



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Výživa a hnojení kukuřice na siláž

Autor práce: Bc. Petr Vája

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Štěřba, Ph.D

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na pokus zabývající se hnojením silážní kukuřice. Pokus byl realizován v roce 2021 v zemědělském podniku Zemko Kožlí a.s. Polní pokus byl založen s hybridem ES Joker a byl hnojen různými kombinacemi hnojiv. Celkem pro pokus bylo vytvořeno osm variant hnojení ve dvou opakováních. Pro hnojení byla použita hnojiva DAM 390, Močovina a Amofos.

Během vegetace byly sledovány rozdíly mezi variantami hnojení, a to v počtu rostlin, nárůstu nadzemní biomasy, hmotnosti jednotlivých rostlin, hmotnosti a počtu jednotlivých palic, a nakonec v celkovém výnosu z každé varianty. Doplňující kritériem bylo hodnocení procenta sušiny a ekonomické zhodnocení každé varianty.

Největší výnos byl zaznamenán u varianty, která byla hnojena pouze dusíkem v hnojivu Močovina. Nejnižší výnos naopak byl u variant hnojených fosforem v hnojivu Amofos v kombinaci s dusíkem v hnojivu DAM 390. Se zvyšující se dávkou průmyslových hnojiv klesal výnos biomasy. Pokusy kukuřice hnojené fosforem dosáhly vyšší sušiny.

Klíčová slova: Silážní kukuřice, výnos, hnojení, dusík, sklizeň, počet rostlin, nárůst biomasy, počet palic, hmotnost

Abstract

This thesis is focused on an experiment dealing with fertilization of silage corn. The experiment was realized in 2021 in the agricultural enterprise Zemko Kožlí a.s. The field experiment was founded with a hybrid ES Joker and was fertilized with various combinations of fertilizers. In total, eight fertilization variants were created for the experiment in two repetitions. Fertilizers DAM 390, Urea and Amofos were used for fertilization.

During the vegetation, differences between fertilization variants were monitored, namely in the number of plants, increase of above-ground biomass, weight of individual plants, weight and number of individual buds, and finally in the total yield from each variant. An additional criterion-em was the evaluation of the percentage of dry matter and the economic evaluation of each variant.

The largest yield was recorded for the variant that was fertilized only with nitrogen in the fertilizer Urea. The lowest yield, on the other hand, was for the fertilized phosphorus variants in the fertilizer Amofos in combination with nitrogen in the fertilizer DAM 390. With the increasing dose of industrial fertilizers, the yield of biomass decreased. Experiments of corn fertilized with phosphorus reached higher dry matter.

Keywords: Silage maize, yield, fertilisation, nitrogen, harvest, number of plants, biomass increase, number of bulbs, weight

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli při realizaci této práci. Největší poděkování patří Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D. za jeho odborné rady a vedení při realizaci této práce.

Dále chci poděkovat panu Ing. Milanu Kobesovi, Ph.D. za rady ve statistickém porovnání. A hlavní poděkování patří, zaměstnancům společnosti ZEMKO Kožlí a.s. a hlavně agronomům Ing. Jiřímu Kopicovi a Ing. Martinu Vencovi.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Biologická charakteristika	11
1.2 Výběr vhodného hybridu.....	12
1.3 Šlechtění kukuřice	13
1.3.1 Typy hybridů kukuřice.....	14
1.3.2 Geneticky modifikovaná kukuřice	14
1.4 Agrotechnika pěstování kukuřice	15
1.4.1 Pěstitelské požadavky	15
1.4.2 Zařazení v osevním postupu.....	16
1.4.3 Příprava půdy	16
1.4.4 Zakládání porostů.....	17
1.5 Výživa a hnojení kukuřice.....	19
1.6 Ošetření během vegetace.....	21
1.7 Využití biomasy kukuřice.....	22
1.7.1 Sklizeň kukuřice na zrna.....	22
1.7.2 Sklizeň kukuřice na siláž.....	22
1.7.3 Sklizeň kukuřice metodou LKS	23
1.7.4 Sklizeň kukuřice metodou CCM.....	23
1.8 Kukuřice jako zdroj obnovitelné energie	23
2 Cíl práce	25
3 Metodika	26
3.1 Charakteristika daného podniku.....	26
3.2 Charakteristika pozemku pro pokus	26
3.3 Charakteristika vybrané odrůdy	27

3.4	Charakteristika ročníku 2021	28
3.5	Agrotechnika a založení porostů	28
3.6	Kontrola a vážení porostu během vegetace	29
3.7	Sklizeň	30
3.8	Statistické vyhodnocení	30
4	Výsledky	31
4.1	Statistické ukazatele jednotlivých měření	31
4.2	Fenologické fáze růstu kukuřice	32
4.3	Výskyt škodlivých činitelů a chorob	34
4.4	Výskyt plevelů	35
4.5	Počet rostlin na m ²	35
4.6	Vliv hnojení na hmotnost rostlin	35
4.7	Vliv hnojení na výšku rostlin	38
4.8	Vliv hnojení na počet palic na rostlině	41
4.9	Vliv hnojení na hmotnost palic	42
4.10	Vliv hnojení na celkový výnos biomasy	44
4.11	Vliv hnojení na sušinu biomasy	45
4.12	Ekonomické hodnocení	46
5	Diskuse	48
	Závěr	50
	Seznam použité literatury	51
	Seznam obrázků	56
	Seznam tabulek	57
	Seznam grafů	58
6	Přílohy	59

Úvod

Zemědělství je jedna z nejstarších lidských činností na světě. První zmínky o zemědělství pocházejí již z pravěku, kde si lidé vytvářeli jednoduché nástroje, například z kamene nebo kostí. S přibývajícím časem se zemědělství začalo více rozvíjet a lidé si tvořili složitější nástroje a začali pěstovat více plodin. Dnes už si ani nejde představit, jak se hospodařilo dříve. Dnešní zemědělství se rozvíjí čím dál více. Pěstování plodin však nadále zůstává nejdůležitější činností pro lidskou obživu.

U nás jsou nejčastěji pěstovanými plodinami obiloviny, které jsou rozděleny do dvou skupin. Kukuřice se řadí do druhé skupiny. Je to jedna z nejdůležitějších plodin jak v lidské výživě, tak důležitá součást krmné dávky ve výkrmu dobytka. Dnes se také díky své velké produkci biomasy stala jednou z nejčastěji pěstovaných plodin v zemědělských společnostech, které vlastní bioplynové stanice.

Kukuřice se začala poprvé pěstovat zhruba před 5600 lety. Její první zmínka pochází z Jižní Ameriky, až v 15. století se dostala do Evropy, kde se dále rozšířila.

Pěstování kukuřice v našich podmínkách je však náročné. Kukuřice má velké nároky na teplo a světlo. Na trhu se objevují různé hybridy, které jsou určeny do různých podmínek pěstování. Další problém, který se v posledních letech objevuje, je eroze, a to především větrná nebo vodní. Kukuřice je širokořádková plodina, u které je právě největší problém s erozí půdy. Dle legislativních pravidel musí zemědělci pěstovat kukuřici na pozemcích s minimální erozí nebo vytvářet různá opatření, která budou zabraňovat vzniku eroze nebo ji alespoň minimalizovat.

1 Literární přehled

Kukuřice se řadí společně s pšenicí a rýží mezi nejdůležitější kulturní plodiny. Její pravděpodobný vznik pochází z kukuřice plané, pocházející z Jižní a Střední Ameriky. Po dalším křížení vznikla pícnina, která se vyskytuje v Americe ještě dnes, a to pod názvem teosinta. Dalším křížením vznikla dnes již známá kulturní kukuřice (Šašková, 1993).

Kukuřice (*Zea mays L.*) je jednou z nejdůležitějších cizosprašných trav na světě. Jak uvádí Zimolka et. al. (2008), kukuřice je jednodomá rostlina, která patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*).

Tato jednoletá rostlina je náročná na teplotu. Zařazujeme ji mezi C4 rostliny. Kukuřice také potřebuje dostatek vody, a to hlavně v době mezi metáním a mléčnou zralostí. Má však schopnost, kdy v období velkého sucha dokáže efektivně hospodařit s vodou (Šroller et. al., 1997).

V České republice se kukuřice pěstuje na rozloze okolo 300 000 ha. V roce 2021 se na našem území pěstovalo celkem 319 420 ha kukuřice. Z této celkové plochy bylo 216 982 ha kukuřice na siláž a 102 438 ha na zrno. Výnos kukuřice na siláž se v tomto roce pohyboval v průměru okolo 39 t*ha⁻¹ a u kukuřice na zrno 9,65 t*ha⁻¹. Naopak v roce 2018, kdy bylo během vegetace velké sucho byly hektarové výnosy u zrnové kukuřice nižší až o 3,5 t*ha⁻¹ a u silážní kukuřice až o 10 t*ha⁻¹. Za poslední 3 roky se výnosy kukuřice pohybují přibližně na stejné hodnotě. Stavby porostů kukuřice na území České republiky jsou znázorněny v tabulce č.1.1. (ANONYM 1, 2022).

Tabulka 1.1: Stavby kukuřice v ČR (ANONYM 1, 2022)

Rok	Kukuřice na siláž			Kukuřice na zrno		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Plocha (ha)	232 392	226 155	216 982	74 827	87 231	102 438
Výnos (t*ha ⁻¹)	35,47	39,05	38,86	8,29	9,46	9,65
Celkový výnos (t)	8 243 654	8 832 117	8 431 655	620 261	825 499	988 038

Využití kukuřice je v České republice velmi široké. Díky svému velkému obsahu sacharidů a tuků je jednou z nejdůležitějších krmných složek v krmné dávce skotu a prasat. Kukuřičné zrno obsahuje 60-70 % škrobů, okolo 10 % dusíkatých látek, 2 % vlákniny a 3-6 % tuků (Pulkrábek et. al., 2005). Je také velmi důležitá ve výživě lidí a dnes jednou z nejdůležitějších plodin pro energetické účely. Tato jednoletá různopohlavní rostlina se dělí do několika skupin podle tvaru a složení zrna.

Nejznámějšími pěstovanými kukuřicemi jsou kukuřice obecná (tvrdá), koňský zub, pukancová a cukrová (Zimolka et. al., 2008).

Kukuřice obecná, tvrdá (*Zea mays convar. Idurata Sturt*)

Jedna z nejznámějších pěstovaných kukuřic u nás. Zrno je v horní části zaoblené, tvrdé a hladké. U tvrdé kukuřice je barva zrna různá, v našich podmínkách je však nejčastěji žlutá. Výnos zrna je oproti jiným variantám kukuřic nižší (Šašková, 1993).

Kukuřice koňský zub (*Zea mays convar. dentiformis Körn*)

Zrno kukuřice koňský zub má tvar klínu se sklovitými okraji. Endosperm je moučnatý a proniká až do vrcholu. Dozrávání koňského zubu je pomalejší než u ostatních convariant kukuřic, má však největší výnos. Pěstuje se na 73 % z celkové plochy kukuřic na světě. Zrno této kukuřice se používá pro energetické a krmné účely, ale také v průmyslu a potravinářství pro výrobu škrobu, ethanolu nebo oleje (Hluska, 2015).

Kukuřice pukancová (*Zea mays couvar. Microsperma Körn*)

Zimolka et. al., (2008) ve své literatuře zmiňuje, že kukuřice pukancová je jedna z convariant, která vytváří velmi drobné zrno. Toto zrno je charakteristické velmi vysokou nutriční hodnotou. Při zahřátí zrno praskne a oplodí společně s endospermem vytvoří bílou hmotu o velkém objemu.

U pukancové kukuřice se podle typu zrno dělí na rýžové a perlové. Rýžové zrno se vyznačuje zobákovitým zakončením a velkou průhledností zrna. Perlové zrno je kulaté, hladké a lesklé (Petr et. al., 1997).

Kukuřice cukrová (*Zea mays couvar. Saccharata Sturt.*)

U kukuřice cukrové je zrno charakteristické svým svraštělým tvarem. Používá se pro potravinářské účely, proto není vhodné ke šrotování a mletí. (Šašková, 1993) Spousta lidí tuto kukuřici zařazuje mezi zeleninu. Zrno se nejčastěji konzervuje nebo zamrazuje. Oproti ostatním convariantám kukuřice obsahuje speciální geny, které ovlivňují syntézu škrobů a sacharidů v endospermu zrna (Kalloo a Bergh, 1993).

Mezi dalšími velmi často pěstovanými convariantami kukuřic můžeme také najít kukuřici škrobovou (*Zea mays convar.amylacea, Körn*), voskovou (*Zea mays convar.ceratina*) a plevnatou (*Zea mays convar.tunicata*) (Moudrý a Jůza, 1998).

1.1 Biologická charakteristika

Kořeny

Kořeny kukuřice vytváří mohutný kořenový systém, složený ze svazčitých kořenů a provazovitých kořenů. Tento systém kořenů může pronikat do hloubky 2-3 metrů (Klesnil, 1978). V prvních 3–4 týdnech si rostlina vytvoří kořenový systém v hloubce 30-40 cm. Kořenová soustava tvoří primární a sekundární kořeny. Primární se nachází v půdě a sekundární jsou nadzemní kořeny. Sekundární kořeny pomáhají držet stabilitu rostliny a zabraňují jejímu polehání. U dobře prokypřených půd mohou sekundární kořeny vytvářet svazčité kořeny, které dále slouží k výživě rostliny (Šantrůček et. al., 2001).

Stéblo

Kukuřice dorůstá do výšky až přes 3 metry, její stéblo je tak dlouhé, válcovité a hladké. Stéblo kukuřice plní funkci zásobního orgánu, který spojuje kořeny a listy. Stonek se skládá z článků (internodií), ty se střídají s plnými kolénky (nody). U kukuřice je počet článků a kolének ovlivněn raností hybridu a podmínkami stanoviště, na kterém je rostlina pěstována. Celé stéblo je vyplněno dřevem. To ovlivňuje jeho pevnost a pod její pokožkou hustě vedou cévní svazky (Zimolka et. al., 2008).

Z kolének na stéble vyrůstají listy a z těch nejnižších kolének mohou vyrůst vedlejší odnože. Problém však nastává, když vedlejší odnože ochuzují rostlinu o živiny a tím dochází ke ztrátě výnosu zrna. Při sklizni na siláž tvoří stonek 30-50 % výnosu rostliny (Šantrůček et. al., 2007).

Listy

Listy u kukuřice přirůstají ke stéblu ve dvou řadách, kde jsou uspořádány protistojně. V místě přirůstání ke stéblu jsou listy řidší. Listy kukuřice se vyznačují svojí širokou čepelí, která je podlouhle kopinatá, tenká a mělce zvlňená. Listová pochva, která obepíná články uzlem je tvrdá a hrubá. Jejím úkolem je chránit pažní větvičky a uchovávat meristémový charakter. Listová pochva obsahuje na jejím vnitřním rozhraní blanitý jazýček, jehož úkolem je zabránit zatékání vody (Petr et. al., 1997).

Jedna rostlina kukuřice může mít v průměru 12 až 18 listů, záleží na typu hybridu. Důležitou roli listů plní střední nerv, který je součástí listové čepele. Tento nerv obsahuje klínovité buňky, které jsou rozmístěny po okraji nervu. Buňky hrají velmi důležitou roli v hospodaření s vodou. Při dostatku vody se buňky naplní a listová čepel je rovná a otevřená. Naopak při nedostatku vody nastane v buňkách tlak a čepel se začne uzavírat a zamezí se odparu vody (Římovský et. al., 1989).

Květenství

Květenství kukuřice je jednopohlavní. Rozlišujeme samčí a samičí květenství. U samičího květenství, které vyrůstá ze střední části rostliny je to klas. U samčího je to lata, a ta vyrůstá z posledního článku stébla (Skládanka, 2006).

Samčí květenství lata se skládá z hlavních větví a vedlejších větví. Tyto větve se mohou ještě dále větvit. Při tomto větvení se na hlavní větví vytvoří samčí klásky v několika řadách a na vedlejších větvích klásky ve dvou řadách. Tyto klásky tvoří květy a stopku. Samičí pestíkové květenství je uspořádáno do klasu. Květy tvoří dva dvojklačky, z nichž jeden je plodný a druhý je zakrnělý (Zimolka et. al., 2008).

Jak udává Šantrůček et. al., (2001) kvetení u samčího květenství začíná od středu lody a uvolňování pylu trvá zhruba 4-5 dní, při horších podmínkách může trvat i 8 dní. U samičího květenství nastává opylení 1 až 5 dní po začátku kvetení lody, a to za předpokladu příznivých podmínek.

Palice a obilka

U samičích pohlavních orgánů vzniká palice (klas). Tento klas je tvořen větvením, na kterém jsou žlábků. Do těchto žlábků usedají klásky, uspořádané v podélných řadách. Celá palice je obalená do listenu, které ji chrání (Šašková, 1993).

