

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Výživa kukuřice v praktických podmínkách
zemědělského podniku

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.

Autor diplomové práce

Bc. Jaroslav Hovorka

České Budějovice, duben 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav HOVORKA**
Osobní číslo: **Z15407**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Výživa kukuřice v praktických podmínkách zemědělského podniku**
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 :

Cíl práce:

Porovnání různých variant hnojení kukuřice z hlediska výnosu biomasy.

- 1) Úvod - stručný nástin významu tématu.
- 2) Literární přehled - nové poznatky na základě studia doporučené i další získané literatury (charakteristika kukuřice, pěstování kukuřice, charakteristika odrůd, agrotechnika, moderní způsoby zakládání porostu, výživa a hnojení kukuřice, ošetřování během vegetace, využití biomasy).
- 3) Metodický postup - založit poloprovozní pokus se 4 variantami hnojení kukuřice.
 - a. Zem. podnik Jasanka Chabrovice, s.r.o - kraj Jihočeský (Tábor)- charakteristika.
 - b. Charakteristika stanoviště (půdní druh, půdní typ), ročníku a popis variant hnojení.
 - c. Popis hodnocené odrůdy kukuřice.
 - d. Sledování nástupu jednotlivých růstových fází příp. výskytu škodlivých činitelů.
 - e. Sledování tvorby biomasy, počet rostlin, výška rostlin (4x za vegetaci), počet palic na rostlinu, počet zrn v palici, HTZ.
- 4) Výsledková část - zhodnocení tvorby výnosu, hodnocení výnosu zrna, uspořádání do tabulek a grafů včetně slovního komentáře a statistického hodnocení.
- 5) Závěr - shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy opatření.
- 6) Seznam literatury

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Martin, J. H., Waldren, R. P., Stamp D. L.: Principles of field crop production. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, p. 954, New Jersey, 2006.

Prokeš, K., Zeman, L.: Kukuřice v praxi 2015, 2016. Sborník z mezinárodní konference, Mendelu Brno a KWS Osiva, 2015, 2016.

Šarapatka, B., Hejátková, K.: Opatření proti erozi - degradace půdy a desatero zásad pro ochranu její kvality, Zera, 2015.

Zimolka, J. a kol: Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, 2008.

Vyhláška č.205/2012 Sb. o obecných zásadách integrované ochrany rostlin. Sborníky z konferencí a seminářů.

Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Farmář, Agromagazín, Zemědělec.


Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.

Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce: 29. března 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLŠKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvká 1688, 370 05 Česká Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 29. března 2016

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne 21. 4. 2017

Podpis autora
Jaroslav Hovorka

Poděkování:

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

Dále bych chtěl poděkovat panu **Janu Pokornému**, jednateři společnosti Jasanka s. r. o., za vstřícnost, umožnění založení pokusu a poskytnuté informace.

V neposlední řadě nesmím zapomenout na svoji rodinu, která mě podporovala v celém mém studiu.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá výživou kukuřice v praktických podmínkách zemědělského podniku. K hodnocení byl založen pokus v nadmořské výšce 508 m na pozemku, který obhospodaruje zemědělská společnost Jasanka s. r. o. Pokus byl zaměřen na výživu kukuřice s rozdílnými dávkami hnojení. V průběhu vegetace byly sledovány různé parametry charakterizující vývoj rostliny. Výsledky tohoto pokusu ukázaly celkové rozdíly mezi hnojenými variantami. U všech hodnocených ukazatelů byla potvrzena klesající tendence s klesající dávkou dusíku. Je zřejmé, že u varianty hnojení 1 ($58,5 \text{ kg N*ha}^{-1}$) bylo dosaženo u všech parametrů nejlepších výsledků. Stejně tak je zřejmé u všech parametrů postupný pokles hodnot se snižující se dávkou hnojení.

Klíčová slova: kukuřice, hnojení, výnosové prvky

Abstract

My diploma thesis was focused on the corn nutrition in practical conditions of the agricultural company. The evaluation was made with the help of an experiment, which was made at an altitude of 508 metres, the experimental land belongs to the agricultural company Jasanka s.r.o. The experiment is based on the nutrition of corn with different fertilization doses. Various parameters characterizing plant development were observed during the vegetation season. The final results of this experiment showed the overall differences between the fertilized variants. For all the evaluated indicators, a decreasing tendency with a decreasing amount of nitrogen was confirmed. It is clear that all parameters of the best results were obtained for fertilizer variant 1 (58.5 kg N*ha⁻¹). Similarly, for all parameters, the gradual decrease of values decreasing the fertilizer dose is evident.

Keywords: corn, fertilization, yield elements

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Charakteristika kukuřice	11
2.1.1 Charakteristika rostliny.....	12
2.1.2 Morfologická stavba	13
2.1.3 Fenologické fáze	15
2.2 Charakteristika odrůd kukuřice.....	15
2.2.1 Volba hybridu	19
2.2.2 Šlechtění.....	20
2.3 Agrotechnika kukuřice.....	21
2.3.1 Zařazení do osevního postupu	21
2.3.2 Příprava půdy.....	22
2.3.3 Zakládání porostu kukuřice	24
2.3.4 Výživa a hnojení	27
2.4 Pěstování kukuřice dle legislativy	28
2.5 Využití biomasy	30
3. Cíl práce	32
4. Materiál a metodika	33
4.1 Charakteristika zemědělského podniku	33
4.2 Charakteristika stanoviště	33
4.3 Meteorologická data.....	34
4.4 Popis hodnocené odrůdy kukuřice	35
4.5 Založení porostu.....	35
4.6 Škodliví činitelé	37
4.7 Odpočet a sklizeň.....	37

5. Výsledky a diskuse	38
5.1 Vliv hnojení na výšku rostlin	39
5.2 Vliv hnojení na počet palic na rostlině	42
5.3 Vliv hnojení na počet rostlin na m ²	44
5.4 Vliv hnojení na hmotnost tisíce zrn	46
5.5 Vliv hnojení na počet zrn v palici	48
5.6 Vliv hnojení na celkový výnos biomasy	50
5.7 Výskyt škodlivých činitelů	52
5.8 Výnos zrna	56
6. Závěr	57
7. Seznam použité literatury.....	59
8. Přílohy.....	64

1. Úvod

Hlavní činností v zemědělství je rostlinná výroba. Pěstování obilovin je neodmyslitelnou součástí rostlinné výroby. Obiloviny se dělí do dvou skupin. Nejdůležitější a nejdůležitější jsou obiloviny I. skupiny. Nejdůležitější obilovinou druhé skupiny je kukuřice.

Kukuřice má velké nároky na teplo a světlo, protože její původní domovinou jsou tropické a subtropické oblasti Jižní a Střední Ameriky. Pěstování kukuřice i v chladných oblastech je možné díky širokému portfoliu hybridů, které jsou vyšlechtěny pro chladnější klimatické podmínky

Kukuřice má v zemědělství velký význam. Je neodmyslitelnou součástí krmných dávek skotu, díky své vysoké energetické hodnotě. V posledních letech je kukuřice využívána také jako základní složka zdroje energie v bioplynových stanicích.

Kukuřice patří mezi top pěstované plodiny v České Republice i ve světě. Díky protierozním opatřením a stále se zmenšující zemědělské ploše se začíná pěstovat intenzivněji. Výživa kukuřice je velmi důležitá s ohledem na celkový výnos biomasy.

2. Literární přehled

2.1 Charakteristika kukuřice

Počátek pěstování kukuřice jako kulturní plodiny je starší více než 5600 let. Původní domovinou pěstování kukuřice jsou tropické a subtropické oblasti Jižní a Střední Ameriky. Pravděpodobná místa, kde se začala pěstovat, jsou i podle názoru většiny badatelů americké náhorní roviny tropických a subtropických oblastí (*ŠPALDON A KOL., 1982; WEGER A KOL., 2012*).

PRUGAR a KOL. (2008) říká, že využití 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. 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. Díky těmto změnám je kukuřice neschopna reprodukce a plně odkázaná na člověka.

Kukuřici, jejíž historie v Evropě je krátká, dovezl Kryštof Kolumbus ze své 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 ji také říkalo turecká pšenice nebo turecké žito, z čehož zůstalo krajové označení „turkyně“ (*PRUGAR A KOL., 2008*). V České republice se kukuřice rozšířila v 60. letech minulého století, kdy se začala pěstovat na zelené krmení a na siláž. Do konce 80. let se na zrno pěstovala pouze na jižní Moravě, přičemž výnosy zrna bývaly nižší než u pšenice (*KWS, 2013*). Na prahu 3. tisíciletí zaujímá kukuřice výsadní postavení pro výživu obyvatel naší planety a je světově nejvýznamnější obilovinou (*PROKEŠ A ZEMAN, 2017*).

2.1.1 Charakteristika rostliny

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

Kukuřice je závislá na pomoci člověka, díky ztrátě schopnosti uvolňovat semena během domestikace. Zhruba 95% semen je oplodněno cizosprášením, 5% samosprášením (*PRUGAR A KOL., 2008*).

Kukuřice je jednodomá, různopohlavní rostlina, tudíž je zvlášť samičí a samčí květenství, říká MOUDRÝ a JŮZA (1998) a dodávají, že samičí květenství tvoří klas, neboli palice, se zdužnatělým vřetenem s dvoukvětnými klásky, kde je plodný pouze jeden kvítek. Samčí květenství je lata taktéž dvoukvětných klásků, která je umístěna na vrcholu rostliny. Zrna jsou na palici nejčastěji uspořádána v 10 – 16 řadách. Samičí květenství jsou obalena listeny. Kukuřice se řadí mezi cizosprašné rostliny. Samčí i samičí květy jsou umístěny na téže rostlině, avšak samčí kvetou zhruba o 1 – 10 dnů dříve než samičí, čímž se rostlina brání samoopylení.

Z praktického hlediska rozdělujeme kukuřice podle tvaru zrna a jejího složení na tyto poddruhy:

- Kukuřice obecná, tvrdá (*Zea mays* convar. *indurata* Shurt., syn. *Zea mays* convar. *vulgaris* Körn., Grebenšć) – patří k nejstarším a je velmi polyfomní. Zrno je tvrdé, obsahuje více sklovitého endospermu, proto ke sklovitě lesklé a kulaté. Jsou zde odrůdy ranější s rychlejším růstem a vývojem v počátečních stádiích. Vyznačují se rychlým počátečním růstem, ale rostou pomaleji, zato rovnoměrněji a stabilněji než odrůdy typu koňský zub. Je oblíbená i pro širší využití, třeba pro dokrmování vodní drůbeže. Tento poddruh, na rozdíl od ostatních, se také vyznačuje velmi malým obsahem škrobu a vyšším obsahem bílkovin (*PETR, HÚSKA, 1997; SCHLEGEL, 2010; TŘINÁCTÝ A KOL, 2013*).
- Kukuřice koňský zub (*Zea mays* convar. *identata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *dentiformis* Körn, Grebenšć.) – zrno disponuje nižší tvrdostí oproti kukuřici obecné, což je způsobeno nižším obsahem sklovitého endospermu. Při dozrávání se na vrcholu zrna vytváří jamka, která se zdánlivě podobá tvaru zubu. Hybridy této variety jsou většinou pozdnější než kukuřice obecná,

dobře olistěné, odolnější proti polehnutí a méně odnožují. Zrno se lépe suší, protože rostliny rychleji uvolňují vodu, což je příčinou menší odolnosti vůči suchu. Pro dosažení vyšších výnosů potřebují delší a teplejší vegetační období (PETR, HÚSKA, 1997; TRÍNÁCTÝ A KOL, 2013).

- Kukuřice polozubovitá (*Zea mays* convar. *aorista* Grebensč., syn. *Zea mays* convar. *semiidentata* Kulesch) – tento poddruh vznikl křížením koňského zubu a kukuřice obecné. Představuje přechodnou formu mezi těmito dvěma varietami. Na vrcholu zrna se nachází jamka, která ale není tolik viditelná jako u koňského zubu.

Všechny tři uvedené poddruhy kukuřice se pěstují na siláž, zrno a dělenou sklizeň. Nejvíce ve Státní odrůdové knize převažují hybridy typu koňského zubu.

2.1.2 Morfologická stavba

Kořeny

Kukuřice má svazčitý kořenový systém, přičemž provazčité kořeny pronikají 3 i více metrů hluboko a tím přivádí vodu z velké hloubky. Převážná část jemných kořínků je však rozložena v orniční vrstvě do 20 cm a kolem stébla v okruhu okolo 1 metru i více (ZIMOLKA A KOL., 2008). Vzdušné nadzemní kořeny vyrůstají z nadzemních uzlů stébla. Jejich hlavní funkcí je stabilizace rostliny v půdě, zabránění poléhání, a získávání vláhy hlavně v druhé polovině vegetace (ŠAŠKOVÁ A ŠTOLFA, 1993). PROKEŠ a ZEMAN (2015) podotýká, že správně uspořádaný kořenový systém do šířky a hloubky je základem stability rostliny a zaručuje optimální příjem vody a živin.

Stéblo

Stéblo kukuřice je plné. Rozděluje se nody, neboli kolénky, a na internodia (články). Internodia stébla nemají stejnou délku. Nejkratší internodia jsou bazální. Výška stébla se v našich podmínkách pohybuje v závislosti na hybridu od 120 do 300 cm (DIVIŠ A KOL., 2010).

Stéblo je zásobním orgánem, nese a zprostředkovává spojení listů s kořeny. Počet internodií je ovlivněn délkou 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 limitován klimatickými podmínkami. Procentuální zastoupení stébel v celkovém výnosu sušiny se pohybuje v rozmezí 30 – 50%. Stéblo je ukončené samčím květenstvím, latou (PETR A HÚSKA, 1997; ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

Listy

List kukuřice se dělí na čepel, pochvu a jazýček. Listy jsou protistojné, dlouze kopinaté, široké s nápadným středním žebrem a zvlněnými okraji, což je způsobeno rychlejším růstem okraje čepele. Povrch čepele je opatřen slabými chloupky, naopak spodní strana je hladká. Spodní část listu, která obepíná stéblo a chrání bázi jednotlivých článků, tvoří pochvu. Jazýček vyrůstá ve spoji pochvy s čepelí. Listy pomocí průduchů zprostředkovávají výměnu plynů s okolím, regulují výpar, celkovou vodní bilanci a jsou důležitým činitelem při fotosyntéze (ZIMOLKA A KOL., 2008; DIVIŠ A KOL., 2010).

ŠANTRŮČEK a KOL. (2001) dodává, že postavení listu hraje velký význam při využívání dopadajícího slunečního svitu. Vznikem samčího soukvětí je ukončena tvorba listových základů. Listy odumírají od spodní části. Podíl listů na celkovém výnosu sušiny je v rozmezí 10 – 15%.

Květenství

Kukuřice, jak zmiňuje DIVIŠ a KOL. (2000), je rostlina jednopohlavní a jednodomá. Palice jsou tvořeny ze samičích pestíkovitých květů. Lata se skládá z klásků, které jsou vytvořeny ze samčích tyčinkovitých květů. Palice je klas s hrubou hlavní osou, na které jsou zrna uspořádána v 8 – 18 řadách. ŘIMOVSKÝ a KOL. (1989) doplňuje, že na palici najdeme 400 – 1200 zrn. Palice je obalena listeny a na jedné rostlině vyrůstají jedna až dvě.

Lata začíná kvést od středu a uvolňování pylu trvá 4 – 5 dní. Opylovací schopnost blizny je dlouhá, při průměrné teplotě 17 – 20°C až 25 dnů. Naopak životnost pylu je minimální, trvá jen několik hodin. Doba opylování je závislá na vlhkosti a teplotě. Začátek kvetení samičího květenství je obvykle za optimálních

podmínek opožděn oproti počátku kvetení laty o 1 – 5 dnů. V polních podmínkách může dojít k opylování vlastním pylem, neboť konec kvetení laty a začátek kvetení palic se navzájem u jedné rostliny překrývá (ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

2.1.3 Fenologické fáze

Z hlediska praktického využití výsledků sledování a vývojových změn během ontogeneze kukuřice rozlišujeme dvě základní období. Vegetativní, kde dochází ke klíčení a vzcházení, a generativní, kdy rostlina sloupkuje, metá, kvete, tvoří se zrno a dochází ke zrání. V těchto dvou základních obdobích lze definovat růstové fáze pomocí stupnic, které zaznamenávají momentální stav rostlin v porostu. Tyto stupnice jsou důležité pro určení vhodných termínů k agrotechnickým vstupům do porostu. V současné době se používají stupnice s desetinným kódem DC a BBCH (ZIMOLKA A KOL., 2008).

