

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Setí obilovin a faktory ovlivňující přesnost uložení semen
do půdy**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Zuzana Jungwirthová

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

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Setí obilovin a faktory ovlivňující přesnost uložení semen do půdy" 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 31.3.2013 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc. a Ing. Michalu Nýčovi za jejich cenné rady, trpělivost, nadšení a odborné vedení. Ing. Vojtěchu Andrejsovi děkuji za pomoc při zkušebních měřeních.

Setí obilovin a faktory ovlivňující přesnost uložení semen do půdy

Souhrn

Cílem mé diplomové práce bylo posoudit využitelnost testované secí botky pro přesné setí obilovin i jiných plodin. Zaměřila jsem se na shrnutí požadavků a posouzení jejich vybraných parametrů. V budoucnu by se mohla tato secí botka používat pro přesné setí obilovin.

Část práce vymezuje pojmy, týkající se jednotlivých charakteristik setí, včetně mapování způsobu setí obilnin a jiných plodin v historii. Dále popisuje faktory, které ovlivňují výnosy různých plodin použitým způsobem setí. Jaké parametry zemědělec od výsevního ústrojí požaduje a jak se k těmto požadavkům přibližuje zkušební secí botka. Jak ovlivňuje umístění semenovodu přesnost uložení osiva. Bylo provedeno několik měření s různými parametry. Zkušební secí botka byla testována v různých pracovních hloubkách a při různé pracovní rychlosti. Měření ukázalo stále velkou diferencii uložení osiva do půdy při použití této secí botky. Umístění semenovodu má podstatný vliv na uložení semen do půdy. Bylo prokázáno, že vliv na přesnost uložení semen v řádku při přesném setí může mít kromě umístění semenovodu vůči povrchu půdy také výška výsevního ústrojí nad povrchem půdy. Zde platí zásada, že čím je semeno nuceno urazit delší dráhu, tím větší nepřesnost uložení nastane. Konstrukce botky je v této fázi rovněž nositelem nepřesnosti práce. Chybí ukládací zařízení, které by semeno přitlačilo do dna drážky ihned po dopadu, a tím by se zamezilo odkulování od místa určení. Bylo ověřeno, že při použití botky klasické konstrukce nemá na rovnoměrnost uložení semen příliš vliv hloubka setí, ale spíše umístění semenovodu v konstrukci secí botky. Z výsledků práce vyplývá, že je nutné pokračovat v experimentech s dalšími koncepcemi ukládání semen do půdy.

Klíčová slova: Přesné setí, rozmístění osiva, rovnoměrnost výsevku

The sowing of grain seeds and various factors which influence the precision of seed placement into the soil

Summary

The aim of my diploma thesis was to ascertain the applicability of the test drill coulter for precision sowing of cereals and other crop plants. The thesis summarizes the requirements on the drill coulter which could be used for precision sowing of cereals in the future.

A part of the study defines the terms associated with the individual sowing characteristics, including a historical overview of the methods of sowing cereals and other crop plants. The study further describes the factors by which the chosen method of sowing various crops affects the yield. What parameters of the sowing mechanism do farmers require and how close is the test drill coulter to these requirements. How does the positioning of the seed conductor affect the precision of the placing of seeds.

I followed several measurements with different parameters that were carried out. The test drill coulter was tested in various working depths and at various working speeds. The measuring still showed a large difference of placing the seeds into the soil when using this drill coulter. The positioning of the seed conductor has significant influence on the placing of the seeds into the soil. The precision of placing of the seeds in a row during precision sowing is affected, besides the position of the seed conductor against the soil surface, also by the height of the sowing mechanism above the soil surface. Here applies the rule that the longer the seed travel distance, the more imprecision of the placing of the seeds. The design of the drill coulter at this stage is responsible for the imprecision of the work. The design lacks a storage device that would press the seed into the bottom of the groove immediately after the fall and thus prevent its rolling away from the place of destination. It has been verified that when using the drill coulter of the classic design, even distribution of seeds is not influenced as much by the depth of sowing but rather by the positioning of the seed conductor in the framework of the drill coulter. The results of this study show that it is necessary to carry out further experiments with other concepts of placing seeds in the soil.

Keywords: precision sowing, distribution of seeds, sowing evenness

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
2.1	Hypotéza	9
2.2	Cíl práce	9
3	Literární přehled	10
3.1	Faktory ovlivňující založení porostu a výnosy	10
3.2	Historie způsobů setí	18
3.3	Aktuální situace v oblasti setí	18
3.3.1	Řádkové setí.....	20
3.3.2	Páskové setí.....	21
3.3.3	Plošné setí	22
3.3.4	Přesné setí	22
3.4	Přesné secí stroje	24
3.4.1	Výsevní ústrojí.....	30
4	Materiál a metody	36
4.1	Zkušební a testovací žlab	37
4.2	Metodika měření	38
4.3	Postup měření.....	40
5	Výsledky	43
6	Diskuze	48
7	Závěr	53
8	Seznam literatury	54
8.1	Elektronické dokumenty	58
9	Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	60
10	Přílohy.....	62
10.1	Výsledky měření fazole	62
10.2	Výsledky měření pšenice.....	72

1 Úvod

Obilniny jsou nejrozšířenějšími a hospodářsky nejvýznamnějšími polními plodinami. U nás pěstované obilniny patří do čeledi lipnicovitých. Začátky pěstování obilovin se tradují se vznikem zemědělství. Zrno se využívá jak pro lidskou výživu, tak pro výživu hospodářských zvířat. Může se využívat také jako surovina pro výrobu lihu, piva a škrobu. Sláma se spaluje, případně se využívá k výrobě celulózy, nebo jako podestýlka pro hospodářská zvířata.

Kvalitní založení porostu hraje vždy velmi důležitou roli ve vztahu k výnosům. Stejně tak i operace předcházející a následující setí nám porost výrazně ovlivňují. Veliký význam má i zachování vláh v půdě při přípravě půdy před setím. První faktory, které ovlivňují výnos, jsou rozhodnutí agronoma o druhu a odrůdě pěstované obilniny, pak nákup kvalitního osiva vybrané odrůdy určené k požadovanému účelu pěstování, dále správný výběr pozemku, vhodná předplodina a příprava půdy před setím. Dalšími důležitými faktory, které ovlivňují výnosy plodin, je optimální plošné rozmístění semen v půdě – norma výsevu, správná hloubka setí v agrotechnickém termínu a dostatečná výživa porostu. Normu výsevu je nutné přizpůsobit stavu půdy, její úrodnosti, zásobě živin a době výsevu. V běžné zemědělské praxi postupně rostou požadavky na technologie zakládání porostů, je kladen důraz na optimální strukturu porostu, na nižší výsevky semen a jejich přesnější umístění v půdě. To následně umožňuje přesnější „vedení“ porostů během vegetace a dosahování vyšších výnosů s nižšími vstupy a menšími riziky chorob, škůdců či nepříznivého průběhu počasí. Významný je i následný efekt při používání dnes již běžné technologie GPS při setí i dalším ošetřování porostů. Při dodržení přesnějšího sponu setí se rovněž výrazně zvyšuje tvorba produktivních odnoží rostlin.

V dnešní době je trend ve zvyšování pracovního záběru, jsou zpracovávány stále větší hony. Technologie přesného setí by tak mohla pozitivně ovlivnit i takové plodiny, které se doposud zpracovávají v řádkovém setí, jako jsou například obiloviny. Vysoká technická náročnost ovšem zatím zabraňovala tomu, aby mohlo přesné setí v praxi dosáhnout pro obiloviny nějakého většího významu. Tím je vyvíjen tlak i na výrobce secích strojů z pohledu ekonomiky na zvyšování objemu zásobníků i samotné výkonnosti secích strojů.

Na téma přesných secích strojů pro obiloviny bylo dosud publikováno velmi malé množství literatury či článků. Teoretické úvahy jednoznačně neukazují na převažující výhody

či nevýhody přesného setí. Pokusů bylo v historii provedeno málo a zatím není výrobce, který by stroj na přesné setí obilovin uvedl na trh a úspěšně prodával. Různé způsoby rozdělení osiva do půdy určují výsledné množství výsevku. Při zkoumání ideálního výsevku je třeba brát v úvahu nejen agronomické hledisko, ale i ekonomickou a ekologickou náročnost.

Řada plodin, jako jsou kukuřice, slunečnice či cukrovka, se již nyní neobejde bez velmi přesného uložení semen při setí do řádků s velkou roztečí a pro zakládání těchto porostů je nutné využívat speciální secí stroje, které nejsou využitelné pro setí ostatních plodin.

Jsem již dlouhou dobu zaměstnaná ve firmě FARMET. Proto mě oblast secích strojů a strojů na zpracování půdy velice zajímá. Vývoj secího stroje, který by splňoval požadavky na přesné uložení osiva obilnin do půdy, do požadovaného sponu při vyšší pracovní rychlosti a byla by dodržena i hloubka uložení osiva, se proto jeví jako perspektivní a skýtá potenciál pro další výzkum a vývoj, který ve svém důsledku přinese zvýšení tržeb, konkurenceschopnosti a zlepšení pozice firmy na trhu. Soustředila jsem se ve své práci na sběr poznatků o ovlivnění způsobu výsevku obilnin se zaměřením na přesné setí, prováděla jsem pokusné výsevky na kotoučovém výsevním ústrojí. Posouzením, zda testované výsevní ústrojí má předpoklady pro splnění těchto požadavků, se zabývá moje diplomová práce.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Hypotéza

Umístění výpadu semen u secí botky má vliv na přesnost uložení semen v drážce. Je předpoklad, že testované výsevní ústrojí splní požadavky pro přesné setí obilnin při různé rychlosti pohybu v půdě a při různé hloubce ukládání semen.

Obilniny mají doporučený výsevek od 2 - 5 MKS, díky své kompenzační schopnosti je předpoklad, že i při nižším, ale přesnějším výsevku nebude výnos nižší než při konvenčním setí do pásů.

Předpokládám, že další ověřování a testování potvrdí, že přesné setí má pozitivní vliv nejen na výnosy, ale i na kvalitu obilovin. Patří sem snížení počtu přejezdů po poli, snížení spotřeby hnojiv a zvýšení jejich účinnosti, snížení reziduí hnojiv po sklizni, snížení spotřeby pesticidů (optimálně založený porost, snížení tlaku chorob a škůdců).

2.2 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je shrnutí poznatků o možnostech ovlivnění přesnosti setí obilovin. Práce je v první části vypracována formou literárního přehledu vytvořeného na základě odborné literatury a vědeckých článků. Ve druhé části – výsledcích jsou testovány na zkušebním zařízení možnosti využití výsevního ústrojí pro založení porostu obilnin, řepky a dalších plodin. Cílem je posoudit, zda poskytuje systém výsevního ústrojí záruky pro pravidelné rozmístění rostlin v zadaném rozmezí a zároveň soustředit poznatky o vlivu konstrukce secí botky na přesnost uložení semen do půdy.

3 Literární přehled

V České republice došlo po roce 1990 v zemědělství k řadě změn, které mimo jiné vedly i k přechodnému poklesu úrodnosti obilnářství. Důvody byly vnější (nedomyšlená realizace trhu s možnostmi dotovaného importu) i vnitřní (nedostatek financí na nákup intenzifikačních vstupů – kvalitních osiv, průmyslových hnojiv, prostředků na ochranu rostlin, moderní výkonné techniky). Ceny těchto vstupů stouply několikanásobně, ale ceny obilí jen mírně. Pro nedostatek finančních prostředků omezili pěstitelé podstatně dávky průmyslových hnojiv a aplikaci pesticidů, a tím došlo k poklesu výnosů i kvality obilí. Při nízké dávce dusíku se např. u pšenice obtížně dosahovalo požadovaných 12 % dusíkatých látek. Přitom odběratelé nastolili nové, náročnější požadavky na kvalitu dodávané pšenice. Tak došlo k významné změně v obilnářství: pro jistější odbyt a tím i rentabilní pěstování se stala rozhodující kvalita (PRUGAR a kol., 2008).

Požadavky na jakost pšenice jsou v EU stanoveny příslušnými zákonnými nařízeními. Přitom se rozlišuje standardní jakost pekařské pšenice a jakost měkké pšenice uskladněné v intervenčních skladech. Parametry standardní jakosti pekařské pšenice jsou: obsah bílkovin min. 11,5 %, sedimentace min. 25 ml a číslo poklesu min. 230 sec. Na pšenici uskladněnou v intervenčních skladech jsou požadavky o něco nižší. Vedle toho je potřeba dbát na objektivní ukazatele kvality zrna pšenice jako např. vlhkost, objemovou hmotnost, námel (max. 0,05 % u intervenční pšenice), příměsi a nečistoty (porostlá zrna), jejich hodnotu lze ovlivnit zejména agrotechnickými opatřeními a stanovištními a sklizňovými podmínkami (KOUBOVÁ, 2005).

K naplnění těchto požadavků významně přispívá kvalita založení porostu a tedy i secí stroj.

3.1 Faktory ovlivňující založení porostu a výnosy

Setí je základní operace založení porostu. Pro dobré zasetí a založení porostu je třeba dobře připravit a vyhodnotit souvislosti mezi níže uvedenými faktory. Přitom zoptimalizovat i jejich eventuální částečnou zástupnost v dopadu na kvalitu založení porostu.

hloubka setí	3 – 4 cm, v sušších oblastech 4 – 5 cm
termín setí	při raném setí snížit výsevek o 10 – 15 % při pozdním setí zvýšit výsevek o 10 – 15 %
výsevek a termín setí	rozhoduje o hustotě porostu
přehuštěné porosty	nebezpečí poléhání a šíření chorob
kolejové řádky	umožňují přesnější chemické ošetření

Tab. č. 1 – Faktory ovlivňující založení porostu (PALÍK, 2009)

Rostliny působí množstvím biomasy kořenového systému, ale i nepřímo produkcí nadzemní biomasy, různým způsobem příznivě na stav půdy, zejména na fyzikální vlastnosti, tj. stupeň zhutnění a biologické vlastnosti. Z druhé strany rostliny kladou různé nároky na fyzikální a další půdní vlastnosti, a to nejen v orničním, ale i podorničním profilu půdy pro jejich zdárný růst a produkci biomasy. Hloubka zakořenění plodin a množství kořenů je důležitým kritériem pro stanovení jejich zlepšujících vlastností (JAVŮREK a kol., 2008).

Dle JECHA (2011) i KELLERA a kol. (1999) závisí pravidelnost a rychlost vzcházení osiva na vlastnostech půdy, kvalitě osiva, způsobu přípravy půdy před setím i na vlastním secím stroji. Technické parametry secího stroje bezprostředně ovlivňují dodržení rovnoměrného vertikálního i horizontálního umístění osiva, případné poškození osiva.

Při zakládání porostu se v podstatě nejedná o jednotlivé oddělené pracovní operace, ale jde o ucelenou technologii založení porostu, která respektuje tato tři důležitá hlediska:

- vytvoření kvalitního set'ového lůžka pro osivo,
- faktor času, tj. dodržení optimálního termínu, a to jak z hlediska plodiny, tak z hlediska půdní zralosti,
- úsporu pohonných hmot, času i přímých nákladů (ANONYMUS, 2007).

Pro přesnost a kvalitu výsevu je podstatná funkce secí botky, zahrnovacích nástrojů a pojezdová rychlost secího stroje (doporučovaná je kolem 6 km/hod podle typu secího stroje). Secí botka vytváří ve vlhké půdě rýhu, jako základ výsevního lůžka, které přivádí k semenu kapilární vodu. Botka musí být ostrá, aby vytvořila úzkou rýhu, při tupé botce se lůžko nedostatečně utuží a navíc dochází k odkulování semen po jejich dopadu do půdy. Opatřované botky je nutno měnit nebo renovovat (orientačně po zasetí 200 – 300 ha). Zahrnovací nástroje překrývají semeno suchou zeminou. U secích strojů se zamačkávacím

kolem je nutné kontrolovat, zda kolo znečištěné vlhkou zeminou nevynáší semena ven z rýhy (PULKRÁBEK, 2007).

Při setí se spotřebuje asi 65 % energie na dopravu strojů a jen 35 % se využívá na vlastní setí. Kromě toho se při použití „jednoduchých“ strojů prodlužuje čas mezi přípravou půdy a setím, ztrácí se více půdní vláhy, a tím se zhoršují podmínky pro klíčení a vývoj rostlin (NEUBAUER, 1989).

Semena se sejí zpravidla do řádků. Rozteč řádků, hloubka setí a rozmístění semen v řádcích závisí na účelu pěstování, na požadavcích pěstovaných rostlin a požadovaných výsledcích setí. Každá plodina potřebuje svojí správnou hloubku, do které je semeno ukládáno a kterou je nutno dodržet. Mělce zasetá semena jsou ohrožována suchem, při erozi pak hrozí snadné poškození, odplavení, nebo likvidace ptáky. Tyto rostlinky jsou vzešlé ze suché, povrchové vrstvy půdy, velmi mělce kořenicí. Odhalené kořínky jsou snadno napadány chorobami přenášenými z rostlinných zbytků na poli. Naopak hluboce zasetá semena klíčení příliš vysiluje. Rostlinky vzcházejí později a mají slabší vzcházivost. Hloubka a hustota výsevu se seřizuje tak, aby rostliny měly zajištěný správný růst, životní podmínky a prostor kolem sebe, který vyžadují. Hustota rozmístění rostlin musí zajišťovat efektivní výnosy. Po zasetí se semena zahrnují. Mohou se zatlačit do půdy válci (FARMET, 2012).

