

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Vliv zonální aplikace hnojiv na vývoj porostů ozimé
pšenice**

Diplomová práce

Bc. Vít Řehák
Rostlinná produkce

doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

©2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv zonální aplikace hnojiv na vývoj porostů ozimé pšenice" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za vedení práce a pomoc při jejím psaní. Dále bych chtěl poděkovat firmě Farnet a.s. a Selgen a.s., které se podílely velkou měrou na založení porostu. V neposlední řadě děkuji Zemědělské farmě Bílek Budihostice, s.r.o. za poskytnutí pokusných ploch a agrotechnického servisu.

Vliv zonální aplikace hnojiv na vývoj porostů ozimé pšenice

Souhrn

Cílem práce bylo stanovit vliv systémů zakládání porostů pšenice v širších řádcích spojené se zonální aplikací hnojiva na vybrané biometrické charakteristiky a výnos zrna pšenice. Úkolem bylo porovnání konvenční technologie s výše uvedenou technologií. Byl stanoven vliv různých technologií založení porostu na jeho strukturu a následný výnos zrna.

Pokusy byly založeny na podzim roku 2017 u obce Velvary. Na vytyčeném pozemku byly použity různé metody založení porostů ozimé pšenice odrůdy Julie, Penelope a Turandot s výsevkem 150 a 200 semen na m². Pokusné parcely byly založeny s roztečí řádků 250 mm a střídavou roztečí řádků 250 a 125 mm. U vybraných variant bylo aplikováno hnojivo do půdního profilu společně s jeho prokypřením. Kontrolní plocha byla založena s klasickou roztečí řádků 125 mm, bez aplikace hnojiva a s výsevkem 240 semen na m². V průběhu vegetace byl sledován počet rostlin a odnoží. Při sklizni se hodnotil počet klasů, počet zrn v klase, HTZ a výnos čistého zrna.

Z pokusů vyplývá, že zvětšení rozteče řádků a snížení výsevku spojené s aplikací hnojiva a kypření při setí má vliv na sledované biometrické charakteristiky. V reakcích jednotlivých odrůd zařazených do pokusu byly pozorovány rozdíly. Největší vliv technologie pěstování byl sledován u počtu zrn v klase. U kontrolních variant byl počet zrn prokazatelně nižší.

Rozdíly výnosu zrna na variantách založených technologií setí do širších řádků v porovnání s kontrolními variantami byly statisticky nevýznamné, z toho vyplývá, že jednotlivé technologie jsou z pohledu výnosu srovnatelné. Výhodou technologie setí pšenice do širších řádků s nižším výsevkem je významná úspora osiva.

Klíčová slova: pšenice ozimá, zonální hnojení, šířka řádků

The influence of zonal application of fertiliser on winter wheat stand development

Summary

The aim of this work was to determine the effect of wheat establishment systems in wider rows associated with the zonal application of the fertilizer to selected biometric characteristics and wheat grain yield. The task was to compare the conventional technology with the above meant technology. The influence of various establishment's technologies on the structure of growth and grain yield was determined.

Attempts were made in autumn 2017 near Velvary. Various methods of establishing winter wheat varieties Julie, Penelope and Turandot with 150 and 200 seeds per m² were used on the plot. The experimental plots were established on a row spacing of 250 mm and an alternating row spacing of 250 and 125 mm. In selected variants, the fertilizer was applied to the soil profile together with its loosening. The control plot was established on a classical row spacing of 125 mm, without fertilizer application, and sowing of 240 seeds per m². During the vegetation the number of plants and offshoots was monitored. The number of ears and grains, the weight of a thousand grains and pure grain yield were evaluated.

The experiments have shown that increasing the row spacing and reduction of sowed seeds associated with the fertilizer application and loosening during the sowing affect the biometric characteristics monitored. The differences were observed in the reactions of used varieties. The technology most affected the number of grains in an ear. In control variants, the number of grains was demonstrably lower.

The grain yield's differences in the variants established on the sowing to wider rows technology in comparison to the control variants were statistically insignificant, suggesting that all used technologies are comparable in terms of yield. The advantage of the technology of sowing into wider rows with lower seed's amount is the significant saving of seeds.

Keywords: winter weat, zonal fertilization, row width

Obsah

1 Úvod.....	- 1 -
2 Vědecká hypotéza a cíle práce.....	- 2 -
3 Literární rešerše	- 3 -
3.1 Pšenice setá.....	- 3 -
3.2 Význam pšenice seté.....	- 3 -
3.3 Výnosotvorné prvky	- 3 -
3.4 Požadavky na pěstování pšenice a jejich vliv na výnos	- 4 -
3.4.1 Nároky pšenice na vodu.....	- 5 -
3.4.2 Nároky pšenice na teplo	- 5 -
3.4.3 Nároky pšenice na živiny	- 6 -
3.5 Technologie pěstování pšenice.....	- 7 -
3.5.1 Zařazení pšenice v osevním postupu	- 7 -
3.5.2 Zpracování půdy	- 8 -
3.5.3 Osivo	- 9 -
3.5.4 Výsevek a termín setí.....	- 9 -
3.5.5 Setí	- 10 -
3.5.5.1 Šířka řádků	- 11 -
3.5.5.2 Struktura porostu	- 12 -
3.6 Hnojení pšenice.....	- 12 -
3.6.1 Hnojení pšenice dusíkem	- 12 -
3.6.2 Hnojení pšenice fosforem	- 13 -
3.6.3 Hnojení pšenice draslíkem	- 13 -
3.6.3.1 Aplikace hnojiva při setí do depa.....	- 14 -
4 Metodika.....	- 17 -
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště	- 17 -
4.2 Metodika pokusu.....	- 18 -
5 Výsledky.....	- 22 -
5.1 Vybrané biometrické charakteristiky	- 22 -
5.1.1 Skutečný počet rostlin po přezimování.....	- 22 -
5.1.2 Počet odnoží na rostlinu	- 22 -
5.1.3 Počet klasů na rostlinu	- 24 -
5.1.4 Počet zrn v klase	- 24 -
5.1.5 Hmotnost tisíce zrn	- 24 -
5.2 Výnos zrna	- 25 -
5.3 Reakce jednotlivých odrůd na technologii pěstování.....	- 26 -

5.4	Ekonomické zhodnocení jednotlivých technologií	- 26 -
6	Diskuze	- 31 -
7	Závěr.....	- 34 -
8	Literatura	- 35 -

1 Úvod

Pšenice setá je jedna z nejdůležitějších plodin představující základní zdroj výživy pro více jak 30 % lidské populace. Je základní obilninou mírného klimatického pásma. Zrno pšenice je svými technologickými vlastnostmi vhodné pro výrobu různých pokrmů, chleba a jiného pečiva, oplatek či těstovin. Nesmíme zapomenout ani na využití pšenice jako krmiva pro hospodářská zvířata a uplatnění vedlejšího produktu při pěstování pšenice, kterým je sláma. Ta se využívá jako podestýlka, nebo ji lze využít jako energetickou biomasu. Díky širokému uplatnění je pšenice nejpěstovanější plodinou v ČR.

Z důvodů dlouhodobě nízkých výkupních cen se v současné době hledají nové možnosti jak zefektivnit její pěstování. Nové technologie ovšem nejsou zaměřeny pouze na zvýšení výnosu a zisku, ale měly by být zaměřeny zejména na co nejefektivnější využití potenciálu rostlin na daném stanovišti. V dnešní době je důležité počítat se stále se přisňujícími požadavky na pěstitele. Ať už se jedná o omezení využití pesticidů nebo přísnější protierozní opatření. Dalším aspektem, který vede k novým a efektivnějším technologiím, je rostoucí nedostatek pracovníků v zemědělství. V dnešní době jsou zaváděny nové trendy v pěstování obilnin. Stále se rozvíjející technika umožňuje přesné setí na počet jedinců, setí pomocných plodin včetně jejich směsí nebo setí do živého mulče.

Dalším v současné době rozvíjejícím se trendem je možnost cílené zonální aplikace hnojiv u obilnin. Tato technologie je spojena s nárůstem rozteče řádků z důvodu zachování průchodnosti strojů. Zvyšování rozteče řádků při setí obilnin je spojeno s potřebou přesného setí a snižováním vysévaného množství osiva na plochu. Především u ozimých obilnin vedou tyto postupy ke změnám v agrotechnice, jako jsou systémy regulace plevelů, zpřesnění termínů aplikace a dávek živin za účelem podpory a udržení výnosotvorných prvků v jarní a letní části vegetace.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je stanovit vliv zonální aplikace hnojiv do půdy na biometrické a výnosové parametry ozimé pšenice při využití technologie setí do širších řádků a nižšího počtu rostlin na jednotku plochy. V rámci hlavního cíle byly sledovány následující dílčí cíle:

- 1) Stanovit vliv zonální aplikace hnojiv a nižšího výsevku na výnos pšenice ozimé
- 2) Určit vliv pěstování ozimé pšenice v širších řádcích na vývoj a výnosotvorné prvky pšenice ozimé
- 3) Stanovit vliv odrůdy pšenice ozimé na zonální aplikaci hnojiv a nižší výsevek

Výše uvedené dílčí cíle vycházejí z následujících vědeckých hypotéz:

- 1) Snížení počtu rostlin na jednotku plochy v kombinaci se zonální aplikací hnojiv do půdy není spojeno s poklesem výnosu ve srovnání s konvenčními technologiemi.
- 2) Pěstování pšenice v širších řádcích nemá vliv na výnosotvorné prvky pšenice ozimé.
- 3) U jednotlivých odrůd jsou rozdíly v reakci na zonální hnojení a nižší výsevek.

3 Literární rešerše

3.1 Pšenice setá

Taxonomicky řadíme pšenici setou (*Triticum aestivum*) do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a rodu pšenice (*Triticum*). Pšenice je jednoletá (jarní, ozimá) tráva, kterou řadíme společně s rýží a kukuřicí k nejdůležitějším obilninám. Jedná se o travu s květenstvím složený lichoklas, klásky jsou 2 – 5 květe, bezosinaté, některé kulturní formy mají křivé osiny. Plodem jsou obilky válcovitého tvaru, červenohnědé barvy, které jsou nahé. Obilku tvoří obaly, embryo (zárodek) a endosperm, který je významný svým obsahem škrobových zrn (Novák & Skalický 2017).

Pšenice se vyskytuje ve třech formách, a to ozimé, jarní nebo tzv. přesívkové formě. Její růstový typ je určen geneticky řízeným procesem, který nazýváme jarovizace. Jedná se o několikátýdenní období teplot těsně nad bodem mrazu. Rostliny ozimé formy mohou přejít z vegetativní do generativní fáze až po naplnění tohoto jarovizačního požadavku (Pánková et al. 2011). V ČR se pěstují obě formy, ale převládá forma ozimá. Podle Kůsta & Záruby (2018) bylo sklizeno v roce 2017 4 454,1 tis. tun pšenice ozimé (tj. 95,8 % celkové výroby) a 195,3 tis. tun pšenice jarní (tj. 4,2 % z celkové výroby).

3.2 Význam pšenice seté

Hlavním směrem pěstování pšenice je produkce zrna, kterou můžeme rozdělit podle směru využití na potravinářskou a krmnou.

Díky stupňujícímu se tlaku na zvyšování produkce u hlavních zemědělských plodin zažívá pšenice v posledních letech značný rozvoj, a to co se týče šlechtění nových odrůd se stále větší frekvencí. Dochází k růstu zájmu o odolnost a vyšlechtění rezistentních odrůd především vůči houbovým chorobám a abiotickým stresům, především suchu. Tyto požadavky vedou k rozšíření portfolia semenářských firem (Hosnedl 2008). Šlechtitelé se také zaměřují na zvýšení tvorby biomasy. A účinnost fotosyntézy je rozhodujícím parametrem pro dosažení požadovaných cílů (Czyczyło-Mysza et al. 2012).

3.3 Výnosotvorné prvky

Potenciál výnosu je určen třemi faktory: 1) počtem plodných stébel na jednotku plochy, 2) počtem zrn v klasu a 3) hmotností tisíce zrn (HTZ) - (Černý et al. 2014; Buráňová et al.