DOLEŽAL a KOL. (2006) podotýká, že kukuřice v krátké době vytváří velké množství hmoty s vysokým obsahem energie. Proto kukuřice potřebuje pro úspěšný vývoj a růst souladné působení vegetačních prvků (světlo, půda, teplo, voda).

2.2 Charakteristika odrůd kukuřice

1. Stay green hybridy

Tyto hybridy je vhodné pěstovat v oblastech s delším vegetačním obdobím. Jsou pro ně typické dlouho zelené rostliny s přetrvávající fotosyntetickou aktivitou až do sklizňové zralosti. Jejich předností je kontinuální tvorba škrobu, vyšší výnos škrobu, odolnost vůči houbovým chorobám či delší časový úsek pro sklizeň (FUKSA A KALISTA, 2006).

Hlavní výhodou funkce stay green, jak říká TŘINÁCTÝ a KOL. (2013), v případě zrnových hybridů je udržení dobrého zdravotního stavu rostlin a snížení lámavosti stonků v době dozrávání zrn. U silážních hybridů je pozitivem rozšíření sklizňového okna se zachováním dobré stravitelnosti vlákniny.

Hybridy odolávající útoku fytopatogenních organismů jsou základem zdravého krmiva. Vyznačují se pomalejším a zároveň déletrvajícím nárůstem škrobu. V teplotně méně příznivých oblastech hrozí nebezpečí, že nebude dosaženo potřebné sklizňové sušiny, která se v optimální době sklizně na siláž pohybuje v rozmezí 33 –

38% sušiny celkové hmoty. Z tohoto důvodu se u těchto hybridů preferují teplejší oblasti, kde využijí delší vegetační období (*PROKEŠ A KOL., 2005; FUKSA A KALISTA, 2006; ARRIOLA A KOL., 2012*).

2. Rychle dozrávající hybridy

Rychle dozrávající hybridy jsou opakem stay green hybridů. Dochází k rychlému nárůstu sušiny a pak v určitém stupni zralosti začnou rostliny v krátké době rychle usychat. Podobně je tomu u škrobu. Zpočátku obsah škrobu v zrně rychle narůstá. S postupným dozráváním rostliny ale rychlost narůstání klesá. Optimální doba sklizně se pohybuje v rozmezí 28 – 33% sušiny celkové hmoty. Tyto hybridy mají větší náchylnost na houbové choroby, proto jsou doporučovány pro pěstování v chladných a vlhkých oblastech (*FUKSA A KALISTA, 2006*).

3. Heliotropní hybridy

Jejich listy jsou vzpřímeně postavené, což prospívá spodním listovým patřům, která jsou lépe osvětlena, a tím je dosaženo intenzivnější asimilace. 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

FUKSA a KALISTA (2006) tvrdí, že celkový počet zrn a počet řad zrn v palici nemůže být ovlivněn prostředím ani pěstitelskými zásahy, neboť je u těchto rostlin dán geneticky. Počet palic nebo počet rostlin na jednotce plochy determinují výnos zrna. Nepříznivé podmínky však mohou zapříčinit snížení hmotnosti zrna. Podle stanoviště volíme také hustotu osevu. Na suchém stanovišti volíme nižší hustotu a na stanovišti s dobrými klimatickými podmínkami naopak.

5. Hybridy s flexibilním počtem zrn v palici

Při optimálních podmínkách, za dostatku vláhy a teplot, je palice ozrněna až do její špičky. Za nepříznivých podmínek, mezi které můžeme zařadit nedostatek živin, vláhy či zaplevelení porostu, palice nevytvoří zrno ve špičce a bude zkrácená. Výnos těchto hybridů je závislý hlavně na intenzitě pěstování (*FUKSA A KALISTA, 2006*).

6. Geneticky modifikovaný hybrid

Geneticky modifikované (GM, transgenní) rostliny jsou rostliny, u kterých pomocí genového inženýrství byl změněn dědičný materiál. Jde o moderní biotechnologické genové inženýrství, které využívá probíhajících přírodních procesů. Transgenní rostliny mají různé specifické vlastnosti, mezi které patří zejména odolnost vůči škodlivým činitelům, jmenovitě škůdcům, chladu, chorobám, suchu, a tolerance k neselektivním herbicidům. Tyto vlastnosti přináší výhody především pro pěstitele (*ANONYM 1, 2017*).

Česká republika v rámci Evropské unie má s geneticky modifikovanou kukuřicí pokročilé zkušenosti. V ČR se smí pěstovat GM kukuřice pouze typu MON810, která je odolná vůči zavíječi kukuřičnému. Tyto odrůdy se u nás pěstují od roku 2005. GM kukuřice MON810, rovněž nazývaná jako Bt kukuřice, nosí gen produkující toxin typu Bt. Tento toxin, pokud se housenky zavíječe kukuřičného budou živit Bt kukuřicí, naruší zažívací trakt a housenka zahyne.

Kvalitní sklizeň, kdy rostliny nejsou polámané ani nepolehané, snížené vstupy do porostů, tudíž méně použité chemie a mechanizačních pojezdů na poli, jednoduchost a spolehlivost, jsou výhody Bt kukuřice, které spatřují pěstitelé při ochraně proti zavíječi (*STRATILOVÁ, 2012*).

Státy Evropské unie, jak uvádí FIALOVÁ (2015), mohou omezit nebo úplně zakázat pěstování GMO na svém území. To publikuje nová legislativa, kterou Evropský parlament schválil. Tato dohoda byla schválena, aby zajistila pružnost členským státům, které chtějí omezit pěstování GMO na svém území. Nyní budou moci rozhodovat samy členské země o plodinách, které budou chtít pěstovat. Bezpečnost plodin bude hlídat Evropský úřad pro bezpečnost potravin, který bude vydávat doporučení o zdravotní nezávadnosti. Důvody, proč zakázat pěstování GMO plodin na určitém území jsou různé. V EU je zakázáno pěstovat GMO v Německu, Rakousku, Itálii, Lucembursku, Maďarsku, Bulharsku a Řecku.

Ve světě každoroční podíl ploch GM plodin roste, v Evropské unii je tomu naopak. Největší evropský pěstitel GMO plodin je Španělsko, které v roce 2013 sklízelo úrodu na 137 tis. hektarech. Veškerá GM kukuřice je pak zpracována pouze jako krmivo pro hospodářská zvířata nebo pro výrobu biopaliv. Žádná GM kukuřice není určena pro potravinářský průmysl (*FRONĚK A KŘÍSTKOVÁ, 2014*).

STRATILOVÁ (2012) konstatuje, že pěstitelé jsou znechuceni legislativně-administrativním pozadím, které je spojeno s pěstováním GMO v Evropské unii. Z ekonomického pohledu pěstitelé poukazují na vyšší náklady na vstupech produkce, cena osiva je vyšší než u standartních hybridů, a na problémy s odbytem produkce. Navíc stále přetrvávají obavy a neochota odběratelů odkoupit produkty GM rostlin i zvířat, která byla krmena takovými rostliny krmena. Tyto problémy souvisejí s přetrvávajícím negativním vnímáním GMO v EU.

Tab. č. 1: Výměra a počet pěstitelů GM kukuřice v ČR

Rok	Plocha (ha)	Počet pěstitelů
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
2016	75	1

(Zdroj: TRNKOVÁ A KOL., 2017)

V roce 2016 dosáhla, podle evidence SZIF, plocha geneticky modifikované kukuřice 75 hektarů, což je o 92% méně než v loňském roce a počet pěstitelů pokles na jediného.

Proces uvádění GM plodin do životního prostředí je dlouhý, finančně a administrativně náročný. Uplatnění GM plodin na trhu EU je velmi problematické kvůli vyšší nákladovosti a značné nedůvěře obyvatelstva. Lze předpokládat, že zájem českých pěstitelů o pěstování GM plodin, se bude vyvíjet úměrně s mírou tolerance GMO evropskými spotřebiteli, a s tím spojeným vývojem legislativy v EU. V ČR bude nadále existovat možnost výběru mezi pěstováním GM kukuřice, konvenčním

či ekologickým pěstováním. Pěstování GM plodin je tedy svobodnou volbou každého pěstitele (*TRNKOVÁ A KOL., 2017*).

2.2.1 Volba hybridu

Nejdůležitější pěstitelské opatření je správná volba hybridu, neboť může ovlivnit výnos až z 30%. Mezi výnosem a délkou vegetační doby, tzv. raností, existuje přímá úměra. Při výběru vhodného hybridu je nutno zvážit všechny hospodářské vlastnosti s důrazem na výnos zrna nebo silážní hmoty a délku vegetační doby. Ranější hybridy jsou obvykle méně výnosné než ty pozdnější. Toto pravidlo platí zvláště v kukuřičné výrobní oblasti (*DIVIŠ A KOL., 1992*).

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. Dva, případně tři hybridy s různým číslem ranosti je vhodné používat na větších plochách. To umožní dosažení jistějších výnosů kvalitní silážní hmoty, rozložení sklizňové špičky a při větší ploše sklizeň kukuřice v optimální zralosti (*ŠANTRŮČEK A KOL., 2001*).

ZIMOLKA a KOL. (2008) zmiňuje, že číslo FAO je vypočítáno na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice na siláž ve srovnání s kontrolními hybridy. Číslo ranosti je u stejného hybridu v různých státech odlišné, protože ke stanovení čísla FAO se v různých státech využívá jako standardu jiná skupina hybridů. S rozmachem moderních hybridů, hlavně hybridů stay green, se stalo určování ranosti dle FAO zkreslující a nevystihuje skutečnou ranost hybridu. Proto se ve světě začínají prosazovat metody, které využívají pro stanovení ranosti sumaci teplot a v České republice se u hybridů začíná uvádět číslo ranosti FAO na siláž S a na zrno Z, což nám pomáhá v orientaci mezi hybridy z hlediska sklizně (pomalu, rovnoměrně, rychle dozrávající).

Pro dosažení vysokého výnosu hmoty, jak uvádí ŠANTRŮČEK a KOL. (2001), jsou nejvýznamnější teploty koncem června, v červenci a počátkem srpna. Pro nasazení optimálního počtu palic a jejich správný vývin jsou důležité teploty v srpnu a začátkem září. Celková suma teplot má rozmezí 1700 – 3200°C.

Různé koncepty, které jsou vyvíjeny ke stanovení průběhu zralosti a ke zjištění ranosti, jsou založené na základě znalosti fyziologie rostlin. Evropští

šlechtitelé preferují francouzský koncept sumy efektivních teplot, kdy průměr denních teplot se počítá jako střed minima a maxima denní teploty. Dny, při kterých polední teplota je pod hranicí 10°C, jsou brány jako 0, protože růst kukuřice není možný pod touto teplotou, a dny, jejichž polední teplota přesahuje 30°C, jsou brány ve výpočtu sumy denních teplot jako 30, jelikož vyšší teploty již nejsou tak efektivně využívány k asimilaci.

Tab. č. 2: Hodnocení hybridů podle čísla FAO a sumy efektivních teplot

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

(Zdroj: VRZAL A KOL., 1995)

ZIMOLKA a KOL. (2008) dodává, že vlivem kontinentálního a přímořského klimatu v České republice dochází v jednotlivých letech k výrazným rozdílům v sumaci efektivních teplot. Proto se pro hodnocení ranosti jednotlivých hybridů jako přesnější jeví využití SET, než používání čísla FAO.⁷

2.2.2 Šlechtění

TŘINÁCTÝ a KOL. (2013) tvrdí, že kukuřičná 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. OWENS (2008) uvádí, od r. 1940 stoupá výnos zrna průměrně o 1,9 % ročně,

přičemž jeho podíl v rostlině může dosahovat až 55 %, což odpovídá obsahu škrobu více než 40 %. Při stravitelnosti škrobu mezi 80 – 98 % to představuje více než 75 % stravitelné energie (OWENS, 2005).

Nejenom na vysoký výnosový potenciál zrna, ale i na toleranci vůči stresům a přizpůsobivost lokálním podmínkám, na tyto faktory se dnes zaměřují šlechtitelské firmy. Novým typem jsou hybridy, které rychle uvolňují vodu ze zrna. Dalším typem jsou hybridy poskytující siláž vysoké kvality. Poslední dobou se prudce rozšířila nabídka raných hybridů, které lépe odolávají chladu a mají rychlý počáteční růst. Díky těmto hybridům se kukuřice začala pěstovat v dříve netradičních oblastech (PRUGARA A KOL., 2008).

Vzhledem k tomu, že se podíl zrn postupně přibližuje k biologickému maximu, byly hledány jiné zdroje, které by vedli ke zvýšení dosažitelné energie. Významný podíl energie je deponován ve vláknině (NDF). Pokroky v této oblasti umožňuje fakt, že zvyšování stravitelnosti NDF není geneticky svázáno se zvyšováním podílu zrna. Tato skutečnost umožňuje dále zvyšovat obsah stravitelné energie u nově vyšlechtěných hybridů (OWENS, 2005).

Šlechtitelská práce, jak podotýká DIVIŠ a KOL. (1992), je zaměřena na získávání dvouliniových (single cross – Sc), tříliniových (three way cross Tc) a čtyřliniových hybridů (double cross – Dc). Dvouliniové hybridy jsou náročnější na podmínky prostředí, ale dosahují největšího heterózního efektu. Tří a čtyřliniové hybridy se lépe přizpůsobují různým agroekologickým podmínkám a bývají většinou plastičtější.

BUŠO a KOL. (2014) doplňuje, že šlechtitelským cílem bývá zvýšení úrody, stabilně vysoká úrodnost, jistota úrody a snížení nákladů na pěstování.

2.3 Agrotechnika kukuřice

2.3.1 Zařazení do osevního postupu

Kukuřici botanicky řadíme do hospodářské skupiny obilnin. Z pohledu způsobu pěstování a působení v osevním postupu se řadí jako okopanina. Nejvhodnější předplodinami jsou plodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Jako luxusní předplodiny jsou označovány jeteloviny a luskoviny, protože zanechávají větší množství posklizňových zbytků a obohacují

půdu o dusík. Výborné předplodiny jsou taktéž okopaniny hnojené chlévským hnojem. Kukuřici ale po těchto „luxusních“ předplodinách většinou nezařazujeme (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Při pěstování po sobě se za účelný považuje dvouletý až tříletý sled kukuřice. Za maximální sled se doporučuje pětiletý až šestiletý. V suchých oblastech jsou nevhodnými předplodinami jeteloviny a vojtěška, kvůli výraznému vláhovému deficitu. Rovněž se nedoporučuje pěstování kukuřice po ozimých směškách, neboť ztráta vláhy způsobená jarní orbou vede ke snížení výnosu a zhoršené kvalitě silážní kukuřice. Pokud je kukuřice organicky hnojena, tak se projevuje jako zlepšující plodina (SVOBODA, 2004).

HŮLA a KOL. (2008) konstatuje, že kukuřice je nejčastěji zařazována v osevním postupu mezi dvě obilniny, kde funguje jako přerušovač obilných sledů. V tomto případě je nejlepší předplodina pšenice ozimá. Při delším po sobě jdoucím pěstování se velice rychle rozšiřují nebezpečné plevely, jako pcháč oset nebo ježatka kuří noha a také významní škůdci, zavíječ kukuřičný a bázlivec kukuřičný.

2.3.2 Příprava půdy

Systém zpracování půdy je důležitou složkou pěstebních technologií kukuřice. Pro kukuřici je v současné době k dispozici široký výběr technologických postupů zpracování půdy. Jakou technologii zpracování půdy a založení porostu je třeba přizpůsobit konkrétním podmínkám. Je třeba dbát na zařazení kukuřice do osevního postupu, stav půdy po sklizni předplodiny atd. Ochrana půdy před erozí hraje velmi významnou roli při volbě technologie zpracování půdy a založení porostu kukuřice (PROKEŠ A ZEMAN, 2014).

