

Česká zemědělská univerzita v Praze



Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby

Vyhodnocení ukazatelů kvality set'ového lůžka

Diplomová práce

Ing. Olga Šubiková-Zahradská

Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.

2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vyhodnocení ukazatelů kvality seřového lůžka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8.4.2016

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc. za cenné rady a vedení práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Petru Příbylovi za možnost založení pokusu na farmě P+T Čeradice a za poskytnuté informace.

Vyhodnocení ukazatelů kvality seťového lůžka

Souhrn

Cílem práce diplomové práce bylo shrnout nejdůležitější aspekty seťového lůžka, zejména abiotické faktory půdy a faktory na straně secího stroje, které mají vliv na tvorbu seťového lože a zakládání porostu secím strojem. Jako hodnotící kritérium seťového lůžka bylo hodnoceno měření utužení seťového lože ručním penetrometrem. Rozmístění rostlin bylo hodnoceno v horizontálním směru prostřednictvím vzdálenosti rostlin v řádku ve vztahu k výsevku a meziřádkové vzdálenosti. Vertikální uložení bylo vyjádřeno hloubkou setí.

Pro hodnocení připraveného seťového lože byl založen dne 5. 11. 2014 polní pokus, kdy byl dvěma secími stroji založen porost ozimé pšenice odrůdy Akteur. Secími stroji byl kombinovaný secí stroj Lemken Solitair 9 s vířivým kypřičem Zirkon 9 a secí kombinace Horsch Focus 4TD. Setí proběhlo na oddělených plochách jednoho honu, na kterém byly všechny agrotechnické operace stejné. Při sklizni vznikly ze sklízecí mlátičky New Holland CR9090 výnosové mapy.

Po průjezdu oběma secími stroji byly naměřeny hodnoty utužení s mediánem 2,3 MPa a výsledky měření utužení seťového lože secí kombinací Horsch Focus vykazovaly menší rozptyl. Měření vzdálenosti rostlin v řádku bylo vyhodnoceno s odchylkou ± 2 mm, Lemken Solitair uložil osivo do lůžka s přesností 63 % a Horsch Focus s přesností 56 %. Kvalita setí z hlediska meziřádkové vzdálenosti se mezi oběma variantami výrazně nelišila.

Na obou secích strojích nastavená hloubka setí 25 mm nebyla dodržena ani jedním strojem. Secí stroj Horsch Focus uložil osivo do hloubky 20 mm, o 5 mm hlouběji než Lemken Solitair. Secí stroj Lemken Solitair vykazoval klidnější práci secích botek s menšími rozdíly v naměřených hodnotách.

Porost založený secí kombinací Horsch Focus 4 TD měl při sklizni vyšší výnos o 2,6 %, pravděpodobně z důvodu rozdílného produkčního potenciálu dané lokality.

Klíčová slova

agrotechnické požadavky na setí, kvalita setí, lůžko pro osivo

Evaluation of seedbed quality indicators

Summary

The aim of the thesis was to summarize the most important aspects of the seedbed, particularly abiotic factors of soil and factors of the seed drill, which influence the seedbed establishment and crop sowing. As the quality evaluation criterion of the seedbed was assessment by measuring compaction of the seedbed by a manual penetrometer. Plant spacing was evaluated in a horizontal direction through the distance of plants in a row in relation to the seed rate and row spacing. Vertical sowing was expressed by a deep drilling.

For evaluation of the prepared seedbed on 5. 11. 2014 a field experiment was launched when winter wheat variety Akteur was established by two seed drills. Seed drills were combined seeder Lemken Solitair 9 with whirling tiller Zircon 9 and sowing combination Horsch Focus 4TD. Sowing was carried out on isolated locations and all the agro-technical operations were the same in there. During the harvest yield maps from the combine harvester New Holland CR9090 were created.

After passing both the seed drills values of seedbed tightening with a median of 2.3 MPa were measured and compaction measurement results of seedbed sown by Horsch Focus showed less dispersion. Measuring the distance of plants per row was evaluated with a tolerance of ± 2 mm. Lemken Solitair 9 put the seed into bed with an accuracy of 63% and Horsch Focus with transmission of 56%. Quality of sowing in terms of row spacing between the two versions did not differ significantly.

On both drills there was set up a sowing depth of 25 mm and it was not observed by any of the machine. Seeder Horsch Focus put the seed into the depth of 20 mm, 5 mm deeper than Lemken Solitair. Seeder Lemken Solitair had a calmer work of seed coulters with minor differences in the measurement values.

The crop founded by drill combination Horsch Focus TD 4 has a 2.6% higher yield at harvest, probably due to different production potential of the location.

Keywords:

agro-technical requirements for sowing, quality of seeding, the seedbed

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. Vědecká hypotéza a cíle práce.....	3
3. Literární rešerše	4
3.1. Seťové lůžko	4
3.1.1. Nejdůležitější aspekty seťového lůžka	7
3.2. Zpracování půdy před setím a vliv na seťové lůžko	14
3.2.1. Tradiční technologie obdělávání půdy orbou	15
3.2.2. Zakládání porostů v technologiích s minimálním zpracováním půdy.....	16
3.2.3. Hluboké zpracování půdního profilu.....	17
3.3. Cílené utužení půdy půdními pěchy	17
3.4. Technologie setí	20
3.5. Lokální hnojení minerálními hnojivy při setí	21
3.5.1. Výhody hnojení pod lůžko osiva	22
3.6. Setí kolejových řádků	23
3.7. Secí stroje a jejich funkční prvky.....	24
3.7.1. Kombinované stroje pro přípravu půdy spojenou se setím	25
3.7.2. Kombinace přesného a klasického secího stroje	28
3.7.3. Části secího stroje ovlivňující seťové lůžko	28
3.8. Jištění pracovních orgánů strojů na přípravu půdy	35
3.8.1. Slupice jištěné gumovými silentbloky.....	35
3.8.2. Slupice tvořené listovou pružinou	35
3.8.3. Hydraulicky jištěné slupice	36
3.8.4. Slupice jištěné vinutou pružinou	36
4. Materiál a metody.....	37
4.1. Charakteristika výchozích podmínek.....	37

4.1.1.	Podmínky na místě založení pokusu	37
4.1.2.	Ochrana rostlin a hnojení.....	39
4.1.3.	Založení porostu a druh osiva.....	39
4.1.4.	Secí technologie Lemken a secí kombinace Solitair 9 a Zirkon 9.....	40
4.1.4.	Specifikace secí kombinace Horsch Fokus 4TD	42
4.2.	Vlastní měření.....	44
4.2.1.	Pomůcky	44
4.2.2.	Měření utužení seťového lůžka	45
4.2.3.	Metodika měření uložení osiva do seťového lůžka ve vertikální rovině.....	45
4.2.4.	Měření parametrů uložení osiva v horizontální rovině.....	46
4.2.5.	Metody vyhodnocení naměřených výsledků	48
5.	Výsledky pokusů a jejich vyhodnocení	49
5.1.	Měření utužení seťového lůžka penetrometrem.....	49
5.2.	Vyhodnocení vzdálenosti rostlin v řádku	50
5.3.	Výsledky měření vzdálenosti rostlin od osy řádku	54
5.4.	Vyhodnocení hloubky uložení osiva.....	56
5.5.	Porovnání výnosových map.....	58
6.	Diskuze	61
7.	Závěr.....	64
	Použitá literatura.....	65
	Seznam obrázků.....	70
	Seznam tabulek.....	72

1. ÚVOD

Při zakládání porostu jsou důležité aspekty správně založeného seťového lůžka, aby byly zajištěny co nejlepší podmínky pro klíčení, růst kořenů a ukotvování rostlin. Optimálně založené seťové lůžko vystihuje z praxe vycházející pořekadlo „tvrdá postýlka, měkká peřinka“, které naznačuje, že pod osivem by měla být půda utužená a na povrchu nakypřená, přičemž pro obiloviny není vhodný příliš jemný povrch, na povrchu se mohou vyskytovat hrudky přiměřené velikosti.

K přípravě půdy před setím může vést mnoho cest, od setí do klasicky připravené půdy po orbě s využitím válců, kompaktoru, nebo setí kombinací s vířivým kypřičem, až po setí do nezpracované půdy, tedy přímo do strniště. Vhodnost zvolené technologie závisí na mnoha faktorech, zejména na půdním typu a druhu, na osevním postupu a na klimatických podmínkách stanoviště a aktuálnímu průběhu počasí.

Důležitými faktory při tvorbě lůžka je správné horizontální i vertikální rozmístění rostlin, protože od toho se dále odvíjí velikost prostoru, ze kterého rostlina čerpá vodu a živiny. Hloubka setí výrazně ovlivňuje dostupnost vody pro semena, a je důležitějším faktorem, než horizontální rozmístění. Z hlediska horizontálního rozmístění rostlin při setí můžeme setí rozdělit na klasické zakládání porostu v řádcích, které jsou dány roztečí secích botek secích strojů či secích kombinací, a pohybují se od klasických 125 mm do 170 mm, dále pak setí do pásků a plošné setí. Plošné setí poskytuje rostlinám neoptimálnější spon a prostor, ale kvůli technologické náročnosti secích strojů není rozšířená. Nejrozšířenějším způsobem zakládání porostů pšenice je setí do řádků s roztečí 125 mm.

Hloubka setí ozimé pšenice by se měla odvíjet od agrotechnického termínu setí a od množství vláhy v půdě. Hloubka uložení osiva je tedy kompromisem mezi dostatečnou hloubkou, nutnou pro zajištění vláhy pro osivo, a hloubkou nejnižší nutnou ke vzejití. Způsob hospodaření na poli ovlivňuje vodní režim. Ke klíčení dojde, pouze pokud se k osivu dostane voda, na druhou stranu v zamokřeném prostředí nedochází k výměně plynu mezi osivem a půdou a tento jev se na procentuálním vzejití porostu projeví.

Výrobci zemědělské techniky nabízejí různé technické řešení secích strojů a jednotlivých částí, které ovlivňují půdní strukturu a velikost agregátů a tím i strukturu seťového lože. Tou částí strojů, která nejvíce seťové lože ovlivňuje, jsou secí botky, které jsou

nejčastěji dvoudiskové nebo diskové, případně mají klasickou radličkovou botku. Po průjezdu secí botky by měla následovat zamačkávací kolečka, která secí lůžko nad semenem uzavřou. Zamačkávací kolečka mohou být následována zavlačovači, které mají uplatnění hlavně při setí do mulče.

Správnost založení porostu je ovlivněna konstrukčním řešením secích strojů, zejména uložením secích botek a zamačkávacích koleček, způsobem dopravy osiva a v neposlední řadě technickým stavem strojů. Současný trend zvětšování záběrů veškeré techniky určené pro polní práce, vedl k rozšíření pneumatické dopravy osiva. Pneumatická doprava osiva, ať už se jedná o podtlakový, takový systém, či kombinace obou, vede k nerovnoměrnostem v ukládání osiva a do lůžka. Chyby v podobě hromadění osiva či vynechávání, mohou vznikat již v rozdělovacích hlavách, následně rozdílnou délkou jednotlivých semenovodů a poté přílišnou silou vzduchu jako dopravního média.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Vědecká hypotéza: Jednoduchými metodami lze posoudit kvalitu připraveného lůžka pro výsev konkrétní plodiny.

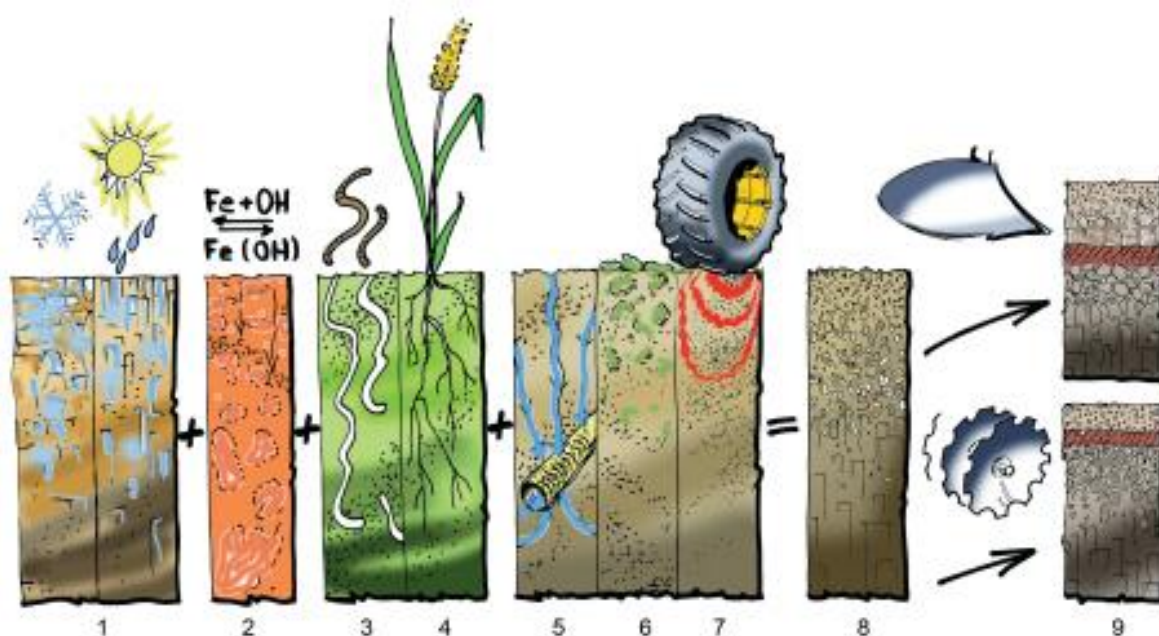
Cílem práce je shrnout nejdůležitější aspekty seťového lůžka, zejména abiotické faktory a faktory na straně secího stroje, které působí při jeho tvorbě a zakládání porostu secím strojem. Pro hodnocení aspektů byl založen polní pokus, jehož cílem je vyhodnotit kvalitu založení seťového lože při setí ozimé pšenice vytvořeného dvěma secími kombinacemi a následně porovnat výnos prostřednictvím výnosových map z téhož místa z následujícího roku.

3. Literární rešerše

3.1. Seťové lůžko

Seťové lůžko poskytuje rostlině místo pro klíčení, růst kořenů a ukotvování se (Arvidsson et al., 2000) a je vymezeno mnoha faktory. Pro správné založení lůžka platí pořekadlo „*tvrdá postýlka, měkká peřinka*“, což znamená, že pod osivem by měla být půda utužená a na povrchu nakypřená (Håkansson et al, 2002).

Lůžko je ovlivňováno strukturou půdy, ze které by měl vycházet i způsob jeho tvorby a použití vhodné techniky. Struktura půdy je dána působením rozličných procesů, ke kterým při hospodaření na půdě dochází, a které vytváří charakteristické vlastnosti půd. Struktura půdy je též ovlivňována zpracováním, a zejména distribucí a mícháním rostlinné hmoty v různých hloubkách. Aspekty ovlivňující půdu jsou znázorněny na obr. 1.



Obr. 1 Ovlivnění struktury půdy [ilustrace převzata z Sigvard Andersson & Paul Wiklert, Swedish University of Agricultural Sciences, 1972]

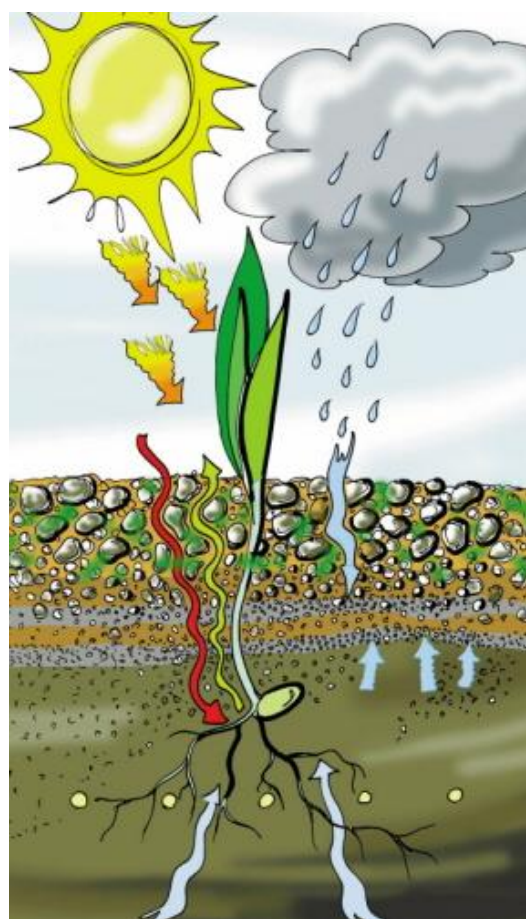
- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. mráz a sucho | 6. hnojení a vápnění |
| 2. chemické procesy | 7. mechanizace |
| 3. půdní edafon | 8. půdní profil |
| 4. rostliny | 9. pracovní orgány strojů |
| 5. drenáže | |

Obdělávání půdy a přírodní procesy půdy stále ovlivňují a mění její strukturu, mění se hloubka působení na ornici v důsledku druhu použité techniky, pracovní rychlosti a nastavení

pracovní hloubky půdozpracujících orgánů. Výsledkem je často půdní profil, který má jemnější agregáty na povrchu a hrubší v hloubce. Důležitost velikosti půdních agregátů v seťovém lůžku zdůrazňuje Bouaziz a kol. (1990), který na základě pokusu s klíčovými rostlinami pšenice, které vystavil překážkám v podobě agregátů o různé velikosti. Přišel s tvrzením, že maximální hmotnost překážky, kterou je coleoptil pšenice schopno překovat, je 30 g. Maximální velikost půdních agregátů by se tedy měla pohybovat do 30 mm v průměru.

Pro přípravu seťového lůžka je důležitá jeho včasnost provedených prací a vhodně zvolená technologie. Vychází se zejména z průběhu počasí, osevních postupů a velikosti a technické vybavenosti podniku. Správně připravené seťové lůžko zajistí dobrou vzcházivost osiva. Pro obilniny se požaduje dobře připravené, ale ne příliš jemné seťové lůžko (na povrchu hrudkovité). Dno by mělo být lehce utužené, aby mohla vlhkost kapilárně vzlínat. Pro obilky je pevné seťové lůžko pod osivem zárukou dobré kapilarity, která výrazně ovlivňuje dobré vzcházení. Vrchní vrstva půdy má být kyprá, aby bylo zamezeno výparu vody z půdy, vlivem vzlínání až k půdnímu povrchu. Kyprou vrchní vrstvou snadněji proniká do půdy kyslík, teplo a v neposlední řadě samotné klíčoví rostliny.

Správně založené seťové lůžko (obr. 2) zabezpečuje kapilární vzlínání, ale zamezuje výparu, dobře absorbuje vodu a teplo. Hloubka setí je kompromisem mezi umístěním semene do takové hloubky, aby byla k dispozici vláha, a mezi mělkým umístěním, aby bylo usnadněno vzcházení.



Obr. 2 Ideální seťové lůžko [převzato z vaderstad.com]

Způsoby vytváření set'ového lůžka:

- ▶ setí do klasicky připravené půdy po orbě – tj. použití smyku, hřbových bran a prutových válců, nebo kompaktoru
- ▶ setí do hrubé brázdy secími kombinacemi s přípravou půdy
- ▶ setí s aktivními secími orgány (rotační, případně vibrační brány)
- ▶ setí do půdy zpracované v řádcích – minimalizace eroze u řepky a především kukuřice
- ▶ setí do nezpracované půdy (strniště)

Faktory, které jsou nejdůležitější při tvorbě set'ového lůžka:

- ▶ přesná hloubka setí,
- ▶ optimální půdní konzistence,
- ▶ optimální výživa půdy,
- ▶ přiměřené zvládnání posklizňových zbytků,
- ▶ efektivní management likvidace plevelů a chorob.

Nejdůležitějším faktorem z výše uvedených je přesná hloubka setí. Podle Beneše (2012) nepřesné umístění osiva z hlediska hloubky může snížit výnos pšenice až o 14 % ($0,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Hloubka setí je proto důležitější než rozteč řádků. Rozteč řádků pro hustě seté obilniny, luskoviny a řepku, by se měla pohybovat okolo optima – 120 až 190 mm. Přínosné je i rozmístění osiva „na široko“.

Z hlediska snížení odporu prorůstajících kořenů je zejména u řádkových plodin vhodné provádět hlubší kultivaci, než je hloubka setí. Kultivací okolo 50 mm pod uložením osiva můžeme zvýšit výnosy průměrně o 5 %. Kromě úpravy vrstvy půdy pod osivem je vhodné upravit i pokrytí osiva zamačkávacími kolečky, což opět může vést k zvýšení výnosů.

Čím jemněji je půda připravena, tím je klíčení rychlejší. Rychlé klíčení je žádoucí, avšak při velkém množství jemných částic půdy může docházet k poléhání rostlin a rozbahnění půdy. Proto je ideální, aby se jemné částice nacházely v místě uložení osiva a na povrchu byly částice hrubší. Křen (2001) upozorňuje na problematiku snížení vzcházení vlivem vzniku škraloupu po silnějších deštích na těžkých půdách s vyšším obsahem jílovitých částic. Na těžkých půdách pomáhá zmenšovat velikost půdních agregátů postupné tání a zamrzání půdy.

Další možností, jak zvýšit potenciální výnos při setí, je podkořenové hnojení pod osivem. Optimální výživa v kořenové zóně rostlin zvyšuje vitalitu rostlin. Kořeny primárně

hledají nejsnadnější cestu pro růst a k vodě, než aby cíleně vyhledávaly živiny. Proto je důležité umístit živiny v podobě hnojiva tam, kde kořeny rostou. Přihnojování pod osivo může zvýšit výnos pěstovaných plodin a to zejména na půdách chudých na živiny.

3.1.1. Nejdůležitější aspekty seťového lůžka

Semena polních plodin se odlišují v mnoha směrech, všechny ale spojuje potřeba vytvoření základních podmínek správně založeného seťového lůžka a uložení osiva pro klíčení a následný vitální růst, který vede k vysokým výnosům. Semeno potřebuje tyto čtyři aspekty: voda, vzduch, teplota a zdraví seťového lože (Němec et al., 1945).

