

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta
Katedra zemědělských strojů



Diplomová práce

**Vliv strojů na zapravení posklizňových zbytků
při zpracování půdy**

Bc. Martin Vocl

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Vocl

Zemědělská technika

Název práce

Vliv strojů na zapravení rostlinných zbytků při zpracování půdy

Název anglicky

The influence of machines on the incorporation of plant residues during tillage

Cíle práce

Vyhodnotit stupeň zapravení rostlinných zbytků stroji na zpracování půdy s nepoháněnými pracovními nástroji.

Metodika

Studium literárních pramenů a vypracování přehledu poznatků o vlivu strojů na rostlinnou biomasu při zpracování půdy. Uskutečnění polního experimentu – varianty použití strojů na zpracování půdy, hodnocení stupně zapravení rostlinných zbytků do půdy. Statistické zpracování dat. Komentování výsledků, vypracování doporučení pro praxi i pro další experimentální práce.

Doporučený rozsah práce

50 s.

Klíčová slova

Posklizňové zbytky; biomasa meziplodin; půdoochranné technologie

Doporučené zdroje informací

BRANT, V. et al. Pásové zpracování půdy (strip tillage). ProfiPress, 2016, 135 s. ISBN 978-80-86726-76-2.

HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. Minimalizace zpracování půdy. Praha, Profi Press, s.r.o., 2008, 248 s., ISBN 978-80-86726-28-1.

KUMHÁLA, F., a kol. Zemědělská technika – Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha, ČZU v Praze, 2007, 438 s., ISBN 978-80-213-1701-7.

TITI, A. E. et al. Soil Tillage in Agroecosystems. London, CRC Press, 2003, 367 pp. ISBN 0-8493-1228-0.

Předběžný termín obhajoby

2023/2024 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Josef Hůla, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 2. 2. 2023

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 3. 2023

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 01. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv strojů na zapravení posklizňových zbytků při zpracování půdy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. března 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu prof. Ing. Josefu Hůlovi, CSc. za odborný dohled, ochotu a cenné rady při měření i zpracování této práce. Dále bych mu rád poděkoval za prostor pro měření, za podporu a vstřícné konzultace při zpracování dat.

V neposlední řadě bych rád poděkoval celé mé rodině a kamarádům za podporu při studiu.

Vliv strojů na zapravení posklizňových zbytků

Abstrakt

Tato diplomová práce na téma vliv strojů na zapravení posklizňových zbytků při zpracování půdy se v úvodní části rešerše zabývá základními vlastnostmi kypřičů a jejich užitím. Následně jsou popsány jednotlivé konstrukční odlišnosti těchto strojů. Další část je věnována posklizňovým zbytkům a jsou představeny technologie, ve kterých se s nimi pracuje.

Účelem této práce je porovnání vybraných strojů pro zpracování půdy při minimalizaci. Zaměřuje se na pokryvnost povrchu půdy posklizňovými zbytky a na míru jejich zapravení. Zpracování půdy je rozděleno na dvě části. První částí je primární zpracování půdy ihned po sklizni (podmítka). Druhou částí je sekundární zpracování půdy, likvidace vzešlého výdrolu řepky. Naměřená data byla následně vyhodnocena a statisticky zpracována pomocí softwaru Statistica 12.

Klíčová slova: Posklizňové zbytky; biomasa meziplodin; mulč; půdoochranné technologie; zemědělství; kypřič; minimalizace

The influence of machines on the incorporation of plant residues during tillage

Abstract

This thesis on the influence of machines on the incorporation of post-harvest residues in soil processing deals with the basic characteristics of cultivators and their use in the initial part of the research. Subsequently, the various design differences of these machines are described. The next section is devoted to post-harvest residues and the technologies in which they are handled.

The purpose of this paper is to compare selected machines for soil processing in minimization. It focuses on the coverage of the soil surface by post-harvest residues and the degree of soil incorporation. The soil processing is divided into two parts. The first part being primary tillage immediately after harvest (subsoiling). The second part is secondary tillage, the disposal of the resulting rape residue. The measured data were then evaluated and statistically processed using Statistica 12 software.

Keywords: Post-harvest residues; intercrop biomass; mulch; soil conservation technology; agriculture; cultivator; minimization

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce.....	3
3 Metodika	3
4 Literární rešerše	4
4.1 Zpracování půdy.....	4
4.2 Kypřiče	5
4.3 Užití kypřičů.....	5
4.4 Kypřiče s nepoháněnými talířovými pracovními nástroji.....	6
4.5 Kypřiče s radličkovými pracovními nástroji.....	10
4.6 Slupice.....	11
4.7 Posklizňové zbytky	12
4.8 Minimalizační a půdoochranné technologie	13
4.8.1 Ekonomické důvody	14
4.8.2 Ekologické důvody	14
4.8.3 Půdoochranné technologie.....	15
4.9 Mulč	17
4.9.1 Kvalita a rychlost rozkladu rostlinných zbytků.....	18
4.10 Pásové zpracování půdy	18
4.11 Ozimá řepka v systémech pásového zpracování půdy	20
5 Představení podniků.....	23
5.1 ZOS Kačina a.s.....	23
5.2 Rostislav Linda.....	23
6 Charakteristika pozemku	25
7 Použité stroje.....	27
7.1 Stroje u ZOS Kačina a. s.	27
7.1.1 BEDNAR TERRALAND TN 3000	27

7.1.2 HORSCH Tiger 5 MT	28
7.2 Stroje u Rostislav Linda	29
7.2.1 HORSCH Terrano 5 FM	29
7.2.2 VÄDERSTAD Carrier 626 XL	30
7.2.3 VÄDERSTAD TopDown 400.....	32
8 Způsob a výsledky měření	34
8.1 Způsob měření.....	34
8.2 Výsledky měření	34
8.2.1 Hmotnosti zbytků na povrchu půdy	35
8.2.2 Hmotnosti zbytků pod povrchem	38
8.2.3 Rozmístění rostlinných zbytků při zpracování půdy jednotlivými stroji	41
8.2.4 Měření množství posklizňových zbytků zpracováním obrazu	43
9 Diskuse.....	48
10 Závěr	51
11 Seznam použitých zdrojů.....	53
12 Přílohy.....	58

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma pohybu talíře	7
L-dráha talíře, vp-pojezdová rychlost, a-úhel náběhu	7
Obrázek 2: Schéma práce talíře	8
Obrázek 3: Schéma uspořádání talířů	9
Obrázek 4: Radličky kypřičů	10
Obrázek 6: Řádkový kypřič pro pásové zpracování půdy STRIP-MASTER EN	19
Obrázek 7: Porovnání kořenového systému řepky na plochách s mělkým kypřením půdy (vlevo) a na plochách s technologií strip-tillage.	21
Obrázek 8: Pozemek 0202 z LPIS	25
Obrázek 9: Pozemek 2201/15 a 1201/29 z LPIS	26
Obrázek 10: BEDNAR Terraland TN 3000	28
Obrázek 11: HORSCH Tiger 5 MT	29
Obrázek 12: HORSCH Terrano 5 FM	30
Obrázek 13: VÄDERSTAD Carrier 626XL	31
Obrázek 14: VÄDERSTAD TopDown 400	32
Obrázek 15: Pořízená a zpracovaná fotografie pokryvnosti posklizňovými zbytky u stroje VÄDERSTAD Carrier 626 XL při prvním měření	43
Obrázek 16: Pořízená a zpracovaná fotografie pokryvnosti posklizňovými zbytky u stroje HORSCH Terrano 5 FM při druhém měření	44

Seznam tabulek

Tabulka 1: Tukeyův test ke grafu 1	36
Tabulka 2: Tukeyův test ke grafu 2	37
Tabulka 3: Tukeyův test ke grafu 3	39
Tabulka 4: Tukeyův test ke grafu 4	40
Tabulka 5: Tukeyův test ke grafu 7	45
Tabulka 6: Tukeyův test ke grafu 8	47

Seznam grafů

Graf 1: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při prvním měření z povrchu půdy.....	35
Graf 2: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při sekundárním zpracování půdy z povrchu půdy.	36
Graf 3: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při primárním měření z 100 mm hloubky.	38
Graf 4: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při sekundárním měření z 100 mm hloubky.	39
Graf 5: Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovaném profilu půdy po prvním měření	41
Graf 6: Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovaném profilu půdy po druhém měření	42
Graf 7: Procentuální zastoupení rostlinných zbytků při prvním měření po sklizni.	45
Graf 8: Procentuální zastoupení rostlinných zbytků při druhém měření po vzešlém výdrolu.	46

1 Úvod

V minulosti bylo zpracování půdy spojováno se zvýšenou úrodností, která vznikala mineralizací půdních živin. To má z dlouhodobého hlediska za následek pokles organické hmoty v půdě, která je důležitá nejen jako zdroj živin, ale i pro stabilitu půdy. Důsledkem intenzivního zemědělství většina půd degraduje. Proto se tvoří půdní krusty, dochází k nežádoucímu zhutňování půdy a neposlední řadě také k půdní erozi. Stupeň zhutnění půdy, její objemová hmotnost a stav půdní vlhkosti jsou klíčové faktory ovlivňující klíčení a následný výnos plodin (Campbell a kol., 1996).

Jedním z energeticky nejnáročnějších procesů v zemědělství je zpracování půdy. Jeho hlavním úkolem je vytvoření vhodných podmínek pro založení a správný vývoj porostů plodin. Různé metody zpracování půdy odrážejí aktuální úroveň vědeckých poznatků, problémů, nebo praktických zkušeností. Proto má každá metoda své výhody i nevýhody, které často závisí na konkrétních půdních a klimatických podmínkách. Avšak způsob zpracování půdy je individuální volbou každého zemědělce (Křen a kol., 2015).

Zpracování rostlinných zbytků po sklizni má v dnešním zemědělství nemalý význam. Ustupování od hnojení organickými hnojivy z důvodu snižování stavu hospodářských zvířat má za následek, že posklizňové zbytky hlavních plodin jsou ponechány na pozemcích a mohou organická hnojiva částečně nahradit.

Posklizňové zbytky mají na půdu a následné plodiny velký vliv. Jejich přítomnost na povrchu půdy může omezovat vzcházení rostlin. Mineralizace posklizňových zbytků vede k většímu uvolňování živin. Přítomnost organických látek v půdě může zlepšovat strukturu půdy a je důležitá pro utváření kořenového systému rostlin (Křen a kol., 2018).

Velmi důležité je rovnoměrné rozmístění rostlinných zbytků na pozemku. Nerovnoměrnost rozmístění zhoršuje podmínky pro následné zpracování půdy a přispívá k tvorbě shluků posklizňových zbytků. Tyto shluky zvyšují riziko výskytu škůdců a může v nich docházet k rozvoji chorob.

Ještě nedávno byl při zakládání porostů plodin běžně používán konvenční způsob zpracování půdy. Ten zahrnoval základní zpracování půdy a následné setí plodiny po předset'ové přípravě. Pracovní postupy konvenčního zpracování půdy byly ustálené a používaly se bez velkých rozdílů téměř po celém našem území bez ohledu na odlišné podmínky jednotlivých pozemků. Podstata zjednodušených metod zakládání porostů plodin spočívá v tom, že se již nejedná o oddělené agrotechnické postupy, ale jde o ucelenou

technologii založení porostů při využití minimálního nebo ochranného zpracování půdy (Šimon, 2001).

Spojováním pracovních operací je možné snížit počet jízd po pozemcích a tím i omezit nežádoucí zhutňování půdy. Možnost spojení pracovních operací se nabízí zejména během přípravy půdy nebo setí. V současné době je na trhu dostupná celá řada strojů nebo kombinací strojů nové generace, která umožňuje zpracování půdy, kvalitní přípravu set'ového lůžka a následné setí plodiny v rámci jedné pracovní operace. Zároveň tím dochází k úspoře pohonných hmot a pracovního času (Javůrek a Vach, 2008).

Typů strojů pro zpracování půdy je celá řada. Některé se vyznačují vysokou plošnou výkonností nebo hloubkou kypření, jiné zase intenzivní mírou drobení a mísení posklizňových zbytků s půdou. Tato diplomová práce se zabývá aktuální tematikou strojů pro zpracování půdy. Ve výsledkové části jsou prezentovány výsledky hodnocení kvality práce vybraných strojů v rámci polního pokusu.

2 Cíl práce

Cílem práce je vyhodnotit působení strojů na posklizňové zbytky se zaměřením na zapravení posklizňových zbytků ozimé řepky do půdy. Hodnocenými parametry pro posouzení kvality práce je hmotnost posklizňových zbytků na povrchu půdy a v hloubce 0,1 m a pokryvnost povrchu půdy.

Výzkumná hypotéza

Volba strojů na zpracování půdy a jejich seřízení mohou významně ovlivnit rovnoměrnost a hloubku zapravení posklizňových zbytků řepky do půdy.

3 Metodika

Studium literárních pramenů a vypracování přehledu poznatků o vlivu strojů na rostlinnou biomasu při zpracování půdy. Uskutečnění polního experimentu – varianty použití strojů na zpracování půdy, hodnocení stupně zapravení rostlinných zbytků do půdy. Statistické zpracování dat. Komentování výsledků, vypracování doporučení pro praxi i pro další experimentální práce.

4 Literární rešerše

V kapitole 4 bude představeno zpracování půdy, dělení a užití kypřičů, podstatné informace k posklizňovým zbytkům a technologie používající mulč.

4.1 Zpracování půdy

Podle Kumhály a kol. (2007) jsou nejdůležitějšími pracemi rostlinné výroby obracení a kypření půdy a rovnání povrchu. V kvalitně obdělané půdě jsou vytvořeny podmínky pro kvalitní růst rostlin, porosty jsou méně ohrožovány škůdci nebo chorobami. Také následná sklizeň probíhá na připravených polích lépe a s nižšími ztrátami.

Půda jako taková je neobnovitelným přírodním zdrojem. V zemědělství představuje místo pro pěstování rostlin. Je prostředkem pro výrobu potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata a také surovin pro nepotravinářské využití. Při obdělávání půdy by mělo být prioritou udržení její úrodnosti a ekologických funkcí (Hůla a kol., 1997).

Zpracování půdy představuje mechanické zásahy, které jsou spojené s vysokou energetickou náročností. Proto jsou technologie zpracování půdy předmětem snahy o redukci spotřeby pohonných hmot a zjednodušení pracovních procesů. Dále se snažíme o zkvalitnění půdních vlastností a o ochranu před vodní a větrnou erozí (Kumhála a kol., 2007).

Moderní technologie pro zakládání porostů kladou důraz na snižování nežádoucího zhutnění půdy a na omezení přejezdů těžké techniky po poli, zejména na jaře, kdy je půda citlivá na zhutnění. Nadměrné obdělávání půdy může negativně působit na strukturní výstavbu půdy, což vede k narušování strukturních agregátů a následnému přesychání. K vytvoření kvalitně připraveného seťového lůžka tak nevede vysoká intenzita zpracování půdy, ale optimálně provedené pracovní operace (Kumhála a kol., 2007).

V porovnání s konvenčními způsoby mohou podle Kumhály a kol. (2007) technologie zakládání porostů efektivněji reagovat na nepříznivé vlivy počasí, a tak snížit nebo zcela vyloučit omezení spojená s termínem setí. Včasně a kvalitně založený porost plodiny tak může zmírnit negativní dopady nevhodných předplodin, omezit výskyt plevelů, nebo snížit vyplavování nitrátů ze svrchní části půdy do spodních vrstev.

4.2 Kypřiče

Moderní kypřiče dnes nabízejí širokou škálu možností, nejen co se týče kypření půdy, ale umožňují také regulaci drobení půdy nebo zapravování posklizňových zbytků do určité hloubky. Zvládnou efektivně rozptýlit rostlinné zbytky ve svrchní vrstvě ornice a ponechat dostatečné množství rostlinných zbytků na povrchu půdy, což snižuje riziko vodní eroze. V rámci jedné operace lze během krátké doby připravit půdu pro následné setí plodin. Hloubkové kypřiče vytváří ve spodní části orniční vrstvy hřebenité dno, které zlepšuje vsakování vody a umožňuje rozvoj kořenového systému rostlin do větších hloubek ornice (Vocel, 2022).

Kypřiče jsou primárně používány při předseťové přípravě půdy. Tyto stroje půdu nakypří, zajistí její provzdušnění, rozdrobí ji a promísí. Další využití nalézájí při zapravení hnojiva do půdy nebo při regulaci plevelů. Běžně půdu zpracovávají do hloubky 0,2 m, jiné kypřiče umožňují kypření do hloubky až 1 m (Kumhála a kol., 2007).

4.3 Užití kypřičů

Podle Kovaříčka, Hůly a kol. (2017) v moderních technologiích zpracování půdy nacházejí kypřiče s nepoháněnými pracovními nástroji široké uplatnění. Jejich princip se zásadně liší od funkce radličného pluhu. Kypřiče skývu nepřeklápí a většinou ani nepřemísťují do stran. Při tradičním zpracování půdy orbou se radličkové a talířové kypřiče často používají jako podmítače nebo také jako kypřiče pro opakované mělké kypření. Dlátové kypřiče mají universální charakter a nacházejí své uplatnění při středně hlubokém nebo hlubokém kypření, popřípadě i při rozrušení zhutnělé vrstvy půdy v půdním profilu až do hloubky 0,45 m. S vybavenými dláty o boční křídla mohou být používány pro mělké kypření do hloubky 0,1 m a středně hluboké kypření do 0,2 m.