Velkým nešvarem, se kterým se stále setkáváme (nejčastěji u obilovin) je příliš hluboké setí. Ideální hloubka setí je u obilovin 2 až 3 cm a u hybridních odrůd méně než 2 cm. Rostlina, která je zasetá hlouběji, také později vzchází, zakládá slabší kořenový systém a především hůře odnožuje. Dále je více ohrožena chorobami, které se přenášejí z půdy případně z osiva. Mohou samozřejmě nastat případy, kdy je potřeba hloubku setí mírně zvětšit (některé typy půd a současné sucho, mrazové oblasti apod.), ale v praxi jde o výjimky. Rannějším setím a menšími výsevy při současných cenách ušetříme velké náklady na osivo. Setí v optimálním termínu umožní rostlinám kvalitní vývoj a tvorbu maximálního výnosu. Dosáhneme lepšího rozložení prací a společně s výkonnou technikou stíháme dodržovat agrotechnické termíny i při nepříznivém počasí. Můžeme více využít příznivých podmínek pro setí. Nevýhodou může být větší tlak chorob, škůdců nebo možnost přerůstání. V poslední době se v některých oblastech vyskytuje nebezpečný tlak viróz. Na tato rizika se musíme předem připravit a počítat s nimi (ŠABATKA, 2012).

S ohledem na vysoký podíl ozimých obilnin v osevních sledech má velký význam vliv předplodiny. V podmínkách s dostatkem podzimních srážek patří k nejvhodnějším předplodinám vojtěška, jetel a luskoviny. Silná redukce jejich ploch v důsledku snížení stavů hospodářských zvířat zvyšuje význam olejnin. Často následuje pšenice po obilnině a nejsou

výjimkou i několikaleté sledy obilnin po sobě. Význam předplodiny spočívá v tom, že může podstatně ovlivňovat půdní vlastnosti důležité pro růst a pro formování výnosotvorných prvků a kvality zrna. Bobovité rostliny příznivě působí tím, že v půdě zanechávají značné množství kvalitních posklizňových zbytků s úzkým poměrem C: N (1 : 20-25) a pozitivně ovlivňují fyzikální a fyzikálně chemické vlastnosti půdy. Významné je i jejich příznivé působení na redistribuci fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku a síry z hlubších vrstev do orniční vrstvy (RICHTER, 2002).

Optimální uložení osiva napomáhá zdárnému vývoji rostlin v prvních fázích vegetace, má pozitivní vliv na vzcházivost a pomáhá snižovat náklady na osivo. Porost poté prochází všemi fázemi vývoje jednotně, což platí i o dozrávání, takže jak zásahy k ochraně rostlin, tak i sklizňové práce mohou probíhat plynuleji. Výsevek je již běžně nastavitelný plynule, a to v rozmezí od 0,5 až do 500 kg/ha. Ve velkých podnicích se od secích strojů vyžaduje vysoká výkonnost. Pneumatické secí stroje zaručují spolehlivé setí v celé šířce pracovního záběru (v současnosti až do 12 m). Zároveň jsou osazeny velkoobjemovými zásobníky osiva s kapacitou 5 800 l i více. Proud vzduchu rozděluje osivo po celém záběru výsevní lišty, rovnoměrnost je zaručena také tím, že otáčky ventilátoru nejsou závislé na otáčkách motoru traktoru. Výsev je řízen počítačem, který získává informace o ujeté dráze od impulzního kola. Stále větší význam v současnosti mají senzory hlídající dopravu osiva semenovody až k botkám. Řidič může z kabiny kontrolovat zakládání kolejových meziřádků a práci všech dílčích sekcí stroje. Displej monitoru v kabině řidiči ihned zobrazí případný ucpaný řádek, takže není třeba složitě hledat příčinu problému. Novinkou je automatické vypínání a zapínání výsevu v sekcích na základě informací o poloze stroje pomocí GPS, které rovněž šetří náklady na osivo (BENEŠ, 2012).

Při stanovení výsevku vycházíme z termínu setí a zvolené odrůdy. Než se však začne řešit termín setí, je třeba mít informace o odrůdě. Důležité je znát o jaký typ jde - klasové odrůdy, které tvoří výnos produktivitou klasu, mají vysokou HTZ a nejvyšší výnosy dávají při hustotě 450 – 500 klasů/m² (4,5 – 5 mil. klasů). Odrůdy tvořící výnos hustotou porostu dávají maximální výnos při vyšší hustotě klasů. Optimum se pohybuje podle úrodnosti stanoviště mezi 550 – 700 klasy/m². HTZ je střední až nižší. Kompenzační schopnosti tohoto typu prostřednictvím vyšší HTZ či počtem zrn/klas jsou omezené. Třetí skupinou jsou odrůdy kompenzační, a ty mohou korigovat výnos počtem zrn/klas nebo hodnotou HTZ, popř. oběma faktory najednou. Optimální hustota leží mezi první a druhou skupinou. Tedy zhruba mezi 500 - 600 klasy/m². Ke správnému stanovení výsevku a volbě termínu setí však samotný typ odrůdy nestačí, k tomu je potřeba ještě znát jak odrůda reaguje na délku slunečního svitu a jak

rychle přechází do vegetativního vývoje. Zde rozeznáváme odrůdy krátkodenní, které se hodí na stanoviště s časným nástupem vegetace, tam by dlouhodobní odrůdy tvořily nadměrné množství odnoží a porost by se neúměrně zahušťoval. Dlouhodobní a kompenzační odrůdy se hodí na stanoviště s pozdním nástupem vegetace na jaře. Tam by naopak krátkodenní odrůdy nedosáhly potřebné hustoty zrna. Vedle těchto dvou skupin je velká skupina odrůd s neutrální reakcí, která tvoří výnos počtem zrn (ŠABATKA, 2012).

NEUBERG (1990) uvádí, že optimální výsevek se pohybuje u většiny odrůd v dobrých podmínkách pěstování v rozpětí 4,5 – 5 MKZ na ha. Pěstitelům doporučuje, aby se vyhýbali extrémně nízkým výsevkům pod 3,5 MKZ na ha a naopak extrémně vysokým výsevkům nad 6 MKZ na ha. Výsevek se může snížit za vhodných vláhových poměrů, po dobré předplodině a při časném setí.

Počet klasů je dán počtem rostlin na 1 m² a schopností produktivního odnožování. Počet rostlin závisí na biologické a semenářské hodnotě osiva, setí, vzcházejivosti, redukci rostlin vlivem nepříznivých činitelů a mezidruhových a vnitrodruhových vztazích. Produktivní odnožování obilnin ovlivňuje odnožovací schopnost druhu a odrůdy (geneticky založená), podmínky počasí (vláha, teplota, osvětlení, délka dne), plocha půdy, výživa, agrotechnika (doba setí, hloubka setí a způsob setí), mezirostlinná a mezistébelná konkurence, rychlost růstu a vývoje jednotlivých odnoží na rostlině, poškození nepříznivými činiteli (choroby, škůdci, jiní vnější činitelé) (PETR a kol, 1980).

Nejprve vzejde určitý počet rostlin na ploše, které v období odnožování vytvoří určitý počet odnoží (PETR, 1997).

Základní osivové hodnoty využíváme pro stanovení normy výsevu:

- počet klíčivých semen na 1 ha
- jakostní znaky použitého osiva (čistota, klíčivost, HTS)

Na návěškách uznaného osiva se uvádí MKS, což je přepočítaná hmotnost milionu klíčivých semen. Před vlastním výsevem je nutné vyzkoušet secí stroj a seřídít ho tak, aby vyséval množství osiva, které jsme vypočítali. Pro stanovení optimálního počtu rostlin na m² rozhoduje:

- druh
- odrůda
- podmínky pěstování
- účel pěstování
- doba setí

Normu výsevu je nutno přizpůsobit konkrétním podmínkám (tj. stavu půdy, úrodnosti, zásobě živin, počasí, době setí apod.). Výsev klíčivých semen na 1 ha:

- pšenice ozimá – 4 - 6 MKS (mil. klíčivých semen na ha)
- žito ozimé – 3 – 4 MKS
- ječmen ozimý- 4,5 MKS
- pšenice jarní – 5 – 6 MKS
- ječmen jarní – 3,5 - 4,5 MKS
- oves – 4 – 5 MKS

Termíny výsevu:

- ječmen ozimý do 20.9.
- pšenice ozimá od 20.9. do 10.10.
- žito ozimé do konce září
- ječmen jarní, oves od 23.3. do 15.4. (LAURENČÍK, 2009).

Hospodářský výnos obilnin je dle KOSTREJE et al. (1998) tvořen třemi parametry:

- počtem klasů na jednotku plochy
- počtem zrn v klasu
- hmotností 1000 zrn (HTZ)

Podle PETRA (1997) nacházíme v průběhu formování výše uvedených výnosových komponentů tři fáze:

1. fázi zakládání
2. fázi maximální úrovně výnosového prvku
3. fázi kvantitativní redukce

Při založení malého počtu nebo při velké redukci předcházejícího výnosového prvku dochází ke zvýšení úrovně následných prvků. Naopak při nadměrném založení předcházejícího prvku se založí méně, nebo se více zredukuje počet či hmotnost následných prvků. Tyto vztahy nazýváme kompenzací výnosových prvků a jsou u obilnin podstatou autoregulace výnosových prvků v určitém porostu.

Každý výnosový prvek má období tvorby přírůstku, kdy dosáhne maximální úrovně a potom nastává jeho odumření či redukce. Celý proces začíná vysetím určitého počtu klíčivých obilek a končí počtem klasů, počtem zrn v klasu a jejich hmotností (PETR a kol., 1980).

Výnos zrna obilnin je tvořen třemi základními výnosovými prvky, a to počtem klasů na plošnou jednotku, počtem zrn v klasu a hmotností obilek (HTZ). Počet klasů na plošnou jednotku je dán počtem rostlin a počtem plodných stébel na 1 rostlině. Počet zrn v klasu závisí

na počtu klásků a počtu plodných kvítků. Založený počet odnoží se nerealizuje v plném počtu v plodná stébla. Dochází k odumírání odnoží nebo některá stébla zůstanou do sklizně neplodná. Každý založený klásek a kvítek v klasu také nepřinese obilku (PETR a kol., 1980).

Významným faktorem, který ovlivňuje intenzitu odnožování a následnou redukci počtu odnoží je hustota porostu. Se stoupající hustotou porostu vzrůstá redukce počtu odnoží. Při pravidelném rozmístění rostlin se vytváří více odnoží, stejně tak v řídkém porostu. V porostech s hustotou kolem 500 rostlin na m² odumírá až 80 % ze založeného počtu odnoží. Formování počtu klasů je závislé na počtu rostlin na plošné jednotce a produktivním odnožování. Pro dosažení optimálního počtu klasů je potřebný odpovídající počet rostlin v druhé polovině vegetace. Velký počet klasů na ploše se projeví příznivě na výnosu zrna jen tehdy, není-li spojen s malým počtem zrn na klasu (LIPAVSKÝ, 2000).

Obilniny mají potenciální schopnost vytvářet vedlejší stébla. Odnožování je podmíněno průběhem vývoje rostlin. Jestliže vnější podmínky znemožňují normální vývoj, tj. zpomalí přechod z vegetativního do generativního období, tvoří se stále jen odnože. Za takových podmínek se na rostlině vytvoří při výsevu ozimů na jaře až 60 odnoží. Ale za normálních podmínek pro vývoj, při solitérním růstu se vytvoří na rostlině až 20 odnoží. U výnosových komponentů rozlišujeme fázi základní, maximální úrovně výnosového prvku a kvantitativní redukce (PETR a kol., 1987).

V přehoustlém porostu trpí rostliny nedostatkem světla, vláhy a živin, část listů předčasně odumírá a využití sluneční energie se snižuje. V řídkém porostu je využívána jen část záření, druhá dopadá bez užitku na půdu. Z uvedených důvodů je optimální organizace porostu – tj. počet a rozmístění rostlin na ploše, jedním z hlavních předpokladů pro využití výnosové schopnosti rostlin. Postupně se tvořící výnosové prvky jsou obvykle různými nepříznivými vlivy redukovány, v dalších fázích růstu a vývoje bývají nahrazeny vyšším podílem či hmotností následně se tvořících dalších výnosových prvků. Tento jev označujeme jako autoregulační nebo kompenzační schopnost porostu. Velmi dobrá je autoregulace u obilnin, kde např. část vymrzlých rostlin ozimů může být nahrazena zvýšeným počtem odnoží přezimovaných rostlin (ANONYMUS, 2007).

Významná je kompenzační schopnost, kdy při řídkém porostu či malém počtu zrn v klasu se hmotnost obilky do jisté míry zvyšuje a naopak. Tvorba vedlejších stébel (odnoží) je u obilnin významným výnosovým prvkem, protože odnože s klasem tvoří produktivní hustotu porostu (PETR, 1997).

MÜLLE a HEEGE (1981) považují za nejdůležitější příčiny rozdílů ve vzcházení rostlin zaprvé přípravu půdy a dále kvalitu setí. Dodržení stálé hloubky uložení osiva je

důležitým předpokladem dobré vzcházivosti a rovnoměrnosti dozrávání zrna. Za dva týdny po zasetí pšenice do hloubky 3 cm vzešlo 90 % rostlin, kdežto z dvojnásobné hloubky necelých 40 %.

Další významný faktor, ovlivňující růst obilovin, uvádí MEDINEC (1982) rovněž teplotu. V raných etapách vývoje rostlin se projevuje zvláště ve vztahu k přezimování a obnovení vegetace. Přejod z vegetativního do generativního vývoje inhibují nízké teploty, podzimní krátký den a růstové látky. Tyto faktory působí také příznivě na odnožování.

Vyšší teplota 15 – 20 °C u ozimů po vzejití znemožní průběh jarovizace, a tím přechod do generativního období, takže odnoží se založí mnoho. Vysoká teplota nad 20 – 25°C odbourává v rostlině inhibiční látky, a proto snižuje odnožování. Odnože se po fázi maximálního počtu začínají redukovat. Odumírání odnoží je způsobeno hlavně nedostatkem vláhy, výživy, nedostatkem světla v přehoustlých porostech, poškozením škůdci a dalšími příčinami. Čím později odnože odumírají, tím výnosnější je odrůda, a tedy také porost (PETR a kol., 1980).

Dále PETR a kol. (1980) uvádí, že při chladnějším počasí v druhé polovině května a v červnu, se proces odumírání odnoží zmírní a více odnoží zůstane plodných.

Dnes je kladen důraz na stálé zvyšování výnosu. Dalším způsobem, jak v současnosti zvýšit výnos pěstované plodiny je způsob výživy a hnojení, o kterém hovoří HŘIVNA (2012). Úkolem výživy a hnojení je vytvořit pěstovaným plodinám co nejpříznivější podmínky pro růst a vývoj rostlin tak, aby byl zajištěn optimální výnos při požadované kvalitě produktu. Podíl odebraného dusíku na podzim není vyšší než 10 % z celkového odběru a proto aplikovat vysoké dávky dusíku před setím je zbytečné a neekologické. Odběr dusíku se zvyšuje na jaře, kdy rostliny po zimě musí obnovit biomasu. Do začátku sloupkování rostliny přijmou v průměru asi 40 % dusíku a intenzita jeho příjmu roste až do konce kvetení, kdy odebere dalších 30 % této živiny. Po odkvětu se požadavky rostlin na dusík relativně snižují, poněvadž se dusík přemísťuje z ostatních částí rostliny do tvořícího se zrna. Na konci vegetace je v zrnu nahromaděno až 75 % dusíku. Využití dusíku na tvorbu zrna je často v našich podmínkách negativně ovlivňováno nízkým obsahem fosforu, draslíku, hořčíku a síry.

PETR a kol. (1980) se zabýval souvislostí mezi hustotou porostu a výnosem obilnin. Dle jejich studie je výnos rozdílný podle druhu a odrůdy a hlavně podle pěstebních podmínek a počasí.

3.2 Historie způsobů setí

Setí historicky prošlo značným vývojem. Archeologické nálezy z neolitické doby ukazují na pěstování pšenice dvouzrnky, jednozrnky, pšenice obecné, ječmene a prosa obecného. I dnešní podíl obilovin na výživě obyvatel je natolik zásadní, že výzkum a hledání nových možností způsobu setí, popřípadě ekonomických úspor bez kvalitativních vlivů je stále aktuální téma. Již v historii byla pozornost soustředěna na snahu dosáhnout maximálních výnosů a zúročit velice namáhavou práci, jež by přinášela na tehdejší dobu vysoké výnosy. Jedním ze základních opatření směřujících k tomuto cíli bylo záměrné hnojení polí. Ke zlepšení stávající úrodnosti půdy bylo využíváno hnojení popelem, hnojem, ale také rybníčním bahnem. Od 2. poloviny 19. století byla ve větším rozsahu používána vedle statkových hnojiv i hnojiva průmyslová např. superfosfát, kostní nebo krevní moučky, ledky, síran amonný, kainit, draselná sůl. Ruční setí bylo nahrazeno setím pomocí řádkovacích trakařů nebo prvními řádkovacími stroji (KULOVANÁ, 2001).

Významným krokem ke zvýšení výnosů bylo zavádění nových předplodin, především okopanin a jetelovin. Dále narůstal význam semenářství a šlechtění nových odrůd, především pšenice (HOUBA a kol., 2002).

Do 19. století se osivo vysévalo ručně z rozsívek, následně byla semena zahrnuta branami, na menších plochách motykami. Pěstování plodin v druhé polovině 19. století doznalo značných změn, jednou z největších byl přechod od trojpolního ke střídavému polnímu hospodaření. Výhody střídavého hospodaření oproti hospodaření úhorovému byly značné. Odstraněním úhorů se každoročně využilo všech polí a střídáním obilnin, okopanin a píce se lépe udržovala a obnovovala úrodnost půdy než v dřívějších soustavách. Výnosy byly zvyšovány vhodnými agrotechnickými zásahy, především používáním podmítky při předset'ové přípravě půdy (KULOVANÁ, 2001).

