

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



Vliv stupňovaných dávek dusíku na výnos a kvalitu osiva kukuřice
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Vypracoval:
Jiří Dostál

Brno 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Jiří Dostál**
Studijní program: Agrobiologie
Obor: Fytotechnika
Konzultant: Ing. Antošovský
Název tématu: **Vliv stupňovaných dávek dusíku na výnos a kvalitu osiva kukuřice**
Rozsah práce: cca 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních pramenů týkajících se řešené problematiky.
2. Zpracování literární rešerše se zaměřením na výživu dusíkem a množitelské porosty kukuřice.
3. Založení a vedení poloprovozního polního pokusu s aplikací různých dávek dusíkatých hnojiv u množitelského porostu kukuřice.
4. Posouzení vlivu stupňovaných dávek dusíku na výnos a kvalitu osiva kukuřice.
5. Statistické zhodnocení dosažených výsledků, formulace závěrů a doporučení.

Seznam odborné literatury:

1. ZIMOLKA, J. a kol. *Kukuřice : hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1.
2. DANFORTH, A. *Corn Crop Production – Growth, Fertilization and Yield*. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2009. 377 s. ISBN 978-1-60741-955-6.
3. RYANT, P. a kol. *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. [online]. 2003. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin.
4. VANĚK, V. a kol. *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002. 132 s. ISBN 80-902413-7-9.
5. FECENKO, J. – LOŽEK, O. *Výživa a hnojení polních plodin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
6. MENGEL, K. a kol. *Principles of plant nutrition*. 5. vyd. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 s. ISBN 978-1-4020-0008-9.

Datum zadání bakalářské práce: listopad 2015


Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017



Jiří Dostál
Autor práce



doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Vedoucí práce



doc. Ing. Petr Škarpa, Ph.D.
Vedoucí ústavu



doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci na téma *Vliv stupňovaných dávek na výnos a kvalitu osiva kukuřice* vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval doc. Ing. Pavlu Ryantovi, Ph.D. a Ing. Jiřímu Antošovskému za vedení a odbornou pomoc při řešení a tvorbě bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Filipu Daňkovi a Ing. Vlastislavu Janákovi za pomoc a ochotu při řešení praktické části pokusu. Také bych rád poděkoval firmě OSEVA a. s., Bzenec, která umožnila pokus uskutečnit.

Abstrakt

Vliv stupňovaných dávek na výnos a kvalitu osiva kukuřice

Tato práce se zabývá posouzením vlivu stupňovaných dávek na výnos a kvalitu osiva kukuřice. Problematika byla řešena formou poloprovozního polního pokusu na množitelském porostu kukuřice v obci Kelčany v roce 2016. Na všechny varianty se aplikovalo $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ a ve fázi 10 listů se aplikovaly stupňované dávky dusíku v hnojivu DASA. Pokus zahrnoval 5 variant: 1. varianta byla hnojena $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, 2. $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, 3. $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, 4. $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ a 5. nehnojeno. Po sklizni byl stanoven výnos zrna v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ při sušině 14 %. Pro vyjádření kvality osiva se provedla kalibrace na jednotlivé frakce a test klíčivosti.

Nejvyšší výnos zrna v porovnání s kontrolou byl zjištěn u varianty 1 s nejvyšší dávkou dusíku. U ostatních variant nebyl pozorován významnější rozdíl ve výnosu zrna. Na základě tohoto jednoletého pokusu lze považovat za nejvhodnější dávky dusíku ve vztahu k výnosu a kvalitě osiva $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ a $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$.

Klíčová slova: Kukuřice setá, dusík, hnojení, výnos zrna

Abstract

Impact of staggered doses on yield and quality of maize seed

This paper undertakes an assessment of the impact of staggered doses on the yield and quality of maize seed. The task was resolved in the form of a semi-operational field test on a seed multiplication field for maize in the municipality of Kelčany in 2016. $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ was applied to all variants, followed at the 10-leaf stage by a staggered application of nitrogen contained in DASA fertilizer. The test comprised five variant dosages: 1st – fertilized with $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, 2nd – $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, 3rd – $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, 4th – $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, and 5th variant – no fertilizer. After harvesting, grain yield at $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ was determined at 14 % dry mass. For determining the quality of seed, the maize was calibrated by grain size fractions and the germination rate was tested.

For Variant 1, which received the highest fertilizer dosage, the highest grain yield was established compared to the control group. For the other variants, no substantial difference in yield was observed. Based on this one-year field test, the most suitable nitrogen doses in relation to yield and seed quality are $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ and $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$.

Key words: maize, nitrogen, fertilization, grain yield

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | ÚVOD..... | 9 |
| 2 | LITERÁRNÍ PŘEHLED..... | 10 |
| 2.1 | Dusík..... | 10 |
| 2.1.1 | Koloběh dusíku..... | 10 |
| 2.1.2 | Dusík v půdě..... | 11 |
| 2.1.3 | Dusík v rostlinách..... | 12 |
| 2.2 | Kukuřice setá..... | 15 |
| 2.2.1 | Původ a význam..... | 15 |
| 2.2.2 | Biologická charakteristika..... | 15 |
| 2.2.3 | Zařazení kukuřice v osevním postupu..... | 16 |
| 2.2.4 | Zpracování půdy..... | 16 |
| 2.2.5 | Založení porostu..... | 17 |
| 2.2.6 | Typy hybridů a množení..... | 18 |
| 2.2.7 | Nároky kukuřice na živiny..... | 19 |
| 2.2.8 | Hnojení dusíkem..... | 20 |
| 2.2.9 | Hnojení ostatními živinami..... | 21 |
| 3 | CÍL PRÁCE..... | 22 |
| 4 | MATERIÁL A METODIKA..... | 23 |
| 4.1 | Charakteristika lokality..... | 23 |
| 4.2 | Metodika pokusu..... | 25 |
| 4.3 | Použité hnojivo a hybrid..... | 26 |
| 4.4 | Stanovení kvality osiva..... | 26 |
| 5 | VÝSLEDKY A DISKUZE..... | 28 |
| 5.1 | Výnos zrna..... | 28 |
| 5.2 | Kalibrace osiva..... | 29 |
| 5.3 | Klíčivost..... | 31 |
| 6 | ZÁVĚR..... | 33 |
| 7 | OBRAZOVÁ PŘÍLOHA..... | 34 |

1 ÚVOD

Kukuřice setá je jedna z nejstarších pěstovaných a nejvíce produktivních zrnin na světě. Celosvětově se zrnová kukuřice podílí na výživě obyvatel ze 40 %. Z tohoto pohledu je významnou plodinou. V roce 2013 byla v České republice zrnová kukuřice pěstována na ploše 111 931 ha. V roce 2016 to byla plocha 79 303 ha (ČSÚ 2017).

Dusík patří mezi nejvýznamnější prvky v koloběhu živin v přírodě. Má významné postavení ve všech živých soustavách. Pro rostliny je dusík nepostradatelnou živinou. Dusík je významnou součástí chlorofylu, purinových a pyrimidinových bází, sloučenin pro přenos energie a především je základním stavebním kamenem aminokyselin, ze kterých jsou složeny bílkoviny.

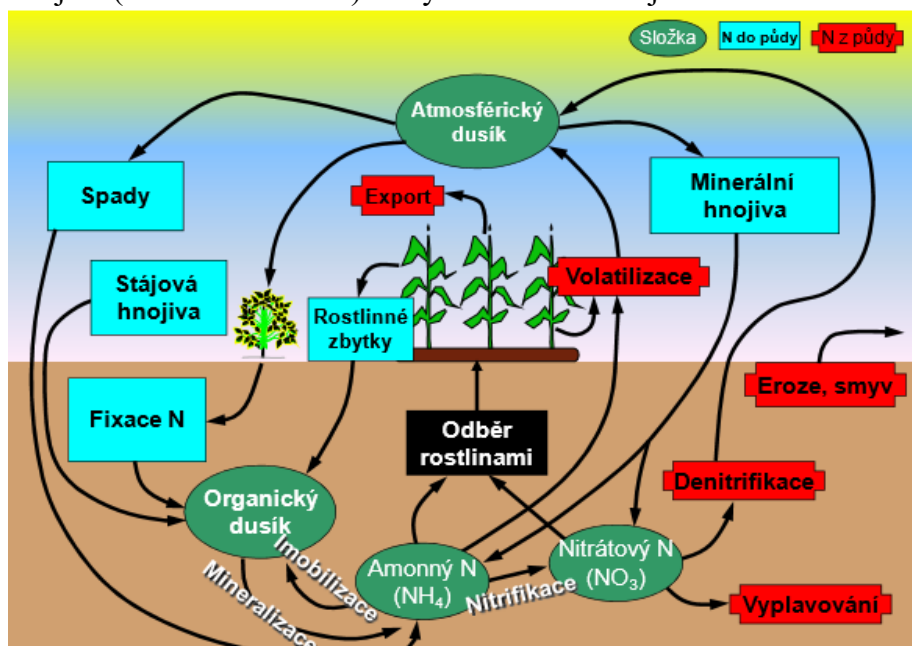
Kukuřice má vysoké nároky na dusíku. U kukuřice aplikujeme rozhodující část dusíku před setím, avšak vysoký příjem rostlinami nastává během intenzivního růstu. Snaha o přesunutí hnojení do vegetačního období je zcela na místě. U kukuřice je vhodné přihnojení při výšce porostu 20–40 cm. Vhodné dávky a období aplikace dusíkatých hnojiv hrají klíčovou roli, při dosažení požadovaného výnosu a kvality zrna.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Dusík

2.1.1 Koloběh dusíku

Dusík a jeho sloučeniny jsou nezbytné ve všech živých soustavách. Živé organismy využívají dusík k tvorbě širokého spektra sloučenin, jako jsou např. aminokyseliny, nukleové kyseliny, bílkoviny, chlorofyl a mnohé další. Dusík je také velmi významný pro životní prostředí. V litosféře je obsaženo 98 % dusíku, v atmosféře zbylá 2 % (Balík *et al.* 2012). Většina dusíku v litosféře je vázána v organické formě, tento dusík vzhledem ke své chemické vazbě není přístupný pro rostliny. Naopak minerální dusík, tedy amonný NH_4^+ a nitrátový NO_3^- , je pro rostliny v půdě přístupný (Beegle *et al.* 2003). Vzdušný dusík ale hraje důležitou roli při fixaci bobovitými rostlinami. Symbiotická fixace využívá energii získanou při fotosyntéze a dále dochází k přeměně N_2 na NH_3 . Těto přeměny se účastní především bakterie rodu *Rhizobium* (Richter *et al.* 1999). Dalšími zdroji může být kyselina dusičná, která vzniká při bouřce a vyskytuje se v depozicích. Roční dávka ve spadech se pohybuje kolem $15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Samozřejmostí jsou organická a minerální hnojiva, další dusík je potom uložen v posklizňových zbytcích a zeleném hnojení (Vaněk *et al.* 2007). Celý koloběh dusíku je znázorněn na obrázku 1.



