

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

Bc. Libor Musílek



**Kvalita založení porostu kukuřice při odlišném způsobu
zpracování půdy**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Libor Musílek

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Kvalita založení porostu kukuřice při odlišném způsobu zpracování půdy“ vypracoval/a 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, 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

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce, doc. Ing. Vladimírovi Smutnému, Ph.D., za veškerou pomoc, ochotu, trpělivost a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat své budoucí ženě, Bc. Markétě Boubínové, za pomoc při sběru dat. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hodnocením vzcházení kukuřice v závislosti na odlišném způsobu zpracování půdy v oblasti Poličska. Pokus byl proveden v roce 2015. V literárním přehledu je popsána technologie pěstování kukuřice a rozebrána problematika zpracování půdy. Ve výsledkové části je vyhodnoceno vzcházení kukuřice na pěti variantách zpracování půdy – přímé setí do mulče s digestátem, přímé setí do mulče bez digestátu, mělké kypření, hluboké kypření a jarní orba. Výsledky sledování ukázaly, že v daných půdně-klimatických podmínkách nejlépe vzcházela kukuřice na pozemku zpracovaném hlubokým kypřením.

Klíčová slova: kukuřice, dynamika růstu, zpracování půdy, sucho

Abstract

Thesis deals with evaluation of growing up of maize in dependence on different kind of soil tillage in area around Polička. Experiment was performed in year 2015. In literary review is described technology of maize cultivation and analysed issues of soil tillage. As practical research we assessed growing up of maize in five variants of soil tillage - direct sowing into flail with digestate, direct sowing into flail without digestate, low rotivation, deep rotivation and ploughing in spring. Results of monitoring showed that maize on land processed with deep rotivation grew up the best, in the given soil-climatic conditions.

Key words: maize, growth dynamics, soil tillage, drought

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	CÍLE PRÁCE	8
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
3.1	KUKUŘICE	9
3.1.1	<i>Historie pěstování kukuřice</i>	9
3.1.2	<i>Morfologická charakteristika</i>	9
3.1.2.1	Stéblo	10
3.1.2.2	List.....	10
3.1.2.3	Květenství.....	10
3.1.3	<i>Botanická charakteristika</i>	11
3.1.4	<i>Nároky kukuřice na pěstitelské prostředí</i>	11
3.1.4.1	Nároky kukuřice na půdu.....	11
3.1.4.2	Nároky kukuřice na teplotu.....	12
3.1.4.3	Nároky kukuřice na vodu.....	13
3.1.5	<i>Silážní kukuřice</i>	13
3.1.6	<i>Odrůdy (hybridy) kukuřice</i>	14
3.1.7	<i>Číslo FAO a suma efektivních teplot</i>	14
3.1.8	<i>Zařazení kukuřice v osevním postupu</i>	15
3.1.9	<i>Hnojení kukuřice</i>	16
3.1.9.1	Nedostatek dusíku	17
3.1.10	<i>Plevel, choroby a škůdci v porostech kukuřice</i>	17
3.2	ZAKLÁDÁNÍ POROSTU KUKUŘICE.....	18
3.2.1	<i>Systémy zpracování půdy a příprava pro setí</i>	19
3.2.1.1	Konvenční zpracování půdy	21
3.2.1.2	Půdoochranné zpracování půdy	22
3.2.1.3	Výhody a nevýhody různých způsobů zpracování půdy	23
3.3	VZCHÁZENÍ KUKUŘICE.....	25
3.3.1	<i>Vývoj porostu kukuřice po vzejití</i>	26
3.4	SKLIZEŇ SILÁŽNÍ KUKUŘICE	27
4	MATERIÁL A METODIKA	29
4.1	CHARAKTERISTIKA POKUSNÉ LOKALITY	29

4.1.1	<i>ZD Mezilesí</i>	30
4.1.2	<i>Vymezení pokusné lokality</i>	31
4.1.3	<i>Půdní charakteristika</i>	31
4.1.4	<i>Počasí ve zkoumaném období</i>	32
4.2	CHARAKTERISTIKA POKUSU	34
4.2.1	<i>Hybrid AMBROSINI</i>	34
4.2.2	<i>Popis secího stroje</i>	35
4.2.3	<i>Metodika varianty „setí do mulče s digestátem“</i>	37
4.2.4	<i>Metodika varianty „setí do mulče bez digestátu“</i>	38
4.2.5	<i>Metodika varianty „mělké kypření“</i>	39
4.2.6	<i>Metodika varianty „hluboké kypření“</i>	40
4.2.7	<i>Metodika varianty „jarní orba“</i>	41
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	42
5.1	VZCHÁZENÍ KUKUŘICE V PRVNÍCH TŘECH MĚSÍCÍCH V MOKRÉM STAVU	42
5.2	VZCHÁZENÍ KUKUŘICE V PRVNÍCH TŘECH MĚSÍCÍCH V SUCHÉM STAVU	43
5.3	VZCHÁZENÍ KUKUŘICE ZA SLEDOVANÉ OBDOBÍ V MOKRÉM STAVU	44
5.4	VZCHÁZENÍ KUKUŘICE ZA SLEDOVANÉ OBDOBÍ V SUCHÉM STAVU	45
5.5	PRŮMĚRNÝ POČET ROSTLIN	47
5.6	CELKOVÝ VÝNOS ZE SLEDOVANÝCH VARIANT	47
5.7	FOTODOKUMENTACE	48
5.7.1	<i>Pozorování variant 6. 5. 2015</i>	48
5.7.2	<i>Porovnání variant 14. 5. 2015</i>	49
5.7.3	<i>Porovnání variant 21. 5. 2015</i>	50
5.7.4	<i>Pozorování variant 15. 6. 2015</i>	52
5.7.5	<i>Pozorování variant 10. 7. 2015</i>	53
5.7.6	<i>Pozorování variant 10. 8. 2015</i>	54
5.7.7	<i>Pozorování variant 26. 9. 2015</i>	56
5.7.8	<i>Celkové hodnocení vzcházení kukuřice na všech variantách</i>	57
5.8	ODBORNÝ ODHAD VÝSKYTU PLEVELŮ	59
6	ZÁVĚR	60
7	POUŽITÁ LITERATURA	61
8	PŘÍLOHY	64

9	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
10	SEZNAM GRAFŮ	70
11	SEZNAM TABULEK	71

1 ÚVOD

*„Kdo dokáže, aby tam, kde rostl jen jeden klas, vyrostly dva,
ten učinil více pro lidstvo, než vojevůdce, který vyhrál velkou bitvu.“*

Anonym

Kukuřice je rostlina s velice vysokým výnosovým potenciálem. Za posledních pár let zaznamenalo její pěstování velký nárůst. Hlavní důvody tohoto nárůstu je ve vyšší poptávce v důsledku postupné narůstání populace a tím vyšší potřeby této plodiny jako potraviny a krmiva. Přispívá k tomu fakt, že se jedná o rostlinu, která má velké využití v dalších lidských oborech, např. při výrobě bioplynu. Široké uplatnění má kukuřice i v odvětví průmyslu, a to v chemickém a farmaceutickém. Dále na výrobu některých vitamínů, pesticidů, kosmetických přípravků a dalších.

Kukuřice získává u pěstitelů stále větší oblibu také díky rychle se vyvíjejícímu programu šlechtění hybridů a také geneticky modifikovaných hybridů, které dokážou udělat stejný nebo i vyšší výnos při menších nákladech. Rychlý vývoj nezaznamenávají jen nové hybridy, ale vývoj pokračuje i u zemědělské techniky, která výrazně promlouvá do pěstování kukuřice. Je třeba si uvědomit, že zpracování půdy je jedním z nejnáročnějších agrotechnických zásahů v zemědělské výrobě. Proto se pěstitelům otevírá velká příležitost ve spojení s pěstováním kukuřice vyzkoušet různé technologie zpracování půdy, které by mohly příznivě ovlivňovat produkci.

Na základě těchto faktů jsem se na kukuřici zaměřil. Při svých večerních lovech na divoká prasata, jsem se často zamýšlel nad otázkou: „Proč je kukuřice na sousedních polích odlišná, když byla zaseta ve stejný termín?“ Tato myšlenka mi vnukla téma mé diplomové práce.

Pro výše uvedené účely jsem založil pokus v ZD Mezilesí, zaměřený na vyhodnocení vzcházení kukuřice na různých způsobech zpracování půdy.

2 CÍLE PRÁCE

- Prvním cílem práce bylo založení a vyhodnocení polního pokusu s odlišnými způsoby zpracování půdy, v nichž byla hodnocena kvalita založení porostu kukuřice.
- Druhým cílem bylo vyhodnocení vzcházení porostu neboli hodnocení počáteční dynamiky růstu.
- Třetím cílem bylo zhodnotit výskyt plevelů.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Kukuřice

Kukuřice je v současnosti naše nejvýznamnější jednoletá píce. Většina kukuřice, která se v České republice pěstuje, je využívána pro produkci siláží. Silážovaná kukuřice tvoří u převážné části podniků základ krmné dávky pro skot (Hejduk, 2016).

3.1.1 Historie pěstování kukuřice

U kukuřice se datuje vznik někdy mezi lety 4000 – 3000 před naším letopočtem. Vznik, původ a vývoj nebyl doposud objasněn. Dosavadní archeologické nálezy části rostliny kukuřice, vymezení oblasti původu a jejího postupného rozšiřování, pokud jde o místo a čas (podle Harshbergera), ukazují na dvě zeměpisné oblasti – středoamerickou a jihoamerickou. I když se první písemné dokumenty o existenci kukuřice datují až po objevení Ameriky, její pěstování bylo dokázáno již v nejstarších mexických a peruánských kulturách. Do Evropy, Asie a Afriky se dostala po objevení Ameriky, přitom není jisté, zda byla do Evropy dovezena již z první Kolumbovy cesty (r. 1492) nebo až z druhé (r. 1494). Z počátku se pěstovala v západní Evropě jako zvláštnost v zahradách. V České republice má její pěstování poměrně hojné zastoupení. Rozšířilo se až na začátku 20. století, zvláště se zaváděním hybridního osiva. Při tom dosud převažují dva užitkové směry: kukuřice na zrno a kukuřice na siláž (Zimolka, 2008).

3.1.2 Morfologická charakteristika

Patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Rostliny mohou být vysoké přes 2,5 m. Kořenová soustava kukuřice se skládá z hlavního klíčového kořene, bočních klíčových kořenů, sekundárních podzemních kořenů a nadzemních (vzdušných) kořenů. Jednotlivé kořeny pronikají podle stanovištních podmínek do hloubky 1,5 - 3,0 m a víc. Hlavní hmota kořenů se nachází asi v hloubce 0,4 m (Skládanka, 2006).

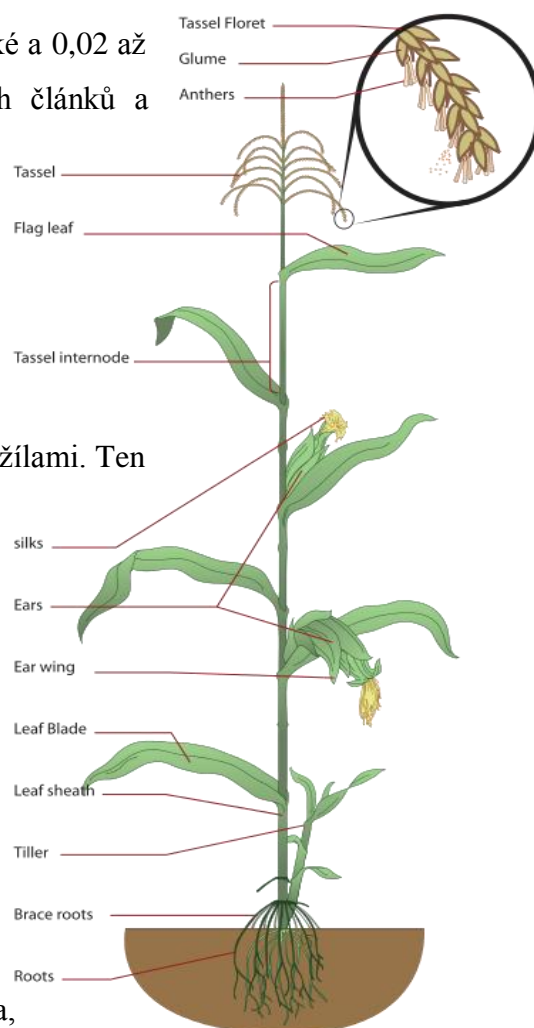
3.1.2.1 Stéblo

Stéblo je vzpřímené, holé nejčastěji 1,5 až 2,5 m vysoké a 0,02 až 0,07 m tlusté, válcovitého tvaru. Počet nadzemních článků a kolínek se pohybuje cca od 8 do 20. Články stébla jsou vyplněny dřeví, která zvyšuje jejich pevnost (Hlušek, 2015).

3.1.2.2 List

„Z každého nadzemního uzlu vyrůstá list s paralelními žilami. Ten má listovou čepel, která vychází z listové pochvy, je mělce zvlněná, má vystupující hlavní žílu. Listová pochva je poměrně silná a pevná. Listová čepel je tenká, mělce zvlněná a má vystouplou hlavní žilku. Počet listů je dán hybridem. Rané hybridy mají menší počet listů než hybridy pozdní. Podíl listů na celkovém výnosu je 10 – 15 %.

Podle postavení listu k povrchu půdy rozeznáváme typ planofilní (horizontálně postavený list) a typ erektofilní (vertikálně postavený list)“ (Skládanka, 2006).



Obr. 1 Morfologická charakteristika kukuřice (Anonym, 2016)

3.1.2.3 Květenství

Hejduk (2015) popisuje latu jako samčí květenství kukuřice a říká, že jejím vytvořením končí vývin stébla. Skládanka (2014) nazývá samičím květenstvím „palice“. Skládají se z hlavní osy, na níž jsou uspořádány dvoukvěte klásky. Z pravidla je pouze jeden kvítek plodný. Plevy jsou jen slabě vyvinuté, lodikuly chybí. Čnělky vyvinutých květů jsou velmi dlouhé, vycházejí z listenů. Zrna na vřetenu jsou uspořádány v sudých řadách, kterých bývá většinou 8 až 18. Palice jsou obaleny listeny (jsou to modifikované listové pochvy). Zrno kukuřice má stejnou

stavbu jako zrno jiných obilovin, jen je větší a podíl jednotlivých částí je rozdílný. Podíl endospermu je asi 85 %, zárodku 10 % a oplodí s osemení 5 %.

3.1.3 Botanická charakteristika

Podle Skládanky (2006) patří kukuřice mezi rostliny C4¹. Udává, že: „Rychlost růstu při klíčení je závislá na příjmu vody. Nejnižší obsah vody v půdě, při kterém začíná růst kořinek je 57 %, ale potřebná teplota je 30 °C. Aby začala kukuřice klíčit při teplotě 12 °C, musí být obsah vody v půdě 75 %. Doba klíčení je 7 - 10 dnů. Odnožovací schopnost je u kukuřice velmi slabá a u některých hybridů se vůbec nevyskytuje. Za 50 - 60 dnů po výsevu začíná období metání lat a mléčné zralosti. V této době vyžaduje kukuřice největší množství vláhy. Lata začíná kvést od středu a uvolňování pylu trvá 4 - 5 dní (za méně příznivých podmínek až 8 dní). Schopnost opylování blizny je až 25 dnů, ale životnost pylu je pouze několik dní. Doba opylování je závislá na teplotě a vlhkosti. Vyšší teploty a nižší vzdušná vlhkost urychlují odumírání pylových zrn. Počátek kvetení palic bývá opožděn za latou o 1 - 5 dní. Konec kvetení laty a počátek kvetení palic se překrývá. Díky asimilačnímu aparátu je kukuřice schopna růst téměř až do plné zralosti.“

3.1.4 Nároky kukuřice na pěstitelské prostředí

Kukuřici je třeba chápat jako příležitost pro ziskovost a stabilizaci zemědělství. Maloušek (Monsanto, 2015) uvádí, že výživa a hnojení porostu kukuřice zpravidla neovlivňuje jen aktuální pěstitelskou sezónu, ale o množství aplikovaných hnojiv rozhodují i předplodiny kukuřice a její celkové zařazení v osevním postupu. Daný stav však výrazně ovlivňuje i průběh ročníku a srážkové poměry v dané pěstitelské sezóně. Samotné pěstování kukuřice není podmíněno používáním organických hnojiv, ale z dlouhodobějšího pohledu prosperity plodiny jsou organická hnojiva vysoko ceněná. Pro porost prospěšné jsou i dělené dávky dodávané v čase po vzejití.

3.1.4.1 Nároky kukuřice na půdu

Kukuřici lze pěstovat téměř ve všech půdách, které mají správný vodní a vzdušný režim, jsou dost hluboké, neutrální až slabě kyselé reakce (pH 6,5 - 7,0), dobře zásobené humusem a živinami, činné, nezaplevelené. Nedaří se jí na mělkých a středně jílovitých půdách s vysokou

¹ Rostliny podle způsobu fixace CO₂, která se odehrává v sekundární fázi fotosyntézy.

hladinou podzemní vody. V sušších podmínkách jsou pro ni vhodnější hluboké, humózní, hlinité půdy se schopností udržení půdní vláhy. Kukuřice je ovšem náročná na přípravu půdy. Vyžaduje půdy hluboko zpracované. Termín „příprava půdy“ zahrnuje úkony a zásahy, které upravují ornici a část podorniční vrstvy do vhodného strukturního stavu aplikovaného do doby vzcházení pěstovaných plodin. „Je to soustava zpracovatelských zásahů prováděných v časovém rozmezí od sklizně předcházející plodiny (předplodiny) do vzejití následující (následné) plodiny na určitém pozemku určitými technologiemi. Ať je půda zpracována jakýmkoliv způsobem, vždy musí být upravena do stavu strukturně vhodného pro růst a vývoj pěstovaných rostlin“ (Kostelanský a Procházková, 1997).

Skládanka (2006) dále uvádí, že na podzim je dobré provést podrývání na hloubku 45 - 50 cm (podpoření biologické aktivity půdy, zmenšení utužení, zlepšuje se hospodaření vláhou). Podrývání můžeme provádět jednou za 4 - 5 let. Bez podrývání je vhodné provést podmítku. Po podmítce by za 14 dní měla následovat střední nebo hluboká orba. Na jaře půdu smykujeme a vláčíme. Seťové lůžko se kypřením připravuje na hloubku 4 - 6 cm. Maloušek (Monsanto, 2015) popisuje, že: „Kukuřice je hluboko kořenící polní plodina a půdní podmínky by měly v plné míře napomáhat procesu zakořenění. Kořeny jsou schopné dostat se do hloubky 1,2 – 1,5 m pod úroveň půdy, kde by v ideálních podmínkách měly narazit na vodní zdroj. Ideální jsou hlinité půdy s hodnotou pH (KCL) 6,0 – 6,5. Současné trendy v šlechtění kukuřice a vývoj nových hybridů kukuřice umožňuje její zařazení i do méně kvalitního půdního prostředí s horší či nepravidelnou zásobou vody.“

Půdní podmínky jsou charakterizovány hlinitými půdami, ideálně s co nejhlubším profilem a dostatkem humusu. Jako nevhodné jsou půdy s vysokou hladinou podzemní vody, těžké jílové a studené půdy, kyselé a šterkovité či kamenité půdy. Výběr vhodné pěstitelské technologie je klíčovým faktorem pro dosažení a využití maximálního potenciálu hybridů kukuřice. Při výběru musí pěstitel zohledňovat zdroje vody, klimatické faktory - teda teplo a světlo a v neposlední řadě kvalitu a možnosti půdy (Němec, Monsanto, 2015).