Tradiční zpracování půdy

Tradiční zpracování půdy začíná podmínkou, kdy dochází ke mělkému zpracování půdy. Význam spočívá především ve vytvoření kypré povrchové izolační vrstvy za účelem vzlínavosti vody a omezení výparu. Po aplikaci hnojiv se provede orba, aby se rovnoměrně zapravila organická hmota do půdy. Provádí se obrácením ornice radličným pluhem. Hluboká podzimní orba je nutná především na těžkých půdách, na lehkých půdách je doporučena hloubka 20 – 25 cm. Zbytky rostlin

předplodiny se orbou zapraví do půdy a zaorávají se i organická hnojiva. Podzimní orbu je potřeba provést kvalitně, to zajistí minimální vstupy na půdu v jarním období. Jakmile jsou na jaře vhodné podmínky, půda se začne hned připravovat. Je potřeba brát zřetel na udržení půdní vláhy, která je potřebná pro klíčení a vzházení rostlin. Následně se provede nakypření půdy, a je-li potřeba, zapraví se do ní hnojiva a herbicidy. Poté je potřeba připravit set'ové lůžko, které je důležité pro rovnoměrné vzházení plodiny. Klíčící rostliny potřebují dostatek vzduchu, a proto se půda nesmí utužit a přerušit (ZIMOLKA A KOL., 2008; BADALÍKOVÁ A BÁRTLOVÁ, 2014).

SVOBODA (2004) podotýká, že dříve se k urovnání a nakypření pozemku používaly smyky, kterým se ale dnes snažíme vyvarovat, neboť je nahradily kompaktoři, které zastanou více pracovních operací naráz, díky čemuž nedochází k nadměrnému utužování půdy. Půdu prokypřujeme jen na hloubku setí, abychom nenarušili půdní kapilaritu a přirozenou výměnu.

ZIMOLKA a KOL. (2008) dodává, že tradiční technologie zpracování půdy s orbou jsou u nás prověřeny dlouholetou praxí. Hlavní výhody jsou rychlé prohřívání půdy, nakypření dostatečné vrstvy ornice, snížení nákladů na chemickou ochranu, hlubší a rovnoměrné zapravení posklizňových zbytků. Vysoká pracovní a energetická náročnost je nevýhoda tradiční technologie zpracování půdy.

Minimalizační technologie zpracování půdy

Při minimalizační technologii zpracování půdy, jak uvádí PROCHÁZKOVÁ a KOL. (2011), dochází k mělkému zpracování půdy. Orba je nahrazena kypřením a plodiny se vysévají do vymrzajících nebo přezimujících meziplodin. Půda se zpracovává do výsevních pásů, plodiny se vysévají do hrůbku, atd.

Požadavky platné legislativy cross compliance, dostatečné pokrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky na svažitých pozemcích v erozně ohrožených oblastech, stojí za současný rozvoj minimalizačních systémů zpracování půdy. Vyšší spotřeba pohonných hmot v celé rostlinné výrobě oproti tradičnímu zpracování půdy orbou a zjištění, že při změně hloubky a intenzitě zpracování půdy výnosový potenciál plodin neklesá, mělo výrazný vliv na rozvoj minimalizačních systémů. Díky tomu je v současné době patrná snaha redukce intenzity zpracování půdy (SMUTNÝ A KOL., 2014).

HŮLA a MAYER (1999) uvádí, že rozvoj minimalizační technologie je v širokém výběru kvalitních strojů. Výhoda většiny strojů, které se používají pro zjednodušené zpracování půdy, je použití i pro jiné druhy technologií s rozdílnou intenzitou a hloubkou půdy.

Nedostatečné prohřívání půdy v chladnějším jarním období může být problémem při použití minimalizačních technologií v pěstování kukuřice. Tento fakt může oddálit termín výsevu, zpomalit vzcházení a počáteční růst. Hlubším kypřením půdy na podzim lze do určité míry korigovat možné problémy s poklesem výnosu kukuřice při použití minimalizačních technologií v chladnějším podmínkách (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Využití minimalizační technologie s sebou přináší problémy se zapravováním 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, což je příčina silného rozšíření škodlivých organismů v posledních letech (KAZDA A KOL., 2010).

Přímé setí do nezpracované půdy

Zařazuje se mezi bezorebné technologie, kdy je zpracována jen malá část půdy. Tato technologie je určena pro sušší oblasti, kdy teplota vzduchu je nad 8° C a nadmořská výška do 350 m. Hlavní využití je tedy v kukuřičných a řepářských oblastech, za příznivých podmínek také v obilnářské a bramborářské oblasti. Tato technologie se uplatňuje zvláště při zakládání kukuřice (HŮLA A MAYER, 1999).

KOSTELANSKÝ a KOL. (2004) dodává, že výhody této technologie spočívají ve velké úspoře nákladů a ve zlepšeném stavu půdy. Mezi nevýhody řadíme rozšiřování plevelů a škůdců, dochází k pomalejšímu uvolňování živin a při opakovaném používání se zvyšuje kyselost půdy a koncentrace solí v povrchové vrstvě půdy. ŠUŠKEVIČ (2001) ale namítá, že totéž způsobují i hnojiva, jelikož trvalým používáním stejných hnojiv dochází k nepříznivým změnám pH půdy.

2.3.3 Zakládání porostu kukuřice

Chyby při zakládání porostů kukuřice lze jen velmi těžko napravit následnými opatřeními, proto je velmi důležité správné založení porostu, neboť to je předpoklad k dosažení vysoké produkce a kvality (ZIMOLKA A KOL., 2008).

ŠANTRŮČEK a KOL. (2011) uvádí, že pro setí kukuřice využíváme přesných secích strojů, které zaručí požadovaný počet vysévaných zrn, rovnoměrné rozmístění zrn na ploše a rovnoměrnou hloubku setí. Přesné secí stroje v dnešní době umožňují podpovrchovou aplikaci minerálních hnojiv, tzv. přihnojení pod patu.

Začátek setí je ovlivněn teplotou půdy, která by se měla pohybovat mezi 8 – 10 °C, což je optimální teplota pro klíčení kukuřice. Této teplotě odpovídá termín od poloviny dubna do poloviny května. Hloubka setí se pohybuje mezi 5 - 6 cm, aby osivo dokázalo využít teplo, které je akumulované v povrchové vrstvě ornice (ZIMOLKA A KOL., 2008).

Výsevní jednotky, jak uvádí DIVIŠ a KOL. (2010), udávají počet rostlin na hektar a odvíjejí se od hybridu. Obvyklá velikost výsevní jednotky se pohybuje mezi 60 – 100 tisíci jedinci. Vzdálenost řádků je 0,70 – 0,75 m. Při pěstování kukuřice na siláž je možno zvolit i vzdálenost řádku 0,50 m.

Setí bez zpracování půdy

Půda před setím není vůbec žádným způsobem zpracována. Na povrchu je ponecháno 80 – 100 % rostlinných zbytků. Aplikace herbicidu je primární operace, kterou jsou likvidovány plevely. Používají se speciální koltry – disky s ostrým nebo zvlněným okrajem, které jsou umístěny vpředu před výsevní jednotkou a slouží k prořezávání posklizňových zbytků. Dále je důležitý mechanismus pro přesný výsev a dobré zařízení pro zahrnutí a utlačení osiva (BADALÍKOVÁ A POSPÍŠIL, 2015). SÁCKÁ (2002) upozorňuje, že tato metoda zakládání porostů není vhodná do těžkých, jílovitých a studených půd, protože na jaře dochází k jejich velmi pomalému prohřívání.

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. Na jaře musíme přezimující plevely a výdrol ozimu zničit totálním herbicidem (SÁCKÁ, 2002).

Setí do mulče

Na podzim dojde k aplikaci organických hnojiv a k založení porostu meziplodiny. Meziplodiny rozdělujeme na vymrzající (hořčice, svazenka) a

nevymrzající (ředkev, řepice, žito). Na jaře před setím kukuřice musíme u vyseté nevymrzající meziplodiny použít totální herbicid a tuto meziplodinu zničit. V případě vymrzající meziplodiny nám roli totálního herbicidu zastane v zimním období mráz. Výsev probíhá secím strojem pro setí do nezpracované půdy (*SÁCKÁ, 2002; SRBEK A KOL., 2015*).

Mulč v meziřádcích zabraňuje výparům vláhy z půdy a chrání ji před zaplevelením a erozí. Vysévání kukuřice do vymrzajících meziplodin je doporučeno po obilninách (*KOSTELANSKÝ A KOL., 2004*).

Technologie strip tillage

Tato technologie pochází ze Severní Ameriky. Tento systém se v evropském zemědělství v poslední době zásluhou půdoochranných opatření pyšní stále větší oblibě. Technologie strip tillage představuje cílené zpracování půdy v pásích a následného přesného setí do těchto pásů. Tato technologie vyžaduje použití GPS navigace. V podzimním období je potřeba připravit úzké pásy 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 (*BRANT A KOL., 2014*).

Díky pásovému zpracování technologií strip tillage dochází k dobrému hospodaření s půdní vláhou, které je v posledních letech v době vegetace nedostatek a úspore pohonných hmot (*BADALÍKOVÁ A POSPÍŠIL, 2015*).

Setí do dvojřádku – metoda Twin – Row

Tato metoda setí je známa již přes 30 let, ale kvůli nedostatečnému vývoji genetiky osiva a techniky nebylo možné provést setí do dvojřádku.

Vzdálenosti dvojřádku od sebe jsou přibližně 20 cm a vzdálenost středových os při setí dvojřádku je kolem 75 cm. Spon rostlin je utvořen do trojúhelníku. Tento způsob setí zvyšuje počet jedinců o 10 – 15 % na hektar, aniž by byl porost přehuštěn. Mezi pozitivní technologie twin-row se řadí větší využití procento plochy, nedochází ke ztrátám vlhkosti, rostliny využívají maximálně slunečního svitu, zvýšení výnosu a navíc takto organizovaný porost lépe odolává suchu, zaplevelení, vodní i větrné erozi (*ANONYM 2, 2016*).

Setí do úzkého řádku

Tato technologie vznikla přidáním jednoho řádku mezi klasické řádky o rozteči 75 cm. V tomto případě je secí stroj nastaven na výsevní vzdálenost řádku kukuřice 37,5 cm. Zrna jsou seta v trojúhelníkovém sponu v počtu zhruba 85 – 110 tisíc jedinců na hektar. Tato zúžená rozteč zajišťuje rovnoměrnější zapojení porostu, čímž je omezena síla soustředěného povrchového odtoku a dochází k částečnému zvýšení ochrany půdy proti erozi (SRBEK A KOL., 2015).

TOMÁŠEK a HEROUT (2013) podotýkají, že u takto založených porostů se vyskytují problémy u zrnové kukuřice, kde je limitována sklizeň, jelikož u běžně používaných sklizňových adaptérů vznikají velké ztráty, protože nejsou přizpůsobeny na různou meziřádkovou vzdálenost.

2.3.4 Výživa a hnojení

Kukuřice je charakteristická velmi pomalým počátečním růstem a malým příjmem živin. Intenzivní růst a příjem živin začíná od 40 – 50 cm výšky porostu, kdy za 35 až 45 dní přijme 70 – 75 % všech živin (SVOBODA, 2004). Při pěstování kukuřice je výhodné hnojit i předplodinu. Standartní dávka chlévského hnoje se pohybuje okolo 40 t*ha⁻¹. Největší spotřeba dusíku je v období intenzivního růstu a v době plnění zrn. Celková spotřeba dusíku se pohybuje v rozmezí 150 až 250 kg*ha⁻¹. Žlutozelené zbarvení rostlin, pomalý růst či tenké stéblo jsou důsledkem nedostatečného množství dusíku. Dalším projevem můžou být méně ozrněné, malé a málo vyvinuté palice. Na počátku růstu kukuřice také spotřebuje velké množství fosforu. Hnojení fosforem a draslíkem je možné na podzim i na jaře, ale obvykle se toto hnojení provádí na podzim. Draslík podporuje tvorbu cukrů a zlepšuje odolnost rostlin. Množství vápníku je dodáváno dle pH. Hořčík se dodává obvykle jednou za 5 let (VRZAL A KOL., 1995; CHLOUPEK A KOL., 2005).

ŠIMO (1983) tvrdí, že kukuřice při výnosu 8 t*ha⁻¹ zrna využije více než 550 kg živin. Dodávané hnojivo na podzim je potřeba v sušších oblastech snížit. Pokud kukuřici plánujeme pěstovat v jednoročním sledu, organické hnojiva je potřeba zapravit 20 – 25 cm hluboko. Při pěstování kukuřice dva roky po sobě se doporučuje aplikace fosforečných a draselných hnojiv na jaře, dusíkatých hnojiv na podzim.

2.4 Pěstování kukuřice dle legislativy

Plocha pěstování kukuřice se v skoro u všech států v EU zvětšuje, stejně tak v ČR. Díky nárůstu ploch se kukuřice nyní pěstuje i na dříve nemyslitelných svažitéch pozemcích, které jsou ohroženy vodní erozí (*POLÁKOVÁ, 2013*).

Více než polovina půdy v ČR je ohrožena erozí a jedná se o nejrozšířenější typ degradace půd u nás. Během jedné erozní události může být smyto až několik centimetrů půdy. Pěstování kukuřice se stává pro zemědělce důležitým příjmem v jejich podnikání, neboť kukuřice na siláž je hlavním komponentem pro bioplynové stanice. Jedním z plošných nástrojů v boji proti erozi je plnění standardu DZES (dříve GAEC). Na základě plnění standardů jsou vypláceny zemědělcům dotace. Na zemědělské půdě jsou v rámci DZES vymezeny silně erozně ohrožené (SEO) či mírně erozně ohrožené (MEO) plochy, kde je nutné uplatňovat půdoochranné technologie. DZES zatím řeší pouze 11 % plochy erozně ohrožených půd v ČR (*PROCHÁZKOVÁ A KOL., 2015*).

MZe ČR (2011) uvádí, že všech žadatelů o přímé platby a podpory se týká plnění standardů DZES. Kontrolu dodržování těchto standardů vykonává Státní zemědělský intervenční fond (SZIF), který ověřuje aktuální stav na veškeré zemědělské půdě obhospodařované žadatelem, který byl ke kontrole vybrán.

Tab. č. 3: Podmínky stanovené standarty DZES pro kukuřici

DZES 4	Minimální pokryv půdy	• DPB s průměrnou sklonitostí vyšší než 5 stupňů a kulturou standardní orná půda	Možnosti	• po sklizni založení porostu ozimé plodiny
				• ponechání strniště do založení jarní plodiny
				• podmítka do založení jarní plodiny
				• oseť mezplodin do 20. září a ponechání nejméně do 31.10.
				• orba se zapravením statkových nebo organických hnojiv
DZES 5	Omezování eroze	SEO půda		• nebudou se pěstovat erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok
				• porosty ostatních obilnin a řepky olejně na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií
				• 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
		MEO půda		• erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií

(Zdroj: MZe ČR, 2016)

Půdoochranné technologie jako takové spadají mezi agrotechnická, protierozní opatření. Používají se ke zlepšení vsakovací schopnosti půdy, snižují její náchylnost k erozi a chrání povrch především v období největšího výskytu přívalových srážek, kdy plodina svým vzrůstem a zapojením do porostu nedostatečně kryje půdu. Zvyšují podíl organické hmoty v půdě, a tím zlepšují půdní strukturu a stabilitu půdy.

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

Nejlepších výsledků v rámci protierozních opatření bylo dosaženo u technologie strip-tillage a technologie bezorebného setí (PROCHÁZKOVÁ A KOL., 2015).

Půda je základní neobnovitelný výrobní prostředek každého zemědělce. Pokud budeme v České republice pokračovat ve špatném přístupu k půdě a budeme ji brát pouze jako technickou součást z hlediska výnosu, zaděláváme si do budoucna na velké problémy. Je nutné zemědělskou půdu skutečně chránit (KOUŘIL, 2015).