Obrázek 1: Schéma koloběhu dusíku (Balík *et al.* 2012)

2.1.2 Dusík v půdě

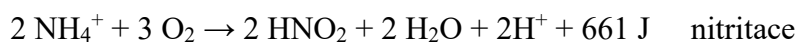
Hlavní podíl dusíku je obsažen v organických dusíkatých sloučeninách, jejichž dusík je rostlinám nedostupný. Pouze jedno až dvě procenta jsou pro rostliny dostupné, a to v ornici, kde dochází procesem mineralizace k rozkladu (Balík *et al.* 2012).

Mineralizace

Mineralizací se rozumí rozklad organických zbytků, čímž dojde k uvolnění živin z organických vazeb. Mineralizaci dusíkatých látek nazýváme amonifikace. Dochází k uvolňování amoniaku a ten je poté přístupný rostlinám a půdní mikroflóře. Jako optimální podmínky pro mineralizaci se uvádí teplota kolem 30 °C. Při teplotě kolem bodu mrazu přestává mineralizace probíhat. Klíčové je složení a kvalita organické hmoty, především poměr C:N (Richter *et Hlušek*, 1999).

Nitrifikace

V půdách biologicky aktivních dochází k přeměně NH_4^+ na dusík. Tento proces se nazývá nitrifikace. Během nitrifikace probíhají dva procesy, prvním je nitritace a druhým nitratice (Richter *et Hlušek* 1999).



Při nitritaci dochází k oxidaci amonných solí v půdě. Na této přeměně se podílejí bakterie rodu *Nitrosomonas*. Další oxidací během nitratice za pomoci bakterií rodu *Nitrobacter* vznikají dusičnany. Během nitrifikace dochází vlivem uvolňovaných kationtů vodíku k okyselování půdy. Nitrátový dusík je pro rostliny lépe přijatelný, ovšem nevýhodou a rizikem je jeho pohyblivost a vyplavování do podzemních vod (Balík *et al.* 2012).

Denitrifikace

Za denitrifikaci považujeme redukci nitrátového dusíku na elementární dusík při současné spotřebě organických látek. Denitrifikace může probíhat anaerobně tzv. mikrobiálním způsobem za pomoci bakterií *Bacterium denitrificans* nebo způsobem chemickým, kdy kyselina dusitá reaguje s aminy, aminokyselinami, amidy nebo močovinou až na elementární dusík (Vaněk *et al.* 2007). K denitrifikaci dochází

především při vysoké koncentraci NO_3^- , je proto nutné dbát na vhodný termín aplikace hnojiv, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám dusíku. Může docházet až k 40% ztrátám N (Richter *et* Hlušek 1999).

Volatizace

Amonná forma dusíku, vyskytující se v močovině a statkových hnojivech, podléhá na povrchu půdy volatizaci. Dochází k přeměně na plynný amoniak, který těká do ovzduší. Proto je velmi důležité zapravení hnojiv do půdy, aby nedocházelo k tomuto procesu. V závislosti na půdně-klimatických podmínkách dochází ke ztrátám od 5–25 % (Beegle *et* Durst 2003).

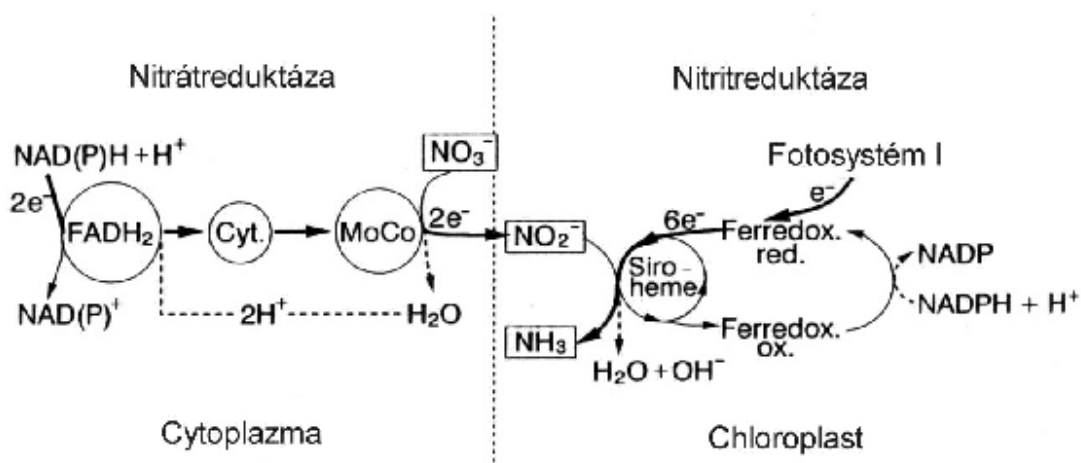
2.1.3 Dusík v rostlinách

2.1.3.1 Význam dusíku v rostlinách

Zdravé rostliny obvykle obsahují 3–4 % dusíku v nadzemních částech rostlin. To je mnohem vyšší koncentrace v porovnání s jinými živinami (Mengel *et al.* 2001). Dusík jako složka chlorofylu spoluzajišťuje přeměnu kinetické sluneční energie na energii chemickou. Dusík je stavebním kamenem všech aminokyselin, ze kterých je složena každá makromolekula bílkovin. Tímto získává výjimečné postavení, protože bílkoviny jsou základní složkou protoplazmy (Richter *et* Hlušek 1999). Některé bílkoviny působí jako strukturální jednotky v rostlinných buňkách, zatímco ostatní působí jako enzymy (Mengel *et al.* 2001). Bílkoviny tvoří podstatnou součást všech živých buněk a podílejí se na celkové tvorbě biomasy. Dusík je nezbytnou součástí purinových i pyrimidinových bází a sloučenin pro přenos energie, např. ATP (Richter *et* Hlušek 1999).

2.1.3.2 Asimilace dusíku

Rostliny jsou schopny přijímat dusík ve formě amonného kationtu NH_4^+ a nitrátového aniontu NO_3^- . Příjem obou iontů je závislý na vnějších podmínkách a rostlině samotné. Důležitou roli hraje pH půdy. Při kyslejších pH převažuje příjem NO_3^- . Naopak při neutrálním a alkalickém pH převažuje příjem NH_4^+ nebo je příjem obou iontů vyrovnaný. Příjem iontů ovlivňuje také teplota. Při nižší teplotě klesá využití NO_3^- (Vaněk *et al.* 2007). Rostliny po přijetí využívají minerální dusík k tvorbě organických sloučenin. NH_4^+ může být okamžitě využit k syntéze aminokyselin. Naopak nitrátový dusík musí být nejprve redukován na dusík amonný (Vaněk *et al.* 2002). Tomuto procesu se říká redukce nitrátu a sestává ze dvou fází. Redukce nitrátů probíhá v rostlinných pletivech. V první fázi dochází k redukcí NO_3^- na NO_2^- a během druhé fáze se NO_2^- redukuje na NH_3 (Richter 2004). Proces znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2: Schéma asimilace nitrátů v buňkách listu (Richter 2004)

Tohoto procesu se účastní enzymy nitrátreduktáza a nitritreduktáza. Pro aktivitu nitrátreduktázového systému hraje velmi důležitou roli světlo. Při přemístění rostliny ze světla na stinné místo je aktivita nitrátreduktázy potlačena i přesto, je-li NO_3^- přítomen v dostatečném množství. Proto může docházet za nízkého osvětlení docházet k akumulaci nitrátů (Richter 2004).

Vznikající NH_3 se váže na organické kyseliny (oxokyseliny) a vznikají aminokyseliny. Nejběžnější je vazba amoniaku na kyselinu α -ketoglutarovou za vzniku kyseliny glutamové. Kyselina asparagová vzniká podobně z kyseliny oxaloctové a NH_3 . Obě zmíněné aminokyseliny mohou vázat další molekulu NH_3 a vytvořit tak amidy asparagin a glutamin. Takto omezují případné toxické působení amoniaku v rostlinných pletivech (Vaněk *et al.* 2007).

2.1.3.3 *Nedostatek dusíku*

Pokud deficience nastává od začátku vegetace, dochází k omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezeným růstem všech orgánů. Rostliny jsou slabší a nižší. S nedostatkem dusíku souvisí snížená tvorba chlorofylu, a proto jsou rostliny světlejší (Vaněk *et al.* 2002). Typickým projevem nedostatku jsou světlé listy a skvrna ve tvaru V. Žlutá skvrna se šíří směrem k bázi listu. Pokud nedostatek trvá po delší dobu, spodní listy žloutnou a zasychají (Zimolka *et al.* 2008). Vzhledem k nižší tvorbě nadzemních částí rostliny je redukován kořenový systém a jeho schopnost přijímat další živiny. Porosty s omezenou výživou dusíkem rychle dozrávají, ale zkrácením vegetace dochází ke snížení výnosu a kvality produkce, zejména semen (Vaněk *et al.* 2002).