3.3 Aktuální situace v oblasti setí

Požadavky na vhodný moderní secí stoj se dají shrnout do těchto základních bodů:

- přesné a rovnoměrné uložení osiva v každém řádku (pásku)
- přesné dávkování osiva včetně malých výsevků
- velká pracovní výkonnost

- správné utužení půdy po zasetí pro navázání kapilárního vztlávacího působení půdní vody (ANONYMUS, 2007).

Problematikou přesného setí a precizního zemědělství se ve své studii zabývá i HUFNAGEL a kol. (2004). Základním principem je respektování konkrétního demografického umístění a oblastních rozdílů. Zdůrazňuje nutnost sledovat a analyzovat konkrétní pěstební podmínky a reagovat na tyto antecedence vhodnými opatřeními.

V současnosti se univerzální secí stroje s velmi přesným dávkováním semen a jejich přesným umístěním do půdy pro setí širokého spektra plodin na trhu nenabízí. Hlavní lídr na trhu secích strojů, německá firma HORSCH, již avizuje brzké uvedení na trh secího stroje podobného technického řešení. Nové odrůdy plodin, zejména obilovin a nové technologie pěstování však stále více kladou důraz na nižší výsevky a lepší rozmístění rostlin v půdě. Zvyšuje se i poptávka po secích strojích umožňujících přihnojení během setí. Velmi výrazně se také rozšiřuje využívání navigačních systémů GPS pro navádění souprav, optimalizaci přejezdů po pozemku či automatické spínání sekcí stroje eliminující přesevy na souvratích a na pozemcích klínovitého tvaru. V současné době by měla být samozřejmostí možnost regulace výsevu přímo za jízdy. Dnešní možnosti přesného dávkování se pohybují v rozmezí okolo +/- 10%, přesnost rozdělení osiva mezi jednotlivé secí botky je v rozmezí +/- 10 – 30 % (podle seté plodiny) a přesnost uložení osiva (dosažení požadovaného sponu) je dnes pouze +/- 50 %. Od nového přesného secího stroje jsou agronomy požadovány hodnoty mnohem přesnější. Nové secí stroje by měly zajistit i řadu ekologických přínosů. Patří sem snížení počtu přejezdů po poli, snížení spotřeby hnojiv a zvýšení jejich účinnosti (FARMET, 2012).

Jaké požadavky má dnešní zemědělec na techniku setí? Přesný, rovnoměrný výsev v každém řádku, protože pouze to zrno, které je správně zaseto, poskytuje špičkový výnos, dále vysokou pracovní výkonnost a rychlost setí, protože optimální okamžik setí je časově omezen a v neposlední řadě toleranci k přípravě půdy, protože flexibilita při zpracování půdy šetří náklady. Před 15 lety věřilo jen velmi málo zemědělců, že přesné setí je možné i při rychlostech nad 10 km/hod. Velká hodinová výkonnost secího stroje je dána jednak jeho pracovním záběrem a především pracovní rychlostí. Pokud chceme mít vysokou pracovní rychlost (15 km/hod a více), měli bychom mít možnost zvýšit přítlak na secí botky. Samozřejmě, že platí i zásada, čím rychleji budu chtít sít, tím rovnější pole bych měl mít. Platí zásada, že čím menší semínko sejeme, tím příznivější půdní podmínky by měly být. Proto si dáváme pozor především při setí máku a řepky, ale také trav a jetelovin. Z obilovin na špatné podmínky reaguje především ječmen jarní a dále ječmen ozimý a oves. V raném termínu je doporučeno zasít do 15 % ploch. V optimálním termínu pro setí v dané oblasti je potřeba

naopak zasít maximální množství ploch. Moderní secí stroje s veškerou kontrolní činností včetně sledování průchodu osiva mohou pracovat i v nočních směnách. Současně je dobré pracovat s odpovídajícím osevním postupem, abychom nemuseli dlouho čekat na uvolnění ploch po pozdě sklizených plodinách. Při setí v optimálním termínu je možno částečně snížit výsevek. To platí i při setí v pozdních termínech, kdy jsou zemědělci zpravidla zvyklí sít větší výsevky než je potřeba (i když zde mají částečně své opodstatnění). Uvedená pravidla mají uplatnění především u pšenice ozimé. Ječmen ozimý je vždy dobré zasít v optimálním termínu pro danou oblast. Řepce ozimé rovněž nejvíce vyhovuje setí v optimálním termínu, ale zde je nutné přihlídnout k dobrému stavu půdy a tomu přizpůsobit i termín setí a výsevek. Ten samozřejmě volíme i podle typu odrůdy, a zda se jedná o hybridy či liniové odrůdy. U pšenice platí, že klasové typy sejeme s nižšími výsevky. Odrůdy, které dobře reagují na změnu hustoty porostu, sejeme s průměrnými výsevky. Odrůdy, které dávají nejvyšší výnosy hustotou zrna, sejeme s vyšším výsevkem (HORSCH, 2012).

Dnešní moderní secí stroje nabízejí v podstatě tři různé způsoby setí - řádkový, páskový a plošný. U téměř veškerých secích strojů, které se dnes nabízejí na trhu, je nastaven objemově závislý způsob dávkování osiva – to se týká jak pneumatických, tak i mechanických modelů. Osivo se u těchto strojů rozděluje více nebo méně náhodným způsobem, a v důsledku toho potom mají jednotlivé rostliny na svém stanovišti k dispozici rozdílně velký prostor. Vždy znovu zde vznikají nahromaděná místa nebo vynechaná místa (HERRIAU, 2011).

3.3.1 Řádkové setí

Setí do řádku je nejznámějším, dlouholetým způsobem setí a je využíváno na mnoha secích strojích. Jeho hlavní předností je především jednoduchost technického řešení secího stroje. Secí stroje jsou obvykle s radličkovými nebo kotoučovými botkami. Osivo je uloženo formou náhodného dopadu do řádku za botkou či kotoučem - cca 2 cm širokého. Zrno je ukládáno do těchto úzkých řádků o rozteči obvykle 12,5 - 17 cm. Semena jsou uložena téměř v přímce za sebou, stroje jsou konstrukčně jednoduché, rozmístění rostlin není vždy ideální, dochází k částečné konkurenci rostlin, u širších roztečí řádků je možná snadná kultivace. Stroje pro řádkové setí jsou v praxi nejrozšířenější a používají se pro všechny druhy pěstovaných plodin (hustě seté obiloviny apod.), širokořádkové (300 – 1000 mm) - řepa, kukuřice, zelenina. Nejčastější varianta rozteče řádků - 15 cm je sice dostačující, řádkování je

však patrné i po zapojení porostu a po celou dobu vegetace. I při této rozteči tedy není plocha optimálně využita (NÝČ, 2008).

Zrna dopadají nekontrolovaně, buď volným pádem v mechanickém výsevním ústrojí, nebo proudem vzduchu v pneumatickém výsevním ústrojí. Nevýhody má tento způsob především z hlediska agronomického. Obiloviny jsou v řádku zasety velmi hustě, takže si navzájem konkurují. Mezi řádky naopak zůstává volný prostor, který je jednak místem růstu plevelů a v počátečních fázích růstu rostlin i místem bez listového pokryvu, se zvýšeným výparem vody a vyšším rizikem půdní eroze. Vzdálenost rostlin mezi sebou hraje určitou roli při odnožování a tvorbě kořenového systému, ale tento údaj bychom neměli přeceňovat. Vezměme si například výsevek 160 kg/ha pšenice ozimé, která má HTS 50 g. Posoudíme-li vzdálenosti mezi jednotlivými zrny v řádku, zjistíme, že při rozteči 12,5 cm je průměrná vzdálenost mezi zrny v řádku 2,5 cm. Při meziřádkové rozteči 15 cm se zmenší vzdálenost mezi zrny v řádku na 2,1 cm. Ten rozdíl je tak malý rozdíl, že nemůže mít prokazatelný vliv na výnos. Pokud přesto trváme na předpokladu, že menší meziřádková rozteč je mnohem lepší, můžeme pořád ještě tuto „nevýhodu“ eliminovat včasnějším setím a třeba i snížením výsevku. Tedy např. ze 160 kg na 150 kg - tím se rozdíl meziřádkových roztečí 15 cm a 12,5 cm vyrovnává. Pokud se na daný problém podíváme čistě technicky, zjistíme, že secí stroje s menší meziřádkovou vzdáleností secích botek než 15 cm mají výrazně menší průchodnost při setí za mokra a především při setí po bezorebném zpracování půdy, kdy na povrchu vždy zůstává část posklizňových zbytků. Jestliže nám opravdu záleží na prostoru, který dostanou naše rostliny, řešením může být volba zcela jiného způsobu setí – a sice radličkou do širokých pásů. Tímto systémem dosáhneme totiž při stejném výsevku průměrnou vzdálenost mezi rostlinami větší až o 50 %, což už může být pro vývoj rostliny zajímavé (MALINA, 2007).

3.3.2 Páskové setí

Osivo je ukládáno do pásků šíře 3 - 4 cm s roztečí pásků 10 - 15 cm. Například při rozteči pásků 12,5 cm a šířce pásků 4 cm je teoreticky osivo rozmístěno na 32 % plochy. Větší prostor okolo rostlin umožňuje lepší odnožování a zajistí vyšší počet jedinců na m². Páskové setí je často využíváno u secích strojů vybavených přihnojováním pod patu. Mezi pásy je pod úroveň osiva aplikováno hnojivo (obvykle kapalné), které by mělo zajistit okamžitě dostupné živiny pro první fáze růstu a tvorbu silného kořenového systému. Tím je

tedy dosaženo lepšího rozmístění rostlin na ploše a dobrého prokořenění půdního horizontu během jednoho přejezdu. Tuto možnost oceníme především při vysokých cenách hnojiv. Při setí do pásků je výhodné i snížení výsevků, čímž rovněž uspoříme náklady na osivo (NÝČ, 2008).

Požadavek na rovnoměrné rozmístění zrn je možné realizovat zúžením meziřádkové vzdálenosti a botkami pro páskové setí. Výsledky zkoumání mnoha autorů jsou jednoznačné v tom, že rovnoměrné rozmístění rostlin zvyšuje výnosy, liší se však ve výši výnosového efektu. Při snížení meziřádkové vzdálenosti ze 120 - 130 mm na 70 - 90 mm je v průměru uváděno zvýšení polní vzházivosti o 8 - 10 % a výnosu o 4 - 6 %. Příčinou zvýšení výnosu je snížení konkurence mezi rostlinami a také mezi rostlinami obilnin a plevelů i vytvoření mikroklimatu omezujícího rozvoj houbových chorob (KŘEN, 1993).

3.3.3 Plošné setí

Jako velmi efektivní se jeví plošné setí. Osivo je při setí rovnoměrně rozmístěno v celé šíři záběru stroje. Vzdálenost mezi semeny je podstatně větší a rostliny mají více prostoru pro růst a odnožování. Výhoda je však nejenom ve výborném odnožení rostlin. Výrazně méně je i prostoru pro růst plevelů, povrch půdy je velmi rychle zakryt listovou plochou. Snižuje se též odpar vody. Půdní horizont je rovnoměrně prokořeněn, takže jsou dobře využity všechny živiny v půdě (a to i živiny s malou mobilitou). Velmi patrný je tento efekt na půdách s deficitem vláhy. Na těchto půdách je dobré prokořenění celého půdního horizontu velmi důležité. Jinak nemohou být všechny dostupné živiny zcela využity. Některé výzkumy uvádějí zvýšení výnosů díky plošnému setí až o 8 - 15 %. Plošné rozmístění semen působí kladně na růst plodin a jejich výnos. Zlepšuje se využití půdního horizontu a živin v něm obsažených a snižují se ztráty půdní vláhy a půdní eroze. Díky plošnému setí lze tedy zvýšit ekonomický přínos z rostlinné výroby a to za cenu minimálních investic (FARMET, 2012).

3.3.4 Přesné setí

Samotnou podstatou přesného setí je rozmístit semena pěstované plodiny tak, aby rostliny měly dostatek vzduchu, světla a živin, tj. musí být rozmístěna v půdě jak

v horizontálním, tak i ve vertikálním směru rovnoměrně. Kvalitní založení porostu vytváří předpoklady k dosažení vysokých výnosů, ovlivňuje použití mechanizačních prostředků při ošetřování a sklizni plodin. Při přesném setí plodin do půdy, která byla zpracována půdoochrannou technologií, jsou zvýšené nároky jak na secí jednotku, tak i na samotné semeno (MAŠEK, 2008).

Jedná se o zvláštní způsob řádkového setí jednotlivých semen na konečnou vzdálenost do řádků (200 – 1000 mm). Vzdálenosti semen v řádku se pohybují v rozmezí 20 až 35 mm. Dokonalejší variantou přesného řádkového setí je páskové setí, při kterém je na jednotku délky (1 m) pásku vyset přesný počet semen (HERRIAU, 2011).

V případě přesného setí se jde jinou cestou: osivová zrna se jednotlivě uchopí a s rovnoměrným rozstupem se ukládají do výsevní drážky. Tím má každá rostlina k dispozici vždy téměř stejný prostor na stanovišti, a to do té míry, že se může zajistit vyšší úroveň vzcházení na poli. To nabízí význačné přednosti pro takové plodiny, které za normálních okolností nedokáží odnožovat nebo rozvětvovat se, jako je řepa cukrovka, kukuřice, slunečnice nebo jako jsou mnohé druhy zeleniny (ANONYMUS, 2007).

Přesné setí má mimořádný význam především u kukuřice a cukrovky. Tyto plodiny se neobejdou bez velmi přesného uložení semen při setí do řádků s velkou roztečí. Pro zakládání těchto porostů je nutné využívat speciální secí stroje, které nejsou využitelné pro setí ostatních plodin. Skládají se ze samostatného zásobníku osiva, výsevního ústrojí a secí botky se zahrnovačem. Výsevní ústrojí je umístěno nízko nad zemí, aby dráha semen byla co nejkratší. Toto výsevní ústrojí umožňuje značnou úsporu osiva, zajišťuje rovnoměrné využití půdy, snižuje nároky na další pracovní operace, především na jednocení cukrovky. Secí ústrojí umožňuje měnit druh podávacího zařízení podle velikosti semen, hustoty setí, popřípadě podle procenta klíčivosti osiva. Semena jsou dávkována jedno po druhém. Dovolují úsporu osiva v řádu 25 až 30 %. Jsou používány především pro setí cukrovky, slunečnice a kukuřice. Tak trochu vzdorují řepce z důvodu malé pracovní rychlosti kolem 6 km/hod a omezenému záběru. Je možno je použít v případě, když je požadována menší hustota rostlin v řádku, v rozmezí 10 až 18 semen na běžný metr. Je nutné, abychom se vyhnuli riziku prodlužování stonku a polehání (ŠAŘEC, 2003).

3.4 Přesné secí stroje

Secí stroje pro přesné setí (t. j. na přesně zvolenou vzdálenost v řádku) jsou mechanické nebo pneumatické. Mechanické stroje nabírají semeno řepy do kalibrovaných otvorů výsevního kotouče a ten je unáší do výpadové polohy. U pneumatických strojů se semena na výsevní kotouč přisají. Princip přisávání není tak citlivý na velikost a tvar osiva, pneumatické stroje jsou proto zpravidla univerzální. Mechanické secí stroje se konstruují jako prakticky jednoplošné – pro setí cukrovky. V Česku v osmdesátých letech byly ve veliké převaze stroje pneumatické, využívaly se postupně k setí cukrovky a kukuřice. Dnes se prodávají více stroje mechanické a starší stroje pneumatické se využívají jednoúčelově buď jenom pro řepu, nebo jsou nastalo přestavěny pro kukuřici. Mechanické stroje pro řepu jsou jednodušší a levnější, lehčí, stačí jim lehký traktor, dokonce i pro 18 řádkové verze. Stroje pro setí kukuřice musí být mnohem masivnější, musí zajistit hloubku setí kolem 5 cm, mají větší energetické nároky. Tyto rozdílné požadavky jsou příčinou dnešní preference mechanických secích strojů u cukrovky. Při nákupu secího stroje je velmi důležitým kritériem možnost jednoduchého zakládání kolejových řádků. Kolejové řádky představují dnes důležitý krok k technologii precizního pěstování (BUJAK, 2013).

Podle technologie zpracování půdy se rozdělují přesné secí stroje do dvou velkých skupin. A sice na stroje určené pro setí v konvenčních technologiích zpracování půdy a pro technologie konzervačního či půdoochranného zpracování půdy – pro setí do mulče. U těchto skupin strojů není rozdíl v konstrukci výsevního mechanismu, ale liší se zavěšením výsevních jednotek k rámu stroje a především je odlišná konstrukce secích botek. Trubky, přes které padá osivo do výsevní drážky, většinou způsobují pokles přesnosti ukládání. Osivo v těchto trubkách naráží, a tím se nerovnoměrně zbrzdí. Nejlepší přesnost ukládání se dosáhne tehdy, když se osivo umísťuje pokud možno volným pádem v blízkosti půdy. Musí se dostat ukládání osiva přesně do souladu s pojezdovou rychlostí. Osivo padá kolmo do výsevní drážky, a tím se předchází odvalování a odskakování osiva. Dobré přesnosti ukládání i při vyšší rychlosti práce se může dosáhnout tehdy, když je osivo pomocí proudu vzduchu uzavřené pod přítlačným válečkem, kde se ihned pevně přidrží a přitlačí. Tím je do značné míry vyloučené odvalování nebo odskakování osiva. Tento princip se v současné době využívá u typů AMAZONE EDX, HERRIAU Turbosem a také u nového stroje VÄDERSTAD Tempo, kde je i při rychlostech práce přes 10 km/hod umožněné přesné ukládání zrn (ANONYMUS, 2007).

