody využívající pro stanovení ranosti sumaci teplot (ZIMOLKA A KOL., 2008).

ŠANTRŮČEK a KOL (1995) tvrdí, pro dosažení vysokého výnosu hmoty mají největší význam teploty koncem června, v červenci a začátkem srpna. Pro nasazení dostatečného počtu palic a jejich vývin jsou důležité teploty v srpnu a počátkem září. Nároky na celkovou sumu teplot jsou v rozmezí 1700 – 3200 °C.

Na základě znalosti fyziologie rostlin jsou k určení průběhu zralosti a stanovení ranosti vyvíjeny různé koncepty. U evropských šlechtitelů se osvědčuje francouzský koncept sumy efektivních teplot. Průměr denních teplot se počítá jako střed minima a maxima denní teploty. Dny, jejichž polední teplota leží pod hranicí 6 °C, budou brány jako 0, a dny, jejichž denní teplota je přes 30 °C, budou brány ve výpočtu sumy denních teplot jako 30. Hraniční hodnota je základem myšlenky, že s teplotou pod 6 °C není růst kukuřice možný a že teploty přesahující 30 °C již také nejsou efektivně využívány k asimilaci. Každý hybrid má stejnou sumu efektivních teplot pro dosažení jednotlivých fází vývoje v různých zeměpisných podmínkách.

V České republice díky prolínání kontinentálního a přímořského klimatu dochází v jednotlivých letech k výrazným rozdílům v sumaci teplot. Využívání sumy efektivních teplot pro hodnocení ranosti jednotlivých hybridů se jeví jako podstatně přesnější než používání čísla FAO (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Tab. č. 1: Hodnocení hybridů podle čísla FAO a sumy teplot

Skupina ranosti	Číslo FAO	Průměrná denní t °C	Suma t °C při pěstování na		Vhodnost polohy pro pěstování
			zrno	siláž	
			1. 5. – 30. 9.		
Vel.raná	150-199	13,5-14,4	2070-2210	1700-1950	Nepříznivá
Raná	200-249	14,5-15,4	2210-2370	1950-2200	Mezní
Poloraná	250-299	15,5-16,4	2370-2520	2200-2500	Střední
Polopozdní	300-340	16,5-17,4	2520-2670	2500-2800	Příznivá
Pozdní	Nad 350	nad 17,5	nad 2670	2800-3200	Vel. přízn.

(Zdroj: VRZAL A KOL., 1995)

4.3 Typy hybridů

Výsledkem šlechtitelské práce je řada rozdílných typů hybridů lišících se anatomicou stavbou a fyziologickými vlastnostmi (PRUGAR A KOL., 2008).

1. Stay green hybridy

Vyznačují se dlouho zelenými rostlinami, které zůstávají fotosynteticky aktivní až do sklizňové zralosti. Jejich předností je kontinuální tvorba škrobu, vyšší výnos zrna, odolnost vůči houbovým chorobám či delší časový úsek pro sklizeň. Tyto hybridy jsou vhodné pro pěstování v oblastech s delším vegetačním obdobím [2].

PRUGAR a KOL. (2008) doplňuje, že v chladných a vlhkých oblastech hrozí nebezpečí, že v termínu sklizně nedosáhnou požadované sklizňové sušiny v rozmezí 33-35 %.

2. Rychle dozrávající hybridy

Rostliny z této skupiny se vyznačují rychlým nárůstem sušiny a velmi častým zasycháním zbytku rostliny. Obsah škrobu v zrnu se zpočátku navyšuje velmi rychle, později dochází ke zpomalení nárůstu. Tyto hybridy jsou méně odolné vůči houbovým chorobám. Vhodné jsou pro pěstování v chladnějších a vlhčích oblastech [2].

3. Heliotropní hybridy

Mají vzpřímeně postavené listy. To umožňuje lepší osvětlení spodních listových pater a tím intenzivnější asimilaci. Závislost výše výnosu na postavení listů není přímo úměrná, protože struktura výnosu je dána komplexem faktorů a změna jednoho z nich nemusí znamenat změnu celkovou (SÁCKÁ, 2002).

4. Hybridy 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 nebo počtem rostlin na jednotce plochy. Nepříznivé podmínky však mohou způsobit snížení hmotnosti zrna [2].

5. Hybridy s flexibilním počtem zrn v palici

Při optimálních podmínkách je palice ozrněna až do její špičky. Za nepříznivých okolností (nedostatek živin, vody, zaplevelení aj.) se palice zkracuje a ve špičce se nevytvoří zrna. Výnos závisí především na intenzitě pěstování [2].

V minulosti pro novošlechtění odrůd kukuřice sloužily krajové odrůdy. Výrazný pokrok nastal při zavedení metod heterózního šlechtění, přičemž kukuřice se stala modelovou plodinou. Další vývoj znamenalo objevení vhodných zdrojů a typů pylové sterility. Postupem času se vyvinuly metody šlechtění linií a hodnocení jejich obecné a speciální kombinační schopnosti. V současnosti je dominantní tvorba víceliniových hybridů a geneticky modifikovaných materiálů (PRUGAR A KOL., 2008).

4.4 GM kukuřice

Geneticky modifikované („GM“) neboli transgenní rostliny jsou takové rostliny, u kterých byl změněn dědičný materiál pomocí genového inženýrství. GM rostliny se vyznačují různými specifickými vlastnostmi, mezi které zejména patří odolnost vůči škůdcům nebo tolerance k neselektivním herbicidům. Nově získané vlastnosti mají obecně přinášet přímé výhody především pro pěstitele [3].

Zkušenosti ČR s GM kukuřicí v rámci EU lze označit za velmi pokročilé. V ČR (resp. EU) se může pěstovat pouze GM kukuřice typu MON810 odolná vůči zavíječi kukuřičnému, nazývána též Bt kukuřice, u nás se pěstuje od roku 2005.

Bt kukuřice obsahuje gen zodpovědný za produkci příslušného typu Bt toxinu. Výsledkem je, že pokud se housenky zavíječe kukuřičného budou živit Bt kukuřicí, naruší jim toxin zažívací trakt a housenka zahyne.

Výhody spatřují pěstitelé zejména v její užité jednoduchosti a spolehlivosti ochrany proti zavíječi, ve snížených vstupech do porostů (méně chemie a mechanizačních pojezdů na poli) a v kvalitní sklizni (nepolámané, nepolehlé rostliny).

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 (dražší osivo) 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 (STRATILOVÁ, 2012).

Zatímco ve světě každoročně podíl ploch GM plodin roste, v EU spíše klesá. Evropskou unii na viditelném místě světových statistik udržuje pouze Španělsko, které je se svými 137 tis. ha za rok 2013 největším pěstitelům 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 KRŽÍSTKOVÁ, 2014).

Nejhojněji, jak říká KRŽÍSTKOVÁ (2009), je Bt kukuřice zastoupena v Jihomoravském a Středočeském kraji, kde je také významný výskyt zavíječe kukuřičného. Naopak jen velmi výjimečně se pěstuje v Libereckém a Karlovarském kraji

Tab. č. 2: Vývoj ploch GM kukuřice v EU v ha

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Španělsko	53200	53670	75150	79270	76060	76580	97330	116310	136960
ČR	150	1290	5000	8380	6480	4680	5090	3050	2560
Rumunsko	0	0	350	7150	3240	820	590	220	830
Portugalsko	780	1250	4500	4850	5090	4870	7720	9280	8170
Polsko	0	100	320	3000	3000	3000	3900	4000	0
Slovensko	0	30	900	1900	880	1250	760	190	100
Francie	500	5000	21150	0	0	0	0	0	0
Německo	340	950	2690	3170	0	0	0	0	0
Celkem	54970	62290	110060	107720	94750	91200	115390	133050	148620

(Zdroj: MZe ČR, 2015)

5. Změny osevních ploch a výnosů

Po roce 1990 v České republice došlo v zemědělství k řadě změn, které mimo jiné vedly i k přechodnému snížení osevních ploch. Důvod tohoto počínání byl nedostatek financí na nákup kvalitních osiv, průmyslových hnojiv, prostředků na ochranu rostlin a v neposlední řadě i nedostatek moderní výkonné techniky. Důsledkem toho pěstitelé podstatně omezili dávky průmyslových hnojiv a aplikaci pesticidů, a tím došlo k poklesu výnosů (*PRUGAR A KOL., 2008*).

