

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Možnosti zlepšení produkčních parametrů a potravinářské
jakosti minoritních druhů pšenice v ekologickém zemědělství

Disertační práce



Doktorand: Ing. Monika Zrcková
Školitel: prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.

Praha 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Možnosti zlepšení produkčních parametrů a potravinářské jakosti minoritních druhů pšenice v ekologickém zemědělství“ vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací a doporučení školitele. Souhlasím se zveřejněním disertační práce dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... Dne.....

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé disertační práce prof. Ing. Ivaně Capouchové, CSc. za ochotu, trpělivost a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří se různým způsobem podíleli na daném výzkumu, a to především Ing. Kateřině Pazderů, Ph.D., Ing. Aleně Škeříkové, Liboru Mičákovi, Ing. Luboši Paznochtovi a Ing. Marii Eliášové.

1	ÚVOD	1
2	CÍLE PRÁCE	4
3	HYPOTÉZY	5
4	LITERÁRNÍ ČÁST	6
4.1	VÝZNAM A VYUŽITÍ MINORITNÍCH, PLUCHATÝCH DRUHŮ PŠENICE V EKOLOGICKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ.....	6
4.1.1	<i>Přednosti pluchatých druhů pšenice a jejich rozšíření v ekologickém zemědělství ČR</i>	6
4.1.1.1	Kvalita pluchatých druhů pšenice	7
4.1.1.2	Pšenice špalda	7
4.1.1.3	Pšenice dvouzrnka	8
4.1.1.4	Pšenice jednozrnka	9
4.2	ŠLECHTĚNÍ MINORITNÍCH DRUHŮ PŠENICE PRO EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ	10
4.2.1	<i>Genetické zdroje minoritních druhů pšenice a jejich využití ve šlechtění</i>	10
4.2.2	<i>Uchovávání genetických zdrojů rostlin</i>	11
4.2.3	<i>Metody šlechtění v ekologickém zemědělství</i>	12
4.2.3.1	Využití metody „participatory breeding“ ve šlechtění	15
4.3	IDEOTYP ODRŮD PŠENICE VHODNÝCH PRO EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ	17
4.4	FUZARIÓZY KLASU A JEJICH VÝSKYT U MINORITNÍCH DRUHŮ PŠENICE	19
4.5	VOLBA VÝSEVKU MINORITNÍCH DRUHŮ PŠENICE	23
4.5.1	<i>Pšenice špalda</i>	25
4.5.2	<i>Pšenice dvouzrnka</i>	26
4.5.3	<i>Pšenice jednozrnka</i>	27
4.6	VYUŽITÍ BIOLOGICKÉHO OŠETŘENÍ OSIVA MINORITNÍCH DRUHŮ PŠENICE	27
5	METODY A MATERIÁL	33
5.1	CHARAKTERISTIKA POKUSNÉHO STANOVIŠTĚ.....	33
5.1.1	<i>Obsah přístupných živin v půdě</i>	33
5.1.2	<i>Průběh povětrnostních podmínek za pokusné období</i>	35
5.2	PŘEHLED AGROTECHNIKY POLNÍCH POKUSŮ.....	39
5.3	CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH POKUSŮ	39
5.3.1	<i>Využití vybraných genotypů minoritních druhů pšenice jarní formy (špalda, dvouzrnka, jednozrnka) ve šlechtění:</i>	39
5.3.1.1	Vliv selekcí na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy	39
5.3.1.2	Detekce <i>Fusarium</i> spp. v zrna a pluchách různých druhů pšenice	41
5.3.1.3	Antioxidační aktivita a obsah vybraných antioxidantů v zrna různých druhů pšenice	43
5.3.2	<i>Vliv výše výsevku na dynamiku růstu, produkční a jakostní ukazatele ozimé a jarní pšenice špaldy</i> ... 43	

5.3.3	<i>Vliv biologického ošetření osiva pšenice špaldy na produkční ukazatele vypěstovaných porostů a na jakost zrna</i>	44
5.4	POSKLIZŇOVÉ HODNOCENÍ ZÁKLADNÍCH JAKOSTNÍCH UKAZATELŮ ZRNA	47
5.5	STATISTICKÉ HODNOCENÍ.....	47
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	48
6.1	VYUŽITÍ VYBRANÝCH GENOTYPŮ MINORITNÍCH DRUHŮ PŠENICE JARNÍ FORMY (ŠPALDA, DVOUZRNKA, JEDNOZRNKA) VE ŠLECHTĚNÍ:	48
6.1.1	<i>Vliv selekcí na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy</i>	48
6.1.1.1	Morfologické znaky	49
6.1.1.2	Biologické znaky	52
6.1.1.3	Hospodářské znaky	54
6.1.1.4	Jakostní znaky	60
6.1.1.5	Souhrn a dílčí závěry	64
6.1.2	<i>Detekce Fusarium spp. v zrně a pluchách různých druhů pšenice</i>	68
6.1.2.1	Detekce <i>Fusarium</i> spp. s využitím druhově specifických primerů.....	68
6.1.2.2	Real-time PCR kvantifikace	79
6.1.2.3	Souhrn a dílčí závěry	81
6.1.3	<i>Antioxidační aktivita a obsah vybraných antioxidantů v zrně různých druhů pšenice</i>	82
6.1.3.1	Celkový obsah polyfenolů	82
6.1.3.2	Celkový obsah fenolických kyselin	86
6.1.3.3	Celkový obsah karotenoidů.....	88
6.1.3.4	Celková antioxidační aktivita.....	90
6.1.3.5	Souhrn a dílčí závěry	91
6.2	Vliv výše výsevu na dynamiku růstu, produkční a jakostní ukazatele ozimé a jarní pšenice špaldy	93
6.2.1	<i>Hodnocení dynamiky růstu v průběhu vegetace</i>	93
6.2.1.1	Hodnocení dynamiky tvorby a redukce počtu stébel na rostlinu v průběhu vegetace	93
6.2.1.2	Hodnocení tvorby sušiny nadzemní biomasy rostlin.....	97
6.2.1.3	Hodnocení tvorby sušiny kořenů	99
6.2.2	<i>Vliv výše výsevu na výnos a strukturu výnosových prvků ozimé a jarní pšenice špaldy</i>	100
6.2.2.1	Vliv výše výsevu na počet klasů na m ²	101
6.2.2.2	Vliv výše výsevu na počet klasů na rostlinu.....	103
6.2.2.3	Vliv výše výsevu na počet zrn v klasu a hmotnost zrna v klasu	104
6.2.2.4	Vliv výše výsevu na hmotnost tisíce semen (HTS)	106
6.2.2.5	Vliv výše výsevu na výnos zrna	106
6.2.2.6	Vliv výše výsevu na podíl pluch	108
6.2.3	<i>Vliv výše výsevu na jakost ozimé a jarní pšenice špaldy</i>	113

6.2.3.1	Vliv výše výsevku na obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna	113
6.2.3.2	Vliv výše výsevku na sedimentační index – Zelenyho test	114
6.2.3.3	Vliv výše výsevku na číslo poklesu.....	115
6.2.4	<i>Souhrn a dílčí závěry</i>	119
6.3	VLIV BIOLOGICKÉHO OŠETŘENÍ OSIVA PŠENICE ŠPALDY NA PRODUKČNÍ UKAZATELE VYPĚSTOVANÝCH POROSTŮ A NA JAKOST ZRNA..	121
6.3.1	<i>Vliv biologického ošetření na biologické vlastnosti osiva, zjišťované formou laboratorních testů</i>	<i>121</i>
6.3.2	<i>Vliv biologického ošetření osiva na produkční parametry vypěstovaných porostů.....</i>	<i>129</i>
6.3.2.1	Polní vzházivost	129
6.3.2.2	Počet klasů na m ² před sklizní.....	131
6.3.2.3	Hmotnost tisíce semen (HTS).....	133
6.3.2.4	Výnos zrna.....	134
6.3.3	<i>Vliv biologického ošetření osiva na jakost vypěstovaného zrna.....</i>	<i>139</i>
6.3.3.1	Obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna	139
6.3.3.2	Sedimentační index – Zelenyho test	141
6.3.3.3	Číslo poklesu	141
6.3.4	<i>Souhrn a dílčí závěry</i>	<i>145</i>
7	ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ PRO PRAXI	148
8	VYJÁDŘENÍ K HYPOTÉZÁM	152
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	154
9.1	LITERÁRNÍ ZDROJE.....	154
9.2	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	180
10	SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY	I
10.1	HODNOCENÍ DYNAMIKY TVORBY A REDUKCE PRŮMĚRNÉHO POČTU STÉBEL NA ROSTLINU V JEDNOTLIVÝCH LETECH 2015 – 2017 U JARNÍ PŠENICE ŠPALDY A PŠENICE SETÉ	I
10.2	HODNOCENÍ DYNAMIKY TVORBY A REDUKCE PRŮMĚRNÉHO POČTU STÉBEL NA ROSTLINU V JEDNOTLIVÝCH LETECH 2015 – 2017 U OZIMÉ PŠENICE ŠPALDY A PŠENICE SETÉ	III
10.3	HODNOCENÍ TVORBY SUŠINY NADZEMNÍ BIOMASY NA ROSTLINU V JEDNOTLIVÝCH LETECH 2015 – 2017 U JARNÍ PŠENICE ŠPALDY A PŠENICE SETÉ	VI
10.4	HODNOCENÍ TVORBY SUŠINY NADZEMNÍ BIOMASY NA ROSTLINU V JEDNOTLIVÝCH LETECH 2015 – 2017 U OZIMÉ PŠENICE ŠPALDY A PŠENICE SETÉ	VIII
10.5	HODNOCENÍ TVORBY SUŠINY KOŘENŮ NA ROSTLINU V JEDNOTLIVÝCH LETECH 2015 – 2017 U JARNÍ PŠENICE ŠPALDY A PŠENICE SETÉ.....	XI
10.6	HODNOCENÍ TVORBY SUŠINY KOŘENŮ NA ROSTLINU V JEDNOTLIVÝCH LETECH 2015 – 2017 U OZIMÉ PŠENICE ŠPALDY A PŠENICE SETÉ.....	XIII

1 Úvod

Ekologické zemědělství zažívá v posledních letech v České republice značný rozmach. Jedním z důvodů je i zvyšující se poptávka spotřebitelů po biopotravinách – produktech ekologického zemědělství.

Ekologické zemědělství, v kterém je vyžadována co nejvyšší biodiverzita pěstovaných plodin a kde se využívají pestré osevní postupy, dává rovněž široké možnosti uplatnění řady netradičních, maloobjemových či opomíjených plodin. Jsou to plodiny zpravidla méně výnosné, ale schopné obejít se bez průmyslových hnojiv a pesticidů díky lepší schopnosti vyrovnávat se s nepříznivými podmínkami prostředí a odolávat tlaku chorob a škůdců, než je tomu u současných, moderních odrůd, šlechtěných především na vysoké výnosové přírůstky v podmínkách intenzivních pěstebních technologií. Nižší produkční schopnosti maloobjemových plodin jsou často kompenzovány vyšší nutriční hodnotou a specifickými sensorickými vlastnostmi. Právě proto jsou biopotraviny na bázi těchto plodin vyhledávány spotřebiteli, kteří hledají zpestření současného jídelníčku a usilují o zdravou výživu a zdravý životní styl.

Příkladem těchto maloobjemových plodin jsou některé druhy rodu *Triticum* – pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka a pšenice špalda. V minulosti už byly využívány, ale postupně byly vytlačeny moderními, výnosnějšími odrůdami pšenice seté. V současné době však prožívají určitou renesanci zájmu, právě v souvislosti s rozvojem ekologického zemědělství. Jedná se zejména o ozimé odrůdy pšenice špaldy, které si již své místo na ekologických farmách, ale i u zpracovatelů bioproduktů, dokázaly najít. V ekologickém zemědělství však zauímají významné místo i jarní obilniny, ke kterým patří právě jarní pšenice jednozrnka, dvouzrnka a špalda. Dostupných informací o jejich produkčních schopnostech a kvalitě je však doposud k dispozici jen málo.

K hlavním problémům, které brání většímu rozšíření a uplatnění těchto minoritních druhů pšenice v ekologickém zemědělství, patří velmi omezená dostupnost odrůd, vhodných pro naše agroekologické podmínky. Platí to zejména pro jarní druhy – jarní pšenici špaldu, dvouzrnku a jednozrnku. I u ozimé pšenice špaldy, jejíž plochy v ekologickém zemědělství ČR zauímají již více než 4 000 ha, je sortiment pěstovaných odrůd omezený; převažuje odrůda Rubiota, která vznikla výběrem z genových zdrojů Genové banky při VÚRV v Praze-Ruzyni a je velmi dobře přizpůsobena našim podmínkám; registrována však byla již v roce 2001. V posledních letech

doplňují sortiment odrůd ozimé špaldy některé moderní zahraniční odrůdy, které však u nás nejsou registrovány.

Právě omezená dostupnost odrůd uvedených minoritních druhů pšenice je důvodem, proč je třeba věnovat větší pozornost šlechtění těchto pšenic s cílem získat odrůdy, vhodné pro naše agroekologické podmínky. Jednou z cest je využití genetických zdrojů pluchatých druhů pšenice, soustředěných v genové bance VÚRV, v.v.i. Kolekce genetických zdrojů pšenice v genové bance VÚRV Praha-Ruzyně je největší z kolekcí genetických zdrojů rostlin v ČR. Shromážděné vzorky jsou hodnoceny jak z hlediska produkčních schopností, tak i z hlediska jakosti. Na základě těchto informací lze vybírat materiály, vhodné pro další využití ve šlechtění nebo v zemědělské praxi.

Pěstební technologie uvedených minoritních druhů pšenice v ekologickém zemědělství není sice nijak složitá, ale běžně používané postupy mnohdy nejsou dostatečně experimentálně prověřené a existuje nepochybně prostor pro jejich zlepšování. Literární zdroje uvádí např. velmi rozdílná doporučení stran výsevků – někteří zahraniční autoři doporučují výsevky pluchatých druhů pšenice na úrovni cca 200 klíčivých obilek na m², v našich podmínkách se častěji uplatňují výsevky vyšší.

V posledních letech se také při pěstování plodin v ekologickém zemědělství stále častěji uplatňují nejrůznější biologické přípravky, nejčastěji aplikované jako biomořidla na osivo. V celosvětovém měřítku je k dispozici již řada biologických přípravků pro ošetření osiva, obvykle na bázi mikroorganismů (bakterií či mikroskopických hub), zlepšujících klíčení a podporujících růst rostlin. Tyto přípravky jsou již poměrně široce využívány např. při pěstování pšenice seté; u pluchatých druhů pšenice není efekt těchto přípravků zatím dostatečně prověřený.

Téma disertační práce zčásti vychází z grantového projektu NAZV QJ1310072 „Využití systému participatory breeding ve výzkumu a šlechtění odrůd pšenice, vhodných pro ekologický způsob pěstování“. Zde byla u souboru vybraných genotypů jarní pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy uplatněna metoda selekce založená na výběru největších a nejmohutnějších klasů s cílem získat materiály s vyšší užitnou hodnotou (produkční parametry, jakost), připravené k testování na ekologických farmách. V rámci daného projektu byla věnována pozornost i některým aktuálním a často diskutovaným otázkám, jako je odolnost pluchatých druhů pšenice vůči fuzariózám klasu. Ke zvýšení zájmu spotřebitelů o pluchaté druhy pšenice z ekologického způsobu pěstování mohou přispět i informace týkající se antioxidačního potenciálu těchto pšenic

– v rámci této problematiky byla u hodnoceného souboru genotypů stanovena celková antioxidační aktivita a obsahy vybraných antioxidantů.

S ohledem na zlepšení informovanosti pěstitelů z řad ekologických farmářů bylo téma disertace doplněno o experimenty zaměřené na prověření různé výše výsevu u ozimé a jarní pšenice špaldy vzhledem k výnosu a kvalitě produkce a na využití vybraných biologických přípravků, aplikovaných jako biomořidla na osivo pluchaté pšenice (špaldy).

2 Cíle práce

- 1) využít vybrané genotypy minoritních druhů pšenice jarní formy (špalda, dvouzrnka, jednozrnka) ve šlechtění:
 - posoudit vliv selekce založené na výběru největších, nejmohutnějších klasů na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů;
 - prověřit odolnost hodnocených genotypů vůči fuzariózám klasu
 - zhodnotit antioxidační aktivitu a obsah vybraných antioxidantů v zrna sledovaných genotypů
 - vybrat nadějně materiály k dalšímu využití

- 2) prověřit reakci vybraných odrůd ozimé a jarní pšenice špaldy na různou výši výsevku (z pohledu tvorby výnosu a jakosti produkce)

- 3) prověřit vliv biologických přípravků, aplikovaných jako biomořidla na osivo vybraných odrůd ozimé a jarní pšenice špaldy na produkční ukazatele vypěstovaných porostů a na jakost zrna

3 Hypotézy

- 1) využitím selekce založené na výběru největších, nejmohutnějších klasů u minoritních druhů pšenice se podaří získat materiály s vyšší užitnou hodnotou (produkční parametry, kvalita), připravené k testování na ekologických farmách
- 2) optimalizace výše výsevku umožní lepší využití výnosového potenciálu ozimé a jarní pšenice špaldy vzhledem ke struktuře výnosotvorných prvků, dosažení uspokojivého výnosu a kvality produkce
- 3) využitím biologických přípravků, aplikovaných jako biomořidla na osivo, dojde k podpoře růstu porostu ozimé a jarní pšenice špaldy a následně i navýšení výnosu
- 4) hodnocené minoritní druhy pšenice budou schopné si v podmínkách ekologického zemědělství zachovat specifický charakter jakosti, zejména vysoký obsah bílkovin v zrna a ve srovnání s pšenicí setou vyšší antioxidační potenciál.

4 Literární část

4.1 Význam a využití minoritních, pluchatých druhů pšenice v ekologickém zemědělství

4.1.1 Přednosti pluchatých druhů pšenice a jejich rozšíření v ekologickém zemědělství ČR

Pluchaté pšenice patří mezi opomíjené plodiny, které však mají značný potenciál pro využití zejména v potravinářství. Diploidní pšenice jednozrnka je nejstarším domestikovaným druhem pšenice, byla však vytlačena produktivnějšími tetraploidními (pšenice dvouzrnka, pšenice tvrdá) a následně hexaploidními pšenicemi (pšenice setá, pšenice špalda). Pšenice dvouzrnka byla jednou z nejvýznamnějších plodin po téměř 7000 let. Pšenice špalda bývá nazývána starou evropskou pšenicí a její pěstování v omezené míře přetrvalo dodnes. Obecně platí, že pluchaté pšenice poskytnou nižší, ale stabilní výnosy při vysoké jakosti produkce. V souvislosti s rozvojem ekologického zemědělství stoupá zájem o jejich využití také v Evropě. Díky své nenáročnosti k podmínkám prostředí jsou vhodné pro pěstování i v oblastech méně příznivých pro zemědělství. K významným vlastnostem pluchatých pšenic patří např. vysoká odolnost k některým houbovým chorobám, která je zvýhodňuje při ekologickém způsobu pěstování (Konvalina et al. 2014). Rovněž podle Dotlačila (2000) dosahují tyto pšenice nižší výnosové úrovně než moderní odrůdy pšenice seté, ale jsou výnosově stabilnější a jsou schopny lépe kompenzovat nepříznivé podmínky prostředí. Zidek et al. (1992) uvádějí, že jsou tyto druhy pšenice vyššího vzrůstu, vyznačují se vyšší tvorbou kořenové hmoty a díky tomu dochází k lepšímu osvojení živin z půdy.

Pšenice špalda je v současné době nejvýznamnější pluchatou pšenicí ekologického zemědělství ČR; v naprosté většině případů se pěstuje její ozimá forma, která je výnosnější než forma jarní a její odrůdy jsou lépe dostupné. V r. 2016 byla pěstována na ploše 4 291 ha a zaujímala tak z ekologicky pěstovaných obilovin v ČR druhé místo za pšenicí setou a průměrným výnosem 3,05 t/ha. Pěstována byla na 117 ekologických farmách, tj. z celkového počtu 1 388 ekofarem v ČR špaldu roce 2016 pěstovalo téměř 8,5 % farem (Ročenka EZ 2016). Množitelské plochy přihlášené na ÚKZÚZ v roce 2018 u pšenice špaldu dosahovaly téměř 178 ha a největší plochy zaujímala odrůda Zollernspelz, Alkor a Rubiota (ÚKZÚZ 2018).

Přesné informace o rozsahu pěstování pšenice dvouzrnky a jednozrnky v ekologickém zemědělství ČR nejsou k dispozici. Jedná se pouze o desítky, maximálně stovky ha, přičemž převažuje pěstování jarní formy těchto druhů pšenice. Přihlášené množitelské plochy na ÚKZÚZ

v roce 2018 zahrnovaly u pšenice dvouzrnky – 15,53 ha (odrůdy Rudico, Blondka, Tapiruz) a jednozrnky 3,5 ha (Rumona), (ÚKZUZ 2018). Nejčastěji se uplatňuje právně chráněná tuzemská odrůda jarní pšenice dvouzrnky Rudico, která je velmi dobře přizpůsobená místním podmínkám a na pšenici dvouzrnku dosahuje nadprůměrných výnosů i jakosti produkce.

4.1.1.1 Kvalita pluchatých druhů pšenice

Pluchaté druhy pšenice jsou schopné dosahovat i v podmínkách ekologického způsobu pěstování vysoké jakosti produkce. Spotřebitelé je preferují zejména díky vysoké nutriční kvalitě (ve srovnání s pšenicí setou vyšší obsah bílkovin, některých vitamínů, minerálů, vyšší antioxidační potenciál) a pro jejich specifické sensorické vlastnosti (Ehrenbegerová et al. 2009; Březinová-Belcredi et al. 2010).

Zejména přírodní antioxidanty přítomné v potravinách a jiných biologických materiálech se těší v posledních letech značnému zájmu veřejnosti pro jejich nutriční a terapeutické účinky. Antioxidanty jsou schopné odstraňovat z těla volné radikály předtím, než způsobí poškození. Napomáhají ochraně proti srdečnímu onemocnění, snížení pravděpodobnosti výskytu rakoviny, mohou napomoci snížení krevního tlaku a obsahu cholesterolu (Czerwinski et al. 2004). Také konzumace výrobků na bázi pšenice a zejména celozrnných výrobků je spojena s řadou zdravotních benefitů díky obsahu různých antioxidantů. Ty patří do chemicky různých skupin hydrofilních a lipofilních antioxidačních sloučenin, jako jsou polyfenoly, karotenoidy, fytoosteroly (Hejtmánková et al. 2010; Lachman et al. 2012) nebo fenolické kyseliny (Li et al. 2008). Fenolické sloučeniny jsou považovány za hlavní skupinu antioxidačních sloučenin, které se podílí na celkové antioxidační aktivitě obilnin (Fogarasi et al. 2015). Jak již bylo uvedeno, jejich silná antioxidační aktivita napomáhá ochraně proti rakovině, cévním onemocněním, srdečním onemocněním, může mít i protizánětlivý efekt. Významným antioxidačním účinkem se vyznačují např. i karotenoidy, které navíc působí jako prevence onemocnění sítnice a podporují imunitní systém (Paznocht et al. 2018).

4.1.1.2 Pšenice špalda

Pšenice špalda je známá svojí vysokou nutriční hodnotou, lehkou stravitelností a chutností (Stehno 2001). Výrobky z pšenice špaldy mohou být tolerovány i lidmi, kteří trpí alergií na klasickou pšenici (Zielijski et al. 2008). Pšenice špalda se vyznačuje poměrně vysokým množstvím bílkovin v zrna v rozmezí 13,5 - 19,0 % (Stehno 2001). Grela (1996), Hein (1997), Jorgensen &

Olsen (1997) zmiňují, že obsah bílkovin v znu pšenice je značně variabilní v závislosti na genotypu a půdně-klimatických podmínkách. Dvořáček & Moudrý (2001) zaznamenali zastoupení nutričně hodnotných albuminů a globulinů v rozmezí 41,79 - 51,65 %, gluteninů v rozmezí 13,19 - 24,88 % a gliadinů v rozmezí 28,83 - 35,16 %. Stehno & Vlasák (1999) zaznamenali ve srovnání s pšenicí setou vyšší zastoupení esenciálních aminokyselin – leucinu, methioninu a fenylalaninu. Z minerálních látek je významný obsah vápníku, fosforu, draslíku a stopové množství zinku (Stehno 2001). Lacko-Bartošová (2010) uvádí také vysoký obsah draslíku, fosforu a vyšší zastoupení hořčíku a síry. Významný je také obsah vitamínů skupiny B, a to především thiaminu, riboflavinu a niacinu (Michalová 2000). Bonafaccia et al. (2000) zaznamenali obsah vlákniny do 2 %. Moudrý & Jůza (1998) uvádí obsah vlákniny 2 - 4 %, popelovin 2 - 4 % a obsah tuku 1,5 - 2,0 %. Zrno pšenice špaldy obsahují širokou škálu biologicky aktivních sloučenin, včetně dietní vlákniny, mikroelementů, sterolů, fenolických sloučenin, peptidů, vitamínů, které mají antioxidační vlastnosti (Zieliński 2008, Adom et al. 2005). Pšenice špalda obsahuje i významné množství β -karotenu a thiokyanátu, který působí regeneračně na buňky a chrání tělo proti infekcím (Prugar 2008). Lacko-Bartošová (2010) ve své práci uvádí, že antioxidační aktivita u pšenice špaldy byla o 30 % vyšší v porovnání s pšenicí setou.

4.1.1.3 Pšenice dvouzrnka

K největším přednostem dvouzrnky patří vysoký obsah bílkovin. Lepkové bílkoviny jsou málo bobtnavé, proto se nepoužívá pro pekařské účely, ale je vhodná pro produkty pečivářské (Stehno 2001). Konvalina et al. (2012b) uvádějí, že pšenice dvouzrnka svojí horší technologickou (pekařskou) jakost kompenzuje vyšší nutriční hodnotou. Obsahuje vyšší obsah vitamínů, minerálů, má příznivější obsah aminokyselin a zastoupení nutričně hodnotných bílkovin albuminů a globulinů. Pšenice dvouzrnka se vyznačuje vysokým obsahem bílkovin v znu 12,2 - 24,8 % a obsah mokrého lepku se pohybuje v rozpětí 24,9 - 73,3 %. Vykazuje také příznivý obsah methioninu, leucinu a tyrosinu (Michalová et al. 2003). Dvouzrnka je zdrojem dietetické vlákniny. Obsahuje vysoký podíl nerozpustných frakcí celulózy a hemicelulózy (Grausgruber et al. 2004b). Mouka z dvouzrnky se vyznačuje vysokým obsahem bílkovin, fosforu, zinku, vápníku, draslíku, hořčíku a manganu. Obsahuje i vyšší množství vitamínů, jako je kyselina pantothenová, niacin a vitamín B₂. Obsahuje vyšší množství lysinu, ale méně vlákniny než mouka špaldová (Michalová et al. 2002; Michalová et al. 2003). Gabrovská et al. (2003) uvádí

obsah niacinu 8mg/100 g a kyseliny pantothenové 1,14 mg/100 g v zrnou dvouzrnky. Mouka také obsahuje vysoké množství popelovin (Piergiovanni et al. 1997; Schumacher & Lindhaer, 2002; Grausgruber et al. 2004b). Pekařská jakost je nižší oproti pšenici seté, ale například dvouzrnkový chléb je sice nepravidelného tvaru a textury, ale vyniká velmi dobrou chutí a vůní (Cubadda & Marconi 1996). Grausgruber et al. (2004b) uvádějí, že prospěšné vlastnosti pšenice dvouzrnky vycházejí z obsahu strukturních polymerů, rostlinných gum, slizů ale také vyšší antioxidační kapacity u některých odrůd. To potvrzují i Lachman et al. (2012b), kteří ve svém výzkumu zjistili, že u pšenice dvouzrnky je 1,43 krát vyšší antioxidační aktivita než u pšenice seté. Vysoká úroveň antioxidační aktivity byla nalezena u odrůdy Rudico. Lachman et al. (2011) uvádějí, že důležitou roli hrají faktory prostředí v koncentraci antioxidantů, ale převládá genetická složka s vysokou dědičností. V jejich pokusu dosáhly vysokého celkového obsahu polyfenolů dvě odrůdy pšenice dvouzrnky - Kahler Emmer a Rudico. Stejně odrůdy obsahovaly i vyšší množství selenu (Kahler Emmer - 58,7 µg/kg sušiny, Rudico 52,2 µg/kg). Selen je scavengerem toxických kovů v těle a působí jako antagonist rtuti, olova, hliníku a kadmia a díky své funkci s glutathionem působí jako silný antioxidant, který pomáhá bojovat proti poškození způsobené volnými radikály (Whanger 2002, Pyrzyńska 2009).

4.1.1.4 Pšenice jednozrnka

Pšenice jednozrnka se stejně jako předchozí pluchaté pšenice vyznačuje vysokým obsahem bílkovin v zrnou - Borghi et al. (1996) a Grausgruber et al. (2004a) zaznamenali obsah bílkovin i vyšší než 20 %. Kvalita lepku je však nízká (Konvalina et al. 2014). Nízká pekařská jakost vychází z nízké pevnosti lepku a nízkých hodnot sedimentace a reologických vlastností těsta (D'Egidio et al. 1993). Proto jsou výrobky z jednozrnky vhodné na výrobu nekynutých výrobků, např. sušenek a dalších sladkých výrobků (Konvalina et al. 2014).

Jednozrnka obsahuje 3 - 6 x více karotenoidů než pšenice setá; ty způsobují nažloutlou barvu endospermu (Michalová et al. 2002). Ziegler et al. (2016) udávají, že obsahuje až 10 krát vyšší množství luteinu než pšenice setá. Celozrná mouka je bohatá na bílkoviny, tuky, mikroelementy a antioxidanty, mezi které můžeme zařadit například karotenoidy a tokoly (Brandolini & Hidalgo 2011). Je bohatá na antioxidační sloučeniny jakou jsou například vázané fenoly (Benincasa et al. 2015). To potvrzují i Hidalgo & Brandolini (2014), kteří uvádějí, že pšenice jednozrnka obsahuje vyšší množství karotenoidů, tokolů, alkylresorcinolů a fytosteroly. Sachambula et al. (2015) uvádějí obsah vitamínu E v sušině v rozmezí 6,77 - 8,93 mg/kg sušiny.

Složky vitamínu E jsou považovány za nejdůležitější lipofilní antioxidanty, které působí proti volným radikálům v buněčných membránách, a proto jsou považovány za životně důležité pro naše zdraví (Schneider 2005). Arzani et al. (2017) udávají, že vyšší hladiny některých makro- a mikroživin, stejně jako antioxidační sloučeniny přispívají k vynikajícím výživovým vlastnostem pšenice jednozrnky. Odrůda Schwedisches Einkorn vykazovala v pokusu 1,84 krát vyšší hodnoty antioxidační aktivity než pšenice setá (Lachman et al. 2012b).

Pšenice jednozrnka je lehce stravitelná (Michalová et al. 2002). Konvalina et al. (2008) uvádějí, že obsah lyzinu dosahuje až 2,8 %. Bálint et al. (2001) zaznamenali nepatrně vyšší obsah minerálních látek oproti pšenici seté. Jedná se o obsah hořčíku a železa. Další autoři udávají vyšší obsah zinku a hořčíku (Jantsch & Trautz 2003). Poměr gliadinové a glutelinové frakce bílkovin je u pšenice jednozrnky 2:1 a u pšenice seté 1:1 (Frégeau-Reid & Abdel-Aal 2005). Borgi et al. (1996) udávají, že mezi odrůdami pšenice jednozrnky jsou značné rozdíly a některé odrůdy se mohou kvalitou přiblížit k vlastnostem pšenice seté. Pšenice jednozrnka je velmi populární v Itálii a Indii, kde jí příhodně nazývají jako „černý kaviár obilovin“ (Savelyeva et al. 2018).

4.2 Šlechtění minoritních druhů pšenice pro ekologické zemědělství

Dostupnost pluchatých odrůd pšenice pro zemědělce je velmi omezená. Nejlepší situace je u ozimé pšenice špaldy, ale u jarních forem pšenice špaldy, u jednozrnky a dvouzrnky je dostupnost odrůd, vhodných pro naše agroekologické podmínky, nedostačující. Jednou z možností, jak situaci zlepšit, je využití genetických zdrojů pluchatých druhů pšenice z kolekce Genové banky ve VÚRV, v.v.i. Jak již bylo uvedeno (Stehno et al. 2005), genetické zdroje zařazené v této kolekci jsou průběžně testovány z pohledu produkčních parametrů a základních jakostních ukazatelů, a tak lze najít nadějně materiály, které lze dále zdokonalit různými šlechtitelskými metodami (selekce, křížení) a získat tak nové odrůdy, využitelné v zemědělské praxi.

4.2.1 Genetické zdroje minoritních druhů pšenice a jejich využití ve šlechtění

V úmluvě z roku 1992 o biologické rozmanitosti je definován genetický zdroj (GZ) jako materiál rostlinného, živočišného nebo mikrobiálního původu obsahující funkční jednotky dědičnosti a mající aktuální nebo potenciální význam pro lidstvo. Do české legislativy byla tato mezinárodní úmluva začleněna jako Sdělení ministerstva zahraničí č.134/1999 Sb., o sjednání

Úmluvy o biologické rozmanitosti. Janovská et al. (2017) uvádějí, že je důležité zachovat genofond kulturních plodin, protože jsou schopné adaptace ke změnám vnějšího prostředí.

V případě genetických zdrojů rostlin se jedná o krajové a šlechtěné odrůdy zemědělských plodin, šlechtitelské a experimentální linie s cennými znaky a plané druhy příbuzné zemědělským plodinám. Tyto genetické zdroje jsou nenahraditelným zdrojem nové genetické diverzity pro šlechtění rostlin a biotechnologie (Dotlačil et al. 2013) a mohou také posloužit jako zdroj genů při šlechtění pro podmínky ekologického zemědělství (Deslaux 2005). Krajové odrůdy vznikly jako výsledek selekce vlivem přírodních podmínek v určité oblasti za přispění pěstitele (Belay et al. 1995). Takto vzniklé materiály jsou velmi dobře přizpůsobeny domácím podmínkám a mají širokou genetickou variabilitu (Holubec 2001).

Heisey et al. (1997) např. uvádějí, že genetické zdroje bývají často nositeli genetické odolnosti vůči některým chorobám. V genotypu pšenice dvouzrnky Yaroslav byl nalezen gen odolnosti ke rzi travní Sr2, který je v těsné vazbě s genem odolnosti ke rzi pšeničné Lr27 (Herrera-Foessel et al. 2005). Indický genotyp pšenice dvouzrnky Khapli je také využíván jako zdroj genů odolnosti vůči chorobám (Jakubciner & Dorofeev 1969). Wang et al. (2005) uvádějí, že u dvouzrnky lze najít gen odolnosti vůči padlí travnímu a Peng et al. (1999) zmiňují také odolnost ke rzi plevové. Podle Konvaliny et al. (2012c) genotypy pšenice jednozrnky nebývají napadány běžnými chorobami pšenice, a proto se využívají jako šlechtitelský zdroj rezistence k padlí travnímu (*Blumeria graminis*) a rzi pšeničné (*Puccinia triticina*).

Dotlačil (2003) uvádí, že praktické uplatnění pro krajové odrůdy můžeme nalézt nejen u málo pošlechtěných druhů, ale také u plodin, u kterých oceňujeme určité vlastnosti, jako je např. kvalita produkce, adaptace na stres apod. Krajové odrůdy nemohou konkurovat moderním odrůdám ve výnosu, ale mají mnoho jiných vlastností, například vysokou nutriční a dietetickou hodnotu (Michalová et al. 2003). Hidalgo & Brandolini (2014) uvádějí, že pšenice jednozrnka, dvouzrnka a špalda obsahují vyšší koncentrace mikroživin a je možné je využít ke šlechtění pšenice seté a zlepšit tak hodnotu zrna.

4.2.2 Uchovávání genetických zdrojů rostlin

V roce 1993 byl zahájen Národní program konzervace a využití genofondu rostlin jako standardní řešení pro zabezpečení práce s genetickými zdroji rostlin. V roce 2004 ho nahradil Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. V roce 2018 byl přijat nový program tzv. Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů

rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství, který byl schválen na období 2018 - 2022.

Genová banka VURV – Praha Ruzyně uchovává vzorky semen v klimatizovaném skladu při teplotě – 18 °C a periodicky je zkoušena klíčivost osiva. Při snížení klíčivosti nebo nedostatku vzorku je odebráno potřebné množství semen a použito k regeneraci. Regenerace probíhá přesevem vzorků, získané osivo je po vyčištění, vysušení a stanovení klíčivosti opět uloženo do genové banky. Bezpečnost těchto vzorků zajišťuje duplicitní uchovávání ve dvou kolekcích (aktivní a základní). Základní je využívána pro regenerace a zachování pro budoucí využití a aktivní slouží pro služby uživatelům. V zájmu bezpečnosti jsou nejcennější vzorky uloženy i v jiných genových bankách (Janovská et al. 2017).

Hodnocení genetických zdrojů rostlin je nutným předpokladem pro jejich efektivní praktické využití a jednou z dlouhodobých předností Národního programu konzervace. Základem hodnocení jsou polní pokusy a laboratorní testy, popř. doplněné provokačními testy pro objektivní stanovení resistance nebo tolerance ke stresům. Mezinárodním standardem je hodnocení podle klasifikátorů, kdy zjištěné hodnoty (charakteristiky) jsou převáděny do bodových stupnic (zpravidla 1–9), což při zařazování stejných kontrol umožňuje srovnávat data z různých ročníků, popř. stanovišť. Takto získaná data jsou základem databáze popisných dat informačního systému genetických zdrojů rostlin (Holubec et al. 2015).

Konzervace genetických zdrojů rostlin je hlavní úlohou genové banky a všech kolekcí genetických zdrojů rostlin, její bezpečné zajištění je prioritou práce s genofondy na globální i národní úrovni (Holubec et al. 2015).

Metody konzervace GZR se liší především podle jejich strategie:

- Ex situ konzervace genetických zdrojů rostlin
 - Genová banka semen
 - Konzervace vegetativně množených genetických zdrojů rostlin
- In situ a „on farm“ konzervace genetických zdrojů rostlin (Holubec et al. 2015).

4.2.3 Metody šlechtění v ekologickém zemědělství

Janovská et al. (2018a) uvádějí, že šlechtění a vývoj odrůd pro ekologické zemědělství je udržitelné, zvyšuje genetickou rozmanitost a spoléhá na přirozené a reprodukční schopnosti

rostlin. Vhodné odrůdy do ekologického zemědělství lze získat jejich šlechtěním v podmínkách ekologického zemědělství.

Požadavky šlechtění pro odrůdy v ekologickém zemědělství jsou:

- Produkce ekologických odrůd probíhá na plochách, které splňují požadavky pro ekologické plochy. Všechny postupy množení musí být prováděny na certifikované ploše
- Genetický materiál nebyl kontaminovaný produkty genetického inženýrství
- Šlechtitelé jsou povinni zveřejnit použité šlechtitelské metody, nejpozději do uvedení osiva odrůdy na trh
- Genom je respektován jako nedělitelná entita. Technické zásahy do genomu nejsou povoleny
- Buňka je respektována jako neoddělitelná entita. Technické zásahy do izolované buňky na umělém mediu nejsou povoleny)
- Je zachována přirozená reprodukční schopnost rostlin
- Šlechtitelé ekologických odrůd mohou získat registraci nebo právní ochranu, ale nemohou odrůdy patentovat (Janovská et al. 2018a).

Při využití genetických zdrojů rostlin ve šlechtění je možné využívat různých metod a technik šlechtění, které jsou uvedeny v tabulce 1.

Selekce je základním aspektem šlechtitelské činnosti a šlechtitelského pokroku. V rámci pozitivní selekce (výběru) lze u pšenice vybírat těsně před sklizní nejlepší a největší klasy, které jsou použity na výsev v následujícím roce. Lze také vybírat rostliny, které mají specifické vlastnosti, které farmář nebo šlechtitel považuje za žádoucí, příkladem může být zkrácení nebo eliminace osin u pluchatých druhů pšenice, zkrácení délky stébla a zvýšení odolnosti vůči poléhání. Při negativním výběru dochází k odstraňování nežádoucích rostlin během vegetace, jedná se rostliny s odlišným habitem, nežádoucími morfologickými znaky, rostliny poškozené a nemocné. Rostliny z negativního výběru je důležité odstranit z pokusných parcel a zlikvidovat, aby nedošlo ke kontaminaci při sklizni selektovaného materiálu (Janovská et al. 2018a).

Tabulka: 1 Seznam doporučených šlechtitelských technik vhodných pro šlechtění odrůd pro ekologické zemědělství

Technika navozující variabilitu	Selekční technika	Udržování a rozmnožování
<ul style="list-style-type: none"> • kombinační křížení • křížení meziodrůdové • vzdálené křížení • zpětné křížení hybridů (s fertlní F1) • tepelné před působení • transplantace čnělky • dekapitace čnělky/blizny • opylení směsí pylu (neozářeného) 	<ul style="list-style-type: none"> • hromadný výběr • rodokmenová metoda • přírodní výběr (použití provokačních testů a přírodního výběru) • změny v okolním prostředí • změny v termínu setí • klasové výběry • testovací křížení • nepřímá selekce 	<ul style="list-style-type: none"> • generativní rozmnožování • vegetativní rozmnožování

Zdroj: upraveno dle Konvaliny (2009)

Výběr můžeme dále rozdělit na přírodní a umělý. Mezi umělý výběr můžeme zařadit hromadný výběr, který podle Gramana & Čurna (1998) spočívá ve výběru rostlin nebo jejich částí s žádoucími znaky, které se hodnotí subjektivně nebo objektivně a odpovídají šlechtitelskému cíli a jejich hromadné rozmnožování v další generaci. Hromadný výběr je nejjednodušší a nejstarší šlechtitelská metoda, uplatňuje se fenotypový výběr a nelze vyloučit výběr modifikací, zejména u znaků kvalitativních (Graman & Čurn 1998). Další možností je individuální výběr, který spočívá ve výběru individuálních rostlin nebo jejich částí (např. klasů) a sledování jejich potomstev v následujících generacích. Takto vybrané rostliny nebo jejich části se nazývají kmenové matky. Potomstva kmenových matek se sejí na samostatné parcely nebo řádky a následně se porovnávají s kontrolou a na základě jejich projevu můžeme posoudit výběrovou hodnotu vybraných kmenových matek (Graman & Čurn, 1998).

Křížení (hybridizace) je druhá nejstarší a nejpoužívanější metoda. Při křížení dochází ke spojování rodičovských komponent, které se odlišují na genetickém základu pro znaky a

vlastnosti. Dochází ke spojení genetického obsahu samčích a samičích pohlavních buněk. Cílem je získat hybridní osivo, které nese znaky a vlastnosti použitých rodičů a jejich kombinací.

Metody křížení lze dle Chloučka (2008) členit na 2 základní skupiny:

a) z hlediska účelu:

- kombinační - za účelem kombinace znaků či vlastností.
- Transgresní - jako zvláštní forma kombinačního křížení pro polygenně založené znaky a vlastnosti.
- konvergentní - za účelem vnesení žádaných genů tzv. zpětné křížení – backcross (BC), který se ve šlechtění se používá za účelem obohacení (zlepšení) odrůdy o chybějící znak či vlastnost, např. o gen odolnosti k chorobě.

b) z hlediska složitosti:

- jednoduché: křížení přímé, reciproké, dialelní, cyklické a transgresní
- složité: vícenásobné, zpětné a konvergentní.

4.2.3.1 Využití metody „participatory breeding“ ve šlechtění

Participační šlechtění rostlin je proces, kdy jsou zemědělci zapojeni do šlechtitelského programu s možností spolurozhodovat (Gyawali et al. 2006). Participační šlechtění rostlin vychází z předpokladu, že zemědělci i profesionální šlechtitelé se mohou vzájemně ve svých znalostech a zkušenostech doplňovat (Janovská et al. 2018b). Je to tedy způsob šlechtění vybraných genotypů přímo na farmách ve spolupráci s farmáři, který byl původně vytvořen pro drobné farmáře v rozvojových zemích, a jeho cílem bylo získat odrůdy co nejlépe přizpůsobené místním podmínkám (obr. 1), (Shelton & Tracy 2016). Úspěch participačního šlechtění u marginalizovaných skupin zemědělců po celém světě podpořil použití této metody pro šlechtění odrůd zejména pro ekologické zemědělství i v rozvinutých zemích (Murphy et al. 2005; Dawson et al. 2008; Wolfe et al. 2008; Dawson et al. 2011; Humphries et al. 2015).

Princip participačního šlechtění rostlin lze také definovat jako propojení více společníků, např. zemědělců, obchodníků, spotřebitelů, pěstitelů a šlechtitelů a vychází z komplementarity dovedností a znalostí každého společníka (Wolfe et al. 2008). V praxi rozlišujeme obvykle tři druhy účasti: konzultační (sdílení informací), spolupráce (podílení se na úkolu) a kolegiální (sdílení závazků, rozhodování a odpovědnost), (Sperling et al. 2001; Desclaux & Hedont 2006). Přes velkou rozmanitost této metody (zlepšení adaptace odrůd, podpora genetické rozmanitosti, zapojení zemědělců do procesu šlechtění) mají všechny přístupy společný cíl – podpořit šlechtění

roślin na místní úrovni a získat odrůdy co nejlépe přizpůsobené konkrétním podmínkám (Morris & Bellon 2004).

V rámci participačního šlechtění rostlin lze uplatnit různé přístupy (obr. 2). Farmář může vstupovat do šlechtitelského procesu v různých fázích a může vybírat spolu s Výzkumným nebo šlechtitelským pracovištěm rodičovské komponenty pro křížení. Vlastní křížení většinou provádí výzkumné nebo šlechtitelské pracoviště, poté od nich farmář přebírá vybraná potomstva křížení. Výše zmíněný postup je poměrně náročný, protože farmář musí pracovat s potomstvy, které intenzivně štěpí a musí provádět důkladné selekce a získat ustálený materiál, který bude vyhovovat podmínkám a požadavkům farmy (Janovská et al. 2018a).

Další možností farmáře je vstoupit do šlechtitelského procesu v pozdějších generacích křížení a vybrat si tak materiály přímo u šlechtitele nebo výzkumníka, které se zdají být nadějně pro naše podmínky. Potomstvo již je v této fázi ustálenější a finalizace na farmě je kratší a méně náročná (Janovská et al. 2018a).

Iniciování šlechtitelského projektu	Šlechtitel (výzkumník)		nebo	Farmář	
Úloha farmáře v projektu	Vytyčení šlechtitelských cílů	Provedení vstupního křížení	Selekce (výběr) mezi potomstvy	Hodnocení potomstev	Finalizace nové odrůdy
Lokalizace šlechtění	Centralizované (na šlechtitelské či výzkumné		a / nebo	Decentralizované (na farmách)	
Šlechtitelské cíle	Kvalitnější odrůdy	Zachování či rozšíření biodiverzity	Posílení role farmářů	Časová úspora	

Obrázek: 1 Různé komponenty projektu PPB (příklad) Zdroj: upraveno dle Shelton & Tracy (2016)

Uvedený přístup lze testovat i v rámci šlechtitelského procesu, kde jsou testovány vybrané genetické zdroje (např. krajové i šlechtěné odrůdy, šlechtitelské materiály s cennými znaky). Tyto zdroje jsou pak zdokonalovány formou selekcí a ty nejperspektivnější finalizovány do podoby

nové odrůdy. U genetických zdrojů je důležité udělat tzv. předvýběr potenciálně vhodných materiálů formou pozitivní a negativní selekce, v rámci kterého dochází ke zhodnocení testovaných materiálů. Farmář má možnost si vybrat již z části zhodnocený materiál, ale je důležité, aby se s ním na šlechtitelské nebo výzkumné stanici důkladně seznámil a vybral si materiál, který bude nejlépe vyhovovat jeho požadavkům (Janovská et al. 2018a).

U participačního šlechtění je důležité, že farmář si vybírá materiály na základě morfologických, biologických, hospodářských a jakostních znaků, které jsou vhodné pro jeho zaměření a agroekologické podmínky. Předpokládá se tak, že se jednotlivé požadavky budou mezi farmáři lišit.

	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V
Výběr genových zdrojů	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓
Pre-breeding	✓		✓	✓		✓		✓		✓
Tvorba odrůdy	✓		✓	✓		✓		✓		✓
Hodnocení odrůdy	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Model 1 Tradiční farmářské šlechtění		Model 2 Kompletní participační šlechtění		Model 3 Efektivní participační šlechtění		Model 4 Participační odrůdová selekce		Model 5 Konvenční šlechtění	

Obrázek: 2 Různé přístupy k PPB

Zdroj: upraveno dle Halewood et al. (2007)

Pozn.: F- farmář, V – výzkumník

4.3 Ideotyp odrůd pšenice vhodných pro ekologické zemědělství

Problematice ideotypu odrůd pšenice vhodných pro ekologické zemědělství je věnována nemalá pozornost, ale týká se takřka výhradně pšenice seté, která je v ekologickém zemědělství většiny evropských zemí, včetně ČR, nejvýznamnější a nejrozšířenější obilninou. Na odrůdy pšenice vhodné pro ekologické zemědělství jsou kladeny odlišné požadavky než u konvenčního

pěstování (Lammerts van Bueren et al. 2003). V základním principu má šlechtění nových odrůd mnoho stejných vlastností jak pro ekologické tak, i konvenční zemědělství, ale v konvenčním zemědělství jsou některé problémy ignorovány, protože mohou být vyřešeny například pesticidy (Janovská et al. 2018a). Mezi důležité vlastnosti patří především zajištění efektivního příjmu živin kořenovou soustavou při nízké zásobě živin v půdě, konkurence schopnost vůči plevelům, odolnost k chorobám, škůdcům a abiotickým stresům, stabilita výnosové úrovně při nízkých vstupech a zachování vysoké jakosti produktů (Wolfe et al. 2008). Ke šlechtitelským cílům patří i zvýšení produktivity klasu, zvýšení odolnosti proti poléhání při zachování vysokého obsahu bílkovin a příznivého složení esenciálních aminokyselin (Prugar et al. 2008). Moudrý & Vlasák (1996) dále zmiňují kromě odolnosti proti chorobám i ranost, odolnost proti nepříznivým zimním podmínkám a vyležení při vyšší vrstvě sněhu. Prugar (2000) dále uvádí, že odrůda vhodná do EZ se musí vyznačovat přiměřeným odnožováním i při relativně nízké nabídce dusíku a schopností tvorby produktivních stébel, odolností či tolerantností vůči chorobám pat stébel, listovým a klasovým chorobám. Murphy et al. (2007) uvádějí, že úroveň výnosu je dobrým indikátorem interakce genotypu a prostředí a může tak posloužit jako ukazatel interakce genotypu a prostředí na specifické podmínky pěstování. Proto je první zásadou při výběru druhů a odrůd určení vhodnosti pro dané stanoviště (Moudrý 2003).

Tabulka 2 shrnuje obecná kritéria požadovaných znaků odrůdy pro ekologické zemědělské, přičemž lze říci, že uvedená kritéria jsou v zásadě platná nejen pro pšenici setou, ale i pro ostatní pšenice, včetně pluchatých druhů.

Významným posunem v dané oblasti se v našich podmínkách stala certifikovaná metodika „Výběr a hodnocení genotypů jarních forem dosud málo využívaných druhů pšenice, vhodných pro udržitelné systémy hospodaření“ (Konvalina et al. 2012d). Metodika zohledňuje odlišný charakter ideotypu odrůdy jednotlivých druhů v rámci rodu *Triticum* L. (pšenice setá, jednozrnka, dvouzrnka, špalda) v ekologickém zemědělství. Jejím cílem je co nejobektivnější hodnocení vhodnosti odrůd pro ekologický systém hospodaření. Metodika je založena na metodickém postupu ÚKZÚZ pro zkoušky užitné hodnoty odrůd. Metodický postup je rozdělen na 4 části: morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky. Metodika také umožňuje testování odrůd na několika úrovních. První je možnost volby snadno hodnotitelných znaků farmářem a otestování reakce vybraných odrůd přímo v půdně-klimatických podmínkách farmy. Druhou možností jsou screeningy rozsáhlého souboru genotypů, třetí pak vyhodnocování

genotypů během šlechtitelského procesu, popřípadě v polních pokusech dalších institucí (univerzitní výzkumná pracoviště apod.) (Konvalina et al. 2012d).

Tabulka: 2 *Obecná kritéria požadovaných znaků odrůdy pro ekologické zemědělství*

Znak odrůdy	Kritérium
Adaptace na výživu a hnojení v ekologickém zemědělství	Adaptace k nižším vstupům živin; schopnost překlenout výkyvy v dynamice dusíku (stabilní růst); efektivita příjmu vody a živin; bohatě rozvinutá kořenová soustava; schopnost interakce s půdními mikroorganismy; schopnost rostliny přijmout živiny a využít je efektivně na tvorbu hospodářského výnosu
Konkurenceschopnost vůči plevelům	Architektura rostliny zajišťující co nejdříve pokrytí půdy; schopnost alelopatie; vhodnost k mechanickému ošetření porostu
Odolnost vůči chorobám a škůdcům	Odolnost vůči polyetiologickým a monoetiologickým chorobám; tolerance; morfologie rostliny; možnost pěstování v druhové nebo odrůdové směsi; schopnost interakce s prospěšnými organismy, které podporují růst rostliny; potlačit vnímavost k chorobám
Zdravé osivo	Resistence nebo tolerance k chorobám v průběhu množení osiva včetně chorob přenosných osivem; vysoká klíčivost a vzcházivost; vysoká vitalita klíčících rostlin
Kvalita produktů	Raná odrůda; vysoká pekařská kvalita; dobrá chuť; snadné skladování
Výnos a jeho stabilita	Relativně vysoké a stabilní výnosy v low - input podmínkách

Zdroj: upraveno dle Lammerts van Bueren (2002)

4.4 Fuzariózy klasu a jejich výskyt u minoritních druhů pšenice

Jak již bylo uvedeno v „Úvodu“ této práce, zahrnuli jsme do hodnocení maloobjemových, pluchatých druhů pšenice v rámci projektu NAZV „Využití systému participatory breeding ve výzkumu a šlechtění odrůd pšenice, vhodných pro ekologické systémy pěstování“ i problematiku týkající se odolnosti těchto pšenic k fuzariózám klasu a role pluchy ve vztahu k napadení zrna.

Fuzariózy klasů (*Fusarium head blight*, FHB) patří v současné době k nejvíce studovaným chorobám obilnin (Prokinová et al. 2014). Vyskytují se v různých částech světa,

v různých environmentálních podmínkách (McMullen et al. 2012) a odpovídají za celosvětové ekonomické ztráty odhadované na více než bilion dolarů ročně; způsobuje je jednak redukce výnosu, jednak snížení jakosti zrna napadených obilovin (Parry et al. 1995; Champeil et al. 2004; Wegulo et al. 2015).

Rod *Fusarium* zahrnuje řadu druhů, z nichž se na FHB nejčastěji podílí *F. graminearum* Schwabe, *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. a *F. poae* (Peck) Wollenw. (Ostrowska-Kolodziejczak et al. 2016). Vogelgsang & Sulyok (2008) uvádějí, že v Evropě se na FHB podílí především *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. pseudograminearum*, *F. poae* a *F. avenaceum*, zatímco *F. equiseti*, *F. langsethiae* a *F. sporotrichoides* patří mezi méně běžně identifikované druhy. Parry et al. (1995) uvádějí, že ve střední a středovýchodní Evropě způsobuje FHB především *F. culmorum*. K napadení klasů dochází v době květu a výsledkem jsou drobná, sraštělá zrna s barevnými změnami, přičemž kontaminace zrna může být provázena tvorbou mykotoxinů, např. trichothecenů (Perkowski et al. 2002). Chrpová et al. (2007) uvádějí, že v našich podmínkách ke tvorbě nebezpečných mykotoxinů v zrně dochází především při napadení klasu druhy *F. graminearum* a *F. culmorum*. Zatímco dříve v České republice převládal druh *F. culmorum*, v dnešní době je to *F. graminearum*. Mezi další druhy izolované v ČR patří *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* a *F. langsethiae* (Chrpová et al. 2004).

Fusarium spp. přežívá na rostlinných zbytcích a využívá je jako substrátu pro produkci inokula během následujícího vegetačního období (Manstretta & Rossi 2015). Rozptyl konidií z posklizňových zbytků deštěm je hlavní cestou jejich šíření, ale šíření větrem může být také významné, zejména pro druhy produkující askospory, jako je např. *F. graminearum* (Keller et al. 2014).

Největší riziko infekce klasů je v období kvetení. Infekční tlak závisí na mnoha faktorech. Mezi hlavní faktory patří, jak již bylo uvedeno, teplota a vlhkost, kterou ovlivňuje i hustota porostu a zaplevelení (Prokinová 2004; Xu X 2003; Jirsa et al. 2009). Riziková teplota během kvetení je okolo 20 °C a vlhkost 90 % (Chrpová et al. 2007). Prokinová (2004) dále uvádí, že mezi další faktory ovlivňující množství vytvořených mikrospor na pozemku je množství posklizňových zbytků (kukuřice, tritikale, ječmen, oves) a osevní sled. Nejvhodnějším substrátem pro přežívání a šíření *Fusarium* spp. je kukuřičná sláma, strniště a zbytky kukuřice. Způsob zpracování půdy ovlivňuje rychlost rozkladu posklizňových zbytků a dostatek dusíku v půdě ovlivňuje vydatnost infekce (Hůla et al. 2008).

U citlivosti vůči napadení klasů fuzariózami a následné kumulaci deoxynivalenolu byly mezi druhy obilnin prokázány rozdíly (Langevin et al. 2004; Miedaner et al. 2008). To potvrzují i Prokinová et al. (2014), kteří rovněž poukazují na různou citlivost obilnin. Udávají například, že v jejich pokusech s jarními obilninami byla nejodolnější pšenice dvouzrnka a nejcitlivější ječmen. Z ozimých obilnin bylo žito náchylnější k napadení více než pšenice. Příznaky primárního napadení klasu pšenice se zpočátku jeví jako hnědé vodnaté skvrny na pluchách. Prorůstáním houby osou klásku dochází k přerušení cévních svazků a následnému zbělení jednotlivých klásků a v případě napadení klasového větene nakonec celé části klasu nad místem infekce (Širučková & Kroutil 2007). Prokinová et al. (2014) uvádějí, že hlavní příznaky napadení obilnin fuzariózami klasu jsou viditelné od fáze zelené zralosti. Na zelených klasech jsou hnědé či hnědofialové skvrny. Dochází k zasychání horní třetiny klasu anebo k zasychání jednotlivých klásků. Ve zralosti se na klasech mohou tvořit růžové nebo oranžové povlaky mycelia a konidioforů se sporami. Napadená zrna jsou drobná, svraštelá a při silné infekci porostlá myceliem houby (Širučková & Kroutil 2007).

Podle Esau (1965) klasický model kolonizace klasu *F. graminearum* naznačuje, že infekce je iniciována na odumřelých prašnicích, následně hyfy prorůstají do semeníku a eventuálně dochází i k napadení květních obalů, zahrnujících plevy, pluchy a plušky. Bylo potvrzeno, že prašníky slouží jako výživný substrát pro *Fusarium* spp. a místo počáteční infekce (Strange et al. 1974). Nicméně, přímá penetrace houby skrz vnější stěny květních obalů byla popsána též. Spory *Fusarium* spp. klíčí na adaxiálním povrchu pluch a dávají vzniknout nerozvětveným hyfám, které často přicházejí do styku s průduchy (Wanjiru et al. 2002). Navzdory tomu, že např. *F. graminearum* nevytváří apresoria, uvádí se, že proniká adaxiálním povrchem a otevřenými průduchy květních obalů - plevami, pluchami a pluškami (Pritsch et al. 2000).

Kang & Buchenauer (2002) studovali infekční proces *Fusarium culmorum* a šíření houbových hyf ve tkáních klasu pomocí skenovací a transmisní elektronové mikroskopie po jednorázové inokulaci klasu pšenice. Zatímco růst hyf na vnějším povrchu klasu byl nepatrný a jejich průnik neúspěšný, tak na vnitřním povrchu se houby rozvíjely v husté mycelium a účinně napadaly plevu, pluchu, plušku a semeník. Uvedené poznatky naznačují, že existuje více cest, jimiž se může šířit infekce v klasu obilnin a že kromě její iniciace na odumřelých prašnicích může docházet i k penetraci houby skrze květní obaly.

V souvislosti s tím vyvstávají otázky týkající se role pluchy jakožto ochranného faktoru vzhledem ke kontaminaci zrna *Fusarium* spp. a produkovaným sekundárním metabolitům. Zde existují různá protichůdná tvrzení, avšak většina autorů se shoduje na tom, že určitá „ochranná“ role pluchy existuje (Suchowilska et al. 2010; Castoria et al. 2005, Prokinová et al. 2014).

Nejlepší prevencí infekce *Fusarium* spp. je pěstování odrůd s vysokým stupněm odolnosti (Scholten et al. 2007). Podle Prokinové et al. (2014) u pšenice seté v současné době nejsou u nás k dispozici odrůdy vysoce tolerantní k napadení fuzariózami klasu; převažují odrůdy středně odolné. Jistou možností ochrany v konvenčním způsobu pěstování je fungicidní ošetření porostů obilnin na počátku kvetení, výsledný efekt však není jednoznačný a v některých případech může být i kontraproduktivní (Malachová et al. 2010).

Alternativou konvenčnímu způsobu hospodaření je ekologické zemědělství. Podle zprávy FAO (2000) týkající se obsahu mykotoxinů v zemědělských produktech nebyly zjištěny jasné rozdíly mezi ekologickým a konvenčním zemědělstvím, nicméně určité odlišnosti se vyskytovat mohou. Rozdíly mezi ekologickým a konvenčním způsobem hospodaření nezaznamenala řada studií (Cirillo et al. 2003; Jestoi et al. 2004; Champeil et al. 2004); podle jiných však určité rozdíly v úrovni mykotoxinové kontaminace mezi ekologickou a konvenční produkcí být mohou (Skaug 1999; Kuzdralinski et al. 2013).

Využití fungicidního ošetření není v ekologickém způsobu hospodaření možné; o to důležitější je výběr odrůd s co nejvyšší přirozenou odolností vůči FHB. Jistou možností skýtají původní genetické zdroje, příp. staré, málo prošlechtěné či krajové odrůdy různých druhů pšenice, které mohou nést geny odolnosti vůči houbovým chorobám, včetně fuzarióz klasu. Proto je velmi důležité získání znalostí o úrovni odolnosti, resp. náchylnosti těchto druhů a odrůd (Chrprová et al. 2013). Informace tohoto druhu nejsou významné jen pro šlechtitele, ale i pro ekologické farmáře, kteří usilují o širší diverzitu pěstovaných plodin a staré, málo prošlechtěné, minoritní druhy obilnin na svých farmách využívají – týká se to zejména pluchatých druhů pšenice. Poznatky o odolnosti, resp. náchylnosti těchto druhů pšenice k FHB jsou však téměř nedostupné. Stejně tak je nedostatek poznatků o roli pluchy u pluchatých druhů pšenice, ve vztahu k napadení zrna FHB. I to je důvod, proč jsme se na hodnocení výskytu *Fusarium* spp. u pluchatých druhů pšenice a na objasnění role pluchy ve vztahu k napadení zrna zaměřily.

4.5 Volba výsevku minoritních druhů pšenice

V naší práci jsme se dále věnovali otázkám spojeným s volbou vhodného výsevku pluchatých druhů pšenice. Přestože dostupných údajů a doporučení, týkající se výsevků pluchatých druhů pšenice je zatím jen málo a nejsou dostatečně prověřené, lze předpokládat, že co se týče vlivu výše výsevku na tvorbu výnosu, budou i u pluchatých druhů pšenice platit obdobné principy jako u pšenice seté.

Výše výsevku klíčivých zrn a jejich rozmístění na ploše je podkladem pro utváření struktury porostu. Základní struktura porostu je určena počtem rostlin na jednotce plochy, počtem odnoží na rostlině a počet plodných stébel na rostlině (Lipavský 2000).

Grafius (1972) udává, že maximální výnos zrna pšenice je výsledkem optimální rovnováhy tří faktorů:

- počet klasů na jednotku plochy
- počet zrn v klasu
- hmotnost zrna.

Počet klasů na jednotku plochy je jedním z nejdůležitějších faktorů tvorby výnosu pšenice seté (Vrkoč 1981; Lipavský 2000; Bavec et al. 2002; Lithourgidis et al. 2006; Ozturk et al. 2006), méně je výnos ovlivněn počtem zrn v klasu a nejmenší vliv na výnos má HTS (Vrkoč 1981; Gooding et al. 2002). Štranc et al. (2018b) poukazují na to, že staré odrůdy pšenice podstatně více odnožovaly a na výnosu se podílely hlavně odnože a produktivních odnoží bylo minimálně. Schopnost obilnin odnožovat má adaptivní význam, který se formoval v průběhu revoluce a reguluje tak hustotu porostu (Štranc et al. 2018a).

Při optimální regulaci struktury porostu dochází ke zvyšování výnosů, protože tak mohou být využity všechny vegetační faktory (Petr et al. 1980; Wang 2001). Ozturk et al. (2006) uvádějí, že výnos zrna může být regulován výsevkem, ale velmi důležitý je i optimální termín setí.

Počet rostlin na jednotce plochy je limitován předset'ovou přípravou, biologickou hodnotou osiva, setím, stupněm poškození nepříznivými činiteli, mezidruhovými a vnitrodruhovými činiteli (Lipavský 2000). V přehoustlých porostech dochází ke zvýšení kompetice o živiny (dusík), světlo a vodu (Petr et al. 1980; Wang 2001). Lipavský (2000) dále zmiňuje, že se stoupající hustotou porostu dochází k redukci odnoží. Autor udává, že v porostu s hustotou 500 rostlin na m² dochází k redukci cca 80 % ze založených odnoží. Nižší hustota

porostu je naproti tomu kompenzována vyšší tvorbou odnoží (Gooding et al. 2002). Štranc et al. (2018b) uvádějí, že se zvyšujícím se výsevkem se snižuje ozáření jednotlivých rostlin a intenzita odnožování.

Odnožování je hlavním prostředkem autoregulace hustoty porostu a slouží k částečné eliminaci nepříznivých důsledků počasí, patogenů a agrotechnických chyb během vegetačního období. Probíhá prakticky od vzejití do kvetení (Lipavský 2000). Wang (2001) uvádí, že hustota porostu ovlivňuje rychlost nárůstu listové plochy, začátek odnožování a úmrtnost rostlin.

Čapek (2012) uvádí, že k poklesu výnosu pšenice (seté) dochází při snižování počtu rostlin pod 180 rostlin na m² a při počtu 100 až 120 rostlin na m² lze ještě dosáhnout výnosu asi 75 - 80 % původního výnosového potenciálu. Bavec et al. (2002) zaznamenali, že při zvyšujícím se výsevkem docházelo ke snižování hmotnosti obilky v klasu, počtu zrn v klasu a hmotnost tisíce semen. To potvrzují i výsledky, které uvádí Čapek (2012) v tabulce č. 3. Štranc et al. (2018b) udávají, že bez ohledu na odrůdové schopnosti pšenice ozimé se při zvyšujícím výsevkem zvyšuje počet produktivních stébel na m², ale stupeň odnožení jedné rostliny se snižuje. Snižuje se i vzcházivost a stupeň přežití k datu sklizně. Současně klesá i počet zrn v klase.