U konzervačních (půdoochranných) technologií je zpracování půdy plně zajišťováno kypřiči. Výhodou při mělkém kypření nebo podmítání je vysoká plošná výkonnost díky pojezdové rychlosti přes 10 km/h nebo možnost rozšíření pracovního záběru bez většího omezení, která mohou nastat u kypřičů s poháněnými pracovními nástroji. Některé kypřiče s nepoháněnými pracovními nástroji lze použít pro předseťovou přípravu půdy (Kovaříček, Hůla a kol., 2017; Vocel, 2022).

4.4 Kypřiče s nepoháněnými talířovými pracovními nástroji

Talířové pracovní nástroje své uplatnění nacházejí u pluhů, podmičáčů nebo talířových bran. Tvar pracovních nástrojů je obdobný. Od sebe se liší pouze uspořádáním talířů vzhledem k rámu stroje a průměrem (Kumhála a kol., 2007).

Pro práci talířových nástrojů je využita pouze tahová síla traktoru. V činnost nejsou uváděny pomoci vývodového hřídele, ale díky kontaktu s půdní vrstvou. Pro dosažení požadovaného stavu kypření půdy je nutné udržovat rychlost v určitém rozmezí. Na dobře zpracovatelných půdách může být pro přípravu půdy dostatečný pouze jeden průjezd kombinovaným kypřičem. Výhodou této skupiny kypřičů je vysoká plošná výkonnost, související s velkými pracovními záběry a s poměrně vysokými pojezdovými rychlostmi (Vocl, 2022).

Talířové kypřiče mohou mít talíře uspořádané buď na jedné společné hřídeli pro každou sekci, nebo jednotlivě, s každým talířem upevněným na samostatné slupici. Každá slupice je zajištěna pružinou nebo pryžovými prvky. Obvykle jsou talíře uspořádány ve dvou řadách, jejich hloubkové vedení je zajištěno utužovacím válcem. Rozteč talířů v jedné řadě se pohybuje mezi 250 a 300 mm. Maximální pracovní hloubka talířů je obvykle 120 až 150 mm, i když v některých případech může být vyšší (Kovaříček, Hůla a kol., 2017; Pospíšil, 2020).

Nevýhodou koncepce talířů na společné hřídeli spočívá podle Kovaříčka, Hůly a kol. (2017) ve složitějším nastavení a tendenci vytvářet nerovnosti při práci. Naopak talířové kypřiče s talíři na samostatných slupicích mají tendenci vyrovnávat povrch půdy a v praxi se v poslední době používají častěji.

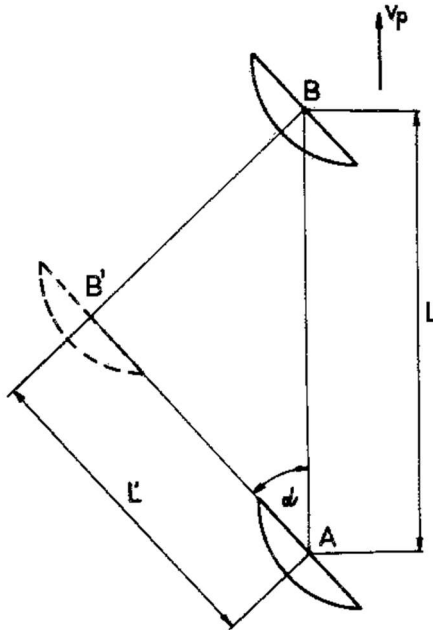
Talířové kypřiče jsou vhodné pro kypření půdy s velkým množstvím špatně podrcených rostlinných zbytků, protože částečně dokážou tyto zbytky nakrájet. Jsou také vhodné do podmínek, ve kterých dosahují vysoké kvality drčení a mají nižší provozní náklady na opotřebení talířů ve srovnání s radličkovými kypřiči. Nevýhodou talířových kypřičů je jejich horší schopnost proniknout do silně utužené půdy nebo v extrémně suchých podmínkách (Kovaříček, Hůla a kol., 2017; Pospíšil, 2020).

Talíř je na obvodu nabroušen a zakalen. Rovina otáčení svírá se směrem jízdy tzv. úhel náběhu. Úhel náběhu α je zaměnitelný s úhlem γ u pevných pracovních nástrojů. Avšak úhel

γ svírá povrch nástroje se směrem jízdy, ten je ale u talíře v různých výškách proměnlivý. Při pohybu talíře (Obr. 1) se jeho střed pohybuje ve směru jízdy v_p . Naproti tomu bod na okraji talíře se dále otáčí v rovině postavení talíře pod úhlem α . Pokud by se talíř pouze otáčel kolem své osy, přemístil by se z bodu A do bodu B'. Protože je talíř tažen dopředu, ve směru pojezdové rychlosti v_p , přesune se do bodu B (Kumhála a kol., 2007).

Obrázek 1: Schéma pohybu talíře

L-dráha talíře, v_p -pojezdová rychlost, α -úhel náběhu



Zdroj: Kumhála a kol., 2007. Zemědělská technika – Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu

Vzdálenost $AB' = L' < AB = L$, proto $L' = L * \cos\alpha$.

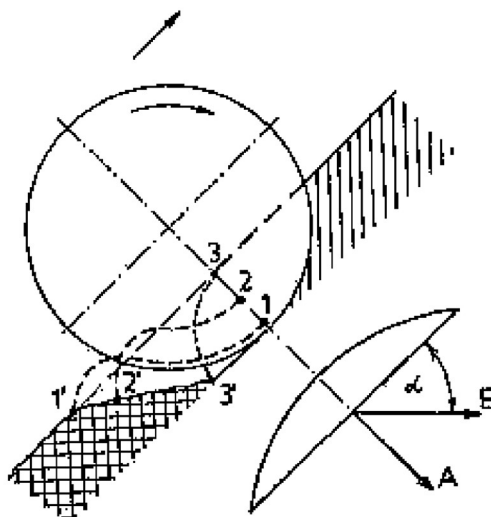
Z předchozí rovnice je zřejmé, že rotace talíře kolem své osy neodpovídá ujeté vzdálenosti (je menší), proto talíř prokluzuje (Kumhála a kol., 2007).

Neubauer a kol. (1989) vysvětluje princip práce talíře. Jestliže se talíř pohybuje vodorovně ve směru jeho osy, částečně se zahlubí a bude půdu před sebou hrnout. Pokud se však bude pohybovat tak, aby směr pohybu svíral s rovinou talíře úhel $\alpha < 90^\circ$, talíř se bude vlivem tření o půdu otáčet. Následně talíř odříznutou skývu nadzvedne, rozdrobí, promíchá a částečně obrátí.

Drobící a mísící účinek se zvyšuje tím, čím se půdní částice nachází dále od středu talíře. Vysvětluje se to tím, že půdní částice dále od středu se dostanou do pohybu větší

počáteční rychlostí (vyšší obvodová rychlost na kraji talíře), oproti částicím ležícím blíže ke středu (Obr. 2). Proto se částice (3), které se nacházely na povrchu půdy, dostanou po projetí stroje nejhluběji (do polohy 3'), kde je zasypou částice (2), které by se měly dostat do přibližně shodné hloubky (do polohy 2'). Nejnižše položené částice (1) se dostanou na povrch ornice, protože se pohybují nejvyšší rychlostí (Neubauer a kol., 1989).

Obrázek 2: Schéma práce talíře



Zdroj: Neubauer a kol., 1989. Stroje pro rostlinnou výrobu

Talířové pluhy mají talířová orební tělesa připojena k rámu jednotlivě, každý na vlastním čepu (Obr. 3 a). Rovina talíře není svislá, ale svírá se svislou rovinou úhel β . V závislosti na půdních podmínkách se β liší. Pro pluhy určené do lehkých půd se β pohybuje v rozmezí od 15° do 30° , u středních půd od 10° do 20° a u těžkých a tvrdých půd od 3° do 20° (Kumhála a kol., 2007; Neubauer a kol., 1989).

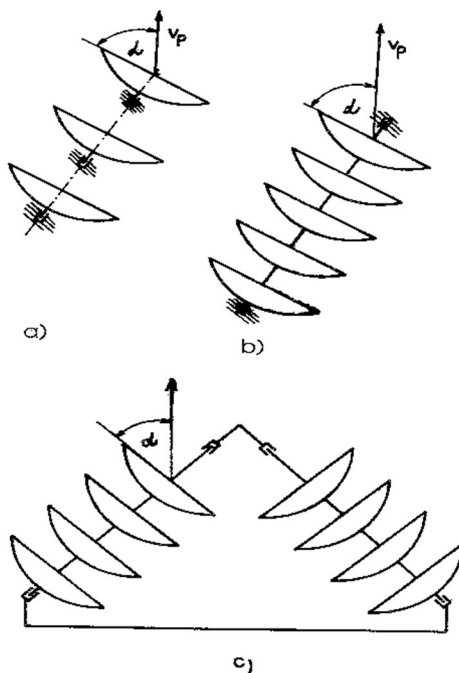
Neubauer a kol. (1989) publikuje, že talířové pluhy určené pro hlubokou orbu své uplatnění v Evropě nenašly. Naproti tomu v rozvojových zemích jsou často používány. I když talířové orební těleso dokáže zajistit stejnou míru drobení půdy, překlápění skývy je značně horší. Oproti radličným pluhům mají větší tendenci obalovat se zeminou a v kamenitých půdách mají problém se zahloubením, popřípadě se talíře mohou lámat. Uplatnění nachází v lesním hospodářství při kultivaci mýtin.

Talířové podmítače mají talíře uspořádané na stejném hřídeli (Obr. 3 b). Jsou vybaveny krojidlovými koly pro zachycení bočních sil, protože všechny talíře překlápí

skývu pouze na jednu stranu. Pro tento účel jsou používána ocelová kola s krojidlovými nákolky, které se zařezávají do půdy a zachycují boční síly. Mívají možnost seřízení úhlu náběhu. Pro širokozáběrové stroje je transportní poloha řešena natáčením stroje okolo svislé osy nebo sklápěním některých částí do svislé polohy (Kumhála a kol., 2007).

Obrázek 3: Schéma uspořádání talířů

a-pluhů, b-podmítačů, c-bran, α -úhel náběhu talířů, v_p -pojezdová rychlost



Zdroj: Kumhála a kol., 2007. Zemědělská technika – Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu

Talířové brány mají také talíře uspořádané na společném hřídeli v bateriích (Obr. 3 c). Na rozdíl od talířových podmítačů však polovina talířů půdu odklápí vlevo a druhá vpravo. Proto se všechny boční síly jeví jako síly vnitřní a jsou absorbovány rámem stroje. Obvykle se používají brány dvousledové, avšak existují i v jednosledové verzi. V prvním sledu jsou baterie talířů uspořádány tak, aby odkládaly skývu do rozoru, naopak v druhém sledu je skýva kladena zpět, do skladu. U talířových bran lze pomocí přídavných závaží nebo změnou úhlu náběhu seřídit hloubku kypření (Kumhála a kol., 2007).

4.5 Kypřiče s radličkovými pracovními nástroji

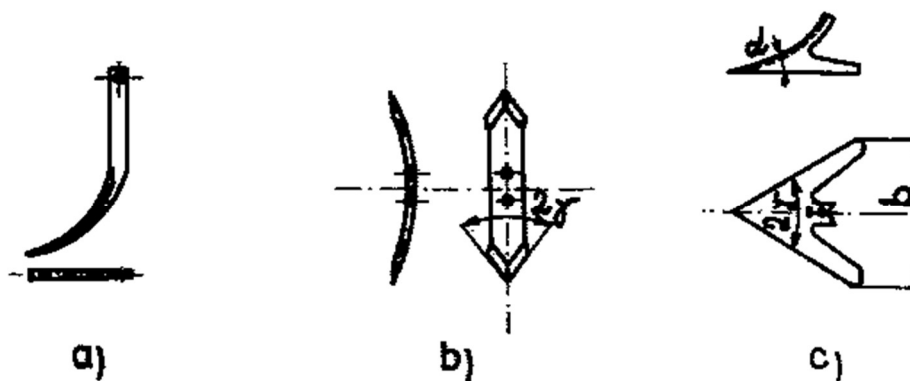
Pracovními nástroji těchto kypřičů jsou radličky, které jsou připevněné na slupicích a rovnoměrně rozmístěné na rámu stroje (Kumhála a kol., 2007).

Kumhála a kol. (2007) rozdělují radličky na tři skupiny.

Kypřicí radličky dlátové (dlátovité) jsou vyrobeny v jednom kuse společně se slupicí (Obr 4 a). Jejich využití nalezneme kromě plošné kultivace před setím také při meziřádkové kultivaci cukrové řepy. Neubauer a kol. (1989) společně s Kumhála a kol. (2007) uvádějí kypřicí hloubku do 0,25 m. Radlička půdu pouze načechrává, aniž by ji promísila. Způsob zpracování půdy se stroji vybavenými dlátovými radličkami šetří půdní vláhu, protože vlhčí půdní částice nejsou vynášeny na povrch, kde se voda snadno odpařuje. Šířka radličky se pohybuje okolo 20 mm, šířka zpracovaného pásu je závislá na zahloubení radliček. Podle Kumhála a kol. (2007) dlátové kypřiče určené pro hluboké kypření mívají dláta široká 40 mm.

Kypřicí radličky oboustranné jsou nabroušené po obou stranách, je proto možné po otupení slupici otočit (Obr 4 b). Neubauer a kol. (1989) společně s Kumhála a kol. (2007) uvádějí kypřicí hloubku do 150 mm. Šířka radliček se pohybuje v rozmezí od 60 do 80 mm a jsou připevněny na pružných slupicích. Používají se pro vytahování kořenového plevelu. Nejsou vhodné pro práci v suchých oblastech, protože vynáší spodní vlhkou půdu na povrch, kde vysychá.

Obrázek 4: Radličky kypřičů
a-dlátová, b-oboustranná, c-šípová



Zdroj: Kumhála a kol., 2007. Zemědělská technika – Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu

Kypřicí radličky šípové jsou vybaveny dvěma křídly rozevřenými do šířky $b = 0,20$ až $0,30$ m (Obr 4 c). Úhel rozevření křídel 2γ se pohybuje v rozmezí 60° až 80° . V závislosti na elevačním úhlu α mohou kypřit půdu (tzn. načechrávat, nikoliv obracet) do hloubky $0,18$ m (Kumhála a kol., 2007).

Úhel $\alpha < 20^\circ$ se nachází u plecích radliček. Používají se při meziřádkové kultivaci, protože dobře podřezávají plevel (Kumhála a kol., 2007).

Úhel $\alpha = 20^\circ$ až 30° je určen pro radličky universální. Jsou používány jak pro podřezávání plevelu, tak i pro kypření (Kumhála a kol., 2007).

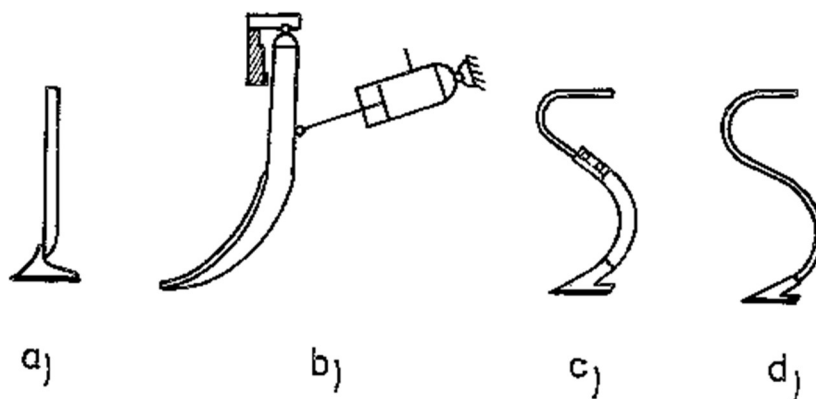
Úhel $\alpha > 30^\circ$ mají radličky kypřicí. Jsou určené pro nakypření ornice až do $0,18$ m (Kumhála a kol., 2007).

4.6 Slupice

Slupice se používají k připevnění radliček k rámu stroje. Jejich jištění je nejčastěji řešené pomocí vinutých pružin. Nicméně, mohou být také použita listová pera nebo pružné slupice (Hůla, 2000).

Obrázek 5: Slupice

a-tuhé, b-tuhé s pneumaticko-hydraulickou pojistkou, c-polotuhé, d-pružné



Zdroj: Kumhála a kol., 2007. Zemědělská technika – Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu

Kumhála a kol. (2007) rozdělují slupice podle konstrukce na tři skupiny.

Tuhé slupice mají obdélníkový průřez, který zajišťuje tuhé uložení radličky bez vibrací (Obr. 5 a). Pro hluboké kypření jsou k rámu dodatečně připevněny pomocí pojistek, jako například u orebních těles pluhů (Obr. 5 b) (Kumhála a kol., 2007).

Polotuhé slupice (Obr. 5 c) se skládají ze dvou částí: z části pružné, vyrobené z ploché pružné oceli a z části tuhé vyrobené z uzavřeného profilu například obdélníkového. Částečně umožňují výkyv radličky při najetí na kámen a zpravidla nevibrují (Kumhála a kol., 2007).

Pružné slupice jsou vyrobené z ploché pružné oceli zahnuté do tvaru písmene S (Obr. 5 d). Umožňují mírné působení na překážky, například na kořeny plevelů. V případě nárůstu odporu se rychlost radliček snižuje a po jeho poklesu se opět zvýší. Obvykle bývají osazeny oboustrannými radličkami a používají se pro vytahování kořenového plevele (Kumhála a kol., 2007).

4.7 Posklizňové zbytky

Zbytky rostlin nebo také mulč jsou důležitým faktorem při ochranném zpracování půdy. Příznivě působí na všechny půdní vlastnosti, i na celou soustavu hospodaření na půdě (jako zdroj přísunu organické hmoty do půdy), čehož využívají nejen zemědělské podniky bez živočišné výroby (Šimon, 2001).