2016). Podle Orloffá et al. (2012) má největší význam z hlediska výnosu počet plodných stébel na plochu. Naopak nejméně výnos ovlivňuje HTZ. Tyto prvky navzájem interagují, ale jsou také schopny se vzájemně kompenzovat. Přestože jsou tyto prvky výnosu patrné až v době sklizně, jsou ovlivňovány již před založením porostů a na počátku vegetace v podzimním období. Ovlivňují je agrotechnická opatření jako výsevek, volba odrůdy, výživa rostlin a hnojení. Veškeré operace by měly být prováděny tak, aby byl zajištěn optimální poměr všech výnosotvorných prvků (Černý et al. 2014). Z pohledu těchto prvků rozlišují Horáková et al. (2015) odrůdy tvořící výnos produktivitou klasu (větší počet zrn v klasu, větší hmotnost tisíce zrn), počtem klasů na m² (mají menší nebo střední počet zrn v klasu, ale vyznačují se větší odnožovací schopností), počtem zrn na m² (tvoří dostatečné množství klasů se středním až vysokým počtem zrn, ale mají nižší hodnotu HTZ) a kompenzační typ (na výnosu se rovnoměrně podílejí všechny tři výnosotvorné parametry nebo se navzájem kompenzují).

3.4 Požadavky na pěstování pšenice a jejich vliv na výnos

Pšenice ozimá je pěstována ve všech výrobních oblastech ČR, vzhledem k odlišným podmínkám výrobních oblastí dosahuje různě velkých výnosů zrna v různé kvalitě podle podmínek stanoviště a použité agrotechniky (Faměra 1993). Podle dlouhodobých polyfaktoriálních pokusů je dokázáno, že vliv podmínek stanoviště a ročníku ovlivňuje hospodářský výnos přibližně z 25 %. Počasí v jednotlivých ročnících má na výnos pšenice větší vliv než půdní druh a půdní typ. Pšenice je z pěstovaných obilnin náročnější na podmínky z důvodu slaběji vyvinutého kořenového systému. Velmi dobré podmínky pro pěstování pšenice nejvyšší kvality jsou v oblastech - výrobní oblast kukuřičná a teplá sušší řepařská oblast. Naopak nevhodné jsou vlhké chladné oblasti s nízkým úhrnem slunečního svitu ve vegetačním období (Zimolka et al. 2005). Technologická jakost pšeničného zrna je také ovlivněna řadou přírodních činitelů. K nejvýznamnějším klimatickým faktorům řadíme teplotu, vlhkost, sluneční svit a průběh srážek (Hýža 1981)

Podle Stehlové et al. (2017) je porost pšenice během vegetace zásadně ovlivněn třemi stresory klimatické povahy, a to suchem, vysokými teplotami a mrazíky. Citlivost rostlin k vysokým teplotám a suchu se mění v průběhu vegetace. Nejvíce citlivým obdobím pro rostliny jsou fáze odnožování, kvetení a nalévání zrna. Při stresu v těchto kritických obdobích může dojít k ovlivnění kvalitativních znaků a výnosotvorných prvků. Scénářová data vývoje klimatu v ČR nepoukazují na významný pokles ročního úhrnu srážek, ale z důvodu zvyšování

teploty vzduchu se zvyšuje intenzita výparu. Z tohoto důvodu lze očekávat, že zemědělské plodiny budou stále více vystaveny stresu z nedostatku vláhy.

3.4.1 Nároky pšenice na vodu

Pšenice vyžaduje dostatečnou zásobu vláhy po celou dobu vegetace, avšak v každé fázi se její nároky na vláhu mění (Remeslo et al. 1986). Důležité je zejména období na podzim, kdy dochází k počátku tvorby kořenové soustavy a tvorby adventivních kořínků, které jsou podmínkou rovnoměrného odnožování. Množství půdní vody by do fáze metání nemělo klesnout pod 70 – 75 % půdní kapacity v hloubce 60 cm (Peterson 1965).

Extrémní projevy sucha lze sledovat i u pšenice, kdy dochází k nepřírozenému dozrávání a zasychání rostlin. V ranějších fázích vývoje porostů pšenice se sucho projevuje zasycháním starších listů a odumíráním odnoží. V pozdějším období může při nedostatku vláhy dojít k podélnému svinování praporcového listu a popřípadě i zaschnutí špiček klasů. Nejnáchylnější k přísušku jsou zpravidla pozdní odrůdy, které sucho zasáhne největší měrou (Bittner 2009).

Zelege & Nendel (2016) zjistili, že doplňkové zavlažování snižuje obsah bílkovin v zrnech pšenice. Wang et al. (2004) potvrzují, že zavlažování prováděné dvakrát nebo čtyřikrát ve fázi plnění zrna vedlo k významnému poklesu obsahu bílkovin zrn. Na druhé straně bylo zjištěno, že mírný deficit vláhy během fáze vývoje zrna zvyšují obsah bílkovin, i když se pozoroval mírný pokles výnosu zrna pšenice (Rezaei et al. 2010).

3.4.2 Nároky pšenice na teplo

Pšenici řadíme mezi plodiny náročné na teplo. Vyžaduje souhrn vegetačních teplot v rozmezí 1960 až 2530 °C (Spiertz 2006). Požadavky pšenice na teplotu se v průběhu jednotlivých fází vývoje mění. Pro úspěšné pěstování jsou však důležité podmínky při přezimování porostu (Faměra 1993).

Zimovzdornost pšenice je podle Zimolky (2007) ovlivněna především genotypem (odrůdou), ale i prostředím. Zimovzdornost není dána jen odolností k nízkým teplotám, ale i nepřímým účinkům zimy, jako je zimní sucho, ledová vrstva, vytahování rostlin, vyležení pod sněhem atd.

Na jaře po obnovení vegetace je optimální teplota 12 - 15 °C, ve fázi sloupkování o něco vyšší, ale nikdy by teplota neměla překročit 25 °C.

Chladnější a vlhčí počasí způsobuje zpomalení vývinu rostlin, což působí příznivě v období sloupkování, kdy se vytváří klas s vyšším počtem zrn (Faměra 1993).

Foltýn (1989) a Špaldon et al. (1986) se shodují, že v období metání, kvetení a zrání jsou pro pšenici optimální teploty v rozmezí 18 – 24 °C. Špaldon et al. (1986) dodávají, že teploty nad 25 °C už nepůsobí příznivě. I krátkodobé vystavení teplotám nad 35 až 40 °C může mít pro porost pšenice negativní vliv, zvláště pak na kvalitu zrna (Spiertz 2006).

3.4.3 Nároky pšenice na živiny

Pšenice patří mezi plodiny, které nemají příliš hluboký kořenový systém. Většina kořenů je v hloubce do 40 cm. Tím je ovlivněna schopnost pšenice přisvojovat si živiny, která je výrazně menší než u okopanin nebo víceletých píceň. Ve sklizených produktech odčerpávají obiloviny z půdy poměrně velké množství živin. V zrnu se jedná především o dusík a fosfor. Naopak draslík je soustředěn ve velkém množství ve slámě. Průměrný odběr živin na jednotku sklizně uvádí Tabulka 1 (Vaněk et al. 2007).

Tabulka 1: Střední odběr živin pšenicí v kg na tunu zrna (Vaněk a kol. 2007)

Živina	N	P	K	Ca	Mg
kg/ha	22- 26	4,4- 6,2	16,6- 21,0	2,8- 5,7	1,2- 3,0

Pšenice se pěstuje ve všech výrobních oblastech. Z hlediska úrodnosti půd je nejvhodnější řepařská oblast. Lze ji pěstovat i v méně příznivých podmínkách, zde je ale nutné zvolit pozemky s lepší půdou a použít dobré hnojení.

Příjem živin je značně závislý na povětrnostních a půdních podmínkách, intenzitě růstu, dosaženém výnosu i kvalitě a odrůdě. Největší odběr živin je v období intenzivního růstu v době sloupkování a vrcholí v době kvetení. Toto období je poměrně krátké, a proto je důležité, aby byl v tomto období v půdě dostatek živin dostupných pro rostliny.

Z hlediska zpřístupňování živin je rozhodující zrnitostní složení půdy a obsah organické hmoty, která je na mnoha pozemcích nedostatečně doplňována. Na těžších půdách s dostatkem organické hmoty je zpřístupňování živin během vegetace intenzivnější než u půd lehčích s nižším množstvím organických látek. Úrodnost lehčích půd je také negativně ovlivněna vyšším rizikem vyplavování živin do hlubších vrstev půdního profilu (Ryant et al. 2017)

Ozimá pšenice je značně citlivá na hodnotu pH. Jako optimální uvádí Pessaraki (2014) půdy s neutrální až slabě kyselou reakcí (pH 6,2 - 7,0). Nevhodné jsou kyselé půdy, které mají

výměnné pH nižší než 6. Na takto kyselých půdách je redukován příjem ostatních živin, což má za následek výrazný pokles výnosu zrna (Zimolka et al. 2005). Podle Vaňka et al. (2007) je vhodné zařadit pšenici po plodinách, ke kterým se vápní. V případě potřeby lze k pšenici vápnit přímo, a to zvláště na těžších půdách co nejdříve po sklizni předplodiny.

3.5 Technologie pěstování pšenice

Pěstební technologie ozimé pšenice jsou z dlouhodobého hlediska vnímány jako optimální a z hlediska využití pro praxi plně dostačující. Případný vývoj je dlouhodobě orientován na pěstování nových odrůd vykazujících lepší biologické kvalitativní a kvantitativní parametry, zejména ve vztahu k výnosu, kvalitativním parametrům zrna pro daný způsob následného využití a k odolnosti vůči chorobám a škůdcům. Dosavadní technologické postupy začínají vykazovat meze své použitelnosti. Primárním faktorem je snižování energetické náročnosti a zároveň zachování produktivnosti systémů. Základem energetické vyváženosti systémů je samozřejmě optimalizace bilance organické hmoty. Současné technologické postupy pěstování obilnin a jejich podíl na orné půdě spíše bilanci organické hmoty narušují, než aby přispívaly k jejímu zlepšení (Brant et al. 2018).

3.5.1 Zařazení pšenice v osevním postupu

Pšenice ozimá je mezi obilninami nejnáročnější na předplodinu. Hlavním důvodem je to, že předplodina výrazně mění půdní prostředí a vlastnosti důležité jak pro růst rostlin, tak pro tvorbu výnosu a kvalitu produkce. Při volbě předplodiny je nutné zohlednit podmínky výrobní oblasti, požadavky odrůdy a směr pěstování. Obecně lze za nejlepší předplodiny považovat jeteloviny, luskoviny, olejniny, okopaniny a zeleniny – organicky hnojené. U okopanin je důležitá jejich včasná sklizeň, aby byly dodrženy agronomické lhůty pro setí pšenice. V osevních postupech s velkým zastoupením obilnin se často přistupuje i k pěstování pšenice po jiné obilovině, to má ovšem negativní důsledky, které je nutné kompenzovat. V tomto případě je vhodné zařadit letní mezplodinu a počítat s vyššími dávkami minerálních hnojiv (Zimolka et al. 2005).

Babulicová et al. (2016) uvádějí, že i střídání pšenice ozimé s kukuřicí setou pěstovanou na siláž má pozitivní vliv na úrodu zrna. HTZ a objemová hmotnost byla při jejich pokusech prokazatelně vyšší než u pšenice pěstované po sobě.

3.5.2 Zpracování půdy

Zpracování půdy je definováno jako mechanický zásah do půdy nebo promíchání půdy za účelem vytvoření co nejlepších podmínek pro vegetaci rostlin (Or & Ghezzehei 2002).

Titi (2002) uvádí, že zpracování půdy rozrušuje agregáty, kompaktnost, půdní strukturu a mění velikost, distribuci i strukturu pórů a tím tvoří žádoucí prostředí pro pohyb vzduchu a vody v půdě. Technologie zpracování půdy ovlivňuje i propustnost půdy pro vodu. Infiltrace půdy je přímo úměrná stabilitě půdní struktury (Tisdall and Adem, 1986).

Dále má vliv podle Šnobla (2007) na rozvoj půdních mikroorganismů, humifikační pochody a rozvoj chorob a škůdců. Zpracování půdy je významné agrotechnické opatření regulující rozvoj plevelů. Také se zpracováním zapravují do půdy průmyslová, a především organická hnojiva, zelené hnojení, posklizňové zbytky a některé pesticidy. Ruší se jím staré porosty a připravuje se půda pro setí nebo sázení nových plodin (založení nových porostů).

Do zpracování půdy zařazujeme: základní zpracování půdy, přípravu půdy pro setí a sázení, kultivace půdy během vegetace, minimalizované zpracování půdy a půd ochranné systémy.

Zpracování půdy se také dá rozdělit na tradiční (konvenční) zpracování půdy a redukované (minimalizační) zpracování půdy (Šnobl 2007). Podle Estlera (1996) lze dále rozdělit technologie zpracování půdy podle způsobu kypření na systémy s obracením půdy (orba) a systémy, které půdu neobrací, ale pouze kypří a částečně míchají (ostatní technologie nevyužívající pluh).