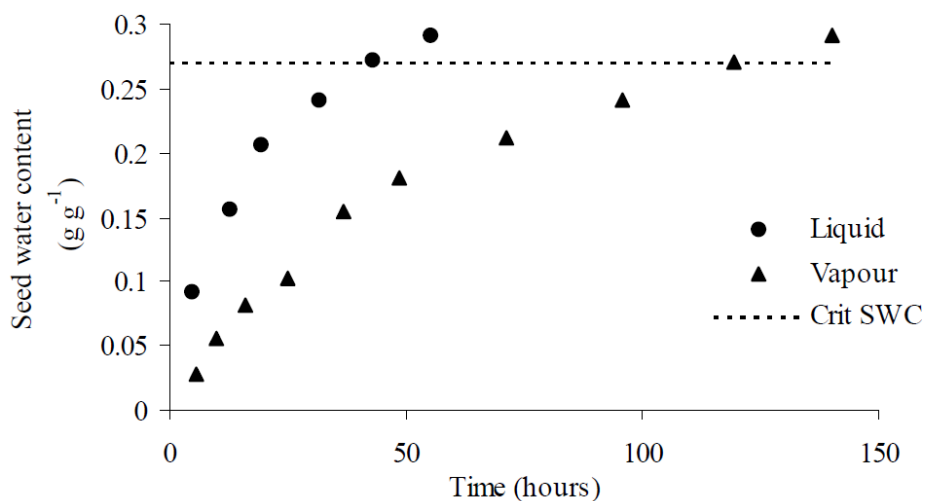
3.1.1.1. Voda

Ke klíčení zrn obilovin dojde, pouze pokud se k semenu dostane voda. Zrno nabobtná a obsah vody v něm se zvyšuje z 13 – 14 % na 45 – 60 %. Alespoň 6 % vody, kterou rostlina potřebuje ke klíčení, je třeba v dostupné formě v okolí obilky. K zajištění správného vláhového režimu je nutné vytvořit dobrý kontakt osiva s půdou, ze které osivo vodu odebírá. To znamená, že částice zeminy kolem semen by neměly být příliš hrubé. Okolo 50 % agregátů tvořících seťové lůžko by mělo být v průměru menší než 5 mm, aby byl vláhový režim optimální i bez srážek bezprostředně po vysetí, a osivo vyklíčilo (Blake et al., 2003).

Hloubka setí by měla být určitým kompromisem mezi dostatečnou hloubkou, nutnou pro zajištění vláhy pro osivo, a nejnižší hloubkou potřebnou ke vzejití. Jako pomůcku pro stanovení správné hloubky pro zabezpečení dostatku vláhy lze použít pravidlo, že hloubka setí má být 10 krát větší než je průměr setého semene. Je – li na podzim před setím půda příliš vlhká, je možné použít kypřič s úzkými radličkami, díky kterým se půda více otevře a provzdušní. Z jara se ovšem použití úzkých radliček nedoporučuje, protože ve vlhkých podmínkách dochází k tzv. „zamazávání“ půdního horizontu (Vaderstad, 2015).

Způsob hospodaření s půdou a prováděné operace vodní režim na poli ovlivňují. Vita (2007) na základě dlouhodobého experimentu uvádí, že výnos pšenice je výrazně ovlivňován úhrnem srážek během vegetačního období. Výsledky ukazují, že použití bezorebné technologie je vhodné do srážkového úhrnu 300 mm, zatímco technologie zahrnující orbu je vhodná do oblastí s vyššími srážkami. K tomuto výsledku vedl zejména pokles odpařování vody z půdy a její zvýšená dostupnost v půdě. Z hlediska dostupnosti vláhy v půdě potřebné pro klíčení po zasetí je třeba vzít v úvahu dlouhodobé podmínky stanoviště.

Bouaziz a Bruckler (1989) také zdůrazňují, že aby byla pro osivo zabezpečena dostatečná vláha, je důležitý kontakt osiva s půdou, aby bylo zabezpečeno dostatečné kapilární vztlínání. Na základě jak laboratorních, tak terénních studií vyvodili, že minimální množství vody, potřebné pro zahájení klíčení je $0,27 \text{ kg.kg}^{-1}$. Semena využívají vodu jak v plynném, tak v kapalném stavu a bylo zjištěno, že voda v půdě nelimituje absorpci semen a germinizaci v rozmezí potenciálu od 0 do $-0,9 \text{ MPa}$ (Lindstrom et al. 1979).



Obr. 3 Měření absorpce vody v plynném a kapalném stavu semeny [převzato z Bouaziz a Bruckler 1989]

Obrázek 3. ukazuje rychlost absorpce vody v kapalném a plynném stavu. Pravděpodobnost germinizace není ovlivněna tím, v jakém stavu se voda nachází. Plynný a kapalný stav vody má ale vliv na rychlost sorpce. Zvýšení kontaktu osiva s půdou můžeme dosáhnout použitím válců nebo zamačkávacími kolečky. Tím zvýšíme půdní kapilaritu a následně rychlost vzcházení.

3.1.1.2. Vzduch

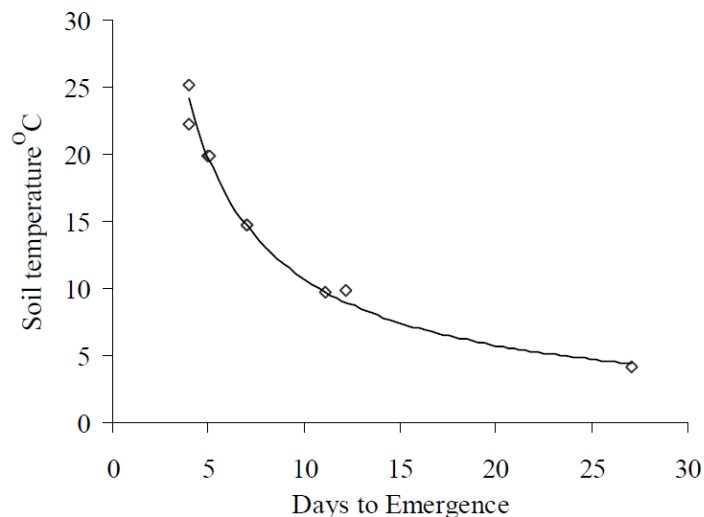
Rostlinná rezerva potřebných látek v semenech je ve formě uložených škrobů olejů a proteinů, a je dostatečná, až do doby než se objeví zelené části schopné fotosyntézy. Když semeno přijme vodu, spustí se enzymatický proces dýchání, který tyto rozkládá živiny. K dýchání je zapotřebí vzduch kolem semen a v něm obsažený kyslík (Blake et al., 2003). Z tohoto důvodu je důležité, aby půda pokrývající semeno byla dostatečně kyprá, aby jí mohl procházet kyslík a vzduch a oxid uhličitý, který vzniká v průběhu dýchání, mohl unikat pryč. Pokud je půda po deštích před setím promáčená, nastanou vlivem nedostatečné výměny plynů problémy s klíčením.

Obsah vody v půdě ovlivňuje klíčící rostliny a rostliny vyklíčené, protože je přímo úměrný s obsahem vzduchu v půdě. Cannel a kol. (1980) zjistili, že 16 dní zamokření po germanizaci, ale před klíčením, zničí všechny klíčící rostliny, a 6 dní způsobí pokles populace o 12 % na jílovitě půdě, a o 38 % na písčité půdě. Nedostatečné vzcházení osiva souvisí s tenkou vrstvou vodního filmu okolo semen, která zabraňuje výměny vzduchu v okolí obilek (Milthorpe a Moorby, 1974).

3.1.1.3. Teplota

Půda se zahřeje na jaře především slunečním zářením, ale její teplotu nepřímo ovlivňuje i déšť a proudění vzduchu. Teplota v loži má velký vliv na to, jak rychle osiva klíčí a na růst klíčící rostliny. Pšenice, ječmen a oves klíčí při teplotě přibližně 4 - 5 ° C, ale pro rychlé založení porostu nejlépe při průměrné teplotě kolem 20 - 25°C (Evans et al., 1975). Teplota půdy je výsledkem interakce mezi tepelnou kapacitou, tepelnou vodivostí a odparem. Suchá a porézní půda se zahřeje lépe než půda vlhká nebo podmáčená, proto čím vyšší je obsah vody v půdě, tím pomaleji teplota půdy na jaře stoupá. Keshtkar a kol. (2009) provedli v laboratorních podmínkách studium různých účinků režimů teploty vzduchu ve dne a v noci (15/ 10, 20/ 15, 25/ 20°C) a hloubky setí (0, 2, 4 a 6 cm) na klíčení semen a raný růst pšenice. Z pokusu vyplývá, že maximální a minimální procento klíčení bylo naměřeno při 20/ 15°C a 25/ 20°C. Doba, kdy vyklíčilo 50 % semen, rostla se zvyšující se hloubkou setí ve všech teplotních režimech.

Během absorpce vody semenem má teplota vliv na množství vody, jaké semeno přijme. Poté, co se semeno stane biologicky aktivním, ovlivňuje teplota rychlost germanizace, protože má vliv na biochemické reakce, probíhající v semeni. Lindstrom (1976) odvodil závislost emergence na teplotě, kterou popisuje obr. 4. Při polním pokusu se ukázalo, že vlhkost v půdě je méně limitujícím faktorem, a byl prokázán vztah mezi klíčením a teplotou u ozimé pšenice.



Obr. 4 Vztah teploty půdy na rychlost emergence u ozimé pšenice [převzato z Lindstrom et al., 1976]

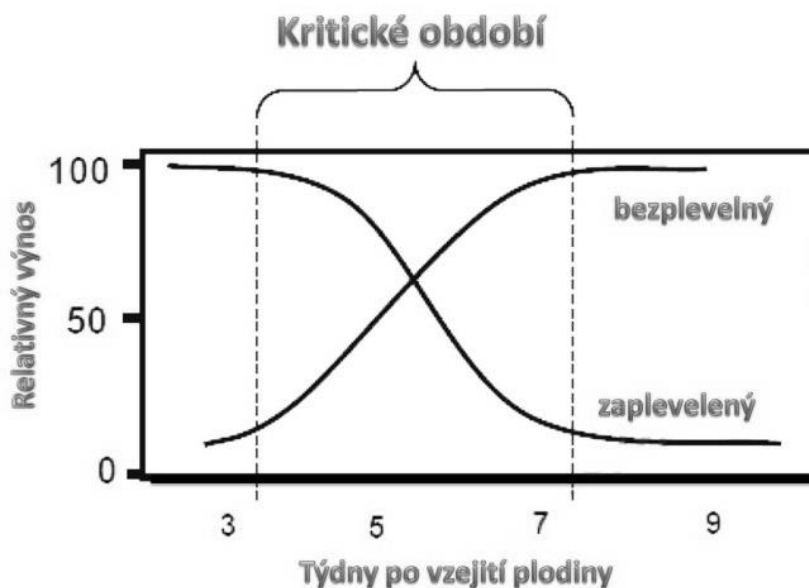
3.1.1.4. Zdraví set'ového lože

Dobrá zdravotní stav set'ového lože ovlivňují hlavně osevní postupy a střídání plodin, které předchází vzniku a rozvoji chorob a škůdců. V agroekologických systémech dochází mezi populacemi rostlin a mezi jedinci vzájemně k interakcím, ke kterým patří kompetiční (konkurenční) vztahy mezi plodinami, které jsou účelně pěstovány a mezi hospodářsky nežádoucími plevele. Výskyt plevelů v porostu vede k zvýšení počtu rostlin na určitou plochu. Protože se zemědělci snaží pěstovat plodiny za účelem vysokých výnosů v optimální hustotě porostu, souvisí změna počtu rostlin na plochu vždy s negativním ovlivněním průměrného výnosu. Zvýšením hustoty rostlin na plochu dochází k jejich konkurenci, kterou můžeme charakterizovat jako vzájemný vztah organismů, vznikající sdílením společných zdrojů – záření, vody a živin (Zimdahl, 1988).

Konkurenční vztahy mezi plevely a kulturními plodinami nejsou ničím jiným, než bojem o existenci a nadřazenost, který je tím silnější, čím více jsou zdroje pro růst rostlin omezeny (Mikulka, 2014). K soutěži rostlin o limitující zdroje stanoviště (živiny, sluneční záření, půdní vlhkost a minerální látky v půdě) dochází tehdy, když na určitém prostoru roste více jedinců jednoho nebo více druhů její významnost a síla se zvyšuje s poklesem těchto zdrojů (Swinton, 1994).

Plevelné rostliny na polích zemědělců patří k nejzávažnější kategorii škodlivých faktorů při pěstování zemědělských plodin (Jursík a kol., 2012). Po celém světě tvoří plevel největší podíl na poklesu výnosů a současně zvyšují náklady na produkci. Velký problém představují plevel zejména v ekologickém zemědělství, kde je používání pesticidů téměř zcela vyloučeno, a proto jsou hlavní překážkou úspěšného ekologického zemědělství. Základem úspěchu pěstování plodin jak v ekologickém režimu tak v klasickém, je pochopení biologie plevelů. K zaplevelení dochází, pokud se půda ocitne holá, bez plodin, ať už je to vinou eroze či zpracování půdy. Výskyt plevelů je přírodní reakce, ke které dochází proto, aby nedocházelo k poklesu úrodnosti holé půdy, protože taková půda má snížený přísun organických látek. Strategie řízení výskytu plevelů se pokouší omezit nepříznivý vliv plevelů rostoucích v kulturních plodinách. Účinky plevelů mohou být velmi variabilní, ale nejčastěji dochází k soutěži o dostupné růstové faktory, jako je světlo, voda, atd. (Asif et al. 2014).

Pokud je seťové lože zaplevelené zejména některými druhy plevelných rostlin, může docházet k vlivu na klíčení, růst a vývoj plodin – tzv. alelopatii. Alelopatické působení je zprostředkováno produkcí chemických látek, a jeho charakter je většinou inhibiční, zřídka kdy má stimulační účinek. Tento efekt je dán komplexem chemických látek, jako jsou steroidy, silice, terpeny, kumariny, fenoly, alkaloidy... a látky jsou nejčastěji v podobě kořenových exudátů, výluhů nadzemních částí rostlin nebo se uvolňují z rozkládajících se zbytků



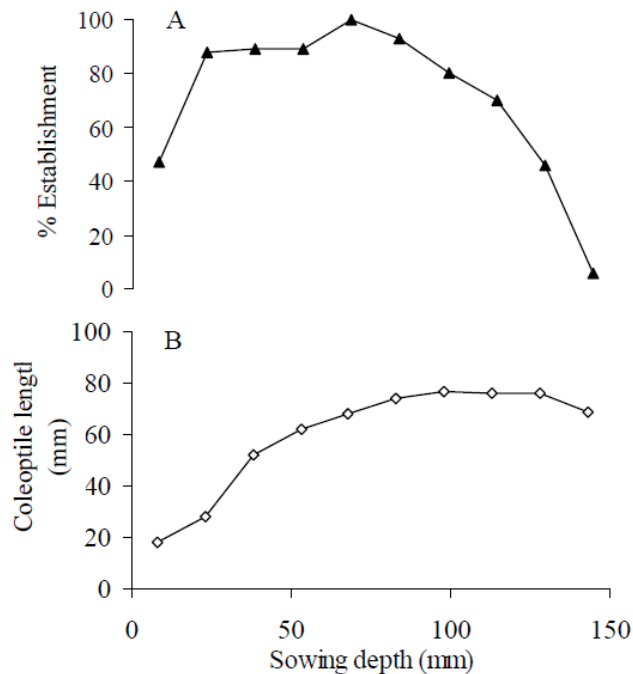
Obr. 5 Graf kritického období výskytu plevelů [převzato z Hasanuzzaman]

Obr. 5 znázorňuje, že pro ovlivnění růstu plodin je důležitá doba, kdy se plevel objeví, protože rostlina, která jako první využije vodu, živiny a světlo, má velkou výhodu nad rostlinou, která se vyvine později. Budoucí výnos plodin je vlivem výskytu plevelů tím více snížen, čím je rostlina v ranějším stádiu vývoje, protože na začátku vývoje je živin, vláhy a světla k růstu nejvyšší (Kropff, 1991). Z hlediska konkurence rostlin je také důležitým parametrem úroveň tvorby kořenového systému a listové plochy různých druhů rostlin a plevelů (Schonbeck, 2013)

3.1.1.5. Hloubka uložení osiva při setí

Někteří autoři si dříve mysleli, že při založení porostu ve větších hloubkách nedojde ke klíčení, protože zásoba energie semen se vyčerpá dříve, než se klíčící rostlina dostane k povrchu. (Gan et al, 1992). Toto tvrzení ovšem vyvracejí Bouaziz a Hicks (1990), kteří provedli srovnávací analýzu spotřeby rezervních zásob semen. Zjistili, že rostliny mohou růst do délky 158 mm, než je zásoba energie v semenech vyčerpána.

Hadjichristodoulou, Athena Della a J. Photiades (1977) na základě osmiletého polního pokusu s pšenicí uvádějí, že hloubka setí výrazně ovlivňuje založení rostliny a odnožovací schopnost, výšku habitu, výnos zrna a HTS. Sandhi (2007) uvádí, že hloubka setí významně ovlivňuje vzcházení a index síly. Uložení semena pšenice hlouběji než 4 cm má za následek opožděné vzcházení a nižší pravděpodobnost vyklíčení. Při hloubce setí 8 cm klesá klíčivost o 40 %. Hloubka setí ovlivňuje výnos zrna při sklizni, od 4 cm hloubky setí výnos klesá. Rostliny seté do hloubky 4 cm vyprodukovaly nejvyšší výnos zrna, což lze přisoudit většímu počtu klasů na jednotku plochy a semen v klasech. Hlubší setí způsobilo nárůst v počtu klíčících kořenů, ale jejich délka byla redukována, a také došlo k nežádoucímu prodloužení stonku mezi semenem a vedlejšími kořeny.



Obr. 6 (A) procento vzcházivosti pšenice, (B) konečná délka coleoptile v závislosti na hloubce setí [převzato z KIRBY, 1993]

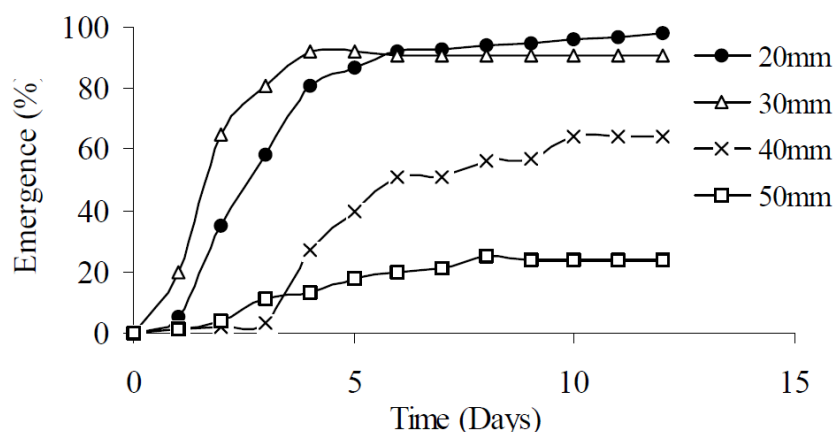
Délka coleoptile se v závislosti na hloubce uložení osiva liší (obr. 6) (Kirby, 1993). Pšenice byla zasetá v hloubce pod hodnotu doporučené hloubky setí. Výsledky jeho pokusu ukazují, že založení porostu nebylo ovlivněno hloubkou setí, pokud se pohybovala v rozmezí od 23 do 83 mm. Při hloubce setí pod 143 mm klesla vzcházivost o 6 %. Při uložení osiva do hloubky 8 mm byly některé obilky skoro na povrchu a pravděpodobně trpěly nedostatkem vláhy, což porost zredukovalo. Další, kdo podpořil hypotézu, že hloubka setí by se měla odvíjet od podmínek stanoviště, byl Mahdi et al. (1998), který založení pokusu setého do hloubky 30, 60, 120 mm vyhodnotil hloubku setí do 30 mm jako nejvhodnější, ale v případě suchých podmínek jako vhodnější hloubku 60 mm.

3.1.1.6. *Odpor půdy*

Dobrý kontakt semene s půdou zabezpečí vztlínání vody k semeni a urychlí začátek emergence a germanizace. Na druhou stranu pro růst a pronikání kořenů a coleoptile by neměl být odpor půdy příliš velký. Kompaktní struktura vede k četnějšímu výskytu hrudek, eliminuje ve velké míře pórovitost a vsakování vody, a také redukuje možnost výměny plynů, zejména kyslíku, mezi vzduchem a půdou, stejně tak jako zhoršuje pronikání kořenů (Cannell, 1983). Kromě toho, kde je struktura půdy narušena, mohou vznikat vlivem vydatných srážek následujících suchem tvrdé a těžko proniknutelné povrchy půdy.

3.1.1.7. Velikost půdních agregátů

Optimální set'ové lože se skládá z půdních agregátů o velikosti 1 – 5 mm v průměru s 15% podílem jemnějších agregátů (<250 μm) (Russell, 1973). Bouaziz & Bruckler (1989) dokázali, že na půdě větší velikostí půdních agregátů (5% a 25% agregátů s průměrem větším než 30 mm) byl větší podíl nevyklíčených semen, než v půdě s jemnou strukturou set'ového lůžka. Nasr et al. (1995) také dokázal, že větší velikost půdních agregátů a přítomnost hrudek ovlivňuje procentuální vzcházivost porostu. Velké půdní agregáty nejen že prodlužují vzdálenost k půdnímu povrchu, ale také představují překážku o hmotnosti 25 – 30 g, kterou musí klíčící pšenice překonat. Hrudky mají kulovitý tvar a hustotu okolo 1,7 g.cm⁻³, což odpovídá tlaku přibližně 170 kPa. Hrudky do velikosti 30 mm v průměru nemají na zakládání porostu vliv (obr. 7) (Boaziz et al., 1990).



Obr. 7 Procentuální závislost klíčení na velikosti půdních agregátů [převzato z Bouaziz et al, 1990]

3.2. Zpracování půdy před setím a vliv na set'ové lůžko

V současné době je rozšířeno mnoho pohledů na zpracování půdy, ale všechny vycházejí hlavně z druhu pěstované plodiny a klimatických a provozních podmínek. Názory na hloubku zpracování půdy, intenzitu míchání a zapracování posklizňových zbytků se velmi různí. Zpracování půdy má velký vliv na strukturu půdy a vzájemné prostorové uspořádání agregátů v půdě. Optimální struktura půdy je se stabilními drobtovými agregáty o průmětu 1 – 10 mm. Stabilita půdních agregátů je významnou agrotechnickou charakteristikou a ovlivňuje jí úhrn srážek. Ornice se slitým prostorovým uspořádáním jsou těžko obdělávatelné, protože jsou ulehle a kvůli vysoké míře kapilarity dochází ke špatnému vsakování srážkové vody.