V posledních letech dochází k rozšiřování ploch kukuřice. Přispívá tomu skutečnost, že některé subjekty, které provozují bioplynové stanice, si u nich zvolily moc velké výkony. Následkem tohoto rozhodnutí dochází k tomu, že není v jejich silách vyprodukovat dostatek krmiva (siláže) na svých plochách. Proto musí neúměrně rozšiřovat plochy pěstované kukuřice nebo nakupovat značné množství siláže od sousedních pěstitelů (*PROKEŠ A ZEMAN, 2015*).

5.1 Kukuřice na zeleno a na siláž

Po určitém propadu dochází znovu k nárůstu pěstitelských ploch, ale s částečně pozměněným využitím. V letech největšího rozšíření kukuřice se převážně jednalo o pěstování kukuřice na siláž při nižší sušině a kukuřici 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. Odstoupení od tohoto způsobu pěstování zapříčinila vysoká cena hybridů kukuřice, vysoké náklady na přípravu a zakládání porostů, nízká kvalita sklizené hmoty a hlavně přechod farmářů na krmnou dávku založenou na konzervovaném krmivu v průběhu celého roku. Hlavními technologiemi jsou nyní takové způsoby, kde získáváme vysokou koncentraci energie v sklizené hmotě (*ŠANTRŮČEK A KOL., 2001*).

Tab. č. 3: 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	100,0%	27,62	100,0%
1991	344 381	90,3%	36,28	131,4%
1992	326 609	85,6%	26,58	96,2%
1993	302 764	79,4%	36,83	133,3%
1994	272 339	71,4%	25,95	94,0%
1995	284 952	74,7%	28,68	103,8%
1996	304 129	79,7%	32,18	116,5%
1997	269 213	70,6%	32,90	119,1%
1998	244 579	64,1%	34,56	125,1%
1999	248 050	65,0%	32,52	117,7%
2000	232 406	60,9%	33,13	119,9%
2001	216 823	56,8%	32,81	118,8%
2002	218 696	57,3%	32,39	117,3%
2003	202 680	53,1%	27,55	99,7%
2004	215 645	56,5%	30,26	109,6%
2005	210 565	55,2%	35,69	129,2%
2006	190 600	50,0%	32,66	118,2%
2007	180 481	47,3%	34,41	124,6%
2008	179 777	47,1%	35,33	127,9%
2009	179 663	47,1%	38,15	138,1%
2010	181 939	47,7%	33,04	119,6%
2011	197 579	51,8%	41,79	151,3%
2012	214 876	56,3%	40,60	147,0%
2013	233 815	61,3%	32,66	118,2%

(Zdroj: ČSÚ, 2015)

Vývoj ploch kukuřice na siláž a na zeleno dlouhodobě korespondoval s vývojem stavů skotu. Nejvíce skotu se u nás chovalo v 80. letech, v těchto letech bylo také dosaženo v průměru největší plochy kukuřice na siláž a na zeleno. Na minimum klesla plocha v roce 2009. V posledních letech dochází k opětovnému růstu ploch. Důvodem je využití výnosově silné kukuřice pro nepotravinářské účely, zejména na výrobu bioplynu [4].

5.2 Kukuřice na zrno

Význam kukuřice pěstované pro použití na zrno u nás v posledních letech výrazně stoupá, jak ukazuje tabulka č. 4. Skutečná plocha je ovšem větší. Ve statistice není zahrnuta plocha kukuřice, která se sklídí na zrno v letech, kdy je vysoký výnos silážní hmoty. Další vliv na nárůst ploch kukuřice pěstované na zrno

má zavádění nových vysoce výkonných hybridů kukuřice s velmi rychlým uvolňováním vody ze zrna a postupné oteplování planety s příchodem teplejších ročníků umožňujících nižší náklady na sušení.

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 (*ZIMOLKA A KOL., 2008*).

Tab. č. 4: Osevní plochy a výnosy kukuřice na zrno v jednotlivých letech

rok	plocha osevu (ha)	% ploch osevů	výnos (t/ha)	% výnosu
1990	44 941	100,0%	2,19	100,0%
1991	34 865	77,6%	4,31	196,8%
1992	33 434	74,4%	3,40	155,3%
1993	29 656	66,0%	4,87	222,4%
1994	29 930	66,6%	3,39	154,8%
1995	27 315	60,8%	4,28	195,4%
1996	29 877	66,5%	5,09	232,4%
1997	34 985	77,8%	6,92	316,0%
1998	29 185	64,9%	6,09	278,1%
1999	33 036	73,5%	6,60	301,4%
2000	39 317	87,5%	6,43	293,6%
2001	54 295	120,8%	6,60	301,4%
2002	70 569	157,0%	8,73	399,1%
2003	78 040	173,6%	5,58	254,8%
2004	87 821	195,4%	6,13	279,9%
2005	79 981	178,0%	7,17	327,4%
2006	84 900	188,9%	6,75	308,2%
2007	93 065	207,1%	6,80	310,5%
2008	107 899	240,1%	7,54	344,3%
2009	91 610	203,8%	8,45	385,8%
2010	99 945	222,4%	6,71	306,4%
2011	109 651	244,0%	8,79	401,4%
2012	109 565	243,8%	7,78	355,3%
2013	96 902	215,6%	6,97	318,3%

(Zdroj: ČSÚ, 2015)

Rozsáhlé změny ve výrobě kukuřice na zrno v minulých letech, které posunuly ČR z role silného dovozce až na současnou pozici vývozce této komodity, ovlivnily výrazně tendence našeho zahraničního obchodu. V souladu se zajištěním většiny domácích potřeb produkcí z tuzemské provenience v posledních letech se dovoz kukuřice ze zahraničí udržuje na přijatelné hranici, která je nezbytná pro zajištění specifických potřeb tuzemských zpracovatelů. Jedná se především o kukuřice na výrobu potravin či pro osevní účely [5].

Výnosy kukuřice na zrno se v posledních dvaceti čtyř letech podle čtyřletých průměrů zvýšily. Roční výnosy v průměru let 2010 – 2013 přesáhly 7,6 t/ha a oproti průměru z let 1990 – 1993 se tak zvýšily o 104,8 % [11].

6. Agrotechnika a její změny

6.1 Zařazení do osevního postupu

Kukuřice je obilnina, která má svými požadavky na agrotechniku a hnojení charakter okopaniny. Nejvhodnějšími předplodinami jsou plodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Luxusními předplodinami jsou jeteloviny a luskoviny, které obohacují půdu o dusík a zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Okopaniny hnojené chlévským hnojem jsou také výbornými předplodinami (ZIMOLKA A KOL., 2008).

V posledních letech je nejčastěji zařazována v osevním postupu mezi dvě obilniny, kde plní úlohu přerušovače obilních sledů. V tomto případě se považuje za nejlepší předplodinu pšenice ozimá. Po okopaninách a víceletých pícninách je zařazována v menším rozsahu (HŮLA A KOL., 2008).

PROKEŠ a ZEMAN (2015) konstatují, že s utlumením živočišné výroby nelze dodržovat tradiční, časem odzkoušené osevní postupy. Střídání plodin se urychluje a osevní postup se zužuje.

Při současných tržně orientovaných osevních sledech s vysokým podílem obilnin a olejnin se často uplatňuje opakované pěstování kukuřice po kukuřici. Běžně se můžeme setkat s dvou až tříletým monokulturním pěstováním (ZIMOLKA A KOL., 2008).

HŮLA a KOL. (2008) ale upozorňují, že při delším pěstování kukuřice po sobě se více rozšiřují nebezpečné plevele (pcháč oset, ježatka kuří noha atd.) a také významní škůdci kukuřice (zavíječ kukuřičný, bázlivec kukuřičný).

