

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



Bakalářská práce

Metoda zpracování půdy Strip-till a její výhody

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. František Kumhála

Autor práce: František Hanikýř

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

František Hanikýř

Zemědělské inženýrství
Zemědělská technika

Název práce

Metoda zpracování půdy Strip-till a její výhody.

Název anglicky

Strip-till soil tillage method and its advantages.

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je popis metody pásového zpracování půdy označované jako Strip-till a zhodnocení jejich výhod a problémů v podmínkách českého zemědělství.

Metodika

Studium dostupných informací o moderní metodě pásového zpracování půdy (Strip-till) z literárních i jiných (především internetových) zdrojů u nás i v zahraničí. Zhodnocení výhod a nevýhod této metody zpracování půdy z různých hledisek (energetická náročnost, technická vybavenost, eroze, ochrana rostlin, hospodaření s půdní vláhou atd.). Posouzení vhodnosti metody v podmínkách zpracování půdy a pěstování rostlin v ČR. Práce by se měla držet následující osnovy:

1. Úvod.
2. Metody zpracování půdy.
3. Minimalizace zpracování půdy.
4. Metoda pásového zpracování půdy (Strip-till).
5. Posouzení vhodnosti metody pásového zpracování půdy v podmínkách ČR.
6. Závěr.

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran

Klíčová slova

zemědělské stroje, zpracování půdy, strip-till, půdoochranné technologie

Doporučené zdroje informací

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

Firemní literatura a webové stránky výrobců strojů na zpracování půdy.

Hůla, J., Procházková, B.: Minimalizace zpracování půdy. Profi Press s.r.o., 2008, 248 s., ISBN 978-80-86726-28-1

Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I.: Zemědělská technika-stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: ČZU Praha v nakladatelství powerprint s.r.o., 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2021

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 12. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Metoda zpracování půdy Strip-till a její výhody jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu prof. Dr. Ing. Františku Kumhálovi, za cenné rady, věcné připomínky, ochotu při konzultacích, a pomoc při vypracování bakalářské práce. A velice děkuji svým blízkým a rodině za poskytnutí podpory.

Metoda zpracování půdy Strip-till a její výhody

Abstrakt

V první polovině bakalářské práce jsou popsány různé metody zpracování půdy, od konvenční po minimalizační technologie zpracování půdy. Cílem je čtenáři okrajově přiblížit problematiku zpracování půdy a možné řešení, které se v dnešní době využívá. Druhá část bakalářské práce je zaměřena na popsání metody pásového zpracování půdy, nejprve její princip, dále požadavky na dodržení kvality práce, stručně popsané výhody a nevýhody této metody a vhodnost použití této metody v českých podmínkách. Cílem této práce je přiblížit moderní metodu pásového zpracování půdy čtenáři a objasnit vhodnost jejího použití v České republice a výhody které z ní plynou.

Klíčová slova: Zemědělství, stroje, zpracování půdy, pásové zpracování půdy, půdoochranné technologie, minimalizace, modifikované pásové zpracování půdy, Půda

Strip-till soil tillage method and its advantages.

Abstract

The first half of the bachelor thesis describes various methods of tillage, from conventional to minimization technology of tillage. The aim is to bring the reader marginally closer to the issue of tillage and possible solutions that are used today. The second part of the bachelor thesis is focused on the description of the method of strip-tillage, first its principle, then the requirements for maintaining the quality of work, briefly described the advantages and disadvantages of this method and the suitability of using this method in Czech conditions. The aim of this work is to bring the modern method of strip-tillage to the reader and to clarify the suitability of its use in the Czech Republic and the benefits of it.

Keywords: Agriculture, machinery, tillage, strip-tillage, soil protection technologies, modified strip-tillage, soil

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl a metodika práce	2
2.1	Cíl práce.....	2
2.2	Metodika	2
3	Metody zpracování půdy	3
3.1	Konvenční zpracování půdy	3
3.1.1	Orba	5
4	Minimalizační zpracování půdy.....	7
4.1	Minimalizace s kypřením.....	8
4.2	Konzervační (ochranné) zpracování půdy	8
4.3	Přímé setí	8
4.4	Setí do hrůbků.....	9
4.5	Technologie zpracování půdy s využitím mulče	9
5	Metoda zpracování půdy strip-till	10
5.1	Princip technologie	10
5.2	Technologické požadavky při zpracování půdy	13
5.3	Typy pásového zpracování půdy	15
5.3.1	Konvenční pásové zpracování půdy	16
5.3.2	Intenzivní pásové zpracování půdy	16
5.3.3	Modifikované zpracování půdy	17
5.4	Vliv půdně-klimatických podmínek	19
5.5	Termíny pro provedení pásového kypření	20
5.5.1	Pásové kypření v podzimních termínech.....	20
5.5.2	Pásové kypření na jaře.....	21
5.6	Výhody pásového zpracování půdy	22
5.6.1	Zamezení půdní eroze a hospodaření s vodou.....	22
5.6.2	Zlepšení půdních podmínek	24

5.6.3	Lepší uložení hnojiv	24
5.6.4	Lepší podmínky pro setí	25
5.6.5	Nižší ekonomické náklady	25
5.7	Nevýhody pásového zpracování půdy	26
5.8	Stroje pro pásové zpracování půdy dostupné na českém trhu	27
5.8.1	Kverneland Kultistrip	27
5.8.2	Farmet pásový kypřič strip-till	28
5.8.3	Bednar strip-master ZN a terra-strip ZN	29
5.8.4	Kuhn Striger	30
5.8.5	P&L Eco tiller a Seed tiller	31
6	Posouzení vhodnosti metody pásového zpracování půdy v podmínkách ČR32	
7	závěr	34
8	Citovaná literatura.....	35
9	Seznam obrázků	38

1 Úvod

Evropa byla více jak tisíc let dominantní zpracováním půdy pomocí orby. Až během 60. a 70. let minulého století, začali být některé plochy úspěšně obhospodařovány bez této pomoci. Přesto se orba držela pevně na prvním místě až do 90. let, kdy diskuse, zda orat či neorat, byly spíše emoční záležitostmi. V 90. letech se poté díky tlaku ekonomiky na zemědělství rozvinuly různé studie a výzkumy na toto téma, opodstatněné mnoha přednostmi zpracováním půdy bez pluhu a lepší použitelnost technologií předseťové přípravy a setí. Dnes stále stoupá podíl orné půdy obhospodařované metodou bez orby. Cílem je nalézt optimální systém a intenzitu zpracování půdy, který by byl schopen orbu nahradit při zachování příznivého vlivu na půdu s nesníženými výnosy. Dále zjistit, jaká intenzita obdělávání půdy je potřeba, abychom hospodárně dosáhli co největších výnosů. Toto kritérium splňuje i orba radličným pluhem (Kumhála, a další, 2007).

Dvě základní myšlenky půdoochranné technologie jsou založeny na využití bezorebných technologií zpracování půdy, které mají za úkol redukci intenzity běžného (konvenčního) zpracování půdy co se týče hloubky, a počtu přejezdů mechanizací. Dále ponechání zbytků rostlin (reziduí) například posklizňových zbytků (slámy), umrtvené nadzemní biomasy meziplodin na povrchu půdy, nebo jejich zapravení do mělké části ornice (Kumhála, a další, 2007).

V rámci zlepšení pěstitelských systému širokořádkových plodin, jsou celosvětově hledány nové technologie, které by zlepšili energetickou a ekonomickou efektivitu zpracování půdy. V Evropě je kladen důraz na odstranění degradačních procesů půdy, obzvláště eroze a na zvýšení infiltrace vody do půdy. Dále je kladen důraz na zmírnění utužení půdy. Výše uvedené podmínky splňuje mimo jiné i metoda pásového zpracování půdy (strip-till) (Brant, a další, 2016).

2 Cíl a metodika práce

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je popis metody pásového zpracování půdy označované jako Strip-till a zhodnocení jejich výhod a problémů v podmínkách českého zemědělství.

2.2 Metodika

Studium dostupných informací o moderní metodě pásového zpracování půdy (Strip-till) z literárních i jiných (především internetových) zdrojů u nás i v zahraničí. Zhodnocení výhod a nevýhod této metody zpracování půdy z různých hledisek (energetická náročnost, technická vybavenost, eroze, ochrana rostlin, hospodaření s půdní vláhou atd.). Posouzení vhodnosti metody v podmínkách zpracování půdy a pěstování rostlin v ČR.

3 Metody zpracování půdy

Dříve se zpracování půdy rozdělovalo do 4 skupin:

1) Základní zpracování půdy

Kde byla zahrnuta orba a podmítka a její ošetření vláčením, nebo válením.

2) Předseťová příprava,

Kde bylo provedeno smykování, vláčení, drcení hrud, válení a kypření půdy.

3) speciální úpravy,

Toto se používalo v zahradnictví, jako kompostování, balíčkování a dezinfekce půdy.

4) meliorace a terénní úpravy

Zvláštní skupina, kterou tvořili meliorace a terénní úpravy

(Novotný, 2019).