Hůla, Procházková a kol. (2008) uvádí, že pokryv půdy mulčem hraje významnou roli v ochraně půdy (rostlinný pokryv). Podstatou je vytvoření tzv. stínového garé, které ovlivňuje řadu půdních vlastností. Mulč chrání půdu před destrukcí půdních agregátů vlivem větru nebo deště, což vede k udržení půdní struktury. To je důležité pro snížení nebezpečí půdní eroze. Omezuje výpar půdní vody, potlačuje růst jednoletých plevelů, pomáhá udržovat stálou půdní teplotu, podporuje mikrobiální činnost v horních vrstvách ornice.

Při práci s posklizňovými zbytky je třeba omezit případná rizika. Například při mělkém zpracování většího množství slámy může dojít k narušení kontaktu osiva s půdou, a tím k následnému omezení přívodu vody, která je potřebná k vyklíčení semen (Hůla, Procházková a kol., 2008).

Podle Křena a kol. (2018) jsou posklizňové zbytky tvořeny nadzemními a podzemními částmi. Nadzemní části, např. sláma obilnin, mohou být odváženy z pole, zatímco strniště a kořeny zůstávají na poli. Jejich množství závisí na druhu a výnosu plodiny. Druh plodiny

tak ovlivňuje množství i kvalitu rostlinných zbytků v závislosti na hodnotách sklizňového indexu.

Sklizňový index udává poměr hmotnosti zrna k hmotnosti nadzemní biomasy (včetně zrna). U současných odrůd pšenice se udává sklizňový index okolo hodnot 0,3 až 0,4 (Venclová, 2019).

4.8 Minimalizační a půdoochranné technologie

V současnosti se ve značné míře využívají minimalizační technologie zpracování půdy. Mezi hlavní důvody patří snaha o co nejnižší náklady na zpracování půdy, z čehož vyplývá snaha oprostít se od energeticky náročných operací jako je například orba. Minimalizační technologie se vyznačují redukcí hloubky, intenzity zpracování půdy a ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy. Jedná se hlavně o náhradu orby různými způsoby kypření, výsevy plodin do povrchově zpracované a nezpracované půdy nebo o výsevy plodin do vymrzajících meziplodin (Neudert a Procházková, 2009).

Pravidelné používání těchto technologií má za následek intenzivnější aktivitu půdních organismů z důvodu vyšší vlhkosti a stálosti teploty půdy. Dále tyto procesy mají pozitivní vliv na půdní strukturu, kvalitu, na udržení vody v půdě a na odolnost půdy proti jejímu zhutňování (Vach, 2019). S nežádoucím zhutněním půdy je u minimalizačních technologií snížena míra přejezdů po poli. Šimon a kol. (1999) uvádí, že podíl kolejových stop je až o 50% nižší oproti konvenčnímu způsobu.

Technologie, které půdu pouze podrývaly, kypřily a jen minimálně obracely, se začaly objevovat v oblastech jižní a východní Evropy a v USA v 19. století. Důvodem jejich vzniku bylo zbránit velkým ztrátám vody. Už tenkrát se objevil problém s likvidací plevelů v důsledku zpracování půdy bez orby (Hůla, Procházková a kol., 2008).

Hůla, Procházková a kol. (2018) dále uvádějí, že ve třicátých letech 20. století zapříčinila v USA katastrofální větrnou erozi kombinace intenzivního zpracování půdy a sucha. Tyto události tak vedly k zakládání agentur po celém světě a k diskusi, zda orba užitečná je, či není. Na základě pokusů se zpracováním půdy bez orby se v padesátých letech 20. století ukázalo, že plodiny lze pěstovat i pomocí minimalizačních technologií, aniž by se negativně ovlivnil výnos. Avšak pořád zde zůstal problém spočívající v likvidaci plevelů. Největší rozvoj minimalizačních technologií byl v devadesátých letech 20. století. Hlavním

impulzem pro jejich rozšíření bylo snižování výrobních nákladů, výkonnější technika a výroba účinných herbicidů.

4.8.1 Ekonomické důvody

Mezi hlavní důvody pro zavádění minimalizačních technologií do praxe patří jejich ekonomická stránka, která se projevuje v úspoře času a energie vynaložené na zpracování půdy (Hůla, Procházková a kol., 2008; Hůla, Procházková a kol., 2002).

Potřebný čas se snížil v souvislosti se slučováním pracovních operací a zvýšením plošné výkonnosti strojů. Protože kypření půdy u minimalizačních technologií nemá takovou intenzitu jako při orbě pluhu, můžeme si dovolit využívat stroje s větším pracovním záběrem při ponechání stejného tažného prostředku. Dosáhne se tím vyšší plošné výkonnosti a nižších nákladů na pohonné hmoty. Dále se zvýšila dostupnost strojů a servis pro tyto technologie (Hůla, Procházková a kol., 2008).

Jako další směr k úspoře nákladů zmiňují Hůla, Procházková a kol. (2008) snižování nákladů na energie. Každé nadbytečné kypření, obracení, přemísťování půdy spotřebovává energii. Nejvíce energeticky náročnou operací je orba, proto její nahrazení může přinášet nemalé úspory.

Důležitým předpokladem k dosažení úspor je předpoklad, aby výnosy plodin zůstaly stejné, nebo se snížily maximálně o tolik, aby pokles příjmů byl nižší než ušetřené náklady. Do nákladů minimalizačních technologií patří i vyšší náklady na herbicidy, které se na ušetřené sumě projeví. Protože rostou ceny pohonných hmot i ceny práce, zvyšují se tak i rozdíly v nákladech mezi konvenčními a minimalizačními technologiemi (Hůla, Procházková a kol., 2008; Hůla, Procházková a kol., 2002).

4.8.2 Ekologické důvody

Od minimalizačních i půdoochranných technologií se očekává, že pozitivně přispějí ke kvalitě půdního a životního prostředí. Snížení intenzity zpracování půdy ovlivňuje půdní strukturu, fyzikální vlastnosti, ale především objemovou hmotnost půdy. S objemovou hmotností úzce souvisí pórovitost půdy, která ovlivňuje vodní a vzdušný režim půdy (Hůla, Procházková a kol., 2008; Dvořák, Smutný, 2003).

U konvenčního zpracování půdy je obecně nižší objemová hmotnost než u bezorebných technologií. Dlouhodobé polní pokusy ukázaly, že objemová hmotnost

se u technologií bez orby během vegetace snižuje a že dochází zpravidla ke snižování utužení v podorniční vrstvě. K tzv. nakypřovacímu efektu dochází podle Hůly, Procházkové a kol. (2018) u půdy ponechané bez zpracování.

Obecně platí, že s nižší intenzitou zpracování půdy dochází ke zvýšení obsahu vody v půdě a ke snížení její provzdušněnosti. Na uchování vody v půdě má příznivý vliv také mulč ze zbytků rostlin, který snižuje odtok a výpar vody z povrchu půdy. Z tohoto pohledu je vhodné tyto technologie využívat v sušších a teplejších oblastech a na půdách s jemnějším zrnitostním složením, kde je zapotřebí udržet vodu v půdě během vegetace rostlin (Hůla, Procházková a kol., 2008; Dvořák, Smutný, 2003).

Hůla, Procházková a kol. (2018) zjistili, že snížená intenzita zpracování půdy může mít pozitivní vliv na ukládání uhlíku do půdy (jako humus) a snižuje jeho uvolňování do atmosféry (CO₂). Dále má vliv také na hospodaření dusíkem v půdě, i s tím dusíkem, který byl do půdy dodán pomocí minerálních hnojiv. Časté a intenzivní kypření může mít za následek uvolnění dusíku z půdy a následnou přeměnu na nitráty, které zvyšují riziko znečištění podzemních vod. Důležité je poznamenat, že k fyzikálním a chemickým změnám půdy dochází pomalu. Změny tak lze pozorovat až po několika desetiletích.

4.8.3 Půdoochranné technologie

V posledních letech se stále více uplatňují minimalizační a půdoochranné technologie. Hlavními důvody k zavádění těchto technologií zpracování půdy v zemědělských podnicích je jejich příznivý vliv na půdní strukturu, snížení ztrát půdní vody a v neposlední řadě také úspora nákladů spojená s minimálním počtem operací pro založení porostu. Díky tomu dochází ke snížení větrné eroze i negativního vlivu člověka, týkající se zhutnění a poškození půdy nevhodnými agrotechnickými zásahy. Půdoochranné technologie oproti konvenčním technologiím zpravidla zajistí lepší vláhové zabezpečení půdy, protože intenzivně kypřená půda více podléhá vodní erozi (Vach, 2019).

Základním pracovním nástrojem této technologie je kypřič. Podle požadavku na zapravení rostlinných zbytků nebo jejich ponechání na povrchu půdy, mohou být voleny různé druhy pracovních nástrojů (Kumhála a kol., 2007).

Půda je důležitým přírodním zdrojem, její poškození má vliv na desítky let dopředu, proto je důležité o ni pečovat a starat se o její udržitelnost. Avšak dnešní tlak na co nejvyšší produkci potravin s často nevhodnými technologickými postupy hospodaření k její

dlouhodobé produktivitě nepomáhají. Mezi hlavní příčiny její degradace patří větrná či vodní eroze, zhutnění, úbytek organické hmoty, což dále omezuje biologické aktivity v půdě. Při hospodaření na půdě ve všech oblastech by mělo docházet k uchování úrodnosti půdy v rámci zabezpečení naší budoucnosti (Novák a Mašek, 2018).

Novák a Mašek (2021) uvádějí, že infiltrace vody do půdy je vyšší u půdoochranných a minimalizačních technologií než u tradičních technologií s orbou, což má velký význam na vsakování vody během intenzivních dešťů. Avšak s výsledky je možné počítat v řádu několika let. V rámci pokusu nejlepších výsledků bylo dosaženo u kukuřice zaseté do půdy s vymrzlou hořčicí bílou. Hořčice byla zasetá na podzim do zpracované půdy radličkovým kypřičem a kukuřice byla zasetá na jaře přímo bez dalšího zpracování půdy. K pokusu došlo na pozemcích, které byly zpracovány 3 roky bezorebně, aby tak byla splněna podmínka několika let k obnovení půdní struktury. Příznivý vliv na gravitační vsakování vody měly makropóry po kořenech hořčice, které s jistotou tento pokus ovlivnily.

Mezi půdoochranné technologie patří podle El Titi a kol. (2002) takové způsoby zpracování půdy, které zajišťují nejméně 30 % povrchu půdy pokryté rostlinnou biomasou, které je obecně označováno jako Conservation-tillage.

El Titi a kol. (2002) klasifikuje půdoochranné technologie do kategorií:

- Reduced-Tillage – Obecně nazvaný systém zpracování půdy a setí, který by měl zanechat 30 % povrchu půdy pokrytý posklizňovými zbytky (Novák a Mašek, 2020).
- Mulch-Tillage – Systém zpracování půdy s využitím mulče. Mulč je možné získat z posklizňových zbytků předplodiny nebo z rostlinné biomasy meziplodin. U půdoochranného zpracování půdy musí být půda pokryta mulčem alespoň z 30 % (Šimon, 2001).
- No-Tillage – Systém přímého setí bez zpracování půdy. Po zasetí zůstává povrch půdy pokrytý rostlinnými zbytky z 80 až 90 % (Šimon a kol., 1999).
- Strip-Tillage – Systém pásového zpracování půdy. Plocha kypřených pásů by neměla přesahovat 25 % povrchu pozemku (Brant, a kol., 2016).

- Ridge-Tillage – Systém zpracování půdy s vytvořením hrůbků. Tato technologie se uplatňuje zejména při pěstování širokořádkových plodin. Povrch půdy by měl zůstat pokrytý rostlinnými zbytky z 40 až 70 % (Mašek a kol., 2015).

4.9 Mulč

Mulč hraje velkou roli při ochranném zpracování půdy. Má příznivý vliv nejen na všechny půdní vlastnosti, využíván je v podnicích bez živočišné výroby, kde je jediným zdrojem přísunu organické hmoty do půdy (Šimon, 2001).

V ochranném zpracování půdy je využití mulče ovlivněno způsobem hospodaření s rostlinnými zbytky. Avšak důležité je, aby půda byla pokryta mulčem minimálně z 30 % její plochy. Mulč se dá získat ze dvou základních zdrojů:

- 1) Mulč z posklizňových zbytků předplodin
- 2) Mulč z nadzemní biomasy meziplodin

U mulče z posklizňových zbytků předplodin jde o využití slámy, která je rozdrvena drtiči přímo na sklízecích mlátičkách nebo mulčovači. Důležité je docílit rovnoměrné vrstvy mulče na povrchu půdy (Šimon, 2001).

Šimon (2001) uvádí, že při mulčování slámou bez částečného zapravení by její vrstva neměla překročit hranici 50 mm. Nejméně vhodným mulčem je sláma z ozimých obilnin, proto je doporučeno využít např. talířové kypřiče k jeho částečnému zapravení. Vhodnější je slámu obilnin sklídit a na mulč použít biomasu meziplodin. Díky lepšímu poměru C:N je naopak vhodný mulč ze slámy luskovin nebo řepky olejné.

Mašek (2017) souhlasí se Šimonem (2001). Navíc udává důvody nevhodnosti slámy obilnin pro účely mulče. Při rozkladu slámy se mimo živin uvolňují organické látky, které zabraňují klíčení osiva. Dále mohou být posklizňové zbytky obilnin zdrojem pro přenos infekčních chorob. Stejně jako Šimon (2001) doporučuje vrstvu mulče maximálně 50 mm, z důvodu osídlení hraboši, kteří by mohli ohrozit porost již vyseté plodiny.

Mulč z rostlinných zbytků zvyšuje mikrobiální aktivitu a tím i humus v půdě. Tento faktor dále zvyšuje stabilitu půdních agregátů, díky nimž je půda odolnější vůči zabahnění či erozi. Oproti konvenčnímu zpracování půdy, při kterém obsahuje půda méně

biomasy i mikroorganismů, vzniká při půdoochranných technologiích bohatší půdní ekosystém (Mašek, 2017).

4.9.1 Kvalita a rychlost rozkladu rostlinných zbytků

Kvalita a rychlost rozkladu rostlinných zbytků je závislá na poměru uhlíku a dusíku (C:N). Čím více je hmota posklizňových zbytků bohatší na dusík, tím lépe se rozkládá. Pro optimální průběh mikrobiálního rozkladu je vhodný poměr C:N 20 až 30 : 1. Dobře se rozkládají rostlinné zbytky luskovin, s poměrem C:N 15 až 20 : 1. Naopak nejpomaleji a nejméně kvalitně se rozkládají posklizňové zbytky obilnin (poměr C:N 50 až 80 : 1) (Hůla, Procházková a kol., 2008; Dostál a kol., 2003).

4.10 Pásové zpracování půdy

Brant (2011) ve své publikaci definuje pásové zpracování půdy (strip-tillage) jako technologii, při které je ornice zpracována v pruzích, mezi kterými zůstává nezpracovaná půda. Směr zpracovaných řádků je totožný se směrem následně vysévané plodiny. Technologie strip-tillage se uplatňuje při pěstování širokořádkových plodin jako je například slunečnice, kukuřice, cukrová řepa, čirok i ozimá řepka. Podle požadavků na rozteče mezi plodinami se může modifikovat i rozteč pracovních nástrojů. Ta se pohybuje v rozmezí mezi 0,15 a 0,75 m. Zpracovaná plocha většinou nepředstavuje více než jednu čtvrtinu povrchu pozemku (Brant, 2011).

Podle Brant a kol. (2016) se vznik této technologie datuje do období 80. a 90. let 20. století. Technologie vznikla v Severní Americe za účelem optimalizace setí do nezpracované půdy. Zde se používala v systémech pěstování kukuřice, fazolí, slunečnice, sóji, bavlníku a dalších širokořádkových plodin. Dále pak expandovala do Austrálie nebo do zemí Jižní Ameriky, kde je považována za perspektivní metodu z důvodu eliminace erozních vlivů na půdu a z hlediska vyšších výnosů zrnové kukuřice v porovnání se stávajícími technologiemi. Na začátku 21. století se technologie strip-till dostala i do Evropy, kde své uplatnění našla zejména v pěstování kukuřice nebo slunečnice.

Princip zpracování půdy technologií strip-till je následovný. Nejprve jsou posklizňové zbytky současně s půdou proříznuty pomocí prořezávacího kotouče, který se dále podílí na vedení stroje nebo jako jeho opora. Za kotoučem se nachází dvojice paprskových kotoučů, která posklizňové zbytky odtrhne do stran. Následně je půda prokypřena dlátem nebo radlicí

do požadované hloubky. Radlice může být doplněna o aplikátor minerálních hnojiv tuhých nebo kapalných. Po kypřícím nástroji následuje dvojice zvlněných kotoučů, jejichž úkolem je nakypřit horní vrstvu půdy a omezit rozptyl odhazované půdy mimo zpracovaný pás. Na konci sekce je uloženo zařízení pro urovnání a zpětné utužení horní vrstvy půdy. Pro toto využití je používána celá řada nástrojů v závislosti na půdních vlastnostech nebo termínu aplikace. Používány jsou například kotouče s postranními pruty, prutové válce apod. Konečný stav operace lze vidět na obrázku 6 (Brant 2011).

Obrázek 6: Řádkový kypřič pro pásové zpracování půdy STRIP-MASTER EN



Zdroj: <https://www.bednar.com/da/strip-master/>

Hlavní myšlenkou technologie je kombinace výhod plošného zpracování půdy a setí do nezpracované půdy (no-till). Podle Sundermeiera a Reedera (2006) lze za hlavní výhody pásového zpracování považovat:

Omezení půdní eroze díky posklizňovým zbytkům ponechaných na povrchu půdy (v meziřadí).