6.2 Příprava půdy

Systém zpracování půdy a zakládání porostů je důležitou složkou pěstebních technologií 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).

Tradiční zpracování půdy

Kukuřice vyžaduje hluboko zpracovanou půdu, aby se mohl plně rozvinout její mohutný kořenový systém a tím se vytvořily příznivé podmínky pro příjem vody a živin. Z tohoto důvodu se doporučuje na podzim provádět podrývání, které se v posledních letech začalo hojně využívat (DIVIŠ A LONGAUEROVÁ, 1993; ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

Bez podrývání je vhodné zařazení podmínky, která má plevelohubný účinek a šetří vláhu. Provádíme jí co nejdříve po sklizni talířovými nebo radličkovými podmiťáči. Následně se provede orba do hloubky 0,22 – 0,25 m. Orbou se zapraví chlévský hnůj, zelené hnojení, případně organické zbytky předplodiny. Kvalitní orba by měla vytvořit podmínky pro minimální vstupy na pozemek v jarním období. V sušších oblastech se proto doporučuje urovnání hrubé brázdy již na podzim (DIVIŠ A LONGAUEROVÁ, 1993; ZIMOLKA A KOL, 2008).

Jarní příprava půdy se zahajuje ihned, jakmile to půdní podmínky dovolí. Snažíme se ale omezit vstupy na pozemek na minimum a maximálně šetřit půdní vodou. Využívá se dělená příprava, která v první fázi zajistí urovnání a nakypření povrchu půdy, ve druhé fázi pak přípravu set'ového lůžka (ZIMOLKA A KOL, 2008).

V minulosti se k urovnání a nakypření porostu používaly smyky, těm se v posledních letech snažíme vyvarovat. Nahradily je kombinátory (kompaktory). Snažíme se půdu neutužit a nepřerušit, prokypřit jen na hloubku setí, nenarušit půdní kapilaritu a přirozenou výměnu (SVOBODA, 2004).

Tradiční technologie zpracování půdy s orbou jsou u nás prověřeny dlouholetou praxí. Mezi hlavní výhody patří rychlé prohřívání půdy, nakypření dostatečné vrstvy ornice, snížení nákladů na chemickou ochranu, hlubší a rovnoměrné zapravení posklizňových zbytků. Nevýhodou je především vysoká pracovní a energetická náročnost (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Minimalizační technologie zpracování půdy

V minimalizační technologii zpracování půdy jde o různé formy mělkého zpracování půdy, náhrady orby kypřením, výsevy plodin do povrchově zpracované a do nezpracované půdy, výsevy plodin do vymrzajících nebo přezimujících meziplodin, zpracování půdy ve výsevních pásech, výsevy plodin do hrůbku atd (PROCHÁZKOVÁ A KOL., 2011).

Rozvoj minimalizačních systémů zpracování půdy v současné době je dán požadavky platné legislativy cross compliance, konkrétně pravidly GAEC, na dostatečné pokrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky na svažitých pozemcích v erozně ohrožených oblastech. Důležitým faktem pro rozvoj minimalizačních systémů v poslední době, bylo zjištění nevýrazné výnosové reakce většiny plodin na hloubku a intenzitu zpracování půdy a také fakt, že při tradičním zpracování půdy s orbou, se v průměru spotřebovává 35% pohonných hmot z jejich celkové spotřeby v rostlinné výrobě. Proto je v současné době snaha zemědělských podniků redukovat intenzitu zpracování půdy (SMUTNÝ A KOL., 2014).

Největší rozvoj a rozšiřování minimalizačních technologií nastal v posledních dvaceti letech. Především v souvislosti s vývojem a dostupností kvalitní techniky, které je na trhu široká nabídka (PROCHÁZKOVÁ A KOL., 2011).

Problémem při používání minimalizačních technologií u kukuřice, jak píše ZIMOLKA a KOL. (2008), může být nedostatečné prohřívání půdy v chladnějším jarním období (v době setí a v počátečních fázích vývoje). To může oddálit termín výsevu, zpomalit vzcházení a počáteční růst. Problémy možného poklesu výnosů kukuřice při aplikaci minimalizačních technologií v chladnějších podmínkách a na

těžších půdách lze do určité míry regulovat používáním hlubšího kypření půdy na podzim.

KAZDA a KOL., (2010) dodává, že při zpracování půdy minimalizačními technologiemi jsou značné problémy se zapravením posklizňových zbytků do půdy. Někdy není půda ani vidět pod „zoranou“ slámou kukuřice a nerozložené zbytky přetrvávají na půdě i dva roky. Tyto nerozložené části jsou pak ideálním místem pro přezimování hub a hmyzu a jsou příčinou silného rozšíření škodlivých organismů v posledních letech.

6.3 Setí

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 (*HŮLA A KOL., 2008; ZIMOLKA A KOL., 2008*).

Počty rostlin na ha jsou dány výsevními jednotkami (VJ) podle hybridu, na 1 ha se pohybuje od 60 do 100 tisíc jedinců. Vzdálenost řádků je dána používanou mechanizací při sklizni, obvykle se jedná o vzdálenost řádků 0,70-0,75 m. Při pěstování kukuřice na siláž, je možné volit i vzdálenost řádku 0,50 m (*ŠANTRŮČEK A KOL., 2001; DIVIŠ A KOL., 2010*).

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, do 9 cm, kdy se seje zejména při horších vlhkostních poměrech (*VRZAL A KOL., 1995; ZIMOLKA A KOL., 2008*).

V současné době se zkouší řada způsobů zakládání porostů s různou meziřádkovou vzdáleností. Jeden ze způsobů 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. úzkořádky, 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 jsou u zrnové kukuřice. Zde je limitována sklizeň, protože u běžně používaných sklizňových adaptérů vznikají velké ztráty, jelikož nejsou přizpůsobeny na různou meziřádkovou vzdálenost [6].

ZIMOLKA a KOL. (2008) uvádí, kromě zakládání porostů kukuřice po tradičním zpracování půdy se v současné době stále častěji setkáváme s technologiemi založenými na částečném zpracování či setí do půdy nezpracované.

Setí do nezpracované půdy

Pozemek se po sklizni předplodiny ponechá ve strništi bez kultivace. Tuto metodu je vhodné použít na lehkých písčitých a hlinitopísčitých půdách, kde nehrozí riziko zhutnění. Není vhodná na těžké, jílovité a studené půdy, které se na jaře velice pomalu prohřívají a u nichž hrozí špatné uložení a zasypání osiva kyprou vrstvou půdy při setí (SÁCKÁ, 2002).

Setí do mělce zpracované půdy

Pozemek po sklizni předplodiny zpodmítáme diskovým nebo radličkovým podmítačem a v tomto stavu jej necháme přes zimu. Mělké zpracování půdy přeruší kapilaritu a umožní vzejití výdrolu plevelů. Musíme počítat s tím, že přezimující plevelé a výdrol ozimů musíme na jaře zničit totálním herbicidem (SÁCKÁ, 2002).

Setí do mulče

Pozemek po sklizni meziplodiny zpodmítáme a do podmítky vysejeme strništní meziplodinu – můžeme zvolit hořčici, svazenku, řepici atd. Při využití strništní meziplodiny je vhodné před podmínkou aplikovat kejdu.

Vymrzající meziplodiny v zimním období zničí mráz, kdežto při využití nevymrzajících meziplodin (ředkev olejná, řepice, žito svatojánské) musíme počítat s aplikací totálních herbicidů (SÁCKÁ, 2002).

Technologie strip tillage

Tato technologie je hojně využívána v USA a Kanadě. V posledních deseti letech je tento systém intenzivně ověřován i v podmínkách evropského zemědělství. Technologie strip tillage představuje cílené zpracování půdy v pásech a následného

přesného setí do těchto pásů. Tato technologie vyžaduje použití GPS navigace. Na podzim je potřeba příprava úzkých pásů půdy, do kterých bude na jaře uloženo osivo přesným secím strojem s možností přihnojení pevnými hnojivy. GPS navigace je nutná, aby osivo bylo uloženo přesně do středu pásu. Pozitiva této technologie spočívají v lepším hospodaření s vodou a úsporou nákladů ve zpracování půdy (BRANTA KOL., 2014).

