

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

katedra agroekologie a rostlinné produkce



Pěstování pšenice ozimé v ekologickém zemědělství

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Novotná

Obor studia: Ekologické zemědělství

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

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pěstování pšenice ozimé 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.04.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Josefu Soukupovi, CSc., Dr. Ing. Pavlovi Horčíčkovi, přátelům a celé rodině za spolupráci, trpělivost a ochotu.

Pěstování pšenice ozimé v ekologickém zemědělství

Souhrn

Zásadním environmentálním problémem konvenčního zemědělství je zvyšování produkce na úkor půdní úrodnosti, znečištění vod, emisí skleníkových plynů a poklesu biodiverzity. Kořeny ekologického zemědělství sahají do první poloviny dvacátého století, kdy Rudolf Steiner přednesl ideu zemědělství s ohledem na ochranu životního prostředí udržitelným systémem pěstování rostlin a chovu zvířat. I přes zvýšený zájem ze strany spotřebitelů a farmářů panují kolem ekologické produkce jisté nejasnosti. V současné době se v rámci škály základních zemědělských komodit vyskytuje pšenice setá na prvních příčkách z hlediska osevních ploch. Její pěstování a produkce je nezbytná, neboť tvoří nezbytnou součást lidského i zvířecího jídelníčku.

Tato práce se zabývá odlišnostmi mezi konvenčním a ekologickým způsobem pěstování pšenice seté. Posuzovány byly rozdíly na úrovni základního zpracování půdy, metod ochrany rostlin, regulace škůdců a chorob, výnosu, kvality a sklizně pšenice seté.

Na základě literárního rozboru bylo zjištěno, že nejzásadnější pro ekologickou produkci je prevence a nepřímé metody ochrany rostlin, jak z hlediska plevelů, tak chorob a škůdců. Mimo prevenci se využívá především mechanické kultivace pro zvýšení výnosu, kvality pšenice a ochrany rostlin.

Významný pro ekologickou produkci je také odrůdový sortiment, který lehce zaostává za konvenční produkcí. Novinkou pro českou ekologickou produkci je Seznam doporučených odrůd (SDO) pro ekologické zemědělství, kde jsou uvedeny vhodné odrůdy ozimé pšenice pro systém ekologického zemědělství. Stále jich je ale výrazně méně než odrůd konvenčních, což by se mělo postupem času změnit.

Spotřebitelé často vnímají ekologické produkty jako „zdravější“ volbu ve srovnání s konvenčními produkty. Kvalita se posuzuje dle pekárenských a krmivářských parametrů. Zatímco konvenční odrůdy vykazují vyšší kvalitu pekárenské jakosti, ekologická pšenice a produkty z ní jsou preferovanější volbou pro hospodářská zvířata z hlediska krmné jakosti.

Větší náročnost ekologické produkce se promítá do vyšších cen finálních výrobků. Vyšší cena je odůvodnitelná environmentálními benefity celé ekologické produkce a náklady spojenými na ochranu rostlin a regulace chorob a škůdců. V rámci společnosti by se mělo více diskutovat o rizicích s narůstající spotřebou chemických látek, které jsou spojeny s běžnou zemědělskou produkcí. Pěstování pšenice v ekologickém režimu nabízí lepší rovnováhu mezi produkcí a ochranou životního prostředí.

Klíčová slova: pšenice, ekologické zemědělství, agrotechnika, odrůda

Cultivation of winter wheat in organic farming

Summary

A major environmental problem in conventional agriculture has been increasing production at the expense of soil fertility, water pollution, greenhouse gas emissions and declining biodiversity. The roots of organic farming go back to the first half of the twentieth century when Rudolf Steiner presented the idea of agriculture concerning environmental protection through a sustainable system of plant and animal husbandry. Despite the increased interest from consumers and farmers, there is ambiguity surrounding organic production. Among fundamental agricultural commodities, wheat is highly ranked in terms of sown area. Such extensive cultivation and production are necessary because it is an essential part of the human and animal diet.

This work evaluated the differences between conventional and organic methods for growing sown wheat. Differences in the level of basic tillage, methods of plant protection, pest and disease control, yield, quality and harvest of sown wheat were assessed.

The analysis of literature implied that the most important elements for successful organic production were the prevention and indirect methods of plant protection against weeds, diseases and other pests. In addition to prevention, mechanical cultivation can also increase yield, wheat quality and plant protection.

A plentiful variety selection is also necessary for organic production, which slightly lags behind conventional production. The List of Recommended Varieties (SDO) for organic farming, a novelty for Czech organic production, lists suitable winter wheat varieties for organic farming systems. There remain fewer choices compared to conventional varieties, although, this should change over time.

Consumers often perceive organic products as a "healthier" choice compared to conventional products. Quality is assessed according to bakery and feed parameters. While conventional varieties show a higher quality for baking, organic wheat and its products are a preferred choice for livestock feed quality.

The greater demands of organic production have been reflected in higher prices of final products. The higher price can be justified by the environmental benefits of the entire organic production and the costs associated with plant protection for disease and pest control. There should be more discussion within society about the risks of increasing consumption of chemicals associated with normal agricultural production. Growing wheat with organic methods can offer a balance between production and environmental protection.

Keywords: wheat, organic farming, agrotechnology, variety

Obsah

1	Úvod.....	- 1 -
2	Cíl práce	- 2 -
3	Literární rešerše.....	- 3 -
3.1	Význam ekologického zemědělství.....	- 3 -
3.1.1	Legislativa ekologického zemědělství (EZ)	- 3 -
3.1.2	Předpoklady a zásady ekologické rostlinné produkce	- 4 -
3.1.3	Význam pěstování pšenice ozimé v EZ	- 5 -
3.1.4	Současná situace na trhu a ekonomika pěstování	- 6 -
3.2	Základní agrotechnika ozimé pšenice	- 8 -
3.2.1	Požadavky na prostředí	- 8 -
3.2.2	Osevní postup	- 8 -
3.2.3	Zpracování půdy a založení porostu	- 10 -
3.3	Odrůdy a osivo	- 11 -
3.3.1	Osivo	- 11 -
3.3.2	Vliv odrůdy na pěstování pšenice	- 12 -
3.3.3	Seznam doporučených odrůd.....	- 13 -
3.4	Výživa a hnojení	- 15 -
3.4.1	Organická hnojiva	- 15 -
3.4.2	Mínérální hnojiva.....	- 17 -
3.5	Ochrana rostlin	- 19 -
3.5.1	Regulace plevelů.....	- 19 -
3.5.2	Choroby a škůdci	- 20 -
3.6	Sklizeň, posklizňová úprava a jakost	- 28 -
3.6.1	Sklizeň	- 28 -
3.6.2	Pekařská jakost	- 28 -
3.6.3	Krmná jakost.....	- 30 -
3.6.4	Posklizňová úprava a skladování.....	- 30 -
4	Závěr	- 32 -
5	Seznam literatury	- 34 -
6	Seznam použitých zkratk	- 39 -

1 Úvod

Ekologické zemědělství nabývá v posledních letech na významu. Základ ekologického zemědělství byl položen Rudolfem Steinerem, který ideu ochrany půdy a „zdravějšího zemědělství“ vyzdvihoval na svých přednáškách již v roce 1924. S narůstajícími prognózami poklesu výměry zemědělské půdy a globálního oteplování se klade důraz na ochranu životního prostředí a zachování přirozené půdní úrodnosti. V paralele ke konvenčnímu zemědělství vzniklo ekologické zemědělství, které se snaží nalézt za použití dostupných technologií cestu kompromisu mezi produkcí a ochranou životního prostředí.

Téma práce se vztahuje k pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství, neboť dominuje na prvních příčkách pěstovaných komodit. Její pěstování v ekologickém zemědělství je však v mnoha aspektech odlišné ve srovnání s konvenční produkcí. S pomocí dostupných odborných publikací a databází bude analyzována problematika pěstování pšenice v ekologickém zemědělství ve srovnání se systémem konvenčního zemědělství. Pozornost bude věnována legislativě týkající se ekologického zemědělství, setí, požadavkům na prostředí a konkrétním technologickým rozdílům mezi konvenční a ekologickou produkcí, jako jsou zpracování půdy, metody na ochranu rostlin, odrůdový sortiment a osivo, výnos a jakost produkce. Vzhledem k velkým osevním plochám pšenice jsou dopady způsobu pěstování velmi významné z pohledu environmentálního i dalších aspektů udržitelnosti zemědělské produkce.

2 Cíl práce

Cílem práce je zpracování literární rešerše se zaměřením na problematiku pěstování pšenice seté v systému ekologického zemědělství. Zpracování bude provedeno kritickou analýzou dosavadních poznatků v problematice pěstování pšenice seté v systému ekologického zemědělství, které bude následně porovnáno se systémem konvenční produkce. Primárními zdroji práce budou vědecké monografie, odborné časopisy a původní vědecké práce. Na základě literární rešerše pak vytvoření doporučení pro praxi a navrhnout nové oblasti výzkumu v oblasti pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství.

3 Literární rešerše

3.1 Význam ekologického zemědělství

Intenzivní zemědělství se začalo celosvětě významně rozvíjet iniciativou amerického vědce Normana Ernesta Borlauga (Michelsen 2001). Jeho iniciativa podnítila tzv. zelenou revoluci, která dokázala po druhé světové válce nasycit hladovějící a zpustošenou populaci. Samotný původ ekologického zemědělství (EZ) se názorově liší. Podle Dvorského & Urbana (2014) představuje EZ způsob hospodaření na zemědělské půdě, které se datuje již od první poloviny dvacátého století. Za prvního průkopníka je prohlašován Rudolf Steiner, který přednesl ideu ekologického zemědělství na svých přednáškách již v roce 1924 jako biodynamické zemědělství (Dvorský & Urban 2014).

Z jednoho historického pohledu šlo o pouze vyjádření kritiky vůči všeobecnému zemědělství, kdy nespokojenost se stávajícími prostředky maximalizace výroby přerůstala zemědělcům přes hlavu a na druhé straně šlo o touhu prosazovat lokální produkty spojenými silami farmářů, obchodníků a konzumentů (Vereijken 1989). V současné době se intenzivní zemědělství (konvenční zemědělství) stává méně populární formou zemědělství po celém světě (minimálně mezi spotřebiteli finálních produktů). Je založené zejména na vysokých vstupech ve formě hnojiv a pesticidů, čímž se považuje za škodlivé a neprospívající životnímu prostředí. Forma současného konvenčního zemědělství (KZ) není z ekologického hlediska vhodná, způsobuje decimaci krajiny a úbytek flóry a fauny. Intenzivní zemědělství vede svou nadprodukcí ke zvyšování zemědělských přebytků, které nutí zemědělce a tvůrce stanov a pravidel přejít z ochranné politiky na tržně-orientovanou politiku. Důsledkem čehož musí čelit snižování cen, hrozbě nezaměstnanosti a snižování příjmů (Norton et al. 2009). Vedle KZ tak vyvstává otázka alternativy, zemědělství, které si za své cíle klade údržbu a zlepšování půdní úrodnosti a zároveň podporu uzavřeného koloběhu látek v rámci půdního ekosystému. Dále pak zamezení znečišťování životního prostředí zemědělskou činností, minimalizace používání neobnovitelných surovin a fosilní energie při uchování přírodních ekosystémů v krajině, ochrany přírody a její diverzity (Moudrý Jr et al. 2013). Cílem EZ je používání pomaleji rozpustných minerálních hnojiv a úplné zamezení aplikace syntetických pesticidů (Dvorský & Urban 2014).

3.1.1 Legislativa ekologického zemědělství (EZ)

Dle zákona o ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb. definuje EZ následovně: „*Ekologickým zemědělstvím se rozumí zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Stanovuje omezení či zákazy používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat*“ (Zákony pro lidi 2021).

Nejpopulárnějším směrem EZ na území Evropy bylo zemědělství organicko-biologické. Tento směr zapříčinil vznik nevládní organizace IFOAM, která vznikla na základě mezinárodních norem definovaných v rámci organicko-biologického zemědělství. Formou takzvaných Basic standards se stanovují a upravují minimální požadavky pravidel v rámci EZ. V kontextu těchto

stanov a pravidel vyplývá pro ekologické zemědělce a zpracovatele v České republice povinnost dodržovat řadu pravidel a předpisů na národní úrovni, které mají povahu závazných právních předpisů (zákon č. 242/2000 Sb. o EZ) a současně musí dodržovat předpisy na nadnárodní úrovni, tj. Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 z 28. června 2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů nahrazující nařízení (EHS) č. 2092/91 a dále Nařízení Komise (ES) č. 889/2008 z 5. srpna 2008.

Předpoklady ekologické rostlinné produkce vychází v rámci legislativy ČR z předpisů EZ, tj. článek 12 NR č. 834/2007 a články 3–5 NK č. 889/2008. Zde se hovoří o potřebě zvyšování a zachování obsahu humusu v půdě při zpracování půdy, zachování její stability a biologické diverzity při zamezení škod, které vznikají erozí a utužováním půdy. Dosažení požadované úrodnosti a množství zásobních živin má být zajišťováno vyváženými víceletými osevními postupy s využitím mezplodin, zeleného hnojení a podsevů (Dvorský & Urban 2014).

Používání doplňkových hnojiv a pomocných půdních látek nebo přípravků na ochranu rostlin lze použít pouze, pokud jsou vyjmenovány v přílohách NK č. 889/2008. Zároveň je zakázáno používání minerálních dusíkatých hnojiv pro jejich negativní dopad na životní prostředí (dochází k vytěkávání dusíku, kterému EZ chce předcházet – koloběh dusíku na ekofarmě lze více uzavřít, dusík lze poutat ze vzduchu za pomoci luskovin a jetelovin).

Udržování dobrého zdravotního stavu rostlin je možné docílit za použití preventivních a kultivačních metod. Použití přípravků vyjmenovaných v příloze II NK č. 889/2008 lze pouze za předpokladu, že výše zmíněná opatření nejsou dostačující. Spolu s minerálními hnojivy je v režimu ekologického režimu zákaz používání herbicidů. Regulace plevelů se provádí mechanicky, případně termicky a osevními postupy. Osiva a sadba musí být vždy mořena přípravky, které jsou schváleny státním kontrolním útvarem. Výjimky na použití jiných než bioosiv a sadby jsou udílány na základě stanovených pravidel ministerstvem zemědělství (Dvorský & Urban 2014).

3.1.2 Předpoklady a zásady ekologické rostlinné produkce

Prvním předpokladem ekologické rostlinné produkce je péče o půdu. Vyživená, zdravá půda má přirozeně fyto-sanitární efekt, omezuje výskyt chorob a škůdců. Rostliny pěstované v biologicky aktivní půdě získávají přirozenou odolnost proti škodlivým činitelům (Konvalina & Moudrý 2008; Dvorský & Urban 2014). Pokud je půda oslabená, dochází ke kalamitnímu výskytu a přemnožení chorob a škůdců. Tudíž je velmi důležitá i pestrost života v agroekosystémech.

Šetrné a cílené zpracování půdy zlepšuje biologickou aktivitu půdy, zároveň vytváří vhodné podmínky pro mladé rostliny, které posléze mohou odrůst vlivu škodlivých organismů. Doporučuje se zasahovat proti rostlinám, které přenášejí škůdce a choroby. V kontextu obilnin jde o odstraňování obilí, které vyrostlo z výdrolu a zpracování napadených zbytků rostlin do půdy.

Zásadou je nepřehnojování živinami (zamezení přehnojování dusíkem). Pokud množství dusíku přesáhne vyšší než potřebnou úroveň, rostliny jsou oslabeny a tím více náchylné k napadení. Ideální výživa minerálními látkami se v EZ zajišťuje hnojením statkovými hnojivy a zeleným hnojením. Vychází se ze zásady: „*Nehnojíme přímo rostliny, ale hnojíme půdu, která potom rostliny harmonicky vyživuje.*“ (Dvorský & Urban 2014). V kontextu životního prostředí

a globálního oteplování bylo prokázáno, že ekologicky vypěstovaná pšenice a produkty z ní vykazují nižší objem emisí oxidu uhličitého než konvenčně vypěstovaná pšenice (Konvalina & Moudrý 2008).