Přesnost uložení osiva do půdy je stálým tématem nejen uživatelů secích strojů, ale i jejich výrobců. Některé firmy hledají nová konstrukční řešení secích botek, jiné zůstávají u vyzkoušených. Současná praxe požaduje přesné vertikální i horizontální uložení osiva při vysokých pracovních rychlostech a současně co nejnižší nároky na údržbu. Pro secí stroje Pronto vyvinul HORSCH před několika lety dvoukotočovou secí botku TurboDisc, která zmíněné požadavky splňuje. Uložení botky v gumovém silentbloku zabraňuje rozkmitání, protože kromě přenášení přítlaku materiál silentbloku také tlumí pohyb botky. Díky kopírovacímu kolečku a díky dostatečnému přítlaku, botka TurboDisc kopíruje povrch půdy i při vysokých pracovních rychlostech. Semena jsou v půdě stabilizována teflonovým přítlačným prstem Uniformer, který současně zabraňuje vylétávání semen mimo drážku. Materiál teflon má tu výhodu, že se za žádných podmínek nenalepuje a má velmi malý otěr. Kopírovací kolečko přitlačuje půdu nad osivem, takže se nachází stejná vrstva zeminy nad každým semínkem. Toto je základní konstrukční rys botky TurboDisc. Činností kolečka se dále obnoví kapilarita kolem osiva a to je díky tomu lépe zásobeno vláhou. Protože k utlačení dojde pouze v úzkém pásku, přichází k osivu vláha i z meziřádkového objemu půdy (HORSCH, 2012).

Zatím co přesný výsev již po desetiletí představuje standardní řešení u řádkových kultur, jako je cukrová řepa, kukuřice a slunečnice, tak se tento postup doposud nedokázal prosadit v případě obilnin. To souvisí s tím, že se obilniny v porostu dokáží ve značné míře vyrovnat s nedostatky v rozdělení prostoru na stanovišti. K tomu samému dochází u řepky, z části na základě jejího rozvětvování. Přitom když zabráníme vzniku konkurence mezi jednotlivými rostlinami, tak můžeme posílit rozvoj kořenového systému, a kromě toho rovněž můžeme předcházet neproduktivnímu osazování. Na základě toho se mohou, především v suchých podmínkách, dosahovat vyšší výnosy. Porosty zřizované v přesném setí se k tomu navíc mají vyznačovat zlepšenou stabilitou, a díky zvýšené průchodnosti vzduchu jsou také méně náchylné k napadání nemocemi (HERRIAU, 2011).

P 24



- Precision individual seed selection, singulation, distribution.
- Up to 24 coulters.
- All pneumatic operation.
- Central seed hopper, 950 litres.
- Working width from 3 m to 4 m.
- Minimum distance between rows 12,5 cm.
- Seed density adjustment (seeds/m², seeds per linear metre or spacing between seeds) by gearbox (changing sprockets).

P 24 Evolution 2



P24 Evolution

- Strong tubular chassis
- All pneumatic operation
- Polyester central hopper, 1200 litres.
- Big-Bag loading made easy.
- Electric seed density adjustment (linear metre) on-the-move from tractor cab'.
- Close coupling to tractor
- Tractor power savings

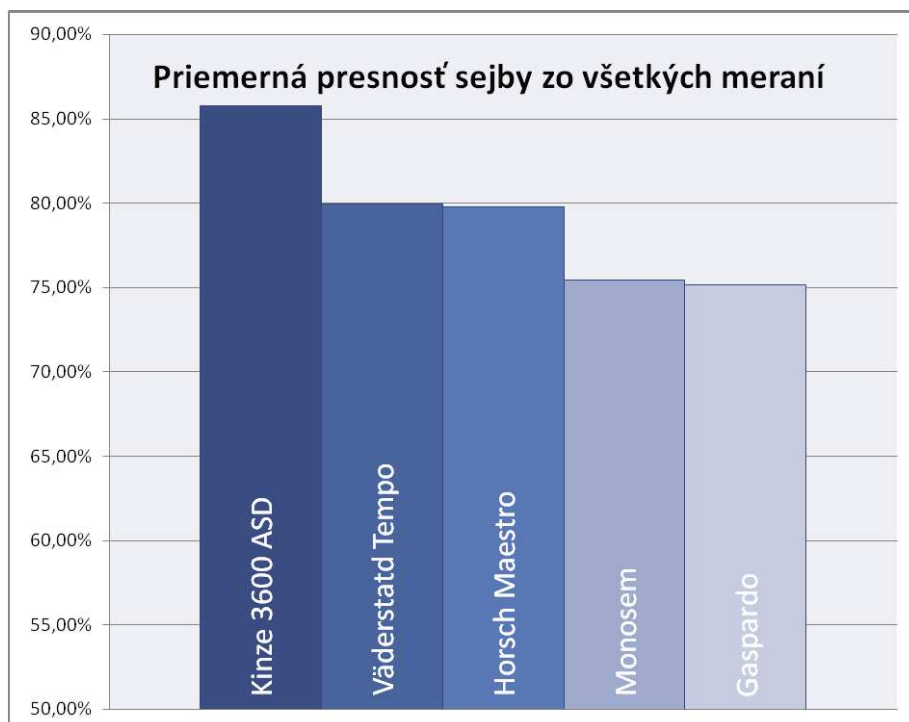
DRILL ELEMENTS



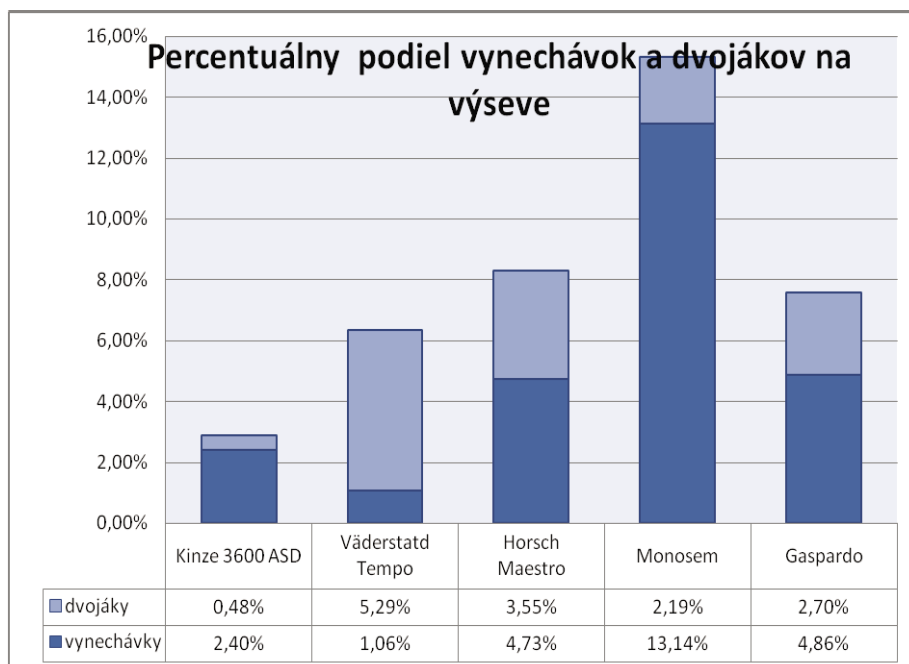
Obrázek č. 1 - Secí stroj HERRIAU Turbosem P 24

Téma přesných secích strojů řeší ve své práci i SEDLÁK a kol. (2012). Při pokusných měřeních si dali za cíl zjistit přesnost secích strojů na kukuřici různých značek v provozních podmínkách. Z uvedeného grafu je vidět, že nejlepší způsob setí kukuřice z hlediska přesnosti a vyrovnanosti porostu je setí sečkou KINZE 3600 ASD při výsevku 80 000 rostlin na 1 ha. Jako nejhorší způsob setí se jevil výsev sečkou MONOSEM, kde byl součet procenta vynechávek a dvojáků takřka 16 %, při výsevku 73 000 rostlin na 1 ha. Průměrnou přesnost setí ze všech měření zobrazuje graf č. 1. Z toho je vidět, že když

vyhodnotíme průměrnou přesnost setí ze všech měření, nejpřesnější setí je setí secím strojem KINZE 3600 ASD, téměř 86 %. Na druhé straně setí secím strojem GASPARDO je nejméně přesné, pouze okolo 75 % a podobně i secí stroj MONOSEM okolo 75,5 %. Secí stroje VÄDERSTAD Tempo a HORSCH Maestro v průměrné přesnosti setí dosahovaly okolo 80 %.



Graf č. 1 -Průměrná přesnost setí



Graf č. 2 – Procentuální podíl vynechávok a dvojákov

V technologiích přesného setí je jasným trendem vyšší provozní rychlost se zajištěnou přesností ukládání osiva. Na výstavě Agritechnica 2011 představili výrobci secí stroje s pokročilou technologií náběru osiva i při pracovní rychlosti 10 až 12 km/hod a za příznivých podmínek dokonce až 15 km/hod při zajištění vysoké přesnosti jeho umístění. Tím bylo dosaženo významného zvýšení efektivity při srovnatelné kvalitě založení porostu. Elektrický pohon výsevních jednotek umožňuje snadné vypnutí a ovládání jednotlivých řádků. Terminál ISO-Bus zobrazuje nejen počet zrn napočítaných pomocí optických senzorů, ale také variační koeficient rovnoměrnosti setí pro celý záběr stroje. Řidič tak může okamžitě reagovat na odchylky a napravit případné chyby (MAŠEK, 2012).

AULD et al. (1983) došli k závěru, že při normálním výsevku nemá tvar přesného sponu (čtverec, kosočtverec, obdélník) vliv na výnos. Také setí přesným secím strojem ve srovnání s normálním mělo v pokusu PREWA et al. (1983) jen malý výnosový efekt.

HEEGE (1982) naopak uvádí, že u přesného řádkového setí (20 - 10 cm) došlo při každém snížení rozteče řádku o 1 cm ke zvýšení výnosu o 0,7 %. Oproti rozteči 12,5 cm běžně používané pro páskové setí se šířkou řádku 7,5 cm zvýšil výnos zrna o 4 % a setím na široko o 7 %. Snižováním rozteče se zvyšovala polní vzházivost z 68,1 na 80,7 % u pšenice a z 81,9 % na 96,8 % u ječmene.

Švédská výzkumná studie (ANDERSSON, M. 1992. JTI Report 148) prokázala, že je získán o 5 - 10 % vyšší výnos jarních plodin, pokud je rozteč 9 - 12 cm v porovnání s roztečí 18 - 25 cm. To koresponduje se snížením výnosu kolem 1 % na 1 cm zvýšení rozteče secích botek. Výhody menší rozteče jsou zřejmé, např. zvýšení nasazení klasů a rychlejší pokrytí povrchu půdy, a tím větší konkurenceschopnost plodin proti plevelům. Výhody větší rozteče jsou naproti tomu lepší průchodnost půdy a rostlinných zbytků, nižší pořizovací náklady a snížení nároků na tahový příkon. Obecně je pro ozimy lepší, když mají větší rozteč než jařiny, aby lépe odnožovaly. Ječmen a oves jsou jařiny, které se vyrovnávají s konkurencí lépe, zatímco jarní pšenice, hrách a len mají špatnou vyrovnávací schopnost. Taktéž olejninu se rozpínají dobře a mohou rovněž profitovat z větší rozteče. Kotouče ve tvaru V odhrnují půdu do stran a ukládají osivo na dno seťového lůžka vždy v rovnoměrně požadované hloubce. Půda padá za kotouče následně zpět a zakryje osivo jemnou zeminou. Mezi kotouči jsou umístěny škrabky, které je udržují neustále čisté. Výsevní kotouče jsou rozmístěny navzájem nezávisle, poskytují rovnoměrný přítlak v celém pracovním záběru stroje, bez ohledu na různou strukturu půdy a podporují tím vynikající vzházení (VÄDERSTAD, 2012).

Zajímavé jsou výsledky KNIGHTA (1983), který se zabýval výnosy u pšenice seté naširoko. Rostliny, které vzešly v průměru 5 dnů po vysetí, měly třikrát vyšší výnos než ty, které vzešly 12. den.

Dalším parametrem, který má významný vliv na stanovení výsevku, jsou potřeby rostlin a to především konkurence v oblasti kořenů. U obilovin se proto doporučuje vzdálenost mezi sousedními rostlinami 2,5 – 3 cm a u řepky 10 – 15 cm. Z tohoto důvodu jsou tedy u řádkových secích strojů optimální výsevky obilovin kolem 250 zrn/m² a u řepky 25 – 40 semen/m² (ŠABATKA, 2012).

Firma HERRIAU testuje secí stroj TURBOSEM na přesné setí obilí. Tento stroj zajišťuje lepší výnosy při současném snižování výrobních nákladů plodin. Firma HERRIAU nabízí modely 12 - 36 řádků, o pracovním záběru od 3 do 12 m. Podle údajů výrobce se může dosahovat úspora osiva až do 50 % a současně se může ve víceletém průměru dosahovat zvýšení výnosu o 10 %. Tyto přednosti nabývají na důležitosti především u hybridních druhů plodin a při množení osiva. Kromě toho se zde může přímo na stroji nastavovat požadovaná cílová hodnota „počet zrn na m²“, a tím se výrazně usnadňuje přesné setí. Testované výsevní ústrojí by také mělo umožnit výsev hybridního osiva obilnin a dalších plodin (HERRIAU, 2011).

Aby práce přesných secích strojů byla kvalitní, musíme po zjednodušeném mělkém zpracování půdy zajistit rovnoměrné rozptýlení podrcené slámy a rozmetání plev a úhrabků především po sklizni obilnin a řepky. Dalšími podmínkami jsou nízké strniště předplodiny a rovnoměrná hloubka setí, které lze zajistit jen vysokými nároky na předchozí zpracování půdy s efektem urovnání povrchu půdy. Při nekvalitně podrcené slámě nebo při výskytu shluků slámy po mělkém zpracování půdy může dojít k tomu, že se osivo uloží na slámu zapravenou do hloubky setí. To může vést ke zhoršenému přívodu vody k osivu a ke zhoršení klíčení osiva vlivem inhibičních účinků meziproduktů při rozkladu slámy v půdě (MAŠEK, 2012).

Díky svému specifickému konstrukčnímu řešení se pro přesné setí hodí také secí stroj Maestro od firmy HORSCH, který využívá nový podtlakový dávkovací agregát HORSCH. Ten umožňuje setí kukuřice, slunečnice a cukrovky při pracovní rychlosti až 15 km/hod, při přesném dodržení nastaveného počtu jedinců na hektar. Jejich počet a také přesnost jejich rozmístění sledují senzory. Podtlakové výsevní ústrojí pracuje až při rychlosti 15 km/hod a při nastaveném výsevku 90 000 jedinců kukuřice na hektar. Při tomto nastavení výsevní agregát nadávkuje přesně 30 zrn za sekundu. Zrna naprosto plynule přechází z otáčivého pohybu na přímočarý pád, který je zásadní pro finální uložení zrn na přesnou

vzdálenost. U tohoto stroje zrna nejsou pneumaticky vstřelována na lůžko, nýbrž dopadají vlastní vahou ve stále stejném směru, to znamená, že může výsevní agregát Maestro např. za vlhka pracovat bez zatlačovacího kola se stejnou kvalitou (HORSCH, 2012).

3.4.1 Výsevní ústrojí

Při přesném setí rozeznáváme u výsevních ústrojí tři pracovní fáze: nabírání, výpad a ukládání semene v půdě. Nabírání jednotlivých semen do nabírací jednotky vychází z požadavku zachytit jen jedno semeno. V tomto případě hovoříme o jednoduchém nabírání. V ostatních případech se jedná o chybnou činnost výsevního mechanismu – vícenásobný náběr (tzv. dvoják, troják), popř. vynechávku. Tato skutečnost by neměla v žádném případě nastat. Tento požadavek je ovlivňován velikostí a vlastnostmi prostoru pro semeno, rozměry použitých semen, rychlostí pohybu nabírací jednotky v nabíracím úseku, polohou nabírací jednotky, hodnotou podtlaku nebo přetlaku vzduchu a činností stíracího zařízení v přímé závislosti na druhu výsevního ústrojí (ANONYMUS, 2007).