Další variantou je podle Morgana (2005) setí do nezpracované půdy (no tillage), které představuje narušení půdy před setím v úzkém pásu 25 – 75 mm, ve kterém se vytvoří set'ové lůžko pro následný výsev. Posklizňové zbytky předplodiny jsou ponechány na povrchu půdy z 50 – 100 %. Podle Hůly et al. (2004) je možné uplatnit přímé setí na úrodných půdách nezaplevelených vytrvalými plevely, na stanovištích s nadmořskou výškou do 350 m n. m., ročním úhrnem do 600 mm a průměrnou roční teplotou vzduchu nad 8 °C. Z hlediska spotřeby motorové nafty a potřeby práce se jedná o velmi výhodnou technologii. Při přímém setí hustě vysévaných plodin zůstává většina povrchu půdy nezasažena. Podle použité meziřádkové vzdálenosti a řešení výsevních botek se narušuje pouze 10 až 20 % povrchu půdy.

Při tvorbě set'ového lože v systémech využívajících mulč na povrchu půdy by po zasetí měla být výsevní rýha bez rostlinných zbytků. Rostlinné zbytky je potřebné při výsevu přesunout do prostoru mezi řádky. Z hlediska prostorové kapacity meziřádku by pokrývnost

půdy mulčem u plodin vysévaných do úzkých řádků neměla přesáhnout hodnotu 30 % (Brant et al 2017).

Při přímém setí lze využít i technologii živého mulče. Podle Feila (2001) tato technologie může významně přispět k udržitelnějšímu zemědělství. Hlavními výhodami je snížení rizika eroze, snížení vyplavování nitrátů a snížení výskytu škůdců a chorob. Nevýhodou je však omezené využití herbicidů. V současné době je nepravděpodobné, že systémy živého mulče najdou uplatnění v širší praxi bez dotací.

Brant et al. (2016) upozorňují, že v souvislosti s vývojem nových secích strojů, který reaguje na potřeby zemědělské praxe, nedochází při setí již pouze k vytvoření set'ového lože, ale i k případnému uložení hnojiva do půdního profilu. Současné technické trendy se zaměřují na intenzivnější a hlubší zpracování půdy výrazně zasahující pod hloubku setí a na cílené ukládání hnojiv do zóny čerpání kořenů. Během setí je tak při využití této technologie dokončen proces základního zpracování půdy.

3.5.3 Osivo

Důležitou roli sehrávají také genetické vlastnosti odrůd. Proto je důležité zvolit správně odrůdu v souvislosti s její rajonizací a užitkovým směrem. Dodržování rajonizace odrůd přispívá nemalou měrou k dosažení vysoké jakosti zrna. Z pěstitelského hlediska je tedy nutné při výběru odrůdy co nejvhodněji skloubit její vlastnosti s danými klimaticko - půdními podmínkami na stanovišti (Prugar et al. 2008).

Jednotlivé odrůdy pšenice se mohou lišit podle významu jednotlivých výše uvedených prvků (Horáková et al. 2015).

Podle Prokinové (2018) je důležité nepodceňovat význam kvality osiva včetně zdravotního stavu. Měla by se vysévat uznaná osiva a zcela se vyhnout osivům neznámého původu, protože náklady na ošetřování porostu, ve kterém se rozšíří onemocnění primárně z osiva, mohou být výrazně vyšší než nákup kvalitního uznaného a řádně ošetřeného osiva. V některých případech už ani postřik nepomůže jako například u snětí.

3.5.4 Výsevek a termín setí

Optimální termín setí ozimé pšenice se uvádí od 10. září do 15. října (nejpozději do konce října) podle výrobní oblasti a počasí. Předčasné i pozdní setí je nežádoucí a vede ke snížení výnosu. Při předčasném setí je vyšší riziko stonkových chorob, viróz a přerůstání porostu. Pozdní setí snižuje výnos o 10 – 40 % především z důvodu horšího klíčení v

nevhodných podmínkách a slabých rostlin před zimou. Hloubka setí je jedním z neúčinnějších prostředků na zabezpečení rovnoměrného klíčení, vzcházení a celkové prosperity porostu během vegetace (Zimolka et al. 2005).

Výše výsevu pšenice se upravuje podle termínu výsevu a uvádí se v milionech klíčivých zrn na jednotku plochy (MKZ). Pohybuje se od 2,5 MKZ/ha (začátek září) po 5,5 – 6 MKZ/ha (konec října), což odpovídá váhovému rozmezí zhruba 120 – 250 kg/ha. Při pozdních výsevech je klíčivost nižší a navíc je nutno počítat s nižším počtem přezimujících rostlin, které jsou z důvodu zkráceného podzimního vývoje méně mrazuvzdorné. Přihlížet se musí také k odnožovacím schopnostem jednotlivých odrůd. U víceodnožujících odrůd se výsevek drží při spodní hranici. V horších pěstitelských podmínkách jsou uplatňovány výsevky při horní hranici (Petr et al. 1997).

Pro setí obilnin se do dnes používá stanovení výsevu přepočtem MKZ pomocí HTZ na váhu výsevu na hektar. Secí stroje pro tuto technologii se regulují podle váhy a ne podle přesného počtu jedinců na hektar. Nelze tedy hovořit o přesném setí (Kumhála et al. 2007).

Nové secí stroje podle Branta et al. (2018) umožňují zakládání porostů obilovin na přesný počet jedinců na jednotku plochy. To umožňuje vysetí přesného počtu semen, ale nezaručuje jejich přesné rozmístění na plochu. Cílem této technologie je především optimalizace hustoty porostu podle variability pozemku. Zde však značně vzrůstají nároky na biologické vlastnosti osiva. Setí na přesný počet jedinců vede nejen k úspoře osiva, ale i ke zvýšení plošné výkonnosti strojů, což potvrdila měření v praxi.

3.5.5 Setí

Setí lze podle Zimolky et al. (2005) považovat za nejdůležitější operaci při zakládání porostů pšenice seté. Jeho podcenění či nekvalitní provedení za špatných podmínek, navíc nevhodnou technikou, se těžko napravuje. Špatně založený porost se projevuje po celou dobu vegetace a má velký vliv na výnos i kvalitu zrna. Proto je třeba k setí přistupovat z hlediska splnění požadavků vyplývajících z biologické podstaty výnosotvorného procesu.

V současné době jsou k dispozici v zásadě tři možnosti způsobu výsevu: setí do řádků (řádkové), setí do pásků (páskové) a setí na široko (plošné). V praxi převládá setí do řádků, páskové a plošné setí je používáno minimálně. Je tomu tak hlavně z důvodu jednoduchosti technického řešení secích strojů. Osivo je ukládáno do úzkých řádků s nejčastější roztečí 125 - 150 mm. Nepříznivým průvodním jevem tohoto způsobu výsevu je tzv. řádkování (největší koncentrace rostlin v řádku), které bývá patrné až do sklizně. Svědčí o nedokonalém využití plochy. U páskového setí dochází v důsledku koncentrace osiva do pásků ke zvětšení využití

plochy, na což rostliny reagují rychlejším vzcházením, vysokým počtem vzešlých rostlin a intenzivním odnožováním. Při plošném výsevu je osivo rovnoměrně rozmístěno. Rostliny vytváří mohutný kořenový systém a dobře odnožují, v důsledku čehož dochází k dobrému využití živin a hospodaření s vodou (Zimolka et al. 2005)

Velmi zásadní je hloubka, do které je osivo během setí uloženo. Optimální hloubka je v našich podmínkách 30 – 50 mm. Na těžších a vlhčích půdách je vhodné sít mělčeji, na lehčích půdách a v suchých podmínkách hlouběji z důvodu dostatku vláhy potřebné ke klíčení. Hloubka setí přímo souvisí s odolností rostlin vůči vyzimování. V případě nepříznivé zimy mělce zaseté rostliny mají založený odnožovací uzel těsně pod povrchem anebo na povrchu půdy, což může vést k jeho poškození mrazem. V tomto případě hrozí odumírání jedinců a snížení výnosu může dosáhnout 40 – 60 % (Špaldon et al. 1982).

3.5.5.1 Šířka řádků

Dierauer & Stoppler-Zimmer (1994) poukazují ve svých pokusech na skutečnost, že v ekologickém zemědělství lze u porostů obilnin zvyšovat rozteč řádků maximálně na vzdálenost 0,2 m bez snížení výnosu. Dále uvádějí, že zvýšení rozteče řádků u ozimé pšenice v systému ekologického zemědělství z 80 mm na 160 mm bylo spojeno s poklesem výnosu asi o 4 %. Dalším faktorem vedoucím ke zvýšení rozteče řádků je pěstování podsevových meziplodin. Ty v porostech eliminují rozvoj plevelů, jsou zdrojem živin pro obilninu a zajišťují protierozní ochranu půdy apod. V systémech využívajících tzv. živého mulče (Feil 2001) se lze setkat i s roztečí řádků převyšující 300 mm (Hiltbrunner 2005). Při větší meziřádkové vzdálenosti vzniká volný prostor pro uplatnění plevelů, což potvrzují pokusy Olsena et al. (2005), kteří zkoumali vliv technologie setí a výsevku na množství plevelů. Byly založeny varianty, a to setí do řádku, náhodné plošné setí a přesné plošné setí podle geometrického vzorce. Od každé technologie byly založeny tři výsevky, a to 204, 449 a 721 semen na m². Zvýšená hustota porostu snížila biomasu plevelů ve všech třech technologiích založení porostu. Biomasa plevelů byla prokazatelně nižší u obou variant pšenice vyseté plošně oproti pšenici vyseté v klasických řádcích. Při 449 semenech na m² byla biomasa plevelů nižší o 38% u varianty přesného rozmístění a o 27% nižší u varianty náhodného rozmístění vůči klasické technologii setí do řádků. Podle výsledků pokusů (Korres & Freud-Williams 2002) má kladný vliv na potlačení výskytu plevelů už porost tvořený 125 – 270 rostlinami na m².

3.5.5.2 Struktura porostu

Obilniny jsou obecně plodiny, které mají vysokou autoregulační schopnost. Přesto jsou určité limity počtu rostlin/m², pod kterou by neměl počet rostlin/m² klesnout s ohledem na rentabilitu pěstování pšenice. V podmínkách ČR se většinou výsevek pšenice pohybuje v rozmezí 350 – 450 rostlin/m², přičemž optimální hustota v období sklizně je v závislosti na odrůdě 550 – 650 klasů/m². Z těchto údajů vyplývá, že na rostlinu připadá 1,2 – 1,8 produktivní odnože. Pokud je založený porost řidší, tvoří rostliny větší počet produktivních odnoží a tím je vyrovnávána do určité míry hustota porostu a jeho výnos. Podle výsledků řady pokusů lze považovat za hranici, kdy již dochází k významnému snížení výnosu, 180 rostlin/m². Avšak i při nízké hustotě 100 – 120 rostlin/m² lze dosáhnout úrovně 75 – 80 % výnosového potenciálu, což lze považovat za hospodářsky únosnou hranici pro zachování porostu. Toto ovšem neplatí pro hybridní odrůdy, kde již samotný porost je zakládán s menším počtem rostlin a počítá se zde se zvýšenou schopností tvořit plodné odnože (Čapek 2012)

3.6 Hnojení pšenice

Při výživě a hnojení ozimé pšenice je nutné zkombinovat znalosti o její potřebě živin a o množství živin v půdě přístupných pro rostliny. U ozimé pšenice není v podzimním období odběr živin příliš vysoký. Jejich značná potřeba nastává až v jarním období, kdy ale již není možné některé živiny aplikovat, neboť by už nebyly správně využity. Z tohoto důvodu je nezbytné aplikovat živiny již před založením porostu, tj. před setím. V odborné terminologii tomuto způsobu hnojení říkáme základní hnojení. Pro hnojení ozimé pšenice by však měla být základem také dobrá půdní úrodnost, z pohledu výživy rostlin pak tzv. „stará půdní síla“ (Černý et al. 2014).

3.6.1 Hnojení pšenice dusíkem

Aplikace dusíkatých hnojiv je přímo spojena s výnosem a kvalitou pšenice (obsah N látek) - Good et al. 2004. Účinnost využití dusíku je ovšem obecně považována za nízkou (Goulding 2000). Například údaje z více než 800 experimentů dokazují, že rostliny získaly v průměru pouze 51 % dusíku z hnojiv aplikovaných při pěstování obilovin (Chien et al. 2009).