Omezení vodního stresu rostlin oproti systémům celoplošného hlubšího zpracování.

Příprava kvalitního set'ového lůžka v porovnání s technologiemi setí do nezpracované půdy.

Úspora a efektivnější využití hnojiv. Pásové zpracování půdy umožňuje aplikaci hnojiv v blízkosti kořenového systému rostlin. Hnojiva lze tak efektivněji využít v porovnání s celoplošnou aplikací.

Vhodnější podmínky výsevu (časnější termín setí, nižší startovací dávky hnojiv) ve srovnání s ostatními technologiemi mělkého zpracování nebo setí do nezpracované půdy.

Udržení půdní vláhy ve srovnání s celoplošným zpracováním. Důvodem jsou právě nezpracované pásy (Brant, 2011).

Brant a kol. (2016) uvádějí mezi nevýhody:

Vyšší riziko chorob při pěstování například kukuřice několik let po sobě. Zvyšuje se i riziko šíření škůdců, kteří mají lepší životní podmínky v nezpracovaných pásích a nezpracovaných posklizňových zbytcích.

Investice do nové techniky. Secí stroje, kypřiče, ale i výbava traktorů satelitní navigací, která je nutná pro přesné setí.

Při silném větru může docházet k **zakrytí připravených pásů.**

Termín operace se odvíjí v závislosti na meteorologických podmínkách, druhu a stavu půdy, termínu výsevu plodin atd. Pro střední a těžké půdy je preferováno kypření podzimní. Důvodem je dostatečně dlouhá doba pro rozpad hrud a slehnutí půdy. Lze počítat se srážkami během zimy, a tak zde nevzniká riziko přesušení nakypřené půdy. Jarní příprava půdy je vhodná na lehkých půdách do hloubky 0,2 m. Kypření na těžších půdách má za následek hrubší strukturu setřového lože a přesušení kypřené pásu. Nevýhodou jarního kypření je nutné použití neselektivního herbicidu oproti kypření na podzim, kdy plevely nebo výdrol mohou být redukovány pomocí podmítky a následného mělkého kypření (Brant, 2011).

4.11 Ozimá řepka v systémech pásového zpracování půdy

V souvislosti s rozšířením technologie pásového zpracování půdy v Evropě jsou zkoumány také potenciální možnosti aplikace této technologie v systémech pěstování ozimé řepky. Tyto systémy jsou již uplatňovány v zemích Severní Ameriky. V Evropě se metody pěstování ozimé řepky s použitím širších řádků zkoumají ve Francii a Německu (Brant, a kol., 2016).

Cílem zavádění technologií pásového zpracování půdy je zvýšit energetickou a ekonomickou efektivitu pěstebních systémů. Dále je možné cíleně aplikovat hnojivo do oblastí, kde se rozvíjí kořenový systém rostlin, včetně hlubších vrstev půdy a docílit tak lepšího rozvoje křovitého kořene, který je pro zdravý růst rostlin zásadní (Obr. 7).

Hnojivo v hloubce 0,20 až 0,25 m zajistí přístup rostlin k živinám v pozdější fázi růstu a tím zvýší dostupnost vody v hlubších vrstvách půdy (Brant, a kol., 2016).

Obrázek 7: Porovnání kořenového systému řepky na plochách s mělkým kypřením půdy (vlevo) a na plochách s technologií strip-tillage (vpravo).



Zdroj: BRANT a kol., 2016. Pásové zpracování půdy (strip-tillage): klasické, intenzivní a modifikované.

Možnosti strojů pro pásové zpracování u řepky jsou dány roztečí mezi jednotlivými secími sekcemi, ty se dají nastavit od 0,45 do 0,75 m. Pro zajištění kvalitního výsevu je nutné použití navigace, a to jak při přípravě půdy, tak během samotného setí. Na základě dosavadních znalostí je nutné pro optimální vývoj přímého kúlového kořene zajistit uložení semene do středu nakypřeného pásu. U kukuřice vychýlení osiva mimo střed řádku nemusí vést k snížení klíčivosti, pouze dojde k deformaci kořene (Brant, a kol., 2016).

Jednou z otázek při založení porostů je určení optimální hustoty výsevu a následný počet rostlin na jednotku plochy. Se zvyšující se roztečí mezi řádky klesá vzdálenost mezi jedinci. Zásadní roli při výsevu hrají technické možnosti secího stroje. Může dojít k posunu semen od jejich teoretického místa uložení z důvodu odrážení semen od půdy, stavu půdy nebo vlivem mačkacích válců. Během klíčení a počáteční fázi růstu může docházet k nárůstu vnitrodruhové konkurence. Polní výsledky ukázaly, že kořen řepky je značně plastický (Brant a kol., 2014a; 2014c; 2015b). Přizpůsobuje se rozteči řádků, vzdálenosti jedinců v řádku, hloubce a intenzitě zpracování půdy a hloubce uložení hnojiv v půdě.

Tyto aspekty zároveň ovlivňují vývoj nadzemní části rostliny včetně prvků tvořících výnos (Brant, a kol., 2016).

Brant a kol. (2014c) udávají výsevek ozimé řepky pro technologie strip tillage 10 až 25 jedinců na m² při rozteči řádků 0,75 m. Hermann a kol. (2012) uvádějí výsevek ozimé řepky pro technologie strip tillage 20 až 40 jedinců na m². Pro tento výsevek udávají rozteč řádků 0,18 m až 0,45 m. Vliv na optimální výši výsevku udávají aktuální půdní podmínky, klimatické podmínky, kvalita zpracovaného pásu apod. Využití nižších výsevků přirozeně vede k nižším nákladům na osivo, což ovlivňuje ekonomiku celého pěstebního systému (Brant, a kol., 2016).

Výsev řepky technologií strip tillage dává prostor rozvoji ozimých plevelů jako jsou například hluchavky, rozrazil, ptačince, které mají vliv na rozvoj rostlin v počáteční fázi růstu. K tomu také přispívá teplé podzimní a zimní počasí. Výsledky polních testů ukázaly, že při vyšší pokryvnosti mulče v meziřadí klesá i výskyt plevelů (Brant, a kol., 2016).

5 Představení podniků

V této kapitole budou představeny podniky, ve kterých autor práce prováděl měření zapravení posklizňových zbytků do půdy. Jedná se o podniky ZOS Kačina a. s. a Rostislav Linda.

5.1 ZOS Kačina a.s.

Podnik ZOS Kačina a. s. se nachází ve Středočeském kraji, asi pět kilometrů východně od města Kutné Hory. Podnik se zabývá rostlinnou výrobou, chovem prasat a skotu a výrobou elektrické energie. Hospodáří na 4 700 ha zemědělské půdy z toho je 4 600 ha orná půda. Na orné půdě pěstují pšenici, ječmen, kukuřici, ozimou řepku, cukrovou řepu, rané brambory, zelí, cibuli a píce pro živočišnou výrobu. V živočišné výrobě chovají přibližně 2 500 kusů skotu, z toho je 670 kusů dojných krav, 700 kusů býků ve výkrmu a zbytek tvoří telata a mladé jalovice. Výroba je rozdělena na tři střediska: Jakub, Nové Dvory a Rohozec. Chov prasat je rozdělen na dvě střediska: Bernardov, kde se nachází porodna o kapacitě 300 kusů prasnic, a Svatá Kateřina, kde je výkrm. Roční produkce vykrmených prasat se pohybuje okolo 1 000 tun. V roce 2011 firma uvedla do provozu bioplynovou stanici o výkonu 1,6 MW. Používaný materiál tvoří vepřová kejda, hnůj, močůvka, travní senáž a silážní kukuřice. Veškeré suroviny dodávané do bioplynové stanice jsou produkovány podnikem.

Zpracování půdy probíhá klasickým způsobem. Je využívána minimalizace zpracování půdy, tedy celoplošné kypření bez obracení půdy, nebo orba tradičními pluhy. Směr jízd traktorů není nijak optimalizovaný. Dochází tak k nadměrnému zhutňování polí, což negativně ovlivňuje schopnost půdy přijímat vodu. Proto dochází v určitých místech k nevyrovnanosti porostů a snižování výnosového potenciálu určitého místa.

5.2 Rostislav Linda

Rodinná farma pana Lindy se nachází ve Středočeském kraji v malé vesnici Žižice, asi čtyři kilometry východně od města Slaný. Pan Linda se zabývá pouze rostlinnou výrobou. Hospodáří na 240 ha orné půdy, na které pěstuje ozimou řepku, pšenici, cukrovou řepu, ječmen, hrách, jetel a mák.

Zpracování půdy probíhá bezorebným způsobem. Na farmě je zavedeno precizní zemědělství doplněné o korekční signál RTK (Real Time Kinematic), který vykazuje přesnost +/- 25 mm a neomezenou opakovatelnost linií. V budoucnu je v plánu zavést technologii CTF (Controlled Traffic Farming).

6 Charakteristika pozemku

Pokusné měření probíhalo v oblasti městysu Nové Dvory u Kutné Hory. První měření proběhlo 3. srpna 2023, druhé pak 5. září 2023. Pokus byl založen na jílovitohlinité až jílovité půdě. Celý pozemek se nachází na rovině v nadmořské výšce 203 m. Na obrázku 8 je fotka pozemku z veřejného registru půdy LPIS.

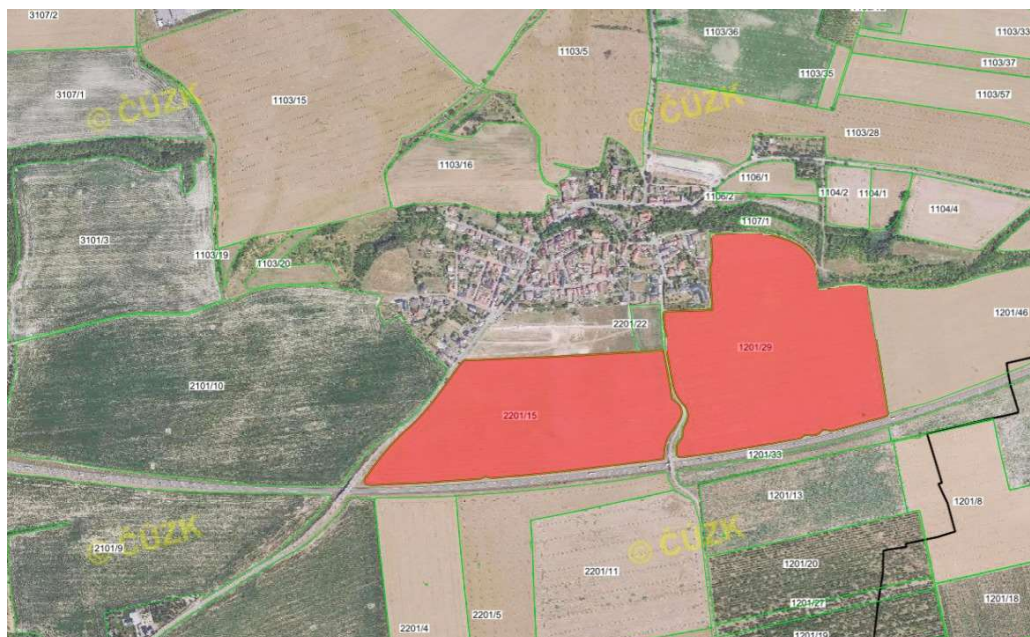
Obrázek 8: Pozemek 0202 z LPIS



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

Dále měření probíhalo v oblasti obce Dolín v blízkosti města Slaný. První měření proběhlo 17. července 2023, druhé následně 18. srpna 2023. Pokus byl založen na hlinitopísčité až jílovitohlinité půdě. Obě pole se nachází v nadmořské výšce 300 m. Pozemek není svažitý, jeho sklonitost se pohybuje okolo 1°. Na obrázku 9 je fotka pozemku z veřejného registru půdy LPIS.

Obrázek 9: Pozemek 2201/15 a 1201/29 z LPIS



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

7 Použité stroje

V kapitole 7 budou popsány stroje, které u firem ZOS Kačina a. s. a Rostislav Linda jsou používány ke kypření půdy.

7.1 Stroje u ZOS Kačina a. s.

V této firmě k zapravení posklizňových zbytků do půdy se používají stroje BEDNAR Terraland TN 3000 a HORSCH Tiger 5 MT. Stroje se kromě zapravení posklizňových zbytků používají i k hlubokému kypření půdy.

7.1.1 BEDNAR TERRALAND TN 3000

Nesený dlátový kypřič Terraland TN 3000 je stroj určený pro hloubkové kypření do 0,65 m. Stroj je možno osadit pěti nebo sedmi dláty s roztečemi 0,6 m nebo 0,4 m. Dlata pro kypření jsou uložena do dvou řad s roztečí 0,4 m. Jednotlivé slupice jsou jištěny hydraulicky proti přetížení silou 1 000 kg až 1 500 kg. Výrobce dále nabízí mechanické jištění pomocí střížných šroubů pro lehké půdy bez kamení. Za dláty se nachází tandemové hrotové válce pro drobení hrud. Válce je možné navzájem posouvat a přizpůsobit tak práci například v kamenitých půdách. Po stranách stroje se nachází boční clony, které udržují zpracovávanou půdu v záběru stroje (BEDNAR, 2024).

Stroj je možné agregovat s čelně neseným zásobníkem primárně určeným pro tuhá minerální hnojiva s objemem 1 900 – 2 200 litrů. Hnojivo je dopravováno z čelního zásobníku pneumaticky k rozvodové hlavě, která je umístěna na dlátovém pluhu (BEDNAR, 2024).

Podle BEDNAR FMT dokáže Terraland TN nahradit orbu. Ve srovnání s pluhem umožňuje půdu nakypřit rychleji, hlouběji a s nižšími požadavky na výkon traktoru. Pro podrývání bez aktivního míchání půdy lze stroj osadit radlicemi Zero-Mix s negativním úhlem a těžkým ocelovým pčhem (BEDNAR, 2024).

Na obrázku 10 je zobrazen stroj BEDNAR Terraland TN 3000, který se také využívá k hlubokému kypření půdy.

Obrázek 10: BEDNAR Terraland TN 3000



Zdroj: Autor 2023

7.1.2 HORSCH Tiger 5 MT

Hloubkový kypřič Tiger MT má kombinované pracovní nástroje s vysokou průchodností. Je osazen dvěma řadami kotoučů o průměru 0,68 m, které rozpracují půdu až do hloubky 0,20 m. Každá řada se nastavuje samostatně, což umožňuje půdu zpracovat postupně a zamíchat do ní posklizňové zbytky ležící na povrchu (Falta, 2009).

Dále je stroj vybaven dvěma řadami radliček s tuhostí 770 kg na radličku. Ty mohou kypřit do hloubky až 0,35 m. Podle půdních podmínek nebo požadavků na zpracování půdy se slupice nechají osadit radličkami o šířce 80 mm, 40 mm nebo 25 mm. V případě mělkého kypření lze doplnit radličky o boční křídla o záběru 0,25 m nebo 0,35 m. Pro hloubkové kypření se nedoporučuje osazovat stroj křídly, protože neúměrně naroste tahový odpor, a tím i spotřeba pohonných hmot. Pro zpětné utužení půdy je stroj osazen pneumatikovým pěchem TopRing (Falta, 2009).

Na obrázku 11 je zobrazen stroj HORSCH Tiger 5 MT, který se dále využívá ke středně hlubokému kypření půdy.

Obrázek 11: HORSCH Tiger 5 MT



Zdroj: Autor 2023

7.2 Stroje u Rostislav Linda

Na rodinné farmě Rostislava Lindy se k zapravení posklizňových zbytků do půdy používají stroje HORSCH Terrano 5 FM a VÄDERSTAD Carrier 626 XL. Tyto stroje se využívají na podmítku, na mělké a středně hluboké kypření půdy.

7.2.1 HORSCH Terrano 5 FM

Terrano FM (Obr. 12) je kypřič vhodný pro mělké až středně hluboké zpracování půdy. Hloubka zpracování se pohybuje v rozmezí 0,05 m až 0,30 m. Disponuje čtyřmi řadami radliček o rozteči 0,28 m s velkou průchodností materiálu. Je vybaven třetí generací TerraGripu, což je pracovní nástroj s pružinovým jištěním radličky. Přesné vedení radličky

neumožňuje její vychýlení do stran. Při kolizi s překážkou dosahuje maximální zdvih radličky hodnoty 0,25 m (HORSCH, 2024).

Za radličkami se nachází talířová sekce na nábojích s olejovou lázní, která se stará o urovnání nakypřeného povrchu půdy před utužovacím pěchem. Přesné vedení hloubky se nastavuje hydraulicky na pěchu a na výkyvných předních opěrných kolech. U záběrů nad 10 m se v pracovní pozici revolverový podvozek vyklopí nahoru a vymění si tak pozici se středovým pěchovacím válcem. Kypřič se tedy obrací na pěchovacím válci, což je šetrnější k půdě na souvrati (HORSCH, 2024).

Obrázek 12: HORSCH Terrano 5 FM



Zdroj: Autor 2023

7.2.2 VÄDERSTAD Carrier 626 XL

Talířový podmítač Carrier (Obr. 13) je podle VÄDERSTAD schopný zvládat pět hlavních úkolů: podmítka strniště, přípravu setového lůžka, zapravení posklizňových zbytků, výsev drobnosemenných plodin nebo prevence proti výskytu škůdců. V přední části stroje se nachází nožový válec CrossCutter Knife, který rozřezává zbytky rostlin. Jeho smyslem je intenzivněji rozdrtit stébla rostlin po sklizni, a tím dosáhnout rychlejšího

rozložení zbytků rostlin. Je možné jej použít pro drcení a následné zapravení krycích plodin. Stroj je určen pro zpracování půdy do hloubky 0,02 m až 0,16 m v závislosti na velikosti kotoučů (VÄDERSTAD, 2024).

