

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Potenciál domácích a zahraničních odrůd pšenice ozimé  
a jarní pro pěstování v ekologickém zemědělství**

**Diplomová práce**

**Bc. Ema Holavová**  
**Zemědělství a rozvoj venkova**  
**Ekologické zemědělství**

**Ing. Petr Dvořák, Ph.D.**

© 2024 ČZU v Praze

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Potenciál domácích a zahraničních odrůd pšenice ozimé a jarní pro pěstování v ekologickém zemědělství" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4. 2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za vždy vstřícný přístup, odborné vedení a veškerou nápomoc při zpracování této diplomové práce. Děkuji také svému konzultantovi, panu Dr. Ing. Pavlu Horčíčkovi, a dále panu Ing. Ondřeji Veškrnovi, Ph.D. za jejich cenné rady a postřehy. Poděkování patří i všem ostatním zaměstnancům firmy Selgen, a.s. a Výzkumného centra Selton, s.r.o., dále také zaměstnancům Výzkumné stanice Uhříněves Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU a Zemservisu zkušební stanici Domanínek, s.r.o., bez jejichž každodenní práce by neexistoval materiál a data hodnocená v této práci. Děkuji také paní Ing. Vladimíře Sedlákové, Ph.D. za konzultaci statistického zpracování dat. V neposlední řadě velice děkuji svým rodičům a mému příteli Matoušovi za všudypřítomnou lásku, péči a podporu v životě a také během celého studia.

# Potenciál domácích a zahraničních odrůd pšenice ozimé a jarní pro pěstování v ekologickém zemědělství

## Souhrn

V této práci byla popsána technologie pěstování pšenice v ekologickém zemědělství (EZ) a přiblížen proces šlechtění odrůd i v kontextu globálních výzev, zejména klimatické změny. Byl zpracován přehled současné situace s domácími a zahraničními odrůdami v Česku a všech sousedních státech. Dále byla představena charakteristika čtyř pokusných lokalit a byly popsány použité materiály a metody v rámci tříletého sběru, úprav a vyhodnocení dat sedmi parametrů devatenácti odrůd pšenice jarní (JP) a šestnácti odrůd pšenice ozimé (OP), které jsou také součástí mezinárodního projektu Ecobreed.

Na základě výsledků bylo zjištěno, že OP má statisticky významně vyšší výnos, výšku rostlin, hmotnost tisíce semen (HTS) a číslo pádu (ČP) než JP. JP má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin, hodnoty sedimentace (SDS) a objem pečiva. Lze také konstatovat, že do EZ jsou obecně vhodnější odrůdy odolné proti chorobám, vzrůstem spíše vyšší, s rychlým jarním růstem a pokrývností půdy (zejména u JP), efektivním využitím živin a spíše s vyšší HTS. Výstupem práce je také zjištění, že v úrodných oblastech dosahovala pšenice v EZ v porovnání s konvenčním zemědělstvím průměrně asi 80 % výnosů a více než 90 % hodnot kvalitativních parametrů a má zde velký potenciál. V méně úrodných oblastech je však nutné očekávat nižší výnosy a horší kvalitu.

Do budoucna lze obecně počítat s rozšířením ploch v EZ, i když je potenciál pěstování pšenice v EZ ve státech EU značně odlišný. V rámci šlechtění odrůd pro EZ bude zásadní klást důraz nejen na odolnost a kvantitativní a kvalitativní vlastnosti odrůd, ale i na jejich testování v odlišných klimatických regionech a při rozdílné úrodnosti půdy. Přístupnost dat výkonosti různých odrůd v konkrétním regionu a následně také možnost výběru nejvhodnějšího osiva dle pěstitelského cíle je pro zemědělce klíčem k úspěšnému pěstování. V tomto ohledu práce vyzdvihuje nutnost zlepšení dostupnosti odrůd pro EZ tak, aby naplnily rostoucí poptávku zemědělců a nastiňuje možnosti dalšího výzkumu.

V rámci experimentů v systému EZ měly jedny z nejvyšších parametrů následující odrůdy: výška rostlin - Kärtner früher, Saludo (JP), Stupická bastard a Brandex (OP); obsah bílkovin - viz předešlé a také Pretty, Zenon (JP), Wendelin, ST1214/19 a Pirueta (OP); výnos - Izzy, SEC 588-18NZ.3, SG-1483-6, SEC 536-10-3, Eponia (JP), Ibarra, SG-S269-09, Liseta, ST1664/19, ST1518/19, Sultan a Pirueta (OP); HTS - SEC 514-11-12, SEC 536-10-3, SG-S1483-16, Hystrix (JP), Wendelin, SG-S269-09 a Liseta (OP); OH - Kapitol, Alicia, SEC 588-18NZ.3, SEC 514-11-12, Hystrix (JP), Wendelin, Wiwa, Annie a ST1518/19 (OP); ČP - Kärtner früher, Saludo, SEC 544-12-1, SEC 536-10-3 (JP), Ibarra, ST1518/19, Wiwa a Annie (OP); SDS - Alicia, Pretty, Hystrix, SEC 588-18NZ.3, Kapitol (JP), Wiwa, ST1518/19, Annie, Butterfly, Penelope a ST 1664/19 (OP); objem pečiva - Sonett, Saludo, Kärtner früher, Pretty (JP), Annie, Butterfly, Illusion a ST1214/19 (OP).

**Klíčová slova:** šlechtění rostlin, kvalitativní a kvantitativní parametry, porovnání, Ecobreed

# Potential of domestic and foreign winter and spring wheat varieties for cultivation in organic farming

## Summary

This work described the technology of wheat cultivation in organic farming (OF) and presented the process of variety breeding within the context of global challenges, particularly climate change. This thesis outlined an overview of the current situation with domestic and foreign varieties in Czechia and neighbouring countries. Furthermore, it defined the characteristics of the four experimental sites, and introduced used materials and methods including the three-year data collection, modification, and evaluation of seven parameters of nineteen spring wheat varieties (SW) and sixteen winter wheat varieties (WW), which are also part of the international Ecobreed project.

Based on the results, it was found WW has a significantly higher yield, plant height, thousand-grain weight (TGW), and falling number (FN) than SW. On the other hand, SW has significantly higher protein content, sedimentation (SDS), and baking volume. It can be concluded that disease-resistant varieties, with rather higher habitus, rapid spring growth and ground cover (especially for SW), efficient nutrient use, and higher TGW are generally more suitable for the organic farming system. The study also revealed that in fertile areas, wheat in OF achieved on average approximately 80 % yield and more than 90 % quality parameters compared to conventional farming, and thus has promising potential here. However, lower yields and lower quality must be anticipated in less fertile areas.

An expansion of the area in OF can generally be expected in the future, although the potential for wheat cultivation in OF varies considerably in many EU countries. In the context of breeding varieties for the OF, it will be essential not only to focus on the resistance and quantitative and qualitative characteristics of varieties but also to test them in different climatic regions and with different soil fertility. The availability of data on the performance of varieties in a specific region, and consequently the possibility to select the most suitable seed according to the cultivation goal, is the key to successful cultivation for farmers. In this regard, the work highlighted the need to improve the availability of varieties for OF to meet the growing demand of farmers and points out opportunities for further research.

In the OF experiments, the following varieties had one of the highest parameters: plant height - Kärtner früher, Saludo (SW), Stupicka bastard and Brandex (WW); protein content - the previous and also Pretty, Zenon (SW), Wendelin, ST1214/19 and Pirueta (WW); yield - Izzy, SEC 588-18NZ.3, SG-1483-6, SEC 536-10-3, Eponia (SW), Ibarra, SG-S269-09, Liseta, ST1664/19, ST1518/19, Sultan and Pirueta (WW); TGW - SEC 514-11-12, SEC 536-10-3, SG-S1483-16, Hystrix (SW), Wendelin, SG-S269-09 and Liseta (WW); specific weight - Kapitol, Alicia, SEC 588-18NZ.3, SEC 514-11-12, Hystrix (SW), Wendelin, Wiwa, Annie and ST1518/19 (WW); FN - Kärtner früher, Saludo, SEC 544-12-1, SEC 536-10-3 (SW), Ibarra, ST1518/19, Wiwa and Annie (WW); SDS - Alicia, Pretty, Hystrix, SEC 588-18NZ.3, Kapitol (SW), Wiwa, ST1518/19, Annie, Butterfly, Penelope and ST 1664/19 (WW); baking volume - Sonett, Saludo, Kärtner früher, Pretty (SW), Annie, Butterfly, Illusion and ST1214/19 (WW).

**Keywords:** plant breeding, qualitative and quantitative parameters, comparison, Ecobreed

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Technologie pěstování pšenice v EZ.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>Šlechtění.....</b>	<b>13</b>
3.2.1	Výzvy do budoucna .....	14
3.2.1.1	Klimatická změna.....	14
3.2.1.1	Odolnost vůči chorobám .....	16
3.2.1.2	Nárůst lidské populace a potravinová soběstačnost .....	19
3.2.1.1	Biodiverzita – význam bohatosti druhů a odrůd .....	20
3.2.2	Šlechtitelské metody a cíle v ekologickém zemědělství.....	21
3.2.2.1	Metoda participačního šlechtění.....	22
3.2.3	Vznik odrůdy a systém certifikace osiv (v EZ) .....	23
3.2.3.1	Křížení .....	23
3.2.3.2	Systém certifikace osiv (v EZ) .....	24
3.2.4	Přehled úspěšných domácích a zahraničních odrůd .....	25
3.2.4.1	Česko .....	25
3.2.4.2	Slovensko .....	26
3.2.4.3	Rakousko .....	26
3.2.4.1	Německo.....	27
3.2.4.1	Polsko .....	27
3.2.4.2	Projekt Ecobreed .....	28
3.2.5	Znaky a vlastnosti odrůd.....	29
3.2.5.1	Ovlivňující výnos zrna – kvantitativní parametry .....	29
3.2.5.2	Ovlivňující kvalitu zrna - kvalitativní parametry .....	30
3.2.5.3	Postup výběru vhodné odrůdy do EZ .....	33
<b>4</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Design pokusu.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>Charakteristika lokalit a průběh počasí .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3</b>	<b>Materiál a metody měření .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Porovnání ekologického a konvenčního systému pěstování pšenice .....</b>	<b>40</b>
5.1.1	EZ (DO, UHRI) x KZ (ST, UHRE).....	40
5.1.2	EZ Uhříněves x KZ Stupice.....	41
<b>5.2</b>	<b>Porovnání produkčních parametrů pšenice jarní a ozimé v EZ .....</b>	<b>41</b>
5.2.1	Porovnání JP x OP – data z obou ekologických pokusů (DOM + UHRI) .....	41
5.2.2	Porovnání JP x OP – Domanínek .....	42
5.2.3	Porovnání JP x OP - Uhříněves .....	43
<b>5.3</b>	<b>Porovnání produkčních parametrů pšenice jarní a ozimé v EZ – vliv ročníku, lokality a odrůdy .....</b>	<b>45</b>
5.3.1	Výška rostlin – pšenice jarní.....	45
5.3.2	Výška rostlin – pšenice ozimá .....	46

5.3.3	Výnos zrna – pšenice jarní.....	47
5.3.4	Výnos zrna – pšenice ozimá .....	49
5.3.5	HTS – pšenice jarní.....	50
5.3.6	HTS – pšenice ozimá .....	51
<b>5.4</b>	<b>Porovnání kvalitativních parametrů pšenice jarní a ozimé v EZ – vliv ročníku, lokality a odrůdy .....</b>	<b>52</b>
5.4.1	Obsah bílkovin – pšenice jarní.....	52
5.4.2	Obsah bílkovin - pšenice ozimá.....	53
5.4.3	Objemová hmotnost – pšenice jarní.....	55
5.4.4	Objemová hmotnost – pšenice ozimá .....	56
5.4.5	Číslo pádu – pšenice jarní .....	57
5.4.6	Číslo pádu – pšenice ozimá .....	58
5.4.7	Sedimentace – pšenice jarní.....	59
5.4.8	Sedimentace – pšenice ozimá .....	61
<b>5.5</b>	<b>Korelační analýza jednotlivých parametrů u JP a OP v EZ.....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1</b>	<b>Porovnání ekologického a konvenčního pěstování pšenice .....</b>	<b>63</b>
<b>6.2</b>	<b>Porovnání pšenice jarní a ozimé v EZ.....</b>	<b>64</b>
6.2.1	Výška rostlin .....	64
6.2.2	Výnos .....	65
6.2.3	HTS .....	66
6.2.4	Obsah bílkovin.....	66
6.2.5	Objemová hmotnost.....	67
6.2.6	Číslo pádu .....	68
6.2.7	Sedimentace .....	68
<b>6.3</b>	<b>Shrnutí.....</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>85</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>86</b>
<b>10.1</b>	<b>Objem pečiva .....</b>	<b>86</b>
<b>10.2</b>	<b>Výška .....</b>	<b>89</b>
<b>10.3</b>	<b>Výnos zrna .....</b>	<b>91</b>
<b>10.4</b>	<b>HTS.....</b>	<b>93</b>
<b>10.5</b>	<b>Obsah bílkovin.....</b>	<b>95</b>
<b>10.6</b>	<b>Objemová hmotnost.....</b>	<b>97</b>
<b>10.7</b>	<b>Číslo pádu .....</b>	<b>99</b>
<b>10.8</b>	<b>Sedimentace .....</b>	<b>101</b>

# 1 Úvod

Pšenice setá (*Triticum aestivum*) je v současnosti nejrozšířenější plodinou světa (Acquaah 2020; Hossain et al. 2021; Reynolds & Braun 2022). Je také jednou z prvních domestikovaných potravinářských plodin a základní potravinou civilizací v Evropě, západní Asii a severní Africe již asi 10 000 let (Levy & Feldman 2022). Podle nejnovějších údajů Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství je pšenice druhou nejproduktivnější plodinou na světě po kukuřici. V roce 2022 bylo vypěstováno asi 777 milionů tun pšenice (FAO 2022). Celosvětovou produkci pšenice ze 70 % zajišťuje deset zemí – Čína, Indie, Rusko, Spojené státy americké, Francie, Kanada, Pákistán, Ukrajina, Austrálie a Německo (Gooding & Shewry 2022). I přesto, že pšenice setá patří mezi nejnáročnější obilniny, pěstuje se na pěti kontinentech a v rozmanitějších prostředích než kterákoli jiná plodina (Reynolds & Braun 2022), od 67° severní šířky ve Skandinávii a Rusku do 45° jižní šířky v Argentině, včetně vyvýšených oblastí v tropech a subtropích (Shewry a Hey 2015; Hossain et al. 2021). Je hlavní plodinou teplejších a sušších oblastí, nejlépe je ale přizpůsobena chladnému mírnému klimatu, kde jsou srážky okolo 400–600 mm za rok. Jedná se o rostlinu dlouhodobní. Krátké dny a vysoké teploty stimulují odnožování a tvorbu listů, ale zpomalují kvetení rostlin. Čím je den delší, tím rychlejší je nástup do reprodukční fáze (Acquaah 2020).

Vzhledem ke svému jedinečnému zpracování a kvalitativním vlastnostem a vzhledem k tomu, že jí lze snadno přepravovat a skladovat, je pšenice také celosvětově nejprodávánější plodinou a často první volbou, když je potřeba potravinová pomoc pro regiony postižené hladomorem. Zásadním úkolem zemědělství bude v budoucnu zajištění dostatečného množství kalorií a bílkovin, ale i dalších nutričních aspektů stravy, zejména pro spotřebitele, jejichž stravovací možnosti jsou omezené. I zde vyniká pšenice, která je důležitým zdrojem vlákniny, minerálních látek, vitamínů B a dalších mikroživin a také vynikajícím zdrojem rostlinných bílkovin. Celosvětově tato plodina poskytuje asi dvacet procent všech bílkovin a kalorií v lidské potravě (Reynolds & Braun 2022).

Současná produkce potravin a některé aspekty zemědělství negativně ovlivňují biologickou rozmanitost, půdu, vodu a atmosféru a mají za následek ztrátu ekosystémových funkcí. Ponisio et al. (2015) zmiňuje, že pokud budou pokračovat nynější trendy růstu populace a s ní i růst spotřeby surovin, potravin a energie, tyto tlaky se ještě zhorší. Proto, jak dále uvádí, jsou kriticky potřebné zemědělské systémy, které jsou jak vysoce produktivní, tak minimalizují škody na životním prostředí.

O tom, jak může ekologické zemědělství (EZ) přispět ke světové produkci potravin, se v posledním desetiletí vedou intenzivní diskuse. Ekologické zemědělství je celosvětově jedním z nejrychleji rostoucích sektorů zemědělství, ačkoliv roce 2021 reprezentovalo pouze 1,6 % z celosvětově zemědělsky využívané půdy. Willer et al. (2023) dále uvádí, že nejvyšší podíl plochy půdy obhospodařované v systému EZ z celkové zemědělské půdy na světě byl v roce 2021 v Lichtenštejnsku 40,2 %, na ostrově Samoa 29,1 % a v Rakousku 26,5 %. Česko je na desátém místě s 15,8 %, dále pak najdeme sousední Slovensko s 11,7 %, Německo s 10,8 % a Polsko s 3,5 %. Největší celkovou plochu, kde se hospodaří v systému EZ (která zahrnuje jak ornou půdu, tak trvalé travní porosty, trvalé kultury (sady, vinice, chmelnice) a další plochy) má Austrálie (35,7 milionu hektarů), Argentina (4,1 milionu hektarů) a Francie (2,8 milionu



hektarů). V Evropě má největší plochu orné půdy v EZ také již zmíněná Francie (1,5 milionu ha), poté následuje Itálie (1,0 milionu ha) a Německo (0,8 milionu ha). V Evropské unii (EU) je v systému ekologického zemědělství obhospodářováno 9,9 % z celkové plochy zemědělské půdy (Eurostat 2023). Plány European Green Deal (Zelené dohody pro Evropu) vedoucí k rozvoji udržitelného zemědělství se odrážejí ve strategii Farm to Fork (Od zemědělce ke spotřebiteli), která se dotýká např. Společné zemědělské politiky (Kolouchová 2022) a zmiňuje jako jeden z cílů dosažení alespoň 25% rozlohy zemědělské půdy v EU v systému ekologického zemědělství do roku 2030 (European Commission 2023).

Pšenice setá tvoří největší plochu z pěstovaných plodin v EZ a také největší rozsah bioproduktů dostupných na trhu (Devěte et al. 2021). Pšenice je zranitelná vůči široké škále přeshraničních chorob a také abiotickým stresům, zejména vysokým teplotám a suchu. V konvenčním zemědělství se řeší ochrana pěstovaných plodin proti abiotickým a biotickým stresorům aplikací pesticidů, morforegulatorů, rychle rozpustných hnojiv apod. Limity zákona č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, ve znění pozdějších předpisů, použití řady pomocných látek omezují nebo zcela zakazují (Konvalina & Moudrý 2008).

Řízení zdravotního stavu plodin v systémech ekologického zemědělství je založeno především na preventivních metodách. Mezi preventivní (nepřímou) ochranu rostlin patří např. udržování přirozené biodiverzity, pestré osevní postupy včetně pěstování meziplodin či pomocných plodin a fyto-sanitární karanténa omezující přenos škůdců z jiných oblastí. Důležitý je také monitoring výskytu škůdců, výběr vhodné odolné odrůdy vzhledem k místním podmínkám, kvalitní osivo, vhodná orba, pravidelný vstup organického hnojiva, mulčování a regulace hostitelských plevelů. Z přímých metod regulace škůdců je pak v EZ povolené využití fyzikálních metod (mechanických a termických), minerálních preparátů, přípravků na bázi jednoduchých sloučenin síry a mědi a využití biologické ochrany vycházející z přípravků (biopesticidů) na bázi některých rostlin a živých organismů (Willson et al 2020, Holavová 2021, Rempelos et al. 2023).

Odolnost vůči výše zmíněným stresům hraje důležitou roli v úsilí o šlechtění pro stabilitu výnosu, což je nejžádanější vlastnost mezi pěstiteli pšenice po celém světě. Vyšlechtění vhodných odrůd přímo pro systém ekologického hospodaření je jednou z cest, jak může pšenice zůstat pilířem udržitelného globálního zabezpečení potravin a výživy lidstva. Právě snaha zajistit dostatek potravy pro stále rostoucí světovou populaci spolu s klimatickou změnou, zejména globálním nárůstem teploty, častějším výskytem období extrémních veder, chladu, přívalových srážek či sucha a také hrozby nových nemocí představují do budoucna velké výzvy (Arora 2019; Skendžić et al. 2021; Javadinejad et al. 2021; Reynolds & Braun 2022).

Ekologičtí zemědělci potřebují odrůdy, které jsou plastičtější k podmínkám prostředí a jsou schopné dosáhnout vyrovnaného výnosu při pěstování v nevyrovnaných půdních podmínkách (Janovská et al. 2018).

## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

Cílem práce je zhodnotit potenciál domácích a zahraničních odrůd pšenice ozimé a jarní pro pěstování v ekologickém zemědělství. Popsat odlišnosti v technologii pěstování a zmapovat specifika oproti systému konvenčního zemědělství. Přiblížit proces šlechtění odrůd vhodných pro ekologické zemědělství. V návaznosti na současný výzkum zhodnotit další možnosti v budoucnosti. U sledovaných odrůd budou vyhodnoceny kvalitativní a kvantitativní parametry.

- 1) Lze vytypovat znaky a vlastnosti odrůd, které v systému ekologického pěstování povedou k lepší struktuře porostu, vyšším výnosům a lepší technologické kvalitě zrna.
- 2) Jarní odrůdy pšenice mohou být svou strukturou porostu srovnatelné s ozimými odrůdami a dosahovat srovnatelných produkčních a kvalitativních parametrů.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Technologie pěstování pšenice v EZ

Nejvhodnějšími půdami pro pěstování pšenice jsou úrodné černozemě na spraši, půdy hlinité a vododržné s neutrální reakcí. Pšenice má velmi slabě rozvinutý kořenový systém a pomalý jarní vývoj. Kvůli tomu špatně konkuruje plevelům, je náročnější na výživu a další agrotechnická opatření (Šarapatka & Urban 2006; Konvalina & Moudrý 2008). Při porovnání s ostatními obilnými druhy v ekologickém zemědělství, reaguje pšenice na příznivé podmínky prostředí vysokým výnosem (Konvalina & Moudrý 2008).

Podle období výsevu rozlišujeme dva druhy pšenice – ozimou a jarní (Acquaah 2020). V konvenčním zemědělství se pěstují převážně ozimé formy, v ekologickém zemědělství zaujímají z řady příčin (vyzimování, poškození divokými zvířaty, zaplevelení, deficit dusíku) významné místo také jarní formy (Šarapatka & Urban 2006).

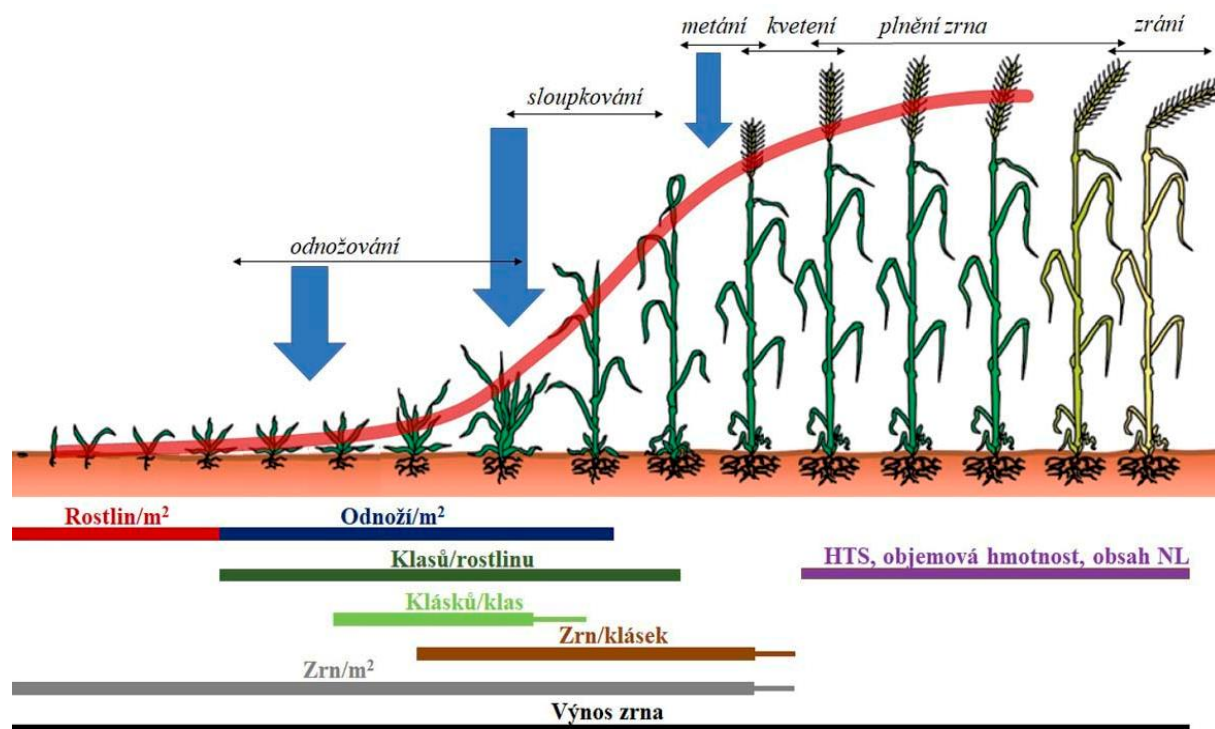
Ze všech obilnin reaguje pšenice nejvýrazněji na předplodinu. Z hlediska zaplevelení jsou nejvhodnější ty, které potlačují plevele, tzn. víceleté, často sečené porosty, které zanechávají v půdě dostatek pohotových živin, především dusíku. Jsou to například luskoviny, jeteloviny či jetelotrávy, zejména hrách, bob, jetel, či vojtěška. Vhodnými předplodinami jsou také plodiny hnojené organickými hnojivy, které zanechávají půdu v dobrém strukturním stavu s dostatkem živin, například brambory, řepa, olejniny. Jejich vhodnost však závisí i na době sklizně. Vzhledem k nebezpečí výskytu houbových chorob by se po sobě neměla pšenice pěstovat 2–5 let (Šarapatka & Urban 2006; Rempelos et al. 2020). Pro efektivní a udržitelnou produkci pšenice v ekologickém zemědělství musí být optimálně zvolený osevní postup, výběr odrůdy a použitá technologie (Janovská et al. 2018).

Ozimá pšenice se vysévá na podzim, před zimou stihne vzejít a odnožit. Před setím je obvyklou praxí orba a kypření, případně včasná podmítka k zapravení předplodiny. Pšenice vyžaduje dobré, přirozeně slehlé set'ové lůžko, proto se doporučuje orbu provádět 4–6 týdnů před setím. Výsevek pšenice ozimé pro EZ činí 300 až 450 zrn/m<sup>2</sup> (pšenice jarní 350 až 450 zrn/m<sup>2</sup>), celkový výsev okolo 200 kg/ha je tak menší než v konvenčním zemědělství (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2023).

Během podzimu se objevují první listy, kořenový krček a rostliny si vytváří kořenový systém. Při běžném průběhu počasí pšenice potřebuje minimálně 4–5 listů a jednu nebo dvě odnože, aby si vybudovala dostatek energetických zásob na přezimování. V ideálním případě by tedy pšenice měla mít 3–5 odnoží a kořenový krček v hloubce 2 cm pod povrchem půdy. Ve stádiu dormance setrvávají rostliny do jara, kdy obnoví svůj intenzivní růst (Horčíčka et al. 2017; Prášil et al. 2021).

S opožděným setím se snižuje zaplevelení, především trávovitými druhy jako je např. chundelka metlice. Nicméně, při pozdním setím pšenice na podzim odnoží, ale vzhledem k obtížnému až nemožnému přihnojení dusíkem časně na jaře (jarní deficit dusíku je

v ekologickém zemědělství typický) je odnožování na jaře, resp. udržení založených odnoží, obtížné a porosty lze těžko zhustit (Šarapatka & Urban 2006; Acquaah 2020).



Obr. 1: Odběr dusíku ozimou pšenicí v jednotlivých fázích růstu a utváření jednotlivých složek výnosu; modré šipky znázorňují klasické termíny hnojení dusíkem (Černý et al. 2020).

Rizikovými činiteli pro přezimování jsou dlouhotrvající nízké teploty bez sněhové pokrývky, střídání vysokých a nízkých teplot, zamražení v ledové krustě, vytažené rostliny na suchých půdách, na pozemcích s nízkým pH, poškození hmyzem a chorobami (plíseň sněžná). Pokud dojde k překročení hranice procesu mraznutí, dochází k nevratnému poškození buněk, zničí se struktura mezibuněčných prostor a vlastní buněčná jádra (Horčíčka et al. 2017; Kaur et al. 2022.). Ozimá pšenice může přežít nízké teploty až  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pokud je chráněna sněhovou pokrývkou (Acquaah 2020).

Významným faktorem, který eliminuje riziko vymrzání, je volba odrůdy a z agrotechnického hlediska také vhodný termín setí. Jak uvádí Prášil et al. (2021), porosty pšenice časně seté v září se dostávají do fází citlivých na mraz daleko dříve než porosty seté v řádných agrotechnických termínech. V případě mrazem poškozených porostů je třeba vyhodnotit rozsah poškození diferencujících se klasů a případně i posoudit počet sterilních klásků v klasech. V případě silně poškozených porostů může být vhodné zaset následnou plodinu do mulče a omezit tím ztráty vody při zpracování půdy. Mrazem poškozené porosty ozimů jsou citlivější na další biotické (např. virózy) a abiotické (sucho, horko, vlhko) stresy, které mohou významně ovlivnit jejich regeneraci a vést k celkovému snížení sklizně. Jarní pšenice se seje v našich podmínkách brzy na jaře, hůře snáší nízké teploty a poškozuje ji i slabý mráz  $-2$  až  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Acquaah 2020).

Většina dostupných odrůd pro EZ má dostatečnou konkurenční schopnost vůči plevelům, takže obvykle stačí dva přejezdy prutovými bránami. První přejezd brány by měl být proveden co nejdříve od fáze tří až čtyř listů, druhý o tři až čtyři týdny později. Pokud se plánuje podsev,

měl by být poslední přejezd brány uspíšen. Při zvýšeném výskytu podzimních plevelů a trav, jako je např. pcháč oset, by měla být místo ozimé pšenice pěstována pšenice jarní (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2021). K omezení rozvoje plevelů nejen v ekologickém zemědělství lze také využít pomocných plodin, tzn. podsevů v širokořádkových plodinách, např. souběžného cíleného výsevu pomocné plodiny ozimých forem hrachu do porostu ozimé pšenice při rozteči řádků obilniny větší než 250 mm (Brant 2019). Pro EZ je také klíčové zavádění technologií precizního zemědělství, vývoj speciálního nářadí a nových metod v rámci pěstování rostlin (Brant et al. 2023).

Počátek sklizně pšenice ozimé je typický pro červencové období, jarní pšenice se v našich podmínkách sklízí v červenci až srpnu přibližně dva týdny po pšenici ozimé (Šarapatka & Urban 2006). Optimální sklizeň je při 14-16% vlhkosti (Konvalina et al. 2012).

V ekologickém zemědělství je nutné pěstovat široké spektrum plodin a jejich odrůd, aby bylo dosaženo kvalitní produkce v závislosti na heterogenních podmínkách prostředí, osevním postupu, založení porostu a marketingu produkce. Z tohoto důvodu je důležité mít k dispozici odrůdy, které jsou adaptované na různé regionální podmínky EZ (Janovská et al. 2018).

### 3.2 Šlechtění

Šlechtění je tvůrčí, vědomá i intuitivní činnost, využívající vědeckých poznatků i získaných zkušeností ke genetickému pozměňování rostlin podle požadavků a potřeb člověka. Šlechtění je staré jako samotné pěstování rostlin, o čemž svědčí mnohotvárnost rostlinných forem již ve starověku. Do popsání zákonů genetiky Gregorem Johannem Mendelem v roce 1865 bylo považováno jen za umění, ale i dnes je vědou jen z části, protože jen z části lze výsledky šlechtění předvídat (Chloupek 2008). Nové odrůdy, spolu s nárůstem mechanizace, chemickými pesticidy a hnojivy, zapříčinily rozmach zemědělství a počátek tzv. zelené revoluce od druhé poloviny 20. století. A např. autor vysoce výnosných a chorobám odolných odrůd plodin, zejména pšenice, Norman Borlaug byl v roce 1970 vyznamenán Nobelovou cenou za inovace v oblasti pěstování (Chloupek 2008; Venske et al. 2019).

Šlechtění je lidmi řízená evoluce, která je podobná evoluci přírodních druhů. Zpočátku šlechtění spočívalo ve výběru lepších jedinců a teprve od začátku dvacátého století se k rozšíření genetické variability a získání rekombinací používá i křížení odlišných genotypů za účelem vytvoření vhodnějších variant za přirozených podmínek, tj. bez použití metod genetické modifikace (Chloupek 2008). Následně se získané varianty s vybranými vlastnostmi pomocí speciálních postupů množí a reprodukují tak, aby vybrané znaky a jejich úroveň zůstala zachována i v dalších generacích. Cílem šlechtění jsou nové odrůdy (kultivary), které jsou alespoň v jednom důležitém znaku lepší než stávající kultivary (Baenziger 2016), a dokonce i nové druhy, např. triticales – kříženec pšenice a žita (Chloupek 2008).

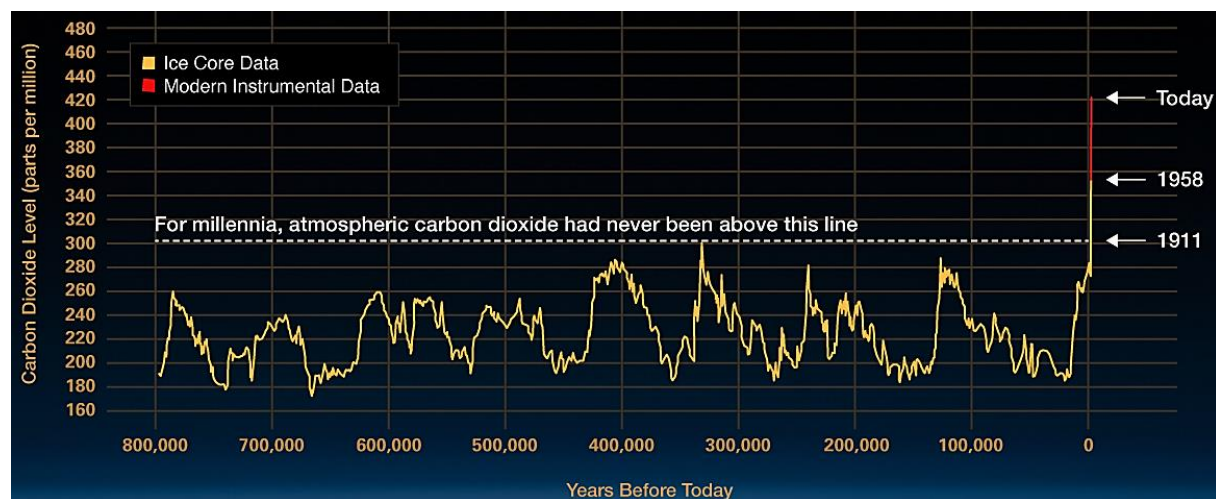
Šlechtění umožnilo nejen zvýšit objem sklizně pro lidskou populaci, jejíž počet se zvyšuje geometrickou řadou, ale i rozšířit plochy pěstování. Byly získány odrůdy ranější, a tedy vhodnější do chladnějších oblastí, zimovzdorné s kratší vegetační dobou, a naopak suchovzdorné do sušších oblastí, odrůdy odolné k chorobám, škůdcům a jiným stresům (Chloupek 2008), šlechtění také umožnilo zlepšit kvalitu sklizených produktů a získat kvalitativně nové vlastnosti (Cappelli 2021).