Souborem mechanických opatření, kterými uskutečňujeme přípravu půdy pro setí lze zamezit zhoršení fyzikálních vlastností půdy a celkový stav půdy zlepšit. Operace, kterými se ruší staré porosty a zakládají nové, pole zúrodňují, čistí, urovnávají a kypří a proto významně působí na kvalitu seťového lůžka.

V současné době existuje více systémů, jak na půdě hospodařit a jak zakládat seťové lůžko následných plodin. Všeobecně se dělí podle toho, zda je na pozemcích oráno pluhem, nebo je zpracování půdy mělké bezorebné, popřípadě méně rozšířené setí do nezpracované půdy.

Na těžké půdě se většinou provádí podzimní orba nebo hlubší zpracování půdy radličkovým kypříčem, aby byla mrazem dosažena žádoucí struktura půdy, nebo je používán vířivý kypříč. Příprava jemné půdy naopak musí zabezpečit rozbití hrud a vznik jemné struktury. Při hospodaření na půdách s jemnou strukturou je důležité zpětné utužení, a protože je jemná půda často rozsypavá, mělo by setí nastat co nejdříve po přípravě půdy, aby byla v seťovém lůžku k dispozici půdní vláha pro klíčení.

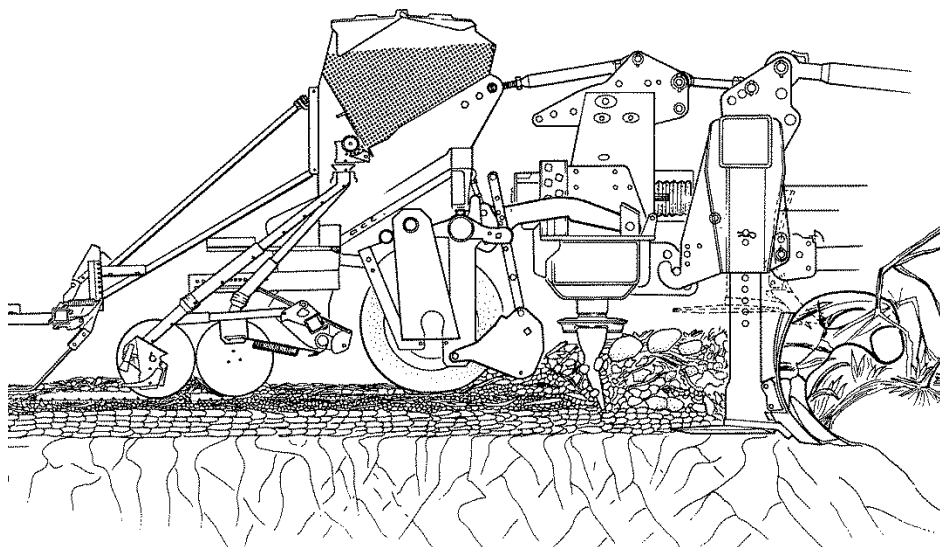
3.2.1. Tradiční technologie obdělávání půdy orbou

Je-li orba dobře provedená, měl by být díky obrácení půdy pluhem ve výsledku povrch půdy bez posklizňových zbytků. Diskové podmiče také půdu obrací, ale ne s takovou intenzitou jako u pluhů, kromě toho jejich účinek je hlavně v mísení. Orba je účinná ve všech půdních podmínkách, velmi opodstatněná je na vlhkých půdách. Půda, která je obdělávána orbou se lépe vyrovnává s častým opakováním plodin v osevním postupu. Častým problémem při orbě je vytvoření ztuhlé pánve na dně brázdy, z tohoto důvodu je potřeba hloubku orby v jednotlivých letech měnit. Dalším nežádoucím jevem při orbě, jež ovlivňuje seťové lůžko, je hromadění velkého množství slámy na dně brázdy, protože půda je obracena a ne míchána. Tento problém odstraní následné použití rotačních bran. Orebné a bezorebné technologie také ovlivňují poměr C:N organické hmoty v půdě. Franzluebbbers (2002) z polního měření vyvodil, že při technologii s orbou je poměr C:N nižší, než v technologii bezorebné.

Na lehkých půdách je pro vytvoření dobrého seťového lože třeba srovnání povrchu a utužení půdy. Jsou-li půdy lehké, dají se jednotlivé operace snadno slučovat a orba je velmi ekonomická. Naopak na jílovitých půdách je srovnání povrchu po orbě náročnější. Při hospodaření na těžkých půdách v chladných regionech působí na strukturu půdy mráz a náročnost jarní přípravy je poté srovnatelná s půdami lehkými. Protože půda ztrácí při orbě poměrně velké množství vlhkosti, není vhodná do velmi suchých půdních podmínek, jelikož

může mít negativní vliv na klíčivost, pokud po založení porostu nenastanou též srážky. Negativní vliv má pravidelná orba na výskyt žížal v půdě.

V kombinaci s orbou je často využíván vířivý kypřič. Jeho velkou výhodou je malá závislost kvality práce a možnosti jeho nasazení na průběhu počasí a půdních podmínkách. Moderní rotační brány mají pracovní nástroje a převodovky uzpůsobené tak, aby umožňovaly práci „naostro“ nebo „natupo“. Pro lepší vnikání do půdy jsou hřeby stavěny naostro a potom dosahují pracovního úhlu vhodného pro těžké a tvrdé půdy, na nichž jsou tyto aktivní kypřiče nejčastěji používány. Hřeby prokypřují půdu odspodu (obr. 8), takže nedochází ke vzniku zamazaných míst. Pro správnou práci rotačních bran je důležitá jejich průchodnost. Ta je technologicky řešena prostorem mezi unášeči a vanou převodovky. Za aktivními nástroji se často nachází lišta, nejlépe odpružená a výškově stavitelná, Jež zajišťuje rovnoměrný povrch zpracované půdy.



Obr. 8 Schéma kombinovaného secího stroje s vířivým kypřičem

3.2.2. Zakládání porostů v technologiích s minimálním zpracováním půdy

Při bezorebném zpracování půdy by mělo dojít k zapravení posklizňových zbytků, jejich promíchání v celém zpracovávaném profilu a k zapravení používaných hnojiv. Současně je půda provzdušňována a jsou narušovány spodní, často utužené a nepropustné vrstvy. Při minimálním zpracování půdy dochází k hromadění slámy na povrchu, z důvodu pouze částečného zpracování do větších hloubek půdního povrchu. Kvůli rostlinným zbytkům je kladen větší důraz na secí stroje. Stroje pro zakládání porostů musí udržet stejnou hloubku

setí, přestože jsou pracovní orgány ovlivňovány rostlinnými zbytky, proto je někteří výrobci techniky vybavují koltry, které slouží k jejich řezání.

Při zakládání porostů v takových podmínkách se setkáváme často se secími stroji s dlátovými secími botkami, které jsou vybaveny opěrným kolem, aby byla hloubka ukládání osiva rovnoměrná. V současnosti je také poměrně rozšířené ukládání osiva do pásků nadzdvížené půdy. Samozřejmě jsou také secí stroje s kotoučovými botkami, jejichž kotouče jsou postavené šikmo ke směru řádků, aby byly z lůžka odsunuty rostlinné zbytky (Mašek, 2004).

3.2.3. Hluboké zpracování půdního profilu

Hluboké zpracování půdy, které označujeme jako podrývání, je prováděno do pracovních hloubek 500 – 600 mm. Pro růst rostlin je limitující výskyt utužených vrstev v půdě. Je proto důležité zjistit, v jakých horizontech se vyskytují matrace slámy a desky utužené půdy a provést opatření k jejich eliminování. Použitím radličkového hloubkového kypřiče jsou nepropustné vrstvy odstraněny tak, že se pracovní hloubka těles nastaví okolo 10 cm hlouběji, než je utužená vrstva.

3.3. Cílené utužení půdy půdními pěchy

Ideální případ pro set'ové lože nasává, je-li polovina pórů v půdě vyplněna vodou, a druhá polovina vzduchem. Tento vztah velmi ovlivňuje aktuální průběh počasí, ale i struktura půdy a její obdělávání. Je-li půda málo utužená, jsou póry příliš velké a nedochází ke kapilárnímu vzlínání. Půda okolo semen je suchá a vzcházivost semen je snížena či opožděna. Na druhou stranu příliš velké utužení snižuje obsah kyslíku v půdě, zhoršuje odvod oxidu uhličitého ze semen a odvádění přebytečného množství vody. Optimální utužení tudíž znamená, že je zajištěn dobrý kontakt osiva s půdou, k semenu se dostává kapilární voda, a póry jsou dost velké, aby byla zachována výměna plynů.

Dobré zpětné utužení nakypřeného povrchu půdy patří mezi nejdůležitější součásti celého procesu zpracování půdy, protože při použití válců dochází k obnovení kapilarity, rozdrobení hrud a urovnání povrchu pole. Použití válců má uplatnění po podmítce, orbě, při předset'ové přípravě i setí. Válců je mnoho druhů lišících se tvarem i hmotností a mohou být využity samostatně, nebo jako součást secího stroje, kde slouží k vedení hloubky půdozpracujících pracovních orgánů a ke zpětnému utužení nakypřené půdy.

Povrch válce, který je v kontaktu s půdou, je buď hladký, nebo tvarovaný po obvodu. Odvalováním se půda stlačuje a vzniká drobicím efekt. Na intenzitu drobení má vliv pojezdová rychlost soupravy a tvar plochy válce, který udává měrný tlak. Částice půdy jsou přemísťovány v obou směrech, ale se stoupající hloubkou je utužování válcem nižší.

Druhy válců:

Hladké válce jsou tvořeny ocelovou rourou, která má po stranách čepy pro uložení prostřednictvím ložisek, kterými jsou upevněny k rámu. Hladké válce mají malý tahový odpor, a proto je možné je slučovat do souprav. Mají nižší hmotnost, ale jejich měrný tlak na půdu je možné zvýšit napuštěním vodou nebo naplněním pískem. Jejich použití po zasetí není vhodné, protože hrozí vznik půdního škraloupu.

Rýhované válce (obr. 9) mají povrch upravený o profily různých tvarů. Válce nezpůsobují souvislé utužení povrchu půdy, vyvíjejí tlak i na hlouběji uložené půdní částice a přiměřeně drobí hroudy. Tvrdé kuželovité



výstupky jsou našroubované po obvodu jednotlivých prstenců. Takto konstruovaný válec vytlačuje na povrch jamky miskovitého tvaru, které přispívají k zadržování vody.

Obr. 9 Rýhovaný válec [převzato z greatplainsmfg.com]

Klínový válec se skládá z pryžových klínků, které vytvářejí utužené pruhy, do kterých se ukládá osivo. Spolehlivě pracuje i na problémových půdách. Jednotlivé prstence jsou navlečeny na ocelovém válci a jejich rozestup je např. u válců značky Amazone vymezen silikonovým mezikružím, které má nečistoty odpuzující povrch.

Na povrchu **hřbového válce** jsou v řadách rovnoběžně s osou otáčení nebo ve šroubovicích připevněné krátké hřeby z oceli. Tento typ válců má dobrou drobicí schopnost a jeho použití pozitivně přispívá k ničení půdního škraloupu.

Zubový (packer) válec má na hladkém povrchu po obvodu připevněné řady dozadu zahnutých hřebů, jejichž poloha je rovnoběžná se směrem jízdy. Používají se hlavně u secích kombinacích pro drobení hrud a utužení půdy po načechrání za rotačním kypřičem. Neusazuje se na nich ani extrémně lepkavá půda, protože mají mezi zuby škrabky. Jsou tedy vhodné i do středních a těžších lepkavých půd.

Kotoučový (nožový) válec (obr. 10) je tvořen těžkými litinovými prstenci, které jsou připevněné na rámu válce na vodorovné hřídeli. Jejich obvod je klínovitě upraven a má profil tvaru písmene V. Nožové válce pracují v řádcích a jsou více odolné proti nalepení půdy a ucpávání, proto se hodí k rozbíjení větších a tvrdých hrud na těžkých půdách.



Obr. 10 Nožový válec [převzato z greatplainsmfg.com]

Prutový válec se skládá z prutů profilu kruhového („*trubka*“) nebo obdélníkového průřezu („*dláto*“), které jsou napojeny na hroty hvězdic, navařených na společné hřídeli. Pruty jsou uspořádány vodorovně s hřídelí nebo do šroubovice. Většinou se vyrábějí v menším průměru a pro dobré utužení a rozbíjení hrud se používají často u secích kombinátorů a strojů na přípravu půdy před setím – kompaktorů.

Cambridgeské (prstencové) (obr. 11) válce představují sadu dvou druhů kotoučů střídavě nasazených na společné hřídeli. Střídají se kotouče s hladkým povrchem a ozubené, které mají větší vnitřní průměr než hřídel a proto se otáčejí a mohou se volně pohybovat nahoru a dolů. Výhodou těchto válců je dobré drobení hrud a vytvoření kypré vrstvičky na povrchu půdy, zatímco hladká část kotoučů dobře utužuje seťové lože a obnovuje kapilaritu. Cambridge válce jsou určeny k dodatečnému zpracování půd před setím a po setí, a to hlavně v těžkých a suchých podmínkách. Použití cambridgeských válců po zasetí zvyšuje pravidelnost vzcházení osiva a následně zrychlení vegetace.



Obr. 11 Segmenty cambridge válců [převzato od Farnet]

Crosskilské válce tvoří hřídel s úzkými ocelovými kotouči o průměru 500 až 600 mm, které mají po stranách zuby kapkovitého tvaru. Obvodový břit je hladký. Používají se samostatně nebo při předseťové přípravě půdy jako součást secích kombinací. Obdoba tohoto válce je válec, který má postranní návary s obdélníkovým profilem, označovaný jako člankový nebo vačkový válec. Jelikož má větší styčnou plochu, hodí se více do lehčích půd.

Pneumatikové válce jsou velmi často součástí kypřičů, kombinátorů, kompaktorů pro přípravu seťového lože, bran a podmítačů. Jsou tvořeny pneumatikami plněnými vzduchem, nebo pěnou.

Rollflex válec patří mezi lehké válce, které slouží spíše k hloubkovému vedení stroje a působení na půdu je vzhledem k jejich malé hmotnosti nepatrné. Jsou tvořeny dvojicemi pružných obručí na společné hřídeli. Vzhledem k pružení ocelových obručí mají velkou samočistící schopnost.

3.4. Technologie setí

Setí je pracovní operace, která zahajuje pěstování nové plodiny, a proto je třeba sít s velkou pečlivostí. Způsob a kvalita zasetí ovlivňuje následující operace a hlavně velikost výnosu s kvalitou sklizených plodin a tím následně i ekonomiku pěstování dané plodiny.

Vzniklé chyby při setí se nedají opravit, nebo jen velmi obtížně. Pro dosažení kvalitního výsevu je nutné splnit několik požadavků jak ze strany rostlin, tak ze strany pěstitele. Semena je nutné při setí optimálně rozmístit ve vodorovné (vzdálenost řádků), tak ve svislé (hloubka setí) rovině.

Cílem setí je vytvoření prostředí pro všechny rostliny, s dostatkem světla, vzduchu, vody a živin a bez vzájemné konkurence. Pouze v takových podmínkách jsou rostliny schopny plně využít svého výnosového potenciálu a tím přinést maximální výnos a současně kvalitní produkci. Půdorys životního prostoru rostlin většinou tvoří plocha přibližně kruhového tvaru. Nejlepší rozmístění semen v horizontální rovině je tedy takové, kdy tyto plochy maximálně vyplňují povrch pozemku bez vzájemného překrývání. Především pro dobré vzcházení a další růst je důležité odpovídající rozmístění semen – správná a rovnoměrná hloubka výsevu.

Během setí nehraje roli pouze prostorové vertikální umístění semen, ale i kvalita vytvořeného set'ového lůžka. Důležitá je hloubka set'ového lůžka, utužení dna rýhy pro osivo a spodní vrstvy půdy a v poslední řadě zakrytí semen půdou, které může být zdokonaleno následným utužením pozemku válením.

Páltik (2003) uvádí základní agrotechnické požadavky na secí stroje:

- dodržení měrného výsevku na celém pozemku,
- stejná vzdálenost řádků i na nerovném pozemku,
- dodržení hloubky setí,
- univerzálnost použití pro různé druhy semen (kromě jednoúčelových strojů),
- nepoškozování semen,
- množství semen vysévaných jednotlivými secími botkami (ústrojími) musí být stejné,

- snadné a spolehlivé nastavení měrného výsevku,
- snadno regulovatelná hloubka setí podle příslušného osiva a půdních podmínek,
- konstrukce výsevní skříně (zásobníku) musí umožnit snadné a rychlé plnění osivem, velikost skříně má být úměrná velikosti pracovního záběru stroje.

Secí stroje profesionální kategorie by měly navíc splňovat tyto požadavky (Krupička, 2012):

- samočinné ovládání znamenáků, vysoká výkonnost z důvodu krátkých agrotechnických lhůt a respektování „faktoru včasnosti“,
- vysoká provozní spolehlivost, snadné čištění a údržba, dostupnost kvalitního servisního zázemí,
- vybavení počítadlem zaseté plochy,
- snadná přestavba do přepravní polohy (u strojů s velkým pracovním záběrem).

Důležitou vlastností secího stroje je dobré kopírování terénu, jehož význam stoupl s rozvojem širokořádkových secích strojů. Povrch polí bývá většinou nerovný a při nedostatečném kopírování dochází k vyhlubování části záběru secích botek a není tím dodržována konstantní hloubka uložení osiva.

3.5. Lokální hnojení minerálními hnojivy při setí

Některé moderní secí stroje (Vaněk a kol., 2007) jsou konstrukčně navrženy pro cílené ukládání hnojiva přímo během setí do blízkosti budoucího kořenového systému klíčících rostlin, čímž se zlepší podmínky pro vývoj, zlepšuje se úroveň využití hnojiva a navíc odpadne spotřeba hnojení po setí v samostatné operaci.

Trend ve vývoji zemědělských strojů se ubírá směrem k secím kombinacím, schopným zároveň se setím též aplikovat hnojivo k osivu. Pro zvýšení výnosů a efektivnosti využití hnojiva je vhodné hloubkové přihnojování v jedné operaci se setím, tzv. „*hnojení pod patu*“. Při vzcházení je pro uložení hnojiva nejučinnější místo oblast kořenů, nikoli jeho plošná aplikace na půdu, které je



Obr. 12 Schéma hnojení "pod patu" [převzato od P&L]

k dispozici např. plevelným rostlinám a podporuje jejich vývoj. Hnojivo aplikované "pod patu" podporuje růst kořenového systému a nachází se přesně v místě, kde je kořeny nejnáze využito.

Beneš (2011) uvádí, že kombinované secí stroje jsou vhodné do oblastí s dlouhým letním obdobím, s pravidelným suchem na jaře, s krátkou vegetační periodou, do chladných, vlhkých půdních podmínek či do oblastí, kde je nedostatek živin a drahé hnojení.

3.5.1. Výhody hnojení pod lůžko osiva

Aplikací granulovaného hnojiva na povrch půdy dochází k výrazným ztrátám, navíc k rostoucí rostlině se dostane jen malá část dávky živin, zejména pokud jsou v hnojivu obsaženy prvky málo pohyblivé v půdě. Při hnojení tekutým hnojivem na povrch dochází k vytěkání do ovzduší, nebo je hnojivo nasáto rostlinnými zbytky.

Aplikací hnojiva „pod patu“ snížíme jeho splavování při dešti, zvýšíme využitelnost hnojiva rostlinami a díky menší závislosti využitelnosti na povětrnostních podmínkách rostlinami snížíme náklady hnojiva. Efekt hnojení přímo při setí se kladně projeví zejména na živinami slabě zásobených půdách. Sloučením operace setí a hnojení také omezíme počet přejezdů a tím utužení půdy a zvýšíme výkonnost při setí.

Další důvody proč situovat hnojivo přímo k budoucí rostlině vycházejí z pohyblivosti jednotlivých prvků v půdě. Některé prvky jsou v půdě velmi špatně pohyblivé, např. fosfor a uhličitán draselný, a proto je nutné umístění přímo do kořenové zóny. Při aplikaci hnojiva na bázi fosforu musí být jeho uložení takové, aby bylo hnojivo ve správné dávce uloženo zhruba 2 - 4 cm vedle semen a nejméně 1cm pod semeny. Kořeny jsou tak nuceny se rozšiřovat a růst hlouběji k hnojivu. Rostlina se tímto stává odolnější suchu a lépe využívá spodní vláhu (Vaněk, 2007). Startovní dávka hnojiva podpoří rychlejší a rovnoměrnější počáteční vývoj rostlin, konkrétně u pšenice ozimé je pokrytí potřeby rostlin dusíkem zajištěno až do fáze odnožování. Proto je možné vynechání nebo posunutí regenerační dávky dusíku do pozdějšího období, vhodnějšího pro průjezd aplikační techniky, protože rostliny jsou méně náchylné k poškození. Urychlení počátečního vývoje je vhodné zejména v oblastech, kde křísci polní přenáší virovou zakrslost, protože se zde nedoporučuje časný výsev. Naopak u ozimých plodin hnojením „pod patu“ zajistíme příznivý celkový stav porostu pro lepší přezimování. Na rozdíl od plošné aplikace rozmetadly minerálních hnojiv je omezen odběr živin plevely, které mají v důsledku nižšího příjmu živin nižší konkurenceschopnost než pěstované plodiny.

Růžek (2010) doporučuje po horší předplodině, při zapravení slámy nebo pozdějším termínu setí aplikovat dávku 10 – 30 kg N na ha při setí ozimé pšenice a ječmenu. Dozrávání bude rovnoměrnější a rychlejší, díky tomu může být snadnější sklizeň s nižší sklizňovou vlhkostí. Porosty založené s hnojením pod lůžko osiva mohou vykazovat vyšší výnos a zralost zrna dříve než porosty nehnojené při setí. (Šedek, 2006)

Kromě výhod pro rostliny má hnojení pod patu i ekonomické odůvodnění. Aplikací do půdy je omezena imobilizace dusíku a fosforu půdními mikroorganismy a při aplikaci hnojiv s amoniakálním a dusíkem jsou ztráty dusíku omezené. I ztráty vyplavením do vod a unikem do ovzduší jsou nižší, a to díky tomu, že v kombinaci s inhibitory ureázy a nitrifikace lze regulovat tvorbu některých forem dusíku a tím metabolismus dusíku v rostlině zlepšit.