Kotouče stroje mají kuželový tvar, který má zachovat stejný pracovní úhel, a to bez ohledu na opotřebení a pracovní hloubku nástroje. Každý kotouč je jednotlivě namontován na rameni s pryžovým odpružením, což má zvýšit schopnost pronikání do půdy a zlepšit kopírování povrchu půdy. Firma se pyšní kvalitní švédskou ocelí V-55, ze které jsou kotouče vyrobeny. Uvádí vysoký stupeň tvrdosti při zachování odolnosti proti nárazům. Přínosem pro zemědělce jsou tak nižší náklady na opotřebení nástrojů nebo omezení prostojů (VÄDERSTAD, 2024).

Technologie TrueCut je způsob frézování výřezu v kotoučích, která má zajistit rovnoměrnost opotřebení kotouče při zachování původního tvaru po celou dobu jeho životnosti. Konstrukce stroje umožňuje spuštění přepravních kol na poli směrem dolů, proto se stroj na souvracích může otáčet na pěchu nebo na kolech. Podmítač může být vybaven přídatným secím strojem BioDrill. Během jednoho přejezdu je proto možné založit porost krycích plodin nebo řepky (VÄDERSTAD, 2024).

Obrázek 13: VÄDERSTAD Carrier 626XL



Zdroj: Autor 2023

7.2.3 VÄDERSTAD TopDown 400

Víceúčelový kultivátor TopDown (Obr. 14) je vybaven kombinací dvou řad kotoučů v přední části stroje a robustními radličkami uložených za disky do třech řad. Kotouče, podobně jako u Carrieru, jsou uloženy na samostatných ramenech a vyrobeny z oceli V-55. Vytváří jemnou zeminu krájením a mícháním horní vrstvy půdy. Intenzitu práce kotoučů lze pohodlně nastavovat z kabiny traktoru, a to i během jízdy (VÄDERSTAD, 2024).

Za nimi se nachází radličky s roztečí 0,27 m, které následně půdu nakypří a zamíchají ji s rostlinnými zbytky do hloubky až 0,30 m. S ostřím DeepLoosening je možné navýšit pracovní hloubku na 0,40 m. Při najetí na kámen jsou radličky jištěny systémem s uvolňovací silou 700 kg. Všechny kultivátory Väderstad jsou vybaveny odhrnovačkou MixIn. Ta odhazuje materiál dopředu před radličku, nikoli nahoru jako obvykle. Materiál tedy projde přes radličku dvakrát, což má zvýšit intenzitu míchání jak do hloubky, tak i podélně (VÄDERSTAD, 2024).

Za sekcí s radličkami se nachází hydraulicky nastavitelné urovnávací kotouče. Jejich úkolem je vytvořit uhlazený povrch. Díky utěsněným ložiskům nevyžadují údržbu. O zpětné utužení půdy se stará hydraulicky nastavitelný pěch, pomocí kterého lze také nastavovat intenzitu kypření (VÄDERSTAD, 2024).

Obrázek 14: VÄDERSTAD TopDown 400



Zdroj: Autor 2023

Tento stroj byl ve firmě pouze předveden a zapůjčen ke zjištění jeho efektivity při zpracování půdy. Proto nebylo možné změřit zapravení posklizňových zbytků ihned po sklizni, ale až na vzešlém výdrolu. Podmítka před kypřením TopDownem 400 byla provedena Carrierem 626 XL.

8 Způsob a výsledky měření

V této kapitole budou představeny výsledky měření hmotnosti zbytků na povrchu a do 100 mm hloubky půdy v ploše 0,3x0,3 m. Dále byla vyhotovena fotodokumentace, která sloužila jako základ k vyhodnocení pokrytí půdy posklizňovými zbytky.

8.1 Způsob měření

Pro polní pokus byla vybrána řepka ozimá z důvodu sběru slámy ostatních pěstovaných plodin podnikem ZOS Kačina a. s. Hodnocení bylo zaměřeno na zapravení posklizňových zbytků v závislosti na intenzitě a hloubce zpracování půdy čerstvě po sklizni a následně po vzejití výdrolu. Oba podniky zasely řepku přibližně ve stejném termínu pomocí minimalizační technologie.

Měření probíhalo následovně: po sklizni proběhlo první kypření půdy veškerou zmíněnou technikou z kapitoly 7 na několika různých lokalitách. Následovalo pořízení fotografie každého měření z povrchu pozemku. Na každé fotografii je vymezena měřená plocha kovovým rámečkem. Z povrchu a z hloubky 100 mm byly pomocí síta a lopatky odebrány požadované vzorky. Ty byly následně umístěny do papírových sáčků, kde se nechaly zhruba týden sušit. Vzorky byly vyhodnoceny v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze.

Druhé měření proběhlo měsíc od měření prvního, ihned po druhém kypření půdy, totožnou technikou na stejných místech. Proces sběru dat byl shodný jako u prvního měření. Mimo posklizňové zbytky se na polích nacházel již vzrostlý výdrol.

8.2 Výsledky měření

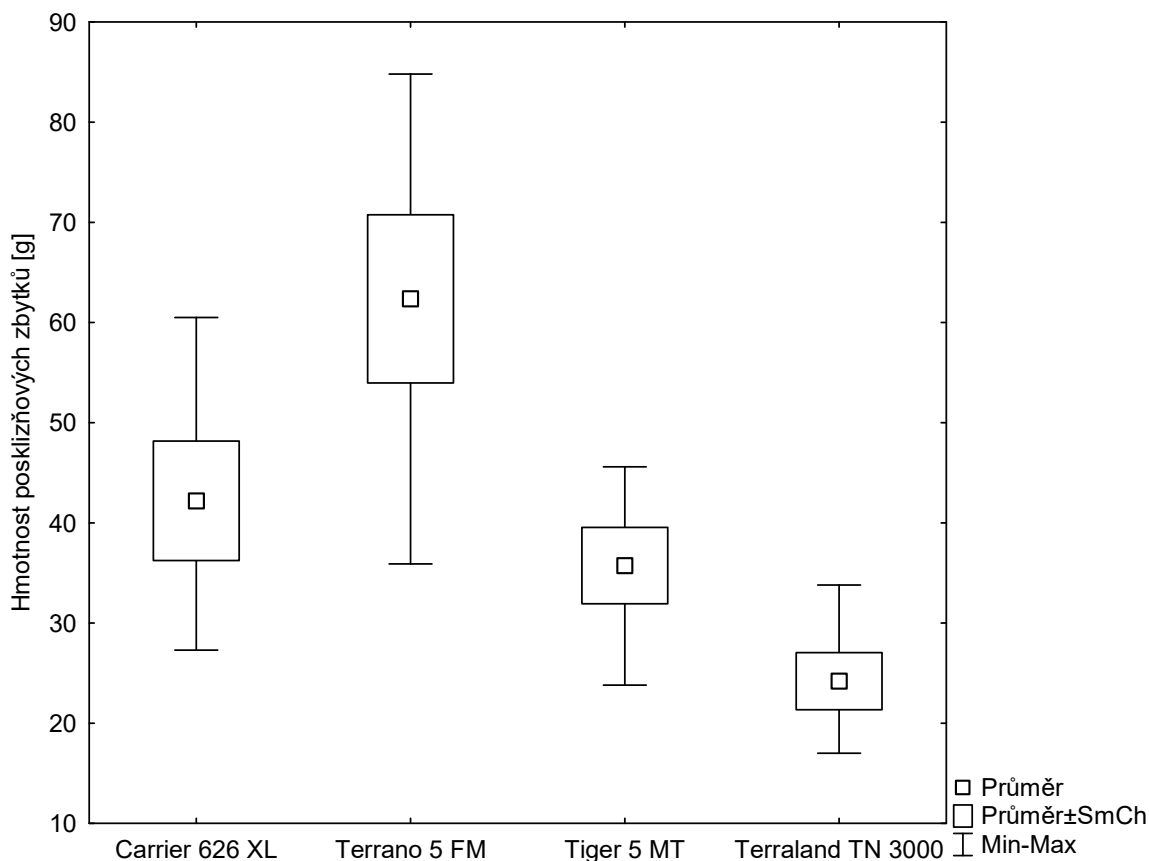
V této kapitole jsou popsány výsledky měření hmotnosti posklizňových zbytků. Množství posklizňových zbytků z povrchu půdy je zaznamenáno v grafu 1 a 2. Množství zapravených posklizňových zbytků v hloubce do 100 mm je zaznamenáno v grafu 3 a 4. V grafu 5 a 6 je následně vyhodnoceno pokrytí povrchu posklizňovými zbytky.

V rámci polního pokusu bylo odebráno dvacet vzorků pro každý stroj z povrchu a z hloubky 100 mm mimo stroj TopDown 400, který byl panu Lindovi poskytnut pouze na určitou dobu. Proto jsou jeho výsledky zaznamenány pouze ve druhém měření.

8.2.1 Hmotnosti zbytků na povrchu půdy

Z grafu 1 je zřejmé, že největší poměr zapravených posklizňových zbytků vykazuje Terraland TN 3000, kde byl zároveň zaznamenán nejnižší rozsah hodnot. Průměrná hodnota rostlinných zbytků z plochy kypřené Terralandem TN 3000 činila 24,2 g. Poměrně velký rozptyl hodnot se nachází u Terrana 5 FM, u kterého byla zároveň zjištěna nejvyšší hodnota sebraných posklizňových zbytků. Průměr na povrchu půdy kypřené Terranem 5 FM dosáhl 62,36 g. Na půdě zkyřené Tigerem 5 MT byla zaznamenána průměrná hodnota posklizňových zbytků 35,74 g. Sebrané zbytky na půdním povrchu, který byl zpracován Carrierem 626 XL, činily průměrnou hodnotu 42,2 g.

Graf 1: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při prvním měření z povrchu půdy



Jak už bylo zmíněno výše, stroj Terraland TN 3000 je určen primárně pro hluboké kypření nebo podrývání do hloubky 0,65 m. Proto jako jediný z vybraných strojů kypřil půdu do této hloubky. Bylo by drahé a neefektivní používat tento stroj pro podmínku nebo mělké kypření.

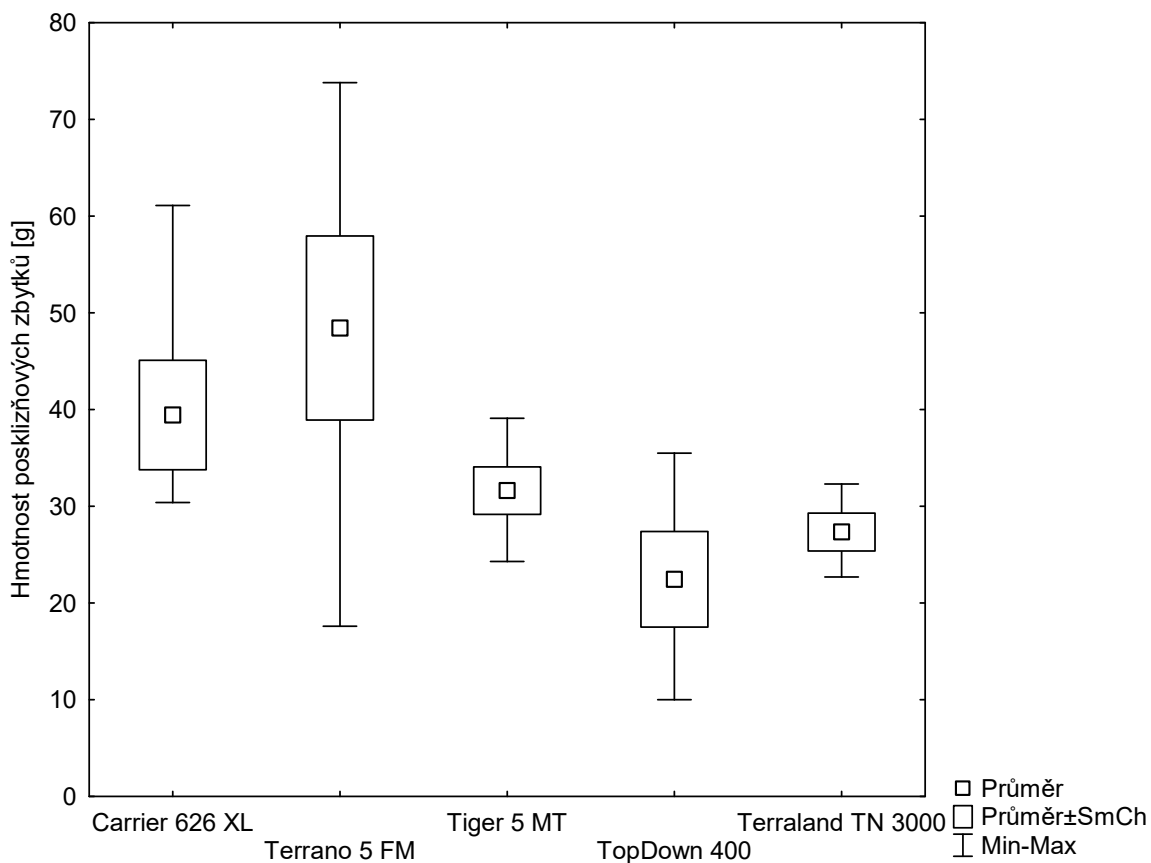
Pro rozlišení statistické významnosti jednotlivých strojů znázorněných v grafu 1 byl vytvořen Tukeyův test, jehož výsledky jsou představeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Tukeyův test ke grafu 1

Tukeyův HSD test				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 160,90, SV = 16,000				
Č. buňky	Typ stroje	Hmotnost [g] Průměr	1	2
4	Terraland TN 3000	24,20	****	
3	Tiger 5 MT	35,74	****	
1	Carrier 626 XL	42,20	****	****
2	Terrano 5 FM	62,36		****

Z Tukeyova testu je patrné, že statisticky významný rozdíl lze najít u Terrana 5 FM, který se statisticky významně odlišuje od Tigera 5 MT a Terralandu TN 3000.

Graf 2: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při sekundárním zpracování půdy z povrchu půdy.



Z grafu číslo 2 vyplývá, že nejvyšší míru zapravení rostlinných zbytků do půdy vykázal TopDown 400 s průměrnou hodnotou 22,46 g. Nejnižší míru zapravení rostlinných zbytků vykázalo Terrano 5 FM, a to 48,44 g. Též se jedná o stroj s nejvyšším rozptylem hodnot. Terraland TN 3000 zanechal na povrchu průměrně 27,34 g rostlinných zbytků, zároveň se jedná o kypřič s nejnižším rozptylem hodnot. Po zpracování půdy Tigerem 5 MT bylo ponecháno na povrchu průměrně 31,62 g rostlinných zbytků. Carrier 626 XL ponechal na povrchu průměrně 39,44 g rostlinných zbytků.

Při porovnání grafu 1 s grafem 2 není vidět významný rozdíl mezi naměřenými hodnotami. Při zpracování půdy čerstvě po sklizni byly naměřené hodnoty rostlinných zbytků v rozmezí od 17 g do 84,8 g. Při sekundárním zpracování půdy naměřené hodnoty byly nižší, a to od 10 g do 73,8 g.

Pro rozlišení statistické významnosti jednotlivých strojů znázorněných v grafu 2 byl vytvořen Tukeyův test, jehož výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Tukeyův test ke grafu 2

Č. buňky	Tukeyův HSD test Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 156,91, SV = 20,000			
	Typ stroje	Hmotnost [g] Průměr	1	2
2	TopDown 400	22,46	****	
3	Terraland TN 3000	27,34	****	****
1	Tiger 5 MT	31,62	****	****
4	Carrier 626 XL	39,44	****	****
5	Terrano 5 FM	48,44		****

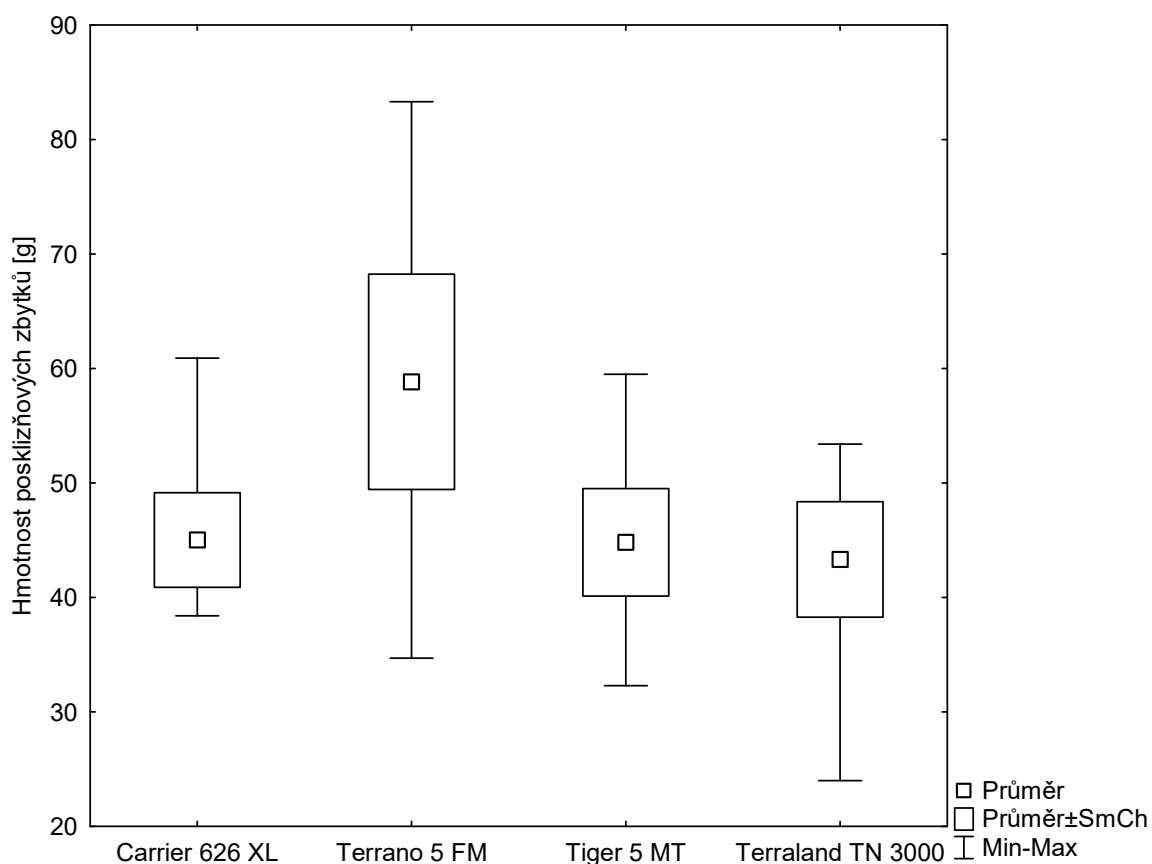
Z Tukeyova testu je zřejmé, že existuje statisticky významný rozdíl mezi Terranem 5 FM a TopDownem 400.

