



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Diplomová práce

Porovnání exploatačních parametrů kotoučových
a radličkových podmiítačů ve vybraném zemědělském podniku

Autor práce: Bc. Miroslav Procházka

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

České Budějovice

2021

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je přiblížit možnosti zpracování zemědělské půdy vhodným typem kypřiče. Odborná část práce zachycuje různé typy zpracování půd a seznamuje s druhy kypřičů. Praktická část práce je věnována měření plošné výkonnosti a spotřeby pohonných hmot při přípravě půdy radličkovým a talířovým kypřičem v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v České republice. Výsledky měření zhodnocuje a uvádí závěry pro praxi.

Klíčová slova: zpracování půdy; příprava půdy; kypřič; kotoučový podmítač; radličkový podmítač; výkonnost

Abstract

The aim of this diploma thesis is to approach the possibilities of processing agricultural land with a suitable type of cultivator. The professional part of the work captures different types of tillage and introduces the types of cultivators. The practical part of the work is devoted to measuring the area performance and fuel consumption in soil preparation with a coulter and disc cultivator in the specific conditions of an agricultural enterprise in the Czech Republic. Evaluates the measurement results and presents conclusions for practice.

Keywords: tillage; soil preparation; cultivator; disc cultivator; stubble cultivator; performance

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, za jeho čas a cenné poznámky. Dále bych chtěl vyjádřit poděkování farmě Procházka za možnost realizace měření na jejích pozemcích a zapůjčení zemědělské techniky pro výzkumnou část této diplomové práce a své rodině za podporu.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Zpracování půdy.....	8
1.1.1 Základní zpracování půdy.....	8
1.1.2 Minimalizace.....	13
1.1.3 Konzervační způsob zpracování půdy.....	14
1.1.4 Přímé setí do nezpracované půdy.....	15
1.2 Kypřiče.....	16
1.2.1 Radličkový kyprič.....	17
1.2.2 Talířový kyprič.....	18
1.2.3 Kombinovaný kyprič.....	20
1.2.4 Dlátový kyprič.....	21
1.2.5 Kypřiče s pracovními orgány poháněnými od vývodového hřídele	23
1.2.6 Prutový kyprič.....	25
2 Cíl práce.....	26
3 Metodika.....	27
3.1 Sběr dat a informací.....	27
3.1.1 Informace o farmě Procházka.....	31
4 Vlastní práce.....	32
4.1 Příprava před měřením.....	32
4.2 Radličkový kyprič Köckerling Trio.....	32
4.3 Kotoučový kyprič Kverneland Qualidisc Pro.....	35
4.4 Vizualní sledování pokusu.....	38
4.4.1 Dno půdy po zpracování radličkovým kypričem.....	38
4.4.2 Dno půdy zpracované kotoučovým kypričem.....	39

4.4.3	Stav půdy před setím.....	40
4.5	Setí.....	41
4.6	Vizuální pozorování vzcházejících rostlin a nežádoucích plevelů.....	43
4.6.1	Aplikace ledku amonného s dolomitem.....	46
4.7	Porovnání vzešlých rostlin plodiny z obou zkušebních ploch	48
4.7.1	Poslední vizuální pozorování na zkušebních plochách.....	51
5	Výsledková část	55
6	Diskuse.....	58
	Závěr	63
	Seznam použité literatury.....	64
	Seznam obrázků	68
	Seznam tabulek	72
	Seznam zkratk	73

Úvod

Půda je pro naši společnost významným výrobním prostředkem pro obstarávání potravin a dalších nezbytných potřeb. Je pro náš život nenahraditelná. Jde o dynamický, stále se rozvíjející živý systém, který je přirozenou součástí národního bohatství každého státu. Půda, ať už v přirozeném ekosystému lesa, nebo v antropogenně ovlivněném ekosystému orné půdy, má velké množství nepostradatelných funkcí. Za jednu z nejdůležitějších lze bezesporu považovat půdní úrodnost, tj. její schopnost poskytnout živiny pro růst rostlin. Degradace půdy, jejímž výsledkem je ztráta nebo pokles úrodnosti, představuje závažný problém. Degradací utužením je ohroženo údajně až 40 % zemědělské půdy.

Souborem mechanických opatření dochází k přípravě půdy pro její další zemědělské využití. Jedná se o operace, kterými se ruší staré porosty a zakládají nové, pole se zúrodnují, urovnávají, kypří a čistí.

Zpracování půdy je jednou z nejdůležitějších operací, která má zásadní vliv nejen na výnos pěstovaných plodin, ale i na pěstitelské výsledky v dalších letech. Neustálým rozvojem a zdokonalováním zemědělské techniky máme na výběr z několika způsobů zpracování zemědělské půdy, ne všechny ale mají stejné kvalitativní výsledky. Záleží na zemědělci, zda se rozhodne pro technologii, která se jeví sice jako ekonomičtější z hlediska rychlosti zpracování půdy a nižší spotřeby pohonných hmot, ale učiní tak na úkor kvality půdy a výsledného výnosu pěstované plodiny, nebo se zaměří na dlouhodobé zlepšování půdní struktury a vyšší výnosy plodiny na úkor zvýšené spotřeby pohonných hmot. Tato práce se zabývá právě tímto tématem. Seznamuje s možnostmi zpracování půdy, se zemědělskou technikou k tomuto záměru určenou a přináší výsledky výzkumu, ve kterém porovnává práci dvou typů kypřičů (kotoučového a radličkového) s ohledem na kvalitu zpracování půdy, její vliv na růst pěstovaných rostlin a další důležité aspekty včetně ekonomického.

1 Literární přehled

1.1 Zpracování půdy

Jednou z nejvýznamnějších agrotechnických operací z celého roku je zpracovávání půdy, které má velký vliv na výsledný výnos pěstovaných plodin a také na pěstitelské úspěchy v následujících letech. Musí zaručit podmínky pro růst a také vývoj pěstovaných plodin. Seťové lůžko musí rostlině umožnit rychlé vzcházení a prokořenění do podorničí. Půda musí udržet příznivý strukturní stav s agregáty, které jsou vodostálé, a tím přispívají k ideální drobitosti půdy, musí být pórovitá, s dostatkem vzduchu, nezhutněná a schopná jímat a zadržovat vodu. Zpracováním půdy je ovlivněna její vlhkost a teplota, díky které jsou podpořeny chemické i biologické pochody v půdě, dochází k regulaci škůdců, plevelů a k likvidaci chorob. Před i po této agrotechnické operaci jsou do půdy dodávány živiny ve formě statkových a minerálních hnojiv (Beneš, 2015).

Vlivem neustálého zdokonalování techniky půdu dnes zpracováváme hned několika způsoby. Patří mezi ně například minimalizace (zpracování půdy redukováným způsobem), konvenční zpracování půdy (základní zpracování), konzervační zpracování nebo setí do nezpracované půdy (Dolan, 2018).

1.1.1 Základní zpracování půdy

Základní neboli konvenční zpracování půdy zahrnuje v našich podmínkách opakované kypření a obracování půdy radličným, diskovým nebo speciálním pluhem, přípravu půdy před setím nebo sázením, ošetření plodin během vegetace a meliorace. Tradičním postupem se mezi jednotlivými operacemi nechává určitý čas na přirozené slehávání a potlačování plevelů. Dosud nejvíce používané jednotlivě oddělené operace jsou podmítka, orba, smykování, vláčení, různé druhy kypření a válení. Novým trendem je dnes také slučování některých operací, například orby s drcením hrud s pomocí jednoho či dvou hrudořůzů připevněných k rámu pluhu nebo spojení přípravy před setím a samotné setí s pomocí secích kombinací s pasivní či aktivní přípravou (Hůla a Mayer, 1999).

Podmítka

Podmítkou se rozumí mělké zpracování půdy co nejdříve po sklizni obilovin, zrnin a pícnin. Půda je po této agrotechnické operaci ponechána ve slehlém stavu se stništními zbytky a vzházejícími semeny plodů výdrolu a plevelů. Dochází k infiltraci srážkové vody, ke zlepšení fyzikálních vlastností povrchové vrstvy půdy, k přerušení vzlinavosti vody, k lepšímu zpracování půdy při orbě, k omezení aerobních pochodů a tím k výraznému samočištění půdy od starých zásob semen kulturních plodin a plevelů a k urovnání půdy při vzniku kolejí po přejezdu mechanizace (viz obrázek 1.1), (Hůla et al., 1997).



Obrázek 1.1: Podmítání strniště po sklizni plodiny (Mechanizaceweb.cz, 2018)

Aby byla podmítka správně provedena, musí dojít k dodržování a respektování tří hlavních zásad: hloubka, včasnost a kvalita.

Podmítku z hlediska hloubky rozdělujeme na:

- mělkou (do 8 cm)
- středně hlubokou (od 8 do 12 cm)
- hlubokou (od 12 do 15 cm)

Při určování hloubky podmítky bychom měli přihlížet ke třem hlavním kritériím. Musíme vědět, o jaký druh půdy se jedná. V půdách lehkých, kde dešťová voda proniká do půdy snadno, stačí podmítka mělká. Zato v půdách těžkých je lepší provádět hlubší podmítku, která má příznivý vliv na přijímání vody z dešťů a zesiluje půdní biologickou činnost. Hloubku podmítky ovlivňují také druhy vyskytujících

se plevelů, které jsou touto operací postiženy. Pokud je lepší, aby se semena plevelů vysemenila na povrch pole, nebo aby docházelo k rychlému klíčení semen z výdrolu, je lepší podmínka mělká. Jestli ale chceme, aby klíčila semena a plody z půdní zásoby, musí být podmínka provedena ve střední až hluboké hloubce. Teplotní podmínky a vlhkost půdy jsou hlediskem téměř prvořadým. Na místech, kde jsou vysoké teploty a sušší půda je nutná podmínka co nejhlubší, aby byla vytvořena dostatečně mocná izolační vrstva. V půdách, které jsou ale vlhčí a chladnější, stačí podmínka mělká.

Kvalitní podmínka musí být provedena rovnoměrně jak do hloubky, tak i plošně. Půda nesmí být hrudovitá nebo ve tvaru celistvých skývek, musí být dostatečně rozdrobená a musí být co nejlépe zapravené stništní zbytky, hlavně pokud byl porost napaden chorobami kořenů. Případně pokud podmínky umožní plevelům nejen vyklíčit ale i nakvést, musí být podmínka znovu včasné ošetřena.

Mezi techniku pro zpracování půdy podmínkou řadíme talířové, radličné nebo kombinované kypřiče, dále kypřiče s orgány, které jsou poháněné od vývodového hřídele traktoru, a na speciální podmínací pluh. Pracovní rychlosti těchto zařízení jsou od 8 do 12 km.h⁻¹ (Kvěch a Škoda, 1985).

Z hlediska správného hospodaření bychom neměli podmínku vynechávat. Orba na nepodmítaném poli způsobuje tvorbu hrud, zvyšuje spotřebu pohonných hmot a dochází k vyššímu opotřebení čepelí (Hůla et al., 1997).

Orba

Orba je základní operace klasického zpracování půdy. Když je půda pluhem správně nakypřena, zvyšuje se její pórovitost, dochází k pronikání gravitační vody do půdy a k většímu počtu hrubších makropórů. Odříznutá skýva je obrácena, čímž dochází k vynášení spodní části strukturnější ornice a k přesunutí vrchní části ornice, která bývá po přejezdech mechanizace během vegetace a vlivem atmosférických srážek poškozena. Tím dochází k přesunu jemných koloidních částic a splavených živin (Hůla et al., 1997).

Správně provedená orba musí zajistit dostatečné nakypření a rozdrobení, musí půdu obracet a také promísit. Orbou jsou ve vysokém procentuálním podílu zapravovány posklizňové zbytky a statková hnojiva. Dochází také k ničení jednoletých plevelů, k omezení vytrvalých plevelů a k tlumení rozvoje a množení chorob a škůdců (Kvěch a Škoda, 1985).

Hloubku orby volíme dle stavu půdy a požadavků pěstované plodiny na:

- mělkou (do 18 cm),
- střední (od 18 do 24 cm),
- hlubokou (od 24 do 30 cm),
- velmi hlubokou (více než 30 cm),
- rigolování (viz obrázek 1.2) (energeticky náročné opatření, které slouží k založení trvalých kultur, například chmelnic, ovocných sadů a vinic) (Hůla et al., 1997).