Obrázek 3: Deficiencie dusíku v porostu kukuřice (University of Nebraska-Lincoln 2017)

2.1.3.4 Nadbytek dusíku

Nadbytek dusíku je méně častý a jeho působení je rozdílné podle druhu rostlin. Nadbytek dusíku způsobuje bujný růst, čímž dochází k zahuštění porostu. V hustém porostu je vyšší vlhkost, a proto hrozí napadení chorobami. Při výrazném nadbytku se tvoří nekrózy na okrajích listů. Listy zasychají nebo dochází k úplnému odumření. Rostliny jsou sice temně zelené, ale mnohem později nastupují do generativní fáze. Velmi podstatné je výrazné snížení klíčivosti zrn, což je významné právě u množení osiva kukuřice i dalších plodin (Mengel *et al.* 2001).

2.2 Kukuřice setá

2.2.1 Původ a význam

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) pochází z tropických a subtropických oblastí ve Střední a Jižní Americe. Prvními pěstiteli byli Aztékové, Inkové a Mayové před 5 600 lety (Skládanka 2006). Do České republiky se pěstování kukuřice rozšířilo až na začátku 20. století s používáním hybridního osiva. Dodnes převažují dva užitkové směry: kukuřice na zrno a kukuřice silážní (Zimolka *et al.* 2008).

2.2.2 Biologická charakteristika

2.2.2.1 Botanické zařazení

Kukuřice patří mezi jednoleté, jednodomé a různopohlavní rostliny. Má prašníkové (samčí) a pestíkové (samičí) květy uspořádaný do oddělených květenství (laty a palice). Řadí se do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*). Skupiny se dále dělí na botanické podjednotky nižšího řádu podle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy pluch na vřetenech palice (Zimolka *et al.* 2008).

Kukuřice obecná patří k nejstarším plodinám. Má většinou silné a tvrdé zrno. Je charakteristická vysokým procentem tvrdého endospermu okolo malého měkkého centra (Bennetzen *et Hake* 2009). Kukuřice koňský zub je nejběžnější typ pro pěstování na siláž a zrno. Když zrno začne vysychat, škrob se v horní části zrna smrští a vytvoří důlek, díky

kterému dostal tento typ zrna název (Zimolka *et al.* 2008). Kukuřice polozubovitá vznikla křížením koňského zubu a kukuřice obecné. Jamka je méně zřetelná a endosperm je sklovitější než u koňského zubu (Bennetzen *et Hake* 2009). Kukuřice pukancová – praskavá má malé zrno s typicky vysokým poměrem tvrdého endospermu, který je mnohem vyšší, než u dalších typů zrn. Mezi další typy patří kukuřice cukrová, vosková, škrobnatá a pluchatá (Hruška *et al.* 1962).

2.2.3 Zařazení kukuřice v osevním postupu

Kukuřici svými požadavky na agrotechniku a hnojení můžeme zařadit mezi okopaniny. Velmi dobře reaguje na hnojení organickými hnojivy. Z hlediska střídání plodin jsou nejvhodnější plodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků (Zimolka *et al.* 2008). Různé druhy plodin mohou být střídány na stejném pozemku ve stejném roce nebo v následujícím. V Česku je kukuřice nejčastěji zařazována mezi dvě obilniny jako přerušovač obilných sledů a samozřejmě jako zlepšující plodina. Tedy např. ve sledu pšenice ozimá – kukuřice na zrno – ječmen jarní (Zimolka *et al.* 2008). Pokusy provedené v Maďarsku ukazují, že výnosy kukuřice a pšenice byly nižší v monokultuře než u střídání plodin. Snížení výnosu u monokultury bylo především v případě po suchém zimním období, a to zejména pokud bylo letní období taktéž suché. Efekt zvyšujícího se výnosu byl nepřímo úměrný poměru kukuřice nebo pšenice ve sledu. Naopak největší nárůst byl u Norfolského systému (Berzsenyi *et al.* 2000).

2.2.4 Zpracování půdy

V dnešní době je k dispozici několik způsobů zpracování půdy. Jako první je klasická technologie, což je orba s předseťovou přípravou půdy. Dalšími jsou bezorebná technologie (kypření), páskové zpracování půdy (tzv. strip till) nebo přímé setí do nezpracované půdy. Všechny uvedené technologie jsou prováděny s předpokladem kvalitní přípravy seťového lůžka a optimálních podmínek pro klíčení rostlin (Švec 2016).

System založený na orbě má hluboký efekt na úrodnost půdy a živinný režim v kukuřici, stejně jako u půdy zpracované radličným pluhem nebo jiným zpracováním, zahrnující orbou, vláčení, smykování apod. Tento systém je pracovně, strojově i energeticky náročný a taktéž náročný ke ztrátě půdy erozí (Danforth *et al.* 2009).

Při pěstování kukuřice po obilninách se provádí co nejdříve po sklizni podmínka do hloubky 0,06–0,12 m. Poté následuje střední orba do hloubky 0,22 m. Jarní příprava půdy musí zajistit dostatečné prohřátí půdy a dostatek vzduchu pro klíčení. Orba zajišťuje rovnoměrné zapravení posklizňových zbytků, což je důležité pro pěstování kukuřice na zrno (Zimolka *et al.* 2008).

U minimalizačního zpracování půdy převládá mělké nebo středně hluboké kypření radličkovým nebo talířovým nářadím na podzim. Významné je omezení půdní eroze a vyplavování dusičnanů do podzemních vod. Problémem u minimalizačních technologií může být nedostatečné prohřívání půdy v jarním období (Zimolka *et al.* 2008).

Strip till neboli pásové zpracování je definováno jako zpracování půdy v pruzích ve směru řádků vysévané plodiny, jehož plošný podíl nepřesáhne více než jednu čtvrtinu povrchu pozemku (Brant 2011).

Bezorebné zpracování půdy provádíme u půd silně ohrožených erozí. Provádíme pouze kypření nebo přímý výsev do vymrzající či přezimující, chemicky likvidované meziploidy (Zimolka *et al.* 2008).

2.2.5 Založení porostu

Založení porostu je nejdůležitější operací v celém souboru agrotechnických úkonů. U setí není možnost opravy, což je důležité zejména u kukuřice, kde je přímá závislost výnosu na počtu jedinců. Termín setí u kukuřice nemůžeme obecně přesně stanovit, záleží především na teplotě půdy. Jedná se o nejdůležitější faktor, který ovlivní další růst a vývoj osiva. Jako minimální teplota se uvádí 8 °C v hloubce uložení osiva. S dřívějším zasetím hrozí zpomalené klíčení a nižší účinnost mořidla. Naopak pozdní termín setí po první

polovině května může zapříčinit pozdější poléhání z důvodu rychlého vzcházení a prodlužovacího růstu rostlin (Švec 2016).

K setí kukuřice se používají přesné secí stroje, které umožňují podpovrchovou aplikaci minerálních hnojiv – tzv. hnojení pod patu (Zimolka *et al.* 2008). Dalším důležitým parametrem je počet rostlin na hektar, který je určen raností hybridu, jeho využitím, půdním druhem, půdním typem a zásobou živin. Růst ovlivňuje taktéž hloubka setí. Nejčastěji se seje do hloubky 5–8 cm (Švec 2016).

2.2.6 Typy hybridů a množení

Hybrid kukuřice je výsledek oplození jedné rostliny kukuřice jinou rostlinou geneticky nepříbuznou. Rostlina, na které vzniká semeno, se nazývá samčí rodičovská rostlina (komponenta). Rostlina poskytující pyl k oplození samčí rodičovská rostlina. Takto vzniklý hybrid nese vlastnosti obou rodičů (MacRobert 2014).

Inbrední linie jsou většinou menší a méně výnosné než volně opylené rostliny. Mluvíme o tzv. inbrední depresi. Když však dojde ke křížení dvou odlišných inbredních linií a vzniku hybridu, výkon hybridu je mnohem větší než u obou rodičů. Toto je známé jako tzv. hybridní síla (Chloupek 2008).

Nejběžnějšími hybridy jsou dvouliniové hybridy (Sc – single cross) tvořené křížením dvou inbredních linií, tříliniové hybridy (Tc – three-way cross) jsou tvořené křížením Sc a inbrední linií a dvojitě hybridy (Dc – double cross) jsou tvořené křížením dvou single - cross hybridů (Graman *et Čurn* 1997)