8.2.2 Hmotnosti zbytků pod povrchem

Graf 3 ukazuje, že rozptyl hodnot zapravených posklizňových zbytků mezi vybranými stroji je poměrně stejný. Nejvyššího podílu hodnot v hloubce 100 mm dosáhlo Terrano 5 FM s průměrnou hodnotou 58,84 g, které zároveň vykazuje největší rozptyl. Nejnižší průměrná hodnota byla zaznamenána u Terralandu TN 3000. Průměrné hodnoty u kypřičů Tigera 5 MT a Carriera 626 XL byly 44,82 g a 45,02 g.

U stroje Terraland TN 3000, který kypřil půdu do hloubky 0,6 m, mohou být posklizňové zbytky i v hlubších vrstvách ornice.

Graf 3: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při primárním měření z 100 mm hloubky.



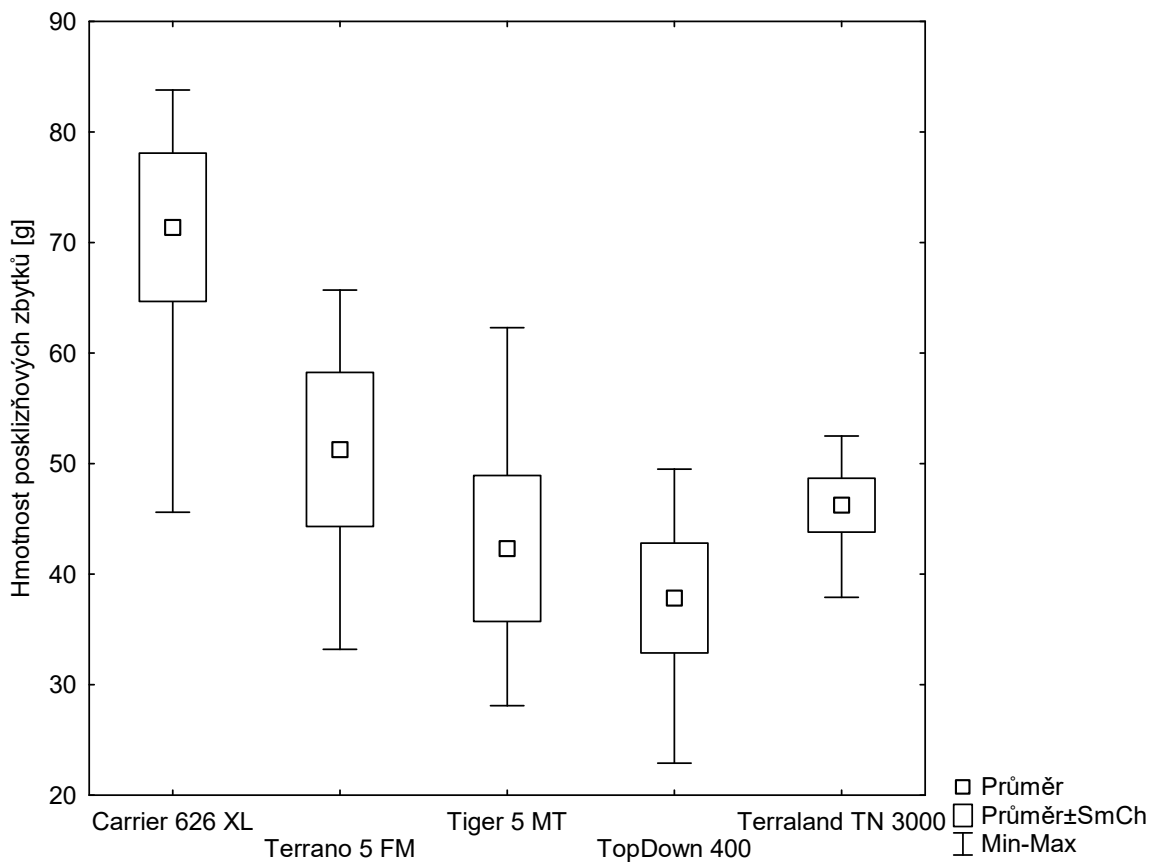
Pro rozlišení statistické významnosti jednotlivých strojů znázorněných v grafu 3 byl vytvořen Tukeyův test, jehož výsledky jsou zmíněny v tabulce 3.

Tabulka 3: Tukeyův test ke grafu 3

Tukeyův HSD test Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 191,27, SV = 16,000			
Č. buňky	Typ stroje	Hmotnost [g] Průměr	1
4	Terraland TN 3000	43,32	****
3	Tiger 5 MT	44,82	****
1	Carrier 626 XL	45,02	****
2	Terrano 5 FM	58,84	****

Z Tukeyova testu vyplývá, že se mezi naměřenými hodnotami nenachází významný statistický rozdíl.

Graf 4: Hmotnost odebraných posklizňových zbytků řepky ozimé při sekundárním měření z 100 mm hloubky.



Na grafu 4 je možné vidět, že největší podíl zapravených posklizňových zbytků zvládl stroj Carrier 606 XL s průměrnou hodnotou 71,38 g a poměrně velkým rozptylem hodnot. O něco nižší počet zapravených rostlinných zbytků vykázal stroj Terrano 5 FM s průměrnou hodnotou 51,28 g. Nejnižšího rozptylu dosáhl stroj Terraland TN 3000, který zapravil průměrně 46,3 g posklizňových zbytků do hloubky 100 mm. Stroj Tiger 5 MT během zpracování půdy zapravil průměrně 42,32 g rostlinných zbytků. Nejméně zapravených rostlinných zbytků vykázal stroj TopDown 400, a to 37,84 g.

Pro rozlišení statistické významnosti jednotlivých strojů znázorněných v grafu 4 byl vytvořen Tukeyův test, jehož výsledky jsou zapsány v tabulce 4.

Tabulka 4: Tukeyův test ke grafu 4

Tukeyův HSD test Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 167,73, SV = 20,000				
Č. buňky	Typ stroje	Hmotnost [g] Průměr	1	2
4	TopDown 400	37,84	****	
3	Tiger 5 MT	42,32	****	
5	Terraland TN 3000	46,24	****	
2	Terrano 5 FM	51,28	****	****
1	Carrier 626 XL	71,38		****

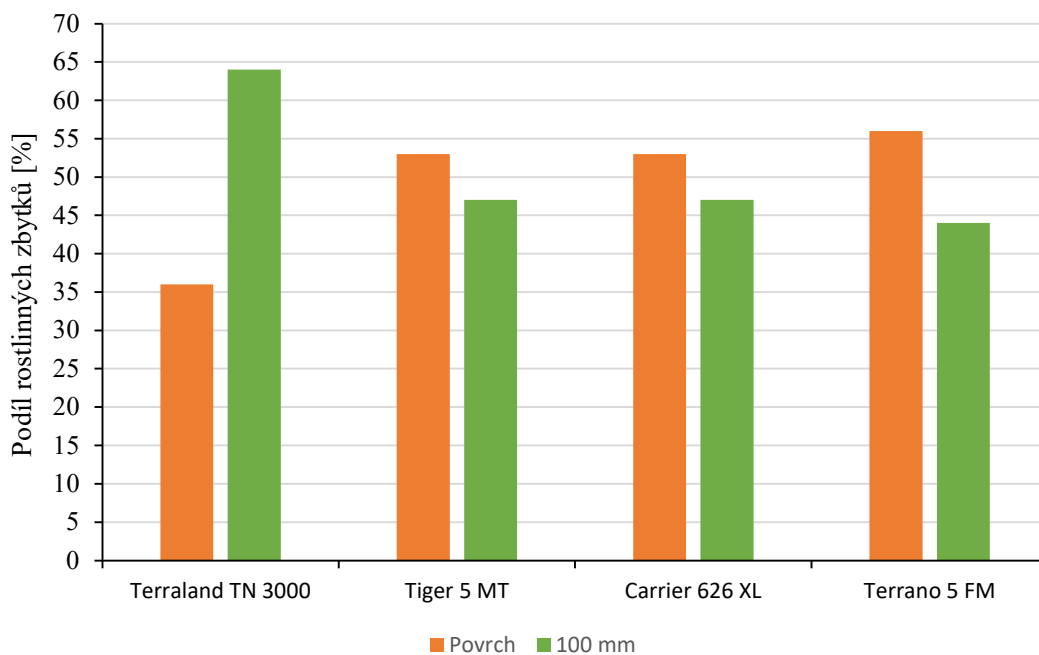
Z Tukeyova testu je patrné, že statisticky významný rozdíl lze najít u Carrieru 626 XL, který se statisticky významně odlišuje od TopDownu 400, Tigera 5 MT a Terralandu TN 3000.

8.2.3 Rozmístění rostlinných zbytků při zpracování půdy jednotlivými stroji

V této kapitole bude představeno procentuální zastoupení posklizňových zbytků ve zpracovaném profilu půdy. Naměřené hodnoty jsou představeny v kapitolách 8.2.1 a 8.2.2.

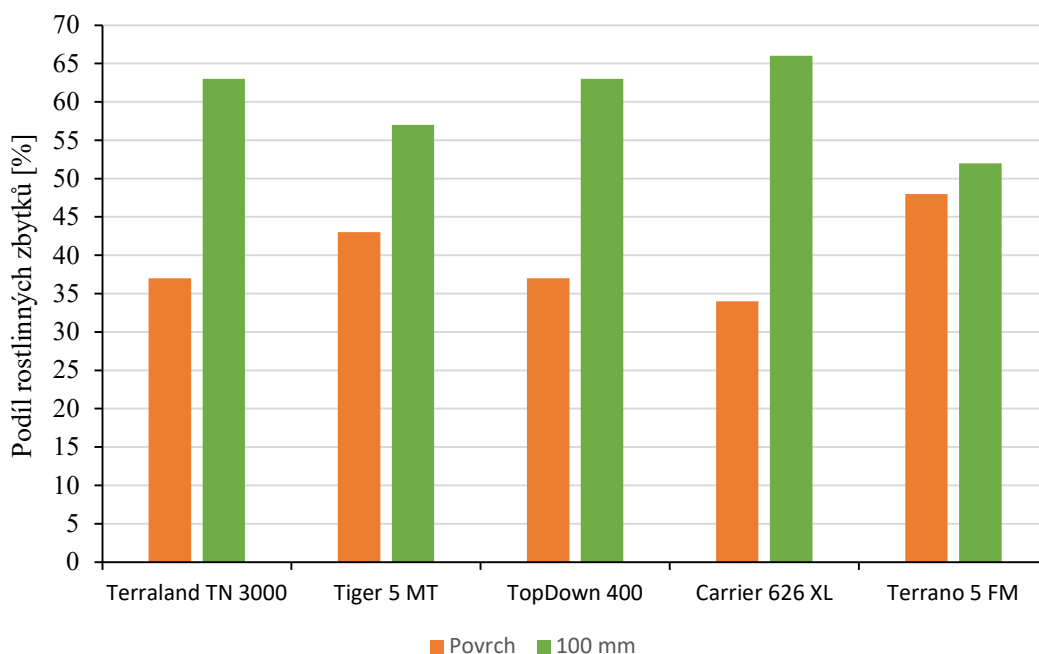
Na grafu 5 je znázorněné rozmístění posklizňových zbytků řepky ozimé ve zpracovaném profilu. Stroje Tiger 5 MT a Carrier 626 XL dosáhly totožného poměru. Po zpracování půdy zbylo na povrchu půdy 53 % posklizňových zbytků, zatímco v hloubce 0 až 100 mm 47 %. U Terrana 5 FM na povrchu bylo naměřeno 56 % a pod povrchem 44 %. Největšího rozdílu hodnot zaznamenal Terraland TN 3000. Na povrchu půdy zbylo 36 % a v hloubce 0 až 100 mm 64 %.

Graf 5: Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovaném profilu půdy po prvním měření



Z grafu 6 je vidět rozdíl mezi ponechanými zbytky na povrchu a v hloubce 0 až 100 mm. Největší rozdíl hodnot zaznamenal Carrier 626 XL. Na povrchu půdy ponechal 34 % a v hloubce 0 až 100 mm 66 %. Stroje Terraland TN 3000 a TopDown 400 dosáhly totožného poměru. Po sekundárním zpracování půdy těmito stroji zbylo na povrchu půdy 37 % posklizňových zbytků, zatímco v hloubce 0 až 100 mm 63 %. U Tigeru 5 MT bylo naměřeno 43 % na povrchu půdy a pod povrchem 57 % posklizňových zbytků. Nejnižšího rozdílu hodnot zaznamenal stroj Terrano 5 FM. Na povrchu půdy zůstalo 48 % a v hloubce 0 až 100 mm 52 %.

Graf 6: Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovaném profilu půdy po druhém měření



8.2.4 Měření množství posklizňových zbytků zpracováním obrazu

Pro zjištění procentuálního pokrytí zachyceného výseku rostlinnými zbytky byl využit následující postup. Nejdříve bylo nezbytné pořídit fotografii povrchu pozemku pomocí fotoaparátu. Aby bylo měření co nejpřesnější, je nutné, aby byl fotoaparát kolmo k povrchu pozemku. Tím se minimalizuje zkreslení výsledků. Dále je doporučeno vyhnout se fotografování za přímého slunečního světla, protože stíny na snímcích mohou zkreslit výsledky, a tak zkomplikovat následné zpracování naměřených dat. Pro pořízení fotografií byl použit mobilní telefon.

Obrázek 15: Pořízená a zpracovaná fotografie pokryvnosti posklizňovými zbytky u stroje VÄDERSTAD Carrier 626 XL při prvním měření



Zdroj: Autor 2023

Obrázek 16: Pořízená a zpracovaná fotografie pokryvnosti posklizňovými zbytky u stroje HORSCH Terrano 5 FM při druhém měření



Zdroj: Autor 2023

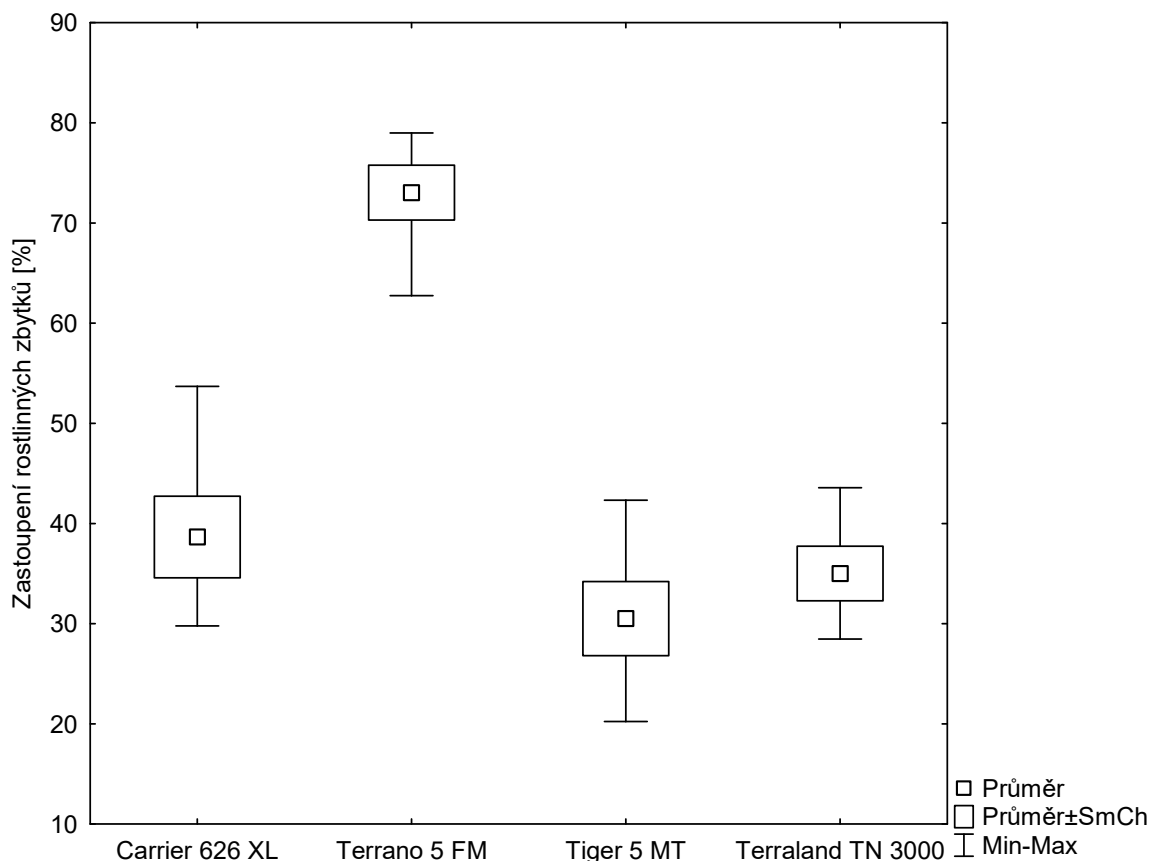
Tímto způsobem vytvořené fotografie byly následně nahrány do počítače k dalšímu zpracování. Poté byla v programu Adobe Photoshop manuálně „vybarvena“ všechna místa fotografie, na kterých se nacházely rostlinné zbytky. Pro toto vybarvení byla zvolena sytá rudá barva, jelikož ta se přirozeně na snímcích nevyskytuje, a tedy nemůže kolidovat s okolní zemínou. Poté už bylo potřeba pouze určit procentuální zastoupení rudé barvy na upravených snímcích. K tomu byl využit jednoduchý script sestavený v programovacím jazyce Python a open-source knihovně pro strojové vidění OpenCV. V tomto scriptu došlo k definici barveného rozsahu červené masky, aplikaci této masky a zjištění procentuálního zastoupení rudé barvy na fotografii. Nakonec, pro účely vizuální prezentace v rámci této práce, byla pomocí další open-source knihovny Pyplot sestavena plátna, na kterých se nachází původní fotografie, fotografie po aplikaci červené masky a text s procentuálním zastoupením této masky (resp. červené barvy).