Dnes se používá název plošné zpracování půdy, nebo jen zpracování půdy. Je několik metod, kterými se dá půdy zpracovávat. Avšak při jejich volbě je nutné brát ohled na půdní vlastnosti, klimatické podmínky našeho podnebí, nároky pěstované plodiny na půdní prostředí a aktuální stav půdy. Na těžších půdách ve vlhčím a chladnějším podnebí, je velmi obtížné udržet potřebnou pórovitost a objem hrubých nekapilárních pórů v půdě. Na druhé straně na lehčích půdách s teplejším a sušším podnebím, kdy má půda vyšší propustnost vody, je potřeba vytvořit co nejlepší podmínky pro její absorpci a udržení vody v půdě. Zde je proto vhodné snížení intenzity a hloubky zpracování půdy, případně ponechat její části bez zpracování. S vyšší objemovou hmotností půdy a menší intenzitou zpracování půdy se zvyšuje objem kapilárních pórů a poměr mezi vzdušnou a vodní kapacitou půdy se mění ve prospěch vodní kapacity (Rytlíř, 2007). Metody zpracování půdy se dají rozdělit na dvě základní skupiny. Metoda zpracování půdy s orbou (konvenční) a bez orby (minimalizační).

3.1 Konvenční zpracování půdy

Jde o klasické, mnoho let využívané a zdokonalované zpracování půdy, které můžeme začít podmítkou. Podmítkou je poté každoroční zpracování půdy provedené orbou, (mělkou, nebo střední) za pomoci radličných pluhů. Orba nám zajistí rozdrobení, prokypření, obracení půdy, zapravování posklizňových zbytků a plevelů do půdy a jejich promíchání s půdou. Po orbě přichází předseťová příprava, která může být spojena s procesem setí.

Předseťová příprava může být prováděna nejčastěji kombinátory, vláčením, nebo aktivními kypřiči (rotační brány) v kombinaci se secím zařízením. Při setí se setkáme nejčastěji s radličkovými secími botkami s tupým úhlem vnikání do půdy (Rytíř, 2007; Kumhála, a další, 2007).

Tato metoda se používá nejčastěji v menších podnicích u soukromých zemědělců, nebo u podniků které si nemohou dovolit moderní techniku. Dále se tato metoda oprávněně používá v oblasti s těžšími půdami, kde je potřeba každoročně kypřit. Další opodstatněné použití tohoto druhu zpracování půdy, je pro zaorání chlévského hnoje v těžkých půdách (Rytíř, 2007).

Konvenční zpracování půdy se vyznačuje tradičním způsobem obdělávání půdy, které lpí na stávajících zvyklostech, které dnes již v mnoha podnicích plně nesplňují požadavky především na rychlost a kvalitu založení porostů. Dále se vytrácejí některé původní klasické znaky konvenčního zpracování půdy, protože je možné spojit více operací dohromady, a tak ušetřit. Například předseťovou přípravu a setí, nebo při samotné orbě drcení hrud a urychlování tak přirozeného půdního sléhávání (Rytíř, 2007). Na obrázku 1 můžeme vidět orbu pětiradličným neseným pluhem Kverneland s kombinací drtiče hrud, pro zrychlení procesu přirozeného sléhávání půdy.



Obrázek 1. Orba neseným oboustranným šestiradličným pluhem Kverneland se spojením operace drcení hrud. (foto autor)

3.1.1 Orba

U konvenčního zpracování půdy je základním nástrojem orba pomocí radličného pluhu. Právě orba je velmi diskutovaným tématem, zda je přínosná či ne. To nelze jednoznačně určit. V žádném případě nelze říct že by orba poškozovala půdu, nebo ji erozně ohrožovala a podobně. Tato technologie je velmi kvalitativně náchylná na správné podmínky provedení, jako je směr jízdy, nastavení pluhu, lokální podmínky a další. Z hlediska protierozního, je orba vnímána jako riziková. To ale nemusí být vždy pravda. Správně provedená orba i na svažitém pozemku, za předpokladu že orbu provádíme ve správném směru jízdy a ornice je dostatečně hřebenitá, je z hlediska zachytávání vody přínosná. Větší riziko pak představuje půda po předseťové přípravě, kdy je povrch půdy hladký. Dalším rizikem orby je zhutnění půdy. Důvodem je nárůst hmotnosti zemědělských strojů, nebo nevhodné půdní zásahy. To bývá zapříčiněno mnoha faktory. Nejčastěji nevhodným zpracováním a špatně zvoleným termínem pracovních operací. To platí pro konvenční i pro bezorebné systémy zpracování půdy. Tudíž za předpokladu správného dodržení podmínek a pracovních postupů, můžeme říct, že je orba přínosná. Záleží vždy na zemědělci a jeho zvážení a lokálních podmínkách hospodaření (Novák a Mašek, 2018).

Ve velkých zemědělských podnicích je orba vytlačována z důvodu velké časové a energetické náročnosti (obzvláště na těžších půdách) a dále z důvodů rychlosti a kvality zakládání porostů (obzvláště u ozimých plodin), vyšší ekonomické náročnosti pro nutnost čtenějších operací (opotřebení techniky, plat zaměstnanců). Za další nevýhody se dají považovat výše zmíněná rizika eroze půdy, utužení podorničí, v suchých oblastech k dočasnému snižování obsahu vody v ornici. Na kamenitých půdách dochází k vytahování štěrku a kamenů do povrchové vrstvy. Na druhé straně orba s sebou přináší mnoho výhod. Na půdách s velkou rezervou živin v organické hmotě, která díky orbě rychleji mineralizuje, jsou živiny lépe využívány rostlinami a snižují tak náklady na průmyslová hnojiva. V místech, kde dochází k rychlému povrchovému okyselování ornice, má orba příznivý vliv na regulaci pH, tím že se při obracení a mísení půdy pH rozřěďuje. Využití orby se dále dá najít v místech silnějšího zaplevelení vytrvalými plevely jako je pýr plazivý, svlač rolní a další. Pluh je jediným zemědělským nástrojem, kterým jsme schopni převracet půdu, zapravovat tak

kvalitně rostlinné zbytky a pevná statková hnojiva a splavené živiny opět dostat zpět na povrch a prohlubovat tak vrstvu ornice (Dokulil, 2008).

Rizikem u konvenčního zpracování půdy je také doba, kdy je půda ponechána v holém stavu bez pokrytí rostlinnými zbytky, nebo po zasetí, kdy je povrch půdy hladký. V tuto chvíli je půda vystavena riziku větrné či vodní eroze, nebo v období silných dešťů dokonce smyvu úrodné ornice z pozemku. Pro zamezení těchto hrozeb používáme minimalizační zpracování půdy, kdy v pracovních postupech vynecháváme orbu a nahrazujeme ji mělkým kypřením, nebo setím do nezpracované půdy.

4 Minimalizační zpracování půdy

Jedná se o technologii zpracování půdy bez orby. Orba je nahrazena mělkým kypřením, s případným ponecháním rostlinných zbytků na povrchu půdy, nebo je možné zpracování půdy před setím úplně vytěsnit a použít technologii přímého setí do nezpracované půdy. V případě potřeby je možnost ornici jednorázově hloubkově prokypřit, bez obracení. Tyto technologie jsou vnímány jako půdoochranné, obzvláště z důvodu zamezení větrné či vodní eroze. U těchto metod je důležité správně nakládat s posklizňovými zbytky a využívat meziplodin. Například při zakládání porostu kukuřice po obilnině je ochranná funkce velkým přínosem. Ve chvíli, kdy na pozemku po sklizni předplodiny zůstane malé množství posklizňových zbytků, hlavně u metody přímého setí, je půdoochranný efekt snížen. Proto je třeba důkladně zvažovat zařazení ochranných efektů před nežádoucími vlivy, především před erozí a různorodostí místních podmínek, které se vyskytují v české republice (Hůla, a další, 2008).

Díky prokypření vrchní vrstvy ornice přerušíme přirozené kapilární cesty, kterými může voda samovolně vzlínat ze spodní vrstvy ornice, a zároveň se zlepši schopnost půdy přijímat vodu. Lepší hospodárnost s vodou, je možné docílit také ponecháním vrstvy mulče na povrchu půdy a menší intenzitou zpracování půdy. Toto má pozitivní vliv i na zamezení vyplavování pohyblivých forem dusíku, a zlepšuje tak stav organické hmoty v půdě (Hůla, a další, 2008).

Dle Hůly, a dalších, (2008), jsou pro zemědělce významné především ekonomické dopady. Minimalizační postupy přináší úspory práce a energie. Díky menšímu počtu operací a možnosti větších záběrů strojů (vyšší výkonnosti) je zapotřebí méně zaměstnanců v zemědělských podnicích a organizace práce je lehčí. Dnes je již na trhu nepřeberné množství strojů a strojních linek pro minimalizační zpracování půdy, se širokou škálou možností uzpůsobit stroj konkrétním podmínkám a zajistit tak rychlé a kvalitní zakládní porostů.

4.1 Minimalizace s kypřením

Metoda minimalizace s kypřením spočívá v nahrazení orby mělkým kypřením, do zvolené hloubky, bez převrácení půdy. V případě potřeby je možné půdu jednorázově hlobkově prokypřit. Kypřiče mohou být osazeny různými typy kypřících nástrojů, které určují stupeň, jakým mají být rostlinné zbytky zapraveny do půdy a kolik rostlinných zbytků chceme nechat na povrchu půdy (Křen, a další, 2015).