## 3.2.1 Výzvy do budoucna

### 3.2.1.1 Klimatická změna

Existují jednoznačné důkazy, že se Země otepluje nebývalým tempem. Hlavní příčinou je lidská činnost. Země se bezprecedentně otepluje od poloviny 19. století, kdy průmyslová revoluce zapříčinila strmý nárůst spotřeby fosilních paliv a další klimaticky škodlivé procesy, které odstartovaly oteplování, jež nebylo zaznamenáno za posledních 10 000 let (Earth Science Communications Team 2023).

Podle Mezivládního panelu pro změnu klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change, dále jen IPCC) se od začátku systematického vědeckého hodnocení v 70. letech 20. století vliv lidské činnosti na oteplování klimatického systému změnil z možné teorie na prokázaný fakt (IPCC 2023b). Vědecké informace získané z přírodních zdrojů (např. ledovcová jádra, horniny a letokruhy stromů) a záznamy z moderních zařízení (jako jsou satelity a přístroje) ukazují na známky měnícího se klimatu (Earth Science Communications Team 2023).



Graf 1: Hodnoty oxidu uhličitého v průběhu času dle dat získaných z ledovců a moderních měření (NASA Earth Science Communications Team 2023).

Podle IPCC (2023) se do konce tohoto století průměrná globální teplota zvýší o 1,4 °C až o 4,4 °C oproti předprůmyslovému období 1850–1900. Podle zprávy o stavu klimatu z roku 2022 se ale např. teplota v Evropě v současnosti zvyšuje dvakrát rychleji, než je aktuální celosvětový průměr (oteplení o 1,2 °C), tedy asi o 2,3 °C, a to již od 80. let 20. století. (Copernicus Climate Change Service 2023).

Změna klimatu je kromě zvyšující se globální průměrné teploty charakterizována také vyšším výskytem extrémních klimatologických jevů – především nárůstem ve výskytu a intenzitě extrémního počasí, jako jsou vlny veder a sucha, střídané přívalem deště a bleskovými záplavami (Trenberth et al. 2014; C2ES 2021; IPCC 2022; Rousi 2022).

#### Sucho, vysoké teploty, riziko vymrzání

V zemědělství je nejproblematictější meteorologickým jevem sucho. Jedná se o pomalu rozvíjející se jev, který má často nejdelsí trvání, ale nejmenší pravděpodobnost včasné předpovědi (Mishra & Singh 2010, 2011). Extrémní období sucha způsobily vyšší ekonomické ztráty na produkci pšenice například v letech 2012, 2016 a 2018. Závažnost dopadů extrémního

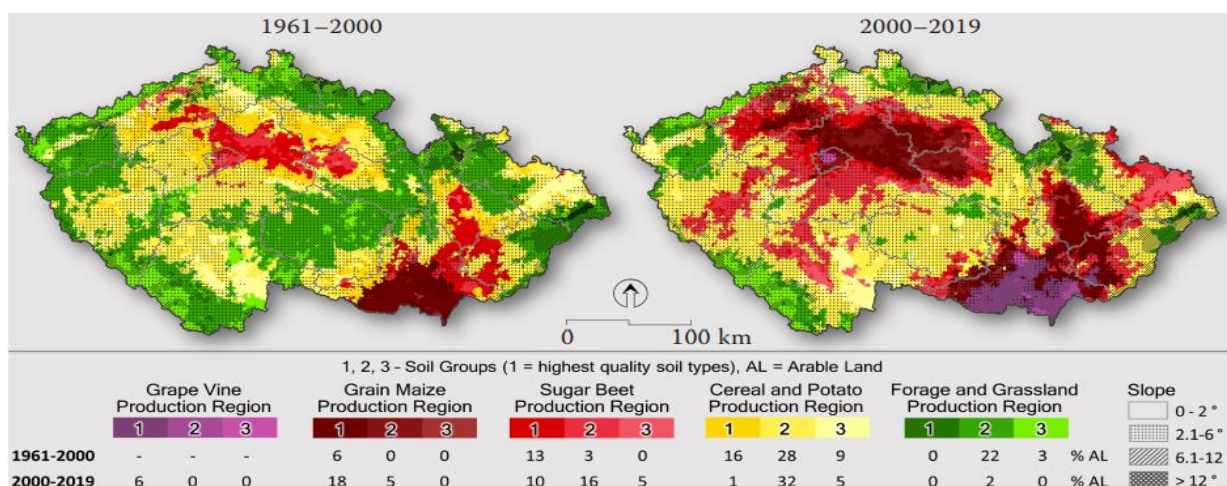
horka a sucha se v Evropě za posledních 50 let ztrojnásobila, pokud jde o jejich trvání a prostorový rozsah (Spinoni et al. 2015; IPCC 2022; Karatayev et al. 2022).

Podle zprávy IPCC (2021) se vlna veder, která by se v předindustriálním klimatu vyskytla jednou za 10 let, nyní vyskytne za stejné období 2,8krát a bude o 1,2 °C teplejší. Při globálním oteplení o 2 °C se vyskytne 5,6krát a bude o 2,6 °C teplejší. Toto jsou celosvětově zprůměrované hodnoty pro méně intenzivní vlny veder. U extrémních vln veder a v konkrétní lokalitě však může být v důsledku změny klimatu pravděpodobnost až několikasetkrát vyšší. Podobně je tomu i se suchem. Sucho, ke kterému dříve docházelo jednou za deset let, se v současnosti v daném místě vyskytuje za stejné období 1,7krát a je o 0,3 směrodatné odchylky sušší. Při globálním oteplení o 2 °C to bude 2,4krát za deset let a o 0,6 směrodatné odchylky sušší (IPCC 2021; Clarke & Otto 2022).

Nedávné studie ukázaly, že světové výnosy pšenice poklesnou o 4,1 až 6,4 % při každém zvýšení o 1 °C v důsledku změny klimatu (Liu et al. 2016; IPCC 2022; Reynolds & Braun 2022). Jako plodina mírného pásu má pšenice optimální denní růstovou teplotu 20 až 24 °C během reprodukčního vývoje (Hossain et al. 2021). Předpokládá se, že vysokoteplotní stres často vede k akumulaci reaktivních forem kyslíku, což způsobuje oxidační stres, poškození DNA, nevratnou oxidaci proteinů a lipidů a poškození thylakoidní membrány v buňkách (Suzuki a kol. 2012; Narayanan a kol. 2015; Hossain et al. 2021). Během vývoje pšenice jsou období metání, kvetení a počátek plnění zrn fázemi nejcitlivějšími na vysokou teplotu (Cossani a Reynolds 2012). Krátkodobě vysoká teplota během metání a kvetení může snížit hmotnost a počet zrn na klas, což lze přičíst snížení schopnosti klíčení pyly a rychlosti růstu pylové láčky po opylení (Feng et al. 2014) a následným abortům kvítků v klasu, později také ke zrychlené zralosti v období plnění zrna (Pradhan 2019). Kromě toho vysoká teplota poškozuje nejen vlastnosti související s výnosem, ale také způsobuje zhoršení kvality pšenice. Pochopení komplexní reakce pšenice na tepelný stres je zásadní pro vývoj nových odrůd přizpůsobených teplotním změnám (Ni et al. 2018; Hossain et al. 2021).

Dle úhlu pohledu a regionálního kontextu ale může existovat i pozitivní vliv globálního oteplování na pěstování pšenice. Reynolds & Braun (2022) např. zmiňují, že vyšší hladina CO<sub>2</sub> může do budoucna potenciálně zvýšit výnosy (škrob), ovšem na úkor snížení obsahu bílkovin. Klimatická změna bude také postupně ovlivňovat regionální rozšíření pěstování pšenice. Zatímco zvýšený stres (teplo, sucho) může vést ke snížení produkce v subtropickém prostředí, ve vyšších severních a jižních zeměpisných šířkách může naopak zvýšit vyhlídky na pěstování pšenice (Shiferaw et al. 2013; Xiong et al. 2020; Reynolds & Braun 2022). V rámci Česka již posun agroklimatických podmínek zmapovali Trnka et al. (2021) a jejich studie poukazuje na nové rozmístění současných zemědělských výrobních oblastí. Oproti období 1961-2000 došlo v období 2000-2019 k úbytku pícninářského regionu, naopak svou potenciální plochu nabyly oblasti vinařská, kukuřičná, řepařská, a právě také obilnářsko-bramborařská.





Obr. 2: Agroklimatické členění ČR na základní období 1961-2000 a období 2000-2019 (Trnka et al. 2021).

Nicméně v regionech, pro které je typické chladné zimní období paradoxně nárůst teploty v kombinaci se suchem v zimním období zvyšuje riziko vymrznání ozimů koncem zimy a na jaře. V současnosti se teplé zimy bez sněhové pokrývky stávají běžným jevem (Prášil et al. 2021; Preece et al. 2023).

Mrazuvzdornost rostlin je odrůdová vlastnost a lze na ni šlechtit. Není však dána odrůdám za každé situace, může být vyšší nebo nižší podle kondice jednotlivých rostlin, podmínek stanoviště, výživových poměrů a doby setí. Proto je velmi důležité odrůdy testovat při laboratorních testech, kdy můžeme zjistit jejich možnosti a zároveň je velmi důležité stejné materiály hodnotit i v polních podmínkách, kdy je zahrnut soubor dalších vlivů jako je sníh, vítr nebo vláha (Horčíčka et al. 2017).

Právě nedostatek vody dle Bachera et al. (2023) bude v důsledku klimatických výkyvů podobně jako narůstající teplota v některých oblastech nabírat na význam, což ohrožuje budoucí potravinovou bezpečnost. Většina šlechtitelských snah o zlepšení výnosů pšenice v suchých podmínkách se zaměřuje na nadzemní část rostlin. Autoři studie upozorňují, že kořenové znaky a jejich genetická variabilita zůstává nevyužita i přes svůj obrovský potenciál pro zlepšení odolnosti plodin. Testované druhy pšenice, u kterých došlo k většímu prodloužení kořenů za sucha, a tedy následnému vyššímu příjmu vody z hlubších kořenů měly následně vyšší výnos zrna za sucha (Arora 2019; Javadinejad et al. 2021).

### 3.2.1.1 Odolnost vůči chorobám

Změna klimatu přináší i změny ve výskytu škůdců a chorob pšenice. Vzhledem k tomu, že je teplota nejdůležitějším faktorem prostředí, který ovlivňuje populační dynamiku hmyzu, mohlo by globální oteplování klimatu vyvolat rozšíření jeho výskytu, vyšší šanci na přezimování, zvýšený počet generací, zvýšené riziko invazních druhů hmyzu a chorob rostlin přenášených hmyzem, jakož i změny v jejich interakci s hostitelskými rostlinami a v jejich vzájemném působení s přirozenými nepřáteli (Langridge et al. 2017; Bajwa et al. 2020; Skendžić et al. 2021).

Jednou z podmínek zavedení nových odrůd pro zemědělskou praxi je kromě výnosového a jakostního potenciálu i odolnost k chorobám. Šlechtěním na odolnost můžeme zajistit účinnou ochranu proti houbovým chorobám, což je ekonomicky i ekologicky nejvýhodnější forma boje



proti patogenům (Horčíčka et al. 2017). Figueroa et al. (2018) vidí klíč k zajištění uspokojivých výnosů obilniny do budoucna v lepším zvládnání plísňových chorob, které mohou být zodpovědné za 15% – 20% ztráty výnosů ročně. Průběžně se také objevují noví škůdci a choroby nebo nové variace stávajících chorob, které mají dalekosáhlé důsledky, včetně rzi pšeničné (Singh et al. 2008) či nově objevené plísně *Magnaporthe oryzae Triticum*, která je vážnou hrozbou pro globální produkci pšenice (Hossain 2022). Mezi současné nejčastější choroby pšenice patří zejména rzi, fuzariózy, skvrnitost, padlí, sněti, plísně a choroby pat stébel (Šarapatka & Urban 2006; Figueroa et al. 2018).

Rzi jsou jedny z nejzávažnějších chorob pšenice. V letech se silným výskytem mohou způsobit významné výnosové ztráty. Rozlišujeme rez travní (*Puccinia graminis*), rez pšeničnou (*Puccinia triticina*) a rez plevovou (*Puccinia striiformis*) (Finckh 2015; Horčíčka et al. 2017).

Rez pšeničná napadá listy a následně tvoří hnědočervené kupky, ze kterých se uvolňují nepohlavní spory, pomocí nichž se patogen šíří na velké vzdálenosti. Na našem území se vyskytuje pravidelně a její každoroční výskyty působí souhrnně velmi vysoké škody. Při pěstování náchylných odrůd a vyšším infekčním tlaku mohou výnosové ztráty činit až 40 %. Vyšší průměrné teploty během vegetace její škodlivost zvyšují.

Rez plevová v minulých letech nebyla tak významná a její výskyt byl spíše lokální. Je chorobou chladnějších oblastí, zejména přímořského klimatu. V roce 2013 však došlo k rozšíření nových patotypů této rzi a v souvislosti s tím k jejímu epidemickému výskytu, který ukázal význam této choroby a její škodlivost. Po několika letech závažných výskytů rzi plevové u nás i v Evropě se její rozšíření v roce 2016 snížilo. Ústup epidemie rzi plevové souvisí mimo jiné s přísným výběrem odolných odrůd pro registraci a snahou šlechtitelů vybírat materiály s odolností ke rzi plevové (Horčíčka et al. 2017; Figueroa et al. 2018; Barra et al. 2018). Při výskytu rzi pšeničné a plevové je stejně jako u většiny listových chorob pšenice nejzávažnější napadení praporcového listu, kde se tvoří kupky uvolňujících se spor, které pak napadají další náchylné rostliny. Rez plevová se projevuje na listech charakteristickými pruhy podél listové žilnatiny tvořenými kupkami s jasně žlutými sporami, ty přecházejí také do klasů (pluch a plev) (Horčíčka et al. 2017).

U rzi travní je kromě napadení listů a klasů významné především napadení stébel, které vede k přerušení transportu vody a živin v rostlině. Na stéble se tvoří charakteristické velké tmavě hnědé kupky se sporami (Finckh 2015). Dlouhodobě je u nás zastoupeno méně odrůd odolných ke rzi travní. Silnější výskyty této rzi v Evropě v posledních dvou vegetačních sezónách a rozšíření nových patotypů například v Německu naznačují, že její škodlivost v následujících letech pravděpodobně poroste (Horčíčka et al. 2017).

Trvalým problémem ve šlechtění je rychlá ztráta rezistence odrůd/linií v souvislosti se vznikem a rozšířením nových ras (patotypů) jednotlivých druhů rzi. Pěstování odrůd s kombinovanou rezistencí ke všem druhům rzi a rozdílně založená odolnost, významně omezuje riziko vzniku epidemií nebo jednorázové ztráty rezistence, které mohou vést k obrovským hospodářským škodám. Předpokladem efektivního šlechtění na odolnost ke rzím je znalost virulence jejich patotypů, používání vhodných zdrojů rezistence a opakované testování potenciálních odrůd na různých lokalitách v rámci ČR, ale i v zahraničí. Pro zjištění skutečné úrovně rezistence odrůd či linií je nezbytné zkoušet materiály opakovaně několik let. Jednotlivé ročníky se mohou lišit průběhem povětrnostních podmínek a tím ovlivnit možný rozvoj jednotlivých patogenů. Přes dlouhodobé testování materiálů nemusí přirozeně ve

zkoušených letech nastat tak silný infekční tlak patogenů, aby rezistenci odrůd dostatečně prověřil, proto jsou pokusy, kromě přirozených podmínek, prováděny i při umělé infekci (Finckh 2015; Horčíčka et al. 2017).

K závažným onemocněním pšenice patří také fuzariózy klasu. Nejen, že v důsledku napadení dochází ke snížení kvality zrna a k výnosovým ztrátám, houby rodu *Fusarium* ale produkují také mykotoxiny (deoxynivalenol, zearalenon nebo fumosimin), které mají závažné zdravotní riziko pro lidi a hospodářských zvířata a vyvolávají akutní nebo chronické intoxikace (Finckh 2015). K rozšíření klasových fuzarióz přispívá ústup od tradičního střídání plodin a standardního zpracování půdy. U klasových fuzarióz je známo, že plné eliminace fuzarióz klasu a mykotoxinů za reálných podmínek dosáhnout nelze. Dodržování správné zemědělské praxe, včetně volby odrůdy s vyšším stupněm rezistence hraje významnou roli v udržování hladin mykotoxinů na hodnotách neohrožujících lidské zdraví. Fuzariózy napadají pšenici v době květu. Pro vznik choroby jsou rozhodující dvě podmínky: infikované obilky a kontaminovaná půda se zbytky napadených rostlin z předcházející sklizně. Významnějším zdrojem infekce jsou napadené rostlinné zbytky v půdě. Rozhodujícím faktorem pro napadení klasů jsou povětrnostní podmínky v době květu obilnin. Prvním příznakem napadení fuzárií v klasech jsou drobné nevýrazné skvrnky na plevách nebo bělení květních obalů až celých klásků u pšenice. Při postupujícím vývinu patogenu se za příznivých podmínek (dostatečné vlhkosti) brzy začnou na napadeném pletivu tvořit růžové až rumělkové povlaky a vrstvy konidií, které jsou zřetelným příznakem napadení. Nadlimitní hodnoty se často vyskytují v blízkosti vodních toků nebo rybníků. Pro rozvoj choroby a akumulaci mykotoxinů má pravděpodobně velký význam vzdušná vlhkost (mlhy, rosa). Bylo zjištěno, že výskyt jednotlivých druhů fuzariových patogenů výrazně souvisí s klimatickými podmínkami dané lokality a existují i údaje o vlivu měnícího se klimatu na fuzariové patogeny (Horčíčka et al. 2017).

V posledních letech se zejména v ekologickém zemědělství, kde není povoleno používat chemické prostředky k ošetření osiva, opět rozšířila sněť. Jedná se o houbové choroby, z nichž nejvýznamnější je mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*), mazlavá sněť hladká (*T. laevis*) a zakrslá sněť pšeničná (*Tilletia controversa*), které způsobují vážné poškození pšenice a mohou ovlivnit produkci po celém světě. Tato choroba je po větší část vývoje rostliny skrytá, bez specifických příznaků. Teprve ve fázi plně vytvořeného klasu se v místě obilky místo zrn objevuje tzv. „spáleniště“. Jedná se o hálku vyplněnou miliony spor s nepříjemným zápachem sled'ového nálevu (trimethylaminu). Nejpozději při sklizni se tyto shluky rozpadají a lepkavé spory ulpívají na zrnech. Infikované plodiny s vysokým obsahem spor nelze používat jako potravinu nebo krmivo pro zvířata (Prokinová et al. 2011; Killermann et al. 2021). Velmi účinnou ochranu představuje kvalitní moření osiva, ale především v případě zakrslé sněti pšeničné ani toto opatření nemusí být zcela spolehlivé. Pro systémy ekologického hospodaření není ošetření osiva fungicidní látkou přípustné (Prokinová et al. 2011).

I když je v průběhu šlechtění nových odrůd věnována prioritní pozornost zvyšování přirozené rezistence, odrůda plně odolná k celému souboru houbových chorob neexistuje (Horčíčka et al. 2017).

### 3.2.1.2 Nárůst lidské populace a potravinová soběstačnost

Dle OSN světová populace v příštích třiceti letech naroste ze současných 8 miliard (United Nations 2022) na 9,7 miliard v roce 2050. Zatímco celosvětové populaci trvalo 12 let, než vzrostla ze 7 na 8 miliard, bude trvat přibližně 15 let – do roku 2037 – než dosáhne 9 miliard, což je známkou toho, že celkové tempo růstu celosvětové populace se zpomaluje. I tak ale, jak ve své zprávě organizace dále uvádí, na konci století dosáhne lidstvo 11 miliard (United Nations 2019).

Existují ale i studie s odlišným závěrem (např. Herrington 2021; Dixson-Declève et al. 2022), podle kterých světová populace pravděpodobně dosáhne vrcholu a nižšího počtu obyvatel dříve, než se se očekává. Tyto studie předpokládají, že při současných trendech dosáhne světová populace před polovinou století maxima 8,8 miliardy a poté začne klesat. Vrchol by mohl nastat ještě dříve, pokud vlády přijmou progresivní opatření ke zvýšení průměrných příjmů a úrovně vzdělání.

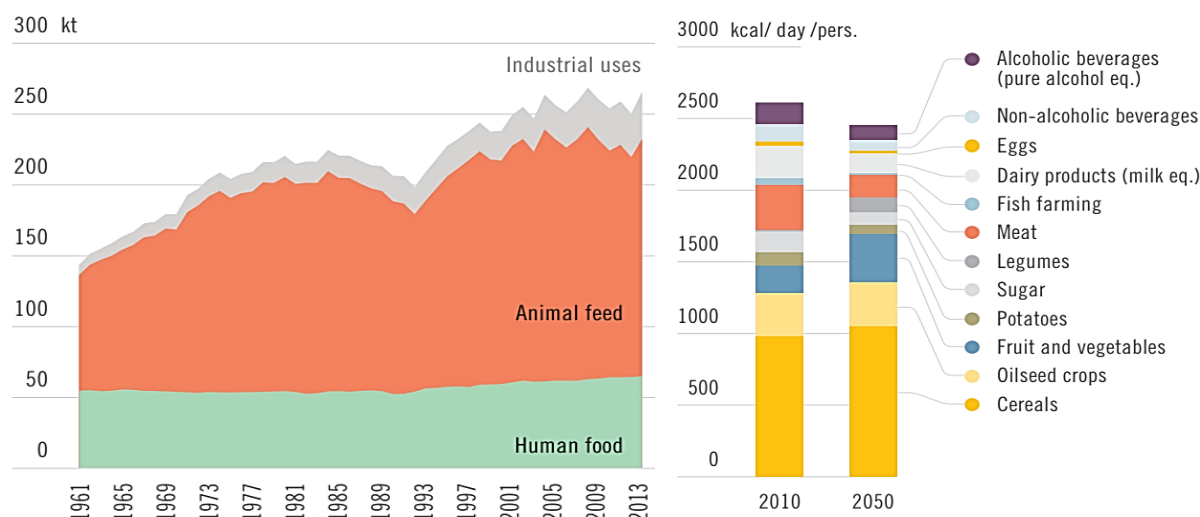
Ať už bude vývoj světové populace jakýkoli, odhady z roku 2020 ukazují, že již v současné době kolem 820 milionů lidí hladoví, což je pouze mírný pokles oproti odhadu z roku 2000, který činil 900 milionů. Tato čísla naznačují, že je velmi nepravděpodobné, že dosáhneme cíle OSN skoncovat s hladem do roku 2030 (Reynolds & Braun 2022). Z předešlých kapitol je také zřejmé, že pokud nepřizpůsobíme obhospodařování naší půdy klimatickým změnám a zároveň nepodnikneme kroky ke zpomalení globálního oteplování, budeme mít vážné problémy s produkcí potravin (Yusa et al. 2015; IPCC 2023a).

Vědecké studie dlouhodobě poukazují na nižší výnosy ekologického zemědělství (Garnett et al. 2013; Bennet et al. 2014). Ponisio et al. (2015) ale upozorňují, že mnohé dřívější studie se velmi rozcházely v závěrech, o kolik je EZ méně produktivnější než KZ (hodnoty se pohybovaly mezi 8 – 180 %). Tento významný nepoměr vysvětlují použitím různých selekčních kritérií pro data a také použitím odlišných analytických metod pro porovnání v dílčích studiích. Ve své studii došli k závěru, že výnosy z ekologického zemědělství jsou asi o 19,2 % (+3,7 %) nižší než výnosy z konvenčního zemědělství, což je menší rozdíl ve výnosech než převládající předchozí odhady (Ponisio et al. 2015). Na problematice porovnání mezi systémy EZ a tzv. konvenčním, ať už nízkovstupovým či intenzivním, poukazuje také např. Le Campion et al. (2020). Podle jejich zjištění mnoho studií vychází z různé úrovně a intenzity zemědělství a rozhodujícím limitujícím faktorem je často klima, zejména úhrn srážek. V roce 2021 byl pro přehled průměrný hektarový výnos pšenice v rámci konvenčního zemědělství v Kanadě 2,4 t/ha, Austrálii 2,5 t/ha, USA 2,9 t/ha, v Rusku 2,7 t/ha, Indii 3,4 t/ha, Číně 5,8 t/ha, Rakousku 5,5 t/ha, Ukrajině 4,5 t/ha, Česku 6,3 t/ha, Francii 6,9 t/ha, Německu 7,3 t/ha a Spojeném království 7,8 t/ha. Průměr v EU byl 5,7 t/ha, celosvětový průměr 3,4 t/ha (Our World in Data 2023). Pro srovnání, průměrný výnos pšenice pěstované v systému ekologického zemědělství v Česku byl v roce 2021 3,2 t/ha, tedy asi o 50 % nižší než v konvenčním zemědělství (Ministerstvo zemědělství 2023b).

V rámci debaty o budoucí produkci potravin stojí proti sobě dva přístupy. První, který uvádí např. Connor (2008), že svět potřebuje vysoce intenzivní zemědělství, které dokáže vyprodukovat na malé ploše velké množství potravin a zachovat co nejvíce zbylého prostoru pro přírodu. A druhý, který se snaží chápat krajinu jako celek, tedy nedělit ji na část, kterou budeme intenzivně obhospodařovat, a na část, kterou budeme konzervovat, ale naopak hospodařit v krajině šetrněji a soustředit se také na ekosystémové, mimoprodukční funkce. Tou

nejdůležitější je nejen na našem území zejména schopnost zadržovat vodu v krajině, a to především na zemědělské půdě (Malík 2019; Šebestík 2019; Ženatý 2021). Intenzivní hospodaření vede dlouhodobě k úbytku biodiverzity zejména půdních organismů, následnému zhoršení půdní struktury (pro kterou je činnost těchto organismů zásadní), celkové půdní degradaci, a tedy výslednému zhoršení retenční kapacity půdy a také poklesu přirozené úrodnosti (Miko & Storch 2015; Pančíková 2017; Ministerstvo zemědělství 2022b).

Poux & Aubert (2018) ve své studii vypočítávají, jak může ekologické zemědělství rostoucí evropskou populaci uživit i v roce 2050 a zároveň udržet evropskou exportní kapacitu. Aby byl takový cíl reálný, uvádí jako nutnost např. snížení nadměrné spotřeby masa ze zvířat závislých na intenzivním výkrmu (např. v EU se 58 % obilnin a 67 % olejnin spotřebuje na výkrm zvířat) a omezit plýtvání jídlem a potravinami (viz Graf 2 a 3). Naopak poukazují na nutnost např. rozšířit plochy s trvalými travními porosty a systémy agrolesnictví pro přežvýkavce a také plochy s leguminózami, zvýšit počet remízků, rybníků a mokřadů pro zvýšení retenční kapacity krajiny. Zároveň by v tomto případě došlo k výraznému snížení produkce emisí, obnovení přírodní rozmanitosti a ochraně kvality vody a půdy.



Graf 2 a 3: Spotřeba obilnin dle sektorů v Evropě mezi lety 1961 a 2013 (vlevo) a simulovaná změna skladby a množství denní spotřeby potravin (Poux and Aubert 2018).

### 3.2.1.1 Biodiverzita – význam bohatosti druhů a odrůd

Zemědělsky využívané rostliny se vyvíjely souběžně s lidskými společnostmi a většinu z nich rozšířil člověk na velké plochy po celém světě. Tak se diferencovaly do velkého počtu krajových odrůd, což jsou zemědělské ekvivalenty ekotypů planých odrůd (Chloupek 2008).

Moderní zemědělské systémy se spoléhají na sníženou genetickou rozmanitost plodin, zejména v důsledku používání homogenních elitních odrůd pěstovaných na velkých plochách. Genetická rozmanitost v rámci polí je však významným faktorem pro udržitelnější produkci, protože umožňuje větší stabilitu a odolnost vůči biotickým a abiotickým stresům (van Frank et al. 2020).

Zhroucení civilizace Mayů v Mexiku v desátém století našeho letopočtu vlivem monokulturního pěstování kukuřice na terasách podléhajících značné půdní erozi a rozšíření chorob a škůdců je považováno za jeden z prvních následků omezené genetické diverzity (Diamond 2008; Chloupek 2008). Dalším dobře zdokumentovaným příkladem následků

nedostatečné genetické variability plodin je hladomor v Irsku, kde v roce 1846 zničila plíseň bramborová polovinu úrody brambor, protože se pěstovalo jen několik klonů (odrůd) brambor. To vedlo ke smrti hladem jednoho až dvou milionů lidí a stejný počet se musel vystěhovat do Ameriky (Chloupek 2008; Kennedy & MacRaild 2022; Kinealy 2023). Naproti tomu v jihoamerických Andách, kde byly brambory domestikovány nejméně před osmi tisíci lety v mnoha krajových odrůdách, taková katastrofa nastat nemohla (Chloupek 2008).

Zákaz používání syntetických pesticidů v EZ také zvyšuje diverzitu a hustotu mikrobiálních antagonistů půdních chorob a přirozených nepřátel (např. střevlíků) bezobratlých škůdců v zemědělských ekosystémech. V důsledku toho se profil a relativní ekonomický význam různých druhů plevelů, chorob a škůdců může mezi ekologickými a konvenčními systémy produkce plodin významně lišit (Willson et al. 2020; Tyšer et al. 2021; Rempelos et al. 2023). Přibývá také důkazů, že nepoužívání minerálních dusíkatých hnojiv snižuje závažnost řady chorob, zejména biotrofních houbových patogenů (Willson et al. 2020; Rempelos et al. 2021; Tyšer et al. 2021).

### **3.2.2 Šlechtitelské metody a cíle v ekologickém zemědělství**

V principu je ve šlechtění nových odrůd mnoho vlastností pro konvenční i ekologické zemědělství společných. Reynolds & Braun (2022) vytyčují tři základní cíle v rámci šlechtění pšenice – zvýšení výnosu, odolnost vůči biotickému stresu a průmyslovou jakost pšenice. Mezi vlastnosti, které jsou pro ekologické zemědělství důležitější a které nejsou hlavními parametry pro odrůdy do konvenčního systému (kde jsou tyto nedostatky řešeny pesticidní ochranou a minerálními hnojivy), patří konkurenceschopnost vůči plevelům, rychlý počáteční růst, odolnost či tolerance vůči chorobám přenosných osivem a vůči škůdcům, efektivita využití živin (Konvalina & Moudrý 2008; Janovská et al. 2018; Rempelos et al. 2023). Neméně důležitá je ale také rezistence k poléhání u vysokých odrůd, výnos a jeho stabilita, kvalitativní parametry pro zpracování mlynáři a pekaři, a také nutriční kvalitativní parametry požadované bio spotřebiteli (Devíte et al. 2021). Samostatnou kapitolou je otázka efektivní kořenové soustavy odrůdy, která je v případě konvenčního šlechtění dle Janovská et al. (2018) zcela přehlížena.

Ve své studii napří Poniso (2015) uvádí, že šlechtění rostlin se stalo jedním z oborů zabývajících se porovnáním konvenčního a ekologického systémů hospodaření s cílem zvýšit výnos a kvalitu v ekologických podmínkách. Pro období od poloviny minulého století do počátku nového tisíciletí je charakteristický nedostatek šlechtitelského úsilí věnovanému nízkovstupovému a ekologickému hospodaření.

Jak poukazují Lammerts van Bueren et al. (2010), odhaduje se, že více než 95 % ekologické produkce bylo založeno na odrůdách plodin, které byly vyšlechtěny pro konvenční sektor, a proto postrádali důležité vlastnosti požadované pro ekologické a nízkovstupové pěstování rostlin. Vzhledem k tomu není potenciál ekologického zemědělství plně využit (Janovská et al. 2018, Kellermann 2020).

V poslední době se ale i v souvislosti se směřováním Společné zemědělské politiky šlechtitelé začínají zabývat šlechtěním odrůd v konvenčních či v ekologických podmínkách pro jejich využití v ekologickém zemědělství. Vyšlechtění adaptovaných odrůd má za cíl hrát klíčovou roli při navrhování systémů udržitelného hospodaření a stabilizace produkce a kvality biopotravin (Janovská et al. 2018; Le Champion et al. 2020).

Ne vždy ale šlechtění probíhá vhodným způsobem. Například Le Champion et al. (2020) a Rempelos et al. (2023) na základě porovnání odrůd ze šlechtitelských programů zaměřených na konvenční zemědělství a odrůd vyšlechtěných ve šlechtitelských programech cíleně zaměřených na ekologické (nízkovstupové) zemědělství, které pro pšenici v Evropě existují již více než 20 let, poukazují na nutnost revidovat jak šlechtitelské, tak selekční protokoly. Agronomické protokoly používané pro ekologickou produkci pšenice v severní a jižní Evropě se podstatně liší od protokolů používaných v intenzivní konvenční produkci, pokud jde o zpracování půdy, rotační plán, režimy hnojení a postupy ochrany plodin. Proto se předpokládá, že programy šlechtění plodin zaměřené na potřeby konvenčních zemědělských systémů poskytují odrůdy, které jsou nevhodné nebo postrádají základní vlastnosti potřebné v systémech ekologické produkce (Nuijten et al. 2017; Rempelos et al. 2023).

Ohledně potřebnosti a přínosnosti speciálního programu pro šlechtění rostlin pro EZ panují neshody. Janovská et al. (2018) uvádí na základě poznatků ze zahraniční praxe, že odrůdy vytvořené v podmínkách ekologického zemědělství reagují lépe na méně příznivé podmínky tohoto systému než odrůdy vyšlechtěné v konvenčních podmínkách hospodaření. Konvalina (2014) ale poukazuje na fakt, že některé špičkové moderní odrůdy, vyšlechtěné pro podmínky konvenčního zemědělství, reagují na ekologický způsob pěstování velmi dobře a jsou v něm schopné dosahovat vysokých výnosů i uspokojivé kvality produkce. Muellner et al. (2014) zmiňují, že šlechtění pro ekologické zemědělství a zemědělství s nízkými vstupy může těžit z vyšší účinnosti selekce dosažené kombinací údajů z ekologických a konvenčních pokusů. Specifické přizpůsobení daného regionu nebo země je však, jak dále uvádí, důležitější než přizpůsobení pěstitelskému systému a činí místní testování odrůdy nezbytným. Přímá selekce může být výhodná pro některé znaky, které jsou důležité hlavně na ekologicky obhospodařovaných polích, např. pokryvnost půdy, a to díky lepší diferenciaci v podmínkách s nízkými vstupy nebo bez nich. Autoři studie navrhuje, aby se komerčně udržitelný šlechtitelský program pro ekologické zemědělství a zemědělství s nízkými vstupy propojoval také informace z různých úrovní vstupů a z různých regionů.

Lze tedy konstatovat, že pro šlechtění odrůd pro EZ je klíčový jak místní zemědělský kontext, tak zvolené postupy obhospodařování. Oba tyto faktory jsou na sobě závislé a hrají významnou roli pro konečné vlastnosti sledované odrůdy. Jednou z možností, jak lze účinně vyšlechtit novou odrůdu pro ekologické zemědělství může být metoda participačního šlechtění (participatory breeding, PPB).