Hlavním účelem, za kterým se kukuřice pěstuje, je zrno (obilka). Tato obilka nemá rýhu. Tvar a charakter endospermu je ovlivněn podle konvarient. U zrna se pohybuje HTS okolo 300–350 g (Skládanka, 2006).

1.2 Výběr vhodného hybridu

Při pěstování kukuřice, ať už na siláž nebo na zrno, musíme zvolit správnou odrůdu. Osivo kukuřice je tvořeno převážně hybridy. Každý rok jsou šlechtěny nové hybridy, přičemž každý má své specifické vlastnosti (Povolný, 2002).

Při volbě odrůdy je pro pěstitele důležité vybrat takový hybrid, u kterého je možné dosáhnout vysokého výnosu v co nejvyšší kvalitě. Aby bylo možné dosáhnout těchto cílů, musí být kukuřice sklizena v daném termínu (sklizňovém okně). Tento termín trvá zhruba jeden až dva týdny. Během těchto dvou týdnů má kukuřice vhodné vlastnosti pro sklizeň. S měnícím se počasím a teplotou, se nám mění i vlastnosti kukuřice. Sklizňové okno kukuřice může být pozmeněno, jedná-li se o hybridy s větším podílem zrna (dent) nebo hybridy stay green. U hybridů dent je optimální sklizňové okno kratší, kdežto u stay green se prodlužuje (Třináctý et. al., 2012).

Jedním z nejčastěji používaných kritérií při výběru hybridů kukuřice je číslo FAO. Číslo FAO nám určuje ranost daného hybridu, prakticky se jedná o dobu jeho vegetace. Při výběru nám pomáhá, zda je hybrid typu Z (na zrno) nebo S (na siláž). Hybridy se liší podle rychlosti dozrávání klasu a zbytku rostlin (Slivková et. al, 2002).

Číslo FAO má svou určitou hodnotu ranosti, které jsou znázorněny v tabulce č. 1.2. Čím je číslo nižší, tím je hybrid ranější. Liší-li se číslo FAO o hodnotu 10, v praxi to znamená, že hybrid je o 1-2 dny pozdnější nebo naopak ranější. Při sklizni může být rozdíl v sušíně 1-2 %. Při výběru ranosti hybridů se řídíme, na jakém pozemku bude daná kukuřice pěstována a v jaké výrobní oblasti. (Šantrůček et. al., 2001) Hodnota FAO se na našem území pohybuje v rozmezí 170-400. Při volbě hybridu je také důležitá suma efektivních teplot. Jedná se o sumu teplot, potřebných pro rostlinu od výsevu po sklizeň (Třináctý et. al., 2012).

Tabulka 1.2: Tabulka ranosti kukuřic podle FAO (Povolný a Vacek, 2017)

Silážní kukuřice		Zrnová kukuřice	
Číslo FAO	Sortiment	Číslo FAO	Sortiment
do 220	VR-velmi raný	do 250	VR-velmi raný
220-260	R-raný	250-300	R-raný
260-300	SR-středně raný	300-350	SR-středně raný
nad 300	SP-středně pozdní	nad 350	SP-středně pozdní

1.3 Šlechtění kukuřice

Kukuřice patří mezi jednu z prvních plodin, u které se začaly šlechtit hybridy. Významným cílem, kterého se u šlechtění kukuřice dosáhlo, je změna ranosti jednotlivých hybridů. Díky tomuto kroku můžeme pěstovat kukuřice jak v nižších, tak i vyšších nadmořských výškách, bez větších ztrát. Dalším šlechtěním se také dosáhlo vyšší odolnosti vůči chladu, který není vhodný pro pěstování kukuřice, ale také proti polehání, odolnosti vůči suchu, chorobám a škůdcům nebo také pro vyrovnané dozrávání. Další možností je šlechtění hybridů kukuřice vhodné pro bioplynové stanice (Ehrenbergerová, 2014).

Jedním z hlavních cílů, kvůli kterým se kukuřice šlechtí, je větší výnosový potenciál zrna. Dalším typem jsou hybridy, které uvolňují vodu ze zrna, což se uplatňuje při pěstování kukuřice na zrno, kde odpadá zdlouhavé sušení. Kukuřice, která je pěstována na siláž má také své hybridy, které zajišťují vyšší výnos biomasy a zrna, ale i dosažení optimální sklizňové sušiny v době sklizně (Prugar et. al., 2008).

Jak zmiňuje Zimolka et. al., (2008), při šlechtění kukuřice je využíváno heterozního efektu za pomoci kontrolovaného křížení rodičovských komponent. Jako rodičovské komponenty se často používají inbrední linie. Za inbrední linie považujeme ty, které vznikly opakovaným samosprášením rostlin. Kvalitní hybridní odrůdy tak získáme nakombinováním vhodných rodičovských komponentů.

1.3.1 Typy hybridů kukuřice

Sc (single cross) jednoduché dvouliniové hybridy-tento hybrid je získáván křížením dvou inbredních linií. V dnešní době je jedním z nejčastěji pěstovaných hybridů kukuřice. Díky svému vysokému stupni genotypové homogenity a heterozygotnosti vyniká oproti ostatním hybridům svým vysokým výnosovým potenciálem a uniformitou (Habětínek, 1997).

Tc (three-way cross) tříliniové hybridy-křížením linie a dvouliniového hybridu vzniká tříliniový hybrid. Vyznačuje se svou plasticitou, přizpůsobuje se horším podmínkám a je jistější ve výnosech. Oproti dvouliniovým jsou porosty méně vyrovnané (Velich et. al.,1991).

Dc (double cross) dvojitě čtyřliniové hybridy-vznikají při křížení čtyř odlišných inbredních linií. Pro získání osiva je zapotřebí zkřížení dvou jednoduchých hybridů. Tyto čtyřliniové hybridy se vyznačují vyšším výnosem a jsou více přizpůsobivé. Oproti předchozím hybridům jsou méně vyrovnané (Zimolka et. al., 2008).

1.3.2 Geneticky modifikovaná kukuřice

Plodiny, využívající genovou technologii, jsou pěstovány za účelem změny složení jednotlivých složek tak, aby byly vhodné pro využití v potravinářském a průmyslovém odvětví. Po celém světě jsou v polních testech pěstovány za účelem výzkumu. Hlavními zkoumanými vlastnostmi jsou např. odolnost vůči stresu, chorobám, herbicidům, nebo zda jsou vhodné pro farmaceutickou výrobu (Greiner, 2007).

Geneticky modifikované plodiny (GM) jsou založeny na principu změny dědičného materiálu. K této změně dochází za pomoci genových technologií. Pěstování GM je v Evropské unii na ústupu, je zde pěstována pouze GM kukuřice MON 810 označovaná jako Bt kukuřice. Označení kukuřice Bt je odvozeno od vložení genu bakterie *Bacillus thuringiensis*. Dodáním genu této bakterie do kukuřice dochází k odolnosti proti zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*) (Trnková, 2019).

Jak uvádí Ježková, (2016) pěstování GM kukuřice v ČR za poslední roky kleslo. Není tomu však jen v ČR, ale také v rámci celé EU. Naopak, mimo státy EU je

pěstování GM plodin je důležitým aspektem zemědělské výroby. Pokles pěstování kukuřice této modifikace je následkem nízkého odběru GM kukuřice a také mléka od dojnic, které jsou krmeny touto kukuřicí. Dalším a velmi důležitým aspektem, který ovlivňuje pěstování této kukuřice v rámci EU, je zdlouhavá administrativa a vzdálenost od ostatních plodin. Chce-li pěstovat zemědělec GM plodiny v rámci EU, musí předložit návrh, který projde náročným a dlouhým schvalováním. Tyto administrativní zásahy slouží k posouzení škodlivosti vůči životnímu prostředí, zdraví lidí a zvířat.

V rámci ČR se GMO kukuřice začala pěstovat v roce 2005. V roce 2016 bylo zaseto posledních 75 ha. Od roku 2017 už se tato kukuřice přestala pěstovat úplně což je znázorněno v tabulce č. 1.3. Na území EU došlo v posledních letech také k poklesu, až zániku této pěstované modifikace. Pouze ve Španělsku se pěstuje okolo 100 tis. ha a v Portugalsku 4 tis. ha (Durilová, 2021).

Tabulka 1.3: Počet pěstitelů a plocha GM kukuřice v ČR. (Durilová, 2021)

Rok	Plocha (ha)	Počet Pěstitelů
2009	6480	121
2010	4680	82
2011	5090	64
2012	3050	41
2013	2560	31
2014	1754	18
2015	997	11
2016	75	1
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0

1.4 Agrotechnika pěstování kukuřice

1.4.1 Pěstitelské požadavky

Tato teplomilná rostlina je během své vegetace náročná na teplotu. Její hybridy začínají klíčit při teplotě půdy 7-8 °C. Teplota vzduchu by se měla pohybovat mezi 25-28 °C. Při kvetení je nejhodnější teplota vzduchu 28-30 °C. Kukuřice také potřebuje dostatek vody, a to hlavně v době mezi metáním a mléčnou zralostí. Má však schopnost, kdy v období velkého sucha dokáže efektivně hospodařit s vodou (Šroller et. al., 1997).

Kukuřice nemá tak velké nároky na půdu, jako na teplotu a vodu. Nevhodné pro pěstování kukuřice jsou těžké a prochládlé půdy. Na lehkých půdách je pěstování vhodné za předpokladu, že jsou dostatečně vyhnojeny a jsou na vlhčích místech. Pro pěstování kukuřice však nejsou vhodné pozemky, které jsou erozně ohrožené nebo se nachází v mrazových kotlinách (Pulkrábek et. al., 2005).

Vhodné půdy pro pěstování kukuřice jsou ty s neutrálním pH. Jedná se nejčastěji o hnědozemě a černozemě v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti (Hůla et. al., 2008).

1.4.2 Zařazení v osevním postupu

Kukuřice není v osevním postupu nijak náročná na předplodiny. Svým charakterem se podobá hnojeným okopaninám. Vhodnými předplodinami jsou jeteloviny, olejninu a okopaniny (Kostelanský, 1997).

Jak udává Vrzal et. al. (1995), setí kukuřice po okopaninách v provozních podmínkách není tak časté, a proto se hnojená kukuřice zařazuje mezi dvě obiloviny. Nejčastější předplodinou je pšenice. Často se kukuřice považuje za zlepšující plodinu. Kukuřice také bývá často pěstována po sobě, a to s úspěchem.

1.4.3 Příprava půdy

Při pěstování kukuřice je příprava půdy jednou z důležitých složek. Kukuřice se může zakládat jak tradičním způsobem s orbou, tak i minimalizačním způsobem. Jak zmiňuje Hůla et. al. (2008), při výběru vhodné technologie je třeba zvážit několik zásad, mezi které patří stanoviště, zařazení v osevním postupu, stav půdy po sklizené předplodině, jakou techniku má podnik dostupnou a v neposlední řadě dodržet protierozní opatření.

U přípravy půdy pro kukuřici je nutné dodržovat jisté zásady, jinak se to může projevit v celkovém výnosu. Při jarní přípravě je nutné zabezpečit prohřátí půdy nad osivem a dále prokypřit půdu, abychom zajistili dostatek vzduchu v půdě, a to za nízkého úniku vláh (Šreiber a Valenta, 2001).

Příprava půdy klasickým konvenčním způsobem

Při přípravě půdy konvenčním způsobem bereme ohled na to, jaká byla na pozemku předplodina a zda bude pozemek hnojen organickými hnojivy. Nejčastějšími předplodinami kukuřice jsou obilniny, po kterých se provádí podmítka s následným ošetřením. Tento zásah nám má zabezpečit lepší hospodaření s vláhou. Při pěstování kukuřice více let po sobě musíme brát zřetel na dodržení agrotechnických lhůt (Šantrůček et. al., 2007).

Kukuřice bývá nejčastěji hnojena chlévským hnojem, ale jsou i zemědělci, kteří nemají živočišnou výrobu, a tak využívají zelené hnojení. Po obou variantách hnojení je na podzim za pomoci radličných pluhů provedena orba v rozmezí 0,22-0,25 m podle půdních podmínek (Šimon et. al., 1999).

Jarní příprava se rozděluje do dvou fází. První fáze se provádí hned, jak tomu dovolí počasí a půdní podmínky. Jejím úkolem je urovnat a nakypřit pozemek. Druhá příprava se provádí před setím, kdy se nakypří povrch půdy do hloubky setí a často se zapravují průmyslová hnojiva. V jarní přípravě jsou nejčastěji využívány brány, kompaktory a kombinátory. V posledních letech se upouští od používání smyků. Při výběru vhodného mechanizačního prostředku musíme brát opět zřetel na hospodaření s vláhou, ale také minimalizovat utužení půdy (Zimolka et. al., 2008).

Minimalizační příprava půdy

V zemědělské výrobě dnes spousta zemědělců přechází z klasického konvenčního zpracování půdy na minimalizační. Hlavním důvodem této změny je snížení energetické a pracovní náročnosti. Minimalizace se vyznačuje snížením hloubky a intenzity zpracování půdy, ale také ponecháním posklizňových zbytků na povrchu pozemku nebo zapravením do vyšších vrstev půdy (Neudert a Procházková, 2009).

Při přípravě půdy minimalizací pro pěstování kukuřice je důležité brát ohled na půdní a klimatické podmínky. Tyto faktory pak z velké části ovlivní výnosy. Minimalizací, jak uvádí Hůla et. al. (2008) může vznikat problém s prohříváním půdy, což posouvá termín setí a prodlužuje délku vegetace.

Využití minimalizační technologie při zakládání porostů kukuřice může mít několik možností. Jednou z nich je přímé založení porostu do meziplodin (svazenka, hořčice). Další variantou je přímé setí do strniště předplodiny bez jakéhokoliv půdního zásahu. Třetí možností je minimální zpracování půdy, kdy je na pozemku po předplodině provedena podmínka s následným ošetřením, a takto je pozemek ponechán do jara. Na jaře se provede klasické zpracování půdy nebo se vynechá. Tato možnost přípravy snižuje utužení pozemků a zajišťuje lepší hospodárnost s vodou. Problém však nastává s vyšším zaplevelením, s čímž je spojeno vyšší využití herbicidních přípravků (Prokeš, 2001).

1.4.4 Zakládání porostů

Setí je jednou z nejdůležitějších pracovních operací při zakládání kukuřice. Šroller et. al. (1997) uvádí, že při zakládání kukuřice není možno eliminovat chyby jako je tomu u obilovin první skupiny, proto se k setí využívají přesné secí stroje.

Setí kukuřice se provádí většinou od konce dubna až do poloviny května podle teploty půdy. Ta by se měla pohybovat od 8 do 10 °C. Hloubka setí se pohybuje v rozmezí 4-7 cm (Římovský et. al., 1989). U setí by měla být dodržena stejná hloubka uložení semen, jinak dochází k nerovnoměrnému vzcházení a snižování výnosu. Porosty se nejčastěji zakládají na meziřádkovou vzdálenost 70 až 75 cm a vzdálenost jednotlivých rostlin v řádku se volí od 15 do 30 cm. Výsevek se volí podle vlastností hybridu, podmínek pro pěstování a také užitkového směru (Zimolka et. al., 2008).

Při zakládání porostů kukuřice se v dnešní době zkouší využívat technologii úzkořádkového setí. Kukuřice je u této technologie seta do řádku vzdálených od sebe 37,5 cm. Takto založený porost se vyznačuje protierozním účinkem a předpokládá se, že zde bude i vyšší výnos (Stehno, 2021).

Setí do meziplodiny

Technologie setí do meziplodin je jednou z půdoochranných technologií při pěstování kukuřice na erozně ohrožených pozemcích. Na pozemku je po předplodině zaseta meziplodina, která přes zimu vymrzne nebo přezimující plodina, která je na jaře chemicky likvidována. V době jarního setí je na pozemku velký pokryv meziplodin, do kterého je zakládán porost kukuřice. Při setí jsou využívány secí stroje s výsevem do pásku, stroje pro přímé setí nebo může být pozemek mělce zpracován (Hůla et. al., 2008).

Janeček et. al. (2007) říká, že touto technologií setí se docílí vysoké protierozní ochrany a zabrání se většímu výparu vody. Má však také svá úskalí, a to vyšší zaplevelení pozemku, použití herbicidů při nedostatečném vymrznutí meziplodiny, nedostatečné prohřátí půdy a tím zpožděný termín setí nebo problémy při setí z důvodu velkého množství zbytků (Hůla et. al., 2008).

Setí do pásku metodou Strip-till

Další z půdoochranných technologií při zakládání porostu kukuřice je metoda Strip-till. Principem této technologie je kombinace bez zpracování a plné zpracování půdy. Pozemek je zpracován do 25 % z celkové plochy, na zbytku zbývá pokryv. Zpracované pásy dosahují maximální šířky 25 cm. Hlavní výhody této technologie spočívají ve zvýšení organické hmoty v půdě, snížení půdní eroze, zadržování vláhy a také zvýšení půdní údržnosti (Tomášek a Schamberger, 2018).