4.2 Konzervační (ochranné) zpracování půdy

Konzervační zpracování půdy je technologie zpracováním půdy, kde je orba vynechána. Mělké kypření bez převrácení zpracovávané půdní vrstvy, zde plně nahrazuje orbu. Základním strojem pro zpracování půdy je kypřič, který může mít různé druhy pracovních nástrojů, podle požadavků na ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy, nebo míře jejich zapravení do půdy. V povrchové vrstvě půdy a na ní, jsou celý rok uchovány rostlinné zbytky. Ty by na povrchu půdy měli být celoročně rozmístěny, a to v poměru nejméně 30% pokrytí plochy (Kumhála, a další, 2007).

4.3 Přímé setí

U metody přímého setí do nezpracované půdy, jak už napovídá název, odpadá jakékoliv zpracování půdy a proces setí následuje po sklizni hlavní plodiny. Pro metodu přímého setí využíváme speciálních seček, které jsou schopné osivo uložit do sečkou vytvořených rýh nezpracované půdy, skrz rostlinné zbytky (Kumhála, a další, 2007).

4.4 Setí do hrůbků

Tato metoda se využívá hlavně v USA (Ridge tillage) a spočívá v setí speciálními stroji do hrůbků u širokořádkových plodin. Hrůbky se mohou vytvářet na podzim nebo přímo při setí a mohou mít životnost i několik let, nebo se mohou každým rokem obnovovat. Povrch půdy zůstává ze 40-70 % pokryt rostlinnými zbytky (Křen, a další, 2015).

4.5 Technologie zpracování půdy s využitím mulče

Tato metoda je opět hojně využívána hlavně v USA (Mulch-tillage) a začíná zpracováním, tzv. podřezáním strniště, které má za úkol nadzdvihnout zeminu a ponechat posklizňové zbytky, nebo zbytky rostlin na povrchu půdy. Pro tuto metodu je zapotřebí speciálních strojů nejčastěji s šípovými radličkami. Po zasetí zůstává povrch pokryt rostlinnými zbytky ze 30-60 % (Křen, a další, 2015).

5 Metoda zpracování půdy strip-till

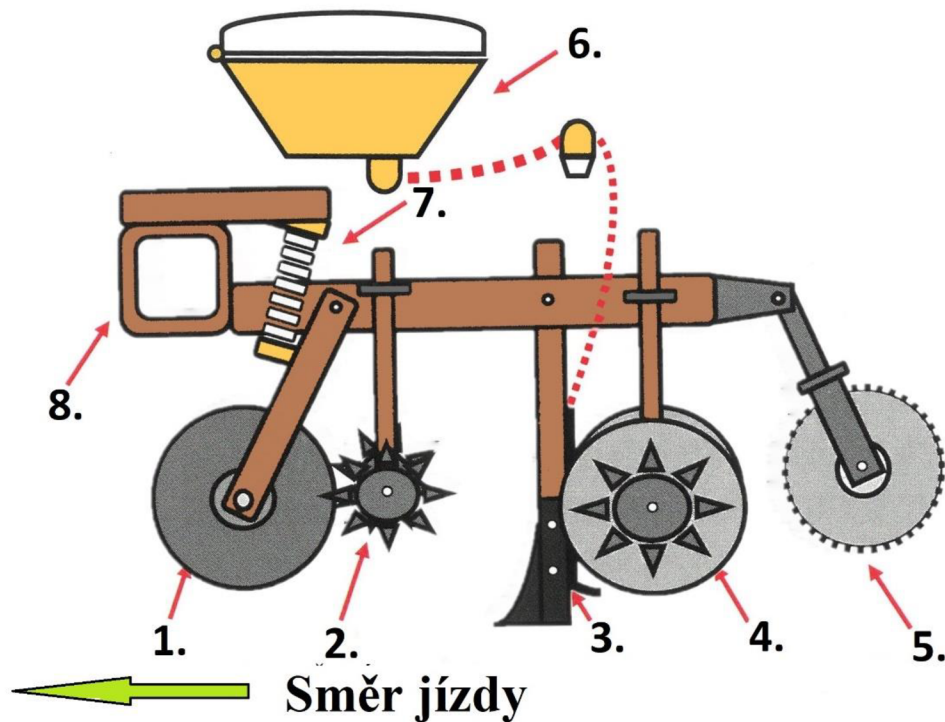
Pásové zpracování půdy (strip-till) je zpracování půdy v pruzích kdy v prostorách mezi pruhy zůstávají celoročně posklizňové zbytky. Metoda pásového zpracování půdy kombinuje výhody plošného zpracování půdy a setí do nezpracované půdy (no-till). Původ slova strip-till je z angličtiny kdy část slova strip znamená pruh nebo pás a tillage znamená kypření. Tato metoda byla oficiálně uznaná v roce 1998 v USA. Důvod vzniku byl optimalizace setí do nezpracované půdy a úspora času oproti konvenčnímu zpracování půdy. Tuto metodu je možné zařadit k minimalizačním metodám zpracování půdy.

5.1 Princip technologie

Brant, a další, (2016) definuje metodou strip-till jako „půdu zpracovávanou v pruzích, ve směru řádků následně vysévané plodiny“. Řádky se od sebe pohybují v rozmezí od 0,4 m až do 0,9 m. Přičemž při použití rozteče 0,7 m a více, by neměl podíl obdělávané plochy přesáhnout jednu čtvrtinu pozemku. Podíl obdělávané půdy závisí na rozteči a šířce samotného obdělávaného řádku, který může být široký v rozmezí od 0,15 do 0,4m podle orničního profilu, stavu půdy, pokrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky, jejich množství a velikostí.

Na obrázku (2) můžeme vidět názorný náčrt stroje pro pásové zpracování půdy. Při práci stroje s půdou, nejdříve prořezávací disk (1) prořízne povrch půdy a do značné míry se podílí také na vedení stroje, nebo se o něj stroj může dokonce opírat. Můžeme se setkat také s tzv. pomocnými opěrnými kotouči po jeho stranách, které se starají o opření stroje a rovněž pomocí nich můžeme nastavit hloubku vnikání do půdy prořezávacího disku. Za prořezávacím diskem jsou umístěny odhrnovače rostlinných zbytků, (2) které jsou většinou hvězdicovitého tvaru různé konstrukce. Ty mají za úkol vyčistit obdělávaný pás půdy od rostlinných zbytků. Následně je půda kypřena dlátem, nebo radlicí (3). Součástí kypřícího nástroje (3) může být aplikátor kapalných nebo tuhých hnojiv, který umožňuje přihnojení v řádku. Za kypřícím nástrojem jsou umístěny 2 omezovací talíře (4) zamezující úletu půdy od kypřícího nástroje. Ty dále drobí hroudy a přihnují půdu zpět do řádku. Jako poslední nalezneme zařízení, které se stará o urovnání a utužení horní vrstvy půdy (5). Pro možnost přihnojování může být na rámu stroje umístěn také zásobník hnojiva (6), nebo může být umístěn zásobník (tank) do

předních ramen traktoru, který nám zajistí lepší rozložení váhy, a tak i lepší tahové vlastnosti traktoru. U strojů s velkými záběry, které se v Evropě spíše nepoužívají, může být tank také táhnut na vlastním podvozku za strojem. V Evropě se využívá nejčastěji pevných minerálních hnojiv, a tak se u nás setkáme spíše s tankem ve předu na traktoru. Popřípadě při využití tekutých statkových hnojiv (kejda, digestát) můžeme nalézt stroje se zásobníkem uprostřed (Brant, a další, 2016). Jednotlivé sekce stroje mohou být jištěny (7), aby se zamezilo případnému poškození stroje. Jednotlivé výš zmíněné pracovní nástroje jsou ve většině případů individuálně nastavitelné, abychom mohli stroj co nejlépe přizpůsobit různým půdním podmínkám a docílit tak ideální intenzity jejího zpracování. Jednotlivé sekce jsou potom připevněny k robustnímu rámu (8).



Obrázek 2 rozmístění pracovních nástrojů na stroji pro klasické pásové zpracování půdy

(1 Prořezávací disk; 2 odstraňovač rostlinných zbytků; 3 Kypřicí nástroj s aplikátorem hnojiv; 4 kypřicí a omezovací disky; 5 rovnací a utužovací válec; 6 zásobník hnojiva; 7 jištění pracovní sekce; 8 rám stroje (Brant, a další, 2016)

Pásové zpracování je lepší provádět s pomocí RTK nebo DGPS navigace s přesností alespoň 5 cm, (+-2.5 cm) kdy první přejezd soupravy zaznamená trajektorii a ta je následně použita pro přesné setí do obdělávaných pruhů. Navádění secího stroje pomocí navigačních systémů je výhodou ve ztížených podmínkách, například na svažitéch pozemcích se složitějším terénem. Další výhodou může být vynechání vždy jedné jízdy na souvratích, pro

snazší otáčení soupravy a menší utužení půdy na souvrati v souvislosti s menší plochou přejeté půdy. Přesné setí je důležité z důvodu přesného uložení osiva do prokypřeného pásu (Hůla, a další, 2016).

Na obrázku (3) je detailní fotka sekce stroje pro pásové kypření, se kterým mám osobní zkušenost. Stroj na obrázku je od značky Kverneland kultitrip o záběru osmi řádků (6 metrů), s možností využití přihnojení a zásobníkem hnojiva v přením třibodovém závěsu traktoru. Na stroji je vidět široká škála nastavení pracovních nástrojů, pro lepší přizpůsobení půdním podmínkám při práci stroje.