### **3.2.2.1 Metoda participačního šlechtění**

Princip vznikl počátkem 80. let jako reakce na kritiku neúspěšného výzkumu experimentálních stanic, který nenaplňoval potřeby chudých zemědělců v rozvojových zemích. PPB získala pozitivní uznání mezi sociálními vědci a agronomy spolupracujícími s nevládními organizacemi. Metoda vychází z přesvědčení, že zemědělci i profesionální šlechtitelé odrůd mají znalosti a dovednosti, které se mohou doplňovat kombinací účastníků (výzkumníků, šlechtitelů, zemědělců apod.) ve šlechtitelském procesu (popsán v další kapitole). PPB tak může být doplňkem konvenčního šlechtění. Při konvenčním šlechtění probíhá proces šlechtění pouze na šlechtitelské stanici. V rámci PPB se na šlechtitelské stanici odehrává šlechtění a na dalších částech se již podílí např. zemědělci vybírající nejvhodnější materiál je pro jejich způsob pěstování a lokalitu. Do šlechtitelského procesu mohou vstoupit hned na začátku po křížení

a musí na své farmě zvládnout náročnější fázi štěpení následných generací. Mohou se ale zapojit i později, kdy si již vybírají od šlechtitele menší počet kombinací z již štěpících generací (van Frank et al. 2020).

PPB je vhodnou metodou pro následnou ekologickou produkci plodin, protože využívá odborných znalostí zemědělců v celém procesu šlechtění, umožňuje výběr v kontrastních pěstitelských podmínkách a pomáhá rozvíjet místní a regionálně přizpůsobené odrůdy (Devīte et al. 2021). Ve světě je tato metoda typická zejména pro tropické oblasti, tak aby zemědělci nebyli závislí na dodávkách osiv ze zahraničí (Kucek 2017; Janovská et al. 2018). Slibné výsledky ale najdeme i v Evropě. Například v rámci PPB šlechtění ve Francii byl výnos zrna pšenice a obsah bílkovin u populací v čase a prostoru stabilnější než u odrůd z klasického systému šlechtění (van Frank et al. 2020).

### **3.2.3 Vznik odrůdy a systém certifikace osiv (v EZ)**

#### **3.2.3.1 Křížení**

Nejrozšířenější metodou šlechtění je u pšenice křížení. Pšenice je převážně samosprašná, s asi 1–4 % přirozeného křížového opylení, proto je nutné pro křížení vytvořit mateřské a otcovské rostliny. Metoda křížení spočívá v ponechání dobře vyvinutých klasů na vybrané mateřské rostlině. Tyto klasy obsahují klásky s kvítky, které se vykastrují odstraněním prašníků a zakryjí se izolátorem (např. sáček), aby nedošlo k náhodnému opylení. Do několika dní se opyluje vhodným pylem vloženým z prašníku jiné vybrané otcovské rostliny do kvítků mateřské rostliny a klas se opět zakryje až do doby dozrání obilky. Získaná semena tvoří F1 generaci, která je uniformní, protože se nově získaná genetická variabilita ještě neprojevuje. Po zasetí a dozrání této generace získáme v dalším roce jejich potomky, zrno generace F2, které se opět zaseje. Rostliny této generace se již vyznačují vysokou diverzitou nových kombinací genů (genotypů). Úkolem šlechtitele je vybrat potenciálně zajímavé genotypy rostliny a zaset je další rok. Tento proces se několik let opakuje až postupně dochází ke zúžení výběru a ustálení znaků nových genotypů (Graman & Čurn 1998; Acquaah 2020).

Základními metodami výběru je pozitivní výběr (např. nejvyšší a nejlepší klasy před sklizní pro výsev v dalším roce); výběr klasů, které se odlišují vlastností, kterou šlechtitel považuje za žádoucí (zkrácení délky stébla, délka osin); a negativní výběr (dochází k odstraňování nežádoucích rostlin v průběhu generace (např. nemocné, příliš krátké/dlouhé rostliny). Uvedené metody selekce se uplatňují dle fáze šlechtění a lze je i kombinovat (Janovská et al. 2018)

Na konci šlechtitelského procesu je jedna nebo několik málo nových kombinací (Graman & Čurn 1998; Acquaah 2020). Zatímco Chloupek (2008) uvádí, že vyšlechtění odrůdy trvá deset až dvacet let, dnes je toto období kratší. Např. Selgen (2021) uvádí, že genotypy, se kterými šlechtitelé pracují, najdou uplatnění v následujících pěti až deseti letech. I tak se ale jedná o časově náročný proces, při kterém je stále nutné sledovat nové trendy v pěstování, odhadovat směr budoucího vývoje, a zaměřit šlechtitelský cíl na vhodnost plodiny pro trh v budoucnosti. Přitom je třeba kriticky posoudit mnoho alternativ výchozího materiálu a šlechtitelských metod, odhadnout pravděpodobnost získání požadovaných výsledků a přiměřenost potřebných nákladů finančních, investičních i pracovních (Chloupek 2008).

### 3.2.3.2 Systém certifikace osiv (v EZ)

Dle zákona č. 408/2000 Sb., o ochraně práv k odrůdám rostlin lze ochranná práva udělit odrůdě, která splňuje podmínky: a) novosti, b) odlišnosti, c) uniformity, a d) stálosti.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848 ze dne 30. května 2018 o ekologické produkci a označování ekologických produktů specifikuje ekologickou odrůdu vhodnou pro ekologickou produkci. Je pro ni charakteristická vysoká míra genetické a fenotypové rozmanitosti mezi jednotlivými reprodukčními jednotkami a je výsledkem ekologických šlechtitelských činností.

Ekologické šlechtitelské činnosti jsou při produkci ekologických odrůd vhodných pro ekologickou produkci prováděny za ekologických podmínek a zaměřují se na posílení genetické rozmanitosti, důvěru v přirozenou reprodukční schopnost, agronomickou výkonnost, odolnost vůči chorobám a přizpůsobení se různým místním půdním a klimatickým podmínkám (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848).

Potenciální nové odrůdy pšenice jsou v Česku nejprve hodnoceny v rámci registračních pokusů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ). Po úspěšném ukončení těchto zkoušek je odrůda zaregistrována. Udržovatel nebo zmocněný zástupce může následně podat žádost o zařazení odrůdy do zkoušek pro Seznam doporučených odrůd (ÚKZÚZ 2023b). Na základě těchto zkoušek ÚKZÚZ je následně pod garancí Svazem ekologických zemědělců PRO-BIO každoročně vydáván Seznam doporučených odrůd pro ekologické zemědělství. Odbornou komisí jsou odrůdy rozděleny do tří kategorií. Předběžná doporučení získají odrůdy nově zařazené do zkoušek pro doporučování s nejméně tříletými výsledky zkoušení. Doporučení pak mají odrůdy zkoušené nejméně čtyři roky a splňující výchozí kritéria pro doporučení. Odrůdy ostatní jsou odrůdy, které nesplňují některé z výchozích kritérií pro doporučení. Výchozími kritérii pro hodnocení odrůd je zejména výnos zrna, jakost a další agronomické vlastnosti, jako je ranost, odolnost proti poléhání nebo odolnost vůči chorobám. Cílem tohoto seznamu je usnadnit orientaci v sortimentu nabízených odrůd a poskytnout pěstitelům a zpracovatelům objektivní a nezávislé informace o odrůdách (ÚKZÚZ 2023d). Dle metodického pokynu Ministerstva zemědělství České republiky došlo ke zpřísnění povolení použití konvenčního osiva. Povolení je nyní vydáváno, pouze pokud žádná odrůda druhu není registrována v databázi ekologických osiv. Použití jiné odrůdy bude povoleno v případě, že žádost je dostatečně podrobně a nezpochybnitelně odůvodněna (ÚKZÚZ 2023a).

Na každou šlechtitelskou linii, která se kvalifikuje jako nová komerční odrůda obilovin, připadá mnoho linií, které tuto kvalifikaci nesplňují. To může být způsobeno faktory, které jsou v ekologickém pěstování méně důležité (Tabulka 1 níže). Může se například stát, že linie s vynikajícími agronomickými vlastnostmi má příliš "měkký" lepek, aby se dobře uplatnila při průmyslovém pečení. Takové vyřazené linie představují cenné genetické zdroje, které mohou být případně vhodné pro ekologické pěstování, kde se větší část vyprodukované pšenice může používat pro domácí pečení nebo řemeslné pečení, kde je "silný" lepek méně důležitý (Løes et al. 2020).



**Tabulka 1: Rozdíly ve šlechtitelských cílech u pšenice jarní určené k pěstování v konvenčním a ekologickém zemědělství (Løes et al. 2020).**

Vlastnost	Význam v KZ	Význam v EZ
Raná pokryvnost půdy	+	++
Pevnost slámy	+++	+
Odolnost proti plísním	++	+
Odolnost proti skvrnitosti listu	++	+++
Efektivní příjem dusíku	+	+++
Požadovaná morfologie rostlin	krátká sláma, vzpřímená	dlouhá sláma, široké listy
Lepek vhodný pro průmyslové pečení	+++	+

### 3.2.4 Přehled úspěšných domácích a zahraničních odrůd

#### 3.2.4.1 Česko

Dle nejnovější ročenky Ekologického zemědělství z roku 2021 se Česká republika řadí mezi nejlepší země z pohledu podílu EZ na celkové zemědělské půdě, avšak dominantní podíl dlouhodobě na našem území zabírají trvalé travní porosty. V roce 2021 tvořily více než 448 tis. ha, tj. 80 % celkové výměry zařazené v EZ. Struktura užití půdy v EZ odpovídá zemědělské struktuře oblastí, ve kterých se EZ v ČR rozvíjí, tj. 90 % ekologicky obhospodařovaných ploch se nachází v horských a podhorských méně příznivých oblastech a v ekologickém režimu je více než 40 % chráněných území. V produkčních oblastech zůstává zastoupení EZ naopak na velmi nízké úrovni.

ČR má v rámci zemí EU nejvýraznější rozdíl ve struktuře užití půdy v EZ a zemědělství celkem. Patříme k zemím s nejvyšším procentem zornění, až 70 % zemědělské půdy tvoří orná půda, travní porosty pokrývají pouhých 28 % a necelá 2 % připadají na trvalé kultury. Ačkoliv v EZ dominují trvalé travní porosty, v posledních letech je patrný také pozitivní trend nárůstu ploch orné půdy. Ke konci roku 2021 tvořila orná půda téměř pětinu celkové výměry v EZ (102 800 ha), což je zatím nejvyšší dosažený podíl v historii vývoje.

V roce 2021 byly v Česku hlavními plodinami na orné půdě v EZ, stejně jako v předchozích letech, obiloviny (43% podíl) a píce (44% podíl). Nejčastěji pěstovanými obilovinami zůstávají pšenice a oves, společně zabírají 52 % celkové plochy obilovin v EZ. Pšenice setá se pěstovala na ploše téměř 11,5 tis. ha s průměrnými výnosy 3,2 t/ha (Ministerstvo zemědělství 2023b).

V Seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize, který vydává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, bylo k 15. červnu 2023 zapsáno 134 odrůd pšenice seté ozimé a 38 odrůd pšenice seté jarní (ÚKZÚZ 2023e). Oficiální databázi ekologických osiv taktéž vede ÚKZÚZ na základě pověření Ministerstva zemědělství České republiky podle následující legislativy:

Zákon č. 219/2003 Sb., o oběhu osiva a sadby, ve znění pozdějších předpisů,

Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, ve znění pozdějších předpisů a Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848.

Zatímco dříve byl v nabídce ekologicky certifikovaných osiv vyšší podíl jarní formy než ozimé (Konvalina & Moudrý 2008), dnes je to naopak. V databázi ekologických osiv najdeme k 5. září 2023 čtyřicet sedm odrůd pšenice ozimé pro ekologické zemědělství, a to sice Advokat,

Albertus, Angelus, Annie, Antonius, Aszita, Balitus, Bohemia, Bonanza, Butterfly, Centrurion, Diadem, Dromos, Einkorn, Elixer, Elly, Eurofit, Expo, Fakir, Farvento, Fenomen, Genius, Illusion, IS Agilis, Košútka, Lorien, Lukullus, Mercedes, Papageno, Penalta, Penelope, Pireneo, Poesie, Prim, Raduza, RGT Aktion, RGT Ritter, Rivero, Royal, Saturnus, Scaro, SU Astragon, Sultan, Tengri, Viriato, Wilejka a Wiwa. U pšenice jarní je to čtrnáct odrůd – Aranka, Astrid, Dafne, Granny, Hystrix, IS Jariella, Izzy, Kapitol, Ostka Smolicka, Registana, Rufia, SW Kadrij, Zuzana a Žura. K 19. lednu 2024 to už je pouze 8 odrůd JP (Astrid, IS Jariella, Izzy, Kapitol, Ostka Smolicka, Reflex, Registana a Rufia) a 15 odrůd OP (Annie, Butterfly, Centrurion, Expo, Illusion, IS Conditor, Lorien, Mercedes, Penelope, Prim, RGT Ritter, Royal, SU Astragon, Viriato a Wiwa) (ÚKZÚZ 2023c).

V Seznamu doporučených odrůd pro ekologické zemědělství pro rok 2023 se vyskytuje šest odrůd pšenice jarní – Eponia (jakostní skupina B, Selgen), Izzy (A, Selgen), Kabot (B, Strube Research GmbH & Co. KG, Německo), Kapitol (E, SECOBRA Recherches, Francie), Pexeso (A, Selgen), Registana (B, Selgen). U pšenice ozimé je to taktéž šest odrůd – Butterfly (E, Selgen), Illusion (A, Selgen), LG Orlice (B, Limagrain Erope S.A.S., Francie), Partner (B, Secobra Recherches, Francie), Sultan (A, Selgen), Wiwa (E, Getreidezüchtung Peter Kunz, Švýcarsko) (ÚKZÚZ 2023d).

#### **3.2.4.2 Slovensko**

Ústřední kontrolní a skúšobný ústav poľnohospodársky (ÚKSÚP) vydává Seznam registrovaných odrůd (Listina registrovaných odrůd), která k 5. září 2023 zahrnuje 156 odrůd pšenice ozimé a 13 odrůd pšenice jarní (ÚKSÚP 2023b). Na Slovensku není k dispozici seznam doporučených odrůd pro ekologické zemědělství tak jako v Česku. Existuje zde databáze bioosiv, kde jsou registrované druhy a odrůdy, které byly vypěstované na Slovensku dle pravidel EZ a jsou k dispozici provozovatelům EZ. Databáze bioosiv je zřízena na základě článku. čl. 1 a odst. 1 písm. 2 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848 ze dne 30. května 2018 o ekologické zemědělské výrobě a označování produktů ekologické zemědělské výroby a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 2018/2018 834/2007 a k 19. lednu 2024 obsahuje 3 odrůdy pšenice jarní – IS Jariella, IS Jarissa a Astrid (ÚKSÚP 2023a).

ÚKSÚP také vede celkovou statistiku o biosivech ve výročních zprávách. Ve výroční zprávě za rok 2022 je uvedeno, že v daném roce požádali o zařazení bioosiva pšenice seté do databáze bioosiv tři subjekty (OSIVO, a.s., Oseva, a.s. a SEMA HŠ s.r.o.), a šlo celkem o jednu odrůdu jarní pšenice IS Jarissa a pět odrůd pšenice ozimé – IS Casrier, IS Laudis, RGT Zornica, Midas a Rustic. Výroční zpráva dále uvádí, že nabídka bioosiv na Slovensku dlouhodobě nepokrývá poptávku provozovatelů. Za rok 2022 bylo přijato 574 žádostí o povolení použití neekologického osiva v EZ, které se týkalo 1 987 posouzení druhů a jejich odrůd. Z nich bylo povoleno 1 963 výjimek na osivo a při 24 žádostech o výjimku bylo rozhodnuto o nepovolení použití neekologického osiva (ÚKSÚP 2023c).

#### **3.2.4.3 Rakousko**

Rakouská agentura pro zdravotnictví a bezpečnost potravin GmbH (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, AGES) vydává Rakouský popisný seznam odrůd („Österreichische Beschreibende Sortenliste“), který k 1. dubnu 2023 obsahuje 75 odrůd ozimé pšenice a 7 odrůd jarní pšenice (AGES 2023).

V tomto dokumentu se dále uvádí, že v současné době ekologické farmy používají především odrůdy vyšlechtěné pro konvenční zemědělství. Cíle konvenčního šlechtění rostlin se v Rakousku částečně shodují s požadavky, které na odrůdy klade ekologické zemědělství. Až na výjimky (např. Laufener Landweizen) jsou novější odrůdy pro ekologické zemědělství také vhodnější než desítky let staré odrůdy nebo krajové odrůdy. Ty jsou často náchylnější k některým chorobám nebo již nesplňují očekávání odběratelů ohledně kvality. Výsledky pokusů provedených na ekologických farmách jsou zahrnuty do popisného seznamu odrůd.

Nejpěstovanější odrůdy pšenice ozimé v ekologickém zemědělství v Rakousku jsou Adamus, Arminius, Arnold, Aurelius (AT), Bernstein (CH), Capo (AT), Christoph, Edelmann, Ehogold, Exakt (NL), Laufener Landweizen (AT), Mandarin, Tilliko (D), Tillsano, Tobias. Z jarních odrůd jsou to Kärntner Früher (AT), Liskamm (CH).

V roce 2022 byla pšenice ozimá v Rakousku v systému ekologického zemědělství pěstována na 44 366 ha, tj. 18,4 % z celkové plochy oseté pšenicí ozimou, plocha jarní pšenice pěstované v EZ pak s 1 098 ha tvořila 34,8 % z celkové plochy oseté pšenicí jarní (AGES 2023).

Pro srovnání v roce 2023 v Česku byla pšenice v systému EZ pěstována na 11 419 ha, což je asi jen 1,5 % z celkové plochy oseté pšenicí v tomto roce (Ministerstvo zemědělství 2023b). Tyto rozdílné podmínky se zřejmě odráží i v odlišném přístupu k evidenci ekologického osiva. Zatímco český Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové neobsahuje termín „ekologické zemědělství“ a odrůdy jsou odděleně uvedeny zvlášť v Databázi ekologických osiv, Rakouský popisný seznam odrůd obsahuje sousloví „ekologické zemědělství“ sedmdesát osmkrát, přímo zmiňuje postup výběru vhodné odrůdy do tohoto systému a obsahuje popis některých vybraných odrůd.

#### **3.2.4.1 Německo**

Spolkový úřad pro odrůdy rostlin (Bundessortenamt) v Německu zveřejňuje Popisný seznam odrůd (Beschreibende Sortenliste), který je již přímo rozdělen do sekcí pšenice ozimá, pšenice ozimá pro EZ, pšenice jarní a pšenice jarní pro EZ. K 5. září 2023 je v seznamu 174 odrůd pšenice ozimé a pro EZ 47. Pšenice jarní je na tomto seznamu 31 odrůd a pro EZ 9 (Bundessortenamt 2023). Pšenice byla v roce 2022 v Německu pěstována na téměř třech milionech hektarech, z toho 165 tis. ha je v ekologickém režimu (tedy asi 5,5 % plochy) (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2023, Statista 2023),

#### **3.2.4.1 Polsko**

Polský Seznam odrůd polních plodin (Lista odmian roślin rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce) je vydáván Ústředním výzkumným ústavem pro odrůdy plodin (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych) (COBORU 2023a).

K 5. září 2023 je na seznamu pšenice ozimé 148 odrůd a 49 odrůd pšenice jarní (COBORU 2023c). Výsledky zkoušení ekologických odrůd pak obsahují 16 odrůd pšenice ozimé (COBORU 2023b) a 11 odrůd pšenice jarní (COBORU 2023c). Plocha pšenice 2,2 milionu ha v roce 2023 (Dreczka 2023).

Situaci s dostupností odrůd nelze vnímat pouze v rámci vnitřního prostředí jednotlivých států, ale i na úrovni Evropské unie. Jedním z projektů EU, který se mimo jiné zabývá právě dostupností odrůd pro ekologické zemědělství je projekt Ecobreed.

### 3.2.4.2 Projekt Ecobreed

Tento projekt je financován Evropskou unií a spadá pod rámcový program EU HORIZONT 2020 (H2020) do sekce Společenské výzvy II - Potravinové zabezpečení, udržitelné zemědělství, mořský výzkum a bioekonomika (Societal Challenges II - Food security, sustainable agriculture and forestry, marine, maritime and inland water research, and the bioeconomy).

Cílem projektu je zvyšování efektivity a konkurenceschopnosti ekologického šlechtění plodin. Předmětem projektu je zlepšit dostupnost osiva a odrůd vhodných pro ekologickou produkci a produkci s nízkými vstupy. Konkrétně jde o čtyři druhy plodin, vybrané pro jejich potenciální přínos ke zvýšení konkurenceschopnosti ekologického sektoru, tj. pšenici setou, brambory, sóju a pohanku obecnou.

Ecobreed má za cíl vyvinout (a) metody, strategie a infrastrukturu pro ekologické šlechtění, (b) odrůdy s vyšší kvalitou, účinnějším využíváním živin a vyšší odolností vůči stresu a (c) zdokonalit metody produkce vysoce kvalitního ekologického osiva. Součástí je také snaha blíže identifikovat vlastnosti a kombinace vlastností odrůd vhodných pro ekologické zemědělství a extenzivní systém hospodaření (s nízkými vstupy práce, kapitálu a hnojiv a s nižšími výnosy) (CORDIS 2023).

Projekt Ecobreed byl Evropskou komisí označen jako strategicky důležitý projekt pro dosažení cílů stanovených v nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848. Nové nařízení usiluje mimo jiné o lepší přístup k ekologickému osivu na trhu a větší heterogenitu nabídky. V současné době je nabídka ekologického osiva v EU s vysokou úrovní genetické a fenotypové rozmanitosti omezená. Tato rozmanitost je důležitým faktorem úspěšného vývoje v oblasti ekologického zemědělství, což je v kontrastu s osivářskými postupy v konvenčním zemědělství, kde je vyžadován vysoký stupeň homogenity osiva. Projekt je zaměřen na zlepšení a dostupnost ekologického osiva a odrůd prostřednictvím rozsáhlého fenotypování a šlechtitelských činností s podporou rozsáhlé školícího programu, který usnadní rychlý přenos technologií z projektu (zdokonalené genotypování a fenotypování) do komerční praxe. Důležitou součástí projektu je participativní šlechtění rostlin (participatory breeding, PPB), které vědcům umožňuje zlepšit konvenční šlechtění tím, že zemědělcům nabídnou možnost vybírat, vyvíjet a vytvářet odrůdy, které nejlépe vyhovují jejich potřebám, agronomickým požadavkům a pedoklimatickým podmínkám (Devíte et al. 2021).

Dle grantové smlouvy číslo 771367 bylo pro projekt Ecobreed pro období 1.5. 2018 – 29.2. 2024 vyčleněno celkově 6,2 milionů EUR, z toho EU přispívá 5,7 miliony. Koordinátorem tohoto projektu je Kmetijski Institut Slovenije (Zemědělský Institut Slovinsko). Na projektu Ecobreed se podílí celkově dvacet šest členů z patnácti zemí a tří kontinentů. Pokud je seřadíme dle výše podpory EU, na prvním místě je Česko (s grantem 831 tis. EUR), dále pak Spojené království Velké Británie a Severního Irska (621 tis. EUR), Rakousko (584 tis. EUR), Maďarsko (411 tis. EUR), Srbsko (399 tis. EUR), Německo (362 tis. EUR), Itálie (310 tis. EUR), Slovensko (280 tis. EUR), Španělsko (270 tis. EUR), Polsko (222 tis. EUR), Rumunsko (190 tis. EUR), Slovinsko (76 tis. EUR), Řecko (49 tis. EUR), Spojené státy americké (0 EUR) a Čína (0 EUR).

Za Česko zde hrají roli tři členové – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. (359 tis. EUR), PRO-BIO, obchodní společnost, s. r. o. (280 tis. EUR) a Selgen, a. s. (191 tis. EUR) (CORDIS 2023).

### 3.2.5 Znaký a vlastnosti odrůd

#### 3.2.5.1 Ovlivňující výnos zrna – kvantitativní parametry

Výnos nejvíce ovlivňují půdně-klimatické podmínky lokality, předplodina a termín setí. Kvalitní, úrodná půda a dlouhodobě zavedený osevní postup s vyšším podílem zlepšujících plodin jsou základním předpokladem pro dosažení vysokého výnosu (ÚKZÚZ 2023d). Tvorba výnosu je ovlivněna agrotechnickými zásahy, ale i volbou vhodné odrůdy. Na jednotlivé pěstební zásahy reagují odrůdy odlišně. Je třeba aplikovat zásahy s přihlédnutím na aktuální vývojovou fázi rostliny a zohledňovat ranost. Indikátorem rychlosti vývoje rostlin je tvorba vzrostného vrcholu. Důležitý je také správný výpočet výsevku (Horčíčka et al. 2017).

Menší hustota porostu vytváří mikroklima nepříznivé pro šíření patogenů. Infekční tlak houbových chorob je v porostech v režimu ekologického pěstování obecně nižší než v konvenčně vedených porostech, což se potvrdilo i v odrůdových pokusech (ÚKZÚZ 2023d). Pro tvorbu výnosotvorných prvků je důležité chladnější počasí s častými dešťovými přeháňkami v době intenzivního růstu (sloupkování), při tvorbě klasu a zrna (Konvalina & Moudrý 2008). Při ekologickém systému pěstování ozimých obilovin je dostupnost dusíku během sloupkování hlavním faktorem omezujícím výnos (Le Campion et al. 2020).

Výnos zrna pšenice je tvořen komplexem tří výnosotvorných prvků - počtem klasů na jednotku plochy, počtem zrn v klasu a hmotností tisíce zrn (HTZ) (Konvalina & Moudrý 2008; Horčíčka et al. 2017; Xhulaj et al. 2020).

#### Počet klasů na jednotku plochy a počet zrn v klasu

Výnos pšenice je lineárně závislý na počtu zrn na jednotku plochy a je výrazně ovlivněn plodností klásků. Počet plodných klásků (a také jednotlivých kvítků v klásku) v době metání vykazuje významnou pozitivní korelaci s následným počtem zrn v klásku při zralosti, i pod vlivem následných rozdílných podmínek (Zhu et al. 2019). Zhang et al. (2021) uvádí, že zkrácení fotoperiody a přihnojení dusíkatými hnojivy může vést k lepšímu přežívání kvítků a snížením úmrtnosti kvítků v době metání. Guo and Schnurbusch (2015) uvádí, že je odnožování rozhodujícím faktorem pro výnos pšenice. Je regulováno genotypově, ale je také ovlivňováno prostředím. Odnožování úzce souvisí s výnosem pšenice, protože se podílí na výsledném počtu zrn a hmotnosti zrna. Nadměrný počet odnoží může u pšenice vést ke snížení výnosu, protože některé odnože soutěží o asimiláty s hlavním stonkem, ale odumírají před dosažením fyziologické zralosti a nepřispívají tak ke konečnému výnosu zrna. Naopak nízký počet klasů zase může vést ke ztrátě výnosu kvůli sníženému počtu klásků a zrn. Ačkoli se hmotnost zrna může v tomto případě zvýšit, nestačí to na kompenzaci ztráty způsobené snížením počtu odnoží.

Nárůst biomasy je důležitým cílem pro zvýšení výnosového potenciálu pšenice, zásadní je ale také identifikace fyziologických znaků pro maximalizaci indexu sklizně (harvest index, HI) Jedná se o poměr hmotnosti sklizeného produktu k celkové hmotnosti rostliny v procentech. Biomasa nahromaděná před fází plnění zrna je rozdělena mezi kořeny, listové pletivo, listové pochvy, stonky a klásky, což vede k soutěži o asimiláty mezi rostlinnými orgány. Během fáze prodlužování stonku se růst stonku a klásku překrývá, což ovlivňuje přísun asimilátů do klásku, který určuje přežívání kvítků a konečný počet zrn v klásku (Rivera-Amado et al. 2019).

Zhu et al. (2019) ve své studii uvádí, že opožděný výsev pšenice ozimé má pozitivní vliv na počet zrn v klásku. Zlepšuje schopnost klásků získat asimiláty, protože podporuje zvýšení

hladiny hormonů, které mobilizují asimiláty do klásků, naopak snižuje hladinu hormonů, které inhibují tok asimilátů do klásků, a zvyšuje poměr jejich obsahu mezi klásky a stonky.

Počet zrn na klas a počet klasů na jednotku plochy (ha) se stabilně zvyšuje díky rychlému vývoji genomiky (obor genetiky zabývající se studiem genomů) pšenice (Wang et al. 2023). Vhodný počet klasů na metr čtverečný je v ekologickém zemědělství např. pro jarní pšenice dle Konvaliny et al. (2012) 400–800 klasu.

### **HTS (g)**

Hmotnost tisíce semen (HTS), někdy také hmotnost tisíce zrn (HTZ), je klíčovým faktorem pšenice (Li et al. 2022a). Rychlost plnění zrn můžeme rozdělit do tří fází – období postupného, rychlého a pomalého plnění (Wang & Shangguan 2015). Nejvýznamnější je období rychlého plnění, ke kterému dochází po kvetení pšenice, při kterém je akumulace sušiny zrna nejvyšší a tvoří 52–57 % hmotnosti zralého zrna (Distelfeld et al. 2014).

Předchozí studie prokázali, že zvýšení HTS účinně zvyšuje výnos (Qin et al. 2015; Duan et al. 2020; Wang et al. 2023). HTS je vlastnost regulovaná několika různými geny se stabilním fenotypem a střední až vysokou dědičností (0,6–0,8); je však vysoce náchylná k environmentálním faktorům (Miao et al. 2022). Zejména teplota podstatně ovlivňuje fenologický vývoj pšenice, rychlost plnění zrna a dobu jeho trvání (Li et al. 2022c). Vyšší teploty urychlují růst a vývoj pšenice, zkracují vegetativní fázi růstu a snižují akumulaci sušiny ve vegetativních orgánech před obdobím kvetení (Juknys et al. 2017). Dle Zhao et al. (2007) plnění zrna vyžaduje sumu teplot přibližně 700 růstových denostupňů. Rychlost plnění zrn se sice mírně zvyšuje s teplotou, ale nekompensuje zkrácení období plnění zrna. Toto období se zkracuje, pokud je okolní teplota během této fáze obzvláště vysoká (při teplotách mezi 20 °C a 30 °C). Při teplotách nad 30 °C se rychlost plnění zrn také částečně zpomaluje v důsledku tepelného poškození rostlinných orgánů a zrychleného stárnutí pletiv (Lobell et al. 2012; Wang et al. 2023).

Vhodný termín setí je proto důležitým nástrojem k vyhovujícímu načasování, délce a trvání reprodukčních fází růstu pšenice, podporuje odnožování a fotosyntézu. Má vliv na transport živin, vývoj pšenice, a tedy na akumulaci hmotnosti zrna (Wahid et al. 2017; Liu et al. 2021; Dueri et al. 2022). Příliš časná nebo příliš pozdní setí však snižuje rychlost plnění zrna a dobu trvání a snižuje HTS (Shukla et al. 2022). Jak poukazuje Wang et al. (2023), dřívější studie se zaměřovaly spíše na vliv změny klimatu na celkový výnos zrna, ale nezkoumaly jeho vliv přímo na HTS. Přitom právě HTS je klíčovým faktorem potenciálu celkového výnosu zrna a budoucí adaptability na klima (Zhao et al. 2016; Shew et al. 2020). Vhodná HTS je v ekologickém zemědělství pro jarní pšenice dle Konvaliny et al. (2012) 41 až více než 51 g.

#### **3.2.5.2 Ovlivňující kvalitu zrna - kvalitativní parametry**

Pro pekařský průmysl jsou kvalita škrobu vyjádřená číslem poklesu, obsah bílkovin a technická kvalita bílkovin měřená objemem sedimentace důležitými charakteristikami pro posouzení, zda je daná odrůda použitelná pro výrobu chleba (Løes et al. 2020).

Norma ČSN 46 1100–2 o pšenici potravinářské stanovuje požadavky na zrno pšenice jako zemědělského výrobku určeného k mlýnskému zpracování. Za pšenici potravinářskou se považují zralé obilky pšenice seté u odrůd, které jsou registrovány podle jejich odpovídající pekárenské nebo pečivárenské jakosti v Seznamu registrovaných odrůd pšenice seté, jež je uveden ve Státní odrůdové knize České republiky.

**Tabulka 2: Hodnoty jakostních ukazatelů**

Jakostní ukazatele	Pšenice pekárenská	Pšenice pečivárenská
vlhkost v % ( <i>m/m</i> )	nejvýše 14,0	nejvýše 14,0
objemová hmotnost v kg/hl	nejméně 76,0	nejméně 76,0
obsah N-látek v sušině ( $N \times 5,7$ ) v % ( <i>m/m</i> )	nejméně 11,5	nejvýše 11,5
sedimentační index – Zelenyho test (SEDI test) v ml	nejméně 30	nejvýše 25
číslo poklesu (ze zkušební vzorku o hmotnosti 7 g) v s	nejméně 220	nejméně 220

**Obsah dusíkatých látek a bílkovin**

Cílem udržitelného rozvoje zemědělství je zvýšit produkci rostlinných bílkovin (Tomczyńska-Mleko et al. 2022). Reynolds & Braun (2022) poukazují na fakt, že celková průmyslová kvalita pšenice se v rámci procesu šlechtění obecně zlepšila, a to i navzdory nevyhnutelnému poklesu koncentrace bílkovin v zrně při zvyšování výnosu. Narůstající obsah dusíkatých látek má pozitivní vliv na povahu těsta a objem pečiva. Obsah dusíkatých látek je ovlivněn úrovní dusíkatého hnojení, půdně-klimatickými podmínkami lokality a předplodinou (ÚKZÚZ 2023f).

Tomczyńska-Mleko et al. (2022) uvádí, že existuje několik výzkumných prací zabývajících se vlivem pěstování pšenice předplodiny na obsah bílkovin a lepku. Některé z nich jsou protichůdné, což je pravděpodobně způsobeno složitostí pěstitelského procesu. Thomsen et al. (2012) uvádí, že předplodiny a mezplodiny mají obecně mnohem menší vliv na bílkoviny než na výnos zrna. Jankowski et al. (2015) zjistili, že výběr předplodin nemá významný vliv na obsah bílkovin v zrně pšenice. Kvalita bílkovinného komplexu, včetně lepku glutenu, byl vyšší v zrně pšenice pěstované po olejninách než v zrně ozimé pšenice, která byla pěstována po sklizni pšenice pěstované v monokultuře.

Krejčířová et al. (2007) a Tomczyńska-Mleko et al. (2022) popisují, že odrůdy pšenice z ekologického zemědělství se vyznačovaly výrazně vyšším podílem nutričně hodnotných albuminů a globulinů než odrůdy pěstované v konvenčním zemědělství. V obou systémech hospodaření bylo nejvyšší procento vysokomolekulárních gluteninů zjištěno u odrůd z jakostní skupiny E (elitní, nejkvalitnější odrůdy), zatímco odrůdy z jakostní skupiny C (pšenice nevhodná pro výrobu chleba) dosáhly nejvyššího procenta zbytkových albuminů a globulinů. Tomczyńska-Mleko et al. (2022) ve svém pokusu zmiňuje, že obsah bílkovin byl vyšší u všech ekologicky pěstovaných jarních pšenic než u jarní pšenice pěstované v konvenčním systému.

Obsah bílkovin se stanoví jako Kjeldahl-N a celkový obsah dusíku se vynásobí 6,25, aby se získal obsah bílkovin, za předpokladu standardní koncentrace N 16 % v obilných bílkovinách ( $100/16 = 6,25$ ). Celkový N v zrnech bývá měřen pomocí infračervené propustnosti s Infratec 1241 Grain Analyzer (Løes et al. 2020).