Výsledky pokusů dokládají, že může být dosaženo vysokých výnosů, vysoké kvality zrna a efektivního využití dusíku, a to i přesto, že rostliny pšenice jsou vystaveny nedostatku dusíku v počátečních fázích vegetace. Pokud však jsou vystaveny nedostatku dusíku v

počátečních vývojových fázích, mělo by být zajištěno dostatečné zásobení rostlin dusíkem ještě před začátkem kvetení. Výsledky tak mohou být potenciálně užitečné pro posun směrem k novým postupům hnojení, při nichž je použití dusíku lépe načasováno. Což by mělo poskytovat zemědělcům větší flexibilitu při rozhodování o tom, kdy a jaké hnojivo použít, aby zajistilo uspokojivý hospodářský výsledek, a to zejména v dnešní době, kdy je hnojení dusíkem stále více omezováno ekonomickými, společenskými a environmentálními otázkami. (Rasmussen et al. 2015).

Rozdělení dávek dusíku v průběhu vegetace je podle Ryanta et al. (2017) závislé také na genetických odlišnostech jednotlivých odrůd. U odrůd, které tvoří výnos převážně produktivností klasu, posílíme hnojení dusíkem při produkčním hnojení. Naopak u těch, které tvoří výnos počtem odnoží, je třeba posílit regenerační hnojení, popř. již hnojení základní. Pozdní, nebo-li kvalitativní dávka dusíku by měla být samozřejmostí u všech pšenic pěstovaných pro pekárenské využití.

3.6.2 Hnojení pšenice fosforem

Neméně důležité je i hnojení pšenice fosforem. Dostatek fosforu je velmi důležitým faktorem pro dosažení vysokého výnosu. Efektivita využití fosforu je však velmi špatná, a to kvůli jeho omezenému pohybu v půdě. Až 80 % fosforu aplikovaného hnojivy k plodině není k dispozici pro rostliny, protože je fixován a adsorbován na půdní částice (Rastija et al. 2014). Bushong et al. (2014) uvádí, že více záleží na množství již fixovaného fosforu v půdě než na jeho dodání hnojivy. Toto potvrzují i Vaněk et al. (2007), kteří uvádějí, že hnojením doplňujeme do půdy pouze živiny odebrané předplodinou. Z důvodu nízké pohyblivosti je důležité fosforečná hnojiva rovnoměrně zapravit do půdního profilu.

3.6.3 Hnojení pšenice draslíkem

Aplikace draselných hnojiv se zpravidla realizuje před základním zpracováním půdy, nebo před předseťovou přípravou pozemku. Přítomnost draslíku je pro klíčící rostliny důležitější než přítomnost fosforu, který je uložen v zásobních látkách semene (Černý et al. 2014). Dostatečná vlhkost půdy zvyšuje účinnost použití draselných hnojiv (Bushong et al. 2014). Je-li pšenice pěstována v oblastech s lehkými půdami a s intenzivními srážkami, je vhodné podle Römheld & Kirkby (2010) dávku draslíku rozdělit a zbytek aplikovat v průběhu vegetace. Tento způsob má za následek snížení vyplavování draslíku. Dále se zvýší účinnost

použitých hnojiv a je vhodný i z hlediska přihnojení pšenice v době intenzivního růstu a vyšší potřeby draslíku v jarním období (Yara, 2015).

Problém s nedostatkem draslíku nastává, když je z pozemku odvážen i vedlejší produkt, který je používán například jako biomasa určená ke spalování. V případě použití slámy jako podestýlky je draslík navrácen v podobě statkových hnojiv. Většina draslíku v rostlině je akumulována ve slámě. V půdách s nízkým obsahem draslíku může dojít k rychlému vyčerpání zásob, když není draslík doplňován hnojivy a pokud jsou odváženy pravidelně posklizňové zbytky z pozemku (Römheld & Kirkby 2010).

3.6.3.1 Aplikace hnojiva při setí do depa

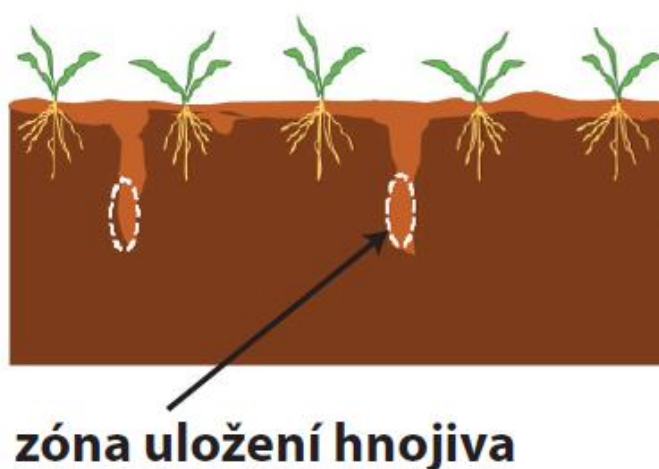
Krom klasického způsobu aplikace na povrch lze aplikovat hnojivo i několik centimetrů pod osivo, tzv. do depa. Tento způsob aplikace má pozitivní vliv především na rozvoj kořenového systému plodin ve spodních vrstvách, takže se zvýší možnost příjmu živin a vláhy z těchto míst. Umístěním fosforečných, draselných a dusíkatých hnojiv do hlubších vrstev půdního profilu dosáhneme jeho lepšího zásobení živinami (Baier & Baierová 1985). Zároveň se tím zvýší i odolnost proti nepříznivým klimatickým vlivům (Malina 2013). Plodiny jsou schopné přijímat živiny i z hlubších vlhčích vrstev profilu a hnojivo koncentrované do depa není blokováno jílovitými částicemi, tudíž je pro rostliny lépe přístupné (Jones 2000). Aplikace hnojiva do depa je spojena s pásovým zpracováním půdy a hlubokým kypřením umožňujícím lepší tvorbu kořenového systému (Bischoff et al. 2012).

Podle Vaňka et al. (2007) kořeny plní nepostradatelnou roli ve vývoji rostlin. Upevňují rostliny v půdě, ale jejich hlavním úkolem je čerpat z půdy živiny a vláhu. Na příjmu živin kořeny se podílí všechny mladé části kořenů a zejména kořenové vlášení. Rostliny přijímají většinu potřebných živin kořeny ve formě iontů. Důležité je, aby živiny byly v blízkosti kořenů. Toho lze nejlépe docílit přítomností živin v půdním roztoku, který doplňuje tzv. hmotovým tokem, vodu odčerpanou kořeny.

Tvorba kořenů je významně ovlivněna fyzikálně-chemickými vlastnostmi půdy (např. v neprovzdušněné půdě je jejich tvorba omezena). Vývoj kořenového systému a příjem živin kořeny lze ovlivnit umístěním hnojiva do půdy, tzv. do depa, spolu s hlubokým kypřením cca do 250 mm (Bischoff et al. 2012).

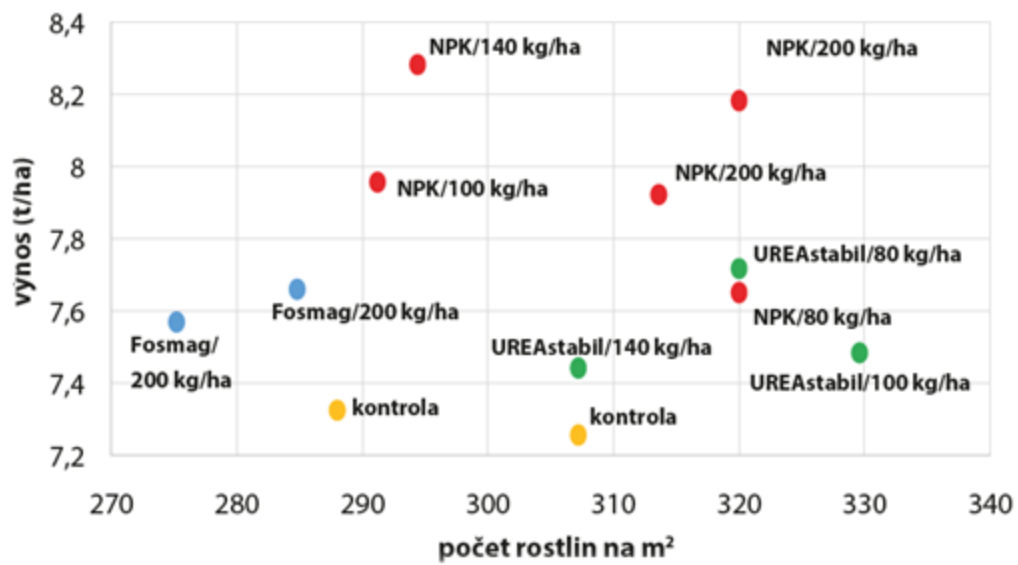
Podle Branta et al. (2016) lze kypření spojené s uložením hnojiva při setí rozdělit na dvě metody. První představuje celoplošné zpracování půdy a diferenciované hnojení do zón budoucího rozvoje kořenů. Druhý způsob využívá hloubkově diferenciovaného zpracování

půdy a ukládání hnojiva do rýhy, kterou vytváří kypřicí nástroj. Diferenciované hnojení a kypření se úspěšně uplatňuje především u širokořádkových plodin nebo u řepky. V současné době se tyto systémy začínají využívat i u obilnin. Při pěstování obilnin s roztečí řádků do 150 mm je z hlediska eliminace utužení půdy mezi kypřícími a zároveň přihnojovacími radlicemi a z důvodu průchodnosti kypřicí sekce radlic pro půdu a rostlinné zbytky kypření prováděno do meziřádku, většinou ob jeden meziřádek viz Obrázek 1. Tímto způsobem je každý řádek s obilninou ovlivněn kypřením shodným způsobem a zároveň dochází i k rovnoměrnému čerpání živin z uloženého hnojiva. Hloubka kypření se u těchto systémů může zpravidla pohybovat v rozmezí 80 až 200 mm. S hloubkou kypření je ovlivněna i hloubka uložení hnojiva.



Obrázek 1: Technologie výsevu obilniny do řádku s hnojením ob řádek (Brant et al. 2016).

Důležitá je podle Branta et al. (2017) volba správného druhu hnojiva a jeho optimální dávka. Na podzim 2015 byly založeny pokusné plochy s aplikací rozdílných hnojiv (UREAstabilR, NPK 11-7-7 a Fosmag) v rozdílných dávkách. U jednotlivých variant se lišily i nastavené výsevky. Nejvyšší výnosy byly stanoveny na plochách s aplikací NPK (Graf 1). Fosmag ani UREAstabilR k navýšení výnosu vůči kontrole bez zonální aplikace do meziřádku výrazně nepřispěly.

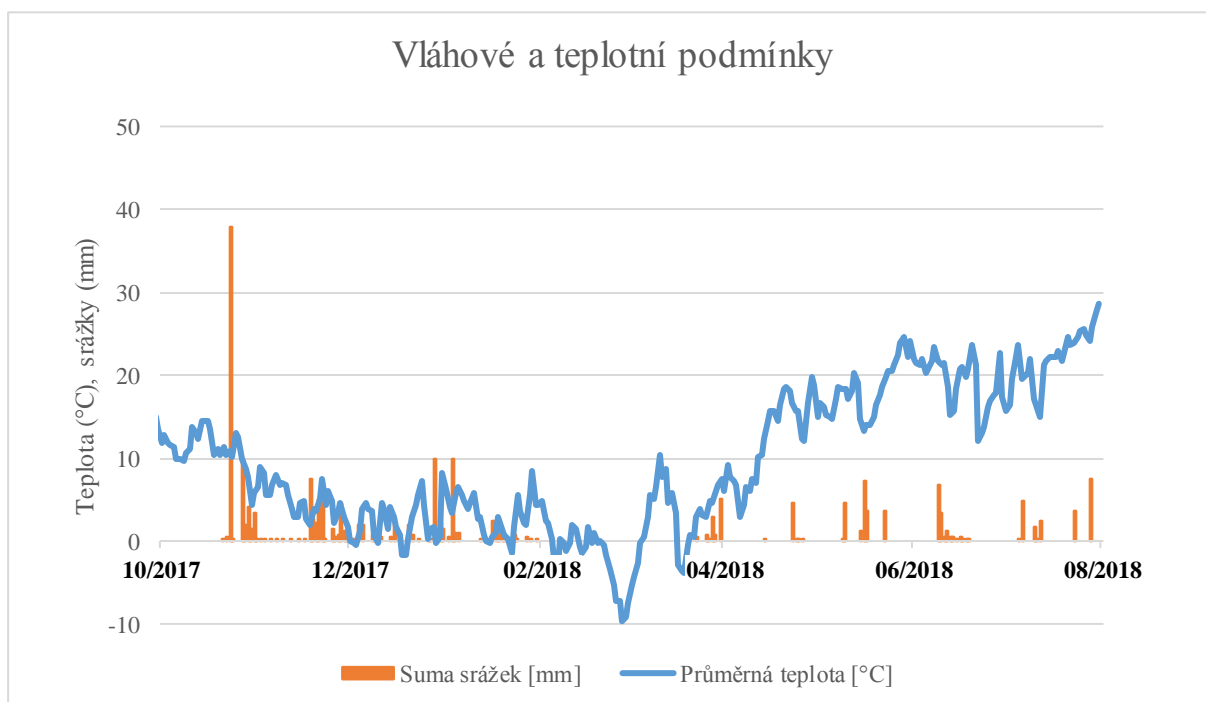


Graf 1: Výnos ozimé pšenice v závislosti na počtu rostlin na jednotku plochy a dávce a druhu minerálního hnojiva (Brant et al. 2017).