Hnojiva zapravovaná pod lůžko osiva bezprostředně po setí jsou jak tekutá, tak granulovaná. Granulované hnojivo má stejný efekt jako je kapalná aplikace. Má však jiný charakter působení v půdě a proto je vhodné zapravit do půdy při setí tak, aby bylo v době počátku růstu rostlině k dispozici. Výhodou technologie hnojení při setí nabízí možnost společné aplikace mikroprvků i s biologicky aktivními látkami nebo se systémovými pesticidy.

Secí stroje mohou být obsahovat systémy hnojení z výroby, nebo mohou být aplikátory hnojiv dodatečně vybaveny. Aplikáčnící botky pro hnojivo mohou být dvoukotoučové i jednokotoučové, případně klasické bez kotoučů s jištěním proti poškození při kontaktu s kameny. Pohon je vždy řešen Botky pro ukládání hnojiva jsou výškově stavitelné, aby ukládaly hnojivo vždy na správné místo nezávisle na hloubce setí. Kromě toho mohou sloužit k povrchové aplikaci moluskocidů při setí řepky.

3.6. Setí kolejových řádků

Kolejové řádky jsou zapínány elektricky. Při sepnutí magnetické záklopky uzavřou pro každou stopu až tři otvory pro semenovody na obvodu rozdělovací hlavy. Díky speciální konstrukci rozdělovací hlavy je přebytečné osivo dopracováno zpět do přívodní trubice. Množství osiva je automaticky sníženo a tím nedochází ke zvýšení vysévaného množství.

3.7. Secí stroje a jejich funkční prvky

Pokud secí stroj nepracuje správně a rovnoměrně, je to z velké míry ovlivněno obsluhou. Pro zachování přesnosti je třeba udržovat zemědělské stroje v dobrém technickém stavu, zejména secí botky a jejich uložení. Kotouče secích botek by měly být rovnoměrně opotřebované a pravidelně měněné. Problémy s rovnoměrností také nastanou špatným technickým stavem ložisek a pružin uložení. Při pořizování secího stroje je třeba zvážit, které konstrukční řešení se hodí do jakých podmínek. Výrobci nabízí velké množství konstrukčních řešení strojů, pneumatické i mechanické, s pasivní i aktivní přípravou půdy před setím, tzv. secí kombinace a s různými pracovními i secími orgány.

Správné založení porostu do značné míry rozhoduje o budoucím výnosu, a také ve vztahu k nákladům o zisku. Při jízdě se secím strojem je proto nutné dodržovat výrobcem doporučenou pojezdovou rychlost, a přesné navazování jednotlivých jízd. V současnosti se zejména pro setí často používá navigace, abych nedocházelo k nežádoucímu překrývání záběrů, nebo k vynechaným místům. Díky moderním technologiím a navigacím s korekčním signálem je možné pohodlně dosáhnout vysoké přesnosti. Náklady na zakládání porostu snížil současný trend zvětšování pracovních záběrů secích strojů s pneumatickou dopravou osiva.

„Daní“ za širokozáběrové secí stroje jsou nerovnoměrnosti v podélném rozdělení osiva, ke kterým často dochází právě u pneumatické dopravy osiva k secím botkám. Nerovnoměrnosti vedou v krajích případech až k mezerovitosti, která vzniká vlivem vynechávání obilek nebo odchylce polohy obilek, které měly být uloženy. Osivo je v celé konstrukci secího stroje dopravováno dlouhými cestami, a ve kterých nerovnoměrnosti vznikají. Nejvíce je kvalita dopravy osiva ovlivňována různou délkou semenovodů, která je umocňována hlavně u širokozáběrových strojů, proto mají někteří výrobci semenovody na secích strojích stejně dlouhé ke všem výsevním botkám. Extrémní případy nerovnoměrnosti jsou ale spíše výsledkem špatného technického stavu stroje, např. v ohbí ucpaných semenovodů. Jsou-li pojezdové rychlosti secího stroje vysoké, dochází k nežádoucímu poskakování secích botek. K vyhlubování z půdy dochází hlavně při nedostatečném přitlaku na botky, a zrna se tak objevují na povrchu půdy. Neuložením do půdy obilky nevzchází, a tím dochází opět k mezerovitosti.

3.7.1. Kombinované stroje pro přípravu půdy spojenou se setím

Secí stroje s integrovanou přípravou půdy se těší velké oblibě díky možnosti setí jak do mělce zpracované půdy, tak i do půdy zorané. U strojů slučujících přípravu půdy a vlastní setí se používají diskové i radličkové pasivní nástroje, nebo se před secími botkami nachází aktivní vířivý kypřič.

Talířová pole mohou být uspořádána v několika řadách, a talíře mohou být na slupicích upevněny samostatně, nebo jsou na slupicích v párech. Talíře vůči sobě bývají předsazené s možností nastavení pracovního úhlu, aby bylo možné více namáhané přední talíře zahloubit hlouběji.

U secích kombinací je třeba řešit také utužení stop kol traktoru. K tomuto účelu slouží kypřiče stop, případně mohou být talíře nacházející se za koly traktoru nastaveny na větší pracovní hloubku.

K rovnoměrnosti práce secího stroje přispívá také na boku stroje umístěný stranový kryt. Slouží k zabránění tvorby nežádoucích hrůbků a nerovností, jež by mohly vznikat při vysokých pojezdových rychlostech během setí, vlivem činnosti pracovních orgánů. Stranový kryt bývá výškově nastavitelný a za jízdy pohyblivý a setkáme se s ním i u samostatných strojů na přípravu půdy. U secích kombinací má velký význam k udržení rovnoměrného povrchu a stejnoměrného vzcházení rostlin ze stejné hloubky.

Při setí se dosahuje rychlostí okolo 12 až 15 km.h⁻¹ a proto může docházet k tomu, že poslední řada talířů vrhá hmotu do výšky až na opěrný válec. Pokud k tomuto jevu dochází, je vhodné doplnit konstrukci stroje o urovnávací lištu. Lišta může být i hydraulicky výškově nastavitelná, a s touto výbavou je usměrnění toku půdy a drcení hrud plynule regulovatelné během jízdy.

Prvkem pro zpětné utužení půdy, kterou načechraly pracovní nástroje, bývá u secích kombinací pneumatikou válec, který slouží také jako opěrný. Pneumatiky jsou uloženy buď vzájemně nezávisle, nebo na společné hřídeli. Výhodou nezávislého uložení je, že se každé kolo pneumatiky může otáčet jinou rychlostí, uvnitř poloměru otáčení pomaleji, na obvodu rychleji, takže nedochází k hrnutí půdy.

Univerzálnost využití secích kombinací spočívá v široké možnosti kombinování secího a půdozpracujícího stroje. Někteří výrobci, například Lemken, umožňují používat secí stroj samostatně, což je výhodné, probíhá-li na některém pozemku příprava půdy v samostatné operaci.

Secí kombinace s rotačními bránami

V systémech zpracování půdy mají neopomenutelný význam také stroje s pracovními nástroji aktivně poháněnými od vývodového hřídele traktoru (obr. 13). Využívány jsou hlavně při předset'ové přípravě na středně těžkých a těžkých půdách, z toho důvodu je používají hlavně podniky obhospodařující vysoké procento těžších půd, které jsou obtížně zpracovatelné. Secí kombinace s rotačními bránami představují spojení operací půdozpracujících a zakládání porostu. Jejich výhoda plyne z úspory přejezdů díky spojování pracovních operací. S kombinací vybavenou aktivní přípravou půdy před setím lze sít jak po podmítce, po kypření i po orbě. Při využití po podmítce nezapravují zbytky do půdy, ale dochází k promíchání v půdním profilu. Po podmítce je využití nízké, z důvodu malé plošné výkonnosti. Secí kombinace s přípravou půdy rotačními branami jsou energeticky značně náročné a kvůli nutnosti malé pracovní rychlosti mají nízkou výkonnost.



Obr. 13 Secí stroj kombinovaný s vířivým kypřičem [převzato z lemken.com]

Secí stroje jsou obvykle vyráběny o šířce záběru od 3 do 8 metrů a v závislosti na záběru je jejich provedení buď pevné, nebo v záběru od 4 metrů více hydraulicky sklopné. Agregace s energetickým prostředkem může být buď nesená, či tažená. K základní výbavě zpravidla patří boční či zadní plechy, většinou odpružené a smyky. Boční štíty jsou na stroji

vpravo i vlevo a zabraňují tomu, aby se po stranách tvořily hrůbky, tzv. hřebeny. Smykové lišty je možné volitelně umístit před nebo za vanu rotačních bran a zadní utužovací válce. Funkce smyku je regulace toku zeminy a proto optimálně doplňuje práci nožů. Po přejezdu rotačními bránami je půda hodně nakypřená, a proto je nutné zpětné utužení těžšími variantami válců. Pro utužení seťového lože se používají různé typy válců, nejčastěji však válce označené jako „packer“ válce, které jsou tvořené plným válcem s návary ocelových profilů.

Pro optimální přípravu seťového lože mohou být parametry rotačních bran přizpůsobeny. Pro požadované zpracování půdy lze měnit pracovní hloubku, počet otáček rotoru, polohu hřebů a pojezdovou rychlost. Intenzivní mísení a drobení je možné až do hloubky 15 cm. Pracovní orgány by měly být z tvrzené oceli s pancéřováním a odolné proti zlomení a opotřebení (obr.14, 15). Významným nastavením je změna směru otáčení, kterou nabízí například firma Lemken u modelu Zirkon. Nože tak mohou být nastaveny „na tupo“, kdy je ornice lépe srovnána a kameny zůstávají v půdě. Pozice „na ostro“ má své opodstatnění při setí do mulče, nože se lépe zahlubují, jemná půda je v místě uložení osiva a hrudky zůstávají na povrchu, protože hrubé částice jsou odhazovány dále než jemné. Hrubší části na povrchu chrání před rozbahněním a erozí a poskytují rostlinkám ochranu.

Secí kombinace s rotačními bránami se používají většinou v systémech s omezeným zpracováním půdy a kvůli většímu množství posklizňových zbytků jsou většinou vybaveny diskovými secími botkami.



Obr. 14 Pohled na nože a válec [převzato z lemken.com]

Obr. 15 Příprava seťového lože rotačním kypřičem [převzato z amazone.net]

3.7.2. Kombinace přesného a klasického secího stroje

V současné době je nastolen trend snižování počtu operací a také zvyšování univerzálnosti strojů. Výrobci secí techniky na požadavky trhu zareagovali vývojem univerzálních secích strojů, které se dají využít jak pro klasický výsev úzkořádkových plodin, tak pro přesný výsev plodin širokořádkových. Takovým strojem je například Aerosem 3002 ADD od firmy Pöttinger. Pohon dávkování je elektrický a technické řešení přestavby není složité. V zásobníku lze sklopit přepážku, která vytvoří dva samostatné prostory zásobníku pro osivo například kukuřice, zatímco středový prostor je možné použít pro naplnění hnojivem, nebo osivem na podsev, který má význam zejména v erozně ohrožených oblastech. Osivo je dávkováno klasickým centrálním dávkovacím ústrojím a proudem vzduchu dopravováno do rozdělovací hlavičky.

Klasické secí stroje s integrovaným systémem pro přesné setí rozšiřují možnosti využití běžných pneumatických secích strojů a kromě výsevu obilovin mohou sloužit i k výsevu kukuřice a slunečnice a to spolu s přihnojováním i bez něj. Tento koncept představuje snížení pořizovacích nákladů na secí techniku.

3.7.3. Části secího stroje ovlivňující set'ové lůžko

3.7.3.1. Secí botky

Secí botky vytvářejí rýhu pro uložení osiva. Lůžko pro osivo by mělo mít utužené dno, aby byl zabezpečen dostatečný přívod vláhy pro klíčící semeno. Práce všech druhů secích botek je charakteristická minimálním hloubkovým rozptylem uložení osiva do půdy i při vysokých pracovních rychlostech (okolo 15 km.h^{-1}). Minimálním rozptylem miníme odchylku od nastavené hloubky max. $\pm 10 \text{ mm}$ nebo raději ještě méně.

Dle konstrukce rozlišujeme secí botky:

- a. **radličkové** - neboli klasické
- b. **kotoučové** - vhodné do vlhkých zaplevelených půd,
 - nevhodné do kamenitých půd,
 - používají se při bezorebném setí.

Kotoučové secí botky

Vytvářejí výsevní brázdičku jedním, nebo dvěma odvalujícími se kotouči s obvodovým ostřím. Kotoučové secí botky jsou vhodné do nerovných půd, při setí nezpracované půdy s posklizňovými zbytky a do stávající plodiny i meziplodiny. Velkou výhodou secího stroje s kotoučovými botkami je jeho nízká energetická náročnost a odolnost proti ucpávání.

Složení a uspořádání nástrojů secích strojů je v různých typech a značkách různé. Konstrukce secího stroje s kotoučovými botkami zpravidla obsahuje:

- secí botku radličkovou nebo pro otevření řádku kotoučovou,
- semenovod,
- kopírovací kolo, které zajišťuje uložení osiva ve správné hloubce
- zamačkávací kolo, které zatlačí půdu okolo osiva.
- krojidlo (koltr) -slouží k řezání posklizňových zbytků a vytváří zkyplenou stopu,

Podle konstrukce je rozdělujeme na jednokotoučové a dvojkotoučové (Páltik, 2003).

Jednokotoučové secí botky

Jsou tvořeny ocelovým kotoučem s klínovou radličkou. Kotouč svírá se směrem pohybu kol úhel 7° až 15°. Narušují nejmenší množství zeminy, a proto potřebují minimální přítlak na botky. Často jsou umístěny v malém úhlu vůči směru jízdy. Vlivem bočních sil může docházet k jejich sbíhání a tím nedodržení přesné vzdálenosti mezi řádky. Jednokotoučové secí botky jsou opatřeny stěrkou (obr. 11), která je většinou zhotovena z pružného plastu, minimálně podléhajícímu opotřebení. Stěrka zabraňuje ulpívání zeminy na secím kotouči a podílí se na utváření rýhy pro osivo. Při použití speciálních excentricky umístěných stěrek s výstupky (obr. 12) u botky s obchodním názvem RoTeC od výrobce Amazone může stěrka sloužit i pro hloubkové vedení. Při hlubším setí jsou stěrky demontovatelné.



Obr. 11 Jednokotoučová botka [převzato od Kuhn]



Obr. 12 RoTeC botka [převzato z amazone.net]

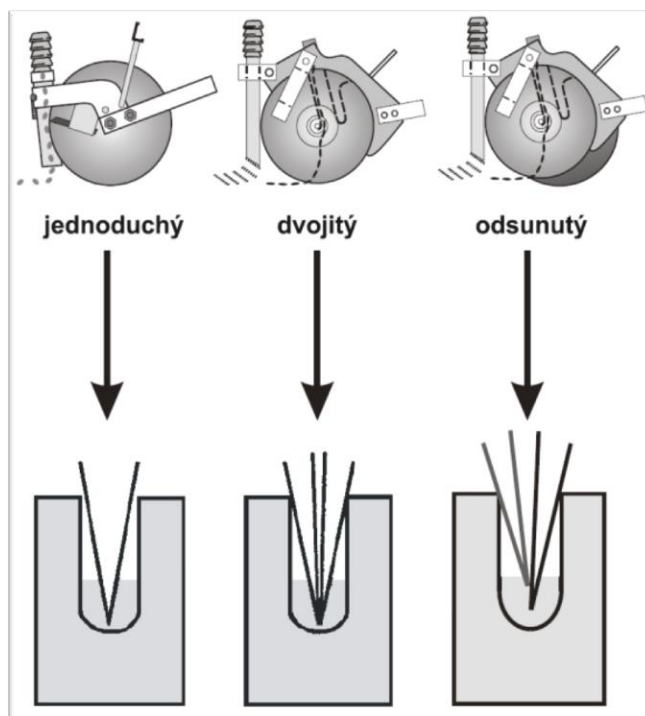
Podle připravenosti půdy, do níž se seje, rozlišujeme jednokotoučové botky pro setí do připravené půdy a botky pro přímé setí. Botky pro přímé setí mají menší průměr (od 330 do 350 mm) a větší sklon patky na směr pohybu (okolo 15°). Přítlačná síla se pohybuje okolo 200 N. kotouč výsevní botky pro přímý výsev má větší průměr (450 - 480 mm) a úhel sklonu na směr pohybu je jen okolo 7°. Přítlačná síla na botky pro přímé setí musí být mnohem větší, přibližně 2 500 N.

Dvoukotoučové secí botky

Dvoukotoučové botky představují nejběžnější systém secích botek na secím stroji (obr. 16). Oproti jednokotoučovým botkám vytvářejí větší rýhu v povrchové vrstvě půdy a odstraňují více posklizňových zbytků při minimalizační technologii zpracování půdy. Jsou tak méně náročné na kvalitu předseťové přípravy. Kotouče ve tvaru písmene V nejprve povrch půdy proříznou a vytlačí zeminu a posklizňové zbytky do stran. Hrot botky protáhne secí drážku a utuží její dno. Přímou za hrotem je dávkováno osivo. Zemina padá za kotouči zpět a zakrývá osivo. Zatlačovací kolečko zatlačí osivo do půdy. Mezi kotouči jsou umístěny škrabky, které je udržují neustále čisté. Nevýhody dvoukotoučové botky se omezují na setí za extrémních podmínek - např. při přímém setí do mokré nebo do velmi suché těžké půdy - může tehdy docházet k otevírání vytvořené drážky s osivem, protože oba boky drážky jsou hladké.

U secích kombinátorů bývá prostor mezi kotouči uzavřen kryty, které zamezí průletům půdy ve volném prostoru a případnému ucpávání.

Odkloněné (předsazené) botky (obr. 16) se skládají z hlavních koltrů, které mají jednokotoučové secí botky připevněné na jejich zadní straně a jsou mírně posunuté mimo střed. Jeden z kotoučů je stranově vůči druhému odsazen. To znamená, že drážku pro osivo vytváří pouze jeden kotouč, což snižuje odpor půdy a zlepšuje možnost proniknout a vytvořit drážku přes rostlinné zbytky ležící na povrchu půdy. Předsazením jsou kotouče k ucpávání a blokacím např. kameny nebo organickým materiálem méně



Obr. 16 Typy kotoučových botek [převzato od Monsanto]

náchylné. Opatření kotoučů je zákrytem jednoho z nich sníženo. Pokud botky nejsou odkloněné, se zvyšujícím se opotřebením se zvyšuje jejich vzdálenost a tím i náchylnost k ucpávání.

Dostatečnou průchodnost posklizňových zbytků během setí zajišťuje dvouřadá konstrukce upevnění botek.

Radličkové secí botky

Páltik (2003) rozděluje radličné secí botky podle úhlu vnikání do půdy na patky s tupým úhlem vnikání do půdy ($\alpha > 90^\circ$) a patky s ostrým úhlem vnikání do půdy ($\alpha < 90^\circ$). Vysévaná semena jsou dopravována semenovodem do otvoru na usměrňovač semen, ze kterého vypadávají na dno brázdičky bezprostředně za radličku. Aby nedošlo k předčasnému sesunutí půdy na dno brázdičky, ještě před umístěním semena, je botka vybavená křídly.

Co se týče vybavení secích strojů s těmito radličkovými botkami, jejich vybavení příslušenstvím je jednodušší. Nepotřebují koltry, protože neřežou posklizňové zbytky a obvykle nemají samostatně pohyblivé slupice. Radličky jsou montovány do samostatně pohyblivých sekcí, které mají svůj vlastní mechanismus pro nastavení hloubky setí. Dalším zjednodušením je menší počet ložisek.

Secí ústrojí s radličkovými botkami s ostrým úhlem vnikání do půdy je složeno ze secí radličky, upevněné v sekci s dalšími radličkami, vodícího (kopírovacího) kola v sekci a zamačkávacího kola. Výhodou těchto secích strojů je jejich rovnací efekt. Další předností je rozmístování osiva do širšího pásku a omezení konkurence jednotlivých rostlin.

Na kvalitu práce se secím stojem má vliv konkrétní pozemek, jež musí být rovný, kvůli zajištění požadované hloubky setí. Velký vliv na kvalitu práce má také vlhkost půdy a rozdrčení posklizňových zbytků tak, aby strojem snadno procházely. Radličkové secí stroje jsou vhodné pro setí hustě setých plodin - obilnin, luskovin a řepky.

Klasická botka je mimořádně vhodná pro setí do zorané půdy nebo při výskytu menšího množství slámy či jiných rostlinných zbytků v půdě, např. po sklizni řepky nebo řepy, vhodná je pro setí jarního ječmene. Aby měly špičky vysokou životnost, musí být vyrobeny z kvalitního materiálu (obr. 18) s oplátovaným hrotem botky tvrdokovem legovaným wolframem a kobaltem. Proti nechtěnému couvání jsou secí botky chráněny zavřením klapek.

Výhodou dlátovitých radličkových botek (obr. 17) jsou nízké náklady na údržbu, malý odpor a jednoduché hloubkové vedení (přítlakem na botku nebo omezovačem hloubky). U vlhkých půd nezanechávají vrstvu nestrukturní v řádku a v kamenitých půdách lépe prochází mezi kameny. Atkinson (2006) zdůrazňuje, že při setí do nezpracované půdy je dlátová secí botka v porovnání s diskovou vhodnější, z hlediska vyšší vzcháživosti, a to zejména v sušších podmínkách. Biologický účinek secích botek záleží na geometrii vytvořených drážek a schopnosti udržet a využívat kapalné a plynné vlhkosti semen.