**Číslo pádu (s)**

Metoda stanovení čísla pádu (někdy také číslo poklesu, Falling number, FN) je fyzikální zkouškou, která zjišťuje viskozitu směsi šrotu a vody procházející želatinací a hydrolýzou za přísně kontrolovaných podmínek přípravy směsi, míchání a zahřívání (Delwiche et al. 2020). Toto měření poskytne hodnocení kvality pšenice z hlediska schopnosti škrobu bobtnat

a absorbovat vodu ve své složité struktuře, stavu endospermu semene, zejména s ohledem na integritu škrobu a enzymu  $\alpha$ -amylázy, který má svou úlohu při dozrávání zrna a rozkladu škrobu (Ral et al. 2016; Delwiche et al. 2020).

Číslo pádu určuje poškození zásobních látek endospermu hydrolytickými enzymy syntetizovanými v zrně v důsledku procesu klíčení. Je ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání a sklizně, tendence ke snižování čísla poklesu je odrůdově odlišná. Mouky s velmi nízkým číslem poklesu vytvářejí lepkavé a mazlavé těsto a chléb. Mouky s vysokým číslem poklesu mají příliš nízkou aktivitu alfa amylázy a sklon vytvářet suché těsto i malý objem výrobku (ÚKZÚZ 2023f).

Poškození škrobu amylázovými enzymy aktivovanými nástupem klíčení zrn negativně ovlivňuje schopnost škrobu bobtnat. Některé formy enzymu  $\alpha$  – amyláza hrají klíčovou roli při tzv. předsklizňovém porůstání (klíčení zrna v klasech). Jedná se o genetickou vadu, při níž zrno klíčí již před sklizní. Tato vada je obvykle vyvolána deštivým počasím v době, kdy zrno dosáhne zralosti, a má za následek vážné ztráty. Během porůstání se vylučuje soubor degradačních enzymů, které se podílejí na klíčení, včetně formy enzymu  $\alpha$  – amyláza. Amylázy aktivované počátkem klíčení budou při výrobě těsta pokračovat v rozkladu škrobu. Tudíž i malý objem zrn s nízkým číslem poklesu (a vysokou enzymatickou aktivitou  $\alpha$  – amyláz) může snížit kvalitu pečení zbytku celé várky pšenice s vysokým číslem poklesu či způsobit ztrátu funkčnosti pro konečné použití, jako jsou pekařské výrobky (Ral et al. 2016; Løes et al. 2020).

Vzhledem k souvislosti mezi degradačními enzymy a sníženou kvalitou mouky se předpokládalo, že vysoké hladiny  $\alpha$  – amyláz v zrně, bez ohledu na formu nebo zdroj, snižují kvalitu pečení. Vzhledem k tomu, že FN je test jednoduchou náhradou za měření celkové  $\alpha$ -amylázy, vzorky s nízkým skóre (pod 250 s) jsou zařazeny do nižší kategorie (Ral et al. 2016).

Navzdory tomu, že obilí s nízkým číslem poklesu bývá zařazeno do nižší kategorie a vyloučeno, pekaři již dlouho využívají přídatek  $\alpha$  – amyláz buď ve formě sladové mouky, nebo moderních komerčních produktů a enzymových přípravků. Obilí s nedostatečným množstvím  $\alpha$ -amylázy, obvykle FN vyšší než 400 s, poskytuje chléb se špatnou bochníkovou chutí, pokud se do receptury nepřidá  $\alpha$ -amyláza, aby se snížil objem chleba (Posner a Hibbs 2005; Ral et al. 2016). Enzymatická transformace moučného těsta je v moderních pekárnách běžným jevem (Sanz-Penella et al. 2014; Ral et al. 2016).

### **Zelenyho sedimentační test**

Charakterizuje množství lepku a jeho bobtnací schopnost. Pozitivně koreluje s obsahem dusíkatých látek v sušině a objemem pečiva. Je výrazně odrůdově založený (ÚKZÚZ 2023f). Úroveň Zelenyho sedimentačního testu je silně geneticky vázaná, ale také významně ovlivněná zásobeností dusíkem (ÚKZÚZ 2023d).

Zelenyho sedimentační test slouží pro hodnocení jednoho z faktorů určujících jakost pšenice, který ovlivňuje pekařskou sílu mouky a posuzuje vhodnost mouky pro pečení chleba. Sedimentační index je číslo udávající objem sedimentu v mililitrech, který se získá ze zkoušené mouky připravené z pšenice v roztoku kyseliny mléčné a propan-2-olu. Podstata testu je založena na schopnosti bílkovin mouky bobtnat v kyselém prostředí. Ze zkoušené mouky, připravené z pšenice za přesně stanovených podmínek mletí a prosévání, se připraví suspenze ve výše uvedeném roztoku. Po určené době protřepávání a klidu se stanoví objem sedimentu vzniklého sedimentací částeczek mouky (ČSN EN ISO 5529).



Bílkoviny ze zrn se silnými lepkovými složkami více nabobtnají, a proto se získá větší objem sedimentu. Objem se však také zvyšuje s vyšším obsahem bílkovin. Proto mohou specifické hodnoty vydělené obsahem bílkovin poskytnout další informace o kvalitě lepku (Løes et al. 2020).

### **Obsah lepku**

Várky pšeničných zrn s podobným obsahem bílkovin se mohou následně výrazně lišit z hlediska kvality chleba, který by měl účinně kynout, a i po upečení si zachovávat formu. To do značné míry závisí na kvalitě bílkovin, která je závislá jak na množství lepkových bílkovin v celkové bílkovině, tak na schopnosti tohoto lepku vytvořit stabilní síť, díky níž chléb zůstane po upečení nakynutý. Bez takové sítě se oxid uhličitý produkovaný kvasnicemi během kynutí těsta uvolňuje, což má za následek těžký chléb. Šlechtění pšenice pro průmyslové pečení znamená podporovat přítomnost některých složek lepku, zatímco jiným složkám je třeba se vyhnout.

Při moderním průmyslovém pečení si těsto musí udržet stále vlastnosti v průběhu času a musí vydržet náročné mechanické zpracování. Cílem šlechtění jsou tak moderní odrůdy se "silným" lepkem. Pro řemeslné pečení, kde se pekař může seznámit s různými šaržemi mouky a přizpůsobit postup pečení podle vlastností dané várky mouky, mohou být odrůdy s méně silným lepkem velmi zajímavé, zejména pro jedince, kteří hůře snášejí průmyslové chlebové produkty (Løes et al. 2020).

Odrůdy současného sortimentu pšenice jsou jakostně prověřovány v Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském v Brně. Výsledkem obsáhlých rozborů je zařazení odrůdy do skupiny pekařské jakosti: E – pekařsky elitní, A – kvalitní, B – chlebová, C – pekařsky nevhodná (Česká technologická platforma pro potraviny 2016).

### **Objemová hmotnost (g/l)**

Je udávána jako poměr hmotnosti zkoušené obiloviny k objemu, který zaujímá po volném nasypání do nádoby za přesně stanovených podmínek (ČSN 46 1100-1, Část 1).

Jedná se o ukazatel mlynářské jakosti, který souvisí s výtěžností mouky. Závisí na podmínkách ročníku, zdravotním stavu, polehlosti porostu a odrůdě. Při přemoknutí zralého zrna rychle klesá (ÚKZÚZ 2023f). Objemovou hmotnost nejvýznamněji ovlivňuje teplota. Vyšší teploty v období června a července mají negativní vliv. Delší působení vyšší teploty v období tvorby zrna urychluje stárnutí asimilačního aparátu horní části rostliny. Následkem je nižší množství asimilátu přivedených do zrna, což se projeví snížením objemové hmotnosti zrna (Burešová et al. 2009).

#### **3.2.5.3 Postup výběru vhodné odrůdy do EZ**

Výběr vhodné odrůdy je jedním z významných agronomických opatření, jak docílit zdravého porostu, snížit množství použitých prostředků na ochranu rostlin v agroekosystému a dosáhnout dobré efektivity pěstování (Horčíčka et al. 2017).

Šarapatka & Urban (2006) doporučují při výběru odrůdy využít poznatků nejbližších odrůdových zkušeben nebo dobrých ekologických pěstitelů hospodařících v obdobných podmínkách. Přednost mají odrůdy s vysokou HTZ nebo celkovou hmotností klasu. Odrůdy, které dosahují dobrého výnosu především vysokou hustotu porostu (více odnožující) nejsou vhodné, protože lze předpokládat horší růstové podmínky a tím i větší redukci založených

odnoží. Podle chorob převažujících v naší oblasti vybíráme odrůdy rezistentní (zvláště proti ržím, braničnatce, fusáriím a padlí).

Normy ekologického zemědělství zakazují používání (a) minerálních dusíkatých (N), chloridu draselného (KCl) a vodorozpustných fosforových (P) hnojiv a (b) syntetických chemických přípravků na ochranu plodin, včetně insekticidů, akaricidů, fungicidů, herbicidů, regulátorů růstu rostlin a chemikálií pro dezinfekci půdy. Nabídka rostlinám dostupného dusíku je proto považována za primární faktor omezující produktivitu v ekologické produkci plodin, zejména u druhů plodin, které mají vysokou poptávku po dusíku a/nebo nízkou efektivitu využití dusíku (např. pšenice a brambory). Přibývá důkazů, že dostupnost N neovlivňuje pouze růst rostlin a výnos plodin, ale také expresi mechanismů rezistence a nutriční parametry kvality plodin (Bilsborrow et al. 2013; Rempelos et al. 2023).

Režimy hnojení v systémech ekologického zemědělství jsou z velké části založeny na pravidelných vstupech organických hnojiv (např. hnůj a komposty) a na zařazení leguminóz do osevního postupu (Rempelos et al. 2021), protože jsou významným zdrojem živin, zejména dusíku pro následnou plodinu. Velkým problémem v EZ je pak absence regeneračního hnojení ledkovými hnojivy na jaře, kdy mají ozimé plodiny velkou potřebu dusíku pro obnovení růstu, ten ale není pohotově dostupný. Proto by odrůda určená do ekologického zemědělství měla mít schopnost obnovit růst i v horších podmínkách a současně být tolerantní k vláčení porostu, které v jarním období napomůže urychlení mineralizace organické hmoty v půdě (Janovská et al. 2018). Při výběru odrůd je také dobré zvažovat nejen jejich odolnost k mrazu, ale i citlivost na délku dne, a zároveň vybírat odrůdy registrované nebo odzkoušené v podmínkách ČR (Prášil et al. 2021).

Pravidla v oblasti bioosiv a ekologického rozmnožovacího materiálu jsou dána evropskou legislativou ekologického zemědělství. Konvenční rozmnožovací materiál je možné použít pouze v případě, že rozmnožovací materiál určený do EZ není na trhu dostupný. Pokud nelze použít tento materiál, preferuje se používání rozmnožovacího materiálu z přechodného období na ekologické zemědělství a teprve poté konvenčního rozmnožovacího materiálu. Konvenční rozmnožovací materiál nesmí být ošetřen nepovolenými látkami (Ministerstvo zemědělství 2023a).

### **Struktura porostu, výška rostlin**

Studie porovnávající odrůdy pšenice ozimé ukázaly, že konkurenceschopnost odrůd obilovin vůči plevelům závisí na hustotě porostu a morfologických vlastnostech jednotlivých odrůd, jako je rychlost růstu, délka stonku, počet klasů, plocha listů a úhel nasazení listů, jakož i na jejich alelopatických vlastnostech (Feledyn-Szewczyk et al. 2017). Feledyn-Szewczyk et al. (2020) dále uvádí, že porosty jarní pšenice s menší hustotou rostlin jsou náchylnější k napadení plevely. Mason et al. (2008) označuje výšku porostu jako znak, který nejvíce souvisí s pozitivní výkonností konvenčních odrůd pšenice v podmínkách zaplevelení. Nizozemští ekologičtí zemědělci si podobně cení vlastností jarní pšenice, které přispívají k potlačení plevelů, a mezi něž řadí vzcháživost, silný raný růst, hustotu a délku porostu a také toleranci k intenzivnímu vláčení (Osman et al. 2016).

Do moderních odrůd pšenice byly zavedeny geny pro polozakrslé odrůdy, které snižují riziko poléhání a zvyšují sklizňový index (Rempelos et al. 2020). V ekologických systémech však nepoužívání minerálních N-hnojiv vede k podstatně nižšímu výskytu poléhání, ale také ke

snížení obsahu bílkovin (Rempelos et al. 2018). Ekologičtí zemědělci proto často volí odrůdy s delším stéblem, protože délka stébla také mnohdy pozitivně koreluje s odolností vůči septorióze, konkurenceschopností vůči plevelům a obsahem bílkovin (Lammerts van Bueren et al. 2010; Mayer et al. 2015).

Rempelos et. al. (2020) uvádí, že délka stonku může hrát roli i v zásobách sušiny stonku a jejím přemístování během plnění zrna ve stresových podmínkách, jako je např. ve vlhkém studeném ročníku. Delší odrůdy v rámci jeho studie měly vyšší obsah bílkovin v zrna, což může souviset s vyšší délkou stonku, na kterou se zaměřují ekologické šlechtitelské programy. Naproti tomu šlechtitelské programy zaměřené na konvenční zemědělství selektují na vysoké výnosy při vysokých dávkách minerálních hnojiv, a proto se zaměřují na kratší stonky kvůli vyššímu riziku poléhání při použití vysokých dávek minerálních N látek.

Rempelos et. al. (2020) vypočítávají, že šlechtitelské a selekční režimy používané pro ekologické odrůdy pšenice na výrobu chleba často vytvářejí odrůdy s (1) delší slámou, o níž je známo, že pozitivně koreluje s lepší tolerancí vůči septorióze i s obsahem bílkovin (Dotlačil et al. 2011); (2) vysokou odolností vůči septorióze, rzi a padlí, (3) vysokým výnosem a příjmem živin z organických hnojiv a (4) vysokým obsahem bílkovin a kvalitou chleba (Crespo-Herrera & Ortiz 2015; Lammerts van Bueren et al. 2010).

Hodnocení agronomických vlastností, kvality zrna, pekařské kvality a sensorických vlastností ukázalo, že moderní odrůdy poskytují vyšší výnos zrna, mají silnější slámu, menší riziko poléhání a poškození klíčením před sklizní a lepší kvalitu zrna. Tento výsledek je v souladu s několika dalšími studiemi šlechtitelského pokroku u pšenice jarní (Løes et al. 2020).



Obr. 3: Jednořádkové parcelky s liniemi, Stupice (vlastní foto, červenec 2022)

## 4 Metodika

### 4.1 Design pokusu

Výzkumná část této práce proběhla ve spolupráci se šlechtitelskou společností Selgen, a.s. Na základě vlastních zjištěných dat a dat získaných z víceletých polních pokusů v letech 2021 až 2023 na stanicích ve Stupicích (ST), Uhříněvsi (UHRI), Úhřeticích (UHRE) a Domanínku (DO) byly porovnány odrůdy zařazené do mezinárodního projektu Ecobreed.

### 4.2 Charakteristika lokalit a průběh počasí

Šlechtitelská stanice Stupice společnosti Selgen, a.s. se nachází v okrese Praha-Východ ve Středočeském kraji (VÚMOP 2022b). Výzkumná stanice Praha-Uhříněves je pracovištěm Katedry rostlinné výroby Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze (Česká zemědělská univerzita v Praze 2021). Šlechtitelská stanice Úhřetice také spadá pod společnost Selgen, a.s. a nachází se v okrese Chrudim v Pardubickém kraji (VÚMOP 2022c). Zemservis zkušební stanice Domanínek, s.r.o. (dále jen Domanínek) se nachází v obci Bystřice nad Perštejnem v okrese Žďár nad Sázavou na Vysočině (ÚKZÚZ 2023d).

Tabulka 3: Charakteristika jednotlivých pokusných lokalit

Místo	Zemědělská oblast	Nadm. výška (m n.m.)	Klimatický region	Dlouhodobá průměrná teplota (°C)	Dlouhodobý průměrný úhrn srážek (mm)	Půda	Výnosnost lokality
DO	bramborářská	550	7 - mírně teplý, vlhký	6 - 7	650 - 750	kambizem	produkčně málo významné
ST	řepařská	300	2 - teplý, mírně suchý	8 - 9	500 - 600	hnědozem	velmi produkční
UHRE	řepařská	250	3 - teplý, mírně vlhký	8 - 9	550 - 650	černozem	vysoce produkční
UHRI	řepařská	300	2 - teplý, mírně suchý	8 - 9	500 - 600	hnědozem	velmi produkční

\*Stupice, Uhříněves (VÚMOP 2022b), Úhřetice (VÚMOP 2022c), Domanínek (VÚMOP 2022d)



Obr. 4: Pokusné lokality (Mapy.cz 2024)

Níže je uveden přehled meteorologických údajů z meteostanic ve Stupicích (hodnoty jsou orientační také pro nedalekou Uhříněves) a v Domanínku během sledovaného období vždy mezi prvním zářím jednoho roku a prvním zářím roku následujícího.

**Tabulka 4: Měsíční úhrny srážek a průměrná teplota na daných lokalitách**

srážky (mm)	Stupice			Domanínek		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
září	104	15	73	152	98	126
říjen	113	30	37	193	30	37
listopad	23	38	69	30	51	51
prosinec	19	113	66	52	58	89
leden	53	32	29	90	51	74
únor	30	23	25	51	72	78
březen	34	14	60	32	32	77
duben	24	38	80	27	55	157
květen	147	29	33	170	146	99
červen	160	213	58	171	124	59
červenec	148	78	79	52	68	94
srpen	127	120	115	266	122	57
roční suma	982	743	724	1285	907	998

teplota (°C)	Stupice			Domanínek		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
září	16.0	16.3	13.9	14.0	14.0	11.3
říjen	10.6	9.4	11.9	8.3	7.6	10.0
listopad	5.2	4.7	5.0	3.1	2.7	3.6
prosinec	3.2	1.9	1.5	0.6	-0.9	-1.5
leden	0.3	2.3	3.5	-7.6	-2.2	3.4
únor	0.0	4.5	2.9	-1.2	1.5	0.1
březen	4.5	4.8	6.2	2.1	2.8	3.6
duben	7.0	7.8	7.9	4.4	5.5	5.7
květen	11.9	16.0	14.1	9.6	13.3	11.5
červen	20.2	20.3	18.7	17.9	17.7	16.5
červenec	19.9	20.1	21.3	18.2	17.9	19.3
srpen	17.7	20.7	20.4	15.5	18.8	18.1
roční ø	9.7	10.7	10.6	7.1	8.2	8.5
min. t.	-19	-9.9	-14.3	-16.3	-10.2	-14.7
max. t.	34.3	37.5	37.4	29.1	28.4	30.7

### 4.3 Materiál a metody měření

V rámci pokusné části bylo sledováno devatenáct odrůd pšenice jarní a šestnáct odrůd pšenice ozimé. Jako kontrola pro ozimé pšenice byla použita česká polopozdní odrůda Sultan (z jakostní skupiny A), která je na Seznamu doporučených odrůd pro ekologické zemědělství. Pro jarní pšenice sloužila jako kontrola odrůda Izzy (A) (ÚKZÚZ 2023d).

Před výsevem pokusů maloparcelkovým secím strojem typu Oyord byla provedena podmítka, střední orba, smykování a vláčení a předset'ová příprava. V agrotechnickém termínu byly následně odrůdy vysety na malých parcelkách o ploše 10 m<sup>2</sup> ve dvou opakováních v rámci znáhodněného bloku. Odrůdy byly vysety v obou systémech hospodaření, tedy jak v ekologickém (na stanicích Uhříněves a Domanínek), tak i konvenčním (Stupice a Úhřetice).



Obr. 5: Pokusné parcely Stupice (vlastní foto, listopad 2023)

Ošetřování během vegetace u pokusů v režimu EZ bylo v souladu se zásadami ekologického pěstování. Ochrana proti plevelům zde byla prováděna pouze mechanicky – vláčením prutovými branami na jaře – dle konkrétních podmínek zkušební lokality. U pokusů ve konvenčním systému bylo během vegetace použito následující ošetření:

**Jarní pšenice – ošetřená varianta pro roky 2021, 2022 a 2023:**

Datum	Přípravek	Dávka / konc.	Datum	Přípravek	Dávka / konc.	Datum	Přípravek	Dávka / konc.
6.5.2021	Puma Extra	1	26.4.2022	Sekator OD	0,15	22.4.2023	Dicopur M750	1 l/ha
	Sekator OD	0,15	26.4.2022	Dicopur M750	0,7	9.5.2023	Sekator OD	0,15 l/ha
20.5.2021	Moddus	0,25	3.5.2022	Puma Extra	0,8	9.5.2023	Foxtrot	0,8 l/ha
9.6.2021	Revystar	1,25	3.5.2022	Moddus	0,2	24.5.2023	Grafite	0,6 l/ha
21.6.2021	Rapid	0,08	20.5.2022	Grafite	0,75		Tazer	0,4 l/ha
			30.5.2022	Rapid	0,08		Moddus	0,1 l/ha
			8.6.2022	Tebusip	0,4	7.6.2023	Rapid	0,08 l/ha
			8.6.2022	Conatra	0,6	7.6.2023	Samppi	0,3 l/ha
						12.6.2023	Grafite	0,75 l/ha

**Ozimá pšenice – ošetřená varianta pro roky 2021, 2022 a 2023:**

Datum	Přípravek	Dávka / konc.	Datum	Přípravek	Dávka / konc.	Datum	Přípravek	Dávka/konc.
23.3.2021	Hurricane	0,2	10.10.2022	Toucan	0,28	10.10.2021	Glean 75 PX	15 g/ha
15.4.2021	Retacel extra	1,2	10.10.2022	Adeto	0,28	10.10.2021	Cougar forte	0,5 l/ha
6.5.2021	Axial plus	0,6	10.10.2022	Glean 75 PX	0,15	12.4.2022	Retacel extra	1,5 l/ha
15.5.2021	Moddus	0,2	26.3.2023	Retacel extra	1,5	28.4.2022	Saracen	0,1 l/ha
7.6.2021	Revystar	1,5	21.4.2023	Moddus	0,3	28.4.2022	Modus	0,25 l/ha
16.6.2021	Rapid	0,08	29.5.2023	Grafite	0,6	9.5.2022	Axial plus	0,6 l/ha
			29.5.2023	Tazer	0,4	19.5.2022	Grafite	0,75 l/ha
			8.6.2023	Grafite	0,75	19.5.2022	Nexide	0,08 l/ha
			8.6.2023	Rapid	0,08			
			1.6.2023	Axial plus	0,9			
			29.5.2023	Samppi	0,3			

U jednotlivých odrůd byla před sklizní změřena výška rostlin. Zrno z jednotlivých pokusných parcel bylo sklizeno v plné zralosti a následně přečištěno, byl zvážen výnos a odebrány vzorky pro laboratorní testy. V rámci experimentální části byla ke každé odrůdě nashromážděna data následujících sedmi parametrů:

- výška rostlin před sklizní,
- výnos zrna,
- obsah bílkovin,
- objemová hmotnost (OH),
- hmotnost tisíce zrn (HTS),
- číslo pádu (ČP),
- sedimentační index (SDS).



Zjištěná data za sledované tři roky na uvedených stanicích byla pro přehlednost vložena do jediného souboru, upravena a setříděna tak, aby byla vhodná k dalšímu zpracování. Tento datový soubor byl následně za předpokladu normality a homoskedasticity dat porovnán metodou ANOVA hlavních efektů při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  ve statistickém programu Statgraphic Centurion a Microsoft Excel. Pro následné podrobnější vyhodnocení sledovaných vlivů, kterými byly systém hospodaření, lokalita, ročník, druh pšenice (jarní x ozimá), výše zmíněné sledované kvalitativní a kvantitativní parametry a jednotlivé odrůdy, byl použit post-hoc Tukeyho HSD test a také provedeny korelační analýzy jednotlivých parametrů. Získané výsledky statistiky byly následně pro přehlednost upraveny do podoby výstupů ve formě tabulek, včetně rozdělení do homogenních skupin, a také graficky zpracovány.



Obr. 6: Sklizeň maloparcelkovým kombajnem, Stupice (vlastní foto, červenec 2023)

## 5 Výsledky

### 5.1 Porovnání ekologického a konvenčního systému pěstování pšenice

V rámci zpracování dat byly nejprve vyhodnoceny a porovnány parametry v systémech EZ (ze stanice Domanínek<sup>1</sup> a Uhříněves) a KZ (Stupice a Úhřetice) u pšenice jarní a ozimé. Průměry parametrů za roky 2021 – 2023 z obou systémů jsou uvedeny v Tabulce 5. Následně bylo další porovnání EZ x KZ zacíleno pouze na stanice Stupice a Uhříněves (Tabulka 6).

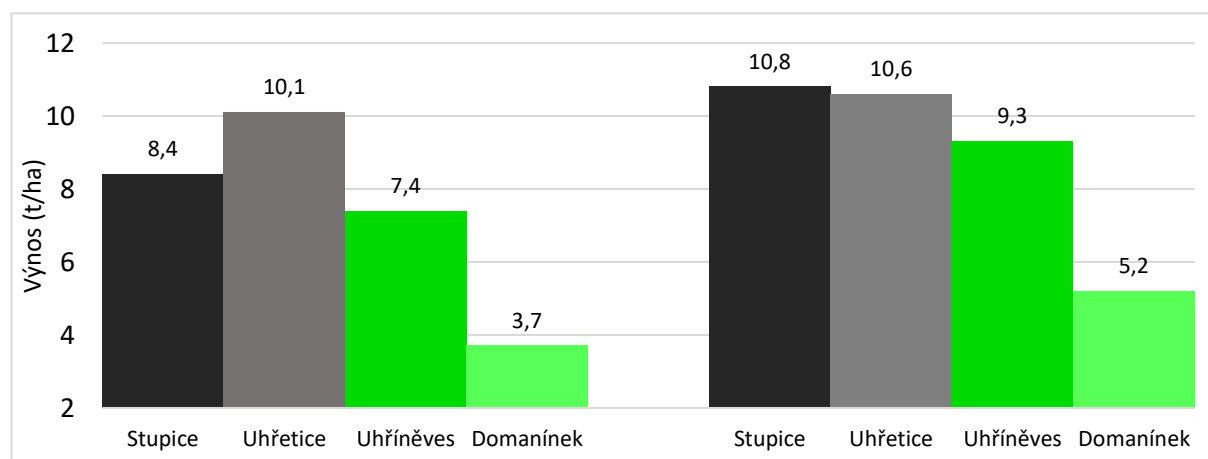
#### 5.1.1 EZ (DO, UHRI) x KZ (ST, UHRE)

Většina parametrů v ekologickém systému měla nižší hodnoty než v systému konvenčním (Tabulka 5). Největší rozdíl byl u průměrného výnosu, který byl o 35 % (JP) a 32 % (OP) nižší než u konvenčního systému, obsah bílkovin byl o 4 % (JP) a 15 % (OP) nižší, výška rostlin o 4 % nižší pro JP i OP a HTS o 4 % (JP) a 3 % (OP) nižší. U JP nebyl zaznamenán rozdíl v objemové hmotnosti, OP měla objemovou hmotnost o 1 % nižší v EZ než KZ. V EZ byla SDS nižší o 5 % (JP) a o 13 % (OP), hodnoty ČP byly u EZ o 11 % (JP) a 13 % (OP) nižší.

**Tabulka 5: Tříletý průměr hodnot jednotlivých parametrů EZ x KZ, roky 2021 - 2023**

	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
EZ JP	5,5	87	13,7	77,6	39,7	74	258
KZ JP	8,5	91	14,2	77,8	41,3	78	290
EZ OP	7,3	101	12,1	77,8	42,2	68	303
KZ OP	10,7	105	14,3	78,9	43,3	78	350

Jak je patrné z Grafu 4 níže, mezi výsledky tříletého průměrného výnosu pšenice jarní a ozimé z jednotlivých stanic značně vybočuje Domanínek, který má významně nižší výnosy.



**Graf 4: Tříleté průměry výnosů pšenice jarní (vlevo) a ozimé, 2021–2023**

<sup>1</sup> Ve stanici Domanínek byla v roce 2021 značná část pokusných parcel poškozena kroupami. Výnos jednotlivých odrůd proto nebyl zvážen, sklizeny byly pouze malé vzorky, z toho u OP bylo získáno pouze devět odrůd. Průměrný výnos z let 2021 - 2023 z této stanice tak odpovídá průměru dvouletému z let 2022 – 2023.



### 5.1.2 EZ Uhříněves x KZ Stupice

Pro vhodnější porovnání parametrů pšenice v EZ a KZ proto byly zvoleny lokality Stupice a Uhříněves (Tabulka 6). Obě lokality jsou od sebe vzdáleny pět kilometrů, spadají pod stejný klimatický region s podobnou nadmořskou výškou a podobnou úrodností půdy.

**Tabulka 6: Tříletý průměr hodnot jednotlivých parametrů v Uhříněvsi (EZ) a Stupicích (KZ)**

	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
EZ Uhříněves JP	7,4	88,6	13,9	77,2	40,2	77	282
KZ Stupice JP	8,4	86	15	79,1	41,5	78	290
EZ Uhříněves OP	9,3	108	12,4	79,3	42,3	72	335
KZ Stupice OP	10,8	101	14	79,4	43,6	78	350

Průměrný výnos v Uhříněvsi (EZ) byl o 12 % (u JP) a o 14 % (u OP) nižší než ve Stupicích (KZ), obsah bílkovin byl o 7 % (JP) a o 11 % (OP) nižší. Naproti tomu výška rostlin byla o 3 % (JP) a o 7 % (OP) vyšší v ekologickém systému než v konvenčním. HTS byla v EZ o 3 % nižší u JP i OP, objemová hmotnost byla o 2 % nižší u JP a u OP nebyl žádný rozdíl. SDS byla v Uhříněvsi o 1 % (JP) a o 8 % (OP) nižší než ve Stupicích. ČP mělo menší hodnoty o 3 % (JP) a o 4 % (OP).

V dalších kapitolách budou vzhledem k zaměření této diplomové práce a jejímu rozsahu podrobněji popsány pouze výsledky z Domanínku a Uhříněvsi, tzn. z ekologických pokusů. Výjimkou je porovnání objemu pečiva pšenice v rámci tří systémů hospodaření – z EZ, neošetřené varianty z KZ a ošetřené varianty z KZ, které bylo provedeno nad rámec této práce v rámci dalších pekařských testů. Výsledky z tohoto porovnání jsou nicméně zajímavé, a proto jsou alespoň uvedeny zvláště v přílohách na konci této práce v kapitole 10.1. Objem pečiva (Tabulky 7 a 8 a Grafy 5 a 6) a jsou okomentovány v diskusi v kapitole 6.1. Porovnání ekologického a konvenčního pěstování pšenice.

## 5.2 Porovnání produkčních parametrů pšenice jarní a ozimé v EZ

### 5.2.1 Porovnání JP x OP – data z obou ekologických pokusů (DOM + UHRI)

Na základě porovnání pšenice jarní a pšenice ozimé z obou ekologických lokalit dohromady lze konstatovat, že existují statisticky významné rozdíly (SVR) mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech, kromě objemové hmotnosti (Tabulka 9 dále). Pšenice ozimá má statisticky významně vyšší výnos, výšku, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin a hodnoty SDS.

**Tabulka 9: Porovnání pšenice ozimé x jarní, Domanínek a Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin**

JP X OP	F-Ratio	P-Value	JP/OP	Průměr	Stnd. Error	Minimum	Maximum	Homogenní skupiny
Výška	172,15	0,0000	JP	86,6	0,7521	85,13	88,08	A
			OP	101,5	0,853	99,85	103,2	B
Výnos	211,71	0,0000	JP	5,371	0,08735	5,199	5,542	A
			OP	7,135	0,0942	6,949	7,32	B
OH	0,30	0,5874	JP	77,79	0,1558	77,49	78,1	A
			OP	77,92	0,1723	77,58	78,26	A
HTS	31,05	0,0000	JP	39,92	0,303	39,32	40,51	A
			OP	42,47	0,3352	41,81	43,13	B
BÍLK	136,72	0,0000	JP	13,61	0,104	13,41	13,82	B
			OP	11,77	0,1151	11,55	12,0	A
SDS	9,27	0,0027	JP	73,53	1,146	71,27	75,79	B
			OP	68,26	1,297	65,7	70,82	A
ČP	19,36	0,0000	JP	257,3	6,385	244,7	269,9	A
			OP	299,8	7,226	285,5	314,0	B

### 5.2.2 Porovnání JP x OP – Domanínek

V rámci odrůd pouze z lokality Domanínek existují statisticky významné rozdíly mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech (Tabulka 10). Pšenice ozimá má statisticky významně vyšší výnos, výšku, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin, objemovou hmotnost a hodnoty SDS. Výnos OP je o 29 % vyšší než výnos JP, výška rostlin je u OP o 11 % vyšší než u JP. Naopak obsah bílkovin je o 12 % vyšší u JP než u OP, SDS byl vyšší u JP o 9 %. HTS bylo naopak vyšší u OP o 5 %, ČP bylo vyšší u OP o 12 %.

V Tabulce 11 jsou také znázorněny meziročníkové rozdíly jednotlivých parametrů. U každého parametru je uvedena průměrná hodnota v daném roce a následné statistické rozdělení do homogenních skupin pomocí písmen (A – skupina s nejnižšími hodnotami, C - skupina s nejvyššími hodnotami) v rámci sloupců. Např. výška rostlin jarní pšenice byla v roce 2021 menší (A) než v letech 2022 a 2023, kdy se výška mezi těmito dvěma roky statisticky významně nelišila (B).

**Tabulka 10: Porovnání pšenice ozimé x jarní, Domanínek, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin**

JP X OP	F-Ratio	P-Value		Průměr	Std. Error	Minimum	Maximum	Homogenní skupiny
Výška	38,06	0,0000	JP	84,61	1,086	82,47	86,76	A
			OP	95,05	1,298	92,49	97,61	B
Výnos	166,55	0,0000	JP	3,708	0,07866	3,552	3,863	A
			OP	5,209	0,08572	5,04	5,379	B
OH	13,46	0,0003	JP	77,89	0,1694	77,55	78,22	B
			OP	76,91	0,1979	76,52	77,3	A
HTS	35,98	0,0000	JP	39,48	0,3941	38,7	40,25	A
			OP	43,19	0,4606	42,28	44,1	B
BÍLK	78,75	0,0000	JP	12,99	0,1365	12,72	13,26	B
			OP	11,08	0,1596	10,77	11,4	A
SDS	5,18	0,0251	JP	70,26	1,677	66,93	73,59	B
			OP	64,31	2,004	60,33	68,29	A
ČP	6,09	0,0154	JP	233,7	8,229	217,3	250,0	A
			OP	265,3	9,833	245,8	284,8	B

**Tabulka 11: Meziročníkové rozdíly pro JP x OP, Domanínek, Tukey HSD test - průměrné hodnoty a rozdělení do homogenních skupin**

JP/OP	Roky	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)		Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)						
JP	2021	kroupy	83	A	11,4	A	75,8	A	41,2	B	69,0	B	232	A	
JP	2022	4,0	B	86	B	13,9	B	79,0	B	41,5	B	61,3	A	237	A
JP	2023	3,4	A	85	B	13,7	B	78,9	B	35,7	A	80,6	C	232	A
OP	2021	kroupy	95	B	12,1	B	75,2	A	46,3	C	73,6	B	251	A	
OP	2022	4,9	A	91	A	11,5	A	77,9	B	43,4	B	66,1	B	263	A
OP	2023	5,5	B	98	C	11,4	A	77,8	B	40,5	A	56,3	A	278	A

### 5.2.3 Porovnání JP x OP - Uhříněves

U pšenice z lokality Uhříněves existují statisticky významné rozdíly mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech (Tabulka 12). Pšenice ozimá má statisticky významně vyšší výnos, výšku, objemovou hmotnost, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin a hodnoty SDS. Výnos je OP o 20 % vyšší než JP, výška rostlin je u OP o 18 % vyšší než u JP. Naopak JP obsahují o 12 % více bílkovin než OP. Objemová hmotnost je o 3 % vyšší u OP a HTS o 5 % vyšší. SDS o 7 % vyšší u JP, ČP je o 16 % vyšší u OP.