6.4 Hnojení

Kukuřice v porovnání s ostatními zemědělskými plodinami vykazuje určité odlišnosti v požadavcích a v reakci na hnojení. To je způsobeno především skutečností, že kukuřice náleží do skupiny s fotosyntetickým cyklem C4, díky tomu kukuřice velmi dobře využívá sluneční energii (PRUGAR A KOL., 2008).

Pro kukuřici, jak zmiňuje 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.

V posledních deseti letech došlo k rozvoji zeleného hnojení (pěstování meziplodin). Jedná se o zařazení meziplodin do osevního postupu. Meziplodiny se dělí na vymrzající a ozimé. Vymrzající meziplodiny jsou svazenka vratičolistá či hořčice bílá. Mezi ozimé řadíme žito trsnaté, ředkev, jílek atd. Hlavní přínos zeleného hnojení je v biologické sorpci přístupných živin v půdě a jejich ochraně před vyplavením a dále pak v zabránění rychlému odtoku dešťových srážek z pozemků se zvýšenou schopností zadržení vody v půdě. Tohoto efektu dosáhneme jen u dobře zapojených a dostatečně narostlých porostů meziplodin = včas vysetých! Následně zaoraná či jinak zapravená biomasa meziplodin pomáhá s bilancí organických látek, které vstupují do půdy a upravují půdní strukturu a zároveň pak uvolňují živiny v procesu mineralizace (PROKEŠ A ZEMAN, 2015).

Hnojení kukuřice pod patu se v posledních letech hojně využívá. Toto řešení pěstitelé využívají kvůli nedostatečné úrovni hnojení fosforem. Při nižším obsahu fosforu v půdních vrstvách se omezuje tvorba kořenového systému. Nízké teploty v období vzcházení a počátečního růstu kukuřice vedou k jeho sníženému příjmu. Hnojením pod patu dodáme rostlině nezbytný fosfor a zajistíme tak rozvoj

kořenového systému. Při tomto způsobu hnojení se jedná o lokální aplikaci hnojiva. Hnojivo se zapravuje současně se setím přibližně o 3 až 4 cm hlouběji než osivo [7].

ZIMOLKA a KOL. (2008) konstatuje, že kejda a digestát v posledních letech našli své uplatnění při hnojení silážní kukuřice pro výrobu bioplynu. Jejich aplikace hadicovými aplikátory v porostu kukuřice od 50 do 100 cm zvýší produkci hmoty a sníží obsah celulózy.

Digestát je hnojivo, ze zemědělských bioplynových stanic, které se svým složením a účinky spíše blíží kombinovaným minerálním hnojivům. Aplikací na zemědělskou půdu podle zásad správné zemědělské praxe digestát dosahuje požadovaný účinek z pohledu harmonické výživy a z pohledu úrovně a kvality výnosu polních plodin. Digestát je zdrojem živin, které mohou napomoci produkční účinnosti půd v podmínkách setrvalého zemědělství (*PROKEŠ A ZEMAN, 2015*).

6.5 Ošetření během vegetace

Kukuřice má zejména v počátečních fázích růstu velmi slabou konkurenční schopnost vůči plevelům. Vzhledem k tomu, že se pěstuje v širokých řádcích, trvá poměrně dlouhou dobu, než dojde k zapojení porostu. Teprve poté jsou rostliny schopné konkurovat vzcházejícím plevelům.

V posledních letech působí v teplejších oblastech našeho státu velké problémy durman obecný. Vzhledem k tomu, že je schopen klíčit při vyšších teplotách, se posouvá termín jeho klíčení až do léta, je také velmi obtížná jeho mechanická, ale i chemická regulace. Jedná se o druh, který velmi rychle tvoří velké množství biomasy, která může být na podzim až v poměru 1:1 s biomasou kukuřice. Celá rostlina durmanu je jedovatá a proto může znehodnocovat silážní kukuřici, která je pak nezkrmitelná. Takto zaplevelený porost se sklídí na zrno (*SMUTNÝ, 2012*).

Základem ošetření během vegetace je především meziřádková kultivace. Nejčastěji jsou používány pasivní či aktivní plečky. Úspěšnost mechanické regulace plevelů se pohybuje kolem 80 %, avšak je velmi závislá na průběhu počasí. V případě, že se vyskytne vlhké počasí bezprostředně po vláčení či plečkování, vytažené plevele neuschnou, ale začnou znovu růst.

Chemická regulace plevelů je velmi rozšířenou metodou. V současné době je do kukuřice v ČR registrován dostatečný počet herbicidů, který pokrývá téměř celé

druhové spektrum plevelů běžně se v kukuřici vyskytujících. V posledních letech poměrně dynamický vývoj nových herbicidů do kukuřice vytváří stále větší prostor pro využití postemergentního ošetření. Plevely lze velmi spolehlivě hubit až do fáze zhruba 6. listu kukuřice. Po vytvoření 6. listu začíná diferenciací vzrostného vrcholu a každá aplikace herbicidů v té době a později může negativně ovlivnit další růst a vývoj kukuřice (ZIMOLKA A KOL., 2008).

6.6 Sklizeň

Sklizeň kukuřice má několik variant, které se dělí v závislosti podle užitkového směru na sklizeň celých rostlin - siláž, sklizeň samotných palic bez listenů - CCM, s listeny - LKS a sklizeň čistého zrna (DIVIŠ A KOL., 2010).

Sklizeň kukuřice na zrno nastává až po dosažení fyziologické zralosti, která nastává, když obsah sušiny v zrně dosáhne 65 – 68 %. Zrno je tvrdé a lesklé a na bázi má načervenalou vrstvu, která signalizuje konec ukládání živin. Sklizeň se provádí kombajny určenými pro sklizeň kukuřice (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Sklizeň systémem CCM se provádí v době, kdy je největší podíl škrobu transformován do palic a jen nepodstatný díl zůstává ve zbytku rostliny. Při sklizni systémem CCM se sklízí pošrotované směs palic s větveny bez listenů. Po sklizni je zrno a větveno šrotováno a silážováno. Sklizeň se provádí sklízecí mlátičkou vybavenou adaptérem na odlamování palic (KŘÍŽEK A BERKA, 1999; ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

Sklizeň systémem LKS se provádí ve stejné době, jako při sklizni systémem CCM. Při systému LKS se sklízí hrubě pošrotované olistěné palice včetně větene. Pro sklizeň se používá sklízecí řezačka s adaptérem pro odlamování palic (ZIMOLKA A KOL., 2008). Tato technologie se v posledních letech velmi rozšířila. V české terminologii je nazývána SDKPL, neboli silážovaná drť kukuřičných palic s listeny, jak uvádí KŘÍŽEK a BERKA (1999).

Nejvhodnější termín sklizně kukuřice na siláž je v mléčně voskové zralosti. V této fázi kukuřice poskytuje vysoký výnos sušiny s podílem palic 45 – 55 %. Porost silážní kukuřice se sklízí sklízecími řezačkami, které porost nařezou na požadovanou délku řezanky. Délka řezanky se ale musí řídit zásadou, že čím je nižší sušina, délka řezanky může být větší, např. při sušině 27 % by délka řezanky měla

být 20 – 25 mm. Pro lepší využití zrna je nutné využití drtícího ústrojí (corn cracker), skládající se ze dvou jemně rýhovaných válců, které se proti sobě otáčejí různou obvodovou rychlostí. Výsledkem je narušené zrna. Takto narušené zrna je pak lépe stravitelné v zažívacím traktu skotu (VRZAL A KOL., 1995; ZIMOLKA A KOL., 2008).

Největší změny ve sklizni kukuřice, jak uvádí ŠŤASTNÝ (1997); KROUPA a KOL. (1998), proběhly v zemědělské mechanizaci. V posledních letech dochází k zavádění výkonnějších sklízecích mlátiček a řezaček, které mají vyšší pojezdovou rychlost, zvýšenou kapacitu zásobníku a větší záběry, což umožňuje rychlejší provedení pracovní operace s menším množstvím pojezdů po poli a tím i snížení nepříznivého vlivu na půdu. V posledních letech se také začal využívat systém GPS (globální polohový systém), který určuje polohu stroje spolu s měřením výnosu.