Obrázek 1.2: Rigolování (Vinohradnicka-technika.cz, 2021)

Podle termínu provádění orby se rozděluje na letní, seťovou, podzimní a jarní. Letní orba je zpravidla mělká a následuje ihned po sklizni raných brambor či ozimých směsek, aby byla půda co nejdříve připravena k mezplodinám, či k následující plodině. Seťová orba je vhodná především pro ozimy, jako jsou obilniny a řepka. Podzimní orba se provádí ke kukuřici, cukrovce, bramborám, luskovinám a dalším plodinám, které jsou seté a sázené na jaře. Jarní orba je už spíše jen nouzovým řešením, pokud se nestihne provést podzimní orba. Nepřispívá k dobrému hospodaření se zimní vláhou a doba setí se vlivem čekání na slehnutí půdy prodlužuje. Než provádět orbu na jaře, je z hlediska půdní vláhy lepší tzv. „zimní orba“, která je provedena, pokud to dovolí podmínky, na předčasně rozmrzlé půdě, nesmí ale docházet k zaorávání sněhu (Hůla et al., 1997).

Příprava půdy před setím

Cílem je urovnat povrch půdy po jejím zpracování, vytvořit ideální seťové lůžko (viz obrázek 1.3), díky kterému je vrstva půdy mírně utužena a osivo či sadba jsou uloženy do požadované hloubky. Dále má příprava půdy před setím přispět k odplevelení půdy, ničení vzcházejících plevelů a pokud je to nutné, tak do půdy zapravit hnojiva či pesticidy (Hůla et al., 1997).



Obrázek 1.3: Rozdíl mezi půdou zpracovanou orbou a půdou připravenou k setí (Farmet.cz, 2019)

Kultivace během vegetace

Kultivací zpracováváme půdu v porostech během vegetace. Jejím hlavním úkolem je ničení plevelů, zapravení hnojiv, rozrušení půdního škraloupu a regulace porostu (viz obrázek 1.4). Pro kultivaci se používají prutové nebo síťové brány, nožové plečky a kotoučové válce (Dolan, 2018).



Obrázek 1.4: Kultivace v porostu kukuřice během vegetace (Bvv.cz, 2016)

Meliorace

Meliorace umožňuje regulovat stav vody v půdě. Tento systém dokáže vodu zadržovat nebo naopak odvádět (Dolan, 2018).

1.1.2 Minimalizace

Minimalizační technologie zahrnuje pěstování plodin s technologiemi, které se nevyžívají pro konvenční zpracování půdy. Cílem je snížit počet pracovních operací na minimum, aby docházelo k co nejmenšímu počtu přejezdů po poli (viz obrázek 1.5) a tím byl provoz hospodárnější a časově méně náročný. Mezi hlavní minimalizační způsoby zpracování půdy patří mělké kypření s redukcí hloubkou. Pokud je potřeba prokypřit pravidelně oraný půdní profil, kypříme půdu hlouběji bez nutnosti obracení zpracované vrstvy (Neudert a Procházková, 2006).



Obrázek 1.5: Zpracování půdy bez orby kypřením sloučené spolu s drcením hruď pěchem (Bednar.com, 2021)

1.1.3 Konzervační způsob zpracování půdy

Při konzervačním neboli půdoochranném systému zpracování půdy dochází k ponechání nejméně 30 % všech rostlinných zbytků na povrchu půdy nebo jen k lehkému zapravení posklizňových zbytků do půdy (viz obrázek 1.6). Po provedení tohoto systému dochází k ochraně půdy před větrnou i vodní erozí, k neproduktivnímu výparu nebo přehřívání a k rozplavování strukturních agregátů. Nevyplavují se snadno pohyblivé formy živin, hlavně dusík do podzemních vod, zvyšuje se úrodnost půdy, snižuje se časová náročnost a zvyšuje efektivnost. I podmínky pro zakládání porostu jsou velmi dobré. Konzervace nahrazuje orbu, dochází pouze k obracení a kypření zpracované vrstvy. Hrozbou je ale rozšíření houbových onemocnění pěstovaných plodin (Hůla a Mayer, 1999).



Obrázek 1.6: Konzervační zpracování půdy s ponecháním zbytků na povrchu (Agrarheute.com, 2019)

1.1.4 Přímé setí do nezpracované půdy

Při tomto systému zpracování půdy je vynechána podmítka, orba i příprava před setím, díky čemuž dochází k úspoře pohonných hmot a k menšímu počtu přejezdů po půdě. Většina půdy zůstává nezasažena (viz obrázek 1.7), využívá se pouze 5 až 10 % z celkového povrchu pole. Záleží na nastavené rozteči botek výsevního ústrojí. Stroje pro přímé setí bývají zpravidla vybaveny aplikátorem granulovaných nebo kapalných hnojiv, ta jsou ukládána pod set'ové lůžko. Mezi hnojivem a osivem stále ale zůstává vrstva zeminy, aby nedošlo k jejich přímému kontaktu a rostlina začala přijímat dostatek potřebných živin až kořenovým systémem. Tento systém lze používat spíše na půdách nezaplevelených a úrodných s ročním úhrnem srážek do 600 mm a průměrnou roční teplotou více než 8 °C. Někdy je nutné neselektivním herbicidem provést chemickou ochranu vzešlých plevelů a semen výdrolu, které by jinak zhoršovaly podmínky pro přímé setí (Hůla a Procházková, 2008).



Obrázek 1.7: Technologie jednoho přejezdu Mzuri a setí do nezpracované půdy (Cenyrolnicze.pl, 2017)

1.2 Kypřiče

Kypřiče se používají k podmítce, k hlubšímu kypření bez obracení ornice a k přípravě půdy před setím a sázením. Jejich úkolem je půdu prokypřit, provzdušnit, drobit, zapravit minerální hnojiva, která jsou dopravována ze zásobníku, který je součástí kypřiče a zničit plevel. Významným faktorem při použití kypřiče je pro zemědělce úspora. Dochází ke snížení spotřeby pohonných hmot a k menší časové náročnosti, dosahuje se vyšší výkonnosti a půda zlepšuje svůj stav. Po použití kypřiče by měl být povrch pole rovný, hloubka zpracování ve všech místech stejná a nesmějí se utvářet hroudy. Posklizňové zbytky jsou nedokonale zapravené do půdy, protože nedochází k obracení ornice. Organická hmota na povrchu půdy má ale také svůj význam: snížení vlivů vodní a větrné eroze a ochrana před výparem. Výhodou kypřičů je velká plošná výkonnost, ať už jsou využívány k podmítce před orbou nebo k hlubšímu zpracování půdy bez orby, pracují ve vyšších rychlostech než při orbě. Některé kypřiče mají i poháněné pracovní nástroje a využívají se hlavně k předset'ové přípravě. Konstrukční provedení dnešních kypřičů je často kombinované, tento systém půdu perfektně nakypří a zapraví větší množství vzešlých rostlin a posklizňových zbytků do půdy. Jsou vybaveny zařízeními, které půdu po kypření urovňají a válci různých typů

rozdrobí a utuží povrch půdy, aby nedocházelo ke zbytečnému výparu (Hůla a Procházková, 2008).

Kypřiče se dělí podle řady hledisek na:

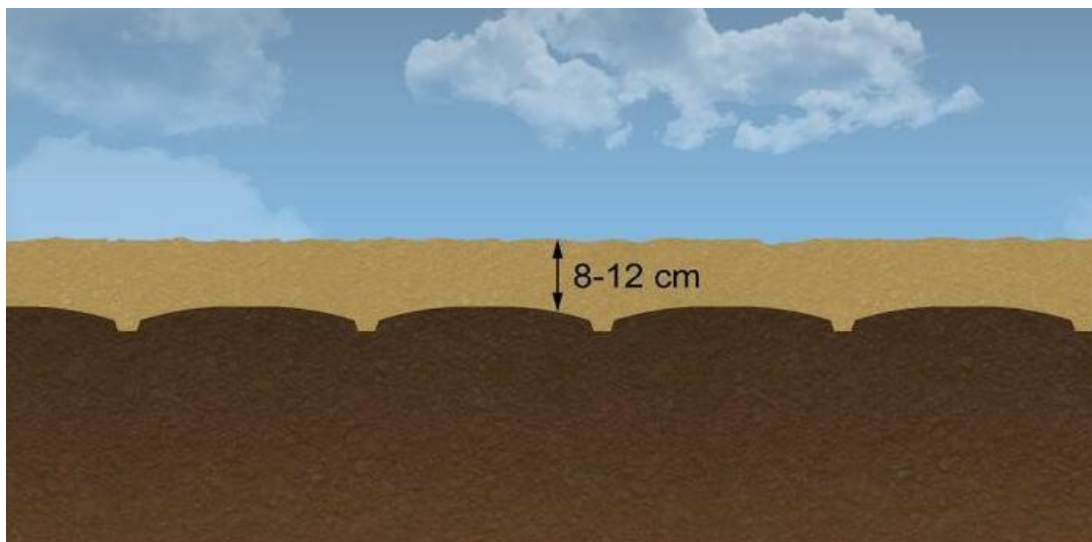
- jednoduché,
- kombinované,
- s různými pracovními nástroji.

Ty se dále rozdělují:

- dle konstrukční hloubky zpracování půdy,
- dle intenzity míchání a zapravení rostlinných zbytků,
- dle profilu zpracování,
- dle způsobu kypření (Kovaříček et al., 2017).

1.2.1 Radličkový kypřič

Tento typ kypřiče se používá pro mělké, základní a hluboké kypření. Půdu prokypří a urovnává její povrch. Díky velkému rozsahu pracovní hloubky jsou radličkové kypřiče široce využívány. Jsou vhodné do lehkých i těžkých půd a mají velmi dobrý mísící efekt. Vyrábějí se ve specifikacích od dvou do čtyř pracovních řad radliček. Dláta se používají zpravidla velmi úzká (tento typ ale půda spíše obtéká), široká parabolická (zajišťují intenzivní elevaci a míchání půdy s rostlinnými zbytky), s plochými šípovitými radlicemi (dobře mísí a kypří půdu, používají se hlavně při podmítce a přípravě půdy před setím) nebo systém, kdy je parabolické dláto doplněno o boční křídélka (tento systém také výborně kypří půdu a zapravuje zbytky rostlin a výdrolu). Používají se k mělké i k hluboké podmítce (viz obrázek 1.8) (Kovaříček et al., 2017).



Obrázek 1.8: Dno pod vrstvou půdy zpracovanou radličkovým kypříčem s parabolickými dláty a přidavnými křídélky (Farmet.cz, 2020)

Při práci v těžkých a kamenitých půdách jsou kypříče vybaveny ještě pneumatickým nebo mechanickým odpružením s pomocí vinutých pružin nebo listových per (viz obrázek 1.9). Podle potřeb zákazníka jsou radličkové kypříče vyráběny nesené (se záběrem do 5 m pro malé a střední traktory) nebo polonesené s hydraulicky stavitelnými přepravními koly (se záběrem až 12,5 m pro traktory s velkými výkony) (Kovaříček et al., 2017).