Obrázek 3 Stroj pro pásové zpracování půdy Kverneland kultitrip (foto autor)

5.2 Technologické požadavky při zpracování půdy

U pásového zpracování půdy platí, že kvalita práce strojů jako u konvenčního zpracování půdy, je závislá na půdních podmínkách. Na obrázku (4) můžeme vidět ideální stav kypřeného pásu, kdy světle hnědý klín znázorňuje prokypřený pás (Brant, a další, 2020).



Obrázek 4 . Ideální stav kypřeného pásu (Brant, a další, 2020)

Při práci stroje by měla být půda kypřicí radlicí vyzvednuta, řádně prokypřena a vrácena zpět do zpracovaného řádku. Při špatném seřízení stroje hrozí přepadávání půdy přes kypřicí kotouče, nebo její vyhazování mimo pracovní zachytnou plochu kotouče. Tento příklad můžeme vidět na obrázku (5). Příčinou vyhazování zeminy mimo kypřený pás může být špatný úhel omezovacích talířů, příliš velká hloubka zpracování, nebo nevhodná vzdálenost omezovacích talířů od slupice radličky. Při vyhazování zeminy mimo kypřený pás vzniká ve středu pásu žlábek, který následně může zvyšovat odtok vody z pozemku a negativně ovlivňovat práci secího stroje. Překrytí rostlinných zbytků v meziřádku rozhozenou půdou dále přispívá ke zvýšenému riziku odnosu zeminy a snižuje půdoochranný efekt mulče, včetně rozvoje plevelů (Brant, a další, 2020).



Obrázek 5 Vyhrozená půda mimo řádek vlivem špatného seřízení stroje (Brant, a další, 2016)

Při práci na těžkých půdách s vysokou vlhkostí hrozí pouhé proříznutí půdy a její utužení, bez efektu prokypření. Jak můžeme vidět na obrázku (6) (C) (Brant, a další, 2020).



*Obrázek 6 Pouze prořízlá půda bez efektu prokypření zpracovávaného pásu
důvodem vysoké vlhkosti půdy (Brant, a další, 2016)*

Nevhodné podmínky mohou také zapříčinit tvorbu velkých hrud a tím i mezipůdních prostor naplněných vzduchem ve spodních vrstvách půdy, které následně negativně ovlivní rozvoj rostlin. Obrázek (7) Tyto problémy jsou opět typické pro těžší půdy ale i pro půdy střední, při zpracování na jaře s nedostatečně vyschlým půdním profilem.



Obrázek 7 Zpracování za nevhodných podmínek, tvorba vzduchových kapes (Brant, a další, 2016)

U jarního pásového zpracování půdy bychom měli věnovat pozornost především zpětnému utužení prokypřené ho pásu (Brant, a další, 2020).

Důležité je také správné seřízení odhrnovačů posklizňových zbytků, aby nedocházelo k akumulaci organické hmoty v kypřeném řádku, viz obrázek (8) (Brant, a další, 2016).



Obrázek 8 Málo odhrnuté rostlinné zbytky z kypřeného pásu (Brant, a další, 2016)

5.3 Typy pásového zpracování půdy

Je možné rozdělit několik systémů, které se liší určitými specifikacemi podle různých požadavků na pěstování jako jsou půdní podmínky, struktura krajiny, pěstované plodiny a podobně (Brant, a další, 2016).

V Severní Americe je možné najít rozdělení podle hloubky kypření a šířky zpracovaného pásu. Strip-till je definován jako kypření pásu, bez ponechání rostlinných zbytků, širokého přibližně 0,15 m a hloubkou kypřeného pásu 0,1-0,2 m. Současně s kypřením je ukládáno hnojivo. Dále zaznamenat systém mělkého kypření pásu označeným jako zone-tillage, kde se hloubka zpracování pohybuje od 25 do 50 mm pásu širokého přibližně 0,2 m (Sundermeier a Reeder, 2006).

V Evropě se můžeme setkat s obdobným využitím kypření mělkých pásů, a to ve Švýcarsku na svažitéch pozemcích u pěstování kukuřice, kdy se pásy frézují. Speciální stroj s děleným frézovacím válcem, zpracovává půdu do hloubky potřebné pro uložení osiva a plodinu zaseje spolu s postřikem herbicidu. Tato metoda se využívá pro zakládání porostů do trvalých travních porostů a porostů trav, založených především na podzim na orné půdě (Brant, a další, 2016).

Klasické pásové zpracování půdy, nebo také nazýváno konvenční strip-till je u nás nejvíce rozšířený u širokořádkových plodin, ale je možné se setkat i s jinými plodinami jako například řepka. V rámci Evropského intenzivního zemědělství se systém pásového zpracování upřednostňuje před setím do nezpracované půdy a vznikají systémy označované jako intenzivní strip-till. Z důvodu modifikací pásového zpracování půdy se můžeme setkat s plodinami vysévanými do užších řádků jako je výše zmíněná řepka. Vznikají tak nové systémy označované též jako metoda strip-till (Brant, a další, 2016).

5.3.1 Konvenční pásové zpracování půdy

Jedná se o nejrozšířenější typ pásového zpracování půdy, kdy je podle typu předplodiny kypřeno nezpracované strniště, případně do strniště upraveného mulčovacemi branami po předplodině. Tato metoda má největší význam u větší šířky meziřádků, kde je více prostoru pro ukládání posklizňových zbytků, odrhnutých z prokypřených pásů. To má význam hlavně za předpokladu, že na povrchu půdy po předplodině zbylo velké množství posklizňových zbytků. To je užitečné při opakovaném pěstování zrnové kukuřice, kdy na pozemku zůstane výrazné množství masivních posklizňových zbytků. Řádně odhrnuté zbytky také mohou pomoci k orientaci při následném setí bez přesné navigace, kvalitnímu vysetí a k dobrému vzcházení rostlin. Dostatečné množství posklizňových zbytků má také příznivý vliv na protierozní ochranu půdy. Při správném nastavení omezovacích a kypřících kotoučů do velké míry nezáleží na použití určitého typu radliček nebo dlát a je možné značnou část posklizňových zbytků a biomasy ať už vymrzající či nevymrzající předplodiny zapravit do půdy (Brant, a další, 2016).

5.3.2 Intenzivní pásové zpracování půdy

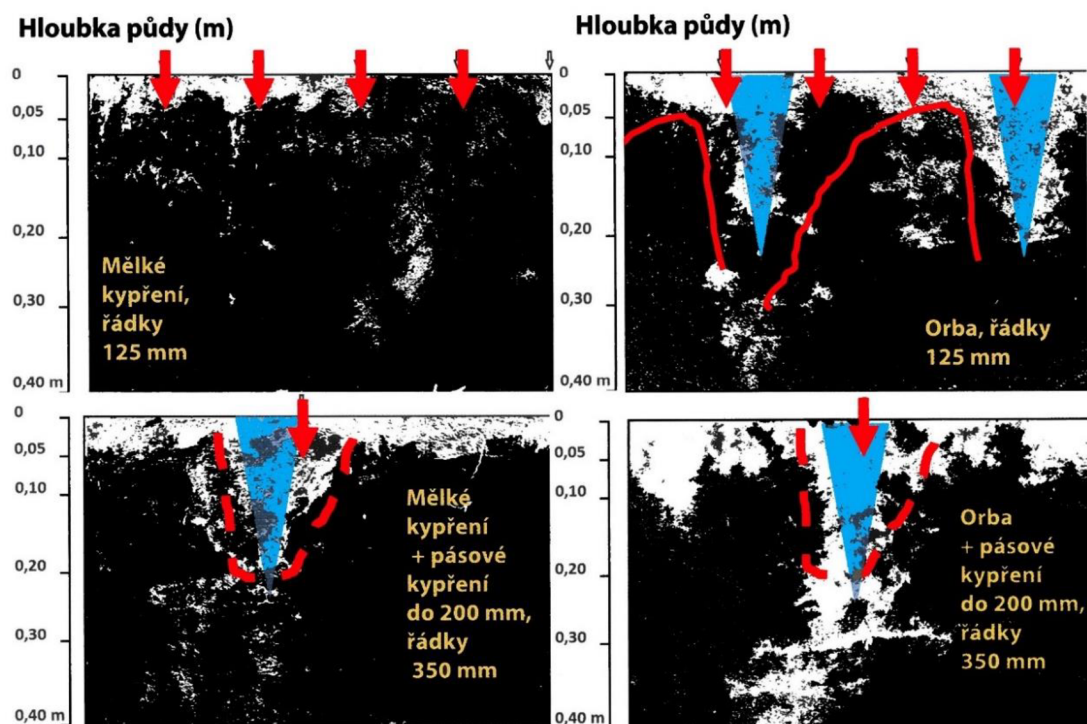
Intenzivní pásové zpracování půdy je využíváno převážně v Evropě, na rozdíl od konvenčního pásového zpracování, je tato metoda spojena s mělkým plošným kypřením, kde je možné současné vysetí meziplodiny, a které má za úkol zajistit kvalitněji rozdrobenou půdu v horní vrstvě pásů čímž získáme kvalitnější seťové lože. Plošné kypření mimo jiné přispívá k rovnání pozemku a zlepšuje tak podmínky pro případné celoplošné zpracování půdy. Následující meziplodina tak má příznivější podmínky pro vzcházení a následný rozvoj.