7. Integrovaná ochrana rostlin

Integrovaná ochrana rostlin je systém hospodaření, který využívá všech ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelných metod k udržení škodlivých organismů pod hladinou škodlivosti, přičemž se záměrně upřednostňuje využití přirozených regulačních faktorů. Používáme všech dostupných způsobů ochrany směřující k lepší kondici rostlin (ROTREK, 2000).

Během vývoje prošla ochrana rostlin proti patogenům a škůdcům několika etapami, především po objevu chemických prostředků. V prvních fázích byly používány nekontrolovatelně a často bez ohledu na ekologická rizika, což vedlo k zamoření životního prostředí rezidui pesticidů (např. DDT, HCH). Chemická ochrana byla potom používána cíleně až po zjištění určitého stupně výskytu škůdce nebo patogena s cílem snížit jejich hustotu pod hranici hospodářské škodlivosti, ale stále byl na ni kladen největší důraz (HRUDOVA A KOL., 2009).

7.1 Zásady integrované ochrany rostlin

V současné době jsou využívány zásady integrované ochrany rostlin, což je soubor vzájemně se doplňujících agrotechnických, biologických, chemických, fyzikálních a preventivních metod bez nežádoucích vedlejších negativních dopadů na

životní prostředí. Nemalou roli hraje také ekonomické hledisko, proto se stanovuje u jednotlivých patogenů a škůdců ekonomický práh škodlivosti, což je hladina intenzity choroby výskytu škůdce, při které je pokles hodnoty produkce větší než náklady vynaložené na ochranná opatření. Pro stanovení těchto prahů je nutné znát dopad choroby a poškození škůdcem, náklady na ochranu (cena pesticidu a práce) a mít k dispozici účinné monitorovací, signalizační a prognostické metody. U hmyzích škůdců bývá ekonomický práh škodlivosti vyjádřen kritickým počtem, tzn. populační hustotou jedinců při níž jsou realizována opatření, aby se předešlo překročení hladiny škodlivosti tj. nejnižší populační hustoty, při níž vzniká ekonomicky významné poškození rostlin.

U chorob se rozlišuje četnost choroby, což je počet jedinců, u kterých se choroba vyskytuje a intenzita choroby – plocha rostlinného pletiva postiženého chorobou (HRUDOVA A KOL., 2009).

Přehled 8 zásad, které jsou formulovány ve vyhlášce č. 205/2012 Sb.

- 1) Opatření pro prevenci anebo potlačení škodlivých organismů (střídání plodin, agrotechnika, výběr odrůd, osivo a sadba, podpora užitečných organismů atd.).
- 2) Monitorování výskytu škodlivých organismů. Včetně využívání systémů předpovědí (prognóz) a systémů varování a včasné diagnózy.
- 3) Rozhodování o provedení ošetření podle prahů škodlivosti (kritického počtu) ve srovnání s výskytem škodlivého organismu na poli.
- 4) Preference nechemických prostředků a metod před chemickými přípravky, pokud uspokojivě zajistí ochranu před škodlivými organismy.
- 5) Výběr přípravků selektivních k přirozeným nepřítelům, s co nejmenšími vedlejšími účinky pro lidské zdraví, necílové organismy a životní prostředí.
- 6) Používání pesticidů a dalších způsobů ochrany profesionálními uživateli by mělo být pouze v nezbytném rozsahu.
- 7) Uplatňování antirezistentních strategií.
- 8) Ověřování úspěšnosti provedených ochranných opatření
(KOCOUREK, 2012)

7.2 Charakteristika preventivních a přímých způsobů ochrany rostlin

Preventivní způsoby ochrany

Jedná se převážně o nepřímé způsoby ochrany a jejich cílem je zamezit škodlivý výskyt vytvářením nepříznivých životních podmínek pro původce chorob a škůdce (KAZDA A KOL., 2010).

- **Agrotechnické způsoby ochrany**

U jednoletých kultur, jako je kukuřice, by se měly dodržovat izolační vzdálenosti mezi porosty na semeno a produkčními plochami.

Osevní postupy jsou často rozhodujícími faktory pro rozvoj nebo potlačení patogenů a škůdců, kteří mohou přežívat přímo v půdě nebo i na rostlinných zbytcích řadu let.

Systémy zpracování půdy mohou rovněž ovlivnit výskyt škodlivých organismů. Mnohé patogeny (Sněť kukuřičná) a škůdci (Bázlivec kukuřičný) jsou schopni přežívat pouze ve svrchních vrstvách půdy, proto hluboká orba bývá důležitým ochranným opatřením. Včasná podmítka odstraňuje výdrol a plevele.

Správné založení porostu z hlediska doby, hloubky setí a hustoty porostu je nezbytné pro jeho zdraví (HRUDOVÁ A KOL., 2009).

- **Šlechtění na rezistenci**

Klasické postupy jsou založeny na znalostech interakcí mezi hostitelskou rostlinou a patogenem nebo škůdcem. Většinou se mezi sebou kříží málo výkonné materiály s vyšším stupněm rezistence s náchylnými materiály, které ale v nepřítomnosti patogena nebo škůdce mají velký výnos.

V současné době se v ochraně rostlin uplatňují geneticky modifikované organismy. V pěstování kukuřice se tyto organismy využily k vyšlechtění odrůdy Bt kukuřice, která má vložený gen bakterie *Bacillus thuringiensis*, který kóduje toxin jedovatý pro housenky zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubalis*) (HRUDOVÁ A KOL., 2009).

- Fytosanitární opatření

Jsou souhrnem ochranných zákonných a praktických opatření, která mají zabránit zavlékání a rozšiřování významných škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů do nových oblastí (HRUDOVÁ A KOL., 2009).

Přímé způsoby ochrany

Přímé způsoby ochrany jsou založeny na léčebných opatřeních, která přímo patogeny a škůdce hubí a zahrnují fyzikální způsoby ochrany, biologickou a chemickou ochranu (HRUDOVÁ A KOL., 2009).

- Fyzikální způsoby ochrany

Fyzikální metody se vyvíjely především v 60. a 70. letech 20. století, kdy se předpokládalo, že částečně nahradí v té době značně toxické insekticidy. Z důvodu vysoké energetické náročnosti se tyto metody v současnosti téměř nevyužívají.

Nejčastěji se používaly vysoké teploty k propařování půdy, a tím zničení zárodků chorob, živočišných škůdců i semen plevelů.

Při signalizaci výskytu živočišných škůdců se často využívá lákání na atraktivní barvy – žlutou, bílou, světle modrou. Podle počtu ulovených jedinců se následně určuje termín ošetření. Zavíječ kukuřičný se láká především v noci na světelné lapače (KAZDA A KOL., 2010).

- Biologická ochrana

Biopesticidy jsou zvláštní skupinou látek používaných v ochraně rostlin. Lze je definovat jako biologické přípravky založené buď na bázi mikroorganismů a virů, tzv. mikrobiální přípravky, nebo jde o bioagens, což jsou přípravky na bázi makroorganismů s obsahem živých organismů, tj. predátorů, parazitů či parazitoidů. V pěstování kukuřice se využívají bioagens s obsahem parazitických vosiček *Trichogramma evanescens* a *Trichogramma pintoi*. Samičky těchto vosiček kladou vajíčka do vajíček zavíječe, kde se vyvíjí. Samičky nové generace pak vyhledávají nové snůšky vajíček zavíječe, a tak během roku může dojít k vývoji několika generací parazitoida. V poslední době se kromě vosiček rodu *Trichogramma* ověřuje

účinnost parazitoida housenek zavíječe – lumčíka *Bracon brevicornis* (HRUDOVÁ A KOL., 2009; KOLAŘÍK A ROTREKL, 2012).

- Chemická ochrana

V současné době patří k nejrozšířenějším způsobům ochrany rostlin, je založena na použití chemických pesticidů.