Obrázek 1.9: Radličkový kypříč Farmet jištěný vinutou pružinou (Farmet.cz, 2021)

1.2.2 Talířový kypříč

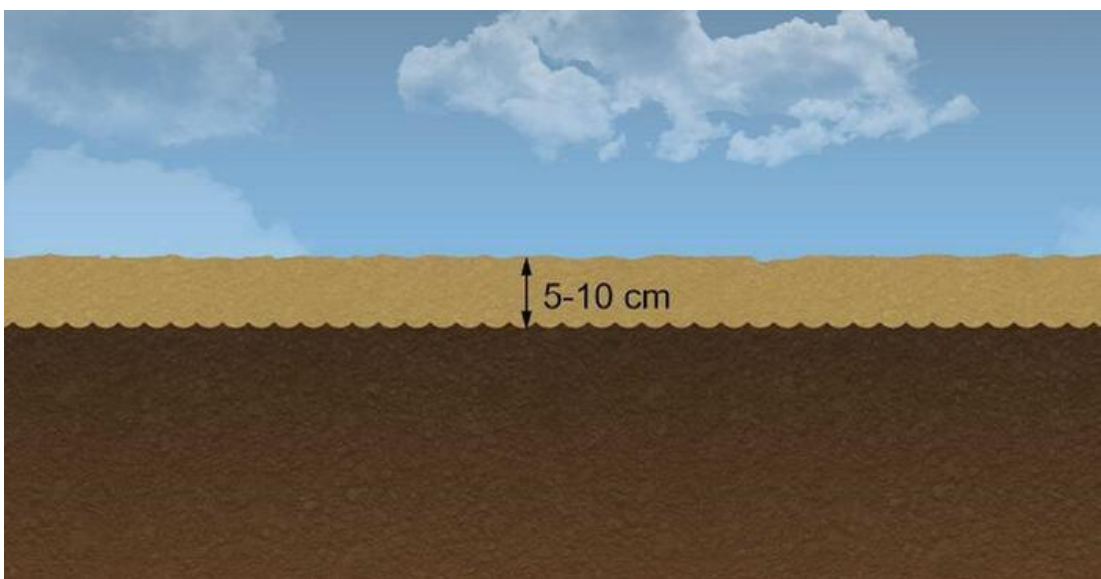
Talířové kypříče dosahují velké plošné výkonnosti, a to díky pracovní rychlosti až $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Využívají se především k podmítce (viz obrázek 1.10), ale také k přípravě půdy před setím (Hůla a Procházková, 2008)



Obrázek 1.10: Talířový kypřič Pöttinger (Zeas.cz, 2021)

Velmi kvalitně pracují v lehkých půdách, v půdách těžkých ale nastává problém. Kypřič nedokáže půdu připravit na stanovenou hloubku, snižuje se pracovní rychlost, a pokud je na poli větší množství polehlého obilí nebo shluky nesklizené slámy, talířový kypřič v těchto případech půdu špatně kypří a nezapraví posklizňové zbytky. Proto je pravidlem, že kvalita zpracování půdy talířovým kypřičem je přímo závislá na kvalitě sklizené předplodiny.

Dalším problémem talířových kypřičů je to, že po jejich přejezdu zůstává hřebenovité dno pod vrstvou zpracované půdy (viz obrázek 1.11). Proto je nutné měnit směr jízdy, a to vždy kolmo na směr, kterým byla půda předtím zpracovávána (Hůla a Procházková, 2008).



Obrázek 1.11: Hřebenovité dno po zpracování půdy talířovým kypřičem (Farmet.cz, 2020)

1.2.3 Kombinovaný kypřič

Tento systém využívá kombinace talířového a radličkového kypřiče. Výborně kypří půdu a zapravuje rostlinné zbytky a výdrol. Dochází k mělkému zpracování talířovými kypřiči, které dokáží nařezat množství posklizňových zbytků, aby následně došlo k jejich zapravení radličkovým kypřičem a k promísení celé zpracované půdní vrstvy (viz obrázek 1.12). S použitím této technologie zůstává na povrchu půdy jen velmi malé množství posklizňových zbytků (Kovaříček et al., 2017).

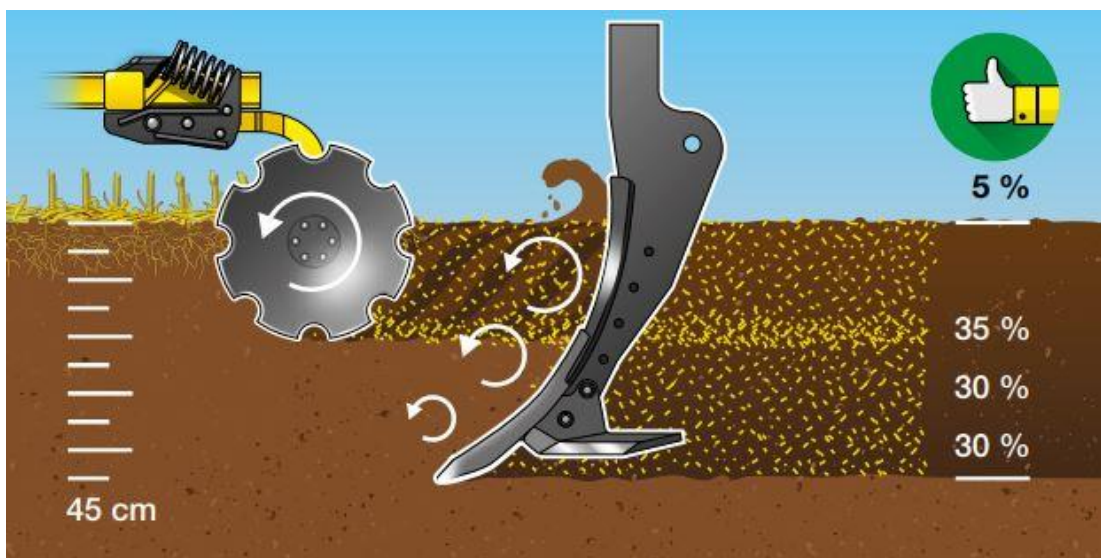


Obrázek 1.12: Kombinovaný kypřič Farmet (Farmet.cz, 2021)

Dnes již nejmodernější kombinované kypřiče využívají technologii talířového kypřiče spolu s dlátovým kypřičem, který dokáže půdu zpracovat až do hloubky 450 mm (viz obrázek 1.13) a docílit tak prokypření a promísení půdy v celém humusovém horizontu. Nejnovější typy dokáží zapravit posklizňové a strništní zbytky až z 95 % (viz obrázek 1.14), (Bednar FMT, 2021).



Obrázek 1.13: Kombinovaný kypřič Bednar s talířovým kypřičem a dlátovým kypřičem pro zpracování ve větší hloubce (Bednar.com, 2021)

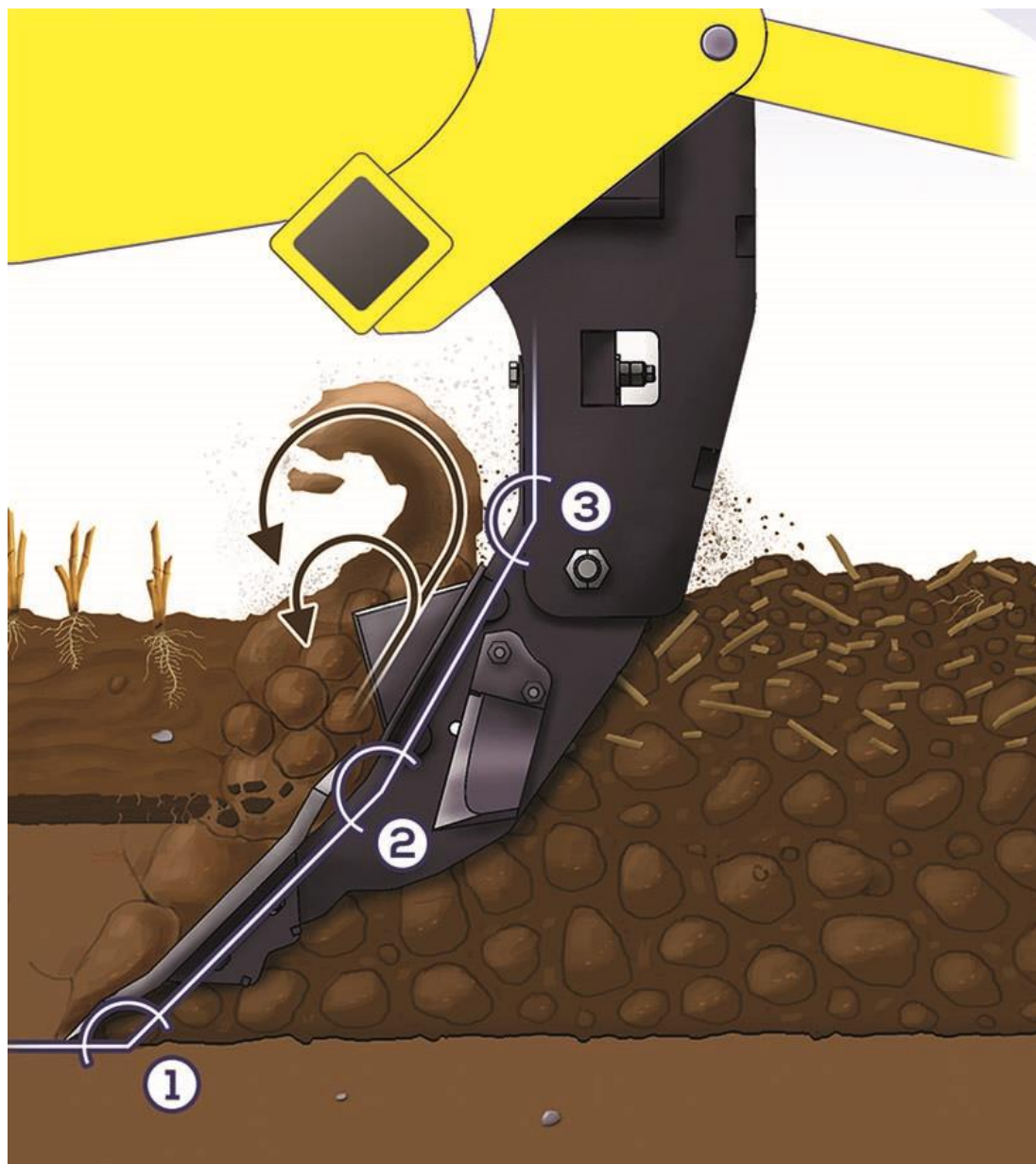


Obrázek 1.14: Ukázka práce kombinovaného kypřiče Bednar s talířovým kypřičem a dlátovým kypřičem pro zpracování půdy do větší hloubky (Bednar.com, 2021)

1.2.4 Dlátový kypřič

Dlátový kypřič je dnes velkým fenoménem. Hlavním důvodem je to, že se jeví jako levnější a mnohem produktivnější náhrada za orbu. Při jeho používání dochází k značnému provzdušnění půdy a k narušení nepropustné vrstvy, zvyšuje se efektivnost a spoří se čas. Půda je chráněna před vodní i větrnou erozí a lépe hospodáří s vodou. Dlátový kypřič je tvořen slupicemi, na které jsou umístěny různé typy dlát, ta jsou osazena bočními křídly, která mají zamezit tvorbě hrud. Slupice společně s dlátem vytváří tři úhly (viz obrázek 1.15), ve kterých je půda zpracovávána. Ve spodní části vstupuje dláto do půdy a narušuje tzv. plužní pánev. Z této vrstvy by půda neměla být vynášena na povrch. Druhý úhel na dlátě promíchává rostlinné

a strništní zbytky nebo statkové hnojivo spolu s půdou a třetí úhel má docílit koncové zaklopení (Pulkrábek a Koukolíček, 2015).



Obrázek 1.15: Tři úhly dláta (Bednar.com, 2021)

Za řadou slupic je obvykle nářadí, které půdu po zpracování urovná a rozdrobí vzniklé hroudy. Za nejrozšířenější systém drcení hrud lze považovat dva válce s dlouhými hroty (viz obrázek 1.16), které spolehlivě drobí a povrch půdy utuží, aby nedocházelo k výparu. Jsou ovládané dvěma hydraulickými válci a díky nim lze variabilně měnit hloubku zpracovávání až na 600 mm. Dlátový kypřič je dobré využívat k hloubkovému kypření po hnojištích a po stozích slámy (Pulkrábek a Koukolíček, 2015).



Obrázek 1.16: Dlátový kypříč Farmet vybavený válci s velkými hroty pro kvalitní rozdrobení hrud (Farmet.cz, 2021)

1.2.5 Kypříče s pracovními orgány poháněnými od vývodového hřídele

Pro kypření půdy se také využívá technika, která je aktivně poháněna od vývodového hřídele traktoru. Patří sem rotační vířivé kypříče, kypříče kývavé a rotační a kypříče s nožovým rotorem. Využívají se hlavně v postupech minimalizačního a půdoochranného zpracování půdy. Zpravidla bývají agregovány společně se secími stroji, které jsou vybaveny diskovými (kotoučovými) secími botkami. Při zpracování půdy nezapravují zcela všechny rostlinné zbytky, ale v různé míře je promíchávají s povrchovou vrstvou ornice. Velké razance, kterou dokáží tyto kypříče vyvinout, se využívá hlavně k drobení velkých hrud. Nevýhodou je ale nízká pracovní rychlost, a tím malá plošná výkonost a také limitující záběr, který bývá menší než u talířových a radličkových kypříčů vzhledem k příkonu traktoru. Standardně každý kypříč s pracovními orgány poháněnými od vývodového hřídele je smykovou lištou a válcem. Slouží k nastavení pracovní hloubky, k urovnání a utužení povrchu půdy (Hůla a Procházková, 2008).