Tento systém zpracování půdy pochází z Ameriky, kde zemědělci vytvářejí pásy na podzim a z jara pomocí přesných secích strojů zakládají porost. Takovýto postup je vhodný zejména pro těžké půdy. Naopak u lehčích půd je vhodné vytvářet pásy na

jaře. Používá se také kombinace, kdy se na podzim vytvoří pásy s možností uložení organických nebo průmyslových hnojiv do pásku. Na jaře jsou pásy znovu zpracovány a následně použity pro výsev. Při setí je důležité použití satelitního navádění a signálu RTK, aby bylo osivo uloženo co nejpřesněji do pásku (Fuka, 2020).

Setí kukuřice do dvouřádků (Twin-Row)

Metoda setí do dvouřádků je vnímána jako další půdoochranná technologie při zakládání porostů kukuřice. Oproti klasickému zakládání kukuřice je u této technologie více využita půdní plocha. U klasické meziřádkové vzdálenosti (75 cm) je využita plocha z 14,4 %, u systému Twin-Row je to až z 44,8 %. Při setí jsou zakládány dva řádky v trojúhelníkovém sponu. Vzdálenost mezi oběma řádky je 20 cm. Vzdálenost ze středu dvojřádku na další střed dvojřádku je pak 75 cm, což je znázorněno na obrázku 1.1. Využití této technologie má spoustu výhod, a to například snížení vodní a větrné eroze, lepší hospodaření s vláhou, nižší zaplevelení, větší prostor pro jednotlivé rostliny nebo možnost vyššího počtu jedinců na hektar a tím zvýšení výnosu biomasy (Madl, 2011).



Obrázek 1.1: Organizace porostu kukuřice metodou Twin-Row (PaL, 2014)

1.5 Výživa a hnojení kukuřice

Kukuřice je plodina, která je velmi náročná na teplotu během své vegetace. Podle výrobní oblasti se volí vhodný hybrid. Během růstu je také důležitá sluneční energie. Díky slunečnímu záření rostlina lépe přijímá živiny a efektivně je využívá pro tvorbu výnosu. Obsah živin v rostlině se může lišit, a to hlavně díky půdním a klimatickým podmínkám, předešlým hnojením nebo hybridem, který je pěstován (Vaněk et. al., 2002).

Po zasetí kukuřice následuje velmi pomalý počáteční růst a s tím spojený pomalý příjem živin. Poté však nastává období vysokého příjmu živin, kdy rostlina přijme až 70-75 % všech živin a to za 35-45 dní (Šantrůček et. al., 2007).

Při pomalém počátečním růstu si rostlina odebere zhruba 35 kg N, 4 kg P, 40 kg K a 3 kg Mg na hektar. Toto období je u kukuřice kritické, protože v této fázi je velmi citlivá na teplo a nemá tak silně rozvinutý kořenový systém, což vede ke snížení příjmu živin. Během vegetace si rostlina odebírá živiny z půdy, které se uvolňují z organických sloučenin (Vaněk et. al., 2016).

Pro hnojení kukuřice jsou často používána organická hnojiva. Nejčastějším hnojivem je chlévský hnůj, a to v dávce 40 t. ha⁻¹. Hnůj je nejčastěji aplikován na podzim. Na lehkých půdách a u kukuřic, které jsou v osevním postupu zařazeny po sobě, může být aplikován na jaře. Dalšími vhodnými organickými hnojivy jsou močůvka a kejda. U močůvky se volí dávka 40-70 t. ha⁻¹, u kejdy je to podle druhu kejdy a množství N. Tato hnojiva je možné aplikovat jak na podzim, tak na jaře nebo během vegetace (Balík et. al., 2001).

Hnojení dusíkem

Dusík je jednou z nejdůležitějších živin pro zajištění správného výnosu a kvality zrna. Při zvýšené aplikaci dusíku je prokázán výrazně zvýšený výnos biomasy. Rostliny umí dusík dostatečně využít a nedochází k jeho uvolňování do okolního prostředí (Khan, et al., 2014).

Celková dávka dusíku pro výživu kukuřice by se měla pohybovat v rozmezí 80–200 kg na ha. Většinová část dusíku se aplikuje před setím, ale je také snaha přihnojovat během vegetace, kdy je vysoký příjem dusíku během 8.-10. týdne. Hnojení během vegetace může vést k popálení rostlin. Hnojení dusíkem se z ekologického a ekonomického hlediska rozděluje na základní hnojení a přihnojení během vegetace (Vaněk et.al., 2002).

Nejčastěji se aplikují 2/3 z celkové dávky před setím a zbytek ve fázi 5.-6. listu. Během vegetace je výhodnější aplikovat tekutá statková hnojiva, ale vhodná jsou i průmyslová hnojiva pod list nebo na povrch půdy. Aplikace průmyslových hnojiv během vegetace je vhodná například společně s plečkováním (Šantrůček et. al., 2001).

Nedostatek dusíku se projevuje změnou barvy listů. Listy se zbarvují od bledě zelené až po žlutou barvu. Při dlouhotrvajícím nedostatku spodní listy žloutnou a mohou i zaschnout. Nedostatek se pak projevuje hlavně v délce palic, velikosti a hmotnosti zrn. Pokud je kukuřice dusíkem přehnojena, listy jsou tmavě zelené, snižuje se klíčivost a zpožďuje se nástup generativní fáze (Zimolka et. al., 2008).

Hnojení fosforem

Dalším velmi důležitým prvkem pro růst kukuřice je fosfor. Jeho působení nám zásadně ovlivňuje půdní vyrovnanost a tím zvyšuje produkci rostlin. Fosfor nám výrazně ovlivňuje množství dusíku a draslíku v listech, naopak jeho působení snižuje obsah železa, zinku a hořčíku v listech (Ortas, 2017).

Fosfor je důležitý hlavně v počáteční fázi růstu, proto je jeho aplikace vhodná před setím ve formě NP hnojiv. Aplikace se provádí plošně nebo pod patu. Podpatové hnojení spočívá v uložení hnojiva 4-5 cm pod osivo a 4-5 cm vedle osiva. Pokud bude hnojivo uloženo blíž osivu, může to negativně ovlivnit vzcházení (Vaněk et. al., 2002).

Nedostatek fosforu se u kukuřice projevuje pomalým růstem nadzemních částí rostliny. Listy jsou malé a mohou odumírat. Při nedostatku fosforu také nastává hyperchlorofylace listů, tzn. že se zbarvují do červenofialové barvy (Richter, 2004).

Hnojení draslíkem

Aplikace draslíku je další z důležitých prvků pro kukuřici. Provádí se před setím nebo zásobně na podzim společně se zaorávkou hnoje. U podzimního hnojení je riziko vyplavení draslíku do podzemních vod. Nedostatky draslíku se projevují žloutnutím starších listů a nekrózou. U palice se nedostatek projevuje nižším ozrněním (Čermák et.al., 2018).

Kukuřice pro svůj růst také potřebuje mikroelementy. Mezi nejdůležitější patří bor a zinek. Za vysokého sucha se projevuje jejich nedostatek na vyvápňených půdách. Proto je vhodná jejich aplikace ve formě kapalných hnojiv. U boru se nedostatek projevuje deformací a nekrózou listů. Palice pak jsou neozrněné a zdeformované. Při nedostatku zinku listy žloutnou (Richter, 2005).

1.6 Ošetření během vegetace

Kukuřice, jako každá širokořádková plodina, je citlivá na zaplevelení. Proto se v raných fázích musí zamezit šíření plevelů. U kukuřice se často volí tři druhy herbicidní ochrany. První z nich ještě před vzejitím plevelů i kukuřice preemergentní ochrana, další dnes velmi preferovanou je posteemergentní aplikace, kdy kukuřice i plevele vzejdou a poslední je pozdnější posteemergentí ochrana, kdy je kukuřice ve fázi 4.-6. listu. Při rozhodování, který z těchto chemických zásahů zvolit, se řídíme aktuálními podmínkami, kterými jsou doba vzcházení, zásoba půdní vláhy nebo povětrnostní podmínky (Sikora, 2018).

Dalším zásahem během vegetace, který se při pěstování kukuřice využívá, je plečkování. Dříve bylo plečkování velmi rozšířené a mělo za cíl ničit plevele. Ve 20.

století přišel nástup velkého množství chemických přípravků na trh. Spousta zemědělců tak od plečkování ustoupila. V dnešní době se plečkování opět rozšiřuje. Není zde cíl ničení plevelů, ale prokypření půdní vrstvy, rozrušení půdního škraloupu a možnost přihnojení porostu. Plečkování také plní protierozní funkci (Javor et. al., 2018).

1.7 Využití biomasy kukuřice

1.7.1 Sklizeň kukuřice na zrno

Nejčastější důvod pěstování kukuřice je pro její zrno. Sklizeň kukuřičného zrna se provádí v plné zralosti, kdy sušina dosahuje 60-62 %. Zrno se v této fázi vyznačuje svou tvrdostí, je lesklé a má typicky načernalou barvu, což signalizuje ukončení ukládání živin a tím zralost. Pro sklizeň kukuřičného zrna se používají sklízecí mlátičky se speciálními adaptéry. Vlhkost sklizeného zrna by se měla pohybovat do 30 %. Skladovací vlhkost je vhodná do 14 % (Kůst, 2009).

Využití kukuřičného zrna

Kukuřičné zrno je využíváno pro krmení hospodářských zvířat nebo, díky svému vysokému obsahu bílkovin, v potravinářství. V menším množství je také přímo konzumováno (Beneš, 2011).

Z kukuřice je také, díky svému obsahu v zrně, možno získávat škrob. Oproti ostatním obilovinám je v kukuřičném zrně vyšší obsah škrobu. Z kukuřice je také možné získávat bezlepkovou mouku a ethanol. Výnos kukuřičného zrna se pohybuje okolo 8-9 tun z hektaru (Šimon a Strašil, 1999).

1.7.2 Sklizeň kukuřice na siláž

Jedním z hlavních důvodů, kvůli kterému se kukuřice pěstuje, je silážování. Díky svému složení a vysoké produkci biomasy je nenahraditelnou složkou při výkrmu dojníc. Silážování je velmi starou metodou uchování plodin v uhotněném stavu. První zmínky o silážování pocházejí už ze starého Egypta (Mašek, 2010).

Princip silážování kukuřice spočívá ve sklizni celých rostlin kukuřice, se sušinou od 27–33 %. Při sklizni kukuřice se volí délka řezanky podle procenta sušiny. Čím má kukuřice vyšší sušinu, tím je vhodné zvolit menší řezanku. Při silážování jsou často přidávány přísady pro podporu fermentace (Šantrůček et. al., 2007). Fermentace je velmi složitý biologický proces, kdy jsou rostlinné cukry přeměňovány pomocí bakterií mléčného kvašení a prostředí bez přístupu vzduchu na kyselinu mléčnou a CO₂. Tento proces ovlivňuje spousta vnitřních i vnějších faktorů. Řezanka kukuřice

se ukládá do silážních žlabů, kde musí být dostatečně udusána a zakryta nepropustnou folií. Často jsou voleny dvě folie. Vrchní folie musí být zatížena, aby nedošlo k prostupu vzduchu. Pro zatížení se používají pneumatiky nebo panely (Mašek, 2010).

Dalšími variantami skladování kukuřičné siláže je lisování kukuřice do vaků, uskladnění na volném prostranství nebo dnes už málo využívaná metoda skladování v silážních věžích. Při všech způsobech skladování musí být zajištěn odtok silážních šťáv do sběrných míst, aby nedocházelo ke kontaminaci podzemních vod a půdy (Javorek, 2009).

1.7.3 Sklizeň kukuřice metodou LKS

Tato metoda spočívá ve sklizni palic s listy. Pro tento typ sklizně se používají sklízecí řezačky osazené speciálními adaptéry. Tento adaptér, stejně jako u sklízecích mlátiček, odlamuje palice a zbytek rostliny je rozdrčen a rozprostřen po pozemku. Odlomené palice postupují k řezacímu bubnu. Při této sklizni se buben vybaví více noži a drhlíkovým dnem. Pokud tomu tak není, jsou do systému zařazeny mačkácí válce pro narušení zrna. Takto upravená kukuřice je vhodná ke konzervaci bez další úpravy (Zimolka et. al., 2008).

1.7.4 Sklizeň kukuřice metodou CCM

Jedná se o sklizeň zrna s částečným zastoupením větven. Pro sklizeň se používají sklízecí mlátičky s adaptéry na odlamování palic. Materiál je dále šrotován na co nejmenší části. Nejvhodnější termín sklizně je se sušinou 60-70 %. Při sušině menší, než je 60 % pak dochází k poškození zrna nebo ke sklizňovým ztrátám. Rozdrčený materiál je poté ukládán do silážních žlabů, silážních věží nebo do PE vaků (Šantrůček et. al., 2001).

1.8 Kukuřice jako zdroj obnovitelné energie

V poslední době je kukuřice velmi často pěstována jako surovina pro bioplynové stanice. Vyznačuje se vysokým výnosovým potenciálem, snadnou konzervací a uskladněním, ale hlavně vysokou výtěžností bioplynu. Společně s kejdou jsou hlavními složkami pro výrobu bioplynu. Kukuřice, která je určena jako krmivo pro bioplynovou stanici, musí mít vysoký obsah energie a dobrou rozložitelnost, tyto vlastnosti pak ovlivní kvalitu bioplynu (Fuksa, 2018).

Hybridy kukuřice určené pro bioplynové stanice mají oproti těm, co jsou určeny pro výkrm skotu, řadu odlišností. Hybridy pro energetické využití mají vyšší podíl stonků a listů, které jsou zdrojem rozpustných cukrů. Palice na rostlině jsou, ale

v menším zastoupení a s nižším obsahem škrobů. U těchto hybridů je také možnost vyšší hustoty porostů. Sklizeň se provádí při sušině 28-32 %, vyšší sušina může snižovat proces tvorby fermentace. Při výrobě siláže pro bioplynovou stanici se také musí zamezit tvorbě plísní a toxinů. Nekvalitní krmivo vede ke snižování tvorby metanu a tím k ekonomickým ztrátám (Soufflet, 2010).

2 Cíl práce

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

Pracovní hypotéza: Kukuřice potřebuje ke svému růstu dostatek dusíku, a proto varianty hnojené vyšší dávkou dusíkatých hnojiv budou dosahovat vyššího výnosu biomasy.

3 Metodika

3.1 Charakteristika daného podniku

Pokus byl prováděn v zemědělské společnosti Zemko a.s. Tato společnost v obci Kožlí, která je vzdálená 2 km od města Leděč nad Sázavou, se nachází v bramborářské výrobní oblasti. Podnik Zemko byl založen v roce 1996, kdy byla výroba převzata z dřívějšího Obchodního zemědělského družstva. Zemko se zaměřuje jak na rostlinnou, tak i živočišnou výrobu, ale také provozuje závodní jídelnu, autodopravu a prodej tuhých paliv. Rostlinná výroba je založena na pěstování krmných, ale i tržních plodin. Podnik hospodaří na 1810 ha, z čehož je 1500 ha orné půdy a 310 ha trvalých travních porostů. Hlavními tržními plodinami jsou potravinářská pšenice, sladovnický ječmen, mák, řepka, jetel na semeno a brambory. Z krmných plodin se pěstují ječmen, pšenice, silážní kukuřice a jetel. Živočišná výroba je realizována na čtyřech střediscích a zaměřuje se na chov skotu a prasat. Hlavní středisko pro chov skotu se nachází v obci Hněvkovice, kde je 600 kusů dojnic Holštýnského plemene. Dále jsou zde ještě telata do 3 měsíců věku. V obci Kožlí, kde má firma hlavní sídlo, je chov skotu mezi 3-6 měsíci věku a na středisku Bojiště je odchov jalovic. Celkem společnost chová 1200 kusů hovězího skotu. V obci Leština u Světlé nad Sázavou provozuje společnost chov prasat.

3.2 Charakteristika pozemku pro pokus

Pokusný pozemek se nachází v katastrálním území obce Kožlí, v půdním bloku č. 8602-0, v průměrné nadmořské výšce 471,37 m s průměrnou sklonitostí 1,02°. Půda pokusného pozemku je písčitohlinitá s bonitou 5,30 Kč/m². Na vybraném pozemku byla předplodinou ozimá pšenice.

Celý pokus obsahoval 8 variant se dvěma opakováními. Na pozemku tak bylo vytvořeno 16 pokusných parcel. Na obrázku č. 3.1 je znázorněno pokusné stanoviště pro varianty hnojení.