3.1.4.2 Nároky kukuřice na teplotu

V České republice jsou nejlepší místa na pěstování kukuřice s průměrnou teplotou roku 10 °C. Průměrná teplota vegetační etapy by měla být 16 - 19 °C při průměrném úhrnu srážek od 450 mm. Nejnižší teplota pro vzcházení kukuřice je 7 °C. Rostliny kukuřice po vzejití dlouho zakořeňují. Vegetativní orgány se vytváří při teplotách nad 10 °C. Pro tvorbu generativních

orgánů jsou potřeba teploty kolem 12 °C. Optimální teploty pro první fáze růstu 20 °C a pro rozvoj kořenového systému 24 °C. Nedosahují-li teploty během vegetace 16 °C středně rané a pozdní hybridy často nezakvétají (Skládanka, 2006).

3.1.4.3 Nároky kukuřice na vodu

Ve srovnání s obilninami mírného pásma, kukuřice potřebuje ke zřízení jednotky sušiny méně vláhy. Její transpirační koeficient se pohybuje od 179 do 350. Zvýšené nároky na vláhu jsou mezi vzcházením a fází 5. listu. Největší nároky na vláhu má v období 10 dní před a 25 dní po vymetání. Podle Zimolky (2008) má kukuřice největší nároky na vláhu a živiny v období od metání do začátku mléčné zralosti (40 % celkové potřeby během jednoho měsíce). Kritickým obdobím na vodu (65 dní) je mezi růstovou fází metání až počátku voskové zralosti tj. v měsících červenec – srpen.

3.1.5 Silážní kukuřice

„Z kukuřice lze vyrobit velmi kvalitní siláž, protože v době sklizně obsahuje vysoké procento sušiny a má vynikající energetickou hodnotu. Kukuřičná siláž je nejvýznamnější energetické objemné krmivo, které sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmné dávce skotu, neboť se zkrmuje celoročně a často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky“ (Skládanka, 2011).

Důvody vysoké obliby silážní kukuřice jsou podle Hejduka (2015) následující:

- „Velká nabídka výnosných hybridů pro různé klimatické podmínky
- vysoký výnos živin (zejm. energie) v jedné sklizni
- dobře využívá živiny z kejdy a digestátu (dokáže nahradit minerální hnojiva)
- účinná regulace zaplevelení pomocí široké škály pre i postemergentních herbicidů
- plně mechanizovaná technologie pěstování od výsevu po zkrmování
- dobrá snášenlivost po sobě
- snadná silážovatelnost a vysoká koncentrace energie v píce“.

Hejduk (2015) říká, že: „Přestože plochy silážní kukuřice z dlouhodobého pohledu donedávna klesaly, její význam je přesto ve výživě skotu velký. Silážní kukuřice vytlačila během uplynulých 50 let krmnou řepu z krmných dávek pro skot. Oproti víceletým píceinám je sklizeň kukuřice méně náročná (jednofázově, jedna sklizeň za rok) a celková agrotechnika je také jednodušší. V příhodných ekologických podmínkách poskytuje

nejvyšší hektarovou produkci energie a sušiny ze všech pícein. Z tohoto důvodu je kukuřice cíleně pěstována i k výrobě bioplynu.“ Z praktického agronomického hlediska je tvorba výnosu závislá na biologickém materiálu (hybridech), organizaci porostu, na hnojení, dostupnosti vody a živin, bonitě půdy, ochraně proti plevelům a průběhu počasí (Hejduk, 2015).

3.1.6 Odrůdy (hybridy) kukuřice

Podle Hejduka (2014) je „Šlechtění nových odrůd kukuřice založeno na využití heterozního efektu. Všechny registrované odrůdy jsou F1 hybridy vzniklé křížením rodičovských linií nebo jejich kříženců. Díky tomu nelze u současných odrůd kukuřice využít farmářské osivo jako například u ječmene či pšenice. V roce 2013 bylo v České republice registrováno 363 odrůd kukuřice. Všechny byly hybridní a z toho je 40 geneticky modifikovaných. Výnosový potenciál hybridů se zvyšuje v teplých ročnících s dostatkem srážek s narůstajícím číslem FAO (větší rostliny s více listy). V příznivých letech jsou dosahovány na úrodných půdách rekordní výnosy až 33 t/ha sušiny.“

3.1.7 Číslo FAO a suma efektivních teplot

U nás pěstované hybridy mají číslo FAO v rozmezí 180 až 400. Čím je toto číslo nižší, tím je odrůda ranější. Rané hybridy jsou menší a rostliny vytváří pouze 8 – 10 listů (proto je vyséváme hustěji) než u pozdních hybridů a to až 24 listů (Hejduk, 2015). Číslem FAO pod 220 jsou označovány hybridy velmi rané (do 120 dnů vegetace, suma teplot za vegetaci do 1850 °C), nad 400 hybridy pozdní (nad 140 dní vegetace, nad 2600 °C).

„Suma efektivních teplot slouží zejména k určení optimálního termínu sklizně v daném ročníku podle průběhu počasí. Při výpočtu SET se zohledňují pouze teploty v rozsahu 6 až 30 °C. Pod 6 °C se růst kukuřice zastavuje a při teplotách nad 30 °C se již nezrychluje. Vypočte se jako součet průměrných denních teplot od výsevu, od kterých se odečte 6 °C. Denní efektivní teplota = [(minimální teplota + max. teplota)/2] – 6. Pokud je minimální teplota pod 6 °C, započte se 6, je-li maximální teplota vyšší, než 30 °C, použije se 30. SET se pohybuje u silážních hybridů v podmínkách ČR v rozmezí 1350 (nejranější hybridy) až 1650 °C (pozdní hybridy)“ (Hejduk, 2014).

„V horších klimatických a půdních podmínkách je nutno volit nižší hustotu porostu, aby rostliny měly možnost dosáhnout požadovaných parametrů kvality. Osivo kukuřice je prodáváno na výsevní jednotky s přesným počtem zrn (jednotlivé firmy nabízí odlišné počty zrn ve výsevní jednotce). Osivo je standardně kalibrováno, mořeno a prochází tzv. chladovými testy“ (Hejduk, 2014).

3.1.8 Zařazení kukuřice v osevním postupu

Kukuřice se zařazuje v osevním postupu většinou mezi dvě obiloviny, zejména je-li hnojena statkovými hnojivy. Na jaře je třeba připravit seťové lůžko v hloubce 0,03 – 0,07 (na lehčích a sušších půdách hlouběji). Tyto operace se provádí podmínkou. Podmínka se dělá v co nejkratší době po sklizni talířovými nebo radličkovými podmítači, podle podmínek do hloubky 0,06 až 0,12 m. Po podmítce následuje střední orba do hloubky 0,22 – 0,25 m. Vzešlý výdrol a plevele po včasném zpracování půdy přispívají při intenzivních srážkách v letním období k ochraně půdy před vodní erozí. Na podzim lze regulovat zaplevelení půdy a likvidovat výdrol neselektivními herbicidy s účinnou látkou Glyfosát (Roundup Rapid, Dominátor, Touchdown), které potlačují i vytrvalé dvouděložné plevele (Vach a Javůrek, 2011)

Jak uvádí Vach a Javůrek (2011) výsev kukuřice do mulče se provádí secími stroji pro přesné setí. Při pěstování kukuřice na siláž, zejména na pozemcích ohrožených vodní erozí při svažitosti nad 8 %, používáme mulč z nevymrzajících ozimých meziplodin. Po sklizni obilniny a úklidu slámy následuje zpracování půdy kypřičem na hloubku 0,2 m a výsev nevymrzající meziplodiny. Tyto meziplodiny pak na jaře vykazují další nárůst nadzemní biomasy, čímž se dále zvyšuje jejich protierozní účinnost. „Umrtnění porostu se provádí herbicidy 3 – 10 dnů před setím kukuřice, která se vysévá do mulče přesnými secími stroji. Vytvořený mulč zajistí ochranu půdy před vodní erozí až do zapojení porostu kukuřice“

Jak autoři dále uvádějí: „Při uplatňování půdoochranných technologií na těžších půdách s větším podílem jílnatých částic nelze půdu před setím zpracovat tak, aby došlo k jejímu dokonalému provzdušnění. Půda se tak, i za přispění pokryvu mulčem, pomaleji na jaře prohřívá, což má za následek pomalejší klíčení osiva a vzcházení porostu a posléze i posunutí vegetační doby a sklizně dále do podzimních dnů. S tím je třeba počítat a v případě potřeby volit ranější hybridy. Uvedené zjednodušené technologie využívající minimalizační a

ochranné způsoby zakládání porostu kukuřice vykazují značné úspory času a přímých nákladů, což je pro zemědělské podniky velice přínosné“ (Vach a Javůrek, 2011).

3.1.9 Hnojení kukuřice

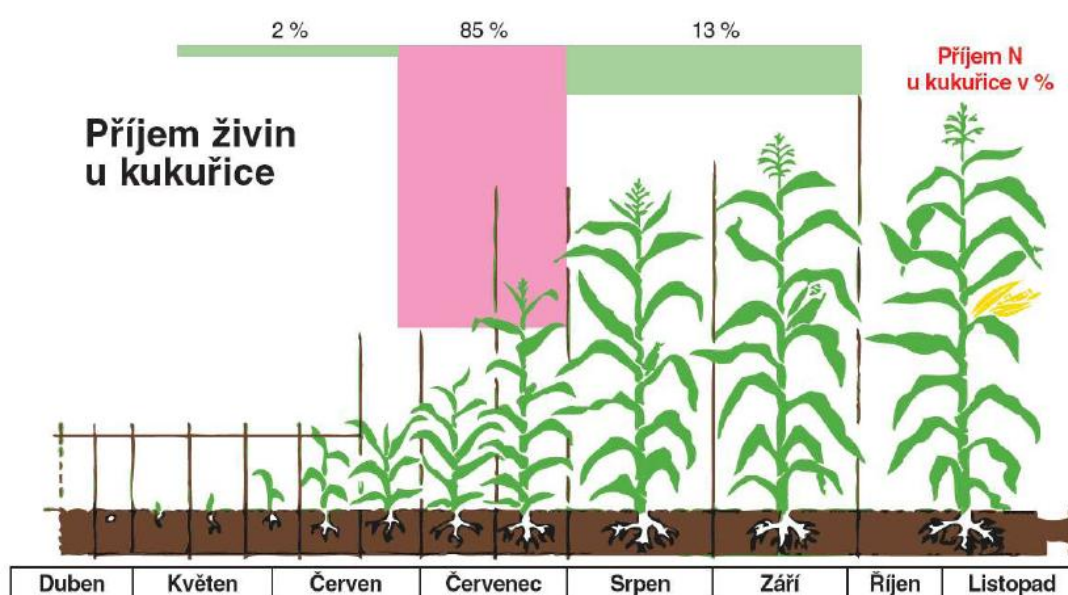
Počátek vegetace je u kukuřice charakterizován pomalým růstem a malým odběrem živin. Během prvního měsíce růstu odčerpává porost kukuřice pouze 3,3 – 5,6 kg dusíku/ha. V období mezi fází kvetení a mléčnou zralostí zrn přijme stejné množství za 1 den (Dostál a Richter, 2008). Při vysokém výnosu odebírá z půdy značné množství živin. Hnojení P (fosfor), K (draslík) a Mg (mangan) provádíme na podzim podle zásoby živin v půdě (Hejduk, 2015).

„U fosforu se často využívá tzv. „hnojení pod patu“, kdy se aplikuje menší množství P hnojiva při setí do půdy blízko osiva. Tímto se docílí zkrácení vegetační doby, protože v období počátečního růstu za nižších teplot, rostliny obtížně přijímají dostatečné množství P z půdní zásoby, čímž je zpomalen jejich růst. Celou dávku dusíku není vhodné aplikovat jednorázově před setím, neboť dochází ke značným ztrátám vyplavením nitrátů či denitrifikací. Je proto vhodnější část celkové dávky aplikovat za vegetace mezi řádky. Je nutno se vyhnout hnojení koncentrovanými hnojivy „na široko“ v době vegetace, neboť dochází k popálení rostlin. To má za následek prodloužení vegetace, oddálení sklizně a zvýšené riziko poškození patogeny. Kukuřice dobře využívá živiny z organických hnojiv, zejména chlévského hnoje nebo kejdy. Celková dávka dusíku 150 – 250 kg/ha může být zcela uhrazena aplikací kejdy či digestátu ve třech termínech (podzim na slámu, před setím a při výšce porostu 03 – 0,7 m)“ (Hejduk, 2015).

V posledních letech se diskutuje problematika využití tekutého digestátu, (Klír a kol., 2007), jako náhrada statkových hnojiv. Z hlediska obsahu živin je digestát vhodným hnojivem pro kukuřici, které obsahuje mimo základních živin také mikroprvky. Nevýhodou digestátu je relativně nízká koncentrace živin díky vysokému obsahu vody (nejčastěji 90 – 96 %) a s tím spojené vyšší náklady a spotřeba fosilních paliv na aplikaci a transport živin. Největším problémem je ovšem obsah a kvalita organické hmoty. Při anaerobní digestaci se sníží obsah organických látek o 45 – 65 % a zbylá organická hmota zbavená lehce rozložitelných frakcí nemůže sloužit jako zdroj energie pro mikroorganismy (Kolář a kol., 2008). Naopak díky vysokému obsahu minerálního dusíku a nízkého poměru C/N může aplikace vyšších dávek digestátu zrychlit mineralizaci stabilního humusu. Proto by digestát z bioplynových stanic neměl být označován za organické hnojivo (Hejduk, 2015).

3.1.9.1 Nedostatek dusíku

Rostlina potřebuje ke svému růstu především dusík. Při nedostatku dusíku barva kukuřice zesvětlá a získá až žlutozelený odstín. Starší listy se od špičky podél listových žil zabarvují do žluta. Růst stonku a kořenů je omezen, rostlina zůstane malá. Starší listy se od špičky podél listových žil zabarvují do žluta. K minimalizaci vymývání dusíku je vhodná aplikace po částech. Příjem živin kukuřice je popsán v obrázku č. 2, kde je vidět, že nejvíce dusíku potřebuje kukuřice v červenci (Hruška, 2012).



Obr. 2 Schéma příjmu živin kukuřice (Hruška, 2012)

3.1.10 Plevelé, choroby a škůdci v porostech kukuřice

Skládanka a kol. (2014) uvádějí, že: „Kukuřice má vzhledem ke svému pomalému počátečnímu vývoji a pěstování v širokých řádcích, velmi nízkou konkurenční schopnost vůči plevelům. Plevelé škodí mimo konkurenci o vodu, živiny a světlo také tím, že snižují teplotu půdy a zpomalují počáteční růst. Pokud se dostanou do sklizené píce, snižují její kvalitu i příjem zvířaty. Mezi dominantní plevelé v kukuřici patří pozdně jarní, zejména laskavec srstnatý (*Amaranthus retroflexus*), merlík bílý (*Chenopodium album*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), a lilek černý (*Solanum nigrum*). V poslední době působí stále větší problémy jedovatý durman obecný (*Datura stramonium*), který dokáže i v pozdním vzejití v červnu vytvořit velké množství biomasy, která znehodnocuje kukuřičnou siláž. Významné mohou být i vytrvalé plevelé, zejména pýr

plazivý (*Elytrigia repens*) a pcháč oset (*Cirsium arvense*). V současnosti jsou plevely v kukuřici hubeny téměř převážně pomocí herbicidů, u ekologicky hospodařících podniků je to mechanickými zásahy (plečkováním)“ (Skládanka a kol, 2014). Z ekologického důvodu dochází v současnosti k přesunu termínu aplikace z původně preemergentního na termín postemergentní (Smutný, 2016). Účinnost všech preemergentních herbicidů je omezena za suchého počasí, hrudovitostí povrchu půd a výskytem posklizňových zbytků. Postemergentní herbicidy jsou aplikovány od vzejití do 8. listu kukuřice. Výhodou postemergetní aplikace, kde známe druhové spektrum plevelů na daném pozemku, je možnost volit odpovídající herbicid (Smutný, 2016).

Podle Hejduka (2015) je nejvýznamnějším škůdcem kukuřice v České republice zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*). Je to hnědožlutý motýl s rozpětím křídel do 30 mm. Jeho housenky vyžírají dřev stébla, větve i palice a způsobují snížení výnosu. Ochranou je aplikace insekticidů a biologická ochrana pomocí chalcidek. Zásadní je rozdrčení a zapravení posklizňových zbytků, ve kterých přezimují kukly. Dalším významným broukem je bázlivec kukuřičný (*diaprotica virgifera*), jehož larvy se živí kořeny. Problémem po výsevu mohou být také larvy kovaříků zvaní drátovci (*Elateridae*), kteří vyžírají klíčící obilky a později poškozují kořeny a báze rostlin do stádia 4. Listu.

Z chorob se nejvíce vyskytuje sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*), která vytváří na jednotlivých orgánech (nejčastěji na palicích) hálky, které jsou ke konci vegetace vyplněny černými sporami s mazlavou konzistencí. Nebyla prokázána produkce mykotoxinů touto houbou, ale dochází ke snížení kvality siláží. Nejvážnější problémy způsobují houby (zejména rod *Fusarium*), které vytváří jedovaté sekundární metabolity označované jako mykotoxiny (Skládanka a kol., 2014).

3.2 Zakládání porostu kukuřice

Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality, neboť jak uvádí chyby při zakládání porostu lze jen velmi obtížně korigovat následnými opatřeními (Zimolka, 2008).

Hejduk (2014) uvádí, že: „Předseťové zpracování půdy se musí provést kvalitně, protože to rozhoduje o kvalitě založení a dynamice růstu porostu. Je nutné dbát pravidla, že ornice by měla být zpracována o 2 – 3 cm hlouběji, než se bude provádět setí kukuřice.“

Kukuřice se zařazuje v osevním postupu většinou mezi dvě obilniny, zejména, je-li hnojená statkovými hnojivy. Je po sobě snášenlivá, nicméně opakované pěstování na stejném pozemku zvyšuje problémy se zhutněním půdy (sklizeň těžkou mechanizací) a s rozvojem chorob, škůdců a plevelů. Seťové lůžko se připraví v hloubce 0,03 – 0,07 cm (na lehčích a sušších půdách hlouběji); (Skládanka a kol., 2014).

3.2.1 Systémy zpracování půdy a příprava pro setí

Systémy zpracování půdy a s ním související zakládání porostů, je důležitou složkou pěstebních technologií všech plodin. Pro kukuřici se nabízí v současné době široký výběr technologických postupů. Přitom volbu pracovních postupů je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků, stavu půdy po sklizni předplodiny i dalším faktorům (Zimolka, 2008).

Systémy zpracování půdy a zakládání porostů jsou v posledních letech podrobovány kritické analýze s cílem zvýšit úroveň péče o půdní prostředí a zlepšit podmínky pro tvorbu výnosu plodin, omezit nežádoucí poškozování půdní struktury, omezit erozi půdy i kontaminaci podzemní i povrchové vody snadno pohyblivými formami živin. Tyto i další přínosy jsou očekávány od ochranného zpracování půdy. Kromě snahy o zlepšování péče o půdu a porosty plodin je významnou motivací zvýšeného zájmu o ochranné technologie úsilí o snižování nákladů na zpracování půdy. Vzhledem k vysoké energetické náročnosti konvenčního zpracování půdy s orbou mohou zjednodušené postupy zpracování půdy, založené na mělkém kypření, přispět ke snížení nákladů na jednotku produkce, jestliže při jejich uplatňování nedojde k výraznějšímu snížení výnosů plodin (Mašek, 2015).

Autor dále říká, že zpracováním se má půda upravit do stavu, kdy plodinám jsou poskytovány dobré stanovištní podmínky pro růst i vývoj se současným požadavkem na minimalizaci negativních dopadů na kvalitu půdy. Zájem o důsledky hospodaření na půdě by měly být trvalým zájmem toho, kdo na ní hospodaří.

Mašek a kol. (2015) používají pro označení postupů zpracování půdy, které zahrnují různou hloubku, intenzitu i odlišný způsob kypření půdy a zacházení s rostlinnými zbytky, následující třídění:

1. **„Konvenční zpracování půdy** založené na každoročním zpracování půdy radličnými pluhy, kdy dochází k zapravování rostlinných zbytků a plevelů do půdy. Půda se

pluhem drobí, mísí, kypří a obrací. Předseťová příprava a setí se uskutečňuje buď v oddělených operacích, nebo se operace předseťové přípravy a setí spojují. Při oddělených operacích se pro předseťovou přípravu půdy využívají především kombinátory. Pro spojené operace předseťové přípravy půdy převládá využívání strojů s poháněnými pracovními nástroji ve spojení se secím strojem. Při setí je možné použít radličkové secí botky s tupým úhlem vnikání do půdy.

2. **Konzervační (půdoochranné) zpracování půdy bez orby**, kde není používán pluh a orba je nahrazena mělkým kypřením bez obracení zpracovávané vrstvy půdy. Základním strojem je zde kypřič, u kterého mohou být voleny různé pracovní nástroje kypřičů v závislosti na různém stupni zapravení rostlinných zbytků či jejich ponechání na povrchu půdy. Rostlinné zbytky zůstávají na povrchu půdy a v povrchové vrstvě. Povrch půdy by měl být pokud možno celoročně pokryt rostlinnou biomasou.
3. **Přímé setí**, kdy odpadá jakékoliv zpracování půdy a setí se uskuteční přímo po sklizni hlavní plodiny. Odpadá tedy jakýkoliv předchozí mechanický zásah do půdy. K zakládání porostů se používají speciální secí stroje, které jsou schopny zapravit osivo do nezpracované půdy. Při přímém setí se také v daleko větší míře využívají herbicidy k boji proti plevelům“.

Jinou terminologii hlavních skupin technologií ochranného zpracování půdy vycházejícího z klasifikace Soil Science Society of America, uvádějí Baker a kol., (1996):

- **„Conservation-tillage** (půdoochranné zpracování půdy) zahrnuje různé způsoby zpracování půdy bez orby i přímé setí do nezpracované půdy. Významným znakem je, že nejméně 30 % povrchu je pokryto rostlinnými zbytky.
- **Minimum-tillage** (minimální/redukované zpracování půdy) se vyznačuje minimalizací operací při zpracování půdy.
- **No-tillage** (bez zpracování půdy). Ekvivalentem je označení **direct-drilling** případně **zero-tillage**. Půda se před setím vůbec nezpracovává, seje se speciálním secím strojem a na povrchu půdy zůstává 80 až 100 % rostlinných zbytků.
- **Strip-tillage** (zpracování půdy v pásech), je označení technologií pro zpracování půdy v úzkých pásech, do nichž se ukládá osivo. Mezi jednotlivými pásy je půda nezpracovaná.

- **Ridge-tillage/Ridge-till** (zpracování půdy s vytvořením hrůbků). Tento systém je vhodný pro pěstování širokořádkových plodin, jako například kukuřice, kdy hrůbky mohou na poli zůstat i několik sezón a využijí se při pěstování monokultur“.

3.2.1.1 Konvenční zpracování půdy

Mašek a kol. (2015) říkají: „Pro konvenční zpracování půdy je v našich podmínkách typické každoroční opakované kypření a obracení ornice radličným pluhem. Jedná se o tradiční postupy založené na využívání časového odstupu mezi operacemi základního a předset'ového zpracování půdy (potlačování plevelů, dostatečné přirozené slehávání půdy v době mezi orbou a setím). V dnešním pojetí však zahrnujeme do konvenčního zpracování půdy i v současné době běžné spojování pracovních operací, například spojení orby s drcením hrud nebo podpovrchovým utužením půdy, spojení operací předset'ové přípravy půdy či spojení předset'ové přípravy půdy se setím. Konvenční zpracování půdy s orbou, jako stěžejní operace, je dlouhodobě ověřeno a jeho využívání je motivováno snahou o výnosovou jistotu i při méně příznivém počasí“.

„Orba zajišťuje „čistý stůl“, zapravuje rostlinné zbytky předplodiny i vytvořenou rostlinnou hmotu meziplodin. Tím se spolu se zaklopením vzešlých plevelů a vzešlého výdrolu předplodiny, připraví podmínky pro bezproblémové setí, ne ovšem vždy. Problémy vznikají se setím do hrudovité ornice po set'ové orbě na těžkých, obtížně zpracovatelných půdách. S orbou za nepříznivých podmínek je spojena nadměrná spotřeba nafty a ztráta času, což společně představuje nežádoucí růst nákladů. Při orbě za vlhka se zhutňuje dno brázd a to přispívá k tvorbě zhutnělé vrstvy s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi půdy v podorničí. Zaklopení rostlinných zbytků do půdy zvětšuje riziko eroze nakypřené půdy. Orba, obdobně jako jiné způsoby hlubšího kypření půdy, uvádí zpracovávanou část ornice do nestabilního stavu, kdy je půda velmi málo odolná vůči stlačování při přejezdech mechanizačních prostředků. Vytváří se paradoxní situace: orbou se nakypří půda, často zhutnělá po sklizni předcházející plodiny. Za cenu vysoké spotřeby energie se však vytvoří situace, která přispívá k rychlému návratu půdy do nepříznivého stavu, pokud nedodržíme zásadu minimalizace přejezdů po nakypřené půdě, zvláště při vyšší půdní vlhkosti“ (Skalický, 2004).

3.2.1.2 Půdoochranné zpracování půdy

Smutný (2016) uvádí, že v českých podmínkách je třeba půdoochranné technologie chápat jako technologie chránící půdu. Půdoochranné (konzervační) způsoby zpracování půdy mají především za cíl udržet a rozvíjet v půdě všechny procesy vedoucí k zabezpečení půdní úrodnosti a současně vytvářet vhodné půdní prostředí pro růst a vývoj polních plodin (Šimon a kol., 1999). Podle Sommera a Zacha (1990) je ochranné zpracování půdy založeno na dvou hlavních ideách:

1. „Redukovat intenzitu základního zpracování půdy bez obracení zpracovávané vrstvy půdy se snahou o dosažení stabilní půdní struktury.
2. Ponechat rostlinné zbytky předplodin a meziplodin blízko povrchu půdy nebo přímo na povrchu půdy. Při tomto cíleném využívání většího množství rostlinných zbytků hovoříme o výsevu do mulče“.

Dalším důležitým poznatkem pro používání konzervačních technologií zpracování půdy byl poznatek, že intenzivní zpracování půdy zhoršuje půdní strukturu. Zvýšená mineralizace při prováděné orbě pluhem vede k odbourávání organické složky půdy se všemi negativními následky, které tento jev vyvolává. Krause a Wieneke (1978) uvádějí, že obsah organické složky v půdě na daném pozemku klesl po 40 letech intenzivního zpracování půdy z počátečních 3,5 % na sotva 1,5 % (Rybka a kol., 2011).

Charakteristickým znakem půdoochranných technologií zpracování půdy je ponechání zbytků předplodin nebo biomasy meziplodin na povrchu půdy nebo pouze mělké zapravení těchto rostlinných zbytků do půdy. Johnson (1988) definuje půdoochranné (konzervační) zpracování půdy jako systém, při kterém po zasetí plodiny zůstává nejméně 30 % povrchu půdy pokryto rostlinnými zbytky. Rostlinné zbytky na povrchu půdy a v povrchové vrstvě půdy přispívají k omezení vodní a větrné erozi půdy. Wischmeier a Smith (1978) uvádějí, že každé zvýšení pokryvnosti půdy o 10 % sníží erozi půdy o 20 %. Johnson (1988) shrnuje poznatky několika autorů a konstatuje, že pokrytí 20 % až 30 % povrchu půdy snižuje vodní erozi o 50 % až 90 % v porovnání s holým povrchem půdy (Agrojournál, 2015).

Ochranné zpracování půdy je založeno na těchto základních principech (Skalický, 2004):

- „Záměrným využíváním zbytků předplodin a biomasy meziplodin na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice se půda chrání před vodní a větrnou erozí, před rozplavováním strukturních agregátů, před neproduktivním výparem vody a přehříváním půdy v letním období.
- Prodloužením období, po které je půda pod rostlinným krytem, se snižuje riziko vyplavování snadno pohyblivých forem živin, především dusíku do spodních vod.
- Postupy konzervačního zpracování půdy jsou spojeny se širším využíváním meziplodin, které využívají zbytek dusíku v půdě po předchozí plodině a váží jej ve své biomase.“

3.2.1.3 Výhody a nevýhody různých způsobů zpracování půdy

Jedním již z výše uvedených, je konvenční zpracování půdy. Mašek a kol (2015) říkají: „Tento způsob zpracování půdy je založený na urovnání pozemků na jaře - s využitím smyku a bran případně kompaktoru a následně setí secím strojem. Výhodou tohoto systému je:

- dobré zapravení organických hnojiv, posklizňovýc zbytků, fyto-sanitární účinek
- urovnání pozemku, pokud byla předplodina sklizena za mokra (zaorání kolejí),
- provzdušnění půdy – dobrá mineralizace, zasakování zimní vláhy,
- možnost časnějšího vstupu na jaře (oproti podmítce), rychlejší prohřátí půdy,
- využití stávající mechanizace“.

„Nevýhodou tohoto systému je pracnost, nároky na pracovní sílu a čas, na pohonné hmoty, na lehkých půdách provzdušnění půdy a tedy plýtvání vláhou, na svažitéch pozemcích vyšší náchylnost k erozi. Základem je opakovaná podmítka na podzim po sklizni předplodiny. Důležité je prohlubování půdy nejméně jednou za 3 roky“ (Kačicová, 2006).

Způsob zpracování půdy	Odtok vody [mm]	Ztráta půdy [t/ha]
Konvenční s orbou	6,0	2,3
Kypření dlátovým kypřičem a talířovým podmítačem	2,7	0,3
Mělké kypření talířovým podmítačem	0,1	Stopy
Bez zpracování půdy	0	0

Tab. 1 Vliv různých způsobů zpracování půdy na odtok vody a odnos půdy na svahu 12° (Moldenhauer, 1985)

Stroj pro zpracování půdy	Rostlinné zbytky na povrchu půdy [%]
Pluh	0–7
Talířový podmítač	60
Dlátový kypřič	75
Radličkový kypřič	65

Tab. 2 Vliv zpracování půdy na rostlinné zbytky (Hůla, Mayer, 1999).

Výhodou minimalizace je:

- provedení úkonu v optimálním termínu (zajišťují výkonné stroje)
- snadnější zpracování půdy (bez velkých hrud)
- menší potřeba pracovní síly
- úspora vláhy v aridních oblastech a na lehkých půdách

Nevýhodou i výhodou tohoto způsobu zpracování půdy je množství posklizňových zbytků, které zůstávají na povrchu, z toho vyplývá nutnost vybavení speciálními secími stroji. Tyto zbytky rostlin účinně snižují náchylnost půdy k erozi, ale jsou živnou půdou pro choroby a škůdce. „Nevýhodou mělkého zpracování půdy je také pomalejší mineralizace a opožděný vstup na pozemek na jaře. Tento způsob zpracování půdy klade vysoké nároky na dodržení technologické kázně ze strany agronoma (to, co orba schová, podmítka ukáže). Nedodržení

systému se projeví nejen nekvalitním založením porostů, ale také výskytem vytrvalých plevelů, pýru a pcháče, větší náchylností k chorobám a škůdcům u následných plodin. Proto je součástí systému použití Glyphosátu v meziorostním období (účinná likvidace plevelů, přerušení zeleného mostu). Úspora pohonných hmot je mnohdy diskutabilní. Pokud minimalizaci provádíme jako systém, musíme provést na podzim podmínky několik, tu poslední dostatečně hlubokou nejméně 0,15 m. Na jaře podle druhu půdy a průběhu zimy, můžeme půdu zpracovávat mělce podmítačem (do hloubky setového lůžka), branami nebo kompaktozem, na lehkých půdách až těsně před setím (úspora vláhy)“ (Kačicová, 2006).

3.3 Vzcházení kukuřice







Kontrola a sledování růstových a vývojových procesů kukuřice, je z pěstitelského hlediska důležitá činnost. Popis a rozdělení na dílčí růstové fáze udává následující tabulka č. 3.

Kód DC	Popis	Kód DC	Popis
0	Klíčení	51	Začátek metání lat
5	Objevení primárního kořínku	53	Objevení se vrcholu laty
7	Objevení koleoptile	55	Lata vysunutá z obalových listů
9	Délka koleoptile 2,5 cm	59	Konec metání - lata plně vyvinutá
10	Vzcházení	60	Kvetení lat
11	Koleoptile proniká nad povrch půdy	61	Začátek prášení ve střední části laty
15	První zárodečný list vytvořen	65	Začátek všech prašníků
19	Druhý list rozvinut	70	Kvetení blizen
20	Růst listů	73	Objevení se špiček blizen
23	Plné rozvinutí 5. listu	75	Nitky blizen venku z klasu
25	Rozvinutí 7. listu	79	Blizny zaschlé
27	12. a další listy rozvinuty	80	Zralost
30	Prodlužovací růst	82	Mléčná zralost
32	Vytvoření 1. kolénka	84	Vosková zralost
35	3. kolénko	85	Fyziologická zralost
36	4. kolénko	87	Sklizňová zralost
50	Metání	89	Konečná fáze - sláma suchá


Tab. 3 Stručná charakteristika růstových fází kukuřice DC (přepřacováno podle Zimolka a kol. 2008)

3.3.1 Vývoj porostu kukuřice po vzejtí

Kukuřice je subtropická rostlina, která má vyšší nároky na teplotu než travní porosty a jiné víceleté pícniny, uvádí Hejduk (2015). Po vzejtí porostu se nadzemní orgány vyvíjí pomalu. Za přibližně 60 dnů po výsevu začíná období metání lat a kvetení. V této době vyžaduje kukuřice největší množství vláhy a živin a je citlivá na vysoké teploty (Zimolka, 2008). Uvolňování pylu z laty trvá 4 - 8 dnů, ale blizna blizny je schopna přijímat pyl až po dobu 25 dnů. Optimální vzházení kukuřice uvádí ve svých schématech Hejduk (2015). Dokládám ho v obrázku č. 3 a č. 4.

					
Setí, vzházení, první list	2-3 listy	4-5 listů	8-10 listů, základy generativních orgánů	12-14 listů, listy překrývají meziřadí	Viditelná lata, ukrytá v listech
SET=80±20 podle data setí, teploty a vlhkosti půdy			Na vytvoření každého nového listu je potřebná SET=44		Do květu blizen zůstává SET=220
		Definitivní počet rostlin	Počet řad na palici		Počet zrn v řadě
✓Nad povrchem půdy koleoptyl ✓První primární kořeny	✓Rostlina je stále vyživovaná hlavně z vlastních zásob ✓Růstový vrchol je ještě pod povrchem půdy	✓Nové sekundární kořeny	✓Zřetelně viditelných 50% listů ✓Vytvořené základy laty a palice ✓Začíná prudký prodlužovací růst	✓Listový index se blíží k 1 (listová plocha=1ha)	✓Prodlužují se stopky palic ✓Rozhoduje se o definitivním počtu vajíček vhodných pro opylení
Diferenciace a tvorba listů			Tvorba vajíček a opylení		
Růst listů a kořenů			Růst listů, kořenů a stonků		

Obr. 3 Vzházení kukuřice část 1 (Hejduk, 2015)



Květ lat a blizen	Začátek nalévání zrna	Tvorba sklovitého obalu na zrně	Zrno dosahuje vlhkosti 50%	Zrno dosahuje vlhkosti 45%	Zrno dosahuje vlhkosti 32%
R SET=825-875 SR SET=875-980 SP SET=975-1000 P SET=1000-1050	SET=250 po odkvětu blizen	Na každé % přírůstku sušiny je potřebná SET=20-24	SET=600-675 po odkvětu blizen	SET=640-700 po odkvětu blizen Na snížení vlhkosti zrna o 1% je třeba SET=18-22	SET=850-950 po odkvětu blizen v závislosti na ranosti hybridu
<ul style="list-style-type: none"> ✓V prašnicích začíná tvorba pylu ✓Listy ukončily růst ✓Listový index dosahuje maximální hodnoty 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Definitivní počet zrn ✓Začátek mléčné zralosti, vlhkost zrna okolo 80% ✓Max. výška rostlin ✓Vegetativní část dosahuje největšího podílu na celé rostlině 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Ukládání škrobu v zrně ✓Mění se struktura endospermu ✓Na zrně je viditelná mléčná čára ✓Přechod do voskové-mléčné zralosti, sušina celé r. 25-35% 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Zpomalení procesu nalévání zrna ✓1/3 zrna je ještě v mléčném stadiu ✓Sušina celé r. okolo 32% 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Zrno dosahuje 75-80% své hmotnosti ✓Listový index rychle klesá ✓Výnosový potenciál celé rostliny dosahuje maxima 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Fyziologická zralost ✓Hmotnost zrn dosahuje maxima ✓Endosperm zrna je moučnatý až sklovitý
Opylení	Tvorba zrn				
Ukládání asimilátů do zrna					

Obr. 4 Vzcházení kukuřice část 2 (Hejduk, 2014)

3.4 Sklizeň silážní kukuřice

„Sklizeň porostů kukuřice se zpravidla orientuje podle jejího cílového využití.“ Kukuřice na silážní účely se sbírají při obsahu sušiny okolo 30 % - tato hodnota může být ovlivněná samotným hybridem a ročníkem, celková procentuální hodnota by však neměla ve zvýšené míře překračovat 30 - 32 % (Hejduk, 2014).

Vegetaci mohou předčasně ukončit časně podzimní mrazíky, které přichází ve vyšších polohách často již na počátku září. Obvykle v této době není dosažen uspokojivý výnos a kvalita píce (nízký obsah sušiny i nedostatečná akumulace škrobu). Zmzlou silážní kukuřici je třeba co nejrychleji sklídit, jinak hrozí rozvoj plísní a zdravotní problémy zvířat (Skládanka, 2015).

Sklizeň začíná zpravidla v září a rozhodující pro její zahájení je sušina celých rostlin. Jak uvádí Hejduk (2008), optimální obsah sušiny kukuřice, sklizené na siláž je 28 – 33 %, u pomalu dozrávajících odrůd (stay green hybridy), je to 33 – 35 %. Při nižší sušině než 28 % není dostatečně využit výnosový potenciál rostlin a vznikají ztráty odtokem silážních šťáv. Při vyšší sušině se snižuje stravitelnost, zvyšují se konzervační ztráty, píče se obtížně hutní a zvyšuje se výskyt plísní (*Fusarium*) a následně mykotoxinů v píci.

Podle Zimolky (2008) a Hejduka (2014), se ke stanovení optimálního termínu sklizně silážní kukuřice v dnešní době doporučuje využití sumy efektivních teplot podle ranosti hybridů a výrobních oblastí. Při sklizni je nutno použít rezačky, které jsou schopny rozdrtit zrna, v nichž je uloženo rozhodující množství energie ve formě škrobu. Při nedokonalém narušení prochází zrna zaživačím traktem zvířat a objevují se ve výkalech. Kukuřice patří mezi nejsnáze silážovatelné pícniny, přesto je vhodné využít biologické konzervační prostředky (bakterie mléčného kvašení), díky nimž dochází k omezení fermentačních ztrát.

Zralost	obsah sušiny (%)	Obsah v sušině (%)		
		N-látky	vodorozpustné cukry	škrob
Voskově mléčná	25	9,5	12	26
Mléčně vosková	30	9	9	29
Vosková	35	8,5	4	34
LKS optimální	55	5,5	2,5	45
LKS pozdní sklizeň	nad 60	5	2	45

Tab. 4 Obsah živin v píci kukuřice při různých fázích zralosti (Podle Prokeš, 2006)

V tabulce č. 4 jsou vidět obsahy živin v píci kukuřice v podle fází zralosti. Výnosy sušiny silážované píče dosahují v ČR v průměru 10 - 12 t/ha, ale dobří pěstitelé dosahují výnosů přes 15 t/ha. V poloprovozních pokusech přesahují maximální výnosy u některých hybridů 25 t/ha. Podíl palic na celkovém výnosu sušiny činí 45 – 55 %, obsah škrobu v sušině siláže 25 – 33 % (Skládanka a kol., 2014).

4 MATERIÁL A METODIKA

Výzkum byl zaměřen na problematiku technologií zpracování půdy u kukuřice. V rámci experimentální části byl založen pokus v Pusté Rybné, kde vybraných 5 pozemků patří ZD Mezilesí, které na nich hospodaří. Na těchto pozemcích byla zasetá kukuřice po různých způsobech zpracování půdy.

4.1 Charakteristika pokusné lokality

Obec Pustá Rybná se rozkládá v údolí řeky Svratky, 50 km jihovýchodně od krajského města Pardubice pod západními vrcholky Ždárské vrchoviny. Leží v Pardubickém kraji v okrese Svitavy. Obcí s rozšířenou působností je Polička. Sousedí s obcemi Telecí, Březiny, Borová, Krásné. V současné době je katastrální výměra obce 13,96 km². Charakteristickou zástavbou obce jsou rodinné domy se sedlovými střechami. Velkou část katastru tvoří louky a smíšené lesy. Pozemky obce jsou kopcovitého rázu v průměrné výšce 605 m. n. m. Ke dni 1. 1. 2014 zde žilo 167 obyvatel. Zdejší přírodní podmínky jsou sice podprůměrné (nadmořská výška a sklonitost pozemků snižují produkční schopnost půd), pro některé zemědělské komodity a činnosti je však přesto území Poličska optimální (produkce brambor, olejnin, pastevní chov skotu). Po složitém období transformace se zemědělství kraje (Vysočina) i nadále vyznačuje velkovýrobním způsobem hospodaření. Většina zemědělských podniků se zaměřuje na kombinaci rostlinné a živočišné výroby, větší specializaci je možno sledovat u menších výrobních jednotek samostatně hospodařících rolníků. Základní údaje u regionu znázorňuje tabulka č. 5.

Charakteristika regionu	mírně chladný, vlhký
Suma teplot nad 10 °C	2000-2200
Průměrná roční teplota	5,6 °C
Průměrný úhrn srážek (mm)	700-800
Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	0 - 15
Vláhová jistota ve vegetačním období	>10

Tab. 5 Základní údaje o pokusné lokalitě (BPEJ, 2016)

4.1.1 ZD Mezilesí

Zemědělské družstvo Mezilesí hospodaří na pozemcích v okolí Poličska. Více jak 90 % výměry družstva spadá do chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy. Hydrologicky se obvod družstva nachází v povodí řeky Svratky, která je součástí povodí řeky Moravy, čímž je družstvo zařazeno do III. pásma hygienické ochrany /PHO/. Nejdůležitějším odvětvím je chov skotu a výroba mléka. Celkové počty zvířat udává tabulka č. 7. Úkolem rostlinné výroby je zajistit dostatečné množství kvalitních krmiv pro živočišnou výrobu. Celkovou výměru pozemků, na kterých ZD Mezilesí hospodaří, udává tabulka č. 4. V roce 2014 byla zprovozněna bioplynová stanice o výkonu 750 kw. Použité materiály do této bioplynové stanice jsou vypsány v tabulce č. 8.

Tab. 6 Rostlinná výroba ZD Mezilesí

Plodiny na orné půdě (osevní plán 2016)	
Pšenice ozimá	144,26 ha
Řepka ozimá	90,78 ha
Žito do BPS	95,24 ha
Ječmen jarní	40,97 ha
Oves	15,65 ha
Kukuřice na siláž	179,70 ha
Brambory konzum	8,50 ha
Jetelotrávy na orné půdě	127,00 ha
Celkem orná půda	702,10 ha
TTP	548 ha
Celková výměra	1198 ha

Tab. 7 Živočišná výroba ZD Mezilesí

Celkové počty zvířat k 1. 3. 2016	
Telata do 3 měsíců	69 ks
Telata od 3 měsíců	72 ks
Jalovice do 2 roku	250 ks
Skot výkrm	128 ks
Dojnice	318 ks
Jalovice vysokobřezí	36 ks
Celkem kusů	873 ks

Tab. 8 Použité materiály do bioplynové stanice

Použité materiály do bioplynové stanice	
Kejda od dojnic	20 m ³ /den
Siláž žito	6 t/den
Siláž kukuřice	10 t/den
Travní senáže	20 t/den

4.1.2 Vymezení pokusné lokality

Na obrázku č. 5 jsou barevně vyznačená pozemky, na kterých probíhaly pokusy. Na variantě č. 4 bylo provedeno přímé setí do mulče s digestátem. Na variantě č. 1 bylo provedeno přímé setí do mulče bez digestátu. Na variantě č. 2 bylo provedeno mělké kypření. Varianta č. 5 byla hluboké kypření a na variantě č. 3 byla provedena jarní orba. Vybrané pozemky byly z hlediska půdy stejné.



Obr. 5 Vymezení pokusné lokality

4.1.3 Půdní charakteristika

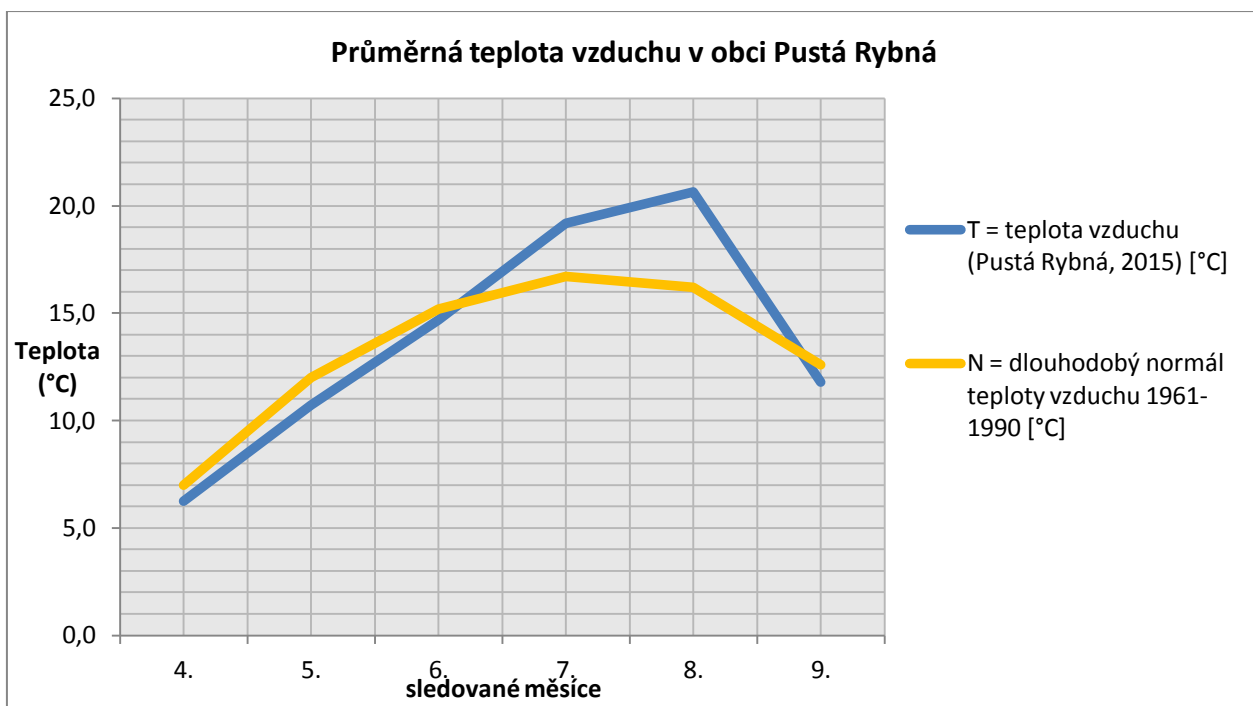
Sledované pozemky se nacházejí v bramborářské výrobní oblasti. Nejrozšířenější v této lokalitě jsou hnědé půdy (kambizemě). Vznikly převážně na zvětralinách žul a rul. Tyto půdy jsou spíše mělké s vyšším obsahem skeletu. Tabulka č. 9 udává přesnou půdní charakteristiku Pusté Rybné.

Tab. 9 Půdní charakteristika pokusné lokality (BPEJ)

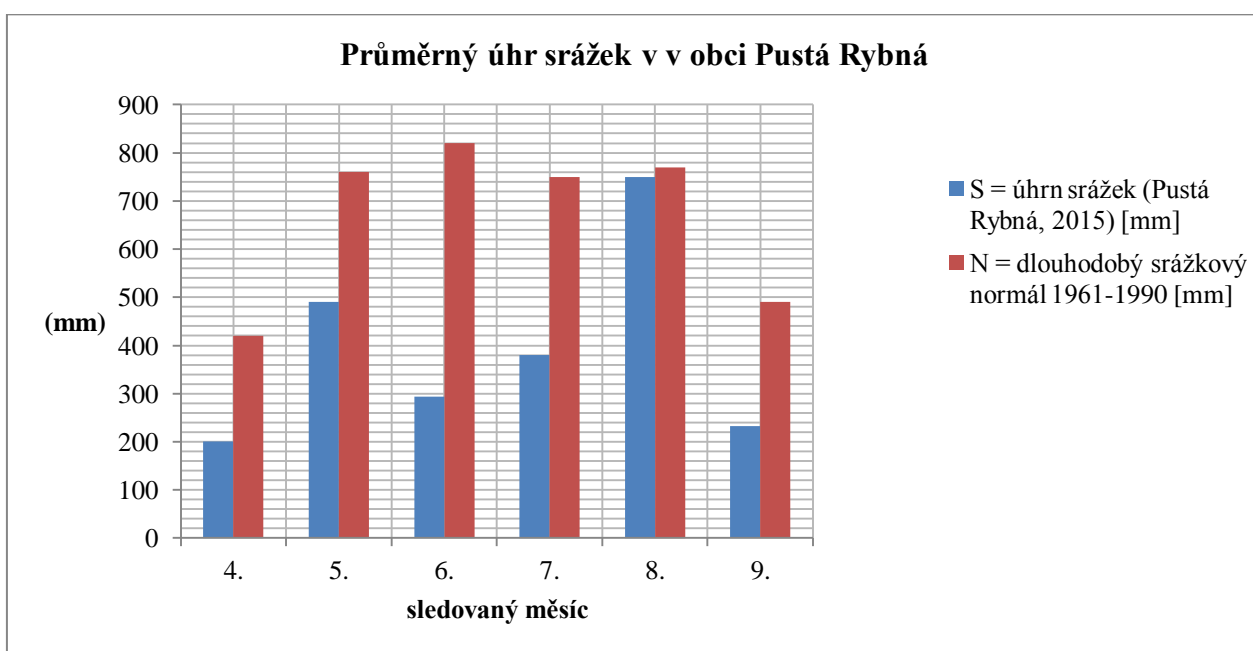
Genetický půdní představitel	kambizem dystrická (KAd), kambizem modální mesobazická (KAma'), kambizem arenická (KAr), kryptopodzol modální (Kpm), kryptopodzol arenický (KPr) - včetně slabě oglejených variet
reliéf	vrchovinný
hloubka půdy	středně hluboká až hluboká
mocnost ornice	mělká až středně hluboká
mocnost humusového horizontu	shodná s ornici
struktura	ornice drobtovitá - zrnitá, hlouběji bez struktury
půdotvorný substrát	37, 38, 40, 41, 42, 43
skeletovitost	bez skeletu až středně skeletovitá
vláhové poměry	příznivé s výjimkou vlhkých oblastí
oglejení	slabší projev v horní polovině půdního profilu
Kategorie sklonitosti:	mírný sklon
Kategorie expozice:	jih (jihozápad až jihovýchod)

4.1.4 Počasí ve zkoumaném období

Rok 2015 se v Pusté Rybné vyznačoval mimořádně vysokými teplotami vzduchu a velmi dlouhými obdobími bez srážek, což způsobilo silný výskyt zemědělského sucha. Důsledkem bylo dlouhodobé vadnutí a zastavení růstu a vývoje kukuřice, což ještě často umocňovala kvalita půdy, mocnost orničního profilu, zásobení půdy živinami a stupeň zaplevelení porostu. Výsledkem bylo velmi vysoké snížení výnosu kukuřice na siláž. Pro porovnání průměrné teploty jsem vlastním šetřením zjistil dlouhodobý normál teploty vzduchu od roku 1961 – 1990 ve sledované oblasti a porovnal data s teplotami naměřenými v meteorologické stanici Svratouch (nejbližší meteostanice u Pusté Rybné). Z grafu č. 1 je patrné, že v červenci a v srpnu byly teploty nadprůměrné.



Graf 1 Průměrná teplota vzduchu v pokusné lokalitě



Graf 2 Průměrný úhrn srážek v pokusné lokalitě

Graf 2 znázorňuje porovnání průměrného úhrnu srážek ve sledované lokalitě s dlouhodobým srážkovým normálem. Je z něj jasně patrné, že ve všech měsících byly srážky podprůměrné. Může se zdát, že v srpnu více přišlo, ale dle zasláných dat, přišlo pouze 16., 17. a 18. srpna a

to 78,5 mm celkem. Půda byla již natolik vyschlá, že dešťové srážky se nestihly absorbovat a byl velký povrchový odtok. Jak uvádí Boček (2015), vlivem červencového a srpnového sucha, které skončilo až frontálními srážkami 16. a 17. srpna, je jisté, že letos se nedosáhlo vysokých výnosů, jako v minulých letech. Kukuřice má největší nároky na vodu a živiny od poloviny června do konce srpna. Výsledkem bylo velmi vysoké snížení výnosu kukuřice na siláž. U kukuřice je na základě odhadu sklizně ČSÚ k 14. říjnu propad úrody přibližně třetinový (Zemědělec, 2015).

4.2 Charakteristika pokusu

V rámci pokusu bylo založeno 5 variant různého zpracování půdy u kukuřice seté, které jsou popsány v kapitole 4.2.3 – 4.2.7. Pokus začal sklizní předplodiny 20. 7. 2014 a skončil sklizní kukuřice 2. 10. 2015. Na pozemky jsem v pravidelných intervalech dojížděl, sbíral data a pořizoval fotografie. Tyto data byly dále vyhodnoceny matematicko-statistickými výpočty a upraveny do grafů a tabulek. Fotografie byly zpracovány v programu CorelDRAW X5 do sledu růstu nadzemní hmoty.

Vzorky jsem odebral podle náhodného výběru. Pro získání reprezentativního vzorku jsem si rozdělil na mapě pozemky a náhodně jsem vybral místa na každém poli. Vyhledal jsem si souřadnice GPS a tam pak odebral pět rostlin. Při odběru jsem provedl fotodokumentaci. Tímto způsobem jsem postupoval u všech sběrů dat.

Rostliny jsem odřízl těsně nad zemí. V mokřém stavu jsem je zvažil na laboratorní váze VIBRA SJ-420CE. Poté jsem rostliny rozložil a nechal vyschnout. Vážení jsem provedl i v suchém stavu. Data jsem pak statisticky spočítal, abych zjistil průměrnou hmotnost jedné rostliny.

4.2.1 Hybrid AMBROSINI

V pokusu s kukuřicí, v němž byly porovnávány různé způsoby zpracování půdy, byla použita odrůda AMBROSINI. Jedná se o velmi raný hybrid (FAO 220/220) a dostal se do popředí zájmu chovatelů vysokoprodukčních dojníc ihned po prvním roce pěstování. Je nejvýnosnějším hybridem velmi raného sortimentu v průběhu zkoušení ÚKZÚZ v letech 2008–10 s průměrným výnosem sušiny téměř 19 t/ha.

„Ranost hybridu AMBROSINI dovoluje naplánovat dřívější sklizeň v případě nedostatku siláže z předešlé sklizně kukuřice. Velmi vhodné je v řepařské oblasti také jeho využití k setí po sklizené ozimé meziplodině (např. GPS hybridního žita) v druhé polovině května, kdy umožňuje získat druhou kvalitní sklizeň v roce na tomtéž pozemku. Ve všech oblastech pěstování vyniká AMBROSINI rychlým ukládáním škrobu do zrna, což je velice důležitá vlastnost především v chladných oblastech a v chladných ročnících. Palice přirozeně dozrávají na zdravých zelených rostlinách, což udržuje porosty v optimální nutriční hodnotě po dobu delší než jeden týden, takže sklizňové okno hybridu AMBROSINI je dostatečně široké pro nejrozmanitější podmínky sklizně. Obsah škrobu a koncentrace energie jsou ve všech podmínkách nadprůměrné. Stravitelnost vlákniny hodnocená parametrem DINAG a DMS patří k nejvyšším v celém zkoušeném velmi raném sortimentu“ (ÚKZÚZ 2009–10) – viz Zemědělec č. 47/2011.

Na stravitelnosti NDF se podílí nadprůměrné bohaté olistění vzrůstných rostlin dosahující 14 listů na rostlině a geneticky daný výborný zdravotní stav (Anonym, 2014).

4.2.2 Popis secího stroje

Pro založení pokusu byl použitý secí stroje AMAZONE ED 602. Základní technická data:

- pracovní záběr 6 m (8 řádků)
- přepravní šířka 3 m – sklopné, nesené v tříbodovém závěsu
- maximální počet secích agregátů – 8 ks
- podtlakový systém jednocení zrn s optickou kontrolou každé výsevní sekce
- vzdálenost zrn v řádku – variabilní od 3,1 cm do 86,9 cm
- objem centrálního zásobníku na hnojivo 1100 l
- variabilní dávka hnojiva od 50 kg do 550 kg/ha

Vlastní setí spočívá v principu ventilátorem nasávaného vzduchu. Poskytuje značné výhody, protože jednocení zrna probíhá mechanicky pomocí kartáčku téměř nezávisle na pojezdové rychlosti a na tvaru zrna. Podtlak vzduchu přitahuje semena do otvorů v kotouči, který je pak přivádí ke kartáčku.

Otvory plní zároveň funkci míchadla. Vyčnívají nad povrch kotouče a tvoří tak jakýsi řetízek, který pohybuje osivem v zásobníku. Otvory mají kuželovité vrtání, a proto je nemohou části

zrna ucpat. Na obrázku č. 6 je fotografie mnou používaného secího stroje AMAZONE Contour.

Obr. 6 Secí agregát AMAZONE Contour



4.2.3 Metodika varianty „setí do mulče s digestátem“

V tabulce č. 10 je uveden soupis agrotechnických zásahů na variantě „setí do mulče s digestátem“.

Tab. 10 Agrotechnické zásahy na variantě setí do mulče s digestátem

Datum	Operace	Hloubka zpracování	Materiál	Dávka	Nářadí
24. 7. 2014	sklizeň ozimé pšenice	-	Tobak	-	sklízecí mlátička CLAAS LEXION
25. 4. 2014	odvoz slámy	-	-	-	samozběrací vůz PETTINGER
26. 7. 2014	aplikace digestátu	-	digestát	30 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
27. 7. 2014	podmítka (mělké kypření)	0,08 m	-	-	kypřič FARMET DISKOMAT
3. 9. 2014	aplikace chlévského hnoje	-	hnůj	23 t/ha	rozmetadlo ANNABURGER
3. 9. 2014	orba	0,25 m	-	-	pluh LEMKEN
10. 9. 2014	urovnání povrchu	-	-	-	smyky + brány
15. 9. 2014	setí žita	0,02 m	LESAN	110 kg/ha	secí stroj HORSCH
20. 4. 2015	aplikace Glyphosátu	-	CLINIC	2,5 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
27. - 28. 4. 2015	setí kukuřice	0,04 m	AMBROSINI	95000 j/ha	přesný secí stroj AMAZONE
	přihnojení pod patu	0,05 m	AMOFOS	170 kg/ha	přesný secí stroj AMAZONE
5. 5. 2015	postřik - přihnojení	-	DAM 390	150 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
8. 5. 2015	aplikace digestátu	-	digestát	25 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
18. 5. 2015	postřik - herbicid	-	ADENGO	0,44 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
2. 10. 2015	sklizeň	-	-	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR

4.2.4 Metodika varianty „setí do mulče bez digestátu“

V tabulce č. 11 je uveden soupis agrotechnických zásahů na variantě „setí do mulče bez digestátem“.

Tab. 11 Agrotechnické zásahy na variantě setí do mulče bez digestátu

Datum	Operace	Hloubka zpracování	Materiál	Dávka	Nářadí
24. 5. 2014	sklizeň ozimé pšenice	-	-	-	sklízecí mlátička CLAAS
25. 7. 2014	lisování slámy	-	-	-	lis WELKER RD
27. 4. 2014	podmítka	0,08 m	-	-	kypřič FARMET-DISKOMAT
3. 9. 2014	aplikace chlévského hnoje	-	hnůj	25 t/ha	rozmetadlo ANNABURGER
3. 9. 2014	orba	0,25 m	-	-	pluh LEMKEN EURODIAMANT
10. 9. 2014	příprava na setí (urovnání povrchu)	-	-	-	smyky + brány
15. 9. 2014	setí žita	0,02 m	LESAN	110 kg/ha	secí stroj HORSCH
16. 4. 2015	aplikace Glyphosfát	-	GLINIC	2,5 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
27. - 28. 4. 2015	setí kukuřice	0,04 m	AMBROSINI	95 000 j/ha	přesný secí stroj AMAZONE
	přihnojování pod patu	0,04 m	AMOFOS	170 kg/ha	
5. 5. 2015	postřik - hnojení	-	DAM 390	150 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
18. 5. 2015	postřik - herbicid	-	ADEN 60	0,44 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
2. 10. 2015	sklizeň	-	-	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR

4.2.5 Metodika varianty „mělké kypření“

V tabulce č. 12 je uveden soupis agrotechnických zásahů na variantě „mělké kypření“.

Tab. 12 Agrotechnické zásahy na variantě mělkého kypření

Datum	Operace	Hloubka zpracování	Materiál	Dávka	Náradí
24. 7. 2014	sklizeň ozimá pšenice	-	TOBAK	-	sklízecí mlátička CLAAS DOMINATOR
25. 7. 2014	odvoz slámy	-	-	-	sběrací vůz PÖTTINGER JUMBO
26. 7. 2014	aplikace digestátu	-	digestát	30 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
27. 7. 2014	podmítka (mělké kypření)	0,08 m	-	-	kypřič FARMET DISKOMAT
3. 9. 2014	aplikace chlévského hnoje	-	hnůj	23 t/ha	rozmetadlo ANNABURGER
3. 9. 2014	orba	0,25 m	-	-	pluh LEMKEN
10. 9. 2014	urovnání povrchu	-	-	-	smyky + brány
15. 9. 2014	setí žita	0,02 m	LESAN	110 kg/ha	secí stroj HORSCH
20. 4. 2015	postřik - glyfosfát	-	CLINIC	2,5 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
26. 4. 2015	mělké kypření	0,15 m	-	-	kypřič FARMET
27. - 28. 4. 2015	setí kukuřice	0,04 m	AMBROSINI	95000 j/ha	přesný secí stroj AMAZONE
	přihnojení pod patu	0,05 m	AMOFOS	170 kg/ha	
5. 5. 2015	postřik - přihnojení	-	DAM 390	150 l/ha	postřikovač HARDI
8. 5. 2015	aplikace digestátu	-	digestát	25 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
18. 5. 2015	postřik - herbicid	-	ADENGO	0,44 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
2. 10. 2015	sklizeň	-	-	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR

4.2.6 Metodika varianty „hluboké kypření“

V tabulce č. 13 je uveden soupis agrotechnických zásahů na variantě „hluboké kypření“.

Tab. 13 Agrotechnické zásahy na variantě hlubokého kypření

Datum	Operace	Hloubka zpracování	Materiál	Dávka	Nářadí
8. 9. 2014	sklizeň silážní kukuřice	-	SILVINIO	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR
10. 10. 2014	aplikace digestátu	-	digestát	30 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
11. 10. 2014	hluboké kypření	0,45 m	-	-	hluboký kypřič STROM TERRALAND
15. 4. 2015	urovnání povrchu	-	-	-	smyky + brány
17. 4. 2015	aplikace kejdy	-	kravská kejda	23 t/ha	rozmetadlo ANNABURGER
18. 4. 2015	mělké kypření	0,15 m	-	-	kompaktor FARMET
27. - 28. 4. 2015	setí kukuřice	0,04 m	AMBROSINI	95000 j/ha	přesný secí stroj AMAZONE
	přihnojení pod patu	0,05 m	AMOFOS	170 kg/ha	
5. 5. 2015	postřik - přihnojení	-	DAM 390	150 l/ha	postřikovač COMMANDER
8. 5. 2015	aplikace digestátu	-	digestát	20 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
18. 5. 2015	postřik - herbicid	-	ADENGO	0,44 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
2. 10. 2015	sklizeň kukuřice	-	-	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR

4.2.7 Metodika varianty „jarní orba“

V tabulce č. 14 je uveden soupis agrotechnických zásahů na variantě „jarní orba“.

Tab. 14 Agrotechnické zásahy na variantě jarní orby

Datum	Operace	Hloubka zpracování	Materiál	Dávka	Nářadí
8. 10. 2014	sklizeň silážní kukuřice	-	SILVINIO	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR
10. 10. 2014	aplikace digestátu	-	digestát	30 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
20. 4. 2015	aplikace chlévského hnoje	-	hnůj	23 t/ha	rozmetadlo ANNABURGER
20. 4. 2015	orba	0,25 m	-	-	pluh LEMKEN
26. 4. 2015	urovnání povrchu	-	-	-	smyky + brány
27. 4. 2015	setí	0,04 m	AMBROSINI	95000 j/ha	přesný secí stroj AMAZONE
	přihnojení pod patu	0,05 m	AMOFOS	170 kg/ha	přesný secí stroj AMAZONE
28. 4. 2015	válení	-	-	-	Cambridgské válce
5. 5. 2015	postřik - přihnojení	-	DAM 390	150 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
20. 5. 2015	aplikace digestátu	-	digestát	25 t/ha	cisterna JOSKIN QUADRA
29. 5. 2015	postřik - herbicid	-	ADENGO	0,44 l/ha	postřikovač HARDI COMMANDER
2. 10. 2015	sklizeň kukuřice	-	-	-	sklízecí řezačka CLAAS JAGUAR

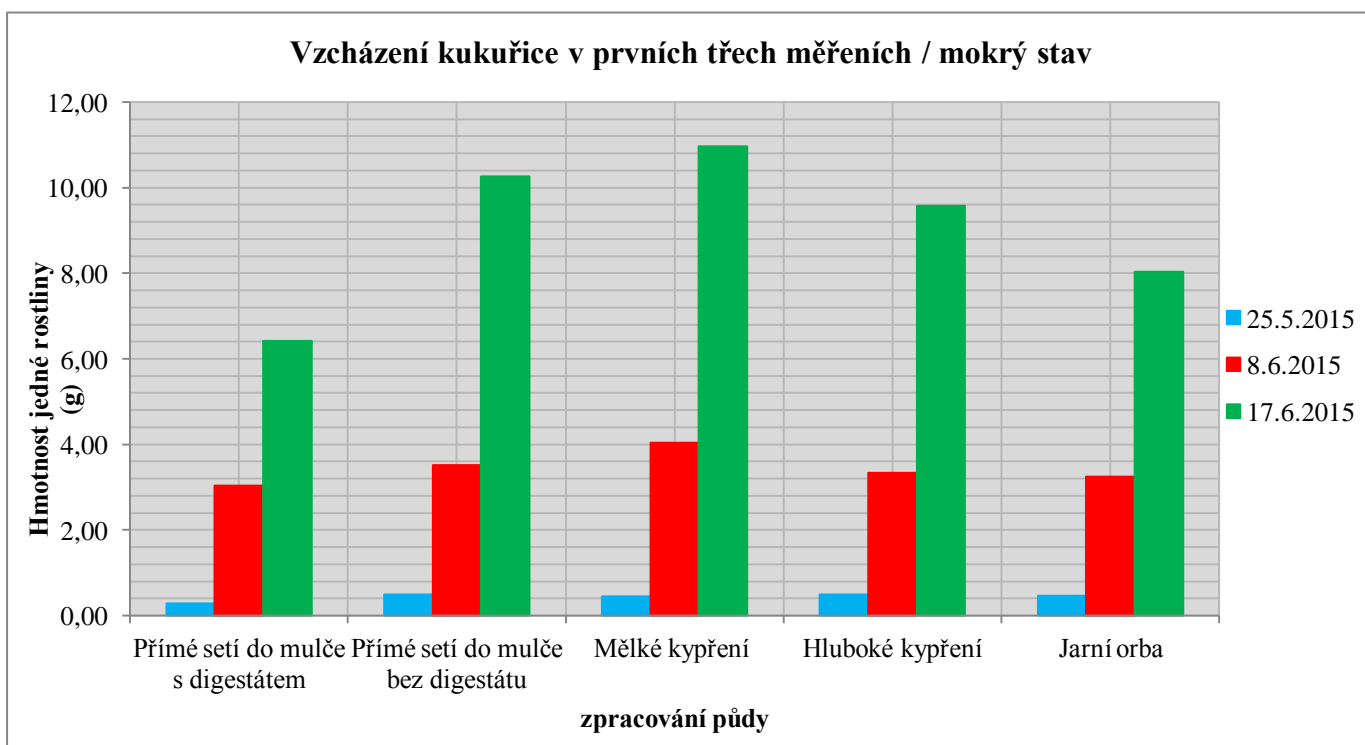
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky jsou zpracované formou grafů a jsou k nim uvedeny komentáře. Vzorky kukuřice jsem zvážil a spočítal průměrnou hmotnost jedné rostliny. Výsledky měření jsem rozdělil na dvě části. V první části je popsáno vzcházení během prvních tří měření po zasetí a v druhé části je vzcházení od zasetí po sklizeň. Následně jsem stejný postup provedl s usušenými vzorky. Při každém odběru vzorků jsem pořídil fotodokumentaci, kterou jsem v podkapitole popsal.

5.1 Vzcházení kukuřice v prvních třech měsících v mokrém stavu

Graf č. 3 znázorňuje hmotnost odebraných vzorků na 5-ti pozemcích, které byly zpracovány odlišným způsobem. Během prvního měření 25. 5. 2015 měla nejmenší hmotnost rostlina 0,29 g (přímé setí do mulče s digestátem). Nejmenší hmotnost při druhém měření 8. 6. 2015 byla 3,05 g (přímé setí do mulče s digestátem). Ve třetím měření 17. 6. 2015 byla nejnižší hmotnost 6,42 g (přímé setí do mulče s digestátem). Nejvyšší hmotnost 25. 5. 2015 byla 0,5 g (přímé setí do mulče bez digestátu a hluboké kypření). Při druhém měření 8. 6. 2015 byla nejvyšší hodnota 3,52 g (přímé setí do mulče bez digestátu). Třetí měření 17. 6. 2015 byla nejvyšší hmotnost 10,96 g (mělké kypření).

Graf 3 Vzcházení kukuřice v prvních třech měřeních/mokrý stav / jedna rostlina



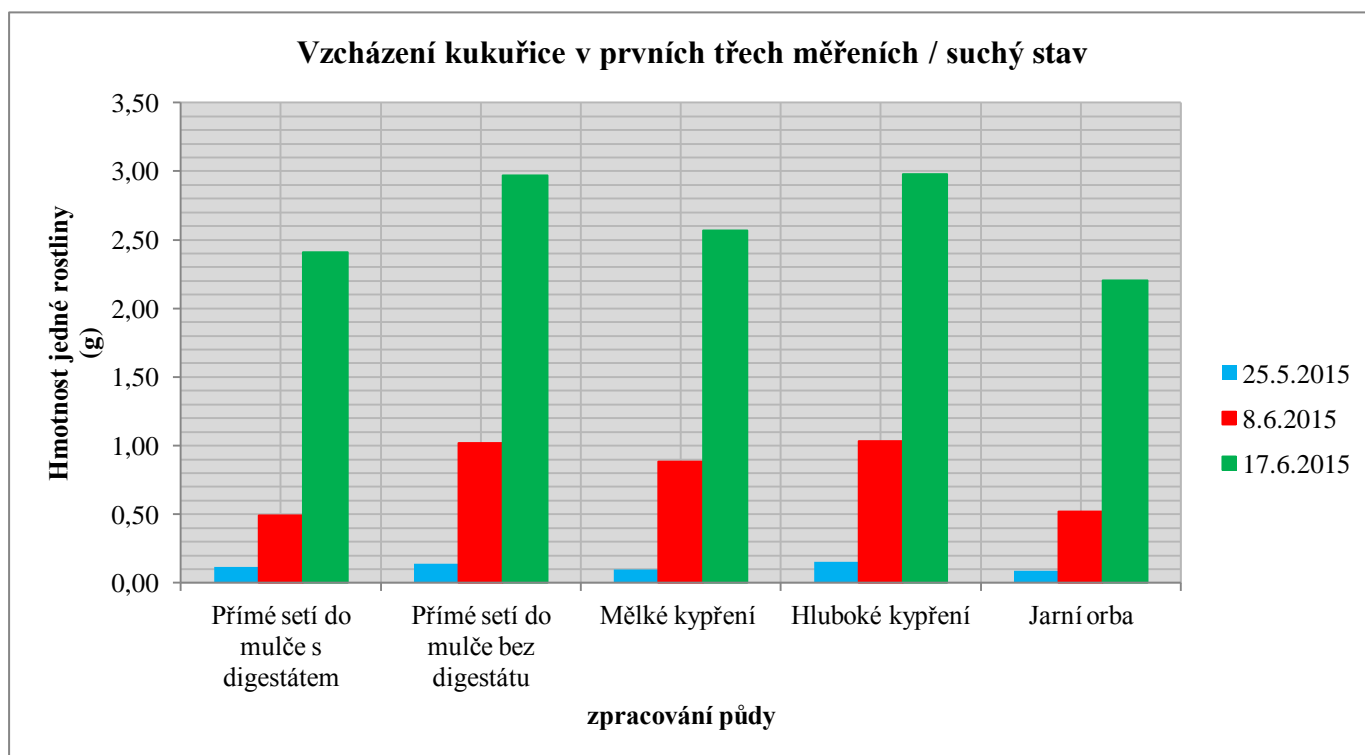
Z grafu č. 3 je patrné, že nejpomalejší dynamika růstu v mokřém stavu v prvních třech odběrech byla na variantě „přímé setí do mulče s digestátem“. Naopak nejvyšší hmotnost byla naměřena na variantě „mělké kypření“.

5.2 Vzcházení kukuřice v prvních třech měsících v suchém stavu

Vzorky po zvážení v mokřém stavu byly dány do papírových pytlů a usušeny. Převážení v suchém stavu znázorňuje graf č. 4. Nejmenší hmotnost v prvním měření (25. 5. 2015) byla 0,09 g (jarní orba). Druhý termín 8. 6. 2015 byla na variantě „jarní orba“ naměřena hmotnost 0,52 g. Třetí termín 17. 6. 2015 byla nejnižší hodnota 2,2 g (jarní orba).

Největší hmotnost 25. 5. 2015 byla 0,15 g na variantě „hluboké kypření“. Termín 8. 6. 2015 byla největší hmotnost 1,03 g (hluboké kypření) a v třetím termínu (17. 6. 2015) měl nejvyšší hmotnost 2,97 (hluboké kypření).

Graf 4 Vzcházení kukuřice první tři měsíce po zasetí / suchý stav / jedna rostlina

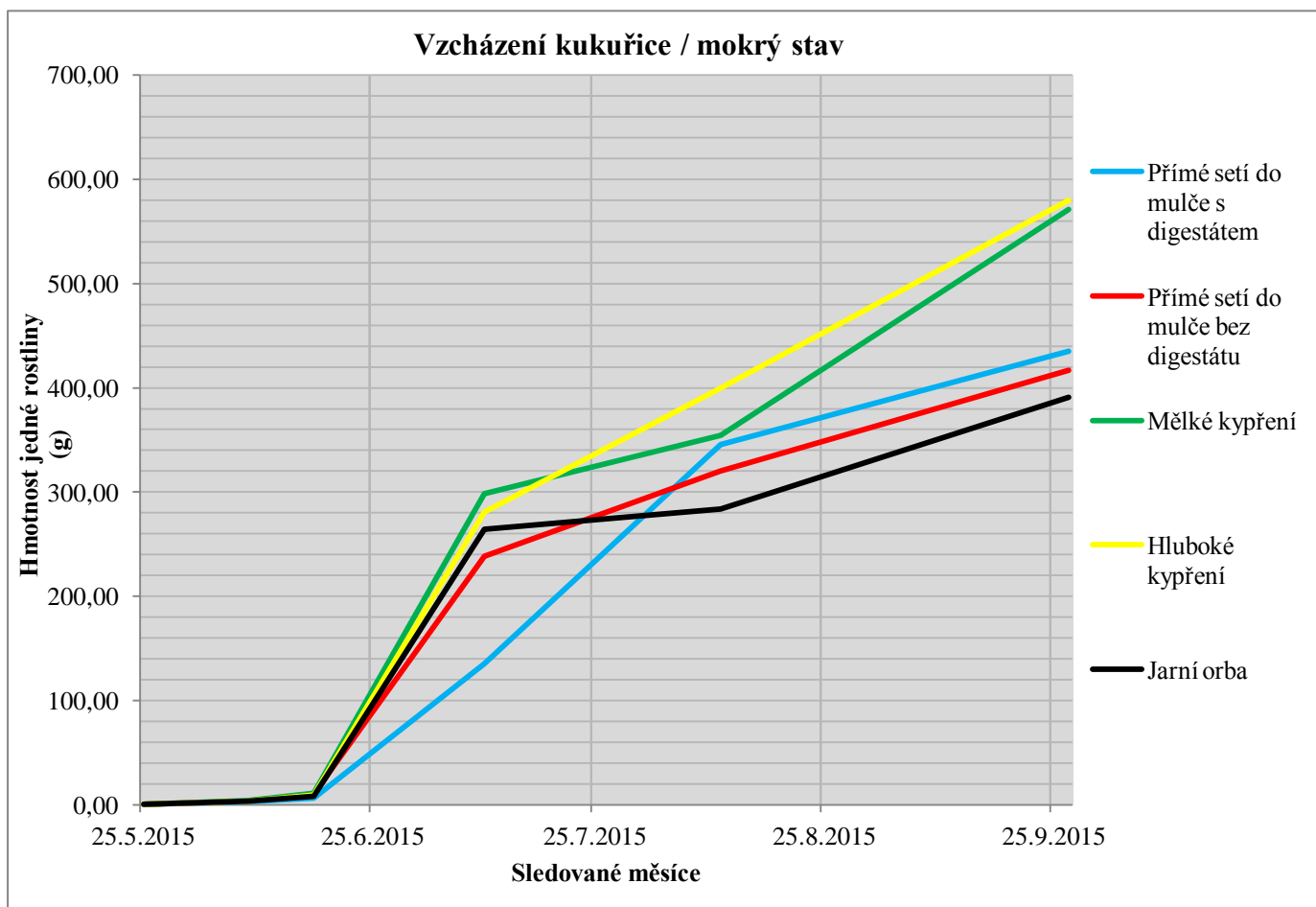


V suchém stavu byla nejpomalejší dynamika růstu u varianty „jarní orba“ a to ve všech třech měřeních. Nejvyšší hmotnost byla naměřena u varianty „hluboké kypření“ a těsně za ní je varianta „přímé setí do mulče bez digestátu“.

5.3 Vzcházení kukuřice za sledované období v mokrém stavu

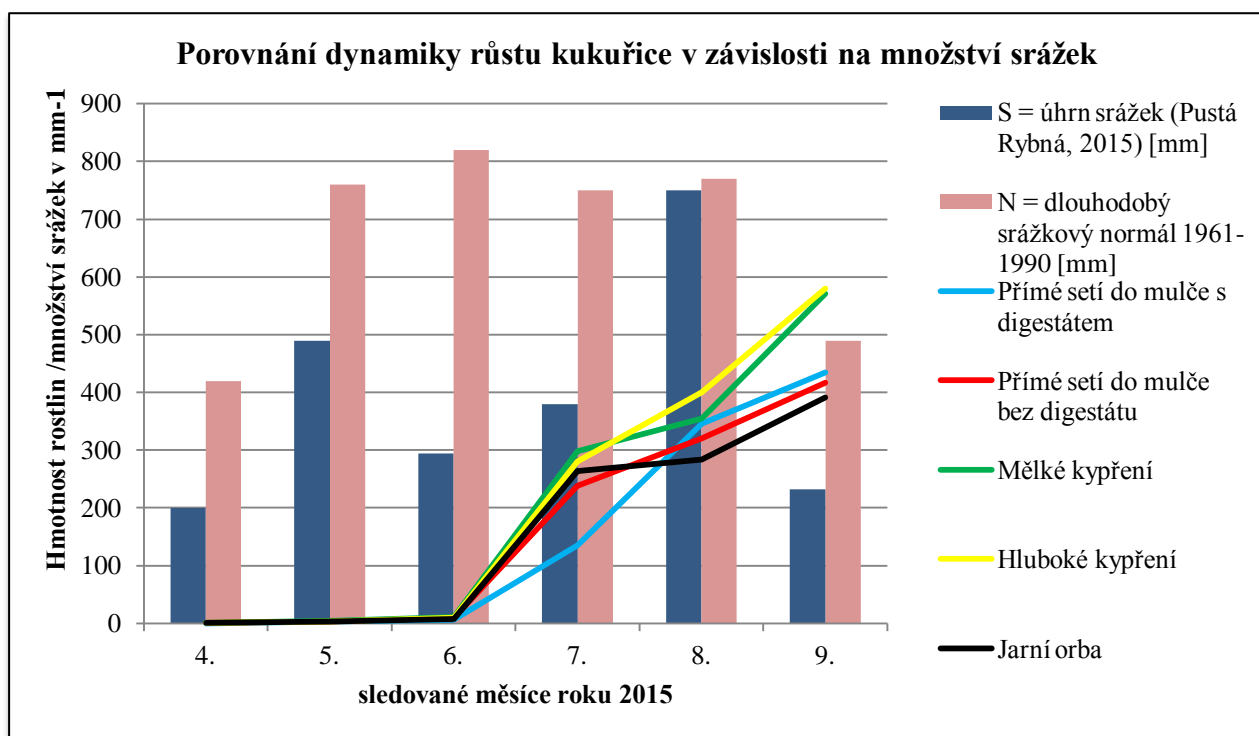
Celkové hodnocení dynamiky růstu znázorňuje graf č. 5, od prvního měření (25. 5. 2015) po sklizeň (2. 10. 2015) v mokrém stavu. Z grafu je patrné, že nejlépe vzcházela varianta „hluboké kypření“, kdy při posledním měření vážila jedna rostlina 580,16 g. V těsném závěsu byla varianta „mělké kypření“, kde konečná váha byla 571,14 g. Nejnižší váhu měla kukuřice na variantě „jarní orba“, která byla 390,78 g. Přímé setí do mulče s digestátem i bez digestátu měli konečné výsledky podobné. Celkově nejlépe vzcházela kukuřice na variantách zpracovaných konvenčními způsoby (mimo jarní orbu, kdy vzcházení výrazně ovlivnil výskyt plevelů).

Graf 5 Vzcházení kukuřice od prvního měření po sklizeň / mokrý stav / jedna rostlina



Na vzcházení a růst kukuřice má vliv množství srážek. Graf č. 6 znázorňuje, jak kukuřice rostla v závislosti na množství srážek. Srážkově bylo období sledování podprůměrné. Nejvíce srážek bylo 16., 17. a 18. 8. 2015. V těchto třech dnech napadlo nejvíce srážek, což mělo viditelný vliv na růst kukuřice. Do tohoto data byla patrná stagnace hmotností, ale po přísunu vody, kukuřice zase začala růst.

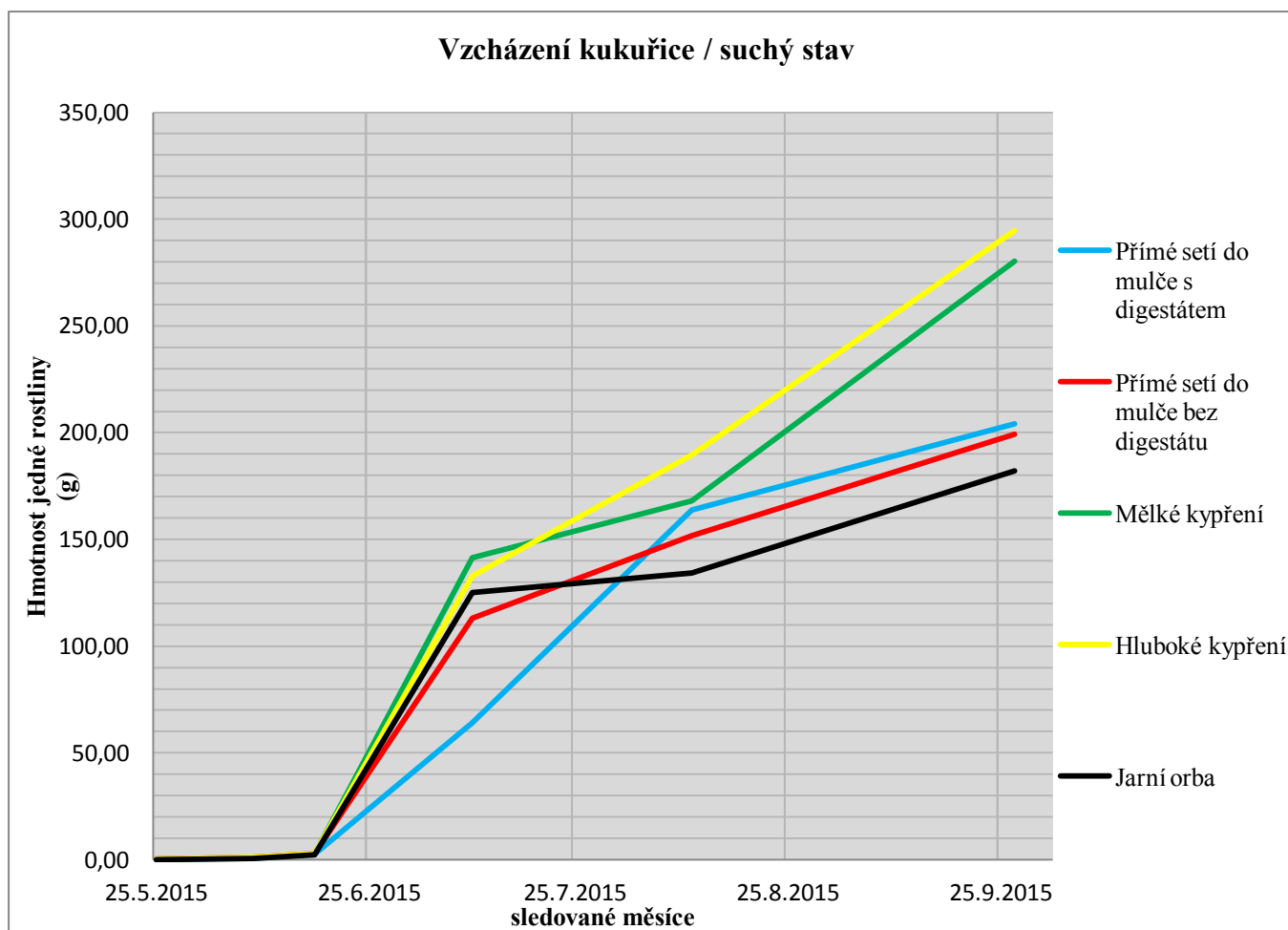
Graf 6 Porovnání dynamiky růstu kukuřice s množstvím srážek v dané lokalitě



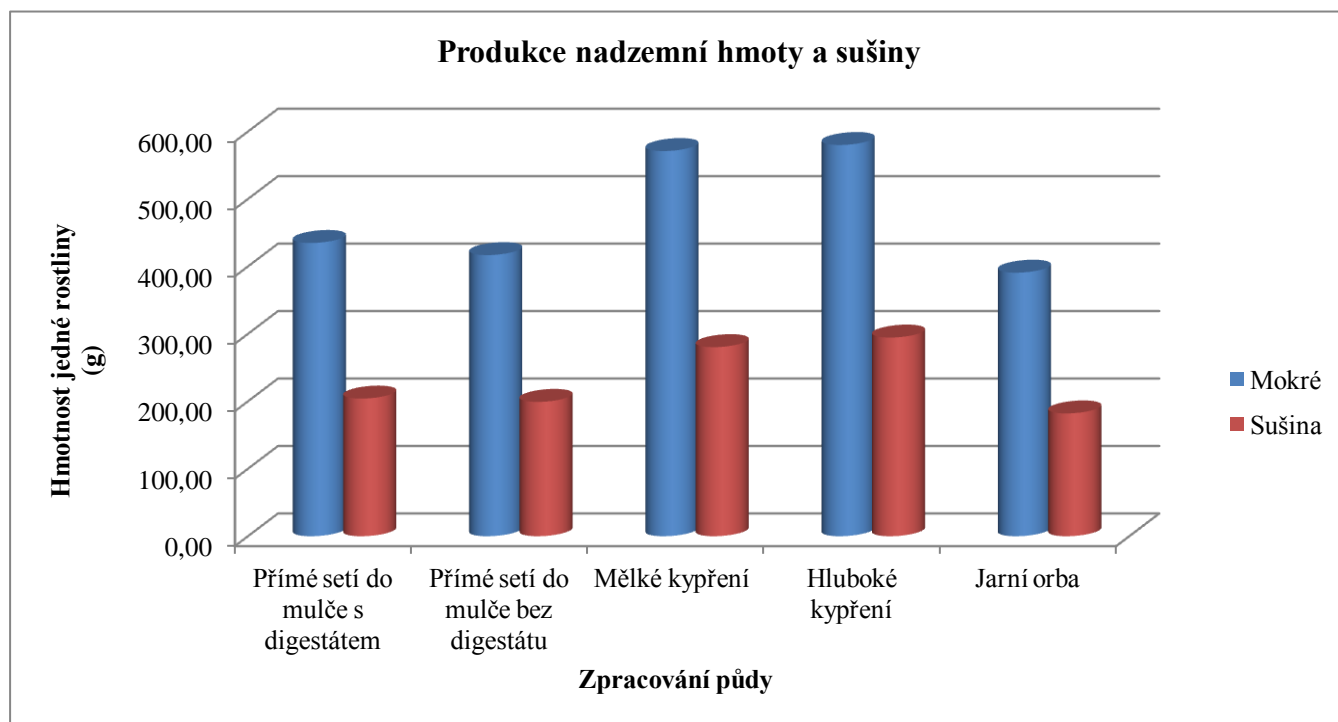
5.4 Vzcházení kukuřice za sledované období v suchém stavu

Celkové hodnocení dynamiky růstu v suchém stavu znázorňuje graf č. 7. od prvního měření (25. 5. 2015) po sklizeň (2. 10. 2015) v suchém stavu. Z grafu je patrné, že v suchém stavu nejvíce vážila varianta „hluboké kypření“ (294,6 g) a „mělké kypření“ (280,4 g). Nejnížší váhu měla varianta „jarní orba“ a to 182,1 g. Graf č. 8 znázorňuje celkový poměr sušiny a nadzemní hmoty u jedné rostliny. Při přepočítání jednotlivých dat na procenta zjistíme, že nejmenší obsah sušiny měla rostlina na variantě „jarní orba“ a to 47 %. Nejvyšší sušinu měla rostlina na variantě „hluboké kypření“ a to 51 %.

Graf 7 Vzcházení kukuřice od prvního měření po sklizeň / suchý stav / jedna rostlina



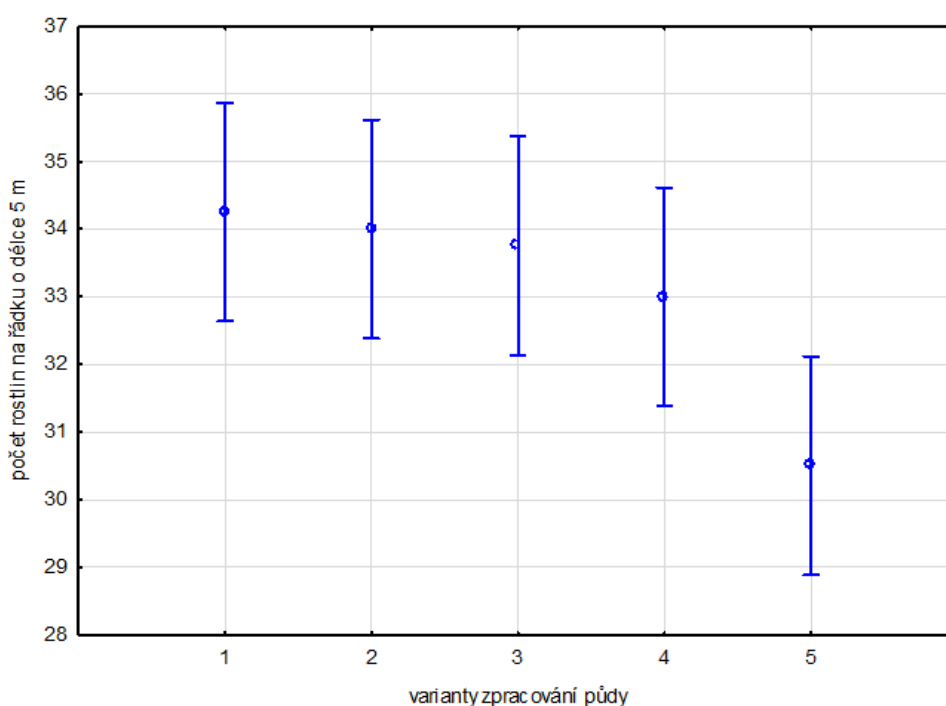
Graf 8 Produkce nadzemní hmoty a sušiny / jedna rostlina



5.5 Průměrný počet rostlin

V grafu č. 9 jsou intervaly spolehlivosti pro počet vzešlých rostlin u jednotlivých variant zpracování půdy. Počet rostlin byl statisticky průkazně vyšší na variantě 1 a 2 oproti variantě 5. Rozdíly mezi ostatními variantami nebyly statisticky průkazné. Nejvíce vzešlých rostlin bylo na variantě „mělké kypření“ a to 34,3 ks a nejméně na variantě „jarní orba“ v počtu 30,5 ks. Největší rozdíl mezi variantami byl 3,8 rostlin (mělké kypření a jarní orba).

Graf 9 Intervaly spolehlivosti pro počet rostlin u jednotlivých variant zpracování půdy



Varianta 1 – mělké kypření, varianta 2 – přímé setí do mulče bez digestátu, varianta 3 – hluboké kypření, varianta 4 – přímé setí do mulče s digestátem, varianta 5 – jarní orba

5.6 Celkový výnos ze sledovaných variant

Pro objektivní hodnocení experimentu je důležité vědět celkové výnosy ze sklizně silážní kukuřice jednotlivých variant. To popisuje tabulka č. 15, z které je patrné, že nejvyšší výnos zelené hmoty měla varianta „hluboké kypření“ a to 25,45 t/ha. Nejnižší výnos byl na variantě „jarní orba“ a to 17,7 t/ha.

Tab. 15 Výnosy zelené hmoty kukuřice z jednotlivých variant

Zpracování půdy	Výnos kukuřice
Mělké kypření	22,45 t/ha
Přímé setí do mulče bez digestátu	19,2 t/ha
Přímé setí do mulče s digestátem	19,9 t/ha
Hluboké kypření	25,45 t/ha
Jarní orba	17,7 t/ha

5.7 Fotodokumentace

Autorem všech pořízených fotografií je autor diplomové práce. Fotodokumentace je hodnocena podle charakteristiky růstových fází kukuřice – DC (tab. 3).

5.7.1 Pozorování variant 6. 5. 2015

Na fotografiích v této kapitole vidíme vzcházení kukuřice k datu 6. 5. 2015. Objevuje se koleoptile, což odpovídá fázi DC7. V této fázi vzcházení není pohledově patrný žádný rozdíl mezi jednotlivými variantami zpracování půdy



Obr. 7 Mělké kypření



Obr. 8 Mulč s digestátem



Obr. 9 Mulč bez digestátu

Na pořízených snímcích je vidět jednotlivá struktura půdy. Na obr. 8 a 9 jsou vidět zbytky žita. Na obr. 10 jsou patrné zbytky kukuřice, která byly předplodinou pro tuto variantu (hluboké kypření). Procházková (2011) uvádí, že se kukuřice může pěstovat na jednom pozemku více let po sobě. Podotýká, že v takových případech je nutné dbát na vyšší intenzitu agrotechniky a

hnojení. Zde byla navíc aplikována kravská kejda, která dle Dostála a Richtera (2008) má průměrný obsah živin: sušina 10,8 %, organické látky 8,8 %, dusík 0,49 %, fosfor 0,11 %, draslík 0,46 %, vápník 0,1 % a mangan 0,04 %. Na obr. 7 a 11 nejsou patrné žádné posklizňové zbytky a je vidět nakypřená půda připravená pro setí. Podle zjištění Prokopa (2001) lze ovlivnit vzcházení kukuřice termínem setí. Obecně v podmínkách ČR nastává tento termín v období mezi 10. dubnem až 5. květnem a teplota by měla být kolem 6 °C. Dle vlastních šetření jsem zjistil, že na pokusných pozemcích proběhlo setí v termínu 28. 4. - 29. 4. 2015 a průměrná teplota podle tabulky č. 7 byla v dubnu 6,25 °C. Shodují se s Prokopovými požadavky na kvalitní vzcházení kukuřice.



Obr. 10 Hluboké kypření



Obr. 11 Jarní orba

5.7.2 Porovnání variant 14. 5. 2015

Na následujících fotografiích vidíme vzcházení kukuřice k datu 14. 5. 2015. Koleoptile proniká nad povrch půdy. Tato fáze odpovídá kódu 11DC. Jsou patrné rozdíly mezi hlubokým kypřením + jarní orbou a ostatními variantami, kde jde na pohled vidět dynamičtější růst rostliny. K tomuto datu je teplota vzduchu normální, ve srovnání s dlouhodobým průměrem (graf 1) a dopad sucha ještě není znatelný.



Obr. 12 Mělké kypření



Obr. 13 Mulč s digestátem



Obr. 14 Mulč bez digestátu

Na obrázku č. 13 a 14 jsou viditelně nejmenší vzorky. Mulč na povrchu půdy zpomaluje její prohřívání, a proto je pomalejší počáteční vývoj rostlin, způsobený nižší teplotou půdy. To potvrzuje Hůla (2000), který uvádí, že: „Po přechodu na systém technologií bez orby, se zpracovává mělká vrstva půdy s vysokým obsahem rostlinných zbytků, což může mít nepříznivý dopad na výživu rostlin (pomalejší mineralizace organické hmoty, změna přístupnosti některých živin). Jako další riziko tohoto zpracování půdy uvádí pozvolnější prohřívání půdy na jaře“. Ve variantách „přímého setí do mulče“ souhlasím se Škodou (1999), který tvrdí, že jedním z důvodů zhoršeného klíčení a vzházení kukuřice je zvýšená koncentrace soli v povrchové vrstvě ornice v systémech bez orby. Tento fakt již popsal v roce 1977 ve své publikaci Řídký. V neposlední řadě i Smutným a kol., (2015) uvádějí, že při přímém setí do nezpracované půdy se více projevuje nedostatek vzduchu v půdě a je pomalejší prohřívání půdy, což negativně ovlivňuje celou řadu dalších procesů, které jsou úzce spjaté s klíčením, vzházením a počátečním růstem kukuřice.



Obr. 15 Hluboké kypření



Obr. 16 Jarní orba

5.7.3 Porovnání variant 21. 5. 2015

Na fotografiích v této kapitole vidíme vzházení kukuřice k datu 21. 5. 2015. Vlastním šetřením jsem vypočetl, že se jedná o fázi DC20 (stupnice s desetinným kódem DC viz. tab. 3). Druhý list je již rozvinut a dochází k rozvinutí dalších listů.



Obr. 17 Mělké kypření



Obr. 18 Mulč s digestátem



Obr. 19 Mulč bez digestátu

Na obrázku č. 18 a č. 19 je zachyceno vzházení kukuřice seté do mulče. Při takovém postupu se musí počítat s tím, že kukuřice bude vzházet později, protože půda je chráněná rostlinnými zbytky, hůře se prohřívá a pomaleji uvolňuje živiny. Jak uvádí Falta (2013), optimální teplota půdy vhodná pro klíčení osiva kukuřice je 8 až 10 °C, pro mineralizaci pak minimálně 15 °C. Jak uvádí graf č. 1, teplota vzduchu ve sledované oblasti ke dni 21. 5. 2015 byla 10,5 °C, což požadavky kukuřice splňovalo. Z obrázků v této kapitole je zřejmé, že nejlépe vzházela ke dni 21. 5. 2015 kukuřice na variantách „hluboké kypření“ a „jarní orba“. To si vysvětlují tím, že půda na těchto variantách byla dostatečně prokypřena. Při mém pozorování varianty „přímé setí do mulče s digestátem“ nebyl po aplikaci digestátu zaznamenán rychlejší růst kukuřice, ale Lošák (2013) říká, že po aplikaci digestátu bylo pozorováno vizuální zezelenání porostů kukuřice do týdne po aplikaci. S tím se rozchází mé pozorování, což dokládá graf č. 5, kdy aplikace digestátu neměla výrazný vliv na dynamiku růstu kukuřice. Jak uvádí Prošek (2013), za dobrých vláhových podmínek je hnojení digestátem srovnatelné s minerálním hnojením. Za sucha je nutno aplikovat digestát v předstihu a v extrémním suchu raději nahradit ledky nebo spíše použít hnojení na list. Nezezelenání porostu kukuřice na této variantě mohlo být zapříčeno suchem v období aplikace digestátu.



Obr. 20 Hluboké kypření



Obr. 21 Jarní orba

5.7.4 Pozorování variant 15. 6. 2015

Na následující fotodokumentaci je kukuřice v datu 15. 6. 2015. Je rozvinut sedmý list, který odpovídá fázi DC25 (tab. 3). V tomto období se začíná pozvolna projevovat srážkový deficit, který je uveden v grafu č. 2.



Obr. 22 Mělké kypření



Obr. 23 Mulč s digestátem



Obr. 24 Mulč bez digestátu

Na obrázku č. 26 je zřetelně viditelné vysoké zaplevelení z důvodu pozdní chemické ochrany. Postřik plevelů herbicidem byl proveden až ve stádiu prvního páru pravých listů. Vlastním šetřením jsem zjistil, že postřikovač HARDI COMMANDER byl rozbitý. Društvo čekalo na servis, a proto nestihlo včasnou aplikaci herbicidu, přičemž v době aplikace již nebyla dostatečná půdní vlhkost. Na obrázku jsou patrné popálené plevele (žlutá barva), ale i přesto nedošlo k odumření plevelů.

Mezi ostatními variantami zpracování nejsou v této fázi zjištěny větší rozdíly.



Obr. 25 Hluboké kypření



Obr. 26 Jarní orba

5.7.5 Pozorování variant 10. 7. 2015

Na mnou pořízené fotodokumentaci ze dne 10. 7. 2015 je rostlina ve fázi DC32-35. Je rozvinut 13. a 14. list, jsou vyvinutá dvě kolénka a tvoří se třetí. Průměrná teplota byla vyšší, než je dlouhodobý teplotní normál (graf č. 1). Srážky byly hluboko pod průměrem (graf č. 2). Teplotní stres a srážkový deficit negativně ovlivnil růstové fáze kukuřice.



Obr. 27 Mělké kypření



Obr. 28 Mulč s digestátem



Obr. 29 Mulč bez digestátu

K datu 10. 7. 2015 byly nejnižší naměřené hmotnosti u varianty „setí do mulče s digestátem“ (graf č. 5). To si vysvětluji následovně: vzhledem k dlouhotrvajícímu suchu ještě nedošlo k uvolnění dusíku z aplikovaného digestátu. Při vizuální kontrole jsem pozoroval rozdíly ve velikosti mezi variantami „setí do mulče s digestátem“ + „jarní orba“ a ostatními variantami. U variant „mělké kypření, mulč bez digestátu, hluboké kypření“ jsem nepozoroval na pohled žádné rozdíly. „Jarní orba“ je negativně poznamenána špatnou chemickou ochranou. Plevelé „dusí“ rostliny kukuřice.



Obr. 30 Hluboké kypření



Obr. 31 Jarní orba

Na variantě „jarní orba“ byl velký výskyt plevelů i přesto, že na pozemku byla provedena chemická ochrana (tab. 11). Podle Lošáka (2013) se po aplikaci digestátu jeví zvýšené zaplevelení pozemku, je to možné odůvodnit hnojařskými účinky digestátu (obsah živin, stimulačních látek, vody) na semena plevelů, která byla v půdě z dřívějšího zaplevelení. Můžou se také projevit výrazné podpůrné schopnosti ligninů, které jsou v digestátu hodně zastoupeny. Tím je podpořen rychlejší a vyrovnanější vývoj plevelů.

5.7.6 Pozorování variant 10. 8. 2015

Na pořízené fotodokumentaci ze dne 10. 8. 2015 je již plně vyvinuta lata, což odpovídá fázi DC59. Přetrvávající sucho přerušily srážky 16. a 17. srpna 2015 (graf č. 2). Půda byla natolik vyschlá, že nebyla schopna srážky absorbovat, až na hluboké kypření.



Obr. 32 Mělké kypření



Obr. 33 Mulč s digestátem



Obr. 34 Mulč s digestátem

Vlivem abnormálního sucha se kukuřice dostala do stresu. Jak uvádí Řepková (2013) „Vliv stresových faktorů na rostliny se projevují snižováním její vitality a u kulturních plodin také snižováním výnosů“. Na fotografiích (obr. 32; 33; 34 a 35) je patrná reakce kukuřice na stres ze sucha zasycháním a kroucením listů do kužele. Pulkrábek (2008) tento jev „kroucení listů“ popisuje jako reakci rostlin na déle trvající sucho. Na obr. 36 se tento stresový faktor neprojevuje v takovém rozsahu. Dle mého subjektivního názoru je to díky variantě zpracování půdy. V této variantě bylo narušeno orniční dno a kořeny si mohli „vytáhnout“ vodu z větší hloubky.



Obr. 35 Mulč bez digestátu

Filip a kol. (2002) hodnotí kritická vláhová období kukuřice na siláž jako „druhou polovinu června, celý červenec a první polovinu srpna“ a právě tyto měsíce byly srážkově podprůměrné a teplotně nadprůměrné.

I na obrázku č. 37 jde vidět obraná reakce rostliny na suchu. Při bližším zkoumání jsem vyzoroval, že rostlina ještě neměla klasy. Naopak ve stejném termínu na variantě „hluboké kypření“ (obr. 36) už malé klasy byly.



Obr. 36 Hluboké kypření



Obr. 37 Jarní orba

Podle Procházkové (2011) má kukuřice zvýšené nároky na teplotu a množství srážek. Tyto požadavky vyžaduje především v období mezi metáním a mléčnou zralostí, kvůli produkci hmoty. Což v případě méj fotodokumentace bylo koncem července do konce září. V tomto období byly srážky na 36-ti % dlouhodobého normálu (graf 1).

5.7.7 Pozorování variant 26. 9. 2015

Na fotodokumentaci je kukuřice v datu 26. 9. 2015 ve fázi DC84 (vosková zralost). Srážky byly v tomto měsíci podprůměrné a teplota se dostala do normálu (ve srovnání s dlouhodobým průměrem). Po pořízení této fotodokumentace proběhla sklizeň.



Obr. 38 Mělké kypření



Obr. 39 Mulč s digestátem



Obr. 40 Hluboké kypření

Na této sérii fotek je vidět konečná fáze růstu kukuřice. Dle mého úsudku byla viditelně nejvyšší kukuřice na variantě „mělké a hluboké kypření“. Odůvodňuji to tím, že se kypření provedlo na jaře a tím rostlina získala lepší přístup k vodě, což využila bezzbytku. Naopak při setí do mulče zbytky žita půdu zahřívaly a v kombinaci se suchem, ve sledovaném období, se zpomaloval růst. Foto na variantě „jarní orba“ nebylo provedeno, z důvodu předčasné sklizně, tohoto pozemku. Kukuřice zastavila svůj růst a z ekonomických důvodů byla sklizena.



Obr. 41 Mulč bez digestátu

Tab. 16 Průměrná výška jedné rostliny kukuřice při měření 26. 9. 2015

Zpracování půdy	Průměrná výška jedné rostliny
Přímé setí do mulče s digestátem	1,61 m
Přímé setí do mulče bez digestátu	1,71 m
Mělké kypření	1,73 m
Hluboké kypření	1,98 m
Jarní orba	1,57 m

Tabulka č. 16 uvádí jednotlivé výšky rostlin při posledním odběru vzorků 26. 9. 2015. Nejvyšší rostliny byly na variantě „hluboké kypření“ a to 1,98 m. nejnižší rostliny byly na variantě „jarní orba“ a to 1,57 m. V kapitole 3.1.3.1 cituji Hluška (2015) který uvádí průměrnou výšku kukuřice 1,5 – 2,5 m. KWS Osiva uvádějí, že hybrid AMBROSINI dosahuje výšky 2,8 m. Všechny zkoumané varianty byly výškově pod průměrem. Dále se uvádí, že tento hybrid je spíše do chladnějších oblastí, a to Vysočina je. Rok 2015 byl teplotně nadprůměrný a to nikdo ze ZD Mezilesí nepředpokládal.

Ve většině komentářů uvádím, že ve sledovaném období bylo abnormální sucho, to potvrzují slova prezidenta Agrární komory ČR Miroslava Tomana, který řekl, že: „Zájmové svazy v zemědělství odhadly škody způsobené letošním (2015) suchem na 2,6 mld. korun“.

5.7.8 Celkové hodnocení vzcházení kukuřice na všech variantách

Na základě tvrzení Suškeviče a Procházkové (2000), jsem předpokládal, že varianta „hluboké kypření“ bude mít nejpomalejší dynamiku růstu. Uvádějí, že: „Hluboké kypření není vhodné do oblastí s periodickým nebo trvalým nedostatkem srážek.“ Zdůvodňují to snižováním obsahu půdní vody a tím zhoršováním podmínek pro klíčení, vzcházení a růst rostlin. Můj experiment toto tvrzení vyvrátil. V daných půdně-klimatických a s přihlédnutím k extrémnímu suchu, vzcházela varianta „hluboké kypření“ nejlépe. Dosáhla i nejvyššího výnosu a to 25,45 t/ha. Rostliny odolávaly suchu a neprojevovali známky stresu (kroucení listů, absence palic).

Protikladem výše uvedeného zpracování půdy je varianta přímého setí do mulče, kde jsem předpokládal nejlepší dynamiku růstu a nejvyšší výnos. Podle Procházkové a kol. (2011),

přímé setí do mulče zlepšuje hospodaření s půdní vodou a tím připravuje lepší podmínky pro rostliny, (např. omezení neproduktivního výparu vody z půdy, a redukce vodní a větrné eroze). Tento popsaný efekt jsem nepozoroval. Varianty zpracování půdy „přímé setí do mulče s digestátem a bez digestátu“ vykazovaly v mém měření pomalejší růst a byl zde patrný rozdíl mezi variantou „hlubokého kypření“. Hektarový výnos varianty „přímé setí do mulče bez digestátu“ byl 19,2 t/ha. Varianta „přímé setí do mulče s digestátem“ měla hektarový výnos 19,9 t/ha. Na variantě „jarní orba“ se po celou dobu projevovala pomalejší dynamika růstu, oproti ostatním variantám. Negativní roli zde sehrálo vysoké zaplevelení z důvodu pozdní aplikace herbicidu. Výnos na této variantě byl 17,7 t/ha. Výše uvedené výnosy byly zachráněny srážkami, které přišly v období mezi 16. – 18. srpnem. Nejlépe tyto srážky využila varianta „hluboké kypření“, půda dobře prosakovala a díky hlubokému prokypření se voda dostala až ke spodním kořenům.

5.8 Odborný odhad výskytu plevelů

Hodnocení plevelů bylo provedeno před aplikací herbicidu početní metodou. Byly počítány vždy 4 "čtvrtmetrovky" na každé z variant. Tabulka č. 17 popisuje hodnocení plevelů na daných variantách. Je z ní patrné, že varianty „mulč s digestátem, mulč bez digestátu, hluboké kypření, mělké kypření“ byly méně zaplevelené. Varianta „jarní orba“ byla zaplevelená nejvíce, protože pozdější aplikace herbicidu již znamenala negativní ovlivnění porostu, vlivem konkurence plevelu ve vztahu v kukuřici v období omezené dostupnosti vláhy.

Tab. 17 Zhodnocení výskytu plevelů na jednotlivých variantách před a po aplikaci herbicidů (ks/m²)

Varianta	Druhy plevelů (ks/m ²)						Datum hodnocení
	CHEAL	ECHCG	POLCO	GALAP	THLAR	AMARE	
Mulč s digestátem	2	5	4	2	1	1	17. 5. 2015
Mulč bez digestátu	2	8	2	6	1	0	17. 5. 2015
Mělké kypření	1	4	5	5	2	0	17. 5. 2015
Hluboké kypření	2	10	4	4	1	1	17. 5. 2015
Jarní orba	55	10	5	2	5	5	26. 5. 2015
CHEAL = Chenopodium album (merlík bílý)							
ECHCG = Echinochloa crus galli (ježatka kuří noha)							
POLCO = Polygonum convolvulus (opletka obecná)							
GALAP = Galium aparine (svízel přítula)							
THLAR = Thlaspi arvense (penízek rolní)							
AMARE = Amaranthus retroflexus (laskavec ohnutý)							

6 ZÁVĚR

V diplomové práci bylo porovnáváno vzcházení kukuřice na odlišných způsobech zpracování půdy, které byly – mělké kypření, hluboké kypření, přímé setí do mulče s digestátem, přímé setí do mulče bez digestátu a jarní orba. Celý experiment probíhal v obci Pustá Rybná na pozemcích ZD Mezilesí v jednom pěstebním roku.

Výsledky měření prokázaly, že nejvyšší hmotnost rostlin a tím nejlepší dynamiku růstu, měla varianta „hluboké kypření“. Tento fakt byl způsoben tím, že půda byla správně prokypřená a dokázala hospodařit s deficitem vody. Nejnižší naměřené hmotnosti měla varianta „jarní orba“. Ta byla ovlivněna silným zaplevelením, které bylo důsledkem pozdní aplikace herbicidu. Tím byla výrazně ovlivněna dynamika růstu na této variantě. Varianty „přímé setí do mulče s digestátem“ a „přímé setí do mulče bez digestátu“ dosahovaly středních hodnot. Bylo to zapříčiněné pomalým prohříváním půdy, které je typické pro setí do mulče s posklizňovými zbytky a následně špatnou reakcí na sucho.

Experiment probíhal jen jednoho pěstebního roku, což nemusí korespondovat s dlouhodobými výsledky vzcházení kukuřice. Sledovaný rok byl suchý a vykazoval deficitní srážky v porovnání s dlouhodobým průměrem. Vzhledem k poznatkům, které tento výzkum přinesl a aktuálnosti sledované problematiky z dlouhodobého hlediska, by bylo vhodné v těchto pokusech pokračovat.

7 POUŽITÁ LITERATURA

1. BADALÍKOVÁ B., HRUBÝ J.: *Využití netradičních meziplodin při protierozní ochraně půdy*. Farmář, č 9, 8-10 s. 2009
2. BAKER C. J., SAXTON K.E.: *No-tillage Seeding in Conservation Agriculture, 2nd Edition* ISBN 1 84593 116 5 (CABI) 92-5-105389-8 (FAO) 326 s.
3. BROUDER S.M., (ed.), 2012: *Corn & Soybean. Field guide*. Purdue extension. ID-179. 320 pp.
4. DOSTÁL J., RICHTER R., 2008: *Porovnání kvality kejdy s digestátem z bioplynových stanic a jejich využití ke hnojení zemědělských plodin*. IN: Sborník ze semináře Kukuřice v praxi 2008. KWS Osiva s.r.o., Brno, s 35-46
5. GREGOROVÁ H., 2007: *Pestovanie a využívanie poľných krmovín*. In: Holúbek, R. et al., *Krmovinarstvo – manažment pestovania a využívania krmovín*. SPU Nitra. s. 13
6. HEJDUK S., 2015: *Pícninářství, výukové texty MZLU*
7. HRUŠKA J. (ed.), 1962: *Monografie o kukuřici*, SZN, Praha
8. HŮLA J., MAYER V., 1999: *Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy*. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha
9. HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., a kol. *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. ZI 3/2002. Praha : ÚZPI v Praze, 2002, s. 25-44.
10. HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F. *Zpracování půdy*. Praha: Brázda, 1997. 140 s.
JOHNSON, R. R. Soil enganging effects on surface residue and roughnees with chiseltype implements. Soil Science Am. Journal, 1988, Vol. 52, s. 237-243.
11. IVANIČ J., 1987: *Výživa a hnojení rostlin*, Příroda, Bratislava
12. JOHNSON R.R., 1988: *Soil engaging tool effects on surface resklue and roughness with chisel-type implements*. Soil Sci. Amer., J. 52, 237-243
13. KAČICOVÁ L., 2012: *Kukuřice v praxi*, Sborník z konference s mezinárodní účastí, s. 14, KWS Osiva, Brno 2012
14. KLÍR J., (ed.) 2007: *Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení*. Metodika pro praxi. VURV Praha-Ruzyně. 40s.
15. KOLÁŘ L., (ed.) 2008: *Agrochemical value of organic matter of fermenter Wales in biogas production*. Plant, Soil and Environment, 8: 321-328.
16. KOSTELANSKÝ F., 1997 : *Obecná produkce rostlinná*. Skriptum, MZLU Brno, 212 s.

17. KŮST, F. (2010): *Pěstování a produkce pšenice ozimé*, Ministerstvo zemědělství ČR, odbor rostlinných komodit, Dostupné na <http://www.agroweb.cz/index.php>
18. MOLDENHAUER W.C., 1985: *A comparison of conservation tillage systems for reducing soil erosion*. In.: *A systems approach to conservation tillage*, Lewis Publishers, Michigan
19. PROKEŠ K., 2006: *Kukuřičná siláž*. Kukuřice 2005 – 2006. KWS, s. 50
20. PŘIKRYL J., 2012: *Kukuřice v praxi*, Sborník z konference s mezinárodní účastí, s. 14, KWS Osiva, Brno 2012, s. 33
21. RENČ J., 2015: *Setí – základ úspěchu pěstování kukuřice*, Úroda a KWS
22. RŮŽEK P., HŮLA J., 2000: *Zpracování půdy v různých agroekologických podmínkách*. *Farmář*, č. 2, s. 26-27
23. ŘIDKÝ K., 1977: *Půdní organická hmota jako regulátor dynamiky rostlinných živin v půdě – několik poznámek o vlivu zpracování půdy*. In: *Recyklace organické hmoty v půdě*, Ostrava: 5
24. SKLÁDANKA J., 2006: *Výukové texty Mendelu 2006*
25. SKLÁDANKA J., (ed.) 2014: *Pícninářství* MZLU, první vydání, 368 s. ISBN 978-80-7509-111-6
26. SMUTNÝ V., (ED.) 2012: *Kukuřice v praxi*, Sborník z konference s mezinárodní účastí, s. 14, KWS Osiva, Brno 2012
27. SVOBODA, M.: *Zakládání porostů kukuřice*, Úroda, r. 52, č. 3, 2004, s. 19 -21
28. SVOBODA M., 2005: *Pěstování kukuřice*, Úroda, 4/2005, str. 23 – 26
29. SUŠKEVIČ M., PROCHÁZKOVÁ B. 2000: *Konvenční technologie zpracování půdy k obilovinám*. Úroda č. 2, str. 28-29.
30. ŠIMON J., LHOTSKÝ J., (ed.) 1989: *Zpracování a zúrodnování půd*. Praha: SZN, 320s
31. ŠPALDON E. (ed.), 1982: *Rostlinná výroba*. SZN v Praze, 720 s.
32. VACH M., JAVŮREK M., 2011: *Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně ISBN 978-80-7427-079-6
33. WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1978: *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. USDA Agric. Handb. U.S Gov. Print. Office, Washington, DC. 79.
34. *Periodikum Zemědělec* 47/2015 str. 26
35. ZIMOLKA a kol.: *Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry*, ProfiPress Praha 2008, 200 s, ISBN: . 80-867-2631-2, 978-80-8672-6-1 70

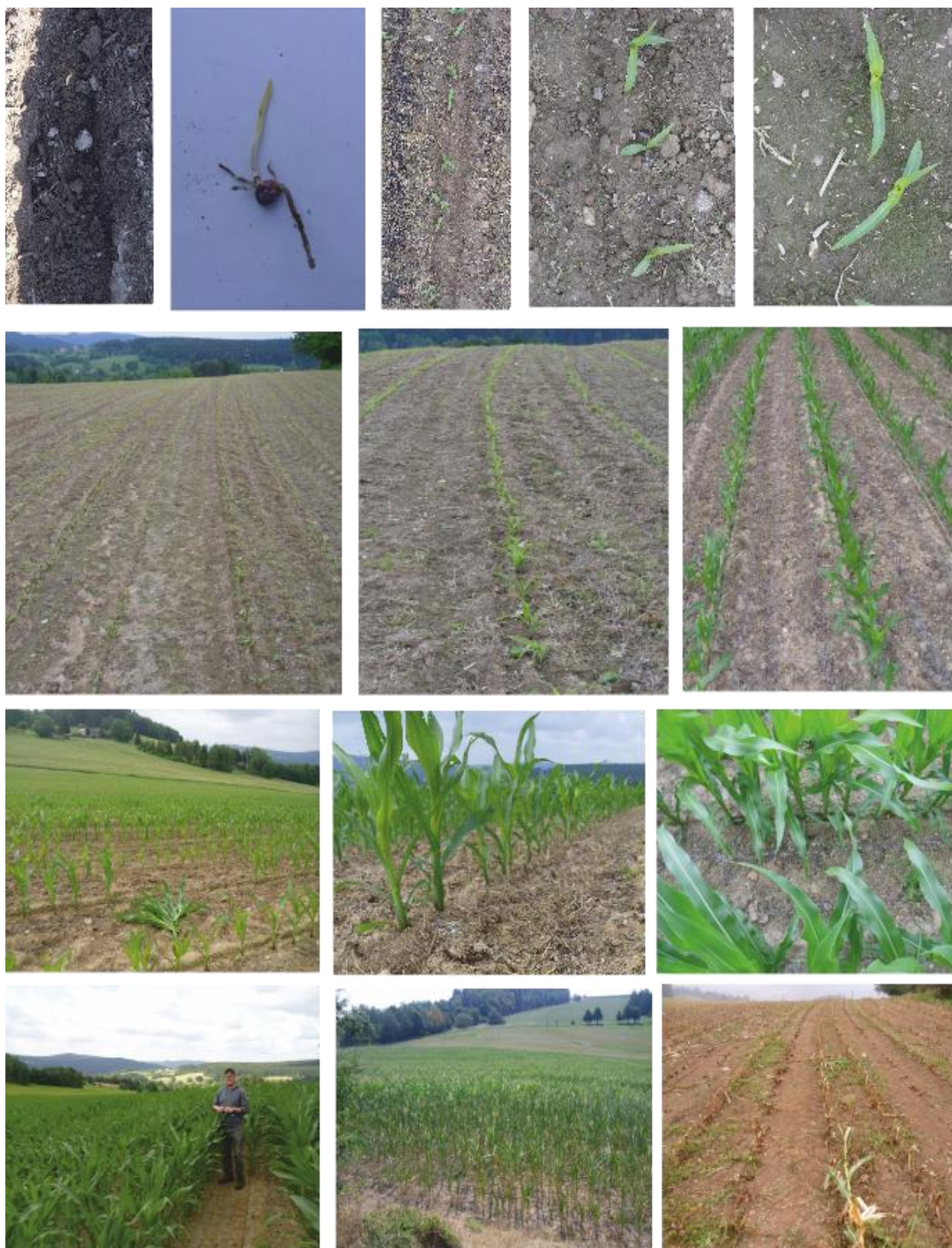
36. ZIMOLKA J., 2008: *Biologická charakteristika*. In. Zimolka J. et al., Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, Praha, s. 15-23

Internetové zdroje

1. ANONYM 1: Agrokrom. *Historie a rozšíření kukuřice* [online] [cit 2016-09-04].
Dostupné z www.agronom.cz/testy/metodiky/picninarstvi/kukurice/historie
2. MONSANTO ČR [online] [cit 2016-22-04]. Dostupné na:
<https://www.monsanto.cz/moderni-technologie/>
3. AGROJOURNAL [online] [cit 2016-10-04]. <http://www.agrojournals.cz/clanky/vliv-technologie-zpracovani-pudy-na-jeji-vlastnosti-43>
4. ÚSTAV VÝŽIVY ZVÍŘAT A PÍCNINÁŘSTVÍ [online] [cit 2016-20-04] Dostupné na: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=0&I=0
5. AGRIS, *Hybridní odrůdy*, [online] [cit 2016-10-02], dostupné na
<http://www.agris.cz/clanek/126157>
6. AGROJOURNAL doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D. Ing. Petr Novák, Ph.D. Ing. Jan Cholenský, CSc. *Vliv technologie zpracování půdy na její vlastnosti*, [online] [cit 2016-03-03] dostupné na <http://www.agrojournals.cz/clanky/vliv-technologie-zpracovani-pudy-na-jeji-vlastnosti-43>
7. STATISTICKÁ ROČENKA KRAJE VYSOČINA, [online] [cit 2016-01-02] Dostupné na: <https://www.czso.cz/documents/10180/20568639/63101112chcz.pdf/4c5795fd-73a8-46bd-88fd-9c52fb7eef2?version=1.0> statistická ročenka kraje vysočina 2012
8. KATASTR NEMOVITOSTÍ [online] [cit 2016-01-20] Dostupné na:
<http://gynome.nmm.cz/gisvysociny/index.php?ln=cz&id=5&cat=c&typ=menu>.
9. ŘEPKOVÁ, 2014 [Diplomová práce] Dostupné na:
<http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js13/genetika/web/pages/08-rezistence-k-abiotickym-faktorom.html>
10. MECHANIZACE ZEMĚDĚLSTVÍ, *Hospodaření s půdou*, Skalický V. 2014 [online] [cit 2016-01-02] Dostupné na: <http://mechanizaceweb.cz/hospodareni-s-pudou/>

8 PŘÍLOHY

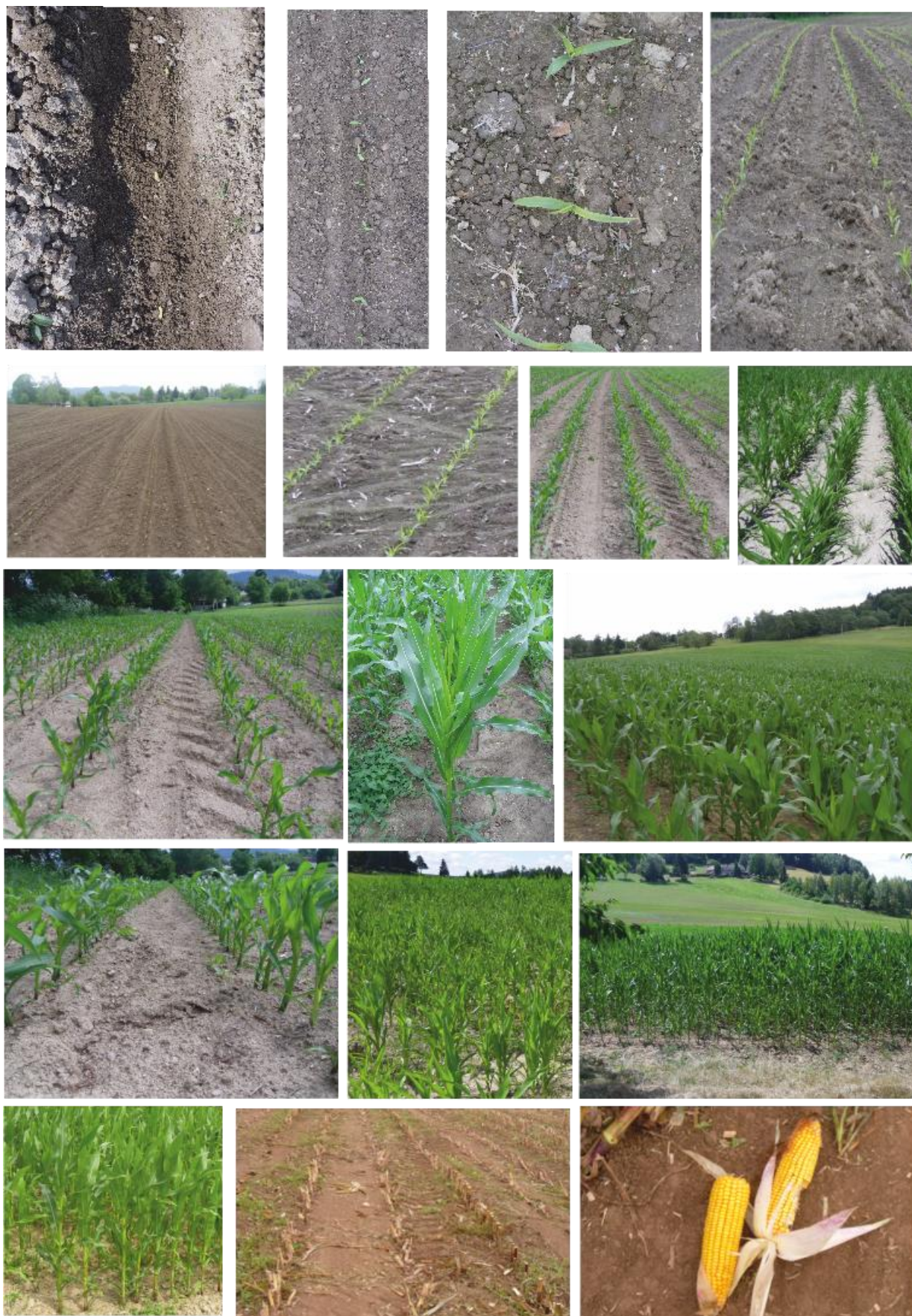
Obr. 42 Fotodokumentace přímého setí do mulče bez digestátu



Obr. 43 Fotodokumentace na variantě přímého setí do mulče s digestátem



Obr. 44 Fotodokumentace na variantě mělkého kypření



Obr. 45 Fotodokumentace na variantě jarní orba



Obr. 46 Fotodokumentace na variantě hluboké kypření



9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Morfologická charakteristika kukuřice

Obr. 2 Příjem živin kukuřice (Hruška, 2012)

Obr. 3 Vzcházení kukuřice část 1 (Hejduk, 2015)

Obr. 4 Vzcházení kukuřice část 2 (Hejduk, 2014)

Obr. 5 Vymezení pokusné lokality

Obr. 6 Secí agregát AMAZONE Contour

Obr. 7 Mělké kypření 6. 5. 2015

Obr. 8 Mulč s digestátem 6. 5. 2015

Obr. 9 Mulč bez digestátu 6. 5. 2015

Obr. 10 Hluboké kypření 6. 5. 2015

Obr. 11 Jarní orba 6. 5. 2015

Obr. 12 Mělké kypření 14. 5. 2015

Obr. 13 Mulč s digestátem 14. 5. 2015

Obr. 14 Mulč bez digestátu 14. 5. 2015

Obr. 15 Hluboké kypření 14. 5. 2015

Obr. 16 Jarní orba 14. 5. 2015

Obr. 17 Mělké kypření 21. 5. 2015

Obr. 18 Mulč s digestátem 21. 5. 2015

Obr. 19 Mulč bez digestátu 21. 5. 2015

Obr. 20 Hluboké kypření 21. 5. 2015

Obr. 21 Jarní orba 21. 5. 2015

Obr. 22 Mělké kypření 15. 6. 2015

Obr. 23 Mulč s digestátem 15. 6. 2015

Obr. 24 Mulč bez digestátu 15. 6. 2015

Obr. 25 Hluboké kypření 15. 6. 2015

Obr. 26 Jarní orba 15. 6. 2015

Obr. 27 Mělké kypření 10. 7. 2015

Obr. 28 Mulč s digestátem 10. 7. 2015

Obr. 29 Mulč bez digestátu 10. 7. 2015

Obr. 30 Hluboké kypření 10. 7. 2015

Obr. 31 Jarní orba 10. 7. 2015

- Obr. 32 Mělké kypření 10. 8. 2015
Obr. 33 Mulč s digestátem 10. 8. 2015
Obr. 34 Mulč s digestátem 10. 8. 2015
Obr. 35 Mulč bez digestátu 10. 8. 2015
Obr. 36 Hluboké kypření 10. 8. 2015
Obr. 37 Jarní orba 10. 8. 2015
Obr. 38 Mělké kypření 26. 9. 2015
Obr. 39 Mulč s digestátem 26. 9. 2015
Obr. 40 Hluboké kypření 26. 9. 2015
Obr. 41 Mulč bez digestátu 26. 9. 2015
Obr. 42 Fotodokumentace přímého setí do mulče bez digestátu
Obr. 43 Fotodokumentace na variantě přímého setí do mulče s digestátem
Obr. 44 Fotodokumentace na variantě mělkého kypření
Obr. 45 Fotodokumentace na variantě jarní orba
Obr. 46 Fotodokumentace na variantě hluboké kypření

10 SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1 Průměrná teplota vzduchu v pokusné lokalitě
Graf 2 Průměrný úhrn srážek v pokusné lokalitě
Graf 3 Vzcházení kukuřice v prvních třech měřeních/mokrý stav
Graf 4 Vzcházení kukuřice první tři měsíce po zasetí/suchý stav
Graf 5 Vzcházení kukuřice od prvního měření po sklizeň/mokrý stav
Graf 6 Porovnání dynamiky růstu s množstvím srážek v dané lokalitě
Graf 7 Vzcházení kukuřice od prvního měření po sklizeň/suchý stav
Graf 8 Produkce nadzemní hmoty a sušiny
Graf 9 Intervaly spolehlivosti pro počet rostlin u jednotlivých variant zpracování půdy

11 SEZNAM TABULEK

- Tab. 1 Vliv různých způsobů zpracování půdy na odtok vody a odnos půdy na svahu 12° (Moldenhauer, 1985)
- Tab. 2 Vliv zpracování půdy na rostlinné zbytky (Hůla, Mayer, 1999)
- Tab. 3 Stručná charakteristika růstových fází kukuřice DC (přepřacováno a upraveno od Zimolka a kol. 2008)
- Tab. 4 Obsah živin v píce kukuřice při různých fázích zralosti (Přepřacované od Prokeš, 2006)
- Tab. 5 Základní údaje o pokusné lokalitě (BPEJ, 2016)
- Tab. 6 Rostlinná výroba ZD Mezilesí
- Tab. 7 Živočišná výroba ZD Mezilesí
- Tab. 8 Použité materiály do bioplynové stanice
- Tab. 9 Půdní charakteristika pokusné lokality (BPEJ)
- Tab. 10 Metodika varianty setí do mulče s digestátem
- Tab. 11 Metodika varianty setí do mulče bez digestátu
- Tab. 12 Metodika varianty mělkého kypření
- Tab. 13 Metodika varianty hlubokého kypření
- Tab. 14 Metodika varianty jarní orby
- Tab. 15 Výnosy zelené hmoty kukuřice z jednotlivých variant
- Tab. 16 Průměrná výška jedné rostliny kukuřice při měření 26. 9. 2015
- Tab. 17 Zhodnocení výskytu plevelů na jednotlivých variantách před a po aplikaci herbicidů (ks/m²)