Fotografie pro zpracovanou půdu po prvním a druhém měření byly pořízeny, zpracovány a vyhodnoceny vždy v pěti opakováních. Měření se prováděla na různých místech pozemku. Naměřené hodnoty byly přeneseny do programu Statistica 12.

Z grafu číslo 7 vyplývá, že nejnižší pokrytí rostlinnými zbytky vykázal stroj Tiger 5 MT s průměrnou hodnotou 30,51 %. Naproti tomu nejvyšší pokryvnosti povrchu

půdy dosáhlo Terrano 5 FM, a to 73,03 %. Po kypření Terraladem TN 3000 zůstal povrch pokrytý průměrně z 35,01 %. Po zpracování půdy Carrierem 626 XL bylo pokrytí povrchu rostlinnými zbytky průměrně 38,66 %.

Graf 7: Procentuální zastoupení rostlinných zbytků při prvním měření po sklizni.



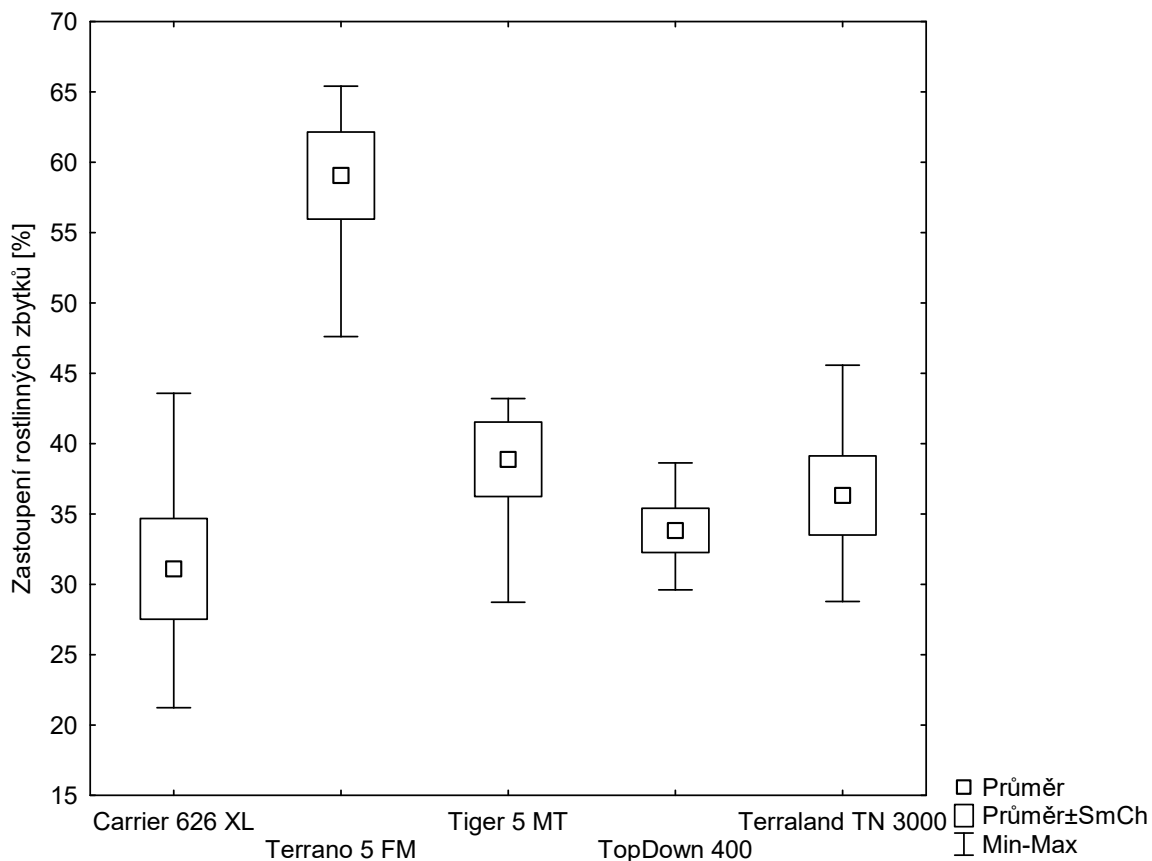
Pro rozlišení statistické významnosti jednotlivých strojů znázorněných v grafu 7 byl vytvořen Tukeyův test, jehož výsledky jsou evidovány v tabulce 5.

Tabulka 5: Tukeyův test ke grafu 7

Tukeyův HSD test Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 56,484, SV = 16,000				
Č. buňky	Typ stroje	Zastoupení rostlinných zbytků [%] Průměr	Skupiny	
			1	2
3	Tiger 5 MT	30,51	****	
4	Terralad TN 3000	35,01	****	
1	Carrier 626 XL	38,66	****	
2	Terrano 5 FM	73,03		****

Z Tukeyova testu je patrné, že se nachází statisticky významný rozdíl mezi strojem Terrano 5 FM a stroji Tigerem 5 MT, Terralandem TN 3000 a Carrierem 626 XL.

Graf 8: Procentuální zastoupení rostlinných zbytků při druhém měření po vzešlém výdrolu.



Na grafu číslo 8 je vidět, že nejnižší pokrytí rostlinnými zbytky vykázal stroj Carrier 626 XL s průměrnou hodnotou 31,10 %. Nejvyšší zastoupení rostlinných zbytků na povrchu zaznamenalo Terrano 5 FM a to 59,06 %. Po kypření půdy Terralandem TN 3000 zůstal povrch pokrytý rostlinnými zbytky z 36,31 %. Zpracování půdy pomocí Tigeru 5 MT dosáhlo průměrné pokrytí povrchu půdy hodnoty 38,89 %. Po kypření strojem TopDown 400 bylo zaznamenáno pokrytí půdy průměrně z 33,83 %.

Pro rozlišení statistické významnosti jednotlivých strojů znázorněných v grafu 8 byl vytvořen Tukeyův test, jehož výsledky je možné vidět v tabulce 6.

Tabulka 6: Tukeyův test ke grafu 8

Č. buňky	Tukeyův HSD test Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 39,764, SV = 20,000			
	Typ stroje	Zastoupení rostlinných zbytků [%] Průměr	1	2
1	Carrier 626 XL	31,10	****	
4	TopDown 400	33,83	****	
5	Terraland TN 3000	36,31	****	
3	Tiger 5 MT	38,89	****	
2	Terrano 5 FM	59,06		****

Z Tukeyova testu je zřejmé, že existuje statisticky významný rozdíl mezi Terranem 5 FM a Carrierem 626 XL.

Pro půdoochranné zpracování půdy je požadována 30% pokryvnost půdy posklizňovými zbytky. Všechny průměrné hodnoty testovaných strojů se pohybovaly nad touto hranicí, jsou proto vhodné pro tuto technologii. Nejvíce se statisticky od ostatních strojů odlišoval stroj Terrano 626 XL, který ponechal více než 50 % povrchu půdy pokrytý posklizňovými zbytky.

9 Diskuse

Během měření může docházet k jevům, které vedou k odchylkám mezi naměřenými hodnotami a skutečným stavem. Ke skutečným hodnotám se tedy lze více či méně pouze přiblížit. Tento jev měření je vždy dobré minimalizovat pomocí správných metod, volbou vhodných postupů měření nebo využitím co nejpřesnějších měřidel.

U měření zapravení posklizňových zbytků záleží hlavně na zrnitostním složení půdy, půdním typu a vlhkosti půdy. Mezi další faktory ovlivňující měření patří například množství posklizňových zbytků na pozemku, jejich rovnoměrné rozptýlení sklízecí mlátičkou a v neposlední řadě také včasnost pracovních operací.

Měření pokryvnosti povrchu půdy rostlinnými zbytky může být ovlivněno nerovností rozptylu posklizňových zbytků sklízecí mlátičkou, ale také stavem porostu předplodiny. Rovnoměrností rozptylu posklizňových zbytků se zabývali Kumhála a kol. (2005). Vyhodnocení pokryvnosti povrchu rostlinnými zbytky mohlo být také ovlivněno samotným snímkováním povrchu a následným zpracováním obrazu v počítačových programech.

Porovnávané kypřiče Väderstad Carrier 626 XL, Horsch Terrano 5 FM, Horsch Tiger 5 MT, Väderstad TopDown 400 a Bednar Terraland TN 3000 jsou stroje různých technologií pro zpracování půdy.

Účinný pracovní záběr Carrieru 626 XL je 6,1 m. Stroj je osazen talíři s průměrem 510 mm a roztečí 125 mm. Využití nalézá při podmítce, tedy při mělkém kypření nejlépe ihned po sklizni. Mezi jeho výhody patří vysoká plošná výkonnost daná vysokými pojezdovými rychlostmi (až 15 km/h) a také poměrně nízké požadavky na výkon traktoru (190 kW).

Stroj Terrano 5 FM má pracovní záběr 4,8 m. Podobně jako Carrier 626 XL může být použit jak pro mělkou podmítku po sklizni, tak i pro středně hluboké kypření. Jedná se o universální radličkový kyprič. Disponuje 17 kusy radliček s roztečí 280 mm. Pro práci je vyžadován výkon traktoru 150-220 kW, podle typu a intenzity zpracovávané půdy.

Pro středně hluboké kypření byly pro účely měření vybrány stroje Tiger 5 MT a TopDown 400. Tiger 5 MT umožňuje kypřit půdu až do 0,35 m s požadovaným výkonem traktoru 185-295 kW. TopDown 400 dokáže nakypřit půdu do hloubky 0,3 m. Minimální požadavek na výkon traktoru je 150 kW. Oba stroje jsou osazeny dvěma řadami talířů o průměru 680 mm a roztečí 400 mm u Tigeru a o průměru 470 mm a roztečí 125 mm

u TopDownu. Dále následuje 11 radliček s roztečí 455 mm u Tigeru a 14 radliček s roztečí 270 mm u TopDownu. Následuje urovnávací pneumatikový pěch pro zpětné utužení půdy u Tigeru. Stroje jsou používány pro přípravu půdy před setím.

Jako zástupce pro hluboké kypření byl vybrán stroj Terraland TN 3000. Stroj je vybaven sedmi radlicemi ve dvou řadách pro kypření do hloubky až 0,65 m a má pracovní záběr 3 m. Doporučený minimální výkon traktoru je 150 kW. Tento stroj se používá pro hluboké kypření na těžkých zhutněných půdách, souvratích nebo kolejových řádcích po sklízecích mlátičkách a postřikovačích.

Vyhodnocením polního pokusu jsem došel k poznatku, že stroje určené pro určitou hloubku zpracování půdy mají rozdílnou schopnost zapravení rostlinných zbytků do půdy. V diskuzi jsou prezentovány poznatky několika autorů, kteří zkoumali podobnou problematiku.

Podobný pokus prováděli Kovaříček a kol. (2012) na různých typech půd. Z provedeného pokusu konstatuje, že po zpracování půdy talířovým kypřičem zůstává na povrchu půdy v průměru 30 až 34 % původního množství rostlinných zbytků předplodin. Pomocí talířového kypřiče zpracovali půdu do 80 mm. Zjistili, že nejvyšší podíl rostlinných zbytků se nachází v hloubce 0 až 40 mm, a to 39,9 %. Na povrchu naměřili 32,7 % a v hloubce 40 až 80 mm 27,5 % při odhadovaném výnosu slámy 5,3 t/ha.

V případě podmínky radličkovým kypřičem s podřezávacími radličkami naměřili na povrchu půdy 64,5 % rostlinných zbytků. Ostatní posklizňové zbytky (35,5 %) byly zapraveny do hloubky 0 až 50 mm.

U měření dlátovým kypřičem do hloubky 180 mm naměřili následující hodnoty: na povrchu zůstalo 20,8 % posklizňových zbytků, v hloubce 0 až 60 mm 68,3 % posklizňových zbytků a v hloubce 60 až 120 mm zbylo 10,9 %. V hloubce 120 až 180 mm se nenacházely žádné posklizňové zbytky. V porovnání s radličkovým kypřičem můžeme vidět rozdíly v distribuci rostlinných zbytků při rozdílné hloubce zpracování.

V letech 2009-2011 prováděli pokusy s vhodnou agrotechnikou pro zabránění vodní erozi Javůrek a kol. (2012). Mimo to se zabývali zapravením posklizňových zbytků do půdy

pomocí minimalizačních a konvenčních technologií. Měření proběhlo na polích v Lukavci u Pacova, kde se nachází hnědé až písčitohlinité půdy.

V případě minimalizační technologie zpracování půdy byla sláma ihned po sklizni podrcena na drobné segmenty. Pokud byla předplodinou obilnina, proběhla aplikace vyrovnávací dávky síranu amonného (1,5 kg N na 100 kg obilné slámy). Následovalo mělké zpracování půdy talířovými kypřiči do hloubky 100-120 mm. Během toho došlo k částečnému zapravení rozdrčené biomasy. Poté byla na pole zasetá meziplodina svazenka vratičolistá, která byla na poli ponechána přes zimu. Na jaře proběhlo základní hnojení pro hlavní plodinu. Hnojivo bylo společně s vymrzlou meziplodinou mělce zapraveno.

Pokryvnost povrchu půdy rostlinnou biomasou po vzejití výdrolu a následném mělkém zpracování půdy talířovým kypřičem Carrier 626 XL řepky ozimé byla 31,1 %. Tento výsledek se shoduje s výsledkem Kovaříčka a kol. (2012), kteří uvádějí průměrnou pokryvnost 30 až 34 % při odhadovaném výnosu slámy 5,3 t/ha. K podstatně jinému výsledku došli Javůrek a kol. (2012), ti naměřili ve třech po sobě jdoucích letech průměrnou pokryvnost povrchu rostlinnou biomasou průměrně 6,5 %.

Využitím talířových kypřičů pro zpracování půdy popisuje ve své diplomové práci Draganović (2023). Pokusy byly prováděny v průběhu roku 2021 na pozemku nedaleko Nesperské Lhoty u Vlašimi, kde se nachází písčitohlinitá kambizem. Pro potřeby měření zvolil stroje Lemken Rubin 9 a Horsch Joker 6 RT. Nastavená hloubka zpracování půdy byla zvolena 100 mm. Měření probíhalo po sklizni pšenice ozimé a ozimého ječmene. U stroje Lemken Rubin 9 vyšel medián pokryvnosti posklizňovými zbytky 22,5 %, zatímco u Horsche Jokera 6 28,5 %. Nejsou proto vhodné pro půdoochranné technologie.

Problematikou posklizňových zbytků se zabývali i Hůla, Abrham a Bauer (1997). Ve své publikaci "Zpracování půdy" uvádějí, že podíl rostlinných zbytků, které zůstanou na povrchu půdy po kypření talířovým kypřičem, je přibližně 60 %, po zpracování půdy radličkovým kypřičem 65 % a po dlátovém kypřiči 75 %.

10 Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit působení strojů na posklizňové zbytky se zaměřením na zapravení posklizňových zbytků ozimé řepky do půdy. V současné době je hodnocení kvality zpracování půdy zásadní pro inovace v oblasti nových strojů. Na základě těchto polních měření mohou být tyto stroje zdokonalovány a přizpůsobovány konkrétním půdním podmínkám. Využitím poznatků a technologií pro zpracování půdy může být významně sníženo riziko větrné i vodní eroze půdy.

V metodické části práce byly představeny podniky, ve kterých měření probíhalo. Dále byly popsány stroje a postupy měření, kdy samotné měření probíhalo se stroji Vädestad Carrier 626 XL, Horsch Terrano 5 FM, Väderstad TopDown 400, Horsch Tiger 5 MT a Bednar Terraland TN 3000. Kypřiče byly taženy stroji Fendt 933 Vario a Claas Xerion 4200. Nakonec jsou v práci uvedeny naměřené hodnoty, které byly následně porovnány s výsledky jiných autorů.