Obrázek 3.1: Znázornění parcely pro pokus (MAPY.CZ, 2022)

3.3 Charakteristika vybrané odrůdy

Vybraným hybridem pro náš pokus byl ES JOKER. Tento dvouliniový hybrid se číslem FAO 240 řadí mezi rané kukuřice. JOKER byl poprvé registrován v roce 2018 v Německu a do České republiky se dostal v roce 2019. Díky své rajonizaci je vhodný pro pěstování v bramborářské, obilnářské a řepařské výrobní oblasti. Díky vysoké stravitelnosti a vysokému výnosu je vhodný pro pěstování na krmné účely, ale i jako krmivo do bioplynových stanic. Je také velmi odolný vůči suchu a chladu. (Šrůta O. et. al., 2021)

Tabulka 3.1: Charakteristika Hybridu ES JOKER (ANONYM 3, 2021)

Hybrid	FAO	Typ hybridu	Typ zrna	Využití	Optimální hustota tis. rostlin/m ²	Způsob dozrávání
ES Joker	240-250	Dvouliniový	Tvrký	Silážní, zrnový	80-85	Stay green

3.4 Charakteristika ročníku 2021

Ročník 2021 byl z hlediska srážek poměrně bohatý. Nejvíce srážek spadlo během vegetace v letních měsících. Oproti normálovému množství srážek z let 1961-1990, v roce 2021 na území obce Kožlí spadlo o 64 mm více.

Průměrná teplota v roce 2021 zde byla o 2,1 °C více než je dlouhodobý normál. Všechny naměřené hodnoty byly poskytnuty společností Zemko Kožlí z jejich meteostanice. Statistiky normálových hodnot byly získány z internetového zdroje Českého hydrometeorologického ústavu.

Tabulka 3.2: Ročník 2021 (ANONYM 2, 2022)

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Srážky [mm]	2021	33,9	37,5	24,9	38,2	123,6	88,9	107,1	110,3	21	25	40,6	53,5
	Normál	42	37	37	42	76	82	75	75	49	37	45	43
Teplota [°C]	2021	-0,6	0,5	3,3	6,1	11,1	20,1	20	17,3	15,7	9,2	4,3	1,2
	Normál	-3,3	-1,5	2,1	7	12	15,2	16,7	16,2	12,6	7,7	2,3	-1,5

3.5 Agrotechnika a založení porostů

Na zvoleném pozemku byla po předplodině provedena podmítka. Na podzim byl na pozemku rozmetán hnůj v dávce 60 t*ha⁻¹ (120 kg N*ha⁻¹) s následnou střední orbou do hloubky 25 cm. Na jaře byl pozemek usmykován a následně bylo provedeno pohnojení jednotlivých pokusných parcel průmyslovými hnojivy Amofos a Močovina a kapalným hnojivem DAM 390. Na vybraném pozemku bylo vytvořeno celkem 16 pokusných parcel. Při hnojení bylo připraveno 8 variant se 2 opakováními, které jsou znázorněny na obrázku č.1. Hnojiva byla po aplikaci zapravena radličkovým kypřičem.

Pro setí byl použit přesný osmiřádkový secí stroj Kinze 3500 s možností přihnojením pod patu, což bylo následně použito. Kukuřice byla seta do řádku od sebe vzdálených 75 cm. Vzdálenost rostlin v řádku byla zvolena 14 cm od sebe. Výsevek u všech variant byl zvolen 95 000 jedinců na hektar. Pro každou variantu bylo použito 16 řádků. Pro první čtyři varianty byly vytvořeny pokusné parcely o délce 50 metrů. Zbývají čtyři varianty byli na parcelách o délce 48 metrů. Místa překryvu hnojiv byla oseta 8 řádky, které nebyly použity do pokusu.

V prvních čtyřech variantách bylo plošně použito hnojivo Amofos 12-52 v dávce 100 kg*ha⁻¹ (12 kg N, 52 kg P). V dalších čtyřech variantách byl naopak Amofos plošně vynechán. Dále byla využita hnojiva Močovina v dávce 300 kg*ha⁻¹ (138 kg N) a DAM 390 v dávce 400 kg*ha⁻¹ (120 kg N). Obě dusíkatá hnojiva byla aplikována

plošně. Pro hnojení pod patu byl využit opět Amofos v dávce 93 kg*ha^{-1} (11 kg N, 48 kg P). Množství jednotlivých chemických prvků je znázorněno v tabulce č.3.4. Pro plošnou aplikaci Amofosu a Močoviny bylo použito rozmetadlo průmyslových hnojiv Rauch AXIS. DAM 390 byl na pozemek aplikován návěsným postřikovačem AGRIO Mamut. Jednotlivé pokusné varianty jsou znázorněny v tabulce č.3.3, kde jsou uvedeny jednotlivé kombinace využití hnojiv.

Tabulka 3.3: Jednotlivé varianty hnojení

Varianty	Plošné použití DAM 390 nebo Močovina	Plošné použití Amofos	Přihnojení pod patu
1.	DAM 390	Plošně Amofos	Amofos pod patu
2.	DAM 390	Plošně Amofos	Bez přihnojení pod patu
3.	Močovina	Plošně Amofos	Amofos pod patu
4.	Močovina	Plošně Amofos	Bez přihnojení pod patu
5.	DAM 390	Bez plošného Amofosu	Amofos pod patu
6.	DAM 390	Bez plošného Amofosu	Bez přihnojení pod patu
7.	Močovina	Bez plošného Amofosu	Amofos pod patu
8.	Močovina	Bez plošného Amofosu	Bez přihnojení pod patu

Tabulka 3.4: Množství živin v každé variantě

Varianty	Celkový dusík (kg*ha^{-1})	Celkový fosfor (kg*ha^{-1})
1.	263	100
2.	252	52
3.	281	100
4.	270	52
5.	251	48
6.	240	0
7.	269	48
8.	258	0

Pozemek se nachází v ochranném pásmu vodní nádrže Švihov, proto byla provedena aplikace herbicidů Somero v dávce 1 l*ha^{-1} a Mais Ter o dávce 150 g*ha^{-1} až postemergentně. Během vegetace již nebyl porost nijak chemicky ani mechanicky ošetřen ani přihnojen.

3.6 Kontrola a vážení porostu během vegetace

Během vegetace byly provedeny 3 kontroly porostu s měřením a vážením. Při každé kontrole bylo použito vždy 6 rostlin z každé varianty. Z 6 rostlin byl proveden odpočet nadzemní biomasy, měření výšky rostlin a u druhého a třetího měření byl také

proveden odpočet palic z každé rostliny a hmotnost jednotlivých palic. Během každé kontroly byli u rostlin pozorováni škodliví činitelé a plevele.

Po dobu celé vegetace byl zapisován nástup jednotlivých růstových fází.

3.7 Sklizeň

Sklizeň proběhla 13.10.2021 za pomoci sklízecí řezačky Claas Jaguar 850. Získaná biomasa z jednotlivých variant byla společně s dopravním prostředkem vážena na mostové váze, a poté byl proveden odpočet množství biomasy z každé varianty. Doplnkem bylo ještě provedení chemických rozborů a obsahů jednotlivých složek v každé z variant. Tyto rozborů byly provedeny firmou VP AGRO, spol. s.r.o. a to před uložením biomasy do silážní jámy.

3.8 Statistické vyhodnocení

Na provedení statistického hodnocení byl použit program STATISTICA. Statistickou metodou byly vyhodnocovány jednotlivé parametry u všech variant hnojení. Jsou to hmotnosti rostlin, délky rostlin, počet palic na rostlině, hmotnosti palic, celkový výnos, sušina a rozborů výživových složek (cukr, škrob, hrubý tuk). Jednotlivé parametry byly rozděleny podle období, ve kterém byly pořízeny a byla u nich provedena jednofaktorová a dvoufaktorová analýza.

4 Výsledky

Ve výsledkové části jsou prezentovány jednotlivé varianty pokusů a jejich porovnání. Jednotlivé výsledky jsou uspořádány do grafů a tabulek. Ve výsledcích jsou zahrnuty nástupy jednotlivých růstových fází, ale také porovnání jednotlivých variant hnojení, a to z hlediska výšky a hmotnosti rostlin, počtu palic na rostlinu a hmotnosti palic. Konečným výsledkem je množství biomasy z osmi variant hnojení a celkové ekonomické náklady na výsledný výnos.

Legenda – varianty:

- 1 - Močovina + Amofos plošně, NE pod patu,
- 2 - Močovina + Amofos plošně + Amofos pod patu
- 3 - DAM + Amofos plošně + NE pod patu
- 4 - DAM + Amofos plošně + Amofos pod patu
- 5 - DAM, BEZ Amofos plošně + Amofos pod patu
- 6 - DAM, BEZ Amofos plošně, NE pod patu
- 7 - Močovina, BEZ Amofos plošně + Amofos pod patu
- 8 - Močovina, BEZ Amofos plošně, NE pod patu

4.1 Statistické ukazatele jednotlivých měření

Při statistickém hodnocení byly zkoumané parametry rozděleny do 3 období.

Tabulka 4.1: Statistické ukazatele v termínu 28.6.

Statistická charakteristika	Hmotnost 1 rostliny (g)	Délka cm
PRŮMĚR	47,12	43,79
MEDIÁN	42,5	40,0
Směrodatná Odchylka	18,42	10,38
MINIMUM	20	30
MAXIMUM	82	60
D. kvartil	30	35
H. kvartil	65	50

Tabulka 4.2: Statistické ukazatele v termínu 3.8.

Statistická charakteristika	Hmotnost 1 rostliny (g)	Délka (cm)	Počet palic (ks)	Hmotnost 1 palice (g)
PRŮMĚR	632,92	276,33	2,17	58,04
MEDIÁN	635,50	272,50	2,15	60,50
Směrodatná Odchylka	65,74	18,94	0,24	23,93
MINIMUM	533	240	1,70	28
MAXIMUM	803	310	2,70	118
D. kvartil	585	269	2	36,50
H. kvartil	672,50	294	2,30	73,50

Tabulka 4.3: Statistické ukazatele v termínu 27.9.

Statistická charakteristika	Hmotnost 1 rostliny (g)	Délka (cm)	Počet palic (ks)	Hmotnost 1 palice (g)
PRŮMĚR	834,62	292,58	1,51	235,13
MEDIÁN	830	294	1,50	235
Směrodatná Odchylka	42,19	14,82	0,25	36,17
MINIMUM	785	250	1	186
MAXIMUM	977	315	2	325
D. kvartil	806	285	1,30	198,50
H. kvartil	846	300	1,80	249,50

4.2 Fenologické fáze růstu kukuřice

Během vegetace byly sledovány jednotlivé růstové fáze, které jsou znázorněny v tabulce č.4.4. Jak je možné vidět, kukuřice byla zaseta 26. dubna, ale její klíčení nastalo až okolo 20. května. Toto opoždění bylo ovlivněno studeným a deštivým počasím v měsíci květnu, kdy průměrná měsíční teplota činila 11 °C. Po teplém červnu a červenci se kukuřice dostala do normálové fáze typické pro dané období. Sklizeň proběhla 13. října, kdy kukuřice již byla mírně poškozena prvními mrazy.

Při prvním porovnání porostů, které proběhlo 28.6. byl viditelný rozdíl v jednotlivých variantách. Porosty hnojené Amofosem pod patu byly ve fázi 6-7 listu. Varianty bez přihnojení pod patu byly lehce opožděné, a to ve fázi 4. listu. Jejich listy se prezentovaly lehce nafialovělou barvou, která signalizuje nedostatek fosforu.

Během dalšího růstu se však jednotlivé varianty velmi vyrovnaly, což už bylo vidět při další kontrole.

Tabulka 4.4: Fenologické fáze růstu

BBCH	Růstová fáze	Datum
1	Výsev	26.4.2021
11	Klíčení	23.05.2021
17	1. lístek	29.05.2021
19	2. lístek	09.06.2021
24	4. lístek	18.06.2021
26	6. lístek	28.06.2021
34	Prodlužovací růst	20.07.2021
50-59	Metání lat	3.8.-12.8. 2021
65	Plný květ	21.08.2021
70-79	Kvetení blizen	05.09.2021
80	Zralost	22.09.2021
	Sklizeň	13.10.2021

4.3 Výskyt škodlivých činitelů a chorob

Během vegetace byl pozorován také výskyt škodlivých činitelů a chorob. Ve fázi 6 listu byl v porostu zaznamenán výskyt mšice střemchové (*Rhopalosiphum padi*). Během kvetení se v kukuřici v menším množství také objevil bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*). Při poslední kontrole byla v kukuřici nalezena houbovitá choroba sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*) a některé rostliny byly napadeny zavíječem kukuřičným (*Ostrinia nubilalis*). Napadení těmito škůdci však nebylo tak rozsáhlé a škody na kukuřici byly do 2 %. Pouze u varianty 2 byl porost poškozen divokými prasaty (*Sus scrofa*) a to z 5 %.



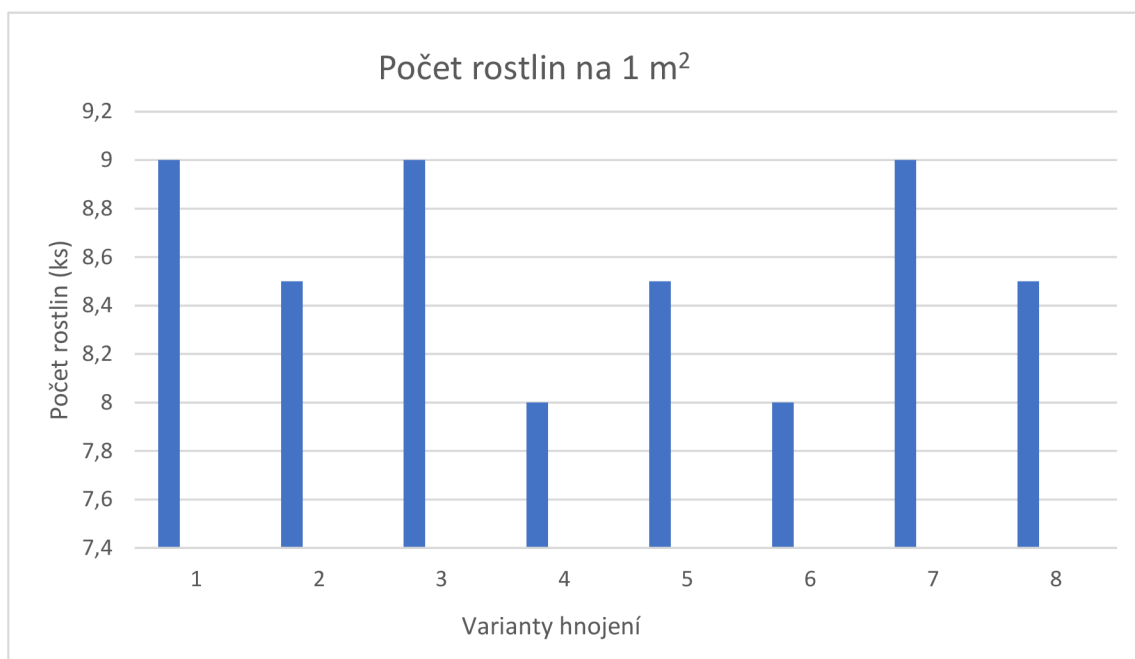
Obrázek 4.1: Rostlina napadená Snětí kukuřičnou (*Ustilago maydis*) (foto Autor)

4.4 Výskyt plevelů

Aplikace herbicidů u všech variant byla provedena postemergentně ve fázi 4 listu. Během vegetace byl zaznamenán menší výskyt hluchavky nachové (*Lamium purpureum*). Výskyt byl však minimální, a proto nijak zásadně neovlivnil porost kukuřice. Během kvetení byla v porostu kukuřice rozšířena opletka obecná (*Fallopia convolvulus*). Její rozšíření v porostu bylo zhruba ze 3 %.

4.5 Počet rostlin na m²

Při zakládání porostů byl zvolen stejný výsevek pro všechny varianty. Jeho hodnota byla 95 000 jedinců na hektar. V růstové fázi BBCH 19, kdy byly rostliny ve fázi 2. listu, byl proveden odpočet rostlin na m² u každé varianty. Počet rostlin se pohyboval od 8 do 9 rostlin u všech variant. Jak je vidět v grafu č.4.1 rozdíl v počtu rostlin mezi variantami je minimální.