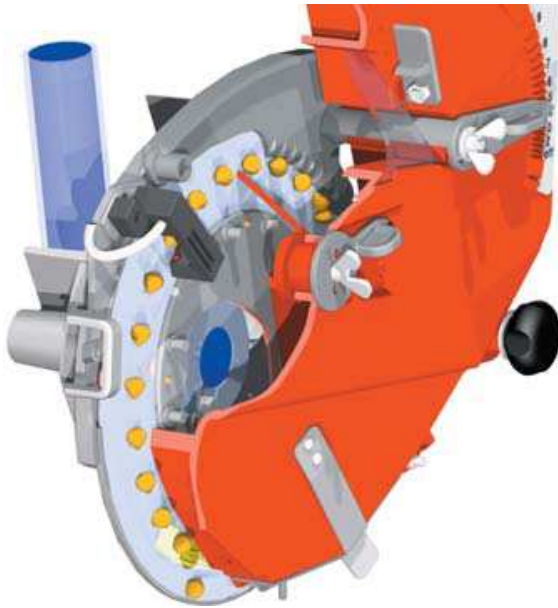
Srdcem přesného secího stroje je výsevní ústrojí. To vytváří základní předpoklad pro správnou distribuci osiva, avšak na konečnou přesnost uložení osiva do půdy má ještě vliv mnoho dalších faktorů. KINZE je jeden z mála výrobců, který má v nabídce výsevní ústrojí mechanické prstové a podtlakový systém Edge Vac. Patentovaný systém Edge Vac je novinkou a jeho hlavní přínos je v tom, že umí precizně distribuovat různé typy semen a to kukuřici, slunečnici, cukrovku, sóju, čirok a další. Především v podmínkách pěstování kukuřice stanovených v normě GAEC (protierozní opatření) a v systému půdoochranných technologií je pro přesnost uložení osiva do půdy nutné zajistit stabilní funkci secích botek z pohledu jejich kinematiky pohybu a eliminace vibrací, vertikální vymělčování z řádků a dalších vlivů. Optimální a snadno nastavitelný přítlak a značnou eliminaci vibrací botek při setí řeší KINZE pomocí systému pneumatického přítlaku botky (tzv. PP systém). Toto řešení nahradilo klasické vinuté pružiny a vykazuje podstatně lepší průběh přítlaku na botky, než systémy hydraulické, nebo přítlak pomocí torzní tyče, který je vůbec nevhodný. Výše tlaku se dá plynule obsluhou měnit pomocí počítače v traktoru podle půdních podmínek a požadované hloubky setí. Efekt systému PP se projevuje klidným chodem botek na pozemku a tlumením vibrací i při vyšších pracovních rychlostech. Spolu s pneumatickým přítlakem na secí botky může být stroj vybaven pneumatickými spojkami pro vypínání setí jednotlivých botek. Tyto spojky lze ovládat buď manuálně z místa obsluhy, nebo automaticky pomocí počítače AG

Leader pro precizní zemědělství propojeného s GPS a mapou pozemku. Cílem je zamezit přesévání kukuřice na členitých pozemcích a setí klínovitých tvarů pozemků (ŠEDEK, 2012).

I firma KUHN má ve své nabídce stroje určené k přesnému výsevu olejnatých semen. Jde o přesné secí stroje Planter 3 a Maxima 2. K dispozici jsou hotové konfigurace těchto strojů se speciálními kotouči pro výsev řepkových semen se 70 nebo 100 otvory. Kotouče mají pro každý secí stroj odlišný průměr. Planter má menší kotouče, naopak Maxima, která má větší jednotící agregát, má kotouče o větším průměru. Otvory vyvrtané v kotoučích mají pro oba secí stroje značky KUHN stejnou velikost 1,25 mm. K nastavení odstupů mezi semeny v řádcích slouží u obou secích strojů 22stupňová řetězová převodovka (BUJAK, 2013).

Jádrem výsevního ústrojí u stroje HORSCH Maestro je sestava z motoru, převodovky, uložení a z řídicího počítače v každé výsevní jednotce. Přesnost dávkování a ukládání zrn měří mimořádně přesná sensorika v pádové trubce. Řídicí počítač okamžitě vyhodnocuje každý výsevní řádek. ISOBUS terminál v kabině může jednotlivě sledovat všechny řádky a jejich kompletní kvalitativní parametry. Při překročení nastavených limitů může řidič okamžitě reagovat změnou přitlaku, změnou pracovní rychlosti, nebo jinými prostředky. Podařil se vyvinout dávkovací kotouček s drážkami, který umožňuje, aby zrna přecházela do pádové trubky absolutně přímočaře, bez odstředivých sil (HORSCH, 2012).

Při výpadu semene z výsevního ústrojí působí na semeno obvodová rychlost výsevní jednotky a pojezdová rychlost stroje. Směr výpadové rychlosti semena je dán součtem obou rychlostí. Aby nedocházelo k druhotnému pohybu semena při jeho dopadu do vytvořené brázdičky, je bez ohledu na povrch a druh půdy třeba, aby směr výsledné rychlosti semena ve vztahu k půdě byl přibližně svislý. Splnění tohoto požadavku omezuje pracovní rychlost stroje. S výpadem osiva souvisí i fáze ukládání semen do půdy. Za předpokladu, že semeno padá do půdy s nulovou horizontální rychlostí, nedochází k odkulování semen v řádku a rozptyl semen je minimální (ANONYMUS, 2007).



Obrázek č. 2 - Výsevní ústrojí s použitím přisávání vzduchu ACCORD

V posledních letech se v Evropě prosadila zařízení s použitím sacího vzduchu. Tato zařízení nabízejí tu výhodu, že jen na základě výměny secích kotoučů dokáží přesně dávkovat téměř veškeré druhy osiva, a to i v případě nerovnoměrně tvarovaných zrn, jako je například slunečnice. Je možné se přitom zříknout kalibrace osiva. Nevýhodou těchto strojů ovšem může být, že na osivu přilnutý mořící prostředek může spolu s proudem vzduchu pronikat do okolního prostředí. Běžné pneumatické stroje přesného setí, které jsou vybavené samostatnými secími agregáty, nejsou normálně vhodné pro přesný výsev obilovin, protože minimální rozstup řad je zde kolem 35 cm. Firma HERRIAU z toho důvodu pro své stroje k přesnému setí obilovin vyvinula speciální techniku, vybavenou centrálním rozdělovačem osiva. Tento mechanismus je založený na principu sacího vzduchu. Zrna osiva se přitom nasávají přes děrovaný pás, běžící kolem bubnu a přesně se rozdužují. Pro veškeré osivo je k dispozici speciální děrovaný pás, takže se takto mohou přesně sít nejenom obiloviny, ale také drobné osivo jako je řepka, nebo také velkozrné luštěniny (HERRIAU, 2011).

Většina firem nabízí speciálně navržené vyměnitelné součásti, díky nimž lze secí stroj určený k setí kukuřice nebo cukrové řepy přizpůsobit i pro výsev drobných semen řepky. První a zároveň nejdůležitější součástí, kterou je nutné vyměnit, je výsevní kotouč umístěný ve výsevní jednotce. U secích strojů AMAZONE ED, které jsou určeny převážně k setí kukuřice, je třeba použít kotouč s 90 otvory o průměru 1,2 mm. Ke změně rychlosti hřídele otáčející kotouči slouží 54stupňová řetězová převodovka. Díky různému nastavení převodovky lze získat odstupy semen v řádcích v rozsahu od 2,1 do 14,5 cm (BUJAK, 2013).



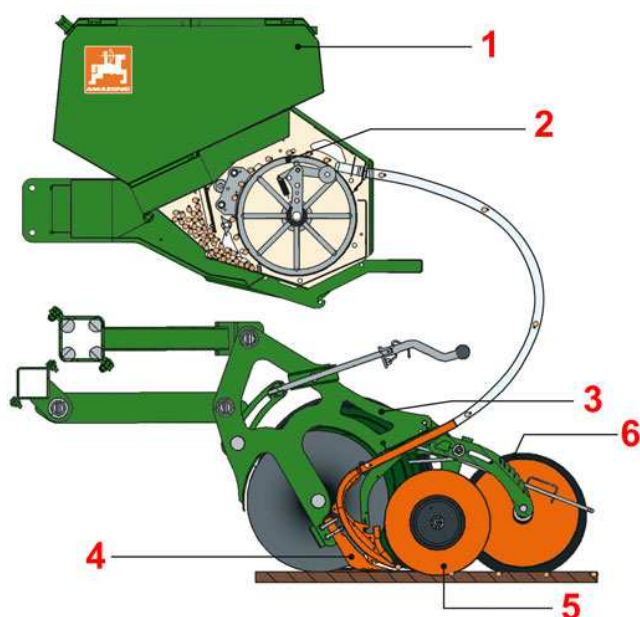
Obrázek č. 3 - Výsevní kotouče AMAZONE ED

Přesné, rovnoměrné uložení osiva může zajistit secí botka, která se dokáže přizpůsobit příčným i podélným nerovnostem na povrchu půdy (kopíruje). Kopírování může být zajištěno uložení botky na paralelogramu, nebo uložení na gumových silentblocích (jednoduché a bezúdržbové). Pohyb botky ve vodorovném směru je nežádoucí, neboť není zajištěna rovnoměrná mezířádková vzdálenost. Aby mohla botka kopírovat, musí být současně pohyblivá ve vertikálním směru, a proto nesmí být její uložení příliš tuhé. Jinak toto uložení slouží pouze jako jištění proti kamenům a překážkám. Přesné dávkování osiva může být zajištěno pouze tehdy, pokud nepodléhá prokluzu nebo dalším vlivům spojeným se stavem půdy a pozemku. Výsevní ústrojí musí rychle reagovat na změnu pracovní rychlosti. Velká pracovní rychlost znamená velkou denní výkonnost, což je dnes nezanedbatelné z ekonomického hlediska (MAŠEK, 2012).



Obrázek č. 4 – Dvoukotoučová secí botka GREAT PLAINS

Přeprava rozdružených semen se u stroje TURBOSEM uskutečňuje z vydávacího bodu osivových zrn k secí botce pneumatically, přes hadice, při rychlosti zhruba 20 m/s. Na secí botce se osivo uzavře do zářezu mezi dnem brázdy a přítlačným válečkem. Tím se zrno osiva ihned pevně přidrží, a je zde vyloučené jakékoliv odvalování stranou nebo odskakování, jak k tomu dochází u obvyklých strojů přesného setí. Tím se může dosahovat přesné odkládání i při rychlostech přes 10 km/hod. Kromě toho se tím dosahuje optimální dotyk mezi zrnem osiva a dnem brázdy, takže je zajištěné kapilární poskytování vody pro osivo (HERRIAU, 2011).



Obrázek č. 5 – Secí stroj AMAZONE

Secí stroj AMAZONE byl uveden na trh v roce 2007. Spojení centrálního dávkovacího ústrojí s pneumatickou dopravou osiva k secím botkám umožňuje velmi přesné uložení osiva kukuřice při vysoké pracovní rychlosti (až 15 km/hod). Stroj však neumožňuje setí obilovin. Výrobci přesných secích strojů používají různé způsoby a metody, které dále zefektivňují jednotlivé a přesné ukládání semen do půdy. U přesného výsevu představuje jednozrnkový náběh na kotouči pouze polovinu úspěchu. Mnoho firem se dokázalo skvěle vypořádat se samotným jednozrnkovým náběhem ze zásobníku osiva, problémy by však mohly nastat, pokud by zrno při svém pádu z kotouče začalo rotovat. Proto jsou u výsevních ústrojí používána dodatečná zachycovací kolečka, která semeno ihned po dopadu do výsevní drážky zastaví a vtlačí do půdy. U mnoha výsevních jednotek přetrvává problém s vlastním padáním osiva. Zde se projevuje faktor výšky, z níž semena padají do půdy. Čím je tato výška

menší, tím vyšší je účinnost výsevního ústrojí, což má samozřejmě nezanedbatelný vliv na přesnost výsevu. Proto je tak důležité, aby výška, z níž zrnka padají z vyhazovače, byla co nejmenší. Strojem s nejnižší výškou pádu osiva je norský secí stroj Monopill. Svislý pohyb osiva činí pouhé 3 cm. Proto se v materiálech objevuje heslo „nulový rychlostní efekt“. Jde tady samozřejmě o minimální pravděpodobnost otáčení semen při pádu z tak malé výšky, tím pádem i o přesnější výsev. Na přesnosti strojů Monopill má rovněž podíl rychlost otáček kotouče, která je stejná jako pracovní rychlost secího stroje. Díky tomu nemá zrno příliš mnoho možností, jak se zbytečně otáčet. Pro secí stroje AMAZONE jsou nastaveny dvě výšky pádu semen, a to v závislosti na zvoleném typu secího stroje. U secího stroje Classic je to 10 cm, pracujeme-li se secím strojem Contour, bude tato vzdálenost o 4 cm větší. Záruku vysoké přesnosti v podobě pádu semen z malé výšky využívá rovněž firma KUHN. Výrobce uvádí, že výška pádu semen do půdy je u secího stroje Planter menší než 10 cm. Podobnou výšku musí zdolat řepková semena vysévaná strojem Delta firmy Unia Group (BUJAK, 2013).

4 Materiál a metody

Měření bylo realizováno na experimentálním zařízení společnosti FARMET a.s. Česká Skalice – tzv. zkušebním žlabu. K pokusným měřením byla na experimentální zařízení namontována testovaná zkušební botka s přesným podtlakovým výsevním ústrojím. Výsevní ústrojí je poháněno krokovým elektromotorem, který je řízen elektronickým systémem. Jako zdroj podtlaku je vysavač. Do komory výsevního ústrojí bylo nasypáno osivo. Jako zkušební osivo byly vybrány fazole z důvodu jejich velikosti a zbarvení pro lepší přehlednost při vyhodnocování. Na experimentálním zařízení byla nastavena požadovaná rychlost pohybu secí botky (pracovní rychlost), požadovaná hloubka setí. Dále potom byly pomocí řídicího elektronického systému nastaveny otáčky výsevního ústrojí. V první fázi testování bylo provedeno celkem 12 měření s fazolemi, při dvou různých pracovních rychlostech, různých pracovních hloubkách a při dvou různých nastaveních semenovodu. Poté byly ještě provedeny 3 měření s pšenicí, při nastavení semenovodu do polohy B, tj. do polohy, kdy semena vypadávají za osu otáčení.

Následně byla provedena analýza získaných dat a vyvozeny závěry a dopady do struktury porostu. Na základě vyhodnocení budou navrženy další možnosti vývoje secího stroje pro přesný výsev vybraných zrnin a posouzena možnost snížení výsevku bez negativního ovlivnění kvality a výnosu. Byla porovnáována přesnost vertikálního i horizontálního uložení osiva při různých rychlostech, procentuální podíl dvojáků, shluků nebo nedosetých míst. Testy byly dále zaměřeny na zakládání porostů se sníženým výsevkem. Pro první měření byly použity semena fazolí, kde byl využit kvůli jejich velikosti výsevní kotouč určený pro kukuřici. Velikost otvorů výsevního kotouče je 5 mm. Druhé měření bylo provedeno s pšenicí, velikost otvorů výsevního kotouče byla 2,5 mm.

Testované podmínky měření:

- Měření při různých pracovních rychlostech
- Měření při různých pracovních hloubkách
- Různé nastavení výpadu semenovodu vzhledem k povrchu pozemku
- Použití různých druhů osiva

Měření bylo provedeno vždy při dvou různých pracovních rychlostech a třech různých hloubkách setí. Otáčky elektromotoru výsevního ústrojí byly nastaveny na 75 ot/min. Celková délka žlabu je 12 m, ovšem měření bylo provedeno v úseku 7 m, kde byla s jistotou dosažena nastavená pracovní rychlost po rozjetí konzoly, a než došlo opět k jejímu brždění

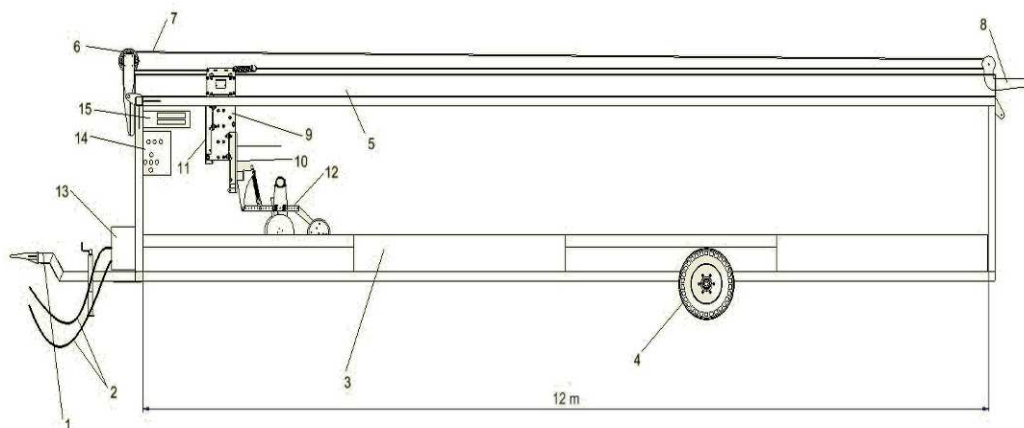
a dojezdu. Pracovní rychlost byla nastavena v prvním pokusném měření na 10 km/hod a v druhém bloku měření na 7 km/hod. Rozteč semen fazolí byla nastavena v prvním pokusném měření na 8,5 cm a v druhém pokusném měření na 6,5 cm. Rozteč semen pšenice byla nastavena na 2,5 cm.

Na úseku 7 m byl spočítán celkový počet semen a dále potom na náhodně vybraném úseku 1 m rozteč jednotlivých semen v řádku a výskyt dvojáků. Náhodně byla měřena dosažená hloubka semen v řádku alespoň na třech místech zaseté dráhy. Hloubka setí je postupně nařízena na 2 cm, 3 cm a 4 cm. Hodnoceno je:

- Horizontální souměrnost uložení osiva v řádku
- Vertikální souměrnost uložení osiva v řádku
- Počet vyskytujících se dvojáků
- Odchylka od nastavené hodnoty rozteče
- Směrodatná odchylka

4.1 Zkušební a testovací žlab

Pokusná měření byla realizována na zkušebním a testovacím žlabu, který je ve firmě určen ke zkoušení a testování vlastností pracovních nástrojů zemědělských strojů. Vlastní žlab (3) má délku 12 m, je naplněn zeminou až do výšky vrstvy 40 cm. Zařízení se dále skládá z vodící kolejnice (5), po které jezdí zkušební stolice (9) tažená lanem (7). Tažná síla lana je vyvíjena pomocí hydraulicky ovládaného bubnu (6), na který je lano navíjeno. Uchycení bubnu tažného lana umožňuje pomocí integrovaných čidel snímání pojezdové rychlosti zkušební stolice a tažné síly. Tyto hodnoty v daném okamžiku se zobrazují na displeji (15) v přední části zařízení. Na zkušební stolici jsou potom dvě upínací konzoly (10, 11), na které lze pomocí třmenů připevnit různé pracovní nástroje zemědělských strojů. Tyto upínací konzoly jsou hydraulicky ovládané a lze měnit jejich výšku nad povrchem žlabu se zeminou. K ovládní celého zařízení slouží ovládací panel (14), pohon je potom řešen hydraulickým olejem, který je do jednotlivých částí zařízení vháněn přes elektronicky řízený hydraulický rozváděč (13) z externího zdroje.