Nejmenší rozdíl hodnot mezi zapravenými a ponechanými posklizňovými zbytky na povrchu půdy zaznamenaly stroje po primárním zpracování půdy. Všechny stroje mimo Terraland TN 3000 ponechaly na povrchu více jak 50 % posklizňových zbytků. V případě Terralandu je tento rozdíl větší. Protože kypřil půdu do 600 mm, můžeme očekávat posklizňové zbytky ve větší hloubce ornice.

U druhého měření tomu bylo naopak. Všechny stroje zapravily nadpoloviční většinu rostlinných zbytků po sekundárním zpracování půdy (po vzešlém výdrolu). Nejvyššího naměřeného rozdílu bylo zaznamenáno u Carrieru 626 XL. Opět ale platí, že Terraland kypřil půdu až do 600 mm, proto je možné, že největší rozdíl hodnot by měl právě on.

Při měření pokryvnosti půdy posklizňovými zbytky se v případě obou měření významně odlišoval stroj Terrano 5 FM od ostatních vybraných strojů, což mohlo být způsobeno absencí talířových pracovních nástrojů a absencí bočních křídel u radliček. Rozdílných hodnot bychom dosáhli i u stroje Terraland TN 3000, kdybychom kypřili půdu pouze do 100 mm. Tento stroj je však primárně určen k hlubokému kypření, a proto byla zvolena hloubka 600 mm, pro kterou se tento stroj běžně používá. Ostatní stroje si pak vedly podobně.

Určitý vliv na naměřené hodnoty měl typ půdy, její zrnitostní složení, objemová hmotnost atd. Vliv na vzešlý výdrol měl kromě půdního typu i měsíční úhrn srážek. Firmou Rostislav Linda byla poskytnuta hlinitopísčité až jílovitohlinitá půda. Následně

ZOS Kačina a. s. poskytla jílovitohlinitou až jílovitou půdu z důvodu agrotechnických lhůt a pracovní vyčerpání zaměstnanců.

Z výsledků měření lze doporučit pro využití půdoochranných technologií všechny stroje kromě Terralandu TN 3000, který splňuje podmínku 30% pokryvnosti povrchu posklizňovými zbytky. Tento stroj je však po ekonomické stránce nevýhodný z důvodu malé plošné výkonnosti a vysoké spotřeby pohonných hmot.

Pro komplexní vyhodnocení vlivu kypřičů na posklizňové zbytky ozimé řepky bude nutné pokračovat v měření při různém nastavení strojů a v různých půdních podmínkách.

11 Seznam použitých zdrojů

1. BRANT, V. *Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice*. Agromanual.cz [online]. Praha: Kurent s. r. o., 2011 [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pasove-zpracovani-pudy-v-porostech-silazni-kukurice>
2. BRANT, V., BEČKA, D., CIHLÁŘ, P. a kol. *Pásové zpracování půdy (strip-tillage): klasické, intenzivní a modifikované*. Praha: Profi Press s. r. o., 2016. ISBN 978-80-86726-76-2.
3. CAMPBELL, C. A. a kol. *Tillage and crop rotation on soil organic C and N in a coarse-textured Typic Haploboroll in southwestern Saskatchewan*. Soil & Tillage Research, 1996. ISSN 0167-1987.
4. Carrier XL všestanný diskový podmítač. *Väderstad* [online]. Švédsko: <https://vaderstad.com>, 2024 [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.vaderstad.com/cz/zpracovani-pudy/diskove-podmitace/carrier-xl-425-725/>
5. DĚCHTERENKO, M. *Technicko-ekonomické aspekty zakládání porostů zrnin systémem strip-till* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015 [cit. 2024-01-25]. Diplomová práce. Vedoucí práce Ing. Jiří Pospíšil, CSc. Dostupné z: https://theses.cz/id/jjhc3r/zaverecna_prace.txt.
6. DOSTÁL, J. a kol. *Zásady správné zemědělské praxe zaměřené na ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003. ISBN 80-7084-268-7
7. DRAGANOVIĆ, F. *Hodnocení kvality práce vybrané skupiny strojů pro zpracování půdy* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2023 [cit. 2024-03-21]. Diplomová práce. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D. Dostupné z: <https://is.czu.cz/auth/lide/clovek.pl?id=189989;zalozka=7;zp=334519;studium=287922>
8. DVOŘÁK, J., SMUTNÝ, V. *Herbologie – integrovaná ochrana proti polním plevelům*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-732-4

9. EL TITI, A. a kol. *Soil Tillage in Agroecosystems*. 2. vydání. Florida: CRC Press LLC, 2002. ISBN 80-727-1060-5
10. FALTA, K. *Horsch Tigech MT*. Agrokonzulta.cz [Online]. Žamberk: Agrokonzulta Žamberk s. r. o., 2009 [cit. 2024-02-23] Dostupné z:
<https://www.agrokonzulta.cz/novinka/Horsch%20Tiger%20MT>
11. HŮLA, J. *Půdochranné technologie zakládání porostů plodin: (technika v půdochranných technologiích)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. ISBN 80-727-1060-5
12. HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F. *Zpracování půdy*. Praha: Nakladatelství Brázda s. r. o., 1997. ISBN 80-209-0265-1
13. HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Vliv minimalizačních a půdochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 80-7271-106-7
14. HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Profi Press s. r. o., 2008. ISBN 978-80-86726-28-1
15. JAVŮREK M., KOVAŘÍČEK P., VACH M., HŮLA J. *Vhodná agrotechnika zvyšuje ochranu ornice proti vodní erozi*. Úroda.cz [online]. Praha: Profi Press s. r. o., 2012 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2012/017.pdf>
16. JAVŮREK, M., VACH, M. *Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění* [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., 2008 [cit. 2024-03-15]. ISBN 978-80-87011-57-7. Dostupné z:
https://www.agro.basf.cz/Documents/jiné/migrated_files/information_material_files/dal___materi_ly_files/isbn978_80_87011_57_7.pdf
17. KOVAŘÍČEK, P. a kol. *Zapravení organické hmoty do půdy s cílem omezit povrchový odtok vody při přívalových deštích*. Eagri.cz [online]. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., 2012 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z:
<https://eagri.cz/public/web/file/418499/metodika2012kovaricek.pdf>

18. KOVAŘÍČEK, P., HŮLA, J., NÝČ, M. a kol. *Užití kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby* [online]. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., 2017 [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2017/070.pdf>
19. KŘEN, J. a kol. *Obecná produkce rostlinná*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-327-1.
20. KŘEN, J., HOUŠŤ, M., NEUDERT, L., SMUTNÝ, V. *Management posklizňových zbytků při zakládání porostů ozimé pšenice a jarního ječmene* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2018 [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/metodiky_pro_praxi/Poskliznove%20zbytky_Kren.pdf
21. KUMHÁLA, F. a kol. *The measurement of plant residues distribution quality after harvest by conventional and axial combine harvesters*. Plant, Soil and Environment, 2005. ISSN 1214-1178.
22. KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P., MAŠEK, J., KVÍZ, Z., HONZÍK, I. *Zemědělská technika – stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7
23. MAŠEK, J. a kol. *Vliv technologie zpracování půdy na její vlastnosti*. Agrojournal.cz [online]. Praha: Kurent s. r. o., 2015 [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/vliv-technologie-zpracovani-pudy-na-jeji-vlastnosti-43>
24. MAŠEK, J. *Moderní zpracování půdy*. Mechanizaceweb.cz [online]. Praha: Profi Press s. r. o., 2017 [cit. 2023-06-12]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/moderni-zpracovani-pudy/>
25. NEUBAUER, K. a kol. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0075-6
26. NEUDERT, L., PROCHÁZKOVÁ, B. *Orba a minimalizační technologie*. Zemědělec.cz [online]. Praha: Profi Press s. r. o., 2009 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/orba-a-minimalizacni-technologie/>

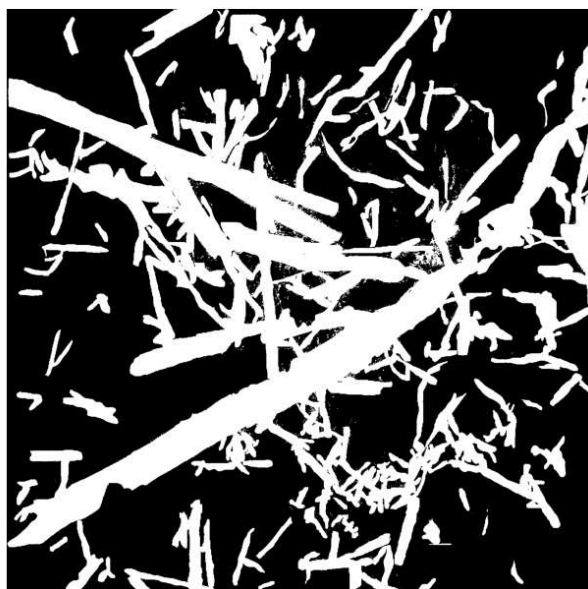
27. NOVÁK, F., MAŠEK, J. *Technologie zpracování půdy s ohledem na erozní ohrožení*. Agromanual.cz [online]. Praha: Kurent s. r. o., 2020 [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/mechanizace/technologie-zpracovani-pudy-s-ohledem-na-erozni-ohrozeni>
28. NOVÁK, P., MAŠEK, J. *Propustnost půdy pro vodu v období po sklizni polních plodin*. Agromanual.cz [online]. Praha: Kurent s. r. o., 2021 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/propustnost-pudy-pro-vodu-v-obdobi-po-sklizni-polnich-plodin>
29. NOVÁK, P., MAŠEK, J. *Současné trendy zpracování půdy*. Agrojournal.cz [online]. Praha: Vega s. r. o., 2018 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasne-trendy-zpracovani-pudy-327>
30. POSPÍŠIL, J. *Podmítka a podmítače*. Agromanual.cz [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2020 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/mechanizace/podmitka-a-podmitace>
31. STACH, J. *Minimalizace zpracování půdy ve vyšších polohách*. Úroda.cz [online]. České Budějovice: Profi Press s. r. o., 2001 [cit. 2023-06-08]. Dostupné z: <https://uroda.cz/minimalizace-zpracovani-pudy-ve-vyssich-polohach/>
32. ŠIMON, J. *Zakládání porostů některých polních plodin ochranným zpracováním půdy s využitím mulče*. Úroda.cz [online]. Praha: Profi Press s. r. o., 2001 [cit. 2023-06-07]. Dostupné z: <https://uroda.cz/zakladani-porostu-nekterych-polnich-plodin-ochrannym-zpracovanim-pudy-s-vyuzitim-mulce/>
33. ŠIMON, J. *Zakládání porostů některých polních plodin ochranným zpracováním půdy s využitím mulče*. Úroda.cz [online]. Praha: Profi Press s. r. o., 2001 [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/zakladani-porostu-nekterychpolnich-plodin-ochrannym-zpracovanim-pudy-s-vyuzitim-mulc>
34. ŠIMON, J., ŠKODA, V., HŮLA, J. *Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1999.

35. Terraland TN dlátový pluh. *Bednar FMT* [online]. Praha: Bednar FMT s. r. o., 2024 [cit. 2024-02-23]. Dostupné z: <https://www.bednar.com/terraland-tn/>
36. Terrano FM universální kypřič. *Horsch* [online]. Kněžmost: <https://horsch.com>, 2024 [cit. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://www.horsch.com/cs/produkty/zpracovani-pudy/kultivator/terrano-fm>
37. TopDown víceúčelový kultivátor. *Väderstad* [online]. Švédsko: <https://vaderstad.com>, 2024 [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.vaderstad.com/cz/zpracovani-pudy/kombinovane-kyprice/topdown/>
38. VACH, M. *Využívejme více půdoochranné technologie*. Agromanual.cz [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2019 [cit. 2023-06-07]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vyuzivejme-vice-pudoochranne-technologie>
39. VENCLOVÁ, B. *Zvyšovat sklizňový index a biomasu pšenice*. Úroda.cz [online]. Praha: Profi Press s. r. o., 2019 [cit. 2023-06-07]. Dostupné z: <https://uroda.cz/zvysovat-skliznovy-index-a-biomasu-psenice/>
40. VOCL, M. *Porovnání kypřičů půdy na českém trhu* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2022 [cit. 2024-01-25]. Bakalářská práce. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. František Kumhála. Dostupné z: <https://is.czu.cz/auth/lide/clovek.pl?id=211179;zalozka=7>

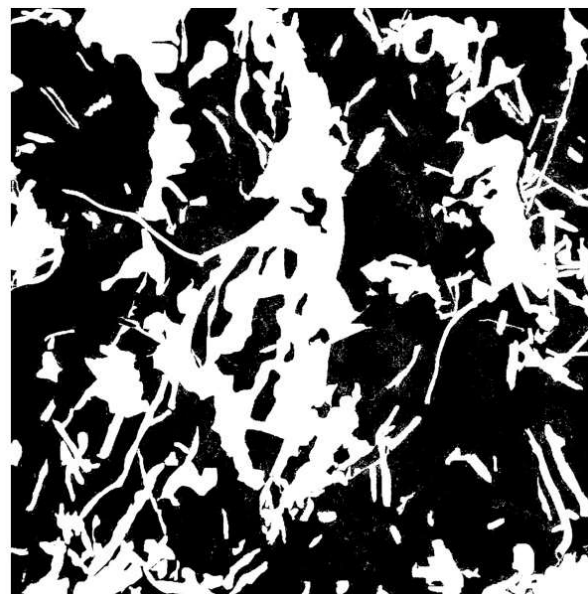
12 Přílohy

V této části práce bude umístěna fotodokumentace, která je součástí diplomové práce.

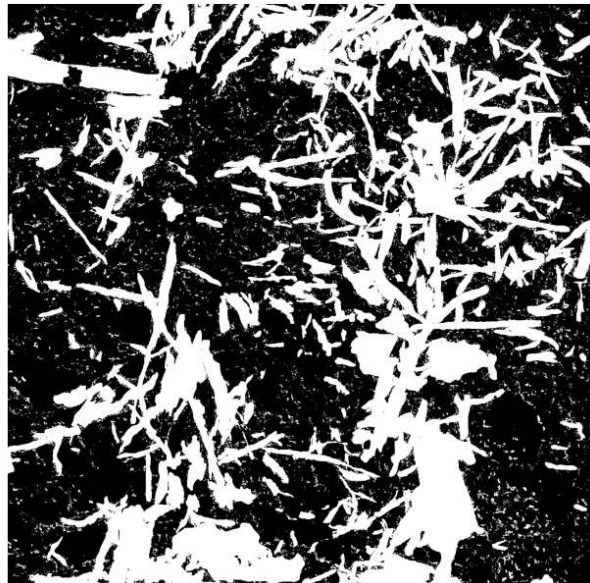
Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje BEDNAR Terraland TN 3000 při prvním měření



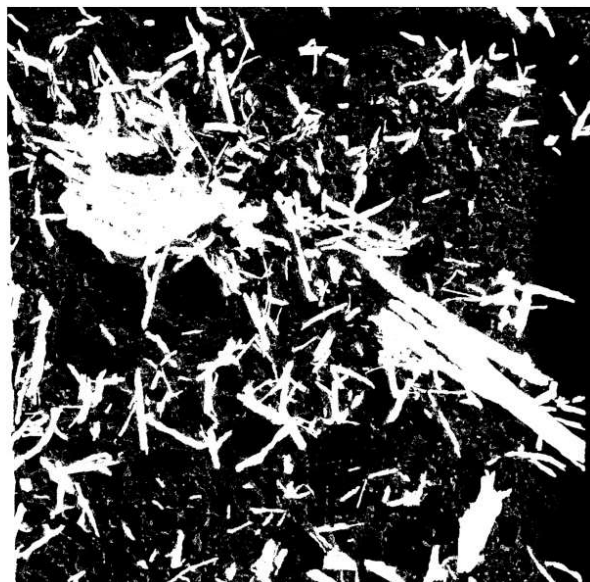
Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje BEDNAR Terraland TN 3000 při druhém měření



Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje VÄDERSTAD Carrier 626 XL při prvním měření



Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje VÄDERSTAD Carrier 626 XL při druhém měření



Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje HORSCH Terrano 5 FM při prvním měření



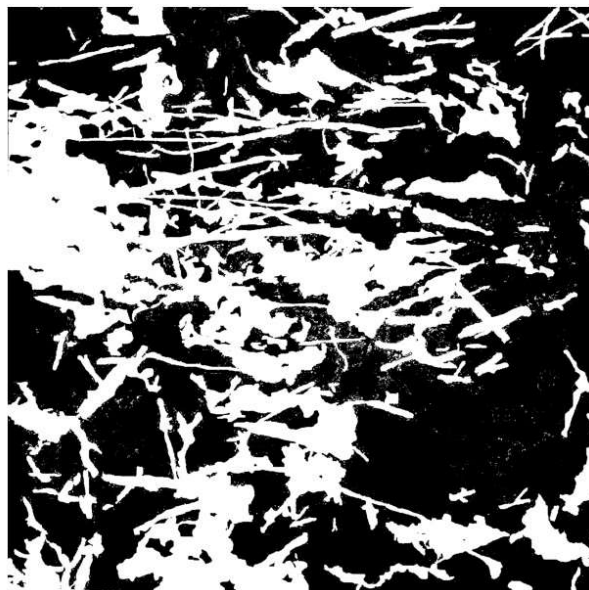
Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje HORSCH Terrano 5 FM při druhém měření



Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje HORSCH Tiger 5 MT při prvním měření



Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje HORSCH Tiger 5 MT při druhém měření



Pořízená a zpracovaná fotografie pokrývnosti posklizňovými zbytky u stroje VÄDERSTAD TopDown 400 při druhém měření