Předpokládá se, že v Evropě bude tento způsob zařazen na jednom pozemku jednou za dva až tři roky a ne každoročně. Podle pěstovaných plodin a s ohledem na dodržení agrotechnických lhůt (Brant, a další, 2016).

5.3.3 Modifikované zpracování půdy

Modifikované strip-tillage je možné využít pro rostliny seté na úzko jako je například řepka, mák nebo i obilniny. U řepky je tato metoda zkoušena již delší dobu, a to u řádků širších než 0,25 m. U obilnin je poté zakládání porostů složitější z důvodu zachování struktury porostu, a tudíž je nutná modifikace této metody. Možností je vysévání do řádků o rozteči 125-200 mm a kypření je pak prováděno hlubší, s ukládáním hnojiv do meziřádků s dvojnásobnou roztečí. U vyšší rozteče řádků nad 0,25m hlavně u ozimé řepky je kypřeno v místě následného setí do větší hloubky, a to z důvodu rozvoje kulovitého kořenového systému. Avšak pro zpracování písčitých půd kypříči, je vhodné udělat výjimku a podle půdních podmínek upravit hloubku kypření v rozmezí od 50 do 200 milimetrů. Metoda strip-till nachází využití i v oblastech kde se půda zpracovává orbou. Na oraných pozemcích vede touto metodou k zvýšení homogenity půdního prostředí, což má pozitivní vliv na vývoj rostliny. Základní cíle se oproti klasickému pásovému zpracování půdy nemění. Jedná se o změnu půdního profilu prokypřením ve prospěch vsakování vody. Nebo naopak zamezení vodního stresu jejím vzlínáním ke kořenům rostliny. V podzimním období jde o lepší rozvoj kořenového systému řepky. Naopak u obilnin je lepší nechat půdu kyprou z důvodu odlišnosti kořenové anatomie. Naopak u obilnin, které mají odlišný kořenový systém, slouží kypření pro jejich lepší rozvoj a k ukládání hnojiva do meziřádků. Obilniny nepotřebují kypřit přímo v místě pod rostlinou. Aplikace hnojiv doposud není známa svou dávkou a formou. Hnojivo by zde mělo zabezpečit lepší rozvoj rostliny před zimou a na začátku jara ji zásobit živinami pro lepší růst. U řepky ozimé je ovlivněn rozvoj kořenového systému především technologií základního zpracování půdy. K hlubšímu zakořenění rostlin jednoznačně napomáhá prokypření v místě následného vysetí rostliny. Pozoruhodný je vliv infiltrace vody na použitou technologii zpracování půdy v místě set'ového lože. Z obrázku (9) je patrné že různé kypření má vliv na infiltraci vody v místě kypřeného pásu. To že na oraných plochách i po provedení předset'ové přípravy, zůstává patrný vliv provedené orby je známým faktem. (na obrázku (9) orané plochy řádky po 125 mm) U orby prováděné na půdě s nevyhovující vlhkostí se tvoří kompaktní skývy, které zamezují infiltraci vody do půdy. Voda pak proudí

místy mezi hřebeny brázd a skývami. Poté záleží, zda se rostlina nachází v místě kompaktní, utužené skývy, nebo v kypré části půdy mezi skývami. Strip-tillage je v tomto ohledu výhodný, protože homogenizuje půdní vrstvu v místě následného vysévání plodiny. To přispívá k tvorbě lepšího kořenového systému a homogenizaci porostu. Obdobný efekt má plošné kypření půdy, avšak bez obracení půdy. U rostlin s vysokou plasticitou (řepka) zvýšení homogenity porostu příznivě ovlivňuje výnos porostu (Brant, a další, 2015).



Obrázek 9 Vliv modifikovaného strip-tillage na infiltraci vody po výsevu řepky ozimé

(bílá barva zaznamenává pronikání vody do půdního profilu, červené šipky řádky zaseté plodiny, modré trojúhelníky poté místo největšího průniku vody do půdy, přerušované červené křivky znázorňují vliv pásového kypření na půdní profil, a nepřerušované křivky znázorňují vliv orby, resp. jednotlivých skýv na infiltraci vody do půdy (Brant, a další, 2016)).

Technologie modifikovaného strip-tillage přispívá k lepšímu rozdrobení vrchní části ornice a snížení jejího utužení. Při použití flotačních nebo rozdvojených pneumatik či pásů při setí nebo i při předseťové přípravě, vede ke snížení celkového tlaku techniky na půdu, avšak v případě širších pneumatik, zvětšujeme objem přejeté plochy pozemku. Nižší tlak traktorů na půdu a jejich lepší rozložení váhy snižuje utužování podorničí při práci na poli. Avšak vrchní vrstvu neochrání. Obzvláště na lehčích půdách v okamžiku, kdy je půda vlhká.

Nesmíme zapomenout na kypřicí stroje využívané u předseťových příprav, které také přispívají k utužení půdy. Kypřicí radličky za správných podmínek do jisté míry kypří i půdu pod osivem, a tak zasypávají vzniklé rýhy rozdrobenou půdou. Rizikem jsou velmi utužené půdy, kde nemusí docházet k plnému zahrnutí řádku půdou. Nesmíme zapomenout také na secí stroj, který do jisté míry také přispívá k utužení půdy. Nejnáchylnější secí stroje na utužování půdy, jsou stroje na setí do částečně zpracované půdy a setí do nezpracované půdy. Důvodem je vyšší přítlak secích botek, ale také vyšší přítlak na opěrná kola, nebo pěchovací válce. Kdy největší utužení půdy můžeme očekávat u setí s menší roztečí řádků, a čím víc se řádky od sebe vzdalují tím utužení klesá (Brant, a další, 2016).

5.4 Vliv půdně-klimatických podmínek

Pro metodu pásového zpracování půdy, jsou doporučovány spíše sušší a teplejší oblasti. A to z důvodů podobných jako je tomu u setí do nezpracované půdy, nebo setí do umrtveného, nebo neumrtveného mulče. Hlavními důvody jsou, kvalitnější rozklad akumulované organické hmoty ve svrchní části půdy, lepší podmínky setí, jako například urychlené vysychávání půdy a její ohřev. Další kritérium je zlepšení distribuce vody půdou, respektive její dostupnost ke kořenovému systému rostliny. Ta je dokonce i lepší než u metod s hlubším celoplošným zpracováním půdy, obzvláště v oblastech s negativní vláhovou bilancí. Na vláhové bilanci závisí rozdíl ročních srážek a možného odpaření vody z půdy. Lepší podmínky vykazuje i u zimní větrné eroze, kdy je půda v teplejších oblastech bez sněhové pokrývky náchylnější na erozi. Celkově pro pásové zpracování půdy jsou vhodnější spíše půdy lehké a střední. Velký problém potom mohou tvořit spíše půdy s vyšším obsahem jílovitých částic (Brant, a další, 2016).

Těžší půdy jsou metodou pásovým zpracováním hůře zpracovatelné, a to především z důvodu tvoření utužených hrud a tím i mezipůdních prostor ve spodní vrstvě ornice, což má nepříznivý vliv na vzcházení a poté zásobení rostliny vodou. Důvodem může být nízká vlhkost ornice a nadměrně zhutněná půda. Tento problém se obzvláště projevuje s použitím širších kypřících radlic. Naopak při vysoké vlhkosti půdy se projevuje problém zpracování půdy v pouhém proříznutí ornice a vytvoření rýhy bez požadovaného prokypření, nebo dokonce případnému umáznutí půdy, které má za následek i její utužení. Tyto vlivy se poté negativně projevují po celou dobu vegetace rostliny a mají nepříznivý vliv na její výnos. Utužení ornice

ve větší hloubce, kam půda hůře promrzá, se nemůžeme spolehnout na rozpad hrud, nebo rozrušení utužené části půdy vlivem mrazu, obzvláště ve spodní části ornice (pod hloubku 20 cm). Avšak výhodnější je, obzvláště na těžších půdách, provádět pásové kypření na podzim, za předpokladu ideálních půdních podmínek (Brant, a další, 2016) .

Ovšem problémy mohou nastat i u extrémně lehkých půd, s nízkým podílem jílu, tudíž nízkou soudržností půdy, kdy nedochází ke kypření (Brant, a další, 2016).

5.5 Termíny pro provedení pásového kypření

Vhodné termíny pro provedení pásového kypření se odvíjí od půdně klimatických podmínek, termínu výsevu plodiny, typu plodiny, typu půdního druhu a podobně.

5.5.1 Pásové kypření v podzimmích termínech

Pásové kypření půdy na podzim je vhodnější využívat spíše u středních až těžších půd, z důvodu dostatečného množství času pro rozpad hrud a homogenizaci půdní struktury v kypřeném pásu. Lze také provádět hlubší kypření až do hloubky spodní hranice orničního profilu, tedy 0,35 m z důvodu většího množství času mezi kypřením a setím. Riziko vysušení půdy zde není tak veliké, jelikož se dá očekávat zvýšení půdní vláhly v zimním období. Po provedení klasického pásového zpracování půdy na podzim, zůstává pole v podobě nepodmítnutého strniště, nebo strniště s rozdrčenou slámou. Naopak pro intenzivní pásové zpracování půdy následuje podmítka v závislosti na předplodině. Hloubka podmítky se odvíjí od přítomnosti kolejí a jejich hloubky, výšce strniště, hrubosti posklizňových zbytků, míře zaplevelenosti a vlhkosti. Mělké kypření je možné provést v případě potřeby snížení ekonomické náročnosti, nebo ponechání větší míry posklizňových zbytků na povrchu půdy. Problémem systémů s mělkým kypřením bez obracení půdy a pásového zpracování půdy, je nutnost použití neselektivních herbicidů. Tomu se dá předejít mělkým kypřením po provedené podmítce, po vzejití výdrolu a plevelů následovanou pásovým kypřením. Zde je primárním účelem kypření eliminace plevelů. Pěstování meziplodin u metody pásového kypření se řídí obecně platnými zásadami, jako je vzrůst druhu, rychlost růstu a vymrzání (Brant, a další, 2016).