Kypříč s horizontálním nožovým rotorem má nože nebo hřeby po dvojicích na jednom rotoru. Rotory jsou umístěny vedle sebe kolmo na směr zpracování (viz obrázek 1.17). Výslednou dráhou každého z nožů nebo hřebu je prodloužená cykloida. Osa otáčení rotoru je svislá (Dolan, 2018).



Obrázek 1.17: Kypřič s horizontálním nožovým rotorem (Pl.kverneland.com, 2021)

Kypřič s horizontálním hřebenovým rotorem má dvě řady hřebů na ocelových nosnících (viz obrázek 1.18). Nosníky jsou poháněny klikovým mechanismem a vykonávají přímočarý vratný pohyb. Kmitání bran je v rovině kolmé na směr jízdy s frekvencí $3 \div 10 \text{ m.s}^{-1}$, amplituda 100 až 500 mm. Stopy hřebu každého z nosníku se navzájem kříží a každý hřeb vykonává sinusovou dráhu (Dolan, 2018).



Obrázek 1.18: Kypřič s horizontálním hřebenovým rotorem (Leporelo.cz, 2021)

Nožový rotační kypřič vykonává rotační pohyb ve směru jízdy. Rotor vykonává absolutní pohyb a celý stroj pohyb přímočarý posuvný (viz obrázek 1.19). Je dobrý pro mělké kypření půdy a zapravení rostlinných zbytků a hnojiv (Neubauer, 1989).



Obrázek 1.19: Kypřič s rotorem nožovým (Stroje.bazos.cz, 2021)

1.2.6 Prutový kypřič

Prutové kypřiče se používají nejvíce v lehkých půdách k velmi mělké (max 50 mm) podmítce po sklizni obilnin. Mají vysokou plošnou výkonnost díky záběru až 15 m a pracovní rychlosti 15 km.h⁻¹. Jejich výhodou je také plošné rozmístění podrcené slámy, pokud se volí jízda šikmo na směr jízdy sklízecích mlátiček (viz obrázek 1.20). Protože pracovní nástroje nezasahují do velké hloubky, dochází hlavně k rychlému klíčení a vzcházení výdrolu obilnin a semen plevelů (Hůla a Procházková, 2008).



Obrázek 1.20: Prutový kypřič při zpracování strniště (Bednar.com, 2021)

2 Cíl práce

Cílem práce je změření a vyhodnocení plošné výkonosti a spotřeby pohonných hmot při přípravě půdy různými druhy podmítačů v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na otázky:

1. Který ze sledovaných podmítačů má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Dílčí cíle diplomové práce:

1. Změřit plošnou výkonnost, kvalitu práce a spotřebu PHM zvolených strojů v porovnatelných podmínkách.
2. Odpovědět na otázky z cíle této práce.
3. Výsledky zhodnotit a uvést závěry pro praxi.

3 Metodika

3.1 Sběr dat a informací

Předmětem porovnávání bude zpracování půdy radličkovým kypřičem Köckerling Trio a talířovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro. Sledována bude spotřeba pohonných hmot, časová náročnost, zapravení posklizňových zbytků, kvalita provedeného zpracování půdy, výskyt plevelů, vzcházení triticales a počet vzešlých rostlin na 1 m².

Všechna měření budou prováděna na pozemku v obci Petrovice, který obhospodařuje farma Procházka. Jedná se o ornou půdu v katastrálním území Kojetín u Petrovic na parcele s číslem 795. Pozemek má výměru 1,87 ha. Dle kódu BPEJ se plocha, na které bude prováděn pokus, nachází v mírně teplém klimatickém regionu. Jedná se o oglejenou kambizem přesným typem pseudogleje se skeletovitostí slabou s celkovým obsahem skeletu do 25 % a hloubkou půdy do 300 mm (VÚMOP, 2019).

Tento pozemek bude rozdělen na dvě stejně velké plochy (viz obrázek 3.1). Tyto dvě části budou změřeny pomocí aplikace LPIS a na základě těchto výsledků dojde k přesnému rozměření pozemku a k jeho vytyčení dřevěnými kolíky, které vyznačí každou část parcely.



Obrázek 3.21: Parcela rozdělená na dvě stejné části (Eagri.cz, 2021, úprava autor)

Na první části pozemku bude provedena podmínka radličkovým kypřičem Köckerling Trio se záběrem 3 000 mm, s pracovní hloubkou 150 mm a pojezdovou rychlostí 12 km.h⁻¹. Jedná se o nesený stroj, pro jehož práci je potřebný minimální výkon tažného prostředku 75 kW. Má všestranné využití jako podmítač nebo kypřič, který zvládne půdu zpracovávat do větších hloubek.

Na druhé části pozemku bude provedena podmínka talířovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro se záběrem 3 000 mm, pracovní hloubkou 150 mm a pojezdovou rychlostí 12 km.h⁻¹. Tahový prostředek musí mít minimálně výkon 70 kW.

Radličkový a talířový kypřič bude agregován kolovým traktorem Case IH Maxxum 150 s šestiválcovým motorem a jmenovitým výkonem 107 kW. Traktor má funkci POWER, při které dochází k navýšení výkonu až na 129 kW při vyšší zátěži při jízdě nebo při vyšším zatížení na vývodovém hřídeli. Maximálního kroutícího momentu dosahuje traktor při 1 500 ot.min⁻¹ a to 740 Nm.

Každá z operací bude měřena dvojími stopkami. Zjištěny budou časy: hlavní T₁ (čas, kdy stroj společně s traktorem zpracovával půdu) a vedlejší T₂ (čas, kdy docházelo k otáčení, couvání a přejíždění soupravy na souvrati).

Oba způsoby zpracování půdy budou provedeny v jednom dni za stejných vlhkostních i meteorologických podmínek. Před tím, než bude pokus prováděn, dojde na poli k doplnění nádrže pohonných hmot po horní hrdlo, aby bylo možné po dokončení pokusu opět na stejném místě nádrž pohonných hmot doplnit na tu samou hranici, jako před začátkem pracovního úkonu pomocí odměrného válce (viz obrázek 3.2) tak, abychom zjistili skutečnou hodnotu spotřebovaných pohonných hmot.



Obrázek 3.22: Odměrný válec pro měření množství PHM při doplňování nádrže

Spotřebu PHM vypočítáme dle vztahu 3.1.

$$M_{pe} = \frac{M_p}{S} [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (3.1)$$

kde:

M_{pe} = spotřeba PHM na hektar [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$],

M_p = celková spotřeba paliva [l],

S = zpracovaná plocha [ha].

Součtem časů hlavního T_1 a vedlejšího T_2 vypočítáme operativní čas T_{02} , který je vyjádřen vztahem 3.2.

$$T_{02} = T_1 + T_2 [h] \quad (3.2)$$

kde:

T_{02} = operativní čas [h],

T_1 = čas hlavní [h],

T_2 = čas vedlejší [h].

Plošnou výkonnost soupravy vypočteme dle vztahu 3.3.

$$W = \frac{S_c}{T_{02}} [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.3)$$

kde:

W = plošná výkonnost [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$],

S_c = zpracovaná plocha [ha],

T_{02} = operativní čas [h].

S pomocí času hlavního T_1 a vedlejšího času T_2 , můžeme podle vztahu 3.4. vypočítat součinitele využití operativního času τ_{02} . To znamená schopnost soupravy pohotově manévrovat na poli.

$$\tau_{02} = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \quad (3.4)$$

kde:

τ_{02} = součinitel využití operativního času,

T_1 = čas hlavní [h],

T_2 = čas vedlejší [h] (ÚNMZ, 1987)

Vizuálně bude sledováno rovnoměrné zpracování půdy, hloubka a tvar dna půdy, a také zapravení posklizňových zbytků, vzešlých semen rostlin a plevelů, i stav půdy z hlediska zpracování jejího povrchu.

Po zpracování dvěma různými technologiemi pro podmínku dojde k zasetí triticales ozimého pomocí secí kombinace Pöttinger Vitasem 302 ADD, jejíž součástí je kypřič s horizontálním nožovým rotorem Pöttinger Lion 3002. Vizuálně bude sledována předset'ová příprava po přejezdu kypřiče s horizontálním nožovým rotorem a spotřeba PHM na každé zkušební ploše zvlášť.

Zasetá plodina bude vizuálně sledována na obou zkušebních plochách a bude zhodnocen její růst, odnožení a kořenová soustava tak, že na jednom metru čtverečním bude změřen celkový počet vzešlých semen. Vizuálně bude sledována také aplikace granulovaných hnojiv a jejich rozpouštění do půdy.

Po získání naměřených hodnot bude vyhodnoceno, která z operací má větší přínos z hlediska spotřeby pohonných hmot, z hlediska dobrého stavu půdy a také dle stavu pěstované plodiny, počtu jejích odnoží a ze sledování rostlin na zkušebních plochách určíme, která z vybraných technologií má větší vliv na možný výnos, který ale nebude měřen, protože tato práce musí být odevzdána v termínu, kdy plodina bude teprve v polovině svého vegetačního období.

3.1.1 Informace o farmě Procházka

Farma Procházka se specializuje na chov hospodářských zvířat, hlavně na chov masného skotu plemene limousine. Mladé býčky vykrmuje nebo je prodává ve věku šesti měsíců do odchoven. Dále pěstuje obilniny, jeteloviny a brambory. V roce 2020 rozšířila živnost také do sektoru stavebního, kde provádí výkopové a dokončovací zemní práce minirypadlem. Farma má sídlo ve Středočeském kraji na hranicích s okresem Písek. Obhospodařuje půdu o celkové rozloze 140 ha. S pomocí nových výkonných strojních zařízení nabízí také ve svém okolí služby, např. kompletní provedení sklizně sena či senáže, zpracování půdy, setí a přepravu materiálů. Farma se stále rozvíjí, díky tomu využívá místo orby také bezorební technologie.

4 Vlastní práce

4.1 Příprava před měřením

Pole, na kterém byl prováděn pokus, nebylo po sklizni nijak upravováno. Strniště bylo vyšší a zaplevelenost pozemku (zejména pýrem plazivým) mírná, v některých místech i hustší, hlavně na souvratích (viz obrázek 4.1). Místa s vyšším obsahem půdní vlhkosti jsou zde na třech místech sváděna melioracemi do potoka, který je na hranici tohoto pozemku.



Obrázek 4.1: Zkušební plocha před zpracováním

Vedle zkušební plochy bylo vybráno místo, které bylo vodorovné, aby bylo možné změřit spotřebu paliva před a ihned po dokončení podmínky z každé plochy zvlášť.

4.2 Radličkový kypřič Köckerling Trio

Radličkový kypřič Köckerling Trio je víceúčelový kypřič, který vyniká při různých pracích, při nichž je zpracovávána půda až po kypření půdy do hlubších vrstev. Kypřič je tvořen celkem 11 radličkami ve třech řadách, které jsou jištěny proti přetížení vinutými pružinami. Radličky jsou rozmístěny tak, aby nedocházelo k ucpávání a aby půda byla zpracována v celé šířce 3000 mm. Dále nivelátory s listovými pružinami, STS válcem pro zpětné utužení horní vrstvy půdy a prutovými zavlačovači (viz obrázek 4.2).



Obrázek 4.2: Radličkový kypřič Köckerling Trio

Na zkušební ploše zpracované tímto kypřičem byl povrch půdy téměř rovný. Malé nerovnosti tvořily na některých místech nezapravené drny plevelu a vzešlého výdrolu ze sklizně předplodiny (viz obrázek 4.3).



Obrázek 4.3: Podmítka provedena radličkovým kypřičem Köckerling Trio

Půda byla jinak velmi kyprá a rostlinné zbytky se zbytky ze sklizně předplodiny byly z velké části zapraveny (viz obrázek 4.4).