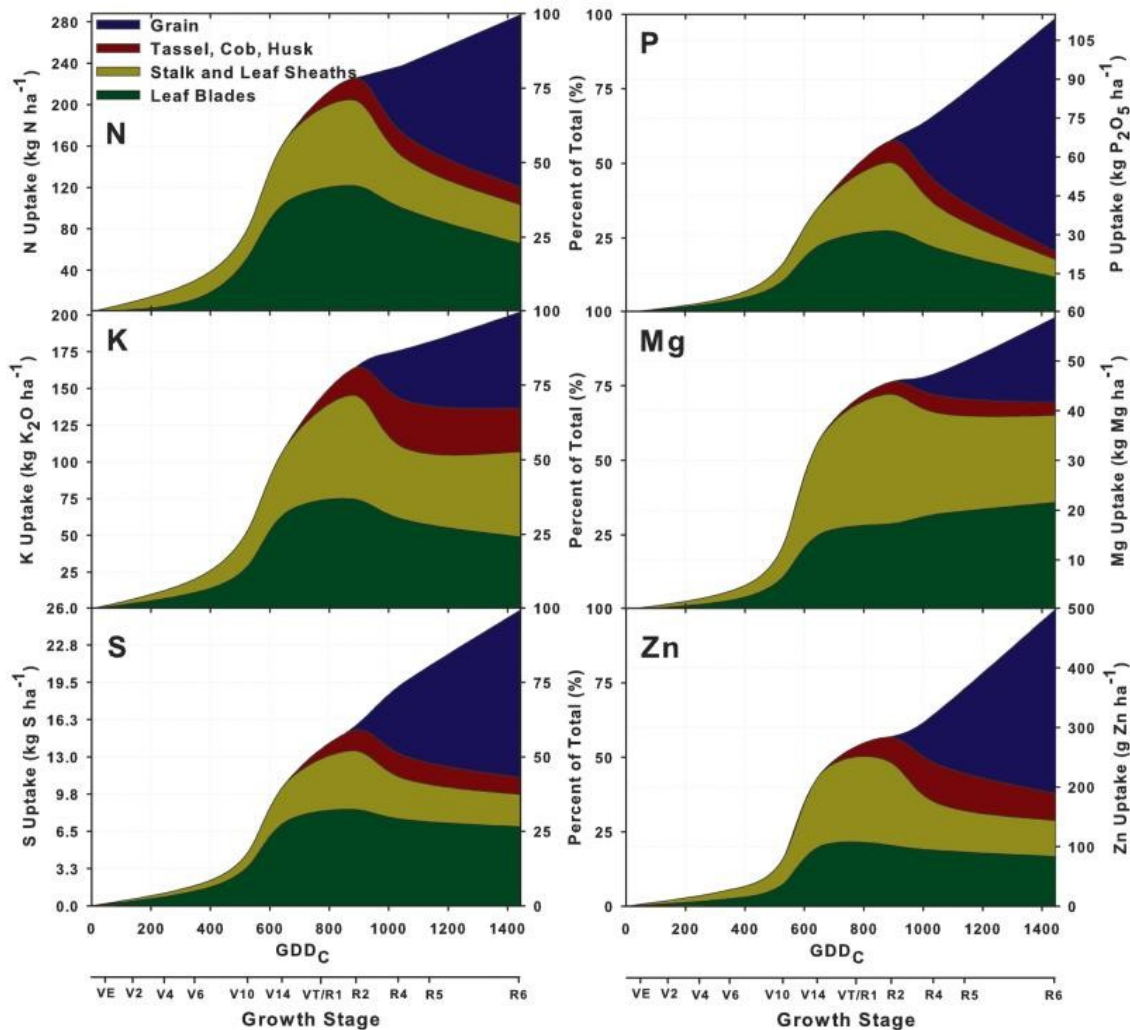
Nejprve dochází k množení rodičovských inbredních linií (A, B, C, D). Množení linií probíhá odděleně a izolovaně. Dalším krokem, je křížení dvou a dvou inbredních linií pro vznik jednoduchých hybridů. Řádky jednotlivých linií se vysévají střídavě v daném poměru, aby nedošlo k samosprášení mateřských rostlin, které budou produkovat hybridní osivo, a proto musí docházet ke kastraci či případnému použití pylově sterilní linie. Jednoduché hybridy se používají jako finální produkt nebo se použijí k výrobě tří a čtyřliniových hybridů. Ve třetím kroku se provádí křížení dvou jednoduchých hybridů za vzniku čtyřliniového hybridu nebo křížení jednoduchého hybridu s další inbrední linií

za vzniku hybridu tříliniového. Otcovské komponenty se po opylení odstraňují (Ehrenbergerová 2014).

2.2.7 Nároky kukuřice na živiny

Jednotlivé množství živin v rostlinách kukuřice je dáno především půdně - klimatickými podmínkami, pěstovaným hybridem a hnojením, a proto se i odběr živin může významně lišit (Vaněk *et al.* 2007). Se šlechtěním nových hybridů šlechtitelé tlačí na stále vyšší výnos, čemuž musí odpovídat adekvátní dostupnost nezbytných živin v kritických fázích růstu (Hopkins 2014). Pokračující pokrok v oblasti pěstování rostlin, biotechnologií a ochraně rostlin má za následek zvýšení výtěžku zrna (Bender *et al.* 2012). Bender *et al.* ve své studii sledovali odběr živin v jednotlivých fázích vývoje. Jejich výsledky ukazuje obrázek 4.

Při počátečním růstu (výška porostu 40–50 cm) lze očekávat odběr živin 35 kg N, 4 kg P, 40 kg K a 3 kg Mg na hektar (Vaněk *et al.* 2007). Mezi živiny potřebné v největší kvantitě patří N, P a K. Společně s živinami P, N, S a Zn, které mají největší hodnoty sklizňového indexu, jsou klíčové pro narůstající výnos kukuřice. Akumulace P, S, Zn a Cu byla větší při vzniku zrna než během vegetativního růstu. Celosezónní dostupnost těchto živin je rozhodující pro optimální výnos kukuřičného zrna (Bender *et al.* 2012). Kritické období růstu a odběru živin nastává především na začátku vegetace, kdy kukuřice nemá vyvinutý kořenový systém a je citlivá na nižší teploty. Přibližně 10–15 dní před objevením laty a 20–30 dní po objevení laty kukuřice přijme 70–75 % všech živin (Vaněk *et al.* 2007).



Obrázek 4: Akumulace a rozdělení živin v jednotlivých fázích růstu kukuřice při výnosu $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Bender et al. 2012)

2.2.8 Hnojení dusíkem

Výnos kukuřice je mnohem více ovlivněn nevhodnými aplikacemi dusíku než nedostatkem jiné základní živiny. Je to dáno tím, že kukuřice má vysoké požadavky na dusík a ke ztrátám dusíku dochází taktéž denitrifikací, vyplavováním a volatizací (Bundy 1998). U hnojení dusíkem je dobré provést aplikace ve dvou termínech. V aridnějších oblastech se spíše doporučuje pro dosažení požadovaného výnosu jednorázovým zapravením N nebo kombinace aplikace kejdy s minerálními hnojivy na jaře (Hlušek 2004). Pro základní hnojení před setím jsou vhodná hnojiva s amonným a amidickým dusíkem (síran amonný, močovina a DAM). Předností síranu amonného je pozvolná nitrifikace dodaného dusíku, jež ze sorpčního komplexu uvolňuje kationty, čímž

zvysuje rozpustnost pudního fosforu. Přihnojování během vegetace provádíme dělenými dávkami dusíku, efektivnost je ovlivněna stanovištními podmínkami a kvalitou rozmetání hnojiv. Problémem při rozmetání klasickými rozmetadly je možné riziko popálení listů. Vhodnější je aplikace mezi řádky a pod listy. Přihnojení se má provádět při výšce rostlin kolem 40 cm (Vaněk *et al.* 2002). Co se týče aplikace hnojiva DAM k přihnojení kukuřice, může dojít k vážnému popálení listů. Proto se klasické přihnojení hnojivem DAM nedoporučuje (Vaněk *et al.* 2007). Vhodnější je aplikace pod listy, čímž nedochází k poškození listů. Chlévský hnůj může poskytnout velkou část potřebného dusíku nebo dokonce pokrýt veškerou potřebu. Taktéž vojtěška je velmi ceněnou předplodinou z hlediska pokrytí požadavků kukuřice na dusík (Bundy 1998). Vhodné dávky hnoje se pohybují v rozmezí od 30–40 t (Richter 2005). Dobré je použití močůvky, zvláště v jarním období před přípravou půdy. Kukuřice je velmi vhodná plodina pro využití kejdy. Možná je aplikace na podzim a na jaře, případně přihnojení během vegetace. U kejdy skotu se doporučuje aplikovat dávku 60–80 t na hektar (Vaněk *et al.* 2007).

2.2.9 Hnojení ostatními živinami

Pro poskytnutí všech ostatních živin vycházíme z agrochemického zkoušení půd (Richter *et al.* 2004). V počátečních fázích má kukuřice vysoké nároky na fosfor. Proto je vhodné na půdách s nižším množstvím přijatelného dusíku dodat fosfor před setím, například aplikací pod patu. Taktéž je nutné věnovat pozornost draslíku, vhodné jsou draselné soli. Při hnojení vyššími dávkami draslíku je lepší podzimní aplikace. Pokud nebylo použito organické hnojení, doporučuje se tato kombinace: NPK hnojení při předset'ové přípravě a NP pod patu (Vaněk *et al.* 2007). Z mikroelementů je kukuřice náročná na bor a zinek. Projevy deficiencie jsou na půdách vyvápňených od pH 6,4 a výše, dále během sušších období. Deficit lze odstranit foliární aplikací hnojiv (Richter *et al.* 2004).

3 CÍL PRÁCE

Vzhledem k tomu, že většina dusíku v půdě je vázána v organických sloučeninách, a proto není přímo přístupný pro rostliny. Je tedy důležité se zabývat optimální dávkou a termínem hnojení. Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv stupňovaných dávek dusíku na výnos a kvalitu osiva kukuřice. Dá se předpokládat, že jednotlivé dávky dusíku by měly příznivě ovlivnit výnos zrna, ale vyšší dávky dusíku by mohly snížit klíčivost. Přestože budou pro rozhodování sloužit pouze jednoleté výsledky polního pokusu, mělo by být také cílem určit optimální dávku pro získání kvalitního osiva kukuřice.