2.5 Využití biomasy

Siláž

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější energetické objemné krmivo, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu, neboť se zkrmuje celoročně a často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Je hlavním zdrojem škrobu, který se oproti jiným obilovinám vyznačuje nižší úrovní bacherové degradovatelnosti, a tím i jeho větší podíl přechází do střevního trávicího traktu (ZIMOLKA A KOL., 2008).

LKS

Při systému LKS se sklízí hrubě pošrotované olistěné palice včetně větene. S nástupem nových výkonných hybridů a zlepšenou agrotechnikou došlo k výraznému kvalitativnímu posunu vyráběných kukuřičných siláží, a to zejména

z hlediska dosažené koncentrace energie produkovaných krmiv. Tyto základní vklady do výživy dojnic se pozitivně odrazily v nárůstu mléčné užitkovosti. Průměrná užitkovost dojnic stoupá a při takové úrovni užitkovosti nachází své opodstatnění sklizně metodou LKS, jakožto další kvalitativně vyšší stupeň výroby energeticky bohatého krmiva pro dojnice. Hlavní předností LKS je vyšší výnos živin asi o 5 – 10 % energie oproti systému CCM (ŠTOKR, 1999; ZIMOLKA A KOL., 2008).

CCM

Při sklizni systémem CCM se sklízí pošrotované směs palic s větveny bez listenů. Sklizeň se tímto systémem provádí v době, kdy je největší podíl škrobu transformován do palic a jen nepodstatný díl zůstává ve zbytku rostliny (KŘÍŽEK A BERKA, 1999; ŠANTRŮČEK A KOL., 2001).

Bioplyn

Kukuřičná biomasa se využívá také při výrobě bioplynu. Za cíleným pěstováním kukuřice pro výrobu bioplynu je velký zájem o obnovitelnou energii, vyjádřený dotační politikou a intervenovanými cenami za elektrickou energii (TŘINÁCTÝ A KOL., 2013).

Bioplyn je produktem bioplynových stanic. Bioplynové stanice jsou často označovány za „betonové krávy“, protože mohou být za prvé „krmeny“ podobnými surovinami a za druhé anaerobní procesy v bioplynové stanici jsou velmi podobné činnosti bachorové mikroflóry velkých přežvýkavců (PETŘÍKOVÁ, 2008; ZIMOLKA A KOL., 2008).

Hlavními složkami bioplynu jsou metan a oxid uhličitý. Jejich procentické zastoupení je 75 : 25. Vzniká bakteriálním rozkladem organické hmoty v anaerobním prostředí. Nositelem energie v bioplynu je pouze metan, CO₂ a ostatní příměsi jsou balastními plyny. Bioplyn má široké možnosti využití. Jedním využitím je přeměna na tepelnou energii, kdy dojde ke spálení bioplynu v kotli a tím k výrobě tepla. Bioplyn se nejvíce využívá k výrobě elektrické energie a tepla v kogenerační jednotce. Teplo je bráno jako vedlejší produkt. Další z možností využití bioplynu je k pohonu motorových vozidel na stlačený zemní plyn. Stačí jen bioplyn zušlechtit na čistý metan (ANONYM 3, 2008).

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo porovnání různých variant hnojení kukuřice z hlediska výnosu biomasy.

4. Materiál a metodika

4.1 Charakteristika zemědělského podniku

Pokus byl proveden v zemědělské podniku Jasanka s.r.o. na Táborsku. Tato společnost byla založena 1. 1. 1993, nachází se v bramborářsko-obilnářské zemědělské výrobní oblasti a hospodaří na výměře 1860 ha, z čehož je 1490 ha, tedy 80 % orné půdy a zbytek, 370 ha, tvoří louky. Obhospodařované pozemky leží na 10 katastrálních územích v nadmořské výšce 450 – 530 m. n. m. a všechny jsou zahrnuty v LFA. Víceletý srážkový průměr je 685 mm a teplotní 7,2 °C. Půdy jsou typově hnědé, druhově hlinité až jílovito-hlinité. Bonita půdy se pohybuje v rozmezí 4,10 – 6,20 Kč/m². Mezi nejvíce pěstované plodiny patří kukuřice, řepka, pšenice a ječmen. V živočišné výrobě se společnost Jasanka s.r.o. zaměřuje na chov dojeného skotu v počtu 1140 kusů, z čehož je 390 kusů dojnic červenostrakatého plemene. V roce 2013 byla postavena bioplynová stanice o výkonu 0,6 MW. Společnost Jasanka s.r.o. zaměstnává 48 zaměstnanců.

4.2 Charakteristika stanoviště

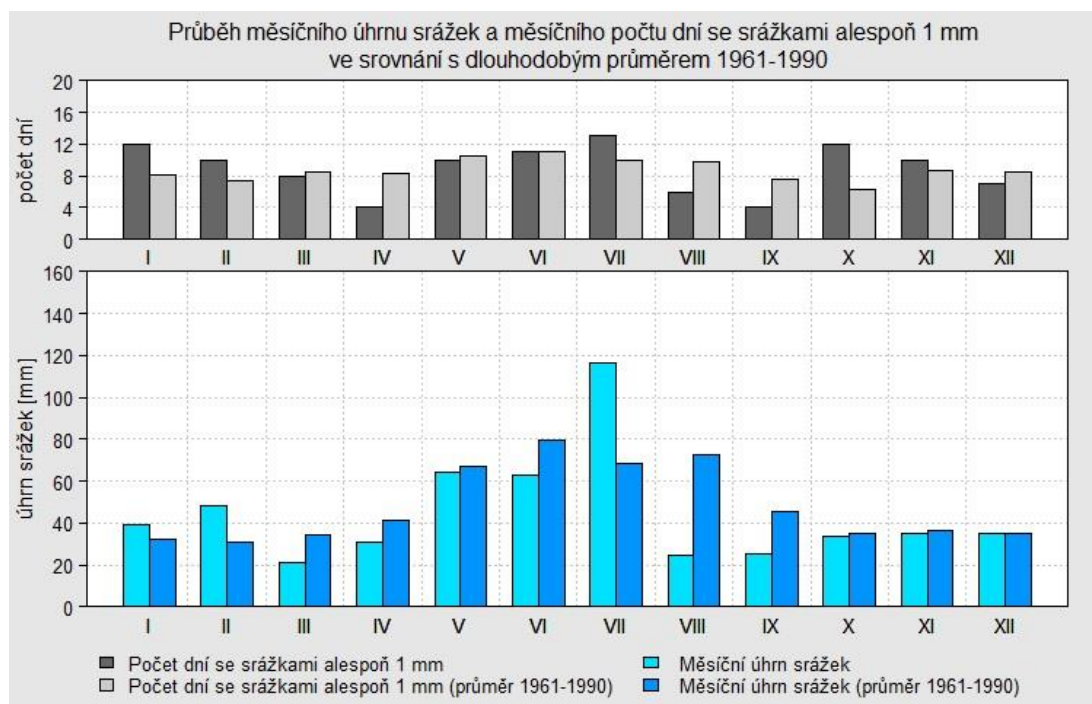
Pozemek se nachází v katastrálním území Krátošice. Leží v mírně klimatickém regionu, v bramborářsko-obilnářské zemědělské výrobní oblasti a v nadmořské výšce 508 m. n. m. Půda na daném pozemku je typově hnědá, kyselá, druhově jílovitá. Předplodinou bylo žito seté, které bylo sklizeno 5. 5. 2016 metodou GPS.

Obr. č. 1: Grafické znázornění pokusné parcely



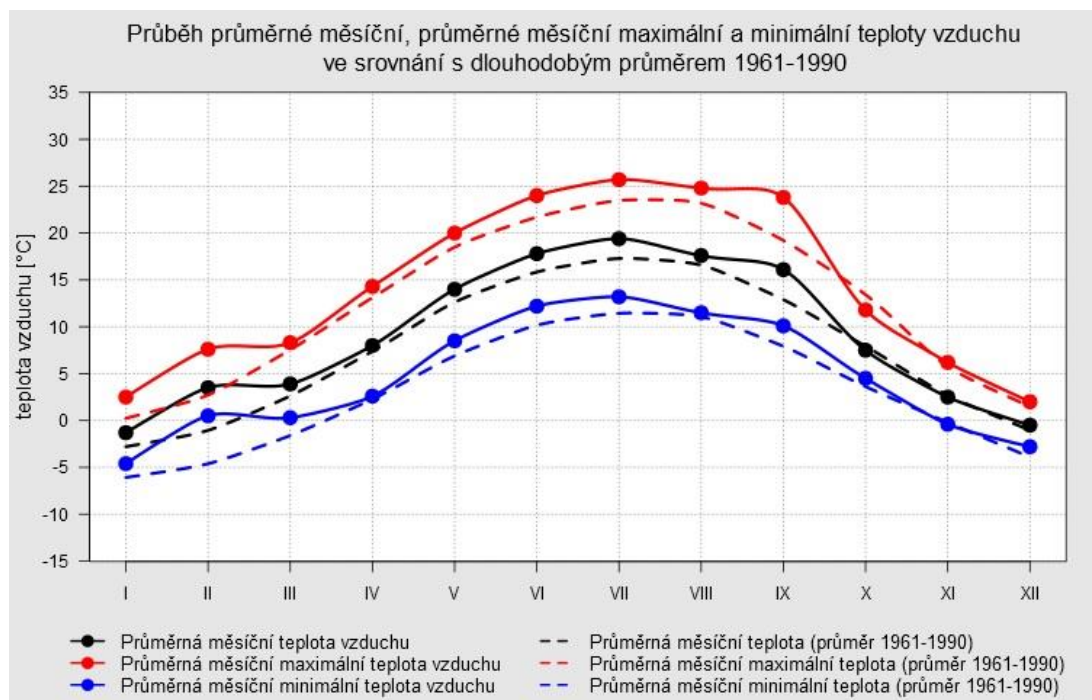
4.3 Meteorologická data

Graf č. 1: Průměrný úhrn srážek za rok 2016 pro Tábor



(Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2016)

Graf č. 2: Průměrná měsíční teplota za rok 2016 pro Tábor



(Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2016)

4.4 Popis hodnocené odrůdy kukuřice

LARICIO

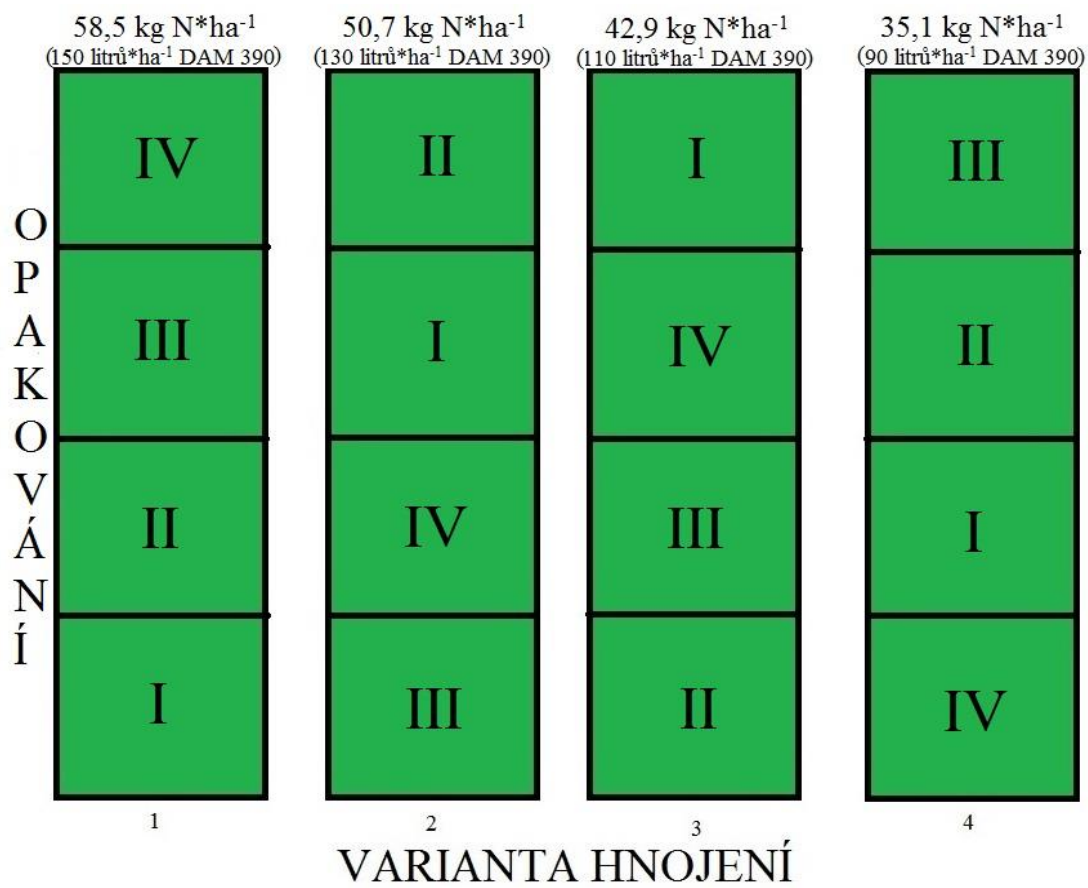
- FAO S 200/Z 220
- Dvouliniový hybrid
- Stay-green hybrid
- Typ zrna – mezityp
- Velmi raný kombinovaný hybrid
pro využití na siláž i zrno
- Produkce vysoce energetické siláže
s výbornými dietetickými vlastnostmi
- Odolný vůči chladu a přisuškům,
časné ukládání škrobu
- Středně vysoké rostliny se širokými listy

4.5 Založení porostu

Pokus byl založen v Krátošicích 12. 5. 2016 na poli „U Cabrk“. Výsev odrůdy byl proveden přesným secím strojem ve 4 variantách, kdy šíře jedné varianty byla 24 m, kvůli využití záběru postřikovače. Mezi variantami byla vytvořena ulička o šířce cca 2 m pro zřetelné oddělení jednotlivých hnojení. vzdálenost řádků byla 0,75 m a hustota 85 000 VJ/ha. Před setím byl aplikován digestát v dávce 30 t*ha⁻¹ (60 kg N*ha⁻¹, 50 kg F*ha⁻¹, 80 kg K₂O*ha⁻¹) s přídatkem Močoviny 46% N v dávce 1 q/ha (46 kg N*ha⁻¹), který byl zapraven diskovými bránami NEPTUN – PEGAS II. Po vzejití porostu byl aplikován DAM 390 v níže zmíněných dávkách hnojení jednotlivých variant s herbicidem Akris v dávce 2 l*ha⁻¹.

Na pokusné parcele byl založen pokus se 4 variantami hnojení. Všechny varianty byly přihnojeny hnojivem DAM 390. Varianta č. 1 byla přihnojena dávkou 58,5 kg N*ha⁻¹ (150 litrů*ha⁻¹), 2. varianta dávkou 50,7 kg N*ha⁻¹ (130 litrů*ha⁻¹), 3. varianta 42,9 kg N*ha⁻¹ (110 litrů*ha⁻¹), 4. varianta 35,1 kg N*ha⁻¹ (90 litrů*ha⁻¹).

Obr. č. 2: Vizualizace pokusných parcel



Obr. č. 3: Pracovní prostor mezi variantami hnojení



(Zdroj: Autor, 2016)

4.6 Škodliví činitelé

Hodnocení škodlivých činitelů bylo prováděno 21. 8. 2016 a bylo vyjádřeno subjektivně procentem napadení.

4.7 Odpočet a sklizeň

Po vzejití pokusu bylo provedeno počítání počtu rostlin na m². V průběhu vegetace byly provedeny 4 odpočty výšky rostlin a počítání počtu palic na jedné rostlině. Před sklizní bylo provedeno měření počtu zrn v palici a hmotnost tisíce zrn.

Každá varianta hnojení byla rozdělena na 4 menší části, viz. obr. č. 2. V každé části bylo provedeno 10 měření. Celkem tedy 40 odpočtů u všech výnosových prvků pro jednu variantu hnojení.

Sklizeň proběhla dne 7. 10. 2016 samojízdnou sklízecí řezačkou Claas Jaguar 850 a poté byl zvážen celkový výnos biomasy z každé varianty hnojení.

Obr. č. 4: Sklizeň pokusu



(Zdroj: Autor, 2016)

5. Výsledky a diskuse

Výsledky byly vyhodnoceny pomocí statistického programu Statistica 12.