Obrázek 4.23: Kyprá půda s posklizňovými a strništními zbytky zpracovaná radličkovým kypřičem Köckerling Trio

Při rychlosti $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a s hloubkou zpracování 150 mm byla naměřena spotřeba na obdělanou plochu 815 m^2 celkem $6,7 \text{ l}$. Dle vztahu 3.1. spočítáme celkovou spotřebu na 1 ha .

$$M_{pe} = 8,22 [\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}]$$

Celková spotřeba PHM na 1 ha obdělané půdy radličkovým kypřičem byla $8,22 \text{ l}$. Díky tomu, že je tento typ stroje nesený, otáčení na souvrati bylo velmi rychlé a z celkového času, po který byl pokus prováděn, byl čas vedlejšího T_2 pouze 5 min a 12 s . Časem hlavním T_1 , při kterém nedocházelo k otáčení stroje na souvrati, ale pouze ke zpracování zkušební plochy, byl údaj 29 min a 36 s . Z těchto dvou časů spočítáme dle vztahu 3.2 operativní čas T_{02} .

$$T_{02} = 0,58[\text{h}]$$

Z výsledného operativního času a z plochy, která byla zpracována dle vztahu 3.3, vypočítáme plošnou výkonnost soupravy.

$$W = 1,4 [\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}]$$

Z naměřených časů hlavního T_1 a času vedlejšího T_2 zjistíme rychlost manévrování soupravy a můžeme tak vypočítat součinitele využití operativního času τ_{02} dle vztahu 3.4.

$$\tau_{02} = 0,15$$

4.3 Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro

Tento diskový kypřič je víceúčelový stroj, který lze využívat pro podmítku nebo pro přípravu půdy před setím. Je osazen velkými talíři o 520 mm ve dvou řadách za sebou, přičemž každý z talířů je jištěn proti přetížení bezúdržbovým pryžovým segmentem. Za řadou disků se nachází utužovací a drobní válec v jednom. Je plynule hydraulicky stavitelný (viz obrázek 4.5).



Obrázek 4.5: Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro

Půda po zpracování tímto kypřičem měla mírně vlnitý povrch, na kterém zůstalo velké množství hlavně strništních zbytků (viz obrázek 4.6).



Obrázek 4.6: Podmítka provedená kotoučovým kypříčem Kverneland Qualidisc Pro

Půda nebyla moc dobře promísena s rostlinnými a stništními zbytky. Byla však kyprá a ve většině případů došlo hlavně u plevelů k jejich poničení a ponechání na povrchu půdy kořeny vzhůru (viz obrázek 4.7).



Obrázek 4.7: Půda zpracovaná kotoučovým kypříčem Kverneland Qualidisc Pro

Na některých místech si ale talířový kypříč nedokázal poradit s větším množstvím vzešlých plevelů a se stništními zbytky, které byly velmi dlouhé vlivem polehnuté předplodiny (viz obrázek 4.8). Tato místa byla velmi nerovná a disky spíše půdu jen nařezaly a lehce naklopily, než že by došlo k promísení všech složek.



Obrázek 4.8: Místa na zkušební ploše, které kotoučový kypřič nedokázal ideálně zpracovat vlivem dlouhých strništních zbytků a plevelů

Při nastavené hloubce zpracování 150 mm a ve výsledně zpracované hloubce 100 mm s pracovní rychlostí 12 km.h⁻¹ byla naměřena spotřeba na obdělanou plochu 815 m² celkem 5,5 l. Dle vztahu 3.1 spočítáme celkovou spotřebu na 1 ha.

$$M_{pe} = 6,75 \text{ [l.ha}^{-1}\text{]}$$

Celková spotřeba PHM na 1 ha obdělané půdy kotoučovým kypřičem byla 5,5 l. Stoj je nesený a jeho hmotnost nebyla příliš veliká, proto se při otáčení na souvrati traktor pohyboval velmi rychle a čas T₂, který na tento úkon potřeboval, byl 4 min a 27 s. Časem hlavním T₁, kdy stroj pracoval pouze na rovných částech zkušební plochy, byl údaj 29 min 15 s. Z těchto dvou časů spočítáme dle vztahu 3.2 operativní čas T₀₂.

$$T_{02} = 0,56 \text{ [h]}$$

Z výsledného operativního času a z plochy, která byla zpracovaná, vypočítáme plošnou výkonost soupravy dle vztahu 3.3.

$$W = 1,46 \text{ [ha.h}^{-1}\text{]}$$

Z naměřených časů hlavního T_1 a času vedlejšího T_2 zjistíme manévrovací rychlost soupravy a vypočítáme tak součinitele využití operativního času τ_{02} dle vztahu 3.4.

$$\tau_{02} = 0,13$$

4.4 Vizuální sledování pokusu

4.4.1 Dno půdy po zpracování radličkovým kypřičem

Dno půdy po zpracování radličkovým kypřičem nemělo rovný tvar (viz obrázek 4.9 a 4.10). Dláta kypřiče vytvořila v půdě rýhy v hloubce 150 mm a přídatná křídélka zpracovala půdu ve vyšší vrstvě 100 mm přesně tak, jak byl stroj nastavený. Na obrázku 4.10 je velmi dobře vidět rozdílná hloubka zpracování. Půda byla zpracována v rozdílných vrstvách, a tím došlo k ideálnímu promísení se stništními zbytky a se zbytky po sklizni předplodiny.

Plodina, která bude setá do takto zpracované půdy, by ale mohla vlivem takto nerovného dna směřovat své kořeny spíše do míst, kde podmítka prováděla dláta kypřiče, a kde je půda kyprá a zpracovaná do větší hloubky.



Obrázek 4.9: Dno půdy po zpracování radličkovým kypřičem Köckerling Trio



Obrázek č. 4.10: Dno půdy po zpracování radličkovým kypříčem Kockerling Trio

4.4.2 Dno půdy zpracované kotoučovým kypříčem

Půda zpracovaná kotoučovým kypříčem také neměla rovné dno. Bylo rovnější (viz obrázek 4.11 a 4.12) než dno půdy po zpracování radličkovým kypříčem, avšak problém byl s výslednou hloubkou, ve které byla půda zpracována. Diskový kypříč, i když byl nastaven na maximální hloubku, ve které může půdu zpracovávat, a to 150 mm, se nedostal hlouběji než do hloubky 100 mm. Na obrázku 4.12 jsou také vidět jednotlivé zuby z každého disku kotoučového podmiče.

Na takto zpracované půdě před setím může dojít k tomu, že rostlina nebude mít bujný kořenový systém a její kořeny se budou táhnout vodorovně v půdě nežli do hloubky.



Obrázek 4.11: Dno půdy zpracované kotoučovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro



Obrázek 4.12: Dno půdy po zpracování kotoučovým kypřičem s viditelnými zářezy od zubů kotouče

4.4.3 Stav půdy před setím

Na obrázku 4.13 je vidět rozdílný stav půdy a vegetace na každé ze zkušebních ploch. Na levé straně je půda zpracovaná kotoučovým kypřičem. Je zde stále znát strižště sklizené předplodiny a v některých místech ve velkém množství vzešlé plevele. Větší množství plevelů je i na ploše zpracované radličkovým kypřičem,

avšak strništní zbytky nejsou na pozemku v takové míře, jako na ploše zpracované kotoučovým kypřičem.



Obrázek 4.13: Rozdílný stav zpracované půdy, vlevo plocha zpracovaná kotoučovým kypřičem a vpravo plocha zpracovaná radličkovým kypřičem

4.5 Setí

Podmítka byla před setím mechanicky ošetřena kypřičem s horizontálním nožovým rotorem, který je součástí secí kombinace Pöttinger Vitasem 302 ADD v hloubce 50 mm (viz obrázek 4.14). Secí kombinace byla v agregaci společně s kolovým traktorem New Holland T6050 o výkonu 96 kW, u kterého byla také měřena spotřeba na stejném místě, jako při měření radličkového a kotoučového kypřiče odměrným válcem. Vždy před a po zasetí jednotlivých zkušebních ploch.



Obrázek 4.14: Setí tritikale v kombinaci s kolovým traktorem New Holland T6050 a secí kombinací Pöttinger Vitasem 302 ADD s kypřičem s horizontálním nožovým rotorem Pöttinger Lion 3002

Na ploše zpracované radličkovým kypřičem bylo po zasetí ponecháno jen velmi malé množství strništních a rostlinných zbytků (viz obrázek 4.15). Na zasetou plochu 815 m² bylo spotřebováno 7,5 l PHM. Dle vztahu 3.1 spočítáme celkovou spotřebu při setí na 1 ha.

$$M_{pe} = 9,2 \text{ [l.ha}^{-1}\text{]}$$



Obrázek 4.15: Zasetá plocha, která byla předtím zpracována radličkovým kypřičem

Plocha, která byla zpracovávána kotoučovým kypřičem, nebyla zcela ideálně připravena. Na povrchu půdy zůstalo velké množství rostlinných a strništních zbytků, a to vlivem nedokonalého zapravení při jejím zpracování po sklizni předplodiny (viz obrázek 4.16). Spotřeba na tuto plochu o velikosti také 815 m² byla 8,4 l. Opět dle vztahu 3.1 spočítáme celkovou spotřebu při setí na 1 ha.

$$M_{pe} = 10,3 \text{ [l.ha}^{-1}\text{]}$$



Obrázek 4.16: Zasetá plocha, která byla předtím zpracována kotoučovým kypřičem

4.6 Vizuální pozorování vzcházejících rostlin a nežádoucích plevelů

Dne 5. listopadu 2020 bylo pozorováno vzcházení zaseté plodiny. Na obou zkušebních plochách vzcházelo triticales stejně, avšak rozdílné vzcházení plevelů bylo zcela jistě způsobeno nedokonalým zpracováním půdy na ploše zpracované kotoučovým kypřičem, jak je zcela jasně viditelné v levé části obrázku (viz obrázek 4.17).



Obrázek 4.17: Rozdílné vzcházení plevelů na ploše zpracované kotoučovým kypřičem

Na ploše zpracované radličkovým kypřičem byla plodina téměř ve všech jejích místech stejně vzrostlá. Zastoupení plevelů bylo velmi nízké, proto rostliny mohly dobře růst a rozvíjet svůj kořenový systém.

Byl měřen počet vzešlých rostlin na 1 m² na dvou místech každé ze zkušebních ploch. Výsledkem prvního měření na ploše zpracované radličkovým kypřičem bylo 86 rostlin na 1 m² (viz obrázek 4.18) se třemi až pěti odnožemi.



Obrázek 4.18: První měření na ploše zpracované radličkovým kypřičem

Výsledek druhého měření byl 94 vzešlých rostlin triticales na 1 m² (viz obrázek 4.18) se čtyřmi až pěti odnožemi, což je větší množství než na místě, kde probíhalo první měření.



Obrázek 4.19: Druhé měření na ploše zpracované radličkovým kypříčem

Plocha zpracovaná kotoučovým kypříčem na tom byla o trochu hůře. První měření na této zkušební ploše ukázalo výsledek 78 vzešlých rostlin na 1 m² se třemi až čtyřmi odnožemi (viz obrázek 4.20).



Obrázek 4.20: První měření na ploše zpracované kotoučovým kypříčem

Z druhého měření na ploše zpracované kotoučovým kypřičem byl výsledek téměř stejný. Na 1 m² zde bylo 82 rostlin také se třemi až čtyřmi odnožemi (viz obrázek 4.21).



Obrázek 4.21: První měření na ploše zpracované radličkovým kypřičem

4.6.1 Aplikace ledku amonného s dolomitem

Dne 8. března 2021 byl na pozemek aplikován ledek amonný s dolomitem 27 %. Aplikáční dávka byla 150 kg.ha⁻¹. Na některých místech, kde byla vlhkost půdy ještě vyšší, docházelo k tvorbě kolejí po přejezdu traktoru s aplikátorem minerálních hnojiv (viz obrázek 4.22). Na pozemku bylo i přes aplikaci herbicidu v podzimním období stále velké množství plevelů. Hlavně na ploše zpracované kotoučovým kypřičem, jak můžeme vidět na obrázku 4.22 na levé straně.



Obrázek 4.22: Zkušební plochy v den aplikace ledku amonného s vápencem

Dne 18. března 2021 byla na pozemku provedena kontrola rozpouštění minerálního hnojiva do půdy a jeho příjem rostlinou. V průběhu 10 dnů na pozemku byl srážkový úhrn $12 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$. To bylo dostatečné množství pro rozpouštění hnojiva na pozemku, kde byla prováděna podmítka radličkovým kypřičem (viz obrázek 4.23)



Obrázek 4.23: Rozpouštějící se ledek amonný s vápencem na ploše zpracované radličkovým kypřičem

Na zkušební ploše, kde byla podmítka provedena kotoučovým kypřičem, nestačilo ani $12 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$ srážek. Pozorování proběhlo na celé zkušební ploše, ale výsledek byl stále

stejný. Ledek amonný s vápencem se nedokázal tak rychle rozpouštět a vnikat do půdy tak, jako na pozemku zpracovaném radličkovým kypříčem (viz obrázek 4.24).