Tabulka: 3 *Struktura porostu a tvorba výnosotvorných prvků u ozimé pšenice při různém výsevkem souboru odrůd, Krukanice, průměr 2008–2011*

počet vysetých zrn (klíč. zrn/m ²)	Struktura výnosových prvků u ozimé pšenice				relativní výnos zrna (%)
	HTZ (g)	počet zrn v klasu	hmotnost zrna v klasu (g)	počet klasů na m ²	
100	43,10	41,46	1,85	430	84,6
200	43,00	40,40	1,81	495	94,4
300	42,60	38,22	1,72	538	97,6
400	42,70	37,97	1,71	538	100,0
500	42,50	37,96	1,67	574	101,3
600	42,30	37,32	1,64	581	100,3

Zdroj: upraveno dle Čapek (2012)

Šarapatka & Urban (2006) doporučují výsvek u pšenice seté v podmínkách ekologického zemědělství na úrovni 400 - 450 klíčivých zrn na m². Při opožděném setí je možné zvýšit výsvek o 10 - 15 %. Jak již bylo uvedeno, u pluchatých druhů pšenice se doporučení stran výsevkem velmi rozcházejí, a proto je důležité reakci těchto druhů pšenice na různou výši výsevkem prověřit, a to jak s ohledem na výnos, tak i s ohledem na kvalitu produkce. Konvalina et al.

(2014) uvádí, že k setí se u pluchatých druhů pšenice používají výhradně nevyloupané klásky, protože při loupání zpravidla dochází k mechanickému poškození zrna a vyloupaná zrna rychle ztrácejí klíčivost. Celé nevyloupané klásky by měly být zbavené osin, protože jinak hrozí ucpávání výsevního ústrojí secího stroje.

4.5.1 Pšenice špalda

Vliv výsevku má jen omezený vliv na výnos špaldy, ale může ovlivnit výnosové složky v důsledku vnitrodruhové konkurence (Dorval et al. 2015). Dorval et al. (2015) uvádí, že při výsevku 450 klíčivých obilek na m² produkovala pšenice špalda pouze jeden klas na rostlinu.

Castagna et al. (1996) uvádějí na základě výsledků svých pokusů, že při zvýšení výsevku z 200 na 400 klíčivých obilek na m² došlo u pšenice špaldy k nárůstu výnosu, avšak pouze mírnému. Puzyński et al. (2015) ve svém výzkumu uvádějí, že u výsevku 500 klíčivých obilek na m² se zvýšil výnos o 8,5 % oproti výsevku 300 klíčivých obilek na m². Pospíšil a et al. (2011) uvádějí, že nenalezli ve výzkumu v Chorvatsku prakticky žádný vliv výsevku (200, 300 a 400 zrn m²) na výnos nebo výnosové složky u špaldy ozimé. K podobnému závěru došel i Andruszczak (2018), který uvádí, že různá výše výsevku (360, 480, 600 klíčivých obilek na m²) neovlivnila výraznějším způsobem výnos a kvalitu zrna. V západní Kanadě, u špaldy jarní, dosáhl Ehsanzadeh (1998) nejvyššího výnosu při výnosu 150 obilek na m², přičemž nebyly pozorovány žádné výnosové rozdíly od 250 do 450 obilek m²; zvýšení intenzity výsevu vedlo k poklesu počtu zrn v klase, ale nemělo žádný vliv na hmotnost tisíce zrn.

V příznivých podmínkách se doporučuje výsevek ozimé špaldy 300 - 350 klíčivých obilek na m², v horších podmínkách se výsevek navyšuje až na 350 - 400 klíčivých obilek na m² (Konvalina et al. 2012a; Konvalina et al. 2014).

V tabulce 4 jsou uvedeny různé výsevky a jejich vliv na výnos, hmotnost zrna v klasu a počet zrn v klasu u odrůdy pšenice špaldy Nirvána a Ostro (Pospíšil et al. 2011). Bez ohledu na výsevek byl výsledný výnos hodnocených odrůd ozimé špaldy srovnatelný; totéž platí o hmotnosti zrna v klasu a počtu zrn v klasu. To naznačuje poměrně vysokou autoregulační schopnost špaldy a možnost použití i nižší výsevků, než je běžně doporučováno; ovšem s tím, že v případě nepříznivých podmínek ročníku by použití nízkých výsevků již představovalo zvýšené riziko.

Tabulka: 4 Vliv výše výsevků na produkční parametry ozimé špaldy - Nirvana a Ostro

Výsev (klíč. zrn na m ²)	Výnos pluchatého zrna (t/ha)	Hmotnost zrna v klasu (g)	Počet zrn v klasu
200	5,6	1,7	33
300	5,8	1,8	33
400	5,6	1,8	33

Zdroj: upraveno dle Konvalina et al. (2014)

Doporučený výsevek pšenice špaldy v ekologickém zemědělství je 300 – 400 klíčivých obilek na m² (Konvalina et al. 2014), ale reakce špaldy na různé množství výsevu a vlivu na výnos, výnosové prvky a kvalitu zrna není zatím v našich půdně-klimatických podmínkách dostatečně experimentálně ověřena. Vzhledem k tomu, že certifikované ekologické osivo je velmi nákladné, může optimalizace výsevku zlepšit ekonomiku pěstování a pomáhat tak producentům pěstovat špaldu efektivněji a poskytovat kvalitní zrna.

4.5.2 Pšenice dvouzrnka

Konvalina et al. (2014) uvádějí, že při optimálním termínu setí je u jarní formy dvouzrnky vhodný výsevek 300 - 350 klíčivých zrn na m², maximálně 400 klíčivých zrn na m² (Konvalina et al. 2012b). U ozimé formy může být výsevek ještě snížen – např. u maďarské odrůdy ozimé dvouzrnky Mv Hegyes je doporučován výsevek na úrovni 250 - 300 klíčivých obilek na m² (Marton Genetics 2019). Při stanovení výsevku je třeba počítat s tím, že v klásku se nacházejí zpravidla dvě obilky a podíl pluch se pohybuje kolem 30 % (Konvalina et al. 2014).

Někteří zahraniční autoři doporučují u ozimé dvouzrnky výsevky ještě nižší, neboť při nižším počtu rostlin na jednotku plochy mohou rostliny lépe uplatnit vyšší odnožovací schopnost. Nepřehoustlý porost je navíc odolnější k poléhání a dosahuje vyšší HTS. V experimentu vedeném Troccoli & Codianni (2005) bylo zjištěno, že pšenice dvouzrnka dosáhla jak vyšších výnosů, tak vyššího počtu klasů n m² před sklizní při výsevku 200 klíčivých obilek na m², kdy výnos dosáhl 3,85 t/ha a počet klasů na m² činil 385 klasů. Tyto výsledky se shodují s již dříve publikovanými údaji těchto autorů (Codianni et al. 1993). Tito autoři dále uvádějí, že v jejich experimentech došlo při použití vyššího výsevku 300 klíčivých obilek na m² ke snížení výnosu a z toho důvodu doporučují jako ideální výsevek 200 klíčivých obilek na m² (Codianni et al. 1993; Codianni et al. 1996; Troccoli et al. 1997).

4.5.3 Pšenice jednozrnka

Podle Konvaliny et al. (2014) lze doporučit při ekologickém pěstování jarní pšenice jednozrnky výsevek 300 - 350 klíčivých obilek na m^2 , což by odpovídalo cca 120 - 140 kg neloupaných klásků na ha (při HTS vyloupaných zrn cca 25-30 g a podílu pluch cca 30 %). V zahraniční literatuře jsou zejména u ozimých forem jednozrnky uváděny výsevky ještě nižší. Z údajů, které uvádějí Troccoli & Codianni (2005) je zřejmé, že ozimé formy jednozrnky vyžadují dostatek prostoru a výnos tvoří především zvýšeným odnožováním. Autoři na základě výsledků svých pokusů uvádějí, že se zvyšujícím se výsevkem klesal výnos zrna a jako nejproduktivnější se jevila varianta s výsevkem 100 klíčivých obilek na m^2 a 360 klasy na m^2 před sklizní (tato varianta dosáhla výnosu 1,69 t/ha). Nejnižší výnos (1,13 t/ha) vykázala v daném pokusu varianta s výsevkem 200 klíčivých obilek na m^2 . Dříve publikovaná data s tím nesouhlasí, např. Codianni et al. (1993) uvádí, že nejvyšší výnos byl dosažen při vyšším výsevku. Důvodem rozdílných zjištění je pravděpodobně odlišný průběh ročníku, příp. i odolnost k poléhání.

4.6 Využití biologického ošetření osiva minoritních druhů pšenice

Posledním tématem, kterému jsme se věnovali s cílem ověřit možnosti zlepšení pěstitelské technologie pluchatých druhů pšenice v ekologickém zemědělství, je využití biologického ošetření osiva.

Cílem biologické ochrany není úplné vymýcení populací škodlivých činitelů, ale regulace jejich četnosti na přijatelnou úroveň (Van Driesche & Heinz 2004). Regulace škodlivých organismů pod hranici ekonomické újmy je cílem aplikované biologické ochrany (DeBach 1974).

Moření osiva je způsob, jak zmírnit negativní působení různých vnějších nebo vnitřních vlivů. Zlepšuje klíčivost a vitalitu osiva a tím podporuje tvorbu zdravé rostliny se zvýšeným produkčním potenciálem (Khanzada et al. 2002). Kvalita osiva nespočívá jen v jeho dobré klíčivosti nebo geneticko-biologických charakteristikách, ale i v jeho zdravotním stavu (Matušinský & Tvarůžek, 2012). Moření osiva obilnin je v současné době u nás v podmínkách konvenčního zemědělství prakticky nutností (Ondřej et al. 2012). Možnosti ošetřování osiv se však v posledních letech rozšiřují i v případě ekologického způsobu pěstování, kde se při pěstování plodin stále častěji uplatňují nejrůznější biologické přípravky, nejčastěji aplikované jako biomořidla na osivo. Procházka et al. (2015) dodávají, že ošetření biologicky aktivními látkami se provádí pro podporu zdravotního stavu a vitality osiva. Moření osiva podporuje rychlejší a uniformní vzcházení rostlin i v nepříznivých půdních podmínkách (Callan et al. 1990).

Houby používané jako prostředek biologické ochrany rostlin mají v porovnání s bakteriemi žijícími rovněž v půdě daleko větší schopnost růst a šířit se půdou v rhizosféře, díky aktivitě hyf (Prokinová 1996). Prokinová (1996) dále uvádí, že známo přibližně 2000 druhů mykoparazitických hub, které napadají až 2500 druhů jiných hub.

Kořeny jsou nejcitlivějším orgánem rostliny, který svými morfologickými a fyziologickými vlastnostmi reagují citlivěji než nadzemní části rostliny (Bláha & Hnilička 2006). Při klíčení se dostává mikroorganismus biopreparátu přímo do styku s patogeny, které jsou přenosné osivem. Přímo působí i na patogenní mikroorganismy přenosnými půdou a bývají přítomné i na osivu (Hýsek et al. 2008). V celosvětovém měřítku je k dispozici již řada biologických přípravků pro ošetření osiva, obvykle na bázi mikroorganismů (bakterií či hub), sloužících ke zmírnění negativního působení nejrůznějších vnitřních či vnějších vlivů a zlepšujících a podporujících růst rostlin (Jensen et al. 2000; Mastouri et al. 2010). Tyto přípravky jsou již i v ČR při pěstování obilnin poměrně široce využívány, zejména při pěstování ječmene a pšenice seté a jejich efekt byl již při řadě příležitostí ověřován (Bláha et al. 2013; Prokinová et al. 2013). U pluchatých druhů pšenice, jako je např. špalda, která se vyznačuje silnými, pevnými pluchami, detailní informace o možném efektu využití těchto přípravků při ošetření osiva zatím chybí. Ondráčková et al. (2019) uvádějí, že v českém registru přípravků na ochranu rostlin se ke dni 22. 1. 2019 nacházelo celkem 41 biologických přípravků (15 biopreparátů a 26 bioagens). Z biopreparátů obsahovalo 6 přípravků mykoparazitické houby - v pěti přípravcích byl obsažen mykoparazit *Pythium oligandrum* a v jednom přípravku *Coniothyrium minitans*.

V biologické ochraně proti fytopatogenním druhům hub se z antagonistických hub využívají nejčastěji houby rodu *Trichoderma* a *Clonostachys* nebo druhy *Talaromyces flavus*, *Pythium oligandrum* aj. Podstatou antagonistické účinnosti jsou jejich mykoparazitické, kompetitivní nebo antibiotické vlastnosti (Ondráčková et al. 2014). Ondráčková et al. (2019) dále uvádějí, že z celosvětového hlediska se nejvíce využívají druhy rodu *Trichoderma*. Z dalších mykoparazitických hub se pro výrobu přípravků využívají druhy *Clonostachys rosea*, *Pythium oligandrum* nebo *Coniothyrium minitans*.

V našich pokusech byly pro ošetření osiva vybraných odrůd jarní a ozimé pšenice špaldy použity přípravky Polyversum a Clonoplus. Polyversum patří k nejčastěji používaným biologickým přípravkům, využívaným především v ekologickém zemědělství k ošetření osiva

obilnin. Perspektivní je i Clonoplus, což je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje spory více kmenů houby rodu *Clonostachys*.

Jednotlivá bioagens se mohou projevovat více mechanismy a jednotlivé mechanismy se vzájemně nevyklučují (Whipps & McQuilken 2009). Do mechanismů účinku biologických přípravků můžeme zařadit například indukovanou rezistenci, kompetici, antibiозu a produkci antibiotik, parazitizmus a podporu růstu rostlin. Účinnost prostředků používaných v biologické ochraně závisí na biotických a abiotických podmínkách prostředí, zároveň tyto prostředky působí pomaleji než chemické prostředky. Jedním z největších omezení zavedení biologických přípravků do praxe je nevyrovnanost v účinnosti těchto přípravků. V současné době se jedná o metodu čistě preventivní (Prokinová 2015).

Existují houby a bakterie, které jsou schopny chránit rostliny před chorobami, anebo minimalizovat jejich škodlivý efekt. Tyto organismy zároveň stimulují jejich růst a podporují mnoho fyziologických procesů. Jedná se zejména o rhizobakterie podporující růst. (Vessey 2003). Rhizosférní bakterie lze najít ve vydatném množství na kořenech rostlin. Specifické druhy těchto bakterií stimulují růst rostliny, a proto jsou označovány jako rhizobakterie podporující růst rostlin (Věchet 2010). Mezi ně můžeme zařadit např. bakterie rodů *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Serratia* (Šimon & Mikanová, 2010).

Půdní mikroorganismy kolonizují kořeny rostlin, produkují a uvolňují metabolity, jako jsou růstové regulátory, fytohormony a biologicky aktivní látky stimulující růst rostlin. Dále přispívají ke zvyšování dostupnosti živin pro rostliny a napomáhají k udržení dobré půdní struktury (Šimon & Mikanová, 2010). Vasey (2003) dodává, že zahrnují např. rozpouštění sloučenin fosforu, podporu mykorrhizy a snížení toxicity kovů. Například *Trichoderma* spp. je schopna rozpouštět špatně přijatelné sloučeniny fosforu i určité mikroprvky, zvyšuje přístupnost dusíku rostlině a podporuje růst kořenů (Harman 2004; Harman 2006).

Clonostachys rosea je běžně se vyskytující půdní houba, která se nejčastěji vyskytuje v orných půdách a v půdách travních porostů a podílí se na rozkladu organické hmoty v půdě (Ondráčková et al. 2014). Ondráčková et al. (2019) dále uvádějí, že *Clonostachys rosea* vyniká svými mykoparazitickými vlastnostmi, které pomáhají v půdě degradovat řadu fytopatogenních hub a jejich klidových stádií např. *Rhizoctonia solani*, *Verticillium* spp., *Colletotrichum* spp., *Sclerotinia sclerotiorum* aj. Svými vlastnostmi tak zvyšuje supresivitu půdy a pomáhá rostlinám

odolávat vůči ataku půdních patogenů. Kromě toho se také podílí na rozkladu organické hmoty a uvolňování živin.

Rostliny pšenice ozimé infikované *Fusarium culmorum* prokázali aktivaci obranného systému hostitelské rostliny při použití ošetření osiva *Clonostachys rosea* a indukci tvorby PR4 proteinů, tvorbu peroxidáz a chitináz a podporu růstu hostitelské rostliny. V porovnání s kontrolou došlo při použití *Clonostachys rosea* k masivnímu nárůstu kořenů v počáteční fázi vegetace rostlin (Roberti et al. 2008). Xue (2003) uvádí, že během klíčení zrna a vývoje rostliny se bioagens dostávají do rhizosféry, kde se šíří a kolonizují povrch osiva, hypokotylu a kořenů. Roberti et al. (2008) doplňují, že použití kmene *Clonostachys rosea* CR47 je účinné proti *Fusarium culmorum*. Rovněž Jensen et al. (2000) zmiňuje účinnost kmene *Clonostachys rosea* IK726 proti *Fusarium culmorum*. Knudsen et al. (1995) ve svém polním pokusu prokázal účinnost tohoto kmene i proti *Bipolaris sorokiniana*.

Ondráčková et al. (2014) publikovali výsledky ze svého polního pokusu z roku 2013, kdy ošetření pšenice ozimé mykoparazitickou houbou *Clonostachys rosea* ovlivnilo mohutnost kořenového systému a byl zaznamenán i vyšší výnos (6,7 t/ha) oproti neošetřené kontrole (5,9 t/ha). Bylo také zjištěno, že u neošetřené kontroly bylo v rhizosféře nalezeno vyšší množství kolonií *Fusarium* spp. oproti ošetření biologickým přípravkem a izolována *Rhizoctonia* spp., která se v ošetřené variantě vůbec nevyskytovala. Pozitivní vliv biopreparátu na bázi mykoparazitické houby směsí 4 kmenů *Clonostachys rosea* byl zaznamenán i u luskovin. Rostliny luskovin byly vystaveny silnému tlaku půdních fytopatogenních hub. Ošetření podporovalo tvorbu kořenových hlízek až o 86 %, kořeny také vykazovaly nižší napadení komplexem půdních fytopatogenních hub. Značný byl i nárůst výnosu, který se pohyboval od 115 – 126 % (bob – fazol) od kontroly (100 %). Pozitivní vliv byl zjištěn i u brambor, u kterých byl prokázán pozitivní vliv na napadení hlíz strupovitostí (*Streptomyces scabiei*), (Ondráčková et al 2014).

Živiny pro svoji potřebu využívá i *Pythium oligandrum*, který pomocí hydrolytických enzymů proniká do hostitele a rozkládá jeho mycelia a některé rozmnožovací orgány (sklerocia). (Procházková-Rulfová 2009). Důležitost hydrolytických enzymů v mykoparazitické aktivitě *Pythium oligandrum* se odráží v přítomnosti transkriptů, které se pravděpodobně podílejí na degradaci buněčné stěny (Horner et al. 2012).

Pythium oligandrum znásobuje svůj růst na hyfách rostlinných patogenů a kolonizuje živný substrát. Pokud je mykoparazit přenesen do čerstvého substrátu, pokračuje jeho mycelium v růstu, zatímco hyfy fytopatogenů stagnují v růstu (Benhamou et al. 1999). Gerbore et al. (2014) uvádějí, že biologická kontrola uplatňující *Pythium oligandrum* je výsledkem komplexního procesu, který zahrnuje účinky přímé nebo účinky nepřímé, například indukční resistance a podpora růstu. *Pythium oligandrum* má atypický vztah k rostlině především kvůli jeho rychlému proniknutí do kořenových tkání. Po kolonizaci kořenů, dochází k vyvolání ochranného systému rostliny a rostliny jsou tak chráněny před řadou patogenů.

Rubák (2001) uvádí, že biopreparát Polyversum je vhodný jako mořidlo do pšenice proti černání pat stébel (*Gaeumannomyces graminis* syn. *Ophiobolus graminis*). Autor dodává, že využití mykoparazitické houby *Pythium oligandrum* je vhodné proti kořenovým hnilobám a že houba parazituje na mnoha půdních patogenech (např. fytopatogeny z rodu *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Bipolaris sorokiniana* a *Gaeumannomyces graminis*). Dále zmiňuje výsledky výzkumu Sychrové z VURV Praha-Ruzyně, které potvrzují pozitivní vliv houby *Pythium oligandrum* na choroby pat stébel ozimé pšenice – u ošetřené varianty bylo dosaženo o 25 – 35 % vyšších výnosů než u neošetřené kontroly.

Janovská & Capouchová (2014) uvádějí, že při hodnocení napadených rostlin *Fusarium* spp. bylo dosaženo nejvyšší účinnosti u varianty s Polyversem při použití dávky 1 g/kg osiva.

Dumalasová (2016) upozorňuje, že pokud je zaznamenán na obilce vyšší výskyt než 1 spora sněti, mělo by být osivo ošetřeno. Přípravek Polyversum je vhodný na ošetření, ale je registrován v EZ pouze proti sněti pšeničné, nikoliv proti sněti zakrslé.

Prokinová et al. (2013) ve svém experimentu potvrdili, že biologické ošetření ovlivňuje další generaci rostlin po celou dobu vegetace a uvádějí, že různé odrůdy reagují na ošetření osiva rozdílně a rozdíly mohou být významné. Proto je zřejmé, že každý biologický přípravek nebude vhodný pro každou odrůdu. Prokinová (2016) dále uvádí na základě svých výsledků z poloprovazního pokusu s přípravkem Clonoplus, použitým pro ošetření osiva pšenice seté ozimé a ječmene jarního, že u pšenice byl výsledek velmi pozitivní (ošetřená varianta dosáhla výnosu 7,2 t/ha, neošetřená kontrola 6,8 t/ha). Naproti tomu u ječmene jarního nemělo ošetření osiva na výnos výraznější dopad – zde se však jednalo o jednoleté výsledky. Je zřejmé, že účinnost biologických mořidel může být výrazně ovlivněna ročníkem, resp. povětrnostními

podmínkami, především v období setí, klíčení a vzcházení rostlin. Při suchu nemají mikroorganismy obsažené v biopreparátech možnost se v půdě dostatečně rozvinout a zapůsobit a efekt ošetření bývá nízký. To potvrzují i Ondráčková et al. (2019) kteří uvádějí, že při použití biopreparátů v polních podmínkách je třeba mít na zřeteli také průběh počasí, protože extrémní výkyvy (např. sucho) mohou vést k významnému snížení účinnosti.

Bláha et al. (2013) uvádějí, že účinnost biologických přípravků, aplikovaných jako biomořidla na osivo, je ovlivněna i půdními podmínkami konkrétní lokality. Při použití v méně kvalitních, chudších půdách (nízký obsah živin, organických látek, horší struktura, nízká mikrobiologická aktivita atd.) dochází k výraznějšímu účinku biologických preparátů, než je tomu u kvalitnějších půd, kde bývá efekt minimální. Hlavním důvodem je, že přípravky nemají možnost se ve výborných podmínkách znatelně projevit.

Hofmanová (2003) připomíná, biologická ochrana rostlin je práce s živým materiálem, a proto je ve většině případů složitější než ochrana chemická. Na paměti je třeba mít jedinečnost přírody a vždy myslet na to, aby byla co nejméně porušována její biologická rovnováha.

5 Metody a materiál

5.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Přesné polní maloparcelkové pokusy se souborem genotypů jarní pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy, s vybranými odrůdami špaldy ozimé a kontrolními odrůdami jarní a ozimé pšenice seté probíhaly v letech 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 a 2017/2018 na Výzkumné stanici Katedry agroekologie a rostlinné produkce (původně Katedry rostlinné výroby) Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze-Uhřetěvesi. Pokusy probíhaly v ekologickém systému pěstování. Ekologické zemědělství se řídí evropskými zákonnými normami:

- Nařízením Rady č. 834/2007, o ekologické produkci a označování ekologických produktů, nahrazující nařízení (EHS) č. 2092/91,
- Nařízením Komise č. 889/2008,

naším národním zákonem č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a vyhláškou č. 16/2006, kterou novelizovala vyhláška č. 80/2012.

Výzkumná stanice Praha-Uhřetěves je certifikována pro vedení pokusů ekologickým způsobem, podle výše uvedených norem.

Pozemky VS Praha-Uhřetěves jsou řazeny do řepařského výrobního typu a řepařsko-pšeničného subtypu. Nadmořská výška stanoviště je 295 m.n.m., průměrná roční teplota 8,4 °C a průměrný roční úhrn srážek 575 mm. Pozemek se řadí k hnědozemním půdním typům a dle klasifikace Kopeckého patří půda do jílovitých hlín. Hloubka ornice je 32 cm. Humusový horizont dosahuje do hloubky 70 cm a jeho profil je mírně až středně humózní, s neutrální reakcí v celém profilu. Hladina spodní vody se nachází trvale v 1 metru.

5.1.1 Obsah přístupných živin v půdě

Obsah přístupných živin v půdě byl stanoven extrakčním roztokem Mehlich III. Obsah těchto živin na ekologické ploše a jejich hodnocení (dle dostupných údajů z VS Praha-Uhřetěves) uvádí tabulka 5.

Tabulka: 5 Obsah přístupných živin v půdě na ekologické ploše 2015 - 2018

Ozimy 2015						
	Hořčík		Vápník		Dusík (NO₃ + NH₄)	
Hloubka (cm)	30	60	30	60	30	60
Obsah (mg/kg)	123	164	2515	3247	23,32	6,57
Hodnocení obsahu	vyhovující	dobrý	-	-	nízký	velmi nízký/ nízký
Jařiny 2015						
Obsah (mg/kg)	144	182	2642	3200	28,00	21,85
Hodnocení obsahu	vyhovující	dobrý	-	-	nízký	střední
Ozimy 2016						
	Hořčík		Vápník		Dusík (NO₃ + NH₄)	
Hloubka (cm)	30	60	30	60	30	60
Obsah (mg/kg)	103	123	2352	2692	12,41	5,48
Hodnocení obsahu	nízký	vyhovující	-	-	nízký	velmi nízký/ nízký
Jařiny 2016						
Obsah (mg/kg)	117	124	2287	2360	11,48	10,34
Hodnocení obsahu	vyhovující	vyhovující	-	-	nízký	nízký
Ozimy + jařiny 2017						
	Hořčík		Vápník		Dusík (NO₃ + NH₄)	
Hloubka (cm)	30	60	30	60	30	60
Obsah (mg/kg)	127	-	2185	-	22,53	-
Hodnocení obsahu	vyhovující	-	-	-	střední	-
Ozimy + jařiny 2018						
	Hořčík		Vápník		Dusík (NO₃ + NH₄)	
Hloubka (cm)	30	60	30	60	30	60
Obsah (mg/kg)	-	-	-	-	29,79	-
Hodnocení obsahu	-	-	-	-	střední	-

5.1.2 Průběh povětrnostních podmínek za pokusné období

Přehled povětrnostních podmínek za období 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 a 2017/2018 uvádí tabulky 6 - 13.

Tabulka 6: Měsíční úhrny srážek za období 2014/2015 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Úhrn měsíčních srážek (mm)	Dlouhodobý úhrn srážek (mm)	Rozdíl (mm)
Říjen	104,0	41,0	63,0
Listopad	21,4	34,0	-12,6
Prosinec	17,4	34,0	-16,0
Leden	35,8	28,0	7,8
Únor	6,6	27,0	-20,4
Březen	34,6	31,0	3,6
Duben	17,0	46,0	-29,0
Květen	48,2	65,0	-16,8
Červen	80,8	74,0	6,8
Červenec	9,6	74,0	-64,4
Srpen	54,2	72,0	-17,8
Září	9,4	49,0	-39,6

Tabulka 7 Měsíční úhrny srážek za období 2015/2016 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Úhrn měsíčních srážek (mm)	Dlouhodobý úhrn srážek (mm)	Rozdíl (mm)
Říjen	70,6	41,0	29,6
Listopad	49,2	34,0	15,2
Prosinec	13,8	34,0	-20,2
Leden	27,0	28,0	-1,0
Únor	31,4	27,0	4,4
Březen	17,6	31,0	-13,4
Duben	18,9	46,0	-27,1
Květen	24,6	65,0	-40,4
Červen	66,8	74,0	-7,2
Červenec	73,9	74,0	-0,1
Srpen	37,0	72,0	-35,0
Září	40,0	49,0	-9,0

Tabulka: 8 Měsíční úhrny srážek za období 2016/2017 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Úhrn měsíčních srážek (mm)	Dlouhodobý úhrn srážek (mm)	Rozdíl (mm)
Říjen	66,2	41,0	25,2
Listopad	44,0	34,0	10,0
Prosinec	25,8	34,0	-8,2
Leden	9,0	28,0	-19
Únor	22,6	27,0	-4,4
Březen	15,0	31,0	-16
Duben	39,0	46,0	-7,0
Květen	38,4	65,0	-26,6
Červen	68,8	74,0	-5,2
Červenec	66,6	74,0	-7,4
Srpen	91,0	72,0	19,0
Září	39,0	49,0	-10,09

Tabulka: 9 Měsíční úhrny srážek za období 2017/2018 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Úhrn měsíčních srážek (mm)	Dlouhodobý úhrn srážek (mm)	Rozdíl (mm)
Říjen	45,1	41,0	4,1
Listopad	40,2	34,0	6,2
Prosinec	32,4	34,0	-1,6
Leden	19,8	28,0	-8,2
Únor	23,2	27,0	-3,8
Březen	28,8	31,0	-2,2
Duben	21,8	46,0	-24,2
Květen	22,2	65,0	-42,8
Červen	65,4	74,0	-8,6
Červenec	22,2	74,0	-51,8
Srpen	33,8	72,0	-38,2
Září	68,0	49,0	19,0

Tabulka: 10 Průměrné měsíční teploty za období 2014/2015 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Průměrná měsíční teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Rozdíl (°C)
Říjen	11,1	8,6	2,5
Listopad	6,6	3,2	3,4
Prosinec	2,9	-0,5	3,4
Leden	2,3	-2,1	4,4
Únor	1,0	-0,8	1,8
Březen	5,7	3,4	2,3
Duben	9,4	8,2	1,2
Květen	14,0	13,4	0,6
Červen	17,1	16,3	0,8
Červenec	21,6	18,2	3,4
Srpen	22,7	17,5	5,2
Září	14,8	14,0	0,8

Tabulka: 11 Průměrné měsíční teploty za období 2015/2016 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Průměrná měsíční teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Rozdíl (°C)
Říjen	8,6	8,6	0,0
Listopad	7,2	3,2	4,0
Prosinec	5,7	-0,5	6,2
Leden	0,1	-2,1	2,2
Únor	4,1	-0,8	4,9
Březen	4,6	3,4	1,2
Duben	9,3	8,2	1,1
Květen	14,7	13,4	1,3
Červen	18,6	16,3	2,3
Červenec	20,3	18,2	2,1
Srpen	19,2	17,5	1,7
Září	17,8	14,0	3,8

Tabulka: 12 Průměrné měsíční teploty za období 2016/2017 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Průměrná měsíční teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Rozdíl (°C)
Říjen	8,9	8,6	0,3
Listopad	3,7	3,2	0,5
Prosinec	1,1	-0,5	1,6
Leden	-4,6	-2,1	-2,5
Únor	2,6	-0,8	3,4
Březen	7,5	3,4	4,1
Duben	9,1	8,2	0,9
Květen	15,2	13,4	1,8
Červen	19,5	16,3	3,2
Červenec	20,0	18,2	1,8
Srpen	20,2	17,5	2,7
Září	13,1	14,0	-0,9

Tabulka: 13 Průměrné měsíční teploty za období 2017/2018 a dlouhodobý průměr

Měsíc	Průměrná měsíční teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Rozdíl (°C)
Říjen	10,1	8,6	1,5
Listopad	7,7	3,2	4,5
Prosinec	4,1	-0,5	4,6
Leden	3,5	-2,1	5,6
Únor	-0,1	-0,8	-0,7
Březen	2,1	3,4	1,3
Duben	12,2	8,2	4,0
Květen	17,2	13,4	3,8
Červen	18,9	16,3	2,6
Červenec	21,4	18,2	3,2
Srpen	22,3	17,5	4,8
Září	16,4	14,0	2,4

5.2 Přehled agrotechniky polních pokusů

Přehled agrotechniky, použité při zakládání a vedení polních pokusů uvádí tabulka 14.

Tabulka: 14 Přehled agrotechniky, použité při zakládání a vedení polních pokusů

Agrotechnická operace	Ozimy			Jařiny			
	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2015	2016	2017	2018
Předplodina	peluška jarní	vikev setá	jetel luční	hrách setý	vikev setá	jetel luční	jetel luční
Orba	16.9.2014	2.9.2015	19.9.2016	18.11.2014	30.11.2015	26.10.2016	20.11.2017
Předset'ová příprava	17.9.2014	7.9.2015	20.9.2016	10.3.2015	18.3.2016	15.3.2017	3.4.2018
	26.9.2014	29.9.2015	16.10.2016	15.4.2015	23.3.2016	17.3.2017	5.4.2018
	7.10.2014	12.10.2015	17.10.2016		7.4.2016		
	31.10.2014						
Setí	31.10.2014	12.10.2015	18.10.2016	16.4.2015	7.4.2016	17.3.2017	5.4.2018
Válení	1.11.2014	21.3.2016	18.10.2016	17.4.2015	8.4.2016	17.3.2017	6.4.2018
Vláčení (plecí brány)	7.4.2015	29.3.2016	14.3.2017	19.5.2015	11.5.2016	25.4.2017	24.4.2018
	18.4.2015	7.4.2016	28.3.2017			3.5.2017	15.5.2018
	27.4.2015	20.4.2016	3.5.2017			19.5.2017	
			25.4.2017				
Skizeň	3.8.2015	7.8.2016	1.8.2017	15.8.2015	20.8.2016	10.8.2017	1.8.2018

5.3 Charakteristika jednotlivých pokusů

5.3.1 Využití vybraných genotypů minoritních druhů pšenice jarní formy (špalda, dvouzrnka, jednozrnka) ve šlechtění:

- posouzení vlivu selekce založené na výběru největších, nejmohutnějších klasů na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů;
- prověření odolnosti hodnocených genotypů vůči fuzariózám klasu
- zhodnocení antioxidační aktivity a obsahu vybraných antioxidantů v zrně sledovaných genotypů.

5.3.1.1 Vliv selekcí na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy

Uvedený pokus byl součástí grantového projektu NAZV „Využití systému participatory breeding ve výzkumu a šlechtění odrůd pšenice, vhodných pro ekologické systémy pěstování“.

Použité genotypy pluchatých druhů pšenice jarní formy pocházely z genové banky VÚRV, v.v.i. Přehled použitých genotypů pluchatých druhů pšenice a kontrolních odrůd pšenice seté je uveden v tabulce 15.

Tabulka: 15 Použité genotypy pluchatých druhů pšenice a pšenice seté

Pšenice jednozrnka	Pšenice dvouzrnka	Jarní pšenice špalda	Pšenice setá
<i>T. monococcum</i> 01C0204038 (GEO)	Rudico (CZE)	<i>T. spelta</i> Tabor 3075 (CSK)	SW Kadrlj (SWE)
<i>T. monococcum</i> 01C0204044 (ALB)	<i>T. dicoccum</i> Dagestan (RUS)	<i>T. spelta</i> VIR St. Petersburg (CSK)	Jara (CSK)
Schwedisches Einkorn (SWE)	<i>T. dicoccum</i> Palestine (ISR)	<i>T. spelta</i> Tabor 3076 (CSK)	
<i>T. monococcum</i> No. 8910 (DNK)	<i>T. dicoccum</i> Brno (CSK)	Špalda bílá jarní (CSK)	
Malonty (původ neznámý)	<i>T. dicoccum</i> Tabor (CSK)	<i>T. spelta</i> Kew (GBR)	
Probio (původ neznámý)		<i>T. spelta</i> No. 8930 (DNK)	
		Probio (původ neznámý)	

S procesem selekcí bylo započato na počátku řešení uvedeného grantového projektu NAZV, tedy v r. 2013; celý postup se opakoval v každém následujícím roce až do roku 2017 (konec řešení projektu). Pokusy byly vedeny metodou znáhodněných bloků ve 4 opakováních. Pro zajištění dostatečně reprezentativní selekce byly od každého genotypu vedeny ještě 2 parcely navíc, které sloužily ke klasovým výběrům a nebyly zahrnuty do hodnocení produkčních parametrů. U každého genotypu byl vyséván v ekologickém systému na VS Praha-Uhřetěves (výsevek 400 klíčivých obilok na m²) jednak „původní materiál“ - výsev byl opakovaně prováděn z osiva z porostů, u kterých byly v průběhu vegetace předchozího roku pouze odstraňovány vizuálně odlišné rostliny (příměsi) a jednak selektovaný materiál („výběry“) – výsev byl opakovaně prováděn z osiva z porostů, u kterých byla v průběhu předchozího roku před sklizní prováděna selekce založená na výběru největších a nejmohutnějších klasů; vždy z 2 „selektovaných“ pokusných parcel od každého genotypu byly vystříhány největší a

nejmohutnější klasy; zrno z nich bylo použito pro výsev „výběrových, selektovaných“ parcel na jaře následujícího roku (tyto parcely byly „navíc“ a nesloužily k hodnocení výnosu).

V průběhu vegetace byly u „selektovaných“ parcel i u parcel vyšetých z „původního“ materiálu hodnoceny vybrané morfologické znaky - délka a šířka praporcového listu, délka klasu, výška porostu před sklizní, biologické znaky - výskyt chorob (padlí travní, rez plevová, rez pšeničná, komplex listových skvrnitostí), poléhání po metání, poléhání před sklizní (hodnoceno bodovou stupnicí 1 – 9 bodů, kde 9 bodů znamená porost zcela zdravý a porost zcela nepolehlý, 1 bod porost totálně napadený či porost totálně polehlý) a hospodářské znaky - počet rostlin na m² po vzejití, počet klasů na m² před sklizní. Před sklizní byly odebrány snopky klasů pro stanovení počtu zrn v klasu a hmotnosti zrna v klasu. Po sklizni byly sklizené klásky ze selektovaných parcel i z parcel z původního materiálu vyloupany na laboratorní loupáče, stanoven výnos nahého zrna, podíl pluch, HTS nahého zrna a odebrány vzorky zrna pro jakostní hodnocení – obsah N-látek v sušině zrna, číslo poklesu, sedimentační index-Zelenyho test (použité metody viz kapitola 5.4). Obsah mokrého lepku v sušině zrna neuvádíme, neboť zejména u pšenice jednozrnky a dvouzrnky byl lepek velmi slabý a obtížně vypratelný.

5.3.1.2 Detekce *Fusarium* spp. v zrně a pluchách různých druhů pšenice

Jak již bylo uvedeno, v rámci hodnocení a posuzování možností dalšího využití sledovaných genotypů jarní pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy z ekologického způsobu pěstování byla věnována pozornost i hodnocení výskytu vybraných druhů *Fusarium* spp. v zrně a pluchách hodnocených šlechtitelských materiálů. Pro vlastní hodnocení byl použit soubor genotypů pluchatých druhů pšenice jarní formy, sledovaný v rámci předchozí kapitoly 5.3.1.1; z důvodu finanční náročnosti stanovení byly použity pouze vzorky z „neselektovaných“ variant. Soubor byl rozšířen o 5 odrůd ozimé pšenice špaldy – Rubiota (CZE), Alkor, Samir, Titan, Tauro (CHE) a o 3 další odrůdy pšenice seté – Astrid, Izzy, Granny (CZE). Detekce *Fusarium* spp. byla provedena u vzorků ze sklizní 2016 a 2017.

Po sklizni polních pokusů na VS Praha-Uhřetěves byly u pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy (ozimé a jarní) odebrány z každého opakování vzorky klásků (cca 1 kg) a pomocí laboratorní loupáčky bylo odděleno od sebe zrno a obalové vrstvy (plucha, pluška, současně i plevy). U pšenice seté byly náhodně odebírány vzorky klasů těsně před sklizní; zrno bylo následně odděleno od pluch, plušek a plev pomocí stolní laboratorní mlátičky. Nadále budeme pro větší stručnost pro materiál tvořený směsí pluch, plušek a plev používat termín “pluchy”.

Zvlášť zrno a zvlášť pluchy byly rozemlety za použití laboratorního mlýnku se sítkem o průměru otvorů 0,5 mm a získaný šrot byl použit pro vlastní detekci *Fusarium* spp. prostřednictvím metod PCR (polymerázová řetězová reakce). Vlastní analýzy se uskutečnily ve VÚRV, v.v.i. formou zakázky.

V první fázi byly vzorky zrna a pluch použity k extrakci DNA a detekci vybraných druhů *Fusarium* spp. (*Fusarium avenaceum*, *F. poae*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. sporotrichoides* a *F. pseudograminearum*) pomocí druhově specifických primerů (*Fusarium* species-specific amplification). Detailní metodika je uvedena v publikaci Zrcková et al. (2019a).

Při vyhodnocování elektroforetických spekter byly, na základě intenzity záznamu, stanoveny čtyři stupně infekce: stupeň 3 – silná infekce, stupeň 2 – střední infekce, stupeň 1 – slabá infekce, 0 – bez infekce (obrázek 3).



Obrázek: 3 Příklad elektroforetického spektra – detekce *Fusarium* spp. při použití druhově specifických primerů (Foto: L. Svobodová-Leišová)

Pozn.: *pk* - pozitivní kontrola; *nk* – negativní kontrola (bez *Fusarium* spp. DNA)
Infekční stupně 3, 2, 1 a 0 odpovídají např. vzorkům 4, 9, 5 a 8.

Ve druhé fázi byla použita metoda „Real-time PCR quantification“ (kvantitativní polymerázová řetězová reakce) pro kvantitativní stanovení množství DNA houby v $\mu\text{g}/100 \text{ mg}$ šrotu. Pro toto stanovení byly použity primery, které mělo pracoviště VÚRV k dispozici, a to

Fusarium graminearum a *F. culmorum* – jednalo se o druhy *Fusarium* spp., které se v minulých letech v ČR vyskytovaly nejčastěji. Detailní metodika je uvedena v publikaci Zrcková et al. (2019a).

5.3.1.3 Antioxidační aktivita a obsah vybraných antioxidantů v zrnu různých druhů pšenice

Pro doplnění celkového pohledu na jakost minoritních druhů pšenice v ekologickém zemědělství byl soubor vzorků zrna genotypů jarní pšenice jednozrnky, dvouzrnky, špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté, získaný v rámci předchozích pokusů (kapitoly 5.3.1.1 a 5.3.1.2) využit pro stanovení celkové antioxidační aktivity a obsahu vybraných antioxidantů. Vzorky sklizeného a u pluchatých druhů pšenice vyloupaného zrna byly rozemlety pomocí laboratorního mlýnku se sítkem s otvory o průměru 0,5 mm a získaný šrot byl použit pro vlastní analýzy. Ty se uskutečnily na Katedře chemie FAPPZ ČZU v Praze v rámci vzájemné mezikatedrové spolupráce. V práci jsou uvedeny výsledky z let 2017 – 2018.

Celková antioxidační aktivita byla stanovena podle Eliášové & Paznocha (2017) a vyjádřena v mg Trolox na kg sušiny.

Celkový obsah polyfenolů byl stanoven podle Eliášové & Paznocha (2017); výsledky byly vyjádřeny v mg kyseliny gallové na kg sušiny.

Celkový obsah fenolických kyselin byl stanoven podle Martini et al. (2015). Výsledky byly vyjádřeny v mg/kg sušiny.

Celkový obsah karotenoidů byl stanoven podle Paznocha et al. (2018). Výsledky byly vyjádřeny v mg/kg sušiny.

Podrobná metodika je uvedena v práci Zrcková et al. (2019b).

5.3.2 Vliv výše výsevku na dynamiku růstu, produkční a jakostní ukazatele ozimé a jarní pšenice špaldy

Pro pokus zaměřený na optimalizaci výše výsevku jarní a ozimé pšenice špaldy byly zvoleny dva jarní genotypy pšenice špaldy (Špalda bílá jarní a *T. spelta* Kew); jako kontrola byla použita jarní odrůda pšenice seté Granny (jakostní skupina A). Variantu s ozimými tvořily odrůdy ozimé špaldy Rubiota a Alkor, kontrolou byla ozimá odrůda pšenice seté Scaro (jakostní skupina E). U ozimých i jarních pšenic bylo použito 5 výsevků - 100, 200, 300, 400 a 500 klíčivých

obílek na m^2 . Pokus v ekologickém systému pěstování byl na VS Praha-Uhřetěves veden metodou znáhodněných bloků ve čtyřech opakováních (tři opakování byla použita pro hodnocení výnosu, jedno opakování sloužilo jako odběrová parcela pro odběry rostlin v průběhu vegetace); velikost pokusné parcely činila $12 m^2$.

V pokusných letech 2014/2015, 2015/2016 a 2016/2017 byly v rámci vstupů do porostu během vegetace prováděny u hodnocených odrůd ozimé a jarní špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté odběry rostlin pro stanovení dynamiky tvorby a redukce počtu stébel, stanovení obsahu sušiny nadzemní biomasy a biomasy kořenů v závislosti na výši výsevku (1 – 5 MKS/ha). Odběry probíhaly v pravidelných termínech počínaje odnožováním (BBCH 25-29) do mléčné až voskové zralosti (BBCH 75 – 85). U hmotnosti podzemní části rostliny – kořenů je uveden odběr rostlin pouze do konce sloupkování (BBCH 37) a to z důvodu, že v pozdějších fázích již nebylo možné spolehlivě zajistit kvalitní odběr kořenů; to by pravděpodobně vedlo k ovlivnění výsledků.

V rámci hodnocení vlivu výše výsevku na výnos a strukturu výnosotvorných prvků ozimé a jarní pšenice špaldy ve srovnání s kontrolními odrůdami pšenice seté byl stanoven počet klasů na m^2 před sklizní, počet klasů na rostlinu, počet zrn v klasu, hmotnost zrna v klasu, HTS, výnos a u pluchatých druhů pšenice podíl pluch (výnos zrna, HTS a hmotnost zrna v klasu jsou u pluchatých druhů pšenice vyjádřeny v přepočtu na nahé zrna – pro lepší porovnání s kontrolními odrůdami pšenice seté).

V rámci hodnocení vlivu výše výsevku na jakost zrna ozimé a jarní pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté byl stanoven obsah N-látek v sušině zrna, obsah mokrého lepku v sušině zrna, sedimentační index – Zelenyho test a číslo poklesu (metody stanovení jakostních ukazatelů jsou uvedeny v kapitole 5.4).

5.3.3 Vliv biologického ošetření osiva pšenice špaldy na produkční ukazatele vypěstovaných porostů a na jakost zrna

Posledním tématem, jemuž jsme se věnovali s cílem ověřit možnosti zlepšení produkčních a jakostních parametrů minoritních pšenic, bylo hodnocení vlivu biologického ošetření osiva pšenice špaldy na produkční ukazatele vypěstovaných porostů a na jakost zrna.

V přesném polním maloparcelkovém pokusu, vedeném opět v ekologickém způsobu pěstování na VS Praha-Uhřetěves metodou znáhodněných bloků ve čtyřech opakováních, velikost parcely $12 m^2$, byly použity shodné genotypy jarní i ozimé pšenice špaldy a kontrolní odrůdy pšenice seté, jako v předchozím pokusu s výsevky (kapitola 5.3.2). V rámci pokusu

s biologickým ošetřením osiva byl použit jednotný výsevek 400 klíčivých obilek na m². Pro ošetření osiva byly použity přípravky Polyversum a Clonoplus.

Charakteristika přípravků Polyversum a Clonoplus

Polyversum je první biofungicid vyvinutý v České republice. Účinnou látkou přípravku je mikroorganismus *Pythium oligandrum*, který se běžně vyskytuje v půdě. Jedná se o nepatogenní organismus, který kolonizuje kořenový systém různých druhů rostlin (Procházková-Rulfová 2009). *Pythium oligandrum* je houbový, mikroskopický, eukaryotní organismus (Klaban 2011). Udává se, že v 1 g půdy lze nalézt 4-20 životaschopných zárodků (Mencl 2001). Většina mikroorganismů rodu *Pythium* je patogenních, jen *Pythium oligandrum* je mykoparazit (Benhamou et al. 2012).

Přípravek Polyversum obsahuje klíčivé oospory umístěné na minerálním nosiči. Hlavním mechanismem účinku je mykoparazitismus. Mezi další mechanismy patří indukovaná rezistence a podpora růstu rostlin. *Pythium oligandrum* produkuje nízkomolekulární protein oligandrín a přírodní substance indukuje v rostlinách přirozenou rezistenci proti houbovým chorobám. Tato rezistence se projevuje:

- aktivně – inhibicí klíčení spor patogenu a potlačováním růstu jeho mycelia
- pasivně – ztluštěním buněčných stěn ošetřované rostliny (Procházková-Rulfová 2009).

Účelem moření Polyversem je likvidace chlamydospor sněti mazlavé pšeničné a askospor fusarií klíčících zároveň s obilkou a pocházejících z infikovaného osiva, dále potlačení tlaku půdní infekce způsobené zejména houbami *Fusarium* spp., vedoucí k hnilobám kořenů a pat stébel; zároveň je v klíčících rostlinách indukována rezistence proti dalším chorobám (Biopreparáty s.r.o. 2019).

Clonoplus je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje spory více kmenů houby rodu *Clonostachys*, které se běžně vyskytují v půdě, rozkládají organické zbytky a zvyšují příjem živin. Tyto užitečné houby rovněž rozkládají sklerocia, mikrosklerocia, chlamydospory a oospory patogenních hub (*Sclerotinia cepivorum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solanii*, *Botrytis cinerea*, *Bipolaris sorokiniana*, *Colletotrichum* spp.) a to i při nižších půdních teplotách (Ondráčková et al. 2014).

První částí práce bylo hodnocení vlivu ošetření osiva sledovaných odrůd přípravky Polyversum a Clonoplus na biologické vlastnosti osiva – energii klíčení a laboratorní klíčivost, energii vzcházení a laboratorní vzcházivost, stanovené v rámci laboratorních testů

Laboratorní zkoušení osiva

Laboratorní testy byly zakládány v umělohmotných miskách s perforovaným víčkem, umístěných v klimatizačních boxech s ventilací. Rozměr misky je 18 x 11 x 5 cm. V testech byl použit hrubý křemičitý písek (při stanovení laboratorní vzcházivosti a energie laboratorního vzcházení) a filtrační papír složený do varhánků (při stanovení laboratorní klíčivosti a energie klíčení).

a) Laboratorní klíčivost a energie klíčení:

Zkouška probíhala podle požadavků ČSN 46 0610 – „Zkoušení osiva“. 100 obilek ve 4 opakováních od každého vzorku bylo vykládáno na navlhčený skládaný filtrační papír v plastových miskách a umístěno do klimatizačního boxu při teplotě 20°C. Po 4 dnech byla vyhodnocena energie klíčení odpočtem normálně vyvinutých vyklíčených obilek; laboratorní klíčivost byla vyhodnocena po 8 dnech stejným způsobem.

b) Laboratorní vzcházivost a energie vzcházení:

Při stanovení energie vzcházení a laboratorní vzcházivosti bylo 100 obilek ve 4 opakováních od každého vzorku uloženo do hrubého křemičitého písku do hloubky 3 cm. Na dno misky byla umístěna 1 cm vysoká vrstva písku zavlaženého vodou na 60 % vlhkost, na něj se umístily obilky, jemně zatlačily a zasypaly suchým pískem. Misky byly umístěny do klimatizačního boxu při teplotě 15 °C. Po 8 dnech byla vyhodnocena energie vzcházení a po 14 dnech laboratorní vzcházivost odpočtem vzešlých obilek.

Dávky obou přípravků, použitých pro ošetření osiva, byly zvoleny na horní hranici, doporučené výrobcem, tzn. v případě přípravku Polyversum 1 g na 1 kg osiva, v případě přípravku Clonoplus 4 g na 1 kg osiva. Kromě ošetřených variant byla do pokusů zařazená i varianta kontrolní, neošetřená.

Osivo ošetřených i neošetřených variant bylo následně vyseto do přesného polního maloparcelkového pokusu. Po vzejití pokusů byla hodnocena polní vzcházivost; v průběhu vegetace byly sledovány vybrané produkční parametry (počet klasů na m², HTS) a zjištěn výnos

(u pšenice špaldy je opět pro lepší srovnání s kontrolními odrůdami pšenice seté vyjádřen v přepočtu na nahé zrno). Po sklizni byly odebrány vzorky zrna pro základní jakostní hodnocení (obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna, sedimentační index-Zelenyho test a číslo poklesu), (viz kapitola 5.4)

5.4 Posklizňové hodnocení základních jakostních ukazatelů zrna

Stanovení základních jakostních ukazatelů zrna probíhalo shodným způsobem u vzorků zrna, odebraných po sklizni z pokusů 5.3.1.1; 5.3.2; 5.3.3 a odehrávalo se v laboratořích hodnocení jakosti obilovin na FAPPZ.

Vzorky zrna (u pluchatých druhů vyloupaného) o hmotnosti cca 0,5 kg byly sešrotovány na laboratorním mlýnku se sítkem s otvory o průměru 0,8 mm a získaný šrot byl použit pro následující analýzy:

- vlhkost šrotu (%) ČSN 56 0512-7
- obsah N-látek v sušině zrna (%) ČSN ISO 1871 – metoda dle Kjeldahla
- číslo poklesu (s) ČSN ISO 3093 – ke stanovení byl použit Falling Number 1400
- sedimentační index – Zelenyho test (ml) ČSN ISO 5529 (použit speciální mlýnek na mouku pro Zelenyho test)
- obsah mokrého lepku v sušině zrna (%) ČSN ISO 5531 – ke stanovení byl použit Glutomatic 2200

5.5 Statistické hodnocení

Výsledky získané v rámci všech výše uvedených pokusů byly statisticky vyhodnoceny analýzou variance (ANOVA) v programu SAS, (SAS Institute, Carry, USA), verze 9.4.. Pro ověření průkaznosti rozdílů mezi průměry byl použit Tukey HSD test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

6 Výsledky a diskuze

6.1 Využití vybraných genotypů minoritních druhů pšenice jarní formy (špalda, dvouzrnka, jednozrnka) ve šlechtění:

- posouzení vlivu selekce založené na výběru největších, nejmohutnějších klasů na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů;
- prověření odolnosti hodnocených genotypů vůči fuzariózám klasu
- zhodnocení antioxidační aktivity a obsahu vybraných antioxidantů v zrna sledovaných genotypů.

6.1.1 Vliv selekcí na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky hodnocených genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy

Problematicke využití starých krajových odrůd a dalších genetických zdrojů různých druhů pšenice, které mohou být např. součástí sbírek genových bank, ve šlechtění se věnovala i věnuje řada tuzemských i zahraničních autorů. Belay et al. (1995) např. vyzdvihují roli starých krajových odrůd, které vznikly kombinací přirozené přírodní selekce a selekce prováděné farmáři a které se, jak uvádí Keller et al. (1991), Tesemma et al. (1998), Li et al. (1997) či Dotlačil et al. (2010) zpravidla vyznačují znaky a charakteristikami, velmi dobře využitelnými ve šlechtění moderních odrůd, jako je např. výnosová stabilita či tolerance vůči lokálním stresům. Bareš & Dotlačil (1990) dodávají, že starší odrůdy pšenice byly často vyšlechtěné selekcí z populací krajových odrůd, nebo byly staré krajové odrůdy použity jako rodičovské komponenty pro křížení.

V posledních letech se, i v souvislosti se zvyšujícím se zájmem o ekologické a low-input zemědělství, zvyšuje zájem o pluchaté druhy pšenice – jednozrnku, dvouzrnku a špaldu a jejich uplatnění. Kolekce genetických zdrojů pšenice, shromážděná v genové bance VÚRV, v.v.i., zahrnuje více než 10 000 položek, náležejících k 29 druhům pšenice; minoritní druhy pšenice pak zaujímají podstatnou část této kolekce (Stehno et al. 2010). Jejich využití ve šlechtění se věnovala v posledních letech řada autorů, v tuzemských podmínkách např. Dotlačil et al. (2008), Stehno et al. (2010), Konvalina et al. (2010), Konvalina et al. (2014) a další. Zpravidla se však jednalo o porovnání vybraných morfologických, biologických, hospodářských a kvalitativních znaků souborů genotypů minoritních druhů pšenice se současnými i staršími odrůdami pšenice

seté a výběr perspektivních genotypů pro případné další využití (na základě některých výsledků publikovaných ve výše uvedených publikacích byl vybrán i soubor genotypů, použitých v našem pokusu). Publikace týkající se bezprostředního vlivu šlechtění (např. selekcí) na výše uvedené charakteristiky a znaky téměř nejsou k dispozici.

Cílem našeho pokusu bylo ověřit vliv selekce založené na výběru největších, nejmohutnějších klasů souboru genetických zdrojů pluchatých druhů pšenice jarní formy – jednozrnky, dvouzrnky a špaldy na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a jakostní znaky a posoudit, jak se podařilo uvedeným způsobem selekce „zhodnotit“ testované genetické zdroje, resp. získat materiály s vyšší užitnou hodnotou, které by mohly být dále ověřovány v různých agroekologických podmínkách spolupracujících farem a perspektivně by mohly dát vzniknout krajové odrůdě, optimálně adaptované pro podmínky konkrétní oblasti či regionu. Jak již bylo uvedeno, v pokusu byla použita metoda založená na výběru největších a nejmohutnějších klasů, v rámci které byl v letech 2013 – 2017 opakovaně prováděn z pokusných parcel výběr největších, nejmohutnějších klasů, jejichž zrno bylo použito pro výsev v následujícím roce. Vybrané biologické, morfologické, hospodářské a kvalitativní znaky rostlin, porostů a zrna pak byly porovnávány s původní neselektovanou variantou. Tato kapitola práce zahrnuje vyhodnocení vlivu selekcí na sledované znaky a charakteristiky po pětiletém období selektování, tedy v roce 2017, v porovnání s původní, neselektovanou variantou. U nejvýznamnějších hospodářských znaků uvádíme detailní výsledky jednotlivých hodnocených genotypů, u ostatních znaků biologických, morfologických a kvalitativních, uvádíme průměrné hodnoty za hodnocené druhy pšenice.

6.1.1.1 Morfologické znaky

Do skupiny morfologických znaků, které jsme hodnotili, byla zařazena délka rostlin, resp. výška porostu v době sklizně, délka a šířka praporcového listu a délka klasu.

Výška rostliny ovlivňuje konkurenci schopnost vůči plevelům, ovlivňuje napadení rostliny chorobami a ovlivňuje poléhání porostu. Starší odrůdy pšenice seté a minoritní druhy pšenice se vyznačují z pravidla vyšší výškou než moderní odrůdy. Důležitá je především kombinace vyšší výšky rostlin a zároveň odolnosti vůči poléhání. Z grafu 1 je patrné, že odrůdy pšenice seté byly v průměru, v souladu se závěry Konvaliny et al. (2012abc) nižšího vzrůstu než pšenice špalda, dvouzrnka a jednozrnka a dosáhly výšky cca 100 cm. Podle Vlasáka et al. (1997) se výška rostlin pšenice špalda zpravidla pohybuje mezi 110 – 130 cm; Stehno et al. (2009)

uvádí výšku rostlin pšenice dvouzrnky v poměrně širokém rozmezí od 75 do 120 cm a Michalová et al. (2002) a Stehno et al. (2009) udávají výšku pšenice jednozrnky v opět širokém rozmezí od 70 do 110 cm – naše výsledky jsou v souladu se zjištěními uvedených autorů. Porosty pšenice špaldy a dvouzrnky vypěstované ze selektovaného materiálu (osiva) dosáhly statisticky průkazně větší výšky oproti porostům vypěstovaným z osiva neselektovaného. Pšenice špalda ze selektované varianty dosáhla v průměru o cca 3 cm a dvouzrnka o cca 2 cm větší výšky porostu oproti výšce porostu z varianty neselektované. U jednozrnky a kontrolní pšenice seté byl vliv selekce na výšku porostu statisticky neprůkazný. Konvalina et al. (2012a) a Vlasák (1997) uvádějí, že zkrácení délky stébla patří u pšenice mezi hlavní šlechtitelské cíle, neboť je zpravidla spojeno s odolností porostu vůči poléhání. Na druhé straně, Piorr & Köpke (1985), Oberfoster & Kögelberger (1996) a Petr & Škeřík (1997), kteří se věnovali výběru odrůd pšenice seté pro pěstování v ekologickém způsobu hospodaření, doporučují pro ekologické zemědělství spíše vzrůstnější typy odrůd, které většinou dosahují větší fotosynteticky aktivní asimilační plochy, lepší pokrývnosti půdy, zpravidla i proporcionálně mohutnější kořenové soustavy. Pro genotypy pluchatých druhů pšenice je větší výška porostu v porovnání se současnými moderními, ale často i staršími odrůdami pšenice seté typická a je jedním z faktorů, který jim může napomoci lépe obstát v podmínkách ekologických farem.

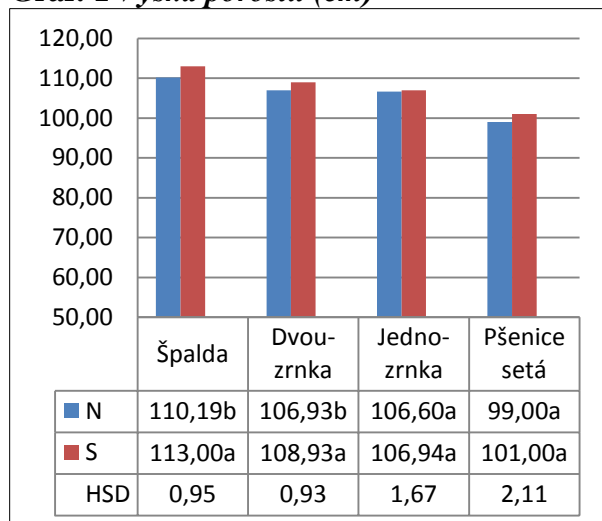
V grafech 2 a 3 jsou uvedeny délka a šířka praporcového listu. Zde je především patrný rozdíl mezi jednotlivými druhy pšenice. Kontrolní pšenice setá vykazovala nejdelší (20 cm) a nejširší praporcový list (1,5 cm) ze všech hodnocených druhů, ale statisticky průkazný rozdíl mezi selektovanou a neselektovanou variantou u ní zaznamenán nebyl.

Pšenice jednozrnka naproti tomu disponovala nejkratším a nejužším praporcovým listem - jeho délka dosáhla v průměru cca 13 cm a šířka u selektované varianty 0,96 cm a neselektované varianty 0,88 cm. U pšenice špaldy, dvouzrnky a jednozrnky byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl mezi selektovanou a neselektovanou variantou - selektovaný materiál vykazoval delší a širší praporcový list. Dostatečná délka a šířka praporcového listu přispívá k vysoké úrovni asimilace slunečního záření a zvýšení obsahu hrubých bílkovin v zrna (Konvalina et al. 2008). Šířka praporcového listu zároveň více zastíní spodní patra porostu a zvyšuje tak konkurenceschopnost vůči plevelům. Zároveň odrůdy s vysokou produkční schopností vyžadují pro vývin většího množství generativních orgánů více asimilovaných živin,

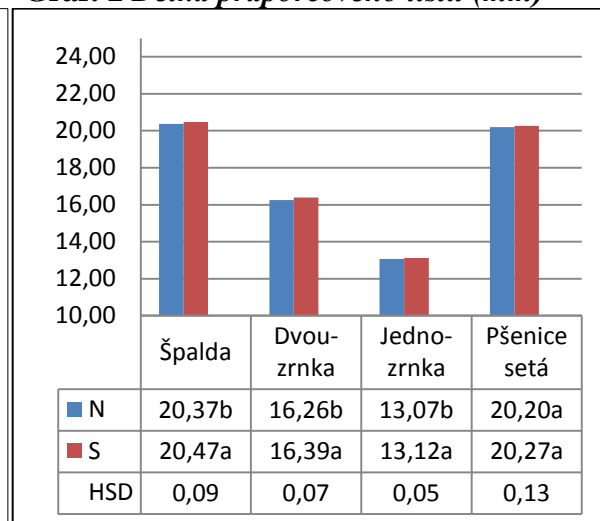
proto je žádoucí, aby rostliny měly nejen velké listy, ale i fotosynteticky výkonné (Graman & Čurn 1998).

Morfologické znaky

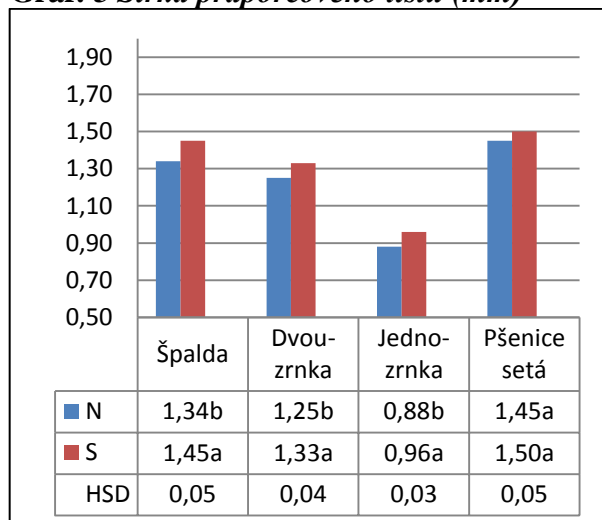
Graf: 1 Výška porostu (cm)



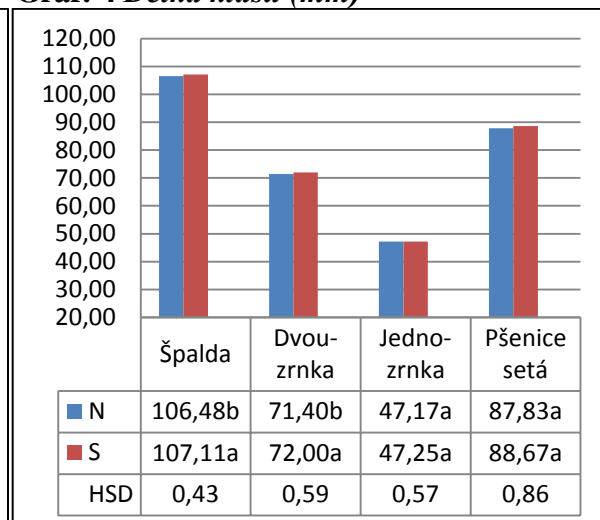
Graf: 2 Délka praporcového listu (mm)



Graf: 3 Šířka praporcového listu (mm)



Graf: 4 Délka klasu (mm)



N = neselektovaná varianta; S = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, p=0,05

Z grafu 4 je patrné, že nejkratší klas vykazovala pšenice jednozrnka (47 - 48 mm), následně dvouzrnka (71 – 73 mm), pšenice setá (87 - 88 mm) a nejdelším klasem disponovala pšenice špalda (106 – 107 mm). Podobných výsledků dosáhli i Konvalina et al. (2012c), kteří uvádějí, že klas pšenice špaldy je dlouhý, ale řídký. U pšenice jednozrnky autoři uvádějí délku

klasu mezi 4 – 5 cm. Z hodnocení rozdílu mezi selektovanou a neselektovanou variantou je patrné, že jak u pšenice špaldy, tak i u dvouzrnky a jednozrnky byly zjištěny mezi oběma variantami statisticky průkazné rozdíly. Pouze u pšenice seté nebyl statisticky průkazný vliv selekce na délku klasu zaznamenán.

6.1.1.2 Biologické znaky

K biologickým znakům jsme zařadili odolnost rostlin vůči poléhání po metání a před sklizní a hodnocení odolnosti rostlin vůči napadení houbovými chorobami.