Vybranými statistickými charakteristikami jsou:

- \bar{x} - aritmetický průměr
- S_x – směrodatná odchylka
- V_x – variační koeficient
- $S\check{C}$ – součet čtverců
- $P\check{C}$ – počet čtverců
- F – hodnota F – testu
- $P - p$ – hodnota
 - $p < 0,05$ – pravděpodobně významné
 - $p < 0,01$ – statisticky významné
 - $p < 0,001$ – statisticky vysoce významné

V průběhu vegetace byly sledovány růstové fáze kukuřice v porostu. U nástupu růstových fází nebyl zaznamenán rozdíl mezi jednotlivými variantami hnojení.

Tab. č. 4: Růstové fáze v pokusu kukuřice

Růstové fáze		
BBCH	Fáze	Termín
1	Výsev	12. 5. 2016
11	Klíčení	19. 5. 2016
17	1. lístek	25. 5. 2016
19	2. lístek	30. 5. 2016
21	3. lístek	10. 6. 2016
24	4. lístek	16. 6. 2016
25	6. lístek	27. 6. 2016
26	8. - 11. lístek	8. 7. 2016
34	Prodlužovací růst	23. 7. 2016
53	Vrchol laty viditelný	5. 8. 2016
59	Konec metání lat	14. 8. 2016
65	Plný květ	21. 8. 2016
70-79	Kvetení blizen	2. 9. 2016
80	Zralost	13. 9. 2016
	Skližeň	7. 10. 2016

5.1 Vliv hnojení na výšku rostlin

Tab. č. 5: Vliv hnojení na výšku rostlin

Varianta hnojení	N	\bar{x} (cm)	max (cm)	min (cm)	S_x	V_x	T-test
Výška rostlin - 10. 6. 2016							
1	40	25,60	34	18	4,23	16,52	1:2 0,101
2	40	24,10	30	16	3,84	15,94	2:3 0,826

3	40	24,30	33	17	4,26	17,51	3:4 0,396
4	40	23,50	31	17	4,13	17,56	1:4 0,027
Výška rostlin – 28. 6. 2016							
1	40	76,15	93	45	12,46	16,36	1:2 0,005
2	40	82,70	97	68	6,96	8,43	1:3 0,003
3	40	82,83	91	60	6,08	7,35	1:4 0,018
4	40	81,45	101	71	6,20	7,61	2:3 0,932
Výška rostlin – 18. 7. 2016							
1	40	179,65	197	163	9,31	5,18	1:3 0,000
2	40	172,98	192	151	10,78	6,23	1:4 0,000
3	40	163,55	180	146	7,65	4,67	2:3 0,000
4	40	163,40	175	142	7,37	4,51	3:4 0,000
Výška rostlin – 7. 9. 2016							
1	40	250,80	275	210	14,81	5,90	1:2 0,001
2	40	240,18	275	200	12,51	5,21	2:3 0,000
3	40	230,28	245	215	7,14	3,10	3:4 0,000
4	40	242,28	265	205	12,26	5,06	1:3 0,000

Při vyhodnocování výsledků odpočtů výšky rostlin v závislosti na hnojení byly zjištěny ve většině případů statisticky významné rozdíly. Nejvíce statisticky významných rozdílů bylo zaznamenáno při odpočtu probíhajícím 18. 7. 2016 a 7. 9. 2016, kde v každém z těchto odpočtů byly zjištěny 4 statisticky vysoce významné rozdíly na hladině významnosti $p < 0,001$.

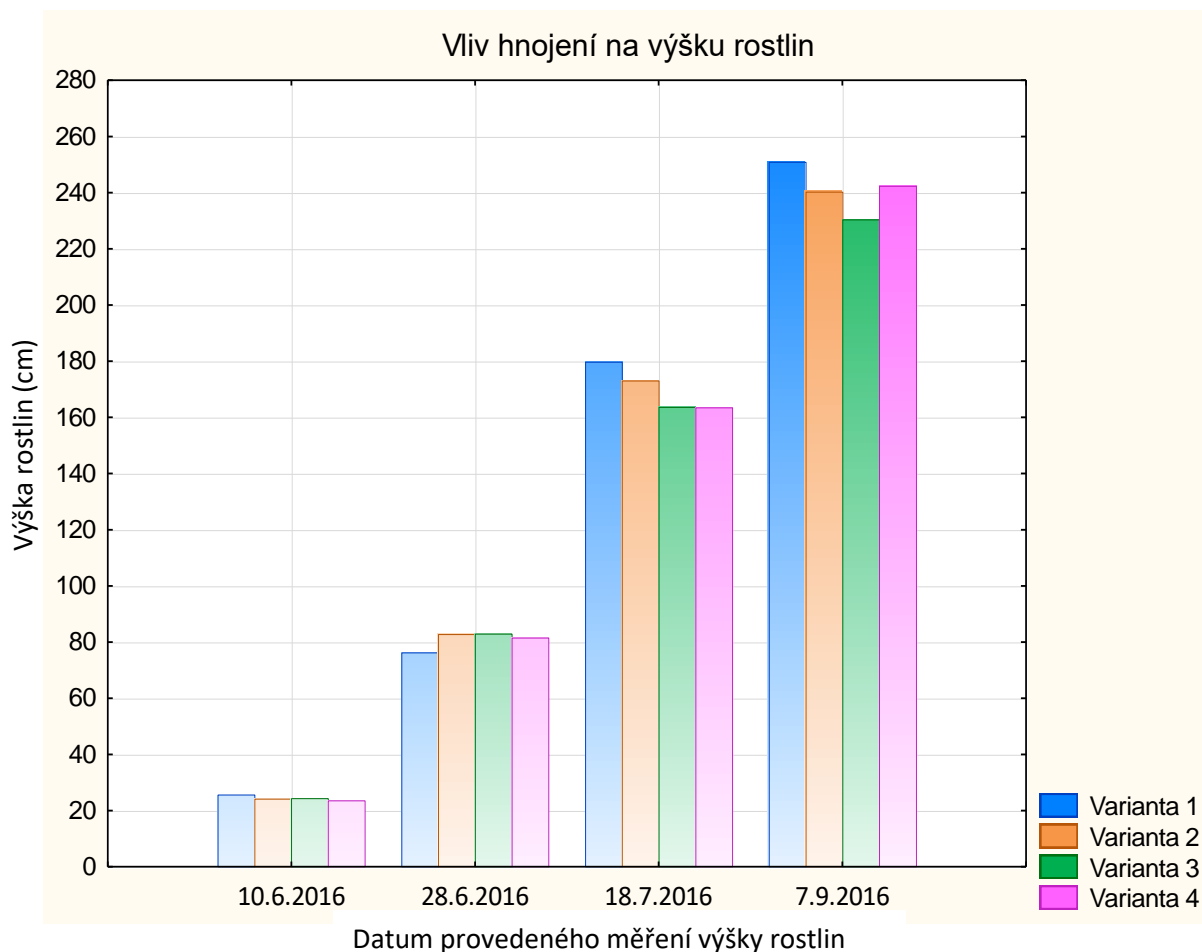
Při odpočtu výšky porostu 10. 6. 2016, kdy rostliny byly ve fázi 3. listu, byla zjištěna nejvyšší výška rostliny u varianty hnojení 1. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pouze mezi variantou hnojení 1 a 4. Při tomto odpočtu byl porost velmi vyrovnaný a lišil se jen v řádu centimetrů. Vyrovnanost porostu na začátku vegetace potvrzuje RYANT a KOL (2004), který říká, že počátek vegetace je u kukuřice charakterizován velmi pomalým růstem a nízkým odběrem živin.

Druhý odpočet výšky rostlin proběhl 28. 6. 2016. Rostliny se nacházely ve fázi 6. listu a nejvyšší průměrná výška rostlin (82,83 cm) byla změřena u varianty hnojení 3, naopak nejnižší porost s průměrnou výškou 76,15 cm byl u varianty hnojení 1. V tomto odpočtu se od sebe statisticky vysoce významně lišily varianty hnojení 1 a 3.

Dne 18. 7. 2016 byl proveden 3. kontrolní odpočet, rostliny začínaly přecházet do prodlužovacího růstu. Varianta hnojení 1 byla s průměrnou výškou porostu 179,65 cm nejvyšší. Na druhém konci tabulky byla varianta hnojení 4 s průměrnou výškou 163,40 cm. Největší vysoce významný rozdíl byl zjištěn mezi variantou hnojení 1 a 3.

Poslední měření proběhlo dne 7. 9. 2016. Rostlin začínaly dozrávat. Nejvyšší výška rostlin (250,80 cm) byla zaznamenána u varianty hnojení 1. Nejnižší porost s průměrnou výškou 230,28 cm byl naměřen u varianty hnojení 3. Rozdíly mezi většinami skupin byly vyhodnoceny jako statisticky vysoce významné. DIVIŠ a KOL. (2002) potvrzuje, že výška rostlin je v našich podmínkách závislá na hybridu a pohybuje se od 120 do 300 cm. UCHIDA (2000) tvrdí, že nedostatek dusíku omezuje buněčné dělení a dochází ke zpomalení růstu rostlin, to se shoduje s výše uvedenými výsledky a je vidět i na grafu č.3.

Graf č. 3: Vliv hnojení na výšku rostlin



5.2 Vliv hnojení na počet palic na rostlině

Tab. č. 6: Statistické vyhodnocení počtu palic na rostlině

Závislá: počet palic na rostlině	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; počet palic na rostlině (Tabulka1)			
	Nezávislá (grupovací) proměnná : Hnojení Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=150) = 5,452875$ $p = ,1415$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
1	1	40	3145,500	78,63750
2	2	40	2982,500	74,56250
3	3	30	1888,500	62,95000
4	4	40	3308,500	82,71250

Z tabulky č. 6 je zřejmé, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) nebyla zjištěna statisticky významná závislost počtu palic/rostlina na hnojení.

Tab. č. 7: Popisné statistiky počtu palic na rostlině

Varianta hnojení	N	\bar{x} (ks)	max (ks)	min (ks)	S_x	V_x
1	40	1,88	3	1	0,56	30,04
2	40	1,83	3	1	0,68	36,99
3	30	1,63	3	1	0,56	34,04
4	40	1,93	3	1	0,42	21,65

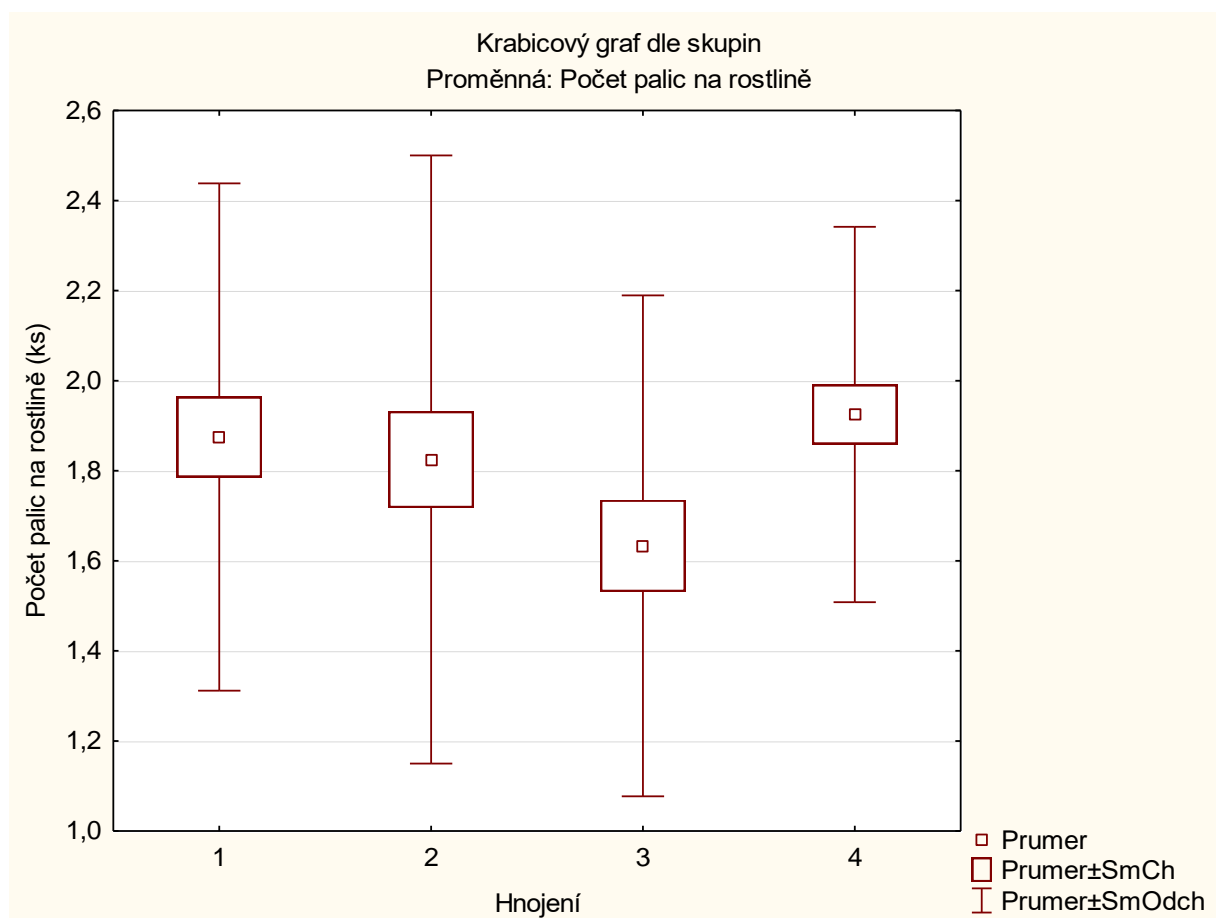
Tabulka č. 7 uvádí popisné statistiky počtu palic na rostlině v jednotlivých variantách hnojení. Nejvyšší počet palic na rostlině dosahuje v průměru varianta hnojení 4 s průměrnou hodnotou 1,93 palice. Naopak nejnižší počet palic na rostlině byl ve variantě 3, která v průměru měla 1,63 palic na rostlině. Rozdíl mezi nejvyšší a druhou nejvyšší hodnotou palic na rostlině je jen 0,05 ks. Naopak mezi nejnižší (varianta hnojení 3) a druhou nejnižší (varianta hnojení 2) hodnotou je rozdíl 0,20 ks.

Tab. č. 8: Vliv hnojení na počet palic na rostlině

Závislá: Počet palic na rostlině	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); počet palic na rostlině (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Hnojení Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=150) = 5,452875$ $p = ,1415$			
	1 R:78,638	2 R:74,563	3 R:62,950	4 R:82,713
1		1,000000	0,809429	1,000000
2	1,000000		1,000000	1,000000
3	0,809429	1,000000		0,357886
4	1,000000	1,000000	0,357886	

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) není v tabulce č. 8 zřejmý statisticky významný rozdíl.

Graf č. 4: Statistické hodnocení počtu palic na rostlině



Graf č. 4 potvrzuje výsledky z tabulky č. 8. Zobrazuje vyrovnané varianty hnojení. PETR a KOL. (1980) uvádí, že na počet palic na rostlině má vliv počet a velikost listů, neboť větší asimilační plocha napomáhá tvorbě palic.

5.3 Vliv hnojení na počet rostlin na m²

Tab. č. 9: Statistické vyhodnocení počtu rostlin na m²

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet rostlin na m ² (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	7236,100	1	7236,100	9668,793	0,000000
Varianta hnojení	1,150	3	0,383	0,512	0,674450
Chyba	116,750	156	0,748		

Z dat vypsaných v tabulce č. 9 je vidět, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) nebyla zjištěna statisticky významná závislost počtu rostlin/m² na hnojení.