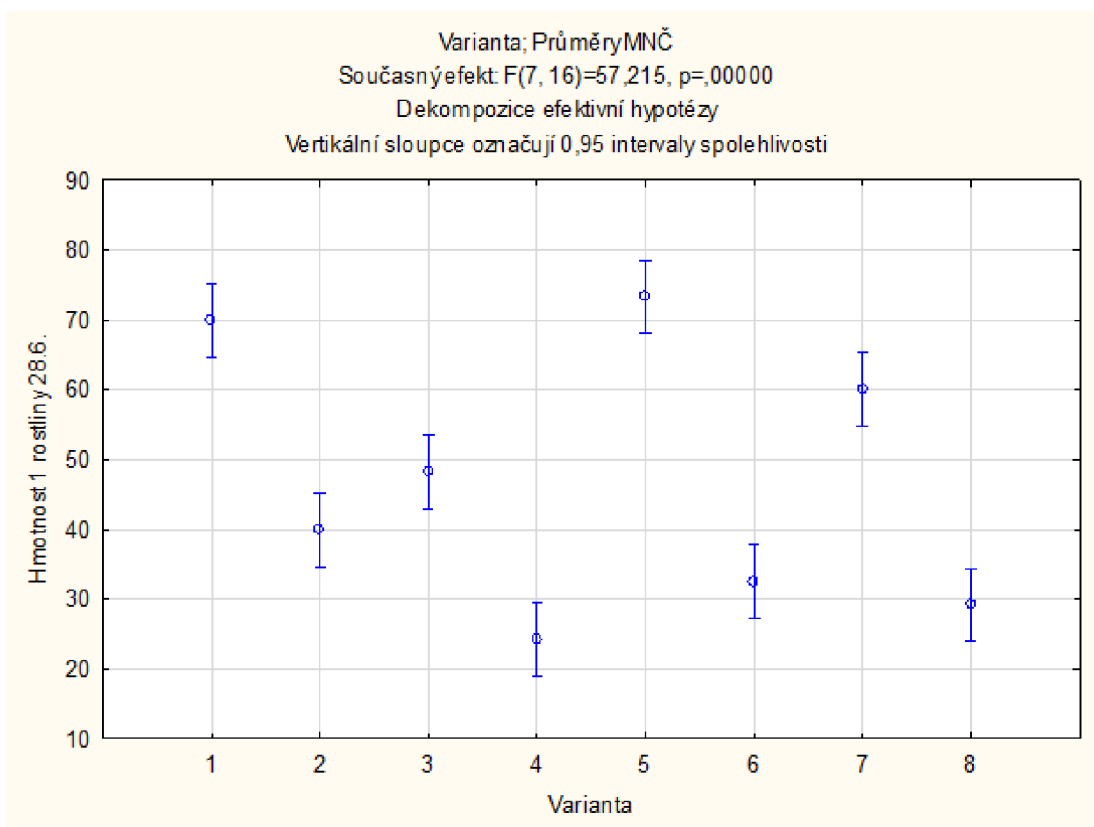


Graf 4.1: Počet rostlin na m² (ks)

4.6 Vliv hnojení na hmotnost rostlin

Dalším kritériem hodnocení u rozdílných variant hnojení byla hmotnost rostlin včetně palic. Vážení rostlin proběhlo ve stejných termínech jako měření délky rostlin. Při vážení bylo vždy odebráno 6 rostlin z každé varianty. Z celkové hmotnosti poté byl proveden přepočít na průměrnou hmotnost 1 rostliny. Hmotnosti rostlin jsou udávány v gramech.

Při prvním vážení 28. 6. se hmotnost nadzemní biomasy pohybovala v rozmezí 20-72 g. Největší rozdíl byl opět mezi variantami hnojenými pod patu a nehnojených fosforem. Jak je patrné z grafu č. 4.2 největší hmotnosti dosáhly rostliny u variant 1, 5 a také 7. Všechny tyto varianty byly hnojeny fosforem pod patu a plošně. Pouze u varianty 7 nebylo použito plošné hnojení. Nejnižších hodnoty zaznamenaly varianty 4, 6 a 8, kde se hmotnosti rostlin pohybovaly od 20 do 33 g. U zbylých dvou variant byly hmotnosti rostlin od 38 do 55 g.

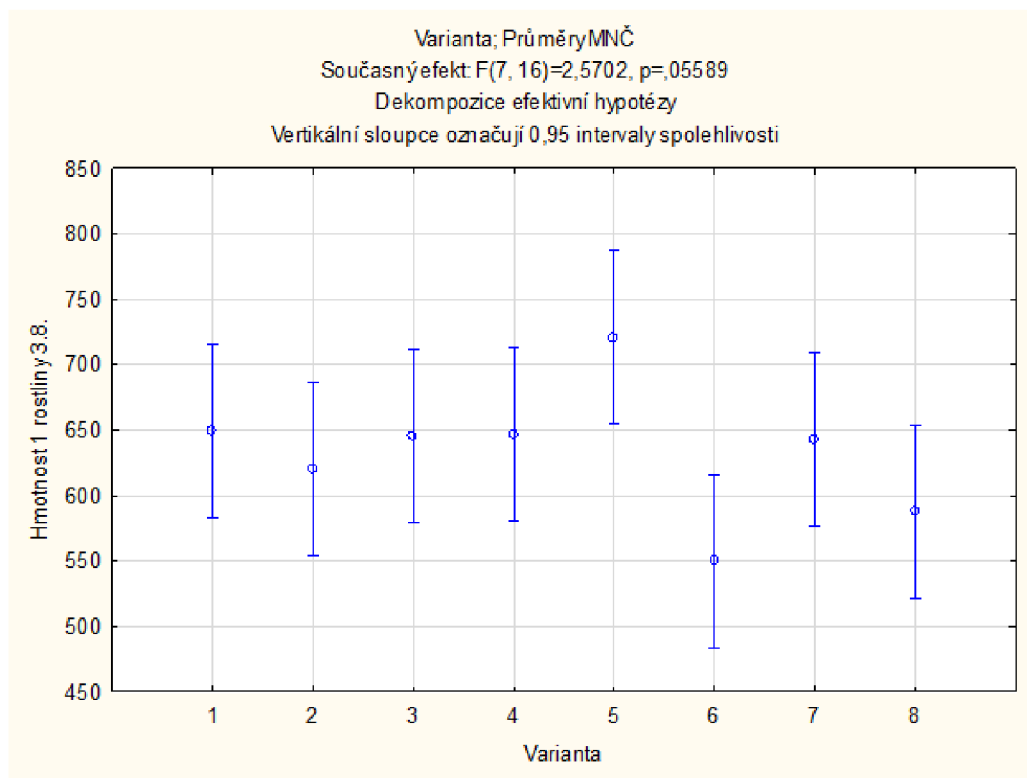


Graf 4.2: Statistické hodnocení hmotnosti rostlin (g) v termínu 28.6.

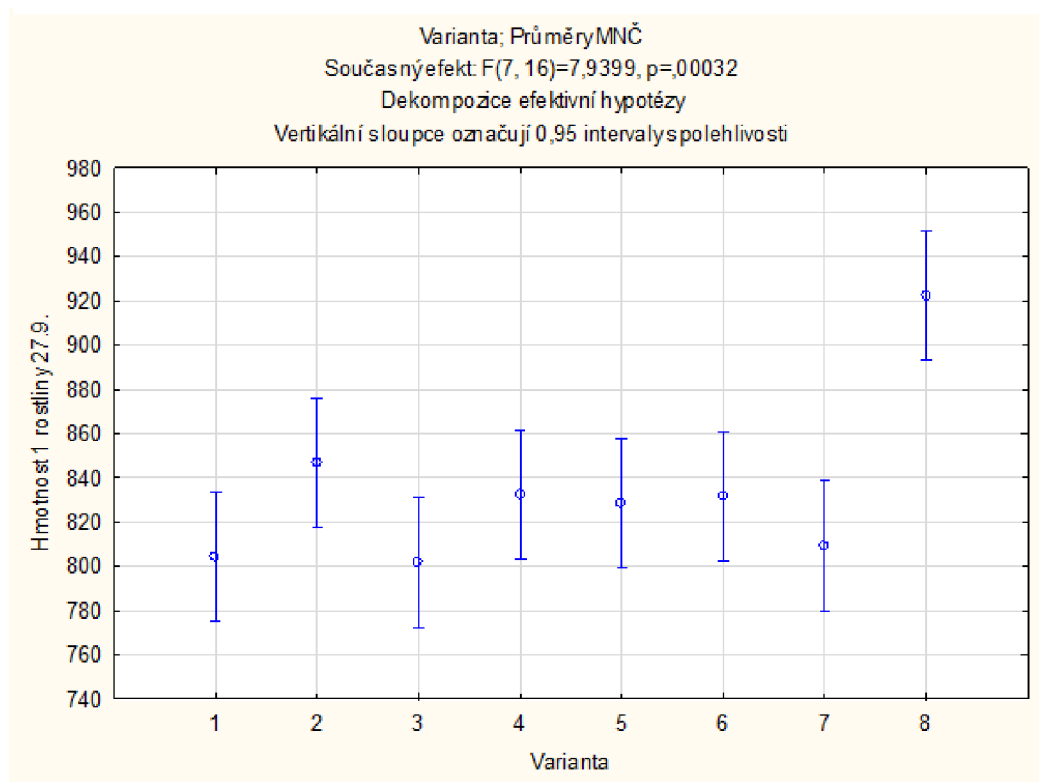
V grafu č. 4.3 charakterizující termín vážení 3.8., byl oproti prvním vážení zaznamenán až desetinásobný nárůst nadzemní biomasy. Hmotnosti u jednotlivých variant se pohybovaly od 533 g do 800 g. Nejvyšší nárůst prezentovala varianta 5, kde se hmotnosti rostlin pohybovaly v průměru okolo 720 g. Nejnižších hodnot dosáhly varianty 6 a 8, kde průměrná hmotnost dosahovala 550-588 g. U zbylých variant se hmotnosti pohybovaly okolo 640 g.

U posledního vážení 27.9. už nebyl nárůst nadzemní části tak velký, jako u druhého. Nejlépe se prezentovaly varianty 8 a 2. U varianty 8 byla průměrná váha rostlin 923 g. Nejnižší hmotnosti měly rostliny 1, 3 a 7. Jejich hmotnost se pohybovala

okolo 800 g. Zbylé varianty 4, 5 a 6 měly průměrnou hmotnost okolo 830 g. Viz. graf. č 4.4.



Graf 4.3: Statistické hodnocení hmotnosti rostlin (g) v termínu 3.8.



Graf 4.4: Statistické hodnocení hmotnosti rostlin (g) v termínu 27.9.

Tabulka č.4.5 prezentuje statistickou analýzu hmotnosti jedné rostliny u různých variant hnojení. V tabulce jsou zahrnuty všechny tři období vážení. Jsou zde významné statistické rozdíly v nárůstu hmotnosti biomasy mezi jednotlivými obdobími. Z předchozích tří grafů je viditelný statistický rozdíl i mezi variantami u všech tří vážení, kdy p-hodnota <0,05.

Tabulka 4.5: Analýza variancí průměrné hmotnosti (g) 1 rostliny u hodnocených variant

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F-test	p – hodnota ¹⁾
Varianta	22817	7	3260	1,612	0,148688
Období	8031955	2	4015978	1986,443***	0,000000
Opakování	42	2	21	0,0002	0,999821
Chyba	125345	62	2022	-	-

1) p-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza (H_0), že dvě varianty sledování (úrovně znaku, hmotnosti) se od sebe statisticky významně neliší. Je-li p-hodnota < 0,05 popř. i < 0,01 nebo < 0,001, zamítáme H_0 a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (*) popř. velmi významný rozdíl (**), nebo velmi vysoce významný rozdíl (***)

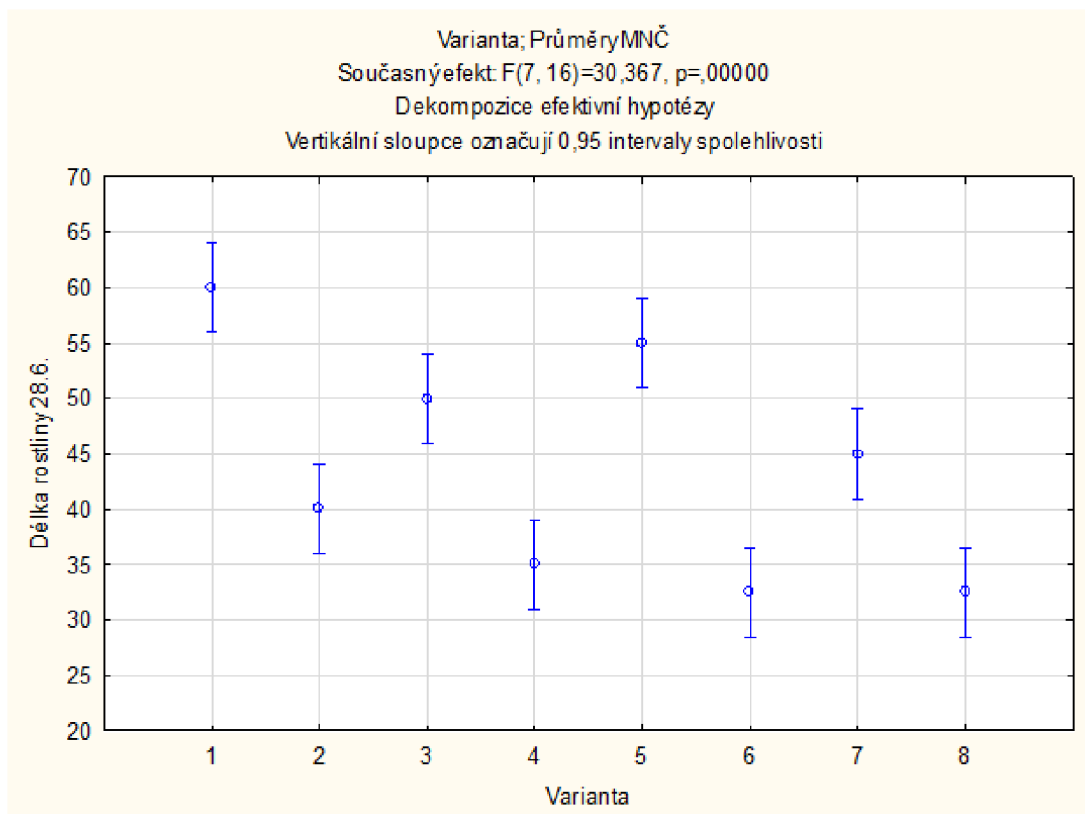
4.7 Vliv hnojení na výšku rostlin

Jedním z hlavních zkoumaných aspektů je výška rostlin u každé varianty. Měření výšky rostlin proběhlo 3krát za vegetaci.

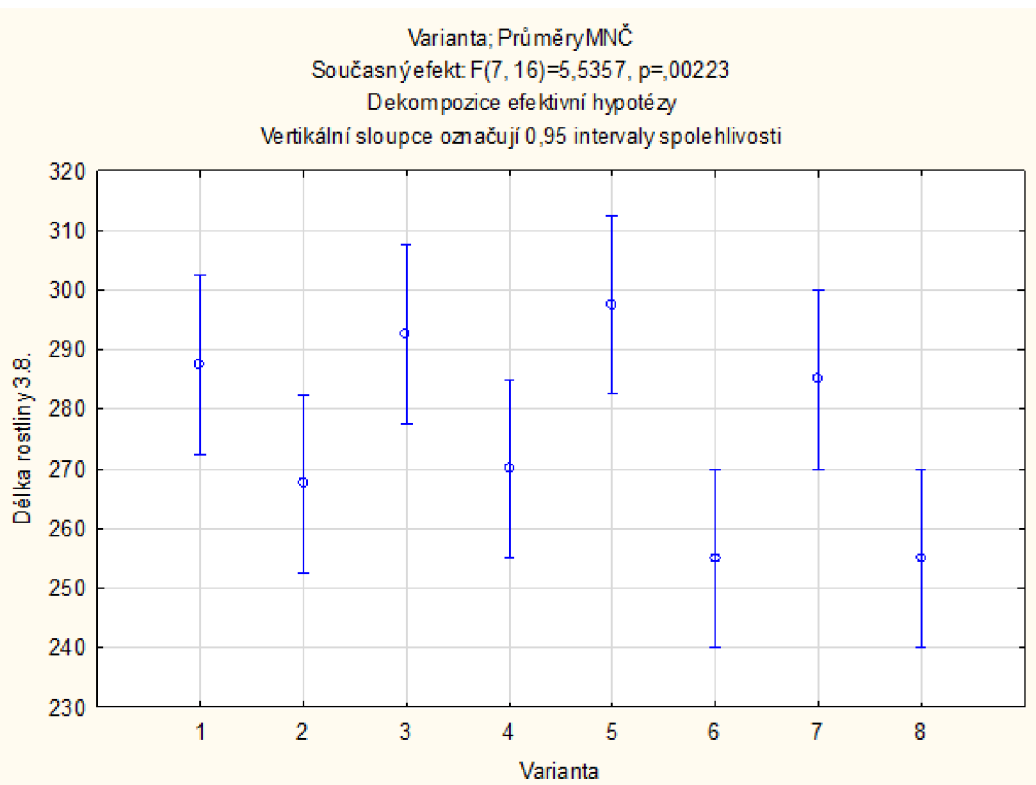
První odpočet výšky rostlin proběhl 28.6. v růstové fázi BBCH 26, kdy některé varianty již byly ve fázi 6-7. listu a varianty bez přihnojení pod patu ve fázi 4. listu. Rozdíl mezi hnojeními byl patrný již při vstupu do porostu. Výška rostlin se pohybovala v rozmezí 30-60 cm. Nejvyšší délky dosáhly varianty 1, 3 a 5, kde výška dosahovala 50-60 cm. Všechny tři varianty byly hnojeny Amofosem pod patu. Nejnižší výšky porostů dosáhly varianty 8 a 6. U těchto variant nebylo použito přihnojení pod patu ani plošné hnojení Amofosem. Viz. graf. 4.5

Další odpočet výšky rostlin proběhl 3.8., kdy kukuřice byla ve fázi BBCH 50 na počátku metání lat. V této fázi dosahovala kukuřice výšky 240-300 cm, což je možné vidět v grafu č.4.6. Nejdelší rostliny se opět projeví u variant 3 a 5. Výška rostlin u těchto variant dosáhla 290-300 cm. Naopak nejnižší délky dosáhly rostliny opět u variant 6 a 8. Zde délka činila v průměru okolo 250 cm.