**Tabulka 12: Porovnání pšenice ozimé x jarní, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin**

JP X OP	F-Ratio	P-Value	JP/OP	Průměr	Stnd. Error	Minimum	Maximum	Homogenní skupiny
Výška	245,24	0,0000	JP	88,55	0,8347	86,91	90,2	A
			OP	107,9	0,9096	106,1	109,7	B
Výnos	110,21	0,0000	JP	7,36	0,1258	7,112	7,608	A
			OP	9,313	0,1371	9,042	9,583	B
OH	13,46	0,0004	JP	77,59	0,2588	77,08	78,1	A
			OP	79,0	0,2805	78,45	79,56	B
HTS	4,41	0,0376	JP	40,58	0,4392	39,71	41,45	A
			OP	41,96	0,476	41,02	42,9	B
BÍLK	99,16	0,0000	JP	14,16	0,1275	13,9	14,41	B
			OP	12,26	0,1382	11,99	12,54	A
SDS	4,32	0,0402	JP	77,02	1,551	73,94	80,09	B
			OP	72,25	1,69	68,9	75,6	A
ČP	13,83	0,0003	JP	281,9	9,602	262,9	301,0	A
			OP	334,7	10,46	314,0	355,5	B

**Tabulka 13: Meziročníkové rozdíly pro JP x OP, Uhříněves, Tukey HSD test - průměrné hodnoty a rozdělení do homogenních skupin**

JP/OP	Roky	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
<b>JP</b>	<b>2021</b>	7,2 A	88 B	14,0 A	76,8 A	41,1 B	73,5 A	276 A
<b>JP</b>	<b>2022</b>	7,7 B	78 A	15,1 B	78,6 B	44,1 C	78,6 B	263 A
<b>JP</b>	<b>2023</b>	7,2 A	100 C	13,7 A	76,4 A	35,6 A	79,0 B	307 B
<b>OP</b>	<b>2021</b>	8,2 A	101 A	13,4 B	75,6 A	40,0 A	78,1 B	290 A
<b>OP</b>	<b>2022</b>	9,4 B	100 A	12,0 A	79,4 B	43,7 B	70,4 A	363 B
<b>OP</b>	<b>2023</b>	10,4 C	123 B	12,0 A	82,2 C	43,0 B	68,3 A	351 B

### Vliv lokalit Domanínek x Uhříněves

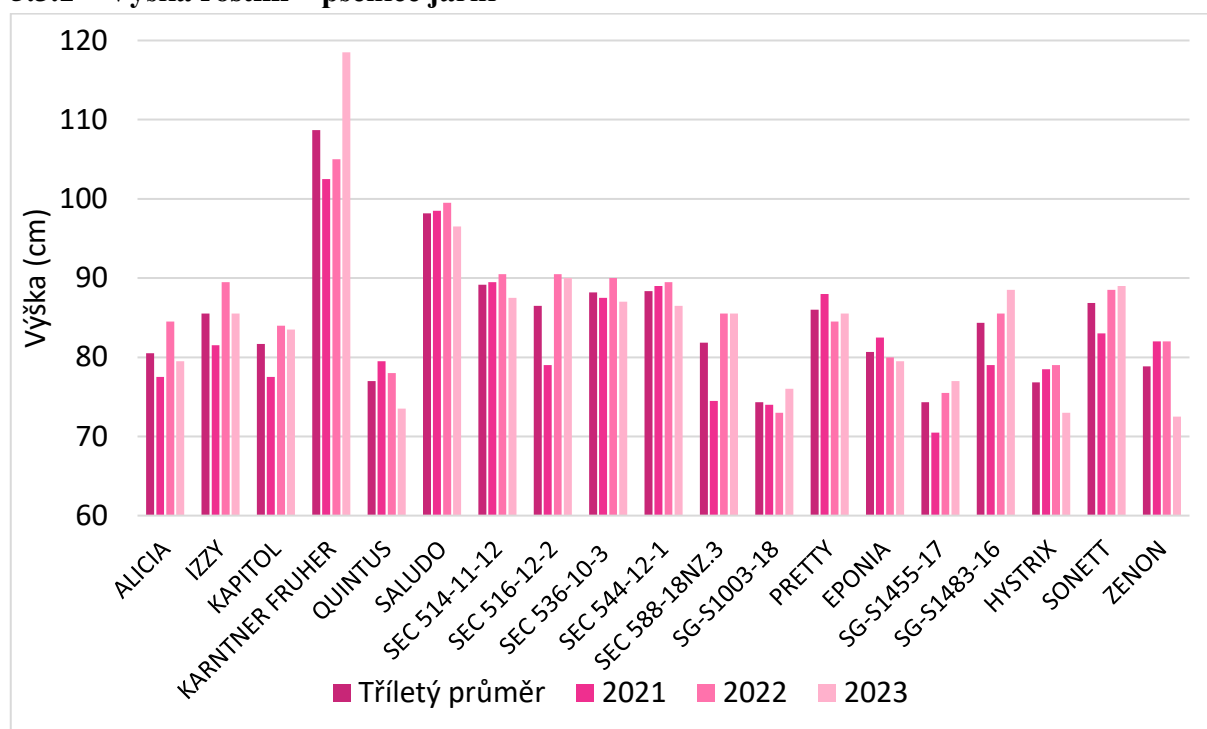
Z výše uvedených parametrů pšenice jarní a ozimé v Domanínku a Uhříněvsi je patrné, že DO má výnos nižší o 50 % u JP a 44 % u OP než UHRI. Hodnoty dalších parametrů jsou v DO taktéž nižší než v UHRI – výška rostlin u JP o 4 %, resp. 12 % u OP, obsah bílkovin je o 7 % nižší u JP i OP, objemová hmotnost je o 2 % nižší u OP, u JP je o 1 % vyšší, pouze HTS je srovnatelná na obou stanicích. SDS bylo nižší o 9 % (JP) a 11 % (OP), ČP nižší o 17 % (JP) a 21 % (OP).

V dalších podkapitolách jsou již blíže porovnány hodnoty jednotlivých parametrů odrůd JP a OP zvláště pro Domanínek a Uhříněves. Data jsou graficky znázorněna; u každé odrůdy první sloupec reprezentuje víceletý průměr hodnot a další sloupce hodnoty pro jednotlivé roky.

Výstupy jsou krátce okomentovány a jsou také vyzdvíženy zajímavé trendy. Pro grafy JP z obou lokalit a OP jsou každého parametru záměrně zvolena shodná minima a maxima na ose Y, aby bylo porovnání jednotlivých hodnot parametrů mezi lokalitami přehlednější a názornější. Podrobnější data (Tabulky 14 až 27) v kapitole 10 Samostatné přílohy pak zobrazují statistický výstup ANOVA a detailní analýzy rozdílů mezi ročníky a odrůdami, pro jednotlivé parametry jsou zde uvedeny průměry, minima, maxima a také statistické rozdělení do homogenních skupin pomocí písmen vzestupně (A – skupina s nejnižšími hodnotami až např. F – skupina s nejvyššími hodnotami).

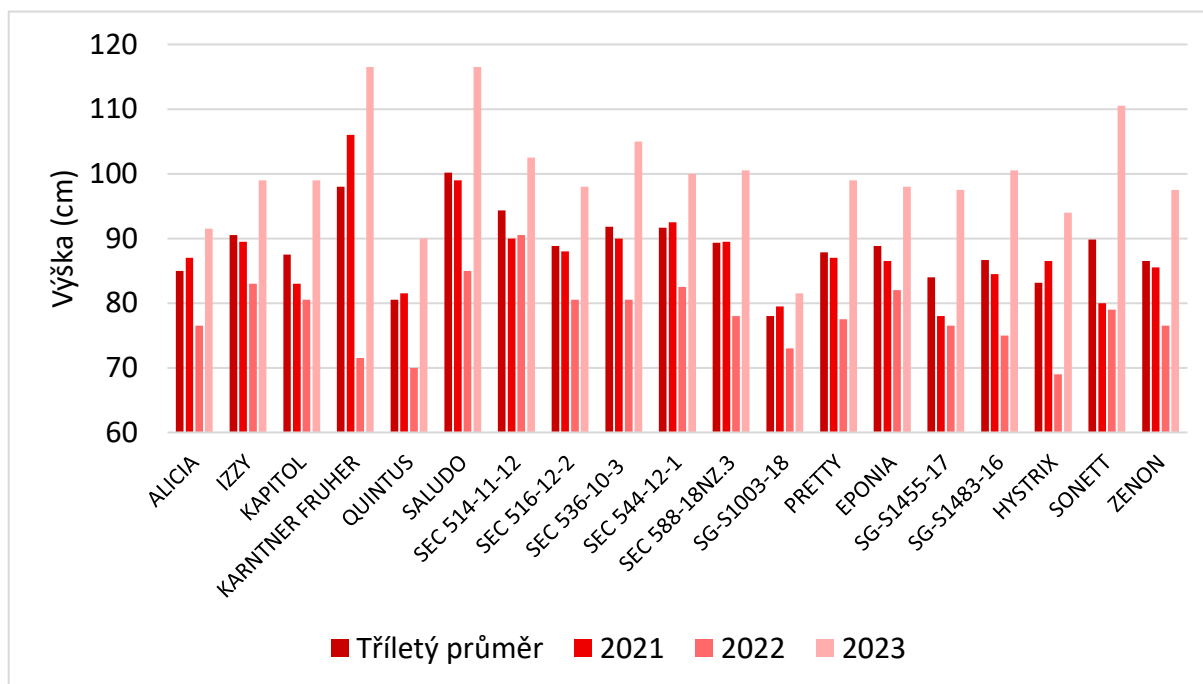
### 5.3 Porovnání produkčních parametrů pšenice jarní a ozimé v EZ – vliv ročníku, lokality a odrůdy

#### 5.3.1 Výška rostlin – pšenice jarní



**Graf 7: Výška jarní pšenice na lokalitě Domanínek**

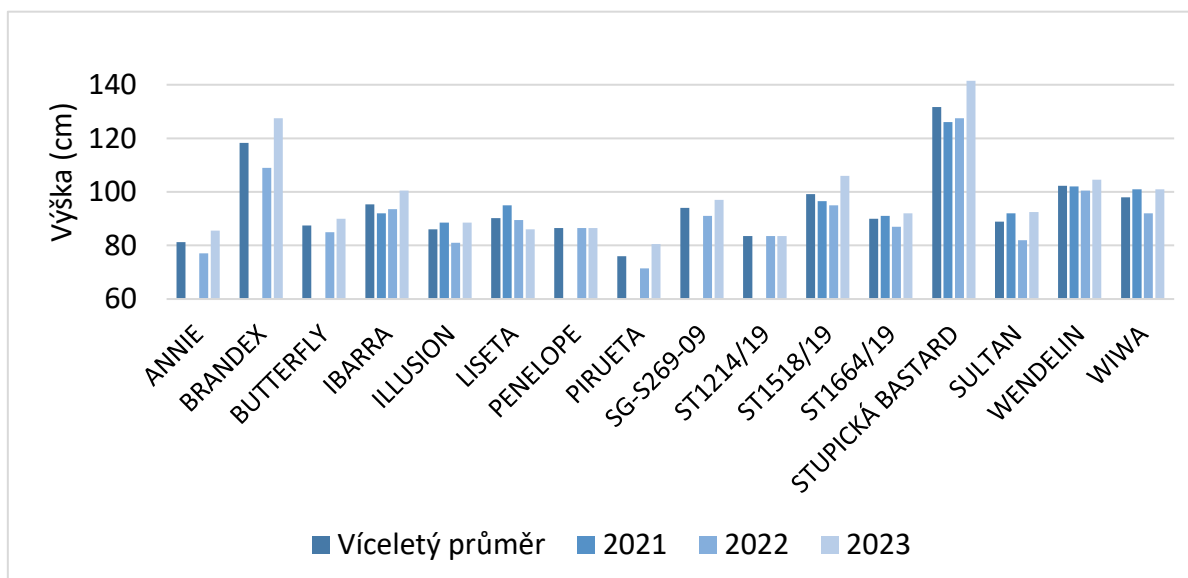
Z hlediska výšky rostlin v Domanínku, ale také v Uhříněvsi (v Grafu 8 níže) významně vybočovala Kärtner früher a Saludo, které převyšovaly ostatní odrůdy. Na druhém konci pomyslné řady zauímají místo nejnižší odrůdy SG-S1003-18, SG-S1455-17. Většina odrůd vykazovala malé meziroční výkyvy, nejstabilnější výšku má Saludo a SEC 544-12-1.



**Graf 8: Výška jarní pšenice v Uhřetěvesi**

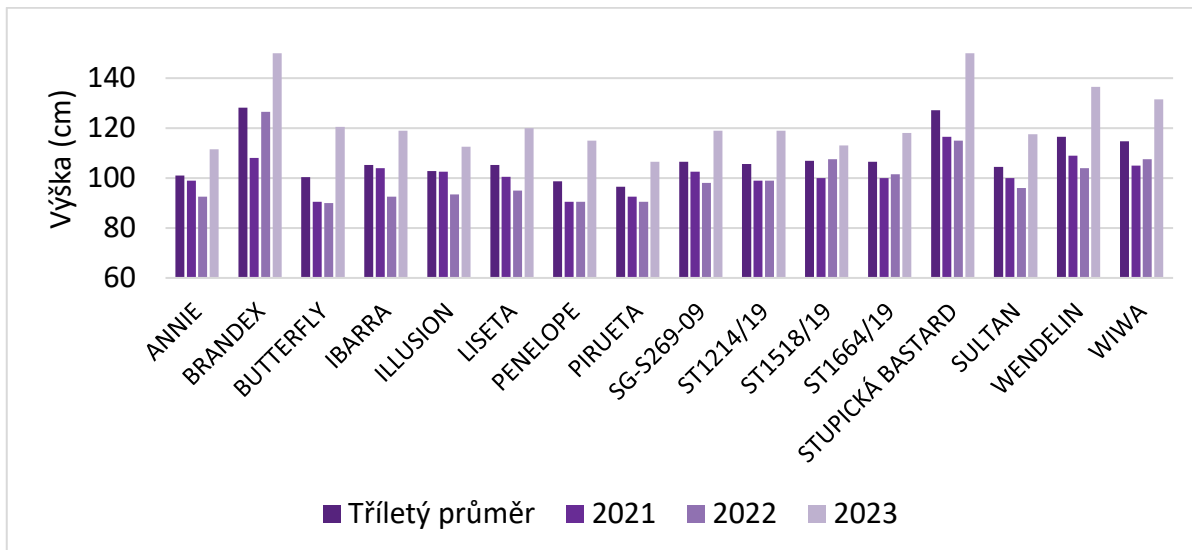
V Uhřetěvesi na rozdíl od Domanínku na první pohled zaujme statisticky významný meziroční rozdíl ve výšce rostlin v roce 2023. Všechny odrůdy téměř bez výjimky (SEC 514-11-12) v rámci tříletého měření dosáhly minimální výšky v roce 2022 a naopak maximální výšky v roce 2023. Ročník 2021 v rámci zjištěných dat koresponduje s tříletým průměrem.

### 5.3.2 Výška rostlin – pšenice ozimá



**Graf 9: Výška ozimé pšenice v Domanínku**

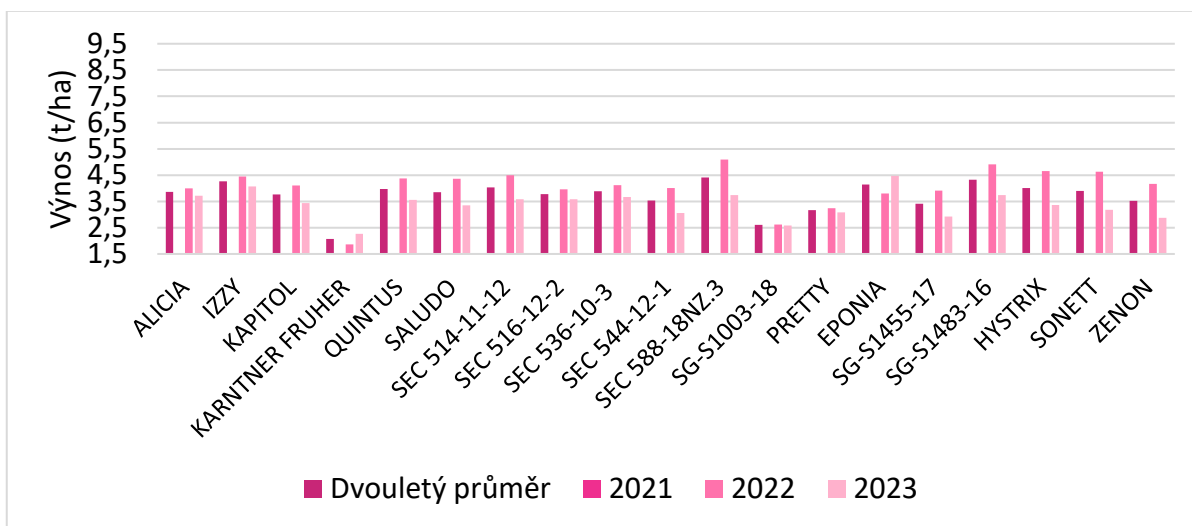
U ozimé pšenice v Domanínku a také v Uhříněvsi z hlediska výšky dominuje Stupická bastard a Brandex, mezi nejnižší odrůdy patří Annie, Butterfly, Illusion, Penelope a Pirueta. I zde u většiny odrůd byla naměřena nejvyšší výška v roce 2023, rozdíly ale nejsou tak výrazné, jako u JP v Uhříněvsi v dalším grafu.



**Graf 10: Výška ozimé pšenice v Uhříněvsi**

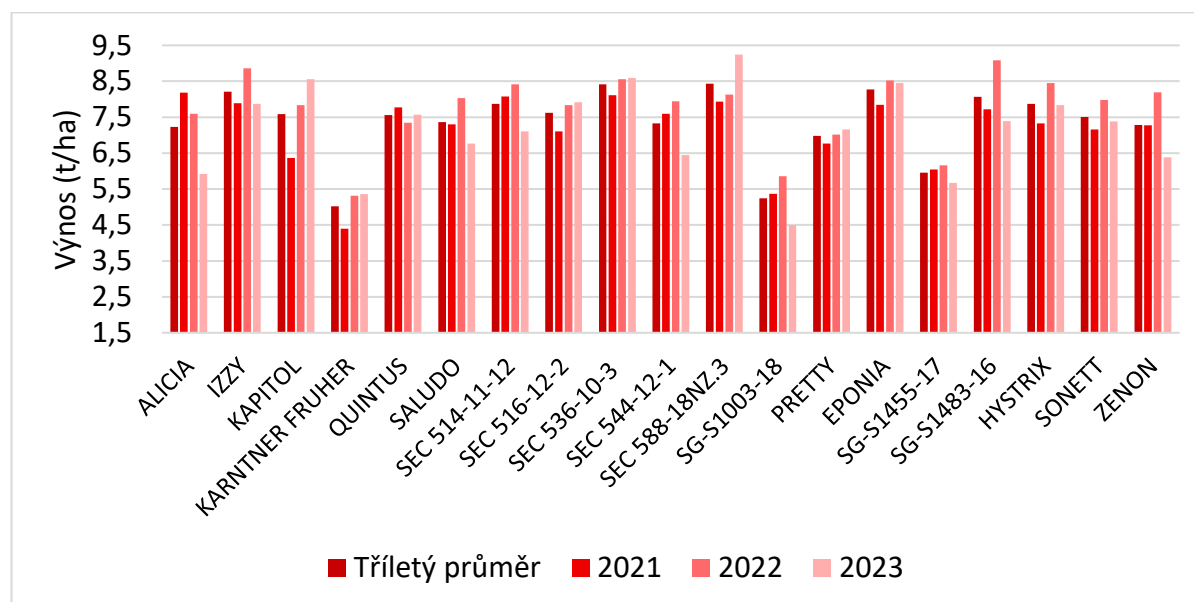
U ozimů v Uhříněvsi vidíme podobný trend, jako u JP na této lokalitě. V roce 2023 byla výška všech odrůd nejvyšší a rozdíl mezi ostatními ročníky a také tříletým průměrem nejmarkantnější.

### 5.3.3 Výnos zrna – pšenice jarní



**Graf 11: Výnos jarní pšenice v Domanínku**

Dvouletý průměr<sup>2</sup> výnosů je nejvyšší u SEC 588-18NZ.3, SG-S1483-16 a Izzy, nejnižší u Kärtner früher, SG-S1003-18 a odrůdy Pretty. Nejvyrovnanější výnos mají odrůdy Alicia, SEC 516-12-2, SG-S1003-18. Jeden z nejvyšších výnosů dlouhodobě, ale i meziročně mají odrůdy Izzy, Eponia, SEC 588-18NZ.3 a SG-S1483-16. Výnos byl až na výjimky (Kärtner früher a Eponia) nejvyšší v roce 2023, kdy první místo obsadila SEC 588-18NZ.3, v roce 2022 měla nejvyšší výnos Eponia.



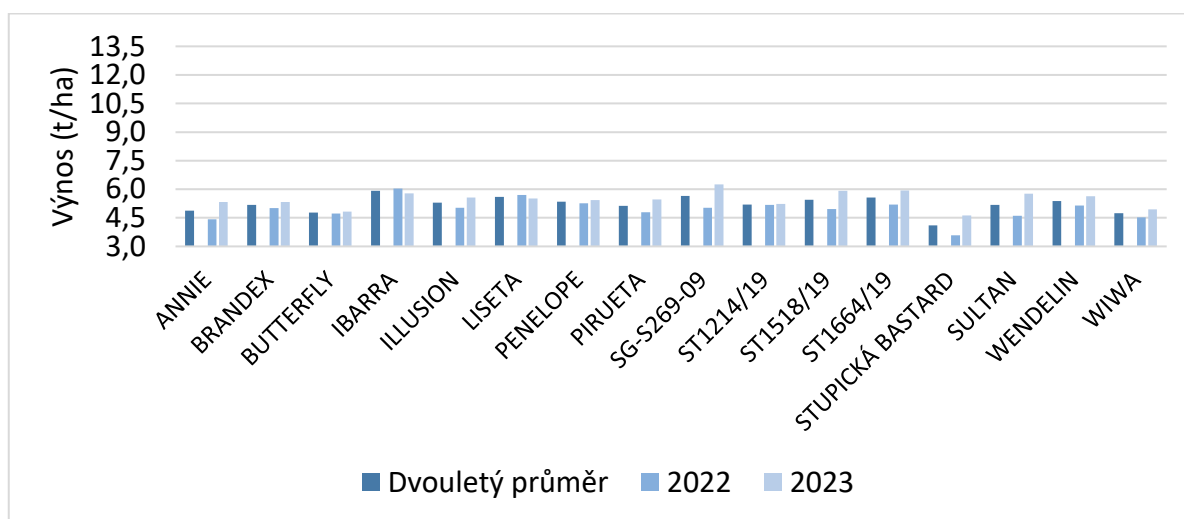
**Graf 12: Výnos jarní pšenice v Uhřetěvesi**

V Uhřetěvesi také z hlediska tříletého průměru výnosu dominovala SEC 588-18NZ.3 spolu s SEC-536-10-3, následovala Eponia a Izzy. Tyto odrůdy kromě vysokého výnosu měly také zároveň nejvyrovnanější výnos. Nejmenší výnos měla opět Kärtner früher a SG-S1003-18, následované SG-1455-17. V roce 2021 měla nejvyšší výnos Alicia, v roce 2022 SG-S1483-16 a v roce 2023 SEC 588-18NZ.3.

<sup>2</sup> Ve stanici Domanínec byla v roce 2021 značná část pokusných parcel poškozena kroupami. Výnos jednotlivých odrůd proto nebyl zvážen, sklizeny byly pouze malé vzorky, z toho u OP bylo získáno pouze devět odrůd. Průměrný výnos z let 2021–2023 z této stanice tak odpovídá průměru dvouletému z let 2022 – 2023.

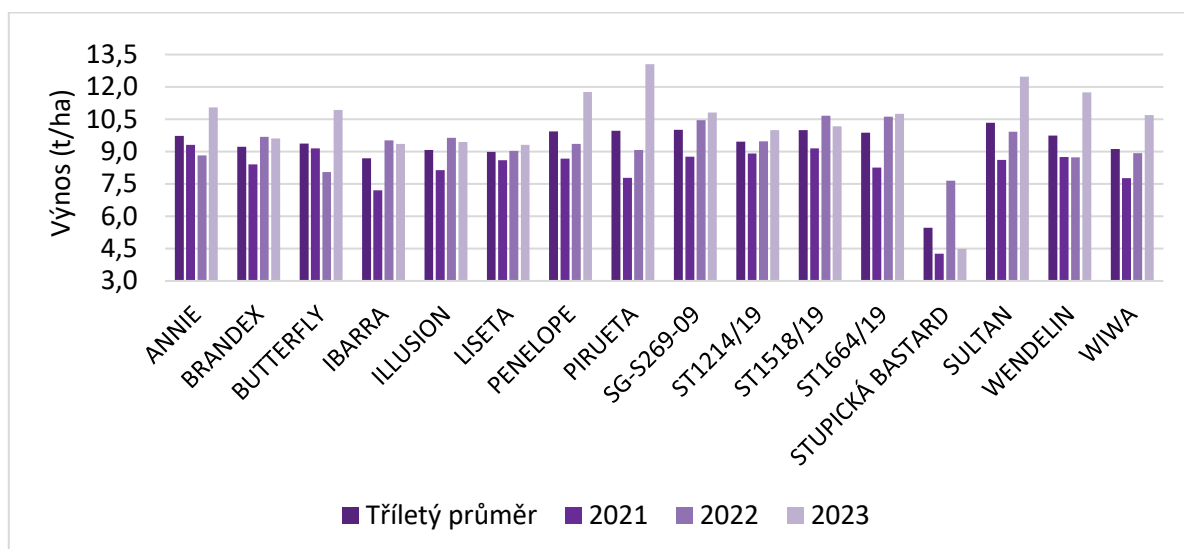


### 5.3.4 Výnos zrna – pšenice ozimá



**Graf 13: Výnos ozimé pšenice v Domanínku**

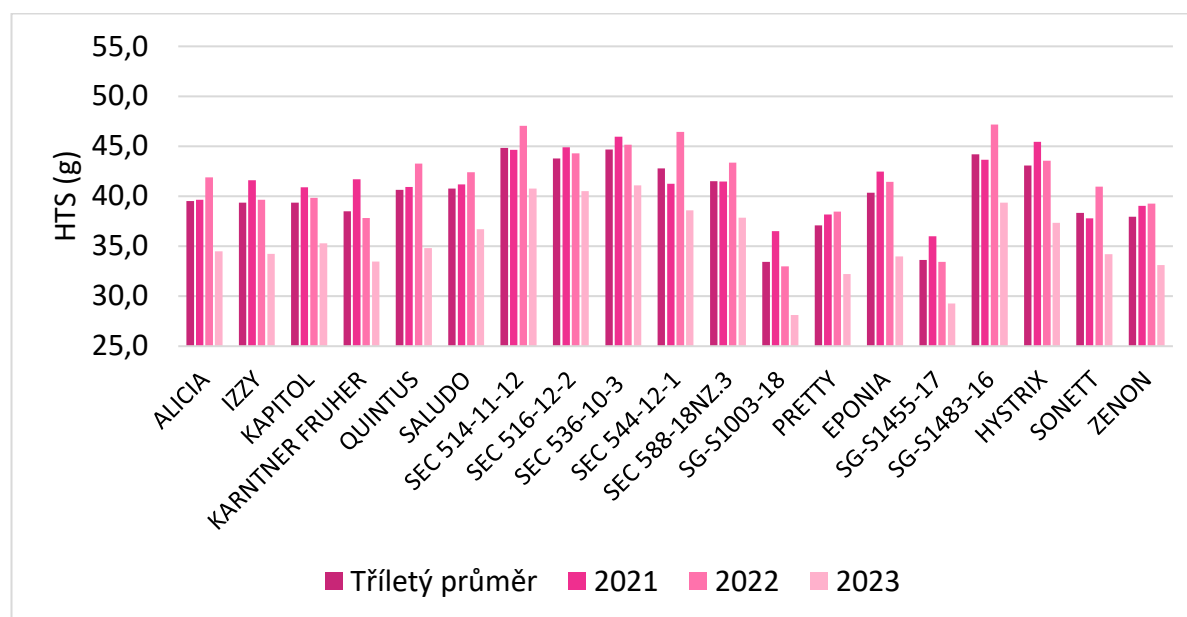
V Domanínku u ozimé pšenice měla nejvyšší průměr výnosu meziročně Ibarra, SG-S269-09, Liseta a ST1664/19, nejnižší Stupická bastard a Wiwa. Nejvyšších hodnot dosáhla v roce 2022 Ibarra a v roce 2023 SG-S269-09. Kromě odrůd Ibarra a Liseta byl nejvyšší výnos v roce 2023.



**Graf 14: Výnos ozimé pšenice v Uhřetěvesi**

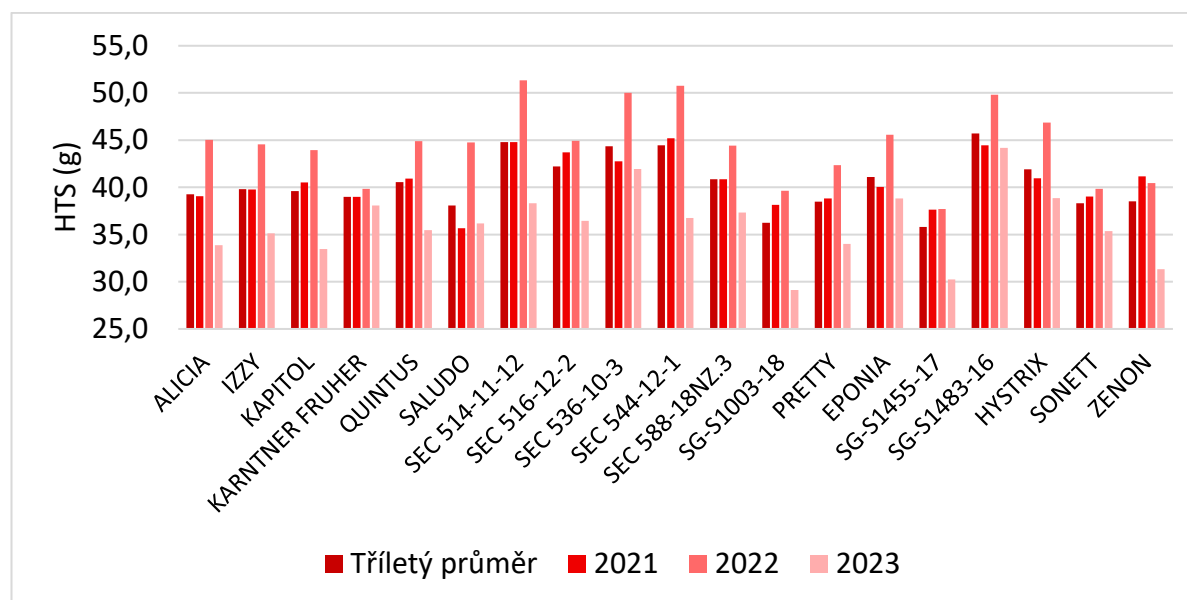
U ozimů v Uhřetěvesi dominoval s nejvyšším tříletým průměrem Sultan, následovaný Penelope, Piruetou, SG-S269-09, ST1518/19 a ST1664/19. Nejnižší výnos měla Stupická bastard a Ibarra. Nejvyrovnanější a nejvyšší výnosy byl zaznamenán u SG-S269-09, ST1518/19, Annie a Penelope. V roce 2021 měla nejtěžší váhu Annie, v roce 2022 odrůda ST1518/19 a v roce 2023 Pirueta.

### 5.3.5 HTS – pšenice jarní



**Graf 15: HTS jarní pšenice v Domanínku**

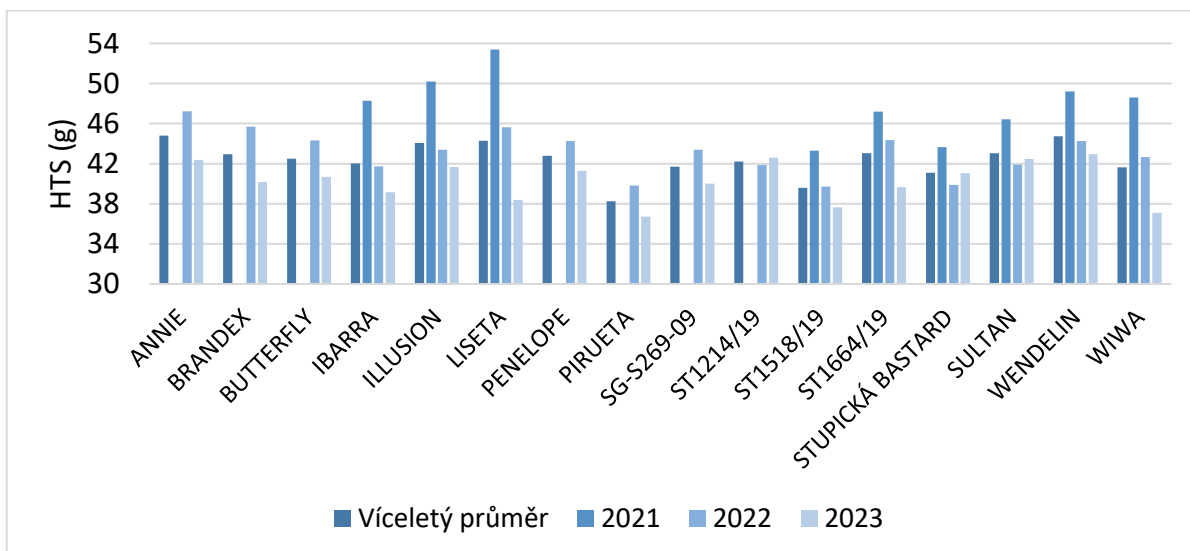
Nejvyšší tříletý průměr HTS měla SEC 514-11-12, SEC 536-10-3 a SG-S1483-16. Nejnižší měla SG-S1003-18 a SG-S1455-17. V roce 2021 měla nejvyšší SEC 536-10-3, v roce 2022 SG-S1483-16 a v roce 2023 SEC 536-10-3. Maxima dosáhly odrůdy v letech 2021 nebo 2022, v roce 2023 měly všechny odrůdy HTS nejnižší.