4 Metodika

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Přesné polní pokusy byly založeny na podzim roku 2017 na lokalitě Budihostice, GPS koordináty 50°19'2.723"N, 14°15'7.999"E. Z hlediska půdní klasifikace se na pokusných pozemcích jednalo o kambizem. Průběh vláhových a teplotních podmínek během vegetace ukazuje Graf 2. Za období vegetace činil celkový úhrn srážek 237 mm. Naměřena byla průměrná denní teplota 9,85 °C.



Graf 2: Průběh teplot a srážek na pokusných plochách v lokalitě Budihostice v období vegetace

(http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Budihostice._o_Leti%C5%A1t%C4%9B.Sazen%C3%A1_p_.CZUFAPPZ.html)

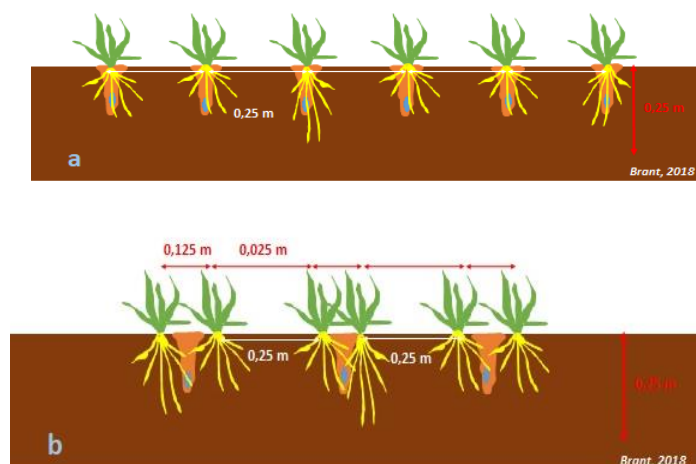
4.2 Metodika pokusu

Na podzim roku 2017 byly ve spolupráci s firmami Farnet a.s. a Selgen a.s. založeny porosty ozimé pšenice modulárním pokusným secím strojem pro zonální kypření a hnojení od firmy Farnet (Obrázek 2). Hloubka setí byla nastavena pro všechny varianty na 25 mm.



Obrázek 2: Modulární pokusný secí stroj od firmy Farnet

Předplodinou byla řepka olejka, po jejíž sklizni byla provedena podmítka. Jako základní zpracování půdy byla na celém pozemku provedena orba do hloubky 0,23 m. Před setím byla provedena příprava pozemku kombinovaným kypřičem do hloubky 0,05 m. Velikost pokusných parcel byla 1,5 m x 50 m. Výsev byl proveden dne 16.10. 2017. Osivo bylo vyseto do řádků s roztečí 0,25 m a se střídavou roztečí řádků 0,25 a 0,125 m (Obrázek 3).



Obrázek 3: Schéma založení porostů ozimých pšenic do řádků s roztečí 0,25 m se zonálním hnojením přímo pod řádek (a) a při využití střídavé rozteče se zonálním kypřením a hnojením do meziřádku užšího dvojřádku (b) (Brant 2018)

Během zakládání porostů bylo provedeno zonální kypření pod set'ovým ložem do hloubky 0,12 – 0,14 m se zonální aplikací hnojiva NPK 7- 20- 20, a to v dávce 100 nebo 86 kg/ha. Do hodnocení byly zahrnuty tři odrůdy ozimé pšenice: Julie, Turandot a Penelope. Charakteristika použitých odrůd je uvedena v Tabulce 2.

Tabulka 2: Charakteristika použitých odrůd (Selgen 2018)

Odrůda	Julie	Turandot	Penelope
Ranost	raná	poloraná	poloraná
Délka rostlin	střední	střední	střední
Odolnost poléhání	střední	střední	střední
Mrazuvzdornost	vysoká	vyšší	vysoká
K obilní předplodině	středně citlivá	středně citlivá	středně citlivá
K pozdnímu výsevu	tolerantní	tolerantní	tolerantní
Výsevek (MKS/ha)	3,5 - 4	4	3,5 – 4,5
Potřeba morforegulátoru	střední	střední	střední
Jakost	E	A	A

U každé odrůdy byly založeny pokusné parcely se dvěma výsevkami, a to 150 a 200 semen na m². Kontrolní varianta byla vyseta na stejném pozemku a byla založena s roztečí řádků 0,125 m.

Během setí nebylo provedeno zonální kypření ani uložení hnojiva do depa. Výsevek byl nastaven na hodnotu 240 semen na m². Popis založených variant je uveden v Tabulce 4.

Během vegetace byly porosty přihnojeny třemi dávkami dusíkatých hnojiv. Jako regenerační hnojení bylo aplikováno hnojivo LAV 27 v termínu 16.2. 2018, jehož dávka byla 200 kg/ha. Jako produkční hnojení bylo aplikováno hnojivo DAM 390 v termínu 23.4. 2018 v dávce 180 l/ha a 15.5. 2018 v dávce 150 l/ha. Množství aplikovaného hnojiva na plochu bylo pro všechny varianty stejné.

Přípravky na ochranu rostlin a listová hnojiva byly aplikovány na všechny varianty ve stejném složení i dávce jako hnojiva. Seznam s termínem aplikace je uveden v Tabulce 3.

Tabulka 3: Seznam všech přípravků na ochranu a hnojiv aplikovaných během vegetace

termín aplikace	druh přípravku	přípravek	dávka
20.10. 2017	hnojivo	Retafos prim	5 l/ha
16.2. 2017	hnojivo	LAV 27	200 kg/ha
26.10. 2017	hnojivo	N-fenol mix	0,2 l/ha
16.4. 2018	herbicide	Starane	0,35 l/ha
	herbicide	Biplay	43 g/ha
	reg. růstu	Stabilan	1,5 l/ha
23.4. 2018	hnojivo	DAM 390	180 l/ha
3.5. 2018	fungicide	Boogie	1 l/ha
	insekticide	Nurelle D	0,6 l/ha
	reg. růstu	Fixator	0,4 l/ha
15.5. 2018	hnojivo	DAM 390	150 l/ha
22.5. 2018	insekticide	Decis mega	0,12 l/ha
5.6. 2018	hnojivo	NanoFYT Si	0,3 l/ha
	fungicide	Prosaro X	0,75 l/ha

Na začátku dubna (3.4.2018) byl na hodnocených variantách stanoven počet rostlin na m² a počet odnoží na rostlinu. Rostliny byly odebrány z řádku v délce 0,5 m v 5 opakováních u každé varianty. Jednotlivé odběry u každé varianty byly rozmístěny úhlopříčně na pokusné ploše.

Další hodnocení bylo provedeno před sklizní pokusných ploch, a to 29.6. 2018. V tomto období byl stanoven počet klasů na m², počet klasů na rostlinu a počet zrn v klasu. Počet klasů byl hodnocen vždy na ploše 0,25 m² v 5 opakováních u každé varianty rozmístěných úhlopříčně na pokusné parcele. Pro hodnocení počtu klasů na rostlině bylo odebráno z každé varianty 50 rostlin úhlopříčně po pokusné parcele. U jednotlivých rostlin byl stanoven počet klasů na rostlině. Jednotlivé klasy z 50 odebraných rostlin byly seřazeny podle velikosti a každý desátý byl vybrán pro stanovení počtu zrn v klase.

Poslední hodnocení proběhlo v době sklizně porostu (20.7.2018), kdy byla hodnocena objemová hmotnost (g/l), HTZ (g) a čistý výnos suchého zrna (t/ha, 100 % čistota a 100 % sušina). Při sklizni byla každá varianta rozdělena do 4 pseudoopakování o délce 10 m. Na těchto úsecích proběhla sklizeň maloparcelkovou sklízecí mlátičkou o záběru 1,5m. Z každého posečeného transektu byl stanoven výnos zrna. Ze sklizeného vzorku byly odebrány průměrné vzorky pro stanovení vlhkosti zrna, čistoty a stanovení objemové hmotnosti.

Tabulka 4: Popis jednotlivých variant založeného pokusu

Varianta	Odrůda	Výsevek (semena/m ²)	Hnojení (kg/ha)	Rozteč řádků (mm)
1	Julie	150	100	250
2	Julie	150		250
3	Julie	200	100	250
4	Julie	200		250
5	Julie	200	100	125 - 250 - 125
6	Julie	200	86	125 - 250 - 125
7	Julie	240		125
8	Turandot	240		125
9	Turandot	150	100	250
10	Turandot	200	100	250
11	Turandot	200		250
12	Penelope	200	100	250
13	Penelope	200		250

Statistické vyhodnocení bylo zpracováno pomocí programu Statgraphics®Plus, jednoduchou analýzou rozptylu (ANOVA), Tukey, $\alpha = 0,05$.

Pro kalkulaci ekonomických nákladů byly použity ceny pracovních operací vycházející z tržních cen v rámci služeb a ceny přípravků kopírují průměrné ceny produktů v produktových katalozích výrobců pro podzim 2017 a jaro 2018. Do ceny není započítán nájem pozemků a daň z nemovitosti. Prodejní cena čistého zrna pšenice byla stanovena na 4 000 Kč/t.

5 Výsledky

5.1 Vybrané biometrické charakteristiky

5.1.1 Skutečný počet rostlin po přezimování

Tabulka 5 uvádí skutečné počty rostlin u jednotlivých variant po přezimování. Z těchto údajů lze odvodit strukturu porostu. Rozdílné hodnoty skutečného počtu jedinců a výsevku v počtu semen na plochu jsou dány systémem nastavení výsevku, který se provádí přepočtem z MKS, a nastavením množství v kg/ha, nikoliv nastavením přesného počtu semen na jednotku plochy.

Tabulka 5: Skutečný počet rostlin po přezimování. Hodnocení bylo provedeno 3.4. 2018. Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4

Odrůda	Julie							Turandot				Penelope	
Varianta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Počet vyšetřovaných semen	150	150	200	200	200	200	240	240	150	200	200	200	200
Počet rostlin na m ²	166	146	179	144	207	211	298	294	176	182	195	210	153

5.1.2 Počet odnoží na rostlinu

Stanovené počty odnoží na rostlinu jsou uvedeny v Tabulce 6. Na začátku dubna (3.4.2018) se počet rostlin na pokusných plochách s roztečí řádků 250 mm a střídavou roztečí řádků 125 – 250- 125 mm pohyboval u odrůdy Julie (dle varianty výsevu) v rozmezí od 145 do 200 rostlin na m². U odrůdy Turandot v rozmezí 170 – 190 rostlin na m². U odrůdy Penelope, kde byly zvoleny vyšší výsevky, činil počet rostlin na m² v průměru 205 ks. Nejvyšší odnožovací schopnost vykazovala odrůda Turandot (Obrázek 4), poté Julie a následně Penelope.

Počet odnoží v době sloupkování je nutné porovnat s počtem klasů v období sklizně (Tabulka 7), kdy byly počty klasů u kontrolních variant 7 a 8 nižší než u variant setých do řádků s roztečí 250 a uložením hnojiva do depa. Odnože u kontrolních variant tedy byly redukovány. Tento výsledek poukazuje na to, že u rostlin setých do řádků s roztečí 250 mm a hnojením do depa nedocházelo k významné redukci odnoží.

Tabulka 6: Počet odnoží na rostlin po přezimování. Hodnocení bylo provedeno 3.4. 2018. Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

Odrůda	Julie							Turandot				Penelope	
Varianta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Počet odnoží na rostlinu	2,1	2,2	2,2	2,3	1,3	1,3	2,5	3,8	3,6	3,4	3,0	2,9	2,1



Obrázek 4: Porosty odrůdy Turandot založené konvenčním způsobem (vlevo, řádky 0,125 m, bez zonálního hnojení, 295 rostlin na m²) a s řádky 0,25 m (vpravo, zonální hnojení NPK, 175 rostlin na m²) – 28.4.2018 (Brant 2018).

