

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Využití směsného pěstování odrůd pšenice seté
v ekologickém zemědělství**

Bakalářská práce

**Veronika Nováková
Ekologické zemědělství**

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.

© 2022/2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Využití směsného pěstování odrůd pšenice seté v ekologickém zemědělství" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Ivaně Capouchové, CSc. za odbornou pomoc při psaní, ochotu, cenné rady, názory, zkušenosti a vřelý přístup, díky kterým mohla tato práce vzniknout.

Dále bych tímto chtěla poděkovat vedení Výzkumné stanice Katedry rostlinné výroby v Uhřetěvsi za poskytnutí nezbytných podkladů a údajů využitých při zpracování této bakalářské práce a Bc. Josefovi Vršťalovi za pomoc při práci v laboratoři.

Využití směšného pěstování odrůd pšenice seté v ekologickém zemědělství

Souhrn

Pšenice setá je v České republice nejrozšířenější plodinou jak v konvenčním, tak i v ekologickém zemědělství. Vzhledem k úsilí o zajištění udržitelnosti zemědělství je v poslední době věnována stále větší pozornosti pěstování směšných kultur polních plodin. Na rozdíl od mezidruhových směšných kultur (v našich podmínkách se jedná často o směsi obilnin a leguminóz), kde je již k dispozici řada informací, meziodrůdové směsi pšenice představují zatím poměrně neprobádanou cestu. Oproti pěstování „čistých“ odrůd se od nich očekává lepší přizpůsobivost případným nepříznivým podmínkám, výnosová stabilita a uspokojivá jakost.

Cílem této práce bylo vyhodnotit pěstování vybraných meziodrůdových směsí pšenice seté ozimé v ekologickém systému z hlediska základních produkčních a jakostních parametrů a posoudit rozdíly v produkčních parametrech a kvalitě produkce i v závislosti na způsobu založení porostu (výsev ob řádek, výsev ve směsi osiva).

Byly zaznamenány poměrně velké rozdíly ve výnosu směsí mezi oběma způsoby založení porostu – u všech směšných porostů dosáhly vyšších výnosů varianty založené výsevem směsi osiva smíchaného před setím oproti založení porostu střídavým výsevem odrůd pšenice ob řádek (pravděpodobně vzhledem k vyšší mezirostlinné a mezistébelné konkurenci, ke které došlo díky občasnému splývání řádků při ne zcela zdařeném výsevu porostů běžným maloparcelkovým secím strojem).

Meziodrůdové směsi, vyseté směsí osiva smíchaného před setím dosáhly průměrného výnosu 8,18 t/ha. Při výsevu ob řádek činil průměrný výnos meziodrůdových směsí 7,45 t/ha. Nejvýnosnější byla meziodrůdová směs odrůdy Lorien (B) s odrůdou Ilusion (A), a to při obou způsobech založení porostu. U meziodrůdových směsí, kde figurovala odrůda Butterfly (E), byl výnos při obou způsobech založení porostu o cca 0,3 – 0,4 t/ha nižší. Odrůdy pěstované v čisté kultuře dosáhly průměrného výnosu 8,11 t/ha. V čele stála odrůda Lorien (B), která vykázala nejvyšší výnos 8,46 t/ha, následovaná odrůdou Vanessa (C); tyto odrůdy překonaly kvalitní potravinářskou odrůdu Ilusion (A) a zejména elitní potravinářskou odrůdu Butterfly (E) s výnosem 7,71 t/ha.

Kvalita produkce byla, v případě všech hodnocených jakostních znaků, výrazně ovlivněna odrůdou; vliv způsobu založení směšného porostu byl nevýrazný a zpravidla mírně vyšších hodnot jakostních ukazatelů dosahovaly směsi založené výsevem odrůd ob řádek.

Zejména při způsobu založení porostu výsevem odrůd ob řádek (u variant, kde figurovala odrůda Butterfly i v případě výsevu směsi osiva) dosáhly směšné porosty kvalitních potravinářských odrůd Butterfly (E) a Ilusion (A) s výnosnými odrůdami z nižších skupin jakosti Lorien (B) a Vanessa (C) uspokojivé jakosti produkce a s výjimkou objemové hmotnosti a obsahu N-látek v sušině zrna směsí, kde figurovala odrůda Vanessa, by splnily minimální požadavek na jakost pšenice potravinářské – pekárenské (ČSN 46 1100-2), a to i přesto, že se jednalo o produkci pšenice v ekologickém systému hospodaření.

Klíčová slova: pšenice, meziodrůdové směsi, výnosy, kvalita, ekologické zemědělství

Cultivation of wheat varietal mixtures in organic farming

Summary

Common wheat is the most widely grown crop in the Czech Republic, both in conventional and organic farming. In recent years, due to the efforts to ensure the sustainability of agriculture, increasing attention has been paid to growing mixed crops of field crops. Unlike inter-species mixed crops (which often consist of mixtures of cereals and legumes and for which there is already a lot of information available), inter-variety mixtures of wheat represent a relatively unexplored path. Compared to the cultivation of "pure" varieties, they are expected to exhibit better adaptability to possible adverse conditions, yield stability, and satisfactory quality. The aim of this study was to evaluate the cultivation of selected inter-variety mixtures of common wheat in an organic system in terms of basic production and quality parameters, and to assess the differences in production parameters and quality of production depending on the method of crop establishment (drilling in rows or broadcasting).

Significant differences in yields were observed between the two methods of crop establishment – all mixed crops achieved higher yields when established by broadcasting seed mixtures mixed before sowing, as opposed to establishing the crop by alternating rows of wheat varieties (probably due to higher interplant and internode competition resulting from occasional overlap of rows caused by the use of small-plot seed drills).

Interspecific mixtures sown with a seed mixture prior to sowing achieved an average yield of 8.18 t/ha. When sown in rows, the average yield of interspecific mixtures was 7.45 t/ha. The most productive interspecific mixture was Lorien (B) with Ilusion (A), with both methods of crop establishment. In interspecific mixtures containing Butterfly (E), the yield was about 0.3-0.4 t/ha lower for both methods of crop establishment. Pure cultivars achieved an average yield of 8.11 t/ha. Lorien (B) had the highest yield at 8.46 t/ha, followed by Vanessa (C); these varieties surpassed the high-quality food variety Ilusion (A) and particularly the elite food variety Butterfly (E) with a yield of 7.71 t/ha.

The quality of production was significantly influenced by the variety for all evaluated quality characteristics, while the influence of the method of establishing mixed crops was negligible, and mixtures established by sowing varieties in rows generally achieved slightly higher quality indicator values.

Especially when established by sowing varieties in rows (in variants including the Butterfly variety, even in the case of sowing a seed mixture), mixed crops of high-quality food varieties Butterfly (E) and Ilusion (A) with productive varieties from lower quality groups such

as Lorien (B) and Vanessa (C) achieved satisfactory production quality and, except for the bulk weight and N-substance content in the grain dry matter of mixtures containing Vanessa, they would meet the minimum requirements for the quality of wheat for food-baking purposes (ČSN 46 1100-2), even though this was wheat production in an ecological farming system.

Keywords: wheat, intercropping, yields, quality, organic farming

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Současná situace ekologického zemědělství v ČR	12
3.2	Pšenice setá v ekologickém zemědělství	13
3.2.1	Výběr odrůd pšenice seté vhodných pro ekologické zemědělství	13
3.2.2	Zkoušení odrůd pšenice seté pro ekologické zemědělství	15
3.2.3	Hlavní zásady pěstitelské technologie pšenice seté ozimé v ekologickém zemědělství.....	16
3.2.3.1	Nároky pšenice seté na půdně-klimatické podmínky	16
3.2.3.2	Zařazení pšenice do osevního postupu.....	17
3.2.3.3	Zpracování půdy a založení porostu.....	17
3.2.3.4	Výživa porostu ozimé pšenice	18
3.2.3.5	Ochrana pšenice seté proti plevelům, chorobám a škůdcům.....	18
3.2.3.6	Sklizeň a posklizňová úprava zrna	19
3.2.4	Jakost pšenice seté v ekologickém zemědělství.....	20
3.3	Využití obilnin ve směsných kulturách	21
3.3.1	Mezidruhové směsné kultury	21
3.3.2	Meziodrůdové směsné kultury	23
3.3.3	Hodnocení výkonnosti směsí	25
4	Metody a materiál	27
4.1	Půdně-klimatická charakteristika pokusné lokality.....	27
4.2	Varianty pokusu a jeho struktura	28
4.3	Použitá agrotechnika	29
4.4	Hodnocené produkční a jakostní parametry.....	30
5	Výsledky	31
5.1	Výnos	31
5.2	Počet klasů na m ² před sklizní.....	32
5.3	Hmotnost tisíce semen (HTS)	33
5.4	Objemová hmotnost.....	35
5.5	Obsah N-látek v sušině zrna	36
5.6	Obsah mokrého lepku v sušině zrna.....	37
5.7	Sedimentační index - Zeleného test	38
5.8	Číslo poklesu	39

6	Diskuze.....	41
7	Závěr	45
8	Literatura.....	46
9	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

V České republice se pěstuje pšenice setá na přibližně čtvrtině orné půdy a je naší nejvýznamnější polní plodinou. Pšenice je intenzivně šlechtěna s ohledem na různé agroekologické podmínky a způsoby užití, jako je pekárenské, pečivářské nebo krmné využití. Díky rozmanité nabídce odrůd mají zemědělci široký výběr vhodných odrůd pro konkrétní pěstitelské podmínky svých farem a pro konkrétní způsoby využití pšenice.

V ČR převažuje konvenční zemědělství, což je podobné jako v jiných rozvinutých zemích. Existují však i jiné způsoby hospodaření, které využívají moderní pěstitelské metody a postupy. Tyto systémy se především zaměřují na dlouhodobě udržitelný rozvoj, protože jejich cílem není pouze zisk a výnos, ale také ochrana životního prostředí a ekologické aspekty. Ekologické zemědělství splňuje tyto podmínky.

Pšenice setá je nejdůležitější plodinou i v ekologickém zemědělství v ČR. Avšak na trhu většinou nejsou k dispozici odrůdy pšenice ozimé, které by byly speciálně šlechtěny pro pěstování v ekologickém zemědělství. Ekologičtí zemědělci jsou proto nuceni pěstovat odrůdy určené pro konvenční zemědělství, což může vést k potížím. Existuje široká škála odrůd a ekologičtí farmáři se v této oblasti špatně orientují, protože jim chybí informace o tom, jak se jednotlivé odrůdy chovají v podmínkách ekologického zemědělství.

Od roku 1994 je na Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby (v současnosti katedry agroekologie a rostlinné produkce) FAPPZ ČZU v Praze – Uhřetěvesi sledován a hodnocen soubor odrůd ozimé pšenice pěstovaný v podmínkách ekologického zemědělství. Tyto odrůdy jsou hodnoceny z hlediska produkčních a jakostních parametrů a porovnávány se stejnými odrůdami vypěstovanými v podmínkách běžného konvenčního hospodaření. Výsledky těchto pokusů mohou pomoci ekologickým farmářům při výběru vhodné odrůdy pro své farmy. V poslední době byly tyto pokusy rozšířeny i o sledování a hodnocení meziodrůdových směsí pšenice ozimé.

Na rozdíl od mezidruhových směsných kultur, kde je již k dispozici řada informací, meziodrůdové směsi pšenice představují zatím poměrně neprobádanou cestu. Oproti pěstování „čistých“ odrůd se mohou meziodrůdové směsi vyznačovat některými výhodami. Může se jednat o lepší přizpůsobivost případným nepříznivým podmínkám, díky kombinaci odrůd s různými vlastnostmi a různou odolností vůči abiotickým a/či biotickým stresům, včetně rozdílné odolnosti či naopak náchylnosti vůči chorobám a škůdcům. To pak může vést k větší výnosové stabilitě směsných porostů oproti samostatnému pěstování jednotlivých odrůd, což je obzvláště důležité v současném, z hlediska průběhu povětrnostních podmínek, velmi nejistém období. Směsi odrůd jsou rovněž způsobem, jak zvýšit rozmanitost (genotypovou diverzitu) pěstovaných plodin, což může přispět, jak již bylo uvedeno, k jednodušší regulaci škodlivých činitelů, snížení chemických vstupů, případně i efektivnějšímu využívání zdrojů (např. vody a živin).

Cílem pěstování meziodrůdových směsí je tedy kombinace odrůd s různými vlastnostmi za účelem dosažení uspokojivého výnosu, zvýšení výnosové stability a dosažení dobré jakosti produkce. Často jde o vytvoření směsi odrůdy se špičkovou kvalitou, u které můžeme očekávat spíše nižší výnos a vyšší náročnost na podmínky pěstování s odrůdou, která je výnosná, tolerantní a její kvalita je sice o něco horší, ale stále uspokojivá. Celkově lze říci, že jak výnosová stabilita, tak i stabilita jakosti meziodrůdových směsí pšenice je závislá na

vlastnostech použitých odrůd, a také na tom, jak jsou vysety, tedy na způsobu založení porostu. Možností je mnoho, ale informací o meziodrůdových směsích pšenice seté je v našich podmínkách zatím velmi málo; přispět k rozšíření poznatků v této oblasti si klade za cíl i tato bakalářská práce.

2 Cíl práce

Cílem práce je:

a) vypracovat literární rešerši k problematice směsného pěstování obilnin, s důrazem na uplatnění meziodrůdových směsí pšenice v ekologickém zemědělství

b) v rámci přesného polního pokusu, vedeného v ekologickém systému pěstování, vyhodnotit směsné pěstování vybraných odrůd pšenice seté ozimé v porovnání s danými odrůdami pěstovanými samostatně z hlediska vybraných produkčních a jakostních parametrů; posoudit rozdíly v produkčních parametrech a kvalitě produkce i v závislosti na způsobu setí odrůd pšenice (výsev ve směsi, výsev ob řádek) a vybrat varianty, které se osvědčily nejlépe.

3 Literární rešerše

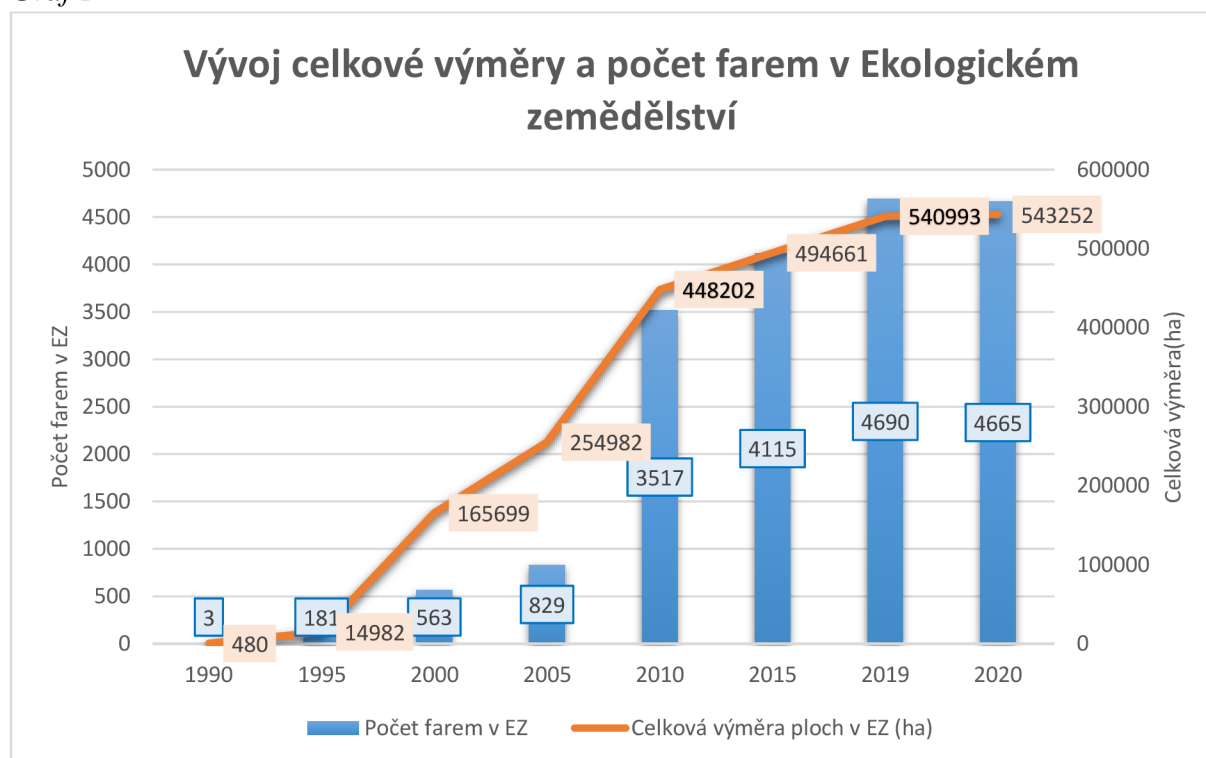
3.1 Současná situace ekologického zemědělství v ČR

Ekologické zemědělství má v České republice mnohaletou tradici. Od roku 1990, kdy ekologickým způsobem hospodařily pouze tři ekologické farmy a celková výměra ploch v ekologickém zemědělství zaujímal pouze 480 ha, prošlo v ČR ekologické zemědělství dynamickým vývojem.

Dle Ročenky EZ (2020) činila v roce 2020 výměra ploch v ekologickém zemědělství 543 252 ha, tj. 15,3 % z celkové výměry zemědělské půdy a hospodařilo na ní 4 665 ekologických farem. Za období 2005–2020 se výměra plochy ekologického zemědělství více než zdvojnásobila (v roce 2005 činila 254 982 ha, tj. 5,98 % z celkové výměry zemědělské půdy v ČR) a počet farem vzrostl z 829 farem na výše zmíněných 4 665 farem v roce 2020. Přehled vývoje celkové výměry zemědělské půdy a počtu farem v ekologickém zemědělství ČR od roku 1990 do současnosti znázorňuje graf 1.

V současné době Česká republika patří mezi patnáct zemí světa s nejvyšším podílem ploch v EZ na celkové výměře zemědělské půdy (6. místo v rámci Evropy, 4. místo v EU po Rakousku, Estonsku a Švédsku, těsně před Itálií a Lotyšskem) (Ročenka EZ 2020).

Graf 1



Zdroj: Ročenka EZ (2020)

Moudrý et al. (2007) uvádějí, že podíl ekologicky obhospodařované orné půdy je nízký a převažuje hospodaření na trvalých travních porostech. Uvedený stav přetrvává až do dnešní doby. Trvalé travní porosty v ekologickém zemědělství dominují (v roce 2020 s výměrou přes 443 tis. ha a 82% podílem na celkové ploše zařazené v EZ), přesto je však v posledních letech

patrný pozitivní trend nárůstu ploch orné půdy; ta ke konci roku 2020 tvořila 17,2 % celkové výměry zemědělské půdy v EZ (93 701 ha). Trvalé kultury zaujímají cca 1 % ploch v EZ, z toho cca 85 % tvoří sady a 16 % vinice (Ročenka EZ 2020).

Hlavními plodinami na orné půdě byly stejně jako v předchozích letech obiloviny (43% podíl) a pícniny (45% podíl). Nejvýznamnější obilninou v ekologickém zemědělství je stále pšenice setá. V roce 2020 byla pěstována na 12 774 ha, s celkovou produkcí 31 657 tun (Ročenka EZ 2020).

3.2 Pšenice setá v ekologickém zemědělství

Přes svoji náročnost je pšenice setá stále nejpěstovanější obilninou v ekologickém zemědělství ČR. Jak je již zmíněno výše, v roce 2020 byla pěstována na ploše 12 774 ha s průměrným výnosem 3,01 t/ha (Ročenka EZ 2020).

3.2.1 Výběr odrůd pšenice seté vhodných pro ekologické zemědělství

Výběr vhodné odrůdy je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících výnos i kvalitu produkce v ekologickém zemědělství. Výběr odrůd obilovin vhodných pro specifické podmínky ekologického zemědělství vyžaduje odlišný přístup od konvenčních systémů s vysokými vstupy, vzhledem k omezeným možnostem kompenzovat případné méně příznivé agroekologické podmínky, včetně nižšího obsahu živin, tlaku chorob a škůdců, zaplevelení, zvýšenou intenzitou pěstování, včetně využívání prostředků chemické ochrany rostlin aj. (Yadav et al. 2020).

Konvalina et al. (2010) uvádějí, že při volbě odrůdy pšenice seté pro ekologický způsob pěstování bychom měli přihlížet k následujícím kritériím:

- vhodnost odrůdy pro určité výrobní a ekologické podmínky z hlediska výnosové jistoty a jakosti produkce (rajonizace odrůd)
- vhodnost ke konkrétnímu stanovišti (půdní a klimatické podmínky)
- delší vegetační doba
- hospodářské vlastnosti odrůdy – požadavky na půdu, předplodinu, na termín setí, náchylnost k chorobám, odolnost vyzimování, autoregulační schopnost, vhodnost pro danou technologii pěstování (např. odolnost vůči vláčení plecími branami)
- schopnost příjmu živin (vzrůstnější odrůdy s mohutnějším kořenovým systémem)
- konkurenceschopnost vůči plevelům (rychlejší růst v počátečních fázích vegetace)
- schopnost dosahovat uspokojivého výnosu i v podmínkách ekologického zemědělství
- schopnost dosahovat dobré kvality produkce i v podmínkách nižších vstupů (vzhledem k účelu pěstování a požadavkům zpracovatelů)

Názory na to, jaké odrůdy pšenice seté jsou pro ekologické zemědělství nejvhodnější, se postupně vyvíjejí a mění.

Lammerts van Bueren et al. (2011) uvádějí, že moderní, výkonné odrůdy, šlechtěné pro konvenční způsob pěstování postrádají důležité vlastnosti požadované v podmínkách

ekologické produkce. Je to způsobeno především tím, že selekce v konvenčních šlechtitelských programech probíhá v podmínkách vysokých vstupů (využívání anorganických hnojiv, intenzivní ochrana plodin). Ukázalo se také, že některé znaky (např. polozakrslé, krátkostébelné odrůdy), které byly zavedeny za účelem řešení problémů, jako je poléhání obilnin v systémech s vysokými vstupy, se mohou projevovat v podmínkách nízkých vstupů negativně (slabý kořenový systém, horší osvojovací schopnost živin, někdy i snížená odolnost vůči chorobám). S uvedenými názory se ztotožňují např. Wolfe et al. (2008), kteří nepovažují moderní odrůdy, vyšlechtěné pro konvenční pěstování, za vhodné pro ekologický způsob hospodaření.

Také Konvalina et al. (2010) uvádějí, že někteří zemědělci doporučují v ekologickém zemědělství využívat starší a krajové odrůdy, které se zpravidla vyznačují mohutnějším kořenovým systémem a lepší schopností příjmu živin, vyšší konkurenceschopností vůči plevelům a také vyšším obsahem bílkovin a lepší nutriční kvalitou. Jsou však zpravidla méně produktivní a mají i některé další nepříznivé vlastnosti; pokud se nacházejí v místech lépe zásobených dusíkem, často polehají. Ekologičtí zemědělci je však mohou úspěšně pěstovat, pokud jsou prodávány jako regionální specialita za odpovídající tržní ceny. Jako příklad Konvalina et al. (2010) uvádějí farmu Meirhof v Dolním Rakousku. Farma pěstuje staré odrůdy a produkty se přímo na farmě zpracovávají a prodávají jako místní speciality. Obsah hrubého proteinu v zrna starších a krajových odrůd je zpravidla (o cca 2 %) vyšší než u moderních odrůd. Tyto staré odrůdy tedy poskytují vysoce kvalitní produkt, ale výnosy jsou nízké. Lze je doporučit např. pro biodynamické či permakulturní zemědělství, případně v marginálních oblastech, kde se regionální speciality zpracovávají a vyrábí lokálně. Konvalina et Moudrý (2008) dále zdůrazňují, že staré krajové odrůdy pšenice jsou často stále preferovány především zahraničními ekologickými farmáři, neboť svou roli sehraává i filosofický přístup farmářů k ekologickému zemědělství jako takovému.

Na druhé straně, Petr et al. (1998) uvádějí, že mezi odrůdami, vyšlechtěnými pro konvenční způsob hospodaření, lze najít takové, které ekologický způsob hospodaření snášejí velmi dobře a dodávají, že odrůdy s geneticky založenou dobrou mlynářskou a pekařskou jakostí si zachovávají tyto vlastnosti i v ekologickém systému pěstování, ovšem na nižší úrovni než při pěstování v konvenčním způsobu hospodaření. Petr et Škeřík (1999) dále doporučují volit odrůdy méně odnožující, odolné proti poléhání (kratší, pevnější stéblo), sněti mazlavé (nemoří se osivo), chorobám pat stébel, stéblolamu, septoriózám a fuzariózám a konkurenceschopné vůči plevelům (rozkladitý trs, rychlejší počáteční růst).

García-Ruiz et al. (2019) konstatují na základě svých výsledků, že některé moderní odrůdy měly vysoké výnosy, obsah bílkovin a objemovou hmotnost i při pěstování v podmínkách ekologického zemědělství. Opět doplňují význam znaků, jako je vysoká schopnost konkurovat plevelům, odolnost vůči houbovým patogenům, vysokou schopnost přijímat živiny. To potvrzují i (Serpalay et al. 2011) tvrzením, že moderní odrůdy jsou i v ekologickém zemědělství výnosnější než odrůdy starší. Vypěstované zrno by mělo mít odpovídající kvalitu pro dosažení vlastností výrobků (chléb, pečivo aj.) požadovaných spotřebiteli (Longin et al. 2020).

Vzhledem k omezenějším možnostem ochrany rostlin proti chorobám a škůdcům je třeba, jak již bylo uvedeno výše, věnovat při výběru odrůd pšenice pro ekologické zemědělství pozornost i odolnosti jednotlivých odrůd vůči patogenům, neboť choroby obilnin způsobené houbovými patogeny mohou výrazně snížit výnos zrna a zhoršit kvalitativní parametry (Haider

et al. 2021). Přestože šlechtění odrůd na odolnost vůči chorobám a hledání nových účinných zdrojů rezistence jsou nedílnou součástí šlechtitelských programů (Pellegrino et al. 2020) odrůdy zcela rezistentní vůči jednotlivým chorobám nejsou k dispozici. Jde tedy o to, aby se daná odrůda nevyznačovala vůči konkrétnímu patogenu vyšší citlivostí. Stupeň napadení chorobami závisí na povětrnostních podmínkách během vegetačního období, citlivosti odrůdy k patogenům, struktuře osevního postupu i úrovni výživy dusíkem (Huang et al. 2018).

Petr et al. (2007) na základě svých výsledků pro ekologické zemědělství doporučují odrůdy pšenice s vyšší hmotností obilok (HTS) a současně odrůdy, které tvoří výnos především vyšší produktivitou klasu. To potvrdili i Piore et Köpke (1985), podle kterých od větších obilok, pokud jsou použity jako osivo, lze očekávat rychlejší klíčení a počáteční růst. Curtis (2002) doplňuje, že odrůdy pšenice, které tvoří větší zrno, bývají odolnější vůči abiotickým stresům, především suchu, v období růstu a zejména během klíčení a vzházení.

Šarapatka et al. (2006) uvádějí, že odrůdy tvořící výnos primárně vysokou hustotou porostu nejsou pro ekologické zemědělství vhodné z důvodu horších pěstebních podmínek, a lze tedy předpokládat větší redukci založených odnoží. Proto by měli zemědělci dávat přednost odrůdám s robustním klasem, který obsahuje větší počet zrn (Mikó et al. 2014). Petr et Škeřík (1999) doplňují, že pro ekologické pěstování jsou vhodnější odrůdy středně vysoké i vyššího vzrůstu; krátkostébelné nejsou vhodné, protože jejich kořenový systém je obvykle slabší.

V dřívějších dobách se často objevovaly názory, že jarní odrůdy jsou pro ekologické zemědělství vhodnější než odrůdy ozimé, Moudrý et al. 2007 např. uvádějí, že u jarních odrůd nehrozí problémy při přezimování, ať již se jedná o ohrožení vymrznutím, či poškození přezimujících porostů divokou zvěří. V posledních letech se ale ukazuje, že v podmínkách klimatické změny (především nevyrovnané srážky, zejména na jaře, dlouhá období sucha atp.) mají obecně ozimé odrůdy díky delší vegetační době podstatně lepší šance vyrovnávat se s nepříznivými podmínkami v průběhu vegetace než jarní odrůdy s krátkou vegetační dobou (Schärer et al. 2022); to však neznamená, že by jarní odrůdy nadále neměly v osevních postupech v ekologickém zemědělství své místo.

3.2.2 Zkoušení odrůd pšenice seté pro ekologické zemědělství

Více než 95 % ekologické produkce v Evropě je založeno na odrůdách plodin vyšlechtěných pro konvenční sektor s vysokými vstupy (Mikó et al. 2014). Informace o modernějších odrůdách ve světě bolestně chybí, protože výzkum v Severní Americe a Evropě se zaměřil na přizpůsobení komerčních odrůd pšenice pro ekologické zemědělství s cílem identifikovat vhodné odrůdy a lépe porozumět znakům důležitým pro ekologickou produkci (Migliorini et al. 2016).

Podle Konvaliny et al. (2010) je nejen u nás, ale i v zahraničí, stále jen velmi nízký počet odrůd pšenice seté, která jsou cíleně šlechtěná pro ekologické zemědělství a testovaná přímo v podmínkách ekologického zemědělství. Důvodem je především malý rozsah trhu. Ekologičtí farmáři tedy pěstují běžné odrůdy vyšlechtěné a testované v podmínkách a pro podmínky konvenčního hospodaření. Sortiment těchto odrůd je však velmi rozsáhlý a ekologičtí farmáři se v něm těžko orientovali. Poměrně dlouhou dobu byli ekologičtí farmáři odkázáni při výběru odrůd pšenice seté, vhodných pro ekologické pěstování, na dílčí výsledky a doporučení různých

výzkumných či univerzitních pracovišť. Např. na ekologicky certifikované pokusné ploše Výzkumné stanice České zemědělské univerzity v Praze-Uhřetěvsi byly již od roku 1994 realizovány přesné polní pokusy se sortimentem odrůd ozimé i jarní pšenice seté. Výsledky těchto pokusů byly poskytovány ekologickým pěstitelům (Capouchová et al. 2013) a mohly jim napomoci s výběrem odrůdy pro jejich farmu.

K určitému posunu došlo v roce 2013, kdy bylo zahájeno testování vhodnosti odrůd pšenice seté pro ekologické zemědělství na 5 lokalitách v různých agroekologických podmínkách ČR v rámci národní sítě Bionet, založené Českou technologickou platformou pro ekologické zemědělství a společností Bioinstitut, o.p.s.; na toto testování pak navázalo v roce 2015 zahájení zkoušek ověřování odrůd pro Seznam doporučených odrůd v režimu ekologického zemědělství. Na jaře 2015 byly na pěti ekologicky certifikovaných zkušebních plochách v různých agroekologických podmínkách ČR založeny přesné polní pokusy s vybranými odrůdami jarní pšenice, na podzim 2015 byly na stejných zkušebních stanovištích založeny pokusy s vybranými odrůdami pšenice ozimé (Stehno 2015). Organizace zkoušek se ujal Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) s Národním odrůdovým úřadem ve spolupráci se Svazem ekologických zemědělců PRO-BIO. Odrůdy pro toto zkoušení jsou vybírány jednak na základě zájmu šlechtitelů a majitelů odrůd o toto zkoušení, jednak na základě zkušeností a potřeb ekologických farmářů, ale i zpracovatelů bioprodukce pšenice (Horáková et Stehno 2016). V roce 2020/2021 probíhalo ověřování dvanácti odrůd pšenice seté ozimé pro ekologické zemědělství na sedmi lokalitách v různých agroekologických podmínkách ČR (ÚKZÚZ 2021).

3.2.3 Hlavní zásady pěstitelské technologie pšenice seté ozimé v ekologickém zemědělství

Pšenice setá je jednou z nejnáročnějších obilnin, přesto je však i v ekologickém zemědělství ČR nejvýznamnější obilninou a v příznivých agroekologických podmínkách je schopná i v tomto způsobu hospodaření poskytovat vysoké výnosy a kvalitu produkce.

3.2.3.1 Nároky pšenice seté na půdně-klimatické podmínky

Vári et Máriás (2013) poukazují na to, že povětrnostní podmínky jsou jedním ze základních faktorů ovlivňující výnos ozimé pšenice. Podle Nuttalla a kol. (2017) jsou povětrnostní podmínky pro výsledný výnos dokonce důležitější než půdní podmínky. Průběh povětrnostních podmínek v různých obdobích vegetace tak může výnos a kvalitu pšenice výrazně ovlivňovat (Prugar 2008). Konvalina et Moudrý (2008) např. uvádějí, že pro výsledný výnos ozimé (ale i jarní) pšenice jsou optimální nižší teploty a vyšší četnost srážek zejména v období sloupkování, kdy probíhá diferenciací základů klasu. Naproti tomu, vyšší teploty a sušší podmínky v době tvorby obilky a dozrávání zpravidla vedou k vyššímu obsahu bílkovin v zrna pšenice.

Dle Moudrého et al. (2007) a Konvaliny et Moudrého (2008) jsou pro pšenici setou nejvhodnější úrodné půdy, jako jsou černozemě a hnědozemě; půdy strukturní a dobrou vododržností a neutrální půdní reakcí.

3.2.3.2 Zařazení pšenice do osevního postupu

Barbieri (2017) uvádí, že pro ekologickou farmu je osevní postup hlavním systémovým opatřením. Vhodné střídání plodin vede k udržení i zvyšování přirozené úrodnosti půdy, stabilizaci procesu mineralizace, podpoře dostupnosti vody a živin, půdní mikrobiální aktivity, příjmu dusíku, potlačení napadení kulturních rostlin chorobami a škůdci, regulaci zaplevelení, zvýšení biodiverzity a stability zemědělských ekosystémů a zlepšení efektivity produkce. Kayser et al. (2003) poukazují na to, že v ekologickém zemědělství má předplodina mnohem větší vliv než v konvenčním pěstování, díky omezeným možnostem regulovat případný negativní efekt nevhodné předplodiny navýšením dávek průmyslových hnojiv, využitím herbicidů a prostředků ochrany rostlin. Konvalina et al. (2008) doporučují nezařazovat ozimou pšenici na stejném pozemku častěji než jednou za 3-5 let.

Nejvhodnějšími předplodinami jsou pro ekologicky pěstovanou pšenici ty, které potlačují plevele (např. víceleté porosty jetelovin) a zanechávají v půdě dostatek pohotových živin, především dusíku (luskoviny, jeteloviny). Vhodné jsou také okopaniny, pro ozimou pšenici ale musí být včas sklizeny, např. včas sklizené brambory (Neubeurg et Padel 1994).

3.2.3.3 Zpracování půdy a založení porostu

Zpracováním půdy, v důsledku, kterého dochází k úpravě fyzikálního stavu půdy a režimu vzduchu a vody v půdě, se vytváří nezbytné podmínky pro růst rostlin. Zpracováním půdy se také podporuje mineralizace organické hmoty v půdě, tvorba humusu a působení půdního edafonu. Nelze opomíjet ani sanitární efekt zpracování půdy, ve vztahu k výskytu chorob a škůdců (Kotorová 2001; Faměra 1993).

K základním způsobům zpracování půdy patří podmítka a orba. Urban et Šarapatka (2006) uvádějí, že hlavním úkolem podmítky je zapravení posklizňových zbytků předplodiny, regulace zaplevelení či podpora rozvoje půdních mikroorganismů; v důsledku podmítky rovněž dochází k přerušení kapilárního vztlínání vody. Podmítka musí následovat co nejdříve po sklizni předplodiny. Orba je dalším agrotechnickým zásahem, který ovlivňuje fyzikální, biologické i chemické vlastnosti a procesy v půdě. Dle Urbana et Šarapatky (2006) by měl být odstup mezi orbou a výsevem ozimé pšenice 4–6 týdnů. Následným, finálním úkonem je příprava seťového lůžka, která je důležitá pro zajištění vyrovnaného vzházení porostu. Vzhledem k potřebě snížení počtu pojezdů při předseťovém zpracování půdy je vhodné využít kombinace vibračních bran, utužovacího válce a secího stroje (Faměra 1993).

V agroekologických podmínkách ČR je nejvhodnější dobou pro výsev ozimé pšenice druhá polovina září a první polovina října. Hřivna (2012) uvádí, že termín výsevu je významným faktorem, který ovlivňuje délku podzimní vegetace, úroveň růstu a vývoje rostlin

do nástupu zimy a tím i přezimování porostu. Je tedy nezbytné, jak uvádějí Cacak et Pietrzak (2011), při volbě výsevu ozimé pšenice vždy zohledňovat nadmořskou výšku a konkrétní klimatické podmínky dané lokality. Konvalina et Moudrý (2008) doporučují používat pro výsev pšenice ozimé v ekologickém zemědělství výsevky na úrovni 400–450 klíčivých obilek na m²; při opožděném termínu setí a v horších podmínkách je vhodné výsevek na výšit o cca 15–20%.

3.2.3.4 Výživa porostu ozimé pšenice

Podle Šarapatky et Urbana (2006) jsou možnosti využití průmyslových, minerálních hnojiv v ekologickém zemědělství podstatně omezenější než v zemědělství konvenčním. Hlavním zdrojem výživy pro pšenici ozimou jsou proto především živiny uvolňující se z posklizňových zbytků předplodin; dále pak komposty, vyzrálý chlévský hnůj a další organická hnojiva zapravená k předplodině nebo před výsevem pšenice (Mäder et al. 2002).

Konvalina et Moudrý (2008) a Petr et al. (2009) uvádějí, že z pohledu výživy je pro pšenici ozimou nejnáročnější období jarního obnovení vegetace, kdy lze použít například rozptýlení menší dávky (10 – 15 t/ha) kompostovaného chlévského hnoje. Další možností je dle Konvaliny et Moudrého (2008) v předjarním období podpořit mineralizaci organických látek převláčením porostu ozimé pšenice prutovými branami a provzdušněním povrchové vrstvy půdy; současně docílíme i potlačení nežádoucích plevelů. V případě potravinářské pšenice lze využít i přihnojení organickými hnojivy ve fázi sloupkování.

Moudrý (1997) a Šarapatka et Urban (2006) konstatují, že je vhodné doplňovat potřebný fosfor, který pšenice odčerpává, mletými fosfáty, neboť v organických hnojivech se fosfor nachází v obtížně přístupných formách. Pro doplnění draslíku je zpravidla dostačující hnojit statkovými hnojivy, využívat rostlinné zbytky i slámu. K doplnění hořčíku lze využít dolomitické vápence; dolomitické a mleté vápence slouží rovněž ke korekci půdní reakce, která by měla být optimálně neutrální.

3.2.3.5 Ochrana pšenice seté proti plevelům, chorobám a škůdcům

Zaplevelení je obecně považováno za jeden z nejzávažnějších problémů ekologického zemědělství (Finney et al. 2008), a to i přesto, že v ekologickém zemědělství mohou plevele sehrávat i pozitivní roli (biodiverzita, zdroj potravy pro opylovače), ovšem pouze v případě, že jejich výskyt nevede k omezování či potlačování kulturních rostlin (Nakka et al. 2019). Chemické hubení plevelů je v ekologickém zemědělství samozřejmě zakázáno, takže nechemická regulace zaplevelení a nechemické metody hubení škůdců jsou velmi důležité pro dosažení uspokojivých výnosů a kvality produkce (Feledyn-Szewczyk et al. 2014; Kirchmann 2021). Využívají se různé technologické postupy, jako je diverzifikace střídání plodin, vhodné zvolené postupy zpracování půdy, optimální termín a hustota setí, výživa porostů, různá mechanická opatření a samozřejmě i výběr vhodných odrůd s vyšší konkurenceschopností vůči zaplevelení a s vyšší odolností vůči patogenním činitelům (Hoad et al. 2008; Wolfe et al. 2008; Feledyn-Szewczyk et al. 2020). Kronberg (2008) doplňuje, že kromě výše uvedených vlastností

by se současně mělo jednat o odrůdy s mohutnějším kořenovým systémem a dobrou schopností osvojení živin.

Konkurenceschopnost pšenice vůči plevelům je v porovnání s ostatními obilninami spíše nižší. Kromě již zmíněné prevence zaplevelení (pestrý a správně sestavený osevní postup) hraje při regulaci zaplevelení porostů pšenice v ekologickém zemědělství významnou roli mechanická likvidace plevelů. Nejčastěji užívaným opatřením je vláčení prutovými (plecími) branami. Moudrý et Vlasák (1996) uvádějí, že vláčení před vzejitím hubí až 80 % plevelů. Během vegetace lze jimi regulovat zaplevelení do konce odnožování, ale případně i do počátku sloupkování. Nevláčíme zásadně vzházející porosty do vytvoření 3. listu, kdy rostliny nejsou dostatečně zakořeněny. Po dostatečném zakořenění bývá vláčení vysoce účinné, v případě použití v dalších obdobích vegetace jeho účinnost klesá. Kromě vyvláčení plevelů je současně provzdušněna povrchová vrstva půdy, podpořena mineralizace, uvolňování živin, především dusíku, podpořeno udržení životnosti odnoží, růst a vývoj. Na těžkých, slévavých půdách a při zaplevelení chundelkou metlicí je vhodné kromě vláčení využít také plečkování, ovšem pouze při větších meziřádkových vzdálenostech, aby nedošlo k poškození kořenů (Behera et Nanda 2019).

Ochrana proti chorobám a škůdcům spočívá především v dobře navrženém osevním postupu a dodržování zásad agrotechnické kázně (Zídek et al. 1992). Důležitý je výběr odolnějších odrůd. Napadení braničnatkou (*Septoria nodorum*) lze snížit pečlivým zapravením posklizňových zbytků, čímž se omezí primární infekce (Häni et al. 1993). Výskyt rzi (*Puccinia* spp.) lze omezit preventivními opatřeními (Pârlici 2021). Důležité je pečlivé odstraňování plevelů, protože některé druhy trav, např. chundelka metlice, jsou často silně napadány patogeny (Nyamwasa 2020). Curtis (2002) dále upozorňuje na potřebu dobré výživy, neboť silné, dobře vyživené porosty zpravidla lépe odolávají nejrůznějším patogenním činitelům.

3.2.3.6 Sklizeň a posklizňová úprava zrna

Sklizeň pšenice se provádí ve fázi žluté až plné zralosti (Faměra 1993), přičemž potravinářskou pšenici, u které je požadována vysoká jakost zrna, je třeba sklízet přednostně, aby díky opožděné sklizni nedocházelo k vnitřnímu porůstání zrna a snížení kvality lepku (Cacak-Pietrzak 2011). Je tedy zapotřebí při pěstování pšenice na větší výměře využívat více odrůd s různou dobou zralosti (Faměra 1993).

Pro zajištění dobré kvality a bezpečného uskladnění sklizeného zrna je zapotřebí sklízet porosty pšenice při vyhovující vlhkosti zrna, optimálně 14 %. V případě, že sklizeň probíhá za nepříznivých povětrnostních podmínek a vlhkost zrna se pohybuje mezi cca 16 – 20 %, je třeba zajistit horkovzdušné dosoušení zrna (Šarapatka et Urban 2006). Prugar et al. (2008) a Cacak-Pietrzak (2011) doplňují, že při uskladnění zrna s vyšší vlhkostí než 15 % se zvyšuje riziko šíření plísní a zvýšení obsahu mykotoxinů.

3.2.4 Jakost pšenice seté v ekologickém zemědělství

Pro jakostní hodnocení pšenice z ekologického způsobu pěstování neexistuje žádný zvláštní předpis; i u bioprodukce pšenice se proto vychází z hodnot jakostních ukazatelů, uvedených v ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“. Přestože je uvedená ČSN nezávazná a má pouze doporučující charakter, platí, že i od ekologických zemědělců se očekává snaha požadavky této normy naplnit. To je však velmi obtížné, neboť zejména požadavky na obsah dusíkatých látek v zrna pro pšenici potravinářskou – pekárenskou a kvalitu bílkovinného komplexu z hlediska pekárenského zpracování, výroby kynutých těst, která je charakterizována Zelenyho testem, je v ekologickém způsobu pěstování často nemožné splnit (Salomonsson et al. 1994). Vždy bude záležet na dohodě mezi pěstitelem a odběratelem pšenice, avšak platí, že v případě výraznějších odchylek od požadovaných hodnot jakostních ukazatelů by již mohlo docházet k problémům při technologickém zpracování zrna pšenice pro různé účely a různé typy potravinářských výrobků.

Na druhé straně, ekologický způsob pěstování má zpravidla pozitivní vliv na nutriční kvalitu zrna; ekologicky vypěstovaná pšenice se sice vyznačuje nižším zastoupením pekařsky cenných bílkovinných frakcí – gliadinů a gluteninů, avšak vyšším obsahem nutričně hodnotných albuminů a globulinů oproti pšenici konvenční (Krejčířová et al. 2008). Petr et al. (2004) dodávají, že ekologicky vypěstovaná pšenice má lepší krmné parametry než pšenice z konvenčního způsobu pěstování, právě z důvodu vyššího obsahu rozpustných albuminů a globulinů a vyššího obsahu esenciálních aminokyselin.

Jak již bylo uvedeno, z pohledu technologického zpracování pšenice je důležitý nejen celkový obsah proteinu, ale i jeho vlastnosti, tedy kvalita bílkovin – zde je základním jakostním ukazatelem Zelenyho test, prostřednictvím kterého se hodnotí jakost lepkových bílkovin a tím i vhodnost pšenice k výrobě kynutých těst (Zimolka et al. 2005). Podle Capouchové et Konvaliny (2014) však i ekologicky vypěstované pšenice z jakostních skupin E – elitní a A – kvalitní bývají schopné i přes snížený obsah N-látek překonat minimální požadavek na Zelenyho test pšenice potravinářské – pekárenské (30 ml), neboť se jedná o parametr s poměrně vysokou dědičností. Tyto vysoce jakostní odrůdy pšenice však bývají, z hlediska pěstitelských požadavků, nejnáročnější.

Ze základních jakostních ukazatelů pšenice je třeba zmínit ještě číslo poklesu, které charakterizuje vnitřní porůstání zrna a tím i úroveň poškození škrobu v endospermu; to se pak projevuje při technologickém zpracování, neboť při nízkých hodnotách čísla poklesu je těsto mazlavé a lepivé, obtížně zpracovatelné. Číslo poklesu je ovlivněno především průběhem povětrnostních podmínek během dozrávání a sklizně; způsobem, resp. intenzitou pěstování nebývá ovlivněno (Capouchová 2003). Jakostní nákupní hodnocení pšenice pak uzavírá objemová hmotnost zrna, která zpravidla dle Capouchové (2003) dosahuje u pšenice vypěstované ekologickým způsobem nižších hodnot než u pšenice konvenční.

Celkově lze konstatovat, že ekologický způsob hospodaření ovlivňuje významně nejen produkční parametry pšenice, ale i jakost produkce. Je tedy zapotřebí hledat různé cesty a možnosti, které by mohly přispět nejen k navýšení a stabilizaci výnosů pšenice z ekologického způsobu pěstování, ale i dosažení dobré jakosti zrna. Určité možnosti v tomto ohledu skýtá pěstování pšenice ve směsných kulturách.

3.3 Využití obilnin ve směsných kulturách

Využívání směsných kultur není novodobou záležitostí; je naopak doloženo již z dávné minulosti a dodnes je běžně využíváno především v rozvojových zemích. V posledních letech je mu věnována stále větší pozornost i ve vyspělých zemích, s ohledem na stále větší tlak na udržitelnost zemědělství, ekologii, omezování energetických vstupů, snižování využívání agrochemikálií apod. (Maitra 2000). Od směsných kultur se naopak očekává větší druhová bohatost, možnost snížení dávek minerálních hnojiv a pesticidů, vyšší adaptabilita směsí vůči podmínkám prostředí, výnosová stabilita a často i vyšší kvalita produkce ve srovnání s monokulturním pěstováním (Brant et al. 2019).

Pšenice setá patří k plodinám s nejvyšším zastoupením v osevních postupech; to při monokulturním pěstování mnohdy vede k četným problémům, k nimž patří intenzivní rozvoj chorob, škůdců a plevelů a s tím spojená vysoká spotřeba pesticidů, dále vysoká spotřeba hnojiv či potlačování žádoucích organismů a druhové diverzity (McLaughlin et Mineau 1995). Je tedy přirozené, že je to právě pšenice setá, která patří k plodinám nejčastěji využívaným ve směsných kulturách. Ty však nejsou zdaleka natolik prozkoumané jako monokulturní systémy pěstování, a proto se stává, že jednotlivé komponenty směsi se mohou navzájem ovlivňovat i negativně, což může v důsledku vést i ke snížení výnosu, případně i kvality produkce (Brant et al. 2019). V případě směsné kultury může být jedna složka směsi vnímaná jako hlavní plodina, zatímco jiná složka směsi bývá brána jako plodina pomocná, podpůrná; to je časté například v případě směsných kultur obilnin s leguminózami. Role pomocných plodin je chápána jako podpora hlavním plodinám k dosažení pěstebních a ekologických cílů. Pomocné plodiny mohou přispívat ochraně půdy, bránění erozi, šíření plevelů a škůdců a v neposlední řadě přispívají k tvorbě biomasy na pozemku (Brant et al. 2017a). Současně dochází k přínosným interakcím jednotlivých složek směsi (Gaba et al. 2015).

V jiných případech mohou být všechny komponenty směsi pěstované za účelem produkce; to je časté například v případě meziodrůdových směsí obilnin.

3.3.1 Mezidruhové směsné kultury

Smíšená kultura je definována jako souběžné pěstování dvou nebo více plodin na jednom pozemku v průběhu podstatné části vegetace, avšak jednotlivé složky smíšené kultury nemusí být vysévány či sklizeny ve stejný čas (Brooker et al. 2015; Lithourgidis et al. 2011; Vlachostergios et al. 2018). Jak již bylo zmíněno, smíšené kultury přispívají k ochraně půdy, lepšímu využití vody a živin, regulaci zaplevelení a redukci výskytu chorob a škůdců, a mohou mít i pozitivní dopad na výnosy plodin a kvalitu produkce (Bedoussac et al. 2015; Brooker et al. 2015; Lithourgidis et al. 2011).

Bedoussac et Justes (2010), Kintl et al. (2015) a Dhima et al. (2014) uvádějí, že směsné pěstování obilnin s leguminózami patří k nejrozšířenějším formám smíšených kultur, přičemž přínosem je především využití zdrojů N plodinami, které jsou součástí směsné kultury. Jednotlivé složky směsi interagují mezi sebou a vnějším prostředím. Jak obilniny, tak i leguminózy přijímají uhlík a dusík v minerální formě (NH_4 a NO_3^-) z půdy, ale k biologické

fixaci dusíku dochází pouze u leguminóz. Právě schopnost vázat vzdušný dusík je důvodem, proč jsou leguminózy plodinami, široce využívanými ve smíšených kulturách (Loreau et Hector 2001), přičemž jejich funkce ve smíšené kultuře může být pouze pomocná, podpůrná, ale mohou být využity i k produkci semen s vysokým obsahem bílkovin (Corre-Hellou 2007; Stagnari et al. 2017) nebo pro sklizeň celé nadzemní části (Fustec et al. 2010). Směsné pěstování leguminóz s druhy, které nevážou atmosférický dusík, umožňuje efektivnější využití zdrojů v čase a místě (Loreau et Hector 2001).

Produktivita smíšené kultury závisí na řadě faktorů, např. na skladbě druhů a odrůd plodin, zahrnutých do směsi, výsevky jednotlivých komponent směsi, způsob založení směsi (způsob výsevu) a použitá agrotechnika (Bedoussac et al. 2015; Brooker et al. 2015; Hauggard-Nielsen et al. 2001).

Bylo prokázáno hned několik výhod smíšených kultur obilnin s leguminózami. Kromě již výše zmíněných – půdoochranná funkce a zlepšení struktury půdy, redukce chorob, škůdců a zaplevelení (Malézieux et al. 2009; Gaba et al. 2015; Vrignon-Brenas et al. 2018) i zvýšení mikrobiální aktivity, efektivnější využití lokálních zdrojů – zvýšení dostupnosti živin, zamezení vyplavení živin a omezení znečišťování podzemních vod (Brant et al. 2008). Díky vztahu mezi složkami směsi lze dosáhnout zvýšení výnosu s menším počtem externích vstupů ve srovnání s monokulturou. Řada studií uvádí jako jednu z významných předností smíšených kultur obilnin s leguminózami zvýšení obsahu dusíku (bílkovin) v zrnu obilniny (Knudsen et al. 2004; Ghaley et al. 2005; Malézieux et al. 2009). To potvrzují na základě svých výsledků i Gooding et al. (2007) či Dvořák et al. (2022), kteří zjistili navýšení obsahu N-látek v sušině zrna pšenice ozimé, pěstované ve směsi s různými druhy leguminóz. Loreau et Hector (2001), Lithourgidis et al. (2011) a Lambers et al. (2019) dodávají, že navýšení obsahu N-látek v sušině zrna pšenice pěstované ve smíšené kultuře s leguminózou může být významné zejména v ekologickém způsobu pěstování, kde nelze použít pro zlepšení jakosti zrna rychle působící průmyslová dusíkatá hnojiva.

Na druhou stranu, někteří autoři poukazují na možná rizika smíšených kultur obilnin s leguminózami, která mohou vést i k redukcí výnosů a kvality obilniny (oproti monokulturnímu pěstování) a která často plynou z nevhodně zvolených druhů a odrůd ve směsi, nevhodného poměru jednotlivých komponent směsi, či nevhodného způsobu založení porostu (výsevu směsi). Pak může docházet k tomu, že si jednotlivé složky směsi navzájem konkurují o světlo i živiny (Mysliwiec et al. 2014; Bergkvist et al. 2011), nebo může sklizeň jedné plodiny poškodit druhou plodinu (Hauggard – Nielsen et al. 2005). Docházet může i k nežádoucímu opožděnému, případně nerovnoměrnému dozrávání jednotlivých složek směsi, problémům při sklizni, zvýšeným nárokům na pracovní sílu (Hauggard-Nielsen et al. 2005; Malézieux et al. 2009). Brant et al. (2019) navíc zmiňují, že velkovýrobní pěstování směsných kultur se zpravidla neobejde bez speciální zemědělské mechanizace, především speciálních secích strojů, umožňujících i oddělený výsev dvou nebo i více plodin a zakládání porostů směsných kultur v různém designu; pořízení takové techniky je samozřejmě finančně náročné.

3.3.2 Meziodrůdové směsné kultury

Zatímco o mezidruhových smíšených kulturách (v našich podmínkách především směsi obilnin s leguminózami) je již k dispozici řada informací, meziodrůdové směsi obilnin (v našich podmínkách půjde především o směsi odrůd pšenice seté) představují poměrně neprobádanou cestu. Cílem je kombinace odrůd s různými vlastnostmi za účelem dosažení uspokojivého výnosu, výnosové stability a dobré kvality produkce. Zpravidla jde o vytvoření směsi odrůdy se špičkovou kvalitou, u které lze očekávat spíše nižší výnos, s odrůdou, která je výnosná a její kvalita je sice o něco horší, ale stále uspokojivá. Podpoříme tak výnos při současném zachování dobré jakosti produkce (Duan et al. 2022).

Směsi odrůd (odrůdové směsi) jsou bezpochyby nejjednodušším způsobem, jak zvýšit rozmanitost v rámci plodiny, a jejich používání v zemědělství je doloženo již od 18. století (Wolfe 1985).

Jednou z převládajících otázek bylo, zda směsi mohou ve výnosu překonat své „čisté“ složky. Zadruhé, rozmach studií směsí odrůd v letech 1970-1990 nesli především fytopatologové povzbuzení úspěchy a využíváním směsí jarního ječmene v Německu, které v letech 1984-1990 snížily výskyt padlí a spotřebu fungicidů o 80 % (Wolfe et al. 1992). Zatřetí, v poslední době se zvyšuje zájem o odrůdové směsi v důsledku rostoucích obav o udržitelnost zemědělství, což vede, kromě jiného, k diverzifikaci výzkumných témat a jejich větší orientaci na lepší pochopení potenciálních ekologických přínosů využívání meziodrůdových směsí (Gaba et al. 2015).

Směsi odrůd, resp. míšení různých odrůd určitého druhu plodiny jsou způsobem, jak zvýšit rozmanitost (genotypovou diverzitu) pěstovaných plodin, což může přispět ke snížení chemických vstupů (Kiaer et al. 2009), zvýšení produktivity porostu (Cook-Patton et al. 2011; Kotowska et al. 2010) a odolnosti vůči nepříznivým podmínkám (Hughes et Stachowicz 2004; Parker et al. 2010). Genotypová diverzita rostlin může mít vliv na přítomnost a četnost půdních organismů (Chateil et al. 2013; Johnson et al. 2005; Parker et al. 2010; Wimp et al. 2004); může také, ve srovnání s monokulturou, jednodušeji regulovat populace škůdců, což by představovalo větší potenciál pro přijetí těchto postupů ekologickými pěstiteli (Tooker et Frank 2012; Cox et al. 2004). Koricheva et al. (2018) zmiňují význam směsí odrůd pro snižování početnosti škůdců. Power (1988) uvádí, že směsi odrůd kukuřice významně snížily populační hustotu zavíječe kukuřičného ve srovnání s monokulturami. Podobně výsledky, které publikovali Shoffner et Tooker (2013) prokázaly, že směsi odrůd pšenice snížily napadení a škody způsobené hmyzími škůdci. Tooker et Frank (2012) dodávají, že například mšice obilní mohou být velmi citlivé vůči různým odrůdám, což se ve svém důsledku může projevit i na výsledném výnosu. Rovněž Genung et al. (2010) uvádějí, že pěstování odrůdových směsí napomáhá regulaci biotických stresorů, což přispívá k zvýšení výnosů a výnosové stabilitě.

Využívání odrůdových směsí může také zvýšit adaptaci na nepředvídatelnou variabilitu prostředí a odolnost vůči nepříznivým agroekologickým podmínkám ve srovnání s monokulturami (Jump et al. 2009). U odrůdových směsí bývá větší účinnost využití světla, CO₂, půdy a vody ve srovnání s monokulturami a, jak již bylo uvedeno, zvyšuje se jejich tolerance vůči biotickým a abiotickým stresovým faktorům (Fang et al. 2014). Cox et al. (2004) se zaměřili na vliv směsí odrůd na regulaci chorob a odhalili pozitivní vztah k výnosu. Analýza

výsledků vybraných studií ukázala, že výnos pšenice seté se při vysokém tlaku chorob zvýšil o 3,2 % na přidanou složku odrůdy (Möhring & Finger 2022).

Směsi dvou nebo více odrůd mohou být složeny tak, aby byly agronomicky přijatelné jako „čisté“ odrůdy, ale zároveň měly určitou míru heterogenity potřebné pro regulaci výskytu chorob. Směsi mohou někdy zpomalit vývoj chorob, takže se sníží ztráty výnosu, i když jednotlivé složky směsi nemusí být plně odolné (Browning et Frey 1969; Wolfe 1985, Duan et al. 2022), a disponují i dalšími užitečnými vlastnostmi. Řada studií uváděla výnosy buď vyšší nebo srovnatelné s průměrnými výnosy jednotlivých odrůd zařazených do směsi (Rao et Prasad 1982; Ahrends et al. 2018). V některých případech směsi poskytovaly dokonce vyšší výnosy než nejvýnosnější komponent směsi (Mahmood et al. 1991). To se obvykle děje právě v souvislosti se silným tlakem chorob, se kterým se směsné kultury zpravidla vyrovnávají lépe než samostatně pěstované odrůdy (Mundt et al. 1995), ale vysoké výnosy směsí byly zaznamenány jak při vysokém, tak i při nízkém tlaku chorob (White 1982). Některé studie také uvádějí jako důležitou výhodu směsí ve srovnání se samostatně pěstovanými odrůdami větší výnosovou stabilitu, protože směsi se, jak již bylo uvedeno, vyrovnávají nejen s tlakem chorob, ale i s dalšími biotickými a abiotickými stresy lépe než monokultury (White 1982; Aslam et Fischbeck 1993).

Pozitivní účinky směsí druhů či odrůd na produkční schopnosti porostů vycházejí z funkčních rozdílů mezi složkami směsi (Díaz et Cabido 2001; Garcia-Palacios et al. 2011; Loreau 2004; Tilman et al. 1997). Pokud by všechny složky směsi měly naprosto stejné funkční vlastnosti, jejich míšení by nevedlo k žádnému pozitivnímu efektu. Směsi odrůd by proto měly být sestavovány z odrůd, které jsou dostatečně funkčně odlišné. Mohou se lišit například hloubkou zakořenění a mohutností kořenového systému (Richards 2000), ale také odolností vůči chorobám a škůdcům (Zhu et al. 2000), suchu a dalších abiotických stresorech (Witcombe et al. 2008).

Směsi mohou být navrženy tak, aby využívaly konkurenceschopnosti jednotlivých složek a dosáhly požadované úrovně projevu znaků při současném dosažení vysokých výnosů. Přitom, jak uvádějí Alexander et al. (1986), Akanda et Mundt (1996), rozdíly v konkurenceschopnosti jednotlivých složek směsi vedly ke změnám jejich relativních podílů na směsi v průběhu vegetace. Sarandon a Sarandon (1995) dodávají že, dostupné zdroje (světlo, voda, živiny) mohou být různými genotypy využívána rozdílně; optimální poměry jednotlivých odrůd ve směsi tak budou záviset na vlastnostech každé odrůdy (odolnost vůči chorobám, poléhavost, produkční schopnost, kvalita).

Efekt směsného pěstování odrůd na jednom pozemku je ovlivněn různými faktory. Zaprvé se jedná o podmínky prostředí (počasí, dostupnost živin, přítomnost a množství organismů usnadňujících nebo bránících růstu plodin). Zadruhé, aby byla zajištěna plasticita směsi a její výnosová stabilita, odrůdy by měly na tyto proměnlivé podmínky prostředí reagovat různě. Například, Wilson et al. (2006) uvádějí, že živiny mohou být přenášeny mezi rostlinnými jedinci prostřednictvím mykorhizních sítí. Některé odrůdy by tak mohly zvýšit dostupnost živin pro jiné odrůdy ve směsi. Takové účinky byly zdokumentovány pouze z mezidruhových interakcí (Hauggaard-Nielsen et Jensen 2005; Li et al. 2007; Li et al. 2014) a travních porostů (Le Roux et al. 2013). Nicméně, již bylo prokázáno, genotyp silně ovlivňuje půdní mikrobiální společenstva (Schweitzer et al. 2008), takže komplementarita mezi odrůdami zprostředkovaná mikroorganismy je možná. Zatřetí, odrůdy, které jsou nejlépe přizpůsobeny místním

podmínkám a předčí výnosově jiné odrůdy, budou pravděpodobně těmi, které nejvíce zvyšují cílovou funkci (Jiang et al. 2008). Znamená to, že při stejném výsevku jednotlivých odrůd, zařazených do směsi, lze očekávat, že nejvýkonnější odrůdy se na výsledném výnosu budou podílet větší mírou, než odrůdy méně produktivní; ty se však mohou vyznačovat některými žádanými vlastnostmi, jako je vysoká kvalita produkce apod. Všechny tyto okolnosti by měly být brány v úvahu při tvorbě meziodrůdové směsi a podílu jednotlivých jejích komponent (Kiaer et al. 2012).

Jak již bylo uvedeno, nejvíce zdokumentovanou pozitivní interakcí mezi odrůdami je snížení dopadů patogenů nebo škůdců ve směsích odrůd (Wolfe 1985; Zhu et al. 2000; Tooker et al. 2012). Ke snižování dopadu výskytu a působení patogenů ve směsi odrůd může docházet několika způsoby: (1) rozředěním propagulí (částí patogenních organismů sloužících k šíření a reprodukci), které se šíří mezi náchylnými odrůdami; (2) blokováním šíření patogenů díky bariérovému efektu odolnějších jedinců; (3) vyvoláním vyšší genetické diverzity patogenu v polním měřítku, což může následně vyvolat vyšší odolnost plodiny; (4) v dlouhodobém horizontu zpomalením evoluční adaptace patogenu na rezistentní odrůdy (Loeuille et al. 2013).

Využívání směsi odrůd může být prospěšné z hlediska produkce a výnosové stability, může však docházet i k negativním účinkům. Například zatímco se obecně dle (Gałązka et al. 2019) očekává, že směsné pěstování odrůd bude nepříznivě působit na patogeny (při míchání odrůd s různou úrovní odolnosti vůči patogenům) a zvýhodňovat predátory škůdců, je možný i opačný postup, který by vedl k vyšším škodám způsobeným patogeny a škůdci. Pokud totiž směsi mohou zvýhodňovat užitečné organismy (například proto, že směs může poskytnout vhodnější a rozmanitější prostředí), mohlo by, v případě nevhodné skladby odrůd ve směsi, docházet i k opačnému efektu. Zatímco interakce mezi jednotlivými odrůdami by mohly zvýšit účinnost využívání zdrojů (např. prostřednictvím komplementarity ve využívání živin nebo mikrobiálních společenstev zapojených do koloběhu N a P), mohl by být možný i opačný efekt (např. zvýšení konkurence o živiny nebo méně účinná mikrobiální společenstva) (Yigezu et al. 2019)

Někteří autoři uvádějí, že výnosy směsi odrůd bývají stejné (Dai et al. 2012) nebo dokonce nižší než výnosy monokultur (Kiaer et al. 2009). V případě nevhodného výběru odrůd do směsi a/či jejich neoptimálního zastoupení ve směsi mohou celkově výkonnější odrůdy ostatní složky směsné kultury potlačovat; výsledný podíl jednotlivých odrůd ve směsi na výnosu a kvalitě produkce a tím i celkový výsledek tak může být odlišný od očekávání pěstitele. Klíčovou výzvou tedy je navrhovat směsi odrůd, které budou dobře fungovat a poskytovat pozitivní přínos do ekosystému.

3.3.3 Hodnocení výkonnosti směsí

Kritéria pro agronomické, socioekonomické a environmentální hodnocení směsí by měla vycházet z místních podmínek. Z agronomického i ekologického hlediska se směsi druhů nebo odrůd obecně hodnotí na základě jejich schopnosti dosahovat lepších výsledků, než je průměr jejich odrůd/druhů v čistých porostech (Kiaer et al. 2009). Tento přístup však není vždy optimální, neboť mezi odrůdami, zařazenými do směsi, by mohly být odrůdy, které by se

v daných podmínkách nejspíše samostatně nepěstovaly (součástí směsi může být například odrůda velmi citlivá na poléhání, kterou podporují ostatní odrůdy ve směsi, nebo odrůda s vysokou citlivostí vůči nějaké chorobě, kterou ostatní odrůdy, zařazené do směsi, určitým způsobem chrání; taková odrůda může být zařazená do směsi kvůli nějaké obzvláště ceněné vlastnosti, kterou disponuje, avšak pro samostatné pěstování by si ji pěstitel pravděpodobně nevybral, neboť její případná negativa by nejspíše převážila nad případným přínosem) (Pototskaya et al. 2021). Výkonnost směsi by se proto měla spíše porovnávat s výkonností čisté odrůdy, kterou by si zemědělec v daném stanovišti vybral (Kibar 2015).

Kritérium hodnocení výkonnosti směsí závisí i na motivaci zemědělce k používání směsí. Pokud je směs používána za účelem zjednodušení technologického postupu, omezení vstupů a úspory času, nemělo by se od ní očekávat, že bude mít lepší výkonnost než čisté odrůdy, ale pouze to, že nebude nejhorší. Podle Piesika et al. (2022) stejně tak se smíšené kultury často využívají proto, aby se výkonnost stabilizovala; to znamená, aby směsná kultura vykazovala vyšší odolnost vůči případným nepříznivým podmínkám, biotickým i abiotickým stresům a aby dosahovala stabilnějších výnosů, ale i kvality produkce než jednotlivé samostatně pěstované odrůdy. To znamená, že od směsí se neočekává vždy lepší výkonnost než od čistých odrůd, ale pouze v některých stresových situacích, které mohou být, zejména v rámci zemědělských postupů s nízkými vstupy, častější (Guo et al. 2018, Djukic et al. 2021). A konečně, v zemědělství často stačí najít jen omezené množství kombinací odrůd, které jsou vhodné pro pěstování ve smíšené kultuře. Jde však o to, aby si pěstitel/odběratel směsí definovali konkrétní cíle, kterých chtějí dosáhnout (z pohledu výnosu, ale i kvality produkce, případně i dalších konkrétních požadavků) a optimalizovali složení směsi jak na základě vytyčeného cíle, tak i na základě konkrétních místních podmínek (De Flaviis et al. 2023). Je tedy třeba zdůraznit potřebu pravidel a pokusů pro vytváření směsí, které budou výkonné a přínosné i z hlediska ekologického (Tefera et al. 2021).

4 Metody a materiál

Těžištěm experimentální části práce byl polní maloparcelkový pokus se čtyřmi odrůdami pšenice seté ozimé, vedený v ekologickém systému pěstování na Výzkumné stanici katedry agroekologie a rostlinné produkce ČZU v Praze-Uhřetěvesi. Pokus zahrnoval varianty meziodrůdových směsí hodnocených odrůd, založené jednak výsevem ob řádek, jednak výsevem směsi osiva. Součástí pokusu byly i kontrolní varianty – samostatně pěstované odrůdy. V rámci pokusu byly hodnoceny základní produkční parametry porostu; po sklizni byly hodnoceny základní jakostní ukazatele zrna.

Pokusné pozemky Výzkumné stanice Praha-Uhřetěves splňují certifikaci pro vedení pokusů podle zákona č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství, vyhlášky č. 16/2006 a zásad IFOAM, bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů. V práci jsou uvedeny vybrané výsledky z roku 2021/2022.

4.1 Půdně-klimatická charakteristika pokusné lokality

Výzkumná stanice v Praze-Uhřetěvesi se nachází v nadmořské výšce 295 m n.m. Průměrná roční teplota zde činí 8,5 °C; nejvyšší průměrné teploty jsou dosahovány v červenci. Celková roční suma srážek dosahuje 575 mm, přičemž nejvyšší průměr dlouhodobě připadá na měsíce červen a červenec. Podrobný přehled povětrnostních podmínek za období září 2021 až srpen 2022 je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1. Měsíční údaje o průběhu teplot a srážek za září 2021–srpen 2022 v Praze – Uhřetěvesi

Měsíc	Teplota vzduchu (°C)			Srážky (mm)		
	Průměr	Dlouhodobý průměr	Rozdíl	Úhrn	Dlouhodobý úhrn	Rozdíl
09/2021	16,0	14,0	2,0	22,8	49,2	-26,4
10/2021	9,2	8,6	0,6	19,2	41,8	-22,6
11/2021	4,5	3,2	1,3	47,6	34,0	13,6
12/2021	1,8	-0,5	2,3	28,8	34,6	-5,8
01/2022	2,2	-2,1	4,3	18,2	28,4	-10,2
02/2022	4,5	-0,8	5,3	9,4	27,5	-18,1
03/2022	4,6	3,4	1,2	9,6	31,8	-22,2
04/2022	7,7	8,2	-0,5	28,8	46,0	-17,2
05/2022	16,1	13,4	2,7	21,6	65,0	-43,4
06/2022	20,1	16,3	3,8	181,4	74,1	107,3
07/2022	20,0	18,2	1,8	50	70,3	-20,3
08/2022	20,3	18,0	2,3	94,4	69,5	24,9

Tabulka 2 uvádí výsledky hodnocení obsahu N_{min} v půdě na pokusném stanovišti. Lokalita je zařazena do výrobní oblasti řepy a půdní typ je hnědozem s poměrně dobrou vododržností, patřící do skupiny jílovitých hlín dle klasifikace stupně Kopeckého.

Tabulka 2: Obsah Nmin v půdě (0-30 cm), odběr 27.2 2022

Vzorek	Faktor cca	Sušina %	NH4-N	NO3-N	N anorg.	NH4-N	NO3-N	N anorg.
			mg N/kg sušiny			kg N/ha		
Průměr parcel	4	80,65	0,92	6,11	6,99	3,68	24,44	28,12

4.2 Varianty pokusu a jeho struktura

V rámci pokusu byly použity dva sousedící bloky. V prvním bloku byla směs dvou odrůd pšenice (osivo smícháno před výsevem) vyseta do klasických úzkých řádků s rozstupem 12,5 cm a hloubkou setí 4 cm. V druhém bloku byl použit výsev ob řádek. Nejprve byla vyseta první odrůda pšenice do řádků s rozstupem 25 cm, a ihned poté byla do prostoru meziřadí zaseta druhá odrůda. Pro založení porostu byl použit běžný maloparcelkový secí stroj. Každá varianta byla vyseta ve čtyřech opakováních, velikost parcelky 12 m² (v práci jsou uvedeny průměrné výsledky jednotlivých variant). Výsevek činil 4 MKS/ha. Přehled variant pokusu je uveden v tabulce 3.

Charakteristika použitých odrůd pšenice:

Butterfly: Tato odrůda je poloraná, s elitní pekařskou jakostí (E) a vynikající mrazuvzdorností. Je středně vysoká, odolná vůči rzi plevové a má dobrý zdravotní stav. Odrůda je tolerantní i k pozdnímu výsevu, má vysoký obsah N-látek a vysokou hodnotu Zeleného testu.

Udržovatel: Selgen, a.s.

Lorien: Tato odrůda pšenice je zařazena do jakostní skupiny B (chlebové, doplňkové) a dosahuje vysokého výnosu v kukuřičné a řepařské oblasti. Je to osinatá odrůda s dobrou odolností proti poléhání a je vhodná i pro pozdní setí. Má vysoké číslo poklesu, střední objemovou hmotnost a vysoký obsah N-látek.

Udržovatel: Selgen, a.s.

Ilusion: Odrůda je polopozdní, je zařazena do jakostní skupiny A (kvalitní). Je středně odolná vůči vymrzání, odolná proti napadení padlím travním. Rostlina je středně vysoká. Vysokého výnosu dosahuje v kukuřičné a řepařské oblasti, středně vysokého výnosu pak v obilnářské a bramborářské oblasti. Má vysoký obsah N-látek a středně vysokou objemovou hmotnost.

Udržovatel: Selgen, a.s.

Vanessa: Tato odrůda je středně raná, nevhodná pro pekařské využití (C). Rostliny velmi dobře odnožují. Dosahuje vysokého výnosu, výnos tvoří především hustotou porostu. Má nižší úroveň čísla poklesu a nízkou objemovou hmotnost.

Udržovatel: Selgen, a.s.

Tabulka 3. Varianty pokusu

Způsob výsevu	Jakostní skupina pšenice	Odrůda	HTS osiva (g)	dávka výsevku (%)	výsevek při 4 MKS/ha (kg/ha)
Výsev ob řádek; 5 x 25 cm + 5 x 25 cm	E	BUTTERFLY	49,3	50	98,6
	B	LORIEN	44,3	50	88,5
	E	BUTTERFLY	49,3	50	98,6
	C	VANESSA	46,9	50	93,8
	A	ILUSION	42,5	50	85,0
	B	LORIEN	44,3	50	88,5
	A	ILUSION	42,5	50	85,0
	C	VANESSA	46,9	50	93,8
Výsev směsi odrůd; 10 x 12,5 cm	E	BUTTERFLY	49,3	50	98,6
	B	LORIEN	44,3	50	88,5
	E	BUTTERFLY	49,3	50	98,6
	C	VANESSA	46,9	50	93,8
	A	ILUSION	42,5	50	85,0
	B	LORIEN	44,3	50	88,5
	A	ILUSION	42,5	50	85,0
	C	VANESSA	46,9	50	93,8
Samostatný výsev jednotlivých odrůd; 10 x 12,5 cm	E	BUTTERFLY	49,3	100	197,2
	A	ILUSION	42,5	100	170,0
	B	LORIEN	44,3	100	177,0
	C	VANESSA	46,9	100	187,6

4.3 Použitá agrotechnika

Předplodina: peluška ozimá

Orba: 15.09.2021

Příprava půdy: 17.09, 01.10 a 04.10.2021

Setí: 05.10.2021

Válení po zasetí: 05.10.2021

Válení po zimě: 23.03.2022

Vláčení proti plevelům: 24.03 a 13.04 a 03.05.2022

Sklizeň: 28.07.2022

4.4 Hodnocené produkční a jakostní parametry

Z produkčních parametrů byl hodnocen počet klasů na m² před sklizní. Po sklizni byl zjištěn výnos a z každého opakování byly odebrány vzorky zrna pro stanovení HTS a pro jakostní hodnocení.

Vlastní posklizňové jakostní analýzy zrna pšenice (objemová hmotnost, obsah N-látek v sušině zrna, obsah mokrého lepku v sušině zrna, sedimentační index – Zelenyho test a číslo poklesu) byly realizovány v laboratořích KARP na ČZU v Praze.

- Vlhkost šrotu (%) ČSN 56 0512–7
- Objemová hmotnost (kg/hl) ČSN ISO 7971
- Obsah N-látek (%) ČSN ISO 1871 – dle Kjeldahla, použit Kjeltec
- Obsah mokrého lepku (%) ČSN ISO 5531 – ke stanovení byl použit Glutomatic 2200
- Sedimentační index – Zelenyho test (ml) – ČSN ISO 5529 (použit speciální mlýnek na mouku pro Zelenyho test a přístroj Seditester)
- Číslo poklesu (s) ČSN ISO 3093 – ke stanovení byl použit Falling Number 1400

5 Výsledky

Následující část práce uvádí výsledky hodnocení směsí odrůd pšenice ozimé v ekologickém systému pěstování při různých způsobech zakládání porostů (výsev obou odrůd tvořících směs samostatně ob řádek, výsev osiva obou odrůd smíchaného před setím). Součástí pokusu byly i kontrolní varianty – čistý výsev jednotlivých hodnocených odrůd. Byl hodnocen výnos a vybrané produkční ukazatele – počet klasů na m² a HTS. Z hlediska jakostních ukazatelů byla do výsledků zařazena objemová hmotnost, obsah N-látek v sušině zrna, obsah mokrého lepku v sušině zrna, sedimentační index-Zelenyho test a číslo poklesu.

5.1 Výnos

Graf 1 uvádí výsledky hodnocení odrůdových směsí pšenice seté při obou způsobech založení porostu; v grafu 2 jsou uvedeny výsledky hodnocení výnosu kontrolních variant. Z grafu 1 jsou patrné poměrně velké rozdíly ve výnosu směsí mezi oběma způsoby založení porostu – u všech smíšených kultur dosáhly vyšších výnosů varianty založené výsevem směsi osiva smíchaného před setím. Smíšená kultura odrůdy Butterfly elitní kvality (E) a odrůdy Lorien (B) dosáhla při založení porostu výsevem směsi výnosu 8,1 t/ha; výnos této meziodrůdové směsi tak překonal kontrolu – čistý výsev odrůdy Butterfly, která dosáhla výnosu 7,7 t/ha; byl však nižší, než tomu bylo v případě čistého výsevu odrůdy Lorien, která dosáhla výnosu na úrovni 8,5 t/ha. V případě založení porostu meziodrůdové směsi Butterfly + Lorien způsobem ob řádek byla situace odlišná. Tato směs dosáhla výnosu 7,4 t/ha, a tento výnos byl tedy nižší než výnos obou kontrolních variant – čistého výsevu odrůd Butterfly i Lorien.

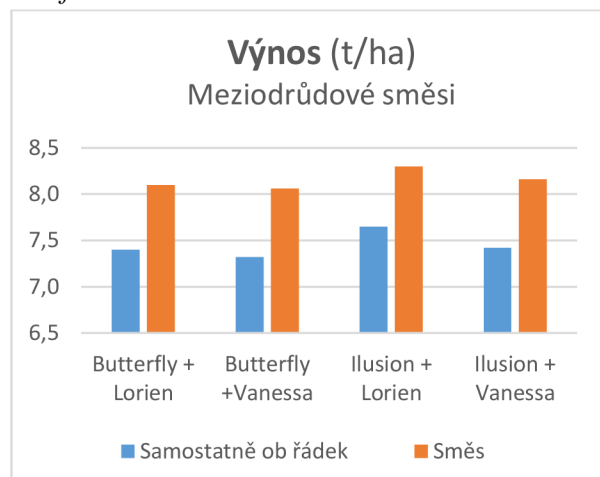
V případě směsi odrůdy Butterfly a odrůdy Vanessa (C) byla situace obdobná. Při založení porostu smícháním osiva obou odrůd dosáhla tato směs výnosu 8,1 t/ha, tedy shodný výsledek jako u směsi Butterfly + Lorien; při založení směsi výsevem ob řádek byl výnos nižší (7,3 t/ha). Podobně jako v případě směsi Butterfly + Lorien dosáhla i směsná kultura Butterfly + Vanessa, založená smícháním osiva, vyššího výnosu než kontrolní, samostatně vysetá odrůda Butterfly (7,7 t/ha), avšak nižšího výnosu, než čistý výsev odrůdy Vanessa (8,3 t/ha). V případě založení porostu meziodrůdové směsi Butterfly + Vanessa způsobem ob řádek, byl zaznamenán, jak již bylo zmíněno, výnos 7,3 t/ha, tedy opět nižší, než čisté výsevy obou odrůd.

Meziodrůdová směs odrůd Ilusion (A) + Lorien (B) dosáhla při založení porostu směsí osiva výnosu 8,3 t/ha, při založení porostu výsevem ob řádek byl výnos opět nižší, na úrovni 7,7 t/ha. V tomto případě se směsná kultura Ilusion + Lorien při výsevu směsi osiva svým výnosem blížila kontrolní variantě – čistému výsevu odrůdy Lorien (téměř 8,5 t/ha) a zřetelně překonala čistý výsev odrůdy Ilusion (7,9 t/ha). Při založení porostu směsí ob řádek byl výnos této směsi opět nižší, nejen oproti čistému výsevu odrůdy Lorien, ale i oproti čistému výsevu odrůdy Ilusion.

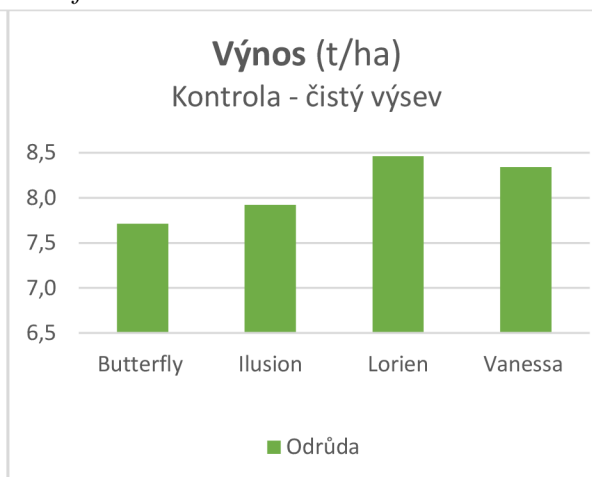
Poslední hodnocenou meziodrůdovou směsí byla směs odrůd Ilusion + Vanessa. Tato smíšená kultura dosáhla při založení porostu výsevem směsi osiva výnosu 8,2 t/ha, při založení porostu výsevem ob řádek pak výnosu 7,4 t/ha. V případě založení směsi smícháním osiva odrůd Ilusion + Vanessa tato směs překonala výnos čistého výsevu odrůdy Ilusion (7,9 t/ha) a blížila se výnosu čistého výsevu odrůdy Vanessa (8,3 t/ha). Při založení směsného porostu výsevem ob řádek byl výnos této směsi nižší, než výnosy obou odrůd při čistém výsevu.

Celkově lze konstatovat, že v případě hodnocených meziodrůdových směsí byly výnosy těchto směsí založených smícháním osiva před setím poměrně výrazně (o cca 0,4 – 0,7 t/ha) vyšší než výnosy směsí stejných odrůd založených výsevem ob řádek. Z hodnocení výnosů čistého výsevu sledovaných odrůd je zřejmé, že odrůda Lorien (B) a odrůda Vanessa (C) znatelně překonaly kvalitní potravinářskou odrůdu Ilusion (A) a zejména elitní potravinářskou odrůdu Butterfly (E).

Graf 1



Graf 2



5.2 Počet klasů na m² před sklizní

V grafu 3 jsou uvedeny výsledky hodnocení počtu klasů na m² před sklizní u meziodrůdových směsí při dvou způsobech založení porostu (výsev odrůd samostatně ob řádek, výsev směs osiva); graf 4 znázorňuje počet klasů na m² u čistého výsevu hodnocených odrůd. Z grafu 3 jsou patrné značné rozdíly v počtu klasů na m² v závislosti na způsobu založení porostu. Meziodrůdová směs Butterfly + Lorien založená výsevem směsi osiva dosáhla 540 klasů/m² a výrazně tak překonala stejnou meziodrůdovou směs založenou výsevem ob řádek (452 klasů na m²). Odrůda Butterfly při čistém výsevu dosáhla 540 klasů na m² (stejně jako směs Butterfly + Lorien při výsevu směsi osiva); u odrůdy Lorien při čistém výsevu bylo zaznamenáno 546 klasů na m².

V případě meziodrůdové směsi Butterfly + Vanessa, založené směsí osiva, bylo zaznamenáno 589 klasů/m²; stejná směs založená výsevem ob řádek dosáhla 503 klasů/m². Jak již bylo zmíněno, odrůda Butterfly při čistém výsevu dosáhla 540 klasů/m²; směs Butterfly + Vanessa, založená výsevem smíchaného osiva ji tedy v počtu klasů na m² překonala; ovšem stejná směs založená výsevem ob řádek nikoliv – u ní byl počet klasů na m² nižší. Odrůda Vanessa při čistém výsevu dosáhla velmi vysokého počtu klasů na m², na úrovni 665 klasů a překonala tak v tomto parametru odrůdovou směs Butterfly + Vanessa při obou způsobech založení porostu.

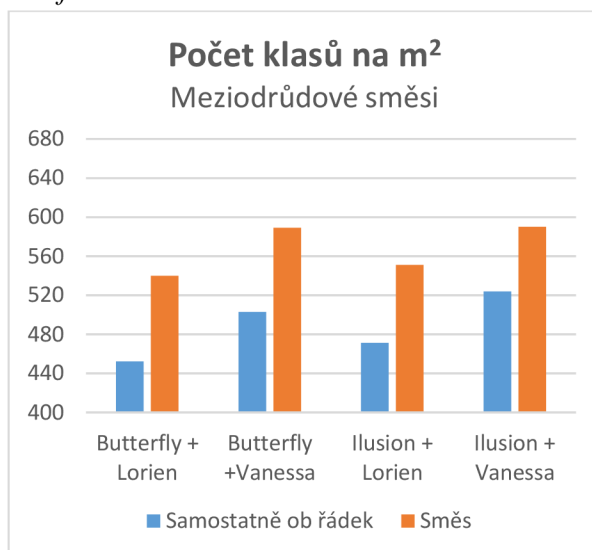
Meziodrůdová směs Ilusion + Lorien založená výsevem směsi osiva dosáhla 551 klasů/m² a opět výrazně překonala stejnou meziodrůdovou směs založenou výsevem ob řádek (471 klasů/m²). Odrůda Ilusion při čistém výsevu dosáhla 572 klasů/m² a překonala tak směs Ilusion + Lorien při obou způsobech založení porostu. Odrůda Lorien při čistém výsevu dosáhla

546 klasů/m²; tato odrůda tak při čistém výsevu překonala meziodrůdovou směs Ilusion + Lorien založenou výsevem ob řádek a dosáhla podobného výsledku jako směs Ilusion + Lorien založená směsí osiva.

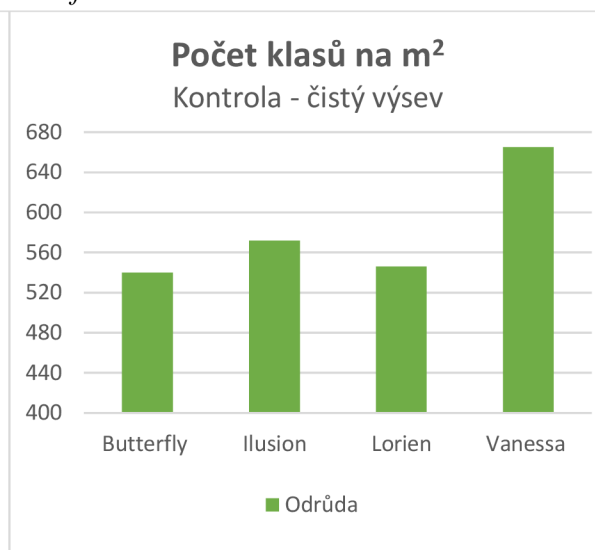
U meziodrůdové směsi Ilusion + Vanessa, založené výsevem směsi osiva, bylo zaznamenáno 590 klasů/m², tato meziodrůdová směs při založení porostu výsevem ob řádek pak dosáhla 524 klasů/m². Při čistém výsevu dosáhla odrůda Ilusion, jak již bylo zmíněno, 572 klasů/m²; to byl o něco nižší počet, než tomu bylo v případě směsi Ilusion + Vanessa založené výsevem směsi osiva, ale vyšší počet oproti této směsi založené výsevem ob řádek. Odrůda Vanessa dosáhla při čistém výsevu 665 klasů/m² a výrazně tak v tomto znaku překonala uvedenou odrůdovou směs při obou způsobech založení porostu.

Celkově je možné uvést, že, podobně jak tomu bylo v případě výnosu, i v počtu klasů na m² před sklizní dosáhly vyšších hodnot meziodrůdové směsi založené výsevem směsi osiva oproti směsným kulturám založeným výsevem ob řádek. Poměrně výrazné rozdíly byly zaznamenány v počtu klasů na m² u hodnocených odrůd z čistého výsevu, kdy zejména odrůda Vanessa z jakostní skupiny C výrazně překonala ostatní hodnocené odrůdy.

Graf 3



Graf 4



5.3 Hmotnost tisíce semen (HTS)

V následujících grafech č. 5 a 6 jsou uvedeny hodnoty HTS meziodrůdových směsí pšenice i samostatně vysetých odrůd. Z grafů je patrné, že v případě tohoto parametru nebyly u meziodrůdových směsí zaznamenány výrazné rozdíly v závislosti na způsobu založení porostu, u jednotlivých variant směsných porostů byly, s ohledem na způsob založení porostu, hodnoty HTS poměrně vyrovnané, přičemž mírně vyšší byly zpravidla u založení směsného porostu výsevem ob řádek.

V případě meziodrůdové směsi Butterfly + Lorien byla u směsi založené ob řádek zaznamenána HTS 51,11 g, v případě směsi založené výsevem smíchaného osiva to bylo 50,29 g. Odrůda Butterfly z čistého výsevu dosáhla HTS 47,17 g; byla tedy nižší než v případě

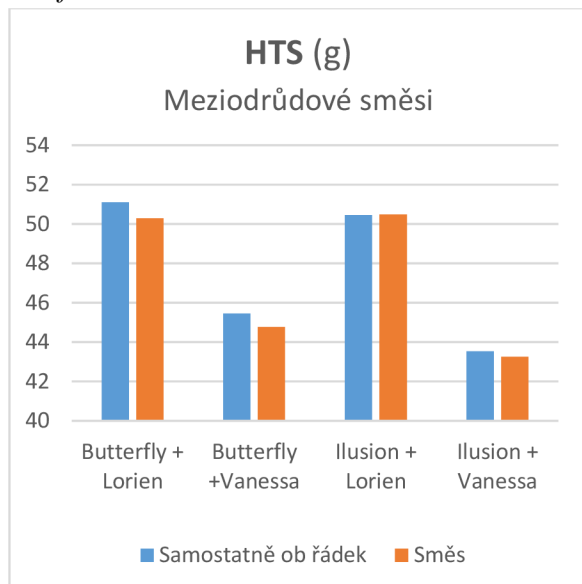
odrádových směsí obsahujících odrůdu Butterfly. Odrůda Lorien z čistého výsevu dosáhla HTS 52,32 g, a tato hodnota smíšené porosty převyšovala.

Meziodrůdová směs Butterfly + Vanessa dosáhla při způsobu založení porostu výsevem směsi osiva HTS 44,76 g, při založení porostu výsevem ob řádek pak HTS dosahovala 45,45 g, byla tedy nepatrně vyšší. Odrůda Vanessa z čistého výsevu dosáhla HTS pouze na úrovni 41,03 g a směsné porosty Butterfly + Vanessa při obou způsobech založení porostu ji tak v tomto parametru převýšily. Odrůda Butterfly z čistého výsevu dosáhla, jak již bylo zmíněno, HTS 47,17 g; tato HTS tedy byla vyšší oproti směsným porostům Butterfly + Vanessa, a to při obou způsobech založení porostu.

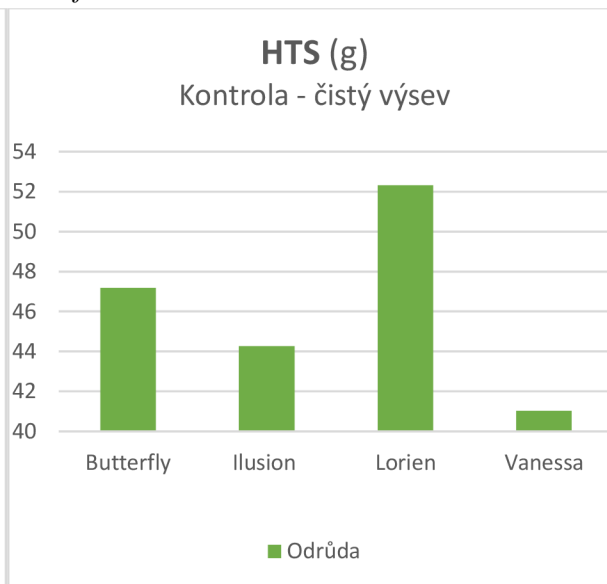
U meziodrůdové směsi Ilusion + Lorien byla v případě založení porostu ob řádek zjištěna HTS na úrovni 50,45 g; u směsné kultury založené výsevem směsi osiva dosáhla HTS téměř stejné hodnoty - 50,49 g. Směsná kultura Ilusion + Lorien tak v HTS, při obou způsobech založení porostu, znatelně překonala HTS čistého výsevu odrůdy Ilusion, kde byla HTS poměrně nízká, na úrovni 44,27 g. Naproti tomu, HTS odrůdy Lorien z čistého výsevu dosáhla HTS na úrovni 52,32 g, a tato HTS byla vyšší, než HTS směsi Ilusion + Lorien při obou způsobech založení porostu.

Celkově nejnižší HTS byla zaznamenána u variant, které zahrnovaly odrůdu Vanessa. V případě meziodrůdové směsi Ilusion + Vanessa dosáhla směsná kultura založená výsevem ob řádek HTS 43,53 g; v případě založení výsevem směsi osiva činila HTS 43,25 g, tedy velmi podobná hodnota. Odrůda Ilusion v čistém výsevu dosáhla HTS 44,27 g, mírně tedy překonala HTS směsné kultury při obou způsobech založení porostu. Naproti tomu HTS samostatně vyseté odrůdy Vanessa byla nejnižší ze všech hodnocených odrůd (41,03 g) a směsná kultura Ilusion + Vanessa při obou způsobech založení porostu tuto hodnotu překonala.

Graf 5



Graf 6



Celkově je možné uvést, že HTS hodnocených meziodrůdových směsí pšenice ozimé byla výrazně závislá na tom, jaké HTS dosahovaly odrůdy, zařazené do směsi, v případě čistého výsevu – zde byly zaznamenány poměrně výrazné rozdíly, od 41,03 g, kterou dosáhla odrůda Vanessa, po 52,32 g odrůdy Lorien.

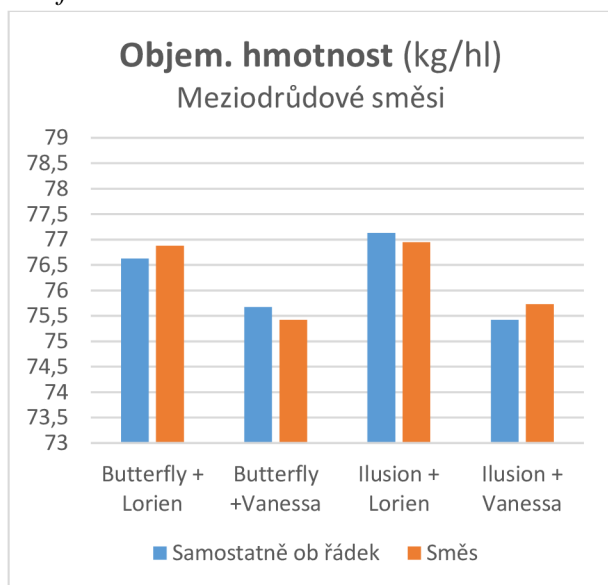
5.4 Objemová hmotnost

Výsledky hodnocení objemové hmotnosti zrna meziodrůdových směsí pšenice znázorňuje graf 7, výsledky hodnocení objemové hmotnosti jednotlivých odrůd z čistého výsevu jsou uvedeny v grafu 8. Podobně jako tomu bylo v případě HTS, i u objemové hmotnosti nebyly u meziodrůdových směsí zaznamenány výrazné rozdíly v hodnotách objemové hmotnosti v závislosti na způsobu založení porostu. U směsi Butterfly + Lorien při založení porostu výsevem ob řádek činila objemová hmotnost 76,63 kg/hl; v případě založení porostu výsevem směsi osiva to bylo 76,88 kg/hl, tedy velmi podobná hodnota. Odrůda Butterfly při čistém výsevu dosáhla OH na úrovni 77,85 kg/hl, tedy překonala směsnou kulturu při obou způsobech založení porostu; odrůda Lorien dosáhla OH 76,12 kg/hl – tato hodnota byla mírně nižší oproti směsným kulturám.

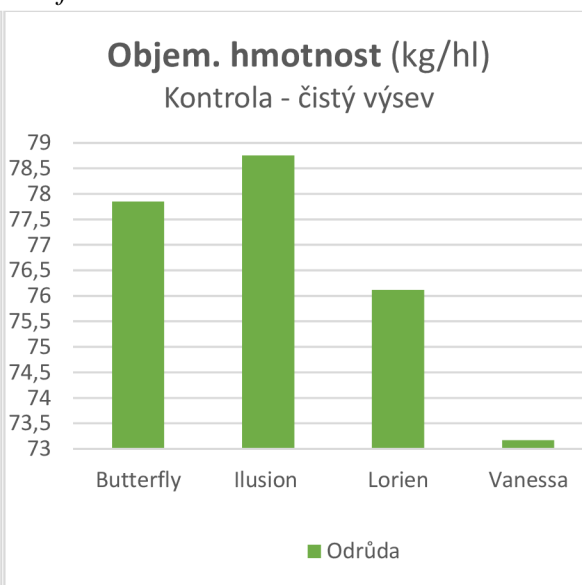
V případě směsi Butterfly + Vanessa byla při založení porostu ob řádek zjištěn OH 75,67 kg/hl, při založení porostu výsevem směsi osiva to bylo 75,42 kg/hl. Samostatně vyšetřá odrůda Butterfly (OH 77,85 kg/hl) obě tyto směsné kultury překonala. Naproti tomu, odrůda Vanessa z čistého výsevu dosáhla OH pouze na úrovni 73,17 kg/hl; tato hodnota byla výrazně nižší než OH, kterou dosáhla směs Butterfly + Vanessa při obou způsobech založení porostu.

Meziodrůdová směs Ilusion + Lorien dosáhla při založení porostu ob řádek OH na úrovni 77,13 kg/hl, při založení porostu směsí osiva pak 76,95 kg/hl. Jak již bylo zmíněno, samostatně vyšetřá odrůda Lorien dosáhla OH 76,12 kg/hl; tato hodnota tedy byla mírně nižší než OH, kterou dosáhla směs Ilusion + Lorien při obou způsobech založení porostu. U odrůdy Ilusion z čistého výsevu byla zaznamenána OH 78,75 kg/hl, tedy velmi vysoká hodnota, která překonala objemovou hmotnost směsi Ilusion + Lorien při obou způsobech založení porostu.

Graf 7



Graf 8



Celkově je možné konstatovat, že mezi hodnocenými odrůdami z čistého výsevu byly zaznamenány poměrně výrazné rozdíly v hodnotách objemové hmotnosti. V meziodrůdových směsích se pak tyto rozdíly zohledňovaly – celkově nižších hodnot objemové hmotnosti dosáhly směsi, které zahrnovaly odrůdu Vanessa. Vliv způsobu založení porostu se naproti tomu na hodnotách objemové hmotnosti výrazněji neprojevil.

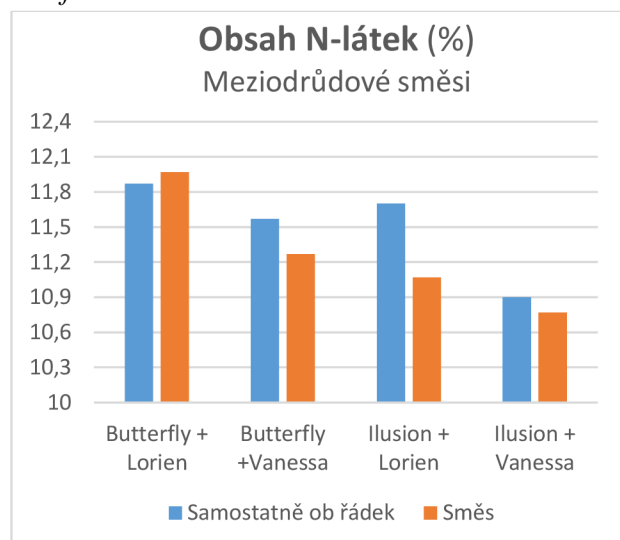
5.5 Obsah N-látek v sušině zrna

Obsah N-látek v sušině zrna hodnocených meziodrůdových směsí pšenice a samostatně pěstovaných odrůd je uveden v grafech 9 a 10. Meziodrůdová směs Butterfly + Lorien dosáhla při založení porostu výsevem ob řádek obsahu N-látek v sušině zrna na úrovni 11,87 %, v případě založení porostu směsí osiva to bylo 11,97 %, tedy velmi podobná hodnota. Elitní odrůda Butterfly z čistého výsevu dosáhla vůbec nejvyššího obsahu N-látek v sušině zrna – 12,37 % a překonala tak směs Butterfly + Lorien při obou způsobech založení porostu. U odrůdy Lorien z jakostní skupiny B byl obsah N-látek v sušině zrna nižší, na úrovni 11,10 %; tato hodnota tedy byla nižší, než dosáhla směs Butterfly + Lorien při obou založeních porostu.

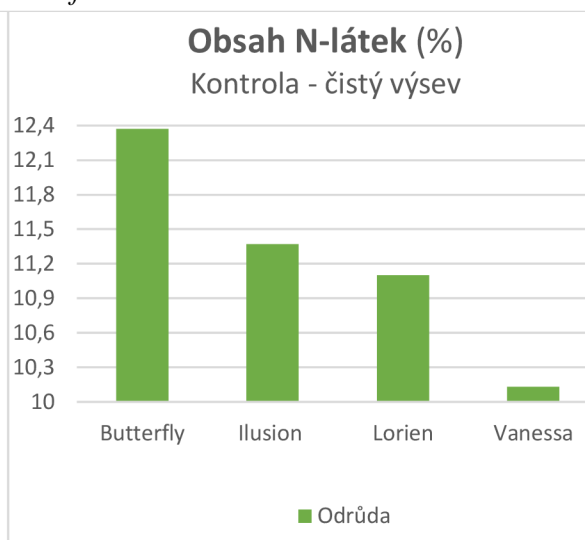
V případě meziodrůdové směsi Butterfly + Vanessa byl u varianty založení porostu ob řádek zaznamenán obsah N-látek v sušině zrna na úrovni 11,57 %, při založení porostu výsevem směsí to bylo 11,27 %. Odrůda Butterfly z čistého výsevu při obsahu N-látek v sušině zrna 12,37 % tak výrazně překonala obsah N-látek u této smíšené kultury. Naproti tomu, obsah N-látek v sušině zrna samostatně vyseté odrůdy Vanessa činil pouze 10,13 %, a směsná kultura ji v tomto znaku výrazně překonala, a to při obou způsobech založení porostu.

Odrůdová směs Ilusion + Lorien dosáhla při založení porostu výsevem ob řádek obsahu N-látek v sušině zrna 11,70 %, při výsevu směsí osiva to bylo 11,07 %. Jak již bylo zmíněno, u odrůdy Lorien z čistého výsevu činil obsah N-látek v sušině zrna 11,10 %, což byla téměř shodná hodnota, jako u směsi Ilusion + Lorien založené výsevem směsí osiva, a nižší hodnota oproti směsi Ilusion + Lorien založené výsevem ob řádek. U odrůdy Ilusion z čistého výsevu činil obsah N-látek v sušině zrna 11,37 %; tato hodnota byla mírně nižší oproti smíšené kultuře založené výsevem ob řádek a mírně vyšší oproti směsi založené výsevem smíchaného osiva.

Graf 9



Graf 10



V případě meziodrůdové směsi Ilusion + Vanessa činil obsah N-látek v sušině zrna při založení porostu ob řádek 10,90 %, při výsevu směsí osiva to bylo 10,77 %. Smíšená kultura Ilusion + Vanessa tak při obou způsobech založení porostu dosáhla nižších hodnot obsahu N-látek v sušině zrna než samostatně vysetá odrůda Ilusion (11,37 %), ale vyšších hodnot než samostatně vysetá odrůda Vanessa (10,13 %).

Je zjevné, že v případě obsahu N-látek v sušině zrna, který se pohyboval u odrůd z čistého výsevu mezi 10,13 % (Vanessa) a 12,37 % (Butterfly) se opět výrazně projevil vliv odrůdy; to se pak projevilo i na výsledcích směsí. Vliv založení porostu na obsah N-látek v sušině zrna nebyl zcela jednoznačný a v některých případech (Ilusion + Lorien) se projevil více, v jiných méně (Butterfly + Lorien, Ilusion + Vanessa).

5.6 Obsah mokrého lepku v sušině zrna

V následujících grafech 11 a 12 jsou uvedeny výsledky hodnocení obsahu mokrého lepku v sušině zrna. Meziodrůdová směs Butterfly + Lorien dosáhla při výsevu ob řádek obsahu mokrého lepku v sušině zrna na úrovni 25,10 %, při výsevu směsi osiva 25,30 %, tedy velmi podobné hodnoty. U samostatně vyseté odrůdy Butterfly činil obsah mokrého lepku v sušině zrna 26,12 %, a převýšil tak obsah mokrého lepku u směsné kultury. Odrůda Lorien dosáhla při samostatném výsevu 23,11 % lepku, a odrůdová směs ji tak překonala, a to při obou způsobech založení porostu.

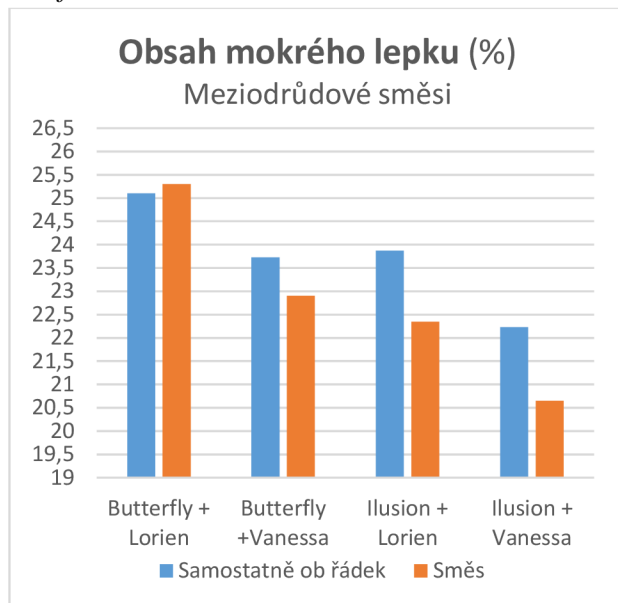
V případě odrůdové směsi Butterfly + Vanessa byl obsah mokrého lepku v sušině zrna nižší a činil při založení porostu ob řádek 23,73 %; při výsevu směsi osiva to bylo 22,90 %. Jak už bylo zmíněno, samostatně vysetá odrůda Butterfly (26,12 %) v tomto parametru směs Butterfly + Vanessa při obou způsobech založení porostu překonala. Naproti tomu, odrůda Vanessa z čistého výsevu dosáhla obsahu mokrého lepku v sušině zrna pouze na úrovni 19,27 % a uvedená meziodrůdová směs ji zřetelně převýšila.

U odrůdové směsi Ilusion + Lorien činil obsah mokrého lepku v sušině zrna při výsevu ob řádek 23,87 %, při výsevu směsi osiva to bylo 22,35 %. Obsah mokrého lepku v sušině zrna samostatně vyseté odrůdy Lorien (23,11 %) tak byl mírně nižší, než tomu bylo u směsné kultury založené ob řádek a mírně nižší oproti směsi založené výsevem směsi osiva. Obsah mokrého lepku v sušině zrna odrůdy Ilusion z čistého výsevu činil 21,33 % a byl tedy nižší než obsah mokrého lepku v sušině zrna směsi Ilusion + Lorien, při obou způsobech založení porostu.

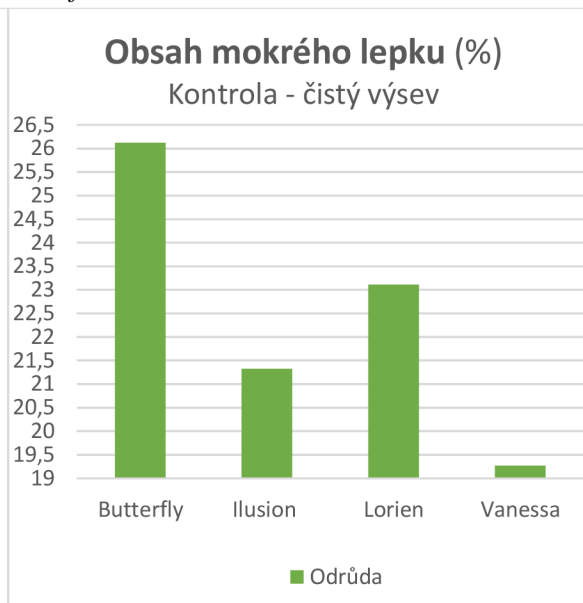
Poslední hodnocenou variantou byla odrůdová směs Ilusion + Vanessa. U této směsi činil obsah mokrého lepku v sušině zrna při výsevu ob řádek 22,23 %, při výsevu směsi osiva to bylo pouze 20,65 %. Odrůda Ilusion, která při čistém výsevu dosáhla obsahu mokrého lepku v sušině zrna na úrovni 21,33 %, tak mírně v tomto znaku překonala směs Ilusion + Vanessa při založení porostu výsevem směsi osiva a dosáhla mírně nižší hodnot obsahu lepku než uvedená odrůdová směs založená výsevem ob řádek.

Obdobně jako v případě obsahu N-látek v sušině zrna, i v případě obsahu mokrého lepku v sušině zrna byly zaznamenány poměrně výrazné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami, a to se projevilo i na směsných kulturách. S výjimkou směsi Butterfly + Lorien byl zaznamenán vyšší obsah mokrého lepku v sušině zrna u variant založených výsevem ob řádek.

Graf 11



Graf 12



5.7 Sedimentační index - Zelenyho test

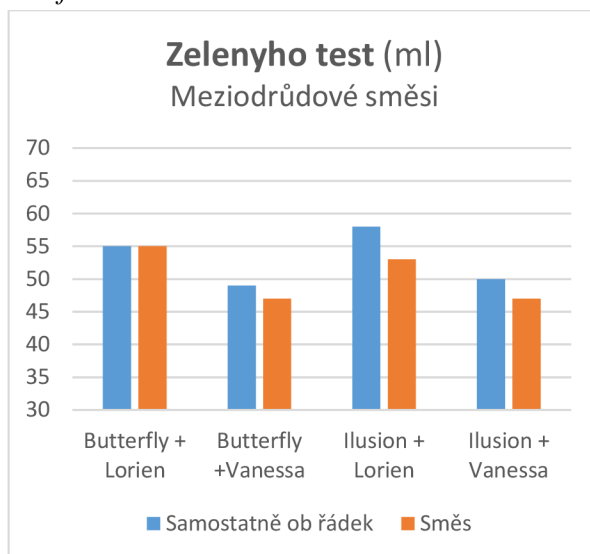
V následujících grafech 13 a 14 jsou uvedeny hodnoty Zelenyho testu meziodrůdových směsí pšenice a samostatně pěstovaných odrůd. Meziodrůdová směs Butterfly + Lorien dosáhla při obou způsobech založení porostu shodné hodnoty Zelenyho testu – 55 ml. Odrůda Butterfly v čistém výsevu meziodrůdovou směs překonala (dosáhla Zelenyho testu na úrovni 60 ml), zatímco u samostatně vyseté odrůdy Lorien byla hodnota zelenyho testu nižší (48 ml).

U odrůdové směsi Butterfly + Vanessa činil při založení porostu ob řádek Zelenyho test 49 ml, při výsevu směsi osiva to bylo 47 ml. Samostatně vysetá odrůda Butterfly svým Zelenyho testem (60 ml) směs Butterfly + Vanessa překonala, a to při obou způsobech výsevu porostu. U odrůdy Vanessa z čistého výsevu činila hodnota Zelenyho testu 35 ml, byla tedy znatelně nižší, než tomu bylo v případě směšné kultury.

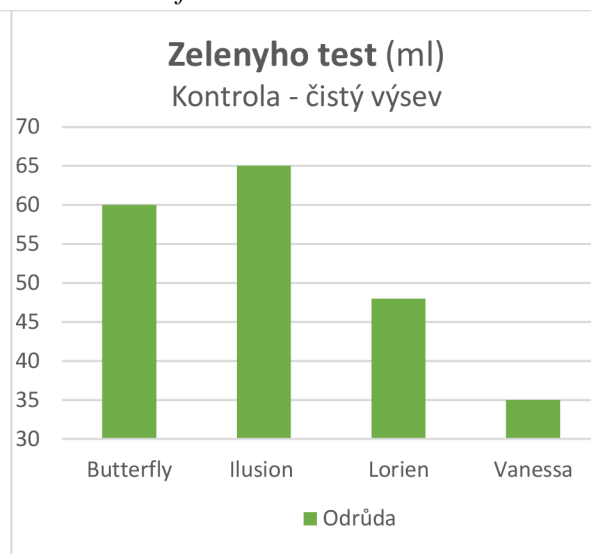
Odrůdová směs Ilusion + Lorien dosáhla při výsevu porostu ob řádek hodnoty Zelenyho testu na úrovni 58 ml, při založené porostu výsevem směsi osiva činil Zelenyho test 53 ml. Směšná kultura tak při obou způsobech založení porostu překonala Zelenyho test samostatně vyseté odrůdy Lorien (48 ml) a dosáhla naproti tomu nižších hodnot tohoto parametru než samostatně vysetá odrůda Ilusion, která v tomto znaku dokonce překonala odrůdu Butterfly a dosáhla hodnoty Zelenyho testu 65 ml.

V případě odrůdové směsi Ilusion + Vanessa činil Zelenyho test při založení porostu výsevem ob řádek 50 ml, u varianty založené výsevem směsi odrůd pak 47 ml. Odrůda Ilusion z čistého výsevu (65 ml) tak uvedenou odrůdovou směs v tomto znaku při obou způsobech založení porostu překonala. Naproti tomu, hodnota Zelenyho testu samostatně pěstované odrůdy Vanessa, která činila 35 ml, byla oproti odrůdové směsi nižší.

Graf 13



Graf 14



Z uvedených hodnot Zelenyho testu jsou celkově opět patrné výrazné rozdíly mezi jednotlivými samostatně pěstovanými odrůdami; to se pak odrazilo i na hodnotách tohoto znaku v odrůdových směsích. Vliv způsobu založení porostu na hodnoty Zelenyho testu se v případě směsi Butterfly + Lorien neprojevil; u ostatních meziodrůdových směsí byly zaznamenány vyšší hodnoty Zelenyho testu při výsevu porostu ob řádek.

5.8 Číslo poklesu

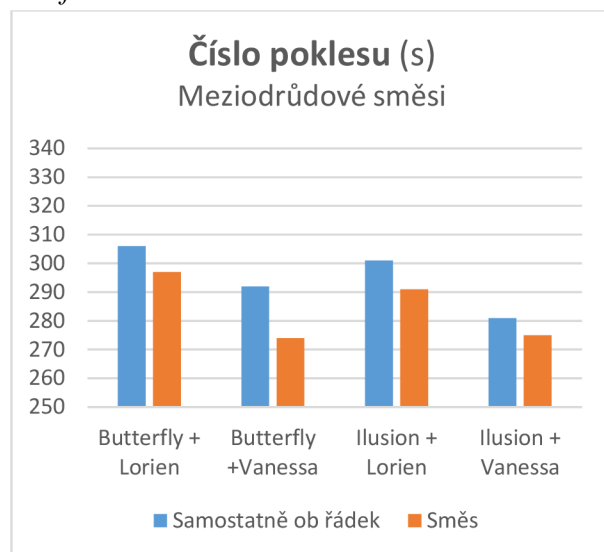
Posledním hodnoceným jakostním ukazatelem bylo číslo poklesu – jeho hodnoty u meziodrůdových směsí a u samostatně pěstovaných odrůd jsou uvedeny v grafech 15 a 16. meziodrůdová směs Butterfly + Lorien dosáhla při výsevu porostu ob řádek čísla poklesu na úrovni 306 s, při založení prostu výsevem směsí osiva pak činilo číslo poklesu 297 s. U samostatně vyseté odrůdy Butterfly činilo číslo poklesu 306 s, stejně jako u směsi vyseté ob řádek; u samostatně vyseté odrůdy Lorien dosahovalo číslo poklesu hodnoty 328 s.

U odrůdové směsi Butterfly + Vanessa dosáhlo číslo poklesu při výsevu směsí ob řádek 292 s, při výsevu směsí osiva pak číslo poklesu činilo 274 s. Samostatně vysetá odrůda Butterfly (306 s) tak tuto odrůdovou směs v tomto znaku překonala, v případě čistého výsevu odrůdy Vanessa, kde číslo poklesu dosáhlo 258 s, byla situace opačná.

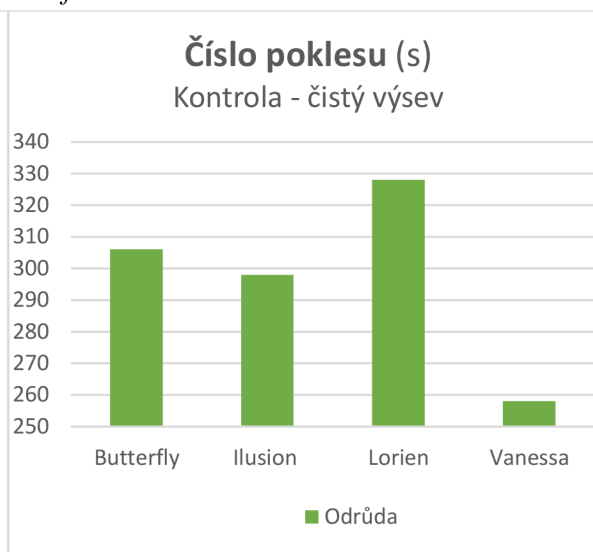
Odrůdová směs Ilusion + Lorien dosáhla při výsevu ob řádek čísla poklesu na úrovni 301 s, při výsevu směsí osiva pak 291 s. Samostatně vysetá odrůda Lorien (číslo poklesu 328 s) odrůdovou směs překonala, a to při obou způsobech výsevu porostu; samostatně vysetá odrůda Vanessa pak dosáhla hodnoty čísla poklesu nižší, na úrovni 258 s.

Poslední variantou byla odrůdová směs Ilusion + Vanessa; ta dosáhla při výsevu ob řádek čísla poklesu 281 s, při výsevu směsí osiva pak činilo číslo poklesu 275 s. Samostatně vysetá odrůda Ilusion (298 s) tak uvedenou odrůdovou směs překonala, v případě čistého výsevu odrůdy Vanessa tomu bylo naopak.

Graf 15



Graf 16



Celkově lze říci, že číslo poklesu hodnocených odrůd (s výjimkou odrůdy Vanessa) dosahovalo velmi vysokých hodnot. Obdobně jako tomu bylo u předchozích jakostních ukazatelů, i v tomto znaku u směsí došlo k určité kombinaci hodnot, kterých dosáhly samostatně pěstované odrůdy.

6 Diskuze

V naší práci jsme se zaměřili na hodnocení vybraných produkčních a jakostních parametrů u meziodrůdových směsí pšenice ozimé, v porovnání s produkčními a jakostními parametry samostatně vysetých odrůd; přesný polní maloparcelkový pokus s uvedenými směsmi odrůd i samostatně vysetými odrůdami probíhal v systému ekologického zemědělství. Meziodrůdové směsi pšenice je možné zakládat různými způsoby. V našem pokusu jsme zvolili jednak založení směsného porostu výsevem směsi (osivo komponent meziodrůdové směsi pšenice smíchané před výsevem a vyseté do klasických úzkých řádků 12,5 cm), jednak výsev komponent směsi (odrůd) střídavě ob řádek. Borg et al. (2018) a Brant et al. (2019) doporučují pro tento způsob založení porostu použití speciálního secího stroje se dvěma či více zásobníky, které umožňují výsev jednotlivých komponent směsi do samostatných řádků. V našem případě byl použit běžný maloparcelní secí stroj, kterým byla (při způsobu založení směsného porostu ob řádek) nejprve vyseta jedna odrůda na 25 cm a ihned poté do prostoru meziřádků byla vyseta odrůda druhá. Ne vždy se tento způsob výsevu podařilo uspokojivě zvládnout; v některých případech docházelo k tomu, že se řádky obou odrůd pšenice ve směsném porostu velmi přiblížily a v některých případech téměř splynuly. To nejspíše vedlo ke zvýšené meziorostlinné a mezistébelné konkurenci pšenice a následně se pak projevilo i na sledovaných produkčních parametrech. Tento jev není neznámý; také Ehrmann et Ritz (2014), Vandermeer 2012 či Bicanová 1996 uvádějí, že v případě výsevu pšenice do širších řádků (podobně vypadal v našem pokusu v některých případech ne zcela zdařený výsev směsného porostu odrůd pšenice) lze zvýšenou meziorostlinnou konkurenci, která pak může vést k nižším výnosům, očekávat.

Duan et al. (2022) uvádějí, že hlavním cílem pěstování meziodrůdových směsí pšenice je kombinace odrůd s různými vlastnostmi, za účelem dosažení uspokojivého výnosu, výnosové stability a současně dosažení dobré jakosti produkce. Často se tedy pro tvorbu meziodrůdových směsí pšenice využívají odrůdy špičkové jakosti, které však zpravidla dosahují nižšího výnosu a odrůdy výnosné s mírně horší pekařskou jakostí. Také v našem pokusu byly použity vysoce jakostní odrůdy – elitní (E) Butterfly a kvalitní (A) Ilusion pro tvorbu směsí s odrůdami Lorien (B) a Vanessa (C).

Meziodrůdové směsi, které byly vysety osivem smíchaným před setím, se ukázaly jako výnosnější, neboť dosáhly průměrného výnosu 8,18 t/ha. Při výsevu ob řádek činil průměrný výnos meziodrůdových směsí 7,45 t/ha. Na celkově nižším výnosu směsí založených výsevem ob řádek, se mohla projevit, jak již bylo zmíněno výše, větší meziorostlinná a mezistébelná konkurence. Nejvýnosnější byla meziodrůdová směs odrůdy Lorien (B) s odrůdou Ilusion (A), a to při obou způsobech založení porostu. U meziodrůdových směsí, kde figurovala odrůda Butterfly (E), byl výnos při obou způsobech založení porostu o cca 0,3 – 0,4 t/ha nižší. Samostatně pěstované odrůdy dosáhly průměrného výnosu 8,11 t/ha. V čele stála odrůda Lorien (B), která vykázala nejvyšší výnos 8,46 t/ha. Naopak nejméně výnosná byla odrůda Butterfly (E) s výnosem 7,71 t/ha.

Podle některých autorů (Ahrends et al. 2018; Mahmood et al. 1991) dosahují odrůdové směsi srovnatelných, či dokonce vyšších výnosů než samostatně pěstované odrůdy. Z našich výsledků je patrné, že do výnosu směsí se v zásadě rovnoměrně promítla produkční schopnost obou odrůd, které se na tvorbě směsí podílely. Tedy, zejména při založení porostu formou

směsi, byl výsledný výnos vyšší než výnos samostatně pěstované, výnosově slabší odrůdy a nižší než výnos samostatně pěstované odrůdy s vyšší produkční schopností.

Počet klasů na m^2 pšenice v ekologickém zemědělství závisí na řadě faktorů, jako je průběh povětrnostních podmínek, půdní podmínky, odrůda pšenice atd. Obecně platí, že počet klasů na m^2 by měl být dostatečný pro dosažení uspokojivého výnosu, ale zároveň je třeba brát v úvahu, že v porostech s velmi vysokou hustotou se udržuje mikroklima, podporující šíření chorob a je vyšší riziko poléhání. Různé zdroje uvádějí různé hodnoty optimálního počtu klasů pšenice na metr čtvereční v ekologickém zemědělství. Například Seufert et al. (2012) uvádí, že optimální počet klasů na m^2 se pohybuje od 350 do 600 klasů v závislosti na klimatu a odrůdě pšenice. Moudrý et al. (2007) doporučují 400–450 klasů na m^2 pšenice ozimé v ekologickém zemědělství. V našem pokusu byl počet klasů na m^2 hodnocených odrůd pěstovaných jak samostatně, tak i ve směsi – při způsobu založení osiva výsevem směsi do klasických úzkých řádků poměrně vysoký. Nejvyššího počtu klasů na m^2 – v průměru 581 klasů dosáhly samostatně pěstované odrůdy, v čele s odrůdou Vanessa (C), která dosáhla 665 klasů na m^2 . V meziodrůdových směsích, jak již bylo zmíněno, velmi záleželo na způsobu založení porostu. Při založení porostu výsevem směsi osiva obou odrůd se počty klasů na m^2 pohybovaly mezi 540–590, tedy poměrně výrazně přesahovaly hodnoty, které uvádějí pro ekologicky pěstovanou pšenici Moudrý et al. (2007) či Konvalina et al. (2008). Pokud bylo osivo zamícháno před vysetím, směs si vedla mnohem lépe. V případě směšného porostu založeného výsevem odrůd ob řádek byly hodnoty počtu klasů nižší, ale to pravděpodobně opět souviselo s ne zcela zdařilým založením porostu a vyšší meziorostlinnou konkurencí.

HTS pšenice ozimé dle Zimolky et al. (2005) je dalším významným, ale i kvalitativním parametrem. Podle Petra et al. (2007) a Petra et Škeřika (1999) jsou pro ekologické zemědělství vhodné odrůdy ozimé pšenice s vyšší nebo nadprůměrnou hmotností obilek a s vyšší produktivitou klasu. Předchozí studie (Piorr et Köpke 1985) uvádí, že větší obilky se vyznačují rychlejší vzcházivostí a počátečním růstem, stejně jako zvýšenou odolností proti patogenům během klíčení a vzcházení. Z našich výsledků hodnocení HTS je zřejmé, že hodnoty HTS byly výrazně ovlivněny odrůdou. Ta se u samostatně pěstovaných odrůd pohybovala mezi 41,03 g (Vanessa) a 52,32 g (Lorien). Stejně jako tomu bylo u předchozích parametrů, v odrůdových směsích se promítly hodnoty HTS obou komponent směsi, přičemž v případě tohoto znaku byly hodnoty HTS u obou způsobů založení porostu poměrně vyrovnané, případně s mírně vyšší HTS u porostů založených výsevem ob řádek.

Z jakostních parametrů jsme v našem pokusu hodnotili objemovou hmotnost, obsah N-látek v sušině zrna, obsah mokrého lepku v sušině zrna, sedimentační index – Zelenyho test a číslo poklesu.

Objemová hmotnost zrna pšenice potravinářské by měla dle ČSN 46 1100-2 dosahovat hodnoty 76 kg/hl. Marinciu (2007) uvádí, že se v ekologickém zemědělství preferují odrůdy pšenice s vyšší objemovou hmotností, protože takové odrůdy mají obvykle lepší kvalitu a vyšší výtěžnost mouk. Minimální požadavek na objemovou hmotnost nesplnila odrůda Vanessa (C) s hodnotou 73,17 kg/hl při samostatném pěstování a její meziodrůdové směsi s průměrnou hodnotou 75,56 kg/hl. Nejvyšší hodnoty objemové hmotnosti 78,75 kg/hl dosáhla kontrolní odrůda Ilusion (A); u meziodrůdových směsí, jejichž byla součástí, se pak hodnoty objemové hmotnosti pohybovaly okolo 77 kg/hl. V našem pokusu se potvrdilo, že odrůdy pšenice s genetickou danou elitní a kvalitní jakostí (Butterfly a Ilusion) dosáhly výrazně vyšší objemové

hmotnosti ve srovnání s odrůdou Lorien (B) a zejména Vanessa (C). Ukázalo se také, že i v případě tohoto znaku se do hodnocených směsí promítla OH obou komponent směsi. Vliv zoůsobu založení porostu na tento znak byl nevýrazný.

Obsah N-látek v sušině zrna pšenice je ovlivněn odrůdou, způsobem a intenzitou pěstování a samozřejmě i průběhem povětrnostních podmínek (Zimolka et al. 2005). Řada autorů (Prugar et al. 2008; Mäder et al. 2007; Salomonsson et al. 1994; Capouchová et al. 2013) uvádí, že pšenice setá v ekologickém zemědělství dosahuje nižšího obsahu N-látek v sušině zrna ve srovnání s pšenicí konvenční a zpravidla nesplňuje minimální požadavek na obsah N-látek v sušině zrna pšenice potravinářské pekárenské (ten dle ČSN 46 1100-2 činí 11,5 %). Obsah N-látek v sušině zrna je klíčový pro finální kvalitu pšenice, ovlivňuje funkční vlastnosti zrna a jeho vhodnost pro pekárenské zpracování (výrobu kynutých těst) (Curtis et al. 2002). Proto i v případě meziodrůvých směsí bývají často využívány právě odrůdy pšenice špičkové pekařské jakosti, od nichž se v rámci směsi očekává právě zlepšení technologické jakosti. V našem pokusu překonaly zmíněný limit 11,5 % obsahu N-látek v sušině zrna obě meziodrůvové směsi s odrůdou Butterfly v případě výsevu ob řádek a směs Butterfly s Lorien dosáhly tohoto limitu i při výsevu směsi osiva. Kromě toho byl tento limit splněn i u směsi odrůd Ilusion a Lorien při založení porostu výsevem ob řádek – při tomto způsobu založení porostu byl celkově obsah N-látek v sušině zrna vyšší, což potvrzuje i Capouchová et al. (2008), kteří zmiňují pozitivní vliv větší meziřádkové vzdálenosti nejen na obsah N-látek v sušině zrna, ale i na další ukazatele pekařské jakosti. Dále jsou z našeho pokusu patrné výrazné rozdíly mezi hodnocenými samostatně vyšetřými odrůdami, kde se obsah N-látek v sušině zrna pohyboval mezi 10,13 % (Vanessa) a 12,37 % (Butterfly). Výsledky současně ukázaly, že vytvořením směsi elitní, ale méně výnosné odrůdy Butterfly s výnosnějšími odrůdami s nižší pekařskou jakostí (především Lorien) se podařilo docílit navýšení výnosu směsi oproti samostatně pěstované elitní odrůdě, a současně si tato směs dokázala udržet uspokojivý obsah N-látek v sušině zrna, což, jak uvádějí Duan et al. (2022), může být jedním z hlavních cílů tvorby směsných kultur.

Obsah mokrého lepku, jak zmiňuje Hosnedl (2008), je úzce spojen s obsahem N-látek v sušině zrna. Zde byly opět zaznamenány výrazné meziodrůvové rozdíly u samostatně pěstovaných odrůd, ve prospěch odrůdy Butterfly, která dosáhla nejvyšší hodnoty obsahu mokrého lepku na úrovni 26,12 %. Nejnižší obsah mokrého lepku v sušině zrna byl zaznamenán u odrůdy Vanessa (pouze 19,27 % obsahu mokrého lepku v sušině zrna). Směs Butterfly (E) s Lorien (B) dosahovaly cca průměru samostatně pěstovaných odrůd. Stejně jako tomu bylo v případě obsahu N-látek v sušině zrna, vyšší hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině zrna dosahovaly směsné porosty založené výsevem ob řádek.

Sedimentační index - Zelenyho test patří k nejvýznamnějším jakostním parametrům pšenice, používaným k posouzení její vhodnosti pro pekařské zpracování, tedy pro výrobu kynutých výrobků (Petr 2001; Capouchová et al. 2013). Pro potravinářské pšenice určené k pekárenskému zpracování stanovuje ČSN 46 1100-2 minimální hodnotu Zelenyho testu na 30 ml. Capouchová et al. (2002) poukazují na vliv intenzity pěstování na hodnoty Zelenyho testu. V případě pšenic pěstovaných v ekologickém systému pak nižší hodnoty Zelenyho testu podle Capouchové (2003) a Krejčířové et al. (2006) znamenají horší viskoelastické vlastnosti lepkových bílkovin a omezené možnosti technologického, pekárenského zpracování zrna. Výsledky našeho pokusu však ukázaly, že všechny hodnocené odrůdy jak při samostatném

pěstování, tak i ve směsné kultuře, přesáhly zmíněný limit hodnoty Zeleného testu pro pšenici potravinářskou – pekárenskou, přičemž do hodnot Zeleného testu meziodrůdových směsí se opět promítly hodnoty Zeleného testu obou složek směsi. Šíp et al. (2000) uvádějí, že hodnota Zeleného testu je ovlivněna zejména odrůdou, neboť se jedná o znak s vysokou dědivostí, uplatňují se však i podmínky prostředí. Naše výsledky rovněž ukázaly výrazný vliv odrůdy na tento jakostní parametr, avšak i v případě odrůdy Vanessa (C) dosahovala hodnota zeleného testu při samostatném pěstování 35 ml a splnila by tak požadavek na minimální hodnotu pro pšenici pekárenskou, i když Zelený test této odrůdy byl výrazně nižší, než tomu bylo u odrůd Butterfly (60 ml) a Ilusion (65 ml). V případě meziodrůdových směsí se hodnoty Zeleného testu pohybovaly mezi 47–58 ml.

Číslo poklesu pšenice je jakostní ukazatel kvality pšenice, který charakterizuje aktivitu enzymu alfa-amylázy v zrně a stupeň narušení škrobu způsobeného porůstáním zrna (Capouchová 2003). Všechny odrůdy ozimé pšenice v našem pokusu dosáhly jak ve směsné kultuře, tak i při samostatném pěstování čísla poklesu vyššího než minimální hodnota stanovená pro potravinářskou pšenici dle ČSN 46 1100-2, která činí 220 s. Nejvyšší hodnoty dosáhla kontrolní odrůda Lorien (B) s 328 s. Naopak nejnižšího čísla poklesu dosáhla Vanessa (C) a to 258 s. U meziodrůdových směsí znovu platilo, stejně jako u ostatních jakostních ukazatelů, že hodnoty čísla poklesu odrážely číslo poklesu obou odrůd, začleněných do směsi.

7 Závěr

Z výsledků přesného polního pokusu, jehož cílem bylo vyhodnotit pěstování vybraných meziodrůdových směsí pšenice seté ozimé v ekologickém systému z hlediska základních produkčních a jakostních parametrů a posoudit rozdíly v produkčních parametrech a kvalitě produkce i v závislosti na způsobu založení porostu (výsev ob řádek, výsev ve směsi) lze vyvodit, že:

- Byly zaznamenány poměrně velké rozdíly ve výnosu směsí mezi oběma způsoby založení porostu – u všech směsných porostů dosáhly vyšších výnosů varianty založené výsevem směsi osiva smíchaného před setím oproti založení porostu střídavým výsevem odrůd pšenice ob řádek (pravděpodobně vzhledem k vyšší mezirostlinné a mezistébelné konkurenci, ke které došlo díky občasnému splývání řádků při ne zcela zdařeném výsevu porostů běžným maloparcelkovým secím strojem).
- Meziodrůdové směsi, vyseté směsí osiva smíchaného před setím dosáhly průměrného výnosu 8,18 t/ha. Při výsevu ob řádek činil průměrný výnos meziodrůdových směsí 7,45 t/ha. Nejvýnosnější byla meziodrůdová směs odrůdy Lorien (B) s odrůdou Ilusion (A), a to při obou způsobech založení porostu. U meziodrůdových směsí, kde figurovala odrůda Butterfly (E), byl výnos při obou způsobech založení porostu o cca 0,3 – 0,4 t/ha nižší. Odrůdy pěstované v čisté kultuře dosáhly průměrného výnosu 8,11 t/ha. V čele stála odrůda Lorien (B), která vykázala nejvyšší výnos 8,46 t/ha, následovaná odrůdou Vanessa (C); tyto odrůdy překonaly kvalitní potravinářskou odrůdu Ilusion (A) a zejména elitní potravinářskou odrůdu Butterfly (E) s výnosem 7,71 t/ha.
- Celkově lze uvést, že dle očekávání byly výnosy směsí elitní odrůdy Butterfly (E) a kvalitní odrůdy Ilusion (A) s odrůdou Lorien (B) a Vanessa (C) vyšší, než tomu bylo u kontrol – samostatně pěstovaných kvalitních potravinářských odrůd Butterfly a Ilusion, a nižší, než při samostatném pěstování výnosnějších odrůd z nižších skupin jakosti Lorien (B) a Vanessa (C).
- Kvalita produkce byla, v případě všech hodnocených jakostních znaků, výrazně ovlivněna odrůdou; vliv způsobu založení směsného porostu (výsev směsi osiva, výsev ob řádek) byl nevýrazný a zpravidla mírně vyšších hodnot jakostních ukazatelů dosahovaly směsi založené výsevem ob řádek.
- Zejména při způsobu založení porostu výsevem odrůd ob řádek (v případě odrůdy Butterfly i v případě výsevu směsi osiva) dosáhly směsné porosty kvalitních potravinářských odrůd Butterfly (E) a Ilusion (A) s výnosnými odrůdami z nižších skupin jakosti Lorien (B) a Vanessa (C) uspokojivé jakosti produkce a s výjimkou objemové hmotnosti a obsahu N-látek v sušině zrna směsí, kde figurovala odrůda Vanessa, by splnily minimální požadavek na jakost pšenice potravinářské – pekárenské (ČSN 46 1100-2), a to i přesto, že se jednalo o produkci pšenice v ekologickém systému hospodaření.

8 Literatura

- Ahrends HE, Eugster W, Gaiser T, Rueda-Ayala V, Hüging H, Ewert F, Siebert S. 2018. Genetic yield gains of winter wheat in Germany over more than 100 years (1895–2007) under contrasting fertilizer applications. *Environmental Research Letters* **13**.
- Akanda SI and Mundt CC. 1996. Effects of two-component wheat cultivar mixtures on stripe rust severity. *Phytopathol.*, **86**: 347-353.
- Alexander HM, Roelfs AP and Cobbs G. 1986. Effects of disease and plant competition on yield of monocultures and mixtures of two wheat cultivars. *Plant Pathol.*, **35**: 457-466.
- Aslam M and Fischbeck G. 1993. Development of stripe and leaf rusts in wheat cultivar mixtures. *J. Agron. Crop Sci.*, **171**:49-57.
- Barbieri P, Pellerin S, Nesme T. 2017. Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Scientific Reports* **7**.
- Bedoussac L, Journet EP, Hauggaard-Nielsen H, Naudin C, Corre-Hellou G, Jensen ES, Prieur L, Justes E. 2015. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **35**: 911–935.
- Bedoussac L, Justes E. 2010. Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat–winter pea intercrop. *Plant and Soil* **330**: 37–54.
- Behera SK, Nanda S. 2019. Weed management in organic farming. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation* **23**, 808–815.
- Bergkvist G, Stenberg M, Wetterlind J, Båth B, Elfstrand S. 2011. Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley—Effect of N dose and companion grass. *Field Crops Research* **120**:292-298.
- Bicanová E. 1996. Vztah struktury porostu ozimé pšenice v ekologickém zemědělství k produkčním ukazatelům porostu a ke kvalitě zrna. Disertační práce. Praha
- Borg J, Kiær LP, Lecarpentier C, Goldringer I, Gauffreteau A, Saint-Jean S, Barot S, Enjalbert J. 2018. Unfolding the potential of wheat cultivar mixtures: A meta-analysis perspective and identification of knowledge gaps. *Field Crops Research* **221**.
- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. *Mezplodiny*. Kurent, České Budějovice
- Brant V, Hamouz P, Kroulík M, Škeříková M, Šmoger J, Tyšer L, Zábanský P. 2019. *Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin*. Agrární komora České republiky, Praha.

- Brant V, Hamouz P, Kroulík M, Škeříková M, Šmoger J, Tyšer L, Zábanský P. 2019. Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. Agrální komora České republiky, Praha.
- Brant V, Zábanský P, Škeříková M, Vailich J, Kroulík M, Procházka P, Kunte J. 2017a. Alternativní využití luskovin (2) – Morfologická variabilita hrachu setého a rolního. *Agromanuál* **12**: 88–91.
- Brooker RW, Bennett AE, Cong WF, Daniell TJ, George TS, Hallett PD, Hawes C, Iannetta PPM, Jones HG, Karley AJ, Li L, McKenzie BM, Pakeman RJ, Paterson E, Schöb C, Shen JB, Squire G, Watson CA, Zhang CC, Zhang FS, Zhang JL, White PJ. 2015. Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, **206**: 107–117.
- Browning JA and Frey KJ. 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. *Annu. Rev. Phytopathol.* **7**: 355-382.
- Cacak-Pietrzak C, Ceglińska A, Jończyk K. 2014. Value of baking flour wheat variety with grain grown the organic system of production. *Zesz. Probl. Postępów Nauk. Rol* **576**, 23-32.
- Cacak-Pietrzak G. 2011. Studia nad wpływem ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Wydawn. SGGW. Warszawa. 84 p. ISBN 978-83-7583-272-3.
- Capouchová I, Bicanová E, Petr J, Krejčířová L, Faměra O. 2008. Effects of organic wheat cultivation in wider rows on grain yield and quality. *Scientia Agriculturae Bohemica* **39**: 1–5.
- Capouchová I, Konvalina P, Janovská D, Mičák L, Škeříková A. 2014. Ozimá pšenice pěstovaná ekologicky a konvenčně. *Úroda*, 62(**11**): 24-26. ISSN: 0139-6013
- Capouchová I, Škeříková A, Mičák L. 2013. Produkční a kvalitativní parametry ozimé pšenice v ekologickém zemědělství. Pages 11–16 in Švachula V, Dvořák P, editors. *Výzkum a zkušenosti – pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Capouchová I. 2003. Vliv odrůdy a agroekologických faktorů na škrobářenskou a pečivářenskou jakost ozimé pšenice. *Habilitační práce*, ČZU Praha, 194 s
- Capouchová I, Petr J, Marešová D. 2002. The effect of Variety and Intensity of Cultivation on the Exploitation of Wheat for Production of Starch and Gluten. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 3(**2**): 41-49.
- Cook-Patton SC, McArt SH, Parachnowitsch AL, Thaler JS, Agrawal AA. 2011. A direct comparison of the consequences of plant genotypic and species diversity on communities and ecosystem function. *Ecology* **92**:915-923.
- Corre-Hellou G, Brisson N, Launay M, Fustec J, Crozat Y. 2007. Effect of root depth penetration on soil nitrogen competitive interactions and dry matter production in pea–barley intercrops given different soil nitrogen supplies. *Field Crops Research* **103**:76-85.

Cox CM, Garrett KA, Bowden RL, Fritz AK, Dendy SP, Heer WF. 2004. Cultivar Mixtures for the Simultaneous Management of Multiple Diseases: Tan Spot and Leaf Rust of Wheat. *Phytopathology*® **94**:961-969.

Curtis BC, Gómez Macpherson H, Rajaram S. 2002. Bread wheat: improvement and production. FAO, Rome.

ČSN 46 1100-2. Pšenice potravinářská.

Dai J, Wiersma JJ, Holen DL. 2012. Performance of Hard Red Spring Wheat Cultivar Mixtures. *Agronomy Journal* **104**:17-21.

De Flaviis R, Santarelli V, Sacchetti G, Mastrocola D. 2023. Response of heritage and modern wheat varieties to altitude induced stresses by synthesis of volatile compounds. A multivariate statistical analysis. *Journal of Cereal Science* **109**.

Dhima KV, Vasilakoglou IB, Keco RXh, Dima AK, Paschalidis KA, Gatsis TD. 2014. Forage yield and competition indices of faba bean intercropped with oat. *Grass and Forage Science*, **69**: 376–383.

Díaz S, Cabido M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution* **16**:646-655.

Djukic N, Markovic S, Mastilovic J, Simovic P. 2021. Differences in proline accumulation between wheat varieties in response to heat stress. *Botanica Serbica* **45**:61-69.

Duan X, Pan S, Fan M, Chu B, Ma Z, Gao F, Zhao Z. 2022. Cultivar Mixture Enhances Crop Yield by Decreasing Aphids. *Agronomy* **12**.

Dvořák P, Capouchová I, Král M, Konvalina P, Janovská D, Satranský M. 2022. Grain yield and quality of wheat in wheat-legumes intercropping under organic and conventional growing systems. *Plant, Soil and Environment* **68**:553-559.

Ehrmann J, Ritz K. 2014. Plant: Soil interactions in temperate multi-cropping production systems. *Plant and Soil* **376**: 1–29

Faměra O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

Fang Y, Xu B, Liu L, Gu Y, Liu Q, Turner NC, Li FM. 2014. Does a mixture of old and modern winter wheat cultivars increase yield and water use efficiency in water-limited environments. *Field Crops Research* **156**:12-21.

Feledyn-Szewczyk B, Kuś J, Jończyk K, Stalenga J. 2014. The suitability of different winter and spring wheat varieties for cultivation in organic farming. *Organic Agriculture towards Sustainability* **9**:197–225.

Feledyn-Szewczyk B, Nakielska M, Jończyk K, Berbeć AK, Kopiński J. 2020 Assessment of the Suitability of 10 Winter Triticale Cultivars (*x Triticosecale Wittm. ex A. Camus*) for Organic Agriculture: Polish Case Study. *Agronomy*, **10**, 1144

- Finney DM, Creamer NG. 2008. Weed Management on Organic Farms; The Organic Production Publication Series; Center for Environmental Farming Systems (CEFS), North Carolina Cooperative Extension Service: Raleigh, NC, USA; pp. 1–34
- Fustec J, Lesuffleur F, Mahieu S, Cliquet J-B. 2010. Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. *Agronomy for sustainable development* **30**: 57–66.
- Gaba S et al. 2015. Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. *Agronomy for Sustainable Development* **35**:607-623.
- Gałązka A, Grzęda E, Jończyk K. 2019. Changes of Microbial Diversity in Rhizosphere Soils of New Quality Varieties of Winter Wheat Cultivation in Organic Farming. *Sustainability* **11**.
- García-Ruiz R, Carranza-Gallego G, Aguilera E, González De Molina M, Guzmán GI. 2019. C and N mineralisation of straw of traditional and modern wheat varieties in soils of contrasting fertility. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **113**:167-179.
- Genung MA et al. 2010. Non-Additive Effects of Genotypic Diversity Increase Floral Abundance and Abundance of Floral Visitors. *PLoS ONE* **5**.
- Ghaley BB, Hauggard-Nielsen H, Høgh-Jensen H, Jensen ES. 2005. Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **73**: 201–212.
- Gooding MJ et al. 2007. Intercropping with pulses to concentrate nitrogen and sulphur in wheat. *The Journal of Agricultural Science* **145**:469-479.
- Gooding MJ, Kasyanova E, Ruske R, Hauggard-Nielsen H, Jensen ES, Dahlmann C, von Fragstein P, Dibet A, Corre-Hellou G, Crozat Y, Pristeri A, Romeo M, Monti M, Launay M. 2007. Intercropping with pulses to concentrate nitrogen and sulphur in wheat. *Journal of Agricultural Science*, **145**: 469–479.
- Guo R, Shi LX, Jiao Y, Li MX, Zhong XL, Gu FX, Liu Q, Xia X, Li HR. 2018. Metabolic responses to drought stress in the tissues of drought-tolerant and drought-sensitive wheat genotype seedlings. *AoB PLANTS* **10**.
- Haider W, Rehman A-U, Durrani NM, Rehman SU. 2021. A Generic Approach for Wheat Disease Classification and Verification Using Expert Opinion for Knowledge-Based Decisions. *IEEE Access* **9**:31104-31129.
- Häni F. et al. (1993): *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin*. Scientia, Praha, 336 p.
- Hauggaard-Nielsen H, Ambus P, Jensen ES. 2001. Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops – a field study employing 32P technique. *Plant and Soil* **236**:63-74.
- Hauggaard-Nielsen H, Jensen ES. 2005. Facilitative root interactions in intercrops. *Plant and Soil* **274**: 237–250

- Hoad S, Topp C, Davies K. 2008. Selection of cereals for weed suppression in organic agriculture: A method based on cultivar sensitivity to weed growth. *Euphytica*, **163**:355–366.
- Horáková V, Stehno Z. 2016. Odrůdy obilnin v ekologickém zemědělství. *Zemědělec* 7/2016.
- Hosnedl V. 2008. Pšenice – od genomu po rohlík: aktuální poznatky doktorandů získané ve výzkumných laboratořích a na pokusných pozemcích. Kurent, České Budějovice.
- Hřivna, L. 2012. Šlechtitelské listy podzim 2012. MENDELU v Brně.
- Huang W, Lu J, Ye H, Kong W, Hugh Mortimer A, Shi Y. 2018. Quantitative identification of crop disease and nitrogen-water stress in winter wheat using continuous wavelet analysis. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* **11**:145-152.
- Hughes AR, Stachowicz JJ. 2004. Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **101**:8998-9002.
- Chateil C, Goldringer I, Tarallo L, Kerbiriou C, Le Viol I, Ponge J-F, Salmon S, Gachet S, Porcher E. 2013. Crop genetic diversity benefits farmland biodiversity in cultivated fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **171**:25-32.
- Jiang L, Pu Z, Nemergut DR. 2008. On the importance of the negative selection effect for the relationship between biodiversity and ecosystem functioning. *Oikos* **117**:488–493.
- Johnson MTJ, Lajeunesse MJ, Agrawal AA. 2005. Additive and interactive effects of plant genotypic diversity on arthropod communities and plant fitness. *Ecology Letters*.
- Jump AS, Marchant R, Peñuelas J. 2009. Environmental change and the option value of genetic diversity. *Trends in Plant Science* **14**:51-58.
- Kayser M, Müller J, Isselstein J. 2010. Nitrogen management in organic farming: comparison of crop rotation residual effects on yields, N leaching and soil conditions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **87**:21-31.
- Kiær LP, Skovgaard IM, Østergård H. 2009. Grain yield increase in cereal variety mixtures: A meta-analysis of field trials. *Field Crops Research* **114**:361-373.
- Kiær LP, Skovgaard IM, Østergård H. 2012. Effects of inter-varietal diversity, biotic stresses and environmental productivity on grain yield of spring barley variety mixtures. *Euphytica* **185**:123-138.
- Kibar H. 2015. Influence of storage conditions on the quality properties of wheat varieties. *Journal of Stored Products Research* **62**:8-15.
- Kintl A, Elbl J, Záhora J, Kynický J, Brtnický M, Mikajlo I. 2015. Evaluation of grain yield in mixed legume-cereal cropping systems. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research* **2015**:96-98.

- Kirchmann H. 2021. Revisiting the original reasons for excluding inorganic fertilizers in organic farming—why the ban is not consistent with our current scientific understanding. *Outlook on Agriculture* **50**:107-115.
- Knudsen MT, Hauggard-Nielsen H, Jornsgard B, Jensen ES. 2004. Comparison of interspecific competition and N use in pea-barley, faba bean-barley and lupin-barley intercrops grown at two temperate locations. *Journal of Agricultural Science*, **142**: 617–627.
- Konvalina P, Moudrý J, Kalinová J, Capouchová I, Stehno Z. 2008. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Konvalina P, Moudrý J. 2008. Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Konvalina P. 2010. Volba druhu a odrůdy pšenice v ekologickém zemědělství: certifikovaná metodika. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Koricheva J, Hayes D, Fox C. 2018. The relative importance of plant intraspecific diversity in structuring arthropod communities: A meta-analysis. *Functional Ecology* **32**:1704-1717.
- Kotorová, D. 2001. Produkčný proces pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum L.*) na Východoslovenskej nížine. OVÚA Michalovce. 96 s. ISBN: 80-968438-7-7
- Kotowska AM, Cahill Jr JF, Keddie BA. 2010. Plant genetic diversity yields increased plant productivity and herbivore performance. *Journal of Ecology* **98**:237-245.
- Krejčířová L, Capouchová I, Bicanová E, Faměra O. 2008. Storage protein composition of winter wheat from organic farming. *Scientia Agriculturae Bohemica*, **39(1)**:6- 1
- Krejčířová L, Capouchová I, Petr J, Bicanová E, Kvapil R. 2006. Protein Composition and Winter Wheat Quality from Organic and Conventional Farming. *Agriculture. Sci. J. of Lithuanian Institute of Agriculture and Lithuanian University of Agriculture*, **93(4)** 285-296 s.
- Kronberga, A. 2008. Selection criteria in triticale breeding for organic farming. *Agron. Vestis (Latv. J. Agron.)*, **11**, 89–94.
- Lambers H, Chapin III FS, Pons TL. 2019. *Plant Physiological Ecology*. Springer International Publishing, Cham.
- Lammerts van Bueren ET, Jones SS, Tamm L, Murphy KM, Myers JR, Leifert C, Messmer MM. 2011. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences* **58**:193-205.
- Le Roux X et al. 2013. Soil Environmental Conditions and Microbial Build-Up Mediate the Effect of Plant Diversity on Soil Nitrifying and Denitrifying Enzyme Activities in Temperate Grasslands. *PLoS ONE* **8**.

- Li L, Li S-M, Sun J-H, Zhou L-L, Bao X-G, Zhang H-G, Zhang F-S. 2007. Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104**:11192-11196.
- Li L, Tilman D, Lambers H, Zhang F-S. 2014. Plant diversity and overyielding: insights from belowground facilitation of intercropping in agriculture. *New Phytologist* **203**:63-69.
- Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordas CA, Damalas CA. 2011. Dry matter yield, nitrogen content and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, **34**: 287–294.
- Loeuille N, Barot S, Georgelin E, Kylafis G, Lavigne C. 2013. Eco-Evolutionary Dynamics of Agricultural Networks. *Ecological Networks in an Agricultural World*. Elsevier. 339-435
- Longin F et al. 2020. Aroma and quality of breads baked from old and modern wheat varieties and their prediction from genomic and flour-based metabolite profiles. *Food Research International* **129**.
- Loreau M, Hector A. 2001. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* **412**:72-76.
- Loreau M. 2004. Does functional redundancy exist? *Oikos* **104**:606-611.
- Mäder P et al. 2007. Wheat quality in organic and conventional farming: results of 21 year field experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **87**: 1826–1835.
- Mäder P, Fliessbach S, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* **296**. 1694 – 1697.
- Mahmood T, Marshall D and McDaniel ME. 1991. Effect of winter wheat cultivar mixtures on leaf rust severity and grain yield. *Phytopathol.*, **81**: 470-474
- Mahmood T, Marshall D and McDaniel ME. 1991. Effect of winter wheat cultivar mixtures on leaf rust severity and grain yield. *Phytopathol.*, **81**: 470-474
- Maitra S. 2000. Productivity, competition and economics of intercropping legumes in finger millet (*Eleusine coracana*) at different fertility levels. *Indian Journal of Agricultural Science* **70**:824-828.
- Malézieux E, Crozat Y, Dupraz C, Laurans M, Makowski D, Ozier-Lafontaine H, Rapidel B, de Tourdonnet S, Valantin-Morison M. 2009. Mixing plant species in cropping systems: Concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **29**: 43– 62.
- Marinciu C. 2007. Genotype and nitrogen fertilization influence on protein concentration in old and new wheat cultivars. *Romanian Agricultural Research*, **24**:17-25.
- McLaughlin A, Mineau P. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **55**:201-212.

- Migliorini P, Spagnolo S, Torri L, Arnoulet M, Lazzerini G, Ceccarelli S. 2016. Agronomic and quality characteristics of old, modern and mixture wheat varieties and landraces for organic bread chain in diverse environments of northern Italy. *European Journal of Agronomy* **79**:131-141.
- Mikó P, Löschenberger F, Hiltbrunner J, Aebi R, Megyeri M, Kovács G, Molnár-Láng M, Vida G, Rakszegi M. 2014. Comparison of bread wheat varieties with different breeding origin under organic and low input management. *Euphytica* **199**:69-80.
- Möhring N, Finger R. 2022. Pesticide-free but not organic: Adoption of a large-scale wheat production standard in Switzerland. *Food Policy* **106**.
- Moudrý J, Konvalina P, Kalinová J, Štěrbá Z, Šrámek J, Zdrhová I. 2007. Pěstování obilnin v ekologickém zemědělství (Metodika pro ekologické zemědělce). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Moudrý J, Vlasák M. 1996. Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) alternativní plodina. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
- Moudrý J. 1997. Přejít na ekologický způsob hospodaření. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, V Praze.
- Moudrý, J., Konvalina, P., Šrámek, J. (2007): Poradenské listy pro ekologické zemědělce – pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). JU ZF v Č. Budějovicích, **8** s
- Moudrý, J., Šrámek, J., Konvalina, P., Zdrhová, I. (2007): Rádce ekologického zemědělce – Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). JU ZF v Č. Budějovicích, **2** s.
- Mundt CC, Brophy LS and Schmitt MS. 1995. Choosing crop cultivars and cultivar mixtures under low versus high disease pressure: A case study with wheat. *Crop Prot.* **14**:509-515.
- Nakka S, Jugulam M, Peterson D, Asif M. 2019. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems. *The Crop Journal* **7**:750-760.
- Neuerburg W; Padel S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi: přechod na ekologický způsob hospodaření. Pěstování rostlin a chov zvířat. *Ekonomika podniku a odbyt*. Praha: Nadace FOA.
- Nuttall JG, O'Leary GJ, Panozzo JF, Walker CK, Barlow KM, Fitzgerald GJ. 2017. Models of grain quality in wheat—A review. *Field Crops Research*. **202**. 136–145.
- Nyamwasa I, Li K, Zhang S, Yin J, Li X, Liu J, Li E, Sun X. 2020. Overlooked side effects of organic farming inputs attract soil insect crop pests. *Ecological Applications* **30**.
- Parker JD, Salminen J-P, Agrawal AA. 2010. Herbivory enhances positive effects of plant genotypic diversity. *Ecology Letters* **13**:553-563.
- Pârlici RM, Maxim A, Mang SM, Camele I, Mihalescu L, Stoian V. 2021. Alternative Control of *Phragmidium rubi-idaei* Infecting Two *Rubus* Species. *Plants* **10**.

- Pellegrino E, Piazza G, Arduini I, Ercoli L. 2020. Field Inoculation of Bread Wheat with *Rhizophagus irregularis* under Organic Farming: Variability in Growth Response and Nutritional Uptake of Eleven Old Genotypes and A Modern Variety. *Agronomy* **10**.
- Petr J, Kodeš A, Stehlíková K, Hubert D, Svobodová P. 2004. Feeding quality of wheat from conventional and ecological farming. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 35, 2004 (2): 74-78
- Petr J, Škeřík J, Mičák L. 2007. Odrůdy obilnin pro ekologické zemědělství. Sborník z konference „Ekologické zemědělství 2007“. Praha. 60 s
- Petr J, Škeřík J. 1999. Výnosová odezva odrůd ozimé pšenice na nízké vstupy. *Rostlinná výroba*, **45**. 525 – 532.
- Petr J. 1998. Tvorba biologického a hospodářského výnosu obilnin. Česká zemědělská univerzita, Praha
- Petr J. 2001. Pěstování pšenice podle uživatelských směrů. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Petr J, Mičák L, Škeřík J. 2009. Stabilita výnosového potenciálu pšenice v ekologickém zemědělství. *Bioakademie 2009 – sborník*. Olomouc. 49 – 53 s. ISBN: 978-80-904174-8-9.
- Piesik D, Aksoy J, Łyczko J, Bocianowski J, Buszewski B, Piesik M, Mayhew CA. 2022. Relationships between Volatile Organic Compounds Released by Wheat Plants Following Artificial Stress and Their Potential Influence on Natural Pest Management. *Applied Sciences* **12**.
- Pierr P, Köpke U. 1985. Strategien zur Optimierung des Getreidebaus im Organischen Landbau: Zielsetz. in Prof.Org. Landb.Seminar. Landwirt. Vers.-Betr. Wies.Univ, Bonn
- Pototskaya IV, Shamanin VP, Shepelev SS, Chursin AS, Kuz'min OG, Morgunov AI. 2021. Search of genetic sources for the improvement of wheat variety quality. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*:45-53.
- Power AG. 1988. Leafhopper response to genetically diverse maize stands. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **49**:213-219.
- Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha.
- Rao BRR and Prasad R. 1982. Productivity and nutrient uptake by two spring wheat cultivars in pure and mixed stands. *J. Agron. Crop Sci.*, **151**: 235-244.
- Richards RA. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany* **51**:447-458.
- Ročenka 2020 – ekologické zemědělství v České republice. 2022. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. 84 s. ISBN: 978-80-7084-633-0.

- Salomonsson L, Jonsson A, Salomonsson A C, Nilsson G. 1994. Effects of organic fertilizers and urea hen applied to spring wheat. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* **44(3)**: 170 – 178 s.
- Sarandon SJ, Sarandon R. 1995. Mixture of cultivars: Pilot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (*Triticum aestivum*). *J. Appl. Ecol.*, **32**:288-294
- Serpolay E, Dawson JC, Chable V, Van Bueren EL, 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.
- Seufert V, Ramankutty N, Foley JA. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* **485**:229-232.
- Shoffner AV, Tooker JF. 2013. The potential of genotypically diverse cultivar mixtures to moderate aphid populations in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Arthropod-Plant Interactions* **7**:33-43.
- Schärer M-L, Dietrich L, Kundel D, Mäder P, Kahmen A. 2022. Reduced plant water use can explain higher soil moisture in organic compared to conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **332**.
- Schweitzer JA, Bailey JK, Fischer DG, LeRoy CJ, Lonsdorf EV, Whitham TG, Hart SC. 2008. Plant–soil–microorganisms interactions: Heritable relationship between plant genotype and associated soil microorganisms. *Ecology* **89**:773-781.
- Stagnari F, Maggio A, Galieni A, Pisante M. 2017. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* **4**: 1– 13.
- Stehno Z. 2015. Zkoušení odrůd vhodných pro ekologické zemědělství. *Zemědělec* 8/2015, s. 11
- Šarapatka B, Urban J. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO, Šumperk.*
- Šíp V, Škorpík M, Chrpová J, Šottníková V, Bártová Š. 2000. Vliv odrůdy a pěstitelských opatření na výnos zrna a potravinářskou jakost ozimé pšenice. *Rostlinná výroba.* **46**, 2000 (**4**): 159 – 167 s.
- Tefera A, Kebede M, Tadesse K, Getahun T, Popovic V. 2021. Morphological, Physiological, and Biochemical Characterization of Drought-Tolerant Wheat (*Triticum spp.*) Varieties. *International Journal of Agronomy* **2021**:1-12.
- Tilman D, Knops J, Wedin D, Reich P, Ritchie M, Siemann E. 1997. The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes. *Science* **277**:1300-1302.
- Tooker JF, Frank SD, Steffan-Dewenter I. 2012. Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology* **49**:974-985.

Výsledky zkoušení užité hodnoty ze sklizně 2021. Pšenice ozimá. Ústřední kulturní a zkušební ústav zemědělský Brno. Národní odrůdový úřad. 2021, 18 s.

Vandermeer JH. 2012. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, Cambridge

Vári E, Máriás K. 2013. The Impact of Crop Rotation and N Fertilisation on the Leaf Area Index, Leaf Disease and Yield of Winter Wheat. International Journal of Biological, Food, Veterinary and Agriculture Engineering. 7 (11). 693 - 696.

Vlachostergios DN, Lithourgidis AS, Dordas CA. 2018. Agronomic, forage quality and economic advantages of red pea (*Lathyrus cicera* L.) intercropping with wheat and oat under low-input farming. Grass and Forage Sciences, 73: 777–788

Vrignon-Brenas S, Celette F, Piquet-Pissaloux A, Corre-Hellou G, David C. 2018. Intercropping strategies of white clover with organic wheat to improve the trade-off between wheat yield, protein content and the provision of ecological services by white clover. Field Crops Research 224:160-169.

White EM. 1982. The effects of mixing barley cultivars on incidence of powdery mildew (*Erysiphe graminis*) and on yield in Northern Ireland. Ann. Appl. Biol., 101: 539-545

Wilson GWT, Harnett DC, Rice CW. 2006. Mycorrhizal-mediated phosphorus transfer between tallgrass prairie plants *Sorghastrum nutans* and *Artemisia ludoviciana*. Functional Ecology 20:427-435.

Wimp GM, Young WP, Woolbright SA, Martinsen GD, Keim P, Whitham TG. 2004. Conserving plant genetic diversity for dependent animal communities. Ecology Letters 7:776-780.

Witcombe JR, Hollington PA, Howarth CJ, Reader S, Steele KA. 2008. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 363:703-716.

Wolfe M S, et al. 1992. Barley mildew in Europe: population biology and host resistance. Euphytica, 63.1: 125-139.

Wolfe M S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. Annu. Rev. Phytopathol., 23: 251-273.

Wolfe MS, Baresel JP, Desclaux D, Goldringer I, Hoad S, Kovacs G, Löschenberger F, Miedaner T, Østergård H, van Lamberts Bueren ET. 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. Euphytica, 163, 323–346.

Yadav SK, Sharma SK, Choudhary R, Jain RK, Jat G. 2020. Yield performance and economics of wheat varieties under organic farming. The Indian Journal of Agricultural Sciences 90:2225-2232.

Yigezu YA, El-Shater T, Boughlala M, Bishaw Z, Niane AA, Maalouf F, Degu WT, Wery J, Boutfiras M, Aw-Hassan A. 2019. Legume-based rotations have clear economic advantages over cereal monocropping in dry areas. *Agronomy for Sustainable Development* **39**.

Zhu Y. et al. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* **406**:718-722.

Zídek T. et al. 1992. *Nechemická ochrana rostlin*. Brázda, Praha, 112 pp.

Zimolka J. et al. 2005. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Profi Press, Praha.

9 Samostatné přílohy

Obsahem přílohy jsou fotografie z polních pokusů ze sezóny 2021/2022.



Příloha 1 Porost meziodrůdové směsi pšenice vysetý systémem ob řádek. (Můžeme rozeznat od sebe osinatou odrůdu od bezosinné)



Příloha 2 Meziodrůdová směs pšenice založená výsevem směsi osiva