Tab. č. 10: Popisné statistiky počtu rostlin na m²

Varianta hnojení	N	\bar{x} (ks)	max (ks)	min (ks)	S _x	V _x
1	40	6,63	8	5	0,81	12,18
2	40	6,85	8	5	0,83	12,17
3	40	6,68	8	5	0,83	12,41
4	40	6,75	9	5	0,98	14,53

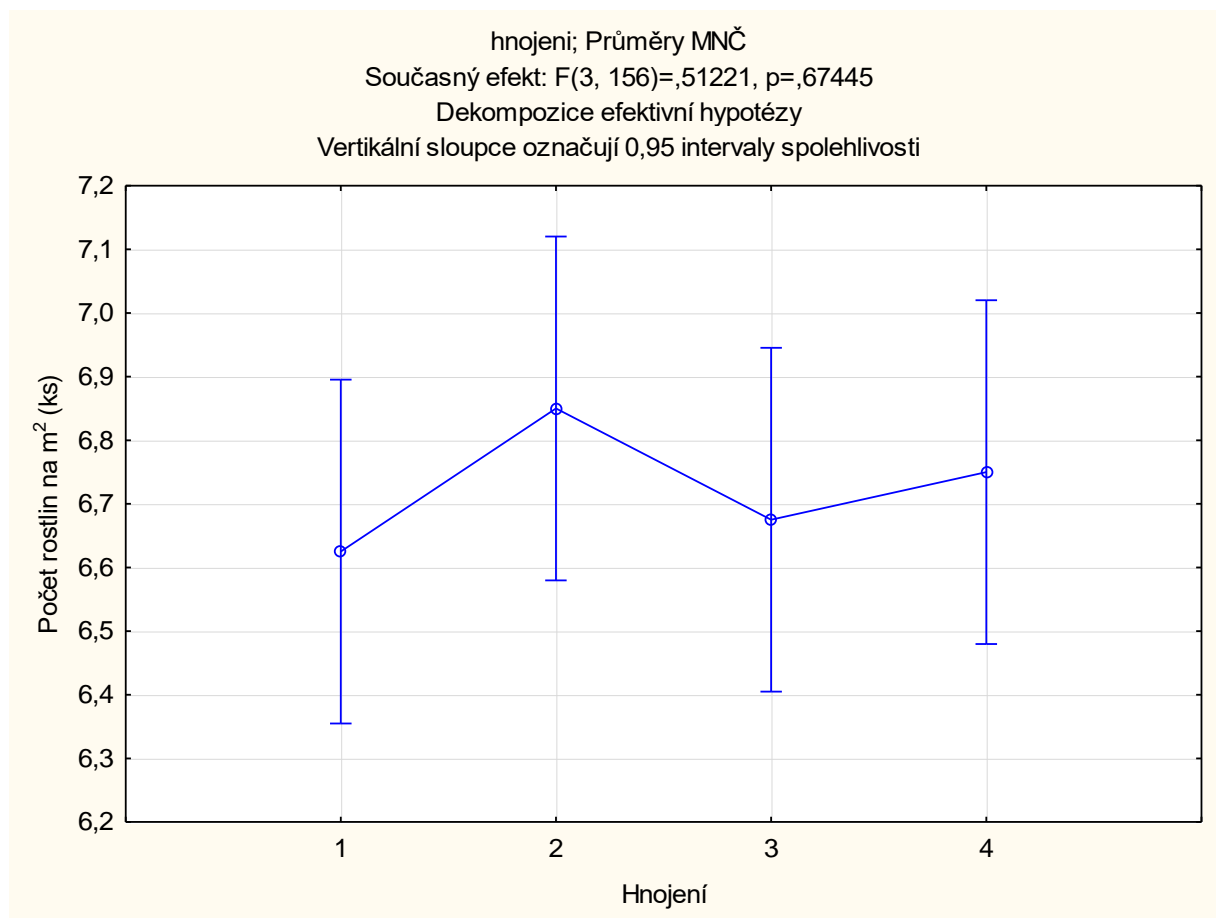
Z tabulky č. 10 můžeme vidět vyrovnanost průměru počtu rostlin na m², maxima i minima mezi variantami hnojení. Nejvyšší počet rostlin na m² je u varianty hnojení 2, nejnižší počet rostlin u hnojení 1. Rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším počtem rostlin na m² je však pouhých 0,22 rostliny.

Tab. č. 11: Vliv hnojení na počet rostlin na m²

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná počet rostlin na m ² (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,74840, sv = 156,00				
	Hnojení	{1} 6,6250	{2} 6,8500	{3} 6,6750	{4} 6,7500
1	1		0,650174	0,993953	0,916924
2	2	0,650174		0,802362	0,955071
3	3	0,993953	0,802362		0,980212
4	4	0,916924	0,955071	0,980212	

Tabulka č. 11 (graf č. 5) potvrzuje vyrovnanost tabulky č. 10 a mezi hnojenými nejsou žádné statisticky významné rozdíly v počtu rostlin na m². Různé dávky hnojení nemůžou mít vliv na počet rostlin na m², jelikož jak uvádí ZIMOLKA a KOL. (2008), k výsevu kukuřice se využívají přesné secí stroje, které zajistí požadovaný počet vysévaných semen a jejich rovnoměrné rozmístění na ploše.

Graf č. 5: Vliv hnojení na počet rostlin na m²



5.4 Vliv hnojení na hmotnost tisíce zrn

Tab. č. 12: Statistické vyhodnocení hmotnosti tisíce zrn

Závislá: hmotnost tisíc zrn	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; hmotnost tisíc zrn (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Hnojení Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=160) = 42,92769$ $p = ,0000$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
1	1	40	4425,500	110,6375
2	2	40	3860,500	96,5125
3	3	40	2074,000	51,8500
4	4	40	2520,000	63,0000

Tabulka č. 12 udává, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) byla zjištěna statisticky vysoce významná závislost hmotnosti tisíce zrn na hnojení. KULANOVÁ (2001) tvrdí, že vliv hnojení na výnosové prvky u kukuřice je nižší, než u obilovin. Dusíkatým hnojením je ale nejvíce ovlivněna hmotnost tisíce zrn, což

se shoduje s výše uvedenými výsledky. Stejný názor zastává taktéž RICHTER a RYANT (2001).

Tab. č. 13: Popisné statistiky hmotnosti tisíce zrn

Varianta hnojení	N	\bar{x} (g)	max (g)	min (g)	S_x	V_x
1	40	440,00	550	350	50,94	11,58
2	40	420,75	520	320	50,76	12,06
3	40	372,25	490	290	43,24	11,61
4	40	383,75	460	320	34,62	9,02

Z hodnot v tabulce č. 13 je zřejmé, že nejvyšší hmotnosti tisíce zrn dosahuje v průměru varianta hnojení 1 s průměrnou hodnotou 440 gramů. Naopak nejnižší hmotnosti tisíce zrn dosahuje v průměru varianta hnojení 3 s 372 gramy. Druhá nejnižší hodnota HTZ se od nejnižší liší pouze v průměru o 11,5 g. Mezi první a druhou variantou hnojení je rozdíl 19,25 g.

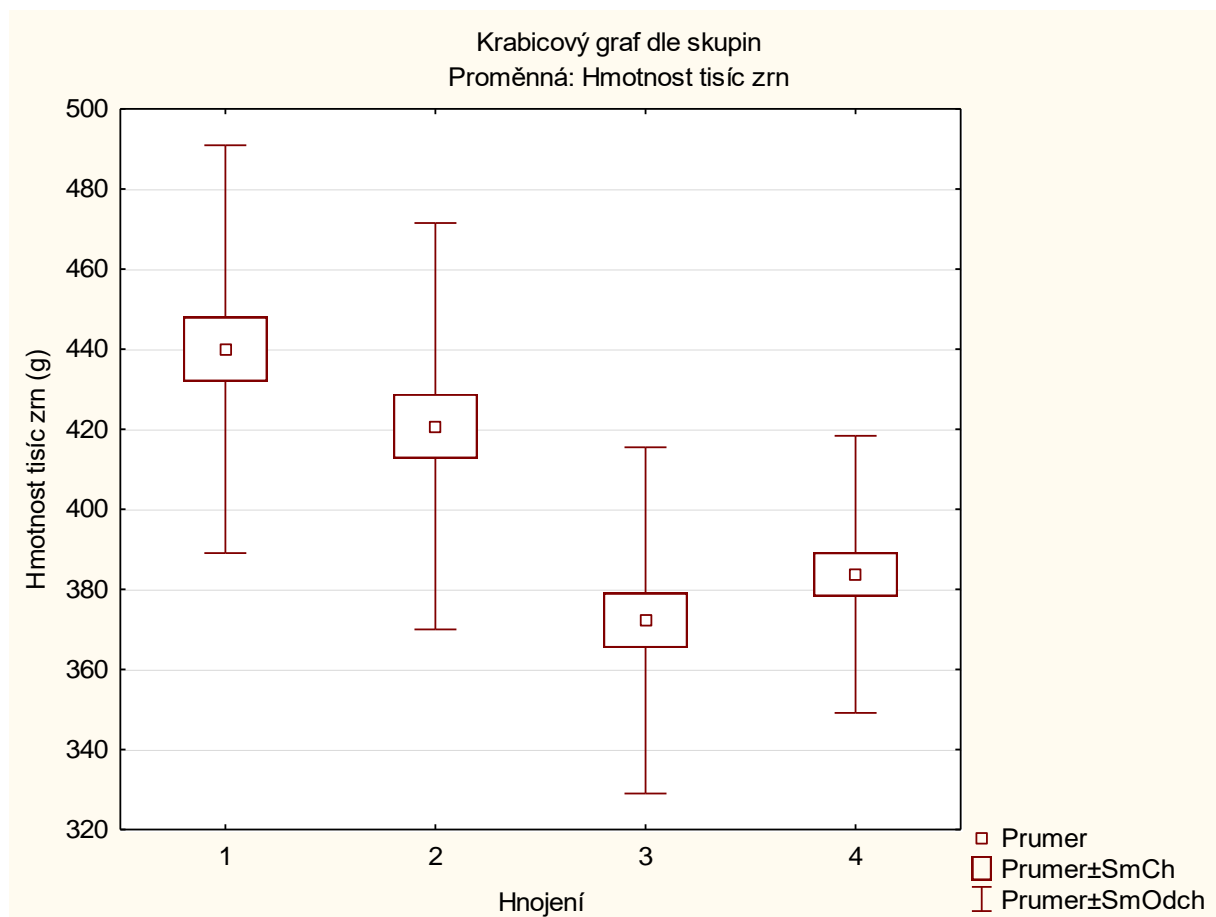
Tab. č. 14: Vliv hnojení na hmotnost tisíce zrn

Závislá: hmotnost tisíc zrn	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); hmotnost tisíc zrn (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Hnojení Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 160) =42,92769 p =,0000			
	1 R:110,64	2 R:96,513	3 R:51,850	4 R:63,000
1		1,000000	0,000000	0,000026
2	1,000000		0,000098	0,007305
3	0,000000	0,000098		1,000000
4	0,000026	0,007305	1,000000	

Tabulka č. 14 uvádí statisticky vysoce významné rozdíly mezi první a třetí variantou hnojení, první a čtvrtou variantou hnojení. A také mezi druhou a třetí, druhou a čtvrtou variantou. Tyto rozdíly mezi skupinami jsou patrné už z tabulky č. 13, kde jsou zřetelné rozdíly v průměrných hodnotách HTZ. Nejvýznamnější rozdíl byl zjištěn mezi první a třetí skupinou ($p < 0,001$), tedy jako statisticky vysoce

významný rozdíl. Mezi druhou a čtvrtou skupinou byl zjištěn rozdíl na hladině významnosti $p < 0,01$ (statisticky významný).

Graf č. 6: Vliv hnojení na hmotnost tisíce zrn



Graf č. 6 dokladuje výsledky z tabulky č. 13. Vyplývá z něj, že nejvyšší hmotnost tisíce zrn je u první varianty hnojení. Jsou zde vidět i jasné statistické rozdíly v HTZ mezi jednotlivými pokusy.

5.5 Vliv hnojení na počet zrn v palici

Tab. č. 15: Statistické vyhodnocení počtu zrn v palici

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet zrn v palici (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	39868109	1	39868109	8241,898	0,000000

Varianta hnojení	160304	3	53435	11,047	0,000001
Chyba	754611	156	4837		

Tab. č. 15 je zřejmé, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) byla zjištěna statisticky vysoce významná závislost počtu zrn v palici na hnojení. Toto tvrzení se shoduje s tvrzením ŠUKA a KOL. (1998), dusík se podílí na růstu a asimilaci. Dusíkatým hnojením je nejvíce ovlivněn počet zrn v palici.

Tab. č. 16: Popisné statistiky počtu zrn v palici

Varianta hnojení	N	\bar{x} (ks)	max (ks)	min (ks)	S_x	V_x
1	40	537,20	720	384	71,70	13,35
2	40	523,60	684	408	69,72	13,32
3	40	470,70	576	360	60,65	12,88
4	40	465,20	736	364	75,29	16,19

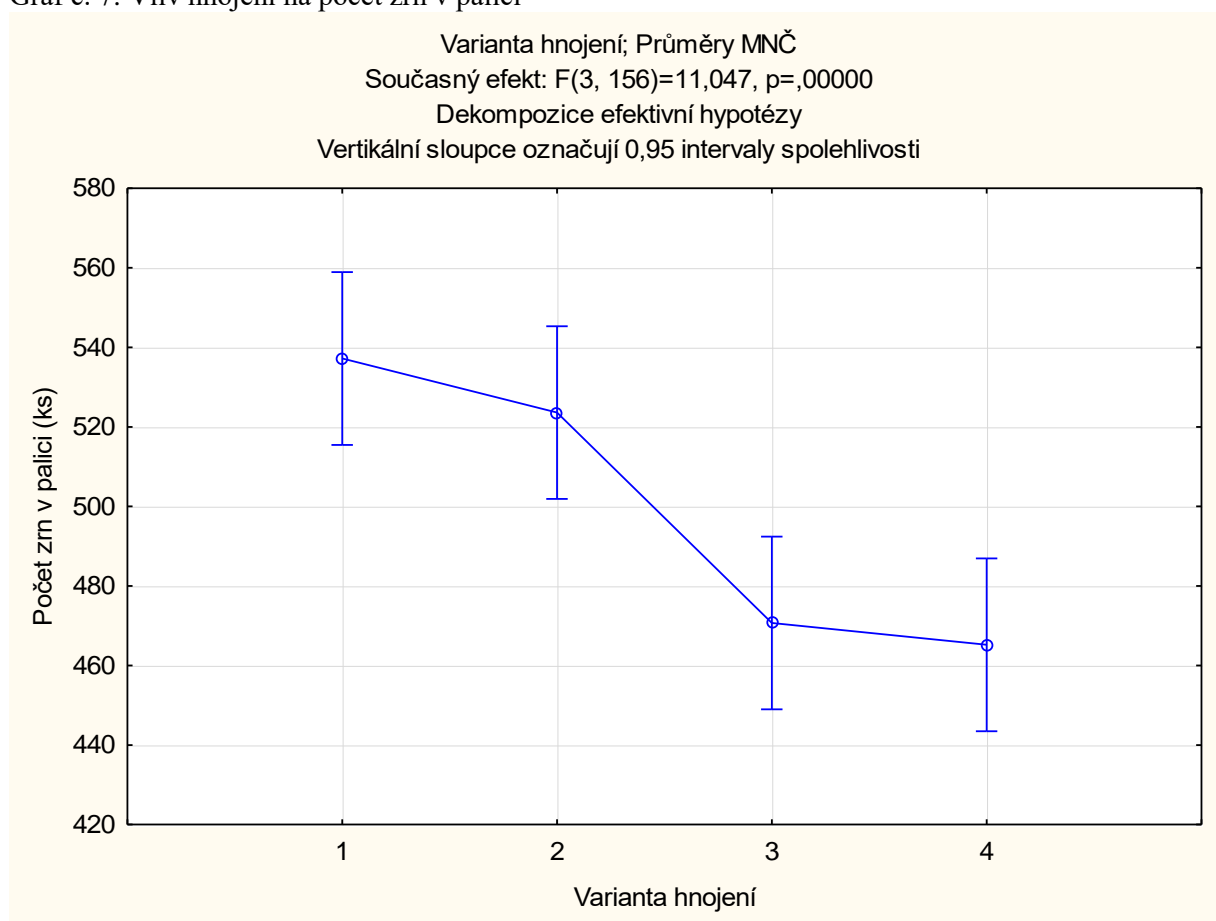
Tabulka č. 16 uvádí popisné statistiky počtu zrn v palici. Z tabulky je vidět evidentní rozdíl v průměrných hodnotách počtu zrn v palici v jednotlivých variantách hnojení. Nejvyšší počet zrn v palici měla varianta hnojení 1 s průměrným počtem 537,2 zrn. Nejnižší počet zrn v palici měla varianta pokusu 4, která měla průměrně 465,2 zrn, tedy o 72 zrn méně, než varianta hnojení 1 s nejvyšším počtem zrn v palici. Rozdíl mezi první a druhou variantou hnojení není tak markantní, liší se jen o 13,6 zrn v palici. Rovněž tak mezi třetí a čtvrtou variantou, kde je rozdíl pouhých 5,5 zrn v palici.