Obrázek 4.24: Rozpouštějící se ledek amonný s vápencem na ploše zpracované kotoučovým kypříčem

4.7 Porovnání vzešlých rostlin plodiny z obou zkušebních ploch

Z každé zkušební plochy dne 26. 3. 2021, tedy 167. den od zasetí byly odebrány vzorky pro porovnání vzešlých rostlin triticales. Hodnocen byl jejich stav, kořenové systémy a jejich celková velikost.

Na pozemku, kde byla půda zpracována radličkovým kypříčem, byl stav rostlin příznivý. Rostliny jsou tmavě zbarveny a jejich kořenový systém je bujný. Kořeny dosahují do hloubky 65 až 70 mm a rozpínají se jak horizontálně, tak i vertikálně. Celková velikost rostliny i s kořeny je 130 až 150 mm (viz obrázky 4.25 a 4.26)



Obrázek 4.25: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované radličkovým kypříčem 167. den od zasetí



Obrázek 4.26: Vizuálně pozorovaná rostlina z druhé části plochy zpracované radličkovým kypříčem 167. den od zasetí

V půdě zpracované kotoučovým kypříčem byl stav rostlin méně přijatelný. Barva celé rostliny byla světlá i počet odnoží byl menší. Kořeny sahaly do hloubky jen 55 až 60 mm a celková velikost rostlin byla 120 až 130 mm (viz obrázky 4.27 a 4.28)



Obrázek 4.27: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované kotoučovým kypříčem 167. den od zasetí



Obrázek 4.28: Vizuálně pozorovaná rostlina z druhé části plochy zpracované kotoučovým kypříčem 167. den od zasetí

4.7.1 Poslední vizuální pozorování na zkušebních plochách

Poslední vizuální porovnání vzešlé plodiny triticales bylo provedeno dne 10. 4. 2021. Opět byl vidět velký rozdíl mezi rostlinami z plochy zpracované radličkovým kypříčem a z plochy zpracované kotoučovým kypříčem, na které bylo stále velké množství stništních zbytků, které mohou způsobit zvýšený výskyt houbových chorob (viz obrázek 4.29). Výhodou to může být ale v případě velkého úhrnu srážek. V ten moment mohou naopak tyto stništní zbytky povrch půdy ochránit.



Obrázek 4.29: Rozdílný stav zkušebních ploch 182. den od zasetí

Na zkušební ploše, kde byla podmínka provedena radličkovým kypřičem Köckerling Trio, byl stav rostlin příznivý. Kořenový systém sahal do hloubky 85 až 110 mm. Rostliny měly celkově velký počet odnoží a jejich délka včetně kořenů byla 210 až 240 mm (viz obrázek 4.30 a 4.31).



Obrázek 4.30: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované radličkovým kypřičem 182. den od zasetí

Některé z rostlin měly svůj kořenový systém rozdvojený, jako by směřoval do míst, kde byla půda zpracována dlátý radličkového kypříče (viz obrázek č. 4.53).



Obrázek 4.31: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované radličkovým kypříčem 182. den od zasetí

Na ploše zpracované kotoučovým kypříčem byl stav rostlin rozdílný. Kořenový systém sahal do hloubky jen 75 až 85 mm. Rostliny neměly takový počet odnoží jako na sousední zkušební ploše (viz obrázek 4.32 a 4.33). První z rostlin měla celkovou velikost 210 mm. Druhá rostlina měla jen jednu odnož (viz obrázek 4.33). Velikost rostliny byla ale o to větší. Její celková délka včetně kořenů byla 270 mm.



Obrázek 4.32: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované kotoučovým kypříčem 182. den od zasetí



Obrázek 4.33: Vizuálně pozorovaná rostlina z druhé části plochy zpracované kotoučovým kypříčem 182. den od zasetí

5 Výsledková část

Tabulka 5.1: Spotřeba pohonných hmot při podmítce

Strojní zařízení pro provedení podmínky	Spotřeba pohonných hmot [l.ha ⁻¹]
Radličkový kypřič Köckerling Trio	8,22
Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro	6,75

Tabulka 5.2: Čas operativní

Strojní zařízení pro provedení podmínky	Čas operativní [h]
Radličkový kypřič Köckerling Trio	0,58
Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro	0,56

Tabulka 5.3: Plošná výkonnost

Strojní zařízení pro provedení podmínky	Plošná výkonnost [ha.h ⁻¹]
Radličkový kypřič Köckerling Trio	1,4
Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro	1,46

Tabulka 5.4: Součinitel operativního času

Strojní zařízení pro provedení podmínky	Součinitel využití operativního času
Radličkový kypřič Köckerling Trio	0,15
Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro	0,13

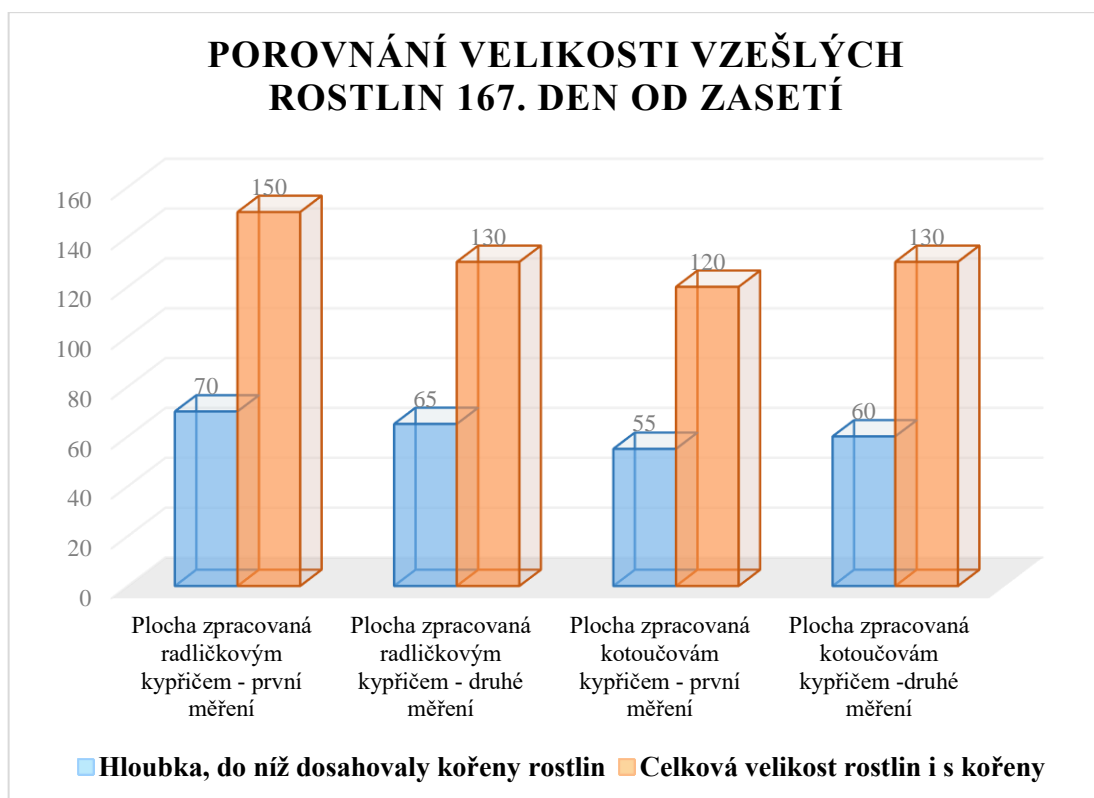
Tabulka 5.5: Spotřeba pohonných hmot při setí

Setí se strojem	Spotřeba pohonných hmot [l.ha ⁻¹]
Pöttinger Vitasem 302 ADD na ploše zpracované radličkovým kypřičem	9,2
Pöttinger Vitasem 302 ADD na ploše zpracované kotoučovým kypřičem	10,3

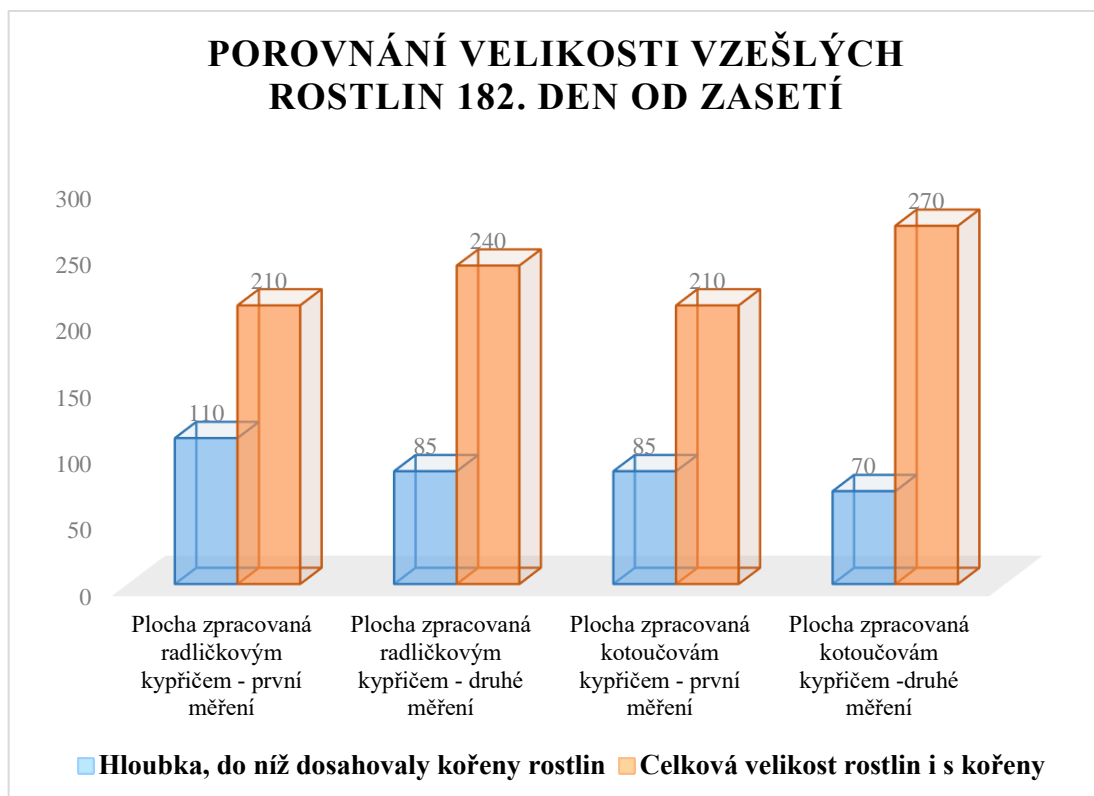
Tabulka 5.6: Průměrný počet vzešlých rostlin

Strojní zařízení pro provedení podmínky	Průměrný počet vzešlých rostlin [ks.m⁻²]
Radličkový kypřič Köckerling Trio	90
Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro	80

Obrázek 5.1: Grafické znázornění porovnání velikosti vzešlých rostlin 167. den od zasetí.



Obrázek 5.2: Porovnání velikosti vzešlých rostlin 182. den od zasetí



6 Diskuse

Který ze sledovaných podmítačů má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?

Prokazatelně vyšší vliv na kvalitu práce a vyšší úsporu nákladů při pěstování plodiny má radličkový kypřič.

Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Ano má, a to hned z několika důvodů.

Na povrchu půdy bylo ponecháno mnohem menší množství rostlinných a strništních zbytků. V celém zpracovaném půdním profilu došlo k velmi dobrému prokypření a promísení s organickou hmotou. Oproti kotoučovému kypřiči dokázal radličkový bez větších problémů zpracovat i místa, kde bylo velké množství rostlinných zbytků a polehané slámy a udržovat v půdě nastavenou hloubku zpracování.