Poléhání negativně působí na výnos (snižuje se počet zrn v klasu, hmotnost zrna) a snižuje jakost. Značně polehlé porosty před sklizní způsobují velké problémy a vede ke zvýšení sklizňových nákladů. Stupeň škodlivosti poléhání souvisí s dobou, kdy k polehnutí dojde (Graman & Čurn 1998). V našem pokusu byly všechny hodnocené genotypy všech druhů pšenice po vymetání porostu zcela nepolehlé a dosáhly tak plného počtu bodů z devítibodové stupnice, použité pro hodnocení (graf 5). Jinak tomu bylo při hodnocení poléhání porostu před sklizní, kdy minoritní druhy pšenice dosáhly vyššího stupně polehnutí než kontrolní odrůdy pšenice seté (graf 6). Rozdíl v úrovni polehnutí porostu mezi selektovanou a neselektovanou variantou však byl statisticky neprůkazný u všech hodnocených druhů. V průměru se úroveň polehnutí před sklizní u pšenice špaldy, dvouzrnky a jednozrnky pohybovala mezi 4 – 5 body. Graman & Čurn (1998) uvádějí, že šlechtění na nepolehavost je podmíněno především anatomickými znaky stébla (tloušťka stěny, mohutností sklerenchymatického prstence, stupněm vývinu svazku cévních a plností či dutostí spodních internodií), dále morfologickými znaky (výška rostlin, délka a hmotnost klasu, počet internodií atd.), zdravotním stavem stébla a mohutností a způsobem utváření kořenové soustavy. Ze zvýše uvedených důvodů pravděpodobné, že ačkoliv rozdíl v úrovni polehnutí porostu před sklizní byl statisticky neprůkazný, z grafu 6 je patrné, že porosty ze selektované varianty byly k poléhání mírně náchylnější (pravděpodobně díky vyšší výšce porostu a vyšší produktivitě klasu) než porosty z varianty neselektované.

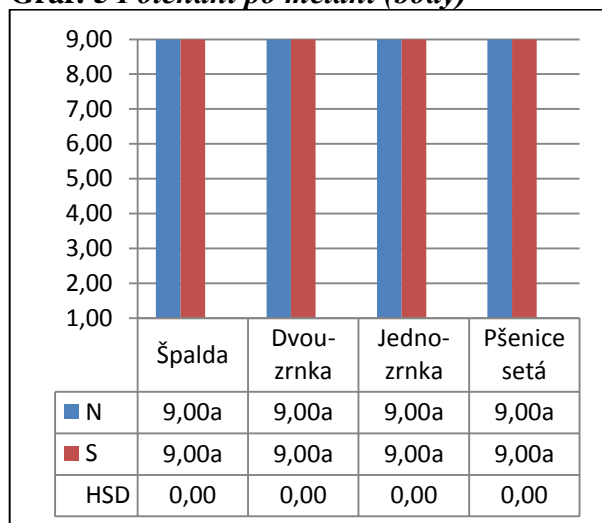
Z hodnocení vlivu selekcí na úroveň napadení porostu houbovými chorobami – padlím travním, rzí plevovou, rzí pšeničnou a komplexem listových skvrnitostí (grafy 7 – 10) je zřejmé, že selekce výskyt sledovaných houbových chorob dle očekávání statisticky průkazně neovlivnila. Při šlechtění k odolnosti rostlin vůči chorobám se využívají určité geny resistance, lokalizované na určitých chromozomech, které podmiňují odolnost rostlin, a tudíž nelze použitím metody

selektce založené na výběru největších a nejmohutnějších klasů dosáhnout lepší odolnosti vůči chorobám.

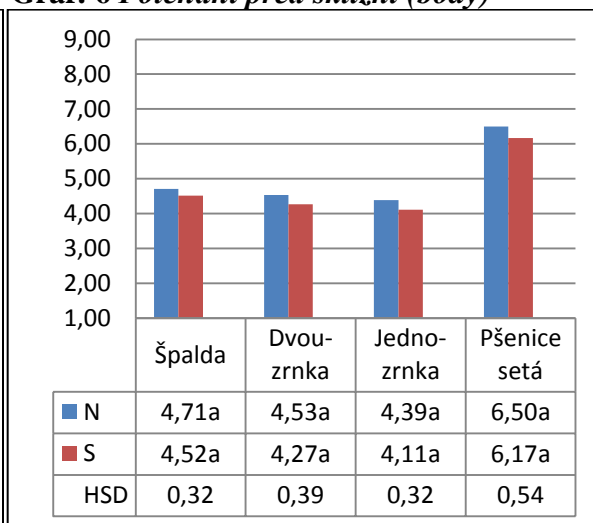
Minoritní druhy pšenice dosáhly, opět dle očekávání, celkově lepšího zdravotního stavu než pšenice setá. Konvalina et al. (2008), Konvalina et al. (2012a) uvádějí, že pšenice špalda je napadána stejnými chorobami jako pšenice setá, bývá však odolnější. Padlí travní se projevuje především u hustších porostů. V našem pokusu byly porosty spíše řidší, a proto byl stupeň napadení padlím travním pouze sporadický. Pšenice jednozrnka není zpravidla napadána běžnými chorobami pšenice jako je například padlí travní a rez pšeničná (Konvalina et al. 2012c), což potvrzují i naše výsledky, kdy nebylo zjištěno žádné napadení u padlí travního a rzi pšeničné. Stejně tak tomu je i u pšenice špalda, kdy určité odrůdy jsou nositelé genů odolnosti vůči rzi travní, rzi pšeničné, ke rzi plevové a padlí travnímu. Z těchto důvodů slouží pšenice jednozrnka a dvouzrnka jako šlechtitelský zdroj rezistence.

Biologické znaky

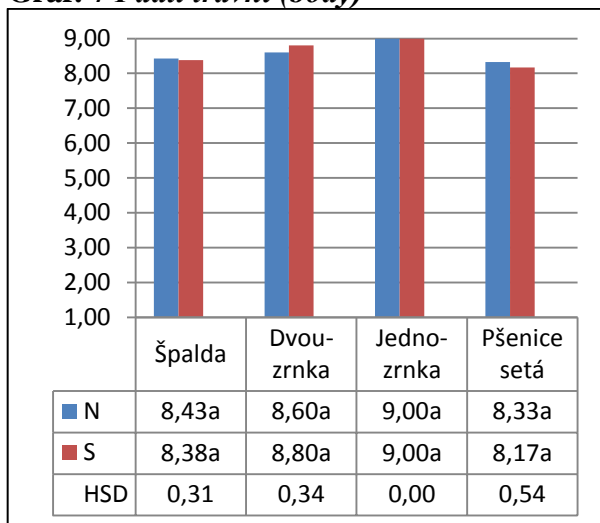
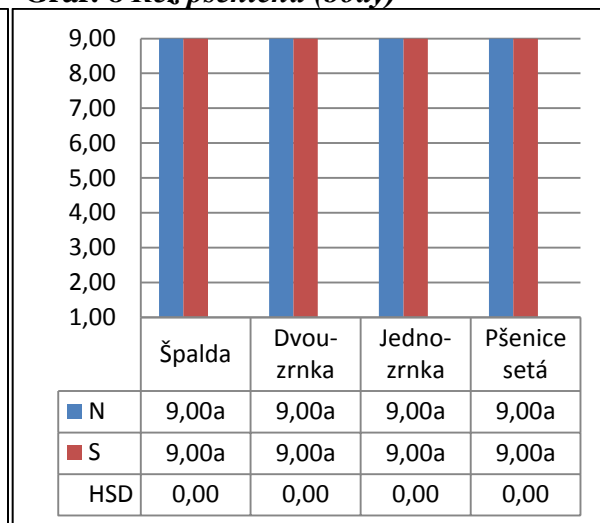
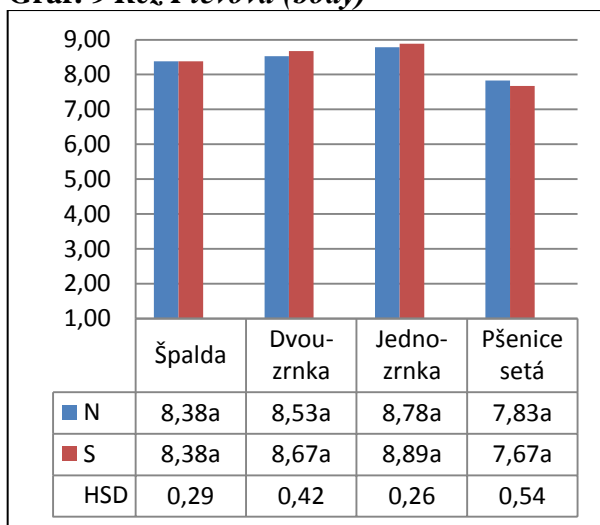
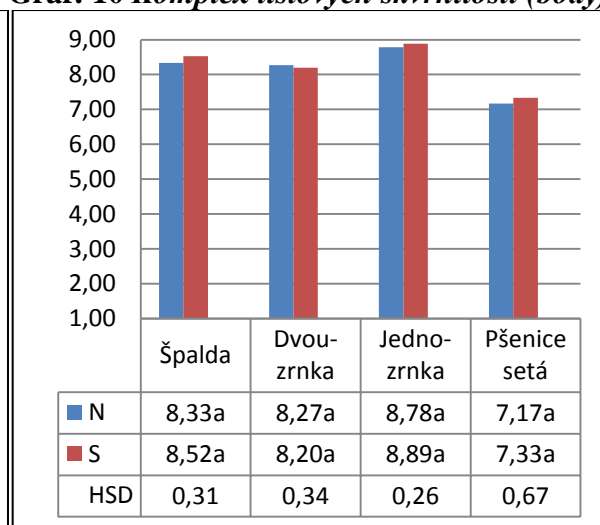
Graf: 5 Poléhání po metání (body)



Graf: 6 Poléhání před sklizní (body)



N = neselektovaná varianta; S = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, p=0,05

Graf: 7 Padlí travní (body)**Graf: 8 Rez pšeničná (body)****Graf: 9 Rez Plevová (body)****Graf: 10 Komplex listových skvrnitostí (body)**

N = neselektovaná varianta; S = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, p=0,05

6.1.1.3 Hospodářské znaky

U hodnocených hospodářských znaků (počet rostlin na m² po vzejití, počet klasů na m² před sklizní, výnos, HTS, počet zrn v klasu a hmotnost zrna v klasu) jsme očekávali, že by se vliv selekcí mohl projevit výrazněji.

V grafu 11 je uveden počet rostlin na m² po vzejití – zde byly použity detailní výsledky jednotlivých hodnocených genotypů. Pro výsev všech genotypů byl použit jednotný výsevek 400 klíčivých obilek na m². Při stanovení konkrétního výsevního množství jsme zohlednili skutečnost, že struktura vysévaného materiálu se poněkud lišila v závislosti na tom, zda se

jednalo o osivo ze selektovaných klasů či z neselektovaného porostu (ještě před vlastním setím byly provedeny klasové rozbory selektovaných i neselektovaných klasů pro stanovení počtu klásků a počtu zrn v klasu). V případě selektovaného osiva, které pocházelo z vybraných největších, nejmohutnějších klasů, se na struktuře osiva ve větší míře podílely plně vyvinuté, těžší klásky ze střední části klasu (u pšenice špaldy zpravidla obsahovaly tři obilky). V případě osiva, které pocházelo z neselektovaných klasů neselektovaných porostů, se na struktuře osiva ve větší míře podílely i klásky z menších klasů, s vyšším zastoupením drobnějších zrn (u pšenice špaldy se v nich častěji vyskytovaly pouze dvě obilky). Výsledné navážky osiva na parcely se pak upravovaly, aby bez ohledu na strukturu a velikost klásků zahrnovaly shodný počet klíčivých obilek na jednotku plochy.

Z výsledků (graf 11) je zřejmé, že přestože téměř u všech hodnocených genotypů, náležících k různým druhům pšenice (s výjimkou dvou genotypů jednozrnky a jedné odrůdy kontrolní pšenice seté), byl zaznamenán trend mírně vyššího počtu rostlin na m^2 po vzejití u selektované varianty, statisticky průkazné rozdíly mezi počtem rostlin ze selektované a neselektované varianty byly zaznamenány pouze u pšenice špaldy, a to u všech sedmi hodnocených genotypů. Současně počty rostlin ze selektované varianty u genotypů špaldy zpravidla převyšovaly počty rostlin na m^2 po vzejití ze selektované varianty u ostatních hodnocených druhů pšenice. Hodnocené genotypy pšenice špaldy se ve srovnání s genotypy dvouzrnky, jednozrnky, ale i kontrolními odrůdami pšenice seté vyznačovaly výraznějším velikostním odstupněním mezi klasem hlavního stébla a klasy odnoží. Na struktuře osiva z nejmohutnějších selektovaných klasů (zejména u špaldy) se tak ve větší míře podílely těžší, větší obilky ze střední části klasu, u kterých lze předpokládat i větší množství zásobních látek. To mohlo napomoci vzcházení porostů v těžkých, slévavých půdách na VS Praha-Uhřetěves, kde běžně dosahují porosty obilnin vzcházejivosti na úrovni cca 70 – 80 %, tedy znatelně nižší, než zpravidla vychází vzcházejivost osiva pšenice v laboratorních podmínkách.

Počet klasů na jednotku plochy je jedním z nejvýznamnějších výnosotvorných prvků pšenice (Vrkoč 1981; Lipavský 2000; Bavec et al. 2002; Lithourgidis et al. 2006; Ozturk et al. 2006). Důležitá je však i vyváženost jednotlivých výnosových prvků u produkčního porostu, neboť některé druhy a odrůdy tvoří výnos především počtem klasů na jednotku plochy, u jiných se výrazněji na výnosu uplatňuje produktivita klasu, tj. počet zrn v klasu a jeho hmotnost (Graman & Čurn 1998). Hodnocení počtu klasů na m^2 před sklizní je uvedeno v grafu 12.

Z výsledků je patrné, že stejně jako v případě počtu rostlin na m^2 po vzejtí, porosty vypěstované ze selektovaného materiálu dosáhly i vyššího počtu klasů na m^2 (s výjimkou jednoho ze šesti genotypů pšenice jednozrnky). Statisticky průkazné rozdíly v počtu klasů na m^2 mezi selektovanou a neselektovanou variantou však byly zaznamenány pouze u pšenice špaldy (u všech sedmi hodnocených genotypů), u čtyř z pěti hodnocených genotypů dvouzrnky a u dvou ze šesti genotypů jednozrnky. Ellmer et al. (1999) a Arduini et al. (2006) uvádí, že počet klasů na m^2 před sklizní pšenice seté ovlivňuje celá řada faktorů, počínaje průběhem počasí, výživným a zdravotním stavem porostů a samozřejmě také výší výsevku a tím i počtem rostlin na jednotce plochy. Právě vliv výsevku, resp. počtu rostlin na ploše se nejvíce promítá do počtu klasů na m^2 , který má k dosaženým výnosům pšenice seté vždy nejužší vztah (Bavec et al. 2002; Lithourgidis et al. 2006. Ozturk et al. 2006), méně do počtu zrn v klasu a nejméně do HTS (Gooding et al. 2002; Vrkoč 1981). V našem pokusu byl sice výsevek všech hodnocených genotypů různých druhů pšenice shodný, avšak vyšší polní vzcházivost pšenice špaldy ze selektovaného materiálu pravděpodobně přispěla i k výslednému vyššímu počtu klasů na m^2 . Shodný efekt byl zaznamenán i u většiny genotypů ostatních druhů pšenice, avšak zpravidla méně výrazný, než tomu bylo u špaldy.

Z výsledků jsou dále patrné rozdíly ve struktuře, resp. hustotě porostu mezi jednotlivými druhy pšenice – z hodnocených pluchatých druhů, pšenice jednozrnka v počtu klasů na m^2 výrazně převýšila pšenici dvouzrnku a zejména špaldu. Kontrolní odrůdy pšenice seté byly, co se týče počtu klasů na m^2 , na úrovni některých hustších genotypů pšenice dvouzrnky.

Skutečnost, že minoritní druhy pšenice, k nimž patří i špalda, jednozrnka a dvouzrnka dosahuje zpravidla nižších výnosů než pšenice setá, je všeobecně známá a popisuje ji řada autorů (Dotlačil 2000; Mäder et al. 2007; Serpolay et al. 2011; Konvalina et al. 2012abc; Mondini et al. 2014; Konvalina et al. 2014 a další). Výnosy nahého zrna (výnosy nahého zrna zde uvádíme i u pluchatých druhů pšenice, pro lepší porovnání s výnosem kontrolních odrůd pšenice seté) jsou uvedeny v grafu 13. Z výsledků je patrné, stejně jako v případě předchozích dvou znaků, že vyššího výnosu dosahovaly všechny hodnocené genotypy všech druhů pšenice v selektované variantě. Statisticky průkazné rozdíly ve výnosu mezi porosty ze selektované a neselektované varianty však byly zjištěny především u pšenice špaldy (u pěti ze sedmi hodnocených genotypů), dále pak u pšenice dvouzrnky (u tří z pěti hodnocených genotypů) a u jednoho ze šesti hodnocených genotypů jednozrnky. Opět však platí, že v případě pšenice špaldy byly rozdíly ve

výnosech porostů ze selektované a neselektované varianty zpravidla větší než tomu bylo u genotypů ostatních druhů pšenice. V případě statisticky průkazných rozdílů se rozdíl ve výnosech porostů ze selektované a neselektované varianty pohyboval u hodnocených genotypů různých druhů pšenice mezi 0,16 – 0,27 t/ha. U kontrolních odrůd pšenice seté byl rozdíl ve výnosu mezi porosty ze selektované a neselektované varianty statisticky neprůkazný.

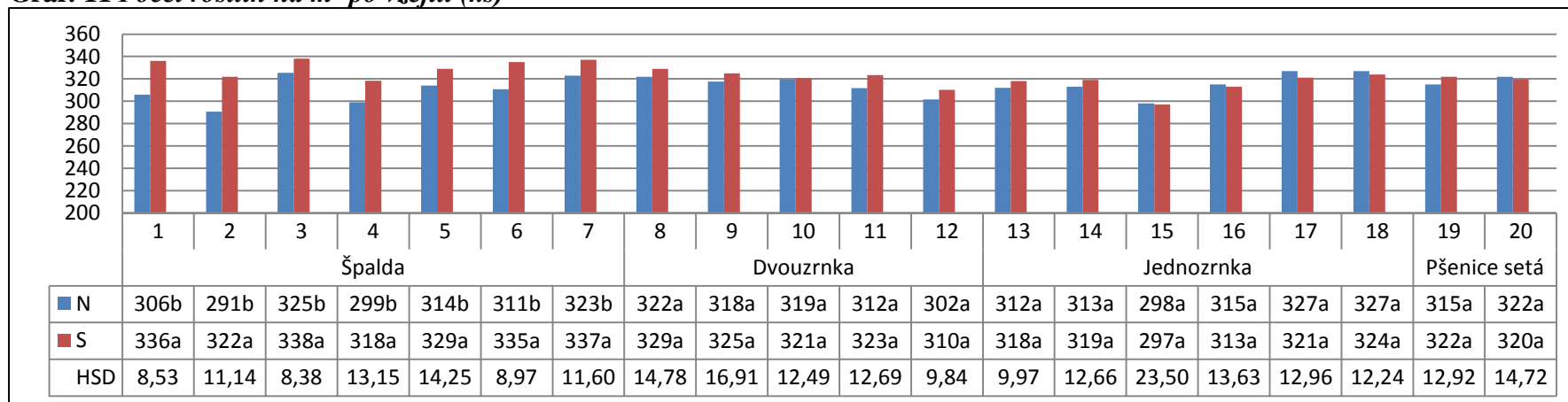
Výsledky hodnocení hmotnosti tisíce semen (HTS) jsou uvedeny v grafu 14 (i zde uvádíme podrobné vyhodnocení vlivu selekcí na HTS jednotlivě u všech genotypů). Z výsledků je patrné, stejně jako u předchozích hospodářských znaků, že porosty vypěstované ze selektovaného materiálu dosahovaly mírně vyšší HTS nahého zrna. Statisticky průkazný rozdíl v HTS byl zaznamenán u pěti ze sedmi hodnocených genotypů špaldy a tří z pěti genotypů dvouzrnky. Z výsledků jsou dále patrné poměrně výrazné rozdíly v HTS nahého zrna mezi jednotlivými hodnocenými druhy pšenice. Zjištěné hodnoty HTS jsou v souladu s výsledky, které uvádí Marconi & Cubadda (2005); podle nich se HTS špaldy pohybuje zpravidla mezi 30 – 45 g. Stehno (2001) uvádí, opět v souladu s našimi výsledky, že HTS jednozrnky se pohybuje na úrovni 24 – 35 g a HTS dvouzrnky se pohybuje zpravidla mezi 25 – 35 g.

Graf 15 znázorňuje vliv selekcí na podíl pluch (u pluchatých druhů pšenice). Zde byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl pouze v případě pšenice dvouzrnky. Moudrý et al. (2011) uvádí podíl pluch u jednozrnky cca 30 %, u dvouzrnky cca 20 % a u špaldy cca 24 %. Námi zjištěné hodnoty byly v průměru u jednozrnky nižší, u dvouzrnky a špaldy naopak vyšší.

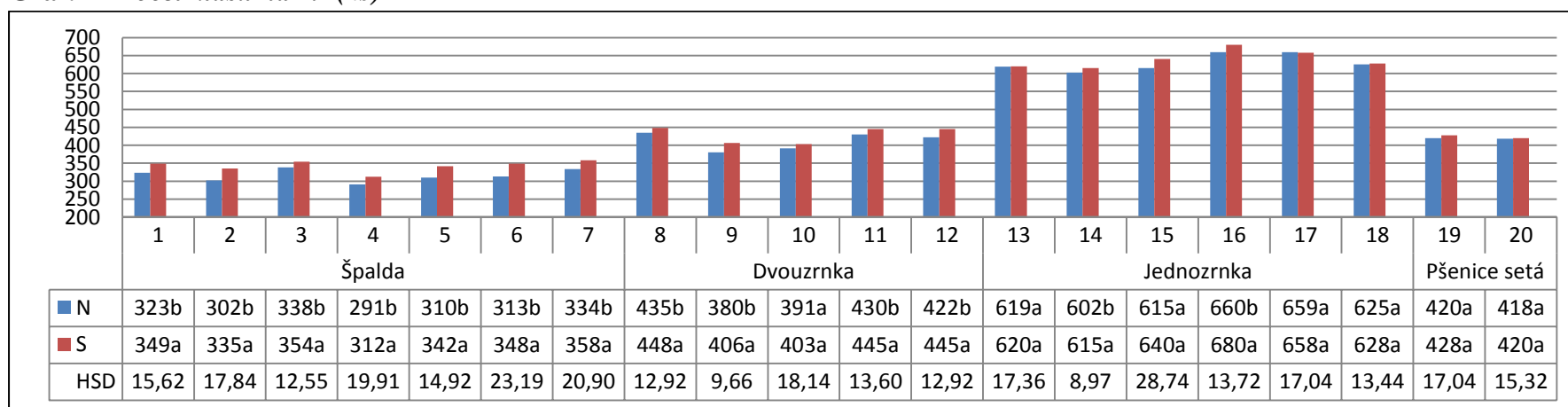
Posledními sledovanými hospodářskými znaky byl počet zrn v klasu a hmotnost nahého zrna v klasu (grafy 16 a 17). Také u těchto znaků byly zjištěny mírně vyšší hodnoty u porostů ze selektované varianty. V počtu zrn v klasu byl statisticky průkazný rozdíl mezi selektovanou a neselektovanou variantou zaznamenán pouze u pšenice špaldy. Také v hmotnosti zrna v klasu byl rozdíl mezi porosty ze selektované a neselektované varianty minimální a statisticky průkazný rozdíl byl zaznamenán pouze u pšenice špaldy.

Hospodářské znaky

Graf: 11 Počet rostlin na m² po vzejtí (ks)

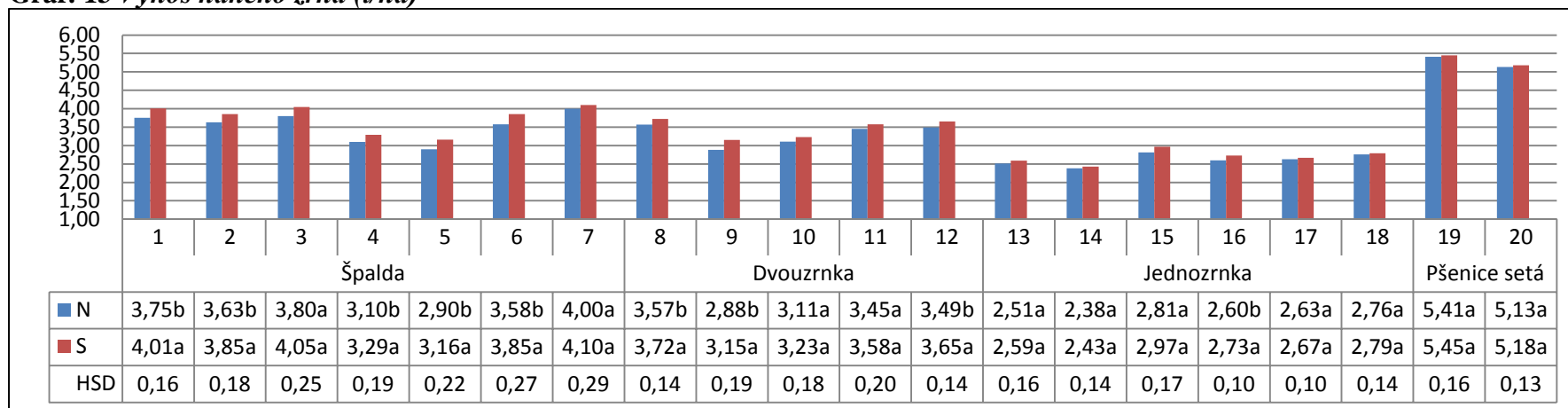


Graf: 12 Počet klasů na m² (ks)

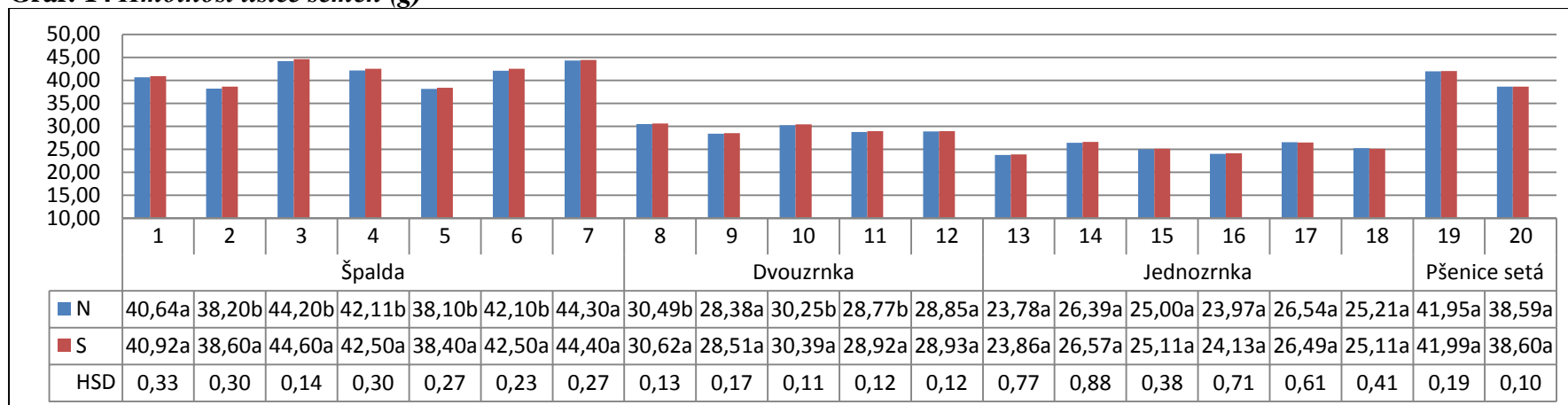


Pozn. 1- Špalda bílá jarní, 2 – T. spelta KEW, 3 – T. spelta Tabor (3075), 4 -T. spelta Tabor (3076), 5- T. spelta No.8930, 6 - T. spelta VIR St. Petersburg, 7- Pro-bio, 8 -Rudico, 9 - T. diccicum Palestine, 10 - T. diccicum Dagestan, 11 - T. diccicum Brno, 12 - T. diccicum Tabor, 13 -T. monococcum GEO, 14- T. monococcum ALB, 15 - Schwedisches Einkorn, 16 - T. monococcum No.8910, 17 - Malonty, 18 - Probio, 19 - SW Kadrijl, 20 – Jara
 N = neselektovaná varianta; S = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, $p = 0,05$

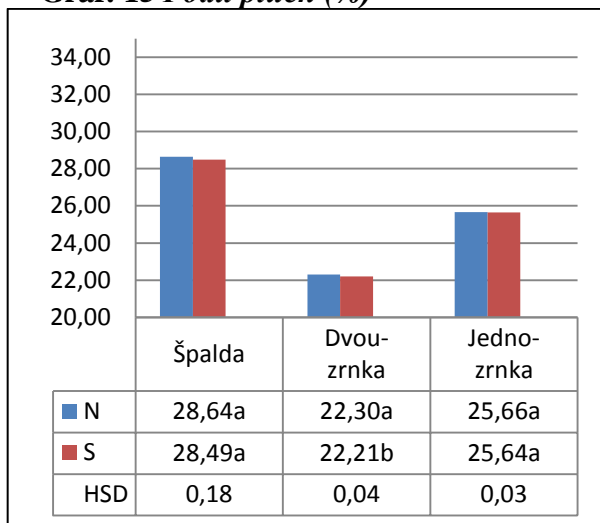
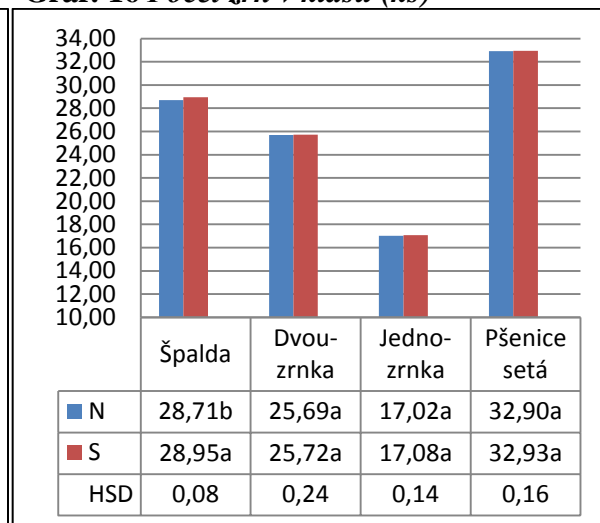
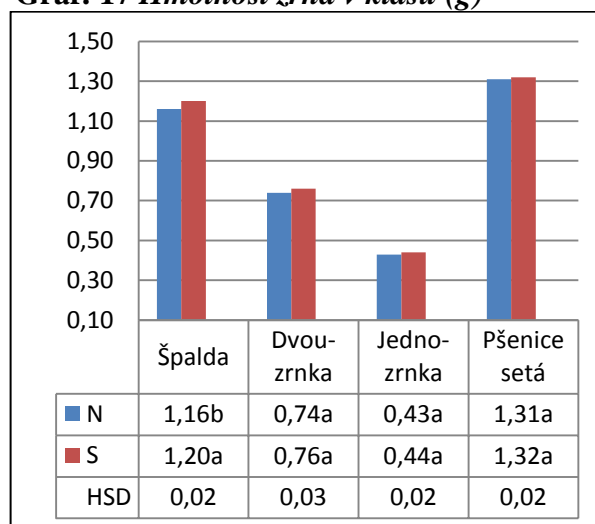
Graf: 13 Výnos nahého zrna (t/ha)



Graf: 14 Hmotnost tisíce semen (g)



Pozn. 1- Špalda bílá jarní, 2 – *T. spelta* KEW, 3 – *T. spelta* Tabor (3075), 4 -*T. spelta* Tabor (3076), 5- *T. spelta* No.8930, 6 - *T. spelta* VIR St. Petersburg, 7- Pro-bio, 8 -Rudico, 9 - *T. dicoccum* Palestine, 10 - *T. dicoccum* Dagestan, 11 - *T. dicoccum* Brno, 12 - *T. dicoccum* Tabor, 13 -*T. monococcum* GEO, 14- *T. monococcum* ALB,15 - Schwedisches Einkorn, 16 - *T. monococcum* No.8910, 17 - Malonty, 18 - Probio, 19 - SW Kadrilj, 20 – Jara
N = neselektovaná varianta; *S* = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, $p = 0,05$

Graf: 15 Podíl pluch (%)**Graf: 16 Počet zrn v klasu (ks)****Graf: 17 Hmotnost zrna v klasu (g)**

*N = neselektovaná varianta; S = selektovaná varianta;
HSD = minimální průkazná diference, $p=0,05$*

6.1.1.4 Jakostní znaky

V rámci hodnocení jakostních znaků uvádíme výsledky stanovení obsahu N-látek v sušině zrna, sedimentačního indexu – Zelenyho testu a čísla poklesu. Obsah mokrého lepku v sušině zrna nebyl do hodnocení zařazen díky nízké kvalitě lepku u většiny hodnocených genotypů jednozrnky a dvouzrnky a problémům při jeho vypírání.

Skutečnost, že pšenice jednozrnka, dvouzrnka a špalda dosahují vyššího obsahu N-látek v sušině zrna ve srovnání s pšenicí setou je všeobecně známá a potvrzují ji výzkumy řady tuzemských i zahraničních autorů, např. Piergiovanni et al. (1996), Marconi & Cubadda (2005), Abdel-Aal & Hucl (2005), Mondini et al. (2014), Konvalina et al. (2012abc), Konvalina et al. (2014) a řada dalších. Výsledky hodnocení obsahu N-látek v sušině zrna z našeho pokusu jsou uvedeny v grafu 18. Konvalina et al. (2012abc) uvádějí, že průměrný obsah N-látek v sušině zrna se pohybuje u pšenice špaldy mezi 14 – 16 %, pšenice dvouzrnky 15 – 18 % a pšenice jednozrnky 15 – 18 %. Průměrný obsah N-látek v sušině zrna hodnocených druhů pšenice v našem pokusu se v zásadě shodoval s těmito závěry a byl o něco nižší, než uvádí např. Brandolini & Hidalgo (2011) či Arzani & Ashraf (2017). Obsah N-látek v sušině zrna z porostů ze selektované varianty byl u pšenice jednozrnky, dvouzrnky i špaldy v průměru mírně vyšší oproti obsahu N-látek v sušině zrna porostů z varianty neselektované a statisticky průkazně se od něj lišil. Důvodem může být mírně větší zrno a větší podíl aleuronové vrstvy. Statisticky průkazný obsah N-látek v sušině zrna nebyl zaznamenán v případě kontrolní pšenice seté, která dosáhla jak u selektované, tak i neselektované varianty v průměru totožné hodnoty. Obsah N-látek v sušině zrna jednotlivých druhů pšenice byl nejvyšší u pšenice jednozrnky, nejnižší u pšenice špaldy, avšak celkově poměrně vyrovnaný.

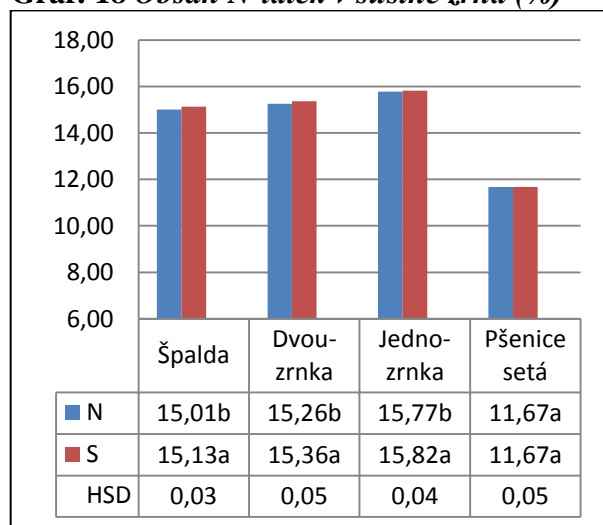
Na čísle poklesu se vliv selekcí statisticky průkazně neprojevil (graf 19). Všechny hodnocené druhy pšenice dosáhly v průměru vysokých hodnot čísla poklesu (nejvyšší, nad 400 s, pšenice jednozrnka). To potvrzuje i Bojňanská & Frančáková (2002) a Konvalina et al. (2012abc), kteří uvádějí, že minoritní druhy pšenice zpravidla nemívají s číslem poklesu problémy, pouze některé genotypy dvouzrnky mívají sklon k vyššímu porůstání.

V případě sedimentačního indexu – Zelenyho testu (graf 20) byly zjištěné rozdíly v průměrných hodnotách Zelenyho testu jednotlivých druhů pšenice ze selektované i neselektované varianty ve většině případů statisticky neprůkazné. Naproti tomu, poměrně výrazné byly rozdíly v hodnotách Zelenyho testu mezi jednotlivými hodnocenými druhy pšenice – nejvyšší hodnoty byly zjištěny, dle očekávání, u kontrolní pšenice seté, následovala špalda, dvouzrnka a jednozrnka. Poměrně výrazné rozdíly v hodnotách Zelenyho testu byly zaznamenány i mezi jednotlivými genotypy v rámci druhů, zejména u pšenice špaldy; pro větší názornost zde proto uvádíme detailní formu grafu, znázorňující jednotlivé genotypy. Z výsledků je patrné, že ostatním genotypům špaldy se vymykala *T. spelta* Kew, u které hodnoty Zelenyho testu přesáhly 40 ml;

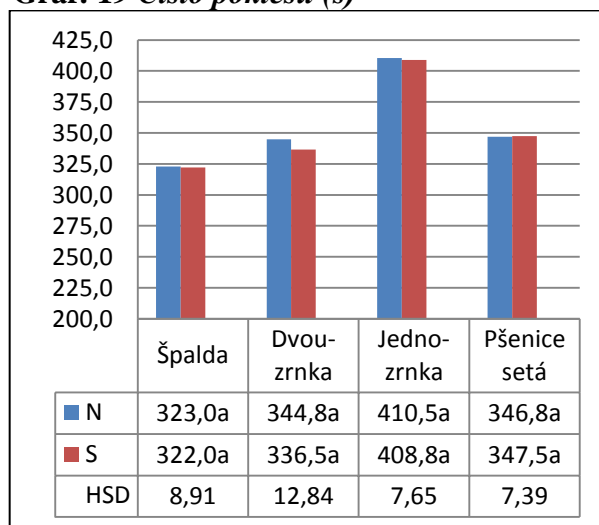
poměrně příznivé výsledky na hranici 30 ml, což je limit pro pšenici potravinářskou-pekárenskou, byly zaznamenány u Špaldy bílé jarní, *T. spelta* Tabor a genotypu s názvem Probio. Výsledky potvrdily závěry Konvaliny et al. (2012a), podle kterých pšenice špalda zpravidla dosahuje ve srovnání s jednozrnkou a dvouzrnkou vyšších hodnot Zeleného testu ve srovnání s jednozrnkou a dvouzrnkou, což rozšiřuje možnosti jejího využití i na výrobu kynutých pekárenských výrobků. Vysoké hodnoty Zeleného testu pšenice špaldy zmiňují i Lacko-Bartošová & Rédlová (2007) či Bojňanská & Francčáková (2002).

Jakostní znaky

Graf: 18 Obsah N-látek v sušině zrna (%)

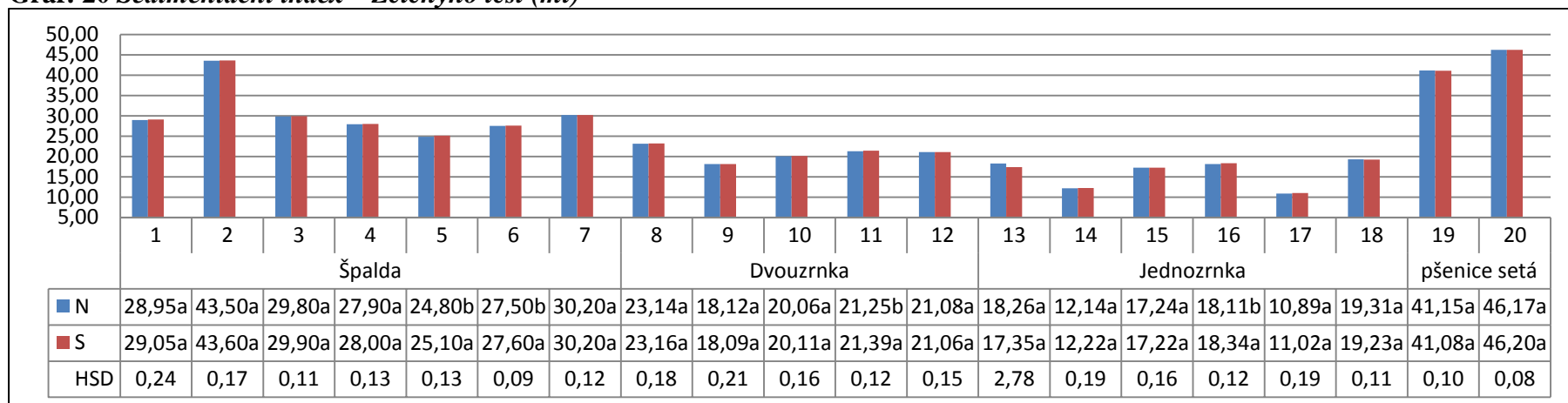


Graf: 19 Číslo poklesu (s)



N = neselektovaná varianta; S = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, p=0,05

Graf: 20 Sedimentační index – Zelenýho test (ml)



Pozn. 1- Špalda bílá jarní, 2 – *T. spelta* KEW, 3 – *T. spelta* Tabor (3075), 4 -*T. spelta* Tabor (3076), 5- *T. spelta* No.8930, 6 - *T. spelta* VIR St. Petersburg, 7- Pro-bio, 8 -Rudico, 9 - *T. dicoccum* Palestine, 10 - *T. dicoccum* Dagestan, 11 - *T. dicoccum* Brno, 12 - *T. dicoccum* Tabor, 13 -*T. monococcum* GEO, 14- *T. monococcum* ALB,15 - Schwedisches Einkorn, 16 - *T. monococcum* No.8910, 17 - Malonty, 18 - Probio, 19 - SW Kadrilj, 20 – Jara
N = neselektovaná varianta; *S* = selektovaná varianta; HSD = minimální průkazná diference, $p=0,05$

6.1.1.5 Souhrn a dílčí závěry

Z hodnocení vlivu selekcí na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a kvalitativní znaky hodnocených genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy vyplynul u všech hodnocených genotypů a druhů pšenice shodný trend. Selektované varianty dosáhly oproti variantám neselektovaným:

- větší průměrné výšky porostu, resp. délky rostlin (u špaldy a dvouzrnky byl rozdíl statisticky průkazný, u jednozrnky a kontrolní pšenice seté neprůkazný)
- větší průměrné délky a šířky praporcového listu (rozdíly statisticky průkazné u všech druhů pšenice kromě kontrolní pšenice seté)
- větší průměrné délky klasu (rozdíly statisticky průkazné u všech druhů pšenice kromě kontrolní pšenice seté)
- shodné úrovně poléhání porostu po metání – všechny genotypy zcela nepolehlé, hodnocené 9 body
- vyššího polehnutí porostu před sklizní, rozdíly však u všech druhů pšenice statisticky neprůkazné
- takřka shodné úrovně napadení houbovými chorobami (padlí travní, rez pšeničná, rez plevová, komplex listových skvrnitostí); rozdíly ve všech případech statisticky neprůkazné
- vyššího počtu rostlin na m² po vzejití (statisticky průkazné rozdíly však byly zjištěny pouze u pšenice špaldy)
- vyššího počtu klasů na m² před sklizní (statisticky průkazné rozdíly u všech sedmi hodnocených genotypů pšenice špaldy, u čtyř z pěti genotypů dvouzrnky a u dvou ze šesti genotypů jednozrnky)
- vyšších výnosů nahého zrna (statisticky průkazné rozdíly zjištěny u pěti ze sedmi genotypů špaldy, u tří z pěti genotypů dvouzrnky a u jednoho ze šesti genotypů jednozrnky)
- srovnatelného podílu pluch (u pluchatých druhů), rozdíl statisticky průkazný pouze u dvouzrnky
- vyšší HTS nahého zrna (statisticky průkazné rozdíly zjištěny u pěti ze sedmi genotypů špaldy a tří z pěti genotypů dvouzrnky)
- vyššího průměrného počtu zrn v klasu a průměrné hmotnosti zrna v klasu (statisticky

průkazný rozdíl pouze u pšenice špaldy)

- vyššího průměrného obsahu N-látek v sušině zrna (statisticky průkazné rozdíly u všech druhů pšenice s výjimkou pšenice seté)
- ve většině případů statisticky neprůkazných rozdílů v hodnotách Zeleného testu
- statisticky neprůkazných rozdílů v průměrných hodnotách čísla poklesu u všech hodnocených druhů pšenice

I přes zjevný trend, který při hodnocení sledovaných morfologických, biologických, hospodářských i jakostních znaků u všech hodnocených druhů a v naprosté většině i genotypů pšenice vyzněl ve prospěch selektovaných variant, nelze podle našeho názoru konstatovat, že zvolená metoda, resp. zvolený postup selekce byl jednoznačně úspěšný a nelze ho doporučit pro všechny minoritní druhy pšenice. Rozdíly v hodnotách sledovaných znaků mezi selektovanými a neselektovanými variantami byly zpravidla velmi malé, a i přesto, že byly v některých případech statisticky průkazné, reálné zhodnocení selektovaného materiálu a úspěšnost selekce z pohledu zemědělské praxe nelze považovat u všech hodnocených minoritních druhů pšenice dle našeho názoru za významné.

Platí to zejména pro pšenici jednozrnku, u které se vliv selekcí projevil ze všech hodnocených minoritních druhů pšenice nejméně a u většiny sledovaných znaků byly u ní zaznamenány statisticky neprůkazné rozdíly mezi selektovanými a neselektovanými variantami. Bylo to pravděpodobně způsobeno strukturou porostu, ve které se pšenice jednozrnka poměrně výrazně lišila od dvouzrnky a především špaldy. Jednozrnka má ve srovnání s dvouzrnkou a zejména špaldou vyšší odnožovací schopnost a tvoří výnos především vysokou hustotou porostu – u námi hodnocených genotypů se počet klasů na m^2 před sklizní pohyboval mezi 600 – 700 klasy na m^2 (u dvouzrnky mezi 400 – 450 klasy na m^2 a u špaldy mezi 300 – 360 klasy na m^2). Současně u jednozrnky platilo, že všechny klasy byly drobné a velikostně poměrně vyrovnané. Zvolená metoda selekce založená na výběru největších, nejmohutnějších klasů proto nepřinášela větší efekt.

Jiná situace byla zaznamenána u pšenice špaldy. Ta se od ostatních druhů pšenice lišila vyšším rozdílem v počtu rostlin na m^2 po vzejití mezi selektovanou a neselektovanou variantou. Jak již bylo uvedeno, u špaldy jsme zaznamenali poměrně výrazné velikostní odstupnění mezi klasem (pravděpodobně hlavního stébla) a odnožemi. U selektované varianty se tak na struktuře

osiva (vysévaného materiálu) ve větší míře podílely velké a těžší obilky ze střední části klasů. Nelze sice doložit, že by větší a těžší zrno vykazovalo vyšší vitalitu; v polních podmínkách, konkrétně v těžkých, slévavých půdách, jaké jsou na VS Praha-Uhřetěves, se však pravděpodobně větší a těžší zrno s vyšším obsahem zásobních látek s těmito podmínkami lépe vyrovnávalo. Pšenice špalda také dosáhla, ve srovnání s dvouzrnkou a především jednozrnkou, vyššího rozdílu ve výnosu nahého zrna mezi selektovanou a neselektovanou variantou (rozdíly se u hodnocených genotypů pohybovaly mezi 0,10 – 0,27 t/ha ve prospěch selektované varianty; u dvouzrnky byl rozdíl ve výnosu mezi selektovanou a neselektovanou variantou nižší, pohyboval se nejčastěji okolo 0,15 t/ha a byl, jak již bylo uvedeno výše, u dvou z pěti genotypů statisticky neprůkazný; u jednozrnky pak u čtyř ze šesti hodnocených genotypů nepřesáhl 0,1 t/ha a u pěti ze šesti genotypů byl statisticky neprůkazný). Za vyšším výnosem selektované varianty pšenice špaldy stojí kromě mírně vyšší hmotnosti zrna v klasu především vyšší počet klasů na m² – i v tomto znaku dosahovala pšenice špalda zpravidla většího rozdílu mezi selektovanou a neselektovanou variantou ve srovnání s ostatními druhy pšenice. Pozitivně se mohl na výsledku selektované varianty špaldy projevit i vyšší počet vzešlých rostlin na m². Celkově lze říci, že u pšenice špaldy jsme s použitou metodou selekce dosáhli nejlepších výsledků.

Efekt použitého postupu selekce u pšenice dvouzrnky lze označit za celkově nižší ve srovnání se špaldou, ale znatelně vyšší oproti pšenici jednozrnce.

U kontrolních odrůd pšenice seté se vliv selekce prakticky neprojevil, což bylo možné očekávat vzhledem k tomu, že se jednalo o již prošlechtěné materiály.

Stejně tak byl minimální vliv selekce na sledované jakostní znaky (s výjimkou mírného navýšení obsahu N-látek v sušině zrna), a to u všech hodnocených druhů pšenice.

Co se týče doporučení konkrétních genotypů minoritních druhů pšenice pro případné další využití, výnosově z hodnocených genotypů špaldy nejlépe vyšly *T. spelta* Tabor (3075), *T. spelta* VIR St. Petersburg a blíže neurčený genotyp nazvaný Probio, u něhož se domníváme, že se jedná o polský materiál, který byl v loňském roce v ČR registrován pod názvem Wirtas; nadprůměrného výnosu, zejména v selektované variantě, dosáhla i Špalda bílá jarní.

U pšenice dvouzrnky byly nejvýnosnější genotypy *T. dicoccum* Brno, *T. dicoccum* Tabor a především odrůda Rudico z VÚRV, v.v.i., která již v ČR získala právní ochranu. U pšenice jednozrnky pak dosáhl nejvyššího výnosu genotyp nazvaný Probio (opět blíže neurčený), dále pak Schwedishes Einkorn a *T. monococcum* No. 8910.

Pokud bychom posuzovali hodnocené genotypy minoritních druhů pšenice po stránce jakosti, výsledky potvrdily již známé informace o vyšším obsahu N-látek v sušině zrna pluchatých druhů pšenice (v porovnání s kontrolní pšenicí setou), vysoké hodnoty čísla poklesu, ale poměrně nízké hodnoty Zelenyho testu. Z hodnoceného souboru určitým způsobem vyčníval genotyp jarní špaldy *T. spelta* Kew, který dosáhl výrazně nadprůměrných hodnot Zelenyho testu – tato skutečnost by rozšiřovala možnosti využití tohoto genotypu i k pekárenským účelům, pro výrobu kynutých těst. Na hraně limitu Zelenyho testu pro pšenicí potravinářskou-pekárenskou byl i blíže neurčený genotyp jarní špaldy Probio, který navíc dosáhl i uspokojivého výnosu.

6.1.2 Detekce *Fusarium* spp. v zrnú a pluchách rúzných druhú pšenice

Jak již bylo uvedeno, zahrnuli jsme do hodnocení minoritních, pluchatých druhů pšenice i problematiku týkající se odolnosti těchto pšenic k fuzariózám klasu a role pluchy, resp. obalových vrstev zrna (plucha, pluška, plevy) ve vztahu k napadení zrna. Fuzariózy klasů (*Fusarium* head blight, FHB) patří v současné době k nejvíce studovaným chorobám obilnin a hodnocení rezistence vůči nim je nezbytnou součástí šlechtitelského procesu u všech významných šlechtitelských firem, které se věnují šlechtění odrůd obilnin. O odolnosti, resp. náchylnosti pluchatých druhů pšenice k fuzariózám klasu a o potencionální ochranné roli pluchy při napadení zrna je doposud k dispozici jen velmi málo informací.

V další části práce se proto věnujeme kvalitativnímu i kvantitativnímu hodnocení výskytu *Fusarium* spp. v zrnú i pluchách sledovaných genotypů jarní pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté s využitím molekulárních metod (PCR). Soubor genotypů jarních druhů pšenice, hodnocený v předchozí kapitole 6.1.1 byl ještě rozšířen o tři další odrůdy pšenice seté a o pět odrůd ozimé pšenice špaldy.

6.1.2.1 Detekce *Fusarium* spp. s využitím druhově specifických primerů

Fusarium graminearum, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae* a *F. pseudograminearum* jsou nejčastěji vyskytující se druhy rodu *Fusarium*, které způsobují fuzariózy klasu v podmínkách střední Evropy (Suchowilská et al. 2010; Ostrowska-Kolodziejczak et al. 2016), zatímco *F. equiseti* a *F. sporotrichoides* patří mezi méně běžné identifikované druhy (Vogelsgang & Sulyok, 2008). V našem pokusu jsme identifikovali 6 z těchto 7 druhů *Fusarium* spp. - *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. equiseti* a *F. sporotrichoides* – u všech hodnocených druhů pšenice, zatímco *F. pseudograminearum* nebylo detekováno v žádném vzorku (tabulka 16 a 17). V souvislosti s úrovní kontaminace *Fusarium* spp. se nejvýrazněji projevil vliv částí obilky (zrna a obalových vrstev - pluch, plušek, současně i plev), (nadále budeme používat pro větší stručnost pouze termín „pluchy“, kde byly zjištěny nejvyšší hodnoty testovacího kritéria *F*, kromě *F. culmorum*, kde byla úroveň kontaminace ovlivněna převážně ročníkem. Vliv druhu pšenice byl statisticky průkazný, ale slabší než vliv zrna a pluch. Ročník ovlivnil úroveň infekce *Fusarium* spp. statisticky průkazně pouze v případě *F. culmorum* a *F. sporotrichoides*. Statisticky průkazný efekt byl zaznamenán i u některých interakcí.

Tabulka: 16 Vliv druhu pšenice, ročníku, části obilky (zrno, pluchy) a jejich interakcí na úroveň infekce *Fusarium* spp. (ANOVA, vypočtené hodnoty testovacího kritéria *F*)

Zdroj variance	<i>F. avenaceum</i>			<i>F. culmorum</i>		
	df	MS	<i>F</i>	df	MS	<i>F</i>
Druh pšenice	4	1,68	4,42**	4	1,80	5,06**
Část obilky (zrno, pluchy)	1	33,33	87,82**	1	22,23	62,30**
Ročník	1	0,33	0,88	1	30,08	84,31**
Druh pšenice × část obilky (zrno, pluchy)	4	0,65	1,70	4	0,60	1,68
Druh pšenice × ročník	4	0,61	1,61	4	2,07	5,80**
Část obilky (zrno, pluchy) × ročník	1	0,15	0,39	1	0,01	0,032
	<i>F. equiseti</i>			<i>F. graminearum</i>		
	df	MS	<i>F</i>	df	MS	<i>F</i>
Druh pšenice	4	0,92	2,72*	4	3,51	7,99**
Část obilky (zrno, pluchy)	1	39,12	115,01**	1	22,23	50,60**
Ročník	1	0,01	0,03	1	0,23	0,53
Druh pšenice × část obilky (zrno, pluchy)	4	0,51	1,49	4	0,28	0,63
Druh pšenice × ročník	4	0,44	1,30	4	0,98	2,22
Část obilky (zrno, pluchy) × ročník	1	0,01	0,03	1	0,01	0,03
	<i>F. poae</i>			<i>F. sporotrichoides</i>		
	df	MS	<i>F</i>	df	MS	<i>F</i>
Druh pšenice	4	1,94	9,72**	4	1,67	4,58**
Část obilky (zrno, pluchy)	1	56,33	282,74**	1	33,33	91,57**
Ročník	1	0,04	0,19	1	3,00	8,24**
Druh pšenice × část obilky (zrno, pluchy)	4	0,76	3,83**	4	0,71	1,94
Druh pšenice × ročník	4	0,17	0,85	4	1,39	3,82**
Část obilky (zrno, pluchy) × ročník	1	0,04	0,19	1	0,04	0,10

df: stupně volnosti; MS: průměr čtverců; *F*: Fisherovo testovací kritérium *F*;
 $p < 0,05$ *; $p < 0,01$ **

Osevní sled a posklizňové zbytky hrají důležitou roli v tvorbě a šíření primárního zdroje inokula. Zatímco např. posklizňové zbytky kukuřice zvyšují riziko výskytu fuzarióz klasu v následných plodinách (Reis et al. 2011), některé další plodiny, jako vojtěška nebo hořčice redukuje přežívání a šíření rostlinných patogenů (Frieberg et al. 2009). V našem pokusu jsme použili jako předplodinu jetel červený, který rovněž patří k předplodinám schopným redukovat přežívání a šíření *Fusarium* spp., přesto však byl stupeň infekce *Fusarium* spp. poměrně vysoký. U většiny hodnocených druhů pšenice byla zaznamenána střední až silná infekce v případě *F. avenaceum* a *F. poae*, slabá až střední infekce v případě *F. graminearum*, *F. sporotrichoides* a *F. culmorum* a žádná až slabá infekce u *F. equiseti* (tabulka 17). Celkově vyšší výskyt *Fusarium* spp. pravděpodobně souvisel s porosty kukuřice nedaleko našich experimentálních

ploch, jejíž posklizňové zbytky byly pravděpodobně zdrojem konidií či askospor *Fusarium* spp. – ty se pak větrem nebo deštěm mohly šířit až do našich pokusných ploch.

Druhy rodu *Fusarium* spp. přítomné na pšenici seté (*T. aestivum* L.) byly již předmětem řady studií s využitím PCR analýz (Kuzdraliński et al. 2017; Karlsson et al. 2017). Nicméně stále je nedostatek informací týkajících se kontaminace *Fusarium* spp. u dalších, především pluchatých druhů pšenice. Naše výsledky ukázaly, že stupeň infekce *Fusarium* spp. byl u pšenice seté celkově vyšší v porovnání s hodnocenými pluchatými druhy, ačkoliv rozdíly v úrovni infekce mezi pšenicí setou a pluchatými pšenicemi nebyly v mnoha případech statisticky průkazné (tabulka 17).

Z našich výsledků je dále patrné, že nejnižší úroveň napadení vykazovala ozimá špalda. U jarní pšenice špaldy byl stupeň infekce vyšší, na obdobné úrovni jako u ostatních pluchatých druhů pšenice – jednozrnky a dvouzrnky. Konvalina et al. (2011) uvádějí na základě výsledků svých pokusů, že nejvíce napadená byla pšenice setá, zatímco u jarní špaldy byla úroveň napadení *Fusarium* spp. nejnižší. Podobně, výsledky které publikovali Wiwart et al. (2016) poukazují na slabou reakci na infekci *F. culmorum* u pšenice špaldy a nejsilnější reakci u *T. polonicum*. Citlivost *T. polonicum* k *Fusarium* spp. může souviset se skutečností, že se jedná o druh s nahým zrnem stejně jako pšenice setá. Na druhou stranu, relativně nízká citlivost špaldy k infekci *Fusarium* spp. může souviset s řídkými klasy a větší vzdáleností jednotlivých klásků od sebe, což může přispívat k nižší vlhkosti v klasu (Wiwart et al. 2016).

Chrpová et al. (2013) v polním pokusu hodnotili reakci 35 genotypů čtyř druhů jarní pšenice na umělou inokulaci *F. culmorum*. U všech druhů pšenice byly zaznamenány genotypy s různou odolností FHB. Konvalina et al. (2011) porovnávali výskyt *Fusarium* spp. u genetických zdrojů jarní pšenice (jednozrnka, dvouzrnka, špalda a pšenice setá) v podmínkách ekologického zemědělství, přičemž nejvyšší úroveň infekce byla zjištěna v zrna pšenice seté.

Tabulka: 17 Průkaznost rozdílů v úrovni infekce *Fusarium* spp. mezi průměry druhů pšenice, ročníků a částí obilky (zrna a pluch), (Tukey HSD test)

Faktor	<i>Fa</i>	<i>Fc</i>	<i>Fe</i>	<i>Fg</i>	<i>Fp</i>	<i>Fsp</i>
Pšenice setá	2,5a	1,8a	1,2a	2,1a	2,4a	1,9a
Jednozrnka	2,4a	1,2b	0,8ab	2,0a	2,2ab	1,6ab
Jarní špalda	2,2ab	1,1b	1,0ab	1,8a	2,0ab	1,9a
Dvouzrnka	2,0ab	1,3ab	1,1ab	1,7a	1,9bc	1,3b
Ozimá špalda	1,8b	0,9b	0,7b	1,0b	1,6c	1,3b
HSD_{0,05}	0,52	0,51	0,50	0,56	0,38	0,51
Pluchy	2,7a	1,7a	1,5a	2,2a	2,7a	2,2a
Zrno	1,6b	0,8b	0,3b	1,3b	1,3b	1,0b
HSD_{0,05}	0,24	0,23	0,22	0,25	0,17	0,23
2016	2,1a	0,7b	0,9a	1,7a	2,0a	1,4b
2017	2,2a	1,8a	0,9a	1,8a	2,0a	1,8a
HSD_{0,05}	0,24	0,23	0,22	0,25	0,17	0,23

Fa = *F. avenaceum*, *Fc* = *F. culmorum*, *Fe* = *F. equiseti*, *Fg* = *F. graminearum*, *Fp* = *F. poae*, *Fsp* = *F. sporotrichoides*; Stupeň infekce: 3 = silná infekce, 2 = střední infekce, 1 = slabá infekce, 0 = bez infekce; hodnoty v tabulce představují průměry kategorií (druh pšenice, rok, pluchy a nahé obilky)

Naše výsledky hodnocení úrovně infekce sledovanými druhy *Fusarium* spp. u jednotlivých genotypů pšenice uvádí tabulka 18. Z výsledků je patrné, v souladu se zjištěním Goral et al. (2008), že existovaly určité rozdíly v reakci jednotlivých genotypů na napadení *Fusarium* spp. Rozdíly mezi jednotlivými genotypy však nebyly ve většině případů statisticky průkazné. U téměř každého druhu pšenice bylo možné nalézt genotyp, který byl citlivější buď celkově, nebo specificky na některé druhy rodu *Fusarium* spp. Celkově nejvyšší odolnost vůči napadení *Fusarium* spp. byla zjištěna u odrůdy ozimé pšenice špaldy Tauro, následovala další odrůda ozimé špaldy Rubiota, jarní dvouzrnka Rudico a ozimé špaldy Alkor a Samir. K odrůdám s nejvyšší úrovní napadení patřily hodnocené odrůdy pšenice seté SW Kadrijl, Jara a Granny, následovala špalda VIR St. Petersburg a jednozrnka *T. monoccocum* (ALB).

Tabulka: 18 Hodnocení úrovně infekce *Fusarium spp.* u jednotlivých hodnocených genotypů pšenice (2016 – 2017), (Tukey HSD test)

Genotyp	Země původu	Fa	Fc	Fe	Fg	Fp	Fsp
<i>T. monococcum</i> *	ALB	2,8a	1,0bc	0,8b	2,8a	2,5a	1,5abc
<i>T.monococcum</i> *	GEO	2,5ab	1,0bc	0,8b	1,8abcd	2,0ab	1,5abc
Schwedisches Einkorn*	SWE	2,3ab	1,3bc	0,8b	1,8abcd	2,3ab	2,0abc
<i>T.monococcum</i> No.8910*	DNK	2,3ab	1,3bc	0,8b	2,3abc	2,0ab	1,3abc
Malonty*	neznámá	2,3ab	1,0bc	1,0ab	2,0abcd	2,5a	1,8abc
Probio*	neznámá	2,3ab	1,8ab	0,5b	1,3bcd	2,0ab	1,5abc
<i>T.dicoccum</i> Dagestan**	RUS	2,5ab	1,0bc	1,0bc	2,5ab	2,0ab	1,5abc
<i>T. dicoccum</i> Palestine**	ISR	2,3ab	1,0bc	1,3ab	1,5abcd	2,3ab	1,0bc
<i>T. dicoccum</i> Brno**	CZE	2,3ab	1,8ab	1,5ab	1,5abcd	1,8abc	1,8abc
<i>T. dicoccum</i> Tabor**	CZE	1,8abc	1,5abc	0,8b	1,8abcd	2,0ab	1,3abc
Rudico**	CZE	1,3bc	1,0bc	0,8b	1,3bcd	1,5abc	1,0bc
<i>T. spelta</i> Kew***	GBR	2,5ab	0,8c	1,0ab	2,3abc	2,0ab	2,3ab
Špalda bílá jarní***	CZE	2,0abc	1,0bc	1,0ab	1,6abcd	2,0ab	1,5abc
<i>T. spelta</i> Tabor (3075)***	CZE	2,3ab	1,0bc	1,0ab	1,5abcd	2,0ab	1,8abc
<i>T. spelta</i> No.8930***	DNK	2,3ab	1,0bc	1,0ab	2,0abcd	2,0ab	1,5abc
VIR St. Petersburg***	CZE	2,3ab	1,8ab	0,8b	2,3abc	2,3ab	2,0abc
Probio****	neznámá	2,0abc	1,3bc	1,3ab	1,3bcd	2,0ab	2,3ab
Titan****	CHE	2,5ab	1,0bc	1,0ab	1,3bcd	1,8abc	1,8abc
Alkor****	CHE	2,0abc	0,8c	0,5b	0,8d	2,3ab	1,0bc
Samir****	CHE	2,0abc	1,3bc	0,5b	1,3bcd	0,8c	2,0abc
Rubiota****	CZE	1,0c	1,0bc	1,0ab	1,0bcd	1,3bc	1,0bc
Tauro****	CHE	1,3bc	0,8c	0,5b	0,8d	1,8abc	0,8c
Jara*****	CZE	2,5ab	2,3a	0,8b	2,5ab	2,5a	1,5abc
Granny*****	CZE	2,3ab	1,5abc	2,0a	2,5ab	1,8abc	2,0abc
Izzy*****	CZE	2,5ab	1,5abc	1,3ab	1,8abcd	2,5a	1,5abc
Astrid*****	CZE	2,5ab	1,5abc	0,5b	1,5abcd	2,5a	1,8abc
SW Kadrlj*****	SWE	2,5ab	2,0ab	1,5ab	2,0abcd	2,5a	2,5a
HSD _{0,05}		1,18	0,96	1,09	1,33	1,06	1,31

Fa = *F. avenaceum*, Fc = *F. culmorum*, Fe = *F. equiseti*, Fg = *F. graminearum*, Fp = *F. poae*, Fsp = *F. sporotrichoides*; Stupeň infekce: 3 = silná infekce, 2 = střední infekce, 1 = slabá infekce, 0 = bez infekce (hodnoty v tabulce představují průměry jednotlivých genotypů pšenice); * = pšenice jednozrnka, ** = pšenice dvouzrnka, *** = jarní špalda, **** = ozimá špalda, ***** = pšenice setá

Hodnocené odrůdy ozimé pšenice špaldy jsou již známy vysokou kvalitou zrna a uspokojivými výnosy i v podmínkách ekologického zemědělství. Stejně tak lze doporučit pro pěstování v ekologickém zemědělství pšenici dvouzrnku Rudico, která získala certifikát o právní ochraně (Stehno et al. 2010). Bylo zjištěno, že genotypy dvouzrnky a pšenice špaldy s vyšší rezistencí vůči fuzariózám klasu mají také vysoký obsah bílkovin a mohou být využity při

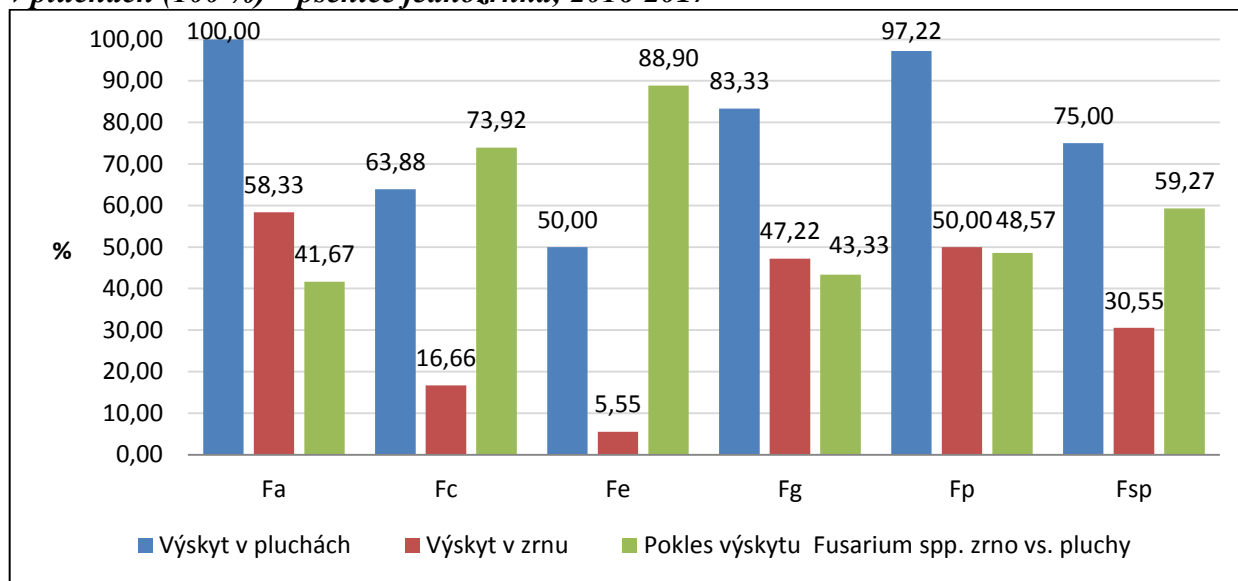
šlechtění pšenice pro alternativní využití a pěstování v ekologickém zemědělství (Chrpová et al. 2013).

Pluchy pšenice představují účinnou bariéru proti kontaminaci zrna (Suchowilska et al. 2010; Kuzdraliński et al. 2017). Z našich výsledků (ANOVA, hodnoty testovacího kritéria *F*), (tabulka 16) je patrné, že ze sledovaných faktorů se, jak již bylo uvedeno, ve vztahu k infekci *Fusarium* spp. nejvýrazněji projevil rozdíl v úrovni napadení zrna a pluch; vliv druhu pšenice a ročníku byl nižší. Je to evidentní rovněž z uvedených výsledků testu dle Tukeye - u všech hodnocených druhů *Fusarium* spp. byl zjištěn statisticky průkazně vyšší stupeň infekce v pluchách (tabulka 17).

Grafy 21 - 24 porovnávají výskyt jednotlivých druhů *Fusarium* spp. v pluchách a nahém zrně pluchatých druhů pšenice; výskyt jednotlivých druhů *Fusarium* spp. v pluchách a nahém zrně pšenice seté znázorňuje graf 25. Procentuální výskyt v pluchách a zrnech byl vyjádřen jako poměr maximálního možného výskytu (stupeň infekce 3) v součtu všech testovaných vzorků. Výsledky naznačují, v souladu se zjištěním, které publikovali Kuzdraliński et al. (2017), že přítomnost druhů *Fusarium* spp. v pluchách byla nepřímo úměrná (v inverzním vztahu) k procentické redukci *Fusarium* spp. v zrně pluchatých druhů pšenice i pšenice seté. Nicméně, z grafů jsou patrné určité odlišnosti mezi pluchatými druhy pšenice a pšenicí setou.

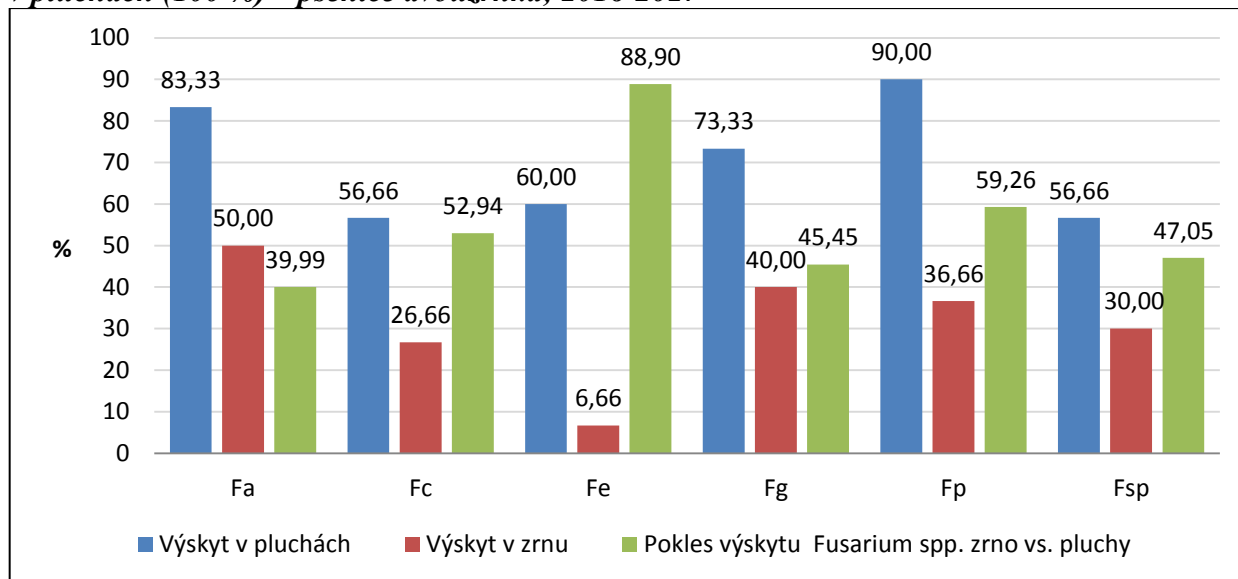
Jestliže vezmeme výskyt *Fusarium* spp. v pluchách u pluchatých druhů pšenice (grafy 21 - 24) jako 100 %, výskyt *F. avenaceum* v zrně se snížil o 41,67 % (jednozrnka), 39,99 % (dvouzrnka), 52,78 % (jarní špalda) a 40,91 % (špalda ozimá). V případě *F. culmorum* se výskyt v zrně snížil o 73,92 % (jednozrnka), 52,94 % (dvouzrnka), 41,19 % (jarní špalda) a 53,81 % (špalda ozimá). U *F. equiseti* došlo ke snížení výskytu tohoto druhu v zrně o 88,90 % (jednozrnka), stejně tak 88,90 % (dvouzrnka), 66,68 % (jarní špalda) a 92,31 % (špalda ozimá). V případě *F. graminearum* jsme zaznamenali snížení jeho výskytu v zrně o 43,33 % (jednozrnka), 45,45 % (dvouzrnka), 50,00 % (jarní špalda) a 46,15 % (špalda ozimá). U *F. poae* bylo zaznamenáno snížení o 48,57 % (jednozrnka), 59,25 % (dvouzrnka), 63,89 % (jarní špalda) a 59,08 % (špalda ozimá). Konečně, u *F. sporotrichoides* došlo ke snížení výskytu tohoto druhu v zrně o 59,27 % (jednozrnka), 47,05 % (dvouzrnka), 59,37 % (jarní špalda) a 47,05 % (špalda ozimá). V případě pšenice seté (graf 25) se při stejném způsobu hodnocení výskyt *Fusarium* spp. snížil u *F. avenaceum* o 21,43 %, *F. graminearum* o 29,16 %, *F. poae* o 32,14 %, *F. sporotrichoides* o 40,91 %, *F. culmorum* o 40,91 % a *F. equiseti* o 49,99 %.

Graf: 21 Redukce výskytu *Fusarium spp.* v nahém zrnú v porovnání s výskytem *Fusarium spp.* v pluchách (100 %) – pšenice jednozrnka; 2016-2017



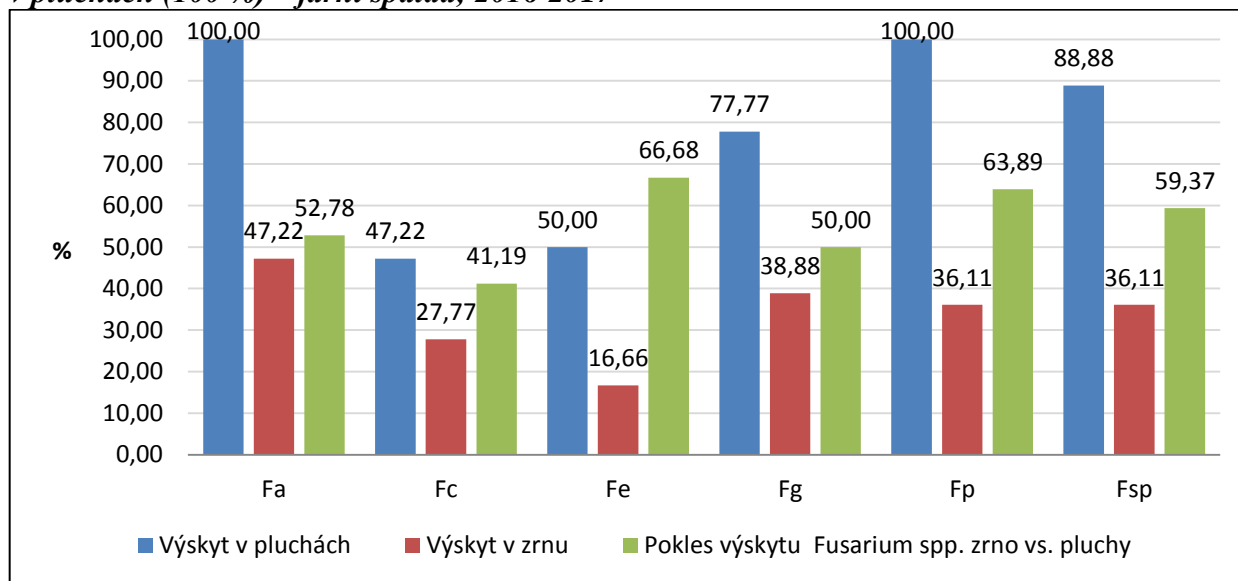
Pozn.: Redukce je vyjádřena jako zbytek podílu výskytu *Fusarium spp.* v zrnú vs. výskyt v pluchách v procentech

Graf: 22 Redukce výskytu *Fusarium spp.* v nahém zrnú v porovnání s výskytem *Fusarium spp.* v pluchách (100 %) – pšenice dvouzrnka; 2016-2017



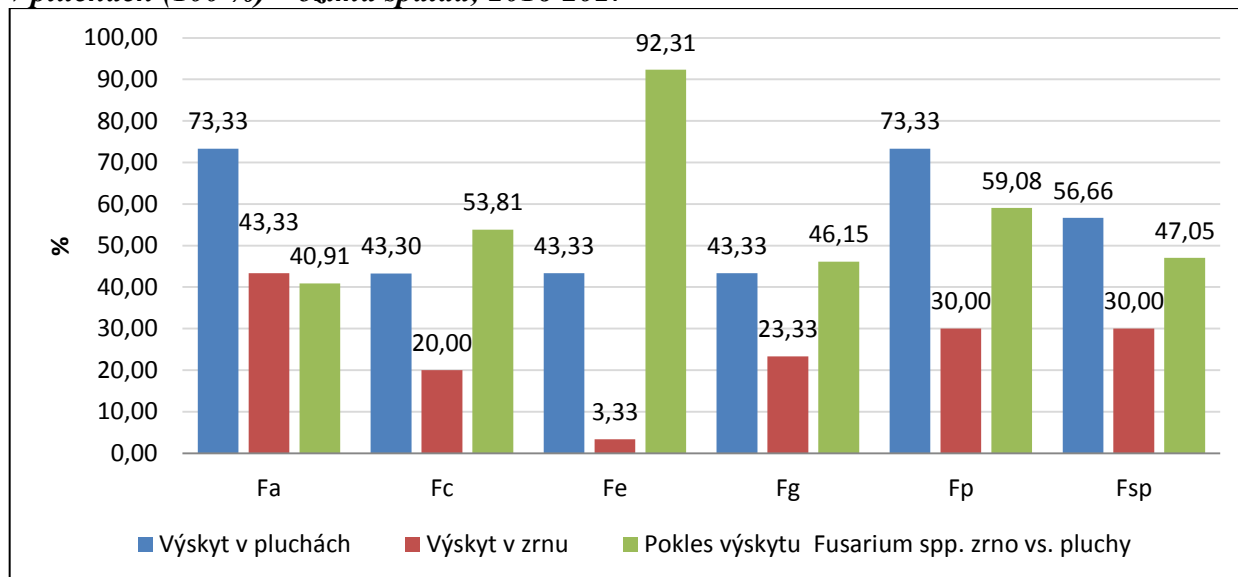
Pozn.: Redukce je vyjádřena jako zbytek podílu výskytu *Fusarium spp.* v zrnú vs. výskyt v pluchách v procentech

Graf: 23 Redukce výskytu *Fusarium spp.* v nahém zrnú v porovnání s výskytem *Fusarium spp.* v pluchách (100 %) – jarní špalda; 2016-2017



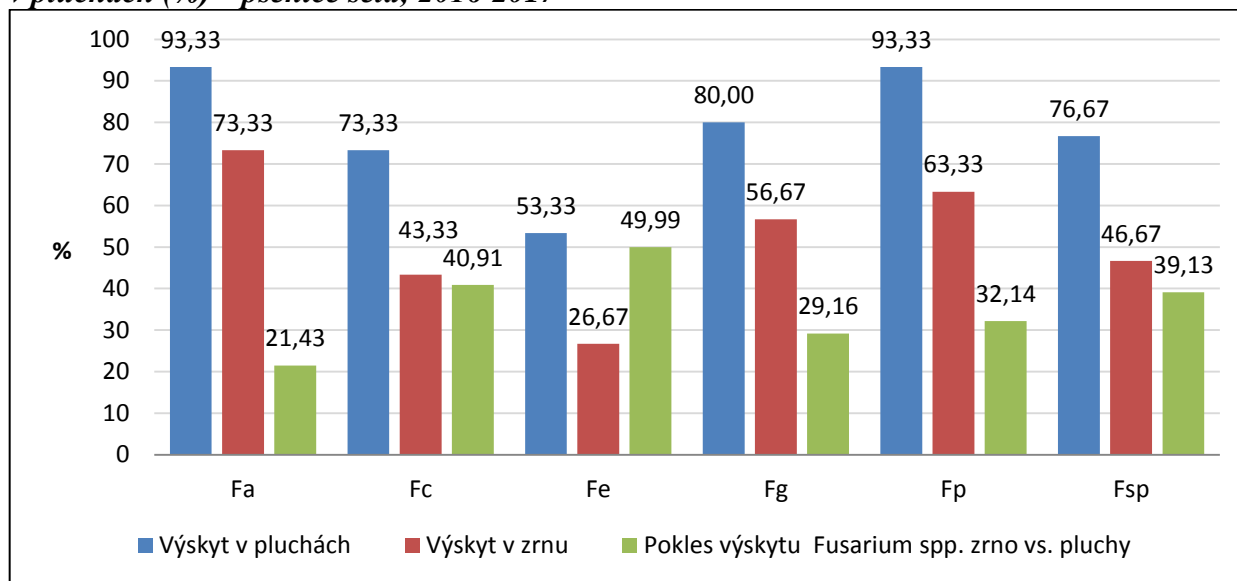
Pozn.: Redukce je vyjádřena jako zbytek podílu výskytu *Fusarium spp.* v zrnú vs. výskyt v pluchách v procentech

Graf: 24 Redukce výskytu *Fusarium spp.* v nahém zrnú v porovnání s výskytem *Fusarium spp.* v pluchách (100 %) – ozimá špalda; 2016-2017



Pozn.: Redukce je vyjádřena jako zbytek podílu výskytu *Fusarium spp.* v zrnú vs. výskyt v pluchách v procentech

Graf: 25 Redukce výskytu *Fusarium spp.* v nahém zrně v porovnání s výskytem *Fusarium spp.* v pluchách (%) – pšenice setá; 2016-2017



Pozn.: Redukce je vyjádřena jako zbytek podílu výskytu *Fusarium spp.* v zrně vs. výskyt v pluchách v procentech

Uvedené výsledky potvrzují, že pluchy tvoří určitou ochrannou bariéru pro *Fusarium spp.* a jeho šíření a snižují výskyt těchto hub v nahém zrně. Z výsledků rovněž vyplývá, že ochranný efekt pluch byl vyšší u pluchatých druhů pšenice v porovnání s pšenicí setou. Rovněž Suchowilska et al. (2010) uvádí, že pluchaté druhy pšenice mají silnou pevnou pluchu, která těsně přiléhá k zrně a tvoří tak efektivní bariéru před průnikem houbových vláken.

Gilsinger et al. (2005) uvádí, že celkově nižší stupeň napadení zrna u pluchatých druhů pšenice může být spojen s morfologií jejich klásků, které mají pevné a silné obaly, zahrnující plevy, pluchy a plušky, které jsou patrně schopné redukovat šíření houbových hyf ve tkáních klásků. Současně lze předpokládat, že, ve srovnání s pšenicí setou, užší otevírání květů omezuje vstup spór a tedy infekci *Fusarium spp.*, např. *F. graminearum*. Porovnání infekce *F. culmorum* v pluchatých a nahých genotypech ječmene ukázalo, že genotypy nahého ječmene byly více náchylné k infekci než pluchaté druhy a naznačují ochranný účinek pluch proti pronikání patogenu do obilky (Warzecha et al. 2010) Další publikované výsledky rovněž naznačují, že určité fyzikální bariéry mohou omezit postup houbové infekce mezi pluchou a zrnem (Hope et al. 2005). Podobně i další autoři zjistili, že pluchy fungují jako efektivní bariéra proti kontaminaci zrna *Fusarium spp.* (Kuzdraliński et al. 2017). Tato bariéra se zná být silnější u pluchatých obilnin (Warzecha et al. 2010). Na druhou stranu, pluchy mohou být během vegetace i určitým rezervoárem inokula pro budoucí infekci klasu (Trenholm et al. 1989).

Studie týkající se vzájemných interakcí mezi jednotlivými druhy *Fusarium* spp. na pluchách ozimé pšenice ukázala určitý vztah mezi výskytem *F. avenaceum* a *F. poae* (korelační koeficient 0,34), stejně tak byla zjištěna korelace (0,30) mezi výskytem *F. culmorum* a *F. equiseti* (Kuzdraliński et al. 2017). Rozdíly ve vzájemných vztazích mezi jednotlivými druhy *Fusarium* spp. naznačují, že přítomnost a skladba jednotlivých druhů *Fusarium* spp. závisí na konkrétních půdně-klimatických podmínkách (Kuzdraliński et al. 2017). Naše výsledky, které se týkají vzájemných interakcí mezi hodnocenými druhy *Fusarium* spp. jsou uvedeny v tabulce 19. Z výsledků je patrné, že u pluch byly zjištěny statisticky průkazné pozitivní korelace mezi výskytem *F. avenaceum* a *F. graminearum* (0,4879**), *F. poae* (0,4659**) a *F. sporotrichoides* (0,5884**) stejně jako výskyt *F. culmorum* koreloval s výskytem *F. graminearum* (0,3344**) a výskyt *F. graminearum* s výskytem *F. poae* (0,3839**) a *F. sporotrichoides* (0,4148**). Dále byla zjištěna slabá záporná korelace mezi *F. culmorum* a *F. equiseti* a mezi *F. poae* a *F. equiseti*. Výsledky Konvaliny et al. (2016) ukázaly pozitivní korelace mezi *F. graminearum* a *F. culmorum* (0,51). Na druhé straně, *F. poae* bylo v negativní korelaci s *F. graminearum* (-0,25) a *F. culmorum* (-0,27).

Výsledky, které publikovali Kuzdraliński et al. (2017) ukázaly, že výskyt *F. avenaceum*, *F. poae* a *F. culmorum* v pluchách byl v korelaci s výskytem těchto druhů *Fusarium* spp. v zrně. Zajímavé je, že u dalších druhů *Fusarium* spp. nebyly zjištěny žádné významnější interakce, ve vztahu k jejich výskytu v pluchách a v zrně. Podle autorů to mohlo být způsobeno výrazným stupněm redukce výskytu druhů *Fusarium* spp. mezi pluchami a zrnem. Z našich výsledků (tabulka 19) je patrné, že výskyt hodnocených druhů *Fusarium* spp. v pluchách statisticky průkazně koreloval s výskytem těchto druhů v zrně (0,6937** u *F. culmorum*, 0,6199** u *F. sporotrichoides*, 0,4900** u *F. graminearum*, 0,4208** u *F. poae*, 0,4078** u *F. avenaceum* a 0,2827** u *F. equiseti*).

Tabulka: 19 Korelace mezi výskytem *Fusarium spp.* v pluchách a v zrně hodnocených druhů pšenice (2016 – 2017)

	<i>Fa pluchy</i>	<i>Fc pluchy</i>	<i>Fe pluchy</i>	<i>Fg pluchy</i>	<i>Fp pluchy</i>	<i>Fsp pluchy</i>	<i>Fa zrno</i>	<i>Fc zrno</i>	<i>Fe zrno</i>	<i>Fg zrno</i>	<i>Fp zrno</i>	<i>Fsp zrno</i>
<i>Fa pluchy</i>	1,000	0,1993	0,1396	0,4879**	0,4659**	0,5884**	0,4078**	0,1460	0,0616	0,0790	0,1356	0,4030**
<i>Fc pluchy</i>	0,1993	1,000	-0,0435	0,3344*	0,0820	0,2817*	0,1436	0,6937**	0,0971	0,3432*	0,0278	0,2098
<i>Fe pluchy</i>	0,1396	-0,0435	1,000	0,0061	-0,0272	0,0653	0,2403	0,0608	0,2827*	0,0893	0,1149	0,0781
<i>Fg pluchy</i>	0,4879**	0,3344*	0,0061	1,000	0,3839**	0,4148**	0,1955	0,1725	0,0984	0,4900**	0,2364	0,4015**
<i>Fp pluchy</i>	0,4659**	0,0820	-0,0272	0,3839**	1,000	0,1688	0,1952	0,0524	-0,1013	0,2389	0,4208**	-0,0280
<i>Fsp pluch</i>	0,5884**	0,2817*	0,0653	0,4148**	0,1688	1,000	0,2651	0,2987*	0,2753*	0,0675	0,0293	0,6199**
<i>Fa zrno</i>	0,4078**	0,1436	0,2403	0,1955	0,1952	0,2651	1,000	0,0844	0,3096*	0,2258	0,3821**	0,3070*
<i>Fc zrno</i>	0,1460	0,6937**	0,0608	0,1725	0,0524	0,2987	0,0844	1,000	0,1574	0,1123	0,0487	0,2104
<i>Fe zrno</i>	0,0616	0,0971	0,2827*	0,0984	-0,1013	0,2753*	0,3096*	0,1574	1,000	0,1617	0,1072	0,2368
<i>Fg zrno</i>	0,0790	0,3432*	0,0893	0,4900**	0,2389	0,0675	0,2258	0,1123	0,1617	1,000	0,2119	0,0921
<i>Fp zrno</i>	0,1356	0,0278	0,1149	0,2364	0,4208**	0,0293	0,3821**	0,0487	0,1072	0,2119	1,000	0,1185
<i>Fsp zrno</i>	0,4030**	0,2098	0,0781	0,4015**	-0,0280	0,6200**	0,3070*	0,2104	0,2368	0,0921	0,1185	1,000

** , * : Průkaznost na hladině významnosti 0,01 a 0,05

6.1.2.2 Real-time PCR kvantifikace

Metoda kvantitativní polymerázové řetězové reakce (Real-time PCR quantification) poskytuje velmi přesné informace o množství houbové DNA v hodnocených vzorcích. Ačkoliv v našem pokusu převažoval výskyt *F. avenaceum* a *F. poe*, hlavními druhy *Fusarium* spp., které způsobovaly fuzariózy klasu ve střední a východní Evropě byly po mnoho let *F. culmorum* a *F. graminearum* (Chrprová et al. 2013; Wagacha & Muthomi 2007). Zároveň byla těmto druhům *Fusarium* spp. věnována značná pozornost jakožto producentům mykotoxinů, jako je deoxynivalenol (DON), (Faltusová et al. 2015). Z toho důvodu, specifické primery *F. culmorum* a *F. graminearum* pro real-time PCR, které jsme měli k dispozici z našeho předchozího výzkumu, byly použity i v této práci.

Uvedené výsledky (tabulka 20) potvrdily poznatky získané v předchozí části této práce. Ozimá špalda byla nejméně kontaminovaným druhem pšenice, zatímco u pšenice seté byla zjištěna nejvyšší úroveň kontaminace. Zjištěné množství DNA *F. culmorum* a *F. graminearum* bylo podstatně vyšší v pluchách v porovnání se zrnem. Z výsledků je patrný i vliv ročníku - zatímco úroveň infekce *F. graminearum* byla v obou hodnocených letech podobná, výskyt *F. culmorum* byl v roce 2017 ve srovnání s rokem 2016 výrazně vyšší.

Tabulka: 20 Kvantitativní vyhodnocení množství DNA *F. culmorum* a *F. graminearum* - průkaznost rozdílů mezi průměry druhů pšenice, ročníků a částí obilky (zrna a pluch) (Tukey HSD test)

Faktor	Množství DNA <i>F. culmorum</i>	Množství DNA <i>F. graminearum</i>
	µg/100 mg šrotu	
Jednozrnka	0,206a	0,261a
Dvouzrnka	0,235a	0,262a
Špalda jarní	0,206a	0,220ab
Špalda ozimá	0,063b	0,069b
Pšenice setá	0,319a	0,337a
HSD_{0,05}	0,136	0,169
Pluchy	0,312a	0,355a
Zrno	0,099b	0,104b
HSD_{0,05}	0,061	0,077
2016	0,069b	0,211a
2017	0,343a	0,248a
HSD_{0,05}	0,061	0,077

Kvantitativní vyhodnocení množství DNA *F. culmorum* a *F. graminearum* v jednotlivých hodnocených genotypech pšenice je uvedeno v tabulce 21. Rovněž tyto výsledky potvrdily poznatky získané v předchozí části práce. Množství DNA *F. culmorum* a *F. graminearum* u hodnocených odrůd ozimé špaldy Tauro, Rubiota, Titan, Samir a Alkor bylo nejnižší, zatímco odrůdy pšenice seté Jara, SW Kadrijl a Granny a špalda VIR St. Petersburg patřily k nejvíce napadeným. Současně byly v souladu s předchozí částí potvrzeny velmi dobré výsledky u genotypu pšenice dvouzrnky Rudico.

Tabulka: 21 Kvantitativní vyhodnocení množství DNA *F. culmorum* a *F. graminearum* u hodnocených genotypů pšenice (Tukey HSD test)

Genotyp a země původu	Množství DNA <i>F. culmorum</i>	Množství DNA <i>F. graminearum</i>
	µg/100 mg šrotu	
<i>T. monococcum</i> (ALB)	0,141efg	0,352abc
<i>T. monococcum</i> (GEO)	0,119efg	0,257abc
Schwedisches Einkorn (SWE)	0,265bcdefg	0,227abc
<i>T. monococcum</i> No. 8910 (DNK)	0,196cdefg	0,336abc
Malonty (neznámá)	0,177defg	0,332abc
Probio (neznámá)	0,338bcdefg	0,059bc
<i>T. dicoccum</i> Dagestan (RUS)	0,166defg	0,632a
<i>T. dicoccum</i> Palestine (ISR)	0,159defg	0,187bc
<i>T. dicoccum</i> Brno (CZE)	0,494ab	0,226abc
<i>T. dicoccum</i> Tabor CZE)	0,267bcdefg	0,242abc
Rudico (CZE)	0,087fg	0,023c
<i>T. spelta</i> Kew (GBR)	0,109efg	0,339abc
Špalda bílá jarní (CZE)	0,163defg	0,093bc
<i>T. spelta</i> Tabor (3075) (CZE)	0,162defg	0,163bc
<i>T. spelta</i> No. 8930 (DNK)	0,103efg	0,171bc
VIR St. Petersburg (CZE)	0,409abcd	0,388abc
Probio (neznámá)	0,292abcdef	0,166bc
Titan (CHE)	0,078fg	0,114bc
Alkor (CHE)	0,048fg	0,004c
Samir (CHE)	0,136efg	0,155bc
Rubiota (CZE)	0,024g	0,033c
Tauro (CHE)	0,031g	0,038bc
Jara (CZE)	0,529a	0,468ab
Granny (CZE)	0,257bcdefg	0,321abc
Izzy (CZE)	0,219cdefg	0,271abc
Astrid (CZE)	0,239cdefg	0,251abc
SW Kadrijl (SWE)	0,354abcde	0,375abc
HSD _{0,05}	0,253	0,432

6.1.2.3 Souhrn a dílčí závěry

Z hodnocení výskytu *Fusarium* spp. v zrně a pluchách souboru genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky, jarní a ozimé špaldy a pšenice seté pomocí metod PCR vyplynulo:

- výskyt hodnocených druhů *Fusarium* spp. (*F. avenaceum*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. equiseti* a *F. sporotrichoides*) byl zaznamenán u všech druhů pšenice, pouze *F. pseudograminearum* nebylo detekováno v žádném vzorku
- v souvislosti s úrovní kontaminace *Fusarium* spp. (hodnoty testovacího kritéria *F*) se nejvýrazněji projevil vliv částí obilky (zrna a obalových vrstev - pluch, plušek, současně i plev), kromě *F. culmorum*, kde byla úroveň kontaminace ovlivněna v převažující míře ročníkem. Vliv druhu pšenice byl statisticky průkazný, ale slabší; ročník ovlivnil úroveň napadení *Fusarium* spp. statisticky průkazně pouze v případě *F. culmorum* a *F. sporotrichoides*.
- úroveň napadení *Fusarium* spp. byla u pšenice seté celkově vyšší v porovnání s hodnocenými pluchatými druhy pšenice, ačkoliv rozdíly v úrovni napadení mezi pšenicí setou a pluchatými pšenicemi byly v řadě případů statisticky neprůkazné; celkově nejnižší úroveň napadení vykazovala ozimá špalda
- bylo prokázáno, že plucha (resp. obalové vrstvy zrna – plucha a pluška) tvoří účinnou ochrannou bariéru pro *Fusarium* spp. a jeho šíření; úroveň napadení *Fusarium* spp. v obalových vrstvách byla vždy vyšší než v nahém zrně. Tento ochranný efekt byl vyšší u pluchatých druhů pšenice v porovnání s pšenicí setou.
- byly zaznamenány vzájemné interakce mezi některými druhy *Fusarium* spp., např. pozitivní korelace mezi výskytem *F. avenaceum* a *F. graminearum*, *F. poae* a *F. sporotrichoides* či negativní korelace mezi výskytem *F. culmorum* a *F. equiseti* a mezi *F. poae* a *F. equiseti*
- nejvyšší odolnost vůči napadení *Fusarium* spp. vykazovala odrůda ozimé špaldy Tauro, následovaly ozimá špalda Rubiota, jarní dvouzrnka Rudico a ozimé špaldy Alkor a Samir. K odrůdám s nejvyšší úrovní napadení patřily odrůdy pšenice seté SW Kadrij, Jara a Granny, jarní špalda *T. spelta* VIR St. Petersburg a jednozrnka *T. monoccocum* (ALB).

6.1.3 Antioxidační aktivita a obsah vybraných antioxidantů v zrně různých druhů pšenice

Dostupné, převážně zahraniční práce, často zmiňují vysoký antioxidační potenciál pluchatých druhů pšenice – tato skutečnost může přispět ke zvýšenému zájmu o ně mezi konzumenty. Údajů o antioxidační aktivitě a obsahu významných antioxidačních komponentů u pluchatých druhů pšenice z půdně-klimatických podmínek ČR je však k dispozici velmi málo. Pro doplnění celkového pohledu na jakost pluchatých druhů pšenice zde proto uvádíme celkovou antioxidační aktivitu a celkového obsahu polyfenolů, fenolických kyselin a karotenoidů u vybraného souboru vzorků zrna pšenice jednozrnky, dvouzrnky, jarní špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté.

6.1.3.1 Celkový obsah polyfenolů

Hodnoty vypočteného testovacího kritéria F (ANOVA), charakterizující míru ovlivnění celkového obsahu polyfenolů sledovanými faktory (genotyp, druh pšenice, ročník a interakce genotyp \times ročník) jsou uvedeny v tabulce 22. Z výsledků je patrné, že celkový obsah polyfenolů byl statisticky průkazně ovlivněn jak genotypem, tak druhem pšenice, ročníkem a interakcí genotyp \times ročník. Nejvyšší vliv na celkový obsah polyfenolů (nejvyšší hodnota testovacího kritéria F 74,90**) vykázal ročník a druh pšenice (F 26,81**), zatímco vliv genotypu (F 16,62**) a interakce ročník \times genotyp (F 9,84) byl slabší.

Tabulka: 22 Vliv genotypu, druhu pšenice, ročníku a interakce genotype \times ročník na antioxidační aktivitu a obsah hodnocených antioxidantů v zrně pšenice (ANOVA, vypočtené hodnoty testovacího kritéria F)

Zdroj variance	Celková antioxidační aktivita			Celkový obsah karotenoidů			
	Df	MS	F	df	MS	F	
Genotyp	12	2014	151,76**	12	2,56	456,96**	
Druh pšenice	3	23720	1787,05**	3	302,26	53894,40**	
Ročník	1	32061	2415,49**	1	20,07	3577,88**	
Genotyp \times Ročník	15	328	24,77**	15	1,82	324,45**	
		Celkový obsah polyfenolů			Celkový obsah fenolických kyselin		
	Df	MS	F	df	MS	F	
Genotyp	12	7531	16,62**	12	3675	11,26**	
Druh pšenice	3	12145	26,81**	3	55456	169,93**	
Ročník	1	33934	74,90**	1	236676	725,22**	
Genotyp \times Ročník	15	4457	9,84**	15	2846	8,72**	

df: stupně volnosti; MS: průměr čtverců; F : Fisherovo testovací kritérium F ;
 $p < 0,5$ *; $p < 0,01$ **

Tabulka: 23 Průkaznost rozdílů v antioxidační aktivitě a obsahu hodnocených antioxidantů v zrna pšenice mezi průměry genotypů, druhů pšenice a ročníků (Tukey HSD test)

	Celkový obsah polyfenolů	Celkový obsah fenolických kyselin	Celková antioxidační aktivita	Celkový obsah karotenoidů
	mg/kg sušiny			
<i>T. monococcum</i> (ALB)*	757,93ab	779,43efg	301,13a	8,35c
<i>T. monococcum</i> (GEO)*	792,37a	817,54bcd	261,47cd	8,63b
<i>T. monococcum</i> No.8910*	721,07bcde	837,44b	233,22e	7,40d
Schwedisches einkorn*	708,50cde	874,74a	262,72c	10,15a
<i>T. dicoccum</i> Brno**	695,95cde	792,66cdef	256,43cd	0,86m
<i>T. dicoccum</i> Dagestan**	692,62de	773,29fg	254,88d	0,86m
<i>T. dicoccum</i> Palestine**	724,80bcde	816,29bcde	277,33b	1,37k
Rudico**	707,75cde	777,49fg	262,62c	1,12l
<i>T. spelta</i> No.8930***	715,47bcde	823,26bc	227,28e	2,01g
Špalda bílá jarní***	695,60cde	802,46bcdef	217,58f	1,73hi
<i>T. spelta</i> Kew***	682,77e	783,89def	209,38g	1,67ij
<i>T. spelta</i> VIR St. Petersburg***	686,13e	805,74bcdef	189,93i	1,87gh
Izzy****	736,70bc	742,62gh	227,28e	2,40e
Jara****	718,17bcde	705,07i	209,17g	2,22f
Astrid****	734,90bcd	715,48hi	199,68h	1,57j
Granny****	618,83f	700,66i	194,42hi	1,17l
HSD _{0,05}	43,82	37,19	7,50	0,15
Jednozrnka	744,97a	827,29a	264,63a	8,63a
Dvouzrnka	705,28b	789,93c	262,82a	1,05c
Špalda	694,99b	803,84b	211,05b	1,82b
Pšenice setá	702,15b	715,96d	207,64c	1,84b
HSD _{0,05}	16,21	13,76	2,77	0,06
2017	693,05b	734,60b	218,26b	2,88b
2018	730,65a	833,91a	254,81a	3,79a
HSD _{0,05}	8,68	7,37	1,49	0,03

*genotypy jednozrnky; **genotypy dvouzrnky; ***genotypy špaldy; ****genotypy pšenice seté

Výsledky testu dle Tukeye vymežující průkaznost rozdílů mezi průměry genotypů, druhů pšenice a ročníků jsou uvedeny v tabulce 23, detailní pohled na jednotlivé genotypy udává tabulka 24. Celkový obsah polyfenolů se pohyboval v rozmezí od 556,57 mg/kg sušiny (odrůda pšenice seté Granny v roce 2017) po 849,73 mg/kg sušiny (*T. monococcum* GEO v roce 2018), (tabulka 24).

Naše výsledky jsou v zásadě v souladu se závěry Lachmana et al. (2012a), kteří zaznamenali v souboru genotypů jednozrnky, dvouzrnky a pšenice seté celkový obsah polyfenolů

v rozmezí od 502 do 748 mg/kg sušiny nebo Yilmaze et al. (2015), (570 – 1012 mg/kg sušiny). Na druhé straně, celkový obsah polyfenolů v kolekci genotypů *T. monococcum*, *T. dicoccum*, *T. durum*, *T. spelta* a *T. aestivum*, které hodnotili Brandolini et al. (2013), byl vyšší ve srovnání s našimi výsledky a pohyboval se v rozmezí od 1075 do 1374 mg/kg sušiny. Výsledky studie srovnávající 27 genotypů dvouzrnky, jednozrnky a některých genotypů *T. macha*, *T. timopheevi* a *T. palaeo-colchicum* (Giambanelli et al. 2013) ukázaly, že genotyp byl významným faktorem ovlivňujícím celkový obsah polyfenolů. Současně, celkový obsah polyfenolů kolísal v rozmezí od 819 – 1465 mg/kg sušiny. Naproti tomu, Fogarasi et al. (2015) uvádí na základě svých výsledků, že celkový obsah polyfenolů ve vzorcích zrna různých druhů pšenice, včetně jednozrnky, byl relativně nízký a kolísal v rozmezí od 349 to 593 mg/kg sušiny.

Naše výsledky prokázaly existenci rozdílů mezi hodnocenými druhy pšenice – jednozrnka dosáhla v průměru nejvyššího celkového obsah polyfenolů (744,97 mg/kg sušiny), následovala dvouzrnka (705,28 mg/kg sušiny), pšenice setá (702,15 mg/kg sušiny) a špalda (694,99 mg/kg sušiny). Avšak pouze jednozrnka se od ostatních druhů pšenice statisticky průkazně odlišovala (tabulka 23). Naše výsledky jsou v souladu se závěry, které publikovali Fogarasi et al. (2015); tito autoři zjistili u jednozrnky vyšší celkový obsah polyfenolů ve srovnání s jinými druhy pšenice. Také výsledky, které prezentovali Şahin et al. (2017) ukázaly, že u jednozrnky byl celkový obsah polyfenolů statisticky průkazně vyšší než u pšenice seté a pšenice tvrdé. Lachman et al. (2012a) zaznamenali nejvyšší celkový obsah polyfenolů u dvouzrnky, ale také u jednozrnky byl celkový obsah polyfenolů vysoký. Podobně, Serpen et al. (2008) uvádí, že dvouzrnka dosáhla vyššího celkového obsah polyfenolů než jednozrnka a kontrolní odrůdy pšenice seté. Abdel-Aal & Rabalski (2008) zmiňují, že jednozrnka, dvouzrnka a špalda dosáhly v celkovém obsahu polyfenolů obdobných výsledků a statisticky průkazně překonaly pšenici setou. Na druhé straně, výsledky které publikovali Brandolini et al. (2013) ukázaly, že pšenice setá dosáhla vyššího celkového obsahu polyfenolů než jednozrnka, dvouzrnka a špalda.

Naše výsledky prokázaly výrazný, převažující vliv podmínek počasí na celkový obsah polyfenolů. Rok 2018 byl charakteristický, ve srovnání s rokem 2017, obdobnými teplotami a podstatně nižšími srážkami v období od metání do zralosti zrna. Proto lze předpokládat, že v roce 2018, kdy celkový obsah polyfenolů byl výrazně vyšší, byly hodnocené genotypy vystaveny vyššímu stresu suchem. Skutečnost, že mnohé antioxidanty jsou produkovány rostlinami v reakci na abiotické stresy, jako je stress v důsledku sucha či horka, je známá (Lu et al. 2015). Naše

výsledky jsou v souladu se závěry prezentovanými Lachmanem et al. (2011) a Lachmanem et al. (2012a), kteří zaznamenali významné změny v celkovém obsahu polyfenolů mezi dvěma hodnocenými ročníky u vzorků zrna hodnoceného souboru genotypů jednozrnky, dvouzrnky a pšenice seté a konstatovali, že celkový obsah polyfenolů byl významně ovlivněn průběhem povětrnostním podmínek v období tvorby zrna a dozrávání. Podobně Gasztonyi et al. (2011) a Stracke et al. (2009) zaznamenali výrazné rozdíly v celkovém obsah polyfenolů zrna hodnocených genotypů pšenice v závislosti na ročníku (průběh povětrnostních podmínek).

Tabulka: 24 Vliv ročníku na antioxidační aktivitu a obsah hodnocených antioxidantů v zrnu jednotlivých genotypů pšenice (Tukey HSD test)

Genotyp	Původ	Ročník	Celkový obsah polyfenolů	Celkový obsah fenolických kyselin	Celková anti-oxidační aktivita	Celkový obsah karotenoidů
			mg/kg sušiny			
<i>T. monococcum</i>	ALB	2017	731,87b	670,29b	281,07b	7,13b
		2018	784,00a	888,56a	321,20a	9,56a
		HSD _{0,05}	42,5	29,13	6,28	0,05
<i>T. monococcum</i>	GEO	2017	735,00b	777,05b	239,50b	7,50b
		2018	849,73a	858,03a	283,43a	9,76a
		HSD _{0,05}	39,14	42,51	8,3	0,07
<i>T. monococcum</i> No.8910	DNK	2017	707,00a	786,14b	209,63b	6,25b
		2018	735,13a	888,74a	256,80a	8,54a
		HSD _{0,05}	36,92	37,01	12,21	0,08
Schwedisches einkorn	SWE	2017	711,10a	802,03b	240,13b	8,28b
		2018	705,90a	947,46a	285,30a	12,01a
		HSD _{0,05}	33,53	48,65	6,11	0,11
<i>T. dicoccum</i> Brno	CSK	2017	662,37b	735,66b	243,07b	0,75b
		2018	729,53a	849,67a	269,80a	0,96a
		HSD _{0,05}	27,5	21,66	9,35	0,03
<i>T. dicoccum</i> Dagestan	RUS	2017	649,73b	711,86b	233,27b	0,68b
		2018	735,50a	834,73a	276,50a	1,03a
		HSD _{0,05}	18,98	26,65	5,57	0,05
<i>T. dicoccum</i> Palestine	ISR	2017	703,53b	767,56b	251,40b	1,23b
		2018	746,07a	865,02a	303,27a	1,51a
		HSD _{0,05}	32,37	26,63	10,17	0,03

Rudico	CZE	2017	692,90b	734,40b	237,03b	0,90b
		2018	722,60a	820,57a	288,20a	1,33a
		HSD _{0,05}	24,57	24,08	13,39	0,09
T. spelta No.8930	DNK	2017	693,40b	762,15b	210,07b	1,81b
		2018	737,53a	884,36a	244,50a	2,21a
		HSD _{0,05}	37,56	40,56	5,38	0,12
Špalda bílá jarní	CSK	2017	677,57b	746,73b	209,17b	1,53b
		2018	713,63a	858,19a	226,00a	1,93a
		HSD _{0,05}	31,15	35,42	9,79	0,07
T. spelta Kew	GBR	2017	675,03a	769,80b	193,47b	1,40b
		2018	690,50a	797,97a	225,30a	1,94a
		HSD _{0,05}	38,98	31,12	11,98	0,1
T. spelta VIR St. Petersburg	CSK	2017	676,27a	769,18b	162,80b	1,68b
		2018	696,00a	842,29a	217,07a	2,06a
		HSD _{0,05}	37,65	45,63	5,21	0,12
Izzy	CZE	2017	692,10b	694,12b	225,03b	2,27b
		2018	781,30a	791,11a	229,53a	2,53a
		HSD _{0,05}	27,53	43,79	2,82	0,06
Jara	CSK	2017	710,60a	668,62b	192,70b	2,16b
		2018	725,73a	741,51a	225,63a	2,28a
		HSD _{0,05}	27,44	34,81	7,24	0,04
Astrid	CZE	2017	689,17b	679,86b	175,90b	1,46b
		2018	780,63a	751,10a	223,47a	1,68a
		HSD _{0,05}	29,12	42,59	9,29	0,07
Granny	CZE	2017	556,57b	620,66b	187,90b	1,00b
		2018	681,10a	780,66a	200,93a	1,34a
		HSD _{0,05}	25,05	33,03	6,98	0,08

6.1.3.2 Celkový obsah fenolických kyselin

Stejně jako u celkového obsahu polyfenolů, i celkový obsah fenolických kyselin byl statisticky průkazně ovlivněn jak genotypem a druhem pšenice, tak i ročníkem a interakcí genotyp × ročník (tabulka 22). Výsledky potvrdily převažující vliv ročníku ($F 725.22^{**}$) a druhu pšenice ($F 169,93^{**}$) na celkový obsah fenolických kyselin, zatímco vliv genotypu ($F 11,26^{**}$) a interakce genotyp x ročník ($F 8,72^{**}$) byl znatelně nižší, pravděpodobně díky nižší variabilitě mezi jednotlivými genotypy v rámci jednotlivých druhů pšenice.

Fenolické kyseliny tvoří nejvíce zastoupené fenolické komponenty v zrna pšenice (Martini et al. 2015). Z našich výsledků je zřejmé, že celkový obsah fenolických kyselin v hodnocených vzorcích zrna různých druhů a genotypů pšenice byl vyšší než celkový obsah polyfenolů a pohyboval se v průměru obou hodnocených let v rozmezí od 700,66 mg/kg sušiny (pšenice setá, odrůda Granny) po 874,74 mg/kg sušiny (Schwedishes einkorn), (tabulka 23). Celkově nejnižší celkový obsah fenolických kyselin (620,66 mg/kg sušiny) byl zjištěn u odrůdy Granny v roce 2017, nejvyšší (947,46 mg/kg sušiny) u jednozrnky Schwedishes einkorn v roce 2018 (tabulka 24). Brandolini et al. (2013) uvádějí na základě výzkumu různých druhů pšenice, že celkový obsah fenolických kyselin (konjugované + vázané frakce) se pohyboval mezi 477 mg/kg sušiny po 687 mg/kg sušiny. Celkový obsah konjugovaných a vázaných fenolických kyselin, který zaznamenali Hidalgo & Brandolini (2017) u tří genotypů v průběhu tří let se pohyboval mezi 524,00 a 672,20 mg/kg sušiny. Li et al. (2008) zaznamenali nejvyšší celkový obsah fenolických kyselin u dvouzrnky (779 ± 109 mg/kg sušiny), následovala pšenice tvrdá (699 ± 51 mg/kg sušiny) a pšenice setá (664 ± 15 mg/kg sušiny); tyto hodnoty se statisticky průkazně nelišily od hodnot, kterých dosáhla špalda (579 ± 57 mg/kg sušiny) a jednozrnka (615 ± 74 mg/kg sušiny). Celkový obsah fenolických kyselin (suma volných, konjugovaných a vázaných fenolických kyselin) u 10 odrůd pšenice seté pěstovaných v průběhu tří let se pohybovala mezi 856,6 do 1464,0 mg/kg sušiny (Martini et al. 2015). Tyto výsledky jsou vyšší než údaje publikované v některých dalších studiích. Kromě rozdílů v hodnocených genotypech a podmínkách prostředí pravděpodobně souvisí vyšší hodnoty celkového obsahu fenolických kyselin s tím, že v předchozích studiích nebyly stanoveny všechny 3 formy fenolických kyselin (volné, konjugované a vázané). Metoda stanovení fenolických kyselin, kterou popsali Martini et al. (2015) a která zahrnuje všechny 3 formy fenolických kyselin, byla použita i v naší práci. Mírně nižší celkový obsah fenolických kyselin v našich vzorcích zrna ve srovnání s výsledky, které publikovali Martini et al. (2015) může být spojen jednak s rozdílnými podmínkami prostředí, ale i s rozdílnými genotypy.

Naše výsledky ukázaly rozdíly v celkovém obsahu fenolických kyselin mezi jednotlivými druhy pšenice – jednozrnka dosáhla v průměru nejvyššího celkového obsahu fenolických kyselin ze všech hodnocených druhů pšenice (827,29 mg/kg sušiny), následovala špalda (803,84 mg/kg sušiny), dvouzrnka (789,93 mg/kg sušiny) a pšenice setá (715,96 mg/kg sušiny); rozdíly mezi jednotlivými druhy pšenice byly přitom statisticky průkazné (tabulka 23). Výsledky dalších studií

týkajících se celkového obsahu fenolických kyselin v zrně pšenice jsou nejednoznačné. Brandolini et al. (2013) uvádějí, že *T. durum* a *T. aestivum*, následované *T. spelta*, *T. monococcum* a *T. dicoccum* vykazaly nejvyšší celkový obsah fenolických kyselin, zatímco *T. turanicum* dosáhlo nejnižší koncentrace. Serpen et al. (2008) zjistili, že dvouzrnka dosáhla vyššího celkového obsahu fenolických kyselin než jednozrnka a kontrolní odrůdy pšenice seté. Celkový obsah fenolických kyselin ve vzorcích zrna špaldy ozimé byl nejvyšší ze všech dalších hodnocených druhů obilnin (jarní a ozimá pšenice setá, oves), (Keriené et al. 2015).

Naše výsledky dále ukázaly statisticky průkazný, převažující vliv ročníku (průběhu povětrnostních podmínek) na celkový obsah fenolických kyselin v hodnocených vzorcích zrna pšenice; vyšší celkový obsah fenolických kyselin byl zaznamenán v roce 2018 (velmi suchý červenec), (tabulky 22 a 23). Silný vliv ročníku na obsah fenolických kyselin zaznamenali Heimler et al. (2010) u pšenice seté stejně jako Lachman et al. (2011) u *T. monococcum*, *T. dicoccum* a *T. aestivum*. Také Stracke et al. (2009), kteří studovali v průběhu tří let vliv způsobu pěstování (ekologický a konvenční) na celkový obsah fenolických kyselin v zrně pšenice zjistili, že vliv ročníku byl nejvyšší ze všech sledovaných faktorů.

6.1.3.3 Celkový obsah karotenoidů

Obdobně jako celkový obsah polyfenolů a fenolických kyselin, i celkový obsah karotenoidů byl statisticky průkazně ovlivněn jak genotypem a druhem pšenice, tak i ročníkem a interakcí genotypu \times ročník (tabulka 22). Na rozdíl od celkových polyfenolů a fenolických kyselin, jejichž obsah byl ovlivněn převážně ročníkem, u celkových karotenoidů byl zaznamenán převažující vliv druhu pšenice (F 53894,40**), zatímco vliv ročníku (F 3577,88**), genotypu (F 456,96**) a interakce genotyp \times ročník (F 324,45**) byl znatelně nižší. Jak uvádí Digesú et al. (2009), v případě karotenoidů v zrně různých druhů pšenice se zdá být genetický faktor dominantním faktorem, který ovlivňuje jejich obsah. Potvrzují to i Leenhardt et al. (2006), kteří vyzdvihují variabilitu v celkovém obsahu karotenoidů mezi diploidními (jednozrnka), tetraploidními (pšenice tvrdá, dvouzrnka) a hexaploidními (pšenice setá) druhy pšenice.

I přes významný vliv druhu pšenice byl stejně jako u celkových polyfenolů a fenolických kyselin i v případě celkových karotenoidů zaznamenán nižší vliv genotypu, pravděpodobně díky nižší variabilitě mezi sledovanými genotypy.

Z našich výsledků je dále zřejmé, že se celkový obsah karotenoidů v hodnocených vzorcích zrna různých druhů a genotypů pšenice pohyboval v průměru obou hodnocených let v

rozmezí od 0,86 mg/kg sušiny (shodně *T. dicoccum* Brno a *T. dicoccum* Dagestan) po 10,15 mg/kg sušiny (Schwedishes einkorn), (tabulka 23). Celkově nejnižší celkový obsah karotenoidů (0,68 mg/kg sušiny) byl zjištěn u genotypu *T. dicoccum* Dagestan v roce 2017, nejvyšší (12,01 mg/kg sušiny) u jednozrnky Schwedishes einkorn v roce 2018 (tabulka 24).

Naše výsledky jsou ve shodě se závěry, které publikovali Hidalgo et al. (2006), Hidalgo & Brandolini (2008) a Brandolini et al. (2008), podle nichž je jednozrnka významným zdrojem karotenoidů a poměrně výrazně v celkovém obsahu karotenoidů převyšuje ostatní druhy pšenice. Hidalgo et al. (2006) dále zmiňují, že celkový obsah karotenoidů v jimi hodnocených genotypech jednozrnky se pohyboval mezi 5,33 – 13,70 mg/kg sušiny (v průměru 8,41 mg/kg sušiny) a ostatní druhy pšenice jednozrnka převýšila v celkovém obsahu karotenoidů dvakrát až čtyřikrát. Hodnoty celkového obsahu karotenoidů (lutein + zeaxanthin + β -karoten) v zrně různých druhů pšenice, které uvádí na základě výsledků svého výzkumu Lachman et al. (2013), byly o něco nižší než tomu bylo v našem případě. Ve shodě s námi tito autoři vyzdvihují genotyp Schwedishes einkorn, který rovněž sledovali a stejně jako my u něj zaznamenali nejvyšší celkový obsah karotenoidů v celém hodnoceném souboru genotypů různých druhů pšenice.

Naše výsledky dále ukázaly rozdíly v celkovém obsahu karotenoidů mezi jednotlivými druhy pšenice – jednozrnka dosáhla v průměru nejvyššího celkového obsahu karotenoidů ze všech hodnocených druhů pšenice (8,63 mg/kg sušiny), následovaly pšenice setá (1,84 mg/kg sušiny) a pšenice špalda (1,82 mg/kg sušiny) a pšenice dvouzrnka (1,05 mg/kg sušiny). Rozdíly mezi jednotlivými druhy pšenice byly statisticky průkazné, s výjimkou pšenice seté a pšenice špaldy, které se od sebe statisticky průkazně nelišily (tabulka 23). Jak již bylo uvedeno, řada autorů (Zhou et al. 2005; Hidalgo et al. 2006; Leenhardt et al. 2006; Lachman et al. 2013; Hussain et al. 2015) především vyzdvihují vyšší celkový obsah karotenoidů v zrně pšenice jednozrnky ve srovnání s ostatními druhy pšenice a konstatují, že jednozrnka je patrně nejvýznamnějším zdrojem karotenoidů z pěstovaných druhů pšenice.

Naše výsledky dále ukázaly, stejně jako u předchozích hodnocených antioxidantů statisticky průkazný vliv ročníku (průběhu povětrnostních podmínek) na celkový obsah karotenoidů v hodnocených vzorcích zrna pšenice; vyšší celkový obsah karotenoidů byl opět zaznamenán v roce 2018 (velmi suchý červenec), (tabulky 22 a 23). Lachman et al. (2013) a Abdel-Aal et al. (2007) rovněž zmiňují významný vliv ročníku, resp. průběh povětrnostních podmínek v ročníku, na celkový obsah karotenoidů v zrně pšenice. Nicméně, jak uvádí Digesú et

al. (2009) či Martini et al. (2015), vliv ročníku na obsah karotenoidů se zdá být nižší, vzhledem k silnému genetickému založení.

6.1.3.4 Celková antioxidační aktivita

Fenolické komponenty, sekundární metabolity syntetizované během vývoje rostlin jako odezva na stresové podmínky, jsou vynikajícími scavengery kyslíkových radikálů. Environmentální stresy, které indukují oxidativní poškození, často podporují syntézu fenolických metabolitů (Brandolini et al. 2013) a současně i zvýšení antioxidační aktivity. Naše výsledky hodnocení celkové antioxidační aktivity ukázaly, ve shodě s údaji o obsahu celkových polyfenolů a fenolických kyselin, silné ovlivnění ročníkem (F 2415,49**), ale i druhem pšenice (F 1787,05**); vliv genotypu (F 151,76**) a interakce genotyp \times ročník (F 24,77**) se uplatnili v podstatně menší míře, přesto však stále statisticky průkazně (tabulka 22). Celková antioxidační aktivita zrna pšenice však může být významně ovlivněna i některými dalšími antioxidačními komponenty, například lipofilními antioxidanty, zejména tokoly a karotenoidy (Hejtmánková et al. 2010). Z toho důvodu, poměrně silný vliv druhu pšenice na celkovou antioxidační aktivitu, který byl vyšší ve srovnání s vlivem druhu pšenice na celkový obsah polyfenolů a fenolických kyselin (tabulka 22), souvisí pravděpodobně právě se silným vlivem druhu pšenice na celkový obsah karotenoidů.

Celková antioxidační aktivita v našich vzorcích zrna pšenice se pohybovala v průměru dvou let v rozmezí od 194,42 mg/kg sušiny (odrůda pšenice seté Granny) po 301,13 mg/kg sušiny (*T. monococcum* ALB), (tabulka 23). Celkově nejnižší hodnota TAA (162,80 mg/kg DM) sušiny byla zjištěna u *T. spelta* VIR St. Petersburg v roce 2017, nejvyšší (321,20 mg/kg sušiny) u *T. monococcum* (ALB) v roce 2018 (tabulka 24). Srovnání těchto výsledků s výsledky uvedenými v literatuře není snadné, díky různým metodám používaným pro hodnocení antioxidační aktivity. Naše výsledky jsou v zásadě v souladu se závěry Lachmana et al. (2012b), kteří hodnotili celkovou antioxidační aktivitu u souboru genotypů jednozrnky, dvouzrnky a pšenice seté a zaznamenali nejvyšší antioxidační aktivitu u genotypů dvouzrnky (217,30 – 227,60 mg/kg sušiny) a jednozrnky (218,50 – 255,80 mg/kg sušiny).

I naše výsledky dále ukázaly rozdíly v hodnotách celkové antioxidační aktivity mezi hodnocenými druhy pšenice – jednozrnka a dvouzrnka dosáhly nejvyšší hodnoty celkové antioxidační aktivity (264,63 a 262,82 mg/kg sušiny [v průměru čtyř genotypů a dvou let]), následovala špalda (211,05 mg/kg sušiny) a pšenice setá (207,64 mg/kg sušiny). Nejistili jsme

statisticky průkazné difference mezi jednozrnkou a dvouzrnkou; tyto dva druhy pšenice se současně statisticky průkazně lišily od špaldy a pšenice seté. Lachman et al. (2012b) uvádějí, v souladu s našimi závěry, že genotypy pšenice s nejvyšší antioxidační aktivitou byly zastoupeny zejména jednozrnkou a dvouzrnkou. Şahin et al. (2017) hodnotili antioxidační aktivitu v souboru genotypů jednozrnky, pšenice tvrdé a pšenice seté a nezaznamenali statisticky průkazné rozdíly mezi těmito druhy pšenice. Na druhou stranu, statisticky průkazné rozdíly v celkové antioxidační aktivitě mezi genotypy jednozrnky, dvouzrnky a pšenice seté zjistili Serpen et al. (2008) – antioxidační aktivita dvouzrnky byla 1,2krát vyšší ve srovnání s jednozrnkou a 1,7krát vyšší oproti pšenici seté. Podle výsledků, které publikovali Brandolini et al. (2013), celková antioxidační aktivita tří druhů pšenice – jednozrnky, pšenice tvrdé a pšenice seté byla obdobná.

Z našich výsledků je dále patrný statisticky průkazný, převažující vliv ročníku na celkovou antioxidační aktivitu (vyšší celková antioxidační aktivita ve velmi suchém roce 2018), (tabulky 23 a 24). Silný vliv ročníku na celkovou antioxidační aktivitu u jednozrnky, dvouzrnky a pšenice seté zmiňují i Lachman et al. (2012b). Na druhé straně, z výsledků, které získali v průběhu tří let Martini et al. (2015), vyplynulo, že antioxidační aktivita byla ovlivněna především genotypem.

Lze konstatovat, že dosažené výsledky indikují vysoký antioxidační potenciál pluchatých druhů pšenice. Navíc, některé z hodnocených genotypů vykázaly rovněž uspokojivý výnosový potenciál, jak vyplývá z předchozí kapitoly 6.1.1. Představují určitou příležitost jak pro šlechtitele pšenice, tak i pro ekologické farmáře. Stresové faktory, se kterými se rostliny setkávají v průběhu vegetace, sice na jedné straně zpravidla vedou ke snížení výnosu, na druhé straně však mohou stimulovat produkci nutričně hodnotných sekundárních metabolitů.

6.1.3.5 Souhrn a dílčí závěry

Z hodnocení antioxidační aktivity a obsahu vybraných antioxidantů v zrně souboru genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky, špaldy a kontrolní pšenice seté vyplynuly následující závěry:

- celková antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolů, fenolických kyselin a karotenoidů byly statisticky průkazně ovlivněny jak genotypem, tak i druhem pšenice, ročníkem a interakcí genotyp × ročník
- celková antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolů a celkový obsah fenolických kyselin byly ovlivněny převažujícím způsobem ročníkem (průběhem povětrnostních

podmínek), zatímco celkový obsah karotenoidů ovlivnil převažujícím způsobem druh pšenice

- celkový obsah polyfenolů u hodnocených druhů pšenice byl v pořadí jednozrnka > dvouzrnka > pšenice setá > špalda
- celkový obsah fenolických kyselin byl v pořadí jednozrnka > špalda > dvouzrnka > pšenice setá
- celkový obsah karotenoidů byl v pořadí jednozrnka > pšenice setá > špalda > dvouzrnka (pšenice setá a špalda dosáhly téměř stejných hodnot)
- celková antioxidační aktivita byla v pořadí jednozrnka > dvouzrnka > špalda > pšenice setá
- statisticky průkazně vyšší celková antioxidační aktivita a obsah sledovaných antioxidantů byly zaznamenány v roce 2018, který se vyznačoval velkým suchem v období tvorby zrna a dozrávání

6.2 Vliv výše výsevku na dynamiku růstu, produkční a jakostní ukazatele ozimé a jarní pšenice špaldy

Otázkám spojeným s hodnocením tvorby výnosu a vlivu výše výsevku na produkční a jakostní ukazatele pšenice seté se věnovala v minulých dobách již řada autorů (Petr et al. 1980; Peltonen-Sinio & Jarvinen, 1994; Gooding et al. 2002; Geleta et al. 2002; Bavec et al. 2002; Lloveras et al. 2004; Ozturk et al. 2006; Bicanová 2009; Matyk 2010; Kvapil 2010) a řada dalších. Naším cílem bylo prověřit uvedenou problematiku u jarní a ozimé pšenice špaldy, neboť u těchto druhů pšenice je informací o volbě vhodného výsevku jen málo a jsou často rozporuplné.

6.2.1 Hodnocení dynamiky růstu v průběhu vegetace

V pokusných letech 2014/2015, 2015/2016 a 2016/2017 byly v rámci vstupů do porostu během vegetace prováděny u hodnocených odrůd ozimé a jarní špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté odběry rostlin pro stanovení dynamiky tvorby a redukce počtu stébel, stanovení obsahu sušiny nadzemní biomasy a biomasy kořenů v závislosti na výši výsevku (1 – 5 MKS/ha). Odběry probíhaly v pravidelných termínech počínaje odnožováním (BBCH 25 – 29) do mléčné až voskové zralosti (BBCH 75 – 85). U hmotnosti podzemní části rostliny – kořenů je uveden odběr rostlin pouze do konce sloupkování (BBCH 37) a to z důvodu, že v pozdějších fázích již nebylo možné spolehlivě zajistit kvalitní odběr kořenů; to by pravděpodobně vedlo k ovlivnění výsledků.

6.2.1.1 Hodnocení dynamiky tvorby a redukce počtu stébel na rostlinu v průběhu vegetace

Schopnost odnožování pšenice je dána geneticky, je však silně ovlivněna faktory, jakými jsou zejména hustota setí, konkurenční vztahy mezi rostlinami, hloubka setí, termín výsevu a úroveň výživy (Koprna et al. 2019).

Pšenice jarní

Výsledky hodnocení dynamiky tvorby a redukce průměrného počtu stébel na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 jsou uvedeny v grafech č. 1 - 9 v přílohách. Z výsledků je patrné, že jak u hodnocených genotypů jarní špaldy (Špalda bílá jarní a *T. spelta* Kew), tak u kontrolní odrůdy pšenice seté Granny měla dynamika tvorby a redukce průměrného počtu stébel na rostlinu obdobný průběh a i v průměrném počtu stébel na rostlinu při jednotlivých odběrech nebyly mezi jednotlivými genotypy zaznamenány výraznější rozdíly. Z výsledků je dále patrné,

že kontrolní odrůda pšenice seté Granny dosáhla v průměru maximálního počtu stébel (odnože + hlavní stéblo) na rostlinu u vyšších výsevků 4, 5 a v letech 2015 a 2016 i 3 MKS/ha při odběrech na konci května, případně přelomu května a června, tedy v období plného sloupkování až konce sloupkování. V případě nejnižších výsevků 1 a 2 a v r. 2017 i 3 MKS/ha pak bylo maximum průměrného počtu stébel na rostlinu dosaženo až při následujícím odběru okolo 12. června; poté docházelo k redukci počtu stébel na rostlinu. Tento pokles byl do cca 20. – 25. června poměrně výrazný a poté už docházelo jen k mírnému kolísání až do posledního odběru mezi cca 15. - 25. červencem. Skutečnost, že po dosažení maxima se počet odnoží začíná redukovat je všeobecně známá a popisuje ji (u pšenice seté) řada autorů, např. Ellmer et al. (1999), Bergmann (2000), Lipavský (2000), Kvapil (2010) a další. Naše výsledky ukázaly, že u hodnocených genotypů jarní špaldy měla dynamika tvorby a redukce průměrného počtu stébel na rostlinu obdobný charakter s tím, že v r. 2015 dosáhly genotypy špaldy maximálního počtu stébel na rostlinu o cca 12 – 14 dní později než kontrolní pšenice setá Granny; v r. 2016 a 2017 bylo maximálního počtu stébel na rostlinu dosaženo při stejném odběru jako u kontrolní pšenice seté. V době maximálního počtu stébel na rostlinu dosahovaly jak genotypy jarní špaldy, tak i kontrolní pšenice setá v průměru 6 - 7 stébel (tj. 5 – 6 odnoží + hlavní stéblo) na rostlinu u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha a 3 - 5 stébel na rostlinu (tj. 2 – 4 odnože + hlavní stéblo) u výsevku nejvyššího (5 MKS/ha). Při posledním odběru ve 2. polovině července se pak počet stébel na rostlinu pohyboval okolo 4 stébel (3 odnoží a hlavního stébla) na rostlinu u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha a zpravidla okolo 2 stébel na rostlinu (hlavní stéblo a 1 odnož) u výsevku nejvyššího 5 MKS/ha. Reakce genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté na výši výsevku při odběru v průběhu odnožování je dobře patrná z obrázků 4 - 6.



Obrázek: 4 *Vliv výše výsevku na tvorbu odnoží - Špalda bílá jarní* (Foto: M. Zrcková)



Obrázek: 5 *Vliv výše výsevku na tvorbu odnoží -T. spelta KEW* (Foto: M. Zrcková)



Obrázek 6 Vliv výše výsevu na tvorbu odnoží – Granny

(Foto: M. Zrcková)

Pšenice ozimá

Výsledky hodnocení dynamiky tvorby a redukce průměrného počtu stébel na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 jsou uvedeny v grafech č. 10 - 18 v přílohách. Z výsledků je zřejmé, že jak z hlediska časového průběhu dynamiky tvorby a redukce odnoží, tak i z hlediska jejich počtu, byly mezi hodnocenými ozimými a jarními odrůdami výrazné rozdíly. Rovněž vliv ročníku na průběh tvorby a redukce počtu stébel na rostlinu byl výraznější než u jarních pšenic.

Ve sklizňovém roce 2015, kdy jsme započali s odběry 18.3. dosáhla kontrolní odrůda pšenice seté Scaro v průměru maximálního počtu stébel (odnože + hlavní stéblo) na rostlinu v plném sloupkování (BBCH 33 – 34), při odběru 7.5., a to u všech výsevků s výjimkou nejvyššího výsevu 5 MKS/ha, kde bylo maxima dosaženo již při odběru na konci dubna (27.4). Odrůdy ozimé špaldy Rubiota i Alkor dosáhly maximálního počtu stébel na rostlinu o cca 3 týdny později, při odběru 18.5. a to u všech výsevků.

Ve sklizňovém roce 2016 jsme započali s odběry díky nepříznivému průběhu počasí až 5.4. Kontrolní odrůda pšenice seté Scaro a ozimá špalda Rubiota dosáhly maximálního průměrného počtu stébel na rostlinu již při následujícím odběru 14.4. ve fázi BBCH 31 – 32, a to u všech výsevků s výjimkou výsevu 3 MKS/ha (Rubiota), kde bylo zaznamenáno maximum až při následujícím odběru 25.4. Druhá odrůda ozimé špaldy Alkor dosáhla maxima u výsevků 3 – 5 MKS/ha při odběru 14.4 a u výsevků 1 – 2 MKS/ha při následujícím odběru 25.4.

Ve sklizňovém roce 2017 dosáhly všech tři hodnocené odrůdy shodně maximálního počtu stébel na rostlinu při odběru 24.4. (u výsevků 1 – 3 MKS/ha) a 27.3. (u výsevků 4 – 5 MKS/ha).

Po dosažení maxima nastalo období redukce počtu odnoží, které bylo poměrně rychlé (v r. 2017 a zejména 2015), ve sklizňovém roce 2016 probíhala redukce odnoží pozvolněji.

Řada autorů, kteří se věnovali hodnocení dynamiky tvorby a redukce počtu celkových i plodných odnoží na rostlinu u pšenice seté (Gooding et al. 2002; Lipavský 2000; Bicanová 2009; Wang 2001) a další zmiňují zvyšování počtu odnoží jako reakci na nižší výsevek. Naše výsledky ukázaly, že reakce odrůd ozimé (ale i jarní špaldy) a kontrolních odrůd pšenice seté na různou výši výsevku byly obdobné, pouze s tím, že maximálního počtu stébel na rostlinu dosahovaly genotypy špaldy v řadě případů o jeden odběr, tzn. cca 2 týdny později.

V době maxima se průměrný počet stébel na rostlinu u odrůdy Scaro pohyboval mezi cca 5 (výsevek 5 MKS/ha) až 11 (výsevek 1 MKS/ha) stébly na rostlinu, u odrůdy ozimé špaldy Rubiota to bylo mezi cca 6 – 12 stébly na rostlinu a u odrůdy ozimé špaldy Alkor mezi 5 – 12 stébly na rostlinu.

Při posledním odběru cca v polovině července se pak počet stébel na rostlinu pohyboval jak u kontrolní odrůdy pšenice seté, tak i u obou odrůd ozimé špaldy okolo 4 – 5 stébel (klasů) na rostlinu u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha a zpravidla okolo 2 – 3 stébel (klasů) na rostlinu u výsevku nejvyššího 5 MKS/ha.

6.2.1.2 Hodnocení tvorby sušiny nadzemní biomasy rostlin

Tvorba sušiny nadzemní biomasy pšenice seté má zpravidla průběh sigmoidní křivky s poklesem před plnou zralostí (na méně úrodných půdách a při opožděném nástupu jara se však hodnoty hmotnosti sušiny nadzemní biomasy rostlin zvyšují až do sklizně), (Petr et al. 1980). Kotorová (2001) a Petr et al. (1980) dále uvádějí, že ve fázi odnožování je nárůst hmotnosti sušiny nadzemní biomasy rostlin pomalý v důsledku nízkých teplot a nezapojeného porostu. V dalším průběhu vegetace se pak množství sušiny zvyšuje, přičemž nejvýraznější nárůst je patrný ve druhé polovině období sloupkování, které je charakteristické intenzivním růstem nadzemní biomasy. Podle Kotorové (2001) se množství sušiny nadzemní biomasy zpravidla postupně zvyšuje až do období mléčné zralosti.

Pšenice jarní

U křivek znázorňujících dynamiku tvorby průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu byly ve všech třech sledovaných letech zjištěny obdobné trendy u obou genotypů jarní špaldy *T. spelta* Kew a Špalda bílá jarní i u kontrolní odrůdy pšenice seté Granny (výsledky jsou uvedeny v grafech 19 - 27 v přílohách). Určité rozdíly v nárůstu průměrné hmotnosti sušiny nebo naopak zpomalení tvorby hmotnosti sušiny na rostlinu v daném roce a celkové hmotnosti sušiny na rostlinu, které bylo v daném období zjištěno, lze přičíst jednak průběhu povětrnostních podmínek během vegetace v jednotlivých letech, ale také určitým rozdílům mezi jednotlivými genotypy.

V roce 2015 byl u všech hodnocených genotypů zaznamenán jen nepatrný nárůst hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu až do odběru 26.5.; poté došlo k poměrně strmému nárůstu hmotnosti sušiny v průběhu druhé poloviny sloupkování, až do odběru 22.6. U odrůdy Granny pak došlo k mírnému zpomalení nárůstu hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu, a to až do posledního odběru v mléčné zralosti 12.7.; současně se v tomto období začal výrazně projevovat vliv výše výsevku. U obou genotypů jarní špaldy byl v období od konce sloupkování do posledního odběru v polovině června nárůst průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu v porovnání s kontrolní odrůdou Granny strmější.

V roce 2016 byl u všech hodnocených genotypů nárůst průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu pozvolnější a rozdíly mezi jednotlivými výsevky se začaly více projevovat o něco dříve – již v první polovině sloupkování ve druhé polovině května. Rok 2017 pak byl charakteristický mírným nárůstem průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu v průběhu května; výrazný nárůst hmotnosti sušiny byl zaznamenán v poslední dekádě května a zejména v průběhu června (druhá polovina sloupkování, ale i metání, kvetení, až po poslední odběr v mléčné zralosti). V porovnání s rokem 2015 byly již od první poloviny sloupkování patrné větší rozdíly v závislosti na výši výsevku.

Při posledním odběru cca v polovině června se průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy na rostlinu pohybovala mezi cca 4 – 6 g u nejvyššího výsevku 5 MKS/ha a 9 – 15 g u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha. Celkově vyšší hodnoty hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu byly zaznamenány v r. 2017; z hodnocených genotypů *T. spelta* Kew dosáhla celkově vyšší průměrné hodnoty hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu než kontrolní odrůda pšenice seté Granny; Špalda bílá jarní se od kontrolní odrůdy Granny v hmotnosti sušiny

nadzemní biomasy na rostlinu příliš nelišila. Výsledky jsou v zásadě v souladu se závěry Peltonen-Sainio & Jarvinena (1994), Bicanové (2009) a Kvapila (2010), kteří zaznamenali, že při zvyšování výsevku docházelo k redukci hmotnosti nadzemní biomasy. Naproti tomu, Gooding et al. (2002) uvedli, že nadzemní biomasa na zvýšení výsevku prakticky nereagovala.

Pšenice ozimá

Z hodnocení dynamiky tvorby průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu (grafy 28 - 36 v přílohách) je patrný ve všech třech letech velmi mírný nárůst od konce března až do počátku května (odnožování, první polovina sloupkování); poté docházelo jak u odrůd špaldy Rubiota a Alkor, tak i u kontrolní odrůdy Scaro k výraznému nárůstu hmotnosti sušiny až do posledního odběru v polovině června (vosková zralost); tento nárůst byl u některých odrůd strmější (zejména Rubiota a Alkor v r. 2015), v ostatních případech pozvolnější.

Byly zaznamenány určité odrůdové a ročníkové rozdíly v reakci na výši výsevku. Ve sklizňovém roce 2015 je patrný malý rozdíl v průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu u nižších výsevků 1, 2 a 3 MKS/ha, především u odrůd Rubiota a Alkor. Na druhé straně, velmi malý rozdíl byl zjištěn i mezi výsevky nejvyššími – 4 a 5 MKS/ha. V následujících letech 2016 a 2017 byly hodnoty průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostlinu rovnoměrněji rozvrstvené; v r. 2017 se od ostatních výsevků výrazněji „oddělil“ nejnižší výsevek 1 MKS/ha, u kterého byly dosaženy výrazně vyšší hodnoty hmotnosti sušiny oproti ostatním výsevkům.

Při posledním odběru cca v polovině června (mléčná až vosková zralost) se průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy na rostlinu pohybovala mezi 5 – 9 g u nejvyššího výsevku 5 MKS/ha a 12 – 23 g u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha. Celkově nejvyšší hmotnosti sušiny nadzemní biomasy na rostliny byly zaznamenány, stejně jako v případě jarních pšenic, v r. 2017; z hodnocených odrůd Rubiota převýšila jak druhou odrůdu ozimé špaldy Alkor, tak i kontrolní odrůdu pšenice seté Scaro.

6.2.1.3 Hodnocení tvorby sušiny kořenů

Jak již bylo uvedeno, odběry pro hodnocení tvorby hmotnosti sušiny kořenů na rostlinu byly u jarních genotypů prováděny v jednotlivých letech do konce května až poloviny června (s ohledem na průběh povětrnostních podmínek), u ozimých odrůd pak do cca poloviny května.

Tvorba hmotnosti sušiny kořenů na rostlinu (grafy 37-45 v přílohách) vcelku koresponduje s tvorbou hmotnosti sušiny nadzemní biomasy – v případě jarních genotypů byl

v letech 2015 a 2016 nárůst hmotnosti sušiny kořenů do 26.5. (plné sloupkování) jen mírný a vliv výše výsevku se příliš neprojevoval; od 26.5. do docházelo do cca poloviny června k výraznějšímu nárůstu a také k větší diferenciaci hmotnosti sušiny kořenů v závislosti na výši výsevku. V následujících letech 2016 a zejména 2017 bylo možné pozorovat výraznější nárůst tvorby sušiny hmotnosti kořenů na rostlinu již od prvního odběru v první polovině května; tento nárůst pak ještě zesílil ve druhé polovině května (plné sloupkování). Při posledním odběru na konci sloupkování se průměrná hmotnost sušiny kořenů na rostlinu pohybovala mezi 0,10 – 0,15 g u nejvyššího výsevku 5 MKS/ha a mezi 0,22 – 0,33 g u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha. Mezi oběma genotypy špaldy a kontrolní odrůdou pšenice seté Granny nebyly zaznamenány větší rozdíly.

V případě ozimých odrůd (grafy 46 - 54 v přílohách) lze sledovat výrazný nárůst hmotnosti sušiny kořenů na rostlinu již cca od poloviny dubna (konec odnožování); tento nárůst je patrný až do posledního odběru cca v polovině května (plné sloupkování) a je pro něj typická i zvyšující se reakce na výši výsevku (s výjimkou odrůd Rubiota a Alkor v r. 2015, kde se výraznější reakce na výši výsevku začíná projevovat až od konce dubna).

Konvalina et al. (2012a) uvádějí, že pro špaldu je charakteristická mohutná kořenová soustava, mohutnější ve srovnání s pšenicí setou. I z našich výsledků je patrné, že v průměrné hmotnosti sušiny kořenů na rostlinu převýšily špaldy kontrolní pšenici setou, rozdíl však není tak výrazný, jak bychom mohli očekávat. Při posledním odběru se průměrná hmotnost sušiny kořenů na rostlinu pohybovala mezi 0,15 – 0,30 g u nejvyššího výsevku 5 MKS/ha a mezi 0,32 – 0,45 g u nejnižšího výsevku 1 MKS/ha. Obě odrůdy ozimé špaldy Alkor a Rubiota dosahovaly zpravidla mírně vyšších hodnot oproti kontrolní odrůdě pšenice seté Scaro.

6.2.2 Vliv výše výsevku na výnos a strukturu výnosových prvků ozimé a jarní pšenice špaldy

Výsledky hodnocení vlivu výše výsevku na výnos a strukturu výnosových prvků ozimé a jarní pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté byly vyhodnoceny analýzou variance (ANOVA), podrobnější vyhodnocení průkaznosti rozdílů mezi průměry variant bylo provedeno testem dle Tukeye na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Při statistickém hodnocení výsledků jsme vycházeli z předpokladu, že reakce genotypů špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté na sledované faktory (výsevek, ročník) mohou být odlišné. Abychom mohli co nejpřesněji postihnout rozdíly v „chování“ jednotlivých genotypů a abychom zamezili nežádoucímu

znepřehlednění a setření rozdílů mezi špaldou a kontrolní odrůdou pšenice seté, ke kterému by došlo při souborném statistickém zpracování výsledků polyfaktorovou analýzou variance, bylo statistické hodnocení provedeno samostatně jak pro kontrolní odrůdy pšenice seté, tak i pro genotypy špaldy (i ty byly vyhodnoceny samostatně, protože i mezi nimi mohly být i výrazné odlišnosti v reakci na sledované faktory). Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 25 – 28.

6.2.2.1 Vliv výše výsevku na počet klasů na m²

Regulace struktury porostu je nejúčinnějším způsobem zvyšování výnosů, neboť jen při optimální struktuře porostu mohou být maximálně využity vegetační faktory. V hustých porostech se projevuje vyšší kompetice o živiny, zejména dusík, světlo a vodu (Petr et al. 1980; Wang 2001), nižší hustota porostu je kompenzována vyšší tvorbou produktivních odnoží (Gooding et al. 2002), ale projevuje se též ve vývinu klasů.

Jak uvádí Ellmer et al. (1999) a Arduini et al. (2006), počet klasů na m² před sklizní, který je základním výnosovým prvkem, ovlivňuje celá řada faktorů, počínaje průběhem počasí, výživným a zdravotním stavem porostů a samozřejmě také výší výsevku. Právě vliv výsevku se nejvíce promítá do počtu klasů na m², který má k dosaženým výnosům vždy nejužší vztah (Bavec et al. 2002; Lithourgidis et al. 2006; Ozturk et al. 2006), méně do počtu zrn v klasu a nejméně do HTS (Gooding et al. 2002; Vrkoč 1981).

Z výsledků našeho pokusu je patrné, že hodnocené genotypy ozimé i jarní špaldy reagovaly, co se týče počtu klasů na m², na různou výši výsevku obdobným způsobem jako kontrolní odrůdy pšenice seté. Zvýšení výsevku vedlo ke zvýšení počtu klasů na m²; ten byl u ozimé špaldy Rubiota, kontrolní odrůdy ozimé pšenice seté Scaro a Špaldy bílé jarní nejvyšší při výsevku 500 klíčivých obilek na m², u zbývajících genotypů při výsevku 400 klíčivých obilek na m². Rozdíl v počtu klasů na m² mezi výsevky 400 a 500 obilek na m² byl v řadě případů statisticky neprůkazný; v některých případech se statisticky průkazně od uvedených dvou nejvyšších výsevků nelišil ani počet klasů na m² u varianty s výsevkiem 300 klíčivých obilek na m². Naproti tomu, počty klasů na m² při nejnižších výsevcích 200 a zejména 100 klíčivých obilek na m² byly již výrazně nižší a od variant s vyššími výsevky se statisticky průkazně lišily. Pospíšil et al. (2011) uvádějí na základě výsledků svých pokusů s ozimou špaldou v Chorvatsku, že počet klasů na m² se zvyšoval se zvyšujícím se výsevkiem (200, 300 a 400 klíčivých obilek na m²), rozdíly v počtu klasů na m² ve vztahu k výsevku však byly zpravidla statisticky neprůkazné. Naproti tomu, Troccoli & Codianni (2005) zaznamenali se zvyšujícím se výsevkiem statisticky

průkazné navýšení počtu klasů na m². Průměrný počet klasů na m² se u jarních špald v našem pokusu pohyboval mezi 172 klasy (*T. spelta* Kew při výsevku 100 klíčivých obilek na m²) po 318 klasů (Špalda bílá jarní, výsevek 500 klíčivých obilek na m²); u kontrolní odrůdy pšenice seté Granny byl celkově počet klasů na m² vyšší a pohyboval se mezi 207,1 – 416,7 klasy. U ozimé špaldy se průměrný počet klasů na m² pohyboval mezi 207,0 klasy (odrůda Alkor při výsevku 100 klíčivých obilek na m²) po 378,5 klasů (Rubiota při výsevku 500 klíčivých obilek na m²). Tyto hodnoty byly podstatně nižší, než uvádí Pospíšil et al. (2011) - v jejich pokusech dosahovaly odrůdy ozimé špaldy hustoty porostu na úrovni 406 – 701 klasů na m² při výsevcích 200 – 400 klíčivých obilek na m²; jednalo se však o pokusy vedené v konvenčním způsobu pěstování. Stejně jako u pšenice jarní, i v případě pšenice ozimé dosáhla v našem pokusu kontrolní odrůda pšenice seté Scaro v průměru vyššího počtu klasů na m² (v rozmezí 220,4 – 452,0 klasů) v porovnání s odrůdami špaldy.

Z výsledků uvedených v tabulce 26 a 28 je dále patrné, že nejnižší počet klasů na m² byl u všech hodnocených genotypů v průměru zaznamenán v roce 2016; v roce 2015 byl naopak nejvyšší. Vliv ročníku, resp. průběhu počasí v ročníku na výnos a strukturu výnosových prvků pšenice seté zmiňuje řada autorů - např. podle výsledků Kováče & Macáka (2004) měl na počet klasů na m² největší vliv právě průběh povětrnostních podmínek. Významný vliv počasí na počet klasů na m² zmiňují i Ellmer et al. (1999) a Arduini et al. (2006), podle kterých počasí významnou mírou ovlivňuje vzejití porostů, jejich přezimování, odnožení a redukci počtu odnoží, ale také působené patogenů a příjem živin (Bergmann 2000). Březen byl v roce 2015 na pokusné lokalitě Praha-Uhřetěves srážkově mírně nad dlouhodobým průměrem, duben a květen pod dlouhodobým průměrem, červen pak mírně nad dlouhodobým průměrem. I přesto byl rok 2015 z pohledu tvorby a redukce odnoží o něco příznivější než rok 2016 – tam se pravděpodobně srážkově podnormální duben a výrazně podnormální květen podepsaly na nižším počtu odnoží a nejspíše i zvýšené redukci počtu rostlin a tím i sníženému výslednému počtu klasů na jednotku plochy. Nejvyšším dosaženým počtem klasů na m² v roce 2015 dokázaly hodnocené genotypy vykompenzovat nejnižší HTS a nejnižší průměrnou hmotnost zrna v klasu v tomto roce a i přes extrémně suchý červenec tak dokázaly dosáhnout druhého nejvyššího výnosu za celé sledované tříleté období (po roce 2017).

6.2.2.2 Vliv výše výsevku na počet klasů na rostlinu

V předchozí kapitole (6.2.2.1) jsme hodnotili dynamiku tvorby a redukce počtu stébel na rostlinu při různé výši výsevku a zaznamenali jsme vyšší počet odnoží na rostlinu při nízkých výsevcích 100 a 200 klíčivých obilek na m^2 . S tím souvisí i výsledky hodnocení počtu klasů na rostlinu v době sklizně, kde se u všech hodnocených genotypů ozimé i jarní špaldy a kontrolních odrůd projevil autoregulační efekt, který popisují u pšenice seté např. Petr et al. (1980), Sieling et al. (1994), Capouchová et al. (1998), Matyk (2010) či Kvapil (2010). Bicanová (2009) uvádí na základě výsledků svých pokusů s pšenicí setou, že při rozdílné výši výsevku byla patrná projevující se autoregulace porostu (tzn. „zahušťování“ porostu, zejména zvyšováním počtu plodných odnoží při nižší hustotě porostu), kdy u varianty s nejnižším výsevkiem byl zaznamenán statisticky průkazně nejvyšší počet odnoží na rostlinu. Podobně i jiní autoři (Biswas et al. 1999; Gooding et al. 2002) uvádí zvyšování počtu celkových i plodných odnoží na rostlinu jako reakci na nižší výsevek. Bicanová (2009) uvádí, že i přes projevující se schopnost autoregulace porostu nebyly rostliny u variant s nízkým výsevkiem schopny celkově vykompenzovat rozdíl v hustotě porostu (tedy v počtu klasů na m^2), který se negativně odrazil ve výnosu zrna. S tím souhlasí i výsledky Arduiniho et al. (2006), kteří uvádí, že se vzrůstajícím výsevkiem se zvyšoval počet klasů na m^2 , naopak se snižujícím se výsevkiem vzrůstal počet zrn v klasu; avšak tento prvek nedokázal nižší počet klasů na m^2 dostatečně nahradit. Bicanová (2009) dále uvádí, že rozdíl ve výnosu mezi výsevky 300 a 400 klíčivých obilek byl statisticky neprůkazný, což bylo pravděpodobně ovlivněno i statisticky neprůkazným rozdílem jak v počtu klasů na rostlinu, tak i v počtu klasů na m^2 . Při vyšší hustotě porostu dochází k výraznější redukci počtu rostlin během vegetace, nižšímu založení odnoží a vyšší redukci vzniklých odnoží v pozdějších vegetačních fázích. Podobně i Capouchová et al. (1998) zjistili v pokusech s hybridními a populačními odrůdami žita pěstovanými při rozdílných výsevcích výraznou autoregulační schopnost porostu. Z výsledků vyplynulo, že při použití vysokých výsevků došlo ke značné redukci odnoží a že výsledný počet klasů na m^2 byl v době sklizně u všech hodnocených variant víceméně vyrovnaný. K obdobným závěrům dospěl na základě výsledků svých pokusů s různými výsevky u pšenice seté Matyk (2010), s výjimkou nejnižších výsevků. V našem pokusu byl u všech hodnocených genotypů ozimé i jarní špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté zaznamenán nejvyšší průměrný počet klasů na rostlinu při nejnižším použitém výsevku 100 klíčivých obilek na m^2 . S navyšováním výsevku se počet klasů na rostlinu snižoval, přičemž největší rozdíly byly

zaznamenány mezi oběma nejnižšími výsevky 100 a 200 klíčivých obilek na m². Počty klasů na m² při těchto výsevcích se současně, jak již bylo uvedeno, u všech hodnocených genotypů statisticky průkazně lišily od počtu klasů na m² při výsevcích vyšších. Se zvyšujícím se výsevkem docházelo ke snižování průměrného počtu klasů na rostlinu – ten se pohyboval, např. u Špaldy bílé jarní, v rozmezí od 4,1 klasů při výsevku 100 klíčivých obilek na m² po 1,7 klasu při výsevku 500 klíčivých obilek na m² a v rozmezí od 5,0 klasů na rostlinu při výsevku 100 klíčivých obilek na m² po 2,2 klasu na rostlinu při výsevku 500 klíčivých obilek na m² (špalda ozimá Rubiota). Je však zjevné, v souladu se závěry výše uvedených autorů (Bicanová 2009; Arduini et al. 2006; Capouchová et al. 1998), že vyšší počet plodných odnoží, resp. počet klasů na rostlinu v době sklizně u nejnižších výsevků (v našem případě především u výsevku 100 klíčivých obilek na m²) nedokázal vykompenzovat nízký počet rostlin na jednotku plochy a porosty byly natolik řídké, že nedokázaly zajistit uspokojivý výnos (i přes vyšší produktivitu klasu, jak bude uvedeno dále).

6.2.2.3 Vliv výše výsevku na počet zrn v klasu a hmotnost zrna v klasu

Jak již bylo uvedeno (Gooding et al. 2002), nižší hustota porostu je kompenzována vyšší tvorbou produktivních odnoží, ale projevuje se též ve vývinu klasů. Při vysoké hustotě porostu se zakládá méně klásků a kvítků ve III. – IV. etapě organogeneze vzrostného vrcholu, navíc klesá počet fertálních klásků zakládajících se v klasu (Wang 2001). Obdobně Peltonen-Sainio & Järvinen (1994) a Arduini et al. (2006) uvedli, že se zvyšujícím se výsevkem dochází k redukcii počtu zrn v klasu. I v našem pokusu zvýšení výsevku vedlo jak u hodnocených genotypů ozimé i jarní špaldy, tak u kontrolních odrůd pšenice seté ke snížení počtu klásků v klasu i v počtu zrn v klasu. Zaznamenali jsme (mezi výsevky 100 – 500 obilek na m²) pokles v počtu zrn v klasu od 33,9 po 31,1 (Rubiota), od 34,8 po 32,1 (Alkor); od 30,1 po 26,8 (Špalda bílá jarní) a od 36,6 po 29,9 (*T. spelta* Kew). Celkově byly hodnoty počtu zrn v klasu vyšší, než uvádějí, Dorval et al. (2015) – v jejich pokusech s jarní špaldou se počet zrn v klasu pohyboval (mezi výsevky 150 a 450 klíčivých obilek na m²) od 26,5 po 21,1 zrna na klas. Castagna et al. (1996) shledali průkazný vliv výsevku na počet zrn v klasu ozimé špaldy, kdy zaznamenali pokles v počtu zrn v klasu od 25,2 po 20,4 mezi výsevky 200 a 400 obilek na m². Průměrný počet zrn v klasu kontrolních odrůd pšenice seté byl vyšší než u genotypů špaldy a pohyboval se v rozmezí výsevků 100 – 500 klíčivých obilek od 37,2 po 32,2 zrn (Granny) a od 37,0 po 33,4 zrn (Scaro).

Zatímco Bavec et al. (2002), Lithourgidis et al. (2006) či Ozturk et al. (2006) zmiňují počet klasů na m^2 jako faktor, který má nejužší vztah k dosaženým výnosům, Johnston & Stevenson (2001) považují za nejdůležitější prvek zvyšování výnosu ve vztahu k výsevku zvýšení hmotnosti zrna v klasu. V našem pokusu jsme v důsledku změn v počtu zrn v klasu a počtu klásků v klasu rovněž zaznamenaly statisticky průkazné rozdíly v průměrné hmotnosti nahého zrna v klasu – ta závisí jednak na počtu zrn v klasu, jednak na hmotnosti zrna (HTS). V průměru nejvyšší hmotnost zrna v klasu byla zaznamenána při nejnižším výsevku 100 klíčivých obilek na m^2 ; se zvyšujícími se výsevky se hmotnost zrna v klasu snižovala. Ozimá špalda dosáhla vyšší průměrné hmotnosti nahého zrna v klasu v závislosti na výsevku 100 – 500 obilek na m^2 – 1,44 – 1,27 g (Rubiota), 1,50 – 1,36 g (Alkor) než špalda jarní – 1,14 – 1,01 g Špalda bílá jarní, 1,29 – 1,04 g (*T. spelta* Kew). Kontrolní odrůdy pšenice seté genotypy špaldy v průměrné hmotnosti zrna v klasu převýšily – u ozimé odrůdy Scaro se průměrná hmotnost zrna v klasu pohybovala v rozmezí 1,84 – 1,60 g, u jarní odrůdy Granny v rozmezí 1,52 – 1,19 g.

Jak u kontrolních odrůd pšenice seté, tak u hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy se velmi dobře projevila autoregulační schopnost porostů, kdy při nižších výsevcích dokázaly odrůdy vytvořit vyšší počet zrn v klasu a dosáhnou vyšší hmotnosti zrna v klasu než při výsevcích vyšších. Nicméně, zejména u nejnižšího výsevku 100 klíčivých obilek na m^2 a v některých případech i 200 klíčivých obilek na m^2 ani vyšší počet zrn a vyšší hmotnost zrna v klasu nedokázaly vykompenzovat nižší hustotu porostu.

Vliv ročníku na počet zrn v klasu byl u všech hodnocených genotypů významný, mezi pokusnými ročníky byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Nejvyššího průměrného počtu zrn v klasu dosáhly všechny hodnocené genotypy jarních i ozimých pšenic v roce 2017, nejnižšího v roce 2016 – výrazně podnormální srážky v dubnu a zejména květnu v tomto roce a současně nadnormální teploty se pravděpodobně podepsaly na celkově nižším založeném počtu klásků a zejména kvítků a tím i nižším výsledném počtu zrn v klasu.

Ročník ovlivnil statisticky průkazně i hmotnost zrna v klasu – nejvyšší průměrná hmotnost zrna v klasu byla zaznamenána, stejně jako v případě počtu zrn v klasu, v roce 2017, nejnižší v roce 2015. Extrémní sucho a vysoké teploty v červenci a na počátku srpna roku 2015 se velmi negativně podepsaly na HTS, která byla v tomto roce nejnižší za hodnocené tříleté období a ovlivnila negativně i hmotnost zrna v klasu – i přes mírně vyšší počet zrn v klasu oproti roku 2016 tak dosáhla hmotnost zrna v klasu v roce 2015 nejhoršího výsledku.

6.2.2.4 Vliv výše výsevu na hmotnost tisíce semen (HTS)

Arduini et al. (2006) a Capouchová et al. (1998) uvádí na základě svých výsledků hodnocení vlivu výše výsevu na hmotnost tisíce semen (HTS), že HTS pšenice seté a žita setého klesala od řídkých výsevků k nejvyšším. Naproti tomu, Kvapil (2010) nezaznamenal výraznější vliv výše výsevu na HTS pšenice seté. V našem pokusu byl se zvyšováním výsevu zaznamenán pokles v hodnotách HTS (nahé zrna). U všech hodnocených genotypů ozimé i jarní špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly v HTS mezi „krajními“ výsevky 100 a 500 klíčivých obilek na m²; mezi výsevky 200 – 400 obilek na m² byly v některých případech rozdíly statisticky průkazné, v jiných se průkazně nelišily. U Špaldy bílé jarní se v závislosti na výsevu 100 – 500 obilek na m² HTS nahého zrna pohybovala v rozmezí od 38,19 g po 37,72 g, u *T. spelta* Kew v rozmezí 35,93 a 34,79 g, ozimá špalda Rubiota dosáhla HTS nahého zrna v rozmezí 43,22 po 41,77 g a Alkor v rozmezí 44,35 – 42,71 g. Tyto výsledky jsou v souladu se závěry Lacko-Bartošové et al. (2010) – v jejich pokusech se HTS hodnocených odrůd špaldy pohybovala mezi 38,3 po 50,1 g.

Egli (1998) a Nátrová & Smoček (1978) uvádí, že vývoj zrna probíhá v časově krátkém období a případné stresové vlivy prostředí v té době se mohou na HTS výrazně podepsat. Z našich výsledků je patrné, že vliv ročníku na HTS byl statisticky průkazný. Hodnocené genotypy jarní i ozimé špaldy i kontrolní pšenice seté dosáhly nejvyšší HTS v roce 2017, nejnižší pak v roce 2015 – na tomto výsledku se podepsal, jako již bylo uvedeno výše, především extrémně suchý a horký červenec a počátek srpna roku 2015. V roce 2016 byl zaznamenán poměrně výrazný rozdíl v HTS mezi ozimými a jarními pšenicemi. U jařin dosahovala HTS v roce 2016 v průměru nízkých hodnot a blížila se průměrné HTS roku 2015. U ozimů byly hodnoty HTS v roce 2016 příznivější a blížily se spíše průměrné HTS roku 2017. Důvodem je pravděpodobně skutečnost, že ozimy byly v roce 2016 sklizeny o více než 2 týdny dříve než pšenice jarní a nebyly tak silně postiženy suchem v první polovině srpna 2016, které se nejspíše podepsalo na snížené HTS jarních pšeníc.

6.2.2.5 Vliv výše výsevu na výnos zrna

Výnos zrna závisí především na počtu zrn na jednotce plochy půdy, který lze zvýšit produktivním odnožováním nebo zvýšením počtu zrn v klasu a na hmotnosti zrna (HTS), (Carlson 1980; Nátrová & Smoček, 1978). Naproti tomu Vrkoč (1981) a Zimová (1984) se domnívají, že výnos na hmotnosti zrna příliš nezávisí. Avšak stejně jako předchozí autoři uvedli,

že je silně závislý na počtu zrn na jednotku plochy. S tím korespondují i výsledky Bavce et al. (2002), kteří zjistili pozitivní korelaci mezi výnosem zrna a počtem klasů na m^2 ($r = 0,595$). Naopak negativní korelace byla zjištěna mezi počtem klasů na m^2 a hmotností zrna v klasu ($r = -0,398$) a mezi počtem klasů na m^2 a HTS ($r = -0,468$).

Jak již bylo uvedeno, informací týkajících se vlivu výše výsevu na výnos pšenice špaldy není k dispozici mnoho. Dorval et al. (2015) uvádí na základě svých pokusů, že výsevek statisticky průkazně neovlivnil výnos jarní špaldy na jedné z pokusných lokalit v Kanadě, ale na druhé pokusné lokalitě zvýšení výsevu z 250 na 450 klíčivých obilek na m^2 vedlo ke zvýšení výnosu pluchatého i nahého zrna. Beres et al. (2012) zmiňují, že zvýšení výsevu jarní špaldy (100, 300 a 500 obilek na m^2) v západní Kanadě zvýšilo výnos pouze od 100 do 300 obilek na m^2 , protože při nejvyšším výsevu byl zvýšený počet klasů na m^2 provázen snížením HTS.

V našem pokusu jsme zaznamenali u všech hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté zvýšení výnosu se zvyšujícím se výsevkem od 100 do 300 či (v případě ozimé špaldy Rubiota, jarní špaldy *T. spelta* Kew a kontrolní odrůdy jarní pšenice seté Granny) 400 obilek na m^2 ; použití nejvyššího výsevu 500 klíčivých obilek na m^2 vedlo k poklesu výnosu. Výjimku tvořila pouze kontrolní odrůda pšenice seté ozimé Scaro, která dosáhla nejvyššího průměrného výnosu (7,14 t/ha) právě při použití nejvyššího výsevu. Nejnižších výnosů dosáhly hodnocené genotypy při nejnižším výsevu 100 klíčivých obilek na m^2 ; výnosy zrna při tomto výsevu se statisticky průkazně lišily od všech ostatních výsevků a současně byl při tomto výsevu zaznamenán velmi výrazný odstup ve výnosu od všech ostatních variant s vyššími výsevky. Mezi výnosy z výsevků 200 – 500 klíčivých obilek na m^2 byly rozdíly v některých případech statisticky průkazné, jindy neprůkazné, ale již ne tak výrazné. Ozimá špalda Alkor dosáhla nejvyššího výnosu nahého zrna (4,98 t/ha) při výsevu 300 klíčivých obilek na m^2 , přičemž statisticky průkazně se tento výnos nelišil od výsevu při 400 klíčivých obilek na m^2 . Druhá odrůda ozimé špaldy Rubiota dosáhla nejvyššího výnosu nahého zrna (4,90 t/ha) při výsevu 400 klíčivých obilek na m^2 , přičemž rozdíl s výsevkem 300 obilek byl opět statisticky neprůkazný (tabulka 28).

Obdobná situace byla zaznamenána u genotypů jarní špaldy – Špalda bílá jarní dosáhla nejvyššího výnosu nahého zrna 3,32 t/ha při výsevu 300 obilek na m^2 – výnos při tomto výsevu se statisticky průkazně nelišil od výnosů při výsevcích 400 a 500 obilek na m^2 . U genotypu jarní špaldy *T. spelta* Kew byl zaznamenán nejvyšší výnos (3,22 t/ha) při výsevu 400

obílek a průkazně se lišil od všech ostatních výsevků. V případě kontrolní odrůdy jarní pšenice seté Granny byl rovněž dosažen nejvyšší výnos (5,06 t/ha) při výsevku 400 obílek na m², ten se průkazně lišil od ostatních výsevků (tabulka 26).

Přes určité rozdíly v reakci jednotlivých hodnocených genotypů špaldy lze říci, že naše výsledky jsou v zásadě v souladu s dostupnými zjištěními zahraničních autorů – např. Pospíšil et al. (2011) uvádí, že ve výnosech jimi hodnocených odrůd špaldy nezaznamenali při výsevcích 200, 300 a 400 obílek na m² výrazné rozdíly; stejně tak Andruszczak (2018) zmiňuje, že různé výsevky neovlivnily zásadním způsobem výnosy zrna špaldy. Castagna et al. (1996) pak uvádí, že při zvýšení výsevku z 200 na 400 klíčivých obílek na m² došlo u špaldy k nárůstu výnosu, avšak nepříliš výraznému. Dále lze konstatovat, že naše výsledky v zásadě potvrdily i předchozí tuzemská doporučení týkající se výše výsevku ozimé a jarní pšenice špaldy pro použití v praxi (Moudrý et al, 2011; Konvalina et al. 2012a, Konvalina et al. 2014) - v závislosti na odrůdě a konkrétních půdně-klimatických podmínkách je možné u jarní a ozimé pšenice špaldy doporučit výsevky na úrovni 300 – 400 klíčivých obílek na m², v případě horších podmínek 450 klíčivých obílek na m². U výsevků 100 a v některých případech i 200 klíčivých obílek na m² vyšší počet zrn v klasu a vyšší hmotnost zrna v klasu nedokázaly vykompenzovat nižší hustotu porostu, resp. nižší počet klasů na m² a zajistit uspokojivý výnos. U nejvyššího výsevku 500 klíčivých obílek na m² bylo zaznamenáno u hodnocených genotypů ozimé i jarní špaldy mírné snížení výnosu – podepsala se na něm jednak snížená hmotnost zrna v klasu, daná nižším počtem zrn v klasu, ale i nižší HTS a v některých případech i mírně snížený počet klasů na m², pravděpodobně díky již příliš vysoké mezirostlinné konkurenci a snížené schopnosti udržet produktivní odnože.

6.2.2.6 Vliv výše výsevku na podíl pluch

Podíl pluch se v průměru pohyboval mezi 28,65 a 31,90 % u jarní špaldy a mezi 27,30 a 30,50 % u ozimé špaldy; se zvyšujícím se výsevkem zpravidla docházelo k mírnému zvýšení podílu pluch, rozdíly v podílu pluch mezi jednotlivými výsevky však byly v řadě případů statisticky neprůkazné. Podle Dorvala et al. (2015) podíl pluch kolísal mezi 24,0 a 37,6 % v závislosti na odrůdě a lokalitě. Lacko-Bartošová et al. (2010) zaznamenali ve svých pokusech s odrůdami pšenice špaldy podíl pluch v rozmezí 28,7 – 34,7 % a Konvalina et al. (2010) zjistili v průměru podíl pluch na úrovni 30,7 % u souboru genotypů jarní špaldy, což je srovnatelné s našimi výsledky.

Tabulka: 25 Vliv výše výsevu, ročníku a genotypu na výnosové prvky a jejich strukturu u jarní špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Výsevek (klíč. obilék/m ²)	Průměrný počet klásků v klasu	Průměrný počet zrn v klasu	Průměrná hmotnost nahého zrna v klasu (g)	HTS (nahé zrno) (g)
Špalda bílá jarní	100	13,2a	30,1a	1,14a	38,19a
	200	12,8b	29,4b	1,12a	38,22a
	300	12,1c	28,4c	1,08ab	38,14a
	400	12,0c	27,2d	1,01b	37,25c
	500	11,5d	26,8d	1,01b	37,82b
HSD _{0,05}		0,24	0,59	0,10	0,28
Rok	2015	12,6a	28,2b	0,98b	35,03c
	2016	12,1b	28,1b	1,03b	37,01b
	2017	12,2b	29,0a	1,20a	41,72a
HSD _{0,05}		0,19	0,32	0,08	0,19
<i>T. spelta</i> Kew	100	16,8a	36,6a	1,29a	35,93a
	200	16,2b	35,3b	1,26a	35,64ab
	300	14,4c	32,2c	1,12b	35,03c
	400	14,1d	30,6d	1,10b	35,30bc
	500	13,5e	29,9e	1,04b	34,79d
HSD _{0,05}		0,18	0,54	0,12	0,41
Rok	2015	15,5a	32,9bc	1,06b	32,39c
	2016	14,7b	32,7c	1,10b	33,73b
	2017	14,8b	33,1ab	1,30a	39,92a
HSD _{0,05}		0,13	0,29	0,07	0,22
Granny	100	12,9a	37,2a	1,52a	42,00a
	200	12,2b	36,3b	1,48ab	41,65b
	300	11,2c	33,6c	1,35b	40,72c
	400	10,9d	32,2d	1,21c	40,15d
	500	10,7d	32,2d	1,19c	39,56e
HSD _{0,05}		0,27	0,48	0,14	0,39
Rok	2015	11,9a	34,3b	1,20c	37,80c
	2016	11,4b	33,6c	1,35b	40,22b
	2017	11,5b	35,0a	1,55a	44,45a
HSD _{0,05}		0,20	0,27	0,11	0,17
Genotyp Průměr	Špalda bílá jarní	12,3b	28,4c	1,07c	37,92b
	<i>T. spelta</i> Kew	15,0a	32,9b	1,15b	35,35c
	Granny	11,6c	34,3a	1,37a	40,82a
HSD _{0,05}		0,15	0,21	0,05	0,11
Ročník Průměr	2015	13,3a	31,8b	1,08c	35,07c
	2016	12,7b	31,4c	1,16b	36,99b
	2017	12,8b	32,4a	1,35a	42,03a
HSD _{0,05}		0,15	0,21	0,05	0,11

Tabulka: 26 Vliv výše výsevu, ročníku a genotypu na výnos, výnosové prvky a jejich strukturu u jarní špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Výsevek (klíč. obilek/m ²)	Výnos nahé zrno (t/ha)	Výnos pluchaté zrno (t/ha)	Podíl pluch (%)	Počet klasů na m ²	Průměrný počet klasů na rostlinu
Špalda bílá jarní	100	2,02c	2,60c	30,05c	186,0c	4,1a
	200	3,08b	3,90b	30,75b	279,5b	3,1b
	300	3,32a	4,22a	30,25c	315,5a	2,7c
	400	3,16ab	4,10a	30,90b	314,5a	2,3d
	500	3,18ab	4,12a	31,90a	318,0a	1,7e
HSD _{0,05}		0,20	0,19	0,37	18,34	0,22
Rok	2015	2,80b	3,62b	31,00a	290,8b	2,8b
	2016	2,45c	3,24c	31,10a	246,5c	2,6c
	2017	3,60a	4,50a	30,20b	310,7a	3,0a
HSD _{0,05}		0,11	0,10	0,21	12,26	0,18
<i>T. spelta</i> Kew	100	2,08c	2,59c	28,65c	172,0d	4,1a
	200	2,90b	3,65b	28,70c	231,2c	3,3b
	300	2,94b	3,72b	29,75b	264,0b	3,2b
	400	3,22a	4,10a	30,30a	297,4a	2,6c
	500	2,77b	3,55b	30,40a	269,0b	2,0d
HSD _{0,05}		0,18	0,18	0,48	23,58	0,26
Rok	2015	2,63b	3,40b	31,50a	257,8a	3,0ab
	2016	2,40c	3,05c	28,60b	225,9b	2,9b
	2017	3,30a	4,10a	28,60b	256,5a	3,1a
HSD _{0,05}		0,09	0,11	0,27	15,38	0,20
Granny	100	3,06c	-	-	207,1d	4,2a
	200	4,40c	-	-	301,8c	3,8b
	300	4,84b	-	-	365,1b	3,2c
	400	5,06a	-	-	419,2a	2,4d
	500	4,90b	-	-	416,7a	2,2d
HSD _{0,05}		0,16	-	-	15,36	0,29
Rok	2015	4,32b	-	-	373,1a	3,2b
	2016	3,98c	-	-	313,0c	3,0c
	2017	5,07a	-	-	340,0b	3,4a
HSD _{0,05}		0,08	-	-	12,68	0,19
Genotyp Průměr	Špalda bílá jarní	2,95b	3,79a	30,77a	282,7b	2,8c
	<i>T. spelta</i> Kew	2,78c	3,52b	29,56b	246,7c	3,0b
	Granny	4,46a	-	-	342,0a	3,2a
HSD _{0,05}		0,08	0,06	0,12	10,65	0,12
Ročník Průměr	2015	3,25b	3,51b	31,25a	307,2a	3,0b
	2016	2,94c	3,15c	29,85b	261,8b	2,8c
	2017	3,99a	4,30a	29,40c	302,4a	3,2a
HSD _{0,05}		0,08	0,04	0,12	10,65	0,12

Tabulka: 27 Vliv výše výsevu, ročníku a odrůdy na výnosové prvky a jejich strukturu u ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Výsevek (klíč. obilok/m ²)	Průměrný počet klásků v klasu	Průměrný počet zrn v klasu	Průměrná hmotnost nahého zrna v klasu (g)	HTS (nahé zrno) (g)
Rubiota	100	15,9a	33,9a	1,44ab	43,22a
	200	15,7a	33,8a	1,46a	43,38a
	300	14,5b	32,3b	1,35ab	42,40b
	400	14,2c	32,1b	1,33b	42,43b
	500	14,0c	31,1c	1,27c	41,77c
HSD_{0,05}		0,21	0,38	0,13	0,24
Rok	2015	15,1a	32,6b	1,32b	40,73c
	2016	14,5c	32,0c	1,36b	42,64b
	2017	14,8b	33,2a	1,47a	44,55a
HSD_{0,05}		0,14	0,25	0,09	0,16
Alkor	100	16,0a	34,8b	1,50ab	44,35a
	200	16,0a	35,5a	1,55a	44,29a
	300	15,9a	34,9b	1,48ab	43,38b
	400	14,8b	33,3c	1,41bc	43,00c
	500	14,7b	32,1d	1,36c	42,71d
HSD_{0,05}		0,29	0,59	0,11	0,26
Rok	2015	15,8a	34,1ab	1,40b	41,30c
	2016	15,1c	33,9b	1,49a	44,53b
	2017	15,5b	34,4a	1,50a	44,80a
HSD_{0,05}		0,18	0,42	0,08	0,19
Scaro	100	14,6a	37,0a	1,84a	50,50a
	200	14,6a	36,6a	1,82a	50,22b
	300	14,4ab	34,4b	1,70ab	49,75c
	400	14,2b	33,7c	1,62b	48,44d
	500	13,6c	33,4c	1,60b	48,19e
HSD_{0,05}		0,25	0,52	0,16	0,20
Rok	2015	14,6a	34,7b	1,62b	46,84c
	2016	14,0c	35,0a	1,79a	51,42a
	2017	14,3b	35,2a	1,76a	50,00b
HSD_{0,05}		0,19	0,30	0,12	0,15
Genotyp průměr	Rubiota	14,8b	32,6c	1,38b	42,64c
	Alkor	15,5a	34,1b	1,46b	43,54b
	Scaro	14,3c	35,0a	1,72a	49,42a
HSD_{0,05}		0,13	0,29	0,09	0,12
Ročník Průměr	2015	15,2a	33,8b	1,45b	42,96c
	2016	14,5c	33,6b	1,55a	46,20b
	2017	14,9b	34,3a	1,57a	46,45a
HSD_{0,05}		0,13	0,29	0,09	0,12

Tabulka: 28 Vliv výše výsevu, ročníku a odrůdy na výnos, výnosové prvky a jejich strukturu u ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Výsevek (klíč. obilek/m ²)	Výnos nahé zrno (t/ha)	Výnos pluchaté zrno (t/ha)	Podíl pluch (%)	Počet klasů na m ²	Průměrný počet klasů na rostlinu
Rubiota	100	2,98d	3,69d	27,30d	218,0d	5,0a
	200	4,38c	5,48c	28,40a	300,0c	3,6b
	300	4,85ab	6,15a	27,65bc	356,5b	3,0c
	400	4,90a	6,20a	27,75b	370,5ab	2,6d
	500	4,72b	5,90b	27,50cd	378,5a	2,2e
HSD_{0,05}		0,18	0,15	0,22	19,40	0,27
Rok	2015	4,40b	5,53b	28,72a	340,3a	3,2b
	2016	4,02c	5,10c	28,11b	303,0b	3,2b
	2017	4,70a	5,80a	26,33c	330,7a	3,4a
HSD_{0,05}		0,11	0,09	0,15	14,47	0,20
Alkor	100	2,92c	3,75d	30,50a	207,0c	4,9a
	200	4,53b	5,76c	30,10ab	298,2b	4,1b
	300	4,98a	6,35a	30,45a	340,5a	2,8c
	400	4,92a	6,30a	30,50a	357,0a	2,5d
	500	4,65b	5,95b	29,90b	348,6a	2,3d
HSD_{0,05}		0,14	0,19	0,42	23,15	0,23
Rok	2015	4,52b	5,80a	30,68a	338,9a	3,4a
	2016	4,10c	5,18b	30,29b	288,6ab	3,2b
	2017	4,66a	5,88a	29,87c	303,4b	3,5a
HSD_{0,05}		0,09	0,11	0,28	17,15	0,18
Scaro	100	3,92d	-	-	220,4d	5,0a
	200	6,28c	-	-	351,5c	4,2b
	300	7,01a	-	-	415,5b	3,1c
	400	6,85b	-	-	423,5b	2,5d
	500	7,14a	-	-	452,0a	2,3d
HSD_{0,05}		0,16	-	-	17,25	0,26
Rok	2015	6,38b	-	-	400,8a	3,4b
	2016	5,88c	-	-	339,3c	3,1c
	2017	6,47a	-	-	377,7b	3,6a
HSD_{0,05}		0,07	-	-	12,25	0,19
Genotyp Průměr	Rubiota	4,37b	5,48b	27,72b	324,7b	3,3a
	Alkor	4,43b	5,62a	30,28a	310,3c	3,4a
	Scaro	6,24a	-	-	372,6a	3,4a
HSD_{0,05}		0,08	0,08	0,13	10,65	0,12
Ročník Průměr	2015	5,10b	5,67b	29,70a	360,0a	3,3b
	2016	4,67c	5,14c	29,20b	310,3c	3,3b
	2017	5,28a	5,84a	28,10c	337,3b	3,5a
HSD_{0,05}		0,08	0,05	0,11	10,65	0,12

6.2.3 Vliv výše výsevu na jakost ozimé a jarní pšenice špaldy

Po sklizni přesných polních pokusů byly odebrány vzorky zrna a použity pro stanovení základních jakostních ukazatelů pšenice. Výsledky hodnocení vlivu výše výsevu na jakostní ukazatele ozimé a jarní pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté byly, stejně jako v případě hodnocení výše výsevu na produkční ukazatele, vyhodnoceny analýzou variance (ANOVA), podrobnější vyhodnocení průkaznosti rozdílů mezi průměry variant bylo provedeno testem dle Tukeye na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 29 – 30.

6.2.3.1 Vliv výše výsevu na obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna

Obsah N-látek v sušině zrna patří k základním ukazatelům, užívaným při hodnocení pšenice pro různé směry využití jak ve šlechtění pšenice na jakost, tak i v rámci nákupního hodnocení. U pekárenské pšenice se vyžaduje vyšší obsah N-látek (dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ minimálně 11,5 %), u pšenice pečivářské nižší (max. 11,5 %).

Podle Gelety et al. (2002) je výsevek faktorem, který může obsah N-látek v sušině zrna ovlivňovat. Carr et al. (2003) a Kvapil (2010) uvádí na základě výsledků svých pokusů s různými výsevky u pšenice seté, že výše výsevu obsah N-látek v sušině zrna pšenice výrazněji neovlivnila – rozdíly mezi obsahem N-látek pšenice vypěstované při použití různých výsevků byly zpravidla statisticky neprůkazné. Většina autorů se však shoduje na tom, že zvyšující se výsevek pšenice seté se ve vztahu k obsahu N-látek v sušině zrna projevil spíše negativně – např. Bavec et al. (2002) uvádějí, že se zvyšujícím se výsevkem se obsah N-látek v sušině zrna pšenice seté nepatrně snižoval. Také z výsledků Goodinga et al. (2002) vyplynulo, že obsah N-látek v sušině zrna pšenice seté klesal se vzrůstajícím výsevkem. Podobně Bicanová (2009) zaznamenala mírně snížený obsah N-látek v sušině zrna pšenice seté při použití vyšších výsevků. Také Matyk (2010) zaznamenal nejvyšší obsah N-látek v sušině zrna pšenice seté při nejnižším použitém výsevku 100 klíčivých obilek na m², nejnižších hodnot obsahu N-látek bylo dosaženo u nejvyššího výsevu 600 klíčivých obilek na m².

V případě pšenice špaldy je informací o vlivu výše výsevu na obsah N-látek v sušině zrna k dispozici jen velmi málo. Dorval et al. (2015) uvádí, že výše výsevu statisticky průkazně obsah N-látek v sušině zrna jarní pšenice špaldy neovlivnila. Z výsledků našeho pokusu je zřejmé, že obsah N-látek v sušině zrna se zvyšujícím se výsevkem klesal, přičemž největší, statisticky průkazné rozdíly byly jak u hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy, tak u kontrolních odrůd pšenice seté zaznamenány především mezi „krajními“ výsevky 100 a 500

klíčivých obilek na m². Rozdíly v obsahu N-látek mezi výsevky 200 a 300 či 300 a 400 klíčivých obilek na m² byly v řadě případů statisticky neprůkazné. Vyšší obsah N-látek v sušině zrna u nízkých výsevků může souviset jednak s nižší hustotou porostů, neboť, jak uvádí Bicanová (2009), v řidších porostech jsou rostliny lépe osluněné a mají větší světelný „požitek“, což se může pozitivně projevit na syntéze bílkovin v zrnu. Navíc je v řidších porostech nižší mezirostlinná konkurence o vodu a živiny, jednotlivé rostliny mají větší prostor a i to se může na syntéze bílkovin pozitivně podepsat.

Řada autorů, např. Branlard et al. (2000), Triboi et al. (2000), Bushuk & Bekes (2002), Zhang et al. (2005), Bicanová (2009) a další zmiňuje, že obsah N-látek v sušině zrna pšenice je značně variabilní v závislosti na genotypu a půdně-klimatických podmínkách. Potvrzují to i naše výsledky – obsah N-látek v sušině zrna byl statisticky průkazně ovlivněn jak ročníkem, tak i odrůdou. Nejvyššího obsahu N-látek dosáhly hodnocené genotypy jarní i ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté v roce 2015, který se, jak již bylo uvedeno, vyznačoval suchým a horkým průběhem povětrnostních podmínek v době tvorby obilky, zejména v průběhu července.

Z výsledků je dále zřejmé, že ozimé a zejména jarní genotypy špaldy převýšily v obsahu N-látek v sušině zrna kontrolní odrůdy pšenice seté (jarní genotypy špaldy dosáhly v průměru obsahu N-látek v sušině zrna na úrovni cca 16 %, ozimé odrůdy pak 12 – 15 %) – to jsou hodnoty, které jsou v souladu se závěry např. Konvaliny et al. (2014), Borghi et al. (1996) či Grausgrubera (2004b).

Výsledky hodnocení obsahu mokrého lepku v sušině zrna korespondují s obsahem N-látek v sušině zrna. Co se týče vlivu výše výsevku na obsah mokrého lepku, zaznamenali jsme statisticky průkazné rozdíly především mezi oběma „krajními“ výsevky 100 a 500 klíčivých obilek na m², zatímco rozdíly v obsahu mokrého lepku u výsevků 200 a 300 klíčivých obilek na m² byly v řadě případů statisticky neprůkazné. Současně se, stejně jako v případě obsahu N-látek v sušině zrna, projevil i v případě obsahu mokrého lepku statisticky průkazný vliv ročníku a odrůdy, kdy hodnocené genotypy ozimé, ale především jarní špaldy převýšily kontrolní odrůdy pšenice seté.

6.2.3.2 Vliv výše výsevku na sedimentační index – Zelenyho test

Při srovnání 46 různých parametrů technologické jakosti uvádí Branlard et al. (1991), že sedimentační test podle Zelenyho vykazoval největší počet významných korelací s ostatními testy. Na základě toho je možné považovat Zelenyho test za jakostní ukazatel nejvíce

vypovídající o komplexním znaku „pekařská jakost“ zrna pšenice. Dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ činí minimální hodnota Zelenyho testu pro pšenici potravinářskou – pekárenskou 30 ml, pro pšenici potravinářskou – pečivářskou maximálně 25 ml.

O vztahu mezi výší výsevku a hodnotami Zelenyho testu je k dispozici jen velmi málo informací – např. Bavec et al. (2002) zjistili, že se vzrůstajícím výsevkem se hodnoty Zelenyho testu pšenice seté mírně snižovaly. Podle Kvapila (2010) byl vliv výše výsevku na hodnoty Zelenyho testu pšenice seté ve většině případů statisticky neprůkazný. Lacko-Bartošová & Korczyk-Szabó (2011) uvádí na základě výsledků svých pokusů s pšenicí špaldou, že výše výsevku nevykazovala na hodnoty Zelenyho testu zřejmý vliv. I v našem pokusu byl vliv výše výsevku na hodnoty Zelenyho testu u hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté minimální a ve většině případů statisticky neprůkazný.

Naproti tomu, řada autorů, např. Kadar a Moldovan (2003), Šíp et al. (2000), Zhang et al. (2005), Kvapil (2010) a další uvádí u hodnot Zelenyho testu vysoké ovlivnění odrůdou a menší vliv podmínek prostředí. Výrazný, statisticky průkazný vliv odrůdy na hodnoty Zelenyho testu ukázaly i naše výsledky – kontrolní odrůdy pšenice seté Scaro (Zelenyho test 49 ml) a Granny (40 ml) potvrdily i v podmínkách ekologického způsobu pěstování svou vysokou pekařskou jakost. Poměrně výrazné rozdíly v hodnotách Zelenyho testu byly zaznamenány mezi hodnocenými genotypy špaldy – *T. spelta* Kew dosáhla znatelně lepšího výsledku (38 ml) než Špalda bílá jarní (29 ml), stejně tak ozimá odrůda Rubiota (38 ml) převýšila druhou odrůdu ozimé špaldy Alkor (22 ml). Potvrdily se tak závěry Konvaliny et al. (2012a) a Konvaliny et al. (2014), že u pšenice špaldy lze najít genotypy s vysokou pekařskou jakostí, použitelné i pro výrobu kynutých pekárenských výrobků. Vliv ročníku na hodnoty Zelenyho testu byl v našem pokusu sice statisticky průkazný, avšak reálně nevýrazný.

6.2.3.3 Vliv výše výsevku na číslo poklesu

Číslo poklesu charakterizuje stupeň poškození škrobu v endospermu zrna amylytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklízni vlivem nadměrné vlhkosti. U porostlého zrna (s nízkým číslem poklesu) se snižuje pekařská kvalita (Zimolka 2005). Dle ČSN 46 1100-2 je minimální hodnota čísla poklesu pšenice potravinářské - 220 s.

O vlivu výše výsevku na číslo poklesu je k dispozici jen minimum informací – např. Gooding et al. (2002) zkoumali vliv hustoty porostu pšenice seté na tento znak. Z jejich výsledků

vyplývalo, že se zvyšujícím se výsevkem číslo poklesu mírně narůstalo, což autoři spojují s rychlejším dozráním pšenice. V pokusech Kvapila (2010) vliv výše výsevku na číslo poklesu nebyl příliš významný, rozdíly mezi průměry variant s různými výsevkami byly v některých případech statisticky průkazné, jindy statisticky neprůkazné. Lacko-Bartošová & Korczyk-Szabó (2011) uvádí na základě výsledků svých pokusů s pšenicí špaldou, že nezaznamenali zřejmý vliv výše výsevku na číslo poklesu. Stejně tak v našem pokusu byl vliv výše výsevku na číslo poklesu zpravidla statisticky neprůkazný.

U čísla poklesu výrazně převládá vliv odrůdy (Hubík 1995; Šíp et al. 2000, Lacko-Bartošová & Korczyk-Szabó, 2011). Podle Hanišové & Horčíčky (2002) a Zhanga et al. (2005) je však číslo poklesu významně ovlivněno i klimatickými podmínkami, zejména průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně. Z našich výsledků je patrné, že vliv ročníku na číslo poklesu byl větší než vliv předchozích faktorů, přesto však ve všech třech ročnících hodnocené odrůdy bez problémů splnily požadavek na číslo poklesu pšenice potravinářské – min. 220 s. Naše výsledky ukázaly statisticky průkazný vliv odrůdy, ale především ročníku na tento znak. Je to patrné zejména v případě jarních pšenic – ty byly v r. 2015 po extrémně suchém červenci a počátku srpna stíženy intenzivními srážkami cca 4 dny před sklizní a výsledkem bylo silné, na první pohled viditelné porůstání zrna v klasu a číslo poklesu na úrovni 62 s. Ozimé pšenice se podařilo sklídit ještě před příchodem těchto srážek a výsledné průměrné číslo poklesu dosáhlo vysoké hodnoty – 343 s. Co se týče hodnocených genotypů, nejnižším číslem poklesu (202 s) se v průměru vyznačovala jarní špalda *T. spelta* Kew, která jako jediná nedosáhla v průměru minimálního čísla poklesu pro pšenici potravinářskou (220 s). Lze však předpokládat, že nebýt extrémně nízkého čísla poklesu v r. 2015, neměla by ani ona problémy s dosažením požadované minimální hodnoty.

Tabulka: 29 Vliv výše výsevu na jakost jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Výsevek (klíč. obiliek/m ²)	Obsah N-látek v sušině zrna (%)	Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)	Zelený test (ml)	Číslo poklesu (s)
Špalda bílá jarní	100	16,72a	47,86a	30,01a	245a
	200	16,18b	46,51b	30,08a	252a
	300	16,01b	45,17c	29,01b	248a
	400	15,45c	44,82c	29,00b	244a
	500	14,92d	43,58d	29,01b	251a
HSD _{0,05}		0,21	0,39	0,24	15,21
Rok	2015	16,49a	47,28a	29,20b	68c
	2016	15,61b	45,23b	29,02c	344a
	2017	15,48b	44,28c	30,05a	333b
HSD _{0,05}		0,14	0,21	0,15	10,17
<i>T. spelta</i> Kew	100	17,01a	48,25a	38,90a	206ab
	200	16,25b	46,42b	38,42b	210a
	300	16,12b	46,50b	38,43b	203ab
	400	15,72c	45,59c	37,88c	200ab
	500	15,28d	45,22c	37,89c	196b
HSD _{0,05}		0,25	0,41	0,32	13,42
Rok	2015	16,56a	48,02a	38,90a	62c
	2016	15,98b	45,79b	38,12b	284a
	2017	15,70c	45,40c	37,90c	264b
HSD _{0,05}		0,18	0,24	0,18	8,95
Granny	100	12,01a	30,18a	40,92a	255a
	200	11,78b	28,55b	40,90a	247a
	300	11,63b	28,14c	40,94a	239a
	400	10,92c	25,35d	39,15b	250a
	500	10,94c	25,30d	39,31b	244a
HSD _{0,05}		0,17	0,29	0,38	16,12
Rok	2015	12,02a	30,26a	40,84a	62c
	2016	11,37b	26,25b	40,55b	351a
	2017	10,99c	25,98c	39,32c	327b
HSD _{0,05}		0,12	0,18	0,23	11,74
Genotyp průměr	Špalda bílá jarní	15,86b	45,59b	29,42c	248a
	<i>T. spelta</i> Kew	16,08a	46,40a	38,31b	203b
	Granny	11,46c	27,50c	40,24a	247a
HSD _{0,05}		0,08	0,18	0,12	7,95
Ročník Průměr	2015	15,02a	41,85a	36,31a	64c
	2016	14,32b	39,09b	35,90b	326a
	2017	14,06c	38,55c	35,76a	308b
HSD _{0,05}		0,08	0,18	0,12	7,95

Tabulka: 30 Vliv výše výsevu na jakost ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Výsevek (klíč. obiliek/m ²)	Obsah N-látek v sušině zrna (%)	Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)	Zelený test (ml)	Číslo poklesu (s)
Rubiota	100	16,01a	45,99a	38,67b	367a
	200	15,79b	45,30b	39,01a	345b
	300	15,48c	44,49c	39,25a	359ab
	400	15,60c	44,76c	38,52b	341b
	500	14,57d	42,02d	38,40b	361ab
HSD_{0,05}		0,23	0,38	0,29	17,18
Rok	2015	16,11a	46,29a	38,85b	382a
	2016	15,39b	44,06b	39,16a	350b
	2017	14,97c	43,17c	38,30c	332c
HSD_{0,05}		0,12	0,25	0,17	11,15
Alkor	100	12,66a	32,19a	22,16b	298a
	200	12,35b	30,82b	22,08b	279b
	300	12,30b	30,86b	23,01a	302a
	400	11,94c	29,65c	21,99b	300a
	500	11,23c	26,68d	22,00b	286ab
HSD_{0,05}		0,18	0,33	0,22	14,98
Rok	2015	12,46a	30,94a	23,00a	322a
	2016	11,98b	29,74b	22,25b	283b
	2017	11,86b	29,44c	21,51c	274b
HSD_{0,05}		0,13	0,19	0,14	9,75
Scaro	100	12,11a	30,18a	50,25a	297a
	200	11,92b	30,26a	50,14a	301a
	300	11,88b	28,02b	49,98a	292a
	400	11,55c	25,72c	50,02a	289a
	500	10,68d	24,39d	49,16b	296a
HSD_{0,05}		0,16	0,28	0,31	16,25
Rok	2015	12,21a	29,10a	51,02a	325a
	2016	11,40b	27,16b	47,98c	294b
	2017	11,28c	26,88c	50,74b	266c
HSD_{0,05}		0,12	0,16	0,20	10,37
Genotyp průměr	Rubiota	15,49a	44,51a	38,77b	355a
	Alkor	12,10b	30,04b	22,25c	293b
	Scaro	11,63c	27,71c	49,91a	295b
HSD_{0,05}		0,09	0,12	0,11	9,45
Ročník Průměr	2015	13,59a	34,44a	37,62a	343a
	2016	12,92b	33,65b	36,45c	309b
	2017	12,70c	33,16c	36,85b	291c
HSD_{0,05}		0,09	0,12	0,11	9,45

6.2.4 Souhrn a dílčí závěry

Z hodnocení vlivu výše výsevu na výnos a strukturu výnosových prvků vyplynulo, že hodnocené genotypy jarní i ozimé pšenice špaldy reagovaly na různou výši výsevu shodným způsobem jako kontrolní odrůdy pšenice seté:

- se zvyšujícím se výsevem (100, 200, 300, 400 a 500 klíčivých obilek na m²) se zvyšoval průměrný počet klasů na m²; v některých případech byl při výsevku 500 klíčivých obilek na m² zaznamenán v počtu klasů na m² mírný pokles
- se zvyšujícím se výsevem klesal průměrný počet klasů na rostlinu, přičemž největší rozdíl byl zaznamenán mezi oběma „krajními“ výsevky 100 a 500 klíčivých obilek na m²
- se zvyšujícím se výsevem klesal průměrný počet zrn v klasu i hmotnost zrna v klasu
- se zvyšujícím se výsevem docházelo ke snižování HTS
- se zvyšujícím se výsevem od 100 do 300 – 400 klíčivých obilek na m² se zvyšoval výnos; při výsevku 500 klíčivých obilek na m² byl zaznamenán pokles výnosu (s výjimkou kontrolní odrůdy pšenice seté ozimé Scaro, která dosáhla nejvyššího výnosu při nejvyšším výsevku)
- výsledky v zásadě potvrdily předchozí tuzemská doporučení týkající se výše výsevu ozimé a jarní pšenice špaldy pro použití v praxi - v závislosti na odrůdě a konkrétních půdně-klimatických podmínkách je možné u jarní a ozimé pšenice špaldy doporučit výsevky na úrovni 300 – 400 klíčivých obilek na m², v případě horších podmínek 450 klíčivých obilek na m². U výsevků 100 a zpravidla i 200 klíčivých obilek na m² vyšší počet zrn v klasu a vyšší hmotnost zrna v klasu nedokázaly vykompenzovat nižší hustotu porostu, resp. nižší počet klasů na m² a zajistit uspokojivý výnos. U nejvyššího výsevu 500 klíčivých obilek na m² bylo zaznamenáno u hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy, ale i kontrolní odrůdy jarní pšenice seté Granny mírné snížení výnosu – podepsala se na něm jednak snížená hmotnost zrna v klasu, daná nižším počtem zrn v klasu, ale i nižší HTS a v některých případech i mírně snížený počet klasů na m², pravděpodobně díky již příliš vysoké mezirostlinné konkurenci a snížené schopnosti udržet produktivní odnože.

Z hodnocení vlivu výše výsevu na základní jakostní ukazatele vyplynulo, že i v této oblasti reagovaly hodnocené genotypy jarní i ozimé pšenice špaldy na různou výši výsevu obdobně jako kontrolní odrůdy pšenice seté:

- obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna se zvyšujícím se výsevkem klesal (největší rozdíly byly zaznamenány mezi krajními výsevky 100 a 500 klíčivých obilek na m², mezi výsevky 200 – 300 a 300 – 400 klíčivých obilek na m² byly rozdíly v obsahu N-látek a mokrého lepku v sušině zrna zpravidla statisticky neprůkazné.
- vliv výše výsevu na hodnoty Zeleného testu byl minimální a zpravidla statisticky neprůkazný
- vliv výše výsevu na číslo poklesu byl zpravidla statisticky neprůkazný
- podle očekávání dosáhly hodnocené genotypy jarní i ozimé špaldy vyšších hodnot obsahu N-látek a mokrého lepku v sušině zrna ve srovnání s kontrolními odrůdami pšenice seté
- poměrně výrazné rozdíly mezi hodnocenými genotypy špaldy byly zaznamenány v případě Zeleného sedimentačního testu
- potvrdilo se, že u pšenice špaldy lze najít genotypy s vysokou pekařskou jakostí (v našem případě jarní genotyp *T. spelta* Kew a ozimá odrůda Rubiota), vhodné i pro výrobu kynutých pekárenských výrobků

6.3 Vliv biologického ošetření osiva pšenice špaldy na produkční ukazatele vypěstovaných porostů a na jakost zrna

Posledním tématem, kterému jsme se věnovali s cílem ověřit možnosti zlepšení pěstitelské technologie pluchatých druhů pšenice v ekologickém zemědělství, je využití biologického ošetření osiva.

Mořením osiva lze zmírnit negativní působení různých vnějších nebo vnitřních vlivů, neboť zlepšuje klíčivost a vitalitu osiva a tím podporuje tvorbu zdravé rostliny se zvýšeným produkčním potenciálem (Khanzada et al. 2002). Použití biologických přípravků, aplikovaných jako biomořidla na osivo, je již v ČR při pěstování obilnin poměrně široce využíváné, zejména při pěstování ječmene a pšenice seté a jejich efekt byl již při řadě příležitostí ověřován (Bláha et al. 2013; Prokinová et al. 2013). U pluchatých druhů pšenice, jako je např. špalda, která se vyznačuje silnými, pevnými pluchami a pluškami, detailní informace o možném efektu využití těchto přípravků při ošetření osiva zatím chybí.

6.3.1 Vliv biologického ošetření na biologické vlastnosti osiva, zjišťované formou laboratorních testů

Jak již bylo uvedeno, ošetření osiva je nejčastěji používanou metodou aplikace bioagens. Osivo může být ošetřeno kapalnou nebo práškovou formou obsahující jeden či více kmenů biologicky aktivních látek. Moření osiva je nejen účinné proti patogenům na či v osivu, ale zároveň chrání klíčící rostliny proti půdním patogenům (Narayanasamy 2013). Základem je správné a úplné pokrytí osiva dostatečným množstvím spor na každé semeno (Hýsek et al., 2008). V našem pokusu jsme v první fázi ověřovali vliv ošetření osiva vybraných genotypů jarní a ozimé pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté přípravky Polyversum a Clonoplus na biologické vlastnosti osiva, zjišťované formou laboratorních testů. Dávky obou přípravků byly zvoleny na horní hranici doporučené výrobcí, tzn. v případě přípravku Polyversum 1 g na 1 kg osiva, v případě přípravku Clonoplus 4 g na 1 kg osiva. Kromě ošetřených variant byla do pokusu zařazena i neošetřená kontrola.

V rámci hodnocení vlivu biologického ošetření na biologické vlastnosti osiva v laboratorních podmínkách probíhalo u sledovaných genotypů jarní a ozimé pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté stanovení laboratorní klíčivosti a energie klíčení, laboratorní vzházivosti a energie vzházení.

Laboratorní testy klíčivosti jsou vedeny za účelem získat informace o maximálním počtu klíčivých semen ve vzorku. Testy jsou zakládány v daném prostředí s nastavitelnými faktory tak, aby byly splněny, optimální podmínky pro klíčení semen (Šerá 2014). Šerá (2014) dále uvádí, že klíčivost semen je jednou z nejběžnějších charakteristik, která vypovídá o zdatnosti rostlin sledované populace, vyjadřuje kvalitu osiva, udává životnost embryí apod.

Energie klíčení je vyjádřena v procentech jako množství vyklíčených semen daného vzorku za určitý čas a vypovídá tak o intenzitě a vyrovnanosti klíčení (Bam et al. 2006).

Metody laboratorní vzcháživosti a energie vzcházení lépe naplňují požadavky pěstitelů k předpovědi polní vzcháživosti. Jsou prováděny v méně optimálních podmínkách prostředí a lépe tedy vyjadřují kvalitu osiva, neboť vzorky osiva se srovnatelnou klíčivostí v podmínkách standardního testu se ve stresových podmínkách mohou chovat různě, ale pouze z hodnot klíčivosti to nepoznáme (Hosnedl & Honsová 2007).

Z tabulky 31 je patrné, že biologické ošetření osiva hodnocených genotypů jarní špaldy *T. spelta* Kew a Špalda bílá jarní i kontrolní odrůdy pšenice seté Granny přípravky Polyversum a Clonoplus neovlivnilo statisticky průkazně v porovnání s neošetřenou kontrolou energii klíčení ani laboratorní klíčivost v jednotlivých letech 2016 a 2017 ani v průměru obou let. Statisticky průkazné rozdíly v energii klíčení a laboratorní klíčivosti nebyly zaznamenány ani mezi oběma použitými přípravky. Výjimkou byl pouze rok 2016, kdy u *T. spelta* Kew varianta ošetřená přípravkem Clonoplus dosáhla výrazněji vyšší energie klíčení než varianta ošetřená Polyversem a varianta kontrolní a statisticky průkazně se od nich lišila. Shodný stav byl zaznamenán v případě hodnocení energie klíčení a laboratorní klíčivosti odrůd ozimé špaldy Rubiota a Alkor a kontrolní odrůdy pšenice seté Scaro – i zde nebyly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly v energii klíčení a laboratorní klíčivosti mezi oběma ošetřenými variantami ani mezi neošetřenou kontrolou (tabulka 32).

Vliv biologického ošetření osiva na energii vzcházení a laboratorní vzcháživost genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté uvádí tabulka 33, hodnoty energie vzcházení a laboratorní vzcháživosti hodnocených odrůd ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté jsou uvedeny v tabulce 34.

Přestože z výsledků je patrný trend vyšších hodnot energie vzcházení a laboratorní vzcháživosti u variant ošetřených biologickými přípravky, rozdíly mezi nimi a kontrolními neošetřenými variantami byly minimální a statisticky zpravidla neprůkazné. Statisticky průkazné

rozdíly v energii vzcházení byly zaznamenány u pšenice jarní pouze v průměru obou let u obou genotypů špaldy ve prospěch ošetřených variant; v případě laboratorní vzcházivosti se v průměru dvou let u kontrolní odrůdy pšenice seté Granny statisticky průkazně lišila od neošetřené kontroly varianta ošetřená Polyversem. U pšenice ozimé byly v průměru dvou let u energie vzcházení statisticky průkazné rozdíly ve prospěch ošetřených variant zaznamenány u ozimé špaldy Rubiota a kontrolní pšenice seté Scaro; u laboratorní vzcházivosti se v průměru dvou let pouze odrůda Rubiota ve variantě ošetřené Polyversem statisticky průkazně lišila od neošetřené kontroly.

Účinnou látkou přípravku Polyversum je mikroorganismus *Pythium oligandrum*, který se běžně vyskytuje v půdě. Jedná se o nepatogenní organismus, který kolonizuje kořenový systém různých druhů rostlin (Procházková-Rulfová 2009). Většina mikroorganismů rodu *Pythium* je patogenních, jen *Pythium oligandrum* je mykoparazit (Benhamou et al. 2012). Podle Hýska (2008) *Pythium oligandrum* indukuje obrannou reakci rostlin k půdním a vzduchem přenosným patogenním houbám, například rodů *Botrytis*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* a *Fusarium* a podporuje růst rostlin.

Hlavním účelem moření Polyversem je likvidace chlamydospor sněti mazlavé pšeničné a askospor fusarií klíčících zároveň s obilkou a pocházejících z infikovaného osiva, dále potlačení tlaku půdní infekce způsobené zejména houbami *Fusarium* spp., vedoucí k hnilobám kořenů a pat stébel; zároveň je v klíčících rostlinách indukována rezistence proti dalším chorobám (Biopreparáty s.r.o. 2019).

Clonoplus je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje spory více kmenů houby rodu *Clonostachys*, které se běžně vyskytují v půdě, rozkládají organické zbytky a zvyšují příjem živin. Tyto užitečné houby rovněž rozkládají sklerocia, mikrosklerocia, chlamydospory a oospory patogenních hub, např. *Fusarium* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solanii*, *Botrytis cinerea*, *Bipolaris sorokiniana*, *Colletotrichum* spp., a to i při nižších teplotách (min. 4 – 8°C); optimální teplota pro růst je pak v rozmezí 20 – 25 °C (Ondřej et al. 2010; Ondráčková et al. 2014).

U obou použitých přípravků je zmiňováno, kromě jiného, účinnost proti *Fusarium* spp. Xue et al. (2008) například uvádějí, že použití *Clonostachys rosea* je účinné proti *Fusarium graminearum*. Během klíčení semene se bioagens rychle šíří a ustaluje v rhizosféře, kolonizuje povrch osiva, hypokotylu a kořenů (Xue 2003). Ondráčková et al. (2014) naproti tomu uvádí, že degradace kolonií *Fusarium* spp. probíhá pomalu a obtížně.

V našem pokusu jsme pro výsev použili shodný materiál, jako v předchozí kapitole 6.2.1, týkající se hodnocení výskytu *Fusarium* spp. pomocí PCR metod. Vzhledem k tomu, že u hodnocených genotypů jarní špaldy nelze získat certifikované osivo, bylo použito vlastní osivo farmářské (přesevy) a aby byly podmínky srovnatelné, farmářské osivo bylo použito i v případě hodnocených odrůd špaldy ozimé a kontrolních odrůd pšenice seté. Přestože z hodnocení výskytu *Fusarium* spp. na zrnu i pluchách hodnocených genotypů (kapitola 6.2.1) vyplynula u některých druhů *Fusarium* spp. silná úroveň napadení, z výsledků uvedených v tabulkách 31 – 36 se nezdá, že by kontaminace použitého osiva *Fusarium* spp. sledované biologické vlastnosti osiva výrazněji ovlivnila – zejména laboratorní klíčivost a energie klíčení dosahovaly poměrně vysokých hodnot.

Z výsledků je dále patrné, že u variant ošetřených přípravky Polyversum a Clonoplus nedošlo ve většině případů ke znatelnému navýšení hodnot laboratorní klíčivosti a energie klíčení, laboratorní vzcházivosti a energie vzcházení oproti neošetřené kontrole. Rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenými kontrolami byly, jak již bylo uvedeno výše, zpravidla statisticky neprůkazné. Je možné, že druhy a kmeny *Fusarium* spp., přítomné na osivu, nebyly tak silně „agresivní“, aby během laboratorních testů dokázaly sledované biologické vlastnosti osiva výrazně ovlivnit. Stejně tak nepochybná přítomnost spor dalších mikroskopických hub, přítomných na osivu, které jsme nesledovaly, zjevně nedokázala biologické vlastnosti osiva znatelně ovlivnit.

Duková (2015) zaznamenala ve svých pokusech s ošetřením osiva pšenice seté přípravkem Clonoplus ve srovnání s námi větší efekt - navýšení laboratorní klíčivosti a vzcházivosti osiva ošetřeného tímto přípravkem o cca 3 – 4 % oproti neošetřené kontrole; v jejím pokusu však byly hodnoty laboratorní klíčivosti a vzcházivosti u neošetřené kontrolní varianty nižší, než tomu bylo u osiva pšenice použitého v našich pokusech. Jak dále uvádí Duková (2015), ve druhém roce pokusů nebyly výsledky také jednoznačné, důvodem může být podle ní krátká stabilita inokula, neboť laboratorní pokus byl ve druhém roce proveden až po delší časové prodlevě, 5 měsíců od namoření osiva. Jones & Burges (1998) zmiňují, že stabilita inokula je limitujícím faktorem v účinnosti biologických přípravků. Ondráčková et al. (2014) uvádí, že po půl roce skladování přípravku Clonoplus při pokojové teplotě dochází k poklesu životaschopných spor o jeden řád, ale zároveň tvrdí, že i při takovém poklesu by měl mít přípravek dobrou účinnost.

Souhrnné vyhodnocení průkaznosti rozdílů v biologických vlastnostech osiva mezi průměry genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků uvádí tabulka 35, shodné vyhodnocení týkající se pšenice ozimé je uvedeno v tabulce 36.

Z výsledků hodnocení pšenice jarní (tabulka 35) je zřejmé, že kontrolní odrůda pšenice seté Granny v průměru dosáhla vyšší energie klíčení, laboratorní klíčivosti, energie vzcházení i laboratorní vzcháživosti než hodnocené genotypy jarní špaldy a statisticky průkazně se od nich odlišovala. Stejně tak je patrné, že v průměru dosáhla neošetřená kontrola nižších hodnot energie klíčení, laboratorní klíčivosti, energie vzcházení i laboratorní vzcháživosti než varianty ošetřené přípravky Polyversum a Clonoplus a statisticky průkazně se od nich lišila; varianty ošetřené oběma přípravky vykazovaly obdobný efekt a rozdíly mezi nimi byly u sledovaných biologických vlastností osiva statisticky neprůkazné. Statisticky průkazné rozdíly v hodnotách sledovaných biologických vlastností osiva byly zaznamenány mezi oběma ročníky – osivo použité pro výsev v roce 2017 vykazovalo nižší hodnoty oproti osivu použitému pro výsev v roce 2016.

Stejně jako u pšenice jarní, i v případě pšenice ozimé dosáhla kontrolní odrůda Scaro v průměru vyšších hodnot energie klíčení, laboratorní klíčivosti, energie vzcházení i laboratorní vzcháživosti než obě odrůdy ozimé špaldy a statisticky průkazně se od nich odlišovala (tabulka 36). Z výsledků je dále zřejmé, že v průměru se v hodnotách energie klíčení, laboratorní klíčivosti, energie vzcházení i laboratorní vzcháživosti neošetřená kontrolní varianta statisticky průkazně lišila od varianty ošetřené přípravkem Polyversum a v případě energie vzcházení a laboratorní vzcháživosti i od varianty ošetřené přípravkem Clonoplus. Statisticky průkazný byl opět i vliv ročníku – osivo použité pro výsev na podzim 2015 (sklizeň 2016) dosahovalo mírně nižších hodnot sledovaných parametrů, než osivo použité pro výsev na podzim 2016 (sklizeň 2017).

Tabulka: 31 Vliv způsobu ošetření osiva na biologické vlastnosti osiva genotypů jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Ošetření osiva	Energie klíčení (%)			Laboratorní klíčivost (%)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Špalda bílá jarní	Polyversum	92,75a	90,25a	91,50a	95,75a	94,25a	95,00a
	Clonoplus	93,75a	90,50a	92,13a	96,00a	94,50a	95,25a
	Kontrola	92,75a	90,25a	91,50a	95,25a	94,25a	94,75a
HSD_{0,05}		1,89	1,89	1,23	2,03	1,40	1,12
<i>T. spelta</i> Kew	Polyversum	93,00b	91,50a	92,25ab	94,75a	93,75a	94,25a
	Clonoplus	95,25a	91,25a	93,25a	95,75a	93,75a	94,75a
	Kontrola	92,25b	90,00a	91,13b	94,75a	93,50a	94,13a
HSD_{0,05}		2,23	2,26	1,45	1,89	2,13	1,30
Granny	Polyversum	95,50a	93,50a	94,50a	95,75a	95,50a	95,63a
	Clonoplus	95,75a	93,75a	94,75a	97,25a	95,50a	96,50a
	Kontrola	94,50a	91,75a	93,13a	96,50a	94,50a	95,50a
HSD_{0,05}		2,53	2,67	1,68	2,13	2,18	1,40

Tabulka: 32 Vliv způsobu ošetření osiva na biologické vlastnosti osiva odrůd ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Energie klíčení (%)			Laboratorní klíčivost (%)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Alkor	Polyversum	96,00a	91,75a	93,88a	96,75a	96,00a	96,38a
	Clonoplus	94,75a	92,00a	93,38a	96,00a	95,75a	95,88a
	kontrola	95,25a	90,00a	92,63a	96,00a	95,00a	95,50a
HSD_{0,05}		2,03	2,69	1,54	2,53	1,71	1,39
Rubiota	Polyversum	94,50a	95,75a	95,13a	96,25a	97,25a	96,75a
	Clonoplus	94,00a	95,75a	94,88a	95,50a	97,25a	96,38a
	kontrola	93,25a	95,00a	94,13a	96,00a	96,50a	96,25a
HSD_{0,05}		2,05	2,75	1,57	1,58	1,92	1,14
Scaro	Polyversum	95,50a	99,50a	97,50a	96,25a	99,75a	98,00a
	Clonoplus	94,50a	99,25a	96,88a	95,50a	99,75a	97,63a
	kontrola	94,00a	99,25a	96,63a	95,25a	99,50a	97,38a
HSD_{0,05}		2,46	1,40	1,29	2,13	1,04	1,08

Tabulka: 33 Vliv způsobu ošetření osiva na biologické vlastnosti osiva genotypů jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté

Genotyp	Ošetření osiva	Energie vzcházení (%)			Laboratorní vzcházivost (%)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Špalda bílá jarní	Polyversum	83,25a	81,50a	82,38ab	86,50a	84,00a	85,25a
	Clonoplus	84,25a	82,50a	83,38a	86,25a	84,00a	85,13a
	kontrola	82,00a	81,25a	81,63b	85,25a	83,00a	84,13a
HSD _{0,05}		2,75	2,53	1,71	2,67	1,86	1,49
<i>T. spelta</i> Kew	Polyversum	82,75a	80,75a	81,75a	85,25a	82,75a	84,00a
	Clonoplus	82,75a	80,25a	81,50ab	86,25a	82,50a	84,38a
	kontrola	81,25a	79,50a	80,38b	85,50a	81,75a	83,63a
HSD _{0,05}		1,65	2,51	1,37	2,13	2,13	1,38
Granny	Polyversum	86,75a	83,00a	84,88a	91,50a	84,75a	88,13a
	Clonoplus	87,25a	83,50a	85,38a	89,75a	84,50a	87,13ab
	kontrola	86,50a	81,50a	84,00a	89,25a	83,00a	86,13b
HSD _{0,05}		2,13	2,94	1,66	2,67	2,05	1,54

Tabulka: 34 Vliv způsobu ošetření osiva na biologické vlastnosti osiva odrůd ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Energie vzcházení (%)			Laboratorní vzcházivost (%)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Alkor	Polyversum	85,75a	87,00a	86,38a	86,75a	88,00a	87,38a
	Clonoplus	85,25a	86,75a	86,00a	86,75a	88,00a	87,38a
	kontrola	85,00a	86,25a	85,63a	85,25a	87,75a	86,50a
HSD _{0,05}		2,59	2,59	1,67	1,89	2,35	1,38
Rubiota	Polyversum	84,25a	87,25a	85,75a	85,75a	88,75a	87,13a
	Clonoplus	83,50ab	87,25a	85,38a	84,75a	88,50a	86,75ab
	kontrola	82,25b	86,00a	84,13b	84,00a	87,25a	85,63b
HSD _{0,05}		1,40	1,54	0,95	2,03	2,13	1,35
Scaro	Polyversum	88,75a	91,75a	90,25a	90,75a	92,00a	91,38a
	Clonoplus	87,75ab	90,25a	89,00ab	89,75a	92,00a	90,88a
	kontrola	86,50b	90,25a	88,38b	89,25a	91,75a	90,50a
HSD _{0,05}		2,13	2,11	1,37	2,11	1,95	1,30

Tabulka: 35 *Vyhodnocení průkaznosti rozdílů v biologických vlastnostech osiva mezi průměry genotypů jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků*

Faktor /parametr		Energie klíčení (%)	Laboratorní klíčivost (%)	Energie vzcházení (%)	Laboratorní vzcházivost (%)
Průměr genotyp	Špalda bílá jarní	91,71b	95,00b	82,46b	84,84b
	<i>T. spelta</i> Kew	92,21b	94,38b	81,21c	84,00c
	Granny	94,13a	95,83a	84,75a	87,13a
HSD _{0,05}		0,80	0,70	0,87	0,80
Průměr ošetření	Polyversum	92,75a	94,96a	83,00a	85,79a
	Clonoplus	93,38a	95,46a	83,42a	85,54a
	Kontrola	91,92b	94,79a	82,00b	84,63b
HSD _{0,05}		0,78	0,70	0,87	0,80
Průměr ročník	2016	93,94a	95,75a	84,08a	87,28a
	2017	91,42b	94,39b	81,53b	83,36b
HSD _{0,05}		0,54	0,47	0,59	0,54

Tabulka: 36 *Vyhodnocení průkaznosti rozdílů v biologických vlastnostech osiva mezi průměry odrůd ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků*

Faktor /parametr		Energie klíčení (%)	Laboratorní klíčivost (%)	Energie vzcházení (%)	Laboratorní vzcházivost (%)
Průměr odrůdy	Alkor	93,29c	95,92b	86,00b	87,08b
	Rubiota	94,71b	96,46b	85,08c	86,50b
	Scaro	97,00a	97,67a	89,21a	90,92a
HSD _{0,05}		0,80	0,66	0,74	0,73
Průměr ošetření	Polyversum	95,50a	97,04a	87,46a	88,63a
	Clonoplus	95,04ab	96,63ab	86,79a	88,33a
	kontrola	94,46b	96,38b	86,04b	87,54b
HSD _{0,05}		0,80	0,66	0,74	0,73
Průměr ročník	2016	94,64b	95,94b	85,44b	87,00b
	2017	95,36a	97,42a	88,08a	89,33a
HSD _{0,05}		0,55	0,45	0,51	0,50

6.3.2 Vliv biologického ošetření osiva na produkční parametry vypěstovaných porostů

6.3.2.1 Polní vzcházivost

Polní vzcházivost je procentuální vyjádření množství semen, která v přírodních podmínkách vzešla z celkového počtu vysetých klíčivých semen.

Výsledný vztah mezi vitalitou semen a podmínkami prostředí u založeného porostu se v praxi může odlišovat od požadovaného optima (nedostatek půdní vlahy, půdní škraloup...) (Šerá 2014).

Z našich výsledků hodnocení polní vzcházivosti (tabulky 37 – 38) je zřejmé, že polní vzcházivost byla jak u jarních genotypů, tak i u ozimých odrůd pšenice nižší než vzcházivost laboratorní – ta se pohybovala u genotypů jarní špaldy na úrovni 83 – 86 % (u kontrolní odrůdy pšenice seté Granny na úrovni 83 – 90 %); polní vzcházivost genotypů jarní špaldy se pohybovala v rozmezí 73 – 80 % (u kontrolní odrůdy pšenice seté Granny na úrovni 75 – 80 %). U odrůd ozimé špaldy dosahovala laboratorní vzcházivost 84 – 88 % (u kontrolní odrůdy pšenice seté Scaro 89 – 91 %); polní vzcházivost odrůd ozimé špaldy se pohybovala v rozmezí 76 – 81 % (u kontrolní odrůdy pšenice seté Scaro 78 – 82 %). S nižší polní vzcházivostí se na výzkumné stanici Praha-Uhřetěves setkáváme neustále; důvodem jsou pravděpodobně těžké, slévací půdy, náchylné k rychlé tvorbě půdního škraloupu.

Jensen et al. (2000) uvádí, že biologické přípravky, použité jako biomořidla na osivo, vykazují v polních podmínkách často nižší účinnost než přípravky chemické. Tato variabilita účinnosti je zpravidla spojena s konkrétními půdními podmínkami (teplota, vlhkost, pH, již vyskytující se mikroorganismy), více či méně příznivými pro rozvoj účinné látky použitého přípravku (houby či bakterie).

Z tabulky 37 je zřejmé, že u hodnocených genotypů jarních pšenic varianty s osivem ošetřeným přípravky Polyvesum a Clonoplus dosáhly v průměru obou let vyšší polní vzcházivosti než neošetřené kontrolní varianty a statisticky průkazně se od nich lišily. Varianty ošetřené přípravky Polyversum a Clonoplus dosáhly obdobných hodnot polní vzcházivosti a nebyl mezi nimi zaznamenán statisticky průkazný rozdíl. Z hodnocení polní vzcházivosti v jednotlivých letech je zřejmé, že v r. 2016 byl statisticky průkazný rozdíl mezi ošetřenými variantami a kontrolou zaznamenán pouze u Špaldy bílé jarní; v roce 2017 byly v některých případech rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenými kontrolami statisticky průkazné, jindy neprůkazné, ale trend mírně vyšší polní vzcházivosti u ošetřených variant byl zaznamenán vždy.

Ošetření osiva hodnocených odrůd ozimé špaldy a kontrolní odrůdy pšenice seté ozimé přípravky Polyversum a Clonoplus (tabulka 38) přineslo, ve vztahu k polní vzcházivosti, obdobné výsledky jako v případě pšenice jarní. Ošetřené varianty dosáhly v průměru dvou let mírně vyšší polní vzcházivosti než neošetřené kontroly a statisticky průkazně se od nich lišily; mezi ošetřenými variantami naproti tomu statisticky průkazné rozdíly zaznamenány nebyly. Ve sklizňovém roce 2016 (výsev v roce 2015) se statisticky průkazně lišila od neošetřené kontroly pouze varianta ošetřená přípravkem Clonoplus u kontrolní odrůdy Scaro; ve sklizňovém roce 2017 (výsev 2016) byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou u odrůdy špaldy Rubiota, kontrolní odrůdy pšenice seté Scaro a u varianty ošetřené Polyversem u odrůdy Alkor.

Podle Hýska et al. (2012) je účinnost biologické ochrany ovlivněna průběhem povětrnostních podmínek. Při nedostatku vláhy, za příliš suchých podmínek nemá biologický přípravek žádný nebo téměř žádný efekt, jelikož nemůže dojít k rozvoji mycelia ze spor nebo sporangii obsažených v přípravku. K rozvoji může dojít pouze za vhodné půdní vlhkosti a při vhodné půdní teplotě. Půdní podmínky jsou natolik rozdílné, že málokdy dochází k ideálnímu stavu vlhkosti a zároveň teploty vhodné k rozvoji antagonistických organismů. Účinek může být také závislý například na půdním typu, charakteru podloží atd. Podle Bláhy et al. (2013) v polních podmínkách na kvalitních půdách nebývá vliv biopreparátů zpravidla výrazný, vzhledem k obsahu živin a mikroorganismů; výraznější pozitivní účinek biologických přípravků, použitých k ošetření osiva, lze spíše očekávat na chudších půdách, kde se může více i projevit podpora příjmu živin.

Z našich výsledků hodnocení polní vzcházivosti lze tedy vyvodit, že na rozdíl od hodnocení biologických vlastností osiva formou laboratorních testů se v případě hodnocení polní vzcházivosti projevil určitý pozitivní efekt biologického ošetření. V době klíčení a vzcházení porostů pšenice ve sledovaných ročnících nepanovalo mimořádné sucho a půdní podmínky tak pravděpodobně umožňovaly rozvoj mycelia ze spor obsažených v použitých přípravcích a tím i počáteční pozitivní působení přípravků neboť, jak uvádí např. Ondřej et al. (2012), aplikací přípravku na bázi *Clonostachys* spp. na osivo se zvyšuje půdní supresivita a redukuje se populační hustota půdní patogenní mykoflóry; zároveň se zvyšuje příjem živin kořeny z půdy. Zhoršené podmínky pro klíčení a vzcházení (nedostatek vláhy) byly zaznamenány pouze při zakládání porostů jarních pšenic v roce 2016; i přesto se však jarní pšenice dokázaly s touto

situací vyrovnat a vzejít jen s nepatrně nižší polní vzcházivostí než v klimaticky příznivějším roce 2017.

Souhrnné vyhodnocení průkaznosti rozdílů v polní vzcházivosti mezi průměry genotypů, způsobů ošetření a ročníků u pšenice jarní uvádí tabulka 41, shodné vyhodnocení u pšenice ozimé je uvedeno v tabulce 42. Jak u pšenice jarní, tak i pšenice ozimé jsou opět patrné statisticky průkazné rozdíly v polní vzcházivosti mezi ošetřenými variantami a neošetřenými kontrolami a současně, statisticky neprůkazné rozdíly v polní vzcházivosti mezi ošetřenými variantami. Statisticky průkazný byl i vliv ročníku a v některých případech se od sebe statisticky průkazně v polní vzcházivosti odlišovaly i hodnocené genotypy.

6.3.2.2 Počet klasů na m² před sklizní

Prokinová et al. (2013) ověřovali účinek ošetření osiva jarní pšenice několika biologickými přípravky v polních i skleníkových nádobových pokusech a zjistili, že biologické ošetření osiva ovlivňovalo další generaci rostlin nejen během klíčení a vzcházení, ale prakticky po celou dobu vegetace. Roberti et al. (2008) studovali *Clonostachys rosea* u pšenice ozimé infikované *Fusarium culmorum* a prokázali nejen aktivaci obranného systému hostitelské rostliny, ale i podporu jejího růstu. Podle Ondřeje et al. (2012) aplikací přípravku na bázi *Clonostachys* spp. na osivo se zvyšuje příjem živin kořeny z půdy, zlepšuje se i celkový zdravotní stav rostlin a dochází k ovlivnění všech výnosových prvků.

Výsledky hodnocení vlivu ošetření osiva na počet klasů na m² před sklizní u vypěstovaných porostů pšenice jarní uvádí tabulka 37, výsledky týkající se pšenice ozimé jsou uvedeny v tabulce 38.

U všech hodnocených genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté byly u variant ošetřených přípravky Polyversum a Clonoplus zaznamenány vyšší počty klasů na m² před sklizní v porovnání s neošetřenými kontrolami.

U pšenice jarní byly v průměru dvou let zaznamenány jak u hodnocených genotypů špaldy, tak u kontrolní odrůdy pšenice seté statisticky průkazné rozdíly v počtu klasů na m² nejen mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou, ale i mezi ošetřenými variantami – u Špaldy bílé jarní přitom dosáhla nejvyššího počtu klasů varianta ošetřená Polyversem, u *T. spelta* Kew a kontrolní pšenice seté Granny varianty ošetřené přípravkem Clonoplus. Z výsledků je dále patrné, že výraznější rozdíly v počtu klasů na m² mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou byly zaznamenány v roce 2017, kdy u ošetřených variant došlo oproti kontrole

k navýšení až o 45 klasů na m² (Špalda bílá jarní, varianta ošetřená Polyversem či Granny, varianta ošetřená Clonoplusem), zatímco v roce 2016 činilo maximální dosažené navýšení 28 klasů na m² (*T. spelta* Kew, varianta ošetřená Clonoplusem). Důvodem slabší odezvy ošetřených variant v roce 2016 byly pravděpodobně nepříznivé povětrnostní podmínky v průběhu jarní vegetace, kdy přetrvávající sucho nejspíše neumožnilo, i přes uspokojivé vzejití porostů, dostatečný rozvoj mikroorganismů, obsažených v použitých preparátech, v půdě a omezilo tak funkčnost použitých přípravků v průběhu odnožování i sloupkování. Navíc, jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole 6.2.2.2, podnormální srážky v březnu a výrazně podnormální srážky v dubnu a zejména květnu se nejspíše negativně podepsaly jak na nižším počtu odnoží, tak i na vyšší redukci počtu rostlin a výsledkem byl ve srovnání s rokem 2017 výrazně nižší počet klasů na m² u všech hodnocených variant.

Je tedy zjevné v souladu se závěry, které publikovali Whipps & Lumsden (2001), že nevyrovnanost v účinnosti biologicky aktivních látek je jedním z největších omezení v zavedení biologické ochrany do praxe, neboť nejvíce se na změně účinnosti bioagens podílejí vnější faktory prostředí.

U hodnocených odrůd pšenice ozimé jsme zaznamenali obdobný trend – v roce 2017 dosáhly hodnocené odrůdy jednak celkově vyššího počtu klasů na m² ve srovnání s rokem 2016 a současně byla v roce 2017 zaznamenána vyšší odezva na provedené ošetření. Celkově však byl přírůstek počtu klasů na m² u ošetřených variant nižší než u pšenice jarní – v r. 2017 dosáhlo navýšení počtu klasů oproti neošetřené kontrole max. 32 klasů na m² (kontrolní odrůda Scaro, varianta ošetřená přípravkem Clonoplus), zatímco v roce 2016 činilo maximální navýšení pouze 15 klasů na m² (špalda Rubiota, varianta ošetřená přípravkem Polyversum). Rozdíly v počtu klasů na m² mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou byly v r. 2016 statisticky neprůkazné, v roce 2017 se ošetřené varianty od neošetřené kontroly statisticky průkazně lišily.; stejně tak tomu bylo i v průměru obou hodnocených let. Celkově slabší odezva ozimých odrůd pšenice ve vztahu k ošetření biologickými přípravky (oproti pšenicím jarním) není jednoduše vysvětlitelná; mohla souviset s mohutnějším kořenovým systémem hodnocených ozimých odrůd špaldy, ale i kontrolní pšenice seté a tím i jejich vyšší schopnosti čerpat živiny a odolávat nepříznivým podmínkám – zásah v podobě ošetření osiva biologickými přípravky se tak mohl projevit méně než u jarních pšenic, které, jak se zdálo, reagovaly citlivěji a podpůrné ošetření dokázaly zúročit o něco více.

Ze souhrnného hodnocení průkaznosti rozdílů v počtu klasů na m^2 v závislosti na genotypu, způsobu ošetření a ročníku (tabulky 41 a 42) je opět patrný výrazný, statisticky průkazný rozdíl v počtu klasů na m^2 mezi oběma ročníky. Statisticky průkazně se od sebe odlišovaly i všechny hodnocené odrůdy jarní i ozimé špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté. Statisticky průkazné rozdíly byly u ozimých i jarních odrůd zaznamenány jak mezi ošetřenými variantami a neošetřenými kontrolami, tak i oběma způsoby ošetření (přestože rozdíly mezi variantou ošetřenou Polyversem a Clonoplusem byly malé). V průměru dosáhla u pšenice jarní mírně vyššího počtu klasů na m^2 varianta ošetřená přípravkem Clonoplus, v případě pšenice ozimé pak varianta ošetřená přípravkem Polyversum.

6.3.2.3 Hmotnost tisíce semen (HTS)

Výsledky hodnocení HTS u sledovaných genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté jsou uvedeny v tabulce 39, výsledky hodnocení HTS u pšenice ozimé uvádí tabulka 40.

Jak u pšenice jarní, tak i u pšenice ozimé dosáhly ošetřené varianty mírně vyšší HTS oproti neošetřeným kontrolám. Rozdíly v HTS mezi ošetřenými variantami a kontrolami byly sice malé, přesto však ve většině případů statisticky průkazné.

Z výsledků jsou dále patrné poměrně výrazné rozdíly v HTS mezi oběma ročníky u jarní pšenice – v roce 2017 dosáhly hodnocené genotypy jarní špaldy i kontrolní odrůdy pšenice seté o cca 5 g vyšší HTS oproti roku 2016. Vyšší HTS v roce 2017 dosáhly i hodnocené odrůdy pšenice ozimé, tam však byl meziročníkový rozdíl oproti jarní pšenici menší a činil jen necelé 2 g (přesto však byl statisticky průkazný (tabulky 41 a 42). Větší meziročníkový rozdíl v HTS u hodnocených genotypů pšenice jarní souvisel pravděpodobně se skutečností, že byly sklizeny o cca 2 týdny později než pšenice ozimá a v roce 2016 se tak na jejich HTS projevovalo velké sucho v první polovině srpna, které ozimé odrůdy už nezastihlo.

I ze souhrnného vyhodnocení průkaznosti rozdílů v HTS (tabulky 41 a 42) jsou u hodnocených genotypů jarních i ozimých pšenic patrné statisticky průkazné rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenými kontrolami; rozdíly mezi oběma ošetřenými variantami jsou naproti tomu statisticky neprůkazné. Statisticky průkazně se v HTS od sebe lišily i všechny hodnocené genotypy – jak jarní, tak i ozimé.

6.3.2.4 Výnos zrna

Výsledky hodnocení výnosu u sledovaných genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté jsou uvedeny v tabulce 39, výsledky hodnocení výnosu u pšenice ozimé uvádí tabulka 40 (v případě pšenice špaldy zde uvádíme výnosy nahého zrna – pro lepší porovnání s kontrolní pšenicí setou).

Výsledky hodnocení výnosu korespondují s výsledky hodnocení počtu klasů na m² před sklizní, ale i s hodnocením HTS. U všech hodnocených genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté ošetřených biologickými přípravky byly zaznamenány vyšší výnosy zrna ve srovnání s neošetřenými kontrolami.

U jarní pšenice byly v průměru obou let zaznamenány statisticky průkazné rozdíly ve výnosu zrna mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou; v případě špaldy *T. spelta* Kew a kontrolní odrůdy pšenice seté Granny se od sebe statisticky průkazně lišily i obě ošetřené varianty – v obou případech ve prospěch přípravku Clonoplus. Špalda bílá jarní dosáhla mírně vyššího výnosu u varianty ošetřené Polyversem, rozdíl mezi ní a variantou ošetřenou přípravkem Clonoplus však byl statisticky neprůkazný.

Z výsledků je dále zřejmé, že výraznější rozdíly ve výnosu mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou byly zaznamenány, stejně jako v případě počtu klasů na m², v roce 2017, kdy u ošetřených variant došlo k navýšení výnosu oproti kontrole až o 0,50 t/ha, tj. 8,6 % (kontrolní odrůda pšenice seté Granny, varianta ošetřená přípravkem Clonoplus), o 0,47 t/ha, tj. 12,8 % (*T. spelta* Kew, rovněž varianta ošetřená Clonoplusem) a o 0,40 t/ha, tj. 10,4 % (Špalda bílá jarní, varianta ošetřená Polyversem). V roce 2016 byla výnosová odezva na ošetření slabší; maximální dosažené navýšení výnosu činilo 0,18 t/ha, tj. 6,9 % (*T. spelta* Kew, varianta ošetřená přípravkem Clonoplus); rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenými kontrolami byly navíc v roce 2016 u Špaldy bílé jarní a kontrolní odrůdy Granny statisticky neprůkazné. Na celkovém navýšení výnosu u ošetřených variant v obou letech (v roce 2017, jak již bylo uvedeno, výrazněji) se kromě vyššího počtu klasů na m² před sklizní podílela i vyšší HTS a pravděpodobně i vyšší počet zrn v klasu.

Duková (2015) zmiňuje rozdílné výsledky s ošetřením osiva pšenice seté přípravkem Clonoplus v polním pokusu a přisuzuje je rozdílnému průběhu povětrnostních podmínek v pokusných ročnících – v pokusném roce s vyššími srážkami během vegetace dosáhla varianta s ošetřením osiva *Clonostachys* spp. zřetelně vyšších výnosů než neošetřená kontrola (6,7 t/ha,

neošetřená kontrola 5,9 t/ha), ve druhém roce s nízkými úhrny srážek během vegetace byl efekt biologického ošetření minimální, rozdíl mezi ošetřenou a neošetřenou variantou činil pouze 0,1 t/ha. Podle Dukové (2015) je pravděpodobné, že v půdě nebyla dostatečná vlhkost jak pro rozvoj mikroorganismů, tak i pro příjem živin. Prokinová (2016) uvádí na základě výsledků svých poloprovozních pokusů s přípravkem Clonoplus, použitým k ošetření osiva pšenice ozimé a ječmene jarního, že výsledek byl u pšenice velmi pozitivní (ošetřená varianta dosáhla výnosu 7,2 t/ha, neošetřená kontrola 6,8 t/ha). Naproti tomu u ječmene jarního nemělo ošetření osiva na výnos výraznější dopad.

Z výsledků uvedených v tabulce 39 je opět zřejmý výrazný vliv ročníku na výnos – potvrzují to i souhrnné výsledky uvedené v tabulce 41; v roce 2016 dosáhly v průměru hodnocené genotypy jarní pšenice o 1,3 t/ha nižšího výnosu oproti roku 2017. Předpokládané důvody nižšího výnosu, ale současně i nižší odezvy hodnocených genotypů na ošetření biologickými přípravky v roce 2016 byly podrobněji vyloženy v předchozí kapitole týkající se počtu klasů na m² a spočívají nepochybně v nepříznivém průběhu povětrnostních podmínek (sucho) v průběhu odnožování a první polovině sloupkování a také během dozrávání zrna.

Výsledky opět potvrzují závěry Jensena et al. (2000), Whippe & Lumsdena (2001), Hýska et al. (2012) a Ondřeje et al. (2012), že účinnost biologické ochrany je do značné míry ovlivněna průběhem povětrnostních podmínek. Při nedostatku vláhy, za příliš suchých podmínek má biologický přípravek horší nebo téměř žádný efekt. Rovněž Warrior et al. (2002) uvádí, že hlavními faktory ovlivňujícími životaschopnost aplikovaných bioagens je teplota a vlhkost prostředí; ty zároveň hrají stěžejní roli v metabolické aktivitě mikroorganismů.

Obdobný trend byl zaznamenán u hodnocených odrůd ozimé špaldy a kontrolní odrůdy pšenice seté (tabulky 40 a 42). V průměru obou let byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly ve výnosu zrna mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou. Ošetřené varianty se mezi sebou statisticky průkazně nelišily, mírně vyšších výnosů však dosáhly jak hodnocené odrůdy ozimé špaldy, tak i kontrolní odrůda pšenice seté ve variantě ošetřené přípravkem Polyversum.

Z výsledků, které jsou uvedeny v tabulce 40, je opět zřejmý stejně jako v případě pšenice jarní, výrazný vliv ročníku. Ve srovnání s rokem 2016 dosáhly hodnocené odrůdy v roce 2017, stejně jako u pšenice jarní, celkově vyššího výnosu a i vyšší odezvy na provedené ošetření. Celkově však bylo u ošetřených variant v roce 2017 navýšení výnosu oproti kontrole nižší než u

pšenice jarní – maximální dosažené navýšení výnosu činilo 0,29 t/ha, tj. 4,9 % (špalda Rubiota, varianta ošetřená přípravkem Polyversum). V roce 2016 činily maximální přírůstky výnosu oproti kontrole pouze 0,16 t/ha, tj. 2,5 % (kontrolní odrůda pšenice seté Scaro, varianta ošetřená Polyversem) a 0,13 t/ha, tj. 2,8 % (Rubiota a Alkor, u obou variant ošetřená Polyversem).

Ze souhrnného hodnocení průkaznosti rozdílů ve výnosu zrna v závislosti na genotypu, způsobu ošetření a ročníku (tabulky 41 a 42) je opět patrný statisticky průkazný rozdíl ve výnosu zrna mezi oběma ročníky. Statisticky průkazně se ve výnosu zrna mezi sebou lišily i hodnocené genotypy jarních i ozimých pšenic. Co se týče celkového posouzení vlivu ošetření osiva na výnos vypěstovaného zrna, v případě pšenice jarní byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou; obě ošetřené varianty se od sebe statisticky průkazně nelišily, mírně vyššího výnosu dosáhly varianty ošetřené přípravkem Clonoplus. V případě pšenice ozimé byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl ve výnosu jak mezi ošetřenými variantami a kontrolou, tak i mezi oběma ošetřenými variantami, a to ve prospěch variant ošetřených přípravkem Polyversum.

Tabulka: 37 Vliv způsobu ošetření osiva na polní vzházivost a počet klasů na m² genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Polní vzházivost (%)			Počet klasů na m ² před sklizní		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Špalda bílá jarní	Polyversum	79,0a	79,3ab	79,2a	292a	391a	342a
	Clonoplus	78,0a	80,8a	79,4a	288ab	370a	329b
	kontrola	75,3b	76,5b	75,9b	275b	346b	311c
HSD_{0,05}		2,53	3,26	1,88	16,46	18,73	11,7
<i>T. spelta</i> Kew	Polyversum	77,8a	78,3a	78,1a	280ab	353a	317b
	Clonoplus	77,0a	77,8ab	77,4a	295a	370a	333a
	kontrola	73,5a	74,5b	74,0b	267b	322b	295c
HSD_{0,05}		3,34	3,63	2,26	15,90	19,85	11,63
Granny	Polyversum	79,8a	80,8a	80,3a	390a	455b	423b
	Clonoplus	79,0a	80,0ab	79,5a	399a	480a	440a
	kontrola	77,3a	76,3b	76,8b	382a	435b	409c
HSD_{0,05}		2,91	3,92	2,23	17,61	17,34	11,29

Tabulka: 38 Vliv způsobu ošetření osiva na polní vzcházivost a počet klasů na m² odrůd ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Polní vzcházivost (%)			Počet klasů na m ² před sklizní		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Alkor	Polyversum	79,0a	80,3a	80,0a	342a	400a	371a
	Clonoplus	78,0a	79,8ab	78,9a	338a	392a	365a
	kontrola	76,3a	77,0b	76,6b	330a	370b	350b
HSD _{0,05}		3,65	2,59	2,05	13,96	15,77	9,62
Rubiota	Polyversum	80,3a	81,8a	81,1a	360a	395a	378a
	Clonoplus	79,3a	81,5a	80,4a	354a	388a	371a
	kontrola	77,5a	78,3b	77,9b	345a	367b	356b
HSD _{0,05}		3,51	1,92	1,83	15,60	14,21	9,64
Scaro	Polyversum	82,3a	82,0a	82,2a	399a	458a	429a
	Clonoplus	79,5ab	82,5a	81,0a	395a	462a	429a
	kontrola	78,3b	78,3b	78,3b	387a	430b	409b
HSD _{0,05}		2,83	2,77	1,81	17,39	13,71	10,12

Tabulka: 39 Vliv způsobu ošetření osiva na výnos a HTS genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Výnos (t/ha)			HTS (g)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Špalda bílá jarní	Polyversum	2,90a	4,25a	3,58a	36,50a	41,18a	38,84a
	Clonoplus	2,82a	4,05a	3,44a	36,42ab	41,15a	38,79a
	kontrola	2,76a	3,85b	3,31b	36,28b	40,70b	38,49b
HSD _{0,05}		0,16	0,17	0,11	0,16	0,18	0,11
<i>T. spelta</i> Kew	Polyversum	2,73ab	3,90a	3,32b	33,82a	38,50ab	36,16a
	Clonoplus	2,80a	4,15a	3,48a	33,65a	38,71a	36,18a
	kontrola	2,62b	3,68b	3,15c	33,40b	38,40b	35,90b
HSD _{0,05}		0,17	0,19	0,11	0,20	0,19	0,13
Granny	Polyversum	4,60a	6,12b	5,36b	39,96a	44,11b	42,04b
	Clonoplus	4,68a	6,30a	5,49a	40,01a	44,36a	42,19a
	kontrola	4,50a	5,80c	5,15c	39,40b	43,66c	41,53c
HSD _{0,05}		0,24	0,16	0,13	0,20	0,20	0,13

Tabulka: 40 Vliv způsobu ošetření osiva na výnos a HTS odrůd ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Výnos (t/ha)			HTS (g)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Alkor	Polyversum	4,78a	5,47a	5,13a	43,89a	44,20a	44,05a
	Clonoplus	4,72a	5,38a	5,05a	43,62b	44,17a	43,90b
	kontrola	4,65a	5,22b	4,94b	43,60b	44,00b	43,80b
HSD _{0,05}		0,15	0,15	0,10	0,17	0,13	0,10
Rubiota	Polyversum	4,72a	5,40a	5,06a	41,82a	43,82a	42,82a
	Clonoplus	4,62a	5,29ab	4,96a	41,89a	43,80a	42,85a
	kontrola	4,59a	5,15b	4,87b	41,78a	43,65b	42,72b
HSD _{0,05}		0,17	0,15	0,10	0,16	0,14	0,10
Scaro	Polyversum	6,62a	7,38a	7,00a	50,67a	49,25b	49,96b
	Clonoplus	6,57a	7,40a	6,99a	50,45b	50,02a	50,24a
	kontrola	6,46a	7,11b	6,79b	50,40b	49,00c	49,70c
HSD _{0,05}		0,17	0,17	0,11	0,17	0,14	0,10

Tabulka: 41 Vyhodnocení průkaznosti rozdílů v polní vzcházivosti, výnosu, počtu klasů na m² a HTS mezi průměry genotypů jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků

Faktor /parametr		Polní vzcházivost (%)	Výnos (t/ha)	Počet klasů na m ² před sklizní	HTS (g)
Průměr genotyp	Špalda bílá jarní	78,2a	3,44b	327b	38,71b
	<i>T. spelta</i> Kew	76,5b	3,32c	315c	36,08c
	Granny	78,9a	5,33a	424a	41,92a
HSD _{0,05}		1,16	0,06	6,29	0,07
Průměr ošetření	Polyversum	79,2a	4,09a	361b	39,01a
	Clonoplus	78,8a	4,14a	367a	39,05a
	kontrola	75,6b	3,87b	338c	38,64b
HSD _{0,05}		1,16	0,06	6,29	0,07
Průměr ročník	2016	77,4b	3,38b	319b	36,60b
	2017	78,3a	4,68a	391a	41,20a
HSD _{0,05}		0,79	0,04	4,27	0,05

Tabulka: 42 *Vyhodnocení průkaznosti rozdílů v polní vzcházivosti, výnosu, počtu klasů na m² a HTS mezi průměry odrůd ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků*

Faktor /parametr		Polní vzcházivost (%)	Výnos (t/ha)	Počet klasů na m ² před sklizní	HTS (g)
Průměr genotyp	Alkor	78,5b	5,04b	362c	43,91b
	Rubiota	79,8a	4,96c	368b	42,79c
	Scaro	80,5a	6,93a	422a	49,97a
HSD _{0,05}		1,03	0,06	5,34	0,05
Průměr ošetření	Polyversum	81,1a	5,73a	393a	45,61a
	Clonoplus	80,1a	5,67b	383b	45,66a
	kontrola	77,6b	5,53c	372c	45,41b
HSD _{0,05}		1,03	0,06	5,34	0,05
Průměr ročník	2016	78,9b	5,30b	361b	43,35b
	2017	80,2a	5,98a	407a	45,77a
HSD _{0,05}		0,70	0,04	3,63	0,04

6.3.3 Vliv biologického ošetření osiva na jakost vypěstovaného zrna

6.3.3.1 Obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna

O vlivu biologického ošetření osiva na jakost vypěstovaného zrna je k dispozici jen velmi málo informací. Naše výsledky hodnocení vlivu biologického ošetření osiva na obsah N-látek a mokrého lepku v sušině vypěstovaného zrna hodnocených genotypů jarní špaldy a kontrolní odrůdy pšenice seté uvádí tabulka 43, výsledky hodnocení ozimých odrůd pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté jsou uvedeny v tabulce 44.

Z výsledků hodnocení obsahu N-látek v sušině zrna pšenice jarní je zřejmé, že vliv způsobu ošetření na obsah N-látek v sušině zrna byl nevýrazný – u Špaldy bílé jarní statisticky neprůkazný, u *T. spelta* Kew a kontrolní odrůdy pšenice seté Granny byly zaznamenány v některých případech statisticky průkazné rozdíly ve prospěch ošetřených variant. Naproti tomu Duková (2015) zaznamenala v pokusu s ošetřením osiva pšenice seté přípravkem Clonoplus výraznější navýšení obsahu N-látek v sušině zrna (o cca 1 – 2 %) u ošetřené varianty ve srovnání s neošetřenou kontrolou.

Z hodnocení vlivu biologického ošetření osiva na obsah N-látek v sušině zrna v jednotlivých letech je zřejmé, že i v jednotlivých letech byly u hodnocených genotypů zpravidla zaznamenány statisticky neprůkazné rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou. V obou hodnocených ročnících dosáhly sledované genotypy jarní pšenice obdobných

hodnot obsahu N-látek v sušině zrna; nicméně v roce 2016 byl, jak vyplývá ze souhrnného hodnocení průkaznosti rozdílů v obsahu N-látek v sušině zrna mezi ročníky (tabulka 47) obsah N-látek v sušině zrna hodnocených genotypů jarních pšenic mírně vyšší a statisticky průkazně se lišil od průměrného obsahu N-látek v sušině zrna roku 2017. Z výsledků uvedených v tabulce 47 je dále zřejmé, že, i přes minimální rozdíly, se v průměru ošetřené varianty statisticky průkazně lišily v obsahu N-látek v sušině zrna od neošetřené kontroly. Statisticky průkazné rozdíly v obsahu N-látek v sušině zrna byly v průměru zjištěny i mezi hodnocenými genotypy.

Obdobný trend byl zaznamenán i v případě hodnocených odrůd ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté. V průměru obou let i v jednotlivých letech byly rozdíly v obsahu N-látek v sušině zrna mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou v některých případech statisticky průkazné, jindy neprůkazné, ale vždy minimální. Obdobný trend jako u pšenice jarní je zřejmý i u pšenice ozimé ze souhrnného vyhodnocení průkaznosti rozdílů v obsahu N-látek mezi genotypy, ročníky a způsoby ošetření (tabulka 48).

Zajímavé je porovnání obsahu N-látek v sušině zrna mezi hodnocenými jarními a ozimými genotypy. Zatímco oba genotypy jarní špaldy a ozimá odrůda špaldy Rubiota dosáhly obdobných hodnot obsahu N-látek v sušině zrna, u špaldy ozimé Alkor byl obsah N-látek znatelně nižší a blížil se spíše pšenici seté.

Zjištěné výsledky v zásadě potvrzují závěry řady autorů, např. Branlarda et al. (2000), Triboie et al. (2000), Bushuka & Bekese (2002), Zhanga et al. (2005), Bicanové (2009) a dalších, které byly zmíněny již v předchozí kapitole 6.2.2.1 a podle kterých obsah N-látek v sušině zrna závisí jak na genotypu, tak i na půdně-klimatických podmínkách.

Výsledky opět potvrdily, stejně jako v předchozí kapitole 6.2.2.1, že ozimé a zejména jarní genotypy špaldy převýšily v obsahu N-látek v sušině zrna kontrolní odrůdy pšenice seté, v souladu se závěry Konvaliny et al. (2014), Borghi et al. (1996) či Grausgrubera (2004b).

Obsah mokrého lepku v sušině zrna hodnocených genotypů jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté (tabulka 43) a ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté (tabulka 44) korespondoval s obsahem N-látek v sušině zrna, takže rozdíly v obsahu mokrého lepku mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou byly v jednotlivých letech i v průměru obou let v některých případech statisticky průkazné, jindy neprůkazné, ale vždy jen minimální. Z výsledků uvedených v tabulce 48 vyplývá, že byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly v obsahu

mokrého lepku v sušině zrna jak mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou, tak i mezi oběma ročníky a především mezi hodnocenými odrůdami – zde byly rozdíly nejvýraznější.

6.3.3.2 Sedimentační index – Zelenyho test

Výsledky hodnocení vlivu biologického ošetření osiva na Zelenyho test sledovaných genotypů jarní špaldy a kontrolní odrůdy pšenice seté uvádí tabulka 45, výsledky hodnocení ozimých odrůd pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté jsou uvedeny v tabulce 46.

Z výsledků hodnocení Zelenyho testu u sledovaných genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté je zřejmé, že biologické ošetření osiva Zelenyho test vypěstované pšenice prakticky neovlivnilo. Vliv biologického ošetření na hodnoty Zelenyho testu (v porovnání s neošetřenou kontrolou) byl u jarních i ozimých pšenic zpravidla statisticky neprůkazný a i v případě, že se v některých případech projevíly statisticky průkazné rozdíly, byly spíše způsobené přirozeným minimálním kolísáním výsledků při měření a získané nepatrně vyšší hodnoty někdy ani nebyly ve prospěch ošetřených variant (např. u odrůdy špaldy Rubiota či kontrolní odrůdy pšenice seté Scaro v roce 2017).

Minimální vliv způsobů ošetření na Zelenyho test je patrný i ze souhrnných tabulek vyhodnocení průkaznosti rozdílů v Zelenyho testu mezi průměry způsobů ošetření, genotypů a ročníků – v případě ozimých pšenic byly rozdíly mezi průměry ošetřených variant i neošetřené kontroly statisticky neprůkazné, v případě pšenice jarní se pouze varianta ošetřená Polyversem statisticky průkazně lišila od obou zbývajících variant. Mnohem výraznější, statisticky průkazné rozdíly v průměrných hodnotách Zelenyho testu byly zaznamenány mezi hodnocenými jarními i ozimými genotypy; nevýrazné, přesto však statisticky průkazné byly i rozdíly mezi oběma ročníky. Zjištěné výsledky opět potvrzují závěry uvedené v předchozí kapitole 6.2.3.2 o vysokém ovlivnění hodnot Zelenyho testu genotypem a o menším vlivu podmínek prostředí, v souladu se zjištěními Kadara & Moldovana (2003), Šípa et al. (2000), Zhanga et al. (2005), Kvapila (2010) a dalších autorů.

6.3.3.3 Číslo poklesu

Posledním hodnoceným jakostním parametrem bylo číslo poklesu. Výsledky hodnocení vlivu biologického ošetření osiva na číslo poklesu sledovaných genotypů jarní špaldy a kontrolní odrůdy pšenice seté uvádí tabulka 45, výsledky hodnocení ozimých odrůd pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté jsou uvedeny v tabulce 46.

Z výsledků hodnocení čísla poklesu u sledovaných genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté je patrné, že biologické ošetření osiva číslo poklesu zrna vypěstované pšenice nijak neovlivnilo. Stejně jako v případě Zeleného testu byl i u čísla poklesu vliv biologického ošetření u jarních i ozimých pšenic zpravidla statisticky neprůkazný a pokud se objevily statisticky průkazné rozdíly, souvisely spíše s určitým kolísáním výsledků při stanovení a nevykazovaly jednoznačný trend.

Minimální a nejednoznačný vliv způsobů ošetření na číslo poklesu je patrný i ze souhrnných tabulek (tabulka 47 – pšenice jarní; tabulka 48 – pšenice ozimé). Podstatně výraznější a statisticky průkazný byl i vliv odrůdy a statisticky průkazně se projevil i vliv ročníku.

I hodnoty čísla poklesu zjištěné v tomto pokusu tedy potvrdily výsledky zaznamenané v předchozí kapitole 6.2.3.3 o vlivu odrůdy na číslo poklesu, v souladu se závěry Hubíka (1995), Šípa et al. (2000), Lacko-Bartošové & Korczyk-Szabó (2011) či Hanišové & Horčíčky (2002) a Zhanga et al. (2005) o vlivu povětrnostních podmínek v době sklizně a dozrávání zrna.

Tabulka: 43 Vliv způsobu ošetření osiva na obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Obsah N-látek v sušině zrna (%)			Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Špalda bílá jarní	Polyversum	15,12a	15,10a	15,11a	44,30a	44,53a	44,41a
	Clonoplus	15,16a	15,12a	15,14a	44,36a	44,45a	44,40a
	kontrola	15,14a	15,02a	15,08a	44,32a	43,39b	43,86b
HSD _{0,05}		0,12	0,14	0,08	0,20	0,16	0,12
<i>T. spelta</i> Kew	Polyversum	15,70a	15,42a	15,56a	44,95a	44,40b	44,68a
	Clonoplus	15,55b	15,50a	15,53ab	44,90a	44,58a	44,74a
	kontrola	15,53b	15,38a	15,45b	44,87a	44,49ab	44,68a
HSD _{0,05}		0,11	0,13	0,08	0,13	0,14	0,09
Granny	Polyversum	10,86a	10,40b	10,63b	24,20a	23,87a	24,04a
	Clonoplus	10,90a	10,52a	10,71a	24,39a	24,02a	24,21a
	kontrola	10,80a	10,44ab	10,62b	19,15a	23,90a	24,53a
HSD _{0,05}		0,14	0,10	0,08	6,58	0,17	3,01

Tabulka: 44 Vliv způsobu ošetření osiva na obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna odrůd ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Obsah N-látek v sušině zrna (%)			Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Alkor	Polyversum	11,92a	11,86a	11,89a	29,82a	29,44a	29,63a
	Clonoplus	11,86ab	11,72b	11,79b	29,80a	29,35ab	29,55ab
	kontrola	11,80b	11,70b	11,75b	29,70a	29,30b	29,53b
HSD _{0,05}		0,10	0,10	0,07	0,14	0,13	0,09
Rubiota	Polyversum	15,45a	14,95a	15,20a	44,25a	43,22ab	43,74a
	Clonoplus	15,36a	14,98a	15,17ab	44,01b	43,29a	43,65a
	kontrola	15,38a	14,90a	15,14b	44,00b	43,08b	43,54bb
HSD _{0,05}		0,10	0,08	0,06	0,16	0,14	0,10
Scaro	Polyversum	11,35a	11,20a	11,28a	27,25a	26,75a	27,00a
	Clonoplus	11,28a	11,27a	11,28a	26,99b	26,95a	26,96a
	kontrola	11,26a	11,23a	11,24a	27,06b	26,80a	26,93a
HSD _{0,05}		0,10	0,11	0,07	0,12	0,18	0,10

Tabulka: 45 Vliv způsobu na ošetření osiva na Zeleného test a číslo poklesu genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Zeleného test (ml)			Číslo poklesu (s)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Špalda bílá jarní	Polyversum	28,51a	29,53a	29,02a	328a	332a	333a
	Clonoplus	28,35a	29,38a	28,94ab	335a	330a	330a
	kontrola	28,43a	29,44a	28,87b	337a	326a	332a
HSD _{0,05}		0,16	0,21	0,12	12,76	12,69	8,23
<i>T. spelta</i> Kew	Polyversum	37,30a	37,26a	37,28a	280a	259a	270b
	Clonoplus	37,50a	37,22a	37,36a	286a	268a	277a
	kontrola	37,35a	37,14a	37,25a	283a	262a	272ab
HSD _{0,05}		0,2	0,18	0,12	10,79	10,69	6,94
Granny	Polyversum	39,51a	38,55a	39,03a	351a	318a	335a
	Clonoplus	39,45a	38,12b	38,78b	353a	329a	341a
	kontrola	39,33a	38,14b	38,74b	350a	326a	338a
HSD _{0,05}		0,19	0,23	0,14	11,74	11,09	7,38

Tabulka: 46 Vliv způsobu ošetření osiva na Zeleného test a číslo poklesu odrůd ozimé špaldy a kontrolní pšenice seté

Odrůda	Ošetření osiva	Zeleného test (ml)			Číslo poklesu (s)		
		2016	2017	Průměr	2016	2017	Průměr
Alkor	Polyversum	21,88a	21,11a	21,49a	292a	284a	282a
	Clonoplus	21,80a	21,20a	21,48a	288b	270b	282a
	kontrola	21,76a	20,81a	21,31a	280b	275b	281a
HSD _{0,05}		0,16	0,58	0,28	10,79	8,32	6,23
Rubiota	Polyversum	38,84a	37,69b	28,27b	329a	320a	325a
	Clonoplus	38,65b	37,72b	38,19b	332a	325a	329a
	kontrola	38,79a	37,88a	38,34a	336a	316a	326a
HSD _{0,05}		0,10	0,16	0,09	12,03	13,63	8,31
Scaro	Polyversum	48,02a	50,67a	49,35a	287a	252a	276a
	Clonoplus	48,13a	50,48b	49,31a	280a	258b	266b
	kontrola	47,70a	50,65a	49,17a	281a	258b	270b
HSD _{0,05}		0,78	0,14	0,36	13,96	10,81	8,07

Tabulka: 47 Vyhodnocení průkaznosti rozdílů v obsahu N-látek a mokrého lepku v sušině zrna, Zeleného testu a čísla poklesu mezi průměry genotypů jarní pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků

Faktor /parametr		Obsah N-látek v sušině zrna (%)	Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)	Zeleného test (ml)	Číslo poklesu (s)
Průměr genotyp	Špalda bílá jarní	15,11b	44,22a	28,94c	331b
	<i>T. spelta</i> Kew	15,51a	44,70a	37,30b	273c
	Granny	10,65c	23,26b	38,85a	338a
HSD _{0,05}		0,04	0,95	0,07	4,11
Průměr ošetření	Polyversum	13,77a	37,71a	35,11a	311b
	Clonoplus	13,79a	37,78a	35,00b	317b
	kontrola	13,72b	36,69b	34,79b	314ab
HSD _{0,05}		0,04	0,95	0,07	4,11
Průměr ročník	2016	13,86a	37,27a	34,97b	323a
	2017	13,66b	37,51a	35,08a	306b
HSD _{0,05}		0,03	0,64	0,05	2,79

Tabulka: 48 *Vyhodnocení průkaznosti rozdílů v obsahu N-látek a mokrého lepku v sušině zrna, Zeleného testu a čísla poklesu mezi průměry odrůd ozimé pšenice špaldy a kontrolní pšenice seté, způsobů ošetření osiva a ročníků*

Faktor /parametr		Obsah N-látek v sušině zrna (%)	Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)	Zelenýho test (ml)	Číslo poklesu (s)
Průměr genotyp	Alkor	11,81b	29,57b	21,43c	281b
	Rubiota	15,17a	43,64a	38,26b	326a
	Scaro	11,26c	26,96c	49,27a	271c
HSD _{0,05}		0,03	0,05	0,15	4,14
Průměr ošetření	Polyversum	12,79a	33,46a	36,37a	294a
	Clonoplus	12,73b	33,38b	36,32a	292a
	kontrola	12,72b	33,33c	36,27a	292a
HSD _{0,05}		0,03	0,05	0,15	4,14
Průměr ročník	2016	12,85a	33,65a	36,17b	301a
	2017	12,65b	33,13b	36,47a	285b
HSD _{0,05}		0,02	0,04	0,10	2,81

6.3.4 Souhrn a dílčí závěry

Z hodnocení vlivu biologického ošetření na biologické vlastnosti osiva, zjišťované formou laboratorních testů vplynuly následující závěry:

- při hodnocení jednotlivých hodnocených genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté biologické ošetření osiva v naprosté většině případů statisticky průkazně neovlivnilo energii klíčení ani laboratorní klíčivost; při souhrnném hodnocení průkaznosti rozdílů mezi průměry genotypů, způsobů ošetření a ročníků byly v některých případech zaznamenány statisticky průkazné rozdíly ve prospěch ošetřených variant
- při hodnocení jednotlivých hodnocených genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté byl sice zaznamenán trend vyšších hodnot energie vzcházení a laboratorní vzcháživosti u variant ošetřených biologickými přípravky, rozdíly mezi nimi a kontrolními neošetřenými variantami však byly zpravidla statisticky neprůkazné; při souhrnném hodnocení průkaznosti rozdílů mezi průměry genotypů, způsobů ošetření a ročníků byly v některých případech zaznamenány statisticky průkazné rozdíly ve prospěch ošetřených variant

Z hodnocení vlivu biologického ošetření osiva na produkční parametry vypěstovaných porostů vyplynulo:

- u jarních i ozimých genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté dosáhly varianty ošetřené biologickými přípravky vyšší polní vzcházivosti než neošetřené kontroly a statisticky průkazně se od nich lišily; mezi variantami ošetřenými přípravky Polyversum a Clonoplus statisticky průkazné rozdíly zjištěny nebyly
- u jarních genotypů špaldy i kontrolní odrůdy pšenice seté byly zaznamenány v obou letech statisticky průkazné rozdíly v počtu klasů na m² před sklizní mezi ošetřenými variantami a kontrolou; statisticky průkazně se od sebe lišily i ošetřené varianty; u ozimých odrůd špaldy a kontrolní pšenice seté byly statisticky průkazné rozdíly v počtu klasů na m² před sklizní zjištěn pouze v roce 2017
- výraznější odezva hodnocených ozimých i jarních genotypů na ošetření biologickými přípravky ve vztahu k počtu kasů na m² byla v klimaticky příznivějším roce 2017
- některé genotypy reagovaly lépe na přípravek Polyversum, jiné na přípravek Clonoplus
- jak pšenice jarní, tak i pšenice ozimé dosáhly u ošetřených variant vyšší HTS oproti neošetřeným kontrolám; rozdíly v HTS mezi ošetřenými variantami a kontrolami byly sice malé, přesto však zpravidla statisticky průkazné
- výsledky hodnocení výnosu korespondovaly s hodnocením počtu klasů na m² před sklizní, ale i s hodnotami HTS; u všech ošetřených variant hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy i kontrolních odrůd pšenice ošetřených seté byly zaznamenány vyšší výnosy zrna ve srovnání s neošetřenými kontrolami, rozdíly mezi ošetřenými variantami a kontrolou byly zpravidla statisticky průkazné
- výnosová odezva na ošetření byla silnější v klimaticky příznivějším roce 2017
- některé genotypy (Granny, *T. spelta* Kew) reagovaly lépe na ošetření Clonoplusem, ostatní (Špalda bílá jarní, Rubiota, Alkor, Scaro) na ošetření Polyversem

Z hodnocení vlivu biologického ošetření osiva na jakost vypěstovaného zrna vyplynulo:

- vliv biologického ošetření na obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna byl nevýrazný, rozdíly mezi ošetřenými variantami a neošetřenou kontrolou byly

minimální, přesto však v některých případech statisticky průkazné, ve prospěch ošetřených variant

- vliv biologického ošetření osiva na sedimentační index – Zelenyho test a na číslo poklesu byl v naprosté většině případů statisticky neprůkazný

7 Závěry a doporučení pro praxi

Vzhledem k tomu, že souhrn a podrobné dílčí závěry jsou uvedeny za každou jednotlivou experimentální kapitolou této práce, zde přinášíme pouze shrnutí nejvýznamnějších získaných poznatků.

Z hodnocení vlivu selekcí (selekce založená na výběru největších a nejmohutnějších klasů) na vybrané morfologické, biologické, hospodářské a kvalitativní znaky hodnoceného souboru genotypů minoritních druhů pšenice jarní formy (jednozrnka, dvouzrnka, špalda) i kontrolních odrůd pšenice seté vyplynul u všech hodnocených druhů a v naprosté většině případů i genotypů pšenice shodný trend – selektované varianty dosáhly oproti variantám neselektovaným lepších hodnot sledovaných znaků. I přesto nelze podle našeho názoru konstatovat, že zvolená metoda, resp. zvolený postup selekce, založený na výběru největších, nejmohutnějších klasů, byl jednoznačně úspěšný a nelze ho doporučit pro všechny hodnocené minoritní druhy pšenice. Rozdíly v hodnotách sledovaných znaků mezi selektovanými a neselektovanými variantami byly zpravidla velmi malé, a i přesto, že byly v některých případech statisticky průkazné, reálné zhodnocení selektovaného materiálu a úspěšnost selekce z pohledu zemědělské praxe nelze považovat u všech hodnocených minoritních druhů pšenice dle našeho názoru za významné. Platí to zejména pro pšenici jednozrnku, u které se vliv selekcí projevil ze všech hodnocených minoritních druhů pšenice nejméně – vzhledem k vysoké hustotě porostu a drobným, velikostně poměrně vyrovnaným klasům zvolená metoda selekce nepřinášela větší efekt. U pšenice špaldy, která se vyznačovala poměrně výraznými velikostními rozdíly mezi klasy, jsme s použitou metodou selekce dosáhli nejlepších výsledků. Efekt použitého postupu selekce u pšenice dvouzrnky lze označit za celkově nižší ve srovnání se špaldou, ale zdatně vyšší oproti pšenici jednozrnke. Vliv selekce na sledované jakostní znaky (s výjimkou mírného navýšení obsahu N-látek v sušině zrna) byl minimální, a to u všech hodnocených druhů pšenice.

Co se týče doporučení konkrétních genotypů minoritních druhů pšenice pro případné další využití ve šlechtění nebo v praxi (testování na ekologických farmách), výnosově z hodnocených genotypů špaldy nejlépe vyšly *T. spelta* Tabor (3075), *T. spelta* VIR St. Petersburg a blíže neurčený genotyp nazvaný Probio, u něhož se domníváme, že se jedná o polský materiál, který byl v loňském roce v ČR registrován pod názvem Wirtas; nadprůměrného výnosu, zejména v selektované variantě, dosáhla i Špalda bílá jarní.

U pšenice dvouzrnky byly nejvýnosnější genotypy *T. dicoccum* Brno, *T. dicoccum* Tabor a především odrůda Rudico z VÚRV, v.v.i.. U pšenice jednozrnky pak dosáhl nejvyššího výnosu genotyp nazvaný Probio (opět blíže neurčený), dále pak Schwedishes Einkorn a *T. monococcum* No. 8910.

Pokud bychom posuzovali hodnocené genotypy minoritních druhů pšenice po stránce jakosti, výsledky potvrdily již známé informace o vyšším obsahu N-látek v sušině zrna pluchatých druhů pšenice (v porovnání s kontrolní pšenicí setou), vysoké hodnoty čísla poklesu, ale poměrně nízké hodnoty Zelenyho testu. Z hodnoceného souboru určitým způsobem vyčníval genotyp jarní špaldy *T. spelta* Kew, který dosáhl výrazně nadprůměrných hodnot Zelenyho testu; na hraně limitu Zelenyho testu pro pšenici potravinářskou - pekárenskou byl i blíže neurčený genotyp jarní špaldy Probio, který navíc dosáhl i uspokojivého výnosu.

Z hodnocení výskytu vybraných druhů *Fusarium* spp. v zru a pluchách souboru genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky, jarní a ozimé špaldy a pšenice seté pomocí metod PCR vyplynulo, že úroveň napadení *Fusarium* spp. byla u pšenice seté celkově vyšší v porovnání s hodnocenými pluchatými druhy pšenice, ačkoliv rozdíly v úrovni infekce mezi pšenicí setou a pluchatými pšenicemi byly v řadě případů statisticky neprůkazné. Celkově nejnižší úroveň napadení vykazovala ozimá špalda. Dále bylo prokázáno, že pluchy tvoří účinnou ochrannou bariéru pro *Fusarium* spp. a jeho šíření. Tento ochranný efekt byl vyšší u pluchatých druhů pšenice v porovnání s pšenicí setou.

Na základě hodnocení antioxidační aktivity a obsahu vybraných antioxidantů v zru souboru genotypů pšenice jednozrnky, dvouzrnky, špaldy a kontrolní pšenice seté lze konstatovat, že pluchaté druhy pšenice jsou významným zdrojem antioxidantů, což může podpořit zájem o využití těchto pšenic i mezi spotřebiteli. Celkový obsah polyfenolů u hodnocených druhů pšenice byl v pořadí jednozrnka > dvouzrnka > pšenice setá > špalda; celkový obsah fenolických kyselin byl v pořadí jednozrnka > špalda > dvouzrnka > pšenice setá; celkový obsah karotenoidů byl v pořadí jednozrnka > pšenice setá > špalda > dvouzrnka (pšenice setá a špalda dosáhly téměř stejných hodnot); celková antioxidační aktivita byla v pořadí jednozrnka > dvouzrnka > špalda > pšenice setá. Statisticky průkazně vyšší celková antioxidační aktivita a obsah sledovaných antioxidantů byly zaznamenány v roce 2018, který se vyznačoval velkým suchem v období tvorby zrna a dozrávání. Je zřejmé, že stresové faktory, se kterými se

rostliny setkávají, např. stres suchem, sice zpravidla vedou ke snížení výnosu, na druhé straně však mohou stimulovat produkci těchto látek s antioxidačním účinkem.

Z hodnocení vlivu výše výsevků na výnos a strukturu výnosových prvků vyplynulo, že hodnocené genotypy jarní i ozimé pšenice špaldy reagovaly na různou výši výsevků shodným způsobem jako kontrolní odrůdy pšenice seté. Všechny hodnocené genotypy vykázaly vysokou autoregulační schopnost – se zvyšujícím se výsevkiem (100, 200, 300, 400 a 500 klíčivých obilek na m²) se zvyšovala úroveň určitých výnosotvorných prvků a současně se snižovala úroveň výnosotvorných prvků jiných. Výsledky v zásadě potvrdily předchozí tuzemská doporučení týkající se výše výsevků ozimé a jarní pšenice špaldy pro použití v praxi - v závislosti na odrůdě a konkrétních půdně-klimatických podmínkách je možné u jarní a ozimé pšenice špaldy doporučit výsevky na úrovni 300 – 400 klíčivých obilek na m², v případě horších podmínek 450 klíčivých obilek na m². U výsevků 100 a zpravidla i 200 klíčivých obilek na m² vyšší počet zrn v klasu a vyšší hmotnost zrna v klasu nedokázaly vykompenzovat nižší hustotu porostu, resp. nižší počet klasů na m² a zajistit uspokojivý výnos. U nejvyššího výsevků 500 klíčivých obilek na m² bylo zaznamenáno u hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy, ale i kontrolní odrůdy jarní pšenice seté Granny mírné snížení výnosu – podepsala se na něm jednak snížená hmotnost zrna v klasu, daná nižším počtem zrn v klasu, ale i nižší HTS a v některých případech i mírně snížený počet klasů na m², pravděpodobně díky již příliš vysoké meziorostlinné konkurenci a snížené schopnosti udržet produktivní odnože.

Z hodnocení vlivu výše výsevků na základní jakostní ukazatele vyplynulo, že i v této oblasti reagovaly hodnocené genotypy jarní i ozimé pšenice špaldy na různou výši výsevků obdobně jako kontrolní odrůdy pšenice seté: obsah N-látek a mokrého lepku v sušině zrna se zvyšujícím se výsevkiem mírně klesal; vliv výše výsevků na hodnoty Zeleného testu a na číslo poklesu byl zpravidla statisticky neprůkazný.

Na základě hodnocení vlivu biologického ošetření osiva vybraných genotypů jarní a ozimé špaldy a kontrolních odrůd pšenice seté přípravky Polyversum a Clonoplus na produkční ukazatele vypěstovaných porostů a na jakost zrna lze konstatovat, že varianty ošetřené biologickými přípravky dosáhly vyšší polní vzháživosti než neošetřené kontroly a statisticky průkazně se od nich lišily. Výsledky hodnocení výnosu korespondovaly s hodnocením počtu klasů na m² před sklizní, ale i s hodnotami HTS; u všech ošetřených variant hodnocených genotypů jarní i ozimé špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté byly zaznamenány vyšší výnosy

zrna ve srovnání s neošetřenými kontrolami, rozdíly mezi ošetřenými variantami a kontrolou byly zpravidla statisticky průkazné. Výnosová odezva na ošetření byla silnější v klimaticky příznivějším roce 2017, kdy se maximální navýšení výnosu u genotypů jarní špaldy a kontrolní pšenice seté pohybovalo okolo 10 % (oproti neošetřené kontrole). V roce 2016 byla výnosová odezva na ošetření slabší, dosahovala maximálně necelých 7 %. Vyšší výnosová odezva na ošetření v roce 2017 se projevila i u odrůd špaldy ozimé a kontrolní pšenice seté, byla však celkově slabší ve srovnání s jarními pšenicemi a dosáhla maximálně necelých 5 % (oproti neošetřené kontrole). V roce 2016 se maximálně přírůstek výnosu ošetřených variant pohyboval na úrovni 2,5 %. Některé hodnocené genotypy (Granny, *T. spelta* Kew) reagovaly lépe na ošetření Clonoplusem, ostatní (Špalda bílá jarní, Rubiota, Alkor, Scaro) na ošetření Polyversem. Vliv biologického ošetření osiva na jakost vypěstovaného zrna byl nevýrazný a zpravidla statisticky neprůkazný.

Celkově lze předpokládat, že výnosová odezva na ošetření osiva pluchatých pšenic i pšenice seté biologickými přípravky na bázi hub, jako je např. Polyversum či Clonoplus, bude výraznější v klimaticky příznivějších ročnících s dostatkem srážek v průběhu vegetace či v oblastech a polohách, kde lze očekávat vyšší úhrny srážek. Při nedostatku vláhy, za příliš suchých podmínek lze očekávat minimální nebo téměř žádný efekt, jelikož nemůže dojít k rozvoji mycelia ze spor nebo sporangií obsažených v přípravku.

8 Vyjádření k hypotézám

- 1) využitím selekce založené na výběru největších, nejmohutnějších klasů u minoritních druhů pšenice se podaří získat materiály s vyšší užitnou hodnotou (produkční parametry, kvalita), připravené k testování na ekologických farmách

Hypotéza potvrzena u pšenice špaldy a dvouzrnky: zvoleným postupem selekce se podařilo zhodnotit sledované genotypy jarní špaldy a dvouzrnky;

Hypotéza nepotvrzena u pšenice jednozrnky: v případě pšenice jednozrnky zvolená metoda selekce nepřinesla znatelný efekt

- 2) optimalizace výše výsevku umožní lepší využití výnosového potenciálu ozimé a jarní pšenice špaldy vzhledem ke struktuře výnosotvorných prvků, dosažení uspokojivého výnosu a kvality produkce

Hypotéza potvrzena: výsevky na úrovni 300 – 400 klíčivých obilek na m² dokázaly zajistit u hodnocených genotypů jarní i ozimé pšenice špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté optimální strukturu výnosotvorných prvků, vedoucí k dosažení uspokojivého výnosu i kvality zrna. Na použití nižších výsevků, ale i vyššího výsevku reagovaly hodnocené genotypy snížením výnosu a v některých případech i jakosti produkce

- 3) využitím biologických přípravků, aplikovaných jako biomořidla na osivo, dojde k podpoře růstu porostu ozimé a jarní pšenice špaldy a následně i navýšení výnosu

Hypotéza potvrzena: ošetření osiva vybraných genotypů jarní a ozimé špaldy i kontrolních odrůd pšenice seté biologickými přípravky Polyversum a Clonoplus vedlo k navýšení hodnot výnosotvorných prvků i výsledného výnosu; větší výnosová odezva byla zaznamenána v klimaticky příznivějším roce 2017

- 4) hodnocené minoritní druhy pšenice budou schopné si v podmínkách ekologického zemědělství zachovat specifický charakter jakosti, zejména vysoký obsah bílkovin v zrna a ve srovnání s pšenicí setou vyšší antioxidační potenciál

Hypotéza potvrzena: hodnocené minoritní druhy v ekologickém systému pěstování převýšily kontrolní odrůdy pšenice seté v obsahu N-látek i mokrého lepku v sušině zrna a současně prokázaly, že jsou významným zdrojem sledovaných antioxidantů (karotenoidů,

polyfenolů, fenolických kyselin).

9 Seznam použité literatury

9.1 Literární zdroje

- Abdel-Aal ESM, Hucl P. 2005. Spelt: a speciality wheat for emerging food uses. Pages 109–142 in Abdel Aal ESM, Wood P, editors. Speciality grains for food and feed. American Association of Cereal Chemists Inc, Minnesota.
- Abdel-Aal ESM, Rabalski I. 2008. Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. *The Open Agriculture Journal* 2: 7–14.
- Abdel-Aal ESM, Young JC, Rabalski I, Hucl P, Fregeau-Reid J. 2007. Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 787-794.
- Adom K, Sorrels M, Liu R. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2297-2306.
- Andruszczak S. 2018. Spelt wheat grain yield and nutritional value response to sowing rate and nitrogen fertilization. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 28: 1476-1484.
- Arduini I, Masoni A, Ercoli L, Mariotti M. 2006. Grain yield, dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy* 25: 309-318.
- Arzani A, Ashraf M. 2017. Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp): A Potential Source of Health-Beneficial Food Products. *Food Science and Food Safety* 16: 477-488.
- Asztonyi MN, Farkas TM, Berki M, Petróczi IM, Daood HG. 2011. Content of phenols in wheat as affected by varietal and agricultural factors. *Journal of Food Composition and Analysis* 24: 785-789.
- Bálint AF, Kovács G, Erdei L, Sutka J. 2001. Variability of mineral element concentrations in whole grain of *Triticum* L. and *Aegilops* L. species. Pages 153 – 154 in Swiecicki W, Naganowska B, Wolko B, editors. Broad variation and precise characterization – Limitation for the future. Institute of Plant Genetics Polish Academy of Sciences. Poznan Poland.

- Bam RK, Kumaga FK, Ori K, Asiedu EA. 2006. Germination, vigour and dehydrogenase activity of naturally aged rice (*Oryza sativa* L.) seeds soaked in potassium and phosphorus. *Asian Journal of Plant Sciences* **5**: 948-955.
- Bareš I, Dotlačil L. 1990. Brief survey of wheat cultivars released in Czechoslovakia in the years 1921– 1990. *Rostlinná výroba* **36**: 1003–1006.
- Bavec M, Bavec F, Varga B, Kovacevic V. 2002. Relationships among yield, it's quality and yield components, in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars affected by seeding rates. *Bodenkultur* **53**: 143-151.
- Belay G, Tesemma T, Bechere E, Mitiku D. 1995. Natural and human selection for purple-grain tetraploid wheats in the Ethiopian highlands. *Genetic Resources and Crop Evolution* **42**: 387–391.
- Benhamou N, Picard K. 1999. La résistance induite: une nouvelle stratégie de défense des plantes contre les agents pathogènes. *Phytoprotection* **80**: 137-168.
- Benhamou N, Le Floch G, Vallance J, Gerbore J, Grizard D, Rey P. 2012. *Pythium oligandrum*: an example of opportunistic success. *Microbiology* **158**: 2679-2694.
- Benincasa P, Galieni A, Manetta AC, Pace R, Guiducci M, Pisante M, Stagnari F. 2015. Phenolic compounds in grains, sprouts and wheatgrass of hulled and nonhulled wheat species. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **95**: 1795-1803.
- Beres BL, McKenzie RH, Càrcamo HA, Dossdall LM, Evenden ML, Yang RC, Spaner DM. 2012. Influence of seeding rate, nitrogen management, and micronutrient blend applications on pith expression in solid-stemmed spring wheat. *Crop Science* **52**: 1316-1329.
- Bergmann M. 2000. Ertragsstruktur der Kulturpflanzen. Pages 337-356 in Entrup LN, Oehmichen J, editors. *Lehrbuch des Pflanzenbaues Band 1: Grundlagen*. Verlag. Th Mann, Gelsenkirchen.
- Bicanová E. 2009. Vztah struktury porostu ozimé pšenice v ekologickém způsobu pěstování k produkčním procesům porostu a ke kvalitě zrna [Ph.D. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Biswas P, Kamal AMA, Rahman MM, Samanta SC, 1999. Effect of seed rate, split application of nitrogen and time of irrigation on growth, yield and protein content of wheat. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* **34**: 312–14.

- Bláha L, Hnilička F. 2006. Růst významu vlastností kořenů v měnících se klimatických podmínkách střední Evropy. Pages 13-20 in Bláha L, editor. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2007. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Bláha L, Stehno Z, Konvalina P, Capouchová I, Janovská D, Káš M. 2013. Testování vlivu biopreparátů na jarní pšenici. Úroda **8**: 21–23.
- Bojňanská T, Frančáková H. 2002. The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. Rostlinná výroba **48**: 141–147.
- Bonafaccia G, Galli V, Francisci R, Mair V, Skranja V, Kreft I. 2000. Characteristics of spelt products and nutritional value of spelt wheat-based bread. Food Chemistry **68**: 437-444.
- Borghi B, Castagna R, Corbellini M, Heum M, Salamini F. 1996. Breadmaking quality of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *Monococcum*). Cereal Chemistry **73**: 208–214.
- Brandolini A, Castoldi P, Plizzari L, Hidalgo A. 2013. Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-years evaluation. Journal of Cereal Science **58**: 123–131.
- Brandolini A, Hidalgo A, Moscaritolo S. 2008. Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. Journal of Cereal Science **47**: 599–609.
- Brandolini A, Hidalgo A. 2011. Einkorn (*Triticum monococcum*) Flour and Bred. Pages 79-88 in Preedy VR, Watson RR, Patel VB editors. Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention Elsevier. Academic Press Imprint, Amsterdam.
- Brandolini A, Castoldi P, Plizzari L, Hidalgo A. 2013. Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-years evaluation. Journal of Cereal Science **58**: 123–131.
- Branlard G, Rousset M, Loisel W, Autran JC. 1991. Comparison of 46 technological parameters used in breeding for bread wheat quality evaluation. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding **45**: 263-280.
- Branlard G, Dardevet M, Saccomano R, Lagoutte F, Gourdon J. 2000. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. Pages 157-169 in Bedö Z, Láng L,

editors. Wheat in Global Environment Proceedings of the 6th International Wheat Conference. Budapest, Hungary.

- Březinová-Belcredi N, Ehrenbergerová J, Fiedlerová V, Běláková S, Vaculová K. 2010. Antioxidant vitamins in barley green biomass. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**: 11755–11761.
- Bushuk W, Bekes F. 2002. Contribution of protein to flour quality. Pages 14-19. Proceedings of the ICC Conference „Novel Row Materials, Technologies and Products – new Challenge for the Quality Control“. Budapešť.
- Callan NV, Mantre DE, Miller JB. 1990. Bio-priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* preemergence damping-off in sh2 sweet corn. *The American Phytopathological Society* **5**: 368 - 372
- Capouchová I, Petr J, Škeřík J. 1998. Zvláštnosti tvorby výnosu hybridních odrůd žita. *Rostlinná výroba* **44**: 31-38.
- Carlson PS. 1980. *The Biology of Crop Productivity*. Academia press, New York.
- Carr PM, Horsley RD, Poland. WW. 2003. Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars: *Crop Science* **43**: 210-218.
- Castagna R, Minoia C, Porfiri O, Rocchetti G. 1996. Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats (*Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* Schubler and *T. spelta* L.) evaluated in contrasting agronomic environments. *Journal of Agronomy and Crop Science* **176**: 173-181.
- Castoria XX, Lima G, Ferracane R, Ritieni A. 2005. Occurrence of mycotoxin in farro samples from south Italy. *Journal of Food Protection* **68**: 416-420.
- Cirillo T, Ritieni A, Visone M, Cocchieri RA. 2003. Evaluation of conventional and organic Italian foodstuffs for deoxynivalenol and fumonisins B-1 and B-2. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**: 8128–8131.
- Codianni P, Paoletta G, Castagna R, Li Destri Nicosia O, Di Fonzo N. 1993. Agronomical performance of farro in southern Italy environments. *L'Informatore Agrario* **38**: 45-48.
- Codianni P, Ronga G, Di Fonzo N, Troccoli A. 1996. Performance of selected strains of “farro” (*Triticum monococcum* L., *Triticum dicoccum* Schübler, *Triticum spelta* L.) and durum wheat (*Triticum durum* Desf. Cv. *Trinakria*) in the difficult flat environment of southern Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science* **176**: 15–21.

- Cubadda R, Marconi E. 1996. Technological and nutritional aspects in emmer and spelt. Pages 203 - 211 in Padulosi S, Hammer K, Heller J, editors. Hulled Wheats. International Plant Genetic Resources Institutes. Rome Italy.
- Czerwinski J, et al (2004). Oat (*Avena sativa* L.) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol-containing diets. *Journal of Nutritional Biochemistry* **15**: 622–629.
- ČSN 46 1100-2- Pšenice potravinářská.
- ČSN 46 0610 - Osivo a sadba. Zkoušení osiva.
- ČSN 56 0512-7 - Metoda zkoušení mlýnských výrobků. Část 7: Stanovení vody.
- ČSN ISO 1871 - Zemědělské a potravinářské výrobky. Obecné pokyny pro stanovení dusíku metodou podle Kjeldahla.
- ČSN ISO 3093 - Obiloviny. Stanovení čísla poklesu.
- ČSN ISO 5529 - Pšenice - Stanovení sedimentačního indexu - Zelenýho test.
- ČSN ISO 5531- Pšeničná mouka. Stanovení mokrého lepku.
- D'Egidio M G, Nardi S, Vallega V. 1993. Grain, flour, and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal Chemistry* **70**: 298-303.
- Dawson JC, Murphy KM, Jones SS. 2008. Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. *Euphytica* **160**: 143–154.
- Dawson JC, Rivière P, Berthelot J, Mercier F, de Kochko P. 2011. Collaborative plant breeding for organic agricultural systems in developed countries *Sustainability*. **3**: 1206–1223.
- Debach P. 1974. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, England.
- Desclaux D. 2005. Participatory Plant Breeding Methods for Organic Cereals. Pages 17 - 23 in Lammerts Van Bueren ET, Ostergard H, editors. *Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the Use of Molecular Markers*. Institut National de la Recherche Agronomique. France.
- Desclaux D, et al. 2006. From durum wheat producers to pasta consumers : Role in a participatory plant breeding. Pages 97–101 in Desclaux D, Hedont M, editors.

Proceedings of ECO-PB Workshop: “Participatory plant breeding: relevance for organic agriculture? European Consortium for Organic Plant Breeding. France.

- Digesú AM, Platani C, Cattivelli L, Mangini G, Blanco A. 2009. Genetic variability in yellow pigment components in cultivated and wild tetraploid wheats. *Journal of Cereal Science* **50**: 210 – 218.
- Dorval I, Vanasse A, Pageau D, Dion Y. 2015. Seeding rate and cultivar effects on yield, yield components and grain quality of spring spelt in eastern Canada. *Canadian Journal of Plant Sciences* **95**: 841–849.
- Dotlačil L, Hermuth J, Stehno Z, Manev M. 2000. Diversity in European winter wheat landraces and obsolete cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* **36**: 29-36.
- Dotlačil L. 2003. Úvod. Pages 4 - 5 in Holubec V, editor. *Mapování konzervace a monitorování genofondu mizejících krajových forem kulturních rostlin a jejich planých příbuzných druhů*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha-Ruzyně.
- Dotlačil L, Faberová I, Stehno Z. 2008. Plant genetic resources in the Czech Republic. *Czech Czech Journal of Genetic and Plant Breeding* **44**: 129-139.
- Dotlačil L, Hermuth J, Stehno Z, Dvořáček V, Bradová J, Leišová L. 2010. How can wheat landraces contribute to present breeding? *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* **46**: 70-74.
- Dotlačil L, Holubec V, Papoušková L. 2013. Genetické zdroje rostlin v ČR – historie a současnost. Pages 10 – 19 in Papoušková L, editor. *Genetické zdroje rostlin v ČR po 20 letech existence Národního programu*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha-Ruzyně.
- Duková K. 2015. Posouzení účinnosti biologického ošetření osiva ozimé pšenice. [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Dumalasová V. 2016. Sněti na pšenici – aktuální stav a možnosti ochrany v různých systémech pěstování. *Úroda* **64**: 10–12.
- Dvořáček V, Moudrý J. 2001. Studies on protein fractions of selt (*Triticum spelta* L.) and common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientia Agriculturae Bohemica* **32**: 287-307.
- Egli DB. 1998. *Seed biology and the yield of grain crops*. CAB international, Wallingford.
- Ehrenbergerová J, Belcredi-Březinová N, Kopáček J, Melišová L, Hrstková P, Macuchová S, Vaculová K, Paulíčková I. 2009. Antioxidant enzymes in barley green biomass. *Plant Foods for Human Nutrition* **64**: 122–128.

- Ehsanzadeh P. 1998. Agronomic and growth characteristics of spring spelt compared to common wheat [Ph.D. Thesis]. University of Saskatchewan Saskatoon, Kanada.
- Eliášová M, Paznocht L. 2017. Total phenolic content and antioxidant activity of tritordeum wheat and barley. *Agronomy Research* **15**: 1287-1294.
- Ellmer F, Steffin U, Mittler S, Erekul O, Barthelmes G. 1999. Weizen aus der Streusandbüchse. *NeueLandwirtschaft* **6**: 53-56.
- Esau K. 1965. The flower. Pages 572-573. *Plant Anatomy*. Willey J and Sons, New York.
- FAO. 2000. Food Safety and Quality as Affected by Organic Farming. Report of the 22nd regional conference for Europe. Food and Agriculture Organization, Portugal.
- Faltusová Z, Chrpová J, Salačová L, Džuman Z, Pavel J, Zachariášová M, Hajšlová J, Ovesná J. 2015. Effect of *Fusarium culmorum* Tri Gene Transcription on deoxynivalenol and D3G levels in two different barley cultivars. *Journal of Phytopathology* **163**: 593-603.
- Fogarasi AL, Kun S, Tankó G, Stefanovits-Bányai E, Hegyesné-Vecseri B. 2015. A comparative assessment of antioxidant properties, total phenolic content of einkorn, wheat, barley and their malts. *Food Chemistry* **167**: 1-6.
- Frégeau-Reid J, Abdel-Aal, ESM. 2005. Einkorn: A potential functional wheat and genetic resource. Pages 37 - 62 in Abdel Aal ESM, Wood P, editors. *Speciality grains for food and feed*. American Association of Cereal Chemists, Minnesota.
- Friberg H, Edel-Hermann V, Faivre C, Gautheron N, Fayolle L, Faloya V, Montfort F, Steinberg C. 2009. Cause and duration of mustard incorporation effects on soil-borne plant pathogenic fungi. *Soil Biology & Biochemistr* **41**: 2075-2084
- Gabrovská D et al. 2003. Nutriční kvalita minoritních obilovin a pseudoobilovin. *Genetické zdroje* **88**: 19-23
- Gasztonyi MN, Farkas RT, Berki M, Petróczi IM, Daood HG. 2011. Content of phenols in wheat as affected by varietal and agricultural factors. *Journal of Food Composition and Analysis* **24**: 785-789.
- Geleta B, Atak M, Baenzinger PS, Nelson LA, Baltenesperger DD, Eskridge KM, Shipman MJ, Shelton DR. 2002. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Science*, **42**: 827-832
- Gerbore J, Benhamou N, Vallance J, Le Floch G, Grizard D, Regnault-Roger C, Rey P. 2014. Biological control of plant pathogens: advantages and limitations seen through the

case study of *Pythium oligandrum*. Environmental Science and Pollution Research **21**: 4847–4860.

- Giambanelli E, Ferioli F, Kocaoglu B, Jorjadze M, Alexieva I, Darbinyan N, Antuono F. 2013. A comparative study of bioactive compounds in primitive wheat populations from Italy, Turkey, Georgia, Bulgaria and Armenia. Journal of the Science of Food and Agriculture **93**: 3490-3501
- Gilsinger J, Kong L, Shen X, Ohm H. 2005. DNA markers associated with low *Fusarium* Head Blight incidence and narrow flower opening in wheat. Theoretical and Applied Genetics **110**: 1218-1225.
- Gooding MJ, Pinyosinwat A, Ellis RH. 2002. Responses of wheat grain yield and quality to seed rate. Journal of Agricultural Science **138**: 317-331.
- Goral T, Ochodzki P, Mazurek A, Bulinska-Radomska Z. 2008. Resistance of species from genus *Triticum* to *Fusarium* head blight and accumulation of *Fusarium* metabolites in grain. Cereal Research Communications **36**: 95-97.
- Grafius JE. 1972. Competition for environmental resources by component characters. Crop Science **12**: 364–378.
- Graman J, Čurn V. 1998. Šlechtění rostlin (obecná část). JČU Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Grausgruber H, Sailer C, Ghambashidze G, Boylos L, Ruckenbauer P. 2004a. Genetic variation in agronomic and qualitative traits of ancient wheat. Pages 19-22 in Vollmann J, Grausgruber H, Ruckenbauer P, editors. Genetic variation for plant breeding Proceedings of the 17th EUCARPIA. University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna Austria.
- Grausgruber H, Scheiblaue J, Schönlechner R, Ruckenbauer P, Berghofer E. 2004b. Variability in chemical composition and biologically active constituents of cereals. Pages 23 – 26 in Vollmann J, Grausgruber H, Ruckenbauer P, editors. Genetic variation for plant breeding Proceedings of the 17th EUCARPIA. University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria.
- Grela RE, 1996. Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture **71**: 399–404.

- Gyawali S, Sthapit BR, Bhandari B, Shrestha P, Joshi BK, Mudwori A, Bajracharya, Shrestha PK. 2006. Participatory Plant Breeding: A strategy of on-farm conservation and improvement of landraces. Pages 164-173 in Sthapit BR, Gauchan D, editors. Proceedings of a national symposium. Nepal On-farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal, Kathmandu.
- Halewood M, Deupmann P, Sthapit BR, Vernoooy R, Ceccarelli S. 2007. Participatory plant breeding to promote farmers' rights. *Bioversity International* **10**: 1-7.
- Hanišová A, Horčíčka P. 2002. Šlechtění pšenice na jakost pro různé směry využití. Pages 15-25. Seminář „Nové poznatky z genetiky šlachtenis polnohospodářských rostlín – šlachtenie obilnín na kvalitu Výzkumný ústav rostlinné výroby, Piešťany.
- Harman GE, Howell CR, Vitarbo A, Chet I, Lorito M. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology* **2** :43-56.
- Harman GE. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* **96**: 190-194.
- Heimler D, Vignolini P, Isolani L, Arfaioli P, Ghiselli L, Romani A. 2010. Polyphenol content of modern and old varieties of *Triticum aestivum* L. and *Triticum durum* Desf. grains in two years of production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**: 7329-7334.
- Hein W. 1997. Dinkelanbau in inneralpinen Lagen. *Festschrift 50 Jahre Gumpenstein* **1**: 163-172.
- Heisey P, Smale M, Byerlee D, Souza E. 1997. Wheat rusts and the costs of genetic diversity in the Punjab of Pakistan. *American Journal of Agricultural Economics* **79**: 726-737.
- Hejtmánková K, Lachman J, Hejtmánková A, Pivec V, Janovská D. 2010. Tocols of selected spring wheat (*Triticum aestivum* L.), einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) and wild emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrank]) varieties. *Food Chemistry* **123**: 1267–1274.
- Herrera-Foessel SA, Singh RP, Huerta-Espino J, Yuen J, Djurle A. 2005. New genes for leaf rust resistance in CIMMYT durum wheats. *Plant Disease* **89**: 809–814.

- Hidalgo A, Brandolini A, Pompei C, Piscozzi R. 2006. Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*). *Journal of Cereal Science* **44**: 182-193.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2008. Protein, ash, lutein and tocopherol distributions in einkorn (*Triticum monococcum* subsp. *monococcum*) seed fractions. *Food Chemistry* **107**: 444-448.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2014. Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) *Journal of the Science of Food and Agriculture* **94**: 601–612.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2017. Nitrogen fertilisation effects on technological parameters and carotenoid, tocopherol and phenolic acid content of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): A two-year evaluation. *Journal of Cereal Science* **73**: 18–24.
- Holubec V. 2001. Mizející krajové formy tradičních plodin v ČR/Československu. Pages 98 – 100. Sborník referátů a posterů z odborné konference „Pěstování a využití některých 162 opomíjených a netradičních plodin v ČR“. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně.
- Holubec V, Papoušková L, Faberová I, Zedek V, Dotlačil L. 2015. Rámcová Metodika Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.
- Hope R, Aldred D, Magan N. 2005. Comparison of environmental profiles for growth and deoxynivalenol production by *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* on wheat grain. *Applied Microbiology* **40**: 295-300.
- Horner NR, Grenville, Briggs LJ, van West P. 2012. The oomycete *Pythium oligandrum* expresses putative effectors during mycoparasitism of *Phytophthora infestans* and is amenable to transformation. *Fungal Biology* **116**: 24-41.
- Hosnedl V, Honsová H. 2007. Kvalita osiva pšenice v ekologickém zemědělství. Pages 64-66. In Sborník z konference „Ekologické zemědělství 2007“. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Hubík K. 1995. Vliv hnojení a roníku na jakost potravinářské pšenice. *Rostlinná výroba* **41**: 521-527.
- Hůla J, et al. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, s.r.o., Praha.

- Humphries S, Rosas J C, Gomez M, Jimenez J, Sierra F. 2015. Synergies at the interface of farmer-scientist partnerships: Agricultural innovation through participatory research and plant breeding in Honduras. *Agric & Food Security* **4**: 27.
- Hussain A, Larsson H, Kuktaite R, Olsson ME, Johansson E. 2015. Carotenoid content in organically produced wheat: Relevance for human nutritional health on consumption. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **12**: 14068-14083.
- Hýsek J, Vach M, Javůrek M. 2008. Biologická ochrana proti houbovým fytopatogenům. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha- Ruzyně.
- Hýsek J, Vach M, Žabka M, Vavera R. 2012. Biologická kontrola houbových chorob ozimé pšenice. Pages 21-24 in Věchet L, editor. Biologická kontrola chorob rostlin. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.
- Champeil A, Doré T, Fourbet JF. 2004. *Fusarium* head blight: Epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Science* **166**: 1389–1415.
- Chloupek O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia, Praha.
- Chrková J, Šíp V, Sýkorová S, Matějová E. 2004. Beitrag zur Problematik der Ährenfusariosen bei Getreide. *Journal of Applied Botany and Food Quality* **78**: 153-156.
- Chrková J, Šíp V, Sýkorová S, Sychrová E. 2007. Možnosti snížení rizika napadení obilnin klasovými fuzariózami. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.
- Chrková J, Šíp V, Štočková L, Stehno Z, Capouchová I. 2013. Evaluation of resistance to *Fusarium* head blight in spring wheat genotypes belonging to various *Triticum* species. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* **49**: 149-156
- Jakubciner MM, Dorofeev VF. 1969. Mirovie resursy pshenicy na sluzhbe sovetrskej selekcii. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii **41**: 40-51.
- Janovská D, Capouchová I. 2014. Možnosti moření obilnin s využitím biologických přípravků. *Úroda* **11**: 18-19.
- Janovská D, Hermuth J, Dotlačil L. 2017. Využití genetických zdrojů rostlin – případ pšenice. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha- Ruzyně.

- Janovská D, Capouchová I, Konvalina P. 2018a. Využití metody "participatory breeding" ve šlechtění pšenice v ekologickém zemědělství. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně.
- Janovská D, Capouchová I, Konvalina P. 2018b. Participační šlechtění v ekozemědělství. *Zemědělec* **20**: 37.
- Jantsch P, Trautz D. 2003. Einkorn (*Triticum monococcum*) und Emmer (*Triticum dicoccum*) im Ökologischen Landbau: Zweijährige Forschungsergebnisse zu Anbau und Qualität. Pages 41 - 44 in Freyer B, editor. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau – Ökologischer Landbau der Zukunft. Universität für Bodenkultur Wien, Austria.
- Jensen B, Knudsen IMB, Jensen DF. 2000. Biological seed treatment of cereals with fresh and long-term stored formulations of *Clonostachys rosea*: biocontrol efficacy against *Fusarium culmorum*. *European Journal of Plant Pathology* **106**: 233-242.
- Jestoi M, Somma MC, Kouva M, Veijalainen P, Rizzo A, Ritieni A, Peltonen K. 2004. Levels of mycotoxins and sample cytotoxicity of selected organic and conventional grain-based products purchased from Finnish and Italian markets. *Molecular Nutrition and Food Research* **48**: 299–307.
- Jirsa O, Polišínská I, Matušinský P. 2009. Monitoring askospor *Gibberella zeae* v porostu ozimé pšenice. *Obilnářské listy* 4: 95-98.
- Johnston AM, Stevenson FC. 2001. Wheat seeding rate for spread and distinct row seed placements with air seeders. *Canadian Journal of Plant Science* **81**: 885-890.
- Jones KA, Burges HD. 1998. Technology of Formulation and Application. Pages 7 - 30 in Burges HD, editors. *Formulation of microbial pesticides - beneficial microorganisms, nematodes and seed treatments*. Kluwer Academic, Dordrecht.
- Jordensen JR, Olsen CCH. 1997. Yield and quality assessment of spelt (*Triticum spelta* L.) compared with winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Denmark. Pages 33-41 in Ortiz R, Stolen O editors. *Spelt and Quinoa*. Centre for Plant Breeding and Reproduction Research, Netherlands.
- Kadar R, Moldovan V. 2003. Achievement by breeding of winter wheat varieties with improved bread-making quality. *Cereal Research Communications* **31**: 89-95

- Kang Z, Buchenauer H. 2002. Studies on the infection process of *Fusarium culmorum* in wheat spikes: Degradation of host cell wall components and localization of trichothecene toxins in infected tissue. *European Journal of Plant Pathology* **108**: 653-660.
- Karlsson I, Friberg H, Kolseth AK, Steinberg Ch, Persson P. 2017. Agricultural factors affecting *Fusarium* communities in wheat kernels. *International Journal of Food Microbiology* **252**: 53-60.
- Keller L, Schmid JE, Keller ER 1991. Are cereal landraces a source for breeding? *Landwirtsch Schweiz* **4**: 197–202.
- Keller MD, Bergstrom GC, Shields EJ. 2014. The aerobiology of *Fusarium graminearum*. *Aerobiologia* **30**: 123–136.
- Kerienė I, Mankevičienė A, Bliznikas S, Jablonskytė-Raščė D, Maikštėnienė S, Česnulevičienė R. 2015. Biologically active phenolic compounds in buckwheat, oats and winter spelt wheat. *Zemdirbyste-Agriculture* **102**: 289-296.
- Khanzada KA, Rajput AM, Shah GS, Lodhi AM, Mehboob F. 2002. Effect of seed dressing fungicides for the control of seedborne mycoflora of wheat. *Asian Journal of Plant Sciences* **1**: 441-444.
- Klaban V. 2011. *Ekologie mikroorganismů Ilustrovaný lexikon biologie, ekologie a patogenity mikroorganismů*. Galén, Praha.
- Knudsen IMB, Hockenhull J, Jensen DF. 1995. Biocontrol of seedling diseases of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana*: effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. *Plant Pathology* **44**: 467-477.
- Konvalina P, Moudrý J, Kalinová J, Capouchová I, Stehno Z. 2008. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita - Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Konvalina P. 2009. Vhodnost jarních pšeníc *Triticum dicoccum* (SCHRANK) SCHUEBL a *Triticum aestivum* L. pro low input a ekologické systémy hospodaření. [Ph.D. Thesis]. Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Moudrý J. 2010. Morphological and biological characteristics of the landraces of the spring soft wheat grown in the organic farming systém. *Journal of Central European Agriculture* **11**: 235-244.

- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Moudrý J Jr, Moudrý J. 2011. *Fusarium* identification by PCR and DON content in grains of ancient wheat. *Journal of Food Agriculture and Environment* **9**: 321-325.
- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Káš M, Janovská D, Škeříková A, Moudrý J. 2012a. Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.*
- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Káš M, Janovská D, Škeříková A, Moudrý J. 2012b. Pěstování a využití pšenice dvouzrnky v ekologickém zemědělství. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.*
- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Káš M, Janovská D, Škeříková A, Moudrý J. 2012c. Pěstování a využití pšenice jednozrnky v ekologickém zemědělství. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.*
- Konvalina P, Stehno Z, Capouchová I. 2012d. Výběr a hodnocení genotypů jarních forem dosud málo využívaných druhů pšenice, vhodných pro udržitelné systémy hospodaření. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.*
- Konvalina P, Capouchová I, Janovská D. 2014. Pluchaté pšenice - Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.), Pšenice dvouzrnka [*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.] a Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). Pages 51-92 in Konvalina P, editor. *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita, České Budějovice.*
- Konvalina P, Štěřba Z, Vlášek O, Moudrý J Jr., Capouchová I, Stehno Z. 2016. *Fusarium spp.* occurrence in grains of ancient wheat species. *Romanian Agricultural research* **33**: 307-311.
- Kotorová D. 2001. Produkčný proces pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.) na východoslovenskej nížině. *Oblasťný výzkumný ústav agroekologie, Michalovce.*
- Kuzdralinski A, Solarska E, Mazurkiewicz J. 2013. Mycotoxin content of organic and conventional oats from southeastern Poland. *Food Control* **33**: 68–72.
- Kuzdraliński A, Nowak M, Szczerba H, Dudziak K, Muszyńska M, Leśniowska-Nowak J. 2017. The composition of *Fusarium* species in wheat husks and grains in south-eastern Poland. *Journal of Integrative Agriculture* **16**: 1530-1536
- Kvapil, R. 2010. Optimalizace tvorby výnosu a jakosti hybridních odrůd pšenice [Ph.D. Thesis]. *Česká zemědělská univerzita, Praha.*

- Lacko-Bartošová M, Rédlová M. 2007. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. Pages 79-81. Proceeding Of Conference „Organic Farming 2007“. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Lacko-Bartošová M, Korczyk-Szabó J, Ražný R. 2010. *Triticum spelta* – a speciality grain for ecological farming systems. Research Journal of Agricultural Science **42**: 143-147.
- Lacko-Bartošová M. 2010. Nutritional quality and antioxidant capacity of *Triticum spelta* varieties. Journal of ecology and health **14**: 290-294.
- Lacko-Bartošová M, Korczyk-Szabó J. 2011. Indirect baking quality and rheological properties of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). Research Journal of Agricultural Science **43**: 73.
- Lachman J, Miholová D, Pivec V, Jirů K, Janovská D. 2011. Content of phenolic antioxidants and selenium in grain of einkorn (*Triticum monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum*) and spring wheat (*Triticum aestivum*) varieties. Plant, Soil and Environment **57**: 235–243.
- Lachman J, Musilová J, Kotíková Z, Hejtmánková K, Orsák M, Příbyl J. 2012a. Spring, einkorn and emmer wheat species – potential rich sources of free ferulic acid and other phenolic compounds. Plant, Soil and Environment **58**: 347–353.
- Lachman J, Orsák M, Pivec V, Jirů K. 2012b. Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum mono-coccum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schränk]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. Plant soil and Environment **58**: 15–21.
- Lachman J, Hejtmánková K, Kotíková Z. 2013. Tocols and carotenoids of einkorn, emmer and spring varieties: selection for breeding and production. Journal of Cereal Science **57**: 207-214.
- Lammerts van Bueren ET. 2002. Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. [Ph.D. Thesis]. Wageningen University, Netherlands.
- Lammerts van Bueren ET, Struik PC, Tiemens-Hulscher M, Jacobsen E. 2003. Concepts of increasing value and integrity of plants in organic plant breeding and propagation. Crop Science **43**: 1922-1929.

- Langevin F, Eudes F, Comeau A. 2004. Effect of trichothecenes produced by *Fusarium graminearum* during *Fusarium* head blight development in six cereal species. *European Journal of Plant Pathology* **110**: 735-746.
- Leenhardt F, Lyan B, Rock E, Boussard A, Potus J, Chanliaud E, Remesy C. 2006. Genetic variability of carotenoid concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties. *European Journal of Agronomy* **25**: 170 - 176.
- Li L, Shewry PR, Ward JL. 2008. Phenolic acids in wheat varieties in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**: 9732–9739.
- Li X, Sun F, Guo B, Liu L, Pang CH. 1997. Evaluation of abiotic stress resistance in Hebei winter wheat genetic resources. *Wheat Information Service* **85**: 1 – 6.
- Lithourgidis AS, Dhima KV, Damalas CA, Vasilakoglou IB, Eleftherohorinos IGT. 2006. Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates, and on labor and fuel consumption. *Crop Science*, **46**: 1187-1192.
- Lloveras J, Manent J, Viudas J, López A, Santiveri, P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a mediterranean climate. *Agronomy Journal* **96**: 1258-1265.
- Lu YJ, Lv JL, Hao JJ, Niu YG, Whent M, Costa J, Yu LL. 2015. Genotype, environment, and their interactions on the phytochemical compositions and radical scavenging properties of soft winter wheat bran. *LWT – Food Science and Technology* **60**: 277–283.
- Mäder P, Hahn D, Dubois D, Gunst L, Alföldi T, Bergmann H, Oehme M, Amadò R, Schneider H, Graf U. 2007. Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **87**: 1826-1835.
- Malachová A, Cerkal R, Ehrenbergerová J, Džuman Z, Vaculová K, Hajšlová J. 2010. *Fusarium* mycotoxins in various barley cultivars and their transfer into malt. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **90**: 2495-2505.
- Manstretta V, Rossi V. 2015. Modelling the effect of weather on moisture fluctuations in maize stalk residues, an important inoculum source for plant diseases. *Agricultural and Forest Meteorology* **207**: 83–93.

- Marconi M, Cubadda R. 2005. Emmer wheat. Pages 63-108 in Abdel-Aal ESM, Wood P, editors. Speciality Grains for Food and Feed. American Association of Cereal Chemists, Minnesota.
- Martini D, Taddei F, Ciccoritti R, Pasquini M, Nicoletti I, Corradini D, D'Egidio MG. 2015. Variation of total antioxidant activity and of phenolic acid, total phenolics and yellow coloured pigments in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) as a function of genotype, crop year and growing area. *Journal of Cereal Science* **65**: 175–185.
- Mastouri F, Bjorkman T, Harman GE. 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* Alleviates biotic, abiotic and physiological stresses in germinating. Seeds and seedlings **100**: 1213-1221.
- Matušinsky P, Tvarůžek L. 2012. Umístění původců osivem přenosných chorob v obilce ječmene. *Obilnářské listy* **1**: 3-5.
- Matyk J. 2010. Optimalizace struktury porostu ozimé pšenice ve vztahu k výnosu a jakosti [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- McMullen M, Bergstrom G, De Wolf E, Dill-Macky R, Hershman D, Shaner G, Van Sandorf D. 2012. A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *Fusarium* head blight *Plant Disease* **96**: 1712-1728.
- Mencl K. 2001. Přírodou proti dermatomykózám. *Derma* **1**: 8–12.
- Miedaner T, Umagun CJR, Chakraaborty S. 2008. Population Genetics of Three Important Head Blight Pathogens *Fusarium graminearum*, *F. pseudograminearum* and *F. culmorum*. *Journal of Phytopathology* **156**: 129 – 139.
- Michalová A. 2000. Význam některých „zapomenutých“ obilnin a pseudoobilnin a jejich potravinářské využití. *Nový venkov* **9**: 32-33.
- Michalová A, Stehno Z, Hermuth J, Vala M. 2002. Opomíjené a alternativní druhy polních plodin a jejich využití pro zdravou výživu a podporu setrvalého rozvoje zemědělství. *Genetické zdroje* **87**: 30–37
- Michalová A, Vala M, Gabrovská D, Vaculová K, Hutař M. 2003. Kvalita minoritních obilnin a pseudoobilnin. *Kvalita rostlinné produkce: současnost a perspektivy směrem k EU* **8**: 177-183.

- Mondini L, Grausgruber H, Pagnotta MA. 2014. Evaluation of European emmer wheat germplasm for agro-morphological, grain quality traits and molecular traits. *Genetic Resources and Crop Evolution* **61**: 69-87.
- Morris ML, Bellon MR. 2004 Participatory plant breeding research: opportunities and challenges for the international crop improvement system. *Euphytica* **136**: 21–35.
- Moudrý J, Vlasák M. 1996. Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) alternativní plodina. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Moudrý J, Jůza J. 1998. Pěstování obilnin. Jihočeská univerzita - Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Moudrý J. 2003. Polní produkce. Pages 103 - 126 in Urban J, Šarapatka B, editors. *Ekologické zemědělství*. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Moudrý J, Konvalina P, Stehno Z, Capouchová I, Moudrý J jr. 2011. Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops. *Scientific Research and Essays* **6**: 4273-4280.
- Murphy KM, Lammer D, Lyon SR, Carter B, Jones SS. 2005. Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renewable Agriculture and Food Systems* **20**: 48–55.
- Murphy JP, Cowger, C. 2007. Artificial inoculation of wheat for selecting resistance to *Stagonospora nodorum* blotch. *Plant Disease* **91**: 539–545.
- Narayanasamy P. 2013. Biological management of diseases of crops. Volume 2: Integration of biological control strategies with crop disease management systems. Springer Netherlands. Dordrecht
- Nátrová Z, Smoček J. 1978. Produktivita klasu obilovin. Studijní informace, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.
- Oberfoster M, Kögelberger H. 1996. Sorten für Jahrtausendwende bei Getreide. *Informatik* **1**: 3-6.
- Ondráčková E, Ondřej M, Both Z, Nesrsta M, Prokinová E. 2014. Metodika biologické ochrany rostlin s využitím hub rodu *Clonostachys*. Certifikovaná metodika. Ministerstvo zemědělství, Šumperk.
- Ondřej M, Ondráčková E, Čagaš B, Nesrsta M. 2010. Využití houby *Clonostachys rosea* k redukci půdních patogenů. *Rostlinolékař* **2**: 18-22.

- Ondřej M, Ondráčková E, Nesrsta M. 2012. Využití hub rodu *Clonostachys* proti půdním patogenům. Úroda **3**: 64-66.
- Ostrowska-Kolodziejczak A, Stuper-Szablewska K, Kulik T, Busko M, Rissmann I, Wiwart M, Perkowski J. 2016. Concentration of fungal metabolites, phenolic acids and metals in mixtures of cereals grown in organic and conventional farms. Journal of Animal Feed Sciences **25**: 74-81.
- Ozturk A, Caglar O, Bulut S. 2006. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seedings rates. Journal of Agronomy and Crop Science **192**: 10-16.
- Parry DW, Jenkinson P, McLeod L. 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals. Plant Pathology **44**: 207–238.
- Paznocht L, Kotíková Z, Šulc M, Lachman J, Orsák M, Eliášová M, Martínek P. 2018. Free and esterified carotenoids in pigmented wheat, tritordeum and barley grains. Food Chemistry **240**: 670-678.
- Peltonen-Sainio P, Järvinen P, 1994, Seeding rate effects on tillering, grain yield, and yield components of oat at high latitude. Field Crops Research **40**: 49 -56.
- Peng JH, Fahima T, Roder MS, Li YC, Dahan A, Grama A, Ronin YI, Korol AB, Nevo E. 1999. Microsatellite tagging of the stripe-rust gene YrH52 derived from wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, and suggestive negative crossover interference on chromosome 1B. Theoretical and Applied Genetics **98**: 862-872.
- Perkowski J, Pavlova A, Šrobarova A, Stachowiak J Golinski P. 2002. Group B trichothecenes biosynthesis in wheat cultivars after heads inoculation with *Fusarium culmorum* isolates. Biologia **57**: 765–771.
- Petr J, et al. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Piergiovanni AR, Laghetti G, Perrino P. 1996. Characteristics of meal from hulled wheats (*Triticum dicoccon* Schrank and *T. spelta* L.): An evaluation of selected accessions. Cereal Chemistry **73**: 732 – 735.
- Piergiovanni AR, Rizzi R, Pannacciulli E, Della Gatta C. 1997. Mineral composition in hulled wheat grains: a comparison between emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and spelt

- (*T. spelta* L.) accessions. International Journal of Food Sciences and Nutrition **48**: 381-386.
- Piorr HP, Köpke U. 1985. Strategien zur Optimierung des Getreidebaus im organischen Landbau. Zielsetz. Landwirtsch. Vers. – Betr. Wies. Universita Bonn. Landbau Seminar. Bonn.
 - Pospíšil A, Pospíšil M, Svečnjak Z, Matotan S. 2011. Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.). Plant Soil and Environment **57**: 435-440.
 - Pritsch C, Muehlbauer J, Bushnell WR, Somers DA, Vance CP. 2000. Fungal development and induction of defense response genes during early infection of wheat spikes by *Fusarium graminearum*. Molecular Plant-Microbe Interactions **13**: 159-169
 - Procházka P. et al. 2015. Zvýšení produkční schopnosti sóji mořením osiva. Úroda **11**: 30.
 - Procházková-Rulfová J. 2009. Polyversum – biologický fungicid na ochranu rostlin. Pages 110-112 in Švachula V, Vach M, Bečka D, editors. Sborník z konference Prosperující olejiny. Česká zemědělská univerzita, Praha.
 - Prokinová E. 1996. Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin. Rostlinná výroba. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
 - Prokinová E. 2004. Houby rodu *Fusarium* jako původci chorob. Rostlinolékař **4**: 16-18.
 - Prokinová E, Capouchová I, Ondráčková E, Ondřej M, Vospělová J, Mičák L, Šmíd F. 2013. Biologické ošetření osiva jarní pšenice. Pages 92 – 97 in Pazderů K, editor. Osivo a sadba XI. Česká zemědělská univerzita, Praha.
 - Prokinová E, Capouchová I, Konvalina P, Janovská D, Vepříková Z. 2014. Opatření k omezení rizika výskytu fuzarióz klasů obilnin v ekologickém zemědělství. Certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita, Praha 40.
 - Prokinová E. 2015. Biologické ošetření osiva pšenice. Úroda **63**: 32.
 - Prokinová E. 2016. Význam ošetření osiva obilnin. Agromanuál 9-10: 32-35.
 - Prugar J. 2000. Kvalita rostlinných produktů ekologického zemědělství. Studijní informace - Rostlinná výroba 5/1999. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
 - Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3 tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.

- Pyrzyńska K. 2009. Selenium speciation in enriched vegetables. *Food Chemistry* **114**: 1183–1191.
- Pużyński S, Stankowski S, Pużyńska K, Iwański R, Wianecki M, Biel W. 2015. Impact of weed control method and sowing density on yielding of selected winter spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica* **322**: 103–112.
- Reis EM, Baruffi D, Remor L, Zanatta M. 2011. Decomposition of corn and soybean residues under field conditions and their role as inoculum source. *Summa Phytopathology* **37**: 65-67.
- Roberti R, Veronesi A, Cascone A, Di Bernardino I, Bertini L, Carusi C. 2008. Introduction of PR proteins and resistance by the biocontrol agent *Clonostachys rosea* in wheat plants infected with *Fusarium culmorum*. *Plant science* **175**: 339-347.
- Ročenka ekologického zemědělství v České republice 2016. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Şahin Y, Yildirim A, Yücesan B, Zencirci N, Erbayram S, Gürel E. 2017. Phytochemical content and antioxidant activity of einkorn (*Triticum monococcum* spp. *monococcum*), bread (*Triticum aestivum* L.), and durum (*Triticum durum* Desf.) wheat. *Progress in Nutrition* **19**: 450–459.
- Sachambula L, Hartman I, Psota V. 2015. Sladovnická kvalita pšenice jednozrnky. *Kvasný Průmysl* **61**: 320–325.
- Savelyeva EV, Zinurova EE, Starovoitova OV, Reshetnik OA. 2018. Evaluation of naked einkorn grain and flour technological properties. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences* **5**: 9289-9296.
- Serpen A, Gökmen V, Karagöz A, Köksel H. 2008. Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L.) wheat landraces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**: 7285–7292.
- Serpolay E, Dawson JC, Chable V, Lammerts Van Bueren ET, Osman A, Pino S, Silveri D, Goldringer I. 2011. Diversity of different farmer and modern wheat varieties cultivated in contrasting organic farming conditions in western Europe and implications for European seed and variety legislation. *Organic Agriculture* **1**: 127-145.

- Shelton AC, Tracy WF. 2016. Participatory plant breeding and organic agriculture: A synergistic model for organic variety development in the United States *Elementa. Science of the Anthropocene* **4**: 1-12.
- Schneider C. 2005. Chemistry and biology of vitamin E. *Molecular Nutrition & Food Research* **49**: 7–30.
- Scholten OG, Steenhuis-Broers BGH, Timmermans B, Osman AM. 2007. Screening for resistance to *Fusarium* head blight in organic wheat production. Pages 20-23 in Vogelgsang S, Jalli M, Kovács G, Vida G, editors. COST SUSVAR *Fusarium* workshop: *Fusarium* diseases in cereals - potential impact from sustainable cropping systems. Velence, Hungary.
- Schumacher M, Lindhauer G. 2002. Einkorn a emmer – Renaissance of ancient wheats? II Poster presentation. ICC/IRTAC Cereal Conference, Paris.
- Sieling K, Christen O, Richter-Harder H, Hanus H. 1994. Effects of temporary water stress after anthesis on grain yeild and yield components in different tiller categories of two spring wheat varieties. *Journal of Agronomy and Crop Science* **173**: 32-40.
- Skaug MA. 1999. Analysis of Norwegian milk and infant formulas for ochratoxin. *A Food Additives and Contaminants* **16**: 75–78.
- Sperling L, Ashby JA, Smith ME, Weltzien E, McGuire S. 2001. A framework for analyzing participatory plant breeding approaches and results. *Euphytica* **122**: 439–450.
- Stehno Z, Vlasák M. 1999. Možnosti pěstování a využití pšenice špaldy. *Úroda* **47**: 6-7.
- Stehno Z. 2001. Možnosti pěstování a využití pluchatých pšenic. Pages 4–7 in Michalová A, Lehká E, editors. Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha- Ruzyně.
- Stehno Z, Dotlačil L, Faberová I, Bareš I. 2005. Development and structure of wheat collection in the Research institute of Crop production. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* **41**: 198-200.
- Stehno Z, Janovská D, Hutař M. 2009. Minoritní plodiny (1. část) Málo využívané druhy obilnin. *Úroda* **57**: 28 – 31.
- Stehno Z, Bradová J, Dotlačil L, Konvalina P. 2010. Landraces and obsolete cultivars of minor wheat species in the czech collection of wheat genetic resources. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* **46**: 100-105.

- Stracke BA, Eitel J, Watzl B, Mäder P, Rüfer CE. 2009. Influence of the production method on phytochemical concentrations in whole wheat (*Triticum aestivum* L.) Journal of Agricultural and Food Chemistry **57**: 10116–10121.
- Strange RN, Majer JR, Smith H. 1974. The isolation and identification of choline and betaine as two major components in anthers and wheat germ that stimulate *Fusarium graminearum* in vitro. Physiological Plant Pathology **4**: 277-290
- Suchowilska E, Kandler W, Sulyok M, Wiwart M, Krska R. 2010. Mycotoxin profiles in the grain of *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* and *Triticum spelta* after head infection with *Fusarium culmorum*. Journal of the Science of Food and Agriculture **90**: 556-565.
- Šarapatka B, Urban J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO, Šumperk.
- Šerá B. 2014. Klíčivost semen jako běžný test v botanickém pozorování, šlechtění a experimentech. Pages 9 – 17 in Bláha L, Šerá B, editors. Příspěvky v problematice zemědělského pokusnictví. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Šimon T, Mikanová O. 2010. Biopreparáty určené pro výživu polních plodin. Úroda **7**: 22-24.
- Šíp V, Škorpík M, Chrková J, Šottníková V, Bártová Š. 2000. Vliv odrůdy a pěstitelských opatření na výnos zrna a potravinářskou jakost ozimé pšenice. Rostlinná výroba **46**: 159 – 167.
- Širučková I, Kroutil P. 2007. Fuzariózy na obilninách. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2018a. Odnožování ozimé pšenice v agroekologických podmínkách ČR. Úroda **6**: 14-16.
- Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2018b. Odnožování ozimé pšenice v agroekologických podmínkách Úroda **7**. 54-58.
- Tesemma T, Tsegaye S, Belay G, Bechere E, Mitiku D. 1998. Stability of performance of tetraploid wheat landraces in the Ethiopian highland. Euphytica **102**: 301–308.
- Trenholm HL, Prelusky DB, Young JC, Miller JD. 1989. A practical guide to the prevention of *Fusarium* mycotoxins in grain and animal feedstuffs. Archives of Environmental Contamination and Toxicology **18**: 443-451.

- Triboi E, Abad A, Michelena A, Lloveras J, Ollier JL Daniel C. 2000. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: I quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy* **13**: 47-64.
- Troccoli A, Codianni P, Ronga G, Gallo A, Di Fonzo N. 1997. Agronomical performance among farro species and durum wheat in a drought-flat land environment of southern Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science* **178**: 211–217.
- Troccoli A, Codianni P. 2005. Appropriate seeding rate for einkorn, emmer and spelt grown under rainfed condition in southern Italy. *European Journal of Agronomy* **22**: 293-300.
- Van Driesche RG, Heinz KM. Biological control as a component of IPM systems. Pages 171-184 in Heinz KM, Driesche RG, Parrella MP, editors. *Biocontrol in protected culture*. State University, Corvallis .
- Věchet L. 2010. Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům. Pages 4 – 8 in Věchet L, editor. *Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně.
- Vessey JK. 2003. Plant growth promoting *rhizobacteria* as biofertilizers. *Plant and soil* **255**: 571-586.
- Vogelgsang S, Sulyok M. 2008. Toxigenicity and pathogenicity of *Fusarium poae* and *Fusarium avenaceum* on wheat. *European Journal of Plant Pathology* **122**: 265-276.
- Vrkoč F. 1981. Agroekologické základy tvorby výnosu hlavních polních plodin. [Ph.D. Thesis]. Československá akademie věd, Praha.
- Wagacha JM, Muthomi JW. 2007. *Fusarium culmorum*: Infection process, mechanisms of mycotoxin production and their role in pathogenesis in wheat. *Crop Protection* **26**: 877-885.
- Wang J. 2001. Field experiments on the microclimate of wheat community and the influence of agrometeorological variables on growth and development of spring wheat with different plant densities. Verlag Grauer. Beuren, Stuttgart.
- Wang ZL, Li LH, He ZH, Duan XY, Chen XM, Lillemo M, Singh RP, Wang H, Xia XC. 2005. Seedling and adult plant resistance to powdery mildew in Chinese bread wheat cultivars and lines. *Plant Disease* **89**: 457-463.

- Wanjiru WM, Kang ZS, Buchenauer H. 2002. Importance of cell wall degrading enzymes produced by *Fusarium graminearum* during infection of wheat heads. *European Journal of Plant Pathology* **108**: 803-810.
- Warrior P, Kondru K, Vasudevan P. 2002. Formulation of biological control agents for pest and disease management. Pages 425-445 in Bnanamanickam SS, editor. *Biological Control of Crop Diseases*. Marcel Dekker, New York.
- Warzecha T, Adamski T, Kaczmarek Z, Surma M, Golinski P, Perkowski J, Chelkowski J, Wisniewska H, Krystkowiak K, Kuczynska A. 2010. Susceptibility of hulled and hulless barley doubled haploids to *Fusarium culmorum* Head Blight. *Cereal Research Communications* **38**: 220-232.
- Wegulo SN, Baenziger PS, Nopsa JH, Bockus WW, HallenAdams H. 2015. Management of *Fusarium* head blight of wheat and barely. *Crop Protection* **73**: 100–107.
- Whanger PD. 2002. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. *Journal of the American College of Nutrition* **21**: 212–223.
- Whipps JM, Lumsden RD. 2001. Commercial use of fungi as plant disease biological control agents: status and prospects. Pages 9-22 in Butt T, Jackson C, Magan N, editors. *Fungal biocontrol agents - progress, problems and potential*. Centre for Agriculture and Bioscience International, Wallingford.
- Whipps JM, McQuilken MP. 2009. Biological control agents in plant disease control. Pages 27-61 in Walters D, editor. *Disease control in crops-biological and environmentally friendly approaches*. Wiley Blackwell Oxfors, UK.
- Wiwart M, Suchowilska E, Kandler W, Sulyok M, Wachowska U, Krska R. 2016. The response of selected *Triticum* spp. genotypes with different ploidy levels to Head Blight caused by *Fusarium culmorum* (WGSmith) Sacc. *Toxins* **8**: 112.
- Wolfe MS, Baresel JP, Desclaux D, Goldringer I, Hoad S, Kovacs G, Löschenberger F, Miedaner T, Østergård H, Lammerts van Bueren ET. 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica* **163**: 323-346.
- Xu X. 2003. Effects of environmental conditions on the development of *Fusarium* Ear Blight European. *Journal of Plant Pathology*. **7**: 683-689.
- Xue A. 2003. Biological control of phatogens causing root rot complex in field pea using *Clonostachys rosea* strain ACM941. *Phytopathology* **93**: 329-335.

- Xue A, Chen Y, Voldeng H, Savard M, Tian X. 2008. Biological control of *Fusarium* head blight of wheat with *Clonostachys rosea* strain ACM941. Cereal Research Communications **36**: 695-699.
- Yilmaz V, Brandolini A, Hidalgo A. 2015. Phenolic acids and antioxidant activity of wild, feral and domesticated diploid wheats. Journal of Cereal Science **64**: 168–175.
- Zhang YL, Xiao K, Li YM. 2005. Effects and physiological mechanism of planting densities on photosynthesis characteristics of flag leaf and grain yield in wheat hybrid C6-38/Py85-1. Acta Agronomica Sinica **31**: 498-505.
- Zhou K, Yin JJ, Yu L. Phenolic acid, tocopherol and carotenoid compositions, and antioxidant functions of hard red winter wheat bran. Journal of Agricultural and Food Chemistry **53**: 3916-3922.
- Zidek T, et al. 1992. Nechemická ochrana rostlin. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Ziegler JU, Schweiggert RM, Wurschum T, Longin CFH, Carle R. 2016. Lipophilic antioxidants in wheat (*Triticum* spp.): a target for breeding new varieties for future functional cereal products. Journal of Functional Foods **20**:594–605
- Zielijski H, Ceglijska A, Michalska A. 2008. Bioactive compounds in spelt bread. European Food Research Technology **226**: 537–544.
- Zimolka J. 2005. Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press s.r.o, Praha.
- Zimová D. 1984. Využití genetického potenciálu kulturních rostlin. Studijní informace 6. ÚVTIZ, Praha.
- Zrcková M, Svobodová-Leišová L, Bucur D, Capouchová I, Konvalina P, Pazderů K, Janovská D. 2019a. The occurrence of *Fusarium* spp. in hulls and grains of different wheat species. Romanian agricultural research **36**: 173-185.
- Zrcková M, Capouchová I, Paznocht L, Eliášová M, Dvořák P, Konvalina P, Janovská D, Orsák M, Bečková L. 2019b. Variation of the total content of polyphenols and phenolic acids in einkorn, emmer, spelt and common wheat grain as a function of genotype wheat species and crop year. Plant, Soil and Environment **65**: 260-266.

9.2 Internetové zdroje

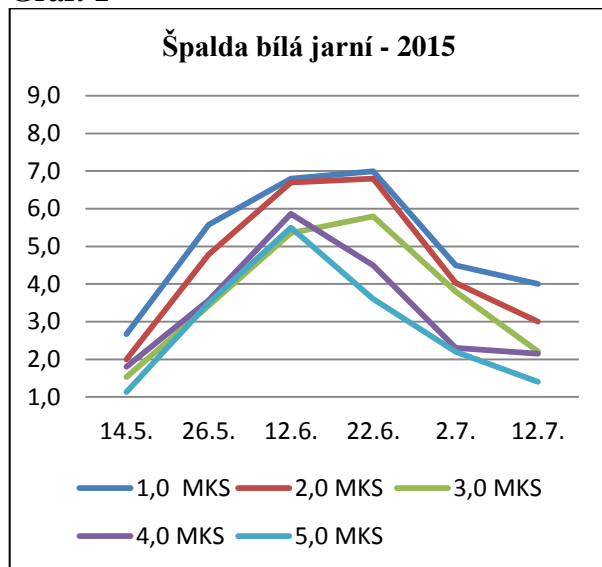
- Biopreparáty s.r.o. 2019. Účinná látka. Biopreparáty s.r.o. Available from http://www.biopreparaty.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=21 (accessed March 2019).
- Čapek J. 2012. Doporučení k současnému stavu ozimých pšenic po přezimování. Šlechtitelské listy. Družstvo vlastníků odrůd. Available from http://farmseed2druvodcz/files/aktuality/doporuceni_tisk_2012pdf (accessed July 2019).
- Hofmanová D. Predátoři a parazitoidi v ochraně rostlin. Úroda. Praha. Available from <http://uroda.cz/predatori-a-parazitoidi-v-ochrane-rostlin/> (accessed May 2019).
- Koprna R, Petrásek J, Šamalík J. 2019. Lze ovlivnit počet produktivních odnoží a konečný výnos pšenice ozimé? Agromanual. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/lze-ovlivnit-pocet-produktivnich-odnozi-a-konecny-vynos-psenice-ozime> (accessed April 2019).
- Lipavský J. 2000. Tvorba výnosu obilnin a možnosti modelování těchto procesů. Odborná konference. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. Available from <http://www.agriscz/clanek/106805> (accessed July 2019).
- Marton Genetics. 2019. MV Hegyes. Marton Genetics. Available from <http://martongenetics.com/termek/mv-hegyes/#1520239983188-ed452230-c20c7a13-f0228efe-71c17ad2-ea858d92-40184a77-56e3fdb9-1da0> (accessed March 2019).
- Ondráčková E, Ondřej M, Prokinová E. 2019. Biologická ochrana rostlin s využitím mykoparazitických hub. Agromanual. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/biologicka-ochrana-rostlin-s-vyuzitim-mykoparazitickyh-hub> (accessed July 2019).
- Petr J, Škeřík J. 1997. Odrůdy pšenice a ječmene pro ekologické zemědělství. Agris. Česká zemědělská univerzita, Praha. Available from <http://www.agris.cz/clanek/111371/> (accessed July 2019).
- Rubák P. 2001 Biologickou ochranou proti kořenovým chorobám obilnin. Úroda. Available from <http://urodacz/biologickou-ochranou-proti-korenovym-chorobam-obilnin/> (accessed March 2019).

- ÚKZUZ. 2018. Přehled přihlášených množitelských ploch 1. a 2. Část. Eagri. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor osiv a sadby. Available from http://eagri.cz/public/web/file/596923/Prihlasene_plochy_2018_KOMPLET.pdf (accessed July 2019).

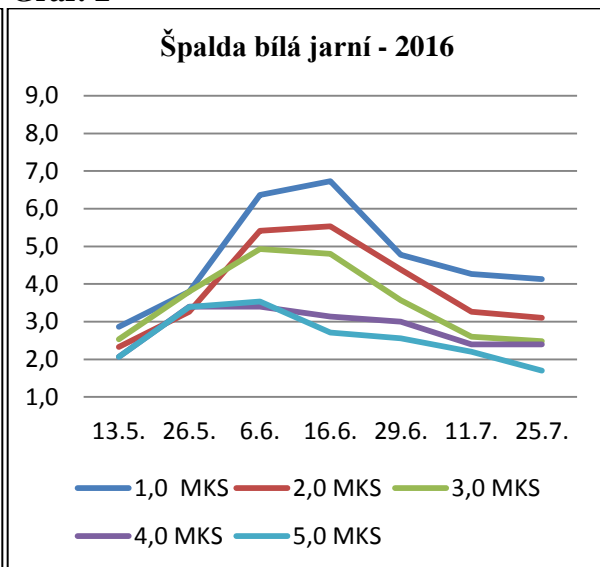
10 Samostatné přílohy

10.1 Hodnocení dynamiky tvorby a redukce průměrného počtu stébel na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 u jarní pšenice špaldy a pšenice seté

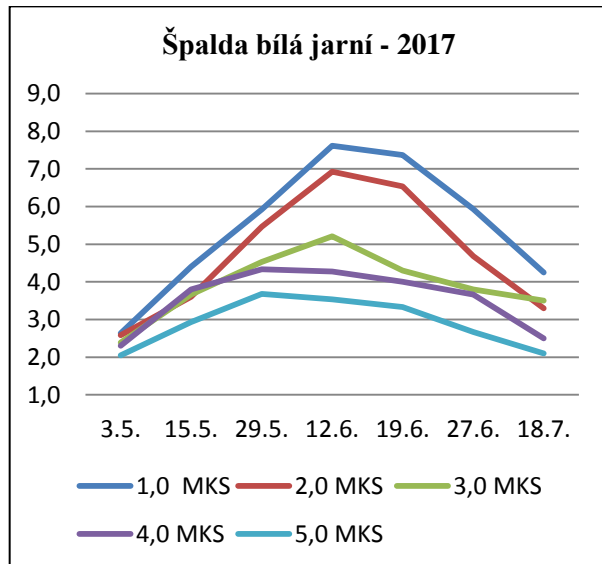
Graf: 1



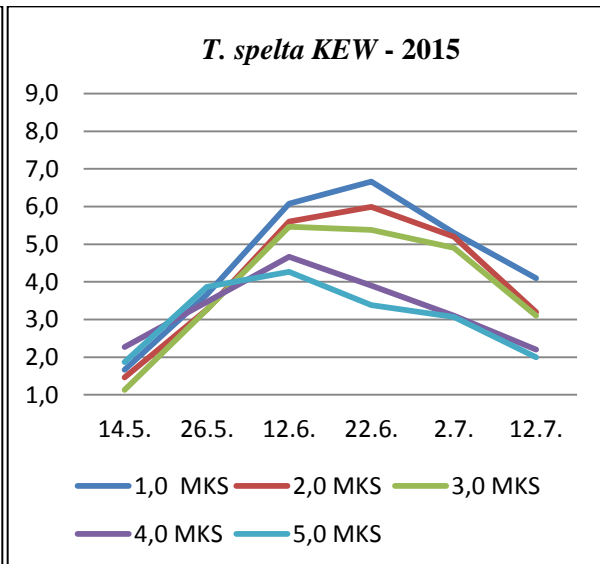
Graf: 2



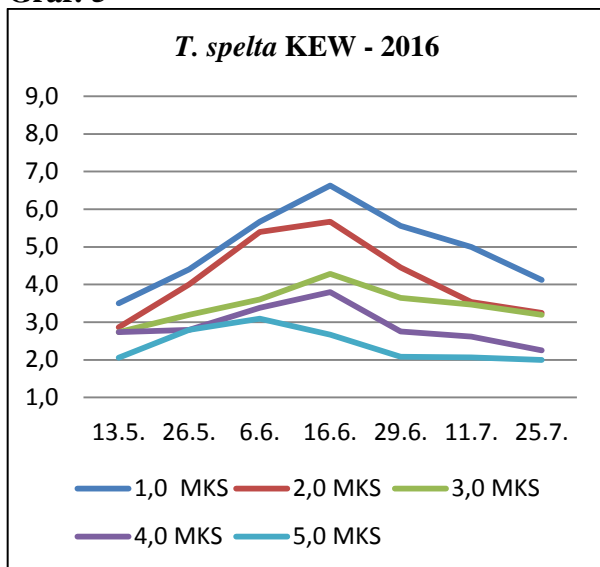
Graf: 3



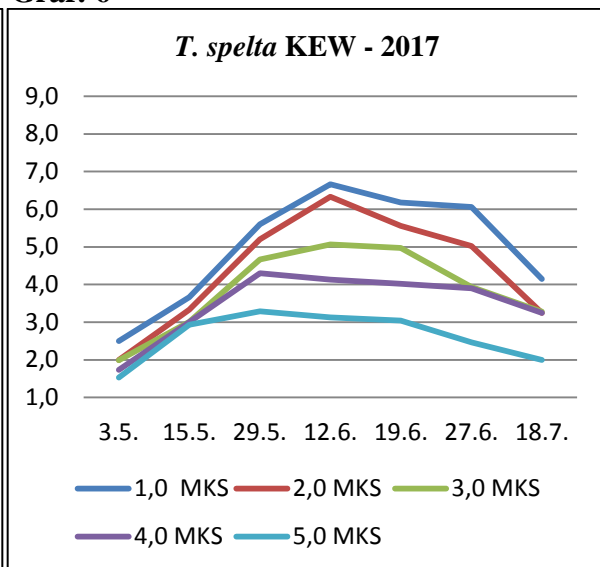
Graf: 4



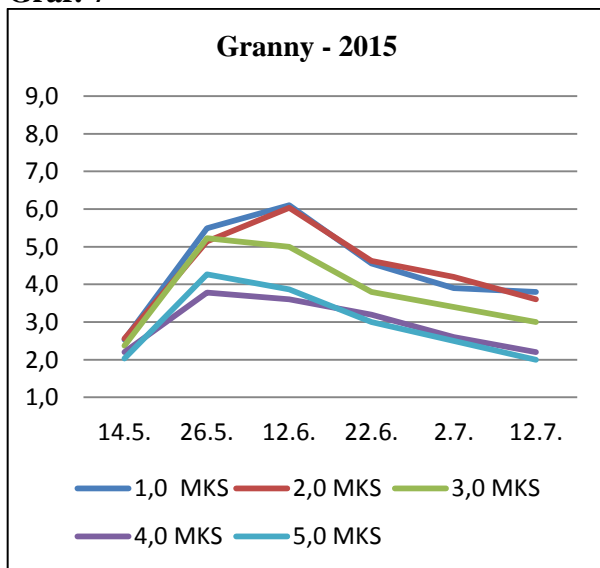
Graf: 5



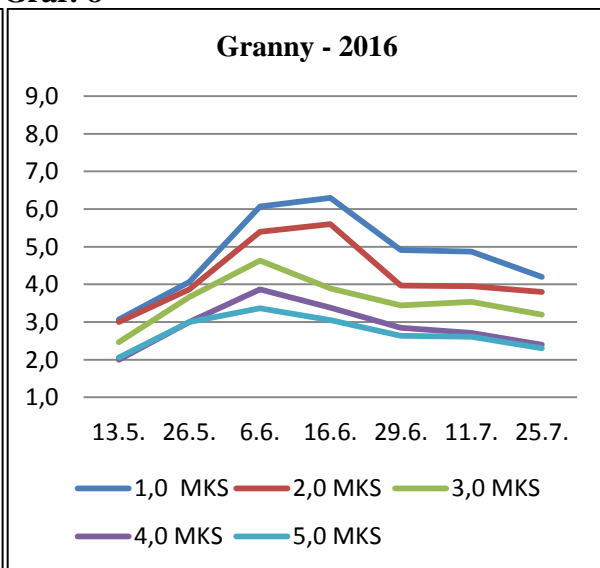
Graf: 6



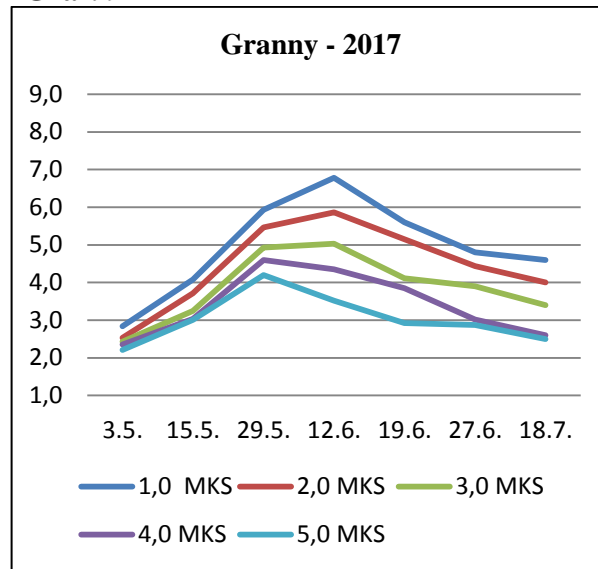
Graf: 7



Graf: 8

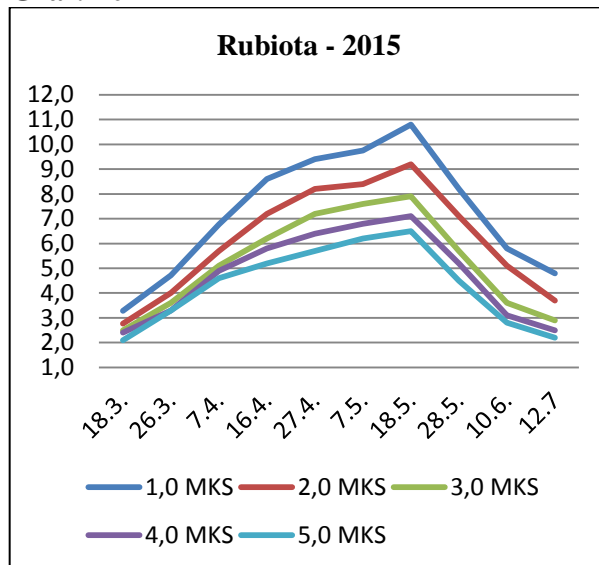


Graf: 9

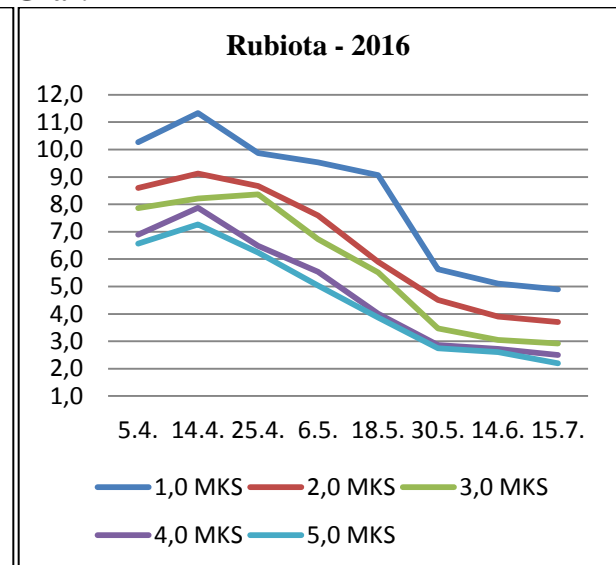


10.2 Hodnocení dynamiky tvorby a redukce průměrného počtu stébel na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 u ozimé pšenice špaldy a pšenice seté

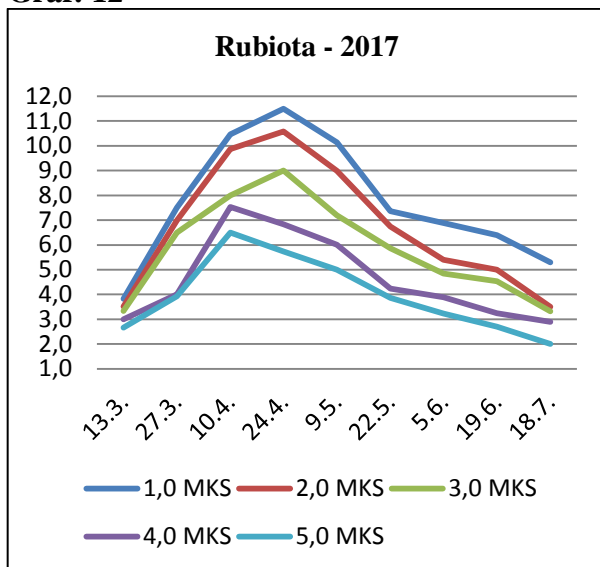
Graf: 10



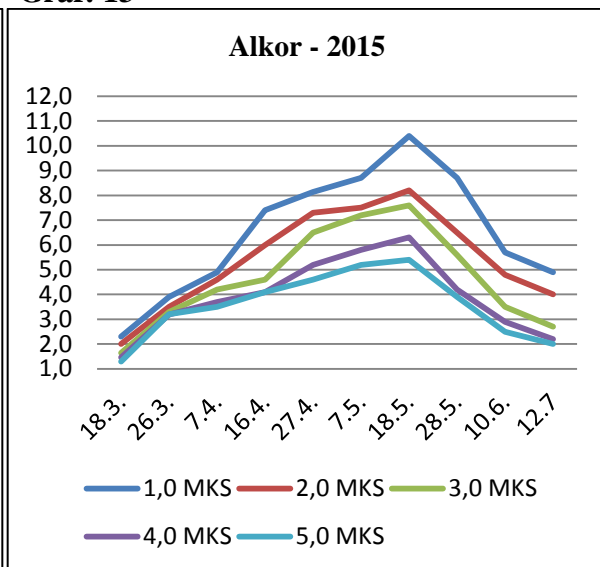
Graf: 11



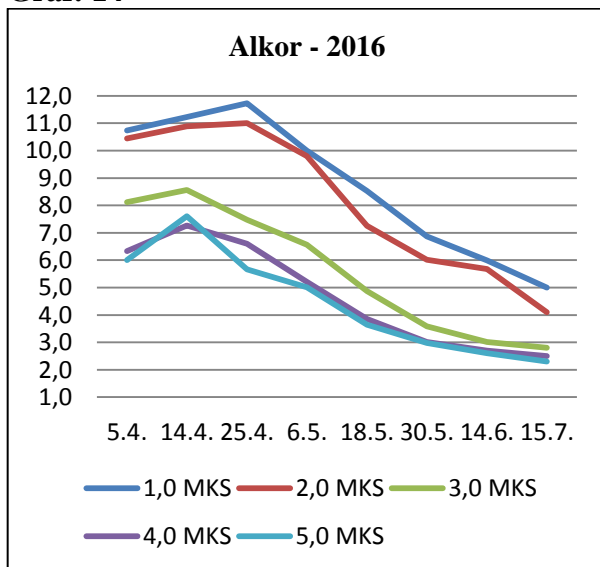
Graf: 12



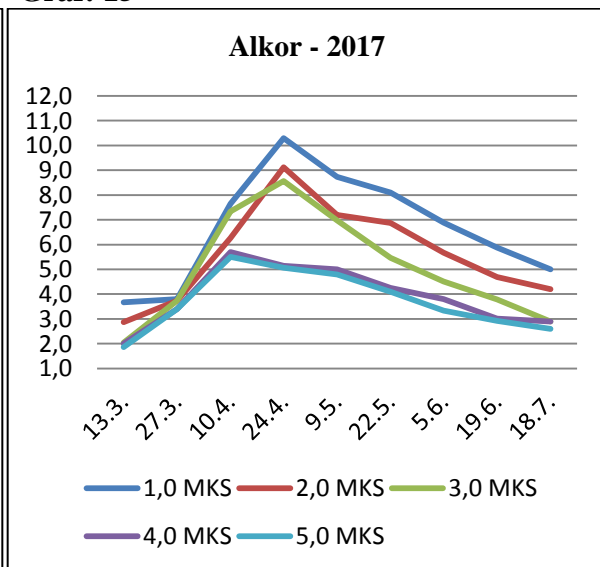
Graf: 13



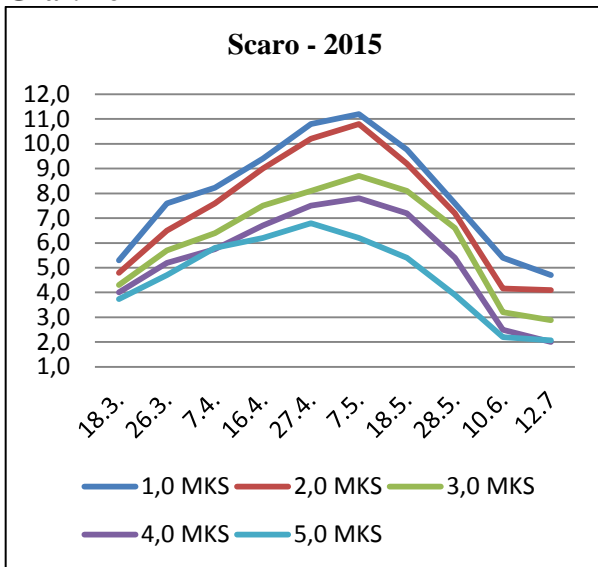
Graf: 14



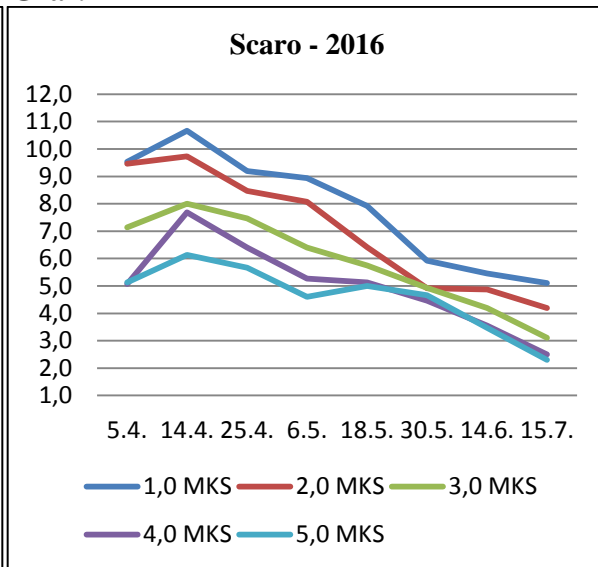
Graf: 15



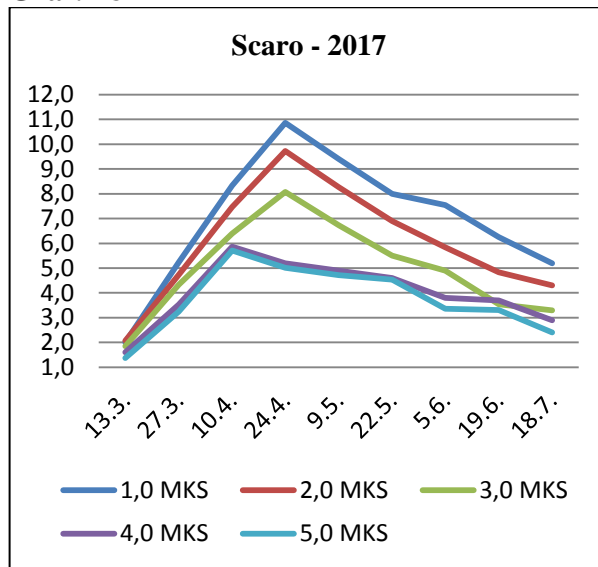
Graf: 16



Graf: 17

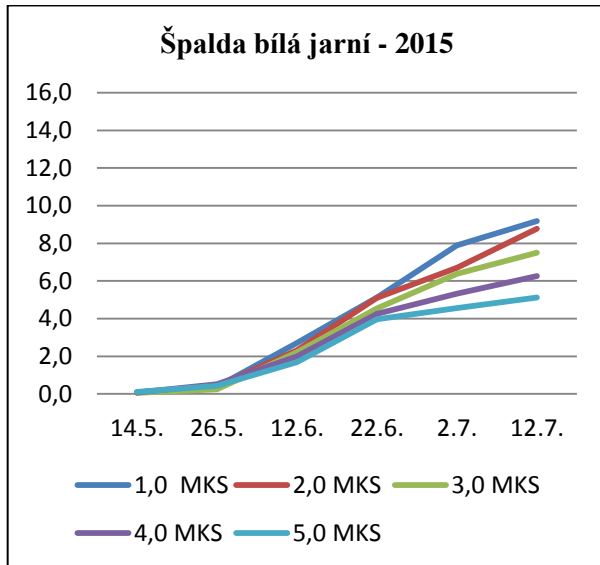


Graf: 18

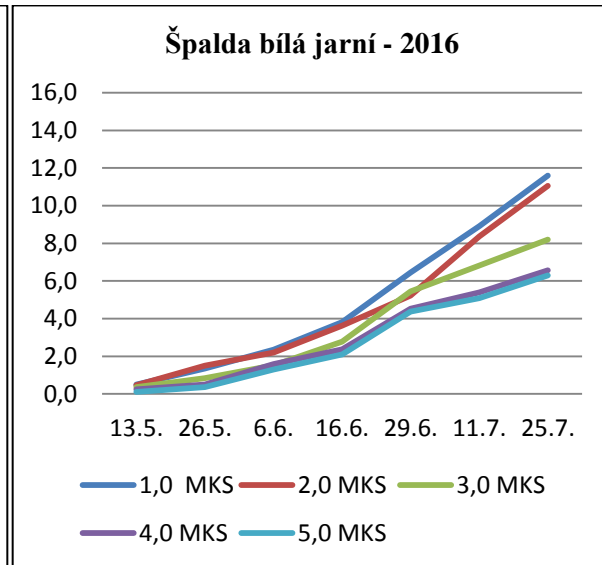


10.3 Hodnocení tvorby sušiny nadzemní biomasy na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 u jarní pšenice špaldy a pšenice seté

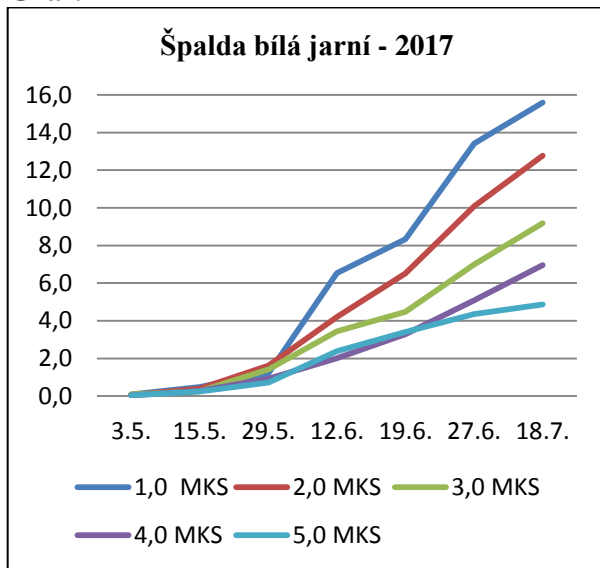
Graf: 19



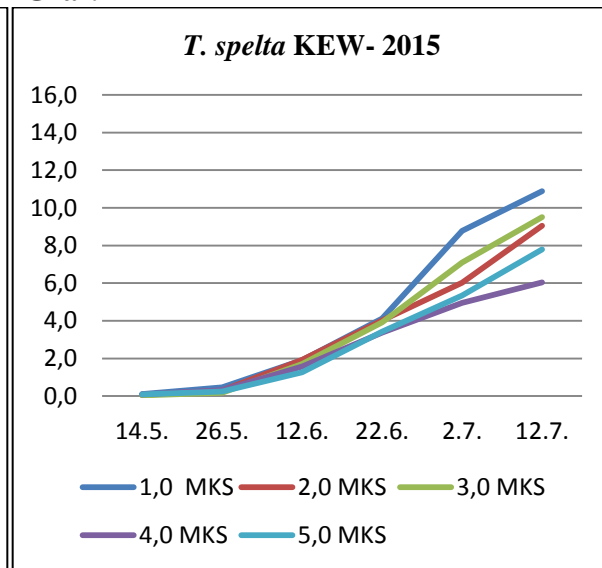
Graf: 20



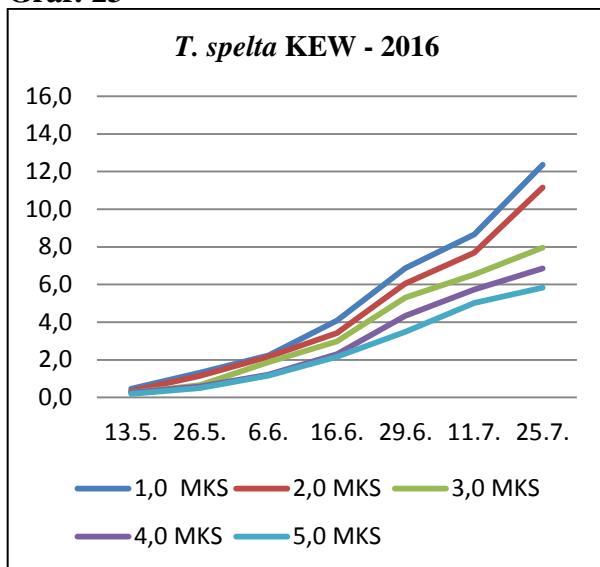
Graf: 21



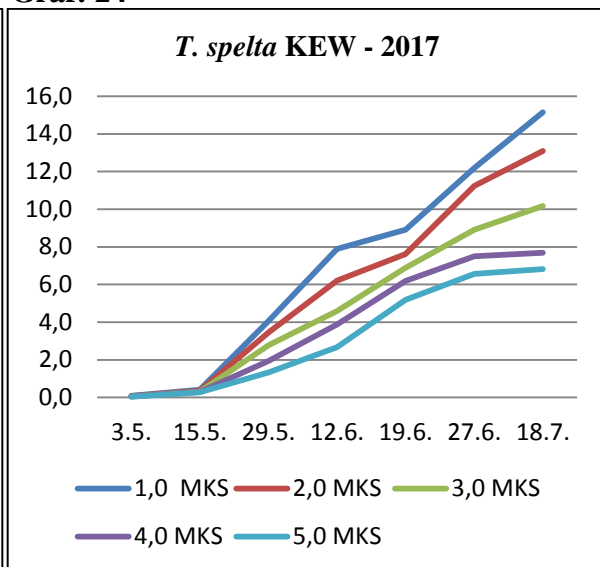
Graf: 22



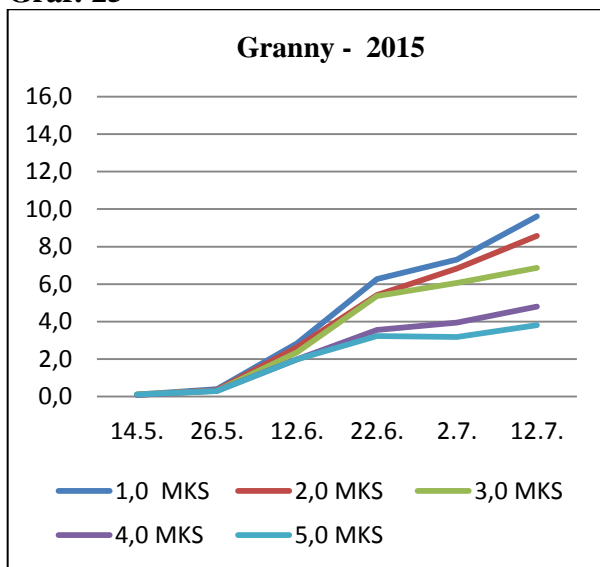
Graf: 23



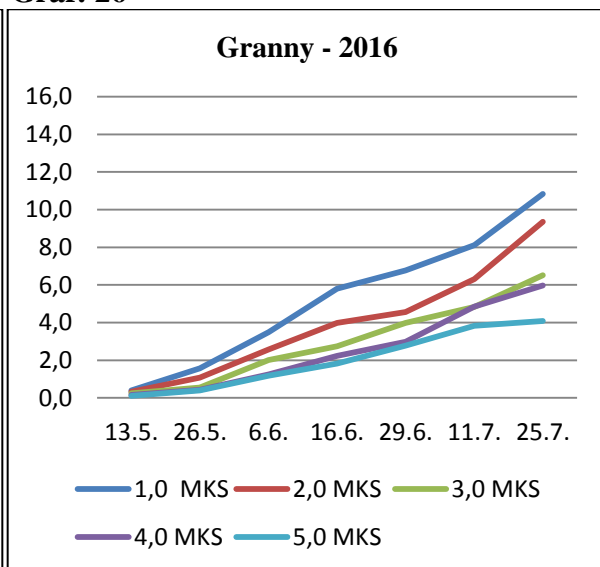
Graf: 24



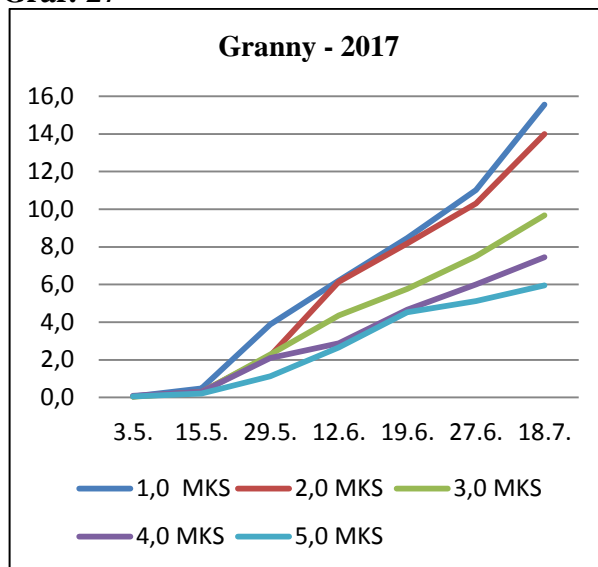
Graf: 25



Graf: 26

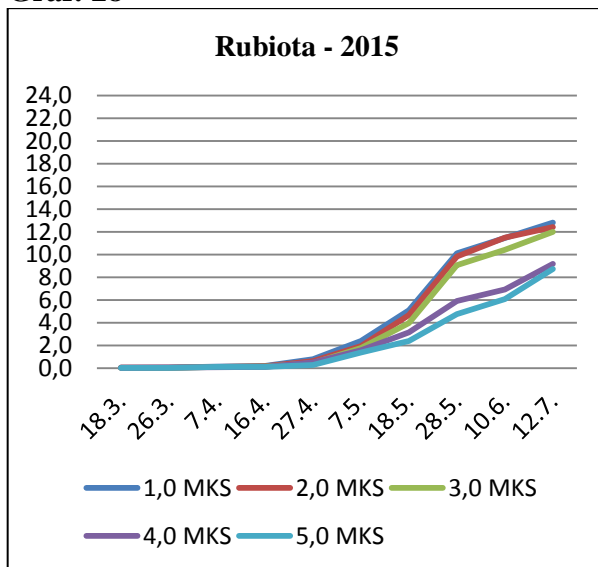


Graf: 27

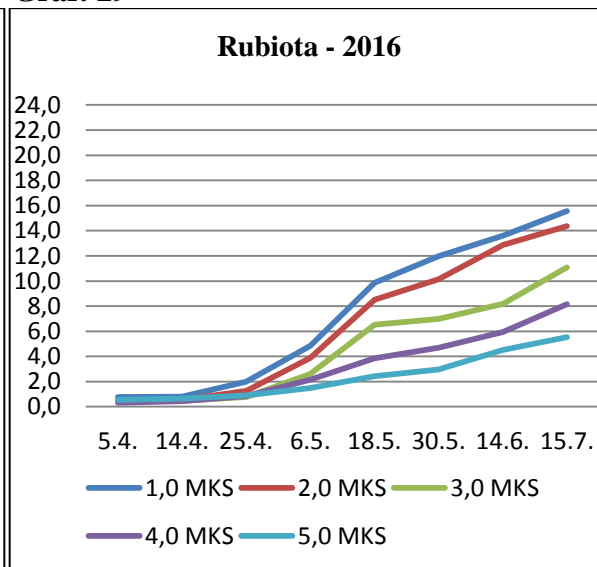


10.4 Hodnocení tvorby sušiny nadzemní biomasy na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 u ozimé pšenice špaldy a pšenice seté

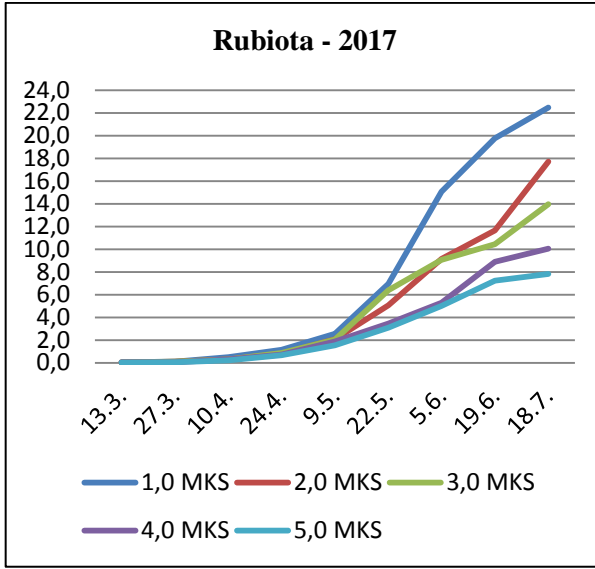
Graf: 28



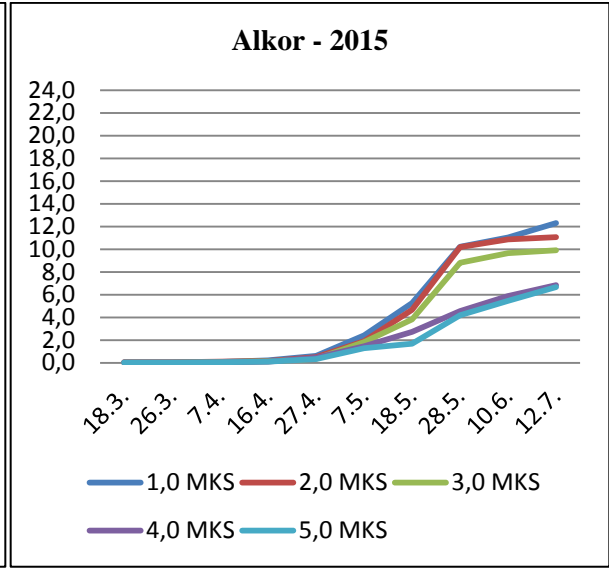
Graf: 29



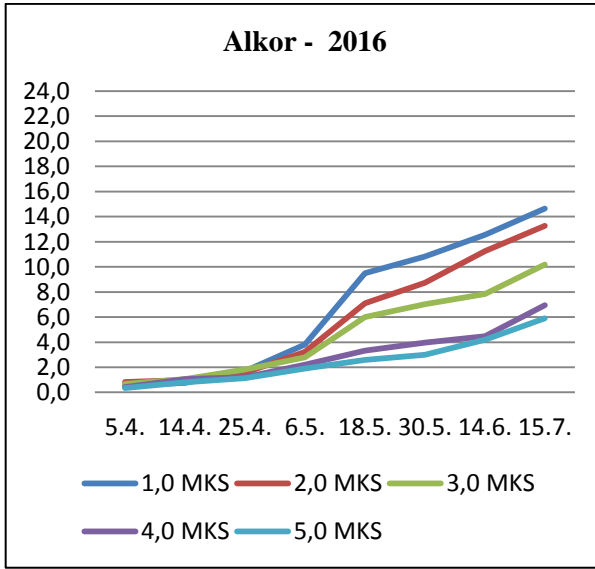
Graf: 30



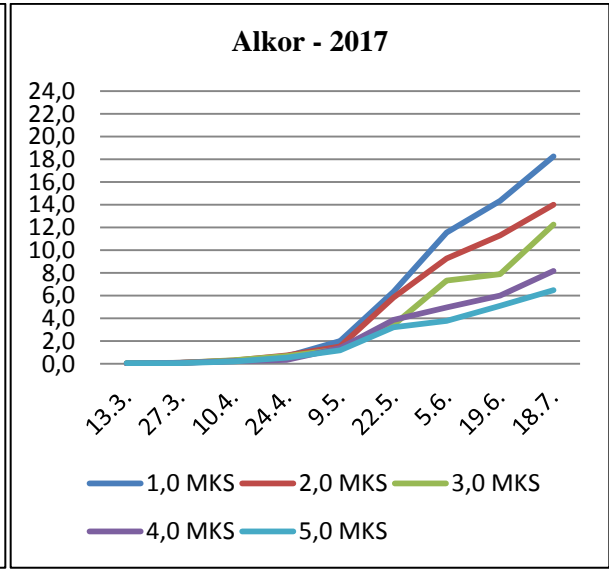
Graf: 31



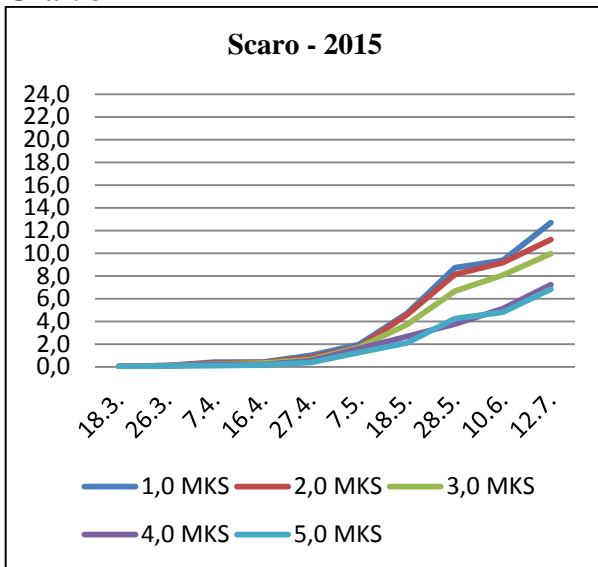
Graf: 32



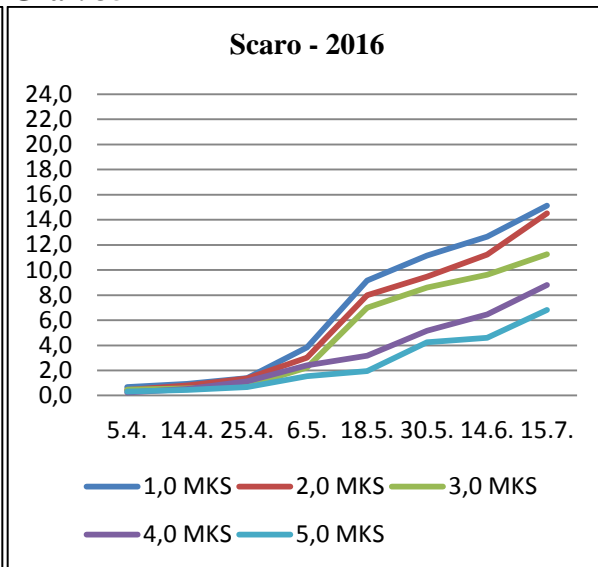
Graf: 33



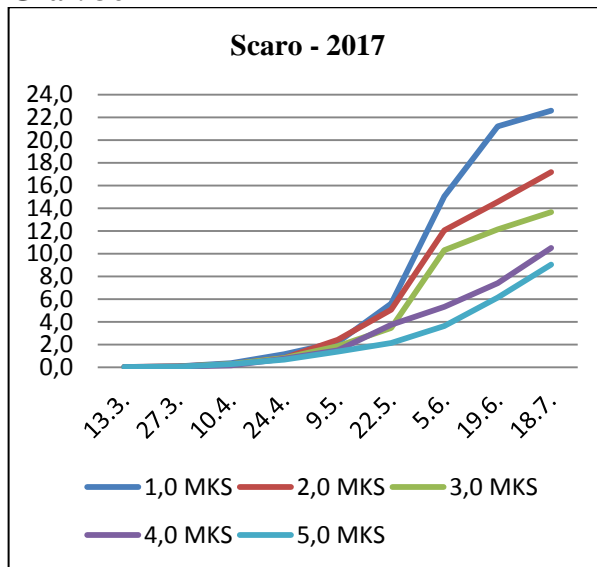
Graf: 34



Graf: 35

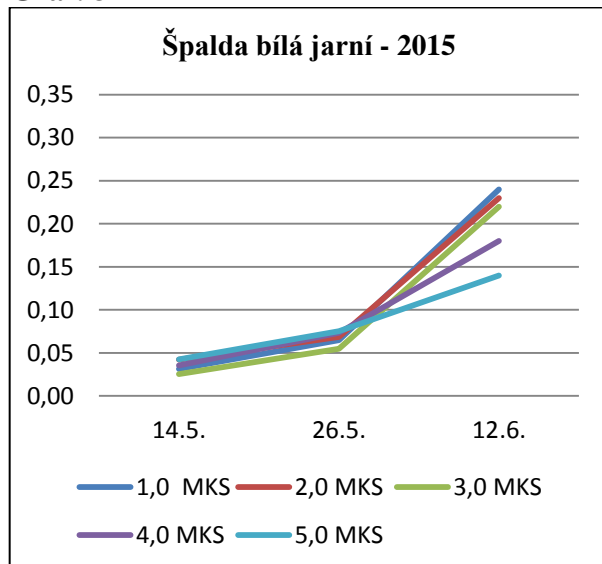


Graf: 36

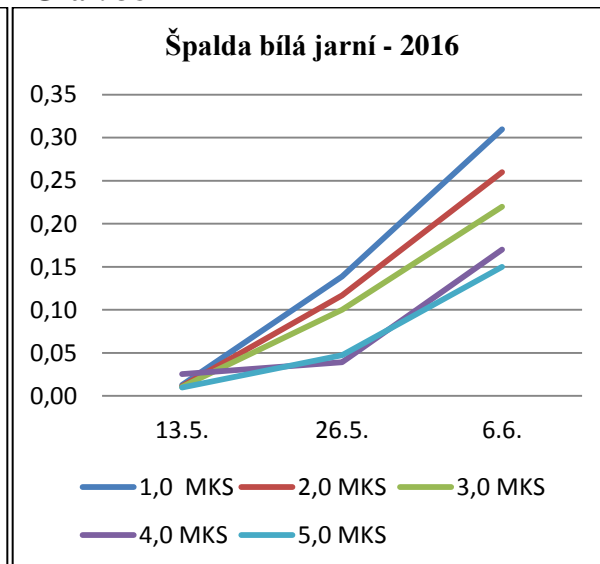


10.5 Hodnocení tvorby sušiny kořenů na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 u jarní pšenice špaldy a pšenice seté

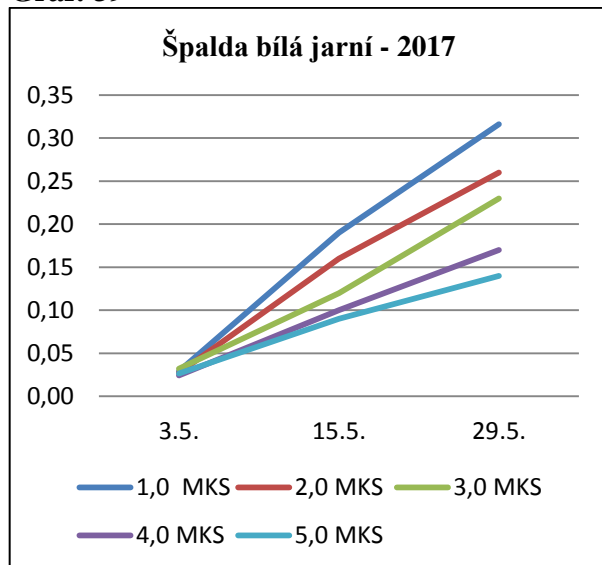
Graf: 37



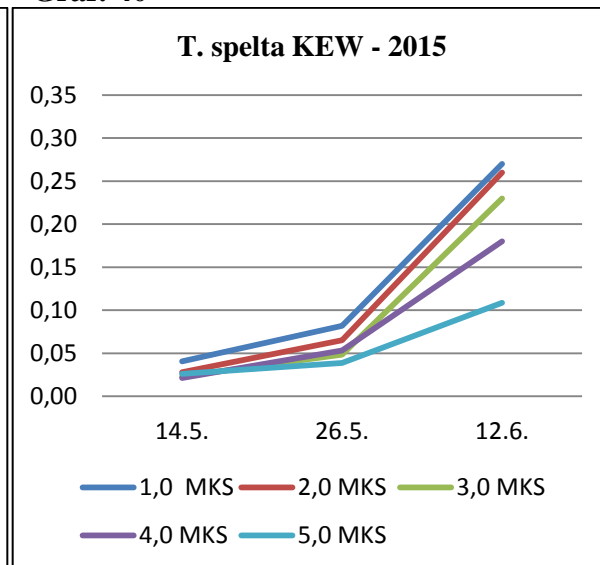
Graf: 38



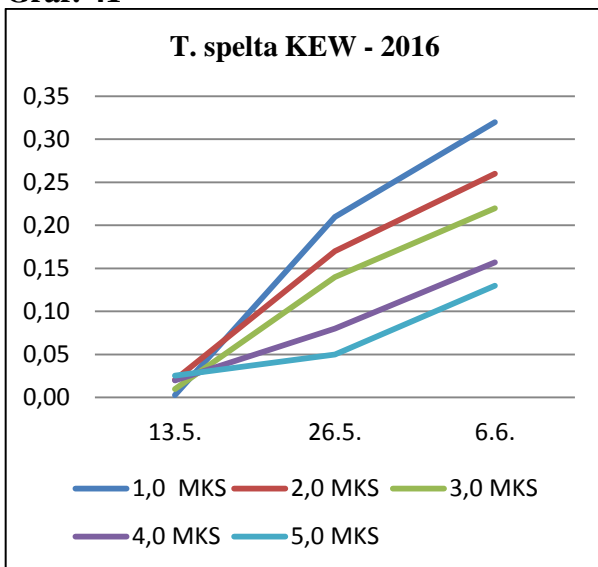
Graf: 39



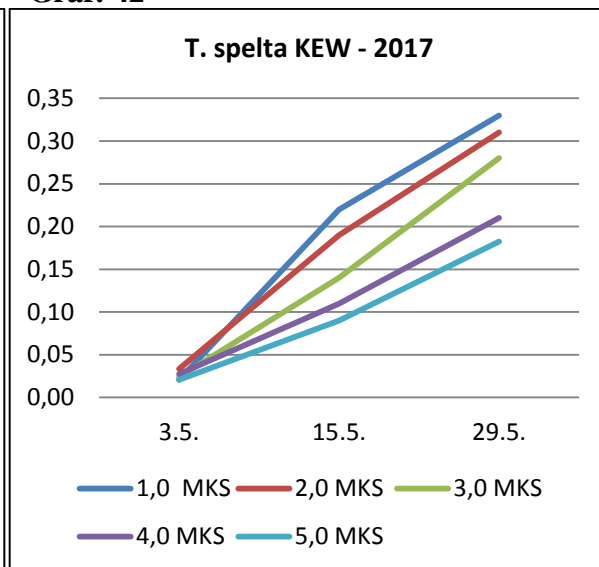
Graf: 40



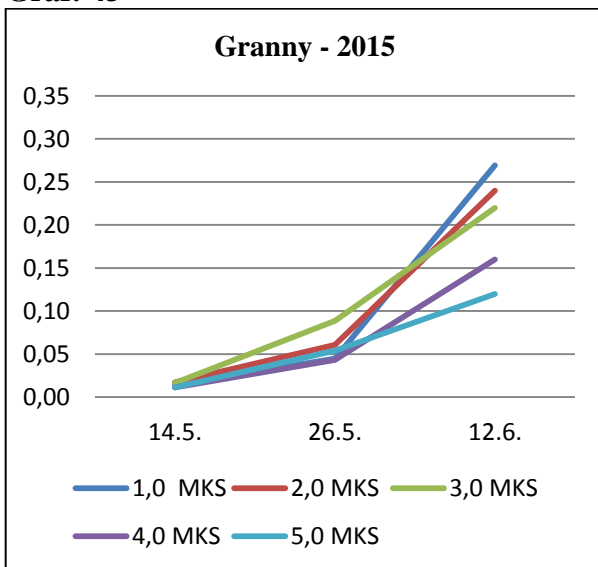
Graf: 41



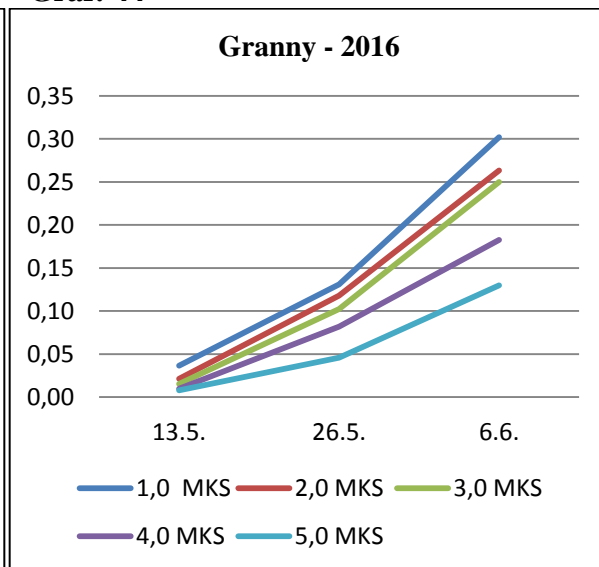
Graf: 42



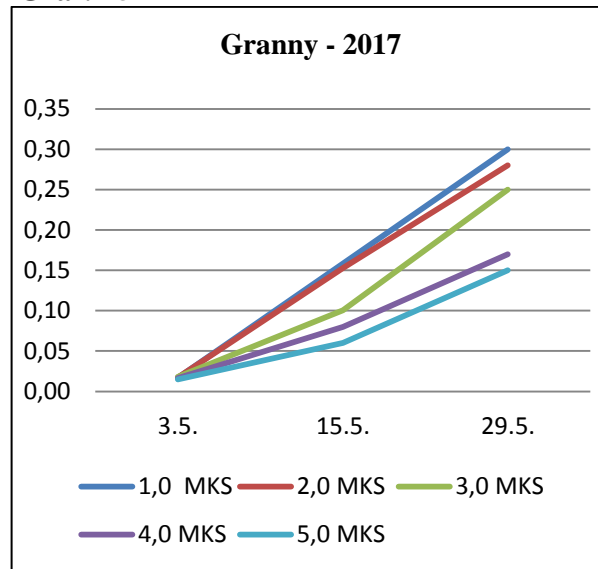
Graf: 43



Graf: 44

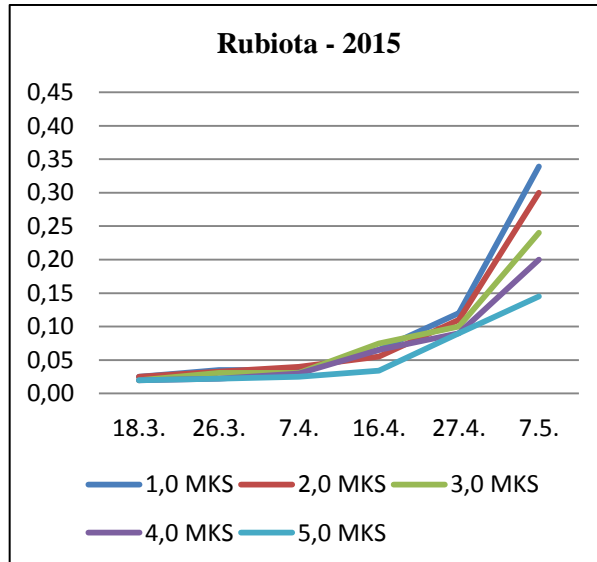


Graf: 45

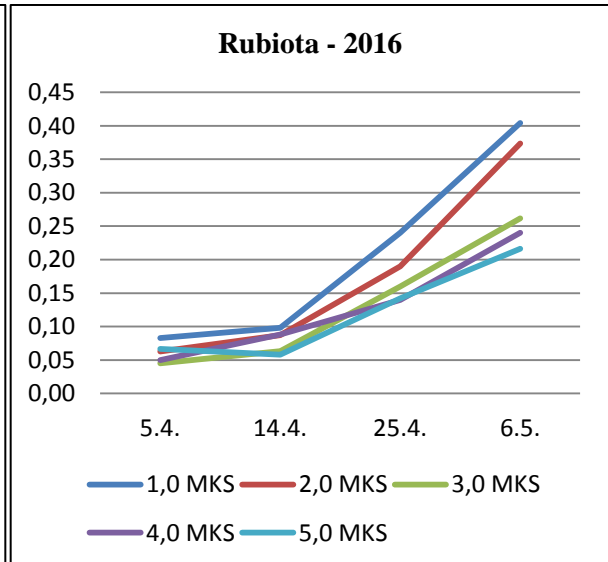


10.6 Hodnocení tvorby sušiny kořenů na rostlinu v jednotlivých letech 2015 – 2017 u ozimé pšenice špaldy a pšenice seté

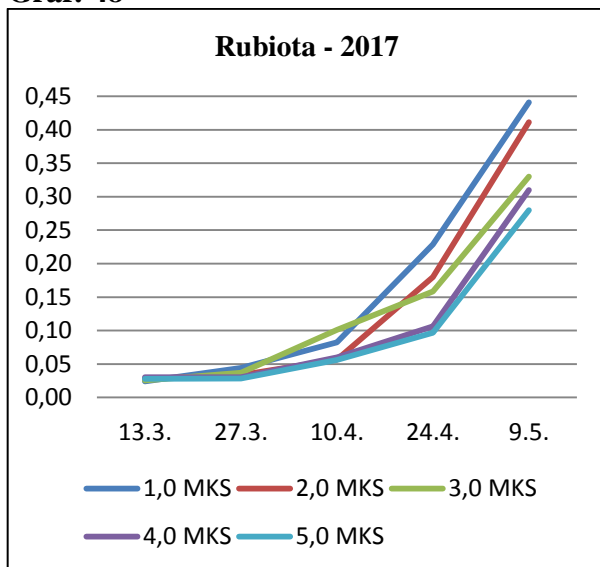
Graf: 46



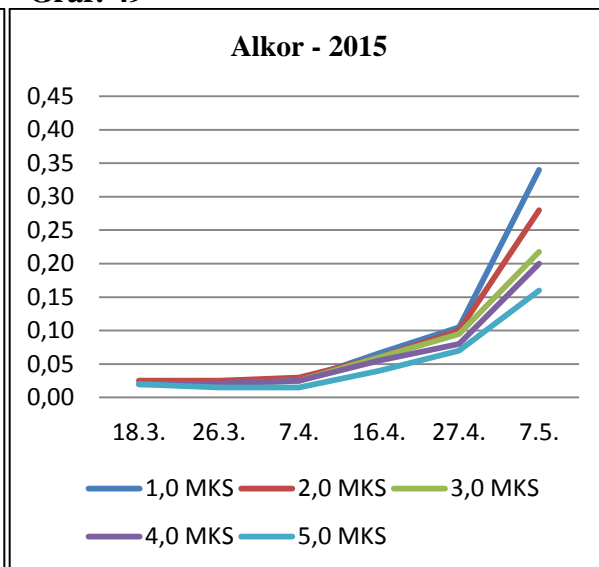
Graf: 47



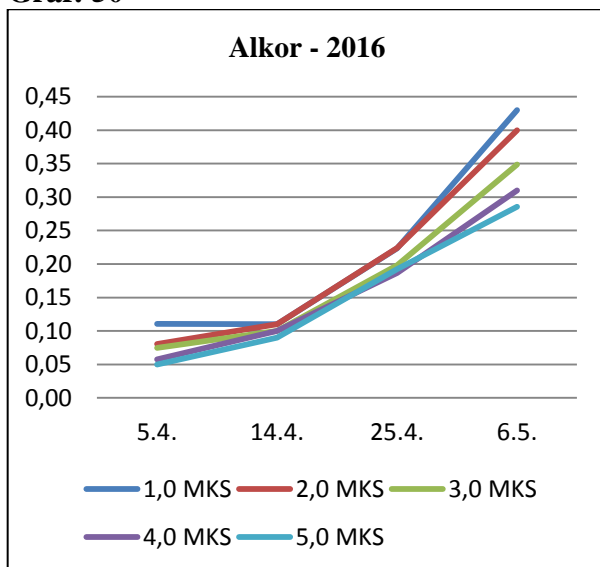
Graf: 48



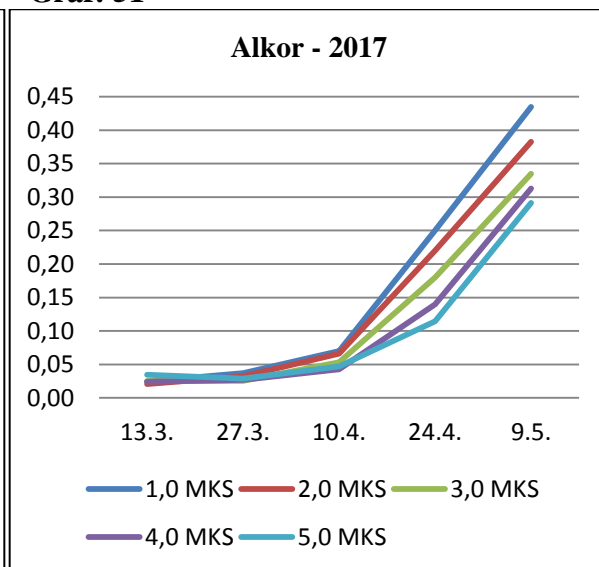
Graf: 49



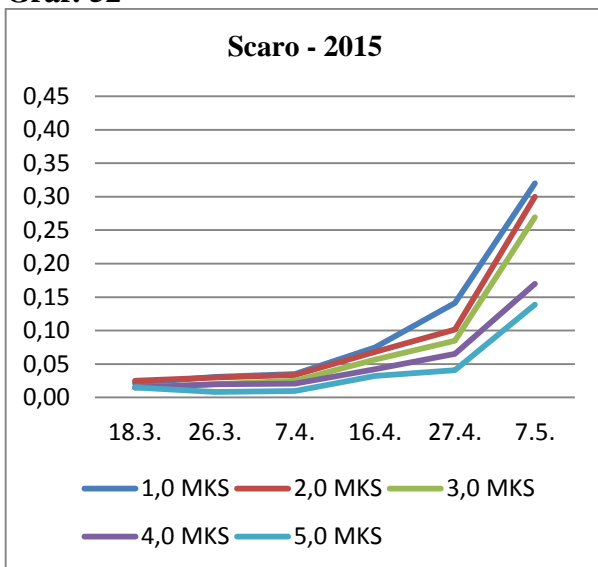
Graf: 50



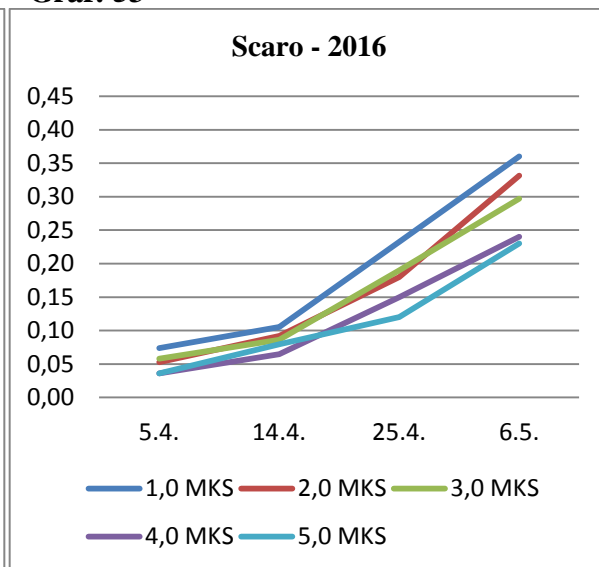
Graf: 51



Graf: 52



Graf: 53



Graf: 54