5.1.3 Počet klasů na rostlinu

Tabulka 7: Stanovené počty klasů na rostlinu v době sklizně 29.6.2018. Rozdílné indexy v rámci řádků dokumentují statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha=0.05$ (ANOVA, Tukey). Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4

Odrůda	Julie							Turandot				Penelope	
Varianta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Klasů na rostlinu	2,35 a	3,2 a	3,1 a	3,25 a	2,25 a	2,45 a	2,6 a	3 a	3,4 a	2,65 a	3 a	3,5 b	2,45 a

5.1.4 Počet zrn v klase

Hodnocení počtu zrn v klase je uvedeno v Tabulce 8. Vyšší počet zrn v klase byl statisticky prokazatelný u variant nehnojených do depa u odrůdy Julie a Turandot. U odrůdy Penelope byl také vyšší počet zrn v klase u varianty bez hnojení, ale statisticky neprůkazný.

Tabulka 8: Stanovené průměrné počty zrn v klasu na rostlinu v době sklizně 29.6.2018. Rozdílné indexy v rámci řádků dokumentují statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha=0.05$ (ANOVA, Tukey). Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

Odrůda	Julie							Turandot				Penelope	
Varianta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Počet zrn v klase (ks)	60,6 cd	68,3 d	46,1 ab	56,9 bcd	52,7 abc	53,3 abc	40,1 a	39,4 a	35 a	46,3 a	69,6 b	69,4 a	71,5 a

5.1.5 Hmotnost tisíce zrn

Tabulka 9 uvádí HTZ jednotlivých variant. Rozdíly jsou patrné pouze v rámci jednotlivých odrůd. Rozdíly u různých technologií pěstování jsou statisticky neprokazatelné. Je tedy patrné, že ověřované technologie pěstování pšenice nemají vliv na HTZ.

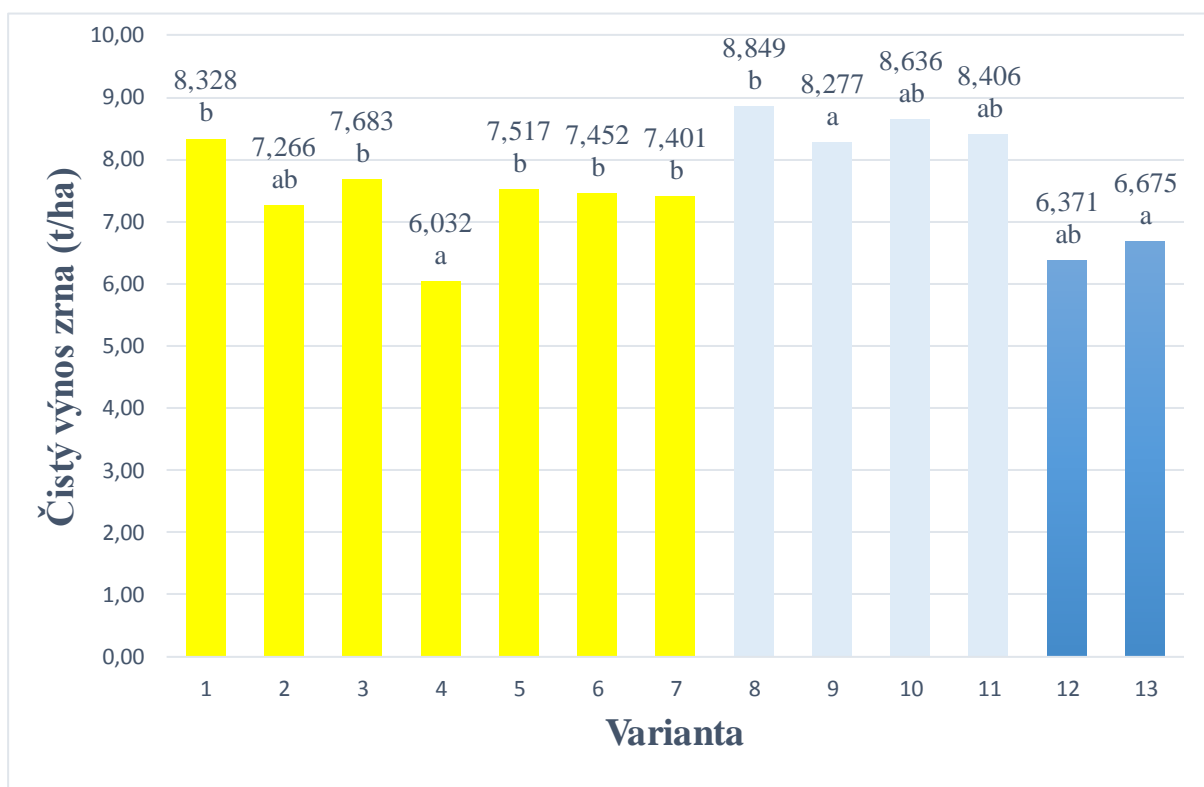
Tabulka 9: Stanovená průměrná hmotnost tisíce zrn v době sklizně 29.6.2018. Rozdílné indexy v rámci řádků dokumentují statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha=0.05$ (ANOVA, Tukey). Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

Odrůda	Julie							Turandot				Penelope	
Varianta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
HTZ (g)	50,8 ab	50,3 ab	49,1 a	49,6 a	49,9 ab	50,6 ab	49,5 a	52,3 c	53,4 c	53,4 c	54,5 c	49,5 a	50,8 ab

5.2 Výnos zrna

Výnos čistého zrna při sklizni dokumentuje Graf 3. U odrůdy Julie byl nejvyšší výnos stanoven ve variantě 1 s výsevkem 150 rostlin na m² a přihnojením dávkou hnojiva při setí 100 kg/ha. Nejnižšího výnosu dosáhla varianta 4, u které nebylo uloženo hnojivo při setí. Rozdíl mezi těmito variantami je statisticky prokazatelný. V porovnání s kontrolní variantou 7 byl výnos na variantách setí pšenice do řádků s roztečí 250 mm a uložením hnojiva při setí vyšší, ale byl vyhodnocen jako statisticky neprokazatelný.

U odrůdy Turandot bylo dosaženo největšího výnosu u kontrolní varianty 8. Při použití technologie setí do řádků 250 mm a výsevku 200 rostlin m² byl výnos nižší, ale rozdíl není statisticky prokazatelný. Varianta 9, která byla založena se 150 semeny na m² a roztečí řádků 250 mm, měla i přes aplikaci hnojiva při setí ve srovnání s kontrolní variantou statisticky prokazatelně nižší výnos.



Graf. 3: Čistý výnos zrna stanovený při sklizni 20.7. 2018. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha=0.05$ (ANOVA, Tukey). Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

5.3 Reakce jednotlivých odrůd na technologii pěstování

V Tabulce 10 je uvedeno srovnání čistého výnosu hnojených a nehnojených variat při setí. U všech variant byl shodně nastavený výsev na 200 rostlin/m². U odrůdy Julie a Turandot byl naměřen vyšší výnos u variant s aplikací hnojiva při setí. Pozitivní vliv hnojení u odrůdy Julie je statisticky významný. Odrůdy Penelope a Turandot nevykazují statisticky významnou reakci na aplikaci hnojiva.

Tabulka 10: Porovnání výnosu čistého zrna u jednotlivých odrůd při výsevku 200 semen/m² s aplikací hnojiva a bez aplikace hnojiva při setí. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha=0.05$ (ANOVA, Tukey).

	Julie		Turandot		Penelope	
Hnojení (kg/ha)	0	100	0	100	0	100
Výnos (t/ha)	6	7,7	8,4	8,6	6,7	6,4
	a	b	a	a	a	a

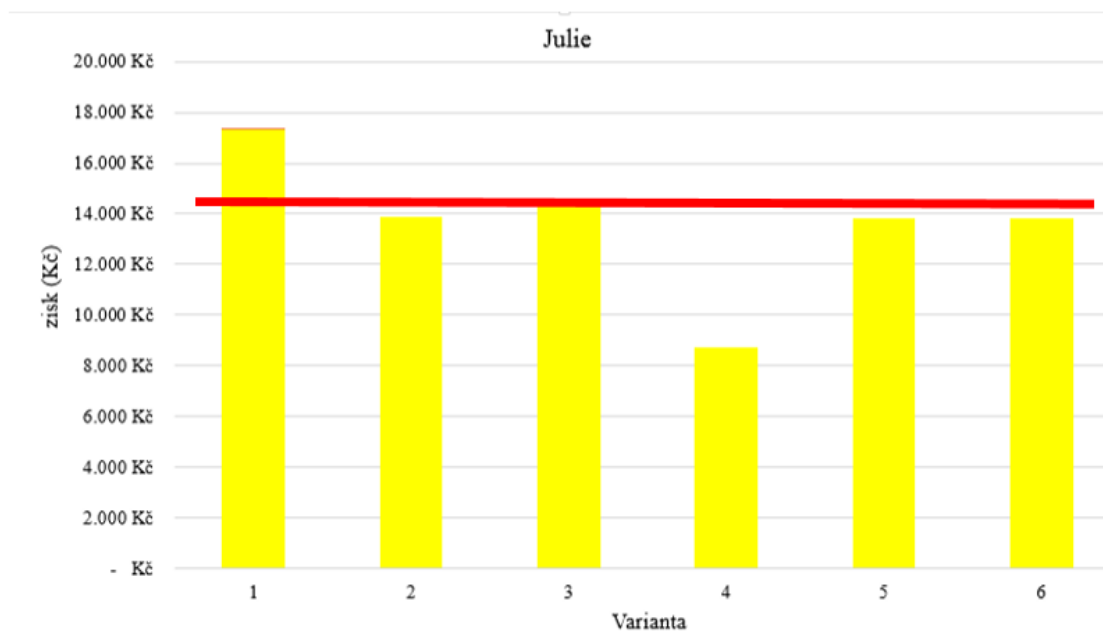
5.4 Ekonomické zhodnocení jednotlivých technologií

Náklady na jednotlivé technologie ověřované v pokusu jsou uvedené v Tabulce 11. Zisk byl stanoven odečtením přímých nákladů od příjmů. Do ceny není započítán nájem z pozemků, daň z nemovitosti a režijní náklady.

V Grafu 4 je porovnán zisk z jednotlivých technologií zakládání porostů pšenice. Jednotlivé technologie jsou porovnávány s kontrolní variantou, která představovala klasickou technologii zakládání porostu. U variat 2 a 4, u kterých nebylo aplikováno hnojivo, a varianty 5, 6, u kterých sice bylo aplikováno hnojivo, ale byly založeny se střídavou roztečí řádků 250 mm a 125 mm, byl zisk nižší než u kontrolní varianty. S nejvyšším ziskem vyšla technologie 1, a to z důvodu nejvyššího výnosu zrna a zároveň úspore na množství vysetého osiva.