Obr. č. 6 Nákres zkušebního žlabu

- 1.tažná oj k manipulaci se zkušebním zařízením
- 2.připojení zdroje tlakového oleje
- 3.testovací žlab o délce 12 m s možností naplnění zeminou až do vrstvy zeminy 40cm
- 4.pojzdová kola k manipulaci se zkušebním zařízením
- 5.vodicí kolejnice
- 6.buben s tažným lanem, poháněný hydromotorem, s integrovanými snímači tažné síly a rychlosti pojezdu
- 7.tažné lano
- 8.napínací mechanismus lana
- 9.zkušební stolice se dvěma upínacími konzolami určenými k upnutí testovaných pracovních nástrojů
- 10.přední upínací konzola s možností hydraulicky ovládanou změnou hloubky
- 11.zadní upínací konzola s možností hydraulicky ovládanou změnou hloubky
- 12.testovaný zkušební pracovní nástroj
- 13.elektronicky ovládaný hydraulický rozvaděč
- 14.panel ovládání
- 15.zobrazovací display

4.2 Metodika měření

Na upínací konzoly zkušebního žlabu je upevněna testovací botka s připevněným přesným podtlakovým výsevným ústrojím. Výsevní ústrojí je poháněno krokovým elektromotorem, který je řízen elektronickým systémem ze secího stroje FARMET Excelent Premium a zdrojem podtlaku je vysavač. Podtlakové kotoučové výsevní ústrojí se

skládá z děrovaného kotouče, který je opatřen otvory odpovídající velikosti pro dané osivo (osivo však nesmí otvorem prolétnout). Kotouč se při práci otáčí, přičemž z jedné jeho strany je odsáván vzduch přes otvory v kotouči. Z druhé strany je potom vlivem podtlaku přisáváno k otvorům kotouče osivo. Ve spodní části ústrojí je podtlak přerušen a semeno padá semenovodem volně do drážky v půdě vytvořené pracovním nástrojem secí botky – zde dvěma kotouči. Rychlost otáčení kotouče je úměrná pracovní rychlosti botky. Vzdálenost semen v řádku je dána rychlostí otáčení kotouče vůči pracovní rychlosti zařízení nebo změnou počtu otvorů v kotouči.



Obr. č. 7 Experimentální zařízení – zkušební žlab



Obr. č. 8 Zkušební botka s přesným výsevním zařízením

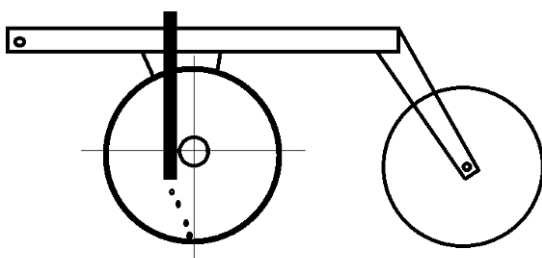
4.3 Postup měření

Při měření byl zvolen následující postup:

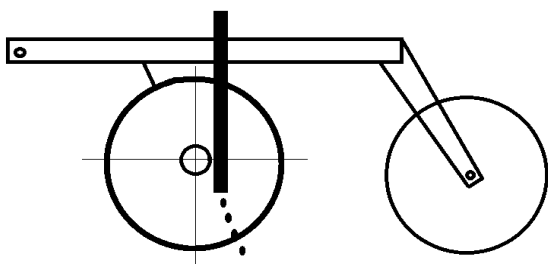
- do komory výsevního ústrojí bylo nasypáno osivo (fazole, pšenice)
- pomocí elektronického řídicího systému byla nastavena rychlost otáčení výsevního kotouče
- pomocí hydraulického rozváděče byla nastavena rychlost pojezdu (pracovní rychlost) zkušební stolice
- po dojetí zkušební stolice na začátek dráhy byla nastavena pomocí ovládacího panelu hloubka setí
- byl sepnut zdroj podtlaku (vysavač) a otáčení výsevního kotouče
- na ovládacím panelu byl aktivován pojezd, stolice ujela dráhu danou délkou zkušebního žlabu, přičemž bylo provedeno setí
- změření skutečných hodnot – odhrnutí hlíny z řádku (opatrně, aby nebylo posunuto zrno), byla stanovena délka dráhy, na které bude probíhat měření (délka 7 m – kde je zaručena stálá pracovní rychlost stolice), proběhlo spočítání celkového počtu semen na stanovené dráze, vybrány náhodně tři dílčí úseky po 1 m, kde byla změřena skutečná rozteč mezi sousedními semeny, změřena skutečná hloubka setí
- postup byl opakován ještě pro měření se změněnou polohou semenovodu

Poloha semenovodu A: Výpádový otvor semenovodu je umístěn tak, že semena vypadávají před osu otáčení pracovních kotoučů botky – viz obr. 9

Poloha semenovodu B: Výpádový otvor semenovodu je umístěn tak, že semena vypadávají za osu otáčení pracovních kotoučů botky – viz obr. 10



Obr. č. 9 Umístění semenovodu A



Obr. č. 10 Umístění semenovodu B



Obr. č. 11 Měření rozteče semen



Obr. č. 12 Měření hloubky uložení semen



Obr. č. 13 Měření rozestupu semen pšenice



Obr. č. 14 Setí pšenice - rozteč semen nastavena na 2,5 cm

5 Výsledky

V rámci testování secí dvoukotoučové botky bylo provedeno celkem 15 měření na zkušebním žlabu. Ze souhrnu vypočítaných hodnot je možno rychle zhodnotit úspěšnost v přesnosti uložení osiva při dvou různých nastaveních semenovodu. Celkem přesvědčivě výsledky ukazují přesnější uložení osiva při poloze semenovodu v pozici B, tj. kdy osivo padá za osu otáčení pracovních kotoučů botky. V tabulce č. 2 je uveden celkový přehled všech provedených měření na fazolích, v tabulce č. 3 měření s osivem pšenice. V obou tabulkách je rozdělení rovněž dle pozice semenovodu – prvních 6 měření u fazole se semenovodem v pozici A, dalších 6 měření u fazole se semenovodem v pozici B. Poslední 3 měření byla provedena s pšenicí, pozice semenovodu B.

Fazole			
Pozice semenovodu A	průměrná rozteč	průměrná odchylka	procento odchylky
Měření 1	8,2 cm	1,4 cm	16,5 %
Měření 2	8,2 cm	1,2 cm	14,1 %
Měření 3	8,0 cm	1,3 cm	15,3 %
Měření 4	6,2 cm	1,0 cm	15,4 %
Měření 5	6,0 cm	1,4 cm	21,5 %
Měření 6	6,2 cm	1,4 cm	21,5 %

Pozice semenovodu B	průměrná rozteč	průměrná odchylka	procento odchylky
Měření 7	8,3 cm	0,8 cm	9,4 %
Měření 8	8,5 cm	1,0 cm	11,8 %
Měření 9	8,1 cm	1,1 cm	13,0 %
Měření 10	6,5 cm	1,0 cm	15,4 %
Měření 11	6,3 cm	0,9 cm	13,8 %
Měření 12	6,5 cm	0,9 cm	13,8 %

Tab. č. 2 – Souhrn vypočítaných hodnot – fazole

Pšenice			
Pozice semenovodu B	průměrná rozteč	průměrná odchylka	procento odchylky
Měření 13	3,0 cm	0,79 cm	31,6 %
Měření 14	2,97 cm	0,68 cm	27,2 %
Měření 15	2,96 cm	0,62 cm	24,8 %

Tab. č. 3 – Souhrn vypočítaných hodnot - pšenice

Zkušebně byla nastavena rozteč mezi semeny na 8,5 cm u prvních tří měření a 6,5 cm u dalších tří měření ve skupině. Při zpracovávání výsledků měření byla vypočtena průměrná rozteč, dále průměrná odchylka od nastavené hodnoty a procento odchylky.

Jako výsev s nejpřesnějším dodržáním rozestupu semen – zde nastaveno na 8,5 cm a při pozici semenovodu A bylo zjištěno u měření číslo 2 – tj. 14,1 % odchylky při tomto pokusu byla nastavena pracovní rychlost na 10 km/hod. V další skupině měření byl vyhodnocen jako nejpřesnější pokus číslo 7, rovněž při rozteči semen 8,5 cm a pracovní rychlosti 10 km/hod, pozice semenovodu B. Zde bylo vypočteno procento odchylky dokonce pouze 9,4 %. Při pokusech s pšenicí byla rozteč semen nastavena na 2,5 cm, pracovní rychlost 10 km/hod a pozice semenovodu B. Měření se lišila nastavenou hloubkou od 2 cm v prvním měření, poté 3 cm hloubka v druhém měření a 4 cm hloubka ve 3. měření. Nejpřesnější výsev byl naměřen při hloubce 4 cm – procento odchylky 24.8 %.

V tabulce č. 4 jsou zaznamenány jednotlivé výsledky z prvního setu testovacího měření fazolí při pracovní rychlosti 10 km/hod. Nastavená hloubka setí je 2 cm, rozteč semen 8,5 cm a pozice semenovodu A, kdy semeno padá před osu otáčení pracovních kotoučů botky. Vyžlucená políčka s naměřenými hodnotami označují místo, kde byl výsev dvojáků.

V tabulce č. 5 jsou zaznamenány výsledky měření č. 7 pro fazole, se změněnou pozicí semenovodu tak, aby osivo padalo za osu otáčení pracovních kotoučů botky. Přehled dalších měření je v příloze – Výsledky jednotlivých měření.

Měření 1 – fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	2
Nastavení semenovodu:	A
Teoretická rozteč semen (cm):	8,5

	Naměřená rozteč												Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
Úsek 1 (1m)	8	6	7	5	8	5,5	12	8	13	10	10	***	92,5	8,4	
Absolutní odchylka	0,5	2,5	1,5	3,5	0,5	3	3,5	0,5	4,5	1,5	1,5	***			2,1
Úsek 2 (1m)	7	8,5	9,5	7	6	10	8	7,5	9	5	8	8,5	94	7,8	
Absolutní odchylka	1,5	0	1	1,5	2,5	1,5	0,5	1	0,5	3,5	0,5	0			1,2
Úsek 3 (1m)	9	6,5	8	8,5	11	5,5	9	8	8,5	9,5	8	7	98,5	8,2	
Absolutní odchylka	0,5	2	0,5	0	2,5	3	0,5	0,5	0	1	0,5	1,5			1,0
													Celkový průměr	8,2	1,4

Tab. č. 4 – Měření č. 1 fazole

Měření 7 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	2
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	8,5

	Naměřená rozteč												Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylna (cm)
Úsek 1 (1m)	8	8,5	7,5	9	9	9,5	7	7,5	8,5	9	9	7,5	92,5	8,4	
Absolutní odchylna	0,5	0	1	0,5	0,5	1	1,5	1	0	0,5	0,5	1			0,7
Úsek 2 (1m)	7,5	9,5	9	6	6,5	8,5	10	7	8,5	6,5	8,5	8	95,5	8,0	
Absolutní odchylna	1	1	0,5	2,5	2	0	1,5	1,5	0	2	0	0,5			1,0
Úsek 3 (1m)	9,5	8,5	8	9	7,5	10	8,5	7,5	7,5	8,5	9,5	7,5	101,5	8,5	
Absolutní odchylna	1	0	0,5	0,5	1	1,5	0	1	1	0	1	1			0,7
													Celkový průměr	8,3	0,8

Tab. č. 5 – Měření č. 7 fazole

Z výsledků je zřejmé, že není významný rozdíl v přesnosti rozmístění při pracovní rychlosti 7 km/hod a při pracovní rychlosti 10 km/hod. Rovněž hloubka uložení je v dobře připravené půdě poměrně dobře udržitelná. V našem vzorku byla při kontrolních měřeních zjištěna odchylka ve vertikálním uložení osiva do 10 %. Přesnější uložení osiva – fazole - jsme naměřili v případě, kdy je výpadový otvor semenovodu umístěn tak, že semena vypadávají za osu otáčení pracovních kotoučů botky (pozice semenovodu B). V této pozici je již půda dostatečně rozevřená a drážka pro osivo snadněji přijímá jednotlivá semena. Průměrná odchylka v této poloze je v rozmezí 9,4 – 15,4 %. V poloze, kdy je výpadový otvor semenovodu umístěn tak, že semena vypadávají před osu otáčení (pozice semenovodu A) je rozpětí průměrných odchylek 14,1 – 21,5 %. V případě pšenice jsme použili tedy již pouze polohu semenovodu B – výpad za osu otáčení kotoučů. Při těchto měřeních bylo zjištěno procento odchylky v rozmezí od 24,8 – 31,6 %. Rovněž byl sledován výskyt nepravidelného výsevu, tj. výskyt dvojáků. Dvojáky jsou v tabulkách vyznačeny žlutě.

6 Diskuze

Na téma přesných secích strojů pro obiloviny bylo dosud publikováno velmi malé množství literatury či článků. Teoretické úvahy jednoznačně neukazují na převažující výhody či nevýhody přesného setí. Pokusů bylo v historii provedeno málo a zatím není výrobce, který by stroj na přesné setí obilovin uvedl na trh a úspěšně prodával. Různé způsoby rozdělení osiva do půdy určují výsledné množství výsevu a rozteče uložených semen. Při zkoumání ideálního výsevu je třeba souhlasit s PETREM a kol (1980), který zdůrazňuje nutnost pravidelného rozmístění vedle vysoké autoregulační schopnosti obilnin.

V běžné zemědělské praxi postupně rostou požadavky na technologie zakládání porostů, je kladen důraz na nižší výsevky semen a jejich přesnější umístění v půdě (ZIMOLKA a kol., 2005). To následně umožňuje přesnější vedení porostů během vegetace a dosahování vyšších výnosů s nižšími vstupy a menšími riziky chorob, škůdců či nepříznivého průběhu počasí. K naplnění těchto novodobých požadavků má přispět i nově konstruovaný secí stroj a námi testované výsevní ústrojí. Zlepšení těchto parametrů lze dosáhnout bez výrazného zvýšení ceny konečného výrobku. Ve výsledku by mělo tedy dojít ke zvýšení užitné hodnoty, to znamená zlepšení poměru cena/výkon, ale především k výraznější univerzálnosti a možnosti setí podstatně širšího spektra plodin a možnosti aplikace hnojiva k osivu. Z agrotechnického hlediska by měla být dosažena vyšší kvalita založení porostu.

Firma HORSCH dlouhodobě provádí pokusy s různými výsevky a s výsevem na různé meziřádkové vzdálenosti. Souhlasím s názorem, že před sklizní nebývá možné na první pohled rozeznat parcelu, kde bylo vyseto 150 zrn/m² od parcely se 400 zrny/m². Dle MALINY (2007) po pozornějším prozkoumání pole bylo zjištěno, že méně rostlin dalo přibližně stejný počet klasů, ale ty byly větší, s větším počtem řad a také zrn. Při zkoumání vzdáleností mezi řádky se opakovaně ukázalo, že do vzdálenosti až 20 cm není patrný výrazný vliv. Většina autorů se k tomuto názoru přiklání, i naše provozní sledování toto potvrzují. Při větších roztečích ale roste důležitost vzdáleností mezi jednotlivými rostlinami v řádku.

Proč tedy někteří zemědělci dlouho setrvávají na velkých výsevcích? Je to proto, že nechtějí riskovat? Je pravdou, že v některých oblastech, především tam, kde často přichází silná jarní sucha v květnu a červnu, může být příliš malý výsevek určitým rizikem. Ve

skutečnosti ale není těchto případů rozhodně tolik. Velký výsevek volí i proto, že neumí půdu dobře připravit a také neumí kvalitně zasít (HOUBA a kol., 2002).

Pokud si připomeneme způsob zpracování půdy a setí zastaralými secími stroji před 20 lety, pak je výsevek pšenice nad 4 MKZ opodstatněný. Ale vzhledem k uvedeným skutečnostem stejně tehdy nevzešlo, anebo nepřežilo zimu více než 300 zrn (rostlin)/m². Domnívám se, že při dnešní vyspělé technologii zpracování půdy a zakládání porostu bychom již nemuseli používat plošné setí s vysokými výsevky, což je cílem i nově navrhovaného výsevního ústrojí. Máme mnohem větší možnosti udržení zdravého porostu, ochrany před choroby a škůdci. Známe již přesné stádia vývoje rostliny a umíme správně ovlivnit odnožování (KŘEN, 1993). Také se postupně proměňuje klima. Základ ale zůstává stejný. Není tedy jedním z důvodů, proč zůstáváme u vysokých výsevků i doporučení množitelských firem, které také tlačí zajištění odbytu? Doufám, že nám ke změně přístupu brzy napomůže takové dávkovací ústrojí secích strojů, které bude umět dávkovat jednotlivá zrna (ŠABATKA, 2012).

KŘEN (1993) vyslovil teorii podpořenou výzkumem, že produktivita porostu je dána celkovou hmotností produktivních stébel na 1 m², která více závisí na počtu stébel než na počtu rostlin. K uvedenému je třeba ještě brát v úvahu další faktory, které ovlivňují velikost výsevku a výsledný výnos. Poměrně nízké náklady na osivo obilovin a vysoká kompenzační schopnost obilovin byly dle mého názoru důvody toho, že dosud přesný secí stroj na tyto plodiny neexistuje v sériové výrobě.