**Graf 16: HTS jarní pšenice v Uhřetěvesi**

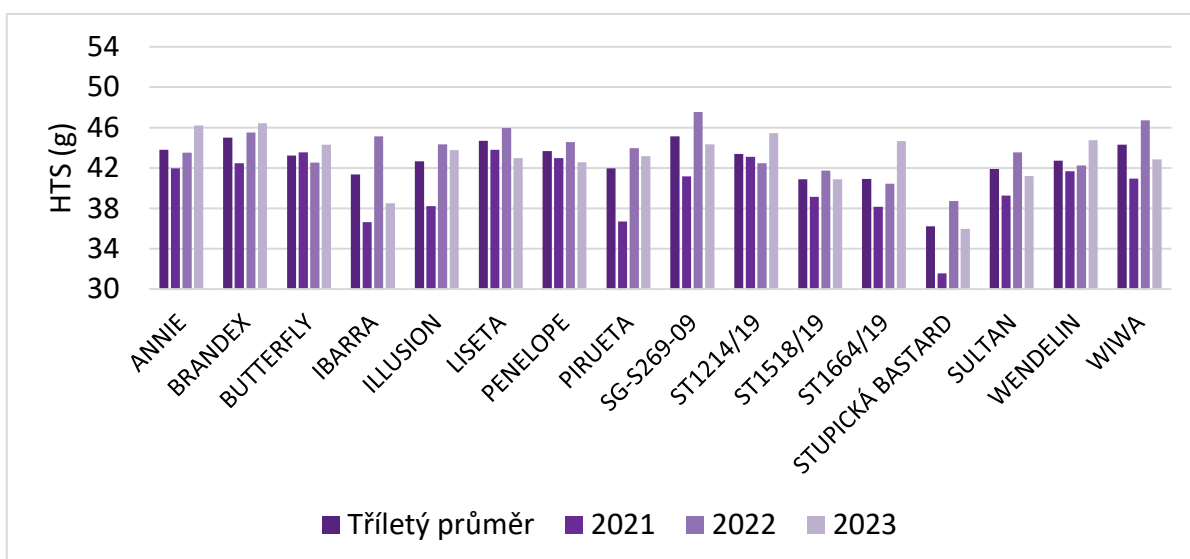
Odrůdy SG-S1483-16, SEC 544-12-1 a SEC 514-11-12 měly nejvyšší průměrnou HTS. Nejhorších výsledků dosáhly naopak SG-S1455-17, SG-S1003-18 a Saludo. Všechny odrůdy, kromě Zenonu, dosáhly maxima v roce 2022. Nejmenší hodnoty byly u odrůd naměřeny v roce 2023 s výjimkou odrůdy Saludo.

### 5.3.6 HTS – pšenice ozimá



**Graf 17: HTS ozimé pšenice v Domanínku**

V Domanínku měly nejvyšší víceletý průměr HTS odrůdy Annie, Wendelin, Liseta a Illusion, nejnižší HTS byla naopak u Piruety a ST1518/19. V roce 2021 byla nejvyšší HTS zaznamenána u Lisety, v roce 2022 u Annie a v roce 2023 u Wendelina. Nejvyšší HTS byla dle dostupných dat u většiny odrůd v roce 2021, resp. 2022, nejnižší byla v roce 2023.

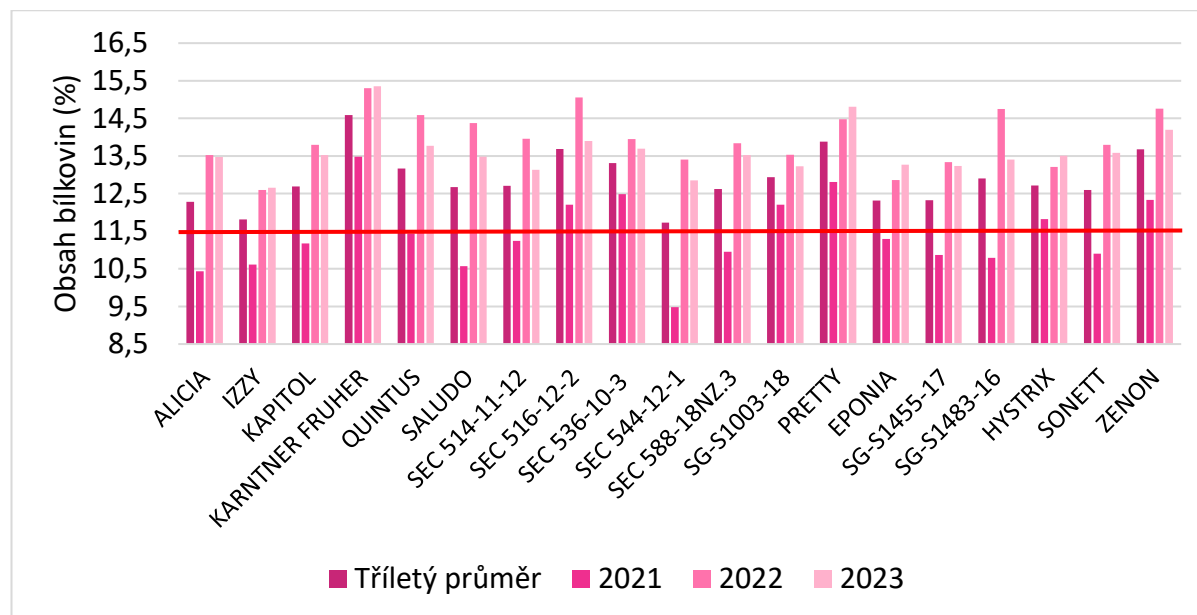


**Graf 18: HTS ozimé pšenice v Uhříněvsi**

Tříletý průměr HTS u OP v Uhříněvsi byl nejvyšší u odrůd SG-S269-09, Brandex, Liseta a Wiwa, nejnižší u odrůdy Stupická bastard, ST1518/19 a ST1664/19. V roce 2021 měla nejvyšší HTS Liseta, v roce 2022 SG-S269-09 a v roce 2023 Brandex. Nevyšších hodnot dosáhla většina odrůd v letech 2023 a 2022, nejnižší HTS byla u většiny v roce 2021.

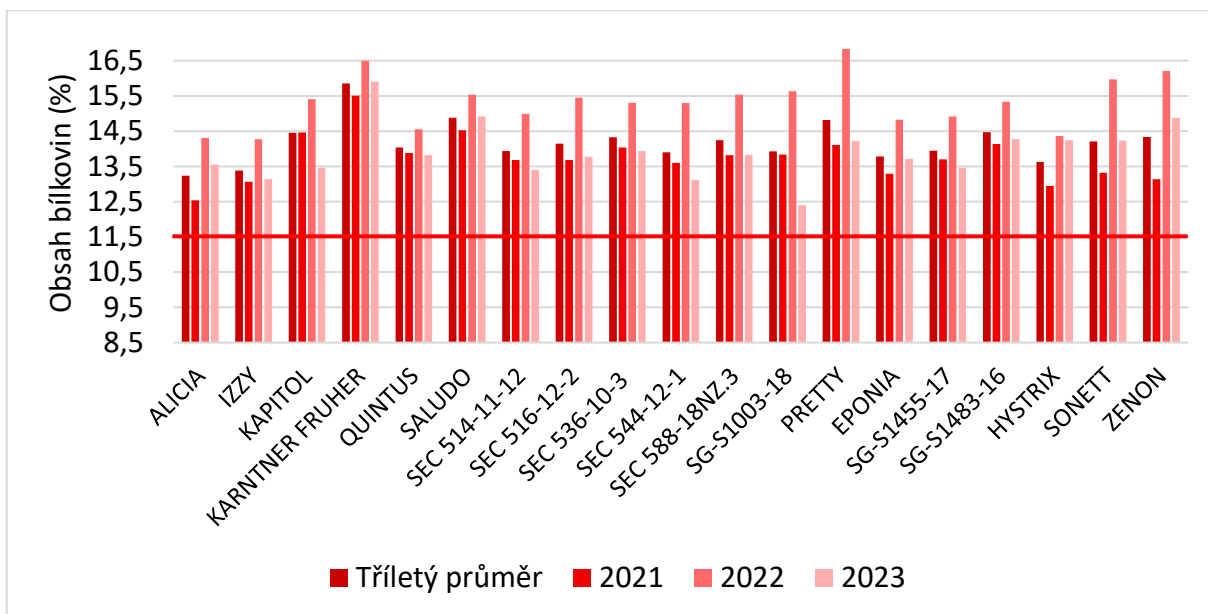
## 5.4 Porovnání kvalitativních parametrů pšenice jarní a ozimé v EZ – vliv ročníku, lokality a odrůdy

### 5.4.1 Obsah bílkovin – pšenice jarní



**Graf 19: Obsah bílkovin jarní pšenice v Domanínku**

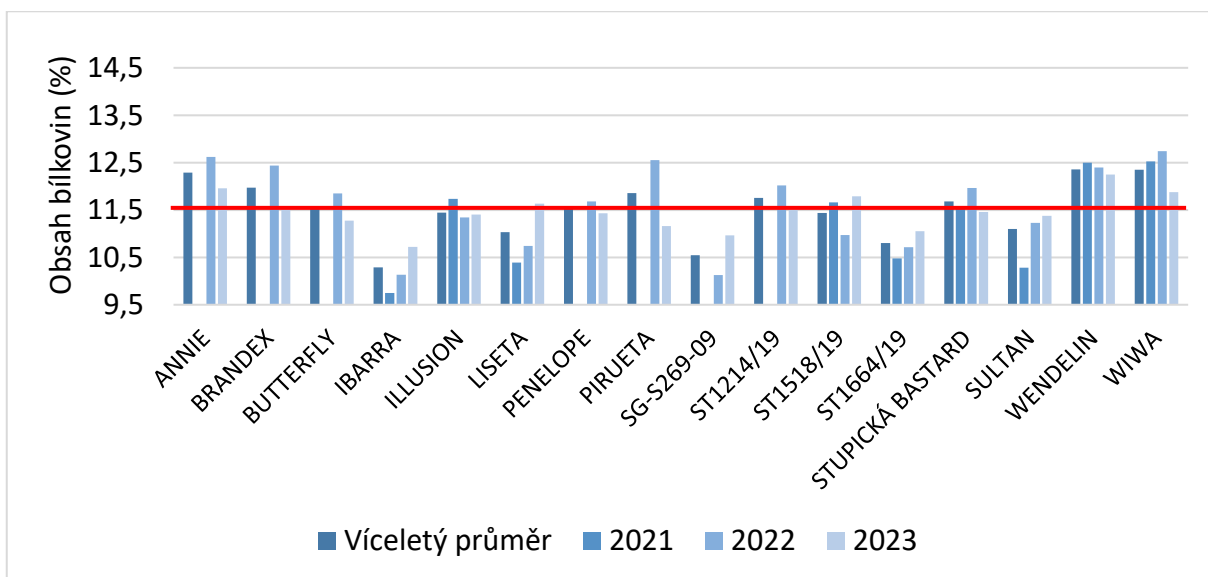
Nejvyšší hodnoty obsahu bílkovin v rámci tříletého průměru měly odrůdy Kärtner früher, Pretty, SEC516-12-2 a Zenon, nejnižší SEC544-12-1 a Izzy. Všechny sledované odrůdy pšenice jarní v Domanínku v tříletém průměru splnily minimální požadavek 11,5 % obsahu bílkovin u potravinářské pšenice pro pekárenské účely. Hodnoty se pohybovaly mezi 11,7 % (SEC 544-12-1) a 14,5 % (Kärtner früher), kontrolní odrůda Izzy se třetím nejvyšším průměrným výnosem 4,3 t/ha měla průměrně druhý nejnižší obsah bílkovin 11,8 %. V roce 2021 ale hranici 11,5 % obsahu bílkovin překročily pouze odrůdy Kärtner Früher, Pretty, SEC 536-10-3, Zenon, SEC 516-12-2, SG-S1003-18, Hystrix. V letech 2022 a 2023 byla kvalita všech odrůd JP z Domanínku nad požadovanou hranicí. Ve všech třech letech měla vždy nejvyšší hodnotu bílkovin Kärtner früher.



**Graf 20: Obsah bílkovin jarní pšenice v Uhřetěvesi**

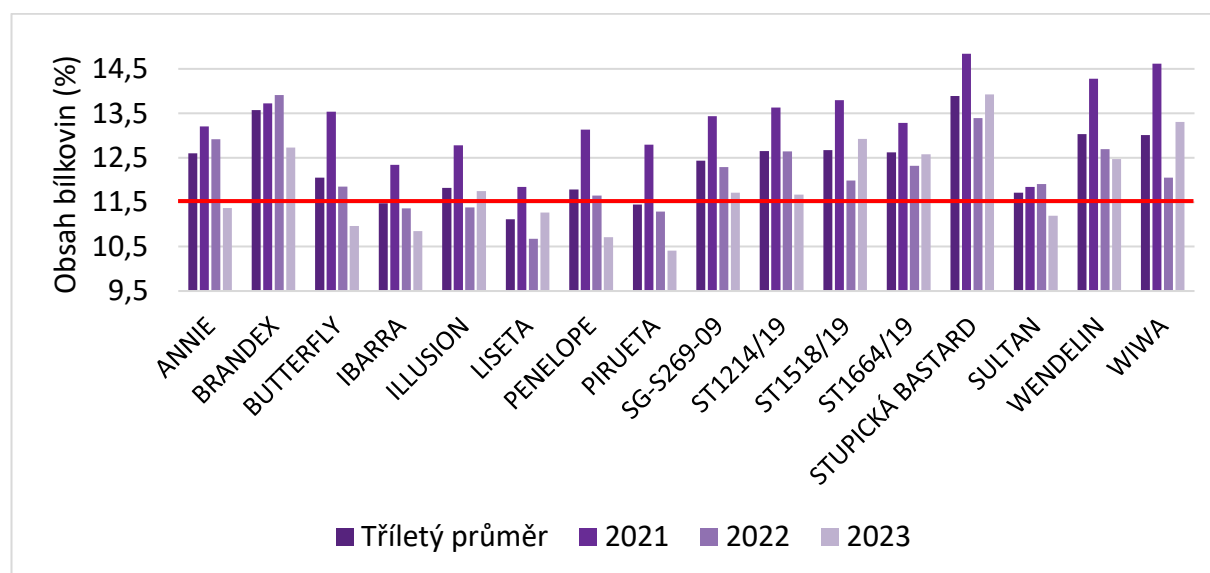
Nejvyšších hodnot obsahu bílkovin v rámci tříletého průměru měly v Uhřetěvesi odrůdy Kärtner früher, Saludo a Pretty, nejnižší Alicia a Izzy. Tříleté průměry hodnot se pohybovaly mezi 13,2 % (Alicia) a 15,9 % (Kärtner früher), kontrolní odrůda Izzy s druhým nejvyšším průměrným výnosem 6,6 t/ha měla průměrně druhý nejnižší obsah bílkovin 13,4 %. Všechny sledované odrůdy pšenice jarní v Uhřetěvesi ve všech sledovaných letech 2021–2023 bez problému splnily minimální požadavek 11,5 % obsahu bílkovin u potravinářské pšenice pro pečárenské účely. Nejvyšších obsah bílkovin měla v roce 2021 a 2023 odrůda Kärtner früher a v roce 2022 Pretty.

#### 5.4.2 Obsah bílkovin - pšenice ozimá



**Graf 21: Obsah bílkovin ozimé pšenice v Domanínku**

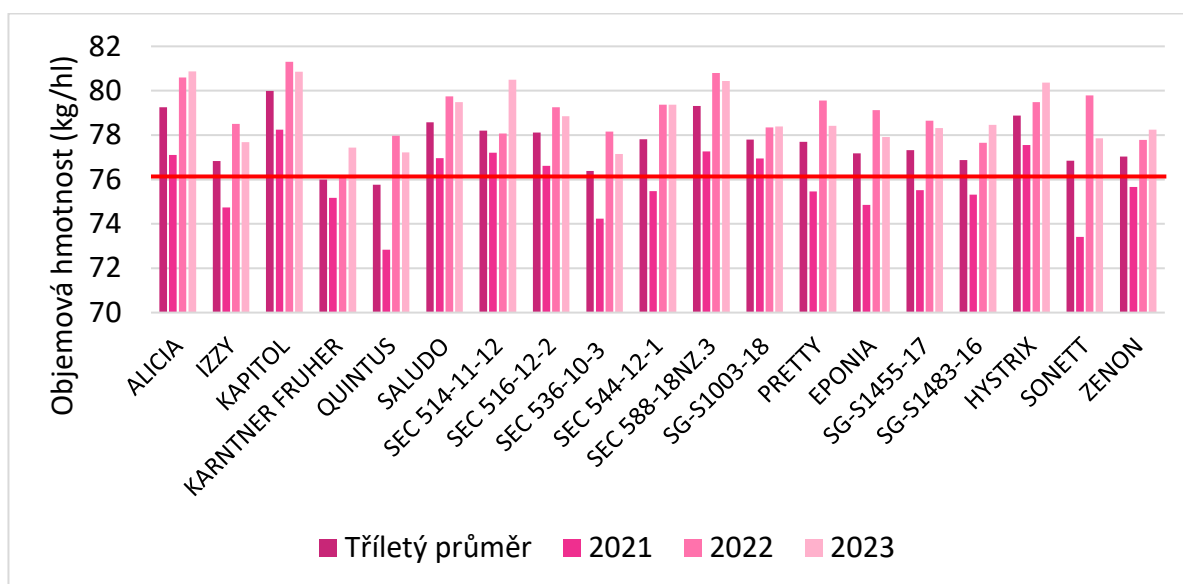
Nejvyšší hodnoty obsahu bílkovin v rámci víceletého průměru měly Wendelin a Wiwa spolu s Annie, nejnižší Ibarra a SG-S269-09. Tříleté průměry hodnot se pohybovaly mezi 10,3 % (Ibarra) a 12,4 % (Wendelin, Wiwa), kontrolní odrůda Sultan s průměrným výnosem 5,2 t/ha měla víceletý průměrný obsah bílkovin 11,1 %. V rámci víceletého průměru splnily minimální požadavek 11,5 % obsahu bílkovin pouze odrůdy Annie, Brandex, Butterfly, Penelope, Pirueta, ST1214/19, Stupická bastard, Wendelin a Wiwa. V roce 2021 z dostupných dat měly požadovanou kvalitu odrůdy Illusion, ST1518/19, Stupická bastard, Wendelin a Wiwa (5/9), v roce 2022 Annie, Brandex, Butterfly, Penelope, Pirueta, ST1214/19, Stupická bastard, Wendelin a Wiwa (9/16). V roce 2023 hranici překročila polovina odrůd: Annie, Brandex, Liseta, ST1214/19, ST1518/19, Stupická bastard, Wendelin a Wiwa. Ve všech letech dosáhly hranice odrůdy Annie, Brandex, ST1214/19, Stupická bastard, Wendelin a Wiwa. Nejvyšších obsah bílkovin měla v roce 2021 a 2022 odrůda Wiwa a v roce 2022 Annie. Za pozornost stojí odrůda Wendelin, která vykazuje velmi vysoké a také vyrovnané hodnoty napříč ročníky.



**Graf 22: Obsah bílkovin ozimé pšenice v Uhřetěvsi**

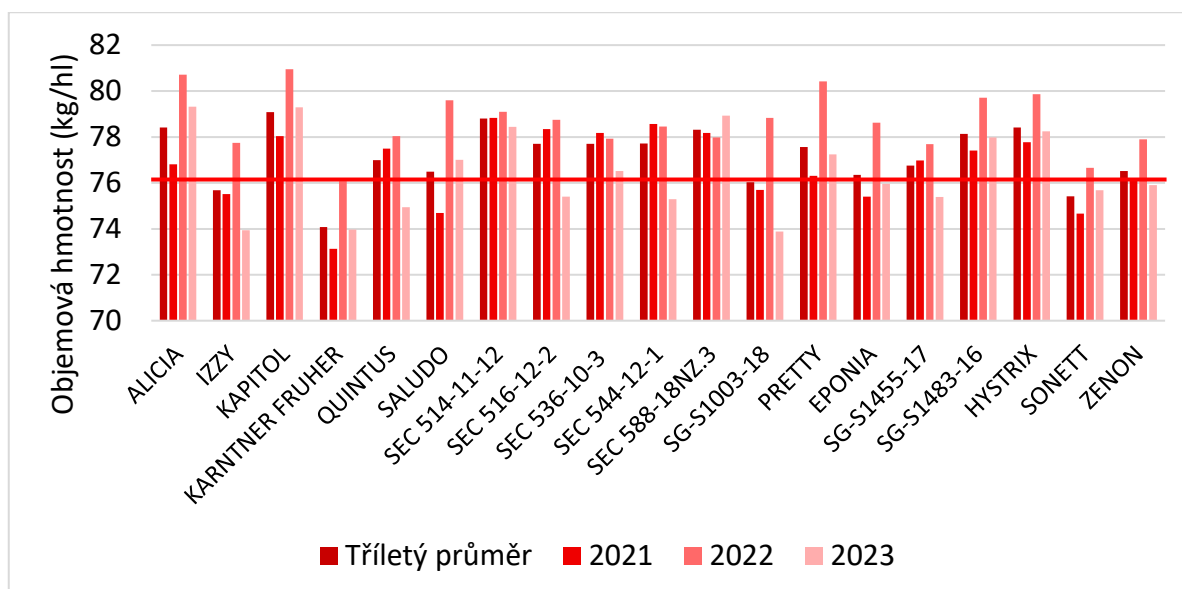
Odrůdy Stupická bastard, Brandex, Wendelin a Wiwa měly nejvyšší tříletý průměr obsahu bílkovin, nejnižší byl u Lisety, Piruety a Ibarry. Minimální požadavek na obsah bílkovin u potravinářské pšenice pro pekárenské účely (11,5 %) v tříletém průměru v Uhřetěvsi nespĺnily pouze odrůdy Liseta (11,1 %) a Pirueta (11,4 %). Tříletý průměr obsahu bílkovin se u ostatních odrůd pohyboval mezi 11,5 % (Ibarra) a 13,9 % (Stupická bastard). Kontrolní odrůda Sultan s nejvyšším průměrným výnosem 8,3 t/ha měla čtvrtý nejnižší průměrný obsah bílkovin 11,7 %. Požadovanou hranici 11,5 % splnily v roce 2021 všechny OP, v roce 2022 kvalitativně neuspěly pouze Liseta (10,7 %), Pirueta (11,3 %), Ibarra (11,4 %) a Illusion (11,4 %). V roce 2023 hranici splnilo 9 odrůd – Brandex, Illusion, SG-S269-09, ST1314/19, ST1518/19, ST1664/19, Stupická bastard, Wendelin a Wiwa. Maxima v roce 2021 a 2023 dosáhla Stupická bastard a v roce 2022 Brandex.

### 5.4.3 Objemová hmotnost – pšenice jarní



**Graf 23: Objemová hmotnost jarní pšenice v Domanínku**

Nejvyšší tříletý průměr hodnot objemové hmotnosti měly odrůdy Kapitol, Alicia, SEC 588-18NZ.3 a Hystrix, nejmenší Quintus a Kärtner früher. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 76 kg/hl v tříletém průměru splnily všechny odrůdy, kromě odrůdy Quintus, kontrolní odrůda Izzy měla hodnotu 77 kg/hl). V roce 2022 a 2023 měly požadovanou kvalitu všechny odrůdy, v roce 2021 pouze odrůdy Alicia, Kapitol, Saludo, SEC 514-11-12, SEC 516-12-2, SEC 588-18NZ.3, SG-S1003-18 a Hystrix. Nejvyšší hodnoty měla ve všech letech odrůda Kapitol.

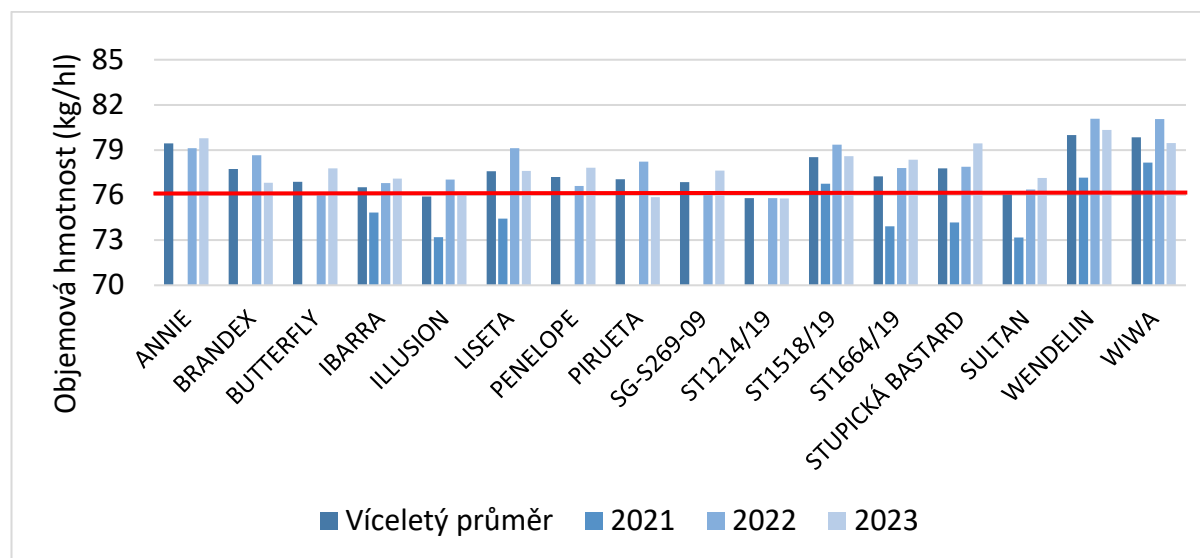


**Graf 24: Objemová hmotnost jarní pšenice v Uhřetěvesi**

Nejvyšší tříletý průměr hodnot objemové hmotnosti měly odrůdy Kapitol, Alicia, SEC 588-18NZ.3 a Hystrix, nejmenší Quintus a Kärtner früher. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 76 kg/hl v tříletém průměru splnily všechny odrůdy, kromě odrůdy

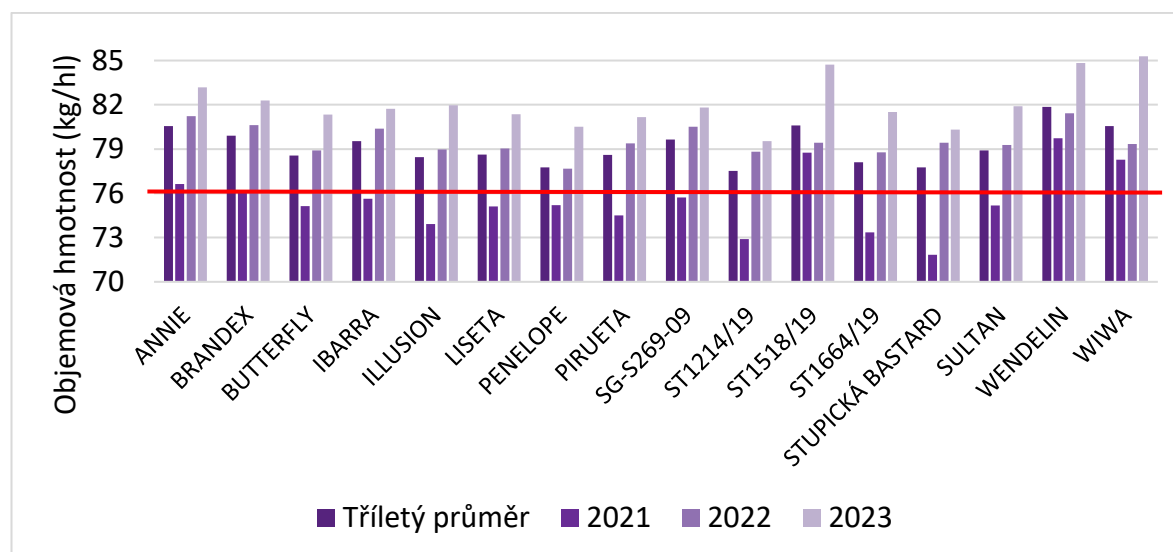
Quintus, kontrolní odrůda Izzy měla hodnotu 77 kg/hl). V roce 2022 a 2023 měly požadovanou kvalitu všechny odrůdy, v roce 2021 pouze odrůdy Alicia, Kapitol, Saludo, SEC 514-11-12, SEC 516-12-2, SEC 588-18NZ.3, SG-S1003-18 a Hystrix. Nejvyšší maximum ve všech letech měl Kapitol.

#### 5.4.4 Objemová hmotnost – pšenice ozimá



**Graf 25: Objemová hmotnost ozimé pšenice v Domanínku**

Nejvyšší tříletý průměr hodnot objemové hmotnosti měly odrůdy Wendelin, Wiwa a Annie, nejmenší Illusion, ST1214/19 a Sultan. Minimální hranici pro potravinářskou pšenicí 76 kg/hl v tříletém průměru splnily všechny odrůdy. V roce 2021 měly požadovanou kvalitu pouze odrůdy Wendelin a Wiwa, v roce 2022 a 2023 všechny odrůdy. Nejvyšší OH v letech 2021 a 2022 měla Wiwa a v roce 2023 Wendelin.

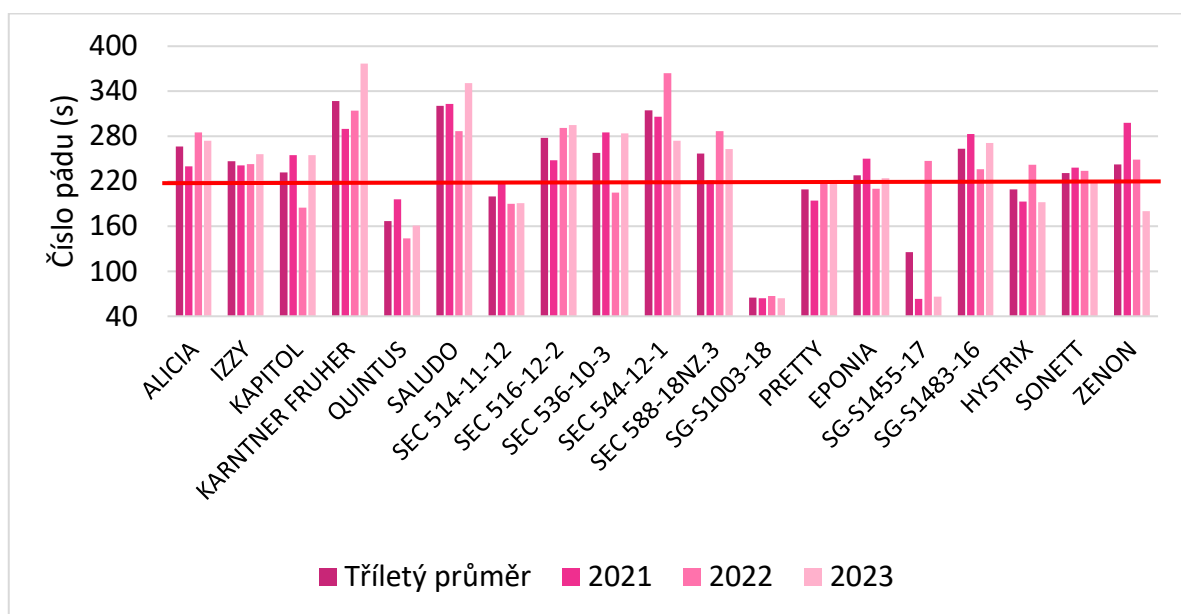


**Graf 26: Objemová hmotnost ozimé pšenice v Uhřetěvesi**



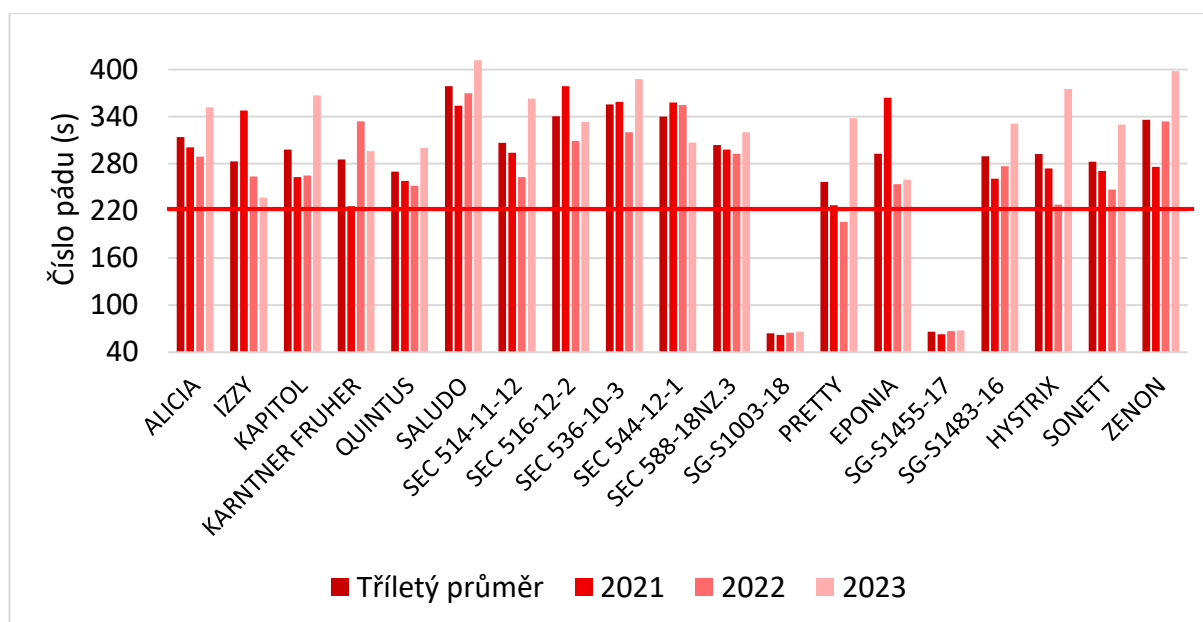
Nejvyšší tříletý průměr hodnot objemové hmotnosti měly odrůdy Wendelin, Annie, ST1518/19 a Wiwa, nejmenší Penelope, ST1214/19, ST1664/19 a Stupická bastard. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 76 kg/hl v tříletém průměru splnily všechny odrůdy. V roce 2021 měly požadovanou kvalitu pouze odrůdy Annie, ST1518/19, Wendelin a Wiwa, v roce 2022 a 2023 všechny odrůdy. Nejvyšší maximum letůch 2021 měl Wendelin, 2022 měla Annie, Brandex, Ibarra, SG-S269-09, Wendelin a v roce 2023 ST1518/19, Wendelin a Wiwa.

#### 5.4.5 Číslo pádu – pšenice jarní



**Graf 27: Číslo pádu jarní pšenice v Domanínku**

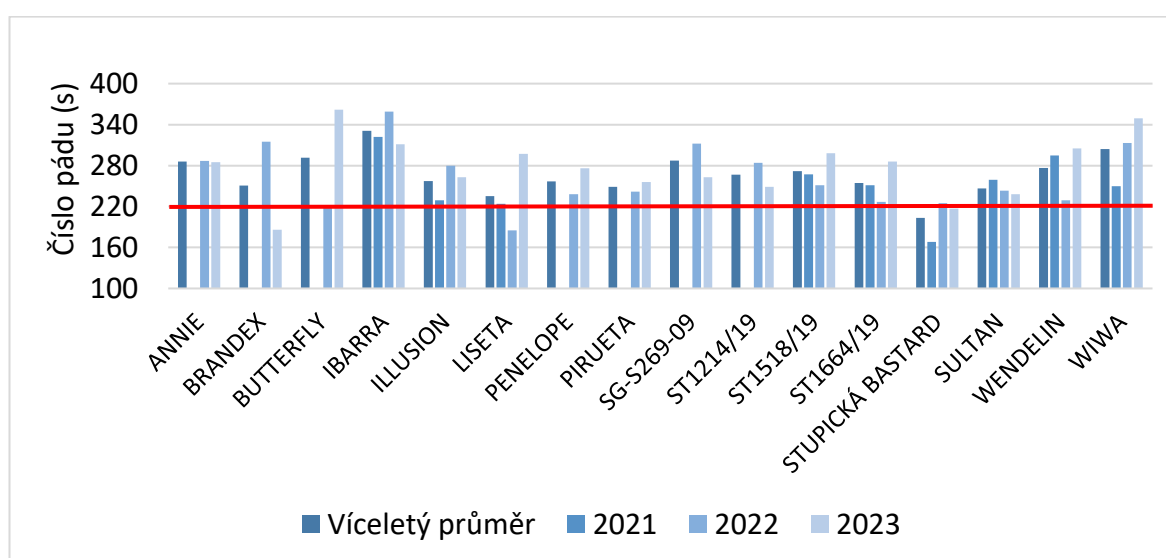
Nejvyšší tříletý průměr hodnot čísla pádu měly odrůdy Kärtner früher, Saludo, SEC 544-12-1, nejmenší SG-S1003-18, Quintus a SG-1455-17. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 220 s v tříletém průměru nesplnily odrůdy Quintus, SEC 514-11-12, SG-S1003-18, Pretty, SG-1455-17 a Hystrix. V roce 2021 neměly požadovanou kvalitu Quintus, SEC 514-11-12, SG-S1003-18, Pretty, SG-1455-17 a Hystrix, v roce 2022 Kapitol, Quintus, SEC 514-11-12, SEC 536-10-3, SG-S1003-18, Pretty a Eponia a v roce 2023 Quintus, SEC 514-11-12, SG-S1003-18, Pretty, SG-1455-17, Hystrix a Zenon. V roce 2021 Saludo, v roce 2022 SEC 544-12-1 a v roce 2023 Kärtner früher.