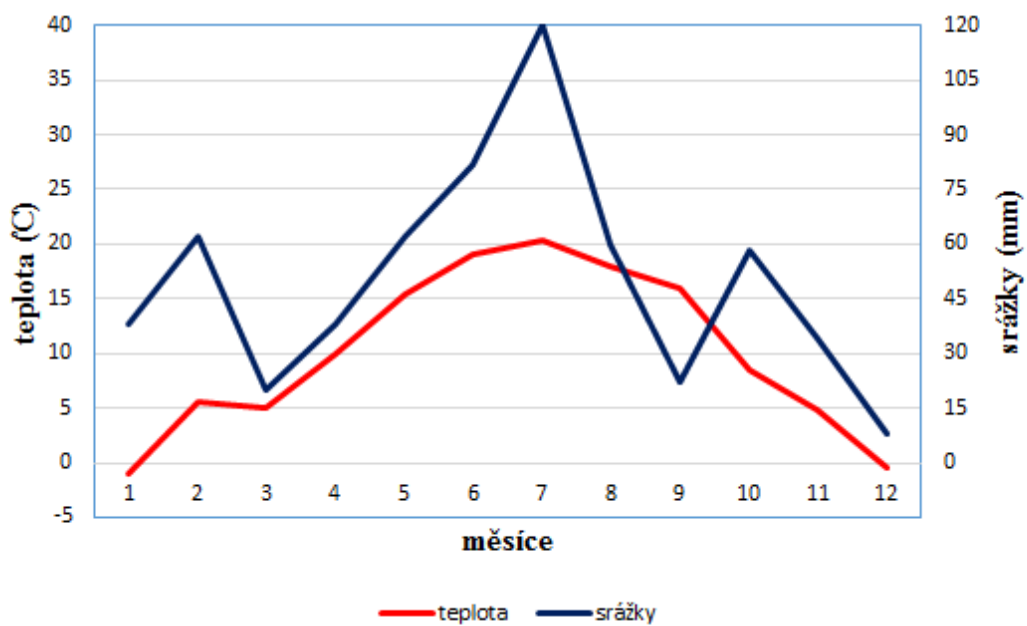
4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika lokality

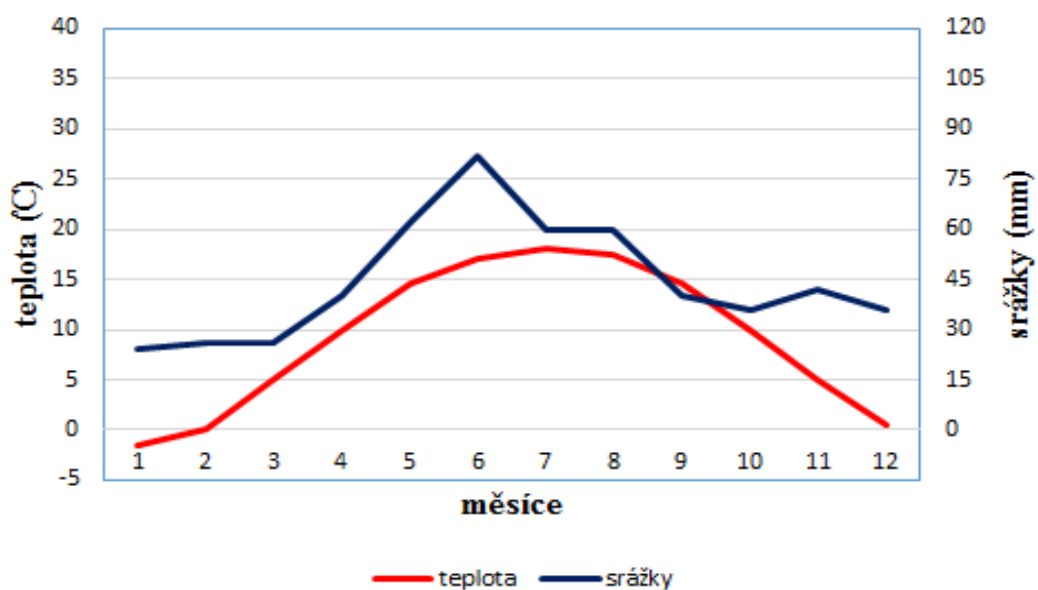
Pozemek se nachází v Kelčanech v lokalitě U Chrástí. Z hlediska geomorfologického členění se jedná o oblast Dolnomoravského úvalu. Podloží oblasti tvoří především neogenní sedimenty Vídeňské pánve. Jako nadloží se uplatňují fluviální sedimenty. Pozemek má nadmořskou výšku 199 m n. m. Dle BPEJ spadá lokalita do nultého klimatického regionu, který zahrnuje jižní část Moravy. Reliéf je rovinatý. Ornice je středně hluboká. Půdní druh je písčitohlinitý–hlinitý. Dominujícím půdním typem je černozem, která místy přechází v hnědozem. Obsah humusu je 2–3 %. Půdní reakce na celém pozemku je neutrální. Jde o oblast náležící do kukuřičné výrobní oblasti.

Průměrná teplota v Kelčanech se pohybuje kolem 9 °C. Nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou teplotou 18,5 °C. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou -2,5 °C. Roční úhrn srážek se pohybuje kolem 500 mm. Nejvíce srážek spadne od června do července, nejméně potom na přelomu zimy a jara v únoru a březnu.

V obci Kelčany se meteorologická stanice neprovozuje. Data jsou získána z nejbližší meteorologické stanice ve Strážnici, která je vzdálena 20 km. V roce 2016 činil srážkový úhrn 511 mm. Dlouhodobý průměr (1961–1990) je 542 mm. Nejvyšší měsíční srážkový úhrn byl v červenci, a to 120 mm. Jak je vidět na obrázku 5, v září panoval srážkový deficit. Průměrná roční teplota byla 9 °C. Průběh teplot a srážek v roce 2016 je znázorněn na obrázku 5. Průběh srážek a teplot dle dlouhodobého průměru (1961–1990) je znázorněn na obrázku 6.



Obrázek 5: Průběh teplot a srážek v roce 2016



Obrázek 6: Průběh srážek a teplot dle dlouhodobého průměru 1961–1990 (ČHMÚ)

4.2 Metodika pokusu

Problematika byla řešena formou poloprovozního pokusu ve společnosti OSEVA, a. s. na množitelenském pozemku o rozloze 25 ha. Předplodinou byla pšenice ozimá. Na podzim se provedla středně hluboká orba. Setí bylo provedeno pomocí secí kombinace. Mateřská komponenta byla zasetá 16. 4. 2016, následovalo setí 1. otcovské komponenty 2. 5. 2016 a 2. otcovské komponenty 11. 5. 2016. Vzhledem k nevyrovnanému porostu a pro lepší efektivitu opylení mateřské komponenty byla zasetá ještě 3. otcovská komponenta, a to 18. 5. 2016. Při chemické ochraně byl 16. 4. 2016 aplikován přípravek GARDOPRIM PLUS GOLD 500 SC 4 l·ha⁻¹ proti jednoletým plevelům. 24. 5. 2016 byl aplikován přípravek LANDIS v množství 2,25 l·ha⁻¹. 4. 7. 2016 byla provedena aplikace insekticidu INTEGRO 0,6 l·ha⁻¹. Předseťovým hnojením močovinou a NPK bylo aplikováno na celý pozemek 90 kg·ha⁻¹ N. Pro pokus se vybralo 5 řádků mateřské komponenty. Na čtyři se aplikovaly stupňované dávky dusíku, jednotlivé dávky jsou uvedeny v tabulce 1. Kontrola byla 5. varianta (řádek). Jednotlivé řádky byly hnojeny v délce 20 m. Následovalo přihnojení hnojivem DASA ve fázi 8–10 listů (6–8 týdnů po setí mateřské komponenty), tedy 23. 6. 2016. Při sklizni byla stanovena hmotnost palic z jednotlivých variant a byla měřena vlhkost. Výnos zrna jednotlivých variant byl stanoven na sušinu 14 %. Po sušení se provedla kalibrace 300 g zrna na jednotlivé frakce. Byla použita kalibrační síta o velikosti 10,5; 10; 9,5; 9; 8,5; 8; 7,5; 7; 6,5 a 6 mm. Na základě stanovených frakcí se zvolily 2 skupiny frakcí pro každou variantu a byl proveden test klíčivosti. K vyložení došlo 9. 3. a hodnocení klíčenců bylo provedeno po sedmi dnech.

Tabulka 1: Aplikované dávky N ve fázi 10 listů

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Varianta 1 | 120 kg·ha ⁻¹ N |
| Varianta 2 | 90 kg·ha ⁻¹ N |
| Varianta 3 | 60 kg·ha ⁻¹ N |
| Varianta 4 | 30 kg·ha ⁻¹ N |
| Varianta 5 (kontrola) | 0 kg·ha ⁻¹ N |

4.3 Použité hnojivo a hybrid

LOVODASA 25+12S

LOVODASA 25+12S je dusíkaté hnojivo s obsahem síry tvořené směsí dusičnanu a síranu amonného. Hnojivo má podobu bělavých až bílých granulí o velikosti 2–5 mm. Hnojivo je opatřeno proti spékání. Obsah celkového dusíku je 25 % (2/3 amonný 1/3 dusičnanový), celkový obsah síry je 12 % (síranová). Jedná se o málo hydroskopické hnojivo (LOVOCHEMIE, 2017).

CENZUS

Jedná se o univerzální hybrid vhodný na zrno i na siláž. Vhodný pro pěstování v řepařské a přechodné kukuřično – řepařské oblasti. Cenzus je tříliniový hybrid (Tc) s raností FAO 300. Typ zrna je koňský zub. Jeho ceněnou vlastností je velmi dobrý zdravotní stav a velmi kvalitní počáteční vývoj. Mezi přednosti můžeme zařadit vysoký podíl zrna v silážní hmotě, vysoký výnos škrobu a zrna. Dobře se přizpůsobuje horším podmínkám. Jako optimální hustota porostu při pěstování na zrno v KVO je 75 000 rostlin na hektar, ŘVO 80 000 rostlin na hektar a při pěstování na siláž pro KVO 80 000 rostlin na hektar, ŘVO 85 000 rostlin na hektar (Oseva a. s., 2017).

4.4 Stanovení kvality osiva

U zkoušení rozmnožovacího materiálu kukuřice se provádí následující zkoušky: čistota osiva v %, příměs jiných rostlinných druhů, vlhkost, klíčivost a zjišťování přítomnosti živočišných škůdců. Na žádost dodavatele se může provést stanovení hmotnosti tisíce semen (HTS), stanovení hmotnosti milionu klíčivých semen (HMKS), biochemická zkouška životnosti a elektroforéza – zkouška pravosti, čistoty druhu a odrůdy. U nemořených osiv se dále provádí zkoušky zdravotního stavu (Vyhláška č. 129/2012 Sb.). V rámci pokusu se stanovovala pouze klíčivost, vlhkost a HTS. Klíčivost musí být minimálně 90 % a vlhkost maximálně 14 %.