5.5.2 Pásové kypření na jaře

Hloubka pásového kypření v jarním období by, neměla přesáhnout 20 cm. Kypření je vhodné provádět výhradně na lehkých a propustných půdách. V jarních termínech je velmi vhodné použití dusíkatých hnojiv, z důvodu rizika vysušení půdy a tím tvorby hrubší struktury půdy v kypřeném pásu, který takto setrvává až do doby sklizně. Po jarním pásovém zpracování půdy jsou kypřené pásy velmi dobře viditelné. Velmi důležité je správné seřízení utužovacích a kypřících válců, z důvodu opětovného utužení vrchní vrstvy kypřených pásů. Pokud jsou podmínky pro podzimní kypření velmi nepříznivé, je vhodné kypření přesunout raději na jarní období, kdy je však půda ve spodních vrstvách stále vlhká jako na podzim, ale horní vrstva půdy již bude lépe zpracovatelná. Avšak při jarním kypření, je stále nutné aplikovat neselektivní herbicid už na podzim. I když správně seřízené kypřicí nástroje zapraví posklizňové zbytky či meziplodiny kvalitně do půdy, je nutné dát si pozor na rozvoj výdrolu obilniny, který při vyšších ztrátách při sklizni díky velké růstové aktivitě vytvoří trsy s prorostlými kořeny. Tyto trsy většinou zůstanou v horní vrstvě kypřeného pásu, jelikož je radlice či kypřicí dláto dokáže jen velmi obtížně zpracovat. Při kypření na jaře je nutné věnovat pozornost rozkládající se biomase a plevelům, které se pomaleji rozkládají. Z tohoto důvodu je vhodnější věnovat pozornost likvidaci plevelů již na podzim a zvolit výběr spíše vymrzajících meziplodin, kterými jsou například hořčice bílá nebo svazenka vratičolistá (Brant, a další, 2016).

5.6 Výhody pásového zpracování půdy

Za hlavní výhody lze považovat dle Sundermeiera a Reedra (2006) ochranu půdy v důsledku ponechání rostlinných zbytků v meziřádcích na povrchu půdy, zlepšení půdních podmínek, uložení hnojiv, optimalizované podmínky výsadby. Hlavní využití pásového zpracování půdy v české republice je proti erozi půdy a zlepšení půdních podmínek (zadržení vody v krajině).

5.6.1 Zamezení půdní eroze a hospodaření s vodou

Rostlinné nebo posklizňové zbytky na povrchu půdy v meziřádcích mezi nakypřenými pruhy přispívají ke snížení odparu vody z půdy. Dále nakypřený pás umožňuje snadné vsakování vody do půdy ke kořenovému systému a zároveň okolní nezpracovaná půda v řádku zajišťuje dobrou kapilární vzlinavost vody ze spodních vrstev půdního profilu a tím zásobení rostlin vodou v období sucha. V období sucha je vodní potenciál stabilnější i v neprokypřených meziřádcích a zároveň umožňuje rychlé vsakování vody do spodních vrstev půdy. Pásové zpracování půdy, tak tedy zamezí větrné erozi pomocí přikryté půdy posklizňovými zbytky a zároveň zabrání vodní erozi pomocí kořenového systému v nezpracovaných meziřádcích, zamezí smyvu půdy z pozemku a vodu odvedou do prokypřeného pásu, kde se lépe vsakuje i do spodních vrstev.

Na obrázku (10) je vidět značné poškození půdy vodní erozí. Jedná se o porost kukuřice založený konvenční metodou. Toto je častým problémem na svažitéch pozemcích a v krajních případech dochází i ke smyvu úrodné ornice z pozemku.



Obrázek 10 Vodní eroze na pozemku s konvenčně založeným porostem kukuřice (agrojournal.cz)

Na obrázku (11) je vyobrazen správně založený porost kukuřice metodou konvenčního pásového zpracování půdy. V meziřadí kukuřice můžeme vidět rostlinné zbytky, které chrání půdu před slunečním svitem a tím i před vysušováním půdy. V případě silných dešťů na svažitém pozemku, rostlinné zbytky zmenšují kinetickou energii dešťové vody která se nestačila vsáknout, a tak zabraňují spolu s kořenovým systémem vodní erozi a smyvu půdy z pozemku.



Obrázek 11 Založený porost kukuřice ve vymrzající meziplodině žita metodou Stip-till foto (Šebela, 2020)

5.6.2 Zlepšení půdních podmínek

Metoda pásového zpracování půdy dokáže zlepšit biologickou aktivitu v půdě. Nejen že chrání půdu před erozí, ale během několika let dokáže pomocí množství zapracované organické hmoty zvýšit počet žížal v půdě, které zapracovávají organické zbytky a svými exkrementy zvyšují organickou hmotu v půdě. Pásové zpracování půdy v podrytých pásech vytvoří vzduchové komůrky, kam se může rychle vsakovat a ukládat velké množství vody, která je následně k dispozici kořenům rostoucí plodiny. Zakrytá půda posklizňovými zbytky se nepřehřívá, má snížený odpar vody z půdy a udrží přes zimní období teplejší půdu (Šebela, 2020).

5.6.3 Lepší uložení hnojiv

Při pásovém zpracování půdy, můžeme současně zapravovat kapalná i tuhá hnojiva, minerální i organická (NPK, kejda, digestát). Hnojiva jsou zapravena přímo do půdy ke kořenovému systému rostliny. Můžeme tak snížit dávku hnojiva až o 30 %, aby nebyla příliš velká koncentrace hnojiva na jednom místě. Dusík se lépe absorbuje do půdy a neuniká do vzduchu. Při aplikaci kejdy, tak zamezíme případnému zápachu. Důležitá je hloubka uložení hnojiva, aby nedocházelo ke škodlivé koncentraci hnojiva a kořeny rostly dolu za hnojivem a nebyli v povrchové vrstvě půdy, kde trpí teplem a suchem. Optimální uložení hnojiva je v hloubce 15-20 cm do šíře zpracovaného pásu 25 cm (Šebela, 2020). Při aplikaci tekutých statkových hnojiv, je lepší využít přímo určeného stroje s aplikátorem a zásobníkem hnojiva, který můžeme vidět na obrázku (12.). Stroj pro menší utužení půdy využívá tzv. „krabí chod“.



Obrázek 12 Aplikátor tekutých hnojiv vogelsang (Vogelsang GmbH & Co.KG)

5.6.4 Lepší podmínky pro setí

Pásové zpracování půdy má pozitivní vliv na ohřev půdy po výsevu, především oproti setí do nezpracované půdy se systémem mělkého kypření, a hlavně ve srovnání se systémem setí do předplodiny či meziplodiny vymrzajícího mrtvého či živého mulče. Avšak ve srovnání s pozemky obhospodařovanými konvenční metodou zpracování půdy s orbou, není v podmínkách České republiky jednoznačně prokázán pozitivní efekt pásového zpracování půdy na její teplotu (Brant, 2020).

Za výhodu můžeme také počítat jednoduchou začlenitelnost do osevních postupů a ne příliš velkou finanční náročnost operace. Už jenom z důvodu menšího počtu potřebných pracovních operací (Šebela, 2021).

5.6.5 Nižší ekonomické náklady

Metodou pásového zpracování půdy je šetřen čas a tím i peníze. Při menším počtu potřebných pracovních operací pro založení porostu, za předpokladu správného seřízení stroje, je možné ušetřit pohonné hmoty a pracovní čas obsluhy v průměru o cca 30 % (Šebela, 2021). Nezanedbatelnou položkou je také úspora hnojiv, která se u metody pásového zpracování půdy pohybuje také přibližně okolo 30 % (viz kapitola 4.5.3. Lepší uložení hnojiv). Konvenční pásové zpracování půdy je celkově energeticky méně náročné, z důvodu zpracování půdy pouze v řádku, nikoli plošně. Ušetřit se dá také osivo, kdy například při setí řepky je možné snížit výsevek na 20 rostlin na metr čtverečný.

5.7 Nevýhody pásového zpracování půdy

Jelikož je tato metoda v české republice poměrně nová, tudíž s ní zatím není mnoho zkušeností a většina výzkumů je prováděna za účelem odhalení jejích přínosů, její nevýhody jsou poněkud opomíjeny.

Za nevýhody pásového zpracování půdy, lze považovat nákladnost pořízení strojů, které jsou poměrně nové, a tak mnoho zemědělců nemá možnost si tyto stroje zakoupit použité, takzvaně „z druhé ruky“. Důvodem spojeným s vysokými náklady mohou být také náklady spojené s vhodným vybavením traktorů přesnými navigačními systémy, které jsou zatím také finančně náročné. Za další nevýhodu lze považovat, že v podmínkách české republiky není často úplně vhodné zařadit metodu pásového zpracování půdy do každoročního osevního postupu a jeho použitelnost se omezuje spíše na plodiny širokořádkové, i když v poslední době jsou testovány metody pásového zpracování půdy s možností pěstování řepky, tak využití těchto strojů je dost omezené a v zemědělských podnicích, by tak zpracovávali pouze malou část orné půdy.