Pesticidy jsou látky používané k ochraně rostlin a skladovaných produktů organického původu proti patogenům, živočišným škůdcům a plevelům. Pesticidy se skládají z účinné látky, která přímo působí proti škodlivému činiteli, plnidel, smáčedel apod., které zajišťují konečné fyzikální vlastnosti přípravku a jeho aplikovatelnost (HRUDOVÁ A KOL., 2009).

8. Pěstování kukuřice z hlediska GAEC

U většiny evropských států se zvyšuje plocha pěstování kukuřice. Stejný trend lze nalézt i v České Republice. Současně s pěstováním kukuřice ovšem roste i riziko vodní eroze na svažitých pozemcích. Ve shodě s ochranou životního prostředí byly zavedeny standardy GAEC, které usměrňují pěstování kukuřice [8].

Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC) zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí. Problematika boje proti vodní erozi půdy je částečně řešena standardem GAEC 1 (opatření na ochranu půdy na svažitých pozemcích nad 7°) a standardem GAEC 2 (zásady pěstování určitých plodin na silně erozně ohrožených půdách).

Plnění standardů GAEC 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 [9].

8.1 GAEC 1

Standard řeší problematiku protierozní ochrany půdy na svažitých pozemcích, jejichž průměrná sklonitost přesahuje 7 °. Žadatel na půdních blocích, popřípadě jejich dílech s druhem zemědělské kultury orná půda, které splňují uvedenou

podmínku svažitosti, zajistí po sklizni plodiny založení porostu následné plodiny, nebo uplatní alespoň jedno z níže uvedených opatření:

- Strniště sklizené plodiny je ponecháno na půdním bloku, popřípadě jeho dílu minimálně do 30. listopadu, nebo
- Půda zůstane zoraná, popřípadě podmítnuta za účelem zasakování vody minimálně do 30. listopadu.

Uvedená opatření jsou minimální opatření vedoucí k omezení smyvu půdy, zpomalení povrchového odtoku a zvýšení retence vody v krajině. Opatření jsou rovněž důležitá pro snižování rizika povodní a jimi způsobených škod [9].

8.2 GAEC 2

Tento standart řeší problematiku protierozní ochrany půdy stanovením požadavků na způsob pěstování vybraných hlavních plodin na silně erozně ohrožených půdách. Od 1. 7. 2011 se standard rozšířil i na mírně erozně ohrožené půdy.

Na plochách půdních bloků (PB), které jsou v LPIS (geografický informační systém) označeny jako silně erozně ohrožené (SEO), vyplývá pro zemědělce a farmáře povinnost zajistit, že se na nich nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny (kukuřice).

Na plochách půdních bloků, které jsou v LPIS označeny jako mírně erozně ohrožené (MEO), vyplývá pro zemědělce a farmáře povinnost zajistit, že erozně nebezpečné plodiny (kukuřice) budou zakládány dvěma způsoby:

1) S využitím půdoochranných technologií

- bezorebné setí (technologie přímého setí do nezpracované půdy)
- setí do mulče
- setí do mělké podmítky
- setí do ochranné plodiny (např. svazenka vratičolistá, hořčice bílá)

Tyto technologie patří mezi technologie ochranného zpracování půdy, pro něž je charakteristické nejméně 30% pokrytí povrchu půdy posklizňovými rostlinnými zbytky do doby vzcházení porostu a snížení intenzity zpracování půdy.

2) S využitím specifických půdoochranných technologií na MEO plochách

- přerušovací pásy
- zasakovací pásy
- osetí souvratí
- setí po vrstevnici
- odkameňování

Pro splnění GAEC 2 na MEO plochách je nezbytné realizovat alespoň jednu z obecných nebo specifických půdoochranných technologií. Zemědělec si však může sám zvolit, která technologie je pro něj ekonomicky a organizačně nejvhodnější [9].

9. Využití kukuřice

Kukuřice je nejdůležitější obilninou ve výživě lidí, dnes i významnou krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou.

U nás převažují dva užitkové směry: kukuřice na zrno a kukuřice silážní. Kromě těchto dvou se u nás rozvíjejí další, alternativní formy zpracování produkce kukuřice. Jde zvláště o využití zrna v potravinářském průmyslu na výrobu škrobu, izoglukózy, tuku a olejů, nových mlýnských a pekárenských produktů. Pro průmyslové zpracování slouží kukuřice jako surovina pro výrobu stavebních hmot, papíru, lepidel, bioplastů, dále v chemickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. Nejnověji pro výrobu obnovitelných zdrojů energie (*ZIMOLKA A KOL., 2008*).

9.1 Výživa lidí

Ze světové produkce kukuřice na zrno se jako potravinu spotřebuje zhruba 21%. Kukuřice se využívala k výživě lidí už odedávna. V kuchyni starých indiánů dominovaly vařené a pražené obilky kukuřic. Mezi nejznámější kukuřičné výrobky patří lupínky „corn flakes“ a „popcorn“, což jsou expandovaná pufovaná zrna.

Velmi významnou vlastností kukuřice je, že neobsahuje lepek a proto je využívána ve výživě celiaků. Kukuřičná mouka se používá k výrobě kukuřičných

chlebů, tortill a jiných kukuřičných jídel. V poslední době roste zájem spotřebitelů o celozrnné výrobky s vysokým obsahem vlákniny. To nahrává širokému sortimentu ingrediencí z kukuřice pro výrobu snacků, cereálních snídaní a jiných potravin obohacených vlákninou (PRUGAR A KOL., 2008; ZIMOLKA A KOL., 2008).

9.2 Krmné využití

Zrno kukuřice je vhodné pro všechny druhy hospodářských zvířat, hlavně pro výkrmové kategorie. Spolu s pšenicí patří k obilovinám s nejvyšší energetickou hodnotou. Obsahuje karotenoidy, které mohou zlepšovat barvu vaječných žloutků.

Suché zrno se nezkrmuje, ale je zpracováno šrotováním nebo vločkováním, aby se lépe zpřístupnily živiny zrna a zlepšila jejich využitelnost.

Při zkrmování zrna s vyšším obsahem vody se využívá konzervace celého, pošrotovaného nebo mačkaného zrna. Tyto druhy krmiv se vyznačují z nutričního pohledu vysokou koncentrací energie, vysokou stravitelností a nízkým obsahem vlákniny (ZEMAN 2006; ZIMOLKA A KOL., 2008).

Kukuřičná siláž, jak uvádí ZEMAN (2006), je nejvýznamnějším sacharidovým krmivem, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu, neboť často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Je hlavním zdrojem škrobu, který se oproti jiným obilovinám vyznačuje nižší úrovní bachorové degradovatelnosti, a proto jeho větší podíl přechází do střevního trávicího traktu.

V dnešní době se využívají silážní aditiva, zejména mikrobiální inokulanty, které sníží fermentační ztráty a zvýší aerobní stabilitu (ZIMOLKA A KOL., 2008).

9.3 Průmyslové využití

Základem průmyslového zpracování kukuřice jsou dva technologické procesy – tzv. suché a mokré mletí zrna.

- Suché mletí zrna

Suché mletí se používá k získání produktů a meziproduktů pro potravinářské účely. Záměrem je oddělit obalové vrstvy a klíček tak, aby endosperm zůstal co nejméně poškozený. Výsledkem jsou mleté a separované mlýnské produkty (krupice), které se po dalších úpravách využívají v lihovarnickém a pivovarském průmyslu, pro pekařské a cukrářské aplikace.

Extrahovaný šrot z klíčků má vysoký obsah bílkovin a nižší obsah škrobu a doporučuje se ke zkrmování přežvýkavcům. Kukuřičné otruby jsou bohaté na hrubou vlákninu a jsou využívány ke krmení prasat (*ZIMOLKA A KOL., 2008*).

- Mokrém mletí zrna

Při mokřém mletí, jak říká *ZIMOLKA A KOL. (2008)*, se z kukuřičného zrna separují jednotlivé složky: vláknina, bílkoviny, klíčkový olej a škrob. Hlavním produktem je čistý kukuřičný škrob, který se využívá v mnoha potravinářských, farmaceutických, kosmetických a průmyslových výrobcích.