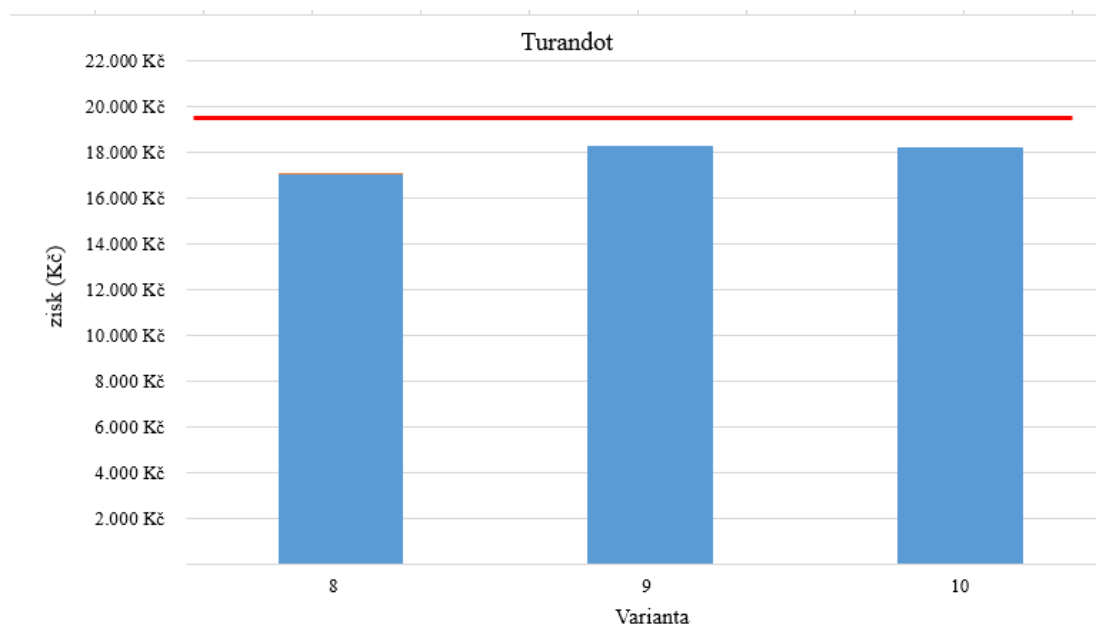
Tabulka 11: Kalkulace ekonomických nákladů na jednotlivé varianty pokusu. Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4

Odrůda	Julie												Turandot					Penelope		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13							
Varianata																				
Podmítka (Kč/ha)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Orba (Kč/ha)	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Předsetová příprava (Kč/ha)	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
Setí (Kč/ha)	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
Osivo (milión semen/ha)	1,5	1,5	2	2	2	2	2,4	2,4	2,4	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Osivo (Kč)	622	622	829	829	829	829	995	1049	1049	656	874	874	874	874	874	874	874	874	874	874
Hnojivo při setí (t)	0,1		0,1		0,1	0,086				0,1										0,1
Hnojivo (Kč)	850		850		850	731				850										850
POR + hnojiva (Kč/ha)	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085	9085
Aplikace rozmetání 1x 280 (Kč/ha)	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
Aplikace postřik 8x 240 (Kč/ha)	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920
Cena za technologii	16017	15167	16224	15374	16224	15955	15390	15594	16051	16269	15419	16230	16230	15380						
Výnos (Kč)	8,33	7,27	7,68	6,03	7,52	7,45	7,40	8,85	8,28	8,64	8,41	6,37	6,37	6,68						
Příjem (Kč)	33311	29064	30734	24128	30068	29807	29606	35395	33109	34544	33622	25483	25483	26701						
Zisk (Kč)	17294	13897	14510	8754	13844	13852	14216	19801	17058	18275	18203	9253	9253	11321						



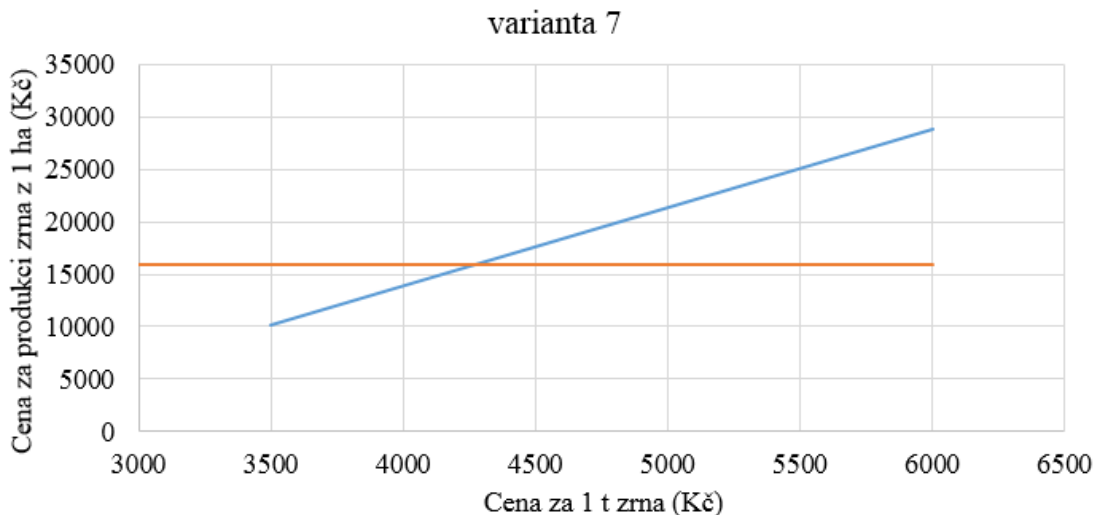
Graf 4: Zisk u jednotlivých variant u odrůdy Julie v porovnání s kontrolní variantou 7, kterou v grafu zobrazuje červená přímka. Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

U odrůdy Turandot byl zisk u ověřovaných technologií (8,9,10) nižší než u kontrolní varianty založené klasickou technologií, což dokládá Graf 5.

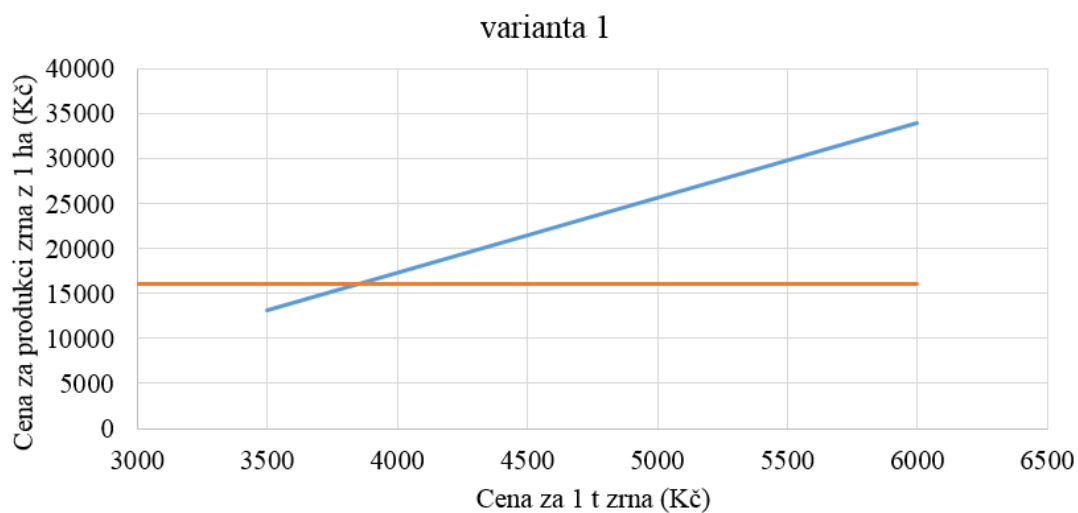


Graf 5: Zisk u jednotlivých variant odrůdy Turandot v porovnání s kontrolní variantou, kterou v grafu zobrazuje červená přímka. Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

Ekonomickou efektivitu technologie lze odhadnout z Grafů 6 a 7. Tyto grafy dokládají cenu produkce čistého zrna z jednoho hektaru při dosažených výnosech na hodnocených variantách 1 a 7 (kontrola) u odrůdy Julie v závislosti na výkupní ceně zrna v Kč/t. Varianta 1 byla vybrána z důvodu dosažení nejvyššího výnosu a byla srovnána s kontrolní variantou 7, která vychází z klasické technologie pěstování ozimé pšenice. Grafy dokládají, že varianta 1 je efektivnější a k zaplacení nákladů na technologii dojde zhruba při ceně za tunu zrna pšenice o 800 Kč nižší.



Graf 6: Cena produkce čistého zrna pšenice z jednoho hektaru při dosaženém výnosu 7,4 t u varianty 7 v závislosti na výkupní ceně pšenice v Kč/t. Červeně je vyznačena hladina nákladů na 1 ha porostu (15 390 Kč). Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.



Graf 7: Cena produkce číseho zrna pšenice z jednoho hektaru při dosaženém výnosu 8,3 t/ha u varianty 1 v závislosti na výkupní ceně pšenice v Kč/t. Červeně je vyznačena hladina nákladů na 1 ha porostu (16 017 Kč). Jednotlivé varianty jsou popsány v Tabulce 4.

6 Diskuze

V této diplomové práci byly ověřovány nové technologie pěstování pšenice v širších řádcích s aplikací hnojiva při setí. Tato technologie vychází ze známého zařazení pšenice mezi plodiny, které mají vysokou autoregulační schopnost. Proto byly do pokusu zařazeny výsevky v hodnotě 150 a 200 semen na m². Klasická technologie pěstování ozimé pšenice, která se do dnešní doby používá v praxi, doporučuje výsevky výrazně vyšší, jak uvádí Zimolka et al. (2005), a to 250 až 600 semen na m².

Potenciální schopnost vytvářet vedlejší odnože je u ozimé pšenice velmi vysoká. Odnožování nejvíce podporují faktory, které zpomalují vývoj, tj. diferenciaci vzrostného vrcholu. Jsou to: délka dne (krátký podzimní a jarní den podmiňuje zeslabení apikální dominance hlavního stébla, což stimuluje odnožování), teplota (v našich podmínkách lze považovat za optimální 8 – 15 °C). Dále má podstatný vliv výživa rostlin a intenzita osvětlení (Petr et al. 1980). Z důvodu možné konkurence rostlin v řádcích byl výsevek snižen na 150 a 200 semen na m². Podle výsledků řady pokusů lze považovat za hranici, kdy ještě nedochází k významnému snížení výnosu, 180 rostlin/m². Avšak i při nízké hustotě 100 – 120 rostlin/m² lze dosáhnout úrovně 75 – 80 % výnosového potenciálu, což lze považovat za hospodářsky únosnou hranici pro zachování porostu (Čapek 2012).

Námi ověřované technologie používají rozteč řádků při setí 250 mm, což je dvojnásobná hodnota vůdči klasické technologii, která používá rozteč 125 – 150 mm. Dierauer & Stoppler-Zimmer (1994) poukazují ve svých pokusech na skutečnost, že v ekologickém zemědělství lze u porostů obilnin zvyšovat rozteč řádků maximálně na vzdálenost 0,2 m bez snížení výnosu. U našeho pokusu nedošlo k prokazatelnému snížení výnosu i přes rozteč řádků 250 mm, je nutné brát v potaz, že náš pokus byl prováděn v konvenčním režimu a byly aplikována průmyslová hnojiva.

Rizikem setí do širších řádků může být podle Olsena et al. (2005) vyšší riziko zaplevelení. Ve svých pokusech zkoumali vliv systému založení porostu na zaplevelení. Setí porostů do řádků společně s nižším výsevkem vedlo k výraznému zvýšení rizika zaplevelení porostu. Z těchto důvodů je nutné zvolit včasné a kvalitní herbicidní ošetření. Podle výsledků pokusů (Korres & Freud-Williams 2002) má kladný vliv na potlačení výskytu plevelů už porost tvořený 125 – 270 rostlinami na m², což splňovali všechny naše varianty.

Výsledky našeho pokusu dokazují, že ověřované technologie dosahují srovnatelných výsledků s klasickou technologií, kterou v pokusu zastupovaly kontrolní varianty 7 a 8. Při nízkém počtu vysetých jedinců je důležité, aby byla zajištěna jejich kvalitní výživa, která byla podpořena uložením hnojiva spojeným s kypření půdy při zakládání porostů. Tím byl zajištěn optimální rozvoj kořenového systému, což způsobilo, že u těchto variant nedošlo k redukci odnoží. Tento jev potvrzuje Bischoff et al. (2012), kteří ve svých pokusech zjistili, že aplikace hnojiva do depa spojená s pásovým kypřením půdy umožňuje lepší tvorbu kořenového systému a lepší výživný stav rostlin.

Přímým vlivem hnojení do depa na výnosotvorné prvky a celkový výnos se zabývalo jen minimální množství prací. Většina publikovaných vědeckých prací je věnována vlivu hnojení během zakládání porostů na tvorbu a architekturu kořenového systému a růst nadzemní biomasy. Wei et al. (2015) ve svém dvouletém pokusu porovnávali vliv hloubky uložení hnojiva na výnos u řepky olejné, maximálně však do hloubky 150 mm. Gulham et al. (2004) porovnávali v jednoletém pokusu vliv aplikace hnojiva povrchově a do depa na výnos pšenice. Rozdíl ve výnosu byl 0,14 t/ha ve prospěch varianty hnojené do depa.

V pokusu byly hodnoceny 3 odrůdy a každá reagovala na ověřované technologie jinak, a to z důvodu rozdílných vlastností odrůd. Každá odrůda vytváří výnos odlišnými prvky, což potvrzují Horáková et al. (2015), kteří odrůdy rozlišují na tvořící výnos produktivitou klasu, počtem klasů na m², počtem zrn na m² a kompenzační typ.

Při zvolení vhodné odrůdy pro tuto technologii, jako je podle výše uvedených výsledků odrůda Julie, je možné snížením výsevu až na 150 semen na m² ušetřit významné množství osiva, což vede nejen ke snížení nákladů, ale i ke zvýšení výkonnosti strojů při zakládání porostů, což potvrzují výsledky Branta et al. (2018), kteří ověřovali setí ozimé pšenice na přesný počet jedinců na plochu. Podle jejich výsledků lze v řepařské oblasti dosáhnout výnosů srovnatelných s klasickou technologií i se 100 až 250 rostlinami na m².