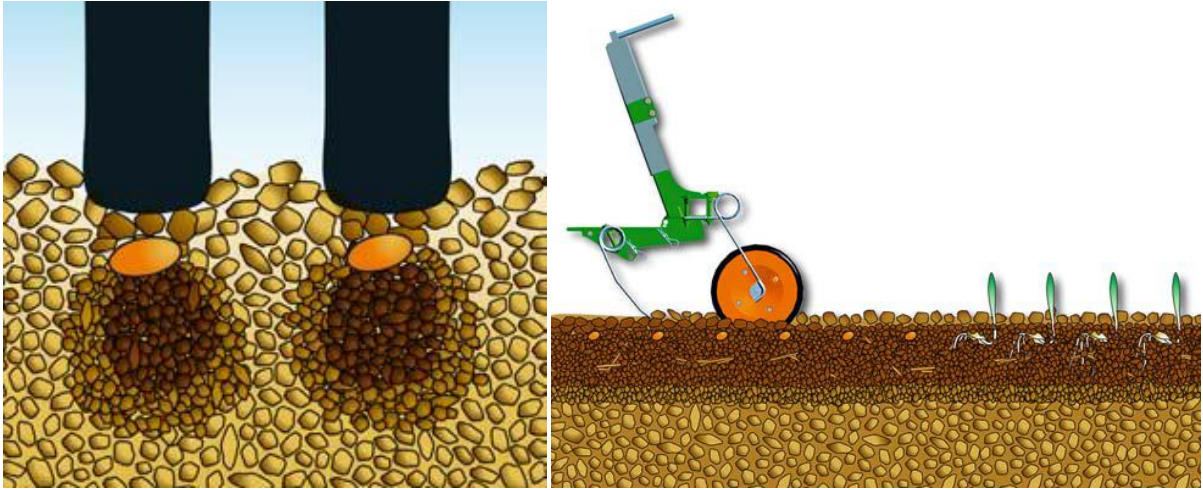
Obr. 17 Dlátová secí botka TineTeC od Amazone [převzato z amazone.de]

Obr. 18 Hrot botky s plátem tvrdokovu [převzato z amazone.de]

Secí stroje mohou být vybaveny i botkami tvaru šípovitých radliček, jako mají kypřiče. U secích strojů s radličkovými botkami a s ostrým úhlem vnikání do půdy jsou na rozdíl od kotoučových secích strojů zcela jiné požadavky na konstrukci. Hmotnost stroje zde nehraje tak kritickou roli jako u kotoučových secích strojů, neboť radlička nepotřebuje být zatlačena do půdy. Zahlubuje se sama a jsou-li na poli posklizňové zbytky, nepotřebuje je prořezávat, protože pracuje v půdě pod nimi. Velký důraz je kladen na rozestup mezi slupicemi jednotlivých radliček z toho důvodu, aby byl umožněn dostatečný průchod posklizňových zbytků.

3.7.3.2. Utužovací kolečka

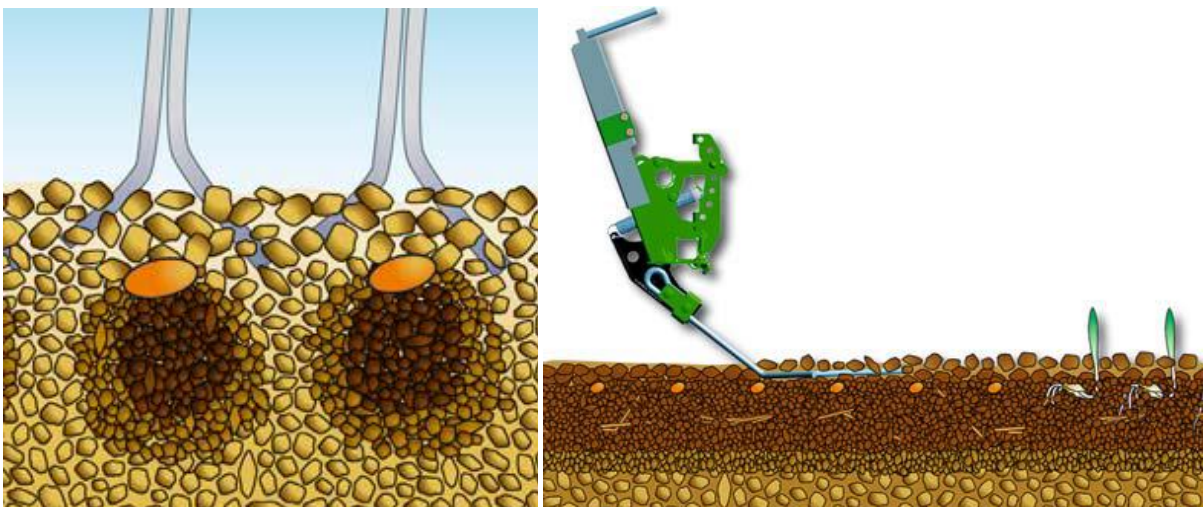
Zamačkávací, neboli utužovací kolečka (obr. 19) jsou umístěny za výsevními disky a jejich funkcí je utužení půdy nad výsevní drážkou. Utužení půdy představuje vytvoření optimálních podmínek pro vzcházení. Neméně důležitou funkcí utužovacích koleček je udržování konstantní hloubky setí. Pomocí těchto koleček lze také nastavovat hloubku setí. Velká utužovací kola povrch uválí i při vysokých pracovních rychlostech secího stroje je dodržena stabilní hloubka setí. Zamačkávací kolečka by též měla být doplněna robustními škrabkami, aby byla kola neustále čistá, aby nedocházelo k lepení a následnému odpadávání půdy, což by způsobovalo nerovnosti zejména na lepivých půdách. Kolečka bývají plastová a potažená měkkou pryží, jejíž pružení způsobuje částečný samočisticí efekt. Zvláště výhodné je seřizování přitlaku na kolečko, které je zcela nezávislé na seřizování přitlaku na botku.



Obr. 19 Princip tlaku zatlačovacího kolečka [zdroj: amazone.de]

3.7.3.3. *Zavlačovače*

Dříve spočívala hlavní funkce zavlačovačů v zakrývání špatně uloženého osiva, dnes se však používá hlavně při setí do mulče (obr. 20). Zavlačovače jsou určeny pro zahrnování otevřených výsevních drážek a k zarovnávaní povrchu. Zavlačovač většinou pracuje bez ucpávání i v případě značného množství posklizňové slámy. Jejich nasazení je výhodné v oblastech, kde hrozí vysychání půdy, protože rozvrstvení rostlinných zbytků nad řádkem osiva pomáhá zachovávat půdní vláhu. Ve studených a mokrých podmínkách, kdy je třeba půdu prohřát sluncem, je lepší zavlačovače nepoužívat, aby zůstal povrch půdy vystaven slunci (P&L spol. s.r.o., 2005).



Obr. 20 Princip funkce zavlačovače [zdroj: amazone.de]

3.8. Jištění pracovních orgánů strojů na přípravu půdy

Pro předseťovou přípravu se používají různé radličkové a diskové kypřiče v různých pracovních hloubkách. Jelikož současným trendem je ustupovat od orby, minimalizační technologie způsobily nárůst využití radličkových kypřičů, a to zejména těch hloubkových pracujících do hloubek okolo 40 cm. Protože zpracování půdy do různých hloubek klade rozdílné nároky na jistící sílu pracovních orgánů, můžeme se na trhu setkat s různými systémy jištění radliček a diskových těles. Z hlediska vyrovnanosti pracovní hloubky, která následně ovlivňuje seťové lože, jsou některé systémy jištění vhodnější do konkrétních podmínek, neboť rovnoměrnost pracovní hloubky orgánů je vlivem struktury půdy různá.

3.8.1. Slupice jištěné gumovými silentbloky

Jištění slupic s pryžovými elementy (silentbloky) je vhodné zejména pro talíře menších průměrů mezi 450 až 550 mm. S touto koncepcí poprvé přišla švédská společnost Väderstad, poté následovaly i další společnosti například Kuhn, Amazone, Rabe, SMS Rokycany, Farnet, Horsch. Toto jištění se vyznačuje se jednoduchou konstrukcí bez čepových spojení a hodí se do půd s méně náročným zpracováním.

Nevýhodou je, že maximální možný úhel natočení disků je velmi malý, do 15 až 20°. Na druhou stranu jejich uložení umožňuje při najetí na překážku vychýlení do boku až o 5°. Během práce za plynulého chodu stroje ovšem dochází k nežádoucímu vychýlení pracovních orgánů změnou pracovního úhlu. Proto jsou na kvalitu materiálu a opotřebení pryžových elementů kladeny vysoké nároky a s přibývajícím opotřebením je nutné jejich častější seřízení. Charakteristickým znakem je také to, že nemůžeme nastavit předpětí, a proto se pružení chová na různých půdách rozdílně. Při odjištění je silová charakteristika nepříznivá, neboť vlivem vychýlení roste přítláčná síla.

3.8.2. Slupice tvořené listovou pružinou

U tohoto řešení lze použít talíře většího průměru od 550 do 700 mm. Pružení listovou pružinou se vyznačuje jednoduchým konstrukčním řešením, bez čepových spojení. Maximální úhel dosažený při odjištění je větší než u varianty jištění gumovými silentbloky. Má však nevýhodu, že v závislosti s rostoucím vyklopením při odjištění roste přítláčná síla. Konstrukce umožňuje vychýlení do boku při najetí na překážku (5 – 10°). To však způsobuje vychýlení disku za plynulého chodu stroje a změnu pracovního úhlu, což je velmi nežádoucí. Výroba těchto slupic také je náročnější než u jiných variant.

3.8.3. Hydraulicky jištěné slupice

Technologicky nejsložitějším a nejnákladnějším způsobem jištění pracovních orgánů je systém hydraulického jištění. Systém umožňuje nastavit si vypínací sílu podle aktuálních půdních podmínek a druhu půdy, a proto dovoluje zpracovávat i tvrdé a suché půdy.

3.8.4. Slupice jištěné vinutou pružinou

Vinuté pružiny se jako jistící elementy u kombinovaných secích strojů zpravidla nepoužívají, ale své opodstatnění mají u strojů na přípravu seťového lože a na podmítku. Vinuté pružiny se používají s disky větších průměrů (800 mm). Vynálezcem je společnost Lemken, která tento způsob používá u řady modelů.

Při odjištění se slupice vychyluje o větší úhel, který je dán kinetikou mechanismu. Podle potřeby je možné systém jištění konstruovat tak, aby s rostoucím úhlem vyklopení klesala přítlačná síla. V základní poloze je možné nastavení předpětí. Práce těles s tímto jištěním je díky klidnějšímu chodu kvalitnější, protože nedochází k bočním výkyvům, který by snižoval pracovní úhel a způsoboval nerovnoměrnosti ve zpracování půdy. Díky možnosti vyššího přítlaku je dosahováno většího zahloubení pracovních orgánů a větší hloubky. Velký svislý sklon, až 20°, má vliv na lepší drobení a podřezávání půdy.

Nevýhodou je složitější konstrukční řešení a zpracování materiálu, které zvyšuje pořizovací cenu oproti předchozím koncepcím. Stroje jsou také náročnější na údržbu, rovnoměrnost práce je ale podstatně větší.

4. Materiál a metody

4.1. Charakteristika výchozích podmínek

Pokus byl založen na pozemcích farmy P+T Čeradice, které jsou soustředěny v okolí sídla farmy v Čeradicích u Žatce. Žatecko je výrobní oblast řepařská a vyniká pěstováním chmele. Nadmořská výška pozemků se pohybuje okolo 320 m.n.m. a reliéf pozemků je rovinný. Čeradice a okolí se nachází v Žatecko – Podbořanské pánvi. Převažujícím půdním typem v této oblasti je černozem a ornice má v půdním profilu mocnost 24 až 26 cm.

Na půdní bloky, které jsou v užívání, se nevztahuje žádné omezení. Pozemky nejsou zařazeny do nitrátově zranitelných oblastí a nespádají do méně příznivých oblastí LFA.

Pozemky se nachází v okruhu sídla společnosti do 3 km. Převážná část jich spadá do katastrálního území Čeradice, dále zasahují do katastrálního území Žatec, Radičevy, Klíčín, Sedčice a Libočany. Průměrná velikost půdních bloků v této oblasti činí 37,29 ha.

Půdní typ je černozem degradovaná na spraši a půdotvorným substrátem je třetihorní spraš. Dle zrnitostního složení je půda hlinitá až hlinito - jílovitá. Ornice je hluboká 24 až 30 cm a je středně humózní (2,1 – 3,0 %) s neutrální až slabě kyselou reakcí (pH 6 – 7,2).

Území leží v mírně teplé oblasti, v klimatickém okrsku mírně teplém a suchém s mírnou zimou. Teplotní normál dle ÚKZUZ pro Žatec je 9,0 °C, a srážkový normál je 439 mm.

4.1.1. Podmínky na místě založení pokusu

Pokus byl založen na pozemku s pracovním názvem „*Velký Kámen*“. Na této výměře je uplatňován čtyřhonný osevní postup (jak vyplývá z tabulky 2) – řepka, vojtěška, pšenice, ječmen. Pokus byl založen setím dvěma rozdílnými technologiemi dne 5. 11. 2014. Termín je pozdní z důvodu dlouhodobého počasí s vydatnými srážkami a nemožnosti dřívějšího setí kvůli lepení půdy na secí orgány a válce secích strojů. Celkový úhrn srážek a přehled srážkových dní je v tabulce 1.

Měsíc	celkový úhrn srážek [mm]
1	
2	4,2
3	9,8
4	50,6
5	98,0
6	17,4
7	137,0
8	78,6
9	114,1
10	35,1
11	24,6
12	20,2
Celkem	589,7

Tab. 1 Přehled klimatických podmínek v Čeradicích v roce 2014

Plodina	Rok
Ječmen jarní dvouřadý	2016
Pšenice setá ozimá	2015
Vojtěška setá	2014
Řepka olejka ozimá	2014
Ječmen jarní dvouřadý	2013
Pšenice setá ozimá	2012
Pšenice setá ozimá	2011
Řepka olejka ozimá	2010
Vojtěška setá	2010

Tab. 2 Přehled osevního postupu na místě pokusu v letech

Termín	Druh práce	Druh nářadí	Poznámka
konec srpna	podmítka	krátké disky	cca 8 cm
první polovina září	podmítka	krátké disky	cca 10 cm likvidace výdrolu řepky+ příprava na setí
Ríjen-listopad	setí	disková sečka s aktivní přípravou	Vyšší úhrn srážek v podzimním období
jaro	válení	cambridge válce	úprava struktury + zajištění kontaktu kořenů s půdou+ podpora odnožování
v průběhu vegetace 3x	chem. ochrana	tažený postřikovač 8000l/36m	

4.1.2. Ochrana rostlin a hnojení

Termín	Hnojivo	Dávka kg/ha
11.10. 2014	DAP	100
10.3.2015	LAD	289
20.4.2015	DAM	260

Tab. 3 Přehled hnojení

	Přípravek	Dávka l/ha, kg/ha
13.4.	CCC	0,5
	Coptrac	0,1
	Bortrac	0,1
	Mantrac	0,3
	Biplay	0,045
	Starane	0,6
27.4.	Moddus	0,4
12.5.	Tebuconazol	1
	Epoxiconazol	0,75
	Fury	0,1
	Silwet	0,05

Tab. 4 Přehled aplikovaných přípravků na ochranu rostlin

4.1.3. Založení porostu a druh osiva

Při zakládání pokusu byla vyseta odrůda Akteur, která je poloranou odrůdou elitní potravinářské pšenice. Akteur je pozdní odrůda, středně odnoživá, středního až vyššího vzrůstu s dobrou odolností k poléhání. Odrůda s vysokou odolností proti komplexu všech nejvýznamnějších chorob, především padlím a braničnatkám, nižší odolnost ke rzi plevové a travní. Doporučený výsevek 3,5–3,8 MKS/ha, v méně příznivých podmínkách 4–4,5 MKS/ha. V intenzivních podmínkách se doporučuje použití morforegulatorů růstu. Vhodná především do řepařské a kukuřičné oblasti, kde dosahuje velmi dobrých výsledků. Dle provokačních testů je odrůda středně odolná k vyzimování. Zrno velké, odrůda středně odolná až odolná proti porůstání, HTZ cca 47g. Právně chráněná odrůda.

Před setím byla půda zpracována v srpnu podmínkou po sklizni předplodiny do hloubky 8 cm diskovým podmiťáčem Horsch Joker, a začátkem října byla následně provedena dvakrát podmínka v hloubce 15 cm.

Dne 5. 11. 2014 byla pšenice odrůdy Akteur (HTS 48) zasetá dvěma technologiemi (obr. 21):

- sečkou Horsch Fokus 4TD, výsevek 180 kg/ha (375 rostlin/m²), bez přihnojování
- secím strojem Lemken Solitair 9, výsevek 180 kg/ha, bez přihnojování

Na zbývající části honu byl nižší výsevek 140 kg/ha (291 r/m²) odrůdy Chevalier, než při setí části rozlohy s pokusem. Porost byl založen pouze secí kombinací Horsch Fokus 4TD a při setí bylo aplikováno hnojení do depa DAP (18% N a 46%P) v dávce 100 kg·ha⁻¹.



Obr. 21 Zakládání porostu dne 5. 11. 2014

4.1.4. Secí technologie Lemken a secí kombinace Solitair 9 a Zirkon 9

První pokus byl založen s pomocí soupravy secího stroje Lemken Solitair 9 s vířivým kypřičem Lemken Zirkon 10 o záběru 6 m a kolového traktoru Fendt a zároveň na stejném pozemku secím strojem tovární značky Horsch, model Focus 4TD, rovněž v agregaci s kolovým traktorem Fendt.

Parametry pneumatického secího stroje Solitair 9

- pracovní šířka 6 m
- 48 řádků s roztečí 125 mm

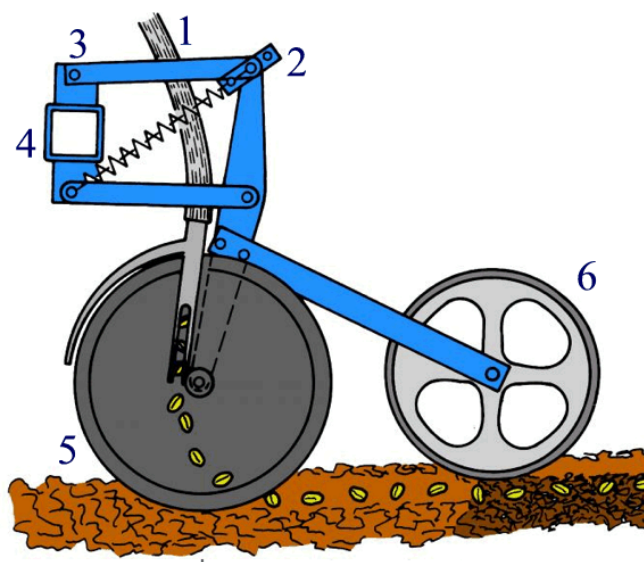
Parametry vířivého kypřiče Zirkon 9:

- pracovní záběr 6 m
- trapézové válce TPW 500 s roztečí pracovních orgánů 125 mm
- vybaven zadní smykovou lištou, kypřiči stop traktoru

Základní vybavení secího stroje:

Palubní Ovládací panel Lemken Solitronic, hydraulicky poháněný ventilátor, víko zásobníku na bok sklopné, zásobník osiva s vně umístěnými rozdělovači osiva, síto v zásobníku, výsevní hřídelka s elektrickým pohonem, váha s digitálním přenosem signálů, dvoukotoučové výsevní botky s plastovými škrabkami a plastovými přítlačnými koly obvodovým pogumováním, impulsní kolo, prachový filtr.

Sekce secího stroje je představována dvoukotoučovou secí botkou, jejíž kotouče mají představené uspořádání, které by mělo předcházet ucpávání. Zavěšení secích botek je paralelogramové (4), a proto botka dobře kopíruje terén a to jak kotouči, tak zamačkávacími kolečky. Paralelogramové uchycení také umožňuje na sobě nezávislé nastavování přítlaku botky a hloubky ukládání osiva. Kotouče jsou uchyceny na radiálních kuličkových ložiscích, která jsou utěsněna pevnými kryty a jsou zcela bezúdržbová. Přesné vedení nastavené hloubky ukládání osiva je prostřednictvím kopírovacích koleček s gumovou obručí (6).



- 1) Přívod osiva semenovodem
- 2) Jednotlivá nastavení tlaku botek
- 3) Táhlo uchycení
- 4) Centrální nastavení přítlaku na secí botky
- 5) Dvojitě secí kotouče
- 6) Kopírovací kolečko

Obr. 22 Schéma secí botky Lemken [převzato z lemken.de]

Nastavená hloubka setí je měřena potenciometrem a následně zobrazená na displeji obslužného terminálu v procentech, kdy 0 % představuje minimální hloubku a maximální je 100 %. Při zvětšení hloubky hydraulické horní táhlo zajíždí a při zmenšování secí hloubky se vysunuje. Na stroji byla nastavena hloubka setí 25 mm, na displeji se zobrazovalo 18 %.

Tlak na jednotlivé výsevní botky je přenášen centrálně prostřednictvím výsevní lišty. Na secí botku je možné nastavit centrálním přepouštěcím ventilem přítlak maximálně 45 kg. Kotoučové botky při práci mohou uhnout nejméně 100 mm nahoru a povolit 100 mm dolů.

Ventilátor je hydraulicky poháněný, jeho otáčky se dají plynule nastavovat a zároveň nejsou závislé na otáčkách kloubového hřídele. Kolísání otáček motoru traktoru proto nemá vliv na otáčky ventilátoru secího stroje.

Podle návodu na obsluhu stroje Solitair byly otáčky ventilátoru na obslužném terminálu nastaveny pro setí obilovin na 3 000 otáček za minutu.