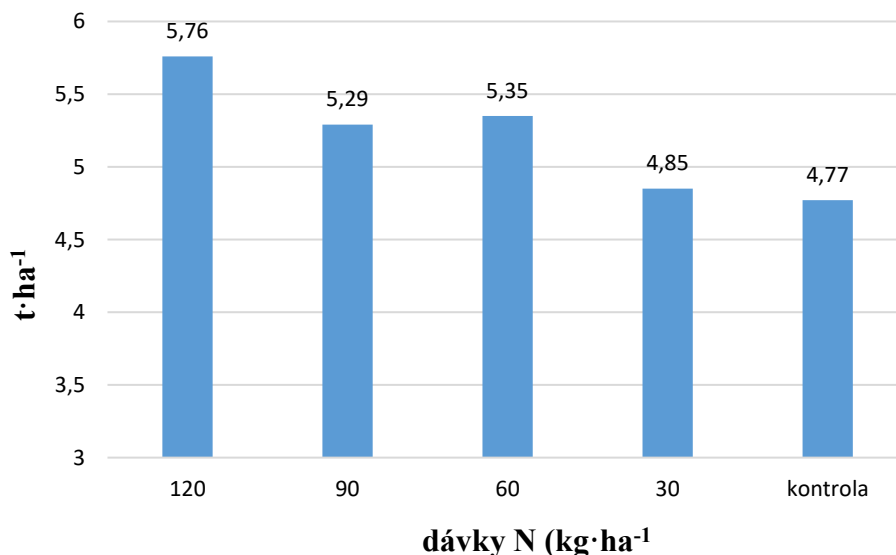
Zkouška klíčivosti stanovuje podíl normálních klíčků, tvrdých semen, mrtvých semen, vadných klíčků a čerstvých nevyklíčených semen. Jako substrát pro klíčení se používá nejčastěji filtrační papír, zemina nebo křemenný písek. Klíčení probíhá při teplotě 25 °C (Vyhláška č. 129/2012 Sb.).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Výnos zrna

Všechny stanovené hodnoty jsou uvedeny v grafu 1. Průměrný výnos ze všech variant je $5,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ze zjištěných hodnot vyplývá, že nejvyššího výnosu dosáhla nejvíce hnojená varianta 1. Naopak nejnižší výnos vykazuje kontrolní varianta. U nižších dávek může rozdíl ve výnosu zrna snižovat fakt, že i ke kontrole bylo aplikováno $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. Pro lepší efektivnost pokusu by bylo vhodnější, ke kontrole aplikovat nižší dávku nebo neaplikovat žádné hnojivo a k dalším variantám aplikovat jednotlivé stupňované dávky.

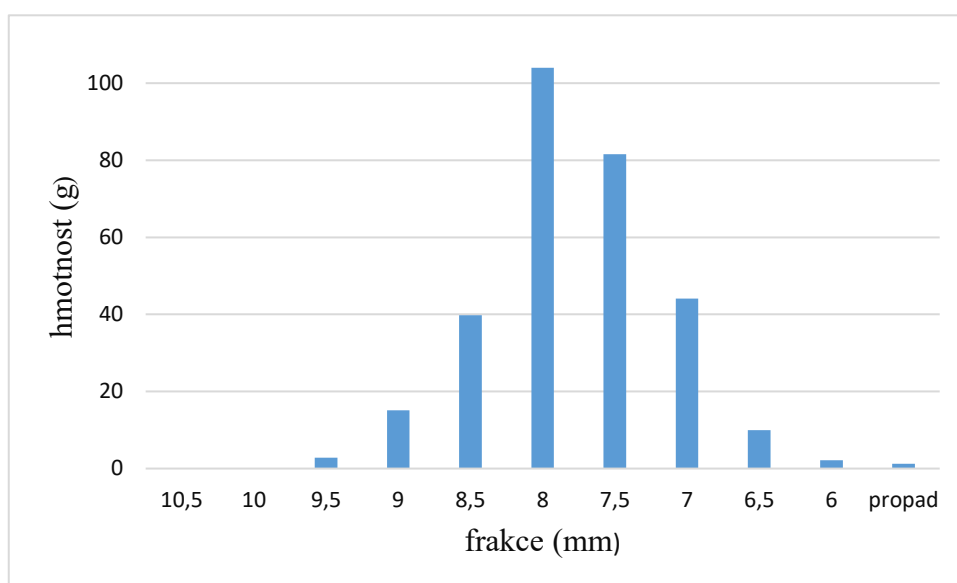
Problematikou týkající se stupňovaných dávek dusíku a jeho vlivu na výnos kukuřice se zabývali Qahar *et* Ahmad (2016), avšak s rozdílným hnojivem (síran amonný). S každým zvýšením dávky dusíku o $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ došlo ke zvýšení výnosu přibližně o $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Taktéž Oktem, Emeklier (2008) zjišťovali působení různých dávek dusíku na výnos. Sledovali varianty od 120 až po extrémní dávku $360 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. Z výsledků je vidět pozitivní vliv na výnos, především v nižších dávkách do $230 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. Naopak u vysokých dávek byl pozorován negativní vliv na výnos i samotné rostliny.



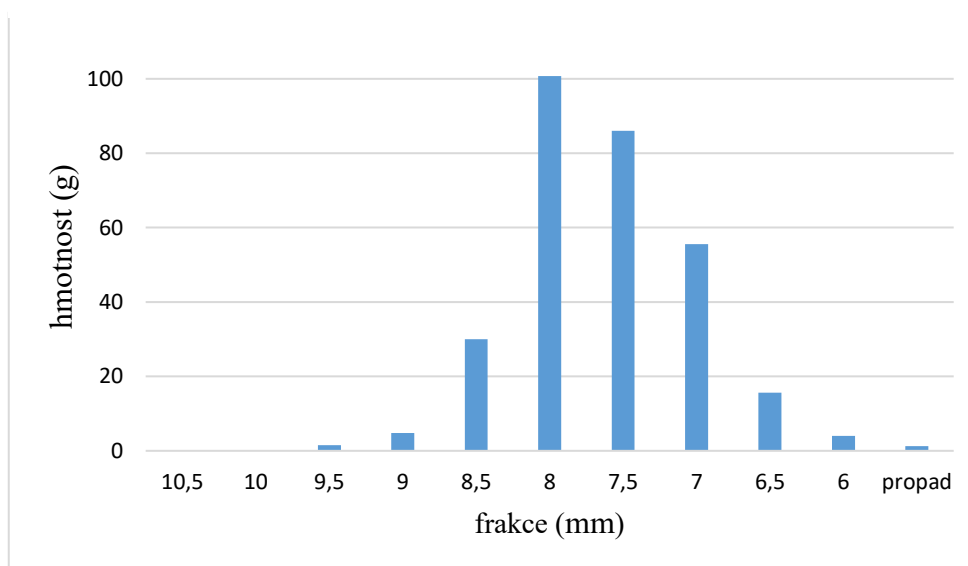
Graf 1: Výnos zrna v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$

5.2 Kalibrace osiva

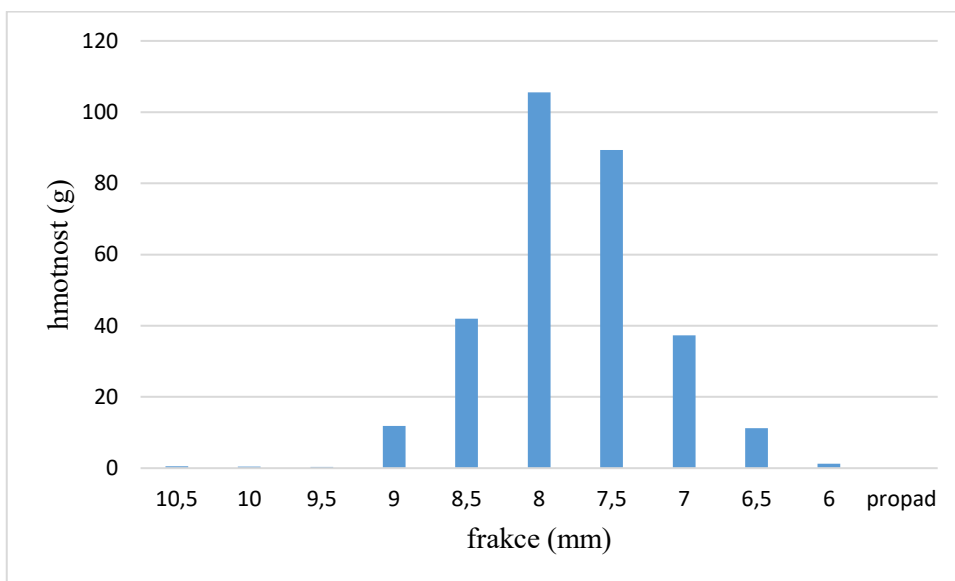
Pro konečné obchodní osivo se používají tyto frakce: rozmezí 6–8 mm, 6,5–8,5 mm, 7,5–9,5 mm nebo 8–10 mm. Velikost osiva je dána vlastnostmi daného hybridu. Výsledné rozmezí je vybráno po provedení kalibrace dané partie osiva a procentuálního (hmotnostního) zastoupení jednotlivých frakcí.