Dále se zpracovává na dextrózu a kukuřičný sirup (corn sirup), který je hlavním sladidlem v americkém nápojovém průmyslu. Kromě hlavních produktů vznikají i vedlejší produkty, mezi které patří kukuřičný olej, který je velmi kvalitní a má vysoký bod varu, takže se nepřepaluje (*PRUGARA KOL., 2008*).

Kukuřice, jako většina plodin s vysokým obsahem škrobu, je významnou surovinou pro výrobu nápojů, především alkoholických. V rozvinutých zemích se používá při výrobě kukuřičné whisky a bourbonu, stále je ale i surovinou, která se uplatňuje v pivovarnictví.

Kukuřičné zrno se využívá také k výrobě biodegradovatelných plastů. Zapravením kukuřičného škrobu do umělých hmot je urychlován rozpad starých plastů v přírodě. Materiály vyrobené z kukuřice potřebují k rozpadu jen okolo 45 dní, neobsahují ropné látky a při jejich výrobě se spotřebuje o 20 – 50 % méně fosilních paliv. Vyrábí se z nich např. zemědělské folie, kelímky, sáčky na odpadky a další (*ZIMOLKA A KOL., 2008*).

9.4 Energetické využití

Z kukuřice může být získána energie spalováním rostlinné biomasy. Biomasa se může spalovat samostatně nebo např. ve formě pelet ve směsi s aditivem (např. uhlí), čímž se zvyšují užité vlastnosti paliva. Využití biomasy jako obnovitelného zdroje energie je možné v elektrárnách nebo v teplárnách (*MOUDRÝ A KOL., 2006*).

V EU jsou nastaveny přísné normy obsahu aflatoxinů a fumonisinů v kukuřičném zrně. Kukuřici, která překračuje tyto limity, tedy není možné dále

zpracovávat na potravinářské využití. Tato kukuřice se využívá ke spalování (*GUBIANI A DELL'ANTONIA, 2008*).

Dalším energetickým využitím je výroba bioplynu, který je produktem bioplynových stanic. Vedle tradičních bioplynových stanic, známých z návaznosti na čistírny odpadních vod nebo při využití odpadu, se v poslední době budují bioplynové stanice zemědělského typu (*PETŘÍKOVÁ, 2008*). Tyto bioplynové stanice, podle *ZIMOLKY A KOL., (2008)*, bývají často nazývány „betonové krávy“, protože mohou být jednak „krmeny“ podobnými surovinami a jednak anaerobní procesy v bioplynové stanici velmi podobné činnosti bachorové mikroflóry velkých přežvýkavců.

Hlavní složkou bioplynu je metan (50 – 75%), poté oxid uhličitý (25 – 50%) a malé množství dalších příměsí. Vzniká bakteriálním rozkladem organické hmoty za nepřístupu vzduchu. Tento proces se nazývá anaerobní fermentace. Nositel energie v bioplynu je pouze metan, CO₂ a ostatní příměsí jsou balastními plyny. Bioplyn může být přeměněn na tepelnou, elektrickou nebo mechanickou energii. Využití bioplynu na tepelnou energii, kdy dojde k jeho spálení v plynovém kotli a tím k výrobě tepla, se považuje za neefektivní, především z ekonomického hlediska. Bioplyn se nejvíce využívá k výrobě elektrické energie a tepla v kogenerační jednotce, kde teplo je bráno jako vedlejší produkt. Třetí možností využití bioplynu je jeho zušlechťení na čistý metan (biometan). Tento stlačený biometan, který je kvalitativně srovnatelný se zemním plynem, je používán k pohonu motorových vozidel na stlačený zemní plyn (CNG) [10].

10. Závěr

Cílem této práce bylo shrnutí poznatků o pěstování a využití kukuřice v České republice v letech 1990 – 2013.

Kukuřice patří k vysoce výkonným zemědělským plodinám a významnou měrou se podílí na zabezpečování potravin pro lidstvo i surovin pro mnohá odvětví průmyslu.

K rozšíření kukuřice značně přispělo její šlechtění, díky kterému byly vyšlechtěny hybridy, které měly zlepšenou odolnost vůči chladu a rychlý počáteční růst, a proto se kukuřice začala pěstovat i v dříve netradičních oblastech.

Po roce 1990 došlo ke značnému útlumu v pěstování kukuřice a tím i ke snížení osevních ploch. Důvodem tohoto útlumu byl nedostatek financí na nákup kvalitních osiv, průmyslových hnojiv a prostředků na ochranu rostlin. Rapidní snížení ploch zaznamenala kukuřice na zeleno a na siláž. Toto snížení osevních ploch korespondovalo se snižováním početních stavů skotu. Nejmenší osevní plochu kukuřice na zeleno a na siláž zaznamenala v roce 2009, kde se osetá plocha pohybovala pod 180 tisíc ha, což představuje 47,1% výměry v roce 1990. Od roku 2009 ale dochází k růstu osetých ploch a v roce 2013 se osetá plocha dostala k necelým 234 tisícům ha (61,3% výměry v roce 1990). K tomuto růstu zásadně přispělo využívání kukuřice k nepotravinářským účelům, zejména k výrobě bioplynu. Kukuřice na zrno zaznamenala nejmenší osevní plochu v roce 1995, 27,3 tisíc ha. Od této doby osevní plochy rostly a dnes je kukuřice na zrno oproti roku 1990 pěstována o více než dvojnásobek. Díky tomu se z ČR, jako ze silného dovozce, stal vývozce této komodity.

Agrotechnika kukuřice prodělala výrazné změny. V průběhu let došlo k úbytku zlepšujících předplodin. Další změny proběhly ve zpracování půdy, kde se začalo hojně využívat minimalizačních technologií. V zakládání porostů se v posledních letech začalo dbát na snížení eroze půdy a zkoušení nových způsobů setí. Výrazný rozvoj byl zaznamenán v používané mechanizaci, kde se využívá silnější techniky a strojů, s větším pracovním záběrem a výkonem.

Svůj vývoj zaznamenala i ochrana rostlin proti patogenům a škůdcům. V minulosti, díky objevu chemických prostředků, došlo k nekontrolovanému, mnohdy i zbytečnému používání těchto prostředků a k následnému zamoření

životního prostředí a výskytu reziduí v půdě, neblahý vliv měli i na lidské zdraví. Tyto negativní vlastnosti vedly ke vzniku systému integrované ochrany rostlin. Díky tomuto systému byly vynalezeny nové metody v boji proti patogenům a škůdcům. Mezi nejzásadnější metody patří využití biologické ochrany, kdy se využívají parazitické vosičky, a vyšlechtění geneticky modifikované kukuřice která je odolná vůči napadení nejobávanějším škůdcem kukuřice, zavíječem kukuřičným.

11. Seznam použité literatury

1. **Brant, V. a kol.:** Pěstování kukuřice technologií strip tillage v podmínkách ČR, *Úroda*, 12/2014, s.36-38
2. **Bušo, R. a kol.:** Trendy v pestování kukuřice, *Úroda*, 2/2014, s. 30 - 32
3. **Diviš, J. a kol.:** Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2000, 258s., ISBN 80-7040-456-6
4. **Diviš, J. a kol.:** Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010, 260s., ISBN 978-80-7394-216-8
5. **Diviš, J. a kol.:** Produkční a kvalitativní otázky silážní kukuřice pěstované v nekukuřičných oblastech, ACTA SCIENTIFICA, JU ZF České Budějovice, 1992, 110s., ISBN 80-85645-00-9
6. **Diviš, J. a Longauerová, J.:** Pěstování silážní kukuřice v teplotně méně příznivých podmínkách, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1993, 22s., ISSN 0231-9470
7. **Froněk, D. a Křístková, M.:** Růst ploch s GM plodinami ve světě pokračuje, Evropě navzdory, *Úroda*, 9/2014, s. 20 - 22
8. **Graman, J. a Čurn, V.:** Šlechtění zemědělských plodin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998, 194s., ISBN 80-7040-300-4
9. **Grzesik, M. a Romanowska-Duda, Z.:** Improvements in germination, growth, and metabolic activity of corn seedlings by grain conditioning and root application with Cyanobacteria and microalgae, Polish Journal of Environmental Studies 2014 Vol. 23 No. 4 pp. 1147-1153, ISSN: 1230-1485
10. **Gubiani, R. a Dell'Antonia, D.:** Corn utilization in a family-boiler: greenhouse emissions, economic estimation and energy assessment, Agricultural and biosystems engineering for a sustainable world. International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Crete, Greece, 23-25 June, 2008 pp. OP-617
11. **Hrudová, E. a kol.:** Integrovaná ochrana rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 151 s., ISBN 978-80-7157-980-9