Problematikou hodnocení rozmístění osiva v řádcích při laboratorních měřeních se již v roce 1986 zabýval SPERLINGSSON. Vycházel z předpokladu, že efektivní vzdálenost rostlin je možno určit podle požadované vzdálenosti rostlin v laboratorních podmínkách a podle naměřené vzdálenosti rostlin na poli. I při našich laboratorních testech byly zaznamenány menší rozdíly v rovnoměrnosti uložení osiva v porovnání s rozmístěním rostlin v polních pokusech.

Secí stroje s centrálním dávkováním jednotlivých zrn, jako jsou typy HERRIAU Turbosem nebo AMAZONE EDX dle časopisu LOP (2011) nabízejí celkově vhodné prvky i pro zpracování obilovin v přesném setí. Výrobci si od této technologie slibují úsporu osiva až 50 % a zvýšení výnosů až o 10 %. Těmto cílům se má přiblížit i testované řešení. Zvláště v případě používání hybridního osiva by se mohly takové stroje rychle vyplácet, i přes jejich poměrně vysokou pořizovací hodnotu.

Testované podtlakové výsevní ústrojí je poháněno krokovým elektromotorem. Dosavadní výsledky zatím neukazují na potřebu změny typu výsevního ústrojí. K tomuto

závěru dospěla i firma HORSCH (2012): „Brzy nám bylo jasné, že přesných výsledků dosáhneme jen podtlakovým principem dávkování. Ostatně už od roku 2002 paralelně běží naše pokusy s přesným výsevem obilovin a řepky. Pro obiloviny dosud nemáme vyzrálou konstrukci, kterou můžeme uvést na trh, ale tento vývoj se stal základnou pro výsevní principy dnešního stroje Maestro a věříme, že dalšími konstrukčními změnami dosáhneme srovnatelných výsledků.“

Musíme souhlasit s tvrzením MAŠKA (2012), který při zkoumání nového trendu přesného setí zjistil, že nepravidelnost v hustotě porostů působí negativně ve dvou směrech. Přímo tím, že v přehoustlých porostech se zvyšuje konkurence (mezirostlinná, později i mezistébelná), naopak v řídkých porostech nejsou plně využívány vegetační faktory a dochází i ke zhoršování půdních vlastností.

PETR (1997) uvádí požadavek na přesnost rozmístění rostlin, což by mělo umožňovat i navrhované řešení. Přeprava rozdělených semen z vydávacího otvoru pásu k secí botce se uskutečňuje pneumaticky, přes hadice, při rychlosti zhruba 20 m/s. Na secí botce se osivo uzavře do zářezu mezi dnem brázdy a přítlačným válečkem. Tím se zrno osiva přidrží, a je uloženo do půdy. Přesnému rozmístění semen bude napomáhat i přidání přítlačného prstu. Poté bude vyloučené jakékoliv odvalování stranou nebo odsakování. Tím se může dosahovat přesné odkládání i při rychlostech přes 12 km/hod. Kromě toho se tím bude dosahovat optimální kontakt mezi osivem a dnem brázdy, takže bude zajištěna dobrá kapilární vzlínavost vody pro osivo.

V dnešní době mají moderní stroje vysokou výkonnost (HORSCH, 2012). Díky tomu nastala výrazná racionalizace práce s příznivým dopadem na hodinovou výkonnost strojů a samozřejmě i na oblast nákladů na jednotlivé pracovní operace. Řešitelé se domnívají, že navrhovaný secí stroj bude využívat pojezdové rychlosti kolem 14 km/hod. Splní tedy předpoklady pro racionální zakládání porostů a využití všech předností minimálního a půdoochranného systému zpracování půdy spolu se zásadami precizního zemědělství tak, aby byl založen plně produktivní porost.

Kvalita práce secích strojů se posuzuje podle rovnoměrnosti rozmístění semen, splnění požadovaného měrného výsevku a dodržení příslušné hloubky ukládání osiva (HERRIAU, 2011). V tomto směru výsledky testovaného výsevního ústrojí nedosahují požadovaných hodnot. Kvalita rovnoměrnosti výsevku při testování klesala se zmenšující se roztečí semen. Primární účel botky tedy zatím není naplněn, neboť semena obilnin vyžadují právě malou rozteč. Musí tedy pokračovat výzkum a vývoj, protože správné založení porostu do značné míry rozhoduje o budoucím výnosu a tedy o zisku podniku.

V souladu s názory PETRA a kol. (1980) je našim cílem a tedy i cílem vyvíjeného secího stroje vytvořit rostlinám prostředí s dostatkem světla, vzduchu, vody a živin bez vzájemné konkurence. Jedině v takových podmínkách jsou rostliny schopny plně využít svého výnosového potenciálu a přinést maximální výnos kvalitní produkce. 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 vertikální rozmístění semen – správná a rovnoměrná hloubka výsevu.

Hloubka ukládání semen je dána odporem půdy, rychlostí pojezdu a tlakem na půdu (KUMHÁLA a kol., 2008). Zejména při měnících se půdních podmínkách je nutné rychle regulovat přítlak na botky, aby byla dodržena požadovaná hloubka ukládání osiva. Vliv na zahlubování secích botek má také pojezdová rychlost (ZIMOLKA a kol, 2005). S rostoucí pojezdovou rychlostí vzrůstá vztaková síla, která má tendenci vyhlubovat secí botky. Z toho důvodu je nutné se zvyšující se pojezdovou rychlostí úměrně zvyšovat i přítlak. To vše dokáže řídicí jednotka pro centrální ovládání přítlaku secích botek. Námi testovaná výsevná botka pracuje s přítlakem 80 kg na radličku.

Velká diference uložení semen je zatím stále kompenzována odnožovací schopností obilnin (KŘEN, 1993).

Naše výsledky s testovací secí botkou zatím nespĺňují požadavky kladené na přesné setí uváděné FAMĚROU (1993). Potvrdila se nám hypotéza, že umístění výpadu semen u secí botky má vliv na přesnost uložení semen. Umístění semenovodu má podstatný vliv na uložení semen do půdy. Vliv na přesnost uložení semen v řádku při přesném setí může mít kromě umístění semenovodu vůči povrchu půdy také výška výsevního ústrojí nad povrchem půdy (tím delší dráha semena od výsevního ústrojí), konstrukce botky (chybí ukládací kolečko, které by semeno přitlačilo do dna drážky ihned po dopadu). Bylo ověřeno, že při použití botky klasické konstrukce nemá na rovnoměrnost uložení semen příliš vliv hloubka setí, ale spíše bude mít vliv možnost rovnoměrného přítlaku na botku. Teoretické předpoklady se nám zatím potvrdily v domněnce, že je možné zvýšit rychlost secích strojů bez zásadního vlivu na kvalitu.

Další výsledky jsou potvrzením domněnky, že je nutné dopracovat konstrukci secí botky, je nutné přidat přítláčny prst, který by tak lehké osivo jako obiloviny, usměrňoval při ukládání do půdy a zabraňoval odskokům. Procento dvojáků jsme počítali u pšenice, a to v rozmezí 3 - 5,8 %. Od nového secího stroje je požadována přesnost při vysoké pracovní

rychlosti. To znamená vyřešit podíl chybějících zrn, podíl vícenásobných zrn a dodržování vzdálenosti mezi zrny v řádku. Měření ukázalo stále velkou diferenci uložení osiva do půdy.

Naše výsledky uváděné v kapitole 10 v tabulkách potvrzují výzkumnou hypotézu, že tvar a umístění výpadu semen u secí botky má vliv na přesnost uložení semen v drážce při různé rychlosti pohybu v půdě a při různé hloubce ukládání semen.

Testovaný prototyp podmínky pro přesné uložení semen zatím nesplňuje. Analýza literatury ukázala, že u obilnin lze při přesném tedy pravidelném rozmístění semen snížit výsevky.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo shromáždění poznatků, které by bylo možno využít při vývoji nového secího stroje pro přesné setí obilovin. V rámci tohoto vývoje ověřit funkci nově konstruované secí botky. Testovací měření probíhala v laboratorních podmínkách - v testovacím kanálu FARMET. Zkušební secí botka byla testována v různých pracovních hloubkách a při dvou různých rychlostech.

Z výsledků je zřejmé, že není významný rozdíl v přesnosti rozmístění při pracovní rychlosti 7 km/hod a při pracovní rychlosti 10 km/hod. Rovněž hloubka uložení je v dobře připravené půdě poměrně dobře udržitelná. V našem vzorku byla při kontrolních měřeních zjištěna odchylka ve vertikálním uložení osiva do 10 %. Přesnější uložení osiva – fazole - jsme naměřili v případě, kdy je výpadový otvor semenovodu umístěn tak, že semena vypadávají za osu otáčení pracovních kotoučů botky (pozice semenovodu B). Vliv na přesnost uložení semen v řádku při přesném setí má kromě umístění semenovodu vůči povrchu půdy také výška výsevního ústrojí nad povrchem půdy. Pokud je výsevní ústrojí umístěno blízko povrchu půdy, je menší pravděpodobnost změny směru semen od výsevního ústrojí. Bylo ověřeno, že při použití botky klasické konstrukce nemá na rovnoměrnost uložení semen příliš vliv hloubka setí, ale spíše umístění semenovodu v konstrukci secí botky. Průměrná odchylka od teoretické vzdálenosti je menší při použití varianty, kdy výpadový otvor semenovodu je umístěn tak, že semena vypadávají za osu otáčení pracovních kotoučů botky. Znamená to, že umístění semenovodu za osu otáčení ovlivňuje příznivě rovnoměrnost výsevku.

Je nutné pokračovat v experimentech s dalšími koncepcemi ukládání semen do půdy.

8 Seznam literatury

AULD, B. A., KEMP, D. R., MEDD, R. W., 1983. The influence of spatial arrangement on grain yield of wheat. Austral. J. agric. Res. s. 99 – 108.

BENEŠ, P., 2012. Zpracování půdy a zakládání porostů. Časopis Mechanizace zemědělství 2/2012. s. 22 – 63.

BUJAK, T., 2013. Siew punktowy rzepaku. Časopis Rolniczy Przegląd Techniczny 2/2013. s. 56 – 59.

FAMĚRA, O., 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství v ČR, Praha 1993. ISBN: 80-7105-045-8. 49 s.

FARMET, 2012. Firemní materiály.

HEEGE, H. J., 1982: Säverfahren für Getreide. Kali-Briefe (Büntehof). s. 13 - 25.

HERRIAU, 2011. Firemní materiály.

HORSCH, 2012. Firemní materiály.

HOUBA, M., HOSNEDL, V., 2002. Osivo a sadba. Nakl. M. Sedláček, Praha. 186 s.

HŘIVNA, L., 2012. Výživa a hnojení porostů pšenice ozimé a kvalita produkce. Šlechtitelské listy. 4 s.

HUFNAGEL, J. a kol., 2004. Precision Farming. Müncheberg, KTBL – 419 Schrift. 384 s.

JAVŮREK, M., VLACH, M., 2008. Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha. 26 s.

JECH, J. a kol., 2011. Stroje pre rastlinnú výrobu 3. Praha, Proffí press, s.r.o., ISBN: 978-80-86726-41-0. 368 s.

KELLER, R., HANUS, H., HEYLAND, K., 1999. Handbuch des Pflanzenbaues. Ulmer, ISBN: 3-8001-3202-8. 852 s.

KNIGHT, R., 1983. Some factors causing variation in the yield of individual plants of wheat. Austral. J. agric. Res., 34. s. 219-228.

KOSTREJ, A. et al., 1998. Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. SPU v Nitre, ISBN: 80-7137-528-4. 187 s.

KUMHÁLA, F. A kol., 2008: Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. ČZU Praha, ISBN: 978-80-213-1701-7. 438 s.

KŘEN, J., 1993. Zásady zakládání porostů ozimé pšenice. Obilnářské listy 4/93 Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o. Alfa Vita, spol. s r.o. Holešov. s 84 - 96.

Landwirtschaft ohne Pflug (LOP), 2011. Sätechnik für Mulch und Direktsaat, ISSN: 1432 9387. 13.10 2011. s 25 – 30.

MAŠEK, J., 2012. Zakládání porostů a secí stroje. Časopis Farmář 1/2012. s. 41 – 53.

MEDINEC, V. D., 1982. Vesenneje razvitije i produktivnost' ozimych chlebov. Iz. Kolos, Moskva.

MÜLLE, G.,HEEGE, H. J., 1981. Kornverteilung über die Fläche und Ertrag bei Getreide. Z Acker und Pflanzenbau, 150. s. 97 - 112.

NEUBAUER, K., 1989. Stroje pro rostlinnou výrobu. SZN Praha, ISBN: 80-209-0075-6. 720 s.

NEUBERG, J. et al., 1990. Komplexní metodika výživy rostlin. Metodiky ÚVTIZ, Praha, 328 s.

PETR, J., 1997. Obilniny – In: Petr, J. a Húska, J., Rostlinná výroba – I (obecná část a obilniny), ČZU v Praze, ISBN: 80-213-0152-X. 197 s.

PETR, J. a kol., 1987. Počasí a výnosy, SZN, Praha. 368 s.

PETR, J., ČERNÝ, V., HRUŠKA, L., a kolektiv, 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Praha. 448 s.

PREW, R. D. et al., 1983. Effects on eight factors on the growth and nutrient uptake of winter wheat and on the incidence of pests and diseases, J. agric. Sci., Camb. s. 363 - 382.

PRUGAR, J. a kol., 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. ISBN: 978-80-86576-28-2, Praha. 327s.

PULKRÁBEK, J. a kol., 2007. Řepa cukrová. ČZU Praha, Kurent České Budějovice. ISBN: 978-80-87111-00-0. 64 s.

RICHTER, R., RYZNY, P., 2002. Výživa a hnojení obilnin. In Nové aspekty v pěstování obilovin. MZLU Brno, ISBN: 80-7158-604-2. s. 3 – 15.

SEDLÁK, L., VÝBOŠŤOK, M., KABAŠŤA, R., 2012. Prevádzkové pokusy na kukurici siatej. Rolnícke noviny č. 26/ 21.11.2012. s. 16.

SPERLINGSSON, CH., RADEMACHER, T., BRINKMANN, W. et al., 1986/87. Vereinheitlichung des Prüfverfahrens für Zuckerrüben-Präzisions-Einzelkornsägeräte nach ISO 7256/1. In: Jahrensbericht, Bonn: Institut für Landtechnik, 1986/87, s. 60-66 STN 46 5451 - Vzdálenosti řádku, výsevky, spony při výsevu a výsadbě a hloubka setí, sázení rostlin obdělávaných mechanizačními prostředky.

VÄDERSTAD, 2012. Firemní materiály.

ZIMOLKA, J. a kol., 2005. Pšenice - pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press Praha.
ISBN 80: - 86726-09-6. 180 s.

8.1 Elektronické dokumenty

ANONYMUS, 2007. Technologie zakládání porostů. Agroweb.cz [online]. 2007-10-06 [cit. 2012-10-30]. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/Technologie-zakladani-porostu_s66x26999.html>.

KOUBOVÁ, D., 2005. Management pěstování ozimé pšenice. Agronavigator.cz [online]. 2005-10-12 [cit. 2012-11-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=40156&ids=1461>>.

KULOVANÁ, E., 2001. Letmé nahlédnutí do historie kulturních plodin. Agroweb.cz [online]. 2001-12-18 [cit. 2012-11-10]. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/Letme-nahlednuti-do-historie-kulturnich-plodin_s44x9478.html>.

LAURENČÍK, M., 2009. Nové metody a postupy při sklizni a zpracování obilovin. Jubela.cz [online]. 2009-10-10 [cit. 2012-11-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.jubela.cz/szif/osiva.pdf>>.

LIPAVSKÝ, J., 2000. Tvorba výnosu obilnin a možnosti modelování těchto procesů. Agris.cz [online]. 2000-12-06 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=106805&iSub=566>>.

MALINA, V., 2007. Jaký význam má meziřádková vzdálenost? Horsch.com [online]. 2007-03-23 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z WWW: <http://www.horsch.com/german/g-index.php?action=news_cz&id=120>.

MALINA, V., 2012. Meziřádková vzdálenost u obilovin II. Horsch.com [online]. 2012-11-02 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z WWW: <http://www.horsch.com/german/g-index.php?id=971&action=news_cz>.

MAŠEK, J., 2008. Výběr vhodné technologie a techniky. Agroweb.cz [online]. 2008-02-11 [cit. 2012-12-26]. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/Vyber-vhodne-technologie-a-techniky_s163x29924.html>.

NÝČ, M. 2008: Plošné nebo řádkové setí. ASV Agronova.sk [online]. 2008 [cit. 2012-11-19] Dostupné z WWW: <http://www.asv-agronova.sk/userfiles/plosne_nebo_radkove_seti.pdf>.

PALÍK, S. a kol., 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. Vukrom.cz [online]. 2009-11-30 [cit. 2012-10-09] Dostupné z WWW: <<http://www.vukrom.cz/vyzkum/ukoncene-2009/qg50041/metodika>>.

ŠABATKA, J., 2012. Výsevek podle odrůdy pšenice. Horsch.com [online]. 2012-10-29 [cit. 2012-11-04] Dostupné z WWW: <http://www.horsch.com/german/g-index.php?id=967&action=news_cz>.

ŠAŘEC, P., ŠAŘEC, O., 2003. Různé způsoby zakládání porostů řepky ozimé ve střední Evropě. Biom.cz [online]. 2003-07-03 [cit. 2012-11-04]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ruzne-zpusoby-zakladani-porostu-repky-ozime-ve-stredni-evrope>>. ISSN: 1801-2655.