I když spotřeba pohonných hmot byla při podmítce kotoučovým kypřičem naměřena nižší, náklady na její ošetření byly zase vyšší. Při následném setí bylo obtížnější připravovat půdu právě na této zkušební ploše, kterou nedokázal kotoučový kypřič ideálně zpracovat a připravit pro další nutné pracovní operace. Bylo to způsobeno hlavně nedokonalým zapravením zbytků po pěstování předplodiny, což mělo za následek menší pracovní rychlost secí kombinace a vyšší potřebný příkon kypřiče s horizontálním nožovým rotorem, který si musel poradit s hutnější a mnohem více zaplevelenou půdou.

Nehledě na fakt, že na ploše zpracované radličkovým kypřičem byl rozvoj plevelů značně omezen, a tím i sníženy náklady na chemickou ochranu. Proto, i když se může zdát, že kotoučový kypřič má při zpracovávání půdy nižší spotřebu PHM, ve výsledku, když se bere v úvahu i spotřeba při ošetření a následném setí a při vyšších nárocích na chemickou ochranu, je jasné, že užití radličkového kypřiče je ekonomicky výhodnější.

Všechna detailní srovnání těchto dvou technologií, jejich práci na pozemku a také možný vyšší výnos vzhledem k většímu počtu rostlin na jeden metr čtvereční, k většímu počtu odnoží a ke stavu pěstovaných rostlin na ploše zpracované radličkovým kypřičem rozvádím níže:

Kolový traktor Case IH Maxxum 150 v agregaci s kotoučovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro dokázal zkušební plochu o velikosti 815 m² zpracovat se spotřebou 6,75 l.ha⁻¹. Tato spotřeba je o 17,8 % nižší, než spotřeba stejného tahového prostředku, ale s radličkovým kypřičem Kockerling Trio. Ten měl na stejně velkou zpracovanou plochu spotřebu 8,22 l.ha⁻¹. Tento rozdíl mohl způsobit fakt, že pro kotoučový kypřič je potřebný příkon tahového prostředku o 5 kW nižší než pro radličkový kypřič.

Tuto problematiku řeší ve své práci i Hůla et al., (1997). Udávají, že na 1 metr pracovního záběru radličkového kypřiče je potřebný výkon tažného prostředku až 30 kW.

I když mají tyto dva stoje stejný pracovní záběr, půdu zpracovávaly stejnou rychlostí a hloubka, na kterou byly nastaveny, byla 150 mm, přesto kotoučový kypřič spotřeboval méně PHM.

Dalším rozhodujícím aspektem by také mohla být skutečnost, že i když kotoučový kypřič byl nastaven na hloubku zpracování 150 mm, půdu do této hloubky nezpracoval. Hranice zpracování byla maximálně 100 mm pod povrchem půdy. Vlivem nejspíše velkého množství strništních zbytků a utužené nebo příliš hutné vrstvy půdy.

Stejné problémy při použití kotoučového kypřiče uvádí i Hůla a Procházková (2008). Tento fakt mohl vést ke snížení odporu kypřiče v půdě a k menšímu zatížení tahového prostředku, který nemusel využívat svůj plný výkon motoru. Pokud by pokus byl prováděn na půdě lehčí či méně utužené s malým množstvím strništních zbytků nebo při jiné vlhkosti půdy, je možné, že výsledná spotřeba PHM by se nemusela tolik lišit.

Časová náročnost u obou technologií pro podmínku se moc nelišila. Půda byla zpracovávána nastavenou rychlostí 12 km.h⁻¹, která byla udržována po celou dobu jízdy. Stejně ale došlo k rozdílnému výsledku při operativním měření u těchto dvou porovnávaných kypřičů. Radličkovému kypřiči trvalo zpracovat zkušební plochu o více než jednu minutu déle. Mohlo by to být způsobeno nejspíše tím, že kotoučový kypřič, i když měl téměř stejnou hmotnost jako radličkový kypřič, byl kratší, a proto i zatížení na traktor bylo menší, a ten se s ním mohl snadněji a rychleji otáčet na souvrátí.

Více provedené práce za méně času, stejné požadavky uvádí i Beneš (2015) ve svém článku o efektivních způsobech zpracování půdy právě s kotoučovými a radličkovými kypřiči.

Provozní výkonnost obou technologií pro podmínku je také téměř stejná. Liší se jen o $0.06 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, a to ve prospěch kotoučového kypřiče. Nejspíše proto, že obě operace byly prováděny se stejnou pracovní rychlostí. Pokud by se měl radličkový kypřič rovnat kotoučovému ve výsledné spotřebě PHM, musela by se snížit rychlost jízdy, aby byly nižší nároky energetického prostředku. Když by ale měla být zachována stejná provozní výkonost obou strojů, musela by se pracovní rychlost radličkového kypřiče naopak zvýšit, a to by se projevilo na mnohem vyšší spotřebě PHM.

Při setí plodiny byla spotřeba PHM ovlivněna zejména na ploše zpracované kotoučovým kypřičem. Dle slov obsluhy bylo na této ploše ošetření podmínky před samotným setím horší. Jako hlavní aspekt uváděl řidič citelně větší odpor pro kypřič s horizontálním nožovým rotorem Pöttinger Lion 302, který půdu před samotným setím připravoval. Proto na této ploše bylo na úpravu podmínky a setí spotřebováno téměř o jeden litr větší množství PHM. Ve výsledku je to o 12 % více než na ploše zpracované radličkovým kypřičem.

I Kovaříček et al. (2017) uvádějí ve své práci, že použití radličkového kypřič pro zpracování půdy před setím přispívá k vyšší kyprosti ornice, tím pádem k menším nárokům na její další zpracování a dochází k lepšímu zapravení posklizňových a strništních zbytků a vytvoření příznivého set'ového lůžka.

Povrch půdy po zasetí na ploše zpracované kotoučovým kypřičem nebyl ideální. Stále na jejím povrchu zůstávalo velké množství strništních zbytků a zbytků ze sklizně předplodiny.

Tento problém řeší ve své knize i Hůla a Procházková (2008). Zbytky ve velkém množství na povrchu půdy mohou zhoršit vývoj pěstované plodiny, zejména vytvářet příznivé prostředí pro rozvoj houbových chorob.

Velký vliv na půdu mají také přívalové srážky, jak uvádí i Hůla a Procházková (2008). Když je půda promísena a na jejím povrchu je ponecháno větší množství zbytků, velké přívaly vody při deštích ornici neodnáší tak prudce a eroze je částečně eliminována. Ve své knize řeší také fakt, že pokud je povrch půdy komplexně pokrytý rostlinnými a strništními zbytky, odnos zeminy je téměř eliminován. Proto plocha

zpracovaná kotoučovým kypřičem je dostatečně chráněna proti vodní i větrné erozi vzhledem k velmi velkému ponechání zbytků na povrchu půdy. Dochází zde ale k velkému rozvoji plevelů a k vícenákladům za chemickou ochranu.

Při měření počtu rostlin na 1 m² byl zjištěn poměrně velký rozdíl. Na ploše zpracované radličkovým kypřičem bylo nejvíce napočítáno celkem 94 ks vzešlých rostlin se třemi až pěti odnožemi, zato na ploše zpracované kotoučovým kypřičem bylo napočítáno nejvíce 82 ks vzešlých rostlin se třemi až čtyřmi odnožemi. Tento rozdíl mohl být způsoben půdou, která nebyla ideálně zpracovaná, a i když stroj byl správně nastavený a seřízený, tak hloubka zpracování byla malá, a proto rostlina měla ztížený přístup k živinám z hlubších vrstev půdy. Zároveň ji mohly utlačovat i plevele, které byly na ploše zpracované kotoučovým kypřičem zastoupeny ve velké míře.

Při srovnávání velikostí vzešlých rostlin, jejich kořenového systému a toho, jak rostlina vizuálně vypadá, bylo zjištěno, že významně lépe jsou na tom všechny vzorky pěstované plodiny odebrané na zkušební ploše zpracované radličkovým kypřičem. Rostliny na této ploše měly bujný kořenový systém, který sahal do větších hloubek, než na sousední zkušební ploše. I celková velikost posuzovaných rostlin, počet odnoží a jejich dobrý stav z hlediska vizuálního pozorování udává, že tato plocha je pro růst a vývoj pěstované plodiny lepší.

Z ekonomického hlediska se můžeme přiklánět ke dvěma variantám. První z nich je výsledná spotřeba PHM při zpracování půdy kypřiči a jejich provozní výkonnost. V tomto ohledu je zřejmé, že ekonomicky výhodné je podmínku provádět kotoučovým kypřičem, který má v agregaci s kolovým traktorem nižší spotřebu pohonných hmot a vyšší výkonnost.

Ta je ale podmíněna, jak uvádí autoři Hůla et al. (1997), mělkým zpracováním a neschopností dostat se do větších hloubek v těžších půdách bez své zvýšené hmotnosti, a to až 1 000 kg na jeden metr záběru stroje. S takto těžkým strojem by měl traktor problémy a nedocházelo by k výše uváděným výsledkům při zpracování půdy. Pokud bychom ale chtěli z dlouhodobějšího hlediska zlepšovat půdní strukturu, kvalitně půdu zpracovávat a dosahovat větších výnosů, měli bychom zvolit variantu, při které budeme pro podmínku používat radličkový kypřič, který půdu viditelně lépe zpracoval. Při zpracování radličkovým kypřičem sice dochází k vyšší spotřebě pohonných hmot, to ale ve výsledku, kdy zvolíme variantu minimalizace,

má příznivý vliv nejen na náklady na PHM při ošetření podmítky a následně na setí, ale také na růst a vývoj pěstovaných plodin a také na jejich výnos díky potlačení plevelů a menším nárokům na ochranu herbicidy.

Závěr

Jako ekonomičtější se ze získaných výsledků může zdát, že pro podmínku je lepší využít kotoučový kypřič, který dokázal zkušební plochu zpracovat rychleji a s nižší výslednou spotřebou. To vše ale na úkor kvality zpracování. Na povrchu půdy po tomto kypřiči zůstalo velké množství strništních a rostlinných zbytků, a i když kypřič byl nastaven na svou maximální pracovní hloubku 150 mm, půdu na tuto hodnotu nezpracoval. Výsledná hloubka zpracování byla pouhých 100 mm. Rozvoj plevelů na ploše, která byla zpracovaná kotoučovým kypřičem, byl značně vyšší než na zkušební ploše sousední. To by mohlo mít velký vliv na výsledný výnos pěstované plodiny, jak dokazují výsledky z pozorování stavu a celkové velikosti rostlin.

Na pozemku, kde byla podmínka provedena radličkovým kypřičem, je celkový stav rostlin velmi dobrý. Průměrný počet odnoží je mnohem vyšší než na druhé ploše a kořenový systém je bujnější a sahá do větší hloubky.

Důležitým aspektem je také skutečnost, že při ošetření podmínky a při následném setí obou ploch byla spotřeba pohonných hmot opět rozdílná. Rozdíl sice nebyl tak velký jako při podmítce, ale ve výsledku jednoznačně určuje, která z technologií má větší přínos pro zemědělce, který chce hospodařit tak, aby se půdní struktura zlepšovala a bylo dosaženo vyšších výnosů, a také aby při následném zpracovávání půdy a setí byla spotřeba co nejnižší.

Proto bych s odkazem na svůj výzkum doporučil využít pro podmínku spíše radličkový kypřič. Kvalita zpracování půdy bude viditelně lepší a pěstovaná plodina tak má ideální podmínky pro růst a vývoj, který může vést k vyššímu výslednému výnosu při sklizni, který ale nemohu ověřit vzhledem k odevzdání této práce v termínu, kdy plodina nedosáhla ani své mléčné zralosti.

Seznam použité literatury

Beneš, P. (2015). *Efektivní postupy zpracování půdy*. Praha : Profi Press, s.r.o., Mechanizace zemědělství: odborný časopis pro mechanizaci, stavby a melioraci. roč. 65 č. 8, stran 106. ISSN 0373-6776.

Hůla, J. et al. (1997). *Zpracování půdy*. Praha : Brázda, s.r.o. ISBN 80-209-0265-1.

Hůla, J. a Mayer, V. (1999). *Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy*. Praha : Institut výchovy a vzdělání MZe ČR ISBN 80-7105-187-X.

Hůla, J. a Procházková, B. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press ISBN 978-80-86726-28-1.

Kovaříček, P. et al. (2017). *Užití kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby: metodická příručka*. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha ISBN 978-80-7569-001-2.

Kvěch, O. a Škoda, V. (1985). *Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy*. Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze ve Videopress MOM.