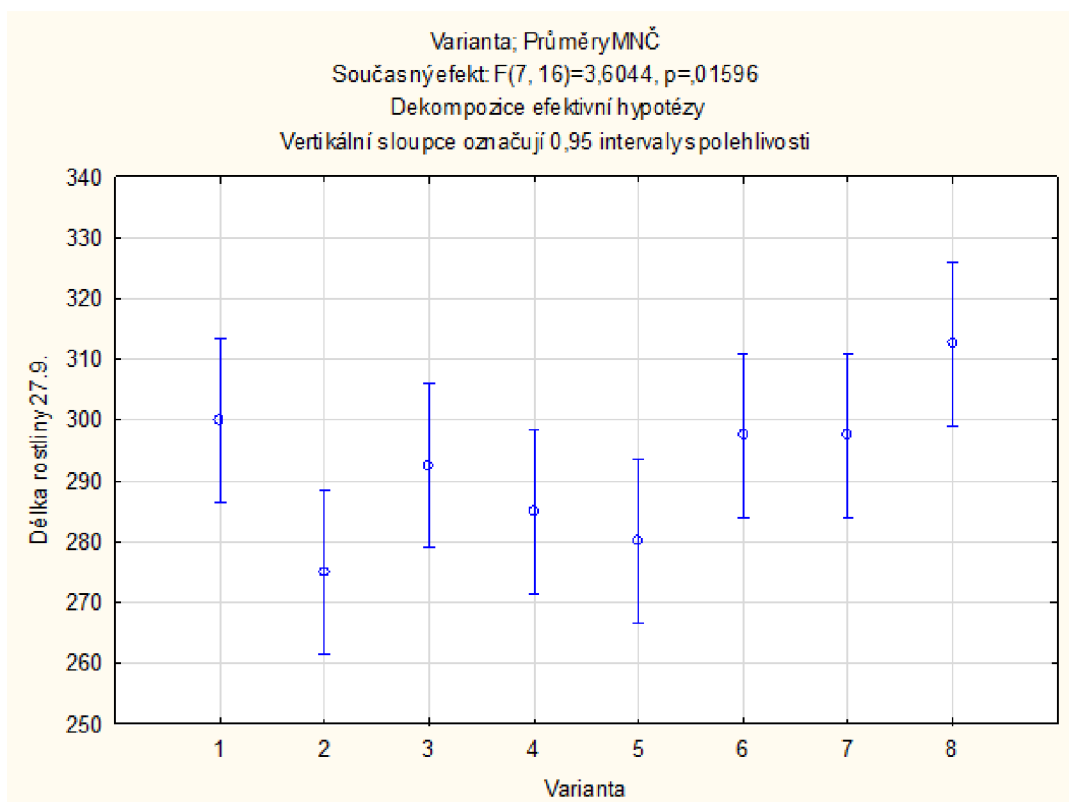
Třetí odpočet proběhl 27.9., kdy kukuřice dosahovala zralosti. Při konečném odpočtu délky rostlin dosáhla největší délky varianta 1 a 8, kde výška rostlin dosahovala okolo 310 cm. Naopak nejkratší délky dosáhla varianta 2 a to okolo 275 cm. Všechny ostatní varianty se pohybovaly v rozmezí 280-300 cm. Viz. graf č. 4.7.



Graf 4.5: Statistické hodnocení délky rostlin (cm) v termínu 28.6.



Graf 4.7: Statistické hodnocení délky rostlin (cm) v termínu 3.8



Graf 4.6: Statistické hodnocení délky rostlin (cm) v termínu 27.9.

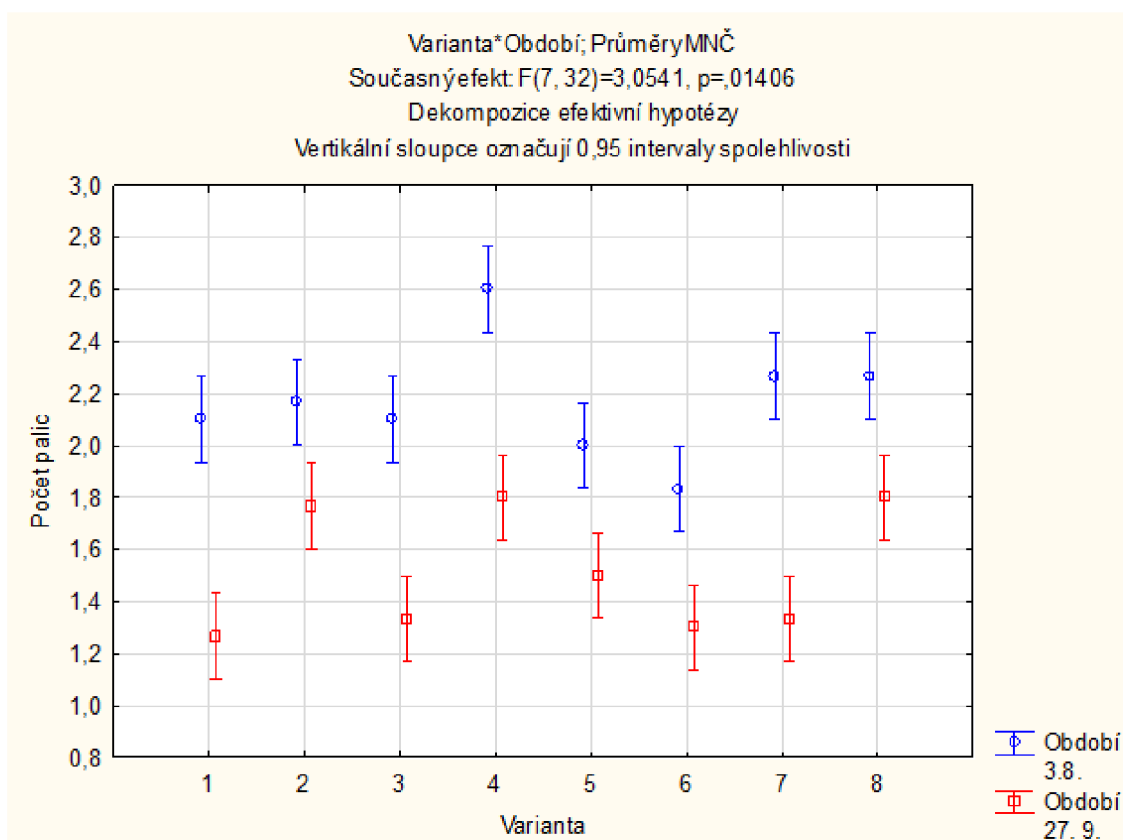
Z předešlých grafů a tabulky č. 4.6 je patrné, že ve všech obdobích, byl statisticky významný rozdíl délky rostlin mezi jednotlivými variantami i obdobími. U všech měření byla statistická p-hodnota nižší než 0,05. Největší statisticky významný rozdíl byl v období 28.6.

Tabulka 4.6: Analýza variací průměrné délky 1 rostliny u hodnocených variant.

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Varianta	22817	7	3260	1,612	0,148688
Období	8031955	2	4015978	1986,443***	0,000000
Opakování	209	2	105	0,0076	0,992403
Chyba	125345	62	2022		

4.8 Vliv hnojení na počet palic na rostlině

Při druhém a třetím měření byl porovnáván počet palic na rostlině u jednotlivých variant. Při odpočtech byly vždy odebrány všechny palice z 6 rostlin. Celkový počet palic byl podělen počtem rostlin, a tím se zjistil počet palic na 1 rostlinu. Jednotlivé rozdíly za obě hodnocené období jsou v grafu č. 4.8.



Graf 4.8: Statistické zhodnocení počtu (ks) palic

Při prvním odpočtu 3.8 byl nejvyšší počet palic u varianty 4 a 7. Počet palic u těchto variant se pohyboval v průměru okolo 2,5 palic na rostlinu. Nejméně palic vykazovala varianta 6, kdy průměrný počet palic byl 1,8 palic na rostlinu. U zbylých variant byly v průměru 2 palice na rostlinu.

Při závěrečném vážení 27.9. se u některých variant, z důvodu zahnívání palic, jejich počet snížil. Nejvyšší počet palic byl u variant 2, 4 a 8. Zde se jejich počet pohyboval v průměru okolo 1,8 palic. Naopak zbylé varianty měly v průměru 1,3 palice na rostlinu.

Z tabulky 4.7 vychází statisticky velmi významné rozdíly počtu palic na rostlině. Statistické rozdíly jsou jak mezi obdobími, tak i mezi jednotlivými variantami hnojení.

Tabulka 4.7: Analýza variací průměrného počtu palic na 1 rostlině u hodnocených variant.

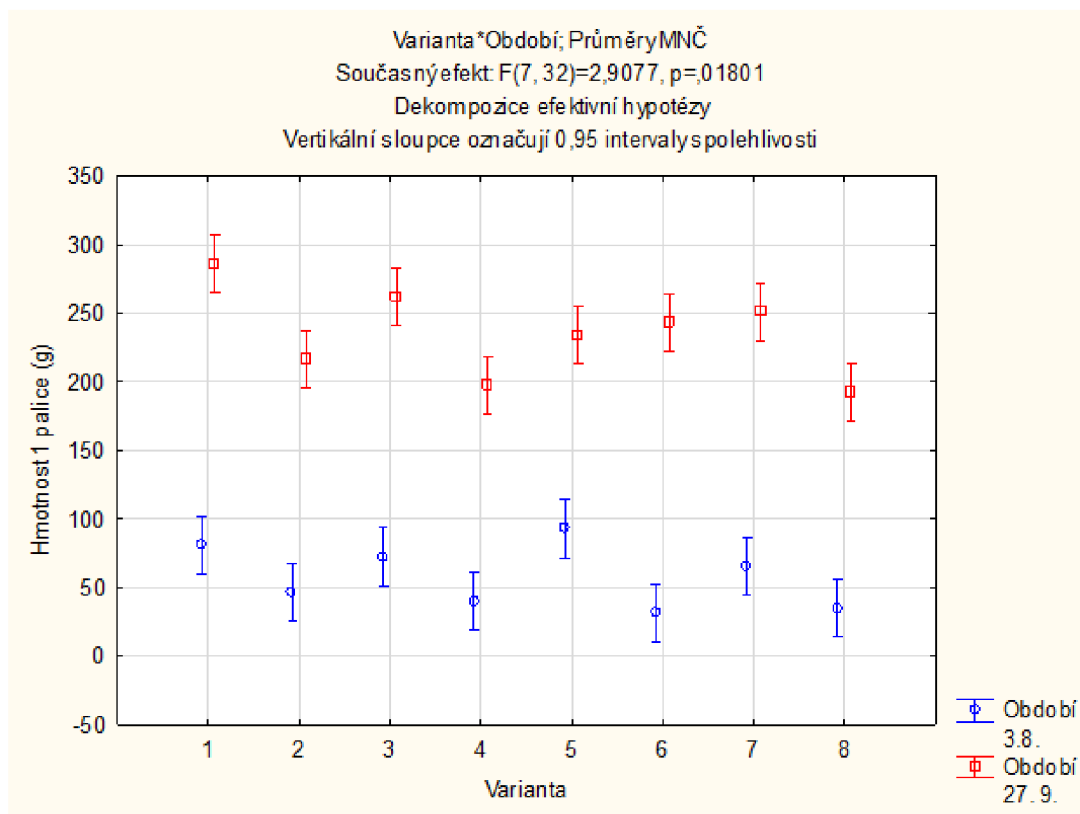
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Varianta	68,979	7	9,854	9,303***	0,000001
Období	180,187	1	180,187	170,101***	0,000000
Opakování	5,792	2	2,896	0,4577	0,635626
Chyba	41,313	39	1,059		

4.9 Vliv hnojení na hmotnost palic

Dalším pozorovaným parametrem byla průměrná hmotnost palice z každé varianty. Od 6 rostlin z každé varianty byly odebrány palice. Jejich celková hmotnost byla vydělena jejich počtem. Konečný výsledek představoval průměrnou hmotnost jedné palice. Tyto odpočty hmotností byly provedeny stejně jako u počtu palic v druhém a třetím termínu.

Jak je možné vidět v grafu č. 4.9, v srpnovém termínu měly největší hmotnost palice z variant 1, 3 a 5. Jejich hmotnost se pohybovala od 70 g do 100 g. Nejhůře vyšly varianty 6 a 8 kde se průměrná hmotnost pohybovala od 28 g do 35 g. U zbylých variant 2, 4 a 7 se hmotnost palic pohybovala 40-70 g.

Před sklizní 27.9. vykazaly největší hmotnost palice u variant 1 a 3. Zde se hmotnosti palic pohybovaly od 230 g do 320 g. Naopak nejnižší hmotnost měly varianty 8 a 4. U těchto palic se pohybovala hmotnost v průměru okolo 200 g. U zbylých variant se váha jednotlivých palic pohybovala v rozmezí 200-250 g.



Graf 4.9: Statistické zhodnocení hmotnosti (g) 1 palice

Z tabulky č. 4.8 je patrné, že mezi palicemi z jednotlivých variant je významný statistický rozdíl. Patrný je nárůst hmotnosti mezi obdobími, ale značný rozdíl je také mezi jednotlivými variantami hnojení. Rozdíl mezi variantami je značně viditelný na homogenních skupinách na hladině $P_{0,05}$, za pomoci Fisherova LSD testu. Tyto homogenní skupiny jsou znázorněny v tabulce č. 4.9.

Tabulka 4.8: Analýza variací průměrné hmotnosti palic u hodnocených variant.

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Varianta	26315	7	3759	8,650	0,000002
Období	376302	1	376302	865,900	0,000000
Opakování	465	2	233	0,0250	0,975343
Chyba	16949	39	435		

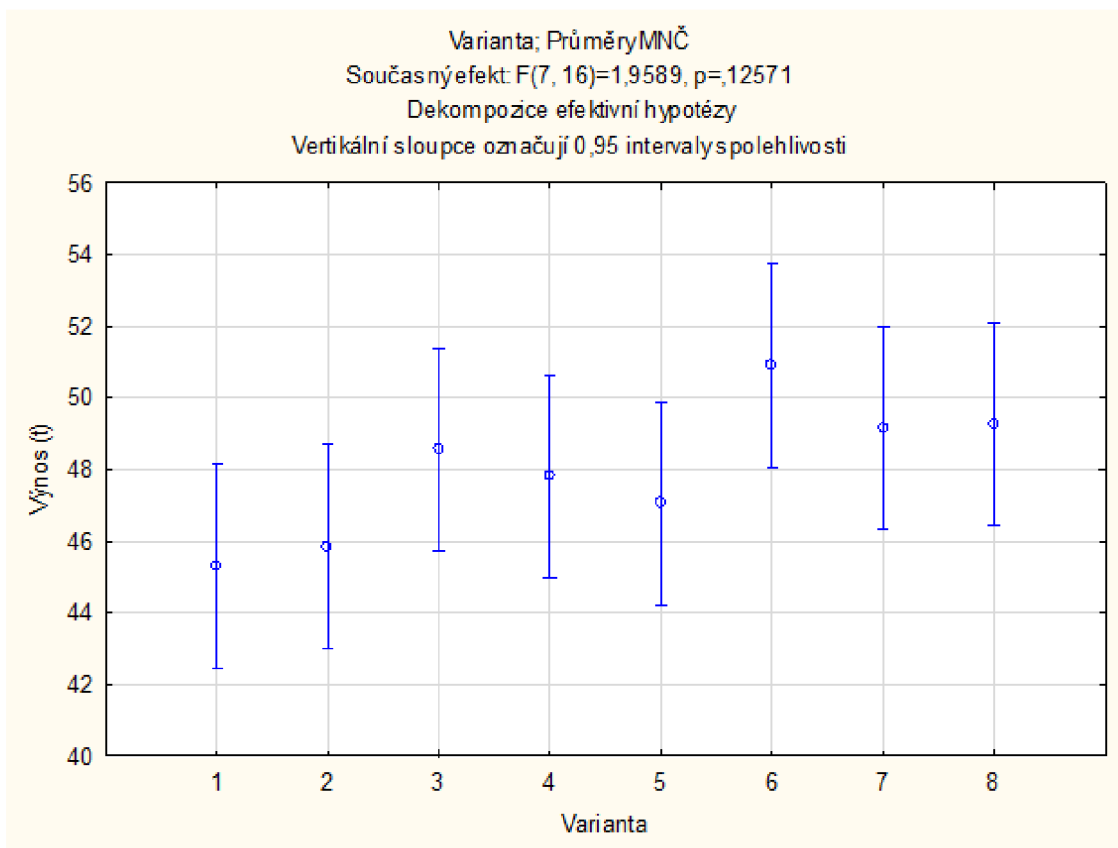
Tabulka 4.9: Průměrná hmotnost 1 palice v závislosti na variantě hnojení a měřeném období s vyznačenými homogenními skupinami na hladině $P_{0,05}$

Varianta	Období	Průměrná hmotnost 1 palice	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$								
6	3.8.	31,3333	****								
8	3.8.	35,0000	****								
4	3.8.	40,3333	****	****							
2	3.8.	46,3333	****	****	****						
7	3.8.	65,3333		****	****	****					
3	3.8.	72,3333			****	****					
1	3.8.	80,6667				****					
5	3.8.	93,0000				****					
8	27. 9.	192,0000					****				
4	27. 9.	197,0000					****				
2	27. 9.	216,3333					****	****			
5	27. 9.	234,0000						****	****		
6	27. 9.	243,0000						****	****		
7	27. 9.	250,6667							****		
3	27. 9.	262,0000							****	****	
1	27. 9.	286,0000								****	

4.10 Vliv hnojení na celkový výnos biomasy

Konečným výsledkem byl odpočet celkového výnosu biomasy z každé varianty. Výnosy se pohybovaly v průměru 45-50 tun z hektaru. Největší výnos byl zaznamenán u variant 6, 7 a 8, zde výnosy dosáhly v průměru 49-50 tun. Nejnižší výnos měly varianty 1 a 2. Zde byl průměrný výnos 45 tun z hektaru. U variant 3, 4 a 5 byl hektarový výnos 47-48 tun.