Tab. č. 17: Vliv hnojení na počet zrn v palici

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná počet zrn v palici (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 4837,2, sv = 156,00				
	Varianta hnojení	{1} 537,20	{2} 523,60	{3} 470,70	{4} 465,20
1	1		0,818089	0,000117	0,000028
2	2	0,818089		0,003752	0,001013
3	3	0,000117	0,003752		0,984842
4	4	0,000028	0,001013	0,984842	

Z tabulky č. 17 (grafu č. 7) vyplývají statisticky významné rozdíly mezi první a třetí variantou hnojení, první a čtvrtou variantou hnojení. A také mezi druhou a třetí, druhou a čtvrtou variantou. Tyto rozdíly jsou patrné již z tabulky č. 16. Nejvýznamnější rozdíly byly zjištěny mezi první a třetí skupinou, první a čtvrtou skupinou, kde byla hodnota $p < 0,001$ a jednalo se tedy o statisticky vysoce významný rozdíl. Mezi variantami 2 a 3, 2 a 4 byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,01$).

Graf č. 7: Vliv hnojení na počet zrn v palici



5.6 Vliv hnojení na celkový výnos biomasy

Tab. č. 18: Statistické vyhodnocení celkového výnosu biomasy

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro t/ha (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	6169,710	1	6169,710	8529,675	0,000000

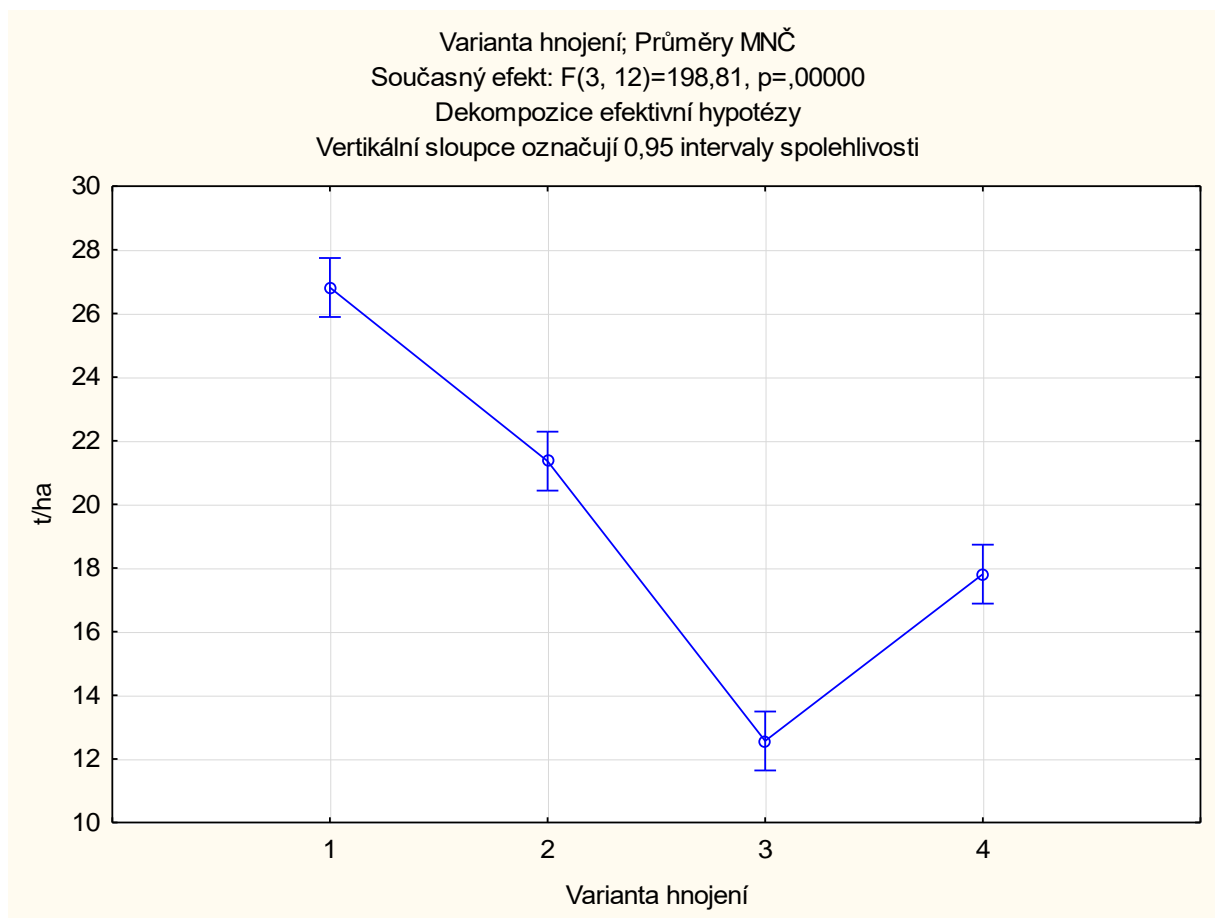
Hnojení	431,411	3	143,804	198,810	0,000000
Chyba	8,680	12	0,723		

Tab. č. 18 ukazuje, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) byla zjištěna statisticky průkazná závislost výnosu biomasy na hnojení.

Tab. č. 19: Vliv hnojení na celkový výnos biomasy

Č. buňky	Varianta hnojení	Tukeyův HSD test; proměnná t/ha (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,72332, sv = 12,000			
		{1} 26,815	{2} 21,360	{3} 12,565	{4} 17,808
1	1		0,000201	0,000199	0,000199
2	2	0,000201		0,000199	0,000528
3	3	0,000199	0,000199		0,000202
4	4	0,000199	0,000528	0,000202	

Graf č. 8: Vliv hnojení na celkový výnos biomasy



Z tabulky č. 19 (grafu č. 8) vyplývají statisticky vysoce významné rozdíly ($p < 0,001$) mezi všemi variantami hnojení. Nejvýznamnější rozdíly byly zjištěny mezi první a třetí skupinou, první a čtvrtou skupinou, druhou a třetí skupinou. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta hnojení 1, kdy výnos byl $26,82 \text{ t*ha}^{-1}$. Tento výnos byl ale podprůměrný z pohledu celorepublikového výnosu kukuřice. Ten dle ČSU byl v roce 2016 $40,72 \text{ t*ha}^{-1}$. CHALOUPEK a KOL. (2005) podporuje výše uvedené výsledky a tvrdí, že ranější hybridy kukuřice jsou méně výnosné. VRZAL a NOVÁK (1995) publikují, že kukuřice příznivě reaguje na živiny v tzv. „staré půdní síle“, proto je výhodné hnojit intenzivněji předplodinu. Naopak na přímé hnojení nereaguje porost příliš výrazně. To se však neshoduje s výše uvedenými výsledky, protože podle námi zjištěných výsledků, se se snižující dávkou dusíku, snižuje výnos biomasy.

5.7 Výskyt škodlivých činitelů

Porost byl ovlivněn několika škodlivými činiteli. Prvním objeveným škůdcem byl zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*). Tímto škůdcem byl napaden celý porost. Varianta hnojení 2 a 3 z 25 %. Varianty hnojení 1 a 4 z 5 %.

Obr. č. 5: Rostlina napadená zavíječem kukuřičným



(Zdroj: Autor, 2016)

Obr. č. 6: Zlomené stéblo kukuřice vlivem zavíječe kukuřičného



(Zdroj: Autor, 2016)

Druhým škůdcem bylo prase divoké (*Sus scrofa*). V blízkosti pozemku se nachází potok, kam se zvěř pravděpodobně chodila napájet. Prasaty byly napadeny varianty hnojení 2 a 3. Varianta hnojení 3 byla napadena ze 40 %. Varianta hnojení 2 z 15 %.

Obr. č. 7 a 8: Porost poničen prasaty divokými





(Zdroj: Autor, 2016)

V pokusu byla nalezena i jedna choroba, konkrétně sněť kukuřičná. Porost touto chorobou nebyl napaden v takové míře jako škůdci. Choroba byla nalezena pouze u 5 % jedinců ve 4. variantě hnojení.

Obr. č. 9: Palice napadená snětí kukuřičnou



(Zdroj: Autor, 2016)

Při kontrole porostu byl zjištěn také jeden nedostatek ve výživě. Konkrétně se jednalo o nedostatek fosforu. Tento nedostatek se projevuje fialovým okrajem listu, jak je vidět na obrázku č. 9. Tento nedostatek byl zaznamenán ojediněle (do 2%) v celém porostu kukuřice.

Obr. č. 10: Důsledek nedostatku fosforu



(Zdroj: Autor, 2016)

5.8 Výnos zrna

Tab. č. 20: Teoretický výnos zrna

Varianta hnojení	Teoretický výnos zrn ($t \cdot ha^{-1}$)
1	37,67
2	34,18
3	23,46
4	29,21

Tabulka č. 20 ukazuje teoretický výnos zrna v jednotlivých variantách hnojení. Nejvyšší hodnota byla vykalkulována u varianty hnojení 1 ($37,67 t \cdot ha^{-1}$). Je také zřejmé, že s postupným poklesem dávky dusíku se snižuje i teoretický výnos zrna, kromě varianty hnojení 3, kde byl vypočten nejnižší výnos zrna a oproti variantě hnojení 4 je výnos nižší o $5,75 t \cdot ha^{-1}$. Tento rozdíl teoretického výnosu zrna mezi variantami hnojení 3 a 4, kdy u varianty 4 byla nejnižší dávka dusíku, je pravděpodobně způsoben tím, že varianta hnojení 3 byla nejvíce zatížena škůdci. Tuto variantu hnojení poškodilo nejvíce prase divoké a částečně i zavíječ kukuřičný.

V tabulce č. 20 jsou uvedeny pouze teoretické výnosy, které byly vypočteny na základě průměrných hodnot výnosových prvků, a proto mohou být nadhodnoceny oproti skutečnému výnosu.

6. Závěr

V diplomové práci byl porovnáván vliv různých variant hnojení kukuřice na délku rostlin, počet palic na rostlině, počet palic na m^2 , hmotnost tisíce zrn, počet zrn v palici, výnos zrna a celkový výnos biomasy. Pokus byl založen na pozemku společnosti Jasanka s. r. o., okres Tábor, Jihočeský kraj.

Při hodnocení různých variant hnojení na výšku rostlin byl zjištěn při posledním měření největší rozdíl mezi variantou hnojení 1 ($58,5 \text{ kg N*ha}^{-1}$) a variantou hnojení 3 ($42,9 \text{ kg N*ha}^{-1}$). Varianta hnojení 4 ($35,8 \text{ kg N*ha}^{-1}$) dosáhla druhé největší průměrné výšky rostlin i přesto, že byla nejméně hnojena.

Při hodnocení různých variant hnojení na počet palic na rostlině nebyl nalezen na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) žádný statisticky významný rozdíl. S postupným poklesem dávky hnojení je zřejmý postupný pokles počtu palic na rostlině.

Při hodnocení počtu rostlin na m^2 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi variantami hnojení. Kukuřice je seta přesnými secími stroji a počet rostlin na m^2 je víceméně daný.

Byl zjištěn statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,001$) mezi variantami hnojení při hodnocení hmotnosti tisíce zrn. U varianty hnojení 1 ($58,5 \text{ kg N*ha}^{-1}$) byla zjištěna HTZ 440 g a s postupným ubýváním dávky hnojení HTZ klesá.

Při hodnocení různých variant hnojení na počet zrn v palici byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi variantou hnojení 2 ($50,7 \text{ kg N*ha}^{-1}$) a variantou hnojení 3 ($42,9 \text{ kg N*ha}^{-1}$). Rozdíly mezi variantami hnojení 1 ($58,5 \text{ kg N*ha}^{-1}$) a 2 ($50,7 \text{ kg N*ha}^{-1}$) nejsou. Stejně tak tomu je u variant hnojení 3 ($42,9 \text{ kg N*ha}^{-1}$) a 4 ($35,8 \text{ kg N*ha}^{-1}$). Byl potvrzen vliv hnojení na počet zrn v palici. Byl zjištěn zřejmý pokles počtu zrn v palici důsledkem nižší dávky hnojení.

Celkový výnos biomasy klesal se snižující se dávkou hnojení. Výjimka však nastala u varianty hnojení 4 ($35,8 \text{ kg N*ha}^{-1}$). Tato varianta hnojení, jako nejméně hnojená, prokázala vyšší výnos biomasy o $5,2 \text{ t*ha}^{-1}$ oproti variantě hnojení 3 ($42,9 \text{ kg N*ha}^{-1}$).

V tomto pokusu byl hodnocen i výnos zrna (teoretický), i když se jednalo o pokus silážní kukuřice. Výsledky pro tento výnos byly vypočteny na základě

průměrných hodnot výnosových prvků (počet palic na rostlině, počet zrn v palici, HTZ). Prokázal se zde nejvyšší teoretický výnos zrna $37,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ u varianty hnojení 1 ($58,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) a nejnižší výnos $23,46 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ u varianty hnojení 3 ($42,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$). Tyto hodnoty jsou jen teoretické a neodpovídají skutečnému výnosu.

Z výsledků všech ukazatelů vyplývá vliv hnojení na vybrané parametry. U všech hodnocených ukazatelů byla potvrzena klesající tendence s klesající dávkou dusíku. Je zřejmé, že u varianty hnojení 1 ($58,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) bylo dosaženo u všech parametrů nejlepších výsledků. Stejně tak je zřejmé u všech parametrů postupný pokles hodnot se snižující se dávkou hnojení. Kromě již zmíněného celkového výnosu biomasy, kdy u varianty hnojení 3 ($42,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) bylo zaznamenáno výrazné snížení výnosu oproti variantě hnojení 4 ($35,8 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$). Tato skutečnost je pravděpodobně dána vyšším poškozením škodlivými činiteli. Porost byl poškozen hlavně ze strany divokých prasat, vůči kterým neexistují velké možnosti ochrany porostu.

Vzhledem ke zřetelným ztrátám na celkovém výnosu biomasy by měla být věnována větší pozornost ochraně porostu proti škodlivým činitelům, zejména proti divokým prasatům a zavíječi kukuřičnému. Vzhledem k prokázanému vlivu hnojení by měla být věnována pozornost optimálnímu množství živin vedoucích ke zvýšení výnosu.

7. Seznam použité literatury

1. **Anonym 1:** GMO, geneticky modifikované organismy, 2017[online]. [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/>
2. **Anonym 2:** Agronomický systém, který má smysl..., 2016[online]. [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/twin-row>
3. **Anonym 3:** Technologie bioplynových stanic, 2008, [online]. [cit. 2017-03-03]. Dostupné z <http://www.bioplynovestanice.cz/technologie-bps/>
4. **Arriola, K.G. a kol.:** Stay-green ranking and maturity of corn hybrids: 1. Effects on dry matter yield, nutritional value, fermentation characteristics and aerobic stability of silage hybrids in Florida. *Journal of Dairy Science*, 2012
5. **Badalíková, B. a Bártlová, B.:** Zpracování půdy po sklizni plodin, *Zemědělec*, 26/2014, s. 27
6. **Badalíková, B. a Pospíšil, J.:** Půdoochranné zpracování půdy, *Úroda*, 11/2015, s. 44-46
7. **Bušo, R. a kol:** Trendy v pěstování kukurice, *Úroda*, 2/2014, s. 30 – 32
8. **Český hydrometeorologický ústav:** 2016, [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>
9. **Diviš, J. a kol.:** Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2000, 258s., ISBN 80-7040-456-6
10. **Diviš, J. a kol.:** Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010, 260s., ISBN 978-80-7394-216-8
11. **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
12. **Doležal, P. a kol.:** Konzervace, skladování a úpravy objemných krmiv: (přednášky), Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006, 247s., ISBN 80-7157-993-9.
13. **Fialová, Z.:** Rozhodnou až členské státy unie, *Zemědělec*, 4/2015, s. 6.