Neubauer, K. (1989). *Stroje pro rostlinou výrobu*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství ISBN 80-209-0075-6.

Neudert, L. a Procházková, B. (2006). *Orba a minimalizační technologie*. Praha : Profi Press, s.r.o., Zemědělec: odborný a stavovský týdeník. roč. 15, č. 26, stran 55. ISSN 1211-3816

Procházková, B. (2011). *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny*. Brno : Mendelova univerzita ISBN 978-80-7375-524-9.

Procházková, B. a Hůla, J. (2002). *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací ISBN 80-7271-106-7.

Procházka, B. (1986). *Mechanizácia rastlinej výroby*. Bratislava : Příroda, vydavateľstvo kníh a časopisov

Pulkrábek, J. a Koukolíček, J. (2015). *Praktické zkušenosti s hlubokým kypřením půdy*. České Budějovice: Kurent s.r.o., Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. roč. 10, č. 7, stran 96. ISSN 1801-7673

Šimon, J. a Lhotký, J. (1989). *Zpracování a zúrodnování půd*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství ISBN 80-209-0048-9.

ÚNMZ (1987). ČSN 47 0120 - ST SEV 5628-86 Změdělské a lesnické stroje a traktory. *Metody měření času a stanovení provozních ukazatelů*. Praha : Úřad pro normalizaci a měření, rozsah: 16 stran.

Internetové zdroje:

Bednar.com, (2021) *TERRALAND DO kombinovaný dlátový pluh*. [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: https://www.bednar.com/terraland_do/#detail

Bpej.vumop.cz, (2019). *eKatalog BPEJ*. [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/55001>

Dolan, A. (2018). *Stroje pro zpracování půdy*. [online] Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích [cit. 5. 12. 2021]. Dostupné z: <http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2018/10/SZP.pdf>

Procházková, B. a Neudert, L. (2009). *Orba a minimalizační technologie*. [online] Zemědělec, odborný a stavovský týdeník [cit. 5. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/orba-a-minimalizacni-technologie/>

Seznam použité literatury uváděných obrázků:

Agrarheute.com, (2019) *Kuhn: SIMA-Neuheiten im Bereich Sätechnik*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agrarheute.com/>

Bednar.com, (2021) *PRESSPACK PT tažený pěch*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.bednar.com/presspack-pt/>

Bednar.cz, (2021) *TERRALAND DO kombinovaný dlátový pluh*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: https://www.bednar.com/terraland_do/#detail

Bednar.cz, (2021) *TERRALAND TN dlátový pluh*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.bednar.com/terraland-tn/#detail>

Bednar.com, (2021) *STRIEGEL-PRO PN polní brány*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.bednar.com/striegel-pro-pn/#detail>

Bvv.cz, (2016) *Univerzální meziřádkový kypřič ROW-MASTER RN*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.bvv.cz/techagro/aktuality/bednar-fmt-sro-2016/>

Cenyrolnicne.pl, (2017) *STRIP-TILL – UPRAWA PASOWA*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.cenyrolnicze.pl/wiadomosci/technika-rolnicza/8486-strip-till-uprawa-pasowa>

Eagri.cz, (2021) *mapa LPIS*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://eagri.cz/ssl/app/lpisext/lpis/ng/mapa/>

Farmet.cz, (2019) *Příprava půdy pro jarní setí*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.farmet.cz/cs/aktuality/2019-02-priprava-pudy-pro-jarni-seti>

Farmet.cz, (2020) *Radličkové nebo diskové mělké zpracování půdy*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z <https://www.farmet.cz/cs/novinky/2020-09-radlickove-nebo-diskove-melke-zpracovani-pudy>

Farmet.cz, (2021) *Dlátový kypřič Triolent TX 300 N*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.farmet.cz/cs/dlatovy-kypric-triolent-ns#tab-Photogallery>

Farmet.cz, (2021) *Kombinovaný kypřič Triton 450 PS*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.farmet.cz/cs/kombinovany-kypric-triton>

Farmet.cz, (2021) *Hlubkový kypřič Digger 3 N*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.farmet.cz/cs/hlubkovy-kypric-digger#tab-Photogallery>

Leporelo.cz, (2021) *Kypřiče*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://leporelo.info/kyprice>

Mechanizaceweb.cz, (2018) *Pro práci v extrémních podmínkách*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/pro-praci-i-v-extremnich-podminkach/>

Pl.kverneland.com, (2021) *Kverneland Seria H*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://pl.kverneland.com/prodprint/print/160478>

Stroje.bazos.cz, (2021) *Rotavátor STARK PROFI*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://stroje.bazos.cz/inzerat/133110195/rotavator-stark-profi-do-hlbky-18-cm-znizena-cena.php>

Vinohradnicka-technika.cz, (2021) *Rigolovací pluh*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://vinohradnicka-technika.cz/rigolovaci-pluh/>

Zeas.cz, (2021) *Krátké diskové podmítače TERRADISC*, [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <http://www.zeas.cz/zemedelske-stroje/terradsic>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Podmítání strniště po sklizni plodiny (Mechanizaceweb.cz, 2018)	9
Obrázek 1.2: Rigolování (Vinohradnicka-technika.cz, 2021)	11
Obrázek 1.3: Rozdíl mezi půdou zpracovanou orbou a půdou připravenou k setí (Farmet.cz, 2019)	12
Obrázek 1.4: Kultivace v porostu kukuřice během vegetace (Bvv.cz, 2016)	13
Obrázek 1.5: Zpracování půdy bez orby kypřením sloučené spolu s drcením hrud pěchem (Bednar.com, 2021)	14
Obrázek 1.6: Konzervační zpracování půdy s ponecháním zbytků na povrchu (Agrarheute.com, 2019)	15
Obrázek 1.7: Technologie jednoho přejezdu Mzuri a setí do nezpracované půdy (Cenyrolnicze.pl, 2017).....	16
Obrázek 1.8: Dno pod vrstvou půdy zpracovanou radličkovým kypřičem s parabolickými dláty a přidavnými křídélky (Farmet.cz, 2020).....	18
Obrázek 1.9: Radličkový kypřič Farmet jištěný vinutou pružinou (Farmet.cz, 2021)	18
Obrázek 1.10: Talířový kypřič Pöttinger (Zeas.cz, 2021).....	19
Obrázek 1.11: Hřebenovité dno po zpracování půdy talířovým kypřičem (Farmet.cz, 2020)	19
Obrázek 1.12: Kombinovaný kypřič Farmet (Farmet.cz, 2021)	20
Obrázek 1.13: Kombinovaný kypřič Bednar s talířovým kypřičem a dlátovým kypřičem pro zpracování ve větší hloubce (Bednar.com, 2021).....	21
Obrázek 1.14: Ukázka práce kombinovaného kypřiče Bednar s talířovým kypřičem a dlátovým kypřičem pro zpracování půdy do větší hloubky (Bednar.com, 2021) ...	21
Obrázek 1.15: Tři úhly dláta (Bednar.com, 2021)	22
Obrázek 1.16: Dlátový kypřič Farmet vybavený válci s velkými hroty pro kvalitní rozdrobení hrud (Farmet.cz, 2021).....	23

Obrázek 1.17: Kypřič s horizontálním nožovým rotorem (Pl.kverneland.com, 2021)	24
Obrázek 1.18: Kypřič s horizontálním hřebenovým rotorem (Leporelo.cz, 2021)....	24
Obrázek 1.19: Kypřič s rotorem nožovým (Stroje.bazos.cz, 2021).....	25
Obrázek 1.20: Prutový kypřič při zpracování strniště (Bednar.com, 2021).....	25
Obrázek 3.1: Parcela rozdělená na dvě stejné části (Eagri.cz, 2021, úprava autor)...	27
Obrázek 3.2: Odměrný válec pro měření množství PHM při doplňování nádrže.....	29
Obrázek 4.1: Zkušební plocha před zpracováním.....	32
Obrázek 4.2: Radličkový kypřič Köckerling Trio	33
Obrázek 4.3: Podmítka provedena radličkovým kypřičem Köckerling Trio	33
Obrázek 4.4: Kyprá půda s posklizňovými a strništními zbytky zpracovaná radličkovým kypřičem Köckerling Trio.....	34
Obrázek 4.5: Kotoučový kypřič Kverneland Qualidisc Pro.....	35
Obrázek 4.6: Podmítka provedená kotoučovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro	36
Obrázek 4.7: Půda zpracovaná kotoučovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro ...	36
Obrázek 4.8: Místa na zkušební ploše, které kotoučový kypřič nedokázal ideálně zpracovat vlivem dlouhých strništních zbytků a plevelů	37
Obrázek 4.9: Dno půdy po zpracování radličkovým kypřičem Köckerling Trio	38
Obrázek 4.10: Dno půdy po zpracování radličkovým kypřičem Köckerling Trio	39
Obrázek 4.11: Dno půdy zpracované kotoučovým kypřičem Kverneland Qualidisc Pro	40
Obrázek 4.12: Dno půdy po zpracování kotoučovým kypřičem s viditelnými zářezy od zubů kotouče	40
Obrázek 4.13: Rozdílný stav zpracované půdy, vlevo plocha zpracovaná kotoučovým kypřičem a vpravo plocha zpracovaná radličkovým kypřičem.....	41

Obrázek 4.14: Setí tritikale v kombinaci s kolovým traktorem New Holland T6050 a secí kombinací Pöttinger 3002 ADD s kypřičem s horizontálním nožovým rotorem Pöttinger Lion 302	42
Obrázek č. 4.15: Zasetá plocha, která byla předtím zpracována radličkovým kypřičem	42
Obrázek 4.16: Zasetá plocha, která byla předtím zpracována kotoučovým kypřičem	43
Obrázek 4.17: Rozdílné vzcházení plevelů na ploše zpracované kotoučovým kypřičem	44
Obrázek 4.18: První měření na ploše zpracované radličkovým kypřičem.....	44
Obrázek 4.19: Druhé měření na ploše zpracované radličkovým kypřičem	45
Obrázek 4.20: První měření na ploše zpracované kotoučovým kypřičem.....	45
Obrázek 4.21: První měření na ploše zpracované radličkovým kypřičem.....	46
Obrázek 4.22: Zkušební plochy v den aplikace ledku amonného s vápencem.....	47
Obrázek 4.23: Rozpouštějící se ledek amonný s vápencem na ploše zpracované radličkovým kypřičem	47
Obrázek 4.24: Rozpouštějící se ledek amonný s vápencem na ploše zpracované kotoučovým kypřičem.....	48
Obrázek 4.25: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované radličkovým kypřičem 167. den od zasetí.....	49
Obrázek 4.26: Vizuálně pozorovaná rostlina z druhé části plochy zpracované radličkovým kypřičem 167. den od zasetí.....	49
Obrázek 4.27: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované kotoučovým kypřičem 167. den od zasetí.....	50
Obrázek 4.28: Vizuálně pozorovaná rostlina z druhé části plochy zpracované kotoučovým kypřičem 167. den od zasetí.....	51
Obrázek 4.29: Rozdílný stav zkušebních ploch 182. den od zasetí	52
Obrázek 4.30: Vizuálně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované radličkovým kypřičem 182. den od zasetí.....	52

Obrázek 4.31: Vizualně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované radličkovým kypřičem 182. den od zasetí.....	53
Obrázek 4.32: Vizualně pozorovaná rostlina z první části plochy zpracované kotoučovým kypřičem 182. den od zasetí.....	54
Obrázek 4.33: Vizualně pozorovaná rostlina z druhé části plochy zpracované kotoučovým kypřičem 182. den od zasetí.....	54
Obrázek 5.1: Grafické znázornění porovnání velikosti vzešlých rostlin 167. den od zasetí.....	57
Obrázek 5.2: Porovnání velikosti vzešlých rostlin 182. den od zasetí.....	57

Seznam tabulek

Tabulka 5.1: Spotřeba pohonných hmot při podmítce	55
Tabulka 5.2: Čas operativní	55
Tabulka 5.3: Provozní výkonost	55
Tabulka 5.4: Součinitel operativního času	55
Tabulka 5.5: Spotřeba pohonných hmot při setí	55
Tabulka 5.6: Průměrný počet vzešlých zrn	56

Seznam zkratk

BPEJ: Bonitovaná půdně ekologická jednotka

PHM: Pohonné hmoty a mazadla