Výběrem vhodných odrůd lze předejít napadení porostu. Ze sortimentu odrůd povolených pro ekologickou produkci by se měly vybrat takové, které vykazují určitý stupeň tolerance až rezistence vůči chorobám a škůdcům (Dvorský & Urban 2014).

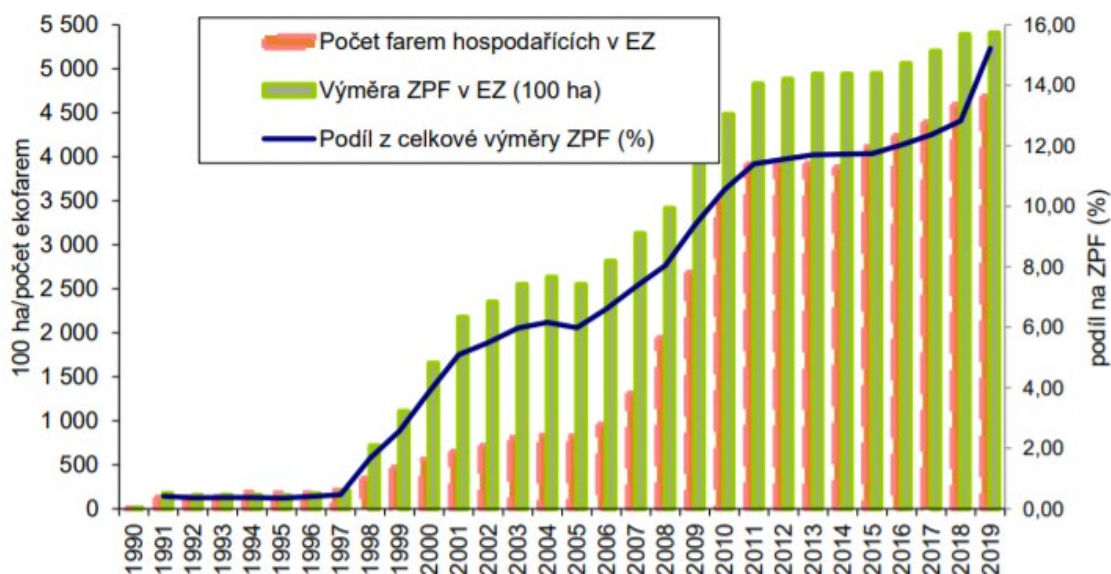
3.1.3 Význam pěstování pšenice ozimé v EZ

Pšenice setá je tradičně pěstovaným druhem obilnin po celém území ČR a zároveň nejvýznamnější obilninou v rámci ekologického zemědělství ČR (Capouchová 2017). Je zástupcem obilovin, který se pěstuje ve všech výrobních a produkčních systémech zemědělství. Řadí se mezi glycidové krmivo, které zastává nezastupitelnou roli v lidském i zvířecím jídelníčku.

Počátek domestikace pšenice seté se datuje před deseti tisíci lety na území „úrodného půlměsíce“ (oblast dnešního Íránu, Iráku, Jordánska a Sýrie) (Konvalina & Moudrý 2008). Postupným přibližováním a posunem směrem k území ČR se pšenice měnila a přizpůsobovala pěstitelské technologii zpočátku neuvědomělým výběrem prvních zemědělců. Vše za zachování kontinuity vývoje krajové odrůdy v interakci s agroekologickými podmínkami daného podniku či farmy. První šlechtitelské firmy a šlechtění odrůd spustily šlechtitelské programy po nástupu průmyslové revoluce, kdy docházelo k přenosu šlechtění z polních podmínek do podmínek laboratorních. Výsledkem šlechtitelských procesů z minulého století jsou současné vysoce výnosné, konvenční odrůdy pšenice. Pro ekologické zemědělství se sníženými vstupy nejsou však tyto odrůdy vhodné právě kvůli absenci vysokovstupových látek a dopingem rychle rozpustných hnojiv (Krause & Machek 2018).

3.1.4 Současná situace na trhu a ekonomika pěstování

3.1.4.1 Současný stav pěstování pšenice v ČR a poptávka

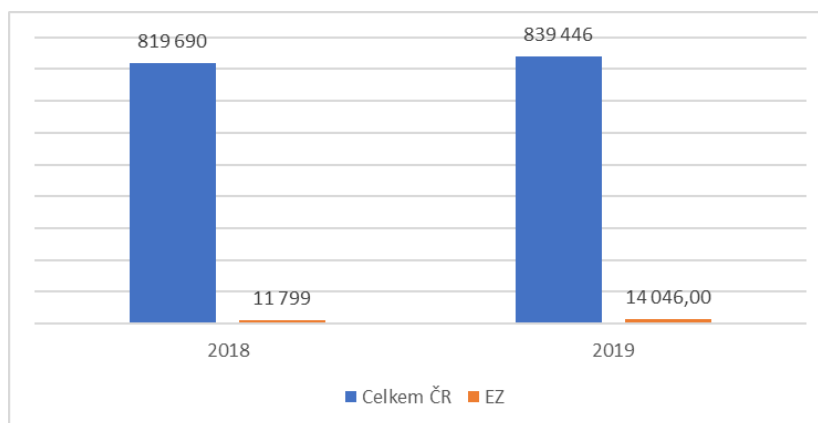


Graf 1: Vývoj celkové výměry půdního fondu v EZ, počtu farem a podílu na celkovém ZPF (1990-2019) (ÚZEI 2019)

Z grafu 1 vyplývá, že plochy ekologicky obhospodařované půdy i zájem o hospodaření v systému EZ mezi farmáři má rostoucí tendenci. K 31.12.2019 byla dle ÚZEI výměra ekologických ploch 540 993,09 ha, což odpovídalo 15,22 % z celkové výměry ZPF ČR v LPIS. Orná půda přitom činila 90 529,52 ha. Obiloviny se pěstovaly na 46,2 % orné půdy. Ekologická pšenice zaujímal na této ploše 33,6 %. Produkce obilovin za rok 2018/2019 dle šetření ÚZEI představovala 88 tisíc tun, z čehož pšenice zabírala 32,7 %. Dle grafu 2 lze soudit, že plocha pěstování pšenice seté v EZ je stále na ústupu ve srovnání s celorepublikovým pěstováním. Průměrný výnos v konvenční produkci pšenice činil za rok 2018/2019 5,46 t/ha (ÚZEI). Ve srovnání s ekologickou produkcí jde o výrazně vyšší výnos, zde výnos tvořil pouze 3,04 t/ha (MZe 2020). V roce 2019 putovalo z ekologicky vypěstované pšenice 64 % na domácí trh, z kterých se prodalo jako bio produkt 72 %. Zbytek z celkové produkce pak putoval do zahraničí (viz Tabulka 2).

Tabulka 1: Struktura, produkce a výnos plodin na orné půdě v roce 2019 (upraveno, ÚZEI 2019)

Plodiny	Počet farem	Období konverze	Ekologický režim	Celkem	Ekologická produkce	Ekologické výnosy
		(ha)	(ha)	(ha)	(t)	(t/ha)
Orná půda	1 804	24 350,49	64 278,47	88 628,08	207 927,55	3,23
Pšenice obecná	386	4 632,04	9 100,37	13 732,41	27 942,39	3,07



Graf 2: Stav pěstování pšenice seté v letech 2018 a 2019 (ha) (MZe)

Tabulka 2: Způsob prodeje hlavních bioproduktů RV v roce 2018 (ÚZEI 2019)

Bioprodukt	Obchodní cesta	Počet farem	Podíl prodaného objemu (%)
Pšenice	odbytové družstvo	26	23
	prodej do zahraničí	19	38,3
	zprostředkování	16	12,4
	prodej zpracovatelům	56	26

Poptávka po bioobilí v České republice nepodléhá výkyvům a dlouhodobě převyšuje nabídku. (Horáková & Hrabalová 2015). Dle údajů SZIF, vztaženým k lednu 2021, se cena potravinářské pšenice za tunu se pohybovala kolem 4 374 Kč/t a pšenice krmná 4 082 Kč/t. V lednu 2020 stála potravinářská pšenice 3 969 Kč/t a pšenice krmná 3 861 Kč/t. Ekologičtí farmáři musí mít všechno krmivo ekologické, je tedy pro ně výhodnější pěstovat si vlastní (Horáková & Hrabalová 2015). Problém ale nastává s legislativními restrikcemi, které omezují množitelské porosty na úrovni farmy či mezifarmovou distribuci osiva.

Přibližně dvě pětiny z celkové roční produkce (přibližně 30 000 tun) míří dlouhodobě do zahraničí. V zahraničí je prodáváno převážně v biokvalitě, za vyšší ceny. Z obilí zobchodovaného v ČR je stále část objemu prodávána jako konvenční, bez certifikátu. Pro české zemědělce je v zásadě výhodnější a cenově lákavější export do zahraničí, kde jsou výkupní ceny po bio kvalitě výrazně vyšší. Obilí, která se prodá bez certifikátu jako konvenční je tedy prodělným řešením pro farmáře a zemědělce. Tímto „nevýhodně“ prodaným obilím je nejčastěji ječmen a pšenice.

Výkupní ceny biopšenice kolísají dle kvality v rozmezí od 6 000 až 9 000 korun za tunu. Obecně řečeno, ceny bioobilí jsou 1,5 krát vyšší v porovnání s konvenčním. Očekává se možnost dalšího navýšení cen u bioprodukce v ČR s ohledem na rostoucí poptávku po kvalitní bioprodukci z českých ekofarech ze strany Německa, kde se kvůli enormnímu zájmu spotřebitelů o bioprodukty drží ceny surovin výše než v okolních zemích. Situace v ČR je v přístupu k ekologickým produktům odlišná. Vystává zde otázka ochoty konzumentů vyšší platby za produkty z ekologické pšenice a bioproduktů obecně (Horáková & Hrabalová 2015).

3.1.4.2 Ekonomika pěstování

Řízení a management ekologických farem se liší od konvenčních legislativními normami, od nich se odvíjí výše nákladů a výnosnost podniků (Hrabalová 2015). Variabilní náklady hrají v EZ méně významnou roli (kvůli absenci používání pesticidů a minerálních hnojiv). Významná složka z hlediska nákladů je osivo. Tvoří asi 20 % z nákladů. Přímé náklady (mzdové náklady) v EZ dle šetření ÚZEI se nacházejí na zhruba třetinové úrovni konvenčních podniků. V praxi nižší intenzifikační vstupy/nižší náklady znamenají nižší výnosy (o 5–20 %), farmář si tuto ztrátovou složku musí nahradit, což odpovídá cenové „prémii“ za bio (přepočtené na jednotku produkce, tj. na tunu pšenice) (Živělová 2005; Capouchová 2014). Živělová s Jánským (2015) porovnávali ekologickou a konvenční produkci pšenice a došli k závěru, že náklady na tunu zrna v KZ činí 2 400 Kč, v EZ činí 2 546 Kč/t. Při průměrném výnosu 3,02 t/ha lze v EZ vycházet s průměrnou realizační cenou 3 387 Kč/t. V paralele ke KZ s výnosem 5,03 t/ha nejde o tak markantní rozdíl, kde se průměrná realizační cena za tunu pšenice pohybovala kolem 3 394 Kč/t. I přes tento fakt je tento rozdíl znatelný.

3.2 Základní agrotechnika ozimé pšenice

3.2.1 Požadavky na prostředí

Obilniny zanechávají v půdě průměrné množství posklizňových zbytků nízké kvality ve formě slámy (jakožto vedlejšího produktu), která při zaorání či ponechání na poli, upravuje poměr uhlíku a dusíku (C:N) (Moudrý 2006).

Pšenice setá je hlavní plodinou teplejších a sušších oblastí. Nejvhodnějšími půdami pro pěstování ozimé pšenice jsou černozemě na spraši, vododržné, hlinité, strukturní půdy s neutrální reakcí snášející i mírně kyselé pH do 5,5 (Konvalina & Moudrý 2008). Pšenice má slabě rozvinutý kořenový systém a pomalý jarní vývoj. Pro svůj růst potřebuje pohotové živiny, které jsou lehce přístupné. Odčerpává živiny především z vrchní vrstvy ornice (nejvíce dusík a fosfor). Ve srovnání s ostatními zástupci pěstovaných obilnin reaguje na příznivé podmínky výrazným zvýšením výnosu.

3.2.2 Osevní postup

Význam osevních postupů je pro EZ stěžejním opatřením pro zachování přirozené úrodnosti půdy, stabilizaci procesů humifikace a mineralizace, zvýšení využitelnosti vody a živin, podpory mikrobiální aktivity půdy, potlačení napadení kulturních plodin škůdci a chorobami, omezení konkurence plevelných rostlin, využití účinku růstových látek z posklizňových zbytků, zvýšení biodiverzity a stability agroekosystému a zefektivnění produkce. Jde o ideální rozčlenění a postup střídání plodin na pěstebních plochách v takovém sledu, aby se docílilo vysokého výnosu těžcího z předplodin a zároveň ochrany před půdní únavou důsledkem pěstování náročných plodin (Moudrý 2006).

Konvenčně specializované systémy se vyznačují dle Urbana a Šarapatky (2003) zjednodušenou strukturou plodin vedoucí až k monokulturnímu pěstování (střídání pěstování ozimé pšenice, jarního ječmene, ovsa, ozimé řepky, případně cukrové řepy (Ulber et al. 2009)), zatímco EZ využívá pestrých osevních postupů. Zastoupení obilnin v osevních postupech závisí na podílu

výživově hodnotných předplodin jako jsou jeteloviny, okopaniny, luskoviny, luskovinoobilní směsky, olejninu a jednoleté píce.

Pšenice pěstovaná jako monokultura oproti pšenici pěstované v pestrém osevním postupu má horší využití živin z půdy, sníženou účinnost hnojení, horší fyzikální stav půdy, vyšší erozi, vyšší zaplevelenost a napadení chorobami a škůdci. Podíl obilnin v osevních postupech by v EZ neměl dle Urbana a Šarapatky (2003) přesáhnout 50 %. Pokud by byla tato hranice překročena, dochází k šíření chorob a škůdců, tudíž se doporučuje pěstovat po sobě obilniny maximálně 2 roky (nejlépe střídání ozimou, náročnější obilninu a jarní obilninu).

Vyvážený osevní postup popisuje Pešík (1970) jako racionální opatření, které přispívá ke zvýšení výnosu o 5–20 % a znamená redukci potřeby použití intenzifikačních vstupů. Ve srovnání s konvenčním zemědělstvím je podíl předplodiny v EZ na výnos vyšší. Vliv nevhodné předplodiny se významně promítne na výnos. Při sestavování osevního postupu bychom měli sestavit hony z pozemků, zajistit potřebné plochy krmných plodin (při souběhu živočišné a rostlinné produkce na farmě), vyjmout z dosavadního postupu ty plodiny, které jsou v EZ prakticky neprodejné a kombinovat následující plodiny: leguminózy (25 %, nejlépe 33 % včetně jetelotrav), obiloviny (maximálně 50 %), okopaniny (urychlení rozkladu organické hmoty a potlačení plevelů) a výsev meziplodin (cílem je mít stále zelené pole).

Tabulka 4: Příklad osevního postupu pro podnik bez chovu hospodářských zvířat pro EZ (Moudrý 2006)

Hon	Plodiny
1.	Jetelotrávní směska
2.	Jetelotrávní směska
3.	Ozimá pšenice
4.	Okopanina
5.	Luskoviny na zrno
6.	Pšenice špalda
7.	Oves s podsevem jetelotrávní směsky

Tabulka 5: Příklad osevního postupu pro podnik s chovem hospodářských zvířat pro EZ (Moudrý 2006)

Hon	Plodiny
1.	Luskoviny na zrno nebo rotující úhor
2.	Brambory
3.	Ozimá pšenice (meziplodiny: hořčice, svazenka)
4.	Oves (meziplodin: hořčice, svazenka)
5.	Hrách
6.	Ozimá pšenice (podsev, jetelotrávní směska)

Tabulka 6: Vhodné předplodiny pro ozimou pšenici dle jednotlivých VO (Pešík 1970; Capouchová 2014)

Výrobní oblast	Vhodné předplodiny
Kukuřičná	Luskoviny, tabák, brambory, olejnin, zelenina, kukuřice na zrno
Řepařská	Jeteloviny, luskoviny, brambory, kukuřice na siláž, cukrovka
Bramborářská	Jeteloviny, olejnin, luskoviny, rané odrůdy brambor, jednoleté pícniny, kukuřice na siláž
Horská	Jeteloviny, luskoviny

3.2.3 Zpracování půdy a založení porostu

Obdělávání půdy sestává z činností vykonávaných na půdě za účelem úpravy půdních podmínek pro výživu rostlin. Cílem těchto činností je tvorba vhodného prostředí pro klíčení semen, vývoj kořenů rostlin, potlačení plevelů, udržení půdní vláhly a kontrola eroze (Urban & Šarapatka 2003). KZ vybírá zpravidla druhy zpracování půdy, které zanechají na půdním povrchu méně jak 15 % posklizňových zbytků. V KZ metody zpracování půdy obvykle sestávají z orby nebo intenzivního zpracování. Mírné klima ČR umožňuje provádět orbu v pozdním létě nebo raném podzimu, a to po diskování nebo obdělávání strniska (pluh krájí a obrací ornici v různých hloubkách, nejčastěji mezi 15–35 cm). Pozitivem orby je zabezpečení výnosů, půdní povrch je beze zbytků, čímž se eliminuje rezervoár škůdců a chorob (Hegglin et al. 2015; Mašek et al. 2015). Dále zlepšuje předset'ové vlastnosti půdy, zlepšuje podmínky pro set' a lépe se hubí plevele. Kromě orby a intenzivního zpracování se využívá minimalizačních technologií. Velkým benefitem minimalizačních technologií je úspora nákladů, energie a času. Regulace chorob, škůdců a plevelů se provádí aplikací pesticidů. Naneštěstí se půda minimalizací zhutňuje, rostliny nemusí dosahovat vysokých výnosů a jsou zesláblé (Neudert & Procházková 2009; Koukolíček & Pulkrábek 2015; Novák & Mašek 2018). Kompromis mezi minimalizací a orbou je hluboké zpracování půdy. EZ preferuje mělké zpracování půdy bez hlubších zásahů do půdy (kypření, vláčení, plečkování, mulčování, hrůbkování či válení), zcela bezorebné metody jako je přímý výsev se zatím pro EZ nedoporučuje (velký tlak plevelů se zpravidla ošetřuje herbicidy a je nutné použít rychle rozpustná hnojiva). Pro ozimé obilniny se doporučuje redukované zpracování půdy (Hegglin et al. 2015). Hegglin et al. (2015) uvádí jako osvědčený příklad z praxe mulčovací výsev ozimé pšenice po bramborách nebo kořenové zelenině. Kdy je půda po předplodinách bohatě prokypřená, tudíž má ideální podmínky pro mulčovací výsev. Povrchovým zpracováním se urovná půda a vytvoří se optimálně set'ové lůžko.

Peigné et al. (2014) uvádí, že mezi minimalizačními a orebnými technologiemi neexistuje přímá závislost výnosů ozimé pšenice. Dle autorů nedochází k snižování výnosů v EZ při použití minimalizačních technologií. Tvrdí, že účinek snížené orby na výnos pšenice je závislý na místně půdně-klimatických podmínkách, typu půdy, půdní struktuře a textuře a míře zaplevelení. Nižší výnos je propojen s hustotou kořenového systému. Tloušťka a prorůstání kořenů je dána kompaktností a ztužením půdy. Ta pak ovlivňuje absorpci dusíkatých látek kořenovým systémem. Zhutnění půdy je jedním z možných vysvětlení nižšího výnosu zrna při minimalizaci agrotechnických zásahů.

3.2.3.1 Předseťová příprava půdy

Předseťová příprava by měla zahrnovat opakované kypření a vláčení půdy z důvodu regulace plevelů (Capouchová 2014). Těmito operacemi dochází k vyvláčení klíčících plevelů. Základním opatřením po strniskových předplodinách je vhodná včasná podmítka ošetřená válením či vláčením podle stavu půdy a průběhu počasí (Konvalina & Moudrý 2008). Ozimá pšenice vyžaduje přirozeně a dobře slehlé seťové lůžko, kterého je dosaženo při orbě 4–6 týdnů před setím na hloubku 16–24 cm (Konvalina & Moudrý 2008). Při opožděné orbě kyprou půdu je možné utužit pospěchem nebo rýhovaným válcem. Struktura půdy nemá být předseťovou přípravou příliš narušena. Vyvážená předseťová příprava napomáhá redukci jednoletých plevelů při dodržení jednoho až dvoutýdenního odstupu mezi jednotlivými zásahy.

3.2.3.1.1 Výsev

Setí by mělo zajistit optimální zahuštění porostu, které zastíní větší plochu, díky čemuž lépe konkuruje plevelům. Ve srovnání s KZ se ozimá pšenice v EZ seje později. Termíny setí leží na rozmezí konce září až do října podle nadmořské výšky. Pozdní setí pšenice znamená méně odnoží – vzhledem k obtížnému až nemožnému přihnojování na jaře, by bylo udržení vyššího množství životaschopných odnoží pro rostlinu velice obtížné. Opožděné setí zajišťuje snížené zaplevelení, zejména trávovitými druhy jako je chundelka metlice. Doporučený výsevek ozimé pšenice se pohybuje v rozmezí 400–450 klíčivých zrn na m², tj. 180–220 kg·ha⁻². Při výskytu méně příznivých podmínek a při pozdním setí je vhodné navýšit výsevek o pojistnou dávku 15–20 %. Pšenice setá se seje do hloubky 3–4 cm s běžnou vzdáleností řádků 10–12,5 cm (Konvalina & Moudrý 2007).

Při setí ozimé pšenice by se mělo dle Capouchové (2014) sít do řádků širších, kdy lze pšenici mechanicky ošetřovat plečkováním. Setí do širších řádků má pozitivní efekt na zvýšení výsledné pekařské jakosti a dochází k navýšení obsahu dusíkatých látek v sušině zrna, čímž se zvyšuje konečný výnos.

3.3 Odrůdy a osivo

3.3.1 Osivo

Osivo představuje jeden z intenzifikačních faktorů v EZ. Legislativa ČR určuje, že osivo pro EZ musí pocházet bezpodmínečně z EZ (zákon č. 242/2000 Sb., *o ekologickém zemědělství* a zákon č. 219/2003 Sb., *o oběhu osiva a sadby*) (Urban & Šarapatka 2003; Křen et al. 2018). Nařízení je aplikováno na vnitrostátní i mezinárodní úrovni (nařízení Rady (ES) 834/2007 a prováděcí předpis nařízení Komise (ES) 889/2008). Farmář musí vždy vybírat pouze z ekologických osiv, která projdou certifikací správním orgánem. Při absenci v nabídce osiv je možné udělit výjimku k použití osiva z farmy, která je registrována jako v přechodném období na EZ (období konverze). Pakliže není k dispozici ani osivo z farem, které jsou v přechodné fázi, smí se, na základě udělení výjimky (ÚKZÚZ), použít nemořené konvenční osivo (chemicky neošetřené) (Václavíková et al. 2012). Z tohoto důvodu dávají farmáři přednost

zakládání porostů osivem farmářským, které často pochází z přesevů. Nevýhodou setí tohoto osiva z přesevů se však snižuje jeho výsledná výnosnost.

Osivo může být velmi snadno napadeno již v předset'ové fázi špatným skladováním či jinými faktory jako jsou škůdci a choroby. Možnými nechemickými způsoby moření osiva mohou být biologické metody a metody fyzikální (Peigné et al. 2014). Peigné et al. (2014) zahrnuje mezi fyzikální metody použití horké vody, tepla, ultrazvuku a nízkoteplotní plazmy. Biologickými metodami se rozumí využití antagonistického působení mikroorganismů, které potlačují výskyt fytopatogenních hub. Častým používaným přípravkem je registrovaný přípravek *Polyversum*, *Gliorex* a *Polymix*, které svou mikrobiální činností potlačují výskyt škodlivých organismů (Peigné et al. 2014).

Nabídka osiv pšenice ozimé je uvedena v Databázi ekologických osiv na webových stránkách Ministerstva zemědělství. Tuto oficiální databázi vede ÚKZÚZ na základě pověření Ministerstvem zemědělství. Převažuje nabídka osiv pšenice jarní nad ozimou pšenicí. Mezi odrůdy ozimé pšenice, u kterých je dostupné certifikované osivo, patří odrůda *Advokat*, *Angelus*, *Bonanza*, *Butterfly*, *Centurion*, *Diadem*, *Elixer* aj. (celkem 14, vztaženo k roku 2021). Navzdory snaze farmářů o zvýšení dostupnosti ekologického osiva však počet ekologických osiv je ve značném skluzu ve srovnání s početní převahou konvenčního osiva (počet odrůd, u kterých je dostupné osivo, se pohybuje kolem 100) (ÚKZÚZ 2021).

3.3.2 Vliv odrůdy na pěstování pšenice

Odrůda představuje významný faktor v rostlinné produkci kvůli značnému podílu na úrovni výnosu. Výnosnost je vynikajícím obecným identifikátorem důležitých interakcí mnoha různých genetických a environmentálních faktorů a lze jej použít jako vhodné měření genotypové odpovědi na specifické podmínky systému. Šlechtění v minulém století prosazovalo vyšší výnosy na úkor půdoochranných technologií. Po tuto dobu šlechtitelé intenzivně vyvíjeli odrůdy vhodné pro konvenční systém zemědělství. Genetická výbava současných konvenčních odrůd je přizpůsobena intenzivnímu hospodaření. Výkon těchto odrůd je závislý na vysokých vstupech založených na spotřebě fosilní energie, které pomohly omezit variabilitu prostředí. Změna klimatu spojená s rostoucími cenami ropy však nyní začíná ovlivňovat vývoj konvenčního a současně s ním, ekologického směru zemědělství (Wolfe et al. 2008).

Při šlechtění vhodných odrůd je potřeba sledovat schopnost využití dusíku, odolnost vůči chorobám klasu, respektive obilek, stabilitu výnosu a jakosti, toleranci k době setí, délku posledních internodií, intenzitu prokořenění půdy a reakci odrůdy na vláčení a regeneraci rostlin (Drews et al. 2009). Velmi významnou roli pak hraje odolnost ke stresovým faktorům, a to zejména k suchu a zimě (Kršková 2020).

V současné době převažuje nabídka konvenčních odrůd nad nabídkou ekologických odrůd pšenice seté. Šlechtění ekologických odrůd je stále v plenkách. Mají však větší diverzifikační vlastnosti a nabízející široké spektrum možností. Fakt, že v EZ je výslovně zakázáno používání jakýchkoli chemických podpůrných a ochranných látek, otevírá bohaté možnosti v řešení změny globálního klimatu a nákladů spojených s fosilními palivy (Drews et al. 2009).

Zpočátku panoval názor, že odrůdy vhodné pro EZ budou odrůdy staré, okrajové. Ty mají původ ještě v době před používáním minerálních hnojiv a pesticidů. Tento názor byl následně

vyvrácen prosazováním moderních odrůd. Moderní odrůdy, vzhledem k jejich vysokému výnosu, vyšší odolnosti k chorobám, specifickým vlastnostem a dalším znakům mají být vhodnou volbou pro ekologický způsob pěstování (Petr et al. 2007). Z výsledků odrůdových pokusů vyplývá, že v EZ se nejlépe uplatňují odrůdy nejvýnosnější z KZ a odrůdy s vyšší až nadprůměrnou hmotností obilí, respektive s vyšší produktivitou klasu (Petr et al. 2007). Carcea et al. (2006) se názorově s Petrem et al. (2007) neshoduje, ten naopak tvrdí, že odrůdy s nejvyššími výnosy v nejlepší kvalitě v konvenčních systémech nejsou odrůdami s nejvyššími výnosy v nejlepší kvalitě v organických systémech. Naznačuje potřebu šlechtění a selekce pro organické podmínky pěstování. Tvrdí, že v podmínkách EZ představuje nejlepší možnost pěstování odrůd přizpůsobených low-input systému. O tyto poznatky se také opírají Polišenská s Jirsou (2019), kteří potvrzují na základě svého pozorování, že byly mezi odrůdami nalezeny průkazné rozdíly ve výsledné kvalitě. Murphy et al. (2007) zastává názor, že bez odrůd přizpůsobených nízkým úrovním vstupů dusíku nebudou zemědělci organické pšenice v oblastech s nízkými srážkami (< 300 mm/rok) pravděpodobně schopni dosáhnout výnosů srovnatelných s konvenčními zemědělci.

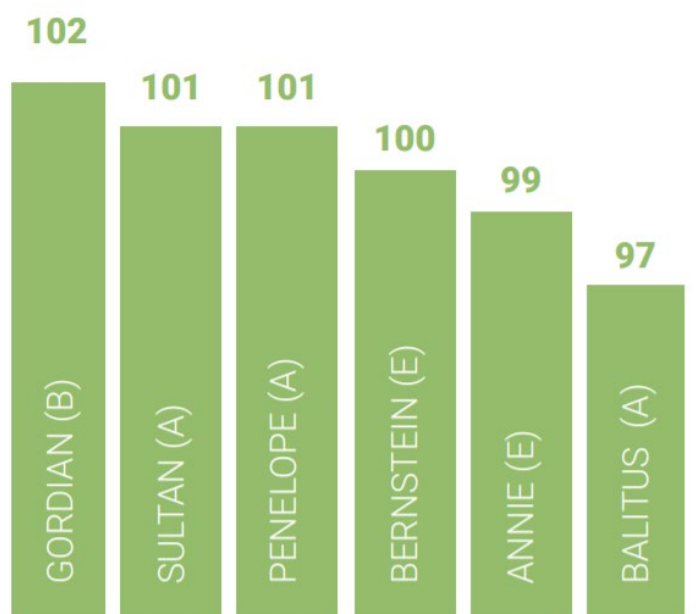
Wolfe et al. (2008) vyzdvihuje holistický postup při výběru a pěstování nových odrůd pšenice seté pro účely EZ, kdy je zapotřebí brát v potaz celkovou ideu EZ, která se snaží zahrnout do tvorby a šlechtění nových odrůd i podmínky prostředí.

3.3.3 Seznam doporučených odrůd

V roce 2015 ÚKZÚZ společně se zástupci univerzit a výzkumných pracovišť vytvořili podmínky pro zahájení zkoušení pro Seznam doporučených odrůd (SDO). SDO vznikl jako odezva zvýšeného zájmu ekozemědělců o ověření vhodnosti odrůd obilnin pro systém ekologického hospodaření. Výsledek zkoušení pšenice (a ječmene) vydává ÚKZÚZ ve spolupráci se svazem PRO-BIO ve formě Seznamu doporučených odrůd pro ekologické zemědělství (Kršková 2020).

Aktuální hodnocení odrůd vychází z výsledků pokusů, které byly prováděny v letech 2016 – 2019. Pokusy byly prováděny podle plodinových metodik ÚKZÚZ, do nichž byly doplněny znaky pro hodnocení odrůd v ekologickém režimu pěstování. Ochrana rostlin byla zabezpečena a prováděna výhradně mechanicky, vláčením prutovými branami, a to dle konkrétních podmínek dané lokality (v souladu s podmínkami EZ).

Seznam doporučených odrůd či SDO pro ekologické zemědělství zahrnuje vhodné odrůdy pšenice ozimé i jarní v režimu EZ. Mezi odrůdy vhodné pro pěstování pšenice ozimé patří Annie, Balitus, Bernstein, Gordian, Penelope a Sultan (viz Tabulka 3). SDO zahrnuje přehled výnosů zrna a hospodářských vlastností výše zmíněných odrůd (Murphy et al. 2007). Nejvíce výnosovou úroveň ovlivnily předplodiny, termín setí a půdně-klimatické podmínky.



Graf 3: Výnos zrna ozimé pšenice 2016–2019 (%) (Kršková 2020)

Tabulka 3: Výnos zrna pšenice ozimé dle lokalit pro SDO (převzato a upraveno (Kršková 2020))

Rok zkoušení		2016			2017			2018				2019				Průměr 2016 - 2019	
Lokalita		Postřelmov	Uhřetěves	Průměr	Uhřetěves	Zvíkov	Průměr	České Budějovice	Uhřetěves	Zvíkov	Průměr	Domanínec	Uhřetěves	Velké Hoštětínky	Zvíkov		Průměr
Předplodina		jetel luční	vikev setá	Průměr	jetel luční	svazanka hrách, ovčí hrnůj	Průměr	peľuška	jetel luční	svazanka hrách, hrnůj	Průměr	hrách	jetel luční	jetel tráva	hrách	Průměr	
Výsevek (MKS)		4,5	4,0		5,0	5,5		5,0	5,0	5,0		5,0	4,5	5,0	5,5		
Datum setí		30.9.	12.10.		18.10.	18.10.		1.10.	16.10.	2.10.		3.10.	10.10.	23.10.	10.10.		
Datum sklizně		26.7.	4.8.		1.8.	3.8.		20.7.	18.7.	25.7.		12.8.	26.7.	19.7.	25.7.		
Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	Gordian	4,31	8,54	6,43	10,22	4,38	7,30	2,75	4,45	5,04	4,08	7,13	7,55	8,83	5,86	7,34	6,28
	Sultan	4,81	8,16	6,49	9,38	4,46	6,92	3,83	5,57	4,39	4,60	5,68	7,59	8,13	6,13	6,88	6,19
	Penelope	4,17	8,72	6,45	9,60	3,73	6,67	2,44	4,72	5,03	4,06	7,34	7,88	8,99	5,34	7,39	6,18
	Bernstein	5,13	7,34	6,24	9,36	3,69	6,53	2,85	5,19	5,44	4,49	6,32	7,62	8,95	5,48	7,09	6,12
	Annie	4,95	7,46	6,21	9,00	3,66	6,33	3,56	5,53	4,70	4,60	6,55	7,68	8,32	5,51	7,02	6,08
	Balitus	4,13	7,09	5,61	9,75	3,14	6,45	2,75	4,66	4,60	4,00	6,35	7,91	8,98	5,98	7,31	5,94
	MD 0.05	0,65	0,52	1,70	0,27	0,30	1,03	0,34	0,33	0,49	0,83	0,47	0,24	0,57	0,36	0,59	0,40
Výnos zrna (%)	Gordian	94	108	103	107	114	109	91	89	104	95	109	98	101	103	102	102
	Sultan	105	103	104	98	116	103	126	111	90	107	87	99	93	107	96	101
	Penelope	91	111	103	101	97	100	81	94	103	94	112	102	103	93	103	101
	Bernstein	112	93	100	98	96	97	94	103	112	104	96	99	103	96	99	100
	Annie	108	95	100	94	95	95	117	110	97	107	100	100	96	96	98	99
	Balitus	90	90	90	102	82	96	91	93	95	93	97	103	103	105	102	97
	Průměr všech odrůd (t.ha ⁻¹)	4,58	7,89	6,23	9,55	3,84	6,70	3,03	5,02	4,87	4,31	6,56	7,71	8,70	5,72	7,17	6,13
MD 0.05 v %	14	7	27	3	8	15	11	7	10	19	7	3	7	6	8	7	

3.4 Výživa a hnojení

Ozimá pšenice je plodinou náročnou na živiny. V ekologickém režimu pěstování je zajištěn přístup výživných látek z rozkládajících předplodin bohatých na živiny. Případně je přísun živin zajištěn přímo před setím pšenice nebo z organického hnojení zapraveného k předplodině (Vereijken 1989) (hnojí se organickými i minerálními hnojivy přírodního původu). Černý et al. (2014) stanovuje průměrné odběry živin ozimou pšenicí při stanovém výnosu 6 t/ha. (viz Tabulka 7) – jde o průměrné množství odčerpaných živin ozimou pšenicí vztažené na výnos 1 t zrna a odpovídajícího množství slámy. Škarpa et al. (2016) uvádí průměrný odběr pšenice seté 25 kg/t N, 20 kg/t K, 5 kg/t P, 4,3 kg/t S a 2,4 kg/t Mg.

Tabulka 7: Průměrné odběry živin ozimou pšenicí vztažené na 1 t výnosu zrna a průměrný celkový odběr při výnosu 6 t/ha (Černý et al. 2014)

Odběr živin	N	P	K	Ca	Mg	S
Množství (kg/t)	22-26	4,4-6,2	17-21	2,8-5,7	1,2-3,0	4,0-5,8
Množství (kg/ha)	150	30	110	24	12	30

Pšenice ozimá odebírá drtivou většinou všech živin v jarním období vegetace, kvůli jednoduššímu získávání z půdní zásoby se živiny zapravují formou minerálních (KZ) nebo organických, statkových hnojiv (EZ) už na podzim kvůli podpoře hluboké a rozvětvené kořenové soustavy právě v době intenzivního růstu rostlin na jaře.

Pšenice vyžaduje slabě kyselou až neutrální pH, pokud je pH nižší, měla by úprava půdní reakce projít obligátním zásahem vápnění. Před založením porostu by se dle Škarpy et al. (2016) by se měly přezkoumat zásoby živin na daném pozemku. Hnojení se používá zvláště po předplodině, která po pěstování zanechala v půdě malé množství živin. Při volbě hnojení by se mělo vycházet z výsledků agrochemického zkoušení zemědělských půd. Nejvhodnějšími půdami jsou půdy úrodné, černozemě, degradované černozemě a hnědozemě (Capouchová 2014; Škarpa et al. 2016). Lehčí půdy na podzim zpravidla není potřeba hnojit. V rámci jarního období vegetace lze využít regeneračního přihnojení a použít dobře rozptýlený kompostovaný chlévský hnůj v dávce 10–15 t·ha⁻¹ nebo močůvku či kejdu v dávce 10 m³·ha⁻¹ pro udržení již založených odnoží.

3.4.1 Organická hnojiva

Trávník et al. (2012) označuje statková hnojiva jako hnojiva organická. Do této skupiny patří hnůj, kejda, močůvka, zelené hnojení a další zbytky rostlinného původu, které nejsou upravovány. Pro stanovení potřebného množství daného hnojiva je nezbytné znát jeho produkci, která se dá orientačně zjistit na základě dobytčích jednotek (DJ = zvíře o živé hmotnosti 500 kg). Trávník et al. (2012) uvádí přepočítávací koeficienty na dobytčí jednotky pro jeden kus podle druhu a kategorie hospodářských zvířat, například kráva: 1,3; tele do 6. měsíce 0,22; jalovice a býci 0,7; prase na výkrm 0,12 a krůty na výkrm 0,016.

3.4.1.1 Hnůj

Urban se Šarapatkou (2003) označují hnůj za nejrozšířenější organické hnojivo skládající se ze tří čtvrtin z organických látek a jen o něco méně základních živin obsažených ve statkových hnojivech. Proces výroby kvalitního hnoje začíná u chlěvské mrvy. Mrva se musí nejprve ošetřit a upravit. Po těchto fázích vzniká hnůj, který je ideálním materiálem pro hnojení.

3.4.1.2 Kejda

Kejda je hustá směs výkalů, moči a dalších materiálů, zředěná vodou. Kejda skotu obsahuje 7,7 % sušiny, 5,7 % organických látek, 0,3 % dusíku, 0,06 % fosforu a 0,24 % draslíku (Urban & Šarapatka 2003) V některých provozech však v důsledku nedostatečné kvality vody klesá obsah sušiny pod 2 %. Problém, s kterým se aplikace kejdy váže, je zápach a poškozování půdy. Řešením dle Urbana se Šarapatkou (2003) je aerace (provzdušňování kejdy), jejímž následkem dochází k redukci zápachu a snížení narušování půdního života.

3.4.1.3 Močůvka

Močůvka je označení organického hnojiva, které je původem zkvašenou močí hospodářských zvířat, dle Urbana a Šarapatky (2003) s neurčitým naředěním vodou a ochuzením o živiny, vázanými v podestýlce nebo při skladování a aplikaci. Hodnota hnojení močůvkou je určena způsobem její aplikace, ošetřením, využitím a produkcí. Vzhledem k jejím živinovým charakteristikám jde o dusíkato-draselné hnojivo (při zatížení 1 DJ/ha můžeme mít k dispozici v močůvce cca 10 kg N, 0,5 kg P a až 20 kg K (Urban & Šarapatka 2003)). Močůvka se dá použít v kombinaci se slámou, a to zejména pro vyrovnání poměru C:N či při kompostování. Na půdách chudých na dusíkaté látky je možné i během vegetace přihnojit porost močůvkou (Van Stappen et al. 2015).

Tabulka 8: Dávky t·ha⁻¹ a termín aplikace jednotlivých organických hnojiv pro pšenici ozimou (Trávník et al. 2012)

Chlěvský hnůj t·ha ⁻¹	Kejda						Močůvka t·ha ⁻¹	Sláma t·ha ⁻¹
	Skot		Prasata		Drůbež			
	t·ha ⁻¹	Termín aplikace	t·ha ⁻¹	Termín aplikace	t·ha ⁻¹	Termín aplikace		
20	30	VIII.-IX.	25	VIII.-IX.	20	VIII.-IX.	40	50

3.4.1.4 Kompost

Kompostování je přirozený proces, při kterém se využívá rozkladu organické hmoty. Rozklad mrvy probíhá za aerobních podmínek. Suroviny pro tvorbu kompostu jsou velmi různorodé (zbytky rostlin jako jsou plevele, sláma, makovina, bramborová nat', plevy, znehodnocená krmiva, stařina luk, drny, anorganické hmoty, mikrobiální oživený substrát atd.). Proces výroby kompostu se skládá ze čtyř etap. První etapa se skládá ze zahřívání materiálu, kdy se masově rozmnoží mikroorganismy obsažené v substrátu, následují fáze látkových přeměn spojených

s počátkem procesu mineralizace. Čtvrtá fáze sestává z činnosti mikroorganismů a chemických reakcí produkovaných složitějšími organickými látkami humusové povahy (Urban & Šarapatka 2003).

3.4.1.5 Zelené hnojení

Zeleným hnojením se dle Urbana a Šarapatky (2003) rozumí vysetí a zapravení plodin, které jsou brány jako zdroj organické hmoty a organického hnojiva. Použitím zeleného hnojení se zvyšuje obsah rychle rozložitelné organické hmoty v půdě, regulují se plevele, omezuje se výskyt chorob a škůdců, zlepšují se fyzikální a chemické vlastnosti půdy, zvyšuje se obsah humusu v půdě, zvyšuje se aktivita edafonu apod.

Plodiny vhodné pro zelené hnojení jsou např.: jetele, tolíce, vičenec, hrách, bob, lupiny, slunečnice, hořčice bílá, svazenka vratičolistá, řepice, pohanka, žito ozimé a různé směsky (Urban & Šarapatka 2003).

3.4.1.6 Sláma

Dvěma důležitými výstupy u cereální produkce jsou zrna a sláma. Sláma se považuje jako vedlejší produkt sklizně, má však nepopíratelný agronomický i ekonomický význam. Může sloužit jako zdroj organického uhlíku nezbytného pro půdní mikroorganismy při fixaci dusičnanů. Půdní mikroorganismy mineralizují z organického nebo zeleného hnoje uhlík, čímž zabrání vytékání a úniku dusičnanů. V nízké vstupových systémech pěstování je snaha o vyvarování se prodeje slámy, především při souběžné rostlinné a živočišné produkci, kdy slouží sláma jako zdroj potravy pro zvířata (Konvalina & Moudrý 2008). Tento přístup je v rozporu s konvenčním systémem, kde prodej slámy představuje nad rámecový přísun finančních prostředků, tudíž se nenavrací stejné množství organických látek do půdního koloběhu. Pokud se sláma ponechá na pozemku, lze ji zapravit po sklizni, případně společně s organickým hnojivem, za předpokladu, že plodiny zeleného hnojení nejsou podsevem. Jestliže tomu tak je, nasekaná sláma se ponechá mezi strništěm a skrz něj bude prorůstat plodina zeleného hnojení, dokud nebude čas na hlavní kultivaci půdy (Konvalina & Moudrý 2008).

3.4.2 Minerální hnojiva

Ačkoliv je použití průmyslových hnojiv zakázáno, v současné době se na trhu České republiky nachází hnojiva minerální, která mají přírodní původ a jsou fyzikálně zpracována (mletí, granulace, drcení). PRO-BIO (2018) řadí mezi povolená minerální doplňková hnojiva uhličitany vápenatý, sádku přírodního původu, síran draselný, síran hořečnatý, měkký surový fosfát neupravený, Thomasovu moučku, stopové prvky jako živiny, horninové moučky, elementární síru, jíl a další. Zrna organicky vypěstovaná pšenice obsahují vyšší množství zinku a mědi a nižší hladiny manganu a fosforu ve srovnání s konvenčními vzorky. Minerální hnojení ve srovnání s organickým, zvyšuje obsahové množství manganu, zinku a železa v pšenici, zatímco organické hnojení zvyšuje hladinu selenu a mědi (Konvalina & Moudrý 2008).

3.4.2.1 Hnojení dusíkem

Dusík představuje dle Černého et al (2014) nejkritičtější živinu ovlivňující výnos a další kvalitativní parametry zrna (obsah dusíkatých látek, vlastnosti lepku, sedimentační test aj.). Potřeba dusíku je individuální a závisí na aktuálním množství v půdě. Hospodaření s dusíkem má markantní vliv na množství popelovin v zrnech pšenice. Se zvyšující se rychlostí přijímaného dusíku úměrně klesá množství popelovin v zru při zohlednění půdně-klimatických podmínek. Škarpa et al. (2016) uvádí, že při množství větším než 10 mg N/kg půdy v hloubce 0 - 30 cm, není vhodné hnojit samostatně dusíkem a doporučuje se od hnojení upustit.

Průměrný odběr v podzimním a zimním období pšenici není vyšší než 20 kg/ha (z celkového množství dusíku potřebného na tvorbu předpokládaného výnosu činí toto množství pouhých 10 % (Škarpa et al. 2016). Nadbytek či nedostatek dusíku na počátku vegetace může výrazně ovlivnit vývoj rostliny, tudíž je na individuálním zvážení pěstitele, v jakém množství a kdy se bude dusíkem hnojit, případně v jaké formě se bude dodávat.

Tabulka 9: Dávky dusíku k základnímu hnojení pšenice ozimé podle obsahu minerálního dusíku v půdě (Škarpa et al. 2016)

Obsah N_{\min} v půdě (mg/kg)	Dávka dusíku (kg/ha)
< 5,0	45
5,1 - 9,0	30
9,1 - 13,0	15
> 13,1	0

3.4.2.2 Hnojení fosforem

Fosfor představuje jednu ze základních živin potřebných pro správný růst a vývoj rostlin. Potřeba fosforu je vázána už k počátečním fázím růstu, kdy je spjata s energetickými toky uvnitř rostlin, např.: produkce fosforečných esterů ATP apod. (Černý et al. 2014). U ozimé pšenice podporuje odnožování a ovlivňuje zakládání generativních orgánů, klasů a klásků a tvorbu buněčných membrán. Nedostatek způsobuje sníženou tvorbu odnoží, dochází k redukci listové plochy, opoždí se přechod jednotlivých vývojových fází a dle Černého et al. (2014) dochází k oddalování kvetení.

Odběr fosforu je nezbytný pro růst a vývoj pšenice. Jeho pohyb v půdě je značně omezen. V méně vhodných podmínkách přechází do méně přístupných forem. přijatelné rostlinami, a ty posléze nebudou dostatečně zásobeny fosforem. V současné době je povolena aplikace mletých fosfátů s nízkým obsahem kadmia (do 50 mg.kg⁻¹ P₂O₅), jehož celková roční dávka nemá překročit hranici 2 g.ha⁻¹. Mimo mleté fosfáty je legální používat pro účely hnojení v EZ i Thomasovu moučku. Nejvhodnější dle Černého et al. (2014) je aplikace hnojiva již před setím a poté jej zapravit do půdy.

3.4.2.3 Hnojení vápníkem

Vápník představuje v půdě prvek rovnováhy. Přímo se vztahuje k půdní reakci – pH hodnotě. Aplikace vápníku do půdy a úprava půdní reakce se nazývá vápnění. Aplikace Ca-hnojiv se zásadně odděluje od statkových hnojiv. Vápnění se provádí již u organicky hnojených předplodin nebo ihned po jejich sklizni. Urban & Šarapatka (2003) uvádí, že rozestup od aplikace vápníku a statkových hnojiv by měl být alespoň jeden měsíc. V EZ se mezi minerální vápenatá hnojiva řadí mleté či dolomitické vápence.

3.5 Ochrana rostlin

Cílem ochrany rostlin v režimu EZ není úplné vymýcení škodlivých organismů, ale jejich udržování na optimální, regulovatelné úrovni pro zachování přirozené rovnováhy v přírodě.

3.5.1 Regulace plevelů

Pšenice ozimá je velmi náročná na přísun živiny světlo. Dlouhá vegetační doba ozimé pšenice umožňuje rozvoj jednoletým i vytrvalým plevelům, chorobám a škůdcům. Nejkritičtější dobou pro rozvoj plevelů je fáze odnožování (Slámová 2011). Do komplexu znaků odpovědných za konkurenceschopnost u pšenice vůči plevelům patří délka stébla, listová pokryvnost, tvar trsu po vzejití, postavení a tvar listů (Drews et al. 2009; Moudrý & Kopecký 2017).

Moudrý & Kopecký (2017) tvrdí, že moderní konvenční odrůdy nejsou šlechtěny na konkurenceschopnost vůči plevelům. Šlechtění není požadováno, jelikož se veškerá regulace provádí aplikací herbicidních postřiků (výhodou je jejich selektivita). Situace v EZ je odlišná. Na regulaci plevelů v EZ lze uplatnit mechanických a kulturních opatření (plečkování, vláčení, případně termincká regulace – použití propanbutanových hořáků). Na zaplevelených, ulehých půdách se uplatňuje vláčení. Použití prutových, plecíh bran umožňuje regulaci zaplevelení až do konce odnožování/počátku sloupkování. Porosty se nevláčí zásadně do vytvoření 3. listu, v této fázi rostliny nejsou dostatečně zakořeněné (běžně koření v okruhu 5 cm) (Moudrý & Kopecký 2017). Vlácením plevelů má své benefity, dochází nejen k regulaci plevelů, ale současně i k provzdušňování povrchové vrstvy půdy. Vlácením se podporuje mineralizace, uvolňování živin (zejména dusík), udržuje se životnost odnoží a podporuje je růst a vývoj (Konvalina & Moudrý 2008; Drews et al. 2009; Moudrý & Kopecký 2017). Předpokladem pro plečkování je meziřádková vzdálenost větší než 17 cm. Plečka má mít stejný pracovní záběr jako secí stroj a plecí tělesa by měla být zavěšena na paralelogramu. Mezi plecími noži, radličkami, a okrajem řádků rostlin je nutný odstup minimálně 4 cm, aby se zamezilo poškození kořenového systému (Drews et al. 2009).

Meziřádková vzdálenost je pro účinnost regulace plevelů klíčová. Úzký rozestup řádků (12 cm) dle Drews et al. (2007) zlepšuje zakládání plodin, což vede k významně vyšším hustotám plodin. Z jeho pokusů vyplynulo, že kombinací konkurenceschopné odrůdy a 12 cm roztečí řádků se snížila pokryvnost plevelů o 73 %. O tento poznatek se opírá i (Moudrý & Kopecký 2017), kteří prováděli pokus sestávající z pozorování meziřádkových vzdáleností v porostu pšenice (25 a 15 cm). Redukcí meziřádkové vzdálenosti a rovnoměrná distribuce semen při seti vede ke zvýšené uniformitě porostu. Hustší porost znamená v praxi lepší distribuci vláhy a živin, čímž se zvyšuje konkurenceschopnost porostu pšenice na úkor plevelů.

Pšenice má vysoké nároky na světlo. Podle Drews et al. (2009) představuje zastínění prostředek, kterým lze regulovat plevele bez dalších nákladů a negativních dopadů na životní prostředí. Obecně není zachycení světla plodinou a potlačení plevelu jedinou charakteristikou plodiny, ale kombinací několika specifických atributů. Bylo prokázáno, že vysoké odrůdy s planofilním uspořádáním listové plochy zvyšují efektivněji svou konkurenceschopnost plevelům než kratší typy se vzpřímeným habitem (VanBruggen 1995; Drews et al. 2009; Figueroa et al. 2018). Sklon listů hraje v konkurenceschopnosti pšenice také značnou roli. Do jisté míry je určen genetickými faktory a příznivostí podmínek růstu (nepříznivé podmínky mohou trend růstu změnit). Pokusy cílené na pozorování sklonu listů a celkové listové plochy byly výrazně ovlivněny půdním pokryvem na základě množství dopadajícího světla. Při relativně nízkých hladinách LAI mají planofilní odrůdy často vyšší výnosy zrn v důsledku vyššího využití radiace. Sklon vzpřímených listů má za následek konkurenceschopné porosty s vyššími výnosy.

Tabulka 10: Kategorizace škodlivosti plevelů v EZ (převzato a upraveno dle Machkové (2013))

Velmi nebezpečné plevele	Pcháč oset, pýr plazivý, šťovík tupolistý, šťovík kadeřavý, svízel přítula, oves hluchý, chundelka metlice, ježatka kuří noha, laskavec ohnutý, merlíky a lebedy
Příležitostné (přechodné) plevele	Rdesno ptačí, bažanka roční, béry, peníze rolní, kokoška pastuší tobolka, ptačinec prostřední, chrpa modrák, mák vlčí, violka rolní a další
Nevýznamné plevele	Rozrazil, drchnička rolní, kozlíček rolní a další

3.5.2 Choroby a škůdci

Výskyt chorob je obecně spojen s nerovnováhou mezi zhoršenými podmínkami prostředí a rostlinou. Nerovnováha vede k narušeným metabolickým procesům rostliny. Oslabení rostliny pak vyústí v napadení škůdci a chorobami. Mezi jednotlivými organismy existují rozmanité biologické vztahy. Pokud v prostředí užitečné organismy chybějí, dochází ke kalamitnímu výskytu škůdců a následkem dochází k poškození porostu. Rozdíl ochrany v EZ a KZ spočívá ve snaze předcházet samotnému napadení. Ochrana v EZ si klade za cíl především odstranění příčiny škodlivých činitelů a než jejich následkům.

Listové a stonkové choroby jsou v KZ dle Van Bruggen (1995) běžnější z důvodu nadměrné aplikace dusíkatých hnojiv a regulátorů růstu cílených na zkracování stébel. Organické systémy jsou bez aplikace pesticidních postřiků náchylné k napadení braničnatkou plevovou, braničnatkou pšeničnou a rzí pšeničnou. Tyto choroby přežívají ve formě inokula, pokud nejsou potlačeny, mohou být zdrojem nákazy v samotných rostlinných zbytcích vyskytujících se na poli (Figueroa et al. 2018).

Kořenové choroby a jejich vývoj je ovlivněn fyzickými, chemickými a biologickými vlastnostmi půdního prostředí. Rozdílné strategie hospodaření mohou vést ke kvalitativně odlišnému půdnímu prostředí. Bylo zjištěno, že low in-pot systémy mají silnější vrstvu ornice, nižší objemovou hustotu půdy, větší kationtovou výměnovou a vododržnou kapacitu ve

srovnání s konvenčními systémy. Dle Van Bruggen (1995) a Capouchové (2014) představují kořenové choroby menší riziko v EZ než v KZ z důvodu fyto-sanitárních vlastností půdy EZ. Naproti tomu, jsou pro pšenici v EZ stonkové a listové choroby jsou závažnějším problémem kvůli absenci pesticidních přípravků aplikovaných na povrch listů a rostlin.

Nejčastějšími zástupci z řad škůdců ozimé pšenice v EZ jsou mšice a kohoutci z čeledi mandelinkovitých (Moudrý 2006), kteří poškozují asimilační aparát a klasy. Dalším významným škůdcem je hrbáč osenní, jehož larvy poškozují listy osení a jehož brouci se v létě živí na květech obilnin v době mléčné zralosti.

3.5.2.1 Přímé metody ochrany

Proti chorobám a škůdcům lze využít přímých metod ochrany. Přímými metodami ochrany se v KZ rozumí výhradně použití pesticidů, kterými se úspěšnost likvidace chorob a škůdců blíží k 100 % (nebereme-li v potaz rezistenci). V EZ se volí zejména mezi fyzikálními (mechanické a termické), biologickými a chemickými metodami regulace (Urban & Šarapatka 2003). Mechanické metody regulace sestávají dle Moudrého (2006) z chytání škůdců do pastí (optické a světelné lapače), případně ručního sběru. Problém tkví v časové i pracovní náročnosti. Od termických metod, čímž může být propařování půdy, se u obilnin upouští, protože jde o velký zásah, který efektivně zlikviduje škůdce, ale zároveň i užitečné půdní organismy. Chemická regulace je v EZ velmi omezena. Možnými způsoby jsou však lákadla umožňující chemotakticky orientovanému živočišnému druhu najít zdroj potravy. Dalšími možnými prostředky jsou fagostimulanty (nástrahy s cukernatými roztoky), repelenty a rostlinné výluhy. Biologické metody využívají principu antagonismu mikroorganismů (Hrudová 2015). Tento jev se v přírodě vyskytuje bez lidské součinnosti. V běžné praxi se využívá mykro-parazitických hub, které jsou přirozenými nepřáteli fytopatogenních hub. Současně se na trhu objevují přípravky na bázi biologických preparátů obsahujících houby rodu *Trichoderma* (tzv. bioagres). Ve srovnání s KZ nabízí EZ sice pestřejší paletu možností regulace, otázka jejich účinnosti však zůstává prostorem pro důkladnější výzkum. Přípravky povolené pro ekologickou produkci pšenice jsou zveřejňovány na webových stránkách ÚKZÚZ. Vztaženo k dubnu 2021 se na těchto stránkách nachází přes 80 přípravků. Většinou se jedná o přípravky na bázi síry, fosforečnanu železitého, octu či o prášky z hořčičných semen.

3.5.2.2 Nepřímé metody ochrany

Mezi tyto metody se dle Konvaliny & Moudrého (2008) s Capouchové (2014) řadí vytvoření dobrých růstových podmínek pro rostliny a předcházení působení stresorů zvážením přirozené tolerance rostlin k rostlinným konkurentům. Hlavními preventivními metodami vhodnými pro regulaci škůdců a chorob v EZ zařazují dobře sestavený osevní postup, zásady agrotechnické kázně, volbu vhodných odrůd a použití certifikovaného, zdravého osiva (Moudrý 2006). Důraz se přitom klade zejména na pečlivou posklizňovou likvidaci plevele a posklizňových zbytků jakožto primárních zdrojů nákazy. U preventivních opatření u rostliny se jedná o optimalizaci výživy dusíkem či vytvoření vhodného mikroklimatu. Samotným základem strategie ochrany rostlin je dle Capouchové (2014) na úrovni farmy.

Jak uvádí Constanzo & Bàrberi (2014), možným řešením regulace škůdců a chorob je rezistence odrůd pšenice. Ta závisí na komplexních interakcích mezi patogeny, strukturou a řízením hostitelských plodin a agroekosystémů. Rezistence a šlechtění na odolnost odrůd pšenice mohou být uskutečněny skrze „čistou“ strategii, která se spoléhá na uniformitu rezistentní odrůdy nebo na „smíšenou“ strategii, kdy se smíchá rezistentní a náchylná odrůda. Rezistence v moderních, široce rozšířených odrůdách obilovin se opírá výhradně o Mendelovy zákony. Vedle toho se u planě rostoucích rostlin vyvinula polygenní rezistence, která představuje účinný prostředek přispívající k ochraně plodin bez rizika, které představuje monogenní rezistence založená jedním genem. Constanzo & Bàrberi (2014) tvrdí, že diverzifikace agroekosystémů je jednou z nejslibnějších strategií pro udržení chorob a škůdců pod kontrolou. Smícháním náchylných a rezistentních odrůd lze snížit výskyt některých onemocnění pšenice, např.: skvrnitostí. Z dlouhodobého hlediska mohou geneticky heterogenní porosty plodin také ovlivňovat vývoj patogenů, protože snižují reprodukci „jednoduchých“ odrůd, čímž upřednostňují odrůdy „složitější“. Evoluční procesy poháněné vyšší genetickou heterogenitou plodin konzervací některých chorob a tím zvyšovat jejich rezistenci.

3.5.2.3 Významné choroby a škůdci pšenice

3.5.2.3.1 Sněti

Sněti jsou typickými zástupci chorob klasů. Nejvíce rozšířenými sněťmi jsou mazlavá sněť pšeničná, sněť zakrslá a prašná sněť pšeničná. Tito zástupci se řadí do třídy *Basidiomycetes*, řádu *Ustilaginales*.

Mazlavá sněť pšeničná

Kontaminace obilnin mazlavými sněťmi znamená dle Víchové (2019) významné ekonomické ztráty. Kromě pšenice mazlavé sněti napadají porosty žita, triticales a trav. Zvýšený výskyt sněti způsobuje sníženou kvalitu pro potravinářské zpracování i jako krmivo a půda je následkem jejich výskytu dlouhodobě zamořena spory. Přenos je uskutečněn nejčastěji infikovaným osivem, uvádí se i přenos z kontaminované půdy, kde jsou spory schopny přežít v suchých obdobích i delší dobu. Bittner (2009) navrhuje pro účinnou regulaci výskytu mazlavé sněti pšeničné především preventivní metody ochrany, například vysévání certifikovaného, zdravého osiva a z hlediska agrotechniky rychlý start a růst po zasetí na podzim. Zdůrazňuje setí do mělkých vrstev ornice a sít častěji.

Sněť zakrslá

K infekci u sněti zakrslé dochází půdou ze zásoby chlamydospor a mělkým setím zrna. Spory přežívají v půdě po dobu až deseti let, ke klíčení potřebují teploty od 1–5 °C po dobu několika týdnů. Rostliny pšenice jsou tudíž nejvíce náchylné k napadení pozdě na podzim. Možnou ochranou je vyvážený osevní postup, optimální hloubka setí, prokypření půdy i více na souvratích, aby se zabezpečila optimální hloubka setí. Dále Bittner (2009) klade důraz na zabránění pohybu obilovin napadených sněťmi v rámci obchodních vztahů.

Prašná sněť pšeničná

Spory se šíří vzduchem, kdy infikují blizny kvetoucích klásků. Prorůstáním dochází po klidové fázi v dalším roce ovlivnění vývoje semene a dozrávání (Bittner 2009). Systémově narušuje stavbu rostliny. Napadené klásky rostou rychleji než zdravé a odhalují černou masu spor, která je pokryta blankou. Záhy praská a dochází k uvolnění spor do ovzduší. Prakticky jediná možnost ochrany v rámci ekologického zemědělství je setí zdravého certifikovaného osiva.

3.5.2.3.2 Rzi

Patogeny způsobující vznik rzi jsou obligátní biotrofické organismy řadící se do říše *Fungi*. Jsou zcela závislí na přísunu živin hostitelského organismu, kterými získávají energii pro svůj růst a následnou reprodukci. Druhy, které způsobují rzi, se liší svými infekčními schopnostmi u určitého hostitele. Významnými rzovitými onemocněními jsou rez pšeničná, rez plevová a rez travní. Všechny jsou způsobovány druhy z oddělení stopkovýtrusných hub, latinsky Basidiomycota (Capouchová 2014).

Rez plevová

Rez plevová působí škody v opakujících se cyklech během epidemií. Na druhou stranu rez pšeničná vyniká svou škodlivostí každým rokem. Mezi hlavní ztrátovost u výnosu při napadení rzi plevovou je redukce hmotnosti tisíce zrn a sníženým počtem obilek v klasu. Obilky napadené rzi jsou svráštělé a později klíčí. Dochází k redukci počtu vzešlých rostlin z napadených obilek a u silně infikovaných rostlin ke zkracování kořenové systému (Figuroa et al. 2018). Agromanuál (2020) navrhuje pěstování odolných odrůd, zničení výdrolu před vzejitím ozimů a dodržování agrotechnických lhůt, tudíž nevysévat pšenici ozimou příliš brzy a jarní příliš pozdě.

Rez pšeničná

Rez pšeničná vykazuje nejvyšší práh škodlivosti v porostu pšenice. Její adaptabilita v téměř všech prostředích působí největší obavy mezi pěstiteli. Hlavním zdrojem nákazy u rzi pšeničné jsou spory přenášené vzdušnými proudy z teplejších oblastí s pokročilejší vegetací z jihovýchodní a východní Evropy. Mírné zimy na území České republiky poskytují sporám rzi pšeničné přezimovat. Na území České republiky působí v období mírných zim vysoké škody na jižní a střední Moravě. V souvislosti s ochranou proti napadení rzemi je doporučována prevence, tudíž likvidace výskytu dříšťálu, ale především pěstování rezistentních odrůd (Hanzalová & Bartoš 2017).

3.5.2.3.3 Padlí travní

Původce padlí je houba, obligátním parazit, který vytváří na napadených listech nejdříve drobné bělavé kupky, které se posléze rozrůstají do bělavých až šedých polštářků. V průběhu nalévání zrna pšenice se v kupkách padlí vytváří černá tečkovitá kleistothecia (ÚKZÚZ 2021).

Má významný vliv na výsledný výnos. Napadením dochází k omezení asimilace, tím dochází k poklesu HTZ a na počátku jara při silném napadení může docházet ke snížení počtu odnoží. (ÚKZÚZ 2021). Fungicidní ochrana je v současné době finančně nákladná a mnohdy kvůli

rezistenci neúčinná. Nejrozšířenější a nejpoužívanější alternativou chemické ochrany je integrovaný systém ochrany rostlin zahrnující pěstování odrůd vyšlechtěných k rezistenci padlí travnímu (Bliffeld et al. 1999). Dle ÚKZÚZ (2021) se doporučuje v režimu ekologického zemědělství preventivní ochrana. Důraz by měl být kladen na optimální růstové podmínky, harmonickou výživu a nízkou hustotu porostu.

3.5.2.3.4 *Fusarium* ssp.

Fusariové choroby se řadí v globálním měřítku mezi nejvýznamnější rostlinnou chorobu pšenice. Cyklus a sezónnost výskytu *Fusaria* je minimálně jednou za 4–5 let (Křen et al. 2018)). Zákeřnost napadení *Fusariem* spočívá v poklesu výnosu zrna a především sekundární toxicitou, typickou pro tento rod. Toxin produkující *Fusarii* se nazývá deoxynivalenol, zkráceně DON. Evropská legislativa povoluje dle zákonných nařízení v produktech pro přímý lidský konzum maximální množství DON. DON je termostabilní a posléze přechází do zpracovaných produktů a obilnářských výrobků, kde mohou způsobit svou toxicitou újmy na lidském i zvířecím zdraví. V případě obilné mouky je maximální povolené množství 0,75 ppm (750 µg/kg), pro nezpracované obilí 1 250 µg/kg a 250 µg/kg pro dětskou výživu (Křen et al. 2018)

Dalšími mykotoxiny, které jsou spjaty s touto chorobou jsou zearalenony. Ve srovnání s DON jsou méně toxické, mají však estrogenní účinky. Požitím vyššího množství jak 50 µg zearalenonu/kg tělesné hmotnosti denně způsobuje hyperestrogenismus a může i podporovat rozvinutí karcinomu. V obilovinách a produktech obilovin s výjimkou vedlejších produktů kukuřice je limit dle Floriána (2013) 2,00 mg/kg.

Hostitelskými organismy jsou kukuřice, některé druhy trav, triticales, žito a ječmen. Původním organismem způsobující růžovění klasů pšenice z rodu *Fusarium* jsou *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae* a *F. sporotrichoides*. Hlavním zdrojem infekce jsou zbytky napadených rostlin, většinou obilniny a zejména posklizňové zbytky kukuřice. Zrna napadená *Fusariem* mají narůžovělý nádech a jsou svraštělá. Na listech vznikají skvrny, které nejsou zrakem lehko identifikovatelné (ÚKZÚZ 2021). Růžovění klasů pšenice je rozšířeno po celém území České republiky. Intenzita napadení je ovlivněna půdními paktory a počasím v době kvetení obilniny (ÚKZÚZ 2021).

Dle Figueroa et al. (2018) sestává ideální ochrana bez použití chemických látek z preventivních, agrotechnických zásahů. Mezi ně patří zapravení posklizňových zbytků orebnými zásahy, osevni postup bez hostitelských organismů a po sklizni důkladné přečištění a vytrídění napadeného zrna. ÚKZÚZ (2021) na Rostlinolékařském portálu uvádí, že pouhé zapravení zbytků do půdy nezaručí, dojde pouze k zamezení výskytu infekce v následujících sezónách, kdy se opět dostanou rostlinné zbytky na povrch půdy a celý cyklus se bude znovu opakovat. Zároveň zpochybňuje pěstování a důležitost odolných odrůd pouze kvůli drobnému snížení riziku.

3.5.2.3.5 Plíseň sněžná

Houba způsobující plíseň sněžnou je přenosná osivem a přežívá v půdě a na rostlinných zbytcích. Od fáze klíčení do vzejití se napadení projevuje kroucením a skvrnitostí klíčků a dochází k napadení pochvy prvního listu (Agromanuál 2020). Ochrana sestává z výsevu zdravého osiva a dodržování pravidel osevniho postupu a praktickým doporučením je i podpora porostu vláčením v silně napadených porostech (ÚKZÚZ 2021).

3.5.2.3.6 Skvrnitosti

Figuroa et al. (2018) zařazují tato onemocnění pod vřeckovýtrusné houby, askomycety, které choroby způsobují. Jde o choroby, které způsobují listové a klasové skvrnitosti. Vyskytují se téměř ve všech oblastech vhodných pro pěstování pšenice a způsobují velké výnosové ztráty (Víchová 2018).

Braničnatka pšeničná

Prvních 7–11 dní od infekce jsou příznaky nakažení asymptomatické. Po této fázi však dochází k rapidnímu nárůstu nekrotických symptomů ovlivňujících degradaci hostitelských buněk, ústící v lyzi buněk organismu. Konvenční systém ochrany zahrnuje aplikaci postřiku dvakrát až třikrát za vegetační dobu. V ekologickém systému ochrana proti napadení braničnatkou sestává z preventivních opatření: rozklad posklizňových zbytků, setí zdravého osiva a dodržování osevního postupu (Víchová 2018).

Braničnatka plevová

Braničnatka plevová je fakultativní parazit napadající spodní listová patra, odumírající pletivo. Příznaky napadení jsou viditelné na všech částech rostlin ve všech vývojových fázích (Figuroa et al. 2018). Zdrojem infekce je osivo a napadené posklizňové zbytky, kde přetrvává patogen ve formě mycelia. Víchová (2018) doporučuje jako nechemické opatření důslednou likvidaci posklizňových zbytků, vysévání zdravého osiva a použití rezistentních odrůd.

Pyrenoforová skvrnitost pšenice

Mezi prvními příznaky napadení patří výskyt malých, hnědých skvrn oválného tvaru. Jsou žlutě ohraničeny a obsahují nekrotizované pletivo. Postupem času skvrny splývají a mohou způsobit hromadné odumření listů. Ochrana je v režimu ekologického zemědělství preventivního charakteru. Je doporučováno setí zdravého, certifikovaného osiva, důsledná likvidace a zapravení posklizňových zbytků a pěstování geneticky odolných odrůd (Peigné et al. 2014).

3.5.2.3.7 Virózy

Virová onemocnění neboli virózy jsou značně závislé na přítomnosti vektorového přenašeče a na způsobech hospodaření na daném území. Virózy přežívají v přítomnosti rostlin v dormantních sporách, které jsou skryty před světem v půdě. Ze spor se mohou viry opět dostat na povrch v momentu příznivých podmínek pro jejich růst.

Velké množství viróz se váže k druhu *Polymixa graminis*, obligátně parazitickému druhu z řad hub, který napadá kořenový systém obilnin (Václavíková et al. 2012). V současné době její přítomnost nebyla doposud zpozorována a identifikována na našem území, Chrpová et al. (2019) však uvádí, že pro západní Evropu představuje tato houba značný problém. Virózy postihující pšenici na území České republiky nejvíce zastoupené jsou virová zakrslost pšenice a virová žlutá zakrslost ječmene.

Virová zakrslost pšenice (WDW)

Zdrojem infekce pro virovou zakrslost pšenice (angl. *Wheat dwarf virus*) jsou rostliny čeledi lipnicovitých a jejím vektorem jsou křísci. Samotný virus se vyskytuje ve dvou formách, respektive dvou kmenech: pšeničný (napadající pšenici, oves, žito a triticales, rozšířený v teplejších oblastech) a ječný (postihuje ječmen, oves, žito, triticales, vyskytující se ve vyšších polohách). Poškození je znatelnější na ozimech než na jařinách, závisí na dynamičnosti populace křísků a podmínkách vhodných pro růst. Po napadení křísky listy žloutnou a přidružuje se i sytý odstín červené barvy. Viry způsobují zakrslost odnoží až onemocnělé rostliny přes zimu uhynou. Přeživší rostliny jsou buď sterilní nebo vůbec neodnožují (ÚKZÚZ 2021).

Virová žlutá zakrslost ječmene (BYDV)

Vektorem virové žluté zakrslosti ječmene (angl. *Barley yellow dwarf virus*) jsou různé druhy mšic. Nejčastěji jsou napadeny okraje porostů pšenice nebo v místě zředění porostu, kde jsou nejvíce markantní nálety mšic. Virová žlutá zakrslost pšenice představuje potenciální hrozbu nejen pro pšenici, ale i pro ječmen a oves.

Možnou ochranou je v současné době komplexní přímé a nepřímé metody regulace vedoucí k redukci výskytu vektorů způsobujících virová onemocnění. Dle Chrpové et al. (2019) pro zamezení napadení porostu je pozdější termín setí, kterým se snižuje intenzita napadení porostu vlivem nižší aktivity vektorů. Dále důsledná likvidace obilních výdrolů podmínkou pro hromadné vzejití obilek a následný výdrol likvidovat orbou. Nejlepší ochrannou metodou ale zůstává pěstování odrůd s vyšším stupněm rezistence.

3.5.2.3.8 Škůdci

Mšice

Mšice střemchová je dicyklickým druhem hmyzu, jehož primárním hostitelem je střecha. Sekundárním hostitelem jsou obilniny (Hrudová 2015). Na porostu škodí sáním, listy pak následkem sání jsou náchylné k napadení dalšími organismy, zasychají a krouťí se. Odběrem asimilátů dochází k poklesu hmotnosti zrna a snížení kvality sladu a u obilnin určených na osivo se zhoršuje osivářská kvalita (ÚKZÚZ 2021).

Dle Rostlinolékařského portálu se uvádí účinnost ochranných opatření pouze pokud počet mšic na rostlinu přesáhne práh škodlivosti. V KZ se aplikují syntetické insekticidy, v ekologickém zemědělství se však spoléhá na preventivní opatření. Mezi tyto opatření se řadí založení porostů s rovnoměrně vyvinutými rostlinami, nepřehnojování dusíkem a vyvážené hnojení ostatními živinami. Porosty trpící nedostatky abiotických faktorů jsou více náchylné k náletům mšic. Nejúčinnějšími opatřeními proti výskytu mšic je setí rezistentních odrůd, pozdější termín setí a likvidace posklizňových zbytků a zelených mostů. Dalším účinným opatřením je podpora výskytu přirozených nepřátel mšic (slunéčka, pestřenky, pavouci, střevlíci, blanokřídlí parazitoidi a entomopatogenní houby) (ÚKZÚZ 2021).

Třásněnky

Třásněnky neboli třásnokřídli zahrnují jako řád velký počet druhů. Mezi ty nejúpornější patří třásněnka obilná, třásněnka ostnitá, truběnka travní a truběnka pšeničná, které mají mezi svými hostiteli pšenici a další obilniny. Napadají klásky pšenice, které mění postupně zbarvení, nevyvíjí se, zasychají a jsou hluché. Po napadení třásnokřídli jsou na rostlině všudypřítomné posáté skvrny s černými skvrnami trusu. Přímé ztráty nebývají obvykle hospodářsky významné, avšak při silném napadení může docházet k poklesu hmotnosti zrna o 10–20 % a ke snížení klíčivosti zrn až o 30 %. Hrudová (2015) a ÚKZÚZ (2021) uvádí jako účinné metody ochrany rostlin zaorání strniště ihned po sklizni, hlubokou orbu na podzim či na jaře, dodržování osevních postupů (nepěstovat obilninu po obilnině) a podporu přirozených nepřátel třásnokřídlych (zejména dravé druhy hmyzu).

Kohoutek černý

Larvy kohoutka jsou škodlivější než dospělci. Larvy se kuklí v bílém kokonu na rostlině, brouci se po vyhlíhnutí přesouvají na luční porosty, živí se na rostlinách a přezimují. Napadené rostliny kohoutky špatně metají a předčasně dozrávají. Dospělí brouci i larvální stadia vykusují mezi listovými žebry podélné úzké pruhy. Dochází k porušení svrchní i spodní pokožky, pokud porost napadnou larvy, spodní pokožka zůstává neporušena. Listy následkem poškození žloutnou, vadnou a usychají (ÚKZÚZ 2021). Dle Hrudové (2015) v ekologickém zemědělství neexistuje přípravek vhodný pro regulaci, proto je vhodná podpora přirozených antagonistů. Na Rostlinolékařském portálu se nedoporučuje uplatňovat agrotechnické metody ochrany pro potlačení výskytu kohoutků, prevence sestává ze zapojených porostů a harmonického hnojení dusíkem (ÚKZÚZ 2021).

Hraboš polní

Hraboš polní představuje v posledních letech velkou otázku v rámci zemědělské produkce. Kvůli prosazování minimalizačních technologií a současně snižování nákladů spojených s agrotechnickými zásahy a pro podporu půdně-klimatických faktorů, dochází ke kalamitním výskytům tohoto zástupce řádu hlodavců. Působí značné škody téměř ve všech zemědělských plodinách ve všech zemědělských oblastech. Ve srovnání s myší domácí má odlišnou zavalitější stavbu těla, menší uši a kratší ocas.

V půdě si hloubí nory a kolem nich poté okusuje a spásá porosty. Na povrchu pak lze vidět uhlazené chodníčky, výhrabky ve tvaru mělkých krytin a u vchodu nor jsou často natahané části rostlin. Škodlivost spočívá v již zmíněném okusu porostů a plýtvavém žíru. Hraboš sám zkonsumuje zhruba 15–20 g potravy, ročně zkonsumuje tedy kolem 1 kg obilí a 5 kg zeleného krmiva (ÚKZÚZ 2021). Prahové hodnoty škodlivosti pro výskyt hraboše na 1 ha v ozimech na podzim udává ÚKZÚZ (2021) 200 nor a 50 nor na 1 ha v ozimech na jaře.

Možnost ochrany v ekologickém zemědělství se skládá z preventivních opatření. Doporučenými možnostmi jsou redukce bezorebných technologií, redukce půdoochranných technologií, rozšíření osevních postupů (zamezení pěstování monokulturních plodin jako je řepka), soustavný monitoring a podpora přirozených nepřátel hraboše polního (draví ptáci a drobní savci) (ÚKZÚZ 2021).

3.6 Sklizeň, posklizňová úprava a jakost

3.6.1 Sklizeň

Pšenice se sklízí na počátku plné zralosti při optimální sklizňové vlhkosti 14 %. Sklízí se mechanizovaně přímou sklizní žací mlátičkou. Kvalita zrna je ovlivněna zralostí a vlhkostí. Předně se sklízí porosty potravinářská pšenice, zejména odrůdy náchylné k porůstání. Potravinářská pšenice by měla obsahovat minimálně 28 % mokrého lepku, měla by dosahovat objemové hmotnosti nad $750 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ a sedimentační hodnotou větší než 65 cm^3 . Opožděnou sklizní se snižuje obsah i kvalita lepku a číslo poklesu. Výnosy ozimé pšenice vykazují značnou proměnlivost (Dvořáček 2016).

3.6.2 Pekařská jakost

Kvalita neboli jakost je u pšenice seté hodnocena na základě požadavků ČSN 46 1100–2. Jakost pšenice pro technologické pekařské zpracování závisí především na složení a kvalitě bílkovin a škrobu. Zásadní vliv na technologickou jakost pšenice má genetická predispozice pšenice. Již samotná odrůda pšenice předurčuje významnou mírou její následné technologické využití (ovlivněno počasím a použitou agrotechnikou). Základními požadavky pro potravinářskou pšenici jsou dle Polišenské & Jirsy (2019) vlhkost, podíl příměsí a nečistot, objemová hmotnost, číslo poklesu, obsah dusíkatých látek a sedimentační index (Zelenyho test).

Dle ÚKZÚZ (2018) jsou odrůdy pšenice z pohledu vhodnosti pro pekařské využití (výroba kynutých těst) členěny do čtyř skupin: elitní (E), kvalitní (A), chlebové (B) a nevhodné pro pekařské využití (C). Zařazení odrůd do jednotlivých skupin se odvíjí na základě dosažené úrovně stanovených požadavků a parametrů (doplňkovým kritériem je tvrdost zrna a alveografické hodnocení).

Petr & Capouchová (1995) a ÚKZÚZ (2018) navrhují třídění jednotlivých odrůd pšenice podle jakosti do 3 tříd (viz Tabulka 11). Elitní pšenice (E) je považována za nejkvalitnější potravinářskou pšenici. Kvalitní pšenici (A) označují ty odrůdy, které jsou na českém území hodnoceny jako dobré, samostatně zpracovatelné, případně jako doplňkové. Takzvané keksové pšenice (skupina K) jsou vhodné k výrobě keksů, sušenek a podobných druhů pečiva. U takových výrobků jsou požadovány speciální charakteristiky jakosti pšenice (malý objem pečiva s vyšším číslem poklesu a výtěžností mouky T 550) (Petr & Capouchová 1995). Poslední kategorie je skupina C, zvláštní pšenice, která je určena ke speciálním účelům (např. získávání škrobu ze pšenice).

Organickým systémem pěstování je technologická jakost pšenice ovlivněna spíše negativně. Moudrý a Konvalina (2008) uvádí, že u pšenice vypěstované ekologickým způsobem lze pouze velmi obtížně dosáhnout na úroveň konvenčních parametrů potravinářské pekařské jakosti. Ekologicky pěstované odrůdy pšenice mívají kvůli absenci používání minerálních hnojiv nižší hladiny dusíkatých látek a nemají tak šanci na výstavbu kvalitních lepkových bílkovin, které pak posléze vytvářejí nadýchanou strukturu pečiva (Dvořáček 2016). Naopak kvalita nutričních bílkovin ekologické pšenice je ve srovnání s konvenční pšenicí převyšující (Hernández-Martínez & Navarro-Blasco 2012). Pšeničné bílkoviny sestávají z albuminů a globulinů (přibližně 20 %) a lepku či zásobních bílkovin (přibližně 80 %) (Dvořáček 2016). Albuminy a globuliny udávají nutriční kvalitu bílkovin. Ekologická pšenice vykazuje vyšší

hladiny těchto bílkovin, což z ní dělá dietologickou plodinu, více preferovanou hospodářskými zvířaty. Mezi tzv. zásobní proteiny se řadí gliadiny a gluteniny, ovlivňující technologickou jakost pšenice, tzv. stálé množství proteinů. Gliadiny a gluteniny propůjčují těstu roztažitelnost a pružnost. Ikdyž je jejich alelické složení geneticky podmíněno, jejich podíl je silně ovlivněn agronomickými podmínkami (Dvořáček 2016). Odrůdy pěstované v režimu EZ i KZ s vyšší hladinou HMW gluteninů vykazují lepší vaznost vody, delší stabilitu těsta, delší dobu vývinu těsta, nižší pokles konzistence a vyšší měrný objem pečiva.

U ekologické produkce biopotravin vyvstává otázka vyšší kontaminace mykotoxiny (DON, Zearalenon), přírodních toxinů, produkovaných plísněmi s ohledem na omezení používání fungicidů. Václavíková et al. (2012) tuto obavu vyvrací. Mnoha studii bylo prokázáno, že potravinářské suroviny a výrobky získané pěstováním v systémech s nízkými vstupy syntetických agrochemikálií, obsahují obecně nižší hladiny toxických látek. Jde zejména o rezidua pesticidů, těžké kovy či dusičnany. Výzkumy prokázaly vyšší obsah důležitých živin, vitaminů a dalších nutričně významných látek v bioproduktech. Jiné studie však prokázaly, že koncentrace těžkých kovů jako je kadmium a olovo a obsah mykotoxinů, nemusí být nutně ovlivněn způsobem hospodaření na zemědělské půdě (Konvalina & Moudrý 2008). Zásadní rozdíl tkví v množství nepovolených přípravků pro EZ, kdy konvenční pšeničné produkty vykazovaly zvýšenou hladinu post sklizňové aplikace pesticidů, kdežto v organické pšenici nebyly detekovány žádné (Blaško 2011). Harcz et al. (2007) tvrdí, že rozdíl v obsahu škodlivých environmentálních polutantů je v obou směrech hospodaření prakticky bez rozdílu. Zároveň prohlašuje, že ekologická produkce nemusí vždy znamenat lepší kvalitu, jak prohlašuje Václavíková et al. (2012).

Tabulka 11: Charakteristika odrůd ozimé pšenice (Petr & Capouchová 1995)

Kriteria jakosti	E - elitní odrůdy	A - kvalitní odrůdy	B - chlebové odrůdy
Objem pečiva (ml)	659 - 728	622 - 651	547 - 611
Číslo poklesu (s)	265 - 323	256 - 285	205 - 263
Obsah bílkovin (%)	12,6 - 13,1	11,8 - 12,4	11,4 - 12,1
Sedimentační hodnota	37 - 51	33 - 39	21 - 23

Tabulka 12: Minimální požadavky na zařazení odrůd do skupin jakosti (Dvořáček 2016)

Kriteria jakosti	Jakostní třídy		
	E- elitní odrůdy	A - kvalitní odrůdy	B - chlebové odrůdy
Objemová výtěžnost (ml)	530	500	470
Číslo poklesu (s)	286	226	196
Obsah bílkovin (%)	12,6	11,8	11
Zeleného test (ml)	49	35	21
Objemová hmotnost (g.l ⁻¹)	790	780	760
Vaznost mouky (%)	55,4	53,2	52,1

Tabulka 13: Základní hodnoty vybraných ukazatelů jakosti potravinářské pšenice (Dvořáček 2016)

Jakostní ukazatel	Pšenice pekárenská	Pšenice pečivářská
Vlhkost (%)	Nejvýše 14,0	Nejvýše 14,0
Objemová hmotnost (kg.hl ⁻¹)	Nejméně 76	Nejméně 76
Obsah N - látek v sušině (%)	Nejméně 11,5	Nejvýše 11,5
Sedimentační index (ml)	Nejméně 30	Nejvýše 25
Číslo poklesu (s)	Nejméně 220	Nejméně 220

3.6.3 Krmná jakost

Zrno pšenice je zkrmováno především monogastrickými zvířaty, a to prasaty a drůbeží. Standardně je hodnocena pšenice pro svou pekařskou jakost, což v praxi nekorresponduje s krmnou hodnotou. Pekárenskou jakost nelze aplikovat na jakost krmnou, jde pouze o orientační hodnoty. Podle orientačních hodnot se lze řídit při výběru odrůd pšenice s požadovanými charakteristikami pro zvířata. Stehno et al. (2010) tvrdí, že odrůdy řazené do kategorie C, které jsou označovány jako nevhodné pro výrobu kynutých těst, nemusí být bezpodmínečně vždy vhodné pro krmení monogastrických zvířat. O tento názor se opírají další studie, které prokázaly, že organicky vypěstovaná pšenice nemůže dosáhnout stejné úrovně jako konvenčně vypěstovaná pšenice, která je hnojena vyšším a přístupnějším množstvím dusíkatých látek (Konvalina & Moudrý 2008).

Vhodnými analýzami a testy pro posuzování krmné hodnoty obilovin jsou dle Stehna et al. (2010) biologická hodnota bílkovin (BHB), netto využití dusíku (NPU), koeficient bilanční stravitelnosti (KBSb), bílkovinný produkční poměr (PER), aminokyselinové složení aminokyselin (EAAI) a hodnocení brutto energie (BE).

Výhodnější pro vyšší krmnou hodnotu pšenice bude nižší podíl celkových dusíkatých látek s vyšším podílem albumino-globulinové frakce a nižším podílem lepkových bílkovin. Naopak negativní vliv na krmnou jakost pšenice má vyšší obsah gliadinů. Navzdory vyšším hodnotám bílkovin v konvenčně vypěstovaných odrůdách, zvířata preferují z dietologického hlediska organicky vypěstovanou pšenice, která jim „chutná“ více (Blaško 2011).

3.6.4 Posklíňová úprava a skladování

Urban & Šarapatka (2003) doporučují předčišťování obilnin pro zachování ideální vlhkosti zrnin. Pokud se vlhkost zvýší nad 15 %, je obilí náchylné k napadení především houbovými chorobami produkující mykotoxiny a skladištními škůdci jako je pilous černý, mol obilní či roztoči.

Některé druhy hub produkující mykotoxiny mohou výrazně škodit lidskému zdraví. Obilní masa je charakteristicky cítit zatuchle a kysele. Aby se předcházelo napadení houbovými chorobami, plísněmi a rozvoji bakterií, je nezbytné pravidelně kontrolovat ve skladištních prostorách teplotu, vlhkost, vůni obilí a přítomnost škůdců. Dle potřeby by obilní masa měla být provzdušňována, oddělena v rámci podniku od konvenčních produktů podniku, sklízecí technika řádně pročištěna a skladovací prostory se silem vyčištěny od nečistot (Aulický & Stejskal 2017).

EZ povoluje použití přírodních pyretrínů jako dezinfekci po předchozím vyčištění sila či skladovacího prostoru. Přírodní pyretriny mají relativně krátkou dobu účinnosti čítající 5–6 hodin, tudíž se mohou aplikovat opakovaně. Konvenčně naskladněné obilí se preventivně nechá ošetřit fungicidy či pyretroidy, pokud doba skladování bude přesahovat dobu delší jak jeden rok (Lukáš 2008). Pokud se ve skladovaném obilí vyskytnou skladištní škůdci (škodící zejména trusem a požerky), lze v EZ postupovat v rozsahu povoleném směrnicemi. Avšak pokud je napadení ve větším rozsahu, Urban & Šarapatka (2003) doporučuje urychleně situaci projednat s odběratelem další postup ohledně zužitkování obilí, v extrémním případě část sklizně zlikvidovat.

4 Závěr

Ekologická produkce pšenice se výrazně liší v mnoha aspektech ve srovnání s konvenční. Odlon od intenzivního konvenčního zemědělství se zdůvodňuje zvýšeným zájmem spotřebitelů i producentů o ochranu životního prostředí. Byly analyzovány a posouzeny rozdíly zejména v základní agrotechnice, metodách ochrany rostlin, odrůdovém sortimentu, osivu, výnosu a kvalitě pšenice. Cílem této práce bylo posoudit odlišnosti v technologii pěstování pšenice v konvenčním a ekologickém zemědělství a vymezit nové oblasti výzkumu s doporučeními pro praxi.

Zpracování půdy bylo oblastí, v které se ekologická a konvenční produkce výrazně liší. Farmáři by měli nejvíce hledět na důslednou likvidaci posklizňových zbytků, volit správný osevní postup a zvážit vhodné zpracování půdy. Historicky se dříve uplatňovala orba jako základní metoda zpracování půdy. Volba této metody má své benefity a nevýhody. Od minulého století kvůli šetření nákladů spojenými s pojezdy zemědělské techniky a likvidací plevelů, volí konvenční zemědělci minimalizační technologie s aplikací herbicidů na účinné potlačení plevelů. Pro ekologickou produkci je tento postup nemožný. Je doporučováno omezit orbu, případně použít systém redukované orby - např. setí do mulče po bramborách či kořenové zelenině, jakožto vhodných předplodinách.

V minulém století se v konvenčním zemědělství používalo a dodnes používá pesticidních prostředků na regulaci chorob a škůdců. Ekologičtí farmáři tento postup volit nesmí. Volí z nabídky nechemických metod. Mezi tyto metody patří preventivní, biologické, fyzikální a ve velmi omezené míře chemické metody ochrany. Většina literárních pramenů uvádí, že by ekologičtí farmáři měli více dbát zejména na preventivní opatření v ochraně rostlin. Pokud se prevence zanedbá, nejsou k dispozici účinné přípravky, které by mohly působení škodlivých organismů a jejich dopad na výslednou produkci snížit. V případě, že v průběhu vývoje porostu dojde k napadení nebo jinému problému, farmář by měl volit z některých alternativních metod ochrany. Jejich účinnost však nebývá tak účinná a selektivní jako ochrana chemická. Ekozemědělci by měli respektovat půdně-klimatické podmínky a na základě jejich posouzení pak volit vhodnou odrůdu. Seznam doporučených odrůd (SDO) pro ekologické zemědělství je mimořádným počinem pro českou ekologickou produkci. Aktuální sortiment dostupných odrůd ozimé pšenice uvedených na SDO je zcela nezbytný doplňovat dalším testováním a výzkumem. Pokud se nebudou šlechtit i odrůdy určené pro podmínky ekologického zemědělství, bude výnos handicapem ekologických zemědělců.

Pro dosažení vyššího výnosu pšenice je důležité setí do užších řádků a rovnoměrná distribuce osiva. Na druhou stranu, z hlediska regulace plevelů, která se provádí u ekologické produkce výhradně mechanicky plečkováním, vláčením a válením, bylo vyhodnoceno jako účinný prostředek regulace setí do širších řádků.

Ačkoliv má ekologické zemědělství nesporné benefity z pohledu ochrany prostředí, bývá výnos výrazně nižší než v konvenční produkci, na druhou stranu je cena produkce vyšší ve srovnání s konvenční. Pekařská jakost je tímto systémem také spíše negativně ovlivněna. Ekologicky vypěstované pšenice vykazují nižší hladiny dusíkatých látek, kvůli čemuž nemají šanci na výstavbu tak kvalitních lepkových bílkovin jako konvenční odrůdy pšenice. Očekávalo se, že z hlediska krmné jakosti budou pšenice vykazovat stejný trend jako u pekařské jakosti, avšak tento názor byl vyvrácen. Například pro monogastrická zvířata představovala ekologické

pšenice lepší volbu než konvenční pšenice kvůli jejím příznivějším dietetickým a senzorickým vlastnostem.

Pěstování pšenice v systému ekologického zemědělství vyžaduje specifický přístup. Výnos i kvalita jsou oproti konvenčnímu zemědělství více ovlivňovány stanovištními podmínkami, vhodnými osevními postupy a omezenými možnostmi potlačování škodlivých organismů. Přesto lze na základě zjištěných informací konstatovat, že se jedná o jednu z alternativních cest výroby pšenice, která vychází vstříc preferencím spotřebitelů, při současném omezení negativních dopadů na prostředí a ekosystémy.

5 Seznam literatury

Aulický R, Stejskal V. 2017. Pouze technologie na skladištní škůdce nestačí. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/skladovani/pouze-technologie-na-skladistni-skudce-destaci> (accessed March 2021).

Bittner V. 2009. Choroby. Pages 12-14 in Bittner, editor. Škodlivé organizmy pšenice: abiotická poškození, choroby, škůdci. Kurent, České Budějovice. ISBN 978-80-87111-17-8.

Blaško T. 2011. Analýza dostupnosti ekologicky certifikovaných osiv v ČR [MSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Bliffeld, M, Mundy J, Potrykus I, Fütterer J. 1999. Genetic engineering of wheat for increased resistance to powdery mildew disease. *Theoretical and Applied Genetics* [online]. **98**(6-7):1079-1086. ISSN 0040-5752.

Capouchová I. 2014. Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). Pages 1–31 in Konvalina P, editor. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Capouchová I. 2017. Zkoušení odrůd pšenice seté pro ekologické zemědělství. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/zkouseni-odrud-psenice-sete-pro-ekologicke-zemedelstvi> (accessed November 2020).

Carcea M, Salvatorelli S, Turfani V, Mellara F. 2006. Influence of growing conditions on the technological performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Food Science and Technology* **41**:102-106.

Černý J, Shejbalová Š, Kovářik J, Kulhánek M. 2014. Předset'ové a podzimní hnojení pšenice ozimé. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/predsetove-a-podzimni-hnojeni-psenice-ozime> (accessed February 2021).

Drews S, Neuhoﬀ D, Köpke U. 2009. Weed suppression ability of three winter wheat varieties at different row spacing under organic farming conditions. *Weed Research* **49**(5):526-533.

Dvorský J, Urban J. 2014. Základy ekologického zemědělství: podle nařízení Rady (ES) č. 834/2007 a nařízení Komise (ES) č. 889/2008 s příklady. ÚKZÚZ, Brno. ISBN 978-80-7401-098-9.

Dvořáček V. 2016. Současné směry hodnocení kvality pšenice. Pages 14–16 in Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, Komise genetiky, šlechtění a semenářství ČAZV, Výzkumné centrum SELTON, s.r.o., editors. Pšenice 2016: šlechtitelský seminář. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. ISBN: 978-80-7427-211-0.

Figuerola M, Hammond-Kosack KE, Solomon PS. 2018. A review of wheat diseases-a field perspective. *Molecular Plant Pathology* **19**(6):1523-1536. DOI: 10.1111/mpp.12618.

Florián M. 2013. Systém kontroly a monitoring mykotoxinů v krmivářské praxi. ÚKZÚZ, Brno. Available from http://eagri.cz/public/web/file/232491/FLorian_Mykotoxiny_2013.pdf (accessed February 2021).

Hanzalová A, Bartoš P. 2017. Rzi na pšenici – dlouhodobý problém. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/rzi-na-psenici-dlouhodoby-problem> (accessed January 2021).

Harcz P et al. 2007. Contaminants in organically and conventionally produced winter wheat (*Triticum aestivum*) in Belgium. Food Additives and Contaminants **24**(7):713-720. DOI: 10.1080/02652030601185071

Hegglin D, Clerc M, Dierauer H. 2015. Redukované zpracování půdy: Možnost využití v ekologickém zemědělství. Pages 2-8 in Berner A, Mäder P, Hradil R, editors. Bioinstitut, Olomouc. Available from https://orgprints.org/id/eprint/28512/1/Redukovane%20zpracovani%20pudy_web.pdf (accessed February 2021).

Hernández-Martínez R, Navarro-Blasco I. 2012. Estimation of dietary intake and content of lead and cadmium in infant cereals marketed in Spain. Food Control **26**(1):6-14. DOI: 10.1016/j.foodcont.2011.12.024.

Horáková S, Hrabalová A. 2015. Pěstování obilnin v ekologickém režimu je zajímavé nejen ekonomicky. AGRObase zpravodaj **4**:16–17.

Hrabalová A. 2015. Potenciál ekologické produkce obilnin. AGRObase zpravodaj **5**:14–15.

Hrudová E. 2015. Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-268-7.

Chrpová J, Slavíková L, Kumar J, Mařík P. 2019. Virová žlutá zakrslost ječmene. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/virova-zluta-zakrslost-jecmene> (accessed January 2021).

Konvalina P, Moudrý J. 2007. Volba odrůdy, struktura pěstování a výnosu hlavních obilnin v ekologickém zemědělství. Pages 67–69 in Česká zemědělská univerzita, editor. Ekologické zemědělství 2007: Sborník z konference, 1st edition. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN: 978-80-213-1611-9.

Konvalina P, Moudrý J. 2008. Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Koukolíček J, Pulkrábek J. 2015. Praktické zkušenosti s hlubokým kypřením půdy. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/prakticke-zkusenosti-s-hlubokym-kyprenim-pudy> (accessed March 2021).

Krause J, Machek O. 2018. A comparative analysis of organic and conventional farmers in the Czech Republic. Agricultural Economics (Zemědělská ekonomika) **64**: 1-8. DOI: 10.17221/161/2016-AGRIECON.

Kršková I. 2020. Odrůdy obilnin doporučené pro ekologické zemědělství. MZe, Praha. Available from http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2020_odrudy-obilnin-doporucene-pro-ez.html (accessed November 2020).

Křen J, Smutná P, Matušinský P. 2018. Pravidla použití mořeného a nemořeného osiva při pěstování obilnin. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN: 978-80-7509-627-2.

Lukáš M. 2008. Ochrana obilí před hmyzem a roztoči. Profi Press s.r.o., Praha. Available from <https://www.zemedelec.cz/ochrana-obili-pred-hmyzem-a-roztoci/> (accessed February 2021).

Machková B. 2013. Metody a způsoby regulace plevelů v systémech ekologického zemědělství [BSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Mašek J, Novák P, Cholenský J. 2015. Vliv technologie zpracování půdy na její vlastnosti. Vega spol. s.r.o., Hradec Králové. Available from <https://www.agrojournal.cz/clanky/vliv-technologie-zpracovani-pudy-na-jeji-vlastnosti-43> (accessed March 2021).

Michelsen J. 2001. Recent Development and Political Acceptance of Organic Farming in Europe. *Sociologia Ruralis* **41**(1):3-18. DOI: 10.1111/1467-9523.00167.

Moudrý J, Kopecký M. 2017. Regulace plevelů v ekozemědělství. *Zemědělec* **33**:52. Profi press s.r.o., Praha. Available from https://aa.ecn.cz/img_upload/8d8825f1d3b154e160e6e5c97cf9b8b3/inovace_ez_plevele_33_2017.pdf (accessed February 2021).

Moudrý J. 2006. Multifunkční zemědělství: Osevní postupy v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. Available from http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/4_OP.pdf (accessed March 2021).

Moudrý Jr J, Jelínková Z, Plch R, Moudrý J, Konvalina P, Hyšpler R. 2013. The emissions of greenhouse gases produced during growing and processing of wheat products in the Czech Republic. *Journal of Food Agriculture and Environment* **11**(1):1133–1136.

Murphy KM, Campbell KG, Lyon SR, Jones SS. 2007. Evidence of varietal adaptation to organic farming systems. *Field Crops Research* **102**:172–177.

MZe. 2020. Ročenky (Zemědělství, eAGRI). Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from http://eagri.cz/public/web/file/674004/Rocenka_ekologickeho_zemedelstvi_2019_web.pdf (accessed March 2021).

Neudert L, Procházková B. 2009. Orba a minimalizační technologie. Profi Press s.r.o., Praha. Available from <https://www.zemedelec.cz/orba-a-minimalizacni-technologie/> (accessed March 2021).

Norton L et al. 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **129**:221–227. DOI: 10.1016/j.agee.2008.09.002.

Novák P, Mašek J. 2018. Současné trendy zpracování půdy. Vega spol. s.r.o., Hradec Králové. Available from <https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasne-trendy-zpracovani-pudy-327> (accessed March 2021).

Peigné J et al. 2014. Wheat yield and quality as influenced by reduced tillage in organic farming. *Organic Agriculture* **4**:1-13. DOI: 10.1007/s13165-013-0055-x.

Pešík J. 1970. Zařazení pšenice v osevním postupu. Pages 301–304 in Foltýn J, editor. *Pšenice*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Petr J, Capouchová I, Mičák L. 2007. Odrůdy obilnin pro ekologické zemědělství. Pages 56–60 in Česká zemědělská univerzita v Praze. *Ekologické zemědělství 2007: Sborník z konference*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Petr J, Capouchová I. 1995. Inovační tendence v obilnářství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. Available from http://www.agris.cz/Content/files/main_files/63/141620/petr.pdf (accessed March 2021).

Polišenská I, Jirsa O. 2019. Kvalita sklizně pšenice 2018 a hodnocení nejčastěji pěstovaných odrůd. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/sklizen-1/kvalita-sklizne-psenice-2018-a-hodnoceni-nejcasteji-pestovanych-odrud> (accessed February 2021).

Agromanuál. ©2020. Plíseň sněžná. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/plisen-snezna> (accessed January 2021).

Agromanuál. ©2020. Rez plevová. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/rez-plevova> (accessed January 2021).

Agromanuál. ©2020. Rez travní. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/rez-travni> (accessed January 2021).

PRO-BIO. 2018. Nadstandardní směrnice svazu PRO-BIO. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, z.s., Šumperk. Available from <https://pro-bio.cz/wp-content/uploads/2018/04/Sm%C4%9Brnice-2018.pdf> (accessed January 2021).

Slámová G. 2011. Plevel v ekologickém zemědělství [BSc. Thesis]. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Stehno Z, Dvořáček V, Kodeš A, Křepelka J. 2010. Vlastnosti zrna a jeho krmná hodnota. Profi Press s.r.o., Praha. Available from <https://www.zemedelec.cz/vlastnosti-zrna-a-jeho-krmna-hodnota/> (accessed February 2021).

SZIF. 2021. Zpráva o trhu obilovin, olejnin a krmiv. Státní zemědělský intervenční fond, Praha. https://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Ftis%2Fzpravy_o_trhu%2F05%2F1617100184823.pdf (accessed March 2021).

Škarpa P, Ryant P, Antošovský J. 2016. Základní hnojení pšenice ozimé. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/zakladni-hnojeni-psenice-ozime> (accessed February 2021).

Trávník K. 2010. Metodický návod pro hnojení plodin. ÚKZÚZ, Brno. ISBN 978-80-7401-024-8.

ÚKZÚZ. 2018. Přehled odrůd. ÚKZÚZ, Brno. ISBN 978-80-7401-161-0.

Ulber L, Steinmann H-H, Klimek S, Isselstein J. 2009. An on-farm approach to investigate the impact of diversified crop rotations on weed species richness and composition in winter wheat. *Weed Research* **49**(5):534-543. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2009.00722.x.

Urban J, Šarapatka B. 2003. Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. Ministerstvo životního prostředí, Praha. ISBN 80-721-2274-6.

ÚZEI. 2018. Zelené zprávy (Zemědělství, eAGRI). Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from: http://eagri.cz/public/web/file/648258/Zelena_zprava_2018.pdf (accessed March 2021).

ÚZEI. 2019. Statistická šetření ekologického zemědělství: Základní statistické údaje (2019). MZe, Praha. Available from http://eagri.cz/public/web/file/668681/Statistika_ekologickeho_zemedelstvi_2019.pdf (accessed March 2021).

Václavíková M, Konvalina P, Hajšlová J. 2012. Kvalita pšenice v ekologickém zemědělství. Profi Press s.r.o., Praha. Available from <https://orgprints.org/id/eprint/24906/1/kvalita%20p%C5%A1enice.pdf> (accessed March 2021).

Van Stappen F, Lories A, Mathot M, Planchon V, Stilmant D, Debode F. 2015. Organic Versus Conventional Farming: The Case of wheat Production in Wallonia (Belgium). *Agriculture and Agricultural Science Procedia* **7**:272–279. DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.12.047.

VanBruggen AHC. 1995. Plant Disease Severity in High-Input Compared to Reduced-Input and Organic Farm Systems. *Plant Disease* **79**(10):976-984.

Vereijken P. 1989. Experimental systems of integrated and organic wheat production. *Agricultural Systems* **30**:187-197.

Víchová J. 2018. Listové a klasové skvrnitosti pšenice – braničnatka plevová. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/rez-plevova> (accessed January 2021).

Víchová J. 2019. Choroby obilnin (15): Sněti obilnin (II.). Kurent, České Budějovice. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/choroby-obilnin-15-sneti-obilnin-ii> (accessed February 2021).

Wolfe MS, Baresel JP, Desclaux D, Goldringer I, Hoad S, Kovacs G, Löschenberger F, Miedaner T, Østergård H, Lammerts van Bueren ET. 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica* **163**:323-346. DOI: 10.1007/s10681-008-9690-9.

Zákony pro lidi. 2010–2021. 242/2000 Sb. Zákon o ekologickém zemědělství. AION CS, s.r.o., Zlín. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-242> (accessed March 2021).

Živělová I, Jánský J. 2015. Efektivnost ekologických produktů pěstovaných na orné půdě. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. Available from http://www.agris.cz/Content/files/main_files/59/137349/zivelova.pdf (accessed March 2021).

Živělová I. 2005. Current situation of demand for organic products in the Czech Republic. *Agricultural Economics-Czech* **51**(7):304–308.

6 Seznam použitých zkratk

ATP Adenosintrifosfát

BE Brutto energie

BHB Biologická hodnota bílkovin

ČR Česká republika

ČSN Československá státní norma

DON Deoxynivalenol

EAAI Aminokyselinové složení aminokyselin

EHS Evropské hospodářské společenství

ES Evropské společenství

EU Evropská unie

EZ Ekologické zemědělství

HMW High Molecular Weight

HTZ Hmotnost tisíce zrn

IFOAM International Federation of Organic Agriculture Movements

KBSb Koefficient bilanční stravitelnosti

KZ Konvenční zemědělství

LAI Index listové plochy (Leaf Area Index)

LPIS Veřejný registr půdy

NPU Netto využití dusíku

PER Bílkovinný produkční poměr

PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců (Svaz PRO-BIO)

SDO Seznam doporučených odrůd

SZIF Státní zemědělský a intervenční fond

ÚKZÚZ Ústřední a kontrolní ústav zemědělský

ÚZEI Ústav zemědělské ekonomiky a informací

VO Výrobní oblast

ZPF Zemědělský půdní fond