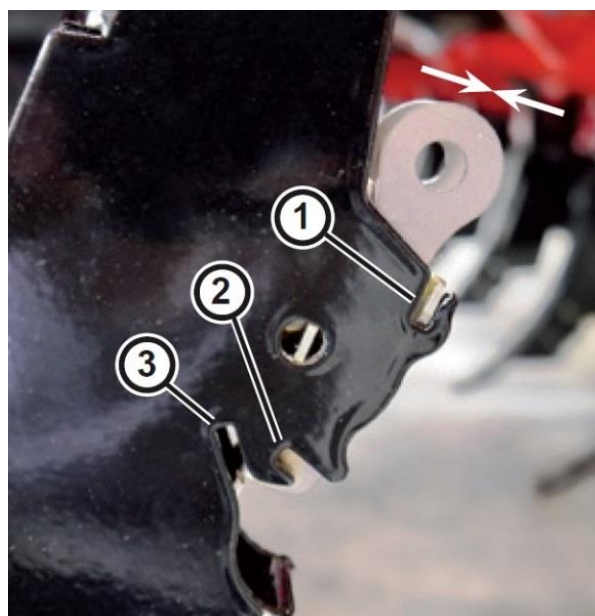
4.1.4. Specifikace secí kombinace Horsch Fokus 4TD



Obr. 23 Konstrukce Horsch Fokus [zdroj Horsch]

Ukládání hnojiva

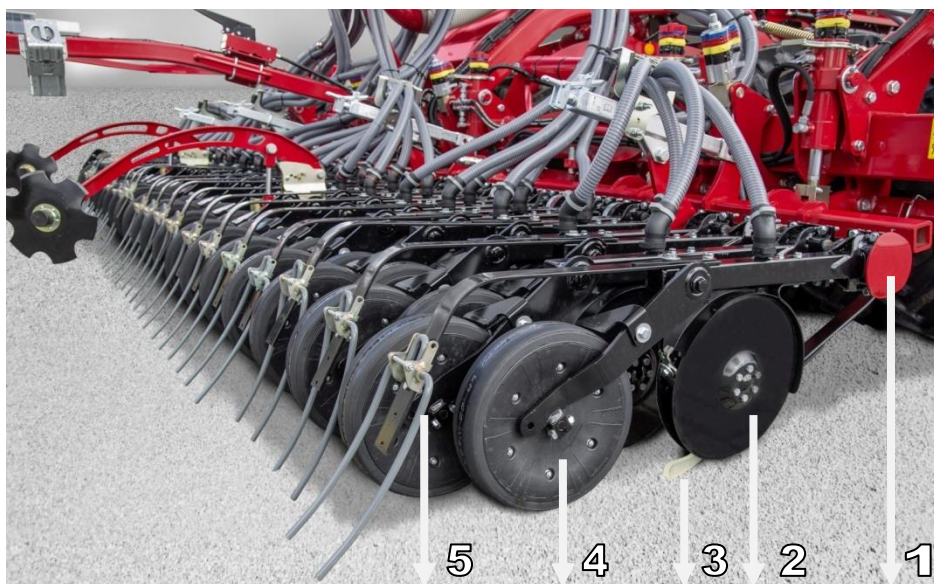
Místo uložení hnojiva lze volit pomocí klapky, která je na každé radličce. Při založení pokusu bylo nastaveno ukládání hnojiva do půdy (obr. 24 poloha 1). Hloubka ukládání hnojiva a pracovní hloubka radliček je dána výškou stroje, která se seřizuje vpředu opěrnými koly a vzadu podložkami pneumatického válce. Při změně podložky o 1 cm se pracovní hloubka změní o 3 cm. Vzhledem k tomu, že hloubka ukládání osiva závisí na pracovních podmínkách, byla hloubka seřizena přímo na pozemku a nastavena na 25 mm.



Obr. 24 Nastavení poloh ukládání hnojiva [zdroj Horsch]

Jednotka secích botek (obr. 24)

1. uložení výsevní jednotky
2. kotoučové krojidlo
3. unoformer
4. kopírovací kolečko
5. zavlačovač



Rozeč secích botek na stroji byla 145 mm. Hloubka ukládání osiva do půdy je dána nastavením hloubky secí lišty pomocí hydraulických válců a úpravou tlaku na secích botkách. Hloubka se nastavuje hliníkovými klipsy na hydraulických válcích, tlak, který vznikne, je přenášen na botku a kopírovací kolečko pomocí gumových prvků. Příklad na botku se nastavuje vyšroubováním seřizovacího šroubu. Při nastavování je třeba brát v úvahu vzájemné ovlivnění nastavení na hydraulickém válci a systému pro nastavení přítlaku. Změny na hydraulickém válci se projeví převážně v hloubce výsevu, současně však změní i na přítlak na botku a kopírovací kolečka. Změny v systému pro nastavení přítlaku botek se projeví převážně na botkách a kopírovacích kolečkách, mají však vliv i na hloubku výsevu. Po provedení každé změny proto byla zkontrolována hloubka výsevu a účinek kopírovacích koleček na utužení půdy a hloubkové vedení.

4.2. Vlastní měření

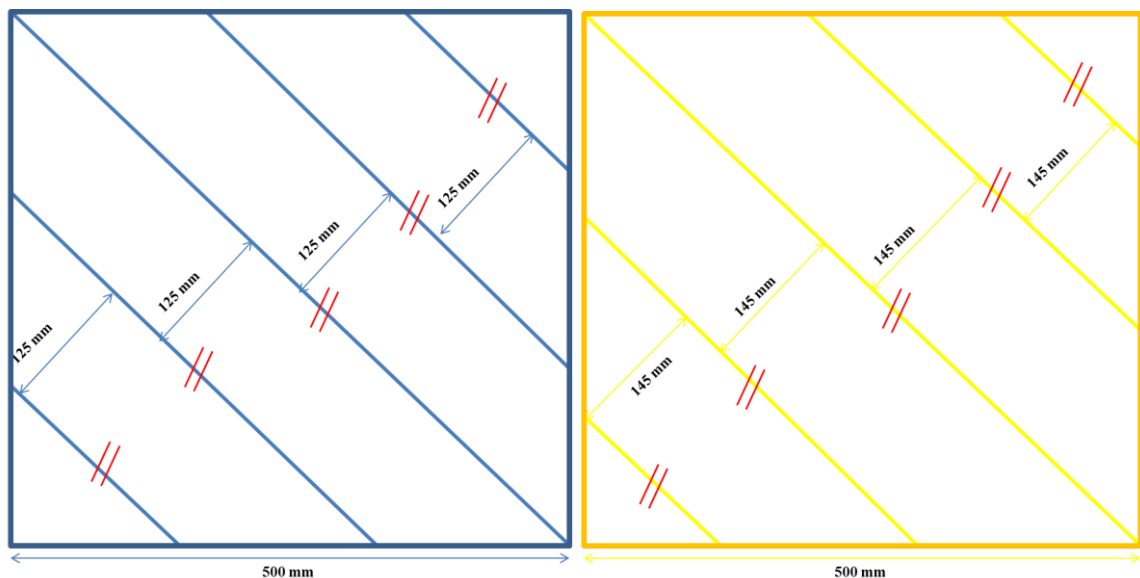
4.2.1. Pomůcky

V rámci variant secího stroje bylo provedeno několik opakování měření, které probíhalo na čtvrt metrových plochách. Pro vymezení plochy pro měření byly ze železa svařením zhotoveny dva čtverce o straně 50 cm (obr. 26). Železné čtverce měly rovnoběžně s úhlopříčkou ukotveny dráty, jejichž vzájemná vzdálenost byla odpovídající konstrukční rozteči secích botek obou secích strojů, tj. u jednoho čtverce 125 mm, odpovídající rozteči secích botek Lemken, a pro secí stroj Horsch 145 mm. Po dokončení výroby obou vyhotovených pomůcek byla správnost požadovaných rozměrů na několika místech zkontrolována posuvným měřítkem. Z důvodu jasné identifikace na pořízených fotografiích je čtverec pro měření kvality setí u secího stroje Lemken modrý, a žlutý pro značku Horsch.

Měření utužení set'ového lůžka bylo prováděno ručním registračním penetrometrem PEN 70, vyvinutým na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze. (obr. 25).



Obr. 25 Ruční penetromert



Obr. 26 Rozměry obou variant čtverců

4.2.2. Měření utužení set'ového lůžka

Utužení set'ového lůžka bylo měřeno ručním penetrem. Měření bylo provedeno na pozemku před zasetím, a bezprostředně po zasetí oběma stroji, pro všechny varianty proběhlo 30 opakování měření. Na pozemku, kde zatím neproběhlo setí, bylo měřeno na různých místech vzdálených od sebe alespoň 3 metry. Po průjezdu secích strojů bylo pro obě varianty pokusu měřeno nahodile v místech zřetelného průjezdu secí botky, tedy v místě, kam bylo osivo uloženo. Hrot penetrometru byl přikládán na půdu s konstantním tlakem a po uvolnění byly odečteny hodnoty stupnici, kde naměřenou hodnotu signalizoval kroužek, který byl měřením vytlačený. Po odečtení a zapsání hodnoty byl kroužek pro další měření vrácen zpět do původní polohy.

4.2.3. Metodika měření uložení osiva do set'ového lůžka ve vertikální rovině

Jedním z důležitých parametrů set'ového lůžka je hloubka uložení osiva. Hloubka, ve které se nacházelo dno set'ového lůžka, byla měřena po vzejití osiva. V místech, kde byl založen pokus číslo 1 a 2 byly na různých místech náhodně odebrány vzorky, v podobě rostlin z části délky řádků (okolo 20 cm). Rostliny nebyly odebírány v řádcích, které se nacházely za viditelnými stopami kol traktorů, aby byly podmínky pro měření stejné.

Vzorky rostlin byly odebrány tak, že lopatkou odebraly rostliny i s kořeny a půdou a to minimálně 4 cm pod nastavenou hloubkou setí, celkem byl tedy odebrán půdní profil s rostlinami do hloubky 70 mm. Vzorků bylo odebráno celkem 16, a pro transport byly označeny, aby nedošlo k záměně. Ten samý den byly rostliny opatrně zbaveny zeminy ve vodní lázni a umyty tak, aby nebyly poškozeny na rostlinách stále viditelné obilky.

Okapané a suché rostliny byly pro názornost seřazeny na papír tak, že všechny obilky ležely v řadě na zvýrazněné lince a stonky směřovaly pokud možno rovnoběžně vzhůru. Následovalo pořízení fotografií milimetrového papíru s rostlinami a poté samotné měření (obr. 27).

Část rostliny, která se nacházela v půdě bez přístupu světla, vykazuje světlejší zelenou barvu, než ostatní části rostliny, a tohoto jevu bylo využito při měření hloubky setí a následnému porovnání naměřených hodnot s hloubkou setí nastavenou na secím stroji. Na rostlinách byla posuvným měřítkem měřena vzdálenost od středu obilky po barevný přechod světlejší a tmavší zelené, který byl zřetelně viditelný na stoncích. Hodnoty naměřené na rostlinách pocházejících z obou variant pokusů byly následně vzájemně porovnány a statisticky vyhodnoceny.



Obr. 27 Rostliny zaseté v odlišných hloubkách

4.2.4. Měření parametrů uložení osiva v horizontální rovině

Seťové lůžko charakterizuje také parametr rozmístění osiva v půdě a následně vzešlých rostlin v horizontálním směru, protože tyto hodnoty následně ovlivňuje dostatek přístupných živin, vody a prostoru pro růst a světlo. Pro určení kvality rozložení osiva byly jako sledované parametry vybrány vzdálenosti rozmístění osiva v řádku za sebou a vzdálenost odchylky od místa uložení osiva, které je dáno konstrukční roztečí secích botek.



Obr. 28 Poloha čtverců v řádku

Měření proběhlo po vzejití rostlin, aby byla dobře identifikovatelná jejich poloha a případné odchylky. Hodnoty byly měřeny pomocí vyhotovených čtverců s vyznačenými řádky v podobě rovnoběžných prutů tak, že byly kladeny na koso do řádků způsobem, kdy rovnoběžné dráty kopírovaly vysetý řádek, tzn. nejvíce rostlin se nacházelo v nejbližším okolí drátu (obr. 28). Měřeny byly hodnoty vzdálenosti rostlin od prutů, které představovaly optimální polohu osiva v řádku utvářeném secím strojem. To, na jakou stranu se semena odchylovala, pokud tomu tak bylo, nebylo bráno v potaz. Pro obě varianty pokusu bylo provedeno měření polohy všech rostlin na šesti místech, tedy v šesti čtvercích. Hodnoty byly měřeny posuvným měřítkem (obr. 29) a pro další zpracování výsledků po odečtení zaznamenány odděleně pro obě varianty.



Obr. 29 Princip měření rozmístění rostlin

Dále byl měřen i parametr vzdálenosti rostlin v řádku za sebou, aby mohlo být vyhodnoceno, zda mají rostliny dostatečný rozestup, který by měl vycházet z nastaveného výsevku. Hodnoty byly naměřeny posuvným měřítkem jako vzdálenost dvou v řádku sousedících rostlin. Pro vyhodnocení výsledků byly hodnoty očištěny o extrémní hodnoty, které byly větší než 90 mm, jelikož se jedná o odchylku v měření. Z celkem 1 307 naměřených hodnot nebylo do zpracování zahrnuto 12 hodnot.

4.2.5. Metody vyhodnocení naměřených výsledků

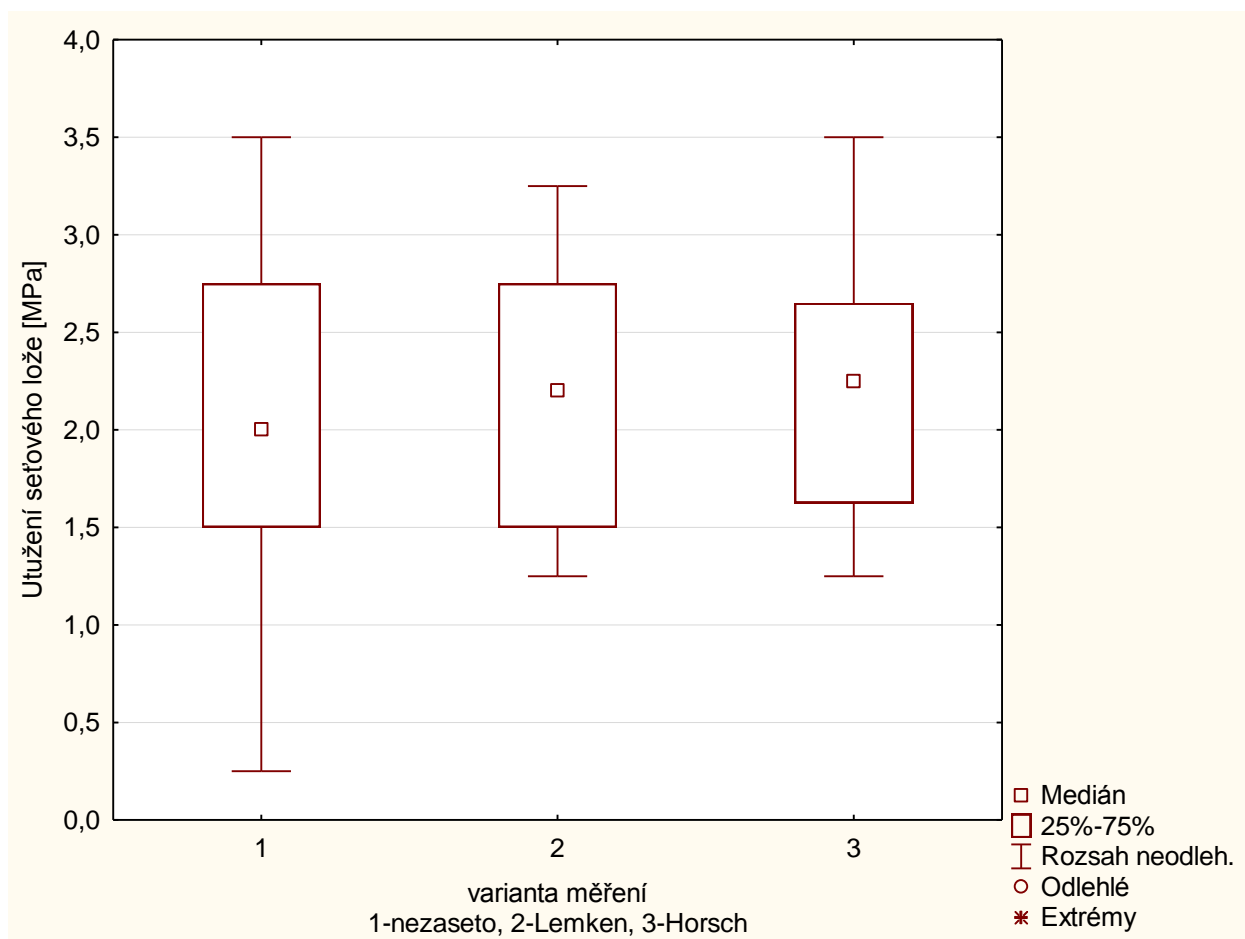
Hodnoty výsledků měření byly zpracovány v tabulkovém editoru Microsoft Excel verze 2010 a následně statisticky vyhodnoceny v programu Statistica 12 od firmy StatSoft. Ke grafickému zobrazení testování naměřených hodnot byly v programu sestrojeny krabicové grafy. Pro vyhodnocení jednotlivých variant byla použita Tukeyova metoda mnohonásobného porovnání. Dále byl použit nástroj programu Statistica 12 Anova, který využívá jednovýběrového testu hromadného třídění. Statisticky významná odchylka mezi naměřenými daty byla definována na základě Tukeyova HSD testu se zvolenou hladinou významnosti 0,05.

5. Výsledky pokusů a jejich vyhodnocení

5.1. Měření utužení set'ového lůžka penetrometrem

Utužení půdy bylo měřeno jak před setím, tedy na poli před průjezdem secího stroje, tak po setí oběma secími stroji. Hodnoty měření utužení půdy před setím vykazovaly větší rozptyl hodnot, které se pohybovaly od 1,5 do 2,7 MPa a medián hodnot byl 2,0 MPa (obr. 30).

Průjezd secími stroji měl za následek růst naměřených hodnot utužení, a medián se u obou variant setí secími stroji pohyboval přibližně na stejné hodnotě, tedy 2,3 MPa. U varianty setí secím strojem Horsch bylo pozorováno celkový posun hodnot tlaku do vyšších hodnot. Utužení u setí secí kombinací Horsch bylo rovnoměrnější, pravděpodobně proto, že u secích botek tohoto stroje je možné nastavit vyšší přítlak.



Obr. 30 Graf hodnot utužení set'ového lože před a po zasetí oběma stroji

Varianta	Průměr	Výsledek
1	2,06034483	****
3	2,19166667	****
2	2,20952381	****

Tab. 5 Homogenní skupiny Tukeyův HSD test

Vyhodnocením výsledků měření utužení seťového lože před a po setí oběma secími stroji Tukeyovým testem homogenních skupin nebyl prokázán statistický rozdíl mezi naměřenými výsledky (tab. 5). Průjezdem obou strojů nebylo dosaženo většího utužení půdy, než jaké bylo naměřeno před setím.

5.2. Vyhodnocení vzdálenosti rostlin v řádku

Vzdálenost rostlin v řádku je důležitá z hlediska prostoru pro rostliny. Jelikož mají obě secí kombinace jinou rozteč secích botek a řádků, které tvoří, je třeba si uvědomit, že přestože byl nastavený výsevek u obou strojů stejný, vzdálenost rostlin v řádku bude u obou variant jiná. Výsevek byl kvůli termínu setí výrazně déle, než je doporučený termín setí pšenice, zvýšen a činil 180 kg na hektar, což odpovídá 375 rostlinám na m². Secí kombinace Horsch Fokus má rozteč řádků 145 mm, zatímco Lemken Solitair má rozteč klasických 125 mm. Fokusem tedy bylo vyseto stejné množství osiva, ale do menšího počtu řádků, a proto jsou rostliny vysety hustěji za sebou. Z celkového výsevku lze odvodit, že ploše čtvrt metru, odpovídající ploše měřících čtverců, by se mělo nacházet 94 semen. Pokud by secí stroje dávkovaly osivo se stoprocentní přesností, měla by být vzdálenost mezi semeny vysetými secím strojem Lemken 21,6 mm a na ploše vyseté secím strojem Horsch 19,2 mm.

V praxi jsou ovšem secí botky ovlivňovány mnoha faktory, a proto není rozmístění semen dokonalé. Hodnoty byly měřeny s přesností na desetinu mm, protože ale takto malé vzdálenosti nehrají v nárocích rostlin na prostor příliš velkou roli, byly hodnoty zaokrouhleny na celé milimetry a byl zvolen interval ± 2 mm od optimální vypočítané vzdálenosti (tab. 6). Následně byla stanovena četnost naměřených hodnot, které leží v tomto intervalu. Z tabulky 6 vyplývá, že vyšší přesnosti setí z hlediska vzdálenosti jednotlivých rostlin od sebe v řádku, bylo dosaženo se secím strojem Lemken.

Vzdálenost rostlin v řádku je úzce spjatá se správným dávkováním osiva, které probíhá v rozdělovací hlavě pneumatického secího stroje a poté v semenovodech. Secí stroj Fokus má pouze jednu velkou rozdělovací hlavu pro semenovody z celého záběru, ale Lemken Solitair má více menších rozdělovacích hlav. Pouze jednou rozdělovací hlavou

s velkým průměrem obsluhující semenovody ze záběru 6 m prochází větší množství osiva, než když je hlav na stoji více, proto tato technologie může být náchylnější na vznik chyb, tzv. shluků, například kolizí osiva. Shluky osiva jsou pro pneumatickou dopravu osiva z dávkovací hřídele semenovody častým jevem.

Předpokladem správné funkce rozdělovacích hlav je rovnoměrné dávkování do všech semenovodů. Proto by měly být všechny semenovody stejně dlouhé, aby bylo dávkování osiva do řádků rovnoměrné. Secí stroj Solitair má všechny semenovody dlouhé, proto může být kvalita ukládání osiva vyšší. Jedním z důvodů konstrukčního řešení se třemi rozdělovacími hlavami je i fakt, aby byla dodržena stejná délka semenovodů, a ty v prostřední části záběru (nejblíže k rozdělovači) nebyly příliš prověšené.

	vypočtená vzdálenost	počet naměřených hodnot	interval	četnosti	přesnost
Lemken Solitair	22	456	20-24	286	63 %
Horsch Fokus	19	467	17-21	261	56 %

Tab. 6 Přesnost setí stroji v % dle zvoleného intervalu

Vizualizace rozložení dat je v krabicovém grafu na obr. 31. V krabicovém grafu znázorněné obdélníky (tzv. box ploty) vyobrazují dva různé náhodné výběry – varianty pokusů 1 a 2. U varianty 1 jsou data sešikmená k nižším hodnotám, z čehož vyplývá, že secí stroj Lemken seje rostliny s větší přesností co do vzdálenosti rostlin v řádku. V grafu se to projevuje posunutím horní čáry obdélníku 1 směrem k mediánu. V obou variantách měření se je velká četnost hodnot odlehlých a extrémů, které vznikají například při vychylování secích botek v nerovném terénu. Vidíme, že na dolním konci žádné extrémy nejsou.