**Graf 28: Číslo pádu jarní pšenice v Uhřetěvesi**

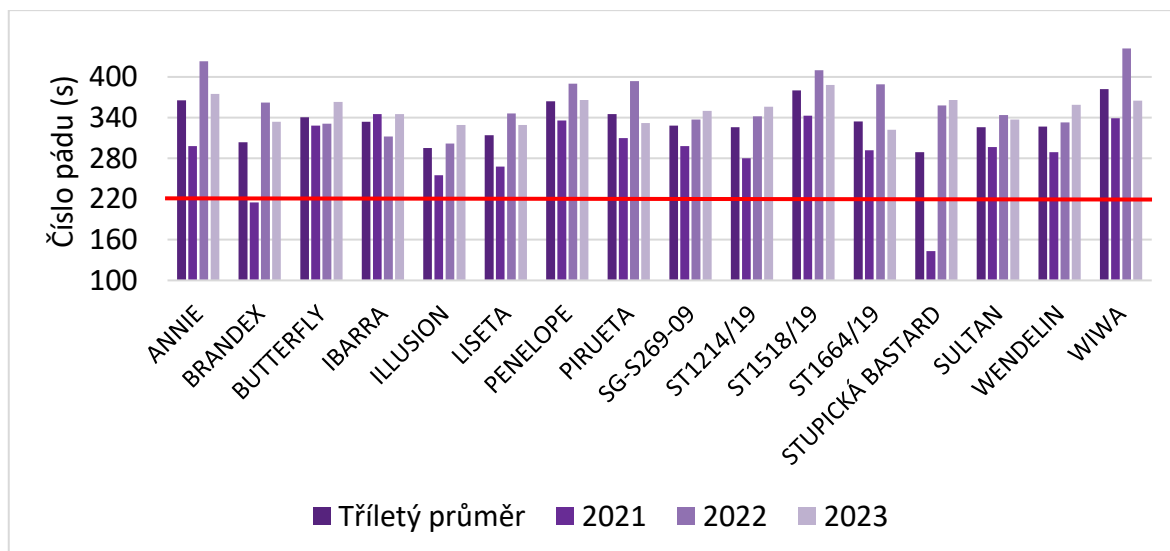
Nejvyšší tříletý průměr hodnot čísla pádu měly odrůdy Saludo, SEC 536-10-3, SEC 544-12-1, SEC 516-12-2, nejmenší SG-S1003-18 a SG-1455-17. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 220 s v tříletém průměru nesplnily pouze odrůdy SG-S1003-18 a SG-1455-17, které na hranici nedosáhli v žádném roce, v roce 2022 neměla požadovanou kvalitu také odrůda Pretty. V roce 2021 neměly požadovanou kvalitu Quintus, SEC 514-11-12, SG-S1003-18, Pretty, SG-1455-17 a Hystrix, v roce 2022 Kapitol, Quintus, SEC 514-11-12, SEC 536-10-3, SG-S1003-18, Pretty a Eponia a v roce 2023 Quintus, SEC 514-11-12, SG-S1003-18, Pretty, SG-1455-17, Hystrix a Zenon. V roce 2021 Saludo, v roce 2022 SEC 544-12-1 a v roce 2023 Kärtner früher.

#### 5.4.6 Číslo pádu – pšenice ozimá



**Graf 29: Číslo pádu ozimé pšenice v Domanínku**

Nejvyšší tříletý průměr hodnot čísla pádu měly odrůdy Ibarra, Wiwa, Butterfly, nejmenší Stupická bastard a Liseta. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 220 s v tříletém průměru nesplnila odrůda Stupická bastard. V roce 2021 neměla požadovanou kvalitu Stupická bastard, v roce 2022 Liseta a v roce 2023 Brandex a Stupická bastard. Maximální hodnoty v jednotlivých letech měla Ibarra (2021, 2022) a Butterfly (2023).

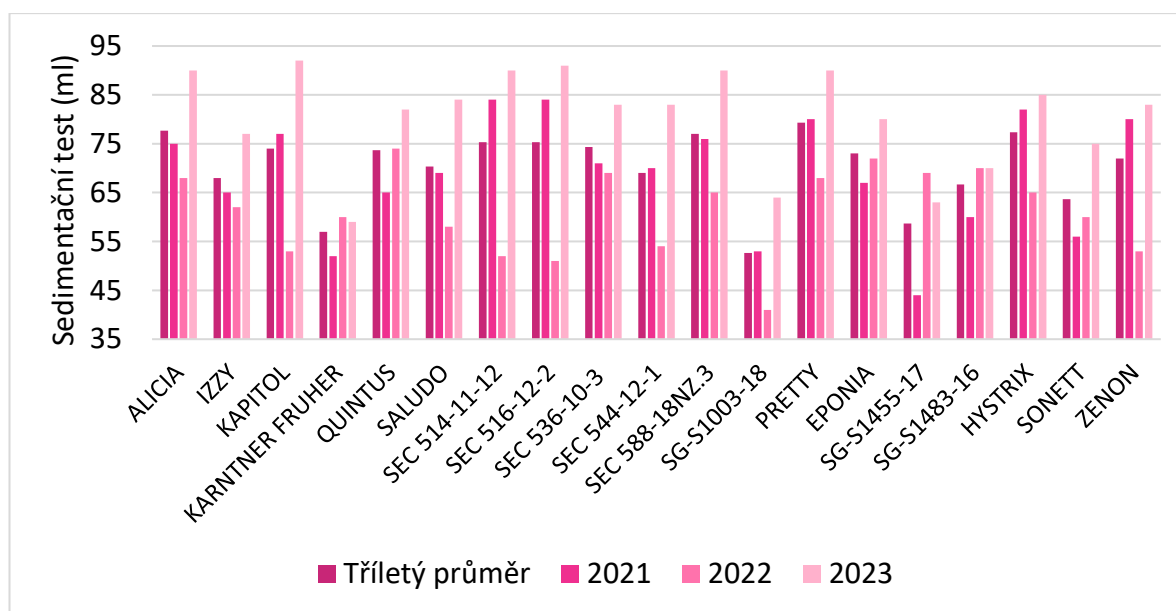


**Graf 30: Číslo pádu ozimé pšenice v Uhřetěvesi**

Nejvyšší tříletý průměr hodnot čísla pádu měly odrůdy Wiwa, ST1518/19, Penelope a Annie, nejmenší Stupická bastard, Liseta a Brandex. Minimální hranici pro potravinářskou pšenici 220 s v tříletém průměru splnily všechny odrůdy. V roce 2021 neměla požadovanou kvalitu Stupická bastard a Brandex. Maximálních hodnot v tomtéž roce dostáhla Ibarra, v roce 2022 Wiwa a v roce 2023 ST1518/19.

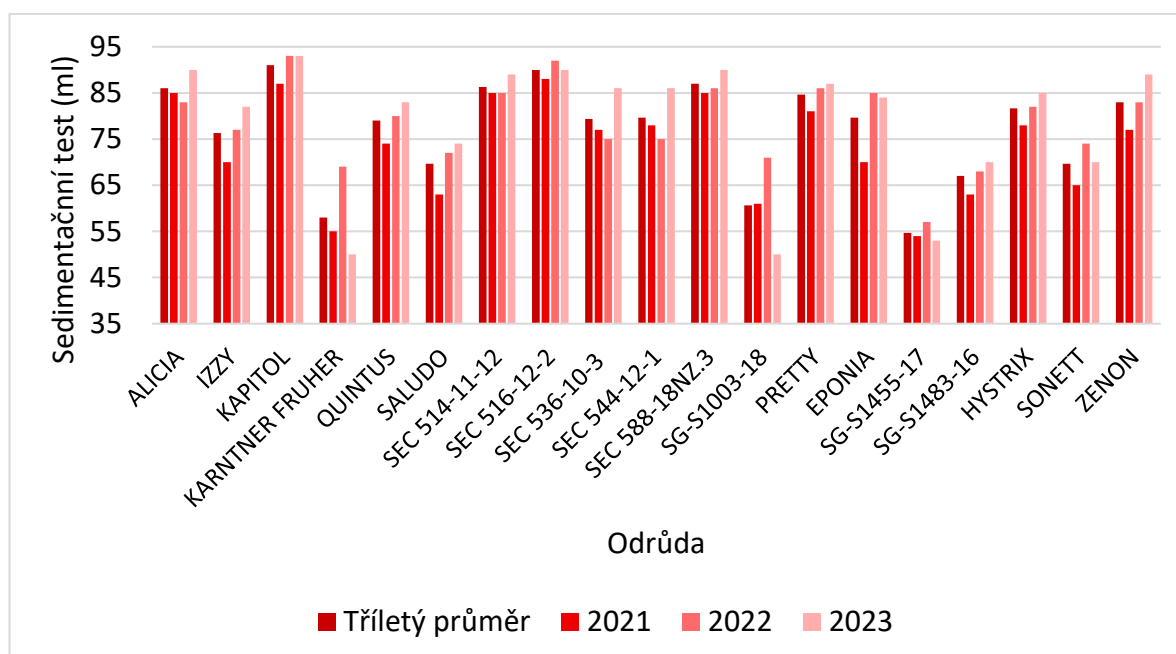
#### 5.4.7 Sedimentace – pšenice jarní

Pro sedimentační testy JP i OP z obou lokalit platí, že minimální hodnotu 30 ml překonaly všechny odrůdy jak v tříletém průměru, tak i v jednotlivých letech. Statisticky významný rozdíl u pšenice z Domanínku byl zaznamenán mezi všemi roky vzestupně od nejnižších hodnot v roce 2022, následoval rok 2021 a nejvyšší hodnoty byly naměřeny v roce 2023. U jarní pšenice z Uhřetěvesi byly hodnoty SDS nejnižší v letech 2021, mezi lety 2022 a 2023 SVR hodnoty nebyly zaznamenány.



**Graf 31: Sedimentační test jarní pšenice v Domanínku**

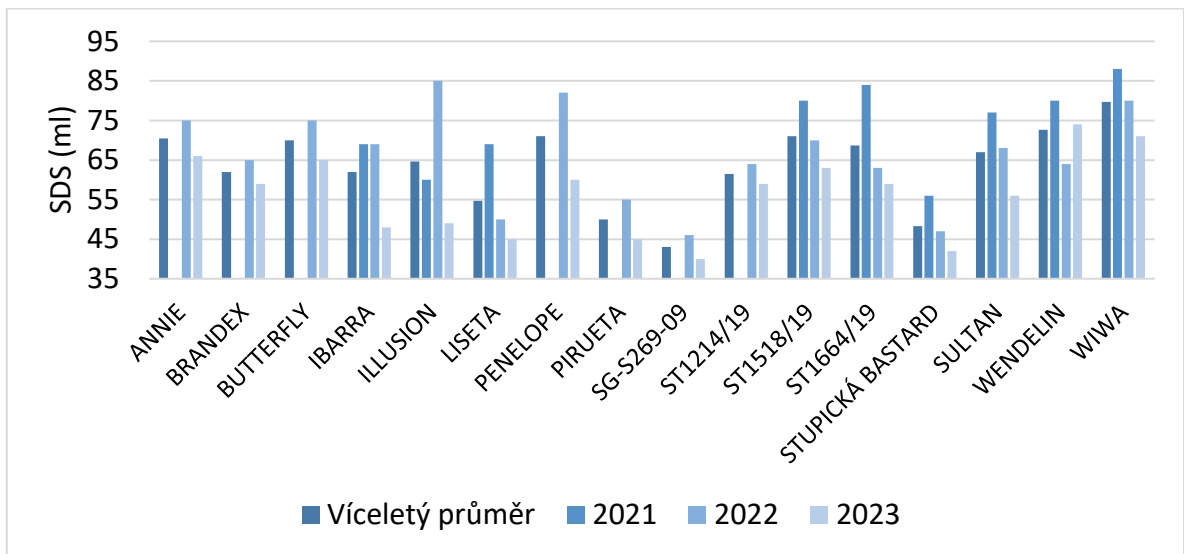
Maximální tříletý průměr u JP v Domanínku měla v rámci tříletého průměru Pretty, Hystrix, Alicia a SEC 588-18NZ.3, nejmenší SG-1003-18, Kärtner früher a SG-S1455-17. V roce 2021 měly nejvyšší hodnoty SDS SEC 514-11-12 a SEC 536-10-3, v roce 2022 Quintus a v roce 2023 Kapitol. Z dat je patrné, že mezi jednotlivými lety byly u hodnot SDS většiny odrůd zaznamenány významné výkyvy. Mezi odrůdami, které naopak vykazovaly relativní vyrovnanost byly Kärtner früher a SG-S1483-16.



**Graf 32: Sedimentační test jarní pšenice v Uhříněvsi**

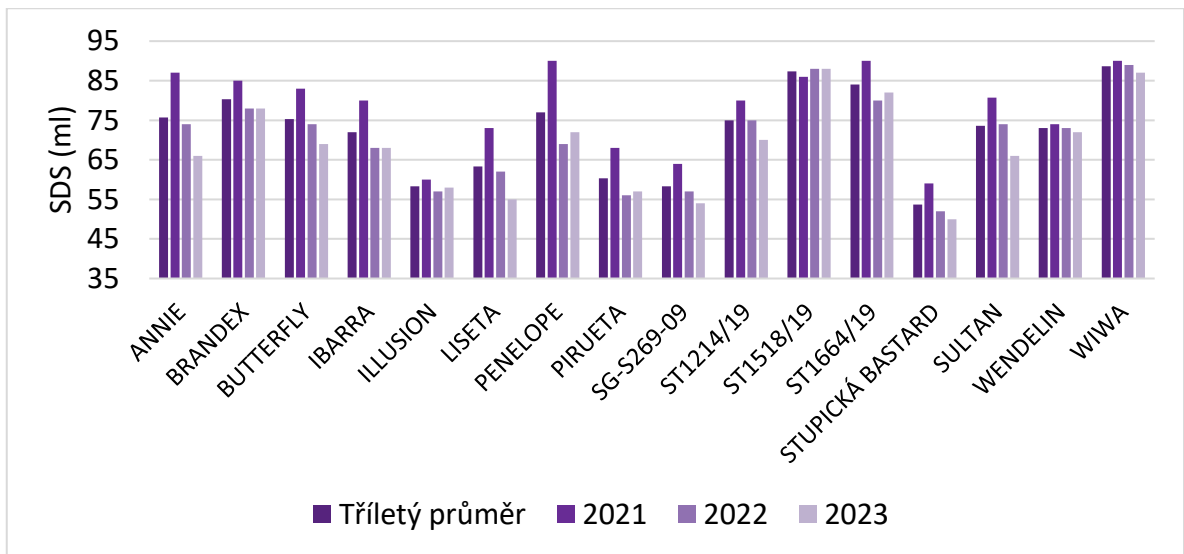
Maximální tříletý průměr u JP v Uhříněvsi měly odrůdy Kapitol, SEC 516-12-2 a SEC 588-18NZ.3, nejmenší SG-S1455-17, Kärtner früher a SG-1003-18. V roce 2021 měly nejvyšší hodnoty SDS SEC516-12-2, v letech 2022 a 2023 Kapitol.

#### 5.4.8 Sedimentace – pšenice ozimá



**Graf 33: Sedimentační test ozimé pšenice v Domanínku**

Odrůdy Wiwa, Wendelin, ST1518/19, Penelope a Annie měly v Domanínku nejvyšší tříletý průměr hodnot SDS, nejnižší byly u odrůdy SG-S269-09, Stupická bastard a Pirueta. V roce 2021 dosáhla maxima Wiwa, v roce 2022 Illusion a v roce 2023 Wendelin. V Domanínku byl statisticky významně slabší rok 2023, následovaly roky 2021 a 2022, mezi kterými SVR nebyl zaznamenán.



**Graf 34: Sedimentační test ozimé pšenice v Uhříněvsi**

Odrůdy Wiwa, ST1518/19, ST1664/19 a Brandex měly v Uhříněvsi nejvyšší tříletý průměr hodnot SDS, nejnižší byly u odrůdy Stupická bastard, Illusion a SG-S269-09. V roce 2021 a 2022 dosáhla maxima Wiwa a v roce 2023 ST1518/19. V UHRI bylo SDS naopak nejvyšší v roce 2021 a nižší v letech 2022 a 2023.

## 5.5 Korelační analýza jednotlivých parametrů u JP a OP v EZ

V následující tabulce 28 jsou uvedeny hodnoty korelační analýzy tříletých průměrů pro jednotlivé parametry mezi sebou. Vztahy zajímavých a relevantních závislostí jsou pak blíže okomentovány v kapitole 6 Diskuze, kde jsou také výše uvedené grafy a tabulky dány do širšího kontextu dostupných literárních zdrojů a studií, výsledky jsou interpretovány a dovysvětleny a na základě nich jsou zodpovězeny hypotézy stanovené na začátku práce.

**Tabulka 28: Hodnoty korelačních koeficientů jednotlivých víceletých průměrů parametrů mezi sebou u jarní a ozimé pšenice v Domanínku a Uhříněvsi**

<b>Domanínek JP</b>	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
Výška rostliny	-0,3	1,0					
Obsah bílkovin	-0,6	0,4	1,0				
OH	0,2	-0,2	-0,3	1,0			
HTS	0,6	0,3	-0,1	0,1	1,0		
SDS	0,6	-0,1	-0,1	0,4	0,6	1,0	
ČP	0,1	0,7	0,1	0,1	0,6	0,3	1,0
<b>Uhříněves JP</b>	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
Výška rostliny	0,1	1,0					
Obsah bílkovin	-0,4	0,5	1,0				
OH	0,5	-0,2	-0,4	1,0			
HTS	0,6	0,2	-0,1	0,5	1,0		
SDS	0,7	0,0	-0,3	0,7	0,4	1,0	
ČP	0,6	0,6	0,1	0,2	0,6	0,6	1,0
<b>Domanínek OP</b>	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
Výška rostliny	-0,4	1,0					
Obsah bílkovin	-0,6	0,1	1,0				
OH	-0,3	0,3	0,6	1,0			
HTS	0,1	0,0	0,1	0,1	1,0		
SDS	0,0	-0,2	0,4	0,4	0,3	1,0	
ČP	0,4	-0,3	-0,1	0,2	0,0	0,4	1,0
<b>Uhříněves OP</b>	Výnos (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Obsah bílkovin (%)	OH (kg/hl)	HTS (g)	SDS (ml)	ČP (s)
Výška rostliny	-0,6	1,0					
Obsah bílkovin	-0,4	0,8	1,0				
OH	0,3	0,2	0,3	1,0			
HTS	0,6	-0,3	-0,3	0,3	1,0		
SDS	0,4	0,0	0,2	0,4	0,2	1,0	
ČP	0,5	-0,4	-0,1	0,4	0,2	0,7	1,0

## 6 Diskuze

### 6.1 Porovnání ekologického a konvenčního pěstování pšenice

V rámci debat o potenciálu ekologického zemědělství, resp. ekologického pěstování pšenice, a její výnosnosti a kvality, byl v rámci této diplomové studie potvrzen nižší výnos pšenice z EZ oproti pšenici z KZ. Rozdíl byl ale menší, než je například dříve zmíněný o 50 % nižší celorepublikový průměr výnosů pšenice z EZ (MZe 2022a). Při porovnání EZ (ze stanic DO a UHRI) x KZ (ST a UHRE) byl o 35 % (JP) a 32 % (OP) nižší než u konvenčního systému, nicméně výsledky EZ jsou zde významně ovlivněny stanicí Domanínek. Tato stanice je oproti ostatním lokalitám ve vyšší nadmořské výšce (přibližně o 250 m n.m.) a spadá do produkčně málo významné bramborářské lokality, výnosy pšenice jsou zde proto významně nižší. Výsledky z tohoto porovnání proto nelze brát jako reprezentativní porovnání potenciálu EZ v porovnání s KZ.

Z těchto důvodů bylo zvoleno porovnání výnosů EZ a KZ pouze ze stanic Stupice (KZ) a Uhřetěves (EZ), kde jsou agroklimatické podmínky podobné. Zde byl výnos pšenice z EZ o 12 % (JP), resp. o 14 % (OP) nižší než v KZ - rozdíl mezi výnosem JP v EZ a KZ byl tedy ještě menší. Tyto hodnoty jsou také blízko výsledkům ve studii Ponisio et al. (2015), který uvádí výnosy v EZ nižší asi o 19,2 % (+/- 3,7 %), v Česku uvádí Konvalina (2014), že pšenice ozimá má v EZ 82 % průměrného výnosu souboru odrůd z konvenčního způsobu pěstování. Z těchto výsledků je patrné, že má pěstování pšenice v ekologickém zemědělství, při dostatku pracovní síly a vhodném hospodaření, v úrodných a klimaticky vyhovujících oblastech dobrý výnosový potenciál, jak také konstatuje Konvalina (2014) např. u pšenice ozimé. V návaznosti na tato zjištění lze také tvrdit, že „příkop“ mezi průměrným výnosem KZ a EZ může být významně menší, než ukazují celorepublikové výsledky. Tento výrazný nepoměr mezi výnosy pšenice z KZ a EZ tak pravděpodobně na základě výše uvedených zjištění nevychází primárně pouze ze systému hospodaření, ale z dané lokality. V Česku je mnoho ekofarem v méně produkčních regionech, podobně jako Domanínek (EZ), a mají tedy už ze své podstaty nižší výnos. Pro úplné porovnání výnosů pšenice v EZ a KZ v Česku by bylo zajímavé zjistit rozdíl mezi těmito systémy také v nízko produkčních regionech, případně porovnat dlouhodobé výsledky z více stanic s co nejvíce podobnými podmínkami, tak jak to zmiňuje Le Campion et al. (2020).

Z hlediska hodnocení dalších parametrů, je patrné, že zatímco výška rostlin byla při porovnání EZ (DO, UHRI) x KZ (ST, UHRE) v ekologickém systému o 4 % nižší pro JP i OP, při porovnání EZ (DO) x KZ (UHRE) byla výška rostlin naopak v ekologickém systému o 3 % (JP) a 7 % (OP) vyšší. V případně prvního celkového srovnání je nižší výška rostlin u EZ opět ovlivněna menší produkční schopností půdy v Domanínku, zatímco u druhého porovnání je vyšší výška v EZ než v KZ pravděpodobně výsledkem použití regulátorů růstu rostlin v konvenčním systému, což zmiňuje ve své studii i Dědová (2022).

Obsah bílkovin byl v obou srovnáních EZ (DO, UHRI) x KZ (ST, UHRE) a EZ (DO) x KZ (UHRE) taktéž nižší u EZ, nicméně u JP byl tento rozdíl velmi malý - 4 %, resp. 7 % (JP), u OP 15 %, resp. 11 %. U průměru HTS i OH byl rozdíl mezi EZ a KZ do 4 % či nulový.

Horší produkční vlastnosti na lokalitě Domanínek se zřejmě projevily i u porovnání EZ (DO, UHRI) x KZ (ST, UHRE) u parametrů SDS a ČP, kde v EZ byla SDS nižší o 5 % (JP) a o 13 %

(OP), hodnoty ČP byly u EZ o 11 % (JP) a 13 % (OP) nižší. Při porovnání EZ (DO) x KZ (UHRE) byly již rozdíly menší – SDS byla v Uhříněvsi o 1 % (JP) a o 8 % (OP) nižší než ve Stupicích. ČP bylo menší o 3 % (JP) a 4 % (OP). Tříleté průměry u všech parametrů splňovali hodnoty pro potravinářskou pšenice v EZ i KZ. Nicméně, u některých parametrů z Domanínku, jak bylo výše uvedeno, byl k dispozici menší počet dat, a je tedy pravděpodobné, že by se pak celkový průměr u těchto parametrů mírně lišil. To platí i pro následující porovnání, zejména u OP.

Nad rámec této práce bylo ještě provedeno zmíněné porovnání objemu pečiva pšenice z EZ, neošetřené pšenice z KZ a ošetřené pšenice z KZ, které proběhlo ve Stupicích v roce 2023. Dle výsledků v kapitole 10.1 se u objemu pečiva jarní pšenice neprokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými systémy, ale pouze mezi jednotlivými odrůdami. Z dat je patrné, že každá odrůda reaguje odlišně na daný systém hospodaření. Např. odrůdám Izzy a Kärtner früher objem pečiva s narůstající intenzitou hospodaření klesal. A naopak např. u odrůd Kapitel a Zenon objem pečiva s rostoucí intenzitou hospodaření rostl. K datům o objemu pečiva byla ještě přidána data o obsahu bílkovin. Zde se prokázal statisticky významný rozdíl (SVR) jak na úrovni systému hospodaření, s tím, že mezi systémem EZ a KZ bez ošetření neexistuje SVR, ale mezi variantou KZ s ošetřením již ano a je zde také nejvyšší obsah bílkovin.

U ozimé pšenice byl naopak u objemu pečiva prokázán SVR mezi všemi třemi systémy hospodaření, ale na úrovni odrůd již tento rozdíl potvrzen nebyl. Tyto odlišné rozdíly oproti JP lze vysvětlit významnějším vlivem ročníku, který se u ozimých pšenic projevuje více, vzhledem k jejich delšímu vegetačnímu období a přezimování. U OP má nejmenší objem pečiva systém EZ, následuje KZ s ošetřením a nejlepší hodnoty má systém KZ bez ošetření, stejnou tendenci ve vztahu k intenzitě hospodaření má i obsah bílkovin. Zajímavostí u objemu pečiva je také fakt, že zatímco u KZ bez ohledu na ošetření má vyšší objem pečiva ozimá pšenice, u EZ má vyšší objem pšenice jarní.

## **6.2 Porovnání pšenice jarní a ozimé v EZ**

### **6.2.1 Výška rostlin**

Co se týká srovnání JP a OP v Domanínku, výška rostlin je zde u OP o 11 % vyšší než u JP, v Uhříněvsi je výška rostlin je u OP o 18 % vyšší než u JP, což je dáno delší vegetační dobou pšenice ozimé, a tedy lepším využitím živin. V Uhříněvsi u JP mělo na maxima a minima výšky pravděpodobně vliv počasí na jaře. Minimální výšky rostlin byly u odrůd zaznamenány v roce 2022, kdy bylo sušší jaro, a naopak maximální výšky v roce 2023, kdy bylo jaro deštivější. Ve Stupicích však tento trend u odrůd v KZ nebyl pozorován. Je možné, že vliv ročníku na výšku rostlin je zde také eliminován použitím růstových regulátorů. Při srovnání ekologických stanic je v Domanínku výška rostlin nižší než v Uhříněvsi – u JP o 4 %, resp. 12 % u OP, což je pravděpodobně způsobeno nižší úrodností půdy v Domanínku.

Za pozornost stojí staré krajové odrůdy OP Stupická bastard, zaregistrována 1927 (VÚRV 2018) a JP Kärtner früher z roku 1959 (AGES 2023), které významně převyšují většinu odrůd. U těchto odrůd byly zaznamenány také jedny z nejvyšších obsahů bílkovin, což se shoduje se závěry Lammerts van Bueren et al. (2010) a Mayer et al. (2015), kteří popisují, že délka rostlin pozitivně koreluje s obsahem bílkovin. V rámci JP byla u výšky a obsahu bílkovin s korelačními



koeficienty 0,4 (DO) a 0,5 (UHRE) potvrzena pozitivní střední korelace, hodnoty u OP byly velmi odlišné, opět z důvodu menšího počtu dat u OP v Domanínku, kde byl korelační koeficient pouze 0,1, zatímco v Uhříněvsi 0,8. Celkově ale relevantní výsledky JP a OP z Uhříněvsi potvrzují střední až silnou korelaci.

Kontrolní odrůdy Izzy a Sultan mají dle popisu v Seznamu doporučených odrůd pro EZ rostliny středně vysoké až vysoké (ÚKZÚZ 2023d). V rámci porovnání odrůd v této práci platí, že Izzy byla mezi odrůdami JP výškově mírně nadprůměrná, zatímco Sultan spíše průměrný nebo podprůměrný. Naměřené průměrné výšky kontrolních odrůd v rámci pokusů v systému EZ (uvedené v závorce) jsou velmi podobné hodnotám průměrné výšky těchto odrůd uvedených ve zmíněném seznamu ÚKZÚZ – Izzy 91 (88) cm a Sultan 97 (97) cm.

### 6.2.2 Výnos

U OP byl jak v Domanínku, tak v Uhříněvsi, potvrzen vyšší výnos než u JP, a to o 29, resp. 20 %. Menší rozdíl mezi průměrným výnosem JP a OP v Uhříněvsi lze opět vysvětlit lepšími půdními vlastnostmi a vhodnějšími klimatickými podmínkami v Uhříněvsi, kde mohou jarní pšenice čerpat z dobré půdní úrodnosti a také rychlejšího růstu na jaře, protože je zde teplejší klima. Rychlejší růst na jaře může přispět také k lepší konkurenceschopnosti vůči plevelům, a tedy celkově vyššímu výnosu. Tyto faktory se odráží i na nepoměru ve výnosu mezi těmito stanicemi – Domanínek má výnos nižší o 50 % u JP a 44 % u OP než Uhříněves.

U ozimů v UHRI byl v rámci sledovaných tří let statisticky významný rozdíl ve výnosu pouze v roce 2022, mezi lety 2021 a 2023 nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl, u JP byl zaznamenán SVR ve výnosu ve všech letech. U Domanínku byl rozdíl ve výnosu u JP i OP ve v každém roce. Byl tedy potvrzen vliv ročníku na výnos, jak uvádí např. ÚKZÚZ (2023d).

U JP z hlediska dlouhodobého průměrného výnosu dominovaly v DO i UHRI odrůdy Izzy, Eponia, SEC 588-18NZ.3 a SG-S1483-16, s tím, že se pořadí odrůd z hlediska výnosu na jednotlivých stanicích příliš nelišilo. Toto ale neplatí u ozimů. Při porovnávání odrůd OP je zajímavé, že např. v Uhříněvsi obsadil první místo Sultan, který měl ale v Domanínku 6.-8. nejhorší výnos. A naopak, v Domanínku byla na prvním místě odrůda Ibarra, která ale v Uhříněvsi obsadila 3. nejhorší místo. Podobně rozdílné umístění obsadila i Liseta (v DO 2.-4. nejlepší, v UHRI 3. nejhorší) a také Pirueta (v DO 5. nejhorší, v UHRI 2.-4. nejlepší). Možným vysvětlením rozdílného pořadí může být míra odnožování, která je např. u Sultanu, jak udává ÚKZÚZ (2023d), střední. Na méně úrodné půdě, jako je v Domanínku, proto může být míra odnožování ještě menší, což se může projevit na výnosu. Vliv mohlo mít i přezimování, protože opět dle informací ÚKZÚZ (2023d) můžeme při výskytu silných holomrazů, které se mohly v Domanínku vyskytovat častěji než v Uhříněvsi, očekávat u Sultána problémy.

Jistotou mezi OP je naopak Stupická bastard, která měla vždy a všude nejmenší výnos, stejně jako u JP Kärtner früher. Tyto odrůdy však mají, jak bylo výše zmíněno jedny z nejvyšších obsahů bílkovin. To odpovídá vztahu, který platí v rámci procesu šlechtění – při zvyšování výnosu dochází k nevyhnutelnému poklesu koncentrace bílkovin v zrna, jak uvádí např. Reynolds & Braun (2022). Korelační koeficient výnosu a obsahu bílkovin byl u odrůd JP i OP v Domanínku -0,6 a v Uhříněvsi -0,4, jedná se tedy o silnou, negativní korelaci.

Pokud porovnáme víceleté průměry výnosu u kontrolních odrůd Izzy a Sultan s dlouhodobým průměrem výnosů ze zkoušek ÚKZÚZ, hodnoty v Domanínku se velmi

podobají udávaným průměrům, v Uhříněvsi je již odlišnost vyšší – Izzy má v DO 4,9 (4,3) t/ha a UHRI 6,9 (8,2) t/ha, u OP Sultan v DO 5,9 (5,2) t/ha a v UHRI 7,9 (10,3) t/h (ÚKZÚZ 2023d).

### 6.2.3 HTS

V obou porovnáních EZ a KZ systému byla celková průměrná HTS v EZ nižší u JP i OP o 3–4 %, což je méně, než procentuální rozdíl v hodnotách výnosu (Kpt. 6.2.2.), který není v jednotkách, ale desítkách procent. HTS se tedy v kontextu těchto dat nejeví jako rozhodující faktor výnosu. Vysvětlení lze pravděpodobně najít jinde. U pšenice v EZ je typický nedostatek dusíku na jaře, kdy z pravidla nelze podpořit bohatší odnožování nebo „vyživit“ a udržet vysoký počet založených odnoží (Šarapatka & Urban 2006; Acquaah 2020). Rozhodujícím faktorem pro výnos pšenice v tomto pokusu mohlo být, stejně jako například v závěrech studie Guo & Schnurbusch (2015), patrně právě odnožování, protože se podílí na výsledném počtu zrn. Malý počet odnoží, a tedy nízký počet klasů může vést ke ztrátě výnosu kvůli sníženému počtu klásků a zrn. Ačkoli se hmotnost zrna může v tomto případě zvýšit, nestačí to na kompenzaci ztráty způsobené snížením počtu odnoží (resp. počtu zrn na rostlinu). V rámci této práce však nebyl sledován počet odnoží jednotlivých odrůd a tento faktor by mohl být předmětem dalšího zkoumání.

Při porovnání JP a OP byla potvrzena statisticky významně vyšší hodnota HTS u OP než u JP, a to zpravidla o 5 % u pšenice z Domanínku i Uhříněvsi. Jak uvádí Miao et al. (2022) HTS je vysoce náchylná k environmentálním faktorům, v případě této práce byl částečně potvrzen vliv ročníku na HTS. V DO měla JP i OP nejmenší hodnotu HTS v roce 2023 a vyšší v letech 2022 a 2023, kdy mezi těmito roky nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl. V UHRI pak byl u JP statisticky významný rozdíl v HTS v každém roce, a to vzestupně v roce 2023, 2021 a 2022. U OP byly statisticky nejmenší hodnoty v roce 2021 a vyšší v letech 2022 a 2023 bez rozdílu mezi těmito dvěma roky.

Korelační koeficient HTS a výnosu je 0,6 u jarní pšenice z Domanínku i Uhříněvsi, u ozimé pšenice je v Domanínku 0,1 a v Uhříněvsi 0,6. U OP v Domanínku opět hrají roli nekompletní data, proto se korelační koeficient z této stanice odlišuje od zbývajících hodnot, které mají shodný koeficient 0,6, což je na hranici mezi středně silnou a silnou pozitivní závislostí mezi HTS a výnosem, tak jak ji zmiňují i Qin et al. (2015); Duan et al. (2020) a Wang et al. (2023).

Mezi odrůdy s nejvyšší HTS patří u JP SEC 514-11-12 a SG-S1483-16, u OP Annie a SG-S269-09. Naměřené průměrné hodnoty HTS u kontrolních odrůd Izzy a Sultan v systému EZ v tomto pokusu (uvedené v závorce) opět velmi korespondují s průměrnými hodnotami uváděnými ÚKZÚZ – Izzy má 40 (39,6) g a Sultan 43 (42,4) g (ÚKZÚZ 2023d).