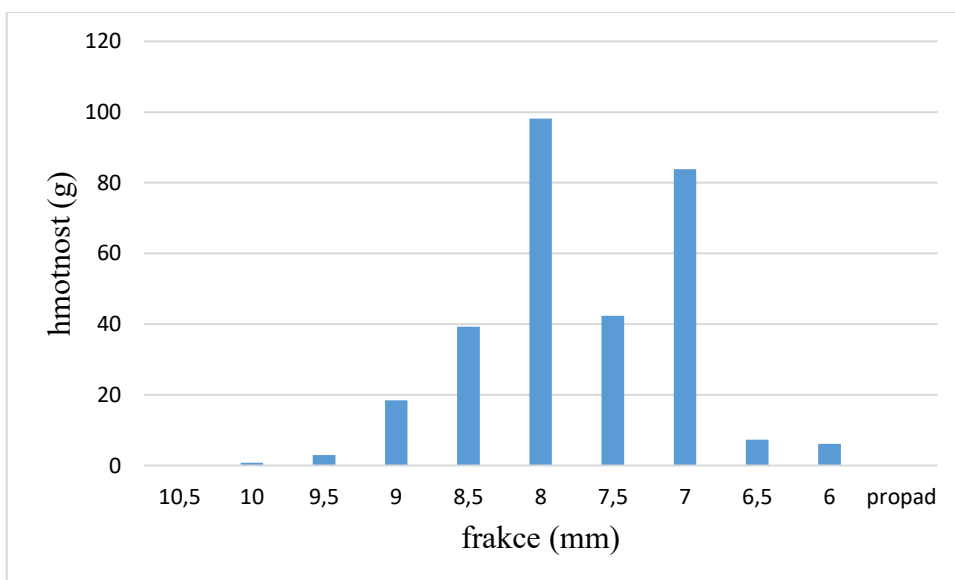
Graf 2: Hmotnostní podíl frakcí zrna z varianty 1 ($120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$)



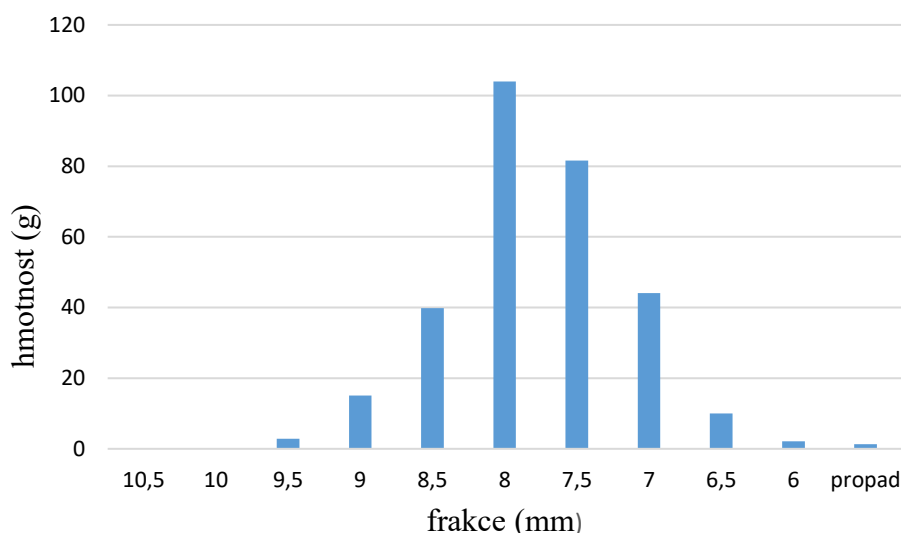
Graf 3: Hmotnostní podíl frakcí zrna z varianty 2 ($90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$)



Graf 4: Hmotnostní podíl frakcí zrna z varianty 3 ($60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$)



Graf 5: Hmotnostní podíl frakcí zrna z varianty 4 ($30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$)



Graf 6: Hmotnostní vyjádření frakcí zrna z varianty 5 kontrola ($0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$)

Jak je vidět v grafech 2, 3, 4, 5 a 6 pro varianty 1 a 3, po stanovení jednotlivých frakcí vychází jako nejvhodnější rozmezí frakcí 6,5 – 8,5 mm. Pro variantu 4 a kontrolu se jeví jako nejvhodnější použít rozmezí 7–9 mm.

5.3 Klíčivost

Klíčivost byla provedena ve dvou skupinách frakcí. První skupina zahrnovala frakce 6 mm, 6,5 mm a 8 mm. Druhá skupina zahrnovala frakce 7,5 mm, 8,5 mm, 9 mm a 9,5 mm. Mezi hodnotami klíčivosti jednotlivých variant byly velice malé rozdíly. Jak je patrné z tabulky 2, nejnižší klíčivost vykazuje nejvíce hnojená varianta 1, a to 96 %. Naopak nejvyšší hodnota klíčivosti 99–100 % byla stanovena u varianty 2 ($90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$) a varianty 3 ($60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$). Minimální klíčivost pro uznání osiva je 90 %. Fawad *et al.* 2002 provedli studii, kde sledovali klíčivost kukuřice při různých vnějších podmínkách a stáří zrna. Nejvyšší klíčivost vykazoval laboratorní test klíčivosti, který probíhal při 25 °C. Klíčivost při vyhodnocení po sedmi dnech dosahovala 98 %. Venter *et Lock* sledovali klíčivost zrn kukuřice za různých teplotních podmínek. Stanovená klíčivost při teplotě 13 °C byla 89 %. Po zvýšení na 19 °C dosahovala klíčivost 93 % a při teplotě 25 °C 96 %. Ze zmíněných hodnot je vidět pozitivní vliv teploty na klíčivost. Avšak je nutné zdůraznit, že v polních podmínkách kukuřice obvykle vzchází při nižších teplotách půdy kolem 8–10 °C.

Tabulka 2: Klíčivost jednotlivých variant

| varianty | normální klíčenci | klíčivost % | vada | mrtvé |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|--------------|
| 1-1. sk. | 96 | 96 | 4 | 0 |
| 1-2. sk. | 97 | 97 | 3 | 0 |
| 2-1. sk. | 100 | 100 | 0 | 0 |
| 2-2. sk. | 98 | 98 | 2 | 0 |
| 3-1. sk. | 99 | 99 | 1 | 0 |
| 3-2. sk. | 100 | 100 | 0 | 0 |
| 4-1. sk. | 98 | 98 | 2 | 0 |
| 4-2. sk. | 98 | 98 | 2 | 0 |
| 5 kontrola-1. sk. | 98 | 98 | 3 | 0 |
| 5 kontrola-2. sk. | 98 | 98 | 3 | 0 |

6 ZÁVĚR

Ze zjištěných hodnot lze konstatovat, že u variant s aplikovanou dávkou dusíku $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ a $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ byly zjištěny minimální rozdíly ve výnosu zrna. U nejvíce hnojené varianty $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ je rozdíl ve výnosu zrna oproti kontrole cca 1 tuna. Ze stanovených výnosů zrna vyplývá, že vyšší dávky dusíku působí příznivě na výnos zrna kukuřice.

Nejnižší klíčivost 96 % vykazuje varianta 1 ($120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$), ale všechny varianty mají velmi podobné klíčivosti v rozmezí 96–100 %. Na základě tohoto jednoletého pokusu lze doporučit za nejvhodnější dávky dusíku ve vztahu k výnosu a kvalitě osiva $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ a $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$.

7 OBRAZOVÁ PŘÍLOHA



Obrázek 7: Porost při hnojení ve fázi 10 listů 23. 6. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



Obrázek 8: Varianty 21. 7. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



Obrázek 9: Pomulčovaná otcovská komponenta 29. 8. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



Obrázek 10: Sklizeň, varianta 1, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



Obrázek 11: Sklizeň, varianta 2, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



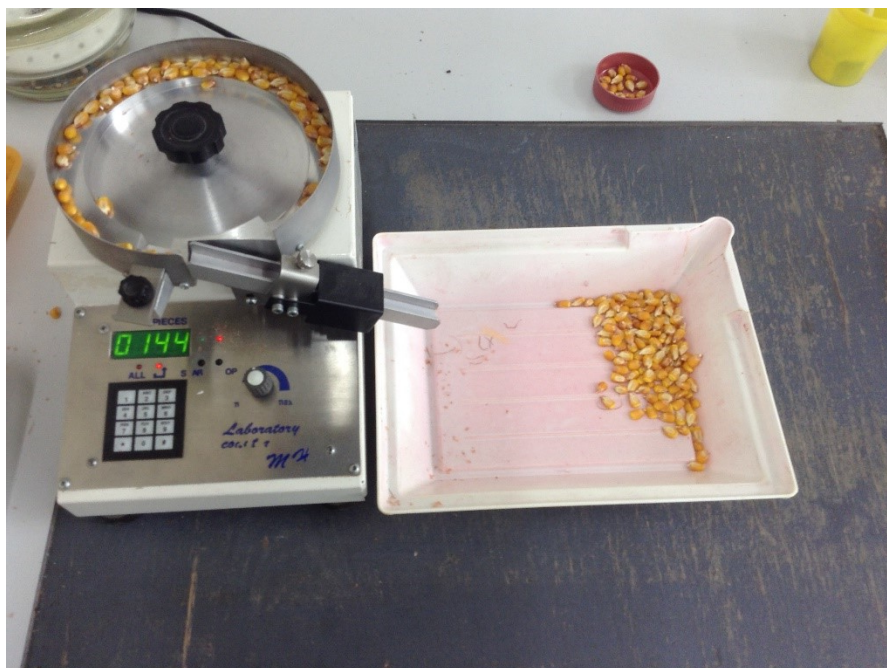
Obrázek 12: Sklizeň, varianta 3, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



Obrázek 13: Sklizeň, varianta 4, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016)



Obrázek 14: Kalibrační síta (Foto: Dostál, 2017)



Obrázek 15: Stanovení HTS (Foto: Dostál, 2017)



Obrázek 16: Vyhodnocení klíčivosti (Foto: Dostál, 2017)



Obrázek 17: Vyhodnocení klíčivosti (Foto: Dostál, 2017)