Zavádění nových technologií v zemědělství často naráží na značnou konzervativnost oboru, způsobenou vysokou pořizovací cenou moderních strojů, které jsou nezbytné pro zavádění nových technologií do provozu. Další překážkou je obecná nedůvěra uživatelů v nové technologie. Finanční náročnost zavádění nových technologií může být velmi vysoká (Javůrek & Vach 2008; Kovaříček et al. 2014).

Vývoj porostů se bude vždy odvíjet od půdních a povětrnostních podmínek během vegetace panujících v dané lokalitě. Proto je na místě doporučit opakování pokusů v dalších letech a rozdílných půdních a povětrnostních podmínkách. Dále by bylo vhodné zařadit do pokusů více odrůd z důvodu jejich odlišné reakce na nové technologie pěstování.

7 Závěr

Z dosažených výsledků lze vyvodit tyto závěry:

1. Výnos zrna u technologie zakládání porostů pšenice do širších řádků spojené s aplikací hnojiva je srovnatelný s konvenční technologií pěstování ozimé pšenice.
2. Z hlediska struktury porostu ozimé pšenice lze za zcela vyhovující považovat rozteč řádků 250 mm.
3. Uložení hnojiva při zakládání porostu má pozitivní vliv na zkoumané biometrické charakteristiky.
4. Reakce odrůd na technologie pěstování pšenice v širších řádcích jsou odlišné, každá odrůda může reagovat jinak.
5. Při volbě vhodné odrůdy lze dosáhnout technologií pěstování pšenice v širších řádcích většího zisku ve srovnání s klasickou technologií.

Doporučení pro praxi:

Na základě předkládaného pokusu lze technologii pěstování pšenice v širších řádcích doporučit. Využití nižšího výsevku znamená úsporu osiva, což vede nejen ke snížení nákladů, ale i ke zvýšení výkonnosti souprav při zakládání porostů. Při použití této technologie je nutné přikládat velkou pozornost výběru vhodné odrůdy. Odrůda musí být vhodná pro technologii pěstování v širších řádcích, ale také by její výběr měl respektovat podmínky stanoviště, na kterém bude pěstována.

8 Literatura

- Babulicová M, Malovcová L, Švančárková M. 2016. Vliv zaradenia prerušovacích plodín do dlhodobého pestovania pšenice letnej formy ozimnej. Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany.
- Baier J, Baierová V. 1985. Abeceda výživy rastlín a hnojení. Statní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Bischoff J, Hermann W, Bauer B. 2012. Strip-Till: Mit Streifen zum Erfolg. DLG-Verlag. Frankfurt am Main
- Bittner V. 2009. Škodlivé organizmy pšenice. Kurent. České Budějovice
- Brant V, Kroulík M, Zabranský P, Škeříková M, Nýč M. 2017: Zonální hnojení obilnin. Úroda **65** : 14–18.
- Brant V, Kroulík M, Zabranský P, Škeříková M. 2016 Nižší výsevky a zonální aplikace hnojiv při pěstování obilnin jako základ precizního zemědělství. Agrojournal. Available from: <https://www.agrojournal.cz/clanky/nizsi-vysevky-a-zonalni-aplikace-hnojiv-pri-pestovani-obilnin-jako-zaklad-precizniho-zemedelstvi-135> (accessed February 2019).
- Brant V, Kroulík M, Šmoger J, Zabranský P, Škeříková M, Krček V, Kunte J. 2018. Pěstební systémy ozimé pšenice. Úroda **66** : 14–16.
- Buráňová Š, Černý J, Mítura K, Lipínska KJ, Kovářik J, Balík J. 2016. Effect of Organic and Mineral Fertilizers on Yield Parameters and Quality of Wheat Grain. Scientia Agriculturae Bohemica. **47**: 47 - 53.
- Bushong JT, Arnall DB, Raun WR. 2014. Effect of preplant irrigation, nitrogen fertilizer application timing, and phosphorus and potassium fertilization on winter

wheat grain yield and water use efficiency. *International Journal of Agronomy*. **14**: 11-12.

- Czyczyło-Mysza I, Tyrka M, Marcińska I, Skrzypek E, Karbarz M, Dziurka M, Quarrie SA. 2013. Quantitative trait loci for leaf chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll and carotenoid contents in relation to biomass and yield in bread wheat and their chromosome deletion bin assignments. *Molecular Breeding* **32**: 189-210.
- Čapek J. 2012. Doporučení k současnému stavu ozimích pšeníc po přezimování. Šlechtitelské listy, Troubsko. Available from: <http://www.druvod.cz/news9-51.html> (accessed February 2019).
- Černý J, Shejbalová Š, Kovářík J, Kulhánek M. 2014. Předset'ové a podzimní hnojení ozimé pšenice. Agromanuál. Available from: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/predsetove-a-podzimni-hnojeni-psenice-ozime.html> (accessed February 2019).
- Dierauer HU, Zimmer HS. 1994. Unkrautregulierung ohne Chemie Taschenbuch. Ulmer. Stuttgart.
- Estler M. 1996. Praktische Bodenbearbeitung. DLG-Verlags-GmbH. Frankfurt am Main.
- Faměra O. 1997. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky. Praha.
- Feil B. 2001. Pflanzenproduktion in lebenden Mulchen - eine Übersicht. Pflanzenbauwissenschaften. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co **5**: 15–23.
- Good AG, Shrawat AK, Muench DG. 2004. Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production? *Trends in Plant Science* **9**: 597 - 605.
- Goulding K. 2000. Nitrate leaching from arable and horticultural land. *Soil Use and Management* **16**:145 - 151.

- Gulham Y, Yassen M, Mehboob I, Ahmad N. 2004. Effect of Phosphorus Application Methods on P use Efficiency and Yield of Wheat. *Journal of Agricultura Research*. **42**: 12-16.
- Hiltbrunner J. 2005. Unkrautregulierung mit Lebendmulchen - zwischen Idee und Praxisreife. FAL-Tagung vom Freitag, 14. Januar 2005. Unkrautbekämpfung – Neue Technologien, reduzierter Herbizideinsatz und Alternativen. 1–4.
- Horáková, V., Dvořáčková, O., Mezlík, T. 2015. Seznam doporučených odrůd 2015: Pšenice ozimá, ječmen jarní, ješmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý, hrách polní. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. Brno.
- Hosnedl V. 2008. Pšenice – od genomu po rohlík. Nakladatelství Kurent, s.r.o. České Budějovice.
- Hůla J, Procházková B, Kovaříček P, Dovrtěl J, Abrham Z, Neudert L, Hartman I, Mayer V, Vlášková M. 2004. Minimalizační a půdoochranné technologie. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha. Praha.
- Hýža V. 1981. K problematice územní specializace pěstování potravinářské pšenice v ČSSR. *Rostlinná výroba* **27**: 305 - 314.
- Chien SH, Prochnow LI, Cantarella H. 2009. Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. *Advances in Agronomy*. **102**: 268 - 322.
- Jones J. 2002. *Agronomic handbook: management of crops, soils, and their fertility*. CRC Press. Boca Raton
- Korres NE, Froud-Williams RJ. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. *Weed Research*. **42**: 417–428.

- Kovaříček P, Hůla J, Abrham Z, Vlášková M. 2014. Systém hospodaření s cílem omezit nežádoucí zhutnění půdy a zvýšit propustnost půdy pro vodu. Uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
- Kumhála F, Heřmánek P, Mašek J, Kvíz Z, Honzík I, Pálová T. 2007. Zemědělská technika - Stroje a technologie pro zemědělskou výrobu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha
- Kůst F, Záruba J. 2018. Situační a výhledová zpráva obilniny. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha
- Malina V. 2013. Hnojení do hloubky. HORSCH Landwirtschaftaus Leidenschaft. Available from: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index848b.html?id=1139&action=news_cz (accessed February 2019).
- Morgan RPC. 2005. Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing. Oxford.
- Novák J, Skalický M. 2017. Botanika. Power Print. Praha
- Olsen J, Kristensen L, Weiner J, Griepentrog HW. 2005. Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat (*Triticum aestivum*). Weed Research **45**:316–321.
- Or D, Ghezzehei TA. 2002. Modelling post-tillage soil structural dynamics: a review. Soil & Tillage Research **64**: 41 - 59.
- Orloff S, Wright S, Ottman M. 2012. Nitrogen management impacts on wheat yield and protein. Pages 103 - 109 in Proceedings, California Alfalfa & Grains Symposium. Sacramento.
- Pánková K, Milec Z, Tomková L, Prášil I, Snape JW. 2011. Vyhledávání a identifikace nových genů a alel ovlivňujících procesy kvetení pšenice pro dosahování vyšších výnosů v době měnícího se klimatu. Úroda (vědecká příloha). **10**: 445 – 454.

- Pessaraki M. 2014. Handbook of Plant and Crop Physiology Third Edition. CRC Press. Boca Raton
- Peterson RF. 1965. Wheat. World Crops Books. New York.
- Petr J, Černý V, Hruška L. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Prokinová E. 2018. Pšenice ozimá – osivo a zdraví porostu. Agromanuál. Praha. **13**: 26-28.
- Prugar, J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČZV. Praha.
- Rasmussen, IS, Dresbøll DB, Thorup-Kristensen K. 2015. Winter wheat cultivars and nitrogen (N) fertilization - Effects on root growth, N uptake efficiency and N use efficiency, European Journal of Agronomy. **68**: 38 - 49.
- Rastija M, Jurica J, Dario I, Vlado K, Domagoj R. 2014. Response of winter wheat to ameliorative phosphorus fertilization. 49th Croatian and 9th International Symposium on Agriculture. Dubrovnik Croatia. 412 - 415.
- Remeslo VN. 1986. Šlechtění a odrůdová agrotechnika pšenice intenzivního typu. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Rezaei M, Zehtab-Salmasi S, Najafi N, Ghassemi-Golezani K, Jalalikamali M. 2010. Effects of water deficit on nutrient content and grain protein of bread wheat genotypes. Journal of Food Agriculture & Environment. **8**: 535 - 539.
- Römheld, V., Kirkby, E. A. 2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant and Soil. **335** (1 - 2). 155 - 180.
- Ryant P, Antošovský J, Škarpa P. 2017. Hnojení ozimé pšenice na jaře. Agromanuál. Praha. **12**: 68-70.

- Spiertz JHJ, Hamer RJ, Xu H; Primo Martin C, Don C. Putten PEL. 2006. Heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) : Effects on grain growth and quality traits. *European Journal of Agronomy* **25**: 89 - 95.
- Stehlová E, Středová H, Hájková L. 2017. Fenologické projevy pšenice ozimé v minulosti a současnosti. Pages 184 - 188 in Hnilička F, editor. *Vliv abiotických a biologických stresorů na vlastnosti rostlin*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.
- Šnobl J, Pulkrábek J. 2007. *Základy rostlinné produkce*. PowerPrint. Praha.
- Špaldon E, Andraščík M, Bechyně M, Belej J, Fric V, Fuciman L, Hruška L, Krausko A, Petr J, Rybáček V, Škula K, Váša F, Votoupal B, Vrzalová J. 1986. *Rostlinná výroba*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Tisdall JM, Adem HH. 1986. Effect of water content of soil and tillage on size distribution of aggregates and infiltration. *Aust. J. Exp. Agric*
- Titi EA. 2002. *Soil tillage in agroecosystems*. CRC press. Boca Raton
- Vach M, Javůrek M. 2011. *Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha.
- Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press. Praha
- Wang CY, Guo, TC, Peng Y, Zhu YJ, Ma DY, Zhang, CJ. 2004. Effect of post-anthesis irrigation on grain quality indices and yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agronomica Sinica*. **30**: 1031 - 1035.
- Wei S, Bo L, Xiaovei L, Xiakun L, Ren T, Cong R, R. 2015. Effect of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient up take and yield of oilseed rape. *European Journal of Agronomy*. **62**: 56-59.
- Yara. 2015. *The Nutrition of Winter Cereals*. Yara UK Limited. Grimsby.

- Zeleke KT, Nendel C. 2016. Analysis of options for increasing wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in south-eastern Australia: The role of irrigation, cultivar choice and time of sowing. *Agricultural Water Management*. **16**: 139 - 148.
- Zimolka J, Edler S, Hřivna L, Jánský J, Kraus P, Mareček J, Novotný F, Richter R, Říha K, Tichý F. 2005. Pšenice- pšsnováltování, hodnocení a užití zrna. Profi press. Praha.