### 6.2.4 Obsah bílkovin

V Domanínku byl opět kvůli úrodnosti půdy obsah bílkovin o 7 % nižší u JP i OP než v Uhříněvsi. Při porovnání kvality JP a OP v Domanínku a také v Uhříněvsi vychází shodně obsah bílkovin o 12 % vyšší u JP než OP.

Zatímco v Uhříněvsi bez problému splnily všechny odrůdy JP ve všech letech minimální požadavek 11,5 % obsahu bílkovin u potravinářské pšenice pro pekárenské účely, v Domanínku sice odrůdy splňovaly požadovaný obsah bílkovin dle tříletého průměru, ale např. v roce 2021 tuto hranici překročily pouze Kärntner Früher, Pretty, SEC 536-10-3, Zenon, SEC 516-12-2, SG-S1003-18, Hystrix. Pravděpodobně se zde vlivem nižší produkční schopnosti půdy více

diferencují odrůdy, které mají i přes omezené možnosti schopnost dosáhnout vysoké kvality a pravděpodobně využívají dostupné živiny efektivněji.

Většina jarních odrůd se v jednotlivých letech a na sledovaných lokalitách z hlediska obsahu bílkovin umísťovala v pomyslném pořadí podobně, výjimkami ale byly odrůdy Saludo a Hystrix. Zatímco Saludo v Domanínku patřila mezi horší odrůdy a v roce 2021 nepatřila mezi odrůdy, které měly požadovanou kvalitu, v Uhříněvsi se umísťovala na prvních místech a v rámci tříletého průměru obsadila 2. místo. A naopak Hystrix, která v Domanínku patřila spíše mezi lepší odrůdy a v kritickém roce 2021 splnila požadovanou kvalitu se v Uhříněvsi umísťovala spíše na horších místech.

Po vyhodnocení víceletého průměru obsahu bílkovin u odrůd OP bylo zjištěno, že ne všechny odrůdy splnily požadovanou hranici obsahu bílkovin. U OP měly na obou lokalitách jeden z nejvyšších obsahů bílkovin odrůdy Wendelin, Wiwa, v Domanínku ještě doplněné o Annie, v Uhříněvsi pak měly velmi dobré výsledky také Stupická bastard a Brandex. Získané hodnoty v rámci tohoto experimentu jsou vyšší než hodnoty obsahu bílkovin, které uvádí Konvalina (2014), kdy žádná ze 13 hodnocených odrůd OP v systému EZ mezi lety 2011 – 2013 v Uhříněvsi nedosáhla min. obsahu N-látek v sušině zrna pro pekárenské zpracování. Roli zde mohla hrát volba testovaných odrůd či odlišný průběh počasí v daných letech.

Kontrolní odrůdy Izzy a Sultan mají spíše nižší nebo nízký obsah bílkovin ve srovnání s ostatními odrůdami. Naměřené průměrné hodnoty obsahu bílkovin těchto odrůd v systému EZ (v závorce) opět velmi korespondují s průměrnými hodnotami uváděnými ÚKZÚZ – Izzy 12,3 (12,5) % a Sultan 11,6 (11,5) % (ÚKZÚZ 2023d).

### **6.2.5 Objemová hmotnost**

V obou porovnáních EZ a KZ byl rozdíl mezi dlouhodobým průměrem OH JP i OP z obou systémů minimální (0 - 2 %). Stejně tak tomu bylo i u porovnání ekologických lokalit DO x UHRI, kde výjimečně Domanínek nevykazoval významně nižší hodnoty, a tedy lze předpokládat, že úrodnost půdy a klimatický region zde nehrály zásadní roli.

V obecném porovnání JP a OP z obou lokalit dohromady se neprokázal statisticky významný rozdíl mezi OH. V rámci porovnání JP x OP pouze z Domanínku již existoval u tohoto parametru statisticky významný rozdíl mezi JP a OP, kde JP měla hodnoty vyšší. Naopak při porovnání JP x OP z lokality Uhříněves byla statisticky významně vyšší OH u OP. Jednoznačně tedy ale v rámci získaných dat nelze určit, zda mezi hodnotami OH u JP a OP existuje statisticky významný rozdíl.

V případě meziročního porovnání byly hodnoty OH nejmenší u JP i OP shodně v roce 2021 a roky 2022 a 2023 měly vyšší průměry, mezi těmito dvěma lety ale již statický rozdíl nebyl. U pšenice z Uhříněvsi byla u JP objemová hmotnost nejmenší v letech 2021 a 2023 bez rozdílu, rok 2022 měl statisticky významně nejvyšší hodnoty OH. U OP byly zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi všemi sledovanými roky, a to vzestupně od roku 2021 až po rok 2023. Hodnoty OH se tedy na základě této analýzy mohou v průběhu let statisticky významně lišit, jak také uvádí ÚKZÚZ (2023f).

Nejvyšší hodnoty OH měly u JP odrůdy Kapitól, Alicia a SEC 588-18NZ.3, u OP Wendelin, Wiwa a Annie. Naměřené průměrné hodnoty OH u kontrolních odrůd Izzy a Sultan v systému

EZ (v závorce) jsou opět velmi blízké průměrným hodnotám uváděným ÚKZÚZ – Izzy 76,9 (76,3) kg/hl a Sultan 78,1 (78,2) g (ÚKZÚZ 2023d).

### 6.2.6 Číslo pádu

U čísla pádu byl opět rozdíl ve výsledcích porovnání EZ (DO, UHRI) x KZ (ST, UHRE) a EZ Uhříněves x KZ Stupice. Zatímco v prvním porovnání byly hodnoty ČP u EZ o 11 % (JP) a 13 % (OP) nižší než v KZ, ve druhém porovnání už tento rozdíl nebyl tak významný, ČP bylo v EZ menší o 3 % (JP) a 4 % (OP). Opět se zde projevuje vliv Domanínku, který měl oproti Uhříněvsi ČP nižší o 17 % (JP) a 21 % (OP).

Ve všech porovnáních JP x OP byly prokázány statisticky významně vyšší hodnoty čísla pádu u OP - v Domanínku o 12 %, v Uhříněvsi o 16 %. U ČP v Domanínku se v rámci JP ani v rámci OP jednoznačně nepotvrdil statisticky významný rozdíl hodnot ČP mezi jednotlivými roky. Nicméně, při pohledu na grafy v kpt. 5.2.6. je patrné, že rozdíly v hodnotách ČP u jednotlivých odrůd jsou. Většina odrůd má svá minima a maxima ČP v odlišných letech, ale protože celkově nelze vysledovat jednoznačný trend ČP ve vztahu k danému roku, statistický rozdíl mezi sledovanými roky jako takový zaznamenán nebyl, na úrovni jednotlivých odrůd ale existuje. Tento poznatek koresponduje např. s informacemi ÚKZÚZ (2023f), který uvádí, že číslo pádu je ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání a sklizně a že je tendence ke snižování čísla poklesu odrůdově odlišná. U pšenice z Uhříněvsi nicméně byly zaznamenány statisticky významné rozdíly u JP mezi rokem 2021, který měl hodnoty vyšší, než roky 2022 a 2023. Podobně tomu tak bylo i u OP, kde měl naopak rok 2021 statisticky významně nejmenší hodnoty oproti rokům 2022 a 2023. V Uhříněvsi už již hodnoty čísla pádu u jednotlivých odrůd v rámci jednotlivých roků chovaly méně "nahodile" než v Domanínku.

Nejvyšší hodnoty ČP měly u JP odrůdy Kärtner früher a Saludo, u OP Ibarra, Wiwa a ST1518/19. Naměřené průměrné hodnoty čísla pádu u kontrolních odrůd Izzy a Sultan v systému EZ (v závorce) jsou nižší, než průměrné hodnoty uváděné ÚKZÚZ - Izzy 328 (265) s a Sultan 302 (289) g (ÚKZÚZ 2023d). Tento rozdíl je patrně daný výše zmíněným vlivem počasí v době dozrávání a sklizně.

Na základě hodnot korelačních koeficientů lze konstatovat, že číslo pádu a SDS má středně silnou, pozitivní korelaci; pro JP se hodnoty pohybovaly mezi 0,3 - 0,4 a OP a pro OP 0,6 – 0,7.

### 6.2.7 Sedimentace

V obou porovnáních EZ x KZ byly zaznamenány nižší hodnoty SDS v EZ - u JP o 5, resp. 1 %, u OP o 13, resp. 8 %. V těchto číslech se opět projevuje menší úrodnost Domanínku, kde bylo SDS nižší než v Uhříněvsi o 9 % (JP) a 11 % (OP). Ve všech porovnáních JP x OP byla potvrzena statisticky významně vyšší hodnota SDS u jarní pšenice. Tyto závěry odpovídají poznatku, že je SDS významně ovlivněná zásobeností dusíkem (ÚKZÚZ 2023d).

Dle analýzy dat byla také zjištěna pozitivní korelace s objemovou hmotností, u JP byl korelační koeficient na obou lokalitách 0,4 a u OP v Domanínku 0,7 a v Uhříněvsi 0,4. Jedná se tedy o středně silnou korelaci. Středně silnou korelaci také najdeme mezi číslem pádu a výnosem – u JP 0,6 (DO) a u OP (0,4) a (0,5).

Nejvyšších hodnot dosahovala Alicia, Pretty, Hystrix a SEC 588-18NZ.3 v DO a v UHRI SEC Kapitól a SEC 516-12-2, u OP WIWA, Penelope, Annie a Butterfly, Kapitól a SEC 516-12-2.

### 6.3 Shrnutí

Cílem této práce byl sběr a setřídění potřebných podkladů a dat, jejich statistické zpracování a analýza a následné porovnání výsledků s dalšími studiemi, tak aby bylo možné odpovédět na definované hypotézy. Na základě výše uvedených poznatků nelze hypotézy jednoznačně potvrdit.

- 1) Lze vytypovat znaky a vlastnosti odrůd, které v systému ekologického pěstování povedou k lepší struktuře porostu, vyšším výnosům a lepší technologické kvalitě zrna.

*Nelze jednoznačně potvrdit.* Do EZ jsou vhodnější odrůdy odolné proti chorobám, vzrůstem spíše vyšší, s rychlým jarním růstem a pokryvností půdy (zejména u jarní pšenice), efektivním využitím živin a spíše s vyšší HTS. Ideální odrůda pro EZ však neexistuje, vždy záleží na regionálním kontextu a pěstitelském cíli.

U jednotlivých grafů s hodnocenými parametry odrůd JP a OP v Domanínku a Uhříněvsi si např. lze všimnout jistého vzoru, který se často opakuje. Je jím na jedné straně mnohdy velmi viditelná nevyrovnanost hodnot (sloupců) mezi jednotlivými odrůdami, ale také mezi hodnotami parametrů u jedné odrůdy v různých letech v Domanínku, kde grafy připomínají „zubatý plot z náhodně dlouhých latěk“ (ukázkovými grafy jsou hodnoty SDS u JP v kapitole 5.4.7), zatímco v Uhříněvsi se vliv ročníku projevuje mnohem mírněji a hodnoty v daných letech nevykazují u odrůd takové výkyvy a na první pohled jsou z grafů patrné spíše rozdíly mezi odrůdami samotnými. Asi nelze tvrdit, že je tento rozdíl daný pouze úrodností půdy, i když jistě hrála významnou roli a byla mnohdy limitujícím prvkem, který znemožňoval odrůdám vyrovnat se s dalšími působícími faktory, jako je počasí, tlak chorob apod.

Z výše uvedených dat je patrné, že při výběru vhodné odrůdy do EZ je nutné brát v potaz regionální a polní podmínky, jak také uvádí např. Muellner et al. (2014), Janovská et al. (2018) a Devěte et al. (2021), protože ta samá odrůda může podat v závislosti na lokalitě dva velmi rozdílné výkony. Z tohoto důvodu se zdá být důležité, aby měli zemědělci k dispozici nejen seznam doporučených odrůd pro EZ jako takové, ale také konkrétní data u jednotlivých doporučených odrůd z různých klimatických regionů a také lokalit s různou úrodností. Významná je také vyrovnanost parametrů u dané odrůdy mezi jednotlivými roky, jak uvádí např. Janovská et al. (2018).

- 2) Jarní odrůdy pšenice mohou být svou strukturou porostu srovnatelné s ozimými odrůdami a dosahovat srovnatelných produkčních a kvalitativních parametrů.

*Nelze jednoznačně potvrdit.* V některých parametrech jarní odrůdy pšenice mohou dosahovat srovnatelných či dokonce lepších výsledků než ozimé odrůdy. V jiných parametrech ale mají lepší hodnoty parametrů odrůdy pšenice ozimé. Nicméně, většina parametrů je odlišných pouze do 10 %, s výjimkou výnosu, výšky rostlin a čísla pádu.

V rámci porovnání JP x OP (DOM + UHRI) platí, že existují statisticky významné rozdíly mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech, kromě objemové hmotnosti. Pšenice ozimá má statisticky významně vyšší výnos, výšku, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin a hodnoty SDS.

Na základě porovnání JP a OP z lokality Domanínky byl zjištěno, že existují statisticky významné rozdíly mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech. Pšenice ozimá má

statisticky významně vyšší výnos, výšku, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší objemovou hmotnost, obsah bílkovin a hodnoty SDS.

Při porovnání JP a OP z lokality Uhříněves platí, že existují statisticky významné rozdíly mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech. Pšenice ozimá má statisticky významně vyšší výnos, výšku, objemovou hmotnost, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin a hodnoty SDS.

Na základě porovnání objemu pečiva v roce 2023 byl také potvrzen vyšší objem pečiva u jarní pšenice z ekologického zemědělství v porovnání s ozimou.



Obr. 7 a 8: Laboratorní hodnocení čísla pádu (vlastní foto, prosinec 2023)

## 7 Závěr

V této práci byl zhodnocen potenciál vybraných odrůd pšenice ozimé a jarní pro pěstování v ekologickém zemědělství. Na základě porovnání dostupnosti odrůd pšenice pro EZ v rámci vybraných států a zmíněného směřování Společné zemědělské politiky EU lze do budoucna počítat s rozšířením ploch ekologického zemědělství, a tedy ploch s pšenicí v systému EZ. Současná situace se v rámci vybraných států velmi liší, a potenciál pěstování pšenice v EZ je v mnoha státech odlišný i vzhledem k rozdílné dostupnosti odrůd pro EZ. V tomto ohledu by bylo vhodné zlepšit dostupnost osiva odrůd vhodných do EZ tak, aby naplnil poptávku zemědělců.

Na základě porovnání pšenice z konvenčního (lokalita Stupice) a ekologického (Uhřetěves) systému lze konstatovat, že v úrodných oblastech a za předpokladu vhodně zvoleného osevního postupu a dostatečné pracovní síly, dosahovala pšenice v systému ekologického zemědělství v porovnání s konvenčním zemědělstvím více než osmdesát procentních výnosů a více než devadesát procentních hodnot kvalitativní parametrů. V méně úrodných oblastech, jako je např. Domanínec, je nutné v EZ počítat s nižšími výnosy a horší kvalitou už z agroklimatické podstaty dané lokality. Data z podobné, konvenční lokality nebyla k dispozici, a tedy nebylo možné porovnat tyto dva systémy v méně produkční oblasti. Pro nastíněné zhodnocení potenciálu ekologického zemědělství i v méně úrodných oblastech by bylo vhodné provést podobné porovnání ekologického a konvenčního zemědělství parametrů jarní a ozimé pšenice, což může být předmětem dalších experimentů.

Z hlediska šlechtění se ukazuje jako zásadní testovat linie a odrůdy pšenice určené do ekologického zemědělství v různých regionech a při rozdílné úrodnosti půdy. I v této oblasti by byl také vhodný další výzkum a následná publikace získaných výsledků tak, aby si zemědělci na základě nich mohli zvolit co nejvhodnější odrůdu pro svou lokalitu. Neméně důležitý bude v rámci šlechtění odrůd pro ekologické zemědělství důraz na odolnost proti chorobám a suchu, i v těchto oblastech je ještě prostor ke zlepšení.

Na základě vyhodnocených dat v experimentální části je možné konstatovat, že nelze jednoznačně vytypovat znaky a vlastnosti odrůd, které v systému ekologického pěstování povedou k lepší struktuře porostu, vyšším výnosům a lepší technologické kvalitě zrna. Do EZ jsou obecně vhodnější odolné odrůdy, které efektivně využívají živiny a mají vyšší hmotnost tisíce semen a spíše delší vzrůst. U jarních odrůd je pak důležitá rychlá jarní pokrývnost půdy, a tedy konkurenceschopnost plevelům. Volba vhodné odrůdy ale záleží zejména na individuálním pěstitelském záměru a agroklimatických podmínkách dané lokality.

Pro porovnání pšenice ozimé a jarní v ekologickém zemědělství platí, že byly potvrzeny statisticky významné rozdíly mezi pšenicí jarní a ozimou ve všech parametrech, kromě objemové hmotnosti. Pšenice ozimá má statisticky významně vyšší výnos, výšku, hmotnost tisíce semen a číslo pádu. Pšenice jarní má naopak statisticky významně vyšší obsah bílkovin, hodnoty sedimentace a objem pečiva. Odlišnost hodnot parametrů jarní a ozimé pšenice je ale zpravidla relativně malá, do deseti procent, s výjimkou výnosu, výšky rostlin a čísla pádu.

## 8 Literatura

- Acquaah G. 2020. Principles of plant genetics and breeding. Third edition. Blackwell Pub., Oxford.
- AGES. 2023. Österreichische Beschreibende Sortenliste 2023 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2023, ISSN 1560-635X. Available from <https://bsl.baes.gv.at/pdf-version> (accessed December 2023).
- Arora NK. 2019. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. Environmental Sustainability 2, 95–96. DOI: 10.1007/s42398-019-00078-w.
- Baenziger P. 2016. Wheat Breeding and Genetics. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.03001-8.
- Bacher HI, Montagu A, Herrmann I, Walia H, Schwartz N, Peleg Z, Dupuy L. 2023. Stress-Induced Deeper Rooting Introgression Enhances Wheat Yield Under Terminal Drought. Journal Of Experimental Botany, 74(16), 4862-4874. DOI: 10.1093/Jxb/Erad059.
- Bajwa AA, Farooq M, Al-Sadi AM, Nawaz A, Jabran K, Kadambot A, Siddique ZM. 2020. Impact of climate change on biology and management of wheat pests. Crop Protection, 137. DOI: 10.1016/j.cropro.2020.105304.
- Barra L, France A, Millas P. 2019. Crossing Frontiers: Endophytic Entomopathogenic Fungi for Biological Control of Plant Diseases. DOI: 10.2499/9780896292970.
- Bennett B, Carpenter SR, Gordon LJ, Ramankutty N, Balvanera P, Campbell B, Cramer W, Foley J, Folke C, Karlberg L, Liu J, Lotze-Campen H, Mueller ND, Peterson GD, Polasky S, Rockström J, Scholes RJ, Spierenburg M. 2014. Toward a more resilient agriculture. Solutions 5(5):65-75.
- Bilborrow P, Cooper J, Tétard-Jones C, Srednicka-Tober D, Baranski M, Eyre M, Schmidt C, Shotton P, Volakakis N, Cakmak I et al. 2013. The effect of organic and conventional crop production systems on the yield and quality of wheat (*Triticum aestivum*) grown in a long-term field trial. Eur. J. Agron, 51, 71–80.
- Brant V. 2019. Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. Agrární komora České republiky, Praha. ISBN 978-80-88351-03-0.
- Brant V, Brezáni A, Döbertová M, Kožíšková M, Křen J, Lukas V, Kumhála F, Lukáš J, Smutný L, Trávníček J. 2023. Precizní zemědělství. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/portal/-a35386---t2QOTO55/publikace-precizni-zemedelstvi> (accessed February 2024).
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. 2021. Ökologischer Weizenanbau. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Available from <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/oekologischer-pflanzenbau/spezieller-pflanzenbau/ackerbau/getreide/weizen/> (accessed September 2023).
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. 2023. Landwirtschaft. Getreide. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Available from <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/getreide> (accessed September 2023).
- Bundessortenamt. 2023. Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais Öl- und Faserpflanzen Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte. Bundessortenamt, Hannover. Available from



- [https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/BSL/bsl\\_getreide\\_2023.pdf](https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/BSL/bsl_getreide_2023.pdf) (accessed September 2023).
- Burešová I, Palík S. 2009. Počasí jako faktor pekárenské kvality pšeničného zrna. *Obilnářské listy* 17, Available from [https://www.vukrom.cz/userfiles/files/obilnarske\\_listy/2009/2009\\_1/11\\_14.pdf](https://www.vukrom.cz/userfiles/files/obilnarske_listy/2009/2009_1/11_14.pdf) (accessed September 2023).
- C2ES. 2021. Extreme Weather and Climate Change. Center For Climate And Energy Solutions. Available from <https://www.c2es.org/content/extreme-weather-and-climate-change/> (accessed December 2023).
- COBORUa. 2023. Lista odmian roślin rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce 2023. COBORU, Słupia Wielka. Available from [https://coboru.gov.pl/Publikacje\\_COBORU/Listy\\_odmian/lo\\_rolnicze\\_2023.pdf](https://coboru.gov.pl/Publikacje_COBORU/Listy_odmian/lo_rolnicze_2023.pdf) (accessed September 2023).
- COBORUb. 2023. Wyniki ekologicznych doświadczeń odmianowych. Zboża ozime 2022. COBORU, Słupia Wielka. Available from [https://coboru.gov.pl/Publikacje\\_COBORU/Wyniki\\_PDO/WEDO\\_Zboza\\_ozime\\_2022.pdf](https://coboru.gov.pl/Publikacje_COBORU/Wyniki_PDO/WEDO_Zboza_ozime_2022.pdf) (accessed September 2023).
- COBORUc. 2023. Wyniki ekologicznych doświadczeń odmianowych. Zboża jare 2022. COBORU, Słupia Wielka. Available from [https://coboru.gov.pl/Publikacje\\_COBORU/Wyniki\\_PDO/WEDO\\_Zboza\\_jare\\_2022.pdf](https://coboru.gov.pl/Publikacje_COBORU/Wyniki_PDO/WEDO_Zboza_jare_2022.pdf) (accessed September 2023).
- Connor D. 2008 Organic agriculture cannot feed the world. *Field Crops Res.* 106, 187–190. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.11.010.
- Copernicus Climate Change Service. 2023 European State of the Climate. Summary 2022. European State of the Climate. Summary 2022. DOI: 10.24381/GVAF-H066.
- Cappelli A, Cini E. Challenges and Opportunities in Wheat Flour, Pasta, Bread, and Bakery Product Production Chains: A Systematic Review of Innovations and Improvement Strategies to Increase Sustainability, Productivity, and Product Quality. *Sustainability.* 2021, 13(5). DOI: 10.3390/su13052608.
- Clarke B, Otto F. 2022. Extrémny počasí a klimatická změna. Jak o nich mluvit a psát. Otevřená data o klimatu, z. ú. Available from <https://faktaoklimatu.cz/explainery/vliv-klimatu-na-extremy-prirucka#vlny-veder> (accessed September 2023).
- CORDIS. 2023. Project. Ecobreed. Increasing the efficiency and competitiveness of organic crop breeding. CORDIS EU research results. Available from <https://cordis.europa.eu/project/id/771367> (accessed September 2023).
- Cossani CM, Reynolds MP. 2012. Physiological traits for improving heat tolerance in wheat. *Plant Physiology* 160, 1710–1718.
- Crespo-Herrera LA, Ortiz R. 2015. Plant breeding for organic agriculture: something new? *Agric. Food Secur.* 4, 1–7. DOI: 10.1186/s40066-015-0045-1.
- Černý J, Sedlář O, Kulhánek M, Balík J, Šiler D. 2020. Hnojení ozimé pšenice dusíkem podle vývoje porostu a vědeckých poznatků. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-pšenice-dusikem-podle-vyvoje-porostu-a-vedeckych-poznatku> (accessed December 2023).

- Česká technologická platforma pro potraviny. 2016. OBILOVINY v lidské výživě. Praha: Potravinářská komora České republiky. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-88019-16-9.
- Česká zemědělská univerzita v Praze. 2021. Výzkumná stanice Uhřetěves. Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from <https://www.af.czu.cz/cs/r-6779-katedry-a-soucasti/r-8736-ostatni-pracoviste/r-8761-vyzkumna-stanice-uhrineves> (accessed September 2023).
- ČSN 46 1100-2 Obiloviny potravinářské – Část 2: Pšenice potravinářská. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN 46 1100-1 Obilí potravinářské – Část 1: Společná ustanovení. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN EN ISO 5529 Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu - Zeleného test. Český normalizační institut, Praha.
- Delwiche SR, Rausch SR, Vinyard BT. 2020. Evaluation of a standard reference material for falling number measurement. *Cereal Chemistry*, 97(2), 441-448. DOI:10.1002/cche.10259.
- Devīte M, Rābante L, Dzedule L, Bleidere M, Skrabule I. 2021. Proceedings of International Conference on Breeding and Seed Sector Innovations for Organic Food Systems. Eucarpia Section Organic and Low Input Agriculture Jointly With Liveseed, Bresov, Ecobreed, FLPP Projects and ECO-PB, Institute of Agricultural Resources and Economics, Latvia.
- Dědová K. 2022. Porovnání výnosových a kvalitativních parametrů pšenice ozimé a jarní, odrůd vybraných pro projekt Ecobreed. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Diamond J. 2008. Kolaps: proč společnosti zanikají a přežívají. Přeložil Zdeněk URBAN. Praha: Academia, Galileo. ISBN 978-80-200-1589-1.
- Distelfeld A, Avni R, Fischer AM. 2014. Senescence, nutrient remobilization, and yield in wheat and barley. *J. Exp. Bot.* 65 (14), 3783–3798. DOI: 10.1093/jxb/ert477.
- Dixson-Declève S, Gaffney O, Ghosh J, Randers J, Rockström J, Stoknes PE. 2022. Earth for all: a survival guide for humanity: a report to the Club of Rome, fifty years after The limits to growth (1972). Gabriola Island, British Columbia, Canada: New Society Publishers. ISBN: 978-0-86571-986-6.
- Dotlačil L, Hermuth J, Stehno Z. 2011. Earliness, spike productivity and protein content in European winter wheat landraces and obsolete cultivars. *Plant Soil Environ.* 49, 67–74. DOI: 10.17221/4092-pse.
- Dreczka M. 2023. LOZ 2023: Odmiany pszenicy dla województw. AgroMeritum. Available from <https://terazpole.pl/uprawa/loz-2023-odmiany-pszenicy-dla-wojewodztw/> (accessed September 2023).
- Duan X, Yu H, Ma W, Sun J, Zhao Y, Yang R. 2020. A major and stable QTL controlling wheat thousand grain weight: identification, characterization, and CAPS marker development. *Mol. Breed.* 40 (7), 68. DOI:1007/s11032-020-01147-3.
- Dueri S, Brown H, Asseng S, Ewert F, Webber H, George M. 2022. Simulation of winter wheat response to variable sowing dates and densities in a highyielding environment. *J. Exp. Bot.* 73 (16), 5715–5729. DOI: 10.1093/jxb/erac221.

- Earth Science Communications Team. 2023. How Do We Know Climate Change Is Real? NASA's Jet Propulsion Laboratory. Available from <https://climate.nasa.gov/evidence/> (accessed September 2023).
- European Commission. 2023. Agriculture and rural development. Organic action plan. Available from [https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organic-action-plan\\_en](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organic-action-plan_en) (accessed September 2023).
- Eurostat. 2023. Developments in organic farming. Statistics Explained. Available from [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Developments\\_in\\_organic\\_farming](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Developments_in_organic_farming) (accessed September 2023).
- FAO. 2022. Crop prospects and food situation. In: FAO (ed.) Quarterly Global Report No. 2, July 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 1–45. Available from <https://www.fao.org/3/cc2300en/cc2300en.pdf> (accessed January 2024).
- Feledyn-Szewczyk B, Jończyk K. 2017. Weed suppression and yield of thirteen spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in an organic system. *Acta Agrobot*, 70, 1675.
- Feledyn-Szewczyk B, Cacak-Pietrzak G, Lenc L, Stalenga J. 2020. Rating of Spring Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) According to Their Suitability for Organic Agriculture. *Agronomy*, 10(12). DOI: 10.3390/agronomy10121900
- Feng B, Liu P, Li G, Dong ST, Wang FH, Kong LA, Zhang JW. 2014. Effect of heat stress on the photosynthetic characteristics in flag leaves at the grain-filling stage of different heat-resistant winter wheat varieties. *Journal of Agronomy and Crop Science* 200, 143–155.
- Figueroa M, Hammond-Kosack KE, Solomon PE. 2018. A review of wheat diseases-a field perspective. *Molecular Plant Pathology* 19(6), 1523-1536. DOI: 10.1111/mpp.12618.
- Finckh MR, Bruggen AHC, Tamm L. 2015. Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture. Amer Phytopathological Society, Minnesota.
- Garnett T. 2013 Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science* 341, 33 – 34. DOI: 10.1126/science.1234485.
- Graf dat sondy Selgen. 2023. Available from <http://a.la-a.la/chart/chart.php?probe=11359279> (accessed January 2023).
- Graman J, Čurn V. 1998. Šlechtění zemědělských plodin: /obiloviny, luskoviny. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-300-4.
- Gooding MJ, Shewry PR. 2022. Wheat: Environment, Food and Health, John Wiley & Sons, Incorporated. ProQuest Ebook Central. Available from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=6869749> (accessed January 2023).
- Guo Z, Schnurbusch T. 2015. Variation of floret fertility in hexaploid wheat revealed by tiller removal. *Journal of Experimental Botany*, 2015-09-11, 66(19), 5945-5958. DOI: 10.1093/jxb/erv303.
- Herrington G. 2021. Update to limits to growth: Comparing the world3 model with empirical data. *J Ind Ecol*, 25: 614–626. DOI: 10.1111/jiec.13084.
- Holavová E. 2021. Využitelnost bakterií a hub při regulaci škůdců polních plodin v systému ekologického zemědělství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Horčíčka P, Bížová I, Veškrna O, Bláha T, Holubová H, Chrповá J, Hanzalová J, Dašková L, Čapek J, Ježek S. 2017. Rádce pěstitele ozimé pšenice. Kurent, České Budějovice.

- Hossain MAH, Alam A, Seneweera S, Rakshit S, Henry R. 2021. *Molecular Breeding in Wheat, Maize and Sorghum: Strategies for Improving Abiotic Stress Tolerance and Yield*. CABI Publishing, India.
- Hossain MM. 2022. Wheat blast: A review from a genetic and genomic perspective. *Frontiers in Microbiology*, 2022-9-8, 13. DOI: 10.3389/fmicb.2022.983243.
- Chloupek O. 2008. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. Praha: Academia,s. Available from <https://digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:14cccb00-6fdd-11e6-95d9-5ef3fc9ae867> (Accessed January 2023).
- IPCC. 2018. *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty* (Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J. et al., eds). Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, pp. 1–26.
- IPCC. 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. DOI: 10.1017/9781009157896.
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., DOI: 10.1017/9781009325844.
- IPCC. 2023a: *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- IPCC. 2023b. *Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Available from [https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/C7CCEAD271B10F328C6E50C03A0F4F02/stamped-9781009157889pre3\\_35-144.pdf/technical-summary.pdf](https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/C7CCEAD271B10F328C6E50C03A0F4F02/stamped-9781009157889pre3_35-144.pdf/technical-summary.pdf) (accessed September 2023).
- Jankowski K, Kijewski Ł, Dubis B. 2015. Milling quality and flour strength of the grain of winter wheat grown in monoculture. *Rom. Agric. Res.* 32, 192–200.
- Janovská D, Capouchová I, Konvalina P. 2018. *Využití metody "participatory breeding" ve šlechtění pšenice v ekologickém zemědělství*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Javadinejad S, Dara R, Jafary F. 2021. Analysis and prioritization the effective factorson increasing farmers resilience under climate change and drought. *Agric. Res.* 10(3), 497–513.
- Juknys R, Velicka R, Kanapickas A, Kriauciuniene Z, Masilionyte L, Vaguseviciene I. 2017. Projecting the impact of climate change on phenology of winter wheat in northern Lithuania. *Int. J. Biometeorol.* 61 (10), 1765–1775. DOI: 10.1007/s00484-017-1360-y.

- Karatayev M, Clarke M, Salnikov V, Bekseitova R, Nizamova M. 2022. Monitoring climate change, drought conditions and wheat production in Eurasia: the case study of Kazakhstan.
- Kaur J, Bala R, Singh P. 2022. Forecasting of Wheat Diseases: Insights, Methods and Challenges. In: Kashyap, P.L., et al. *New Horizons in Wheat and Barley Research*. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-16-4134-3\_2.
- Kellermann K. 2020. *Die Zukunft der Landwirtschaft : Konventioneller, Gentechnikbasierter und ökologischer Landbau Im Umfassenden Vergleich*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. Available from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=6199443> (accessed September 2023).
- Kennedy L, MacRaild DM. 2022: *Perspectives on the Great Irish Famine*, QUCEH Working Paper Series, No. 2022-04, Queen's University Centre for Economic History (QUCEH), Belfast.
- Killermann B, Maier W, Forster M, Sedaghatjoo S. 2021. Schlussbericht zum Thema: Quantitativer und qualitativer Nachweis von Brandkrankheiten (*Tilletia* spp., *Ustilago nuda*) bei Weizen und Gerste mittels biotechnologischer Methoden (qPCR, LAMP-Technologie). Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) a Julius Kühn-Institut (JKI). Available from <https://orgprints.org/id/eprint/40198/1/AB%20gesamt.pdf> (accessed September 2023).
- Kinealy CH. 2023. 'The past is not dead': hunger and famine in Ireland. *Handbook of Food Security and Society*. DOI: 10.4337/9781800378445.00012.
- Kolouchová K. 2022. Co je Zelená dohoda pro Evropu? Fakta o klimatu. Otevřená data o klimatu, z. ú. Available from [https://faktaoklimatu.cz/explainery/zelena-dohoda-pro-evropu?gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopRlyOz2Mix7hpYWgQ7V7SwftrPMBbYZkyE777krfooJPZ6X\\_wgjOjhoCP6YQAvD\\_BwE](https://faktaoklimatu.cz/explainery/zelena-dohoda-pro-evropu?gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopRlyOz2Mix7hpYWgQ7V7SwftrPMBbYZkyE777krfooJPZ6X_wgjOjhoCP6YQAvD_BwE) (accessed September 2023).
- Konvalina P. 2014. *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-540-4.
- Konvalina P, Moudrý J. 2008. *Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Konvalina P, Stehno Z, Capouchová I. 2012. *Výběr a hodnocení genotypů jarních forem dosud málo využívaných druhů pšenice, vhodných pro udržitelné systémy hospodaření: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-121-2.
- Krejčířová L, Capouchová I, Petr J, Bicanová E, Faměra O. 2007. The effect of organic and conventional growing systems on quality and storage protein composition of winter wheat. *Plant Soil Environ*, 53, 499–505.
- Kucek LK. 2017. *Participatory breeding of wheat for organic production*. Disertační práce. Cornell university, Ithaca.
- Lammerts van Bueren ET, Jones SS, Tamm L, Murphy KM, Myers JR, Leifert C, Messmer MM. 2010. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 58(3-4), 193-205. DOI: 10.1016/j.njas.2010.04.001.

- Langridge P. 2017. Achieving sustainable cultivation of wheat Volume 1. Burleigh Dodds Science Publishing. DOI: 10.4324/9781351114257
- Le Champion A, Oury FX, Heumez E, Rolland B. 2020. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies. *Organic Agriculture* 10: 63–74.
- Levy AA, Feldman M. 2022. Evolution and origin of bread wheat, *The Plant Cell*, