



**Uplatnění technologií diferencovaného zpracování půdy
při pěstování kukuřice**
Diplomová práce

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

Vypracoval:
Bc. Václav Mytyska



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Václav Mytyska**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Zemědělské inženýrství
Název tématu: **Uplatnění technologií diferencovaného zpracování půdy při pěstování kukuřice**
Rozsah práce: 50-60 s.

Zásady pro vypracování:


1. Prostudovat odbornou literaturu k zadané problematice, zpracovat literární rešerši.
2. Založit a vyhodnotit varianty diferencovaného zpracování půdy u kukuřice z pohledu kvality založení porostu, výše produkce a vlivu na půdní vlastnosti.
3. Získané výsledky zpracovat do tabulek a grafů.
4. Vyhodnotit výsledky vhodnými matematicko-statistickými metodami.
5. Zpracovat diskuzi zaměřenou na porovnání dosažených výsledků s výsledky jiných autorů.

Seznam odborné literatury:

1. PROCHÁZKOVÁ, B. – PROCHÁZKA, J. – HARTMAN, I. – NEUDERT, L. – DRYŠLOVÁ, T. Minimum Tillage and Establishment of Maize Stands Grown for Grain. In *Proceedings of 17th Triennial Conference of ISTRO "Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment"*. Kiel (Germany): Christian Albrechts Universität zu Kiel, 2006, s. 816–825.
2. HŮLA, J. – PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
3. ILLEK, F. *Vliv různého zpracování půdy na úrodnost zrna u kukuřice*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 2007. 64 s.
4. ZIMOLKA, J. a kol. *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2008. 300 s. ISBN 978-80-86726-31-1.
5. PROCHÁZKOVÁ, B. – SMUTNÝ, V. – NEUDERT, L. – LUKAS, V. – DRYŠLOVÁ, T. Technologie zpracování půdy a zakládání porostů kukuřice. In *Sborník z odborného semináře "Kukuřice o praxi 2010"*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, KWS Osiva, s.r.o., 2010, s. 12–23. ISBN 978-80-7375-371-9.
6. HOUŠT, M. – NEUDERT, L. – PROCHÁZKOVÁ, B. Vliv různé intenzity zpracování půdy na její fyzikální vlastnosti. *Úroda*, 2011, sv. LIX, č. 12, s. 351–354. ISSN 0139-6013.
7. ADÁMEK, J. *Minimalizační a půdoochranné technologie uplatněné při pěstování kukuřice na zrna*. Bakalářská práce. MENDELU Brno, 2015. 56 s.
8. HŮLA, J. *Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin: Technika o půdoochranných technologiích /Studijní zpráva/*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. 46 s. Studijní informace. ISBN 80-7271-060-5.
9. DĚCHTĚRENKO, M. *Technicko-ekonomické aspekty zakládání porostů zrnin systémem strip-till*. Diplomová práce. MENDELU Brno, 2015. 77 s.
10. Vědecké a odborné časopisy (Weed Research, Plant, soil and Environment, Agro, Agromanuál, Úroda)

Datum zadání diplomové práce: říjen 2015

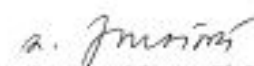
Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017


Bc. Václav Mytyska
Autor práce




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


prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.
Vedoucí ústavu


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

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci Uplatnění technologií diferencovaného zpracování půdy při pěstování kukuřice vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně, dne 25. 4. 2017

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu své diplomové práce, panu doc. Ing. Vladimíru Smutnému, Ph.D., za jeho hodnotné rady a za jeho podporu při vypracování této práce. Dále bych rád poděkoval svému zaměstnavateli za to, že mi umožnil studovat při zaměstnání, že mi poskytl čas k účasti na přednáškách a cvičeních jakož i k přípravě na zkoušky a k zakončení mého studia. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své partnerce a rodině za obrovskou trpělivost a podporu při studiu a při vypracovávání této diplomové práce a omluvit se svým malým dvojčatům, že jsem svůj volný čas musel rozdělit mezi ně a studium.

ABSTRAKT

Diplomová práce se ve své teoretické části zabývá charakteristikou kukuřice a jejím pěstováním. Dále popisuje jednotlivé technologie zpracování půdy, přičemž je rozděluje na konvenční, tedy orebnou technologii, minimalizační zpracování bez použití orby a jako samostatnou kapitolu uvádí technologii strip tillage. Hlavní částí práce je popis založení a vyhodnocení polního pokusu z roku 2016, v němž byl zkoumán vliv různého zpracování půdy na kvalitu porostu silážní kukuřice, na výnos a fyzikální vlastnosti půdy. V pokusu bylo porovnáno pět různých technologií zpracování půdy ve dvou obdobích – strip tillage, orba a minimalizační zpracování půdy dvěma různými stroji do tří hloubek. Při vyhodnocování pokusu se sledovaly tyto parametry: počet, hmotnost a výška rostlin, obsah sušiny a penetrometrický odpor půdy. Výsledky pokusu jsou okomentovány a porovnány s výsledky pokusů jiných autorů.

Klíčová slova:

kukuřice, konvenční zpracování půdy, orba, minimalizační zpracování půdy, strip tillage, penetrometrický odpor půdy

ABSTRACT

The theoretical section of this thesis addresses corn characteristics and growing. Subsequently, it describes particular tillage technologies dividing them into conventional mouldboard ploughing technology, minimum tillage and introduces strip-till technology as a separate chapter. The major part describes the founding and evaluation of a 2016 field trial for study of different tillage technologies in terms of impact on silage corn growth quality, yield and physical characteristics of soil. The trial was based on five different technologies in two terms - strip tillage, ploughing and minimum tillage with two distinct tools at three depths. For trial evaluation, following parameters were observed: plant count, weight and height, dry matter content and yield and soil penetrometer resistance. The trial outcomes are commented and compared with trial results of other authors.

Keywords:

silage maize, conventional tillage, minimum tillage, strip-tillage, soil penetrometer resistance

1 OBSAH

1 OBSAH.....	7
2 SEZNAM ZKRATEK	9
3 ÚVOD A CÍL PRÁCE.....	10
4 LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
4.1 Kukuřice	12
4.1.1 Morfologická charakteristika.....	12
4.1.2 Význam a využití kukuřice.....	13
4.1.3 Nároky kukuřice na pěstitelské prostředí	13
4.1.4 Zařazení v osevním postupu	14
4.1.5 Příprava půdy a setí	15
4.1.6 Výživa a hnojení.....	16
4.1.7 Sklizeň	17
4.2 Zpracování půdy.....	17
4.2.1 Konvenční zpracování půdy	18
4.2.2 Minimalizační zpracování půdy	20
4.2.3 Strip tillage	21
4.2.4 Zpracování půdy pro pěstování kukuřice v souladu s Cross Compliance.....	22
5 MATERIÁL A METODY	23
5.1 Charakteristika zemědělského podniku.....	23
5.2 Popis lokality a povětrnostní podmínky.....	24
5.3 Charakteristika výrobce použitých strojů.....	27
5.4 Popis založení a průběhu pokusu	28
5.5 Popis strojů použitých při zakládání pokusu.....	31
5.6 Sledované parametry	33
6 VÝSLEDKY	37

7 DISKUZE	48
8 ZÁVĚR.....	52
9 POUŽITÁ LITERATURA	53
10 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	57
11 SEZNAM TABULEK	58

2 SEZNAM ZKRATEK

a. s.	akciová společnost
ASAE	American Society of Agriculture Engineers
cm	centimetr
ČSÚ	Český statistický úřad
DZES	Dobry zemědělský a environmentální stav půdy
ha	hektar
kg	kilogram
m	metr
m n. m.	metr nad mořem
MPa	megapascal
např.	na příklad
r.	rok
t	tuna
ZD	zemědělské družstvo

3 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Kukuřice patří k celosvětově nejvýznamnějším obilovinám, mimo jiné z toho důvodu, že má zásadní roli ve výživě lidstva. V České republice roste význam pěstování kukuřice na zrno i na siláž. Plochy věnované kukuřici se v poslední době rozšiřují, což mimo jiné souvisí i s rozvojem bioplynových stanic.

Pro úspěšné pěstování kukuřice a dosažení vysokých výnosů je třeba věnovat náležitou pozornost technologii zpracování půdy. K tomu se připojuje i skutečnost, že kukuřice patří mezi plodiny, které při nesprávné volbě lokality zvyšují riziko vodní eroze. Při pěstování kukuřice je tedy vhodné využívat půdoochranné a minimalizační technologie zpracování půdy.

Technologie a kvalita zpracování půdy je jedním z významných faktorů ovlivňujících výnos pěstované plodiny. S technickým a technologickým pokrokem se rozšiřuje paleta možností a záleží jen na pěstiteli, které technologii dá přednost. Vedle historicky osvědčené konvenční orby se stále více využívají minimalizační technologie založené na mělkém nebo pásovém kypření půdy jakož i technologie přímého setí do nezpracované půdy. Každá z těchto technologií má své přednosti, ale také nedostatky, a každá je vhodná do jiného prostředí a jiných klimatických podmínek.

Vzhledem k tomu, že pracuji pro českého výrobce zemědělské techniky a v rámci své práce se specializuji na stroje pro předset'ové zpracování půdy, je mi tato problematika blízká.

Pro potřeby této práce jsem založil polní pokus, ve kterém porovnávám vliv rozdílného zpracování půdy na výnos a kvalitu silážní kukuřice jakož i na půdní vlastnosti. Při pokusu jsem využil čtyři různé stroje pro zpracování půdy značky Farnet, konkrétně pásový kypřič Strip-Till, pluh Vidium N260, hloubkový kypřič Digger, se kterým byla půda zpracována do dvou různých hloubek, a prototyp diskového podmítače Softer PRO 5,25. Těmito stroji byl založen pokus, který se skládá z celkem deseti variant – pěti různých technologií použitých ve dvou časových obdobích, na podzim a na jaře.

V teoretické části práce se věnuji morfologické charakteristice kukuřice, jejímu významu a využití, nárokům na pěstitelské prostředí a popisu jejího pěstování. V další kapitole se zabývám zpracováním půdy – konvenční orebné technologii,

minimalizačním technologiím a pásovému zpracování půdy, které je známé pod anglickým názvem strip tillage.

Hlavní část práce tvoří popis a vyhodnocení pokusu, který se zaměřil na sledování vlivu různého zpracování půdy na počet, výšku a hmotnost rostlin, obsah a výnos sušiny a penetrometrický odpor půdy. Výsledky svého pokusu jsem porovnal s výsledky pokusů jiných autorů.

Cílem mé práce bylo provést literární rešerši v oblasti pěstování kukuřice a předseťové přípravy půdy pro kukuřici, provést pokus s různými variantami zpracování půdy a vyhodnotit jej z hlediska kvality porostu, výše výnosu a vlivu na půdní vlastnosti a výsledky pokusu porovnat s poznatky jiných autorů.

4 LITERÁRNÍ PŘEHLED

4.1 Kukuřice

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) patří k nejrozšířenějším kulturním plodinám pěstovaným po celém světě. Patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Jedná se o jednoletou, jednodomou, různopohlavní rostlinu s oddělenými květenstvími – latou a palicí.

Jak uvádí Zimolka et al. (2008), podle tvaru a barvy zrna a podle barvy pluch na vřetenech palice se odlišuje řada variet kukuřice:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| - kukuřice obecná, tvrdá | - kukuřice vosková |
| - kukuřice koňský zub | - kukuřice škrobnatá |
| - kukuřice polozubovitá | - kukuřice pluchatá |
| - kukuřice pukancová – praskavá | - kukuřice škrobocukrová |
| - kukuřice cukrová | - kukuřice pestrolistá |

4.1.1 Morfologická charakteristika

Rostliny dosahují výšky nejčastěji 2 až 3,2 m (Skládanka, 2014). Stéblo mívá 11 – 15 článků a kolének. Články jsou vyplněny dřevem, díky které je stéblo pevnější. Z kolének vyrůstají vstřícné listy, které vytváří dvě svislé řady a svými pochvami chrání bazální části článků. Vrchol nejvyššího článku tvoří lata (Zimolka et al., 2008).

Listy kukuřice jsou široké a dlouze kopinaté a mají výrazné střední žebro. Mají žlábkovitý tvar a tyčí se vzhůru, díky čemuž mohou zachytit i malou vlhkost a odvést ji ke kořenům. Počet listů je dán odrůdově a činí od osmi do 24 i více listů (Zimolka et al., 2008).

Kukuřice má různopohlavní, jednodomé květy, které jsou po dvou sestaveny do klásků. Samčí květenství se nazývá lata a je tvořeno prašnickovými klásky. Samičí květenství nazývané palice tvoří klásky pestíkové (Hruška et al., 1962).

Kukuřice vytváří svazčitý kořenový systém, který proniká do hloubky 1,5 – 3 m, většina jemných kořínků se však nachází v orniční půdní vrstvě do hloubky 20 cm a v okruhu 1 m kolem stébla (Hruška et al., 1962). Rostlina si vytváří i vzdušné kořeny, které ji chrání před poléháním a napomáhají k zužitkování vláhy v druhé polovině vegetace (Skládanka, 2006).

4.1.2 Význam a využití kukuřice

Kukuřice má velice široké uplatnění. Hlavními užitkovými směry je využití kukuřice na zrno a na siláž.

Kukuřice pěstovaná na zrno se využívá jednak ke krmným účelům, ale neopomenutelné zastoupení má i v potravinářském průmyslu. Zde se využívá k výrobě kukuřičného škrobu, izoglukózy, tuku a olejů nebo mlýnských a pekárenských produktů (Zimolka et al., 2008).

Silážní kukuřice se využívá k výrobě krmiva pro skot a v poslední době hlavně pro bioplynové stanice. Kukuřice se využívá i pro průmyslové zpracování, a sice pro výrobu stavebních hmot, papíru, lepenky, lepidel a bioplastů. Vedle toho nachází své využití v chemickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu nebo jako obnovitelný zdroj energie pro výrobu bioetanolu, bioplynu a biomasy (Zimolka et al., 2008).

Tabulka 1 ukazuje vývoj ploch kukuřice na zrno a kukuřice na zeleno a siláž od roku 1980 do současnosti.

Tab. 1: Vývoj ploch kukuřice na zrno a na siláž

Rok	1980	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kukuřice na zrno	24 304	44 941	39 317	99 945	109 651	109 565	111 931	100 453	93 575	79 303
Kukuřice na zeleno a siláž	281 981	381 525	232 406	181 939	197 579	214 876	218 786	235 531	231 353	241 500

Zdroj: ČSÚ: Vývoj ploch osevů k 31. květnu v jednotlivých letech

4.1.3 Nároky kukuřice na pěstitelské prostředí

Jak uvádí již Hruška et al. (1962), je kukuřice schopná v krátké době své vegetace vytvořit velké množství hmoty vysoké kalorické hodnoty. Její nadzemní části i kořenový systém mají velkou schopnost přijímat energii a živiny z okolního prostředí. Pro svůj zdárný vývoj a vysoký výnos však potřebuje optimální podmínky – dostatek světla, vysoké teploty a velké množství vody a minerálních živin.

Jedním z vegetačních faktorů ovlivňujících vývoj kukuřice je světlo. V letních dnech, kdy jsou rostliny kukuřice vystaveny dlouhému přímému slunečnímu záření, dochází k velkým přírůstkům organické hmoty. Podle Hrušky et al. (1962) je při tom důležitá jak délka doby osvětlení, tak jeho intenzita. Účinek světla je navíc podporován teplem. Zejména na konci 2. etapy organogeneze, tedy v době tvorby laty, je podstatný

vliv světla. Kratší světelný den v tomto období zrychluje kvetení, ale zmenšuje počet listů a výšku rostlin.

Vedle světla je pro kukuřici stěžejní i teplo, neboť je rostlinou teplomilnou. V průběhu svého životního cyklu potřebuje kukuřice sumu teplot 1 700 – 3 120 °C (Hruška et al., 1962). Podařilo se vyšlechtit hybridy, kterým postačí teploty nižší, a mohou se tak využívat i ve vyšších oblastech. Průměrná teplota by podle Skládanky (2006) měla být kolem 13 °C. Důležitá však není jen výše teploty, ale i její průběh během vegetace. Kukuřice nereaguje dobře na kolísání teploty. Zejména pozdní jarní mraz a výrazné ochlazení na podzim mohou být nebezpečné (Hruška et al., 1962).

Kukuřice je velmi náročná na vodu. Ačkoli s ní dokáže dobře hospodařit, je citlivá na nedostatek půdní vláhy v období kvetení. Jak uvádí Skládanka (2014), může výrazné sucho v období kvetení snížit celkovou produkci až o polovinu. Naopak nadbytek vláhy spolu s nedostatkem vzduchu v půdě způsobuje zesvětlení listů a tvorbu zakrnělých palic (Skládanka, 2006).

Co se týká půdních podmínek, není kukuřice příliš náročná. V bramborářských a chladnějších řepářských oblastech je vhodné pěstovat ji na hlubokých, hlinitých a výhřevných půdách s dostatkem humusu, optimálně v kombinaci s jižní expozicí. Lze ji pěstovat i na půdách slabě kyselých nebo slabě zásaditých. Avšak nevhodné jsou půdy kamenité a zamokřené, stejně jako mrazové kotliny a erozně ohrožené pozemky (Skládanka, 2006).

4.1.4 Zařazení v osevním postupu

Kukuřice je sama po sobě snášenlivá plodina, je tedy možné ji zařazovat v osevním postupu několik let po sobě (Křen et al., 2015a). Další častou variantou je zařazení mezi dvě obiloviny, kdy plní funkci zlepšující plodiny. Kukuřice je také často využívána jako náhradní plodina při vymrznutí ozimů. Podle Skládanky (2006) patří k nejvhodnějším předplodinám pro kukuřici jeteloviny, víceleté pícniny a okopaniny hnojené chlévským hnojem. Kukuřici lze pěstovat i na zeleno jako letní meziplodinu.

Při rozhodování o zařazení do osevního postupu je třeba zohlednit, zda se jedná o kukuřici na zrno nebo na siláž. Rozdíl mezi nimi plyne z odlišné délky jejich vegetační doby. Kukuřice na zrno má delší vegetační dobu, neboť se sklízí ve žluté zralosti, zatímco kukuřice na siláž se sklízí již v mléčné voskové zralosti (Zimolka et al., 2008).

Co je však při vysokém zastoupení kukuřice v osevním postupu nutné zohlednit, je nebezpečí vzniku půdní eroze. Tu lze omezit využíváním mulče z meziplodin a půdoochranných technologií zpracování půdy a zakládání porostů. Dalším rizikem je rozšíření škodlivých organismů, zejména zavíječe kukuřičného a bázlivce kukuřičného. Pro jejich eliminaci se doporučuje do monokultur kukuřice zařadit zlepšující plodiny na jeden až tři roky (Křen et al., 2015a).

4.1.5 Příprava půdy a setí

Pro zpracování půdy ke kukuřici lze využít konvenční orebné i minimalizační bezorebné technologie. Při rozhodování je třeba zohlednit vlastnosti konkrétního stanoviště, kvalitu půdy, zařazení v osevním postupu a způsob zapravení posklizňových zbytků, tlak plevelů a další faktory.

Zimolka et al. (2008) popisuje konvenční zpracování půdy tak, že se pracovní operace co nejdříve po sklizni předplodiny zahajují podmínkou, která se provádí radličkovým nebo talířovým podmínáčem. Na podmínku navazuje orba, kterou jsou do půdy zapravována hnojiva a která by měla být tak kvalitní, aby bylo v jarním období zapotřebí co nejméně vstupů na pozemek. Jarní práce se rozdělují do dvou fází – nejdříve se urovná a nakypří povrch půdy a poté se připravuje seťové lůžko. Využívají se brány, kombinátory a kompaktory.

V případě minimalizačních technologií převládá dle Zimolky et al. (2008) na podzim mělké až středně hluboké zpracování půdy kypřením pomocí radličkových nebo talířových strojů a mělké kypření před setím. Při pěstování kukuřice po obilninách se provádí nejdříve podmínka a po ní mělké zpracování nebo hlubší kypření, případně se pro eliminaci výdrolu a plevelů aplikuje neselektivní herbicid. Na jaře se pak zapravují hnojiva v rámci mělkého zpracování půdy a setí se provádí přesnými secími stroji. Odlišná příprava půdy se provádí při pěstování kukuřice po kukuřici a po okopaninách. Ta je charakterizována mělkým zpracováním půdy a zapravením posklizňových zbytků na podzim, zapravením hnojiv mělkým zpracováním na jaře a také setím přesnými secími stroji.

Termín setí je vhodné zvolit co nejdříve, neboť existuje přímá úměra mezi délkou vegetační doby a vyšší výnosu (Svoboda, 2004). Setí je možné zahájit, když teplota půdy dosáhne 8 – 10 °C, což v našich podmínkách bývá koncem dubna, a je vhodné dokončit do poloviny května. Svoboda vysvětluje vhodnost raného setí tím, že

se díky prodloužení vegetační doby lépe rozvine kořenová soustava a také se lépe využije zimní vlaha.

Setí kukuřice se provádí přesnými secími stroji, díky kterým je zajištěna rovnoměrná hloubka setí, přesný počet vysévaných semen a jejich rovnoměrné rozmístění. Vzdálenost řádků je u kukuřice na zrno i na siláž 70 – 75 cm a vzdálenost rostlin v řádku bývá 12 – 30 cm (Svoboda, 2004).

Podrobnějším popisem jednotlivých technologií se zabývají pozdější kapitoly této práce.

4.1.6 Výživa a hnojení

Kukuřice je díky svému velkému kořenovému systému schopná čerpat živiny i z hlubších půdních vrstev. Na počátku vegetace má kukuřice velmi nízkou potřebu živin, která je spojená s pomalým počátečním růstem. Nejvyšší potřebu živin má mezi kvetením a mléčnou zralostí. Jak uvádí Zimolka et al. (2008), v prvním měsíci svého růstu čerpá kukuřice z jednoho hektaru 3,3 – 5,6 kg N, což odpovídá množství, které před mléčnou zralostí přijme během jediného dne. Zimolka et al. dále uvádí, že před objevením laty přijme kukuřice až 75 % všech živin. Vedle dusíku má kukuřice velkou potřebu také draslíku, která dosahuje vrcholu ve stádiu voskové zralosti. Z dalších živin je třeba uvést fosfor, jehož potřeba roste prakticky rovnoměrně po celou dobu vegetace, a dále síra a hořčík. Potřebu živin znázorňuje tabulka 2.

Tab. 2: Normativní potřeba živin u kukuřice

Produkt	Potřeba živin v kg na 1 t produktu					
	N	P	K	Ca	Mg	S (Kali und Salz)
Zrno + sláma	22,0 – 26,0	4,4 – 6,6	21,0 – 33,0	4,3 – 7,1	4,0 – 6,0	3,1 – 3,5
Silážní hmota	3,4 – 4,0	0,7 – 0,9	2,9 – 3,7	0,9 – 1,3	0,3 – 0,6	0,4 – 0,5

Zdroj: Vaněk et al., 2007 in Zimolka, 2008

Z organických hnojiv se využívá jak chlévský hnůj, tak kejda. Kejdu lze aplikovat na podzim i na jaře, ale také jako přihnojování během vegetace (Svoboda, 2004).

4.1.7 Sklizeň

Kukuřice na zrno se sklízí po dosažení fyziologické zralosti, tedy když obsah sušiny v zrně dosáhne 65 – 68 %. Jak popisuje Zimolka et al. (2008), zrno je tvrdé a lesklé a na bázi má načernalou vrstvu, která je znakem ukončení ukládání živin. V České republice se kukuřice na zrno sklízí nejčastěji v průběhu října. Zrno je vhodné vysušit na 14% vlhkost, jinak hrozí tvorba mikrobiálních procesů nebo klíčení zrn.

Silážní kukuřice se sklízí ve stádiu mléčně voskové zralosti, kdy obsah sušiny činí 28 – 33 %. To bývá nejčastěji v září. Skládanka (2006) uvádí, že v tomto stádiu končí syntéza škrobu v zrnech a v rostlině je dosaženo nejvyšší koncentrace energie. Sklizeň by měla být dokončena před příchodem prvních mrazů.

4.2 Zpracování půdy

Kvalitní zpracování půdy je jedním z důležitých faktorů pro dosažení vysokého výnosu. Vedle tvorby výnosu však má zpracování půdy vliv i na kvalitu půdy a významnou roli hraje také v rámci ochrany životního prostředí. Jak uvádí Křen et al. (2015b), představuje zpracování půdy stabilizující složku systémů hospodaření a je předpokladem pro příznivý počáteční i celkový růst a vývoj rostlin. Zpracováním půdy se podle něj rozumí veškeré činnosti a agrotechnické zásahy, kterými se upravuje ornice a část podorniční vrstvy do vhodného strukturního stavu v časovém rozmezí od sklizně předplodiny do vzejití následné plodiny na daném pozemku.

Způsoby zpracování půdy se vyvíjejí v čase a odrážejí aktuální vědecké poznatky a technický a technologický pokrok. V druhé polovině 20. století byl využíván převážně konvenční způsob hospodaření, tedy orebná technologie. Stroje byly konstruovány s cílem vysoké výkonnosti pro zvládnutí velkoprodukčního systému zemědělské výroby ve velkých zemědělských družstvech a státních statcích. Doprovodným jevem tohoto způsobu zpracování půdy však bylo zhoršování kvality půdy. Nyní se vývoj strojů na zpracování půdy zaměřuje vedle výkonnosti také na dopad na životní prostředí a ekonomickou efektivitu.

Zpracování půdy se v současné době rozděluje na konvenční, tedy orebnou technologii, a minimalizační, tedy bezorebnou technologii (Hůla, Procházková et al., 2008). Při technologii s orbou se půda zpracovává radličným pluhem a veškeré posklizňové zbytky jakož i meziplodiny a plevele se zapravují do půdy. V případě bezorebné technologie se jedná o mělké zpracování půdy, kdy je orba nahrazena

kypřením, a posklizňové zbytky jsou ponechány na povrchu nebo v horní vrstvě půdy (Křen et al., 2015b).

Minimalizační zpracování půdy se objevuje stále častěji, ale konvenční zpracování má i nadále dostatek příznivců. Podle počtu prodaných strojů na zpracování půdy bezorebnou technologií, jejich výkonnosti a předpokládaného využití se odhaduje, že minimalizační zpracování půdy se provádí na více než 40 % orné půdy v ČR (Křen et al., 2015b).

Při volbě způsobu zpracování půdy je třeba zohlednit řadu faktorů. Křen et al. (2015b) uvádí tyto:

- půdní podmínky daného pozemku
- klimatické podmínky stanoviště
- předplodinu a volbu plodiny, pro kterou se půda připravuje
- časovou náročnost
- dopad na půdu, biotické škodlivé organismy
- ekonomickou stránku
- legislativní požadavky

Obě technologie mají řadu předností i nedostatků, takže není možné považovat jednu z nich za všeobecně optimální volbu.

4.2.1 Konvenční zpracování půdy

Konvenční zpracování půdy, často nazývané také tradičním, je založeno na každoročně opakované orbě a využití radličného pluhu. Jedná se o pracovní operace před založením porostu, které mají za cíl připravit půdu pro setí, zapravit posklizňové zbytky a případný výdrol, eliminovat plevely a vytvořit optimální strukturu půdy. Dříve se jednotlivé operace prováděly odděleně, nyní se s technickým pokrokem řada operací spojuje do jednoho přejezdu techniky, jako např. spojení orby s drcením hrud a povrchovým utužením půdy nebo spojení předseťového zpracování se samotným setím (Křen et al., 2015b).

Křen et al. (2015b) rozděluje systém konvenčního zpracování půdy do tří částí: základní zpracování půdy, předseťová příprava půdy a zpracování půdy během vegetace.

Základní zpracování půdy

Jak uvádí Křen et al. (2015b), je cílem základního zpracování půdy propracování orničního profilu, úprava fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy a v konečném důsledku příprava optimálních podmínek pro růst kořenové soustavy jakož i celkový růst a vývoj pěstovaných plodin. Do základního zpracování půdy zahrnuje podmítka, orbu a operace vedoucí ke zvětšování orničního profilu.

Podmítka je mělké zpracování půdy po sklizni plodin, které zanechávají strniště. Hlavním významem podmítky je optimalizace hospodaření s půdní vláhou a eliminace zaplevelení půdy, a tím i rostlinných chorob a škůdců. K dalším významným funkcím patří dle Křena et al. (2015b) urovnání povrchu půdy a vytvoření kypré povrchové izolační vrstvy půdy za účelem přerušování vztlínivosti vody a omezení neproduktivního výparu, zlepšení fyzikálních vlastností povrchové vrstvy půdy a podpora biologické činnosti půdy, možnost zapravení hnojiva do půdy, zlepšení zpracovatelnosti půdy a snížení spotřeby energie při následných operacích.

Po podmítce následuje orba, která má podle Křena et al. (2015b) za úkol obracet, mísit, drobit a kypřit půdu, vynášet splavené živiny, zničit plevely a zapravit organické zbytky jakož i statková a minerální hnojiva.

Pro zlepšení vzdušných a vlhkostních vlastností půdy, a tím i dosažení vyšších výnosů, slouží i zvětšení hloubky ornice. Hluboká ornice podporuje dle Křena et al. (2015b) činnost půdních mikroorganismů, chemické procesy a růst kořenové soustavy. Hloubku ornice lze zvětšit prohlubováním, tedy orbou do větší hloubky. Zlepšení půdních vlastností se provádí dále podrýváním, dlátováním, hloubkovým kypřením a u speciálních plodin také rigolováním.

Předseťová příprava půdy

Kostelanský et al. (2006) charakterizuje předseťovou přípravu půdy jako soubor obdělávacích zásahů zpravidla do menší hloubky orniční vrstvy s cílem kvalitního uložení osiva nebo sadby a rychlého vzejití porostu. Obdělávacími zásahy se rozumí smykávání, vláčení, kypření a válení půdy. Předseťová příprava má především za úkol vytvoření vhodného seťového lůžka, dále pak urovnání povrchu půdy, zamezení neproduktivního výparu vody, podporu biologických procesů v půdě, eliminaci plevelů a další.

Předseťová příprava půdy se na jaře zahajuje většinou smykáváním, při němž se smykem urovnávají nerovnosti půdy vzniklé při orbě. V současné době se samotné smykávání provádí méně často, spíše se spojuje s dalšími operacemi.

Dalším zásahem do půdy je vláčení, které má za cíl snížení hrudovitosti, precizní urovnání povrchu, mělké povrchové kypření, zapravení minerálních hnojiv a pesticidů a hubení plevelů. Kypření se provádí bránami.

Kypřením se prokypřuje a provzdušňuje vrchní část ornice a hubí se jím plevele. Pro ničení plevelů lze provádět kypření opakovaně. Kypření se provádí kypřičem.

Válení slouží k utužování půdy, které je spojené s urovnáním povrchu a drcením hrud. Válení se provádí válci, které se vedle předset'ové přípravy půdy používají také pro uválení podmítky, po orbě, po zasetí i při ošetřování porostu během vegetace.

V současné době se často dává přednost secím kombinacím nebo kompaktorům, které spojují jednotlivé pracovní operace do jednoho přejezdu a pomáhají tak uspořit čas i náklady.

Zpracování půdy během vegetace

Během vegetace se do půdy zasahuje s cílem provzdušnění půdy, ničení plevelů, obnovy povrchu půdy po deštích, zlepšení vsakování srážek a omezení výparu. K takovým operacím patří vláčení, válení, plečkování a oborávání (Křen et al., 2015b).

4.2.2 Minimalizační zpracování půdy

Hlavní odlišností od konvenčního je u minimalizačního zpracování půdy nevyužívání orby a cíl snížení energie a nákladů. Jak uvádí Křen et al. (2015b), je pro minimalizační technologie typická redukce hloubky a intenzity základního zpracování půdy a mělké zapravení rostlinných zbytků do půdy nebo jejich ponechání na povrchu půdy.

Hůla, Procházková et al. (2008) rozdělují minimalizační zpracování půdy do následujících tří skupin: minimalizace s kypřením půdy, půdoochranné zpracování půdy a přímé setí.

Minimalizace s kypřením půdy

Půda je zpracovávána do většinou malé hloubky, přičemž je možné ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení.

Půdoochranné zpracování půdy

Jedná se o zpracování půdy, při kterém je min. 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky, které jsou využity do plného zapojení porostu. Hůla a Mayer (1999)

uvádějí, že pokrytí 20 – 30 % povrchu půdy rostlinnými zbytky v době setí snižuje riziko vodní eroze o 50 – 90 %.

Přímé setí

U přímého setí se jedná o setí do půdy, která se po sklizni předplodiny nezpracovává, a tím se narušuje pouze malá část povrchu půdy. Využívá se převážně pro setí obilnin. Pro toto setí se využívají speciální secí stroje.

Hlavními důvody pro rozšíření minimalizačních technologií na úkor konvenčních jsou ekologický dopad, ekonomická stránka a technický vývoj.

Minimalizační technologie jsou šetrnější k půdě a mají pozitivní vliv na její strukturu. Další předností je hospodaření s půdní vláhou – dochází ke snížení ztrát vody a zvýšení vododržnosti půdy a také se omezuje vznik neproduktivního výparu vody z půdy díky mulči z rostlinné biomasy na povrchu půdy. Neméně podstatným pozitivem je snížení rizika větrné a vodní eroze. Při minimalizačním zpracování dochází ke zlepšení stavu půdní organické hmoty zvýšením obsahu a kvality půdního humusu a omezuje se vyplavování pohyblivých forem dusíku (Hůla, Procházková et al., 2008).

Z ekonomického hlediska jsou minimalizační technologie časově i nákladově úspornější. K tomu přispívá jednak nižší počet pracovních operací, které se často slučují do jednoho přejezdu techniky, jednak vyšší výkonnost strojů. Jak uvádí Brant et al. (2015), bylo prokázáno, že při využití nových technologií diferencovaného zpracování půdy byla snížena spotřeba pohonných hmot o 14 – 29 % v porovnání s konvenčním zpracováním půdy. Brant také zmiňuje, že úspora pracovního času při zpracování půdy činí až 30 %, a to díky vyšší pracovní rychlosti nových typů strojů pro diferencované zpracování půdy v porovnání s klasickou orbou.

Rozšíření minimalizačních technologií podpořil i vývoj zemědělské techniky, který se zaměřil na secí stroje pro setí do minimálně zpracované a nezpracované půdy.

4.2.3 Strip tillage

Pásové zpracování půdy neboli strip tillage patří k minimalizačním technologiím podle klasifikace Americké půdoznalecké společnosti. Brant et al. (2016) tuto technologii charakterizuje jako pásové zpracovávání půdy v místě budoucího setí následné plodiny s možností cílené aplikace živin. Hloubka kypření se volí podle konkrétního půdního profilu, s ohledem na provedení na jaře či na podzim, podle plodiny určené k setí

a požadované hloubky uložení hnojiva. V nakypřených pásech půdy jsou vytvořeny vhodné podmínky pro růst kořenového systému a celé rostliny tím, že kyprá půda v řádku má vyšší podíl mezipůdních prostor vyplněných vzduchem a není pokryta rostlinným materiálem, což přispívá k rychlejšímu ohřevu zeminy. Vyšší teplota půdy přispívá k rozvoji kořenového systému do větší hloubky, stejně jako menší utužení půdy. V pozdějších fázích vývoje rostliny čerpají vláhu z nekypřeného meziřádku, která se v něm drží i díky pokryvu půdy posklizňovými zbytky.

4.2.4 Zpracování půdy pro pěstování kukuřice v souladu s Cross Compliance

Aktuálním tématem dnešní doby v souvislosti s pěstováním kukuřice je riziko vzniku eroze. Kukuřice je širokořádková plodina, která se v erozně ohrožených oblastech nesmí pěstovat, případně je třeba použít půdoochranné technologie zpracování půdy.

Jak je uvedeno v příručce Průvodce zemědělcem Kontrolou podmíněnosti platném pro rok 2016, je v rámci standardu DZES 5 zakázáno pěstovat kukuřici na půdách silně erozně ohrožených vodní erozí a na půdách mírně erozně ohrožených vodní erozí lze pěstovat kukuřici pouze s využitím půdoochranných technologií. Výjimkou jsou plochy, jejichž celková výměra nepřesáhne 0,40 ha zemědělské půdy z celkové obhospodařované plochy, přičemž musí být splněna podmínka, že směr řádků kukuřice je orientován ve směru vrstevnic s maximální odchylkou od vrstevnice do 30 stupňů a pod plochou kukuřice se nachází pás zemědělské půdy o minimální šíři 24 m, který na ni navazuje a přerušuje všechny odtokové linie procházející kukuřicí na erozně ohrožené ploše, a na kterém bude pěstován travní porost, víceletá pícnina nebo jiná než erozně nebezpečná plodina.

Za specifické půdoochranné technologie na mírně erozně ohrožených plochách je považováno:

- přerušovací pásy
- zasakovací pásy
- osetí souvratí
- setí po vrstevnici
- odkameňování
- důlkování a hrázkování
- pásové zpracování půdy (strip tillage)
- pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem

V rámci standardu DZES 4 se klade důraz na využívání rostlinných zbytků k pokryvu půdy po sklizni a v mimovegetačním období za účelem zamezení eroze.

5 MATERIÁL A METODY

Hlavním zdrojem informací praktické části této diplomové práce byla experimentální činnost, která probíhala na pozemcích Zemědělského družstva Dolany. ZD Dolany se dlouhodobě věnuje pěstování kukuřice na větší výměře a na jednom půdním bloku byla v roce 2016 vytyčena část určená pro pokus, v němž byl porovnán vliv různých technologií zpracování půdy na kvalitu založení porostu, výnos silážní kukuřice a půdní vlastnosti. Půdní blok se nacházel v blízkosti areálu firmy Farnet a.s., která k provedení pokusu zapůjčila své stroje.

5.1 Charakteristika zemědělského podniku

Obec Dolany se nachází v okrese Náchod v Královéhradeckém kraji. Území obce leží v nadmořské výšce 254 – 336 m n. m. a žije v ní dle údajů ČSÚ 674 obyvatel. Jak se uvádí na oficiálních internetových stránkách obce, obec se nachází v mírně teplé klimatické oblasti, mírně vlhké podoblasti a jsou zde převážně hnědozemě.

Zemědělské družstvo Dolany je větší zemědělský podnik, který se zabývá rostlinnou a živočišnou výrobou a pěstováním ovoce. Vedle těchto klasických zemědělských činností provozuje družstvo také čerpací stanici, pilu, bioplynovou stanici a fotovoltaickou elektrárnu a pronajímá horskou chatu u Jablonce nad Jizerou.

ZD Dolany hospodaří na 4 450 ha zemědělské půdy, z toho je 3 804 ha orná půda, 272 ha zaujímají ovocné sady a na 374 ha se rozprostírají louky a pastviny. Pozemky družstva leží v nadmořské výšce 260 – 500 m n. m. Na jeho území je průměrná roční teplota 7,1 – 7,6 °C a úhrn průměrných ročních srážek činí 680 mm.

ZD Dolany je rozděleno na tři střediska – Dolany, Hoříčky a Lhota pod Hoříčkami. Půdní blok „Pod Farnetem“, na kterém byl proveden pokus, spadá pod středisko Lhota pod Hoříčkami. Toto středisko hospodaří na výměře 1 197,04 ha zemědělské půdy, z toho je 1 171,21 ha orná půda. V roce 2016 se zde pěstovala pšenice ozimá na 476,01 ha, kukuřice na 230 ha, řepka ozimá na 167,78 ha, cukrová řepa na 139,12 ha, hrách na 69,98 ha a jetel na 13,9 ha. Zbytek výměry tvoří trávy na orné půdě na 82,38 ha a louky na 25,83 ha. K tomuto středisku patří bioplynová stanice a z živočišné výroby chov krůt a krocanů.

Kukuřice se pěstuje pouze na siláž pro bioplynovou stanici o elektrickém výkonu 800 kW. Zpracovávají se v ní kejda, cukrovarnické řízky a produkty rostlinné

výroby – senáž a siláž. Digestát se v družstvu používá jako organické hnojivo a odpadní teplo se využívá pro sušení různých substrátů a dřeva.

5.2 Popis lokality a povětrnostní podmínky

Lokalitu, ve které byl proveden pokus, charakterizuje tabulka 3.

Tab. 3: Popis lokality provedení pokusu

Výrobní oblast	řepařská		
Výrobní podoblast	Ř2		
Nadmořská výška	254 – 336 m n. m.		
Průměrná teplota	7 - 8 °C		
Roční suma srážek	550 - 650 mm		
BPEJ	5.58.00		
Klimatický region	mírně teplý, mírně vlhký		
Půdní typ	hnědozem		
Půdní druh	středně těžké		
Hlavní půdní jednotka	fluvizemě		
Svažitost	0 - 3°		
Skeletovitost	půdy bezskeletovité		
Půdotvorný substrát	rovina		
Úřední cena půdy	7,78 Kč/m ²		
Hloubka ornice	půda hluboká		
Průměrný obsah humusu	2,30 %	pH:	6,1 - slabě kyselá
Obsah živin	P:	41 mg/kg - nízký	
	K:	79 mg/kg - nízký	
	Mg:	201 mg/kg - dobrý	
	Ca:	2 734 mg/kg - dobrý	
Počátek jarních prací	18. 03. 2016		
Počátek senoseče	30. 05. 2016		
Počátek žní	25. 07. 2016		

Zdroj: vlastní znalost lokality a informace od agronomky ZD Dolany; obsah živin a pH bylo stanoveno na základě rozboru půdy z 01. 11. 2016.

Pokus byl založen na půdním bloku č. 4302/1 „Pod Farnetem“ o výměře 13,30 ha, z čehož byla v roce 2016 kukuřice pěstována na 6 ha. Předplodinou byla řepka.

Tab. 4: Popis pokusného pole

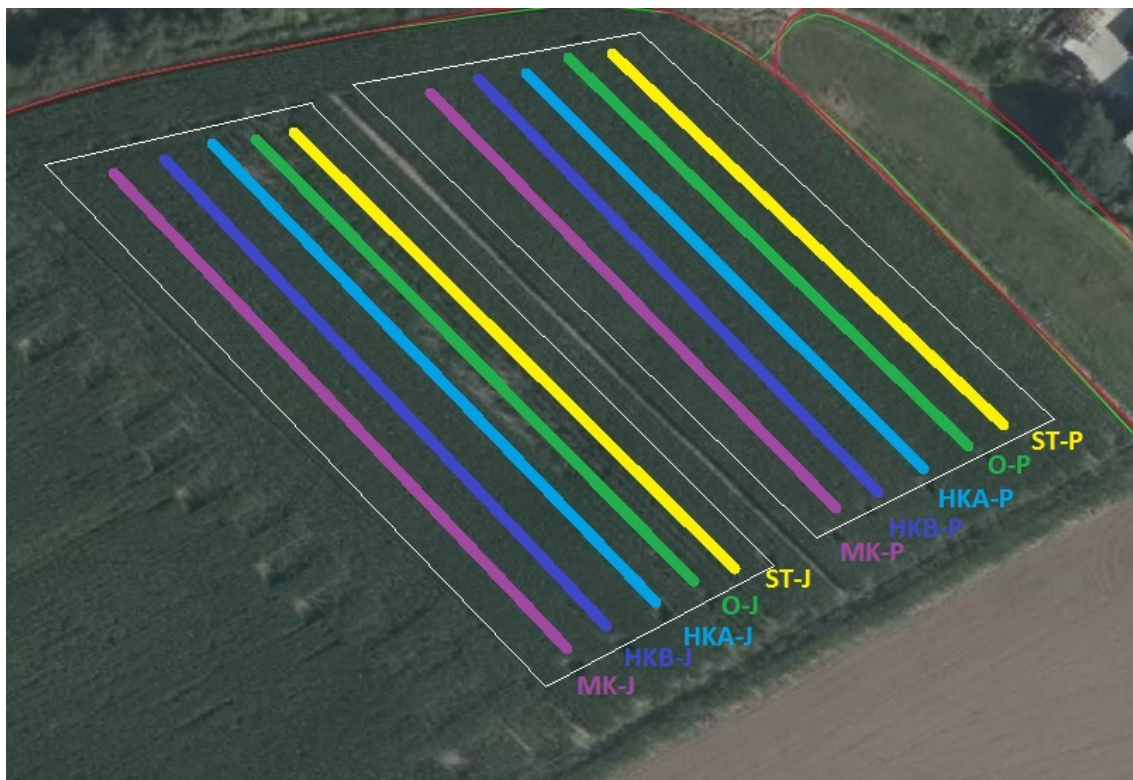
Číslo půdního bloku	4302/1
Číslo čtverce	620-1020
Výměra	13,30 ha
Průměrná nadmořská výška	271,48 m n. m.
Průměrná sklonitost	0,64°
Obvod pozemku	1 437,66 m
Kategorie eroze	neohrožené

Zdroj: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>



Obr. 1: Ortofotomapa z veřejného registru půd LPIS se zakresleným plánkem provedení podzimní a jarní části pokusu

Zdroj: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

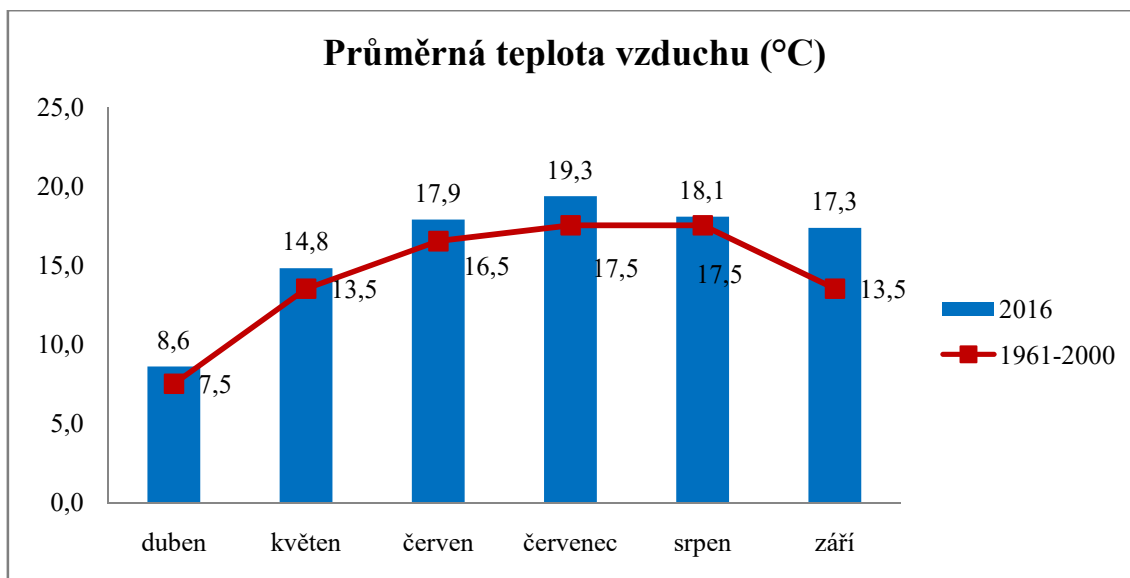


Obr. 2: Plánek deseti variant pokusu

Zdroj: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

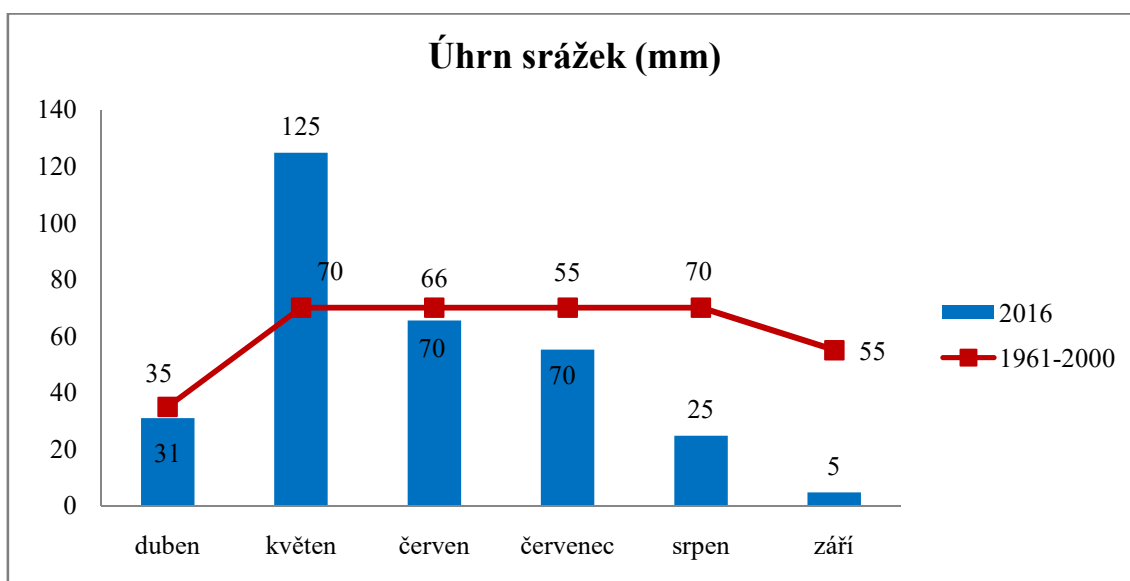
ZD Dolany nemá vlastní meteorologickou stanici. Data v grafech na obrázcích 3 a 4 pocházejí z Českého hydrometeorologického ústavu, který měří teplotu vzduchu nejbližší pokusné lokalitě na stanici Velichovky a úhrn srážek v České Skalici. Údaje z roku 2016 jsou porovnány s dlouhodobými historickými meteorologickými daty z lokality u vodní nádrže Rozkoš, která se nachází v blízkém okolí.

Rok 2016 byl ve sledovaném období teplejší, než je historický průměr za období 1961 – 2000. Ve své první polovině byl spíše vlhký, jen v květnu činil úhrn srážek 125 mm. V druhé polovině roku, především na konci srpna a v září, zde nespádly téměř žádné srážky. To způsobilo problémy se vzcházením řepky a se sklizní kukuřice, která začala velmi rychle usychat. To je také důvodem toho, že je v siláži vysoký obsah sušiny.



Obr. 3: Průměrná teplota vzduchu 04-09/2016 a porovnání s historickým průměrem

Zdroj: ČHMÚ a Atlas podnebí Česka



Obr. 4: Úhrn srážek 04-09/2016 a porovnání s historickým průměrem

Zdroj: ČHMÚ a Atlas podnebí Česka

5.3 Charakteristika výrobce použitých strojů

Společnost Farmet vznikla v roce 1992 jako malá dílna s několika zaměstnanci a právní formou společnost s ručením omezeným. Hned od počátku se zaměřovala na stroje určené k předseťové přípravě půdy. Firma se postupně rozrůstala a zvětšovala až do dnešní podoby. K výrazným milníkům jejího vývoje patří v roce 1997 transformace na akciovou společnost, jejímž jediným akcionářem je od roku 2001 Ing. Karel Žďárský,

dále certifikace systému řízení kvality ISO 9001 v roce 1999 a překročení hranice střední společnosti s 300 zaměstnanci v roce 2015. Společnost Farnet sídlí v České Skalici v okrese Náchod, kde si vybudovala velký výrobní areál včetně administrativních budov.

Společnost je rozdělena na dvě divize: divizi zemědělské techniky, která se zabývá vývojem, výrobou a prodejem zemědělských strojů pro zpracování půdy a setí, a divizi Oil&FeedTech, která vyrábí technologická zařízení na zpracování olejnatých semen, rostlinných olejů a krmiv.

Společnost Farnet a.s. má 350 zaměstnanců, přičemž většina pochází z náchodského regionu. Její základní jmění činí 32 mil. Kč a tržby dosáhly v roce 2016 700 mil. Kč. Farnet vyrobil více než 12 000 strojů, které se prodávají na více než 20 trzích světa. 75 % výrobků je určeno na export.

Hlavními produkty jsou stroje na předset'ovou přípravu půdy Kompaktomat a Verso. Stroje na zpracování půdy jsou rozděleny do kategorií podle hloubky zpracování do 25 cm, do 35 cm a nad 35 cm. Stroje jsou určeny na podmítku, kypření a k podryvání. Pracovní orgány jsou radličky, dláta nebo disky o různém průměru. Široká je i nabídka secích strojů, které jsou určené na setí do připravené půdy, minimalizačních technologií a na přímé setí do strniště. Nejvýznamnějším zástupcem secích strojů je modulární secí stroj Falcon. V nabídce jsou i radličkové secí stroje. Další vyráběné stroje jsou určené na zpracování půdy s aplikací hnojiv, na aplikaci kejdy, stroje na meziřádkovou kultivaci a aplikace hnojiv, setí s pásovým kypřením a stroje na setí meziplodin.

5.4 Popis založení a průběhu pokusu

Pro pokus byl zvolen pozemek, který je umístěn za výrobním závodem Farnet v dojezdové vzdálenosti cca 700 m. To byla velká výhoda, protože všechny použité stroje včetně tažného prostředku, traktoru Valtra, byly zapůjčeny od společnosti Farnet. Tím byl ušetřen čas a minimalizovány náklady na přesuny strojů a jejich agregaci. Díky přátelským vztahům se ZD Dolany a pracovním vazbám se společností Farnet mohl být pokus založen na větší výměře a za použití nové moderní techniky, pěti strojů značky Farnet.

Pokus byl proveden v deseti variantách vzniklých kombinací dvou faktorů – pěti technologií zpracování půdy a dvou termínů provedení. Jednotlivé varianty se lišily také

hloubkou zpracování. Pořadí pracovních operací a technologií byl stejný, lišil se pouze termín provedení – podzim 25. 11. 2015 a jaro 26. 04. 2016. V obou termínech byly vlhkostní podmínky vhodné pro provedení pokusu.

Vlastnímu založení pokusu, a to podzimní i jarní části, předcházelo připravení strojů a pozemku. Pokusné pole bylo rozměřeno a byla vytyčena část pozemku o velikosti 100 x 100 m určená pro provedení pokusu. Tato výměra byla plně dostačující k založení pokusu v deseti variantách. Šířka jednoho pokusného bloku byla 9 m a byla zvolena s ohledem na celkovou výměru plochy pokusu a dobrého navazování záběru použitých strojů, který činil 3 m. Tento prostor byl následně přesně rozdělen na podzimní a jarní část a byly v něm rozměřeny jednotlivé bloky pro každou variantu. Zbytek příprav se odehrál v areálu výrobního závodu Farnet. U všech strojů byl pečlivě zkontrolován jejich technický stav, funkčnost a kompletnost veškerého vybavení, přitom byla provedena potřebná údržba. Jako tažné prostředky byly zvoleny traktory Zetor Proxima 120 a Valtra 350 S. Dle stanoveného pořadí strojů se pak zakládal pokus, který se na podzim i na jaře skládal z pěti jednotlivých variant. Po agregaci stroje byl každý stroj vyzkoušen na postranním poličku, které bylo zvoleno jako testovací a seřizovací. Sloužilo k nastavení přesné pracovní hloubky stroje a ke kontrole funkčnosti a dobré kvality práce stroje. Tak bylo na místě ověřeno, že je stroj správně seřízený, nastavený a že pracovní hloubka bude dodržena dle zadání. Po každé jízdě došlo k přeměření a zkontrolování pracovní hloubky na několika místech zpracování a byla provedena fotodokumentace.

Podzimní část pokusu byla provedena dne 25. 11. 2015. Část určená pro jarní varianty pokusu byla v den zakládání podzimních variant celá zpracována diskovým strojem Softer PRO na hloubku zpracování 6 cm.

Jarní část pokusu byla provedena 26. 04. 2016. Den předem bylo rozmetadlem minerálních hnojiv aplikováno granulované hnojivo Urea Stabil v dávce 2,8 q/ha. Tato aplikace byla provedena na celém poli včetně již připravené podzimní části.

Mezi podzimní a jarní částí byl záměrně vynechán širší středový pás pro lepší odlišení. Všechny pokusné parcely byly řádně označeny čísly 1 až 10 (1 - 5 podzim, 6 - 10 jaro) a popisem stroje s pracovní hloubkou. Nakonec byly zarovnány a zpracovány souvratě hloubkovým kypřičem Digger.

Setí kukuřice bylo provedeno 02. 05. 2016. K setí byl použit prototypový přesný secí stroj Farnet. Tento prototyp slouží společnosti Farnet k zakládání zkušebních porostů kukuřice a k testování nových technologií. Stroj je tvořen čtyřmi přesnými

secími jednotkami s roztečí 75 cm. Při setí kukuřice bylo aplikováno hnojivo Amofos v dávce 0,73 q/ha. K aplikaci hnojiva slouží aplikátory umístěné z obou stran řádku. Tažný prostředek traktor Zetor Proxima 120 byl vybaven přední hydraulikou, kde byl umístěn zásobník na hnojivo. Výsevní vzdálenost jedinců činila 14 cm a počet jedinců na hektar byl 95 238. Zasetá byla odrůda Agro Vitallo od společnosti KWS do hloubky 7 cm. V rámci chemické ochrany byl 27. 05. 2016 ve fázi 5. listu aplikován herbicid Maister Power v dávce 1,5 l/ha + 300 l vody. 22. 06. 2016 bylo provedeno plečkování a porost byl sklizen 19. 09. 2016. Ke sklizni byla použita sklízecí řezačka Claas Jaguar 850 s kukuřičným adaptérem Claas Orbis. Celou linku doplňovalo pět odvážecích souprav.



Obr. 5: Založení varianty ST-P



Obr. 6: Založení varianty ST-J



Obr. 7: Založení varianty O-P



Obr. 8: Založení varianty O-J



Obr. 9: Založení varianty HKB-P



Obr. 10: Založení varianty HKA-J



Obr. 11: Založení varianty MK-P



Obr. 12: Založení varianty MK-J



Obr. 13: Setí kukuřice



Obr. 14: Setí kukuřice

5.5 Popis strojů použitých při zakládání pokusu

Farnet pásový kypřič Strip-Till

Pásový kypřič je určený k zpracování půdy v pásech o rozteči 75 cm. Hloubka zpracování může být až 35 cm. Stroj vytváří mohutnými radlicemi zpracovaný pás, do kterého může aplikovat hnojivo ve dvou rozdílných hloubkách. Pracovní orgány jsou na stroji umístěny v pořadí: přední disk, který prořezává vrstvu rostlinných zbytků - rozhrnovací disky, které ukládají rostlinné zbytky do mezířádků - masivní radlice, která kypří půdu v pásu - zadní dvojitý hrotový válec, který rozmělnuje hroudy a zpětně utužuje nakypřenou vrchní vrstvu půdy. Mezi přednosti tohoto stroje patří nízký tahový odpor a tři možnosti záběrů 3, 4,5 a 6 m.



Obr. 15: Pásový kypřič Strip-Till



Obr. 16: Pluh Vidium N260

Farmet pluh Vidium N260

Jedná se o otočný, čtyřradličný, střížným šroubem jištěný pluh. Pluh vyniká výbornou prací na zamokřených půdách a svazích. Pracovní hloubka může být až 35 cm. Rám o rozměru 150 x 150 mm a šířce stěny 8,8 mm je vybaven otočnou hřídelí o průměru 120 mm. Pracovní záběr se nastavuje mechanicky ve čtyřech polohách. Vzdálenost pracovních těles byla u použitého stroje větší, a to 105 cm, světlá výška stroje dosahovala 78 cm. Pluh byl vybaven příplatkovým paměťovým válcem a opěrným kolem.

Farmet hloubkový kypřič Digger

V silně dimenzovaném rámu jsou použity vysokopevnostní materiály, které zaručují dlouhou životnost a kompaktnost stroje. Světlá výška rámu je nadstandardních 750 mm, což zajišťuje vysokou průchodnost i při hloubce zpracování 500 mm. V rámu jsou pracovní orgány (7 ks) umístěny ve dvou řadách s roztečí 42,5 cm (respektive 75 cm v jedné řadě) a se vzdáleností řad 95 cm. Jsou hydraulicky jištěné a každá řada samostatně ovladatelná, což umožňuje značnou variabilitu použití stroje. Na slupici jsou osazeny speciální radlice s hroty ze slinutých karbidů pro zajištění dlouhé životnosti, nízkého opotřebení a zachování optimální geometrie radlic. Tyto radlice se zpevněnou slupicí jsou vybaveny bočními křídélky s volitelnou výškou nastavení ve třech stupních. Křídélka oddělují hloubku zpracování produkční vrstvy půdy s promícháním od spodní části s pouhým prokypřením, čímž nedochází k promíchání biologicky neaktivní půdy. Za slupicemi jsou urovňovací disky, které usměrňují zpracovanou půdu a zajišťují precizní urovnání brázd před zadním dvojitém hrotovým válcem. Válec se dá mechanicky nastavit pro jemné zpracování hrud v předset'ové přípravě minimalizačních technologií nebo jako podzimní zpracování půdy pro jařiny. Stroj Digger může být vybaven sadou pro přihnojení s možností aplikace hnojiva do zásobníkové zóny v půdě.



Obr. 17: Hloubkový kypřič Digger



Obr. 18: Diskový podmítač Softer PRO 5,25

Farmet diskový podmítač Softer PRO 5,25 – prototyp

Dvouřadý diskový podmítač je určený k testování nového technického řešení a nové konstrukce stroje. Tento stroj je zatím ve vývoji a k založení pokusu byl použit prototyp. Velké disky o průměru 590 mm dobře vnikají do půdy, výborně podřezávají a intenzivně promíchávají rostlinné zbytky. Pryžové jištění slupic je odolné a bezúdržbové. Hydraulicky ovládaná transportní náprava je umístěna před zadním válcem. Pracovní hloubka stroje se plynule nastavuje přes dvojitý zadní Ring válec a spodní ramena hydrauliky traktoru v rozmezí 0 až 15 cm. Pracovní rychlost je až 15 km/hod.

5.6 Sledované parametry

V podzimní i jarní části se pokus skládal z pěti variant - pěti bloků, na kterých bylo v rámci předseťové přípravy použito pět různých technologií. Přehled všech deseti variant pokusu je znázorněn v tabulce 5. Pro zjednodušení je v práci uváděno zkrácené označení variant.

Tab. 5: Přehled variant pokusu, použitých strojů a hloubek zpracování u jednotlivých technologií

Přehled variant pokusu					
Varianta	Termín provedení	Technologie	Stroj	Hloubka zpracování	Zkrácené označení
1	podzim	strip tillage	Strip-Till	17 cm	ST-P
2		orba	Pluh Vidium N260	27 cm	O-P
3		hloubkové kypření A	Digger	27,5 m	HKA-P
4		hloubkové kypření B	Digger	40 cm	HKB-P
5		mělké kypření	Softer PRO	14 cm	MK-P
6	jaro	strip tillage	Strip-Till	17 cm	ST-J
7		orba	Pluh Vidium N260	27 cm	O-J
8		hloubkové kypření A	Digger	27,5 m	HKA-J
9		hloubkové kypření B	Digger	40 cm	HKB-J
10		mělké kypření	Softer PRO	14 cm	MK-J

V rámci vyhodnocení pokusu byly sledovány tyto parametry:

- počet rostlin v řádku
- hmotnost rostlin
- výška rostlin
- obsah sušiny
- výnos sušiny
- penetrometrický odpor půdy

Počet rostlin v řádku

Dne 15. 08. 2016 byl stanoven počet rostlin v řádcích o délce 5 m. V každé variantě byly náhodně vybrány čtyři řádky. V těchto řádcích byly náhodně vybrány úseky dlouhé 5 m. Délka úseku v řádku byla přesně změřena pásmem a v tomto úseku byly spočítány všechny vzešlé rostliny.

Hmotnost rostlin

Vyhodnocení hmotnosti rostlin proběhlo v den sklizně celého kukuřičného pole, tedy 19. 09. 2016. Vzorky byly posečeny ručně pomocí srpů. Z každé varianty byly odebrány čtyři vzorky, každý vzorek ze samostatného náhodně vybraného řádku. Úsek odebíraného vzorku měřil 2,5 m. Každý odebraný vzorek byl následně zvážen.



Obr. 19: Vážení rostlin



Obr. 20: Měření výšky rostlin

Výška rostlin

Měření výšky rostlin probíhalo současně s vážáním vzorků. Z jednoho pokusného bloku bylo změřeno celkem osm rostlin. Měření probíhalo pomocí přesného svinovacího metru se zaokrouhlením na celé centimetry.

Obsah sušiny

Obsah sušiny kukuřice byl stanoven na základě odebraných vzorků z jednotlivých pokusů. Tyto vzorky byly převezeny na Polní pokusnou stanici Mendelu v Žabčicích. Zde pomocí výkonného kombinovaného drtiče značky VIKING GE 375, který je vybaven širokou násypkou a dokáže zpracovávat velké množství materiálu, byly vzorky rozdrceny. Jednotlivé vzorky byly dvakrát rozdrceny na požadovanou homogenní velikost a část této řezanky o hmotnosti cca 200 g byla umístěna do odběrných misek. Sušení vzorků probíhalo ve školní laboratoři Mendelovy univerzity v Brně při teplotě 80°C do dosažení konstantní hmotnosti. Řezanka byla převážena ještě v suché hmotě a následně byla vypočítána sušina u jednotlivých vzorků kukuřice.



Obr. 21: Drcení vzorků



Obr. 22: Drtič VIKING GE 375

Výnos sušiny

Výnos sušiny byl vypočítán na základě hmotnosti rostlin a obsahu sušiny. Naměřená průměrná hmotnost rostlin ze vzorku byla přepočítána na hektar a vynásobena obsahem sušiny pro každý vzorek.

Penetrometrický odpor půdy

V rámci sledování vlivu na půdní vlastnosti bylo dne 20. 07. 2016 provedeno měření penetrometrem. Pro měření byl použit přístroj Penetrologger SN 0 nizozemské značky Eijkelkamp Soil & Water. Jak se píše na internetových stránkách výrobce, jedná se o elektronický penetrometr s integrovaným měřicím zapisovacím přístrojem, který je schopný uložit a zpracovat data z až 1 500 měření. Přístroj odpovídá standardu ASAE

(American Society of Agriculture Engineers). Rychlost vnikání hrotu do půdy byla nastavena na 3 cm/s. Na každém bloku byla provedena dvě měření. Z naměřených dat byly vytvořeny grafy průběhu penetrometrického odporu půdy a graf porovnávající Cone index, který představuje průměrnou hodnotu naměřených dat z hloubky 0,01 m, 0,15 m, 0,30 m a 0,45 m.



Obr. 23: Eijkelkamp Penetrologger

Zdroj: <https://de.eijkelkamp.com/produkte/feldmessger-te/penetrologger-set-a.html#>

Photo Swipe1488355416587

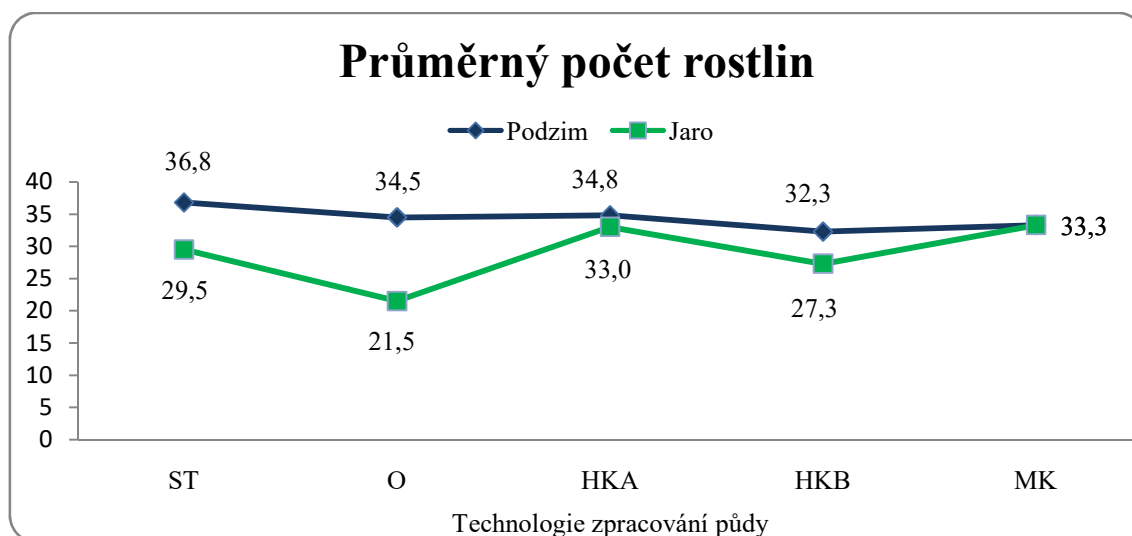
6 VÝSLEDKY

Pokus byl zaměřený na zjištění vlivu rozdílných technologií zpracování půdy na kvalitu porostu, výši produkce a půdní vlastnosti. V rámci vyhodnocení pokusu byly sledovány tyto parametry:

- počet rostlin v řádku
- hmotnost rostlin
- výška rostlin
- obsah sušiny
- výnos sušiny
- penetrometrický odpor půdy

Počet rostlin v řádku

V grafu na obrázku 24 jsou uvedeny výsledky počtu rostlin v řádku o délce 5 m.



Obr. 24: Průměrný počet rostlin

U variant zpracování půdy provedených na podzim byla nejvyšší hustota prokázána u varianty ST, a sice průměrně 36,8 rostlin ve sledovaném pětimetrovém pásu. Na druhém místě skončilo zpracování HKA, zde bylo spočítáno přesně o dvě rostliny méně, tedy průměrně 34,8 rostlin. S nepatrným rozdílem tří desetiny je za technologií HKA orebná technologie s průměrným počtem 34,5 rostlin. Předposlední byla varianta MK s průměrnými 33,3 rostlinami. Nejnižší počet rostlin byl zjištěn ve

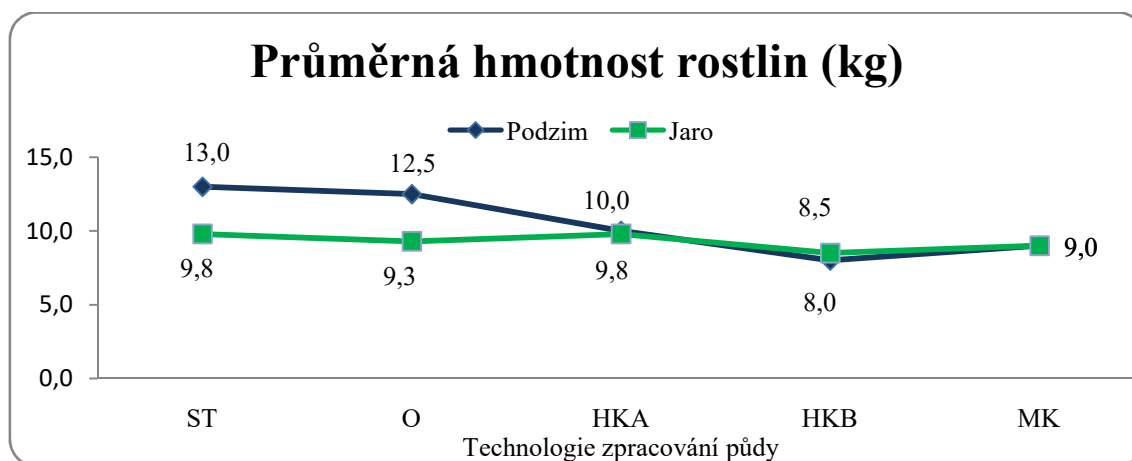
variantě HKB, a to 32,3 rostlin. Rozdíl v počtu rostlin mezi strip tillage a hloubkovým kypřením B je 4,5 rostliny.

V jarní variantě je u čtyř provedených variant nižší počet rostlin v porovnání s podzimní variantou, pouze varianty MK vykazují totožný průměrný počet rostlin, a sice 33,3 rostliny v pětimetrovém pásu. Ačkoli v podzimním termínu se varianta zpracovaná touto technologií umístila na předposledním místě, v jarní variantě na něm byl vyhodnocen nejvyšší počet rostlin. Za mělkým kypřením je HKA s 33,0 rostlinami. Uprostřed se umístila technologie strip tillage s 29,5 rostlinami a za ní HKB s 27,3 rostlinami. S velkým odstupem se jako nejhorší projevila orebná technologie s 21,5 rostlinami na pětimetrovém pásu. Rozdíl mezi technologiemi MK a O činí v jarní variantě 11,8 rostlin.

Jak je dobře patrné z grafu na obrázku 24, nejvyšší rozdíl mezi podzimní a jarní variantou vykazuje v počtu rostlin orebná technologie, u níž se při jarním setí na pětimetrovém bloku nacházelo o přesně 13 rostlin méně než u podzimního setí. Jak už bylo zmíněno výše, bez rozdílu počtu rostlin byly bloky MK zpracované Softerem PRO.

Hmotnost rostlin

Graf na obrázku 25 znázorňuje průměrnou hmotnost rostlin ve všech deseti variantách.



Obr. 25: Průměrná hmotnost rostlin

Hmotnost rostlin byla u podzimní i jarní varianty nejvyšší shodně u varianty ST, v jarní části ještě společně s variantou HKA.

Strip tillage v podzimní variantě vykazovala na řádku o délce 2,5 m hmotnost rostlin 13,0 kg. Druhé nejvyšší hmotnosti dosáhla varianta zpracovaná orebnou

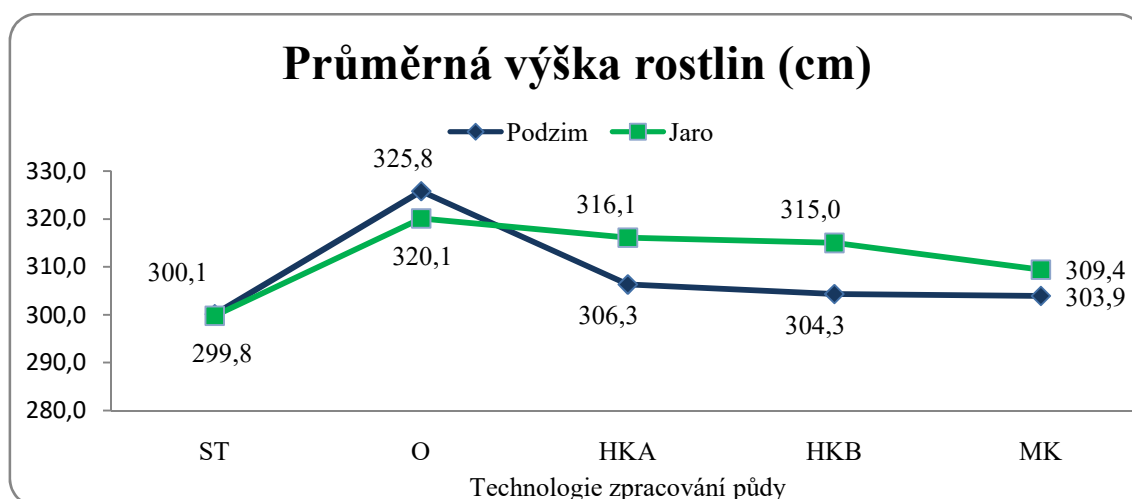
technologíí, a sice 12,5 kg. Uprostřed žebříčku se umístila varianta HKA s 10,0 kg, za ním MK s 9,0 kg a nejnižší hmotnosti dosáhly rostliny na variantě HKB, a sice 8,0 kg.

V jarní části dosáhly nejvyšší hmotnosti varianty ST a HKA, a sice 9,8 kg. S rozdílem 0,5 kg je na druhém místě orebná technologie, tedy 9,3 kg. Na MK byla navážena hmotnost rostlin 9,0 kg a nejnižší hmotnosti dosáhlo zpracování HKB.

U varianty HKB dosáhly rostliny v jarní části o 0,5 kg vyšší hmotnosti než v podzimní části. Nejvyšší rozdíl mezi podzimní a jarní částí vykázaly shodně technologie ST a O, obě s rozdílem 3,2 kg. Stejně jako u počtu rostlin nevznikl žádný rozdíl u varianty MK a nízký rozdíl ve výši 0,2 kg byl naměřen u variant HKA.

Výška rostlin

Průměrná výška rostlin je znázorněna v grafu na obrázku 26.



Obr. 26: Průměrná výška rostlin

Nejvyšší průměrné výšky dosáhly shodně v podzimní i jarní části rostliny na variantách zpracovaných orebnou technologií. Naopak nejnižší průměrná výška byla zaznamenána v podzimní i v jarní části u technologie strip tillage.

Na podzimní části byly rostliny ze zoraného bloku podstatně vyšší než u ostatních technologií, dosáhly průměrné výšky 325,8 cm, přičemž rozdíl od druhého nejvyššího bloku, který byl zpracován technologií HKA, činí 19,5 cm. U něj byla naměřena průměrná výška 306,3 cm. Technologie HKB dosáhla výšky 304,3 cm, technologie MK 303,9 cm a v průměru nejnižší byly rostliny na variantě zpracované strip-tillovou technologií, a sice 300,1 cm.

U jarní části dosáhly rostliny na zorané variantě průměrné výšky 320,1 cm. U technologie HKA byla zaznamenána průměrná výška 316,1 cm, hned za ní technologie HKB vykazovala výšku 315,0 cm a varianta MK 309,4 cm. Rostliny ve variantě ST dosáhly nejnižší výšky ze všech deseti variant, a sice 299,8 cm.

Jak je patrné z grafu na obrázku 26, dosáhly rostliny na blocích zpracovaných minimalizačními technologiemi HKA, HKB a MK vyšší výšky v jarní části než v části podzimní. U variant HKA i HKB činí rozdíl mezi jarní a podzimní částí přibližně 10 cm (9,8 cm HKA, resp. 10,7 cm HKB). Rozdíl ve výšce rostlin na zoraných blocích podobně jako na blocích varianty MK se pohybuje kolem 5 cm – 5,7 cm u pluhu a 5,5 cm u Softeru PRO. U bloků zpracovaných pásovým kypřičem Strip-Till byla průměrná výška téměř stejná, rozdíl činí pouze 0,3 cm.

U tří hodnocených ukazatelů - počtu rostlin, hmotnosti odebraných rostlin a výšky rostlin bylo provedeno statistické zhodnocení analýzou variance s následným Tukeyovým testem, pomocí kterého byly zjištěny průkaznosti rozdílů středních hodnot s pravděpodobností $P = 0,95$ (tab. 6).

Tab. 6: Výsledky Tukeyova testu ($P = 0,95$)

Termín provedení	Varianta	Počet rostlin (5 m)	Průkaznost ($P=0,95$)	Hmotnost rostlin (řádek 2,5 m)	Průkaznost ($P=0,95$)	Výška rostlin (cm)	Průkaznost ($P=0,95$)
podzim	ST	36,8	b	13,0	c	300,1	a
	O	21,5	a	12,5	bc	325,8	c
	HKA	34,8	b	10,0	abc	306,3	ab
	HKB	32,3	ab	8,0	a	304,3	ab
	MK	33,3	ab	9,0	a	303,9	ab
jaro	ST	29,5	ab	9,8	abc	299,8	a
	O	21,5	a	9,3	ab	320,1	bc
	HKA	33,0	ab	9,8	abc	316,1	abc
	HKB	27,3	ab	8,5	a	315,0	abc
	MK	33,3	ab	9,0	a	309,4	abc

rozdílná písmena a; b; c znamenají průkazný rozdíl při $P = 0,95$

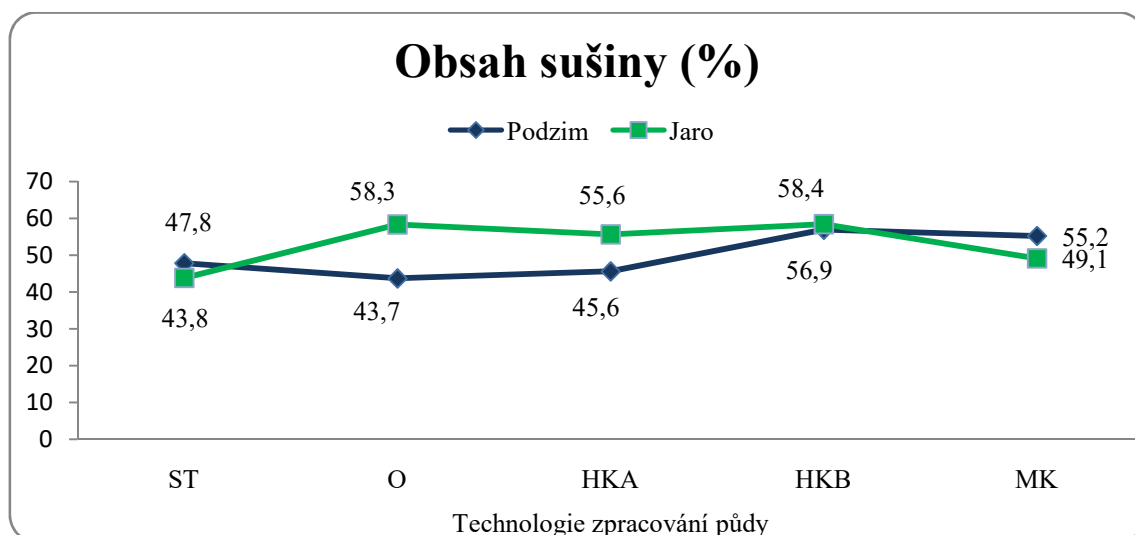
Obsah sušiny

Nejnižší obsah sušiny byl stanoven u vzorků ve variantách O (podzim) a ST (jaro). Nejvyšší obsah sušiny byl u podzimní i jarní části zaznamenán u vzorku ve variantě HKB.

V podzimní části činil nejnižší obsah sušiny 43,7 % u zoraného bloku. Varianta HKA vykazala obsah sušiny 45,6 %, vzorek z bloku ST 47,8 % a z bloku MK 55,2 %. Nejvyšší obsah sušiny byl naměřen ve vzorku z bloku zpracovaného technologií HKB a činil 56,9 %.

V jarní části byl nejnižší obsah sušiny téměř totožný jako v podzimní – 43,8 %, avšak zde byl dosažen na bloku zpracovaném strip-tillovou technologií. Druhý nejnižší obsah sušiny ve výši 49,1 % byl stanoven u vzorku MK. U bloku HKA činil obsah sušiny 55,6 %, u bloku O 58,3 % a nejvyšší obsah sušiny vykázal vzorek z bloku HKB – 58,4 %.

Jak znázorňuje graf na obrázku 27, byl nejnižší rozdíl v obsahu sušiny v rámci podzimní a jarní části zaznamenán u vzorků z bloků HKB, pouze 1,5 procentního bodu. Oproti tomu největší rozdíl vykazaly vzorky z bloků zpracovaných orebnou technologií – 14,6 procentních bodů. Ve dvou případech měly vzorky z podzimní části vyšší obsah sušiny než z jarní, a sice u technologií ST a MK.



Obr. 27: Obsah sušiny

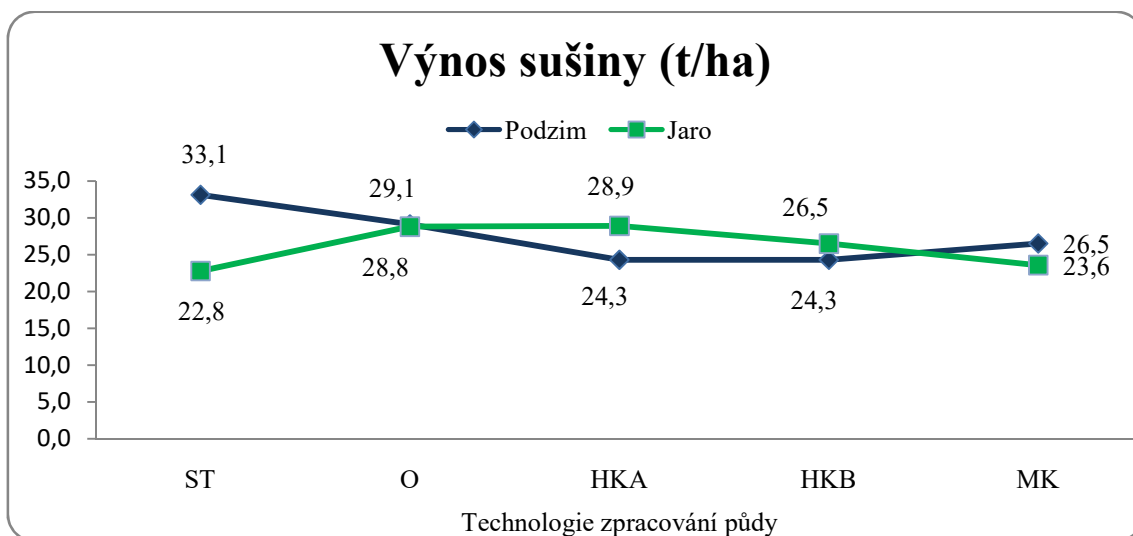
Výnos sušiny

V grafu na obrázku 28 je znázorněno porovnání výnosu sušiny u všech deseti variant. Nejvyššího i nejnižšího výnosu sušiny bylo dosaženo u varianty ST. Nejvyšší výnos byl u podzimní varianty ST, naopak nejnižší u jarní varianty této technologie.

U podzimních variant pokusu činil nejvyšší výnos sušiny u technologie ST 33,1 t/ha. Druhého nejvyššího výnosu sušiny dosáhla varianta O s 29,1 t/ha, dále technologie MK s 26,5 t/ha. U obou technologií HK byla zaznamenána shodná nejnižší hodnota 24,3 t/ha.

V jarní části byl dosažen nejvyšší výnos sušiny u varianty HKA, kde činil 28,9 t/ha. Dále byl zaznamenán výnos sušiny 28,8 t/ha u orebné technologie, 26,5 t/ha u varianty HKB, 23,6 t/ha ve variantě MK a nejnižší výnos měla varianta ST – 22,8 t/ha.

Největší rozdíl mezi jarní a podzimní variantou téže technologie byl naměřen u technologie strip tillage, konkrétně 10,3 t/ha. Nejmenší rozdíl naopak byl zaznamenán u orby, a sice 0,3 t/ha.



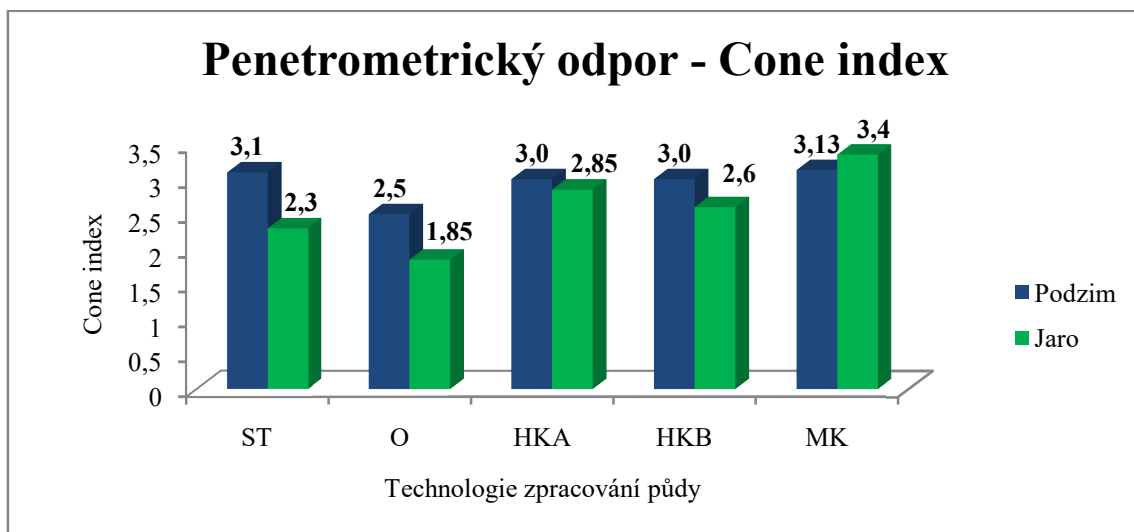
Obr. 28: Výnos sušiny

Penetrometrický odpor půdy

Graf na obrázku 29 znázorňuje porovnání Cone indexů na jednotlivých pokusných blocích. Nejvyšší Cone index byl zjištěn u mělkého kypření, a to jak v jarní, tak v podzimní variantě. Naopak nejnižší Cone index byl zaznamenán ve variantě jarní orby.

V podzimních variantách byly dosaženy podobné výsledky u všech technologií kromě orby. Nejvyšší Cone index 3,13 byl naměřen ve variantě mělkého kypření, poté 3,1 u strip tillage a shodně 3,0 u hloubkového kypření do obou hloubek. Cone index ve variantě podzimní orby činí 2,5.

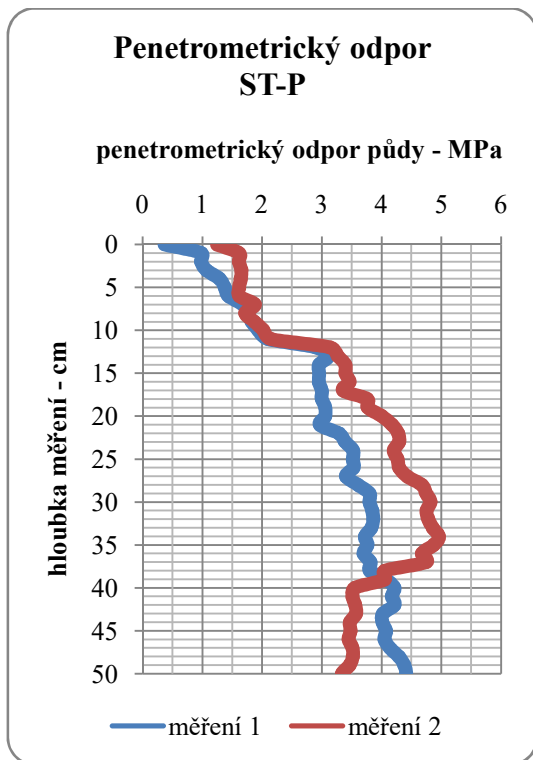
Zatímco Cone index u mělkého kypření provedeného na jaře je nejvyšší ze všech deseti variant a tedy i vyšší než podzimní varianta této technologie, je u všech ostatních technologií Cone index jarních variant nižší než u podzimních. Za jarním mělkým kypřením, u kterého byl naměřen Cone index 3,4, se umístilo hluboké kypření A s indexem 2,85, dále hluboké kypření B s indexem 2,6, strip tillage s indexem 2,3 a nejnižší Cone index byl zjištěn u jarní orby, kde činí 1,85.



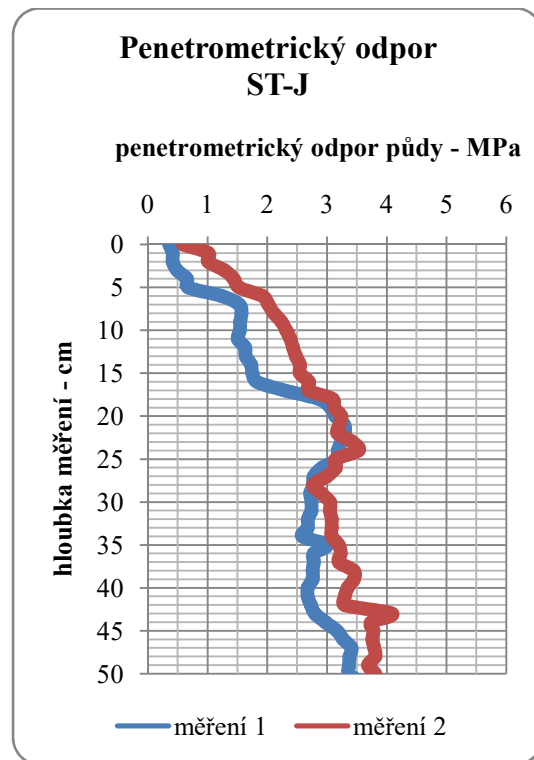
Obr. 29: Cone index

Výsledky měření penetrometrického odporu půdy znázorňují grafy na obrázcích 30 – 39.

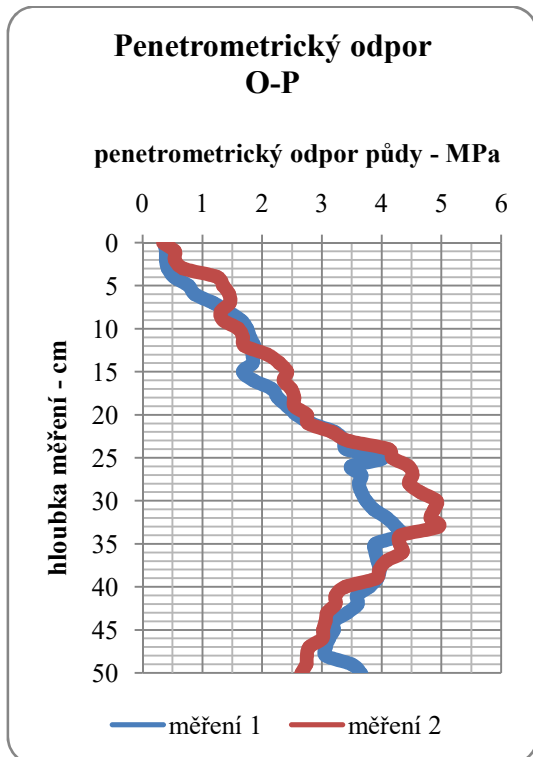
Jak je patrné z grafu na obrázku 30, v podzimní variantě technologie strip tillage je dosaženo kritické hranice 3,3 MPa již v hloubce 14 cm. Nejvyšší penetrometrický odpor byl naměřen v hloubce 34 cm, a sice 5 MPa. V jarní variantě není zhutnění půdy tak výrazné, kritické hranice bylo při měření dosaženo v hloubce 22 cm. Nejvyšší hodnota dosáhla 4,1 MPa a byla naměřena až v hloubce 43 cm.



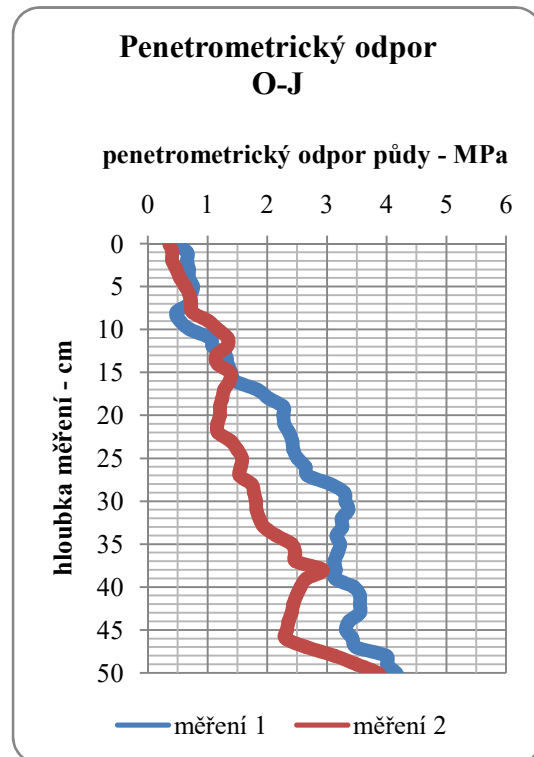
Obr. 30: Penetrometrický odpor u varianty strip tillage podzim



Obr. 31: Penetrometrický odpor u varianty strip tillage jaro



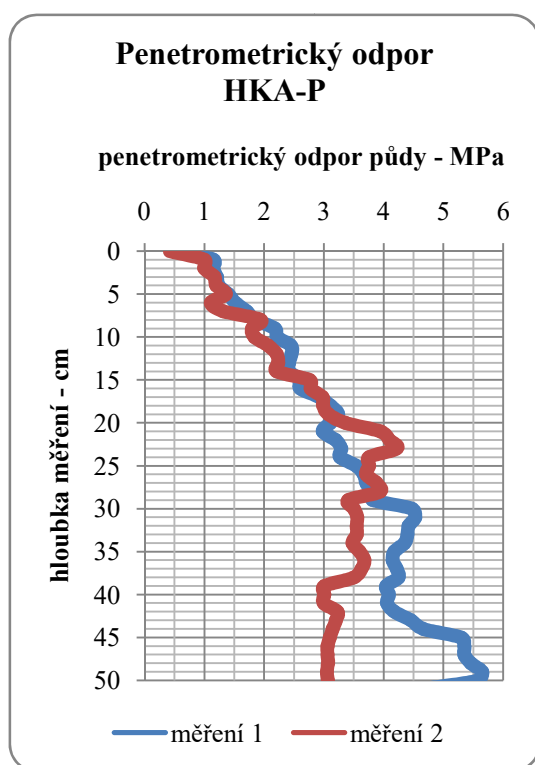
Obr. 32: Penetrometrický odpor u varianty orba podzim



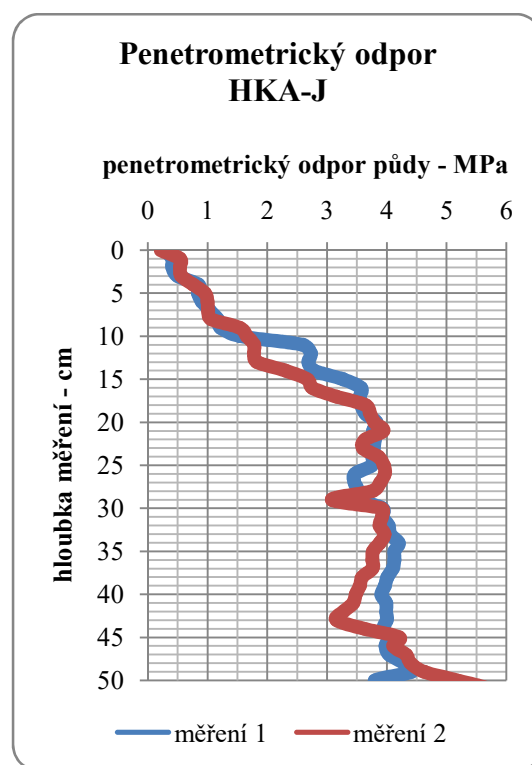
Obr. 33: Penetrometrický odpor u varianty orba jaro

Graf na obrázku 32 ukazuje, že u podzimní varianty O dochází k postupnému nárůstu penetrometrického odporu se zvětšující se hloubkou. Kritická hranice je dosažena v hloubce 23 cm a nejvyšší odpor 5 MPa byl naměřen v hloubce 33 cm. V tomto místě odpor začíná postupně klesat. Jarní varianta se od podzimní liší v tom, že odpor narůstá plynule až do hloubky 50 cm. Kritické hodnoty 3,3 MPa je dosaženo u jednoho měření v hloubce 30 cm, u druhého až v hloubce 49 cm.

V grafech na obrázcích 34 a 35 je znázorněn průběh měření penetrometrického odporu hloubkového kypření provedeného na podzim a na jaře do hloubky 27,5 cm. V podzimní variantě byla kritická hodnota naměřena v hloubce 21 cm, v jarní variantě již v hloubce 16 cm. Nejvyšší odpor byl zaznamenán shodně pro obě varianty ve výši 5,7 MPa, a to u podzimní varianty v hloubce 49 cm a u jarní varianty v hloubce 51 cm.



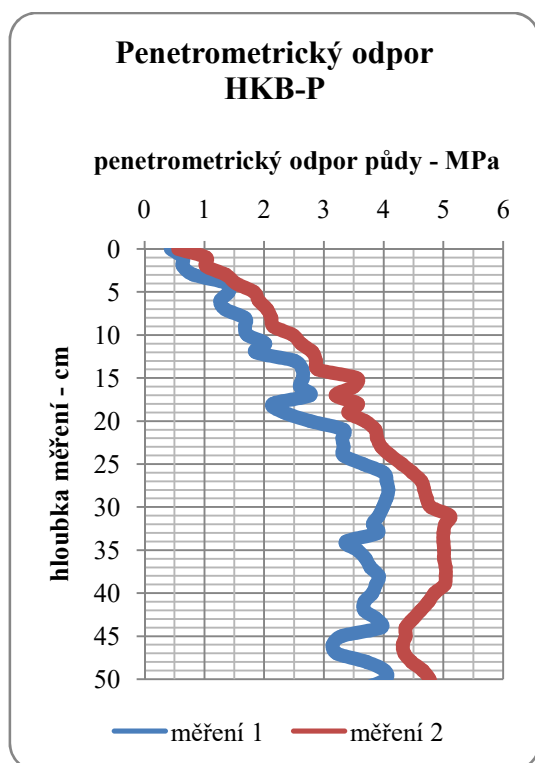
Obr. 34: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření A podzim



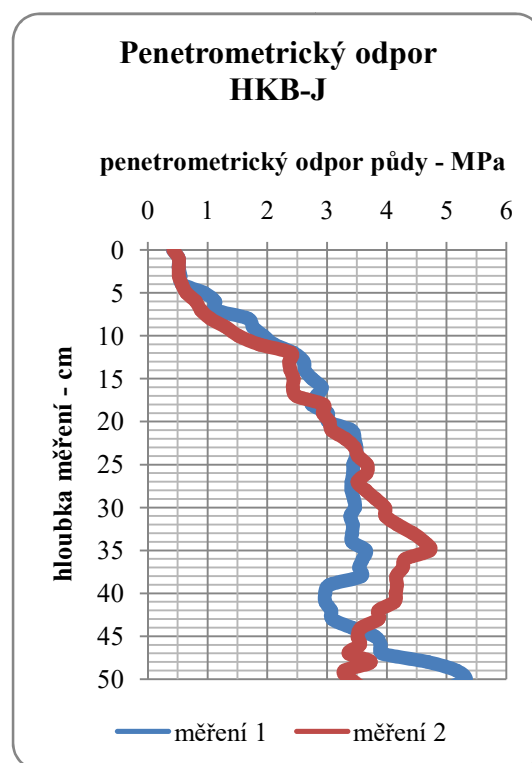
Obr. 35: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření A jaro

Grafy na obrázcích 36 a 37 ukazují penetrometrický odpor u hloubkového kypření do hloubky 40 cm. Hraniční hodnota je v podzimní variantě dosažena již v hloubce 15 cm a od tohoto bodu odpor plynule narůstá. Nejvyšší hodnota byla naměřena v hloubce 31 cm a činila 5,1 MPa. Odpor nad 5 MPa přetrvává do hloubky

40 cm a poté klesá. V jarní variantě byla kritická hodnota zaznamenána v hloubce 21 cm. Nejvyšší odpor byl naměřen v hloubce 50 cm, a to 5,3 MPa.

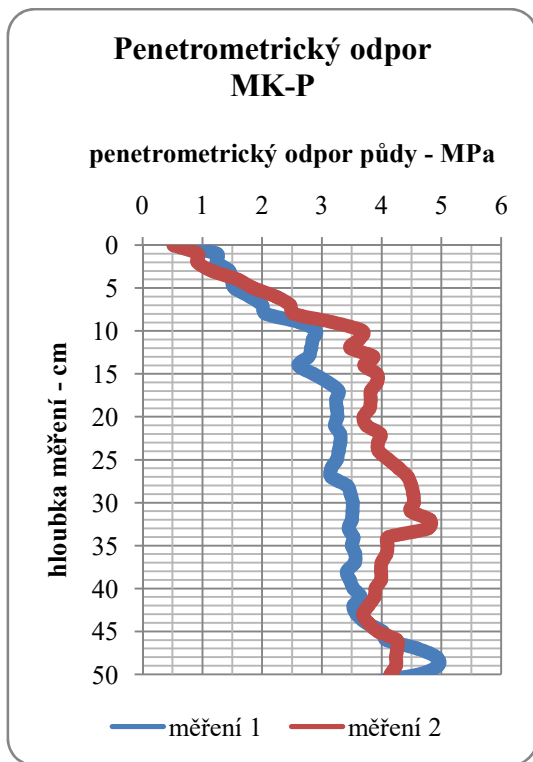


Obr. 36: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření B podzim

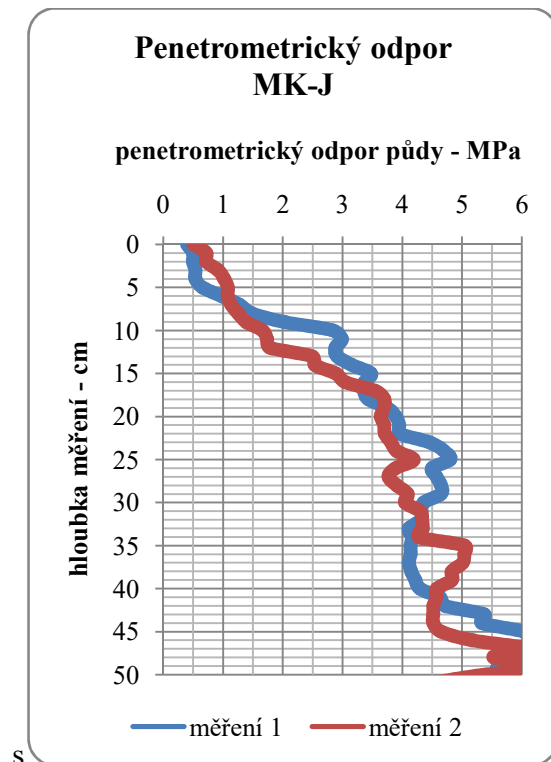


Obr. 37: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření B jaro

Grafy na obrázcích 38 a 39 znázorňují penetrometrický odpor u podzimního a jarního mělkého kypření. V obou variantách dosáhla půda hraniční hodnoty odporu již ve velmi malé hloubce – u podzimní varianty v 10 cm, u jarní varianty v 15 cm. Největší zhutnění bylo zaznamenáno u obou variant shodně v hloubce 49 cm. V podzimní variantě činilo 4,9 MPa, v jarní variantě dokonce 6,7 MPa.



Obr. 38: Penetrometrický odpor u varianty mělké kypření podzim



Obr. 39: Penetrometrický odpor u varianty mělké kypření jaro

7 DISKUZE

Způsob zpracování půdy významnou měrou ovlivňuje vývoj rostlin a dosažený výnos. Brant et al. (2016) uvádí, že změna prostorového uspořádání půdní hmoty, ke kterému patří i velikost a rozložení půdních částic, má vliv na vzdušný a vodní režim půdy. Konkrétně ovlivňuje teplotní poměry, dostupnost vody v půdě pro semena i rostliny, pohyb a dostupnost živin, mikrobiální aktivitu a řadu dalších faktorů. Stupeň utužení půdy, horizontální jakož i vertikální, má významný vliv na rozvoj kořenové soustavy, ať tvar, intenzitu nebo hloubku prokořenění, a v konečném důsledku i na výši výnosu.

V rámci mého pokusu bylo vyhodnocováno a porovnáváno pět různých technologií zpracování půdy – konvenční orba, minimalizační zpracování prostřednictvím dvou různých strojů ve třech různých hloubkách a technologie strip tillage.

Vliv na výnos

Podle Procházkové, Dovrtěla a Hůly (2004) je vliv hloubky a intenzity zpracování půdy na výnos plodin závislý na půdních a povětrnostních podmínkách, a proto je s ohledem na proměnlivost počasí vhodné provádět dlouhodobější pokusy. Autoři uvádějí, že negativní vývoj počasí, jako např. nízká teplota půdy na jaře při mělkém zpracování, může mít za následek opožděný počáteční vývoj rostlin, a tím i nižší výnos. Naopak pozitivní vliv na výnos může mít při užití minimalizačních technologií i malé snížení neproduktivního výparu z půdy při nedostatku srážek.

Co se týká zhodnocení vlivu předseťového zpracování půdy na výnos silážní kukuřice, projevila se v pokusu nejlépe technologie strip tillage, a to zpracování prováděné jak na podzim, tak i na jaře. U jarních variant bylo přitom dosaženo stejného výnosu jak u strip-tillové technologie, tak u hloubkového kypření do hloubky 27,5 cm (varianta označena jako HKA). Většina autorů pokusů prováděných v minulých letech nezahrnula technologii strip tillage do svého pokusu a porovnávala orebnou technologii, minimalizační zpracování a případně i technologii přímého setí. Přímé setí do nezpracované půdy se v pokusech autorů, které uvádím níže, projevilo s ohledem na vliv na výnos jako nejhorší, a proto jsem tuto technologii do svého pokusu vůbec nezahrnul.

Dle výsledků pokusů Illka (2007), Tvrdého (2012) i Adámka (2015) je dosahováno nejvyšších výnosů kukuřice na zrno při zpracování půdy orebnou technologií. V mém pokusu se v podzimní variantě umístila konvenční orebná technologie na druhém místě za technologií strip tillage, kterou výše zmiňovaní autoři do svých pokusů nezahrnuli, v jarní variantě vzhledem ke shodným nejvyšším výsledkům strip tillage a hloubkového kypření A na třetím místě. Minimalizační technologie dosáhly, stejně jako u výše zmíněných autorů, nižších výnosů.

O podobných výsledcích informuje i Procházková et al. (2010), která uvádí výsledky pokusu s kukuřicí na zrno prováděného v letech 2002 - 2008. V rámci tohoto pokusu bylo nejvyššího průměrného výnosu dosaženo orebnou technologií, kterou následuje mělké zpracování půdy, a nejnižšího výnosu bylo dosaženo bez zpracování půdy. Rozdíly v průměrných výnosech byly poměrně malé, statisticky neprůkazné.

Výsledky mého pokusu se v rámci sledovaných technologií shodují s výsledky ostatních autorů. Do budoucna by bylo vhodné učinit víceletý pokus s technologií strip tillage, aby se mohlo provést porovnání výsledků mého jednoletého pokusu s dalšími pokusy.

Vliv na výnos sušiny

V pokusu bylo zjištěno, že u výnosu sušiny nadzemní hmoty bylo dosaženo nejlepšího výsledku u technologie strip tillage provedené na podzim. Jako další vhodné technologie se jeví i orba provedená na podzim, jarní hloubkové kypření do hloubky 27,5 cm a jarní orba. Jako nejméně vhodná se jeví technologie strip tillage provedená na jaře, u které byl zaznamenán nejnižší výnos sušiny.

Vliv na výšku rostlin

Vývoj nadzemních částí rostlin je ovlivněn jak kvalitou založení porostu včetně použité technologie zpracování půdy, tak vývojem počasí. Brant et al. (2016) uvádí, že v suchých letech dosahují vyšších výnosů porosty zpracované technologií strip tillage. Vlhké ročníky naopak přejí hlubšímu kypření nebo orbě.

V mém pokusu byly v podzimní i jarní části zaznamenány nejvyšší rostliny na blocích zpracovaných konvenční orebnou technologií, za níž se umístily všechny tři varianty minimalizačních technologií, a na blocích zpracovaných technologií strip tillage byly naměřeny rostliny nejnižší. Tyto výsledky jsou v souladu s výše zmíněnou

teorií o vlivu klimatického roku na vývoj výšky rostlin, neboť rok 2016 byl v pokusné lokalitě vyhodnocen jako spíše vlhký.

Brant et al. (2016) popisuje pokus z roku 2013, ve kterém byly při sklizni vyhodnoceny jako nejvyšší rostliny z bloků zpracovaných pomocí mělkého kypření, poté rostliny ze zoraných bloků a nejnižší byly rostliny z bloků zpracovaných pásovým kypřením (strip tillage). Brant et al. (2016) uvádí výsledky ještě jednoho pokusu na silážní kukuřici z roku 2015, ve kterém byly nejvyšší rostliny naměřeny v technologii strip tillage prováděné na jaře, poté opět strip tillage ale na podzim, následovaly rostliny z bloku zpracovaného hloubkovým kypřičem a nejnižší rostliny pocházely ze zpracování dlátovým kypřičem. Tyto výsledky potvrzují jeho zjištění, že ve vlhkých letech (2013) dosahují rostliny vyšší výšky po zpracování hlubším kypřením a orbou, zatímco v suchých letech (2015) je v tomto ohledu úspěšnější technologie strip tillage.

Penetrometrický odpor půdy

Zhutnění neboli utužení má negativní vliv na úrodnost a produkční schopnost půdy jakož i na efektivitu vstupů, především organického a minerálního hnojení. Jak uvádějí Javůrek a Vach (2008), bylo v roce 1999 podle údajů Ministerstva zemědělství ČR nadměrným zhutněním postiženo 45 % zemědělského půdního fondu, z čehož dvě třetiny vznikly v důsledku nevhodného obdělávání půdy. Autoři také zmiňují negativní dopad zhutňování půdy – např. zvýšení objemové hmotnosti půdy, snížení pórovitosti, omezení vodopropustnosti půdy, změny v obsahu vody a jejího pohybu v půdě, přičemž tyto faktory ovlivňují tvorbu výnosu.

Podle Javůrka a Vacha (2008) jsou limitními hodnotami penetračního odporu půdy u jílovitých půd 3,3 – 3,7 MPa. Těchto kritických hodnot bylo dosaženo u všech sledovaných technologií kromě orby.

Při porovnání penetrometrického odporu prostřednictvím Cone indexu vyšel nejnižší odpor u půdního bloku zpracovaného orebnou technologií, zatímco minimalizační zpracování vykázalo vyšší hodnoty. Křivky průběhu penetrometrického odporu mají různý tvar i průběh. Nejvyšší odpor byl zaznamenán na půdním bloku zpracovaném diskovým podmítačem na jaře.

Podobný pokus, jehož výsledky zveřejnili Neudert, Smutný a Lukas (2017), porovnával Cone index u variant orba, Digger, no-till, Turbulent a strip-till. V tomto pokusu nebyly zjištěny průkazné rozdíly mezi jednotlivými variantami, což potvrzují

i křivky průběhu penetrometrického odporu, které mají u všech variant přibližně stejný tvar.

Procházková et al. (2010) popisuje výsledky pokusu na kukuřici na zrno z roku 2006. Zde byl penetrometrický odpor půdy zjišťován u orby, kypření a přímého setí. Nejvyšší odpor byl prokázán u varianty s orbou ve větší hloubce. Varianta bez zpracování půdy vykazala pozvolný nárůst penetrometrického odporu se zvyšující se hloubkou půdy. Varianta s mělkým zpracováním půdy měla nejvyšší odpor ze všech variant v hloubce 0,12 - 0,24 m.

8 ZÁVĚR

V diplomové práci byl hodnocen vliv různých technologií zpracování půdy na výši produkce, kvalitu založení porostu a půdní vlastnosti při pěstování silážní kukuřice.

Porovnáním různých technologií zpracování půdy bylo zjištěno, že u výnosu sušiny nadzemní hmoty bylo dosaženo nejlepšího výsledku u technologie strip tillage provedené na podzim. Následuje podzimní orba a hloubkové kypření do hloubky 27,5 cm provedené na jaře. Jako nejméně vhodná se jeví technologie strip tillage provedená na jaře, u které byl zaznamenán nejnižší výnos sušiny.

V rámci zjišťování vlivu zpracování půdy na půdní vlastnosti bylo sledováno zhutnění půdy. K tomu byl změřen penetrometrický odporu půdy a stanoven Cone index. Při porovnání penetrometrického odporu prostřednictvím Cone indexu byl nejnižší odpor zaznamenán u půdního bloku zpracovaného orebnou technologií, zatímco minimalizační zpracování vykazalo vyšší hodnoty. Křivky průběhu penetrometrického odporu mají různý tvar i průběh. Nejvyšší odpor byl zaznamenán na půdním bloku zpracovaném diskovým podmítačem na jaře.

Na základě uvedených výsledků nelze stanovit jednu technologii zpracování půdy jako obecně optimální řešení. Při výběru technologie je třeba zohlednit řadu faktorů, jako jsou půdní a klimatické podmínky, osevní postup, časová a ekonomická náročnost a v neposlední řadě legislativní požadavky. Každá z technologií má v porovnání s ostatními řadu předností a řadu nedostatků. Každý pěstitel by se měl ve výběru řídit podle svých potřeb a možností, přičemž by měl vedle snahy o co nejvyšší výnos dbát také na ekonomickou stránku svého hospodaření a dopad na životní prostředí, při pěstování kukuřice zejména na ohrožení vznikem eroze.

9 POUŽITÁ LITERATURA

ADÁMEK J., 2015: *Minimalizační a půdoochranné technologie uplatněné při pěstování kukuřice na zrno. Bakalářská práce* (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně, 56 s.

BRANT V., KROULÍK M., KUSÁ H., LUKAS V., NEUDERT L., NÝČ M., RŮŽEK P., SMUTNÝ V., ZÁBRANSKÝ P., 2015: *Technologické postupy využití strojů pro diferencované zpracování půdy a cílenou aplikaci hnojiv do půdy. Certifikovaná metoda*. Kurent, s.r.o., České Budějovice, 50 s. ISBN: 978-80-87111-54-3.

BRANT V., BEČKA D., CIHLÁŘ P., FUKSA P., HAKL J., HOLEC J., CHYBA J., JURSIK M., KOBZOVÁ D., KRČEK V., KROULÍK M., KUSÁ H., NEUDERT L., NOVOTNÝ I., PIVEC J., PROKINOVÁ E., RŮŽEK P., SMUTNÝ V., ŠKEŘÍKOVÁ M., ZÁBRANSKÝ P., 2016: *Pásové zpracování půdy (strip tillage) klasické, intenzivní a modifikované*. Vydavatelství Profi Press s.r.o., Praha, 135 s. ISBN: 978-80-86726-76-2.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2016: *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2016*. Zdroj online [cit. 15. 01. 2017]. Dostupné na: <https://www.czso.cz/documents/10180/32853387/1300721603.pdf/cba78096-1cf5-4fdeb20a-3074b2f135f9?version=1.0>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2016: *Vývoj ploch osevů k 31. květnu*. Zdroj online [cit. 21. 01. 2017]. Dostupné na: <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-kvetnu-2016>

EIJKELKAMP: *Penetrologger,, Standard-Set*. Zdroj online [cit. 01. 03. 2017]. Dostupné na: <https://de.eijkelkamp.com/produkte/feldmessger-te/penetrologger-set-a.html>

FARMET: *Historie společnosti Farmet a.s.* Zdroj online [cit. 15. 01. 2017]. Dostupné na: <http://www.farmet.cz/cs/historie>

HRUŠKA J., DLABOLA J., HRDLIČKA J., HRON F., KARKAN A., KUTINA J., MARTINEK V., POZDĚNA J., PULPÁN J., VERNER P., VOŽDA J., VOŽDOVÁ G., VRBENSKÝ V., 1962: *Monografie o kukuřici*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 916 s.

HŮLA J., MAYER V., 1999: *Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 35 s. ISBN: 80-7105-187-X.

HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ B., BADALÍKOVÁ B., DOVRTĚL J., DRYŠLOVÁ T., HARTMAN I., HRUBÝ J., HRUDOVÁ E., JAVŮREK M., KASAL P., KLEM K., KOVAŘÍČEK P., KROULÍK M., KUMHÁLA F., MAŠEK J., NEUDERT L., RŮŽEK P., SMUTNÝ V., VÁŇOVÁ M., WINKLER J., 2008: *Minimalizace zpracování půdy*. Vydavatelství Profi Press, s.r.o., 248 s. ISBN: 978-80-86726-28-1.

ILLEK, F., 2007: *Vliv různého zpracování půdy na výnosy zrnové kukuřice*. Diplomová práce (nepubl.). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 64 s.

JAVŮREK M., VACH M., 2008: *Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 26 s. ISBN: 978-80-87011-57-7.

KOSTELANSKÝ F. et al., 2006: *Obecná produkce rostlinná*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 212 s. ISBN: 80-7157-245-4.

KŘEN J., NEUDERT L., PROCHÁZKOVÁ B., SMUTNÝ V., 2015a: *Obecná produkce rostlinná – 1. část*. Mendelova univerzita v Brně, 146 s. ISBN: 978-80-7509-325-7.

KŘEN J., NEUDERT L., PROCHÁZKOVÁ B., SMUTNÝ V., HŮLA J., 2015b: *Obecná produkce rostlinná – 2. část. Zpracování půdy, Herbologie*. Mendelova univerzita v Brně, 152 s. ISBN: 978-80-7509-327-1.

NEUDERT L., SMUTNÝ V., LUKAS V., 2017: *Diferencované zpracování půdy ke kukuřici a změny vlastností půdy*, s. 18-21. Úroda 1/2017, Profi Press, Praha. ISSN: 0139-6013.

OBEC DOLANY: *Zajímavosti*. Zdroj online [cit. 15. 01. 2017]. Dostupné na: <http://www.dolany-na.cz/index.php?right=zajimavosti&lan=cs>

PROCHÁZKOVÁ B., DOVRTĚL J., HŮLA J., 2004: *Minimalizační technologie zpracování půdy*, s. 46-49. Úroda 2/2004, Profi Press, Praha. ISSN: 0139-6013.

PROCHÁZKOVÁ B., SMUTNÝ V., NEUDERT L., LUKAS V., DRDLOVÁ T., 2010: *Technologie zakládání porostů kukuřice s ohledem na životní prostředí*, s. 12-23. In:

Kukuřice v praxi 2010, sborník z odborného semináře. Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o., 55 s. ISBN: 978-80-7375-371-9.

PRŮVODCE ZEMĚDĚLCE KONTROLOU PODMÍNĚNOSTI PLATNÝ PRO ROK 2016. Zdroj online [cit. 17. 03. 2017]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dokumenty-ke-stazeni/rok-2016/>

SKLÁDANKA J., 2006: *Multimediální učební texty pícninářství.* Zdroj online [cit. 19. 01. 2017]. Dostupné na:

http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html

SKLÁDANKA J., CAGAŠ B., DOLEŽAL P., HAVLÍČEK Z., HEJDUK S., HORKÝ P., JANČOVIČ J., KLUSOŇOVÁ I., KNOT P., KOVÁR P., MEJÍA J., MIKYSKA F., NAWRATH A., POKORNÝ R., SLÁMA P., SZWEDZIAK K., TUKIENDORF M., ŠEDA J., VOZÁR Ľ., VYSKOČIL I., ZEMAN L., 2014: *Pícninářství.* Mendelova univerzita v Brně, 368 s. ISBN: 978-80-7509-111-6.

SVOBODA M., 2004: *Zakládání porostů kukuřice.* In: *Úroda 3/2004.* Profi Press, Praha, s. 19 – 21. ISSN: 0139-6013.

SVOBODA M., 2005: *K pěstování kukuřice.* In: *Úroda 4/2005.* Profi Press, Praha, s. 23 - 26. ISSN: 0139-6013.

TOLASZ R., BRÁZDIL R., BULÍŘ O., DOBROVOLNÝ P., DUBROVSKÝ M., HÁJKOVÁ L., HALÁSOVÁ O., HOSTÝNEK J., JANOUC M., KOHUT M., KRŠKA K., KŘIVANCOVÁ S., KVĚTOŇ V., LEPKA Z., LIPINA P., MACKOVÁ J., METELKA L., MÍKOVÁ T., MRKVICA Z., MOŽNÝ M., NEKOVÁŘ J., NĚMEC L., POKORNÝ J., REITSCHLÄGER J., RICHTEROVÁ D., ROŽNOVSKÝ J., ŘEPKA M., SEMERÁDOVÁ D., SOSNA V., STRÍŽ M., ŠERCL P., ŠKÁCHOVÁ H., ŠTĚPÁNEK P., ŠTĚPÁNKOVÁ P., TRNKA M., VALERIÁNOVÁ A., VALTER J., VANÍČEK K., VAVRUŠKA F., VOŽENÍLEK V., VRÁBLÍK T., VYSOUDIL M., ZAHRADNÍČEK J., ZUSKOVÁ I., ŽÁK M., ŽALUD Z., 2007: *Atlas podnebí Česka. Climate atlas of Czechia.* Český hydrometeorologický ústav, Praha, 255 s. ISBN: 978-80-86690-26-1.

TVRDÝ H., 2012: *Minimalizační technologie zpracování půdy ke kukuřici na zrno a řepce ozimé.* Bakalářská práce (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně, 98 s.

ZD DOLANY. Zdroj online [cit. 15. 01. 2017]. Dostupné na: <http://zddolany.cz/>

ZIMOLKA J., BALOUNOVÁ M., CERKAL R., ČERVINKA J., DOLEŽAL P., DVOŘÁK J., FAJMAN M., HRSTKOVÁ P., JÁNSKÝ J., KŘEN J., PALÍK S., POLÁČKOVÁ J., POLIŠENSKÁ I., POVOLNÝ M., PROCHÁZKOVÁ B., PROKOP M., RICHTER R., RYANT P., ŘÍHA K., SMUTNÝ V., TICHÝ F., VACULOVÁ K., WINKLER J., ZEMAN L., 2008: *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*. Vydavatelství Profi Press, s.r.o., Praha, 200 s. ISBN: 978-80-86726-31-1.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Ortofotomapa z veřejného registru půd LPIS se zakresleným plánkem provedení podzimní a jarní části pokusu
- Obr. 2: Plánek deseti variant pokusu
- Obr. 3: Průměrná teplota vzduchu 04-09/2016 a porovnání s historickým průměrem
- Obr. 4: Úhrn srážek 04-09/2016 a porovnání s historickým průměrem
- Obr. 5: Založení varianty ST-P
- Obr. 6: Založení varianty ST-J
- Obr. 7: Založení varianty O-P
- Obr. 8: Založení varianty O-J
- Obr. 9: Založení varianty HKB-P
- Obr. 10: Založení varianty HKA-J
- Obr. 11: Založení varianty MK-P
- Obr. 12: Založení varianty MK-J
- Obr. 13: Setí kukuřice
- Obr. 14: Setí kukuřice
- Obr. 15: Pásový kypřič Strip-Till
- Obr. 16: Pluh Vidium N260
- Obr. 17: Hlubkový kypřič Digger
- Obr. 18: Diskový podmítač Softer PRO 5,25
- Obr. 19: Vážení rostlin
- Obr. 20: Měření výšky rostlin
- Obr. 21: Drcení vzorků
- Obr. 22: Drtič VIKING GE 375
- Obr. 23: Eijkelkamp Penetrologger
- Obr. 24: Průměrný počet rostlin
- Obr. 25: Průměrná hmotnost rostlin
- Obr. 26: Průměrná výška rostlin
- Obr. 27: Obsah sušiny
- Obr. 28: Výnos sušiny
- Obr. 29: Cone index
- Obr. 30: Penetrometrický odpor u varianty strip tillage podzim

- Obr. 31: Penetrometrický odpor u varianty strip tillage jaro
Obr. 32: Penetrometrický odpor u varianty orba podzim
Obr. 33: Penetrometrický odpor u varianty orba jaro
Obr. 34: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření A podzim
Obr. 35: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření A jaro
Obr. 36: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření B podzim
Obr. 37: Penetrometrický odpor u varianty hloubkové kypření B jaro
Obr. 38: Penetrometrický odpor u varianty mělké kypření podzim
Obr. 39: Penetrometrický odpor u varianty mělké kypření jaro

11 SEZNAM TABULEK

- Tab. 1: Vývoj ploch kukuřice na zrno a na siláž
Tab. 2: Normativní potřeba živin u kukuřice
Tab. 3: Popis lokality provedení pokusu
Tab. 4: Popis pokusného pole
Tab. 5: Přehled variant pokusu, použitých strojů a hloubek zpracování u jednotlivých technologií
Tab. 6: Výsledky Tukeyova testu ($P = 0,95$)