Při statistickém porovnání výnosu nadzemní biomasy je dle p-hodnoty patrné, že celkové výnosy nejsou statisticky porovnatelné. V grafu č. 4.8 je hodnota $p > 0,05$.



Graf 4.10: Statistické zhodnocení výnosu nadzemní biomasy (t)

4.11 Vliv hnojení na sušinu biomasy

Při hodnocení sušiny každé varianty hnojení během sklizně vyšly rozdílné výsledky. Varianty 1, 3, 5 a 7, které byly hnojené Amofosem pod patu v dávce 93 kg, vyšly ve výsledné sušině od 38 do 40 %. Naopak u variant 2, 4, 6 a 8, kde bylo vynecháno hnojení pod patu, byla konečná sušina 35-36 %.

Z výnosu biomasy a procenta sušiny byla také vypočtena celková hmotnost sušiny v tunách z každé varianty. Největší hmotnost sušiny vykazovaly varianty 3, 5 a 7, zde váha činila v průměru 18,4-19,7 tun z hektaru. U zbylých variant se hmotnost sušiny pohybovala v rozmezí 16,5 – 18 tun z hektaru.

Tabulka 4.10 prezentuje velmi významný statistický rozdíl procenta sušiny u variant hnojení. Rozdíl mezi variantami je značně viditelný na homogenních skupinách na hladině $P_{0,05}$, za pomoci Fisherova LSD testu.

Tabulka 4.10: Průměrná obsah sušiny v závislosti na variantě hnojení s vyznačenými homogenními skupinami na hladině P_{0,05}

Varianta	Průměrný obsah sušiny %	Homogenní skupiny na hladině P _{0,05}			
4	35,30000	****			
6	35,40000	****			
2	36,00000	****	****		
8	36,90000		****		
3	38,00000			****	
5	39,20000				****
1	39,45000				****
7	40,05000				****

4.12 Ekonomické hodnocení

Hlavním cílem pěstování kukuřice je produkce velkého množství vysoce kvalitního krmiva. Cílem zemědělského podniku je získat velké množství krmiva za co nejnižších finančních nákladů. Při porovnání variant hnojení byly vypočteny náklady na výrobu jedné tuny biomasy.

Do výpočtu byly použity všechny vnitropodnikové náklady, které jsou rozepsané v tabulce č. 4.11. U vnitropodnikových nákladů je uvedena průměrná cena hnojení. Ceny za jednotlivé náklady jsou v Kč na 1 hektar.

Tabulka 4.11 Tabulka vnitropodnikových nákladů

Položky	Finanční náklady (Kč*ha ⁻¹)
Osiva	3358,46
Hnojiva	3569,53
Vlastní hnojiva	3835,19
Chemické látky	1822,78
Mzdy	1748,96
Sociální, zdravotní	575,32
Pachtovné	3357,99
Druhotné náklady	9244,88
Režijní náklady výrobní	7286,18
Režijní náklady správní	2056,36
Práce dílny	2,69
Součet	36858,34

U vybraných variant byla použita 3 hnojiva v různém množství. Cena Amofosu byla 10 380 Kč*t⁻¹, Močoviny 7 750Kč*t⁻¹ a cena za DAM 390 byla 4 300 Kč*t⁻¹. Cena za vlastní hnůj byla u všech variant 3 835,19 Kč*ha⁻¹. Náklady na jednotlivé varianty jsou znázorněny v tabulce č. 4.12. Z vnitropodnikových nákladů je odečtena průměrná cena za hnojiva a je nahrazena cenou za hnojiva z každé varianty.

Tabulka 4.12: Celkové náklady a výnos u jednotlivých variant

Varianta	Náklady za použité hnojivo (Kč*ha ⁻¹)	Výnos (t)	Celkové náklady (Kč)
1.	3723,34	45,3	37 012,15
2.	2758	45,9	36 046,81
3.	4328,34	48,6	37 617,15
4.	3363	47,8	36 651,81
5.	2658,34	47,1	35 947,15
6.	1720	50,9	35 008,81
7.	3290,34	49,2	36 579,15
8.	2325	49,3	35 613,81

Nejnižší náklady byly zjištěny u variant 5, 6 a 8. Tyto varianty byly hnojeny pouze kapalným hnojivem DAM 390 nebo Močovinou, u varianty 5 byl také použit Amofos pod patu. U variant 6 a 8 s nejnižšími náklady byl zaznamenán nejvyšší výnos. Opakem je varianta 1, kde byly druhé nejvyšší náklady a byl zde nejnižší výnos ze všech měřených variant.

5 Diskuse

Tento polní pokus s osmi variantami hnojení byl založen za účelem porovnání výnosových prvků a nárůstu nadzemní biomasy během vegetace. Všechny varianty byly založeny 26.4. 2021., klíčení však nastalo až 23.5. Toto zpoždění ovlivnilo chladné a deštivé počasí z přelomu dubna a května. Jak zmiňuje Šroller et. al., (1997) optimální teplota pro klíčení kukuřice by měla být mezi 25-28°C. V našem případě byla průměrná teplota v květnu 11 °C, a to prodloužilo dobu mezi výsevem a vzejitím.

U odpočtu délky mezi jednotlivými variantami byly v prvním kontrolním termínu značné rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení. Varianty založené setím s přihnojením pod patu vykazovaly výrazný nárůst nadzemní biomasy oproti rostlinám založeným bez přihnojení pod patu. Přihnojení pod patu fosforem má pozitivní vliv na růst rostliny. Podle Zimolky et. al., (2008) přihnojením pod patu se zvyšuje příjem aplikovaných živin v půdě, lepší příjem fosforu za nižších teplot a na kyselejších půdách, vyšší rozvoj kořenového systému a také zvýšení výnosu biomasy a zrna. Toto přihnojení pod patu zajistilo lepší zdravotní stav porostu po chladném období. U rostlin bez fosforu byl viditelný vliv chladného počasí a nedostatku fosforu. Ivanič et. al., (1979) udává, že největší nárůst nadzemní biomasy nastává v druhé polovině května a trvá do srpna. V tomto období jsou vyšší teploty což je pro kukuřici důležité a rostlina má vyšší příjem živin a vody. Ve druhém odpočtu byl vidět značný nárůst nadzemní biomasy a porosty se viditelně vyrovnaly. Díky velkému množství srážek, kdy od založení porostu do začátku srpna spadlo okolo 350 mm srážek, již některé varianty na počátku metání lat dosahovaly výšky 300 cm. Při třetím odpočtu nebyl už tak patrný nárůst biomasy do výšky, ale rostliny se zpevnily.

Porovnání hmotnosti palic ve druhém a třetím odpočtu vykazovalo značné rozdíly mezi variantami. Nejvyšší hmotnosti dosahovaly jak varianta 1 hnojená DAM 390 v kombinaci s Amofosem pod patu a Amofosem na plochu. Stejně tak varianta 3 hnojená Močovinou v kombinaci s Amofosem plošně a pod patu. Poulík, (1996) ve své literatuře zmiňuje, že dusík velmi ovlivňuje podíl palic v hmotě. V našem případě byl u těchto variant nejvyšší podíl dusíku, ze všech vytvořených variant. Při druhém odpočtu byl zjišťován již počet palic na rostlině. Byly zde i 3-4 zakládající palice na rostlině. Během vegetace byl zredukován počet v průměru na 2 palice na rostlině. Zde nebyly větší rozdíly, protože všechny varianty byly založeny jedním hybridem. Podle

Vrzala et. al., (1995) hnojení statkovými hnojiv v kombinaci s fosforečnými hnojivými pozitivně ovlivňuje růst a vývoj palic.

Při odpočtu celkového výnosu a procenta sušiny biomasy, byly zjištěny překvapivé výsledky. Nejvyšší výnos a to okolo 50 tun byl zaznamenán u variant 6 a 8. U varianty 6 byl aplikován pouze DAM 390 a u varianty 8 pouze Močovina. Jak zmiňuje Vrzal et. al. (1995), živiny ze statkových hnojiv se uvolňují postupně a pokud je před setím aplikována velká dávka průmyslových hnojiv, může docházet ke ztrátám na živinách, v období července a srpna, kdy rostlina vytváří největší nárůst biomasy. Pokud by hnojení ve variantách 1-4 bylo rozděleno, před setím a během vegetace, příjem živin by byl vyšší.

Před sklizní byl u palic jednotlivých variant rozdíl ve zralosti. Palice s přihnojením Amofosem byly za pomoci objektivního hodnocení znatelně zralejší. U celkového zjištění procenta sušiny, se projevilo také hnojení fosforem. Všechny varianty s hnojením pod patu, měly značně vyšší sušinu než rostliny, kde fosfor chyběl. Sušina u těchto hnojených variant se pohybovala okolo 39-40 %. Naopak rostliny bez podpatového hnojení během sklizně dosahovaly hodnot 35-36 %. Tyto důsledky potvrzuje i Vaněk et. al. (2002), který uvádí to, že rostliny s dostatečným hnojením fosforem přecházejí do generativní fáze růstu rychleji a zkracuje se jejich délka vegetace. Potvrzuje také vyšší tvorbu květů a semen během vegetace.

Hybrid použitý v pokusu je podle typu dozrávání Stay green, podle Skládanky (2006) je u těchto hybridů vhodná optimální sklizňová sušina mezi 33-36 %. Tuto sušinu nám vykazují nejvýnosnější varianty 6 a 8.

Závěr

Nejvyššího výnosu biomasy dosáhly varianty s nižší dávkou průmyslových hnojiv. Byla u nich, ale zaznamenána nižší sušina. Tyto varianty hnojení by byly vhodné například pro podniky s pěstováním kukuřice pro bioplynové stanice, kde je důležitý nižší obsah sušiny. Varianty, kde bylo použito větší množství průmyslových hnojiv, naopak vykazovaly větší hmotnosti palic, které jsou naopak důležité pro výživu skotu. Použití vyššího množství průmyslových hnojiv je vhodné na pozemcích, kde nejsou použita organická hnojiva.

Během odpočtů délky a hmotností rostlin, hmotností a počtu palic se ukázalo, v čem jsou jednotlivé prvky důležité. Například hnojení fosforem urychluje dozrávání a pomáhá zvládnout rostlinám chladnější počasí. Dusík naopak pomáhá tvorbě biomasy a tvorbě hmotnosti palic.

Hlavními a velmi důležitými aspekty pro podnik, ve kterém byl pokus realizován, jsou ekonomické náklady na jednotlivé varianty hnojení. V dnešní době, kdy ceny hnojiv, dosahují historická maxima, musí být zvolen co nejvhodnější způsob hnojení. V podnicích s živočišnou výrobou nebo bioplynovou stanicí se využívají organická hnojiva. Ne všude je to ale možné. Při ekonomickém zhodnocení je důležitý poměr mezi cenou a výnosem. V našem pokusu vyšla nejlépe varianta hnojení s použitím pouze DAM 390 před setím. Výnos u této varianty dosáhl v průměru $50,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, kde jsou náklady na 1 tunu kukuřice 35 008,81 Kč.

Na základě jednoletých polních výsledků nastítnit doporučení pro praxi:

- Na pozemku, který byl hnojen organickými hnojivy, je potřeba snížit dávku průmyslových hnojiv.
- Fosforečná hnojiva je vhodnější aplikovat pod patu než na plochu.
- Hnojení dusíkatými hnojivy je vhodné rozdělit do dvou termínů.
- Pokud je chladnější počasí při zakládání porostů je pro rostlinu důležité hnojit fosforem.

Pracovní hypotéza, která udává, že kukuřice potřebuje ke svému růstu dostatek dusíku, a proto varianty hnojené vyšší dávkou dusíkatých hnojiv budou dosahovat vyššího výnosu biomasy se nepotvrdila.

Seznam použité literatury

- Durilová, A. (2021). *Zemědělství 2020*. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-616-3.
- Ehrenbergerová, J. (2014). *Odrůdy, osivo a sadba*. Mendlova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7509-003-4.
- Hůla, J. et. al. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-28-1.
- Ivanič et. al., (1979). *Výživa rostlin a hnojení*. Příroda, vydavatelstvo kníh a časopisov, Bratislava.
- Janeček, M. (2007). *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-254-0973-2.
- Klesnil, A. et. al. (1978). *Intenzivní výroba píce 2., dopln. vyd.* Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Kostelanský, F. (1997). *Obecná produkce rostlinná*. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-245-4.
- Moudrý, J. a Jůza, J. (1998). *Pěstování obilovin*. Jihočeská univerzita: Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-274-1.
- Petr, J. et. al. (1998). *Speciální produkce rostlinná-I*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 80-213-0152-X.
- Poulik, Z. (1996). *Výživa a hnojení pícních kultur*. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha. ISBN 80-7105-109-8
- Povolný, M. (2002). *Přehled odrůd kukuřice 2002*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. ISBN 80-86548-23-6.
- Povolný, M. a Vacek, E. (2017). *Přehled odrůd 2017-Kukuřice*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. ISBN 978-80-7401-150-4.
- Prugar, J. et. al. (2008). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha. ISBN 978-80-86576-28-2.
- Pulkrábek, J. et. al. (2005). *Základy rostlinné produkce*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 80-213-1340-4.
- Římovský, K. et. al. (1989). *Pícninářství-polní pícniny*. Vysoká škola zemědělská, Brno. ISBN 80-7157-038-9.
- Soufflet, (2010). *Využití kukuřice a travních směsí pro produkci bioplynu*. SOUFFL info, 2/2010, s.1-2.
-

-
- Stehno, L. (2021). *Úzkořádková technologie ukázala svoje přednosti*. Mechanizace zemědělství, 2/2021, s.44-47.
- Šantrůček, J. et. al. (2001). *Základy pícninářství*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 80-213-0764-1.
- Šantrůček, J. et. al. (2007). *Encyklopedie pícninářství*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 978-80-213-1605-8.
- Šašková, D. (1993). *Trávy a obilí*. ARTIA. ISBN 80-85805-03-0.
- Šimon, J a Stražil, Z. (1999). *Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-7271-047-8.
- Šimon, J. et. al. (1999). *Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi*. Agrospoj, Praha.
- Šroller, J. et al. (1997). *Fytotechnika-speciální rostlinná výroba*. EKOPRESS, Praha. ISBN 80-86119-04-1.
- Trnková, J. et. al. (2019). *Organizace a kontrola pěstování GM plodin v ČR*. Ministerstvo zemědělství: odbor rostlinných komodit, Praha. ISBN 978-80-7434-535-7.
- Vaněk, V. et. al. (2016). *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-79-3
- Vaněk, V. et. al., (2002). *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. Redakce odborných časopisů, Praha. ISBN 80-902413-7-9
- Velich, J. et. al. (1991). *Pícninářství*. Vysoká škola zemědělská, Praha. ISBN 80-213-0106-6.
- Vrzal, J. et. al. (1995). *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha. ISBN 80-7105-097-0.
- Zimolka, J. et al. (2008). *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-31-1.
-

Citace webových zdrojů

ANONYM 1. (2022). *Vývoj ploch, hektarových výnosů a sklizní zemědělských plodin*. [online] Český statistický úřad [cit. 8. 3. 2022]. Dostupné z:

https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=386&katalog=30840&pvo=ZEM02G&pvo=ZEM02G&evo=v1442 ! ZEM02G-celek_1

ANONYM 2. (2022). *Územní srážky*. [online] Český hydrometeorologický ústav. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>

ANONYM 3. (2021). *Kukuřice*. [online] Agrofinal. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z:

<https://www.agrofinal.cz/kukurice>

Balík, J. et. al. (2001). *Principy hnojení kukuřice*. [online] Úroda. [cit. 8. 3. 2022]

Dostupné z: <https://uroda.cz/principy-hnojeni-kukurice/>

Beneš, P. (2011). *Sklizeň kukuřice v nových dimenzích*. [online] Zemědělec. [cit. 8. 3.