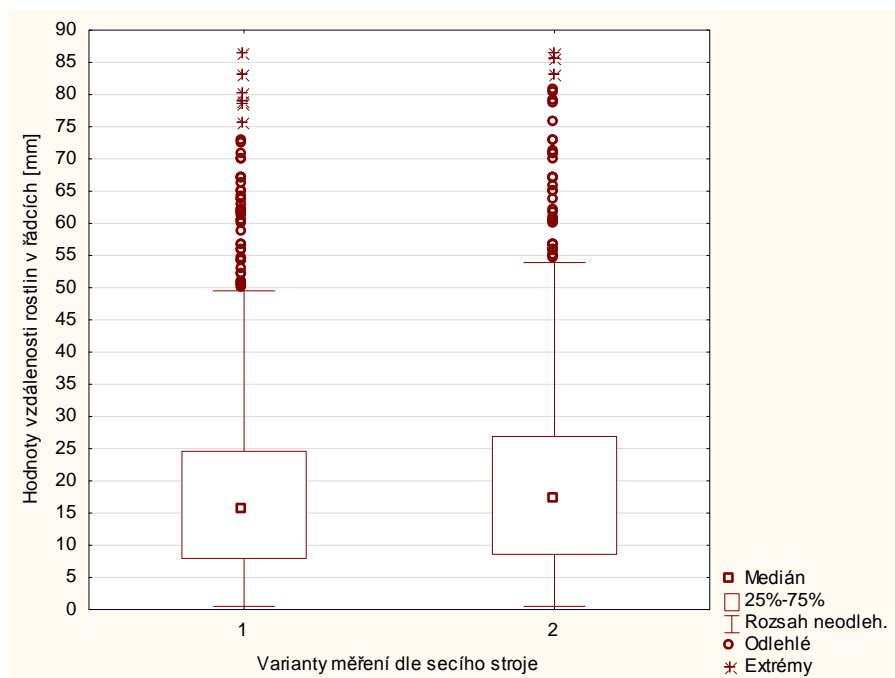


Obr. 31 Nerovnoměrnosti rozložení rostlin v řádku za sebou (2- Horsch)

Obraz reálné situace na poli poskytuje obrázek 30, kde jsou na fotografii po vzejití vyznačeny červeně shluky rostlin a žlutě zjištěné mezerovitosti v prostu, který byl založen secím strojem Horsch Fokus. Stejně jevy byly viditelné i v druhém porostu, ale v podstatně menší míře, a porost působit i na první pohled vyrovnaněji (viz obr. 32)



Obr. 32 Pohled na porost založený secím strojem Lemken Solitair



Obr. 33 Hodnoty vzdáleností v řádku pro varianty pokusů

Použití Tukeyova testu pro porovnání výsledků průměrů naměřených hodnot použít nelze, protože secí stroje mají rozdílnou rozteč botek a střední vzdálenost semen je u obou variant různá.

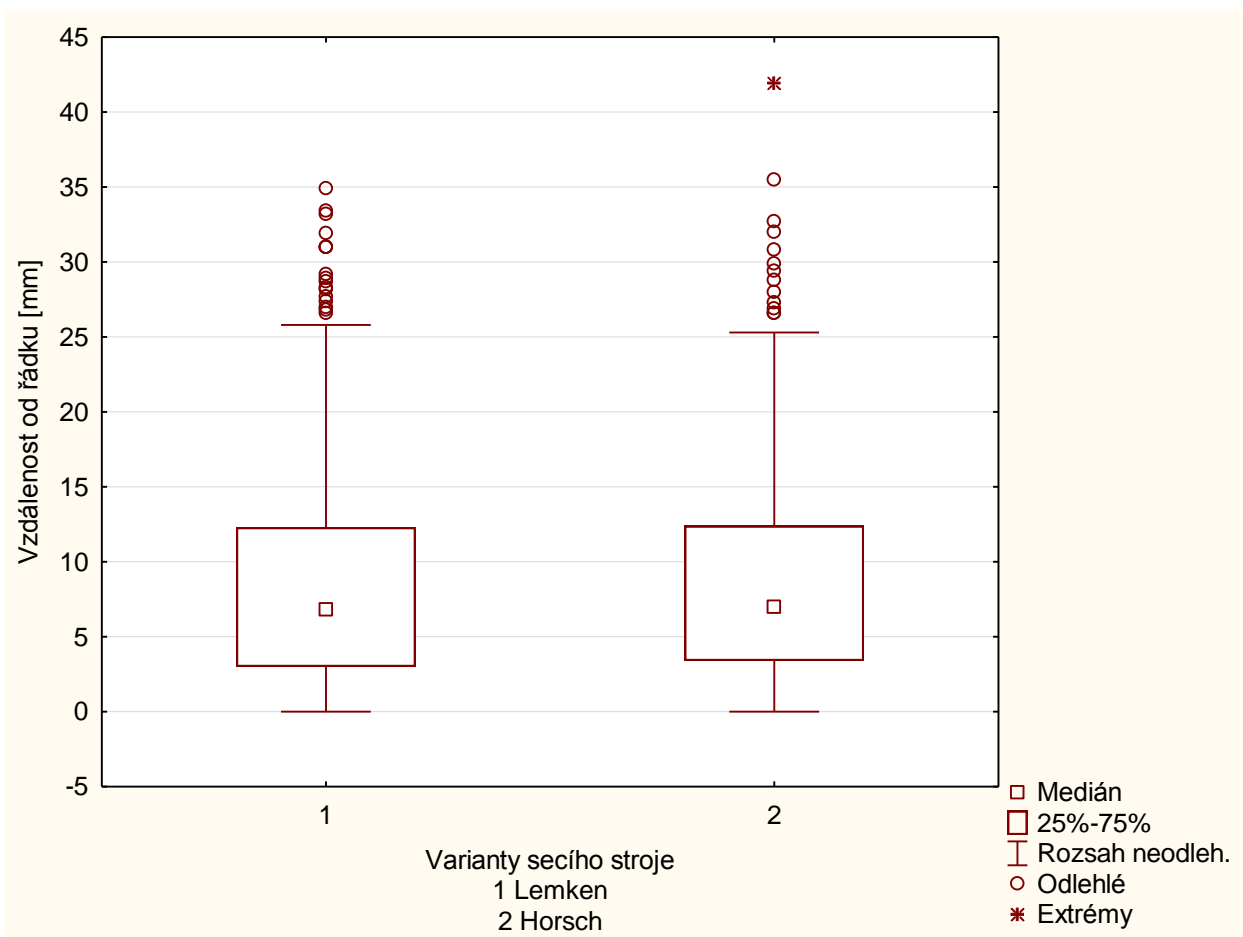
5.3. Výsledky měření vzdálenosti rostlin od osy řádku

Grafické znázornění hodnot meziřádkových vzdáleností rostlin, které byly měřeny jako hodnoty odchylky vzešlých rostlin od bodu, kde by bylo osivo uloženo, pokud by bylo uloženo přesně na dno botkou vytvořeného seťového lůžka, je vidět na krabicovém grafu na obrázku 34. Z grafu je na první pohled patrné, že se kvalita setí v tomto ohledu mezi oběma variantami výrazně neliší. Rozsahy naměřených hodnot v obou pokusech se viditelně neliší, i hodnoty mediánů jsou si podobné. Jediný patrný rozdíl je u varianty 2 v častějším výskytu odlehlých hodnot. Tyto nepřesnosti v setí mohly vzniknout například špatným technickým stavem nebo nastavením jedné nebo více botek.

Nepřesnosti v zakládání seťového lůžka a rozdílná kvalita práce secích strojů mají mnoho důvodů. Hlavním z nich jsou velmi rozmanité vlastnosti půdy a nerovný terén, po kterém se secí botky pohybují. Hroudy a hrudky, které se na povrchu půdy vyskytují, způsobují nežádoucí kmitání jak secího stroje jako celku, tak jednotlivých secích botek. Při zakládání pokusného porostu secí botky obou strojů kmitaly spíše ve vertikálním směru, než v horizontálním. Nižší kmitání může být ovlivněno vláhovými podmínkami v půdě, kvůli

kterým byla půda velmi mokrá a lepivá, a secí botky obou strojů vytvářely seťové lůžko bočně vymezené hladkými hranami, ve kterých secí botky kmitaly méně.

Další důvod větší vyrovnanosti výsledků obou variant může být skutečnost, že se secí botky většiny secích strojů při najetí na překážku (velká hrouda a kameny) zpravidla vychylují vertikálně – „nadskočí“. Toto „nežádoucí“ skákání botek ovlivňuje také rozmístění rostlin v řádku za sebou, protože vychýlená botka neuloží osivo na správné místo. Osivo navíc může proudem vzduchu „odskočit“ z lůžka stranou.



Obr. 34 Vzdálenost rostlin od osy řádku

Varianta	Průměr	Homogenita
1	8,458359	****
2	8,724908	****

Tab. 7 Tukeyův HSD test měření meziřádkové vzdálenosti rostlin pro jednotlivé varinaty

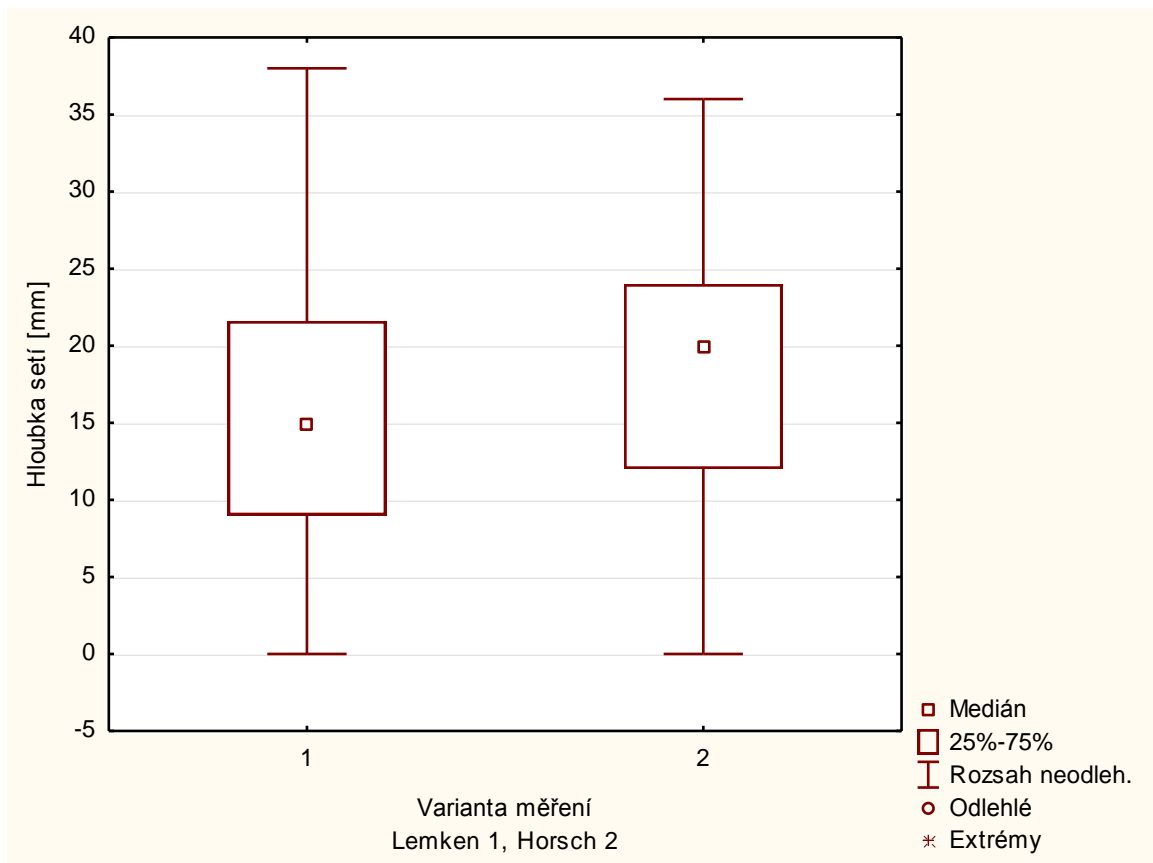
Při statistickém vyhodnocení výsledků Tukeyovým testem homogenních skupin s hladinou významnosti α 0,05 (tab. 7) nebyla prokázána statistická odlišnost variant měření. Kvalita založení porostu byla v obou variantách měření stejná.

5.4. Vyhodnocení hloubky uložení osiva

Na obou secích strojích byla nastavena hloubka setí přibližně 25 mm. Standardně se přenice vysévá do větších hloubek, ale vzhledem k vysoké vlhkosti půdy a pozdnímu termínu byla zvolena hloubka nižší. Předpokladem pro stanovení nižší hloubky setí bylo zabezpečení dostatečného přístupu vzduchu a urychlení růstu vzházejících rostlin.

Na krabicovém grafu na obr. 35 je vidět rozdíl mezi mediány obou variant. Medián druhé varianty setí se blíže přibližuje nastaveným a požadovaným hodnotám a je o 5 mm rozdílný od druhé varianty. Větší průměrné hloubky setí bylo dosaženo se secí kombinací značky Horsch. Jedním z důvodů může být možnost většího nastavení tlaku na výsevni botky (120 kg na jednu secí botku) než u secí botky OptiDisk od výrobce Lemken (45 kg na botku). Při vyšším tlaku na secí botky se kotouče botek lépe zahlubují a botka se méně vychyluje, a proto je hloubka vyšší a její nastavení je lépe dodržováno. Jelikož je secí stroj staršího data výroby, je přítlak na botky nastavitelný maximálně na 45 kg, ale u modelů novějších je to již více.

Secí botky Lemken se vyznačují sofistikovanějším konstrukčním řešením zavěšení botek prostřednictvím paralelogramu. Tento způsob zavěšení nachází své uplatnění hlavně v nerovném terénu, protože při vychýlení secí botky směrem vzhůru zůstává zatlačovací kolečko v kontaktu s půdou a po dopadu osiva na dno set'ového lůžka lůžko uzavře zatlačením půdy. V případě zakládání porostu během pokusu se ale v extrémních podmínkách velmi vlhké a lepidivé těžké půdy ukázalo jako větší přednost možnost nastavení většího přítlaku na secí botky, a následné omezení vychylování ve vertikální rovině. Přítlačná kolečka stroje Lemken sice vykazovala klidnější chod během secí, ale kvůli nižšímu přítlaku nedošlo k uzavření lůžka, které bylo obklopené hručkami.



Obr. 35 Krabicový graf hodnot hloubky set'ového lůžka

Bezprostředně po setí byly na povrchu půdy v obou variantách četně viditelné obilky, většinou několik kusů v řadě. Vlivem extrémních podmínek nebylo založeno správné set'ové lůžko. Osivo bylo uloženo na dno lůžka, ale již nebylo pokryto kyprou vrstvou půdy (obr. 36, 37). Na obrázku je také viditelný přímo průjezd botkou a hladké boční stěny set'ového lůžka (červeně vyznačeno), které vznikly kvůli vlhké půdě a její jílovité konzistenci.



Obr. 36 Neuzavřené set'ové lůžko



Obr. 37 Viditelné rýhy po průjezdu secích botek

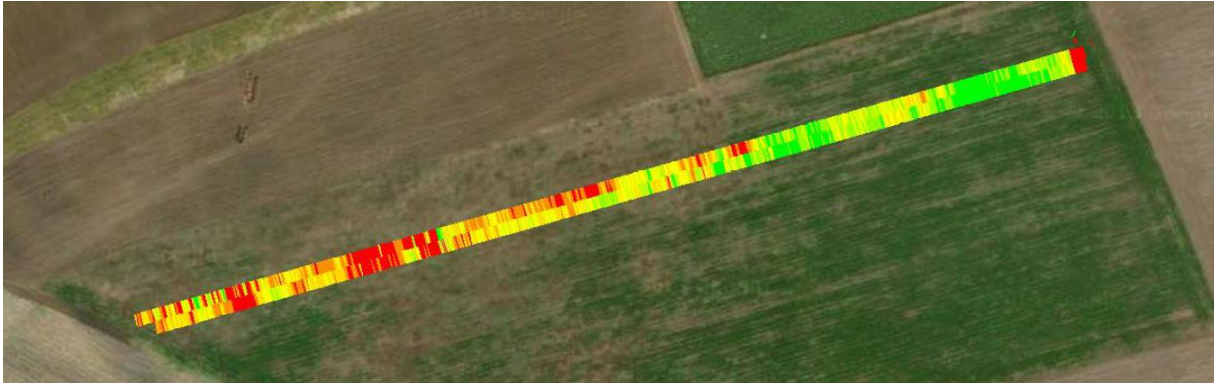
Varinata	Průměr	Homogenita
1	15,17374	****
2	17,18750	****

Tab. 8 Tukeyův HSD test homogenity souborů pro hodnoty hloubky

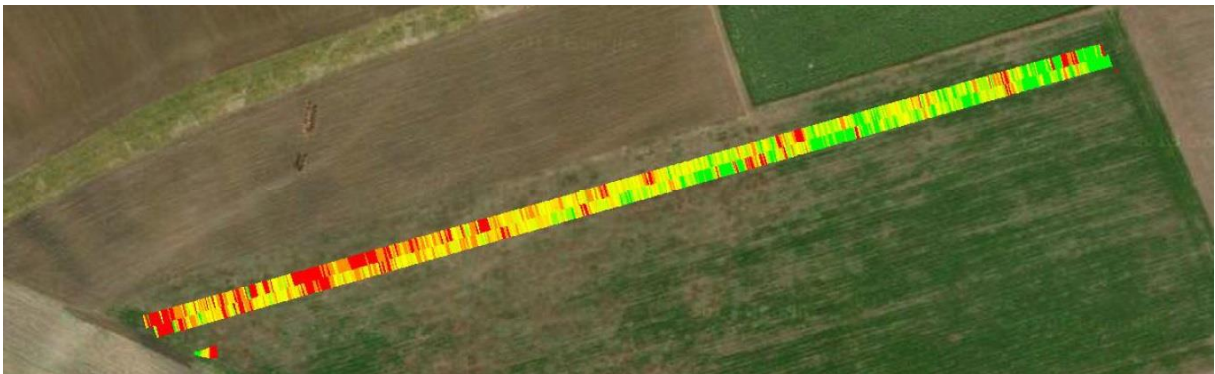
Tukeyovým HSD testem (tab. 8) nebyla prokázána statistická odlišnost mezi hodnotami obou variant naměřené hloubky založení set'ového lože.

5.5. Porovnání výnosových map

Následující rok při sklizni sklízecí mlátičkou New Holland CR9090 vznikly z míst, která byla oseta různými secími stroji, pro obě varianty oddělené výnosové mapy. Z mapy pozemku zasetého secím strojem Lemken Solitair v kombinaci s rotačními bránami Zirkon (obr. 38) je vidět, že výnosy porostu působí vyrovnaněji. Výnosová mapa porostu pšenice založeného secím strojem Horsch Focus je na obr. 39.



Obr. 38 Výnosová mapa pozemku zasetého secím strojem Lemken Solitair



Obr. 39 Výnosová mapa pozemku zasetého secí kombinací Horsch Fokus

Při sklizni také bylo možné získat tabulku výstupů ze sklízecí mlátičky New Holland CR9090. Z níže uvedených dat (tab. 9 a 10) vyplývá, že na pokusu založeném secím strojem Focus bylo dosaženo vyššího výnosu - 7,592 t z hektaru (přepočteno na vlhkost 12,62%), což je vyjádřeno procentuálně o 2,6 % vyšší výnos, než jakého bylo dosaženo na pozemku s porostem založeným secím strojem Lemken Solitair. Jelikož nejvýraznějším rozdílem v naměřených hodnotách sledovaných parametrů byla hloubka uložení osiva a utužení seťového lože, lze odvodit, že tyto faktory měly vliv výnosotvorné parametry, například intenzitu odnožování.

Grower	Farma Ceradice									
Farm	Ceradice									
Field	VELKY KAMEN									
Year	2015									
Operation	Sklizeň									
Product	Wheat - Winter - Wheat - Winter									
Operational Instance	Sklizeň									
Dataset	FOKUS AKTEUR									
Sklizená plocha	Průměrná vlhkost	Průměrný výnos	Celková hmotnost	Produktivita	Celkový čas	Průměrný tok zrna	Zatížení motoru	Průměrná spotřeba	Celková spotřeba paliva	Průměrná rychlost
2.371 ha	12.83 %	7.717 tonne/ha	18.30 tonne	6.202 ha/h	0.381 h	47.23 tonne/h	72.77 %	11.92 L/ha	28.26 L	5.277 km/h

Tab. 9 Data ze sklízecí mlátičky z pozemku osetého strojem Focus 4TD

Grower	Farma Ceradice									
Farm	Ceradice									
Field	VELKY KAMEN									
Year	2015									
Operation	Sklizeň									
Product	Wheat - Winter - Wheat - Winter									
Operational Instance	Sklizeň									
Dataset	LEMKEN AKTEUR									
Sklizená plocha	Průměrná vlhkost	Průměrný výnos	Celková hmotnost	Produktivita	Celkový čas	Průměrný tok zrna	Zatížení motoru	Průměrná spotřeba	Celková spotřeba paliva	Průměrná rychlost
2.268 ha	12.62 %	7.395 tonne/ha	16.77 tonne	6.036 ha/h	0.374 h	44.82 tonne/h	71.41 %	12.00 L/ha	27.22 L	5.169 km/h

Tab. 10 Data ze sklízecí mlátičky z pozemku osetého strojem Solitair 9

Jelikož při založení pokusu byly použity dva konstrukčně velmi rozdílné stroje, jeden s aktivní přípravou půdy a druhý s roztečí secích botek 145 mm, je vyvození jednoznačného závěru, čím byly rozdíly ve výnosu způsobeny nemožné. Jednak se mohlo jako pro dané podmínky lepší ukázat konstrukční řešení secího stroje s větší roztečí secích botek, nebo na porost příznivě zapůsobilo větší utužení seťového lože. Hodnoty naměřené v seťovém loži ovšem byly v obou variantách pokusů dostatečné.

6. Diskuze

Kvalita založení porostu patří mezi nejvýznamnější faktory přispívající k výši a stabilitě produkce ozimé pšenice (Zimolka a kol., 2005). Jedním z faktorů který ovlivňuje kvalitu práce secího stroje je jeho technický stav, který často závisí na jeho stáří. Z důvodu časové tísně při setí nebylo možné porovnat dva stroje obdobného data výroby. Secí stroj Solitair 9 je mnohem staršího data výroby než Horsch Focus 4TD. Horsch Focus je nejnovějším modelem secího stroje od firmy Horsch, zatímco Solitair 9 byl již výrobcem nahrazen novějším modelem, Solitair 12. Pro všechny nové secí Lemken stroje se standardní dvoudiskovou secí botkou OptiDisk je možné zvýšit za příplatek přítlak na botku pomocí dvou pružin.