14. **Froněk, D. a Křístková, M.:** Růst ploch s GM plodinami ve světě pokračuje, Evropě navzdory, *Úroda*, 9/2014, s. 20 – 22
15. **Fuksa, P. a Kalista, J.:** Výběr hybridů kukuřice v roce 2006 [online]. [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: <http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006>
16. **Graman, J. a Čurn, V.:** Šlechtění zemědělských plodin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998, 194s., ISBN 80-7040-300-4
17. **Hůla, J. a kol.:** Minimalizace zpracování půdy, Profi Press, Praha, 2008, 248s., ISBN 978-80-86726-28-1
18. **Hůla, J. a Mayer, V.:** Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy, Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha, 1999, 35s., ISBN 80-7105-187-X
19. **Chloupek, O. a kol.:** Pěstování a kvalita rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 178s., ISBN 80-7157-897-5
20. **Kazda, J. a kol.:** Encyklopedie ochrany rostlin – polní plodiny, Profi Press, Praha, 2010, 398 s., ISBN 978-80-86726-34-2
21. **Kostelanský, F. a kol.:** Obecná produkce rostlinná, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, 212s., ISBN 80-7157-765-0
22. **Kouřil, M.:** Eroze půd – legislativní opora, skutečnost vs. Dotace, *Úroda*, 11/2015, s. 35 – 37
23. **Křížek, J. a Berka, P.:** Dělená sklizeň kukuřice – LKS, AGROPROGES – SERVIS s.r.o., Mohelnice, 1999, s. 19 – 21. – *sborník přednášek*
24. **Kulanová, E.:** Principy hnojení kukuřice, *Zemědělec*, 11/2001
25. **KWS OSIVA s.r.o.:** Kukuřice v praxi: sborník ze semináře s mezinárodní účastí. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2013.
26. **Moudrý, J. a Jůza, J.:** Pěstování obilnin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998, 87s., ISBN 80-7040-274-1
27. **MZe ČR:** Příručka ochrany proti vodní erozi, Praha, 2011, 58 s., ISBN 978-80-7084-996-5.
28. **Owens, F.N.:** Corn genetics and animal feeding value. Presented at the 66th Minnesota Nutrition Conference. 20 – 21 Sep., 2005, St. Paul, Minnesota

29. **Owens, F.N.:** Corn silage – facts, fantasies and the future. Florida Ruminant Nutrition Symposium. Best Western Gateway Grand. 29 – 30 Jan., 2008, Gainesville, Florida
30. **Petr, J. a Húska, J.:** Rostlinná výroba – I, Agronomická fakulta ČZU v Praze, 1997, 197s., ISBN 80-213-0152-X
31. **Petr, J. a kol.:** Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1980, 447 s.
32. **Petříková, V.:** Biomasa pro bioplynové stanice zemědělského typu, *Úroda*, 9/2008, str. 92
33. **Poláková, L.:** Pěstování kukuřice novými technologiemi – ano, nebo ne, 2013 [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://uroda.cz/pestovani-kukurice-novymi-technologie-mi-ano-nebo-ne/>
34. **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
35. **Procházková, E. a kol.:** Ověřování půdoochranných technologií u kukuřice, *Úroda*, 10/2015, s. 11 – 14
36. **Prokeš, K. a kol.:** Kukuřice – 2005 - 2006 - s námi to začíná, KWS osiva s.r.o., Velké Meziříčí, 2005, 132s.
37. **Prokeš, K. a Zeman, L.:** Kukuřice v praxi 2017, Mendelova univerzita v Brně, 2017, s. 5, ISBN 978-80-7509-471-1
38. **Prokeš, K. a Zeman, L.:** Kukuřice v praxi 2014, Mendelova univerzita v Brně, 2014, 46s., ISBN 978-80-7375-937-7
39. **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
40. **Richter, R. a Ryant, P.:** Aktuální otázky výživy a hnojení kukuřice In: Sborník ze semináře „Kukuřice“ 2001, ČZU Praha, MZLU Brno, 2001, s. 32 – 34
41. **Ryant, P. a kol.:** Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin, 2004, [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z http://www.af.mendelu.cz/ustav/221/multitexty_2

42. **Římovský, K. a kol.:** Pícninářství – polní pícniny, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989, 165s., ISBN 80-7157-038-9
43. **Sácká, J. a kol.:** Kukuřice 2002 – 2003 úspěch začíná setím, Záhorská ves: KWS SEMENA, s. r. o., 2002, 124s.
44. **Schlegel, R. H. J.:** Dictionary of Plant Breeding. CRC Press, Boca Raton, 2010, 571s, ISBN: 978-1-4398-0242-7
45. **Smutný, V. a kol.:** Pěstování kukuřice na zrno při různých způsobech zpracování půdy, *Úroda*, 2/2014, s. 12-16
46. **Srbek, J. a kol.:** Půdochranné technologie u kukuřice, *Úroda*, 1/2015, s. 12-14
47. **Stratilová, Z.:** GMO bez obalu, Ministerstvo zemědělství, Praha, 2012, 34s., ISBN 978-80-7434-057-4
48. **Svoboda, M.:** Zakládání porostů kukuřice, *Úroda*, 4/2004, s. 24 – 26
49. **Šantrůček, J. a kol.:** Základy pícninářství, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001, 146s., ISBN 80-213-0764-1
50. **Šantrůček, J. a kol.:** Encyklopedie pícninářství, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011, 157s., ISBN 978-80-213-1605-8
51. **Šašková, D. a Štolfa, V.:** Trávy a obilí, Artia a. s. a Granit s. r. o. v Praze, 1993, 64s., ISBN 80-85805-03-0
52. **Šimo, D.:** Organizácia výroby kukurice na zrno, *Príroda*, 147 s.
53. **Špaldon, E. a kol.:** Rastlinná výroba, *Príroda*, Bratislava, 1982, 628s.
54. **Štokr, J.:** PIONEER Saaten: Pěstování kukuřice na LKS, 1999, s. 11-12
55. **Šuk, J. a kol.:** Kukuřice. VP agro Kněževes, 1998, 93 s.
56. **Šuškevič, M.:** Půdochranné technologie ovlivňují vlastnosti půd jen nevýrazně, *Zemědělec*, 38/2001, s.10
57. **Tomášek, J. a Herout, M.:** Pěstování kukuřice novými technologiemi – ano, nebo ne?, *Úroda*, 11/2013, s. 10
58. **Trnková, J. a kol.:** Organizace a kontrola pěstování GM plodin v ČR, Ministerstvo zemědělství, Praha, 2017, 38s., ISBN 978-80-7434-335-3
59. **Třináctý, J. a kol.:** Hodnocení krmiv pro dojnice, AgroDigest s.r.o., Pohořelice, 2013, 592s., ISBN 978-80-260-2514-6
60. **Uchida, R. (2000):** Essential Nutrients for Plant Growth. Nutrient Functions and Deficiency Symptoms. In: Silva, J. A., Uchida, R. (eds): Plant Nutrient

Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. University of Hawaii at Manoa, Honolulu, 31-55

61. **Vrzal, J. a kol.:** Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1995, 31s., ISBN 80-7105-097-0
62. **Weger, J. a kol.:** Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2012, 78s., ISBN 978-80-85116-66-3
63. **Zimolka, J. a kol.:** Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, Praha, 2008, 200s., ISBN 978-80-86726-31-1

8. Přílohy

Tab. č. 21: Výšky rostlin (cm) z 10. 6. 2016

Varianta hnojení	Opakování	Výška rostlin (cm) 10. 6. 2016									
1	I	21	29	31	29	24	22	18	34	22	28
1	II	25	29	24	18	30	18	28	25	27	21
1	III	28	30	29	20	31	22	31	29	27	27
1	IV	25	24	21	21	23	30	25	20	28	30
2	I	28	3	17	27	21	29	27	23	29	20
2	II	24	26	26	26	30	25	29	24	22	23
2	III	25	19	20	30	20	28	22	26	29	19
2	IV	26	21	21	30	19	22	27	21	24	16
3	I	20	30	30	25	25	17	25	29	27	22
3	II	25	24	29	19	24	31	33	24	18	29
3	III	29	20	24	24	27	20	21	27	25	17
3	IV	28	27	20	19	20	27	28	19	19	25
4	I	19	20	17	21	29	22	23	20	25	19
4	II	23	19	23	29	24	19	25	19	30	20
4	III	29	27	30	27	31	26	23	22	25	22
4	IV	21	17	18	22	27	25	18	31	27	26

Tab. č. 22: Výšky rostlin (cm) z 28. 6. 2017

Varianta hnojení	Opakování	Výška rostlin (cm) 28. 6. 2016									
1	I	67	51	53	45	63	61	64	55	71	53
1	II	66	92	92	84	75	85	79	77	86	82
1	III	93	70	87	76	88	80	87	82	78	84
1	IV	84	72	89	83	83	88	84	77	81	79
2	I	94	92	94	76	97	88	91	90	85	96
2	II	76	80	87	76	89	80	84	82	79	85
2	III	74	83	76	90	68	77	82	75	84	81
2	IV	69	82	78	84	86	80	84	77	79	78
3	I	90	75	90	91	79	78	86	88	82	86
3	II	90	60	84	81	87	86	75	80	83	79
3	III	84	91	83	77	91	89	82	79	86	87
3	IV	83	76	79	79	91	83	79	81	85	78
4	I	81	79	77	94	101	88	83	92	79	85
4	II	80	73	73	86	76	74	82	79	80	76
4	III	82	86	79	80	84	91	84	88	82	81
4	IV	85	78	78	84	71	83	75	79	76	80

Tab. č. 23: Výšky rostlin (cm) z 18. 7. 2016

Varianta hnojení	Opakování	Výška rostlin (cm) 18. 7. 2016									
1	I	181	174	171	164	170	175	169	170	175	172
1	II	178	194	193	181	189	180	189	190	186	190
1	III	163	179	170	165	197	170	191	180	172	174
1	IV	170	186	189	196	177	183	188	185	179	181
2	I	180	173	187	178	181	185	178	176	180	179
2	II	178	192	186	173	180	183	174	185	182	184
2	III	151	153	161	164	172	167	170	152	157	163
2	IV	178	171	151	183	170	165	180	167	161	169
3	I	152	162	146	180	178	160	168	159	170	161
3	II	150	151	172	170	166	158	157	169	165	157
3	III	152	174	160	165	160	164	162	162	170	158
3	IV	175	171	159	167	161	169	170	164	163	165
4	I	164	170	162	170	172	168	158	173	170	168
4	II	165	167	167	150	171	165	168	162	160	165
4	III	167	174	145	142	170	154	163	164	159	152
4	IV	157	163	166	165	163	175	159	164	159	160

Tab. č. 24: Výšky rostlin (cm) ze 7. 9. 2016

Varianta hnojení	Opakování	Výška rostlin (cm) 7. 9. 2016									
1	I	254	255	252	229	262	271	252	250	256	253
1	II	254	229	243	248	236	256	221	249	235	240
1	III	210	227	252	261	268	265	240	257	246	245
1	IV	237	248	268	271	275	269	258	260	268	262
2	I	244	264	242	252	245	250	239	255	251	254
2	II	275	237	246	200	231	235	240	242	234	239
2	III	236	231	224	237	256	240	241	234	240	231
2	IV	228	231	225	245	253	248	229	235	231	237
3	I	241	238	245	232	231	229	235	233	245	241
3	II	239	219	235	221	228	225	234	228	226	227
3	III	221	215	243	233	231	229	230	224	232	228
3	IV	222	225	230	228	232	219	223	234	231	229
4	I	259	251	249	258	242	251	253	260	247	249
4	II	255	246	251	265	205	247	239	244	246	243
4	III	249	230	235	237	220	229	240	231	235	233
4	IV	232	225	247	230	263	245	229	242	238	241

Tab. č. 25: Počet palic (ks) na rostlině

Varianta hnojení	Opakování	Počet palic (ks) na rostlině									
		1	2	1	2	2	2	1	2	1	2
1	I	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2
1	II	2	1	2	2	2	2	3	2	1	3
1	III	2	2	3	2	2	2	2	1	2	3
1	IV	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2
2	I	2	2	2	2	1	2	3	1	1	2
2	II	3	2	2	1	1	2	2	1	2	1
2	III	2	1	2	2	3	2	2	1	3	2
2	IV	2	1	3	2	1	2	1	3	1	2
3	I	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2
3	II	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2
3	III	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1
3	IV	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1
4	I	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
4	II	3	2	2	2	2	2	3	1	2	2
4	III	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	IV	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2

Tab. č. 26: Počet rostlin (ks) na m²

Varianta hnojení	Opakování	Počet rostlin (ks) na m ²									
1	I	7	6	8	6	7	7	8	6	7	7
1	II	8	6	6	7	6	7	8	6	7	6
1	III	6	5	7	8	7	6	6	6	7	6
1	IV	6	6	7	8	7	6	5	6	7	7
2	I	6	5	7	5	8	7	6	8	7	8
2	II	6	7	7	8	6	7	8	6	7	7
2	III	7	6	7	7	8	6	6	7	8	7
2	IV	6	6	8	7	8	7	7	6	7	7
3	I	5	7	6	6	7	7	8	6	6	7
3	II	7	7	6	8	6	7	5	8	7	6
3	III	6	7	7	6	8	6	7	7	6	7
3	IV	7	8	5	7	6	6	7	7	8	7
4	I	5	7	6	5	7	8	6	7	7	6
4	II	6	7	6	6	8	7	6	8	7	6
4	III	7	6	8	8	8	6	6	5	6	7
4	IV	8	8	9	6	6	7	7	8	7	6

Tab. č. 27: Hmotnost tisíce zrn (g)

Varianta hnojení	Opakování	HTZ (g)									
1	I	490	360	400	510	460	380	390	410	420	420
1	II	490	390	430	450	410	390	440	410	460	450
1	III	500	550	470	510	500	460	490	510	540	490
1	IV	350	390	440	380	450	390	410	420	400	390
2	I	460	480	390	450	430	480	420	440	410	460
2	II	330	390	440	340	390	450	360	350	380	400
2	III	350	510	350	430	400	320	390	450	400	410
2	IV	460	440	460	490	520	510	390	410	440	450
3	I	490	340	360	410	380	370	400	430	410	380
3	II	340	350	350	350	330	290	420	350	330	360
3	III	380	310	340	320	360	370	420	310	350	360
3	IV	460	350	370	350	390	380	420	400	460	350
4	I	380	340	380	380	330	350	360	350	390	340
4	II	390	320	440	390	390	340	420	420	390	400
4	III	400	360	350	380	390	370	350	320	400	380
4	IV	400	450	390	460	420	390	450	400	410	380

Tab. č. 28: Počet zrn v palici (ks)

Varianta hnojení	Opakování	Počet zrn v palici (ks)									
1	I	576	384	480	544	448	504	608	540	512	476
1	II	476	684	476	576	576	612	532	640	448	476
1	III	504	544	504	476	476	648	532	576	576	448
1	IV	448	608	476	504	544	576	576	608	720	576
2	I	504	504	448	476	576	608	648	476	504	504
2	II	544	544	544	648	576	476	504	684	544	576
2	III	476	504	408	476	544	408	432	684	608	476
2	IV	544	420	512	476	476	476	576	504	576	480
3	I	476	392	468	360	480	448	544	504	480	392
3	II	540	448	420	416	480	476	576	448	544	576
3	III	448	392	392	476	504	576	448	364	476	448
3	IV	544	392	448	420	544	544	544	504	416	480
4	I	476	480	392	420	420	544	576	544	392	480
4	II	476	364	448	392	392	420	392	448	408	576
4	III	408	420	448	364	504	544	512	480	540	504
4	IV	448	736	504	392	408	456	540	544	384	432

Tab. č. 29: Výnos biomasy

Varianta hnojení	Výnos (t)
1	26,815
2	21,360
3	12,565
4	17,808