2022] Dostupné z: <https://zemedelec.cz/sklizen-kukurice-v-novych-dimenzich/>

Čermák, P. et. al. (2018). *Hnojení polních plodin draslíkem a hořčíkem*. [online]

K+S Gruppe [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z:

<https://www.kpluss.com/.downloads/agriculture/brochures/cz-feldkulturen-A4.pdf>

Fuka, V. (2020). *Jaro s technologií strip-till*. [online] Mechanizace zemědělství. [cit.

8. 3. 2022] Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/jaro-s-technologie-strip-till/>

Fuksa, P. (2018). *Vliv organizace porostu na produkci bioplynu*. [online]

Agromanual.cz. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z:

<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vliv-organizace-porostu-silazni-kukurice-na-produkci-bioplynu>

Greiner, R. (2008). *Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005*. [Online] ScienceDirect [cit. 8. 3.

2022] Dostupné z:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713507001193?casa_tok=en=aohf8s-

[q5C4AAAAA:p7GU7cHArxVpIQ859LqvR0h9LvnwjiKzShBdLme9mNcSyte81_mFzLsruKvQeQAX5qlEsf11HA](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713507001193?casa_tok=en=aohf8s-q5C4AAAAA:p7GU7cHArxVpIQ859LqvR0h9LvnwjiKzShBdLme9mNcSyte81_mFzLsruKvQeQAX5qlEsf11HA)

Habětínek, J. (1997). *Hybridní odrůdy v semenářství a praxi*. [online] Agris. [cit. 8.

3. 2022] Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/111370>

-
- Hluska, T. (2015). *Kukuřice koňský zub*. [online] BioLib.cz [cit. 8. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id414877/>
- Javor, T. et. al. (2018). *Inovace meziřádkové kultivace porostů silážní kukuřice*. [online] Agromanual.cz. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/inovace-meziradkove-kultivace-porostu-silazni-kukurice>
- Javorek, F. (2009). *Způsoby sklizně na siláž*. [online] Zemědělec. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://zemedelec.cz/zpusoby-sklizne-na-silaz/>
- Ježková, M. (2016). *Plochy s geneticky modifikovanou kukuřicí v České republice klesly o 92 %, zasel ji jediný pěstitel*. [online] eAGRI. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2016_plochy-s-geneticky-modifikovanou.html
- Kaloo, G. a Bergh, BO. (1993). *Genetic improvement of vegetable crops*. Pergamon Press Ltd., England. ISBN 9780080984667. Dostupné také z: <https://www.elsevier.com/books/genetic-improvement-of-vegetable-crops/kaloo/978-0-08-040826-2>
- Khan, A. et. al. (2014). Response of fodder maize to various levels of nitrogen and phosphorus. [online] Scientific Research. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=47679>
- Kůst, F. (2009). *Výroba kukuřice na siláž a na zrno*. [online] Zemědělec. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://zemedelec.cz/vyroba-kukurice-na-silaz-a-na-zrno/>
- Madl, V. (2011). *TWIN-ROW.CZ*. [online] Cerea. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <http://www.cerea-zt.cz/twin-row>
- MAPY.CZ (2022). *Mapové podklady*. [online] Seznam.cz. [cit. 8. 3. 2022]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=15.2667019&y=49.6746800&z=15&l=0&q=ko%C5%BEI%C3%AD&source=muni&id=5021&ds=2>
- Mašek, J. (2010). *Hlavní zásady výroby kukuřičné siláže*. [online] Zemědělec. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://zemedelec.cz/hlavni-zasady-vyroby-kukuricne-silaze/>
- Neudert, L. a Procházková, B. (2009). *Orba a minimalizační technologie*. [online] Zemědělec. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://zemedelec.cz/orba-a-minimalizacni-technologie/>
- Ortas, I. (2017). *Phosphorus fertilization impacts on corn yield and soil fertility*. [online] Taylor & Francis online. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2018.1474906>
-

-
- Prokeš, K. (2001). *Zakládáme porosty kukuřice*. [online] Úroda. [cit. 8. 3. 2022]
Dostupné z: <https://uroda.cz/zakladame-porosty-kukurice/>
- Richter, R. (2004). *Symptomy nedostatku a nadbytku fosforu*. [online] Mendelu. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z:
https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/psymptomomy.htm
- Richter, R. (2005). *Hnojení ostatními živinami*. [online] Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z:
https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/a_index_obilniny.htm
- Sikora, K. (2018). *Základní herbicidní ošetření kukuřice*. [online] Agromanual.cz. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladni-herbicidni-osetreni-kukurice>
- Skládanka, J. (2006). *Kukuřice setá*. [online] Multimediální učební texty pícninářství. [cit. 8. 3. 2022]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/skladny.php?odkaz=kukurice.html
- Slivková, P. et. al. (2002). *Suma teplot a kukuřice*. [online] Agris. [cit. 8. 3. 2022]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/116466>
- Šedek, A. (2014). *Technologie nejen pro jarní setí*. [online] PaL. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: https://www.pal.cz/getattachment/3021d35e-afce-4af9-a7f2-41b9035e7e28/Zemedelska-technika-Seci-stroje-Presne-Kinze-Seci-stroj-KINZE-3500-Downloads-Zm48_PaL_znovu
- Šreiber, P. a Valenta, S. (2001). *Nejčastější prohřešky při pěstování kukuřice*. [online] Úroda. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://uroda.cz/nejcastejsi-prohresky-pri-pestovani-kukurice/>
- Šrůta, O. et. al. (2021). *Kvalitní kukuřice ozkoušené Vysočinou*. [online] Úroda. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z: <https://uroda.cz/kvalitni-kukurice-odzkousene-vysocinou-2/>
- Tomášek, J. a Schamberger J. (2018). *Porovnání strip-till a klasické pěstování kukuřice*. [online] Agromanual.cz. [cit. 8. 3. 2022] Dostupné z:
<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/porovnaní-strip-till-a-klasické-technologie-pestovani-kukurice>
- Třináctý, J. et. al. (2012). *Výběr hybridů kukuřice podle FAO*. [online] Náš chov. [cit. 8. 3. 2022]. Dostupné z: <https://naschov.cz/vyber-hybridu-kukurice-podle-fao/>
-

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Organizace porostu kukuřice metodou Twin-Row (PaL, 2014)	19
Obrázek 3.1: Znázornění parcely pro pokus (MAPY.CZ, 2022).....	27
Obrázek 4.1: Rostlina napadená Snětí kukuřičnou (<i>Ustilago maydis</i>) (foto Autor) .	34
Obrázek 6.1: Souprava pro založení porostů (foto Autor).....	59
Obrázek 6.2: Rozdíly mezi variantami (foto Autor)	59
Obrázek 6.3: Rostlina po chladném počasí nehnojená fosforem (foto Autor).....	60
Obrázek 6.4:Housenka zavíječe kukuřičného (<i>Ostrinia nubilalis</i>) (foto Autor).....	61
Obrázek 6.5: Porost před sklizní (foto Autor).....	62
Obrázek 6.6: Palice z každé varianty (foto Autor).....	62
Obrázek 6.7: Sklízecí řezačka Claas Jaguar 850 (foto Autor)	63

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Stavby kukuřice v ČR (ANONYM 1, 2022)	9
Tabulka 1.2: Tabulka ranosti kukuřic podle FAO (Povolný a Vacek, 2017)	13
Tabulka 1.3: Počet pěstitelů a plocha GM kukuřice v ČR. (Durilová, 2021)	15
Tabulka 3.1: Charakteristika Hybridu ES JOKER (ANONYM 3, 2021)	27
Tabulka 3.2: Ročník 2021 (ANONYM 2, 2022)	28
Tabulka 3.3: Jednotlivé varianty hnojení	29
Tabulka 3.4: Množství chemických prvků v každé variantě.....	29
Tabulka 4.1: Statistické ukazatele v termínu 28.6.	31
Tabulka 4.2: Statistické ukazatele v termínu 3.8.	32
Tabulka 4.3: Statistické ukazatele v termínu 27.9.	32
Tabulka 4.4: Fenologické fáze růstu	33
Tabulka 4.5: Analýza variací průměrné hmotnosti (g) 1 rostliny u hodnocených variant.....	38
Tabulka 4.6: Analýza variací průměrné délky 1 rostliny u hodnocených variant. ..	41
Tabulka 4.7: Analýza variací průměrného počtu palic na 1 rostlině u hodnocených variant.....	42
Tabulka 4.8: Analýza variací průměrné hmotnosti palic u hodnocených variant....	43
Tabulka 4.9: Průměrná hmotnost 1 palice v závislosti na variantě hnojení a měřeném období s vyznačenými homogenními skupinami na hladině $P_{0,05}$	43
Tabulka 4.10: Průměrná obsah sušiny v závislosti na variantě hnojení s vyznačenými homogenními skupinami na hladině $P_{0,05}$	46
Tabulka 4.11 Tabulka vnitropodnikových nákladů	46
Tabulka 4.12: Celkové náklady a výnos u jednotlivých variant	47
Tabulka 6.1: Výsledky odpočtu 28.6.	64
Tabulka 6.2: Výsledky odpočtu 3.8.	65
Tabulka 6.3: Výsledky odpočtu 27.9.	66
Tabulka 6.4: Výnosy, sušiny a výživové prvky hodnocených variant.....	67

Seznam grafů

Graf 4.1: Počet rostlin na m ² (ks).....	35
Graf 4.2: Statistické hodnocení hmotnosti rostlin (g) v termínu 28.6.....	36
Graf 4.3: Statistické hodnocení hmotnosti rostlin (g) v termínu 3.8.....	37
Graf 4.4: Statistické hodnocení hmotnosti rostlin (g) v termínu 27.9.....	37
Graf 4.5: Statistické hodnocení délky rostlin (cm) v termínu 28.6.....	39
Graf 4.7: Statistické hodnocení délky rostlin (cm) v termínu 27.9.....	40
Graf 4.6: Statistické hodnocení délky rostlin (cm) v termínu 3.8.....	40
Graf 4.8: Statistické zhodnocení počtu (ks) palic	41
Graf 4.9: Statistické zhodnocení hmotnosti (g) 1 palice	43
Graf 4.10: Statistické zhodnocení výnosu nadzemní biomasy (t).....	45

6 Přílohy



Obrázek 6.1: Souprava pro založení porostů (foto Autor)



Obrázek 6.2: Rozdíly mezi variantami (foto Autor)



Obrázek 6.3: Rostlina po chladném počasí nehnojená fosforem (foto Autor)



Obrázek 6.4: Housenka zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*) (foto Autor)



Obrázek 6.5: Porost před sklizní (foto Autor)



Obrázek 6.6: Palice z každé varianty (foto Autor)



Obrázek 6.7: Sklízecí řezačka Claas Jaguar 850 (foto Autor)

Tabulka 6.1: Výsledky odpočtu 28.6.

Varianta	Opakování	Průměrná hmotnost 1 rostliny (g)	Délka (cm)	Počet rostlin na m ² (ks)
1.	1.	72	60	7
	2.	68	60	8
	3. (Průměr)	70	60	8
2.	1.	38	40	6
	2.	42	40	7
	3. (Průměr)	40	40	6,5
3.	1.	43	50	7
	2.	53	50	8
	3. (Průměr)	48	50	7,5
4.	1.	28	40	6
	2.	20	30	7
	3. (Průměr)	24	35	6,5
5.	1.	65	50	7
	2.	82	60	7
	3. (Průměr)	73	55	7
6.	1.	30	30	5
	2.	35	35	6
	3. (Průměr)	33	33	5,5
7.	1.	65	50	8
	2.	55	40	7
	3. (Průměr)	60	45	7,5
8.	1.	28	30	5
	2.	30	35	7
	3. (Průměr)	29	33	6

Tabulka 6.2: Výsledky odpočtu 3.8.

Varianta	Opakování	Průměrná hmotnost 1 rostliny (g)	Délka (cm)	Počet palic na 1 rostlinu (ks)	Průměrná hmotnost 1 palice (g)
1.	1.	710	300	2,0	86
	2.	588	275	2,2	75
	3. (Průměr)	649	288	2,1	81
2.	1.	582	275	2,0	33
	2.	658	260	2,3	60
	3. (Průměr)	620	268	2,2	46
3.	1.	575	275	2,2	61
	2.	717	310	2,0	84
	3. (Průměr)	646	293	2,1	72
4.	1.	600	270	2,7	38
	2.	693	270	2,5	43
	3. (Průměr)	647	270	2,6	40
5.	1.	803	295	2,0	118
	2.	638	300	2,0	68
	3. (Průměr)	721	298	2,0	93
6.	1.	533	240	1,7	35
	2.	567	270	2,0	28
	3. (Průměr)	550	255	1,8	31
7.	1.	687	300	2,0	70
	2.	600	270	2,5	61
	3. (Průměr)	643	285	2,3	65
8.	1.	633	270	2,2	42
	2.	542	240	2,3	28
	3. (Průměr)	588	255	2,3	35

Tabulka 6.3: Výsledky odpočtu 27.9.

Varianta	Opakování	Průměrná hmotnost 1 rostliny (g)	Délka (cm)	Počet palic na 1 rostlinu (ks)	Průměrná hmotnost 1 palice (g)
1.	1.	792	310	1,0	325
	2.	817	290	1,5	247
	3. (Průměr)	804	300	1,3	286
2.	1.	848	300	1,5	236
	2.	845	250	2,0	197
	3. (Průměr)	847	275	1,8	216
3.	1.	797	300	1,5	224
	2.	807	285	1,2	300
	3. (Průměr)	802	293	1,3	262
4.	1.	825	280	1,8	195
	2.	840	290	1,8	199
	3. (Průměr)	833	285	1,8	197
5.	1.	818	270	1,5	231
	2.	838	290	1,5	237
	3. (Průměr)	828	280	1,5	234
6.	1.	805	295	1,3	238
	2.	858	300	1,3	248
	3. (Průměr)	832	298	1,3	243
7.	1.	785	305	1,2	277
	2.	833	290	1,5	224
	3. (Průměr)	809	298	1,3	251
8.	1.	977	315	1,8	198
	2.	868	310	1,8	186
	3. (Průměr)	923	313	1,8	192

Tabulka 6.4: Výnosy, sušiny a výživové prvky hodnocených variant

Varianta	Opakování	Výnos (t*ha ⁻¹)	Sušina (%)	Sušina (t)	Škrob (%)	Hrubý tuk (%)	Cukry (%)
1.	1.	45,9	39,7	18,2	35,1	3,1	2,8
	2.	44,7	39,2	17,5	35,1	3	2,7
	3. (Průměr)	45,3	39,45	17,9	35,1	3,05	2,75
2.	1.	43,1	36,5	15,7	33,4	3,1	2,8
	2.	48,6	35,5	17,3	31,7	3	3,5
	3. (Průměr)	45,85	36	16,5	32,55	3,05	3,15
3.	1.	49,3	38,5	19,0	31,1	3	2,9
	2.	47,8	37,5	17,9	32,2	3	4,1
	3. (Průměr)	48,55	38	18,4	31,65	3	3,5
4.	1.	48,2	34,9	16,8	31,3	3	2,5
	2.	47,4	35,7	16,9	34	3	2,1
	3. (Průměr)	47,8	35,3	16,9	32,65	3	2,3
5.	1.	45	38,5	17,3	34,3	3,1	2,5
	2.	49,1	39,9	19,6	37,2	3,2	2,7
	3. (Průměr)	47,05	39,2	18,4	35,75	3,15	2,6
6.	1.	48,1	34,7	16,7	33,6	2,9	2
	2.	53,7	36,1	19,4	37	3	2
	3. (Průměr)	50,9	35,4	18,0	35,3	2,95	2
7.	1.	53,1	40,4	21,5	36,5	3,2	1,4
	2.	45,2	39,7	17,9	35,2	3,1	2,3
	3. (Průměr)	49,15	40,05	19,7	35,85	3,15	1,85
8.	1.	51,8	35,9	18,6	33,4	2,9	2,4
	2.	46,7	37,9	17,7	36,1	3	2,5
	3. (Průměr)	49,25	36,9	18,2	34,75	2,95	2,45