Dále je možné uvažovat nevýhody dle minimalizačního zpracování půdy udávaných Hůlou, a dalšími (1997), a to v souvislosti s pomalejším prohříváním půdy v období jara, nutností využití většího množství chemických přípravků, horší použitelností na silně zaplevelené pozemky a nemožností zapravení většího množství organické hmoty, jako například chlévského hnoje.

5.8 Stroje pro pásové zpracování půdy dostupné na českém trhu

V české republice je metoda pásového zpracování půdy poměrně nová, a tak je nabídka strojů na českém trhu menší než například v Americe, kde v sušších oblastech metodu strip-till využívá přes 50 procent farmářů. Přesto i u nás se již najde větší množství výrobců této techniky.

5.8.1 Kverneland Kultistrip

Firma kverneland se svým strojem na pásové zpracování půdy kultistrip, který můžeme vidět na obrázku (13) a detail kypřicí sekce na obrázku (2), umožňuje vysokou škálu nastavitelnosti pracovních nástrojů, je uživatelsky příznivý, celkové nastavení stroje je možné udělat bez použití nástrojů. Hloubku kypření výrobce uvádí od 100 do 300 mm a hloubku zapravení hnojiva 0–200 mm. (Kverneland group czech s.r.o.)

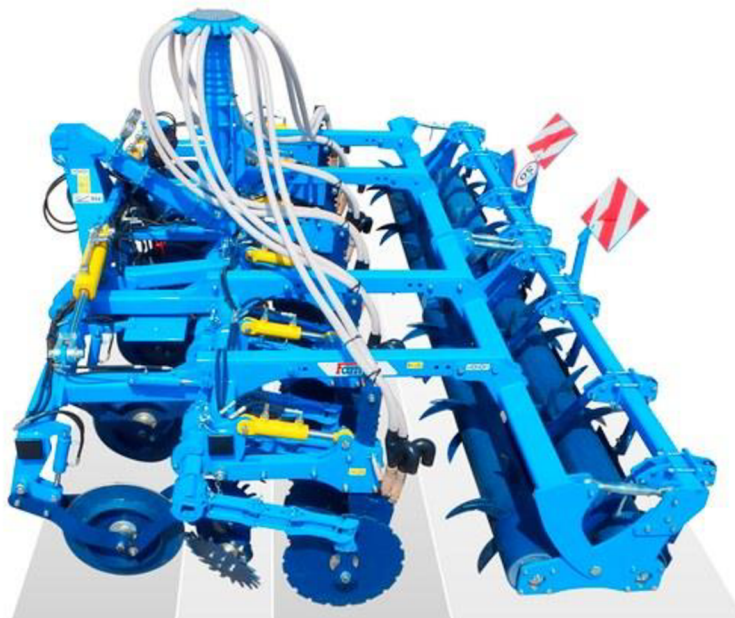
Speciální vlastností je možné odlišné nastavení rozrušování radličky a zapravovače hnojiva. Tudíž je možné měnit hloubku kypření a zachovat hloubku uložení hnojiva, nebo naopak zachovat hloubku kypření a změnit hloubku uložení hnojiva nezávisle na sobě.



Obrázek 13 Kverneland kultistrip (foto autor)

5.8.2 Farmet pásový kypřič strip-till

U pásového kypřiče Farmet si můžeme na obrázku (14) na první pohled všimnout jiného druhu rovnacího a utužovacího válce. Ten má za úkol rozmělnění hrud a utužení vrchní vrstvy nakypřeného řádku. Stroj je osazen předním prořezávací diskem o průměru 500 mm odhrnovači rostlinných zbytků o průměru 370 mm a omezovacími kotouči o průměru 600 mm. Hloubka kypření se pohybuje od 200–350 mm (Farmet s.r.o.).



Obrázek 14 Farmet pásový kypřič strip-till (Farmet s.r.o.)

5.8.3 Bednar strip-master ZN a terra-strip ZN

Strip-master od firmy Bednar, který je vyobrazen na obrázku (15) je možné mít s roztečí řádků 80 cm, 75 cm, 70 cm, 50 cm a 45 cm a zpracovává hloubku od 50 do 350 mm. Výrobce udává potřebný výkon pro osmiřádkový stroj 240-280 koňských sil. Jednotlivé sekce jsou připevněny pomocí paralelogramů pro lepší kopírování terénu. Kypřicí radlice je samostatně hydraulicky odpružená. Stroj lze přizpůsobit pomocí různých pracovních částí, odlišným půdním podmínkám dle přání zákazníka. Firma Bednar ve svém portfoliu nabízí ještě stroj Terra-strip ZN který umožňuje zpracovávat pásy až do hloubky od 200 do 550 mm s možností roztečí řádků buď 45 a 50 mm nebo 70 a 75 mm. Potřebný výkon potom výrobce udává 300–460 koňských sil (Bednar FMT s.r.o.).



Obrázek 15 Bednar stripmaster EN (Bednar FMT s.r.o.)

5.8.4 Kuhn Striger

Na obrázku (16) můžeme vidět stroj Striger pro pásové zpracování půdy od firmy Kuhn. Stroj striger umožňuje též zpracování půdy v pruzích o rozteči 80, 75, 70, 50 a 45 mm s hydraulicky jištěnými sekcemi a možností zpracování půdy do hloubky 250 mm. stroj je možné přímo osadit zásobníkem hnojiva (Kuhn center CZ a.s.).



Obrázek 16 Kuhn striger se zásobníkem hnojiva vzadu (Kuhn center CZ a.s.)

5.8.5 P&L Eco tiller a Seed tiller

Firma P&L Biskupice má ve svém portfoliu stroj pro pásové zpracování půdy Eco tiller, který je možné doplnit o výsevní ústrojí. Poté se stroj vyobrazený na obrázku (17) nazývá Seed tiller. Výsevní jednotka pracuje na principu secího stroje do nezpracované půdy, nebo za pomoci deflektoru se zavlačováním. Výsevní ústrojí může být buď pneumatické, hydraulické, nebo elektrické (P&L, spol s.r.o.).



Obrázek 17 P&L Seed tiller stroj pro pásové zpracování půdy s výsevním zařízením (P&L, spol s.r.o.)

6 Posouzení vhodnosti metody pásového zpracování půdy v podmínkách ČR

I když tato metoda byla vyvinuta v U.S.A., původně především pro tamní nepříznivé, hlavně suché podmínky a velké lány, spíše za účelem zlepšení zpracování půdy oproti metodě přímého setí (no-till), a zintenzivnění tak rostlinné produkce, v Evropě našla své postavení spíše jako půdoochranná technologie. Česká republika oproti suchým oblastem U.S.A. netrpí takovým nedostatkem vláhy, a tak se u nás metody přímého setí tolik nerozvinuly. Tudíž naše nahlížení na metodu strip-till může být odlišné. V našich podmínkách strip-till přináší spíše výhodu protierozních opatření. V důsledku klimatické změny jsou však i u nás stále sušší období a v důsledku toho jsme již nuceni také lépe hospodařit s vodou v půdě.

S plánovaným příchodem nových nařízení s ohledem na snižování počtu chemických přípravků a hnojiv a zvyšování jejich cen, budou čeští zemědělci nuceni přemýšlet o úspoře nákladů se zachováním životaschopné produkce. Možností, jak toho docílit bude určitě mnoho. Záležet bude na možnostech financování technologií do moderního precizního zemědělství. A právě metoda strip-till s ohledem na půdní podmínky a podmínky podnebí, bude jednou možností, jak docílit těchto úspor. Už z pohledu precizního zemědělství vyžívající přesného setí, s přesným naváděním do řádků, cílené uložení hnojiva do půdy, zadržování vody v půdě a protierozním opatřením bude jistě hrát velkou roli. (Šebela, 2021). Zatím mnoho zemědělských podniků tuto metodu zkouší, a využívá proto spíše zemědělských služeb. Ale najdou se i podniky, které metodu pásového zpracování půdy již plně začlenily do svých osevních postupů, a stroj na pásové zpracování půdy vlastní. Je jen otázkou času, než se tento systém dostatečně ověří a dostane se do povědomí širší veřejnosti mezi zemědělci.

Pásové zpracování půdy se nejčastěji používá pro pěstování kukuřice, a to jak silážní, tak na zrno. Touto metodou lze pěstovat také většinu širokořádkových plodin jako například slunečnici roční, nebo čirok obecný, s roztečí řádků nejčastěji 0,75 m. V případě pěstování cukrové řepy, nebo ozimé řepky, jsou preferovány rozměry 0,45m (Brant, a další, 2016).

Z výzkumu vedeným panem docentem Brantem, (2016), je možné se dozvědět že v případě pěstování kukuřice na zrno v českých podmínkách, metoda strip-till vykazuje srovnatelné výnosy, jako kukuřice pěstovaná konvenčním způsobem s celoplošným zpracováním půdy. V suchých letech od metody strip-till lze očekávat vyšší výnosy. V mokřejších letech, bude mít zase lepší výsledky hlubší kypření nebo orba. U kukuřice pěstované na siláž se podařilo statisticky prokázat větší výnosnější rostliny, avšak s menším objemem palic. Rozdíl poté najdeme v obsahu sušiny, která je u metody strip-till nižší. To lze přisuzovat pomalejšímu dozrávání porostu u metody strip-till. Z toho lze usoudit závěr, kdy při pěstování kukuřice, metoda pásového zpracování půdy nemá vliv na výnos, avšak v problémových oblastech, kde je problém s dozráváním kukuřice z důvodu kratší vegetační doby a průběhu počasí, by tato metoda mohla být přínosná (Brant, a další, 2016).

Vhodnost metody pro použití v české republice najdeme převážně v suchých částech republiky, kde bude metoda strip-till přínosem hlavně z důvodu schopnosti zadržení vody v krajině, a poté v erozně ohrožených oblastech. V české republice jsou to spíše oblasti ohrožené vodní erozí, větrná eroze u nás zatím není takovým rizikem. Dále se metoda strip-till dá použít po sklizni pícnin na senáž, kdy je možnost rychlého zpracování půdy bez výrazného plošného vysušení ornice a zasetí například kukuřice. Výhodou je sklizeň objemných krmiv 2x do roka, i když kukuřice kvůli zkrácené vegetační době již mnoho nenaroste. Nejvhodnější použití u nás najdeme u porostů kukuřice, kde je půda nejvíce náchylná k erozi.

Metoda pásového zpracování půdy tak může být v České republice zajímavou alternativou k minimalizačním a půdoochráným zpracováním půdy u nás, a kdo dokáže využít správně její výhody v našich podmínkách, bude profitovat. Pevně věřím že se tato metoda bude nadále silně rozvíjet, a najde se mnoho modifikací této metody, pro pěstování různých plodin v našich podmínkách.

7 závěr

Pěstování plodin metodou pásového zpracování půdy je perspektivní metodou zpracování půdy, v České republice v současnosti využívanou zejména k půdoochranným účelům. Stále jsou získávány nové poznatky, díky kterým se tato metoda dále rozvíjí. Tato metoda zatím není v České republice příliš rozšířená, ale v praxi se začíná používat čím dál tím více. Je proto zřejmě jen otázkou času, kdy v České republice bude metoda pásového zpracování půdy docela běžnou metodou. Veliký pokrok v rozvoji pásových kypřičů umožnil rozvoj přesných navigačních systémů v zemědělství.

8 Citovaná literatura

Farmet a.s. Farmet.cz. [Online] [Citace: 28. Březen 2022.]
<https://www.farmet.cz/cs/pasovy-kypric-strip-till>.

Brant, Václav, Milan Kroulík, Jindřich Šmöger, Michaela Škeříková, Petr Zábranský, Miroslav Jursík, Evženie Prokinová, Pavel Fuksa a Josef Hakl. 2020. *Efektivní hospodaření s vodou a eliminace degradace půdy v pěstebních systémech kukuřice seté*. Praha : Agrární komora České republiky, 2020. 978-80-88351-13-9.

Brant, Václav, David Bečka, Pavel Cihlář, Pavel Fuksa, Josef Hakl, a další. 2016. *Pásové zpracování půdy (strip-tillage) klasické, intenzivní a modifikované*. Praha : Profi Press s.r.o., 2016. 978-80-86726-76-2.

Brant, Václav, Michaela Škeříková, Petr Zábranský, Milan Kroulík. 2015. *Variabilita úrodnostních prvků a úroda ozimnej repky. Naše pole 19 (2) 2015*.

Dokulil, Jan. 2008. *Minimalizace zpracování půdy ve vyšších oblastech*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008. Diplomová práce.

Hůla, Josef a Blanka Procházková. 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha : Profi Press. s.r.o., 2008. 978-80-86726-28-1.

Hůla, Josef, Petr Novák, Pavel Kovaříček, Marcela vlášková. 2016. Zpracování půdy přispívající k omezení odtoku vody a smyvu zeminy. *Agromanual.cz*. [Online] 10. 14 2016. [Citace: 12. Prosinec 2021.] <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zpracovani-pudy-prispivajici-k-omezeni-odtoku-vody-a-smyvu-zeminy>.

Hůla, Josef, Zdeněk Abrham a František Bauer. 1997. *Zpracování půdy*. Praha : Brázda, 1997. 80-209-0265-1.

Vogelsang GmbH & Co. KG vogelsang. [Online] [Citace: 22. Prosinec 2021.]
<https://www.vogelsang.info/int/products/spreading-technology/soil-cultivation-systems/xtill/>.

Křen, Jan, Lubomír neudert, Blanka procházková, Vladimír smutný, Josef Hůla. 2015. *Obecná produkce rostlinná*. Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2015. 978-80-7509-327-1.

Kuhncenter.cz. Kuhn czech . [Online] [Citace: 25. Březen 2022.] <https://www.kuhncenter.cz/o-nas/dokumenty-ke-stazeni>.

Kumhála, František, Petr Heřmánek, Jiří Mašek, Zdeněk Kvíz, Ivo Honzík. 2007. *Zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 978-80-213-1701-7.

Novák, Petr a Mašek, Jiří. 2018. Současné trendy zpracování půdy. *Agrojourn*. [Online] 3. Leden 2018. [Citace: 17. Březen 2022.] <https://www.agrojourn.cz/clanky/soucasne-trendy-zpracovani-pudy-327>.

Novotný, Filip. 2019. Technologie zpracování půdy, talířové pluhy, talířové podmiťáče a talířové brány. *Agroportal24h.cz*. [Online] 26. Září 2019. [Citace: 15. Březen 2022.] <https://www.agroportal24h.cz/clanky/technologie-zpracovani-pudy-talirove-pluhy-talirove-podmitace-a-talirove-brany>.

P&L, spol s.r.o. P&L Biskupice. [Online] [Citace: 20. 2022 2022.] <https://www.pal.cz/zemedelska-technika/stroje-pro-zpracovani-pudy-a-kultivaci/stroje-pro-pasove-zpracovani-pudy-%E2%80%93-strip-till/kypric-eco-tiller>.

Rytíř, Zbyněk. 2007. *Ověřování vhodné technologie zpracování půdy*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. Diplomová práce.

Bednar FMT. s.r.o. Bednar. [Online] [Citace: 26. Březen 2022.] <https://www.bednar.com/strip-master/>.

Kverneland group czech s.r.o.. Kverneland.com. [Online] [Citace: 20. Březen 2022.] <https://cz.kverneland.com/Kverneland-brand-Czech-Republic/Zpracovani-pudy/Podmitace/Strip-Till/Kverneland-Kultistrip>.

Sundermeier, Alan a Reeder, Randal. 2006. *Fall Strip-tillage Systems: An Introduction*. místo neznámé : Ohio State University Fact Sheet, 2006.

Šebela, Josef. 2020. Striptill jako součást precizního zemědělství. *Agromanuál*. [Online] 1. Říjen 2020. [Citace: 12. Prosinec 2021.] <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/striptill-jako-soucast-precizniho-zemedelstvi>.

Šebela, Josef. 2021. Strip-till technologie - cesta ke snížení nákladů. *Agromanual.cz*. [Online] 1. Listopad 2021. [Citace: 23. Březen 2022.] <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/mechanizace/strip-till-technologie-cesta-ke-snizeni-nakladu>.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1. Orba neseným oboustranným šestiradličným pluhem Kverneland se spojením operace drcení hroud (foto autor)	4
Obrázek 2 rozmístění pracovních nástrojů na stroji pro klasické pásové zpracování půdy	11
Obrázek 3 Stroj pro pásové zpracování půdy Kverneland kultistrip (foto autor)	12
Obrázek 4 . Ideální stav kypřeného pásu (Brant, a další, 2020)	13
Obrázek 5 Vyhozená půda mimo řádek vlivem špatného seřízení stroje (Brant, a další, 2016)	13
Obrázek 6 Pouze prořízlá půda bez efektu prokypření zpracovávaného pásu důvodem vysoké vlhkosti půdy (Brant, a další, 2016).....	14
Obrázek 7 Zpracování za nevhodných podmínek, tvorba vzduchových kapes (Brant, a další, 2016)	14
Obrázek 8 Málo odhrnuté rostlinné zbytky z kypřeného pásu (Brant, a další, 2016)	15
Obrázek 9 Vliv modifikovaného strip-tillage na infiltraci vody po výsevku řepky ozimé	18
Obrázek 10 Vodní eroze na pozemku s konvenčně založeným porostem kukuřice (agrojournal.cz)	23
Obrázek 11 Založený porost kukuřice ve vymrzající meziplodině žita metodou Strip-till foto (Šebela, 2020)...	23
Obrázek 12 Aplikátor tekutých hnojiv vogelsang (Vogelsang GmbH & Co.KG).....	24
Obrázek 13 Kverneland kultistrip (foto autor)	27
Obrázek 14 Farnet pásový kypřič strip-till (Farnet s.r.o.).....	28
Obrázek 15 Bednar stripmaster EN (Bednar FMT s.r.o.)	29
Obrázek 16 Kuhn striger se zásobníkem hnojiva vzadu (Kuhn center CZ a.s.).....	30
Obrázek 17 P&L Seed tiller stroj pro pásové zpracování půdy s výsevním zařízením (P&L, spol s.r.o.).....	31