Penetrační odpor seťového lože

Novák (2014) ve své práci uvádí hodnoty penetračního odporu půdy v hloubce 40 mm, která odpovídá hloubce setí pšenice. Hodnoty naměření na pozemku s orebnou technologií se pohybují v průměrných hodnotách 0,6 MPa a na pozemcích s minimalizační technologií 1,2 MPa. Na druhou stranu Kiliç et al. (2004), který se ve svém výzkumu zabýval měřením nežádoucího utužení dna brázdy, vznikajícím dlouhodobým používáním pluhů ve stejné hloubce, uvádí, že v hloubce od 0 - 150 mm na pozemku s hlinitou půdou naměřil utužení 4,4 MPa. Naměřené hodnoty penetračního odporu seťového lůžka, založeného oběma secími stroji byly nejčastěji 2 MPa. Z porovnání hodnot penetračního odporu půdy cíleně neutužené a půdy s nežádoucím utužením vyplývá, že dle naměřených hodnot bylo seťové lože dostatečně utuženo.

U varianty setí secím strojem Horsch byl pozorován celkový posun hodnot tlaku do vyšších hodnot a naměřené hodnoty vykazovaly menší rozptyl, než hodnoty naměřené v porostu založeném secím strojem Lemken Solitair, pravděpodobně z důvodu většího přítlaku secích botek secího stroje Horsch Focus.

Po setí průjezdem secí kombinace značky Horsch byly naměřeny vyšší hodnoty utužení seťového lože, pravděpodobně z toho důvodu, že u secích botek secího stroje Horsch Fokus je výrobcem udávaný nastavitelný dvakrát větší tlak na výsevní botky než u Lemken Solitair. Na druhou stranu technologické řešení uložení secích botek a zamačkávacích koleček firmy Lemken na paralelogramu může kompenzovat menší tlak na botky omezením nežádoucího vertikálního vychylování botek, které ovlivňuje jak rozmístění osiva, tak utužení seťového lože. To je pravděpodobně důvod, proč byly výsledky obou variant měření natolik

shodné. Na klidnější chod secích botek by také měla mít vliv skutečnost, že se secím strojem kombinovaným s vířivým kypřičem, jakým je kombinace Lemken Solitair a Zirkon, je třeba jet nižší jezdovou rychlostí, protože je limitujícím faktorem účinnosti práce vířivého kypřiče.

Vzájemná vzdálenost rostlin v řádku

Z hlediska horizontálního rozmístění rostlin je důležitým parametrem vzdálenost rostlin v řádku za sebou. Smid (1990) uvádí, že vzájemná vzdálenost rostlin v řadě ovlivňuje výnosový potenciál porostu. Jako optimální vzdálenost rostlin ozimé pšenice uvádí 15 mm. Vzdálenost rostlin v řádku vychází z nastaveného výsevu a je přímo úměrná počtu rostlin na jednotku plochy. U pokusu bylo naměřeno, že průměrná vzájemná vzdálenost rostlin je 20 mm, výsevek tedy mohl být ještě zvýšen.

Hloubka dna set'ového lůžka

Hadjichristodoulou, Athena Della a J. Photiades (1977) na základě osmiletého polního pokusu s pšenicí uvádějí, že hloubka setí výrazně ovlivňuje založení rostliny a odnožovací schopnost, výšku habitu, výnos zrna a HTS.

Mahdi et al. (1998) zdůrazňuje, že hloubka setí by se měla odvíjet od podmínek stanoviště. Při zakládání pokusu v roce 2014 byla agronomem stanovena poměrně malá hloubka setí 25 mm. Důvodem byly stanovištní podmínky, dostatek vláhy v půdě, a dalším důvodem byl pozdní termín setí. V námi zakládaných porostech bylo s ohledem na vlhkost půdy zvoleno mělké setí.

Mahdi et al. (1998), který založení pokusu setého do hloubky 30, 60, 120 mm vyhodnotil hloubku setí do 30 mm jako nejvhodnější, ale v případě suchých podmínek jako vhodnější hloubku 60 mm. Setí pšenice v roce 2014 do hloubky 25 mm se tedy jeví jako dobré řešení, pokud je v půdě dostatek vody pro klíčení. Medián hodnot naměřených hloubky po průjezdu secí kombinace Horsch Focus se pohyboval okolo 20 mm, zatímco u kombinace Lemken Solitair jen 15 mm. Vzhledem k tomu, že v půdě byl dostatek vláhy, nemohl rozdíl 5 mm v hloubkách set'ového lůžka vláhový režim negativně ovlivnit.

Kirby (1993) konstatuje, že při uložení osiva pšenice do hloubky pouze 8 mm některé obilky byly skoro na povrchu a pravděpodobně trpěly nedostatkem vláhy, což porost zredukovalo. Výsledky pokusu z roku 2014 dokazují, že přestože byly na povrchu místy viditelné nezapravené obilky, výnos obou dvou porostů byl vysoký. Kirby (1993) dále uvádí,

že hloubka setí ozimé pšenice od 23 do 83 mm neovlivňuje kvalitu založení porostu. Z výnosových map pokusů z roku 2015 vyplývá, že na pokusu založeném secím strojem Focus bylo dosaženo výnosu - 7,592 t z hektaru, což je vyjádřeno procentuálně o 2,6 % vyšší výnos, než jakého bylo dosaženo na pozemku s porostem založeným secím strojem Lemken Solitair (hodnoty jsou přepočteny na stejnou vlhkost). Vyšší hloubka setí strojem Horsch Focus mohla ovlivnit výnos, například vyšším odnožováním.

Výnos

Joseph (1984) uvádí, že vzdálenost řádků v porostech ozimé pšenice (*Triticum aestivum* L.) ovlivňuje výnos. Toto tvrzení je výsledkem pokusu založeném na srovnání 16 kultivarů ozimé pšenice, jejichž porosty byly založeny v řádcích s roztečí 64 a 192 mm a poté byl vyhodnocen výnos jednotlivých variant. Uvádí, že při založení porostu v řádcích s roztečí 64 mm bylo po dva roky po sobě dosaženo o 6 % vyššího výnosu, než u variant porostů s větší roztečí řádků. Ve srovnání s tímto tvrzením bylo vyššího výnosu dosaženo v porostu s vyšší roztečí řádků. Výnos porostu s řádky rostlin vzdálenými 145 mm byl 7,6 t.ha⁻¹ a byl o 2,6 % vyšší než u varianty řádků s roztečí 125 mm.

Pokud by to bylo možné, vhodnější z hlediska hodnocení výsledků by bylo pokus založit na větší rozloze, než cca 2,4 ha, aby byla tvorba výnosových map méně ovlivněná produkčním potenciálem oblasti, jelikož v lokalitě, kde byl založen pokus secím strojem Lemken Solitair se výnosový potenciál jeví jako slabší.

Ekonomické zhodnocení provozu secích souprav

Požizovací náklady na nový secí stroj Lemken Solitair 9 ve stejné specifikaci jako ten, kterým byl založen pokus, se pohybují okolo 2 500 000,- Kč bez DPH. Pořizovací cena secí kombinace Horsch Focus 4TD byla 1 800 000,- Kč bez DPH. Po přepočtení cen obou strojů na jeden metr záběru je pořizovací cena secího stroje Horsch Focus o 7,4 % vyšší než Lemken Solitair.

Společnost Horsch v prezentačních materiálech uvádí, že vhodná pojezdová rychlost soupravy je od 6 do 10 km.h⁻¹. U secí kombinace Lemken Solitair a Zirkon je doporučená pojezdová rychlost od 10 do 12 km.h⁻¹. Secí stroj Focus 4TD s pracovním záběrem 4 m má ale stejnou energetickou náročnost jako Solitair v kombinaci s rotačním kypřičem Zirkon se záběrem 6 m. Z hlediska ekonomické bilance je výhodnější agregovat traktor se závěsným strojem s větším záběrem a vyšší maximální pracovní rychlostí, jelikož je dosaženo vyšší denní výkonnosti se srovnatelnou spotřebou pohonných hmot energetického prostředku.

7. Závěr

Pro posouzení kvality připraveného seťového lůžka pro výsev ozimé pšenice odrůdy Akteur byly založeny dvěma secími stroji pokusy na jednom půdním bloku s hlinitou až hlinito – jílovitou černozemí. Po sklizni řepky jako předplodiny byly provedeny dvě podmínky do hloubky 8 a 10 cm. Pro založení pokusu byly použity dva secí stroje rozdílné konstrukce – secí kombinace Lemken Solitair 9 s roztečí secích botek 125 mm a s vířivým kypřičem Zirkon 9 o záběru 6 m a secí kombinace Horsch Focus 4TD s roztečí botek 145 mm. Setí proběhlo dne 5. 11. 2014 a oba secí stroje měly nastavený výsevek $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a hloubku uložení 25 mm. K pozdnímu termínu setí došlo z důvodu dlouhodobých srážkových úhrnů a nemožnosti provést operaci dříve. Všechny následující technologické operace, jako je kultivace, hnojení a ošetření rostlin, byly shodné na celé rozloze honu.

Utužení půdy naměřené před setím bylo naměřeno od 1,5 do 2,7 MPa a medián hodnot byl 2,0 MPa. Po průjezdu oběma secími stroji byly naměřeny hodnoty utužení s mediánem 2,3 MPa. Výsledky měření utužení seťového lože secí kombinací Horsch Focus měly menší rozptyl, z důvodu vyššího výrobcem udávaného přítlaku na secí botky.

Vzdálenost rostlin v řádku by při bezchybném dávkování a uložení osiva měla při daném výsevku být u Lemken Solitair 21,6 mm a na ploše vyseté secím strojem Horsch Focus 19,2 mm. Po zvolení intervalu přesnosti s odchylkou ± 2 mm bylo vyhodnoceno, že Lemken Solitair pracoval s přesností 63 % a Horsch Focus s přesností 56 %. Secí stroj Lemken ukládá do řádku osivo s větší přesností hodnot vzájemné vzdálenosti.

Kvalita setí z hlediska meziřádkové vzdálenosti se mezi oběma variantami statisticky neliší.

Na obou secích strojích byla nastavena hloubka setí přibližně 25 mm. Secí stroj Horsch Focus uložil osivo o 5 mm hlouběji než Lemken Solitair. Secí stroj Lemken Solitair vykazoval klidnější práci secích botek s menšími rozdíly naměřených hodnotách. Po setí oběma stroji zůstávaly na povrchu viditelné nezahrnuté obilky. Vlivem extrémních podmínek počasí nebylo na některých místech založeno správné seťové lůžko.

Výnosy zrna dosahovaly průměrných hodnot, porost založený secí kombinací Horsch Focus 4 TD vykazoval při sklizni vyšší výnos o 2,6 %, k rozdílu ve výši výnosu došlo pravděpodobně z důvodu rozdílného produkčního potenciálu obou lokalit.

Použitá literatura

- ASAE (American Society of Agricultural Engineers). 1999b. Procedures for Using and Reporting
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers). 1999a. Soil Cone Penetrometer.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers). Standard S313.3. St. Joseph, MI.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers). Data with the Soil Cone Penetrometer. Standard EP542. St. Joseph, MI.
- Asif M., Iqbal M., Randhawa H., Spaner D. 2014. Managing and breeding wheat for organic systems – Enhancing competitiveness against weeds. ISBN 978-3-319-05001-0
- Arvidsson, J., Rydberg, T., Feiza, V. 2000. Early sowing – a system for reduced seedbed preparation in Sweden. *Soil and Tillage Research*, 53, 145-155.
- Atkinson, B.S., Sparkes, D.L., Mooney, S.J. 2009. Effect of seedbed cultivation and soil macrostructure on the establishment of winter wheat (*Triticum aestivum*). *Soil and Tillage Research*, 103.2. 291-301
- Ball, B.C., Lang, R.W., Robertson, E.A.G., Franklin, M.F., 1994. Crop performance and soil conditions on imperfectly drained loams after 20-25 years of conventional tillage or direct drilling. *Soil and Tillage Research*, 31, 97-118.
- Beneš, P. 2011. Základ úspěchu: správné set'ové lůžko. In: *Agroweb* [online].[cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://www.agroweb.cz/Zaklad-uspechu:-spravne-setove-luzko__s1650x58865.html
- Blake J.J., Spink J.H., Dyer C. 2003. Factors effecting cereal establishment and its prediction. *Research review* 51.
- Bouaziz, A., Hicks, D., 1990. Consumption of wheat seed reserves during germination and early growth as affected by soil water potential. *Plant and soil* 128, 161-165
- Boaziz, A., Souty, N. & Hicks, D. 1990. Emergence force exerted by wheat seedlings. *Soil and Tillage Research*, 17, 211-219.

Cannel, R.Q. 1983. Crop establishment in relation to soil conditions and cultivations. The Yield of Cereals, An International seminar on the technology of cereal production, fields and productivity. Ed. DW Wright. Pub: Royal Agricultural Soc. Of England, London.

Cannel, R.Q., Belford, R.K., Gales, K., Dennis, C.W., Prew, R.D. 1982. Effects of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of winter wheat. *Journal of science, Food and Agriculture* 31, 117-132.

Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107: 239–252.

Czyz, E.A., 2004. Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley. *Soil and Tillage Research*, 79, 153-166.

De Vita, P. Di Paolo, E. Fecondo, G. Di Fonzo, N. Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*. Volume 92, Issues 1–2, January, Pages 69 – 78.

Dexter A.R., *Advances in characterisation of soil structure*, *Soil & Tillage Research*, Volume: 11, Number: 3/4, 199 - 238

Franzluebbbers, A. J., 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research*, 66.2. 95 - 106.

Franzluebbbers, A.J., 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil Tillage Res.* 66: 197–205.

Gan, Y., Strobe, E.H. & Moes, J. 1992. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Science*, 32, 1275-1281.

Hadjichristodoulou, A. D., Photiades, J. 1977. Effect of sowing depth on plant establishment, tillering capacity and other agronomic characters of cereals. *The Journal of Agricultural Science*, 89, pp 161-167. doi:10.1017/S0021859600027337.

Håkansson, I., Myrbeck, Å., Etana, A., 2002. A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil and Tillage Research*, 64, 23-40.

- Hasanuzzaman M. : Crop-weed competition., vyhledáno 5.5.2014. Dostupné z <http://hasanuzzaman.-weebly.com/-uploads/9/3/4/0/934025/crop-weed_competition.pdf>
- Hnilička, F., Hnilíčková H. 2011: Alelopatie – konkurenční boj rostlin. Úroda. 12, 25-26, ISSN 0139–6013.
- Hodisan, N. 2009: Results of the research on the allelopathic effect between the neophyte. Bulletin UASMV Agriculture. Faculty of Environmental Protection, University of Oradea. ISSN 1843-5386
- Jursík, M., Holec. J., Hamouz, P., Soukup, J. 2012. PLEVELE - Biologie a regulace. Kurent
- Joseph, K. D. S. M., et al. 1984. Row spacing and seeding rate effects on yield and yield components of soft red winter wheat. Agronomy Journal 77.2. 211-214.
- Kılıç, K., Özgöz, E., & Akbaş, F. 2004. Assessment of spatial variability in penetration resistance as related to some soil physical properties of two fluvents in Turkey. Soil and Tillage Research, 76(1), 1-11.
- Kirby, E.J.M. 1993. Effects of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat. Field Crops Research, 35, 101-111.
- Kropff M., Spitters C.J.T. 1991. A simple model of crop loss by weed competition from early observation on relative leaf area of the weeds. Weed research. Department of Theoretical Production Ecology. Netherlands :
- Krupička, J. Stroje pro setí: Stroje pro setí. In: Elektronická skripta ČZU [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=39
- Lindstrom, M.J., Papendick, R.I., Koehler, F.E. 1976. A model to predict winter wheat emergence as affected by soil temperature, water potential and depth of planting. Agronomy Journal, 68, 137-140.

Mahdi, L. Bell, C.J., Ryan, J. 1998. Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L) after early sowing at various depths in a semi-arid Mediterranean environment. *Field Crops Research* 58, 187-196

Milthorpe, F.L. Moorby, J. 1974. *An introduction to crop physiology*. Cambridge: Cambridge university press.

Novák, P. 2014. *Zpracování půdy při zaměření na omezení vodní eroze půdy při pěstování vybraných polních plodin*

Páltik, J. 2003. *Stroje pre rastlinnú výrobu: Obrábanie pody a sejba*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 241 s. ISBN 80-8069-200-9.

Pucholt, R. 2009. Chevalier - ozimá pšenice s výbornou jakostí *Zemědělský týdeník*, 12, 4, 9 ISSN: 1212-2246

Schonbeck M. 2013. *An Ecological Understanding of Weeds*. Extension, America's Research-Based Learning Network.

Sattin M., Berti A. 2004. Parameters of weed-crop competition. FAO Corporate document repository. Dostupné z <<http://www.fao.org/docrep/006/y5031e/y5031e04.htm>>, vyhledáno 2.5.2014

Smid. 1990. *Determining yeild potencial for various plant stand counts*. Ridgestown College. University of Quelph.

Smola, T. *Pracovní orgán diskového podmiťáče*. 2009. Brno,. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15634.
Bakalářská práce. VUT. Vedoucí práce Ing. Jan Brandejs, Csc.

Swinton S.M., Buhler D.D., Gunsolus J.L., King R.P. 1994. Estimation of crop yield loss due to interference by multiple weed species. *Weed science*, 42: 103-109.

Tamil Nadu Agricultural University. 2011. Crop-weed association, crop-weed competition and allelopathy. Dostupné z <<http://tnau.ac.in/eagri/eagri50/AGRO304/pdf/lec05.pdf>>, vyhledáno 3.4.2014.

Vaněk V., Balík J., Vavlíková D., Tlustoš P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press. ISBN 976-80-86726-26-0

Zimdahl, R. L. 1988. The concept and application of the critical weed-free period. In Altieri, M.A. & Liebmann, M., eds. Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. pp. 145-155. CRC Press, Boca Raton. Florida, USA.

Zimolka J a kol. 2005. Pšenice pěstování, hodnocení a využití zrna.

Seznam obrázků

Obr. 1 Ovlivnění struktury půdy [ilustrace převzata z Sigvard Andersson & Paul Wiklert, Swedish University of Agricultural Sciences, 1972].....	4
Obr. 2 Ideální seťové lůžko [převzato z vaderstad.com].....	5
Obr. 3 Měření absorpce vody v plynném a kapalném stavu semeny [převzato z Bouaziz a Bruckler 1989].....	8
Obr. 4 Vztah teploty půdy na rychlost emergence u ozimé pšenice [převzato z Lindstrom et al., 1976].....	10
Obr. 5 Graf kritického období výskytu plevelů [převzato z Hasanuzzaman]	11
Obr. 6 (A) procento vzcháživosti pšenice, (B) konečná délka coleoptile v závislosti na hloubce setí [převzato z KIRBY, 1993]	13
Obr. 7 Procentuální závislost klíčení na velikosti půdních agregátů [převzato z Bouaziz et al, 1990].....	14
Obr. 8 Schéma kombinovaného secího stroje s vířivým kypřičem	16
Obr. 9 Rýhovaný válec [převzato z greatplainsmfg.com]])(O)	18
Obr. 10 Nožový válec [převzato z greatplainsmfg.com].....	19
Obr. 11 Segmenty cambridge válců [převzato od Farnet].....	19
Obr. 12 Schéma hnojení "pod patu" [převzato od P&L].....	21
Obr. 13 Secí stroj kombinovaný s vířivým kypřičem [převzato z lemken.com].....	26
Obr. 14 Pohled na nože a válec [převzato z lemken.com]	27
Obr. 15 Příprava seťového lože rotačním kypřičem [převzato z amazone.net]	27
Obr. 16 Typy kotoučových botek [převzato od Monsanto].....	31
Obr. 17 Dlátová secí botka TineTeC od Amazone [převzato z amazone.de]	33
Obr. 18 Hrot botky s plátem tvrdokovu [převzato z amazone.de]	33
Obr. 19 Princip tlaku zatlačovacího kolečka [zdroj: amazone.de].....	34
Obr. 20 Princip funkce zavlačovače [zdroj: amazone.de].....	34
Obr. 21 Zakládání porostu dne 5. 11. 2014	40

Obr. 22 Schéma secí botky Lemken [převzato z lemken.de]	41
Obr. 23 Konstrukce Horsch Focus [zdroj Horsch]	42
Obr. 24 Nastavení poloh ukládání hnojiva [zdroj Horsch]	42
Obr. 25 Ruční penetromert	44
Obr. 26 Rozměry obou variant čtverců	44
Obr. 27 Rostliny zaseté v odlišných hloubkách	46
Obr. 28 Poloha čtverců v řádku	47
Obr. 29 Princip měření rozmístění rostlin	48
Obr. 30 Graf hodnot utužení set'ového lože před a po zasetí oběma stroji	49
Obr. 31 Nerovnoměrnosti rozložení rostlin v řádku za sebou (2- Horsch)	52
Obr. 32 Pohled na porost založený secím strojem Lemken Solitair	53
Obr. 33 Hodnoty vzdáleností v řádku pro varianty pokusů	54
Obr. 34 Vzdálenost rostlin od osy řádku	55
Obr. 35 Krabicový graf hodnot hloubky set'ového lůžka	57
Obr. 36 Neuzavřené set'ové lůžko	57
Obr. 37 Viditelné rýhy po průjezdu secích botek	58
Obr. 38 Výnosová mapa pozemku zasetého secím strojem Lemken Solitair	59
Obr. 39 Výnosová mapa pozemku zasetého secí kombinací Horsch Fokus	59

Seznam tabulek

Tab. 1 Přehled klimatických podmínek v Čeradících v roce 2014.....	38
Tab. 2 Přehled osevního postupu na místě pokusu v letech	38
Tab. 3 Přehled hnojení.....	39
Tab. 4 Přehled aplikovaných přípravků na ochranu rostlin.....	39
Tab. 5 Homogenní skupiny Tukeyův HSD test.....	50
Tab. 6 Přesnost setí stroji v % dle zvoleného intervalu.....	51
Tab. 7 Tukeyův HSD test měření meziřádkové vzdálenosti rostlin pro jednotlivé varinaty....	56
Tab. 8 Tukeyův HSD test homogenity souborů pro hodnoty hloubky.....	58
Tab. 9 Data ze sklízecí mlátičky z pozemku osetého strojem Focus 4TD	59
Tab. 10 Data ze sklízecí mlátičky z pozemku osetého strojem Solitair 9	60