ŠEDEK, A., 2012. Kukuřice jako obnovitelný zdroj energie. PaL.cz [online]. 2012-05-28 [cit. 2013-12-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.pal.cz/article/5960.kukurice-jako-obnovitelny-zdroj-energie>>.

9 Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázek č. 1 – Secí stroj HERRIAU Turbosem P 24

Obrázek č. 2 – Výsevní ústrojí s použitím přísávání vzduchu Accord

Obrázek č. 3 – Výsevní kotouče AMAZONE ED

Obrázek č. 4 – Dvoukotoučová secí botka GREAT PLAINS

Obrázek č. 5 – Secí stroj AMAZONE

Obrázek č. 6 – Náskres zkušebního žlabu

Obrázek č. 7 – Experimentální zařízení – zkušební žlab

Obrázek č. 8 – Zkušební botka s přesným výsevním zařízením

Obrázek č. 9 – Umístění semenovodu A

Obrázek č. 10 – Umístění semenovodu B

Obrázek č. 11 – Měření rozestupu semen fazolí

Obrázek č. 12 – Měření hloubky uložení

Obrázek č. 13 – Měření rozestupu semen pšenice

Obrázek č. 14 – Setí pšenice - rozteč semen nastavena na 2,5 cm

Graf č. 1 – Průměrná přesnost setí

Graf č. 2 – Procentuální podíl vynechávek a dvojáků

Tab. č. 1 – Faktory ovlivňující založení porostu

Tab. č. 2 – Souhrn vypočítaných hodnot – fazole

Tab. č. 3 – Souhrn vypočítaných hodnot – pšenice

Tab. č. 4 – Měření č. 1 fazole

Tab. č. 5 – Měření č. 7 fazole

Tab. č. 6 – Měření č. 2 fazole

Tab. č. 7 – Měření č. 3 fazole

Tab. č. 8 – Měření č. 4 fazole

Tab. č. 9 – Měření č. 5 fazole

Tab. č. 10 – Měření č. 6 fazole

Tab. č. 11 – Měření č. 8 fazole

Tab. č. 12 – Měření č. 9 fazole

Tab. č. 13 – Měření č. 10 fazole

Tab. č. 14 – Měření č. 11 fazole

Tab. č. 15 – Měření č. 12 fazole

Tab. č. 16 – Měření č. 13 pšenice

Tab. č. 17 – Měření č. 14 pšenice

Tab. č. 18 – Měření č. 15 pšenice

Tab. č. 19 – Výchozí hodnoty pro měření pšenice

10 Přílohy

10.1 Výsledky měření fazole

Tab. č. 6 – Měření č. 2 fazole

Měření 2 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	3
Nastavení semenovodu:	A
Teoretická rozteč semen (cm):	8,5

	Naměřená rozteč												Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
	7	12	11	8	8	11	5	7	9	8,5	8	6			
Úsek 1 (1m)													100,5	8,4	
Absolutní odchylka	1,5	3,5	2,5	0,5	0,5	2,5	3,5	1,5	0,5	0	0,5	2,5			1,6
Úsek 2 (1m)	7,5	8	9	9,5	7,5	10	8,5	7	9,5	6	6,5	8	97	8,1	
Absolutní odchylka	1	0,5	0,5	1	1	1,5	0	1,5	1	2,5	2	0,5			1,1
Úsek 3 (1m)	9,5	6	8,5	8,5	7,5	6,5	9,5	7,5	8	9	7,5	10	98	8,2	
Absolutní odchylka	1	2,5	0	0	1	2	1	1	0,5	0,5	1	1,5			1,0
													Celkový průměr	8,2	1,2

Měření 3 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	4
Nastavení semenovodu:	A
Teoretická rozteč semen (cm):	8,5

	Naměřená rozteč													Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
	6,5	8	9	9	10,5	8	5	7,5	9,5	5,5	9	7,5				
Úsek 1 (1m)	6,5	8	9	9	10,5	8	5	7,5	9,5	5,5	9	7,5	95	7,9		
Absolutní odchylka	2	0,5	0,5	0,5	2	0,5	3,5	1	1	3	0,5	1			1,3	
Úsek 2 (1m)	5,5	8,5	8	10,5	7	8	6,5	11	5	7,5	8	9,5	95	7,9		
Absolutní odchylka	3	0	0,5	2	1,5	0,5	2	2,5	3,5	1	0,5	1			1,5	
Úsek 3 (1m)	8	10	6,5	8	9,5	9	7	6,5	8	8,5	7,5	8	96,5	8,0		
Absolutní odchylka	0,5	1,5	2	0,5	1	0,5	1,5	2	0,5	0	1	0,5			1,0	
													Celkový průměr	8,0	1,3	

Tab. č. 7 – Měření č. 3 fazole

Měření 4 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	7
Hloubka setí (cm):	2
Nastavení semenovodu:	A
Teoretická rozteč semen (cm):	6,5

	Naměřená rozteč																Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
	5,5	6	4	9	6	6	6	3	5	7	7,5	6	6,5	6	7,5	4			
Úsek 1 (1m)	5,5	6	4	9	6	6	6	3	5	7	7,5	6	6,5	6	7,5	4	95	5,9	
Absolutní odchylka	1	0,5	2,5	2,5	0,5	0,5	0,5	3,5	1,5	0,5	1	0,5	0	0,5	1	2,5			1,2
Úsek 2 (1m)	6,5	8	5	5,5	7	6,5	6,5	7,5	5,5	8	7	6,5	7	5,5	4	***	96	6,4	
Absolutní odchylka	0	1,5	1,5	1	0,5	0	0	1	1	1,5	0,5	0	0,5	1	2,5	***			0,8
Úsek 3 (1m)	7	7,5	6	5	5,5	7	7,5	4,5	7	6,5	7,5	6	4	7,5	7	3	98,5	6,2	
Absolutní odchylka	0,5	1	0,5	1,5	1	0,5	1	2	0,5	0	1	0,5	2,5	1	0,5	3,5			1,1
																	Celkový průměr	6,2	1,0

Tab. č. 8 – Měření č. 4 fazole

Měření 5- fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	7
Hloubka setí (cm):	3
Nastavení semenovodu:	A
Teoretická rozteč semen (cm):	6,5

	Naměřená rozteč																Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
	8,5	6	5	6,5	4	5,5	10	5	4	3	8	4	6	5	7	7			
Úsek 1 (1m)	8,5	6	5	6,5	4	5,5	10	5	4	3	8	4	6	5	7	7	94,5	5,9	
Absolutní odchylka	2	0,5	1,5	0	2,5	1	3,5	1,5	2,5	3,5	1,5	2,5	0,5	1,5	0,5	0,5			1,6
Úsek 2 (1m)	5	8,5	7	5,5	7,5	6,5	6	4	8	7,5	4	4,5	7,5	5	4,5	6	91	6,1	
Absolutní odchylka	1,5	2	0,5	1	1	0	0,5	2,5	1,5	1	2,5	2	1	1,5	2	0,5			1,3
Úsek 3 (1m)	7,5	8	6,5	5,5	4	4,5	7	7	7	4	8,5	5,5	5	7	6,5	4	97,5	6,1	
Absolutní odchylka	1	1,5	0	1	2,5	2	0,5	0,5	0,5	2,5	2	1	1,5	0,5	0	2,5			1,2
																	Celkový průměr	6,0	1,4

Tab. č. 9 – Měření č. 5 fazole

Měření 6- fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	7
Hloubka setí (cm):	4
Nastavení semenovodu:	A
Teoretická rozteč semen (cm):	6,5

	Naměřená rozteč																Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
Úsek 1 (1m)	7	6	3	6	9	5,5	5,5	6	3	10	6	8	4	6,5	3	10	98,5	6,2	
Absolutní odchylka	0,5	0,5	3,5	0,5	2,5	1	1	0,5	3,5	3,5	0,5	1,5	2,5	0	3,5	3,5			1,8
Úsek 2 (1m)	6,5	8	3	7,5	6,5	6,5	5	8,5	6,5	7	7	3	8,5	4,5	5,5	3	93,5	6,0	
Absolutní odchylka	0	1,5	3,5	1	0	0	1,5	2	0	0,5	0,5	3,5	2	2	1	3,5			1,4
Úsek 3 (1m)	7	8,5	6	6,2	6,5	3,5	8,5	7,5	7,5	5	6,5	6	4,5	5	7,5	***	95,7	6,4	
Absolutní odchylka	0,5	2	0,5	0,3	0	3	2	1	1	1,5	0	0,5	2	1,5	1	***			1,1
																	Celkový průměr	6,2	1,4

Tab. č. 10 – Měření č. 6 fazole

Měření 8 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	3
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	8,5

	Naměřená rozteč												Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
	8,5	10	9,5	9	8,5	7	7,5	8,5	8	9,5	10	7,5			
Úsek 1 (1m)	8,5	10	9,5	9	8,5	7	7,5	8,5	8	9,5	10	7,5	103,5	8,6	
Absolutní odchylka	0	1,5	1	0,5	0	1,5	1	0	0,5	1	1,5	1			0,8
Úsek 2 (1m)	9	9,5	9	8,5	7	6,5	8,5	8	9,5	6,5	7,5	10	99,5	8,3	
Absolutní odchylka	0,5	1	0,5	0	1,5	2	0	0,5	1	2	1	1,5			1,0
Úsek 3 (1m)	7	8,5	9,5	10,5	8	9,5	6,5	7,5	8,5	10,5	7	10,5	103,5	8,6	
Absolutní odchylka	1,5	0	1	2	0,5	1	2	1	0	2	1,5	2			1,2
													Celkový průměr	8,5	1,0

Tab. č. 11 – Měření č. 8 fazole

Měření 9- fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	4
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	8,5

Naměřená rozteč													Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
Úsek 1 (1m)	7,5	8,5	8,5	9,5	10	8,5	6,5	7	6,5	8	9,5	9,5	99,5	8,3	
Absolutní odchylka	1	0	0	1	1,5	0	2	1,5	2	0,5	1	1			1,0
Úsek 2 (1m)	5,5	8,5	8	10,5	7	8	6,5	11	5	7,5	8	9,5	95	7,9	
Absolutní odchylka	3	0	0,5	2	1,5	0,5	2	2,5	3,5	1	0,5	1			1,5
Úsek 3 (1m)	8	10	6,5	8	9,5	9	7	6,5	8	8,5	7,5	8	96,5	8,0	
Absolutní odchylka	0,5	1,5	2	0,5	1	0,5	1,5	2	0,5	0	1	0,5			1,0
													Celkový průměr	8,1	1,1

Tab. č. 12 – Měření č. 9 fazole

Měření 10 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	7
Hloubka setí (cm):	2
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	6,5

	Naměřená rozteč																	Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
Úsek 1 (1m)	4,5	4	6,5	8	6,5	6,5	7,5	8,5	8	6	7,5	4,5	9,5	6,5	7,5	***	101,5	6,8		
Absolutní odchylka	2	2,5	0	1,5	0	0	1	2	1,5	0,5	1	2	3	0	1	***			1,2	
Úsek 2 (1m)	6	7,5	7	7,5	7	6	4	7	5	8	7,5	6,5	6	6,5	3	6	100,5	6,3		
Absolutní odchylka	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	2,5	0,5	1,5	1,5	1	0	0,5	0	3,5	0,5			1,0	
Úsek 3 (1m)	6,5	7	7,5	7,5	6	7	7	4	4,5	5,5	7,5	6,5	6,5	7,5	7	***	97,5	6,5		
Absolutní odchylka	0	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	2,5	2	1	1	0	0	1	0,5	***			0,8	
																	Celkový průměr	6,5	1,0	

Tab. č. 13 – Měření č. 10 fazole

Měření 11- fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	7
Hloubka setí (cm):	3
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	6,5

	Naměřená rozteč																Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
Úsek 1 (1m)	6,5	6	6,5	7,5	8	8	4,5	5,5	5	6,5	7	7	7,5	5,5	6	***	97	6,5	
Absolutní odchylka	0	0,5	0	1	1,5	1,5	2	1	1,5	0	0,5	0,5	1	1	0,5	***			0,8
Úsek 2 (1m)	4,5	6,5	7,5	7,5	7	6	8	4,5	6,5	6	6,5	7,5	8	7,5	5	5,5	104	6,5	
Absolutní odchylka	2	0	1	1	0,5	0,5	1,5	2	0	0,5	0	1	1,5	1	1,5	1			0,9
Úsek 3 (1m)	6,5	7,5	7,5	7	5,5	4	5,5	6	6	8	6,5	4,5	5,5	6	5,5	4	95,5	6,0	
Absolutní odchylka	0	1	1	0,5	1	2,5	1	0,5	0,5	1,5	0	2	1	0,5	1	2,5			1,0
																	Celkový průměr	6,3	0,9

Tab. č. 14 – Měření č. 11 fazole

Měření 12 - fazole	
Pracovní rychlost (km/hod):	7
Hloubka setí (cm):	4
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	6,5

	Naměřená rozteč																Součet (cm)	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchylka (cm)
Úsek 1 (1m)	6	6,5	4,5	5,5	8,5	8	8	6,5	6,5	6	7	7,5	7,5	6,5	6	***	100,5	6,7	
Absolutní odchylka	0,5	0	2	1	2	1,5	1,5	0	0	0,5	0,5	1	1	0	0,5	***			0,8
Úsek 2 (1m)	5,5	5,5	8	7,5	7	7,5	6,5	6	6,5	6,5	5	5,5	7,5	5,5	5	6,5	101,5	6,3	
Absolutní odchylka	1	1	1,5	1	0,5	1	0	0,5	0	0	1,5	1	1	1	1,5	0			0,8
Úsek 3 (1m)	7,5	7	7,5	6,5	4,5	4,5	7	9	7,5	5,5	7,5	6,5	5,5	7	4,5	***	97,5	6,5	
Absolutní odchylka	1	0,5	1	0	2	2	0,5	2,5	1	1	1	0	1	0,5	2	***			1,1
																	Celkový průměr	6,5	0,9

Tab. č. 15 – Měření č. 12 fazole

10.2 Výsledky měření pšenice

Tab. č. 16 – Měření č. 13 pšenice

Měření 13 pšenice	Naměřená rozteč																												součet	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchyška (cm)						
Úsek 1 (1m)	2,8	3	3	3	2	2	2	3	3	2	4	2	3	3	5	2	3	3	2	3	3	3	2	2,8	3	2	4	4	3	3	2	2	3		99,1	3	
Absolutní odchyška	0,3	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0,3	1	0	1	1	0	0	0	0	0				0,53
Úsek 2 (1m)	3	3	0	5	3	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3	3	0	4	2	2	2	6	3	3	2	5	2	2	3	3	3	1	5	98,6	2,9	
Absolutní odchyška	0,5	0,5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	3	0,5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2			0,91
Úsek 3 (1m)	1,8	3	3	0	0	2	2	3	3	5	2	2	2	2	2	3	6	6	5	4	4	3	3	2,8	1	1	2	3	6	3	2	3		99,4	3,1		
Absolutní odchyška	0,7	0,5	0,5	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3	2	1	1	0	0	0,3	1	0	0	0	3	0	0	0				0,93	
																							Celkový průměr						3	0,79							

Měření 15 pšenice	Naměřená rozteč																														součet	Průměrná rozteč (cm)	Průměrná odchyška (cm)				
	Úsek 1 (1m)	Absolutní odchyška	Úsek 2 (1m)	Absolutní odchyška	Úsek 3 (1m)	Absolutní odchyška	Celkový průměr																														
	2,6	2,9	2,9	3,2	2	2,5	2,3	2,6	2,5	6	2,3	2,5	2,9	2,9	2,7	2,6	3,8	3,2	2,6	3	2,2	2,8	2,6	1,9	3,5	2,5	3,8	3	2,6	2,9	4	2,5	3,8	3,5	99,6	2,93	
	0,1	0,4	0,4	,7	0,5	0	0,2	0,1	0	3,5	0,2	0	0,4	0,4	0,2	0,1	1,3	0,7	0,1	0,5	0,3	0,3	0,1	0,6	1	0	1,3	0,5	0,1	0,4	1,5	0	1,3	1			0,59
	2,2	3,9	3,1	3	2,5	2,6	5,1	3	2,6	2,7	2,2	2,7	3,1	2,7	2,4	3,9	3,2	3,1	3,9	2,4	3,9	2,3	2,2	2,6	3,1	3,1	2,6	2,6	2,9	3,6	2	3,1	2	2,5	98,8	2,91	
	0,3	1,4	0,6	0,5	0	0,1	2,6	0,5	0,1	0,2	0,3	0,2	0,6	0,2	0,1	1,4	0,7	0,6	1,4	0,1	1,4	0,2	0,3	0,1	0,6	0,6	0,1	0,1	0,4	1,1	0,5	0,6	0,5	0			0,59
	7	2	2	2,2	2,5	2,6	2,4	1,9	3,4	2,8	2,7	2,7	2,5	2,4	2,9	3,8	3,6	3,9	3,1	6	3,5	3,2	2,5	2,4	2,8	2,7	2,9	2,9	2,8	2,8	3,1	3,5	*	100,2	3,04		
	4,5	0,5	0,5	0,3	0	0,1	0,1	0,6	0,9	0,3	0,2	0,2	0	0,1	0,4	1,3	1,1	1,4	0,6	3,5	1	0,7	0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	1			0,67	
	Celkový průměr																															2,96	0,62				

Tab. č. 18 – Měření č. 15 pšenice

Měření 13 - pšenice	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	2
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	2,5

Měření 14 - pšenice	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	3
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	2,5

Měření 15 - pšenice	
Pracovní rychlost (km/hod):	10
Hloubka setí (cm):	4
Nastavení semenovodu:	B
Teoretická rozteč semen (cm):	2,5

Tab. č. 19 – Výchozí hodnoty pro měření pšenice