12. **Hůla, J. a kol.:** Minimalizace zpracování půdy, Profi Press, Praha, 2008, 248s., ISBN 978-80-86726-28-1
13. **Ivančič, J.:** Výživa a hnojení rostlin, Příroda, Bratislava 1984, 482s.
14. **Kazda, J. a kol.:** Encyklopedie ochrany rostlin – polní plodiny, Profi Press, Praha, 2010, 398 s., ISBN 978-80-86726-34-2
15. **Kocourek, F.:** Integrovaná ochrana rostlin – příležitosti a obtíže při jejím uplatňování v ČR, Praha: VÚRV, 2012, (cit. 9 – 4 2015), (<http://www.chizatec.cz/download/page6934.pdf>)
16. **Kolařík, P. a Rotrekl, J.:** Škůdce kukuřičných polí – zavíječ kukuřičný, Zemědělský výzkum, Troubsko, 2012, (cit. 18 – 4 – 2015), (<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/skudce-kukuricnych-poli-zavijec-kukuricny.html>)
17. **Křížek, J. a Berka, P.:** Dělená sklizeň kukuřice – LKS, AGROPROGES – SERVIS s.r.o., Mohelnice, 1999, s. 19 – 21. – *sborník přednášek*
18. **Kroupa, P. a kol.:** Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha, 1998, 62 s.
19. **Křístková, M.:** Geneticky modifikovaná kukuřice, *Úroda*, 12/2009, s. 44 - 46
20. **Křížek, J., Berka, P.:** Dělená sklizeň kukuřice – LKS, AGROPROGES – SERVIS s.r.o., Mohelnice, 1999, s. 19 – 28. – *sborník přednášek*
21. **Moudrý, J. a Jůza, J.:** Pěstování obilnin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998, 87s., ISBN 80-7040-274-1
22. **Moudrý, J. a kol.:** Nepotravinářské využití rostlinné produkce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2006, 67s., -*sborník referátů*, ISBN: 80-7040-896-0
23. **Owens, F.:** Corn silage – facts, fantasies and the future. Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville, USA, January 29-30, 2008, (cit. 2015-03-28), (<http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2008/Owens.pdf>)
24. **Petr, J. a Hůska, J.,:** Rostlinná výroba – I, Agronomická fakulta ČZU v Praze, 1997, 197s., ISBN 80-213-0152-X
25. **Petr, J. a kol.,:** Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1980, 448s.
26. **Petřík, M.:** Intenzivní pícninářství, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1987, 480s.

27. **Petříková, V.:** Biomasa pro bioplynové stanice zemědělského typu, *Úroda*, 9/2008, str. 92
28. **Procházková, B. a kol.:** Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny, Mendelova univerzita v Brně, 2011, 38s., ISBN 978-80-7375-524-9
29. **Prokeš, K. a Zeman, L.:** „Kukuřice v praxi 2015“ – Sborník z mezinárodní konference, Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o, 2015, 59s., ISBN 978-80-7509-179-6
30. **Prugar, J. a kol.:** Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 2008, 327s., ISBN 978-80-86576-28-2
31. **Rotrekl, J. a Kolařík, P.:** Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným, *Úroda*, 12/2014, s. 25 - 28
32. **Rotrekl, J.:** Zemědělská entomologie (nejdůležitější hmyzí škůdci polních plodin), Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, 84 s., ISBN 80-7157-473-2
33. **Římovský, K. a kol.:** Pícninářství – polní pícniny, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989, 165s., ISBN 80-7157-038-9
34. **Sácká, J. a kol.:** Kukuřice 2002 – 2003 úspěch začíná setím, Záhorská ves: KWS SEMENA, s. r. o., 2002, 124s.
35. **Smutný, V. a kol.:** Pěstování kukuřice na zrno při různých způsobech zpracování půdy, *Úroda*, 2/2014, s.12-16
36. **Smutný, V.:** Možnosti regulace plevelů v kukuřici v sušších podmínkách, Mendelova univerzita v Brně, 2012, (cit. 6 – 4 – 2015), (<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-kukurici-v-sussich-podminkach.html>)
37. **Stratilová, Z.:** GMO bez obalu, Ministerstvo zemědělství, Praha, 2012, 34s., ISBN 978-80-7434-057-4
38. **Svoboda, M.:** Zakládání porostů kukuřice, *Úroda*, 4/2004, s. 19-21
39. **Šantrůček, J. a kol.:** Základy pícninářství, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001, 146s., ISBN 80-213-0764-1
40. **Špaldon, E. a kol.:** Rostlinná výroba, Příroda, Bratislava, 1982, 628s.

41. **Šťastný, M.:** Nové trendy v zemědělské technice: (studijní zpráva), Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 62 s., ISBN 80-86153-31-0
42. **Tinsley, N. A. a kol.:** Evaluating multiple approaches for managing western corn rootworm larvae with seed blends, *Journal of Applied Entomology* 2015 Vol. 139 No. ½ pp. 76-86, ISSN: 0931-2048
43. **Velich, J.:** Pícninářství, Vysoká škola zemědělská v Praze, 1994, 204s., ISBN 80-213-0156-2
44. **Vrzal, J. a Novák, D. a kol.:** Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1995s., ISBN 80-7105-097-0
45. **Zeman, L.:** Výživa a krmení hospodářských zvířat, Profi Press, Praha, 2006, 360 s., ISBN 80-867-2617-7
46. **Zimolka, J. a kol.:** Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, Praha, 2008, 200s., ISBN 978-80-86726-31-1

Internetové zdroje:

- http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1342 (cit. 16 – 3 – 2015) [1]
- <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006.html> (cit. 20 – 3 – 2015) [2]
- <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/> (cit. 21 – 3 – 2015) [3]
- <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2013-dsckt8cvnb> (cit. 28 – 3 – 2015) [4]
- <http://zemedelec.cz/vyroba-kukurice-na-silaz-a-na-zrno> (cit. 29 – 3 – 2015) [5]
- <http://www.zea.cz/kukurice/klasika-versus-nove-trendy-v-seti-kukurice> (cit. 5 – 4 – 2015) [6]
- http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/pdf/hnojeni_pod_patu.pdf (cit. 6 – 4 – 2015) [7]
- <http://uroda.cz/pestovani-kukurice-novymi-technologie-mi-ano-nebo-ne/> (cit. 6 – 4 – 2015) [8]

- http://eagri.cz/public/web/file/132450/Prirucka_ochrany_proti_vodni_erozi.pdf (cit. 9 – 4 – 2015) [9]
- <http://www.bioplynovestanice.cz/technologie-bps/> (cit. 18 – 4 – 2015) [10]
- <https://www.czso.cz/documents/10180/20536174/2131084.doc/d83d4211-3311-4067-8dc0-b9cac166b2a6?version=1.0> (cit. 18 – 4 – 2015) [11]

12. Přílohy

Obr. č. 1 : Imago bázlivce kukuřičného



<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/aktualni-prehled-ochrany-polnich-plodin-cervenec-a-srpen.html> (cit. 19 – 4 – 2015)

Obr. č. 2 : Housenka zavíječe kukuřičného



http://www.agro.basf.cz/agroportal/cz/cs/crop_protection/atlas/pest_information_detailpage_1358.html (cit. 19 – 4 – 2015)

Obr. č. 3 : Zakládání porostů technologií Strip tillage



<http://precisiontillage.com/2013/03/> (cit. 19 – 4 – 2015)