POUŽITÁ LITERATURA

- BALÍK, J., ČERNÝ, J., KULHÁNEK, M., *Bilance dusíku v zemědělství: certifikovaná metodika*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012, 40 s. ISBN 978-80-213-2329-2.
- BEEGLE, D., DURST, P. T., *Nitrogen Fertilization of Corn* [online]. [cit. 2017-04-8]. Dostupné z: <http://extension.psu.edu/plants/crops/grains/corn/nutrition/nitrogen-fertilization-of-corn>
- BENDER, R. R., HAEGELE, J. W., RUFFO, M. L., BELOW, F. E., *Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern, Transgenic Insect-Protected Maize Hybrids*. *Agron.* 2012 [online]. [cit. 2017-04-8]. Dostupné z: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/articles/105/1/161>
- BENNETZEN, J. L., HAKE, S., *Handbook of maize: its biology* [online]. New York: Springer, 2009, 587 s. [cit. 2017-04-01]. ISBN 978-0-387-79417-4
- BERZSENYI, Z., Gyorffy, B., *Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment* [online]. Department of Crop Production, Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Brunswick Street 2, 2462 Martonvásár, Hungary, 2000, 225-244 s. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030100000769>
- BUNDY, L. G. *Corn fertilization* [online]., 2-11 s. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.soils.wisc.edu/extension/pubs/A3340.pdf>
- BRANT, V., *Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pasove-zpracovani-pudy-v-porostech-silazni-kukurice>
- DANFORTH, A. T., *Corn crop production growth, fertilization and yield*. Hauppauge NY: Nova Science Publishers, 2009, 84 s. ISBN 978-1-60741-955-6.
- EHRENBERGEROVÁ, J., *Odrůdy, osivo a sadba*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 105 s. ISBN 978-80-7509-003-4
- FAWAD, S. H., WATSON, C. E., CABRERA, E. R., *Seed Vigor Testing of Subtropical Corn Hybrids* [online]. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://mafes.msstate.edu/publications/research-reports/rr23-2.pdf>
- GRAMAN, J., ČURN, V., *Šlechtění rostlin: (obecná část)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1997, 133 s. ISBN 80-7040-255-5
- HLUŠEK, J., *Multimediální učební texty z výživy rostlin 2004* [online] . [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm

HOPKINS, M., *Enhanced Nutrition For High-Yield Corn* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.croplife.com/webinars/enhanced-nutrition-for-high-yield-corn/>

HRUŠKA, J., HRON, F., BLABOLA, J., HRDLIČKA, J., HRON, F., KARKAN, A., KUTINA, J., MARTINEK, V., POZDĚNA, J., PULPÁN, J., VERNER, P., VOŽDOVÁ, G., VRBENSKÝ, V., *Monografie o kukuřici*. Státní zemědělské nakladatelství, 1962, 906 s.

CHLOUPEK, O., *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. Vyd. 3., upr. 2. Praha: Academia, 2008, Česká matice technická (Academia), 307s. ISBN 978-80-200-1566-2.

KANSAS STATE UNIVERSITY: Department of Agronomy. *Corn Growth & Development* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.agronomy.k-state.edu/extension/crop-production/corn/corn-growth-and-development.html>

LICHT, M., ABENDROTH, L. J., ELMORE, R. W., BOYER, M. J., MARLAY, S. K., *Corn Growth and Development*. IOWA STATE UNIVERSITY, 2011, 50 s.

LOVOCHEMIE: *LOVODASA 25+12S*, 2017 [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.lovochemie.cz/cs/produkty/detail-produktu/lovodasa-25-12s-3>

MACROBERT, F. J., SETIMELA, P., GETHI, J., REGASA, M. W., *Maize Hybrid Seed Production Manual* [online]. 2014 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://www.stak.or.ke/wp-content/uploads/2016/08/Hybrid-Maize-Production-Manual-May-2014.pdf>, ISBN 978-607-8263-26-4

MENGEL, KIRKBY, E. A., KOSEGARTEN, H., APPEL, T., *Principles of Plant Nutrition*. 5th edition. Dordrecht: Springer Netherlands, 2001. ISBN 9789401010092.

OKTEM, A. G., EMEKLIER, H. Y., *Effect of Nitrogen on Yield and Some Quality Parameters of Corn* [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103621003592358>

OSEVA, a. s.: *CENZUS*, 2017 [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.osevabzenec.cz/hybridy/cenzus.html>

QAHAR, A., AHMAD, B., 2016. *Effect of nitrogen and sulfur on maize hybrids yield and post-harvest soil nitrogen and sulfur*. Sarhad Journal of Agriculture, 239-251 s. Dostupné z: <http://researcherslinks.com/current-issues/Effect-of-Nitrogen-and-Sulfur-on-Maize-Hybrids-Yield-and-Post-Harvest-Soil-Nitrogen-and-Sulfur/14/1/231/html#v4PGpUjhFdhgXHW6.99>

RICHTER, R., HLUŠEK, J., *Výživa a hnojení rostlin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 171 s. ISBN 80-715-7138-5.

RICHTER, R., RYANT, P., HŘIVNA, L., POULÍK, Z., *Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin* 2004 [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/index.htm

ROSS, B. R., HAEGELE, J. W., RUFFO, M. L., BELOW, F. E., *Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern, Transgenic Insect-Protected Maize Hybrids* [online], 161-169 s. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/articles/105/1/161>

ŘENČ, J., Setí - základ úspěchu pěstování kukuřice. *Úroda* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://uroda.cz/seti-zaklad-uspechu-pestovani-kukurice/>

SKLÁDANKA, J., *Pícninářství*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 365 s. ISBN 978-80-7509-111-6

SKLÁDANKA, J., *Multimediální učební texty z pícninářství 2006* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html

ŠVEC, R., Založení porostu kukuřice. *Úroda* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://uroda.cz/zalozeni-porostu-kukurice/>

UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN. *Institute of Agriculture and Natural Resources: Key to Nutrient Deficiencies in Corn and Sorghum* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://cropwatch.unl.edu/soils/keysnutrientdef>

VANĚK, V., BALÍK, J., PAVLÍKOVÁ, D., TLUSTOŠ, P., *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007, 176 s. ISBN 978-80-86726-25-0

VÁCLAV, V., BALÍK, J., PAVLÍKOVÁ, D., TLUSTOŠ, P., *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3., dopl. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 119 s. ISBN 8090241379.

VENCLOVÁ, B., Nedocenená plodina českých polí. *Úroda* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://uroda.cz/nedocenena-plodina-ceskych-polí/>

VENTER, H. A., LOCK H. W., *A comparison of seed vigour tests for maize (Zea mays L.)*, South African Journal of Plant and Soil, 1991, [online]. [cit. 2017-04-25] Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02571862.1991.10634570?needAccess=true>

ZIMOLKA, J., BALOUNOVÁ, M., CERKAL, R., ČERVINKA, J., DOLEŽAL, P., DVOŘÁK, J., FAJMAN, M., HRSTKOVÁ, P., JÁNSKÝ, J., KŘEN, J., PALÍK, S., POLÁČKOVÁ, J., POLIŠENSKÁ, I., POVOLNÝ, M., PROCHÁZKOVÁ, B., PROKOP, M., RICHTER, R., RYANT, P., ŘÍHA, K., SMUTNÝ, V., TICHÝ, F., VACULOVÁ, K., WINKLER, J., ZEMAN, L., *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. Praha: Profi Press, 2008, 198 s. ISBN 978-80-86726-32-1

Vyhláška č. 129/2012 Sb., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu Příl. 1

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Schéma koloběhu dusíku (Balík et al. 2012) | 10 |
| Obrázek 2: Schéma asimilace nitrátů v buňkách listu (Richter 2004)..... | 13 |
| Obrázek 3: Deficience dusíku v porostu kukuřice (University of Nebraska-Lincoln 2017) | 14 |
| Obrázek 4: Akumulace a rozdělení živin v jednotlivých fázích růstu kukuřice při výnosu 12 t·ha ⁻¹ (Bender et al. 2012)..... | 20 |
| Obrázek 5: Průběh teplot a srážek v roce 2016 | 24 |
| Obrázek 6: Průběh srážek a teplot dle dlouhodobého průměru 1961 - 1990 (ČHMÚ).. | 24 |
| Obrázek 7: Porost při hnojení ve fázi 10 listů 23. 6. 2016 (Foto: Dostál, 2016)..... | 34 |
| Obrázek 8: Varianty 21. 7. 2016 (Foto: Dostál, 2016) | 35 |
| Obrázek 9: Pomulčovaná otcovská komponenta 29. 8. 2016 (Foto: Dostál, 2016) | 35 |
| Obrázek 10: Sklizeň, varianta 1, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016) | 36 |
| Obrázek 11: Sklizeň, varianta 2, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016) | 36 |
| Obrázek 12: Sklizeň, varianta 3, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016) | 37 |
| Obrázek 13: Sklizeň, varianta 4, 23. 9. 2016 (Foto: Dostál, 2016) | 37 |
| Obrázek 14: Kalibrační síta (Foto: Dostál, 2017)..... | 38 |
| Obrázek 15: Stanovení HTS (Foto: Dostál, 2017)..... | 38 |
| Obrázek 16: Vyhodnocení klíčivosti (Foto: Dostál, 2017)..... | 39 |
| Obrázek 17: Vyhodnocení klíčivosti (Foto: Dostál, 2017)..... | 39 |

Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1: Výnos zrna v $t \cdot ha^{-1}$ | 28 |
| Graf 2: Hmotnostní podíl frakcí zrna z varianty 1 ($120 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$)..... | 29 |
| Graf 3: Hmotnostní podíl frakcí zrna z varianty 2 ($90 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$)..... | 29 |
| Graf 4: Hmotnostní podíl frakcí z varianty 3 ($60 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$)..... | 30 |
| Graf 5: Hmotnostní podíl frakcí z varianty 4 ($60 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$)..... | 30 |
| Graf 6: Hmotnostní podíl frakcí z varianty 5 kontrola ($0 \text{ kg} \cdot ha^{-1} \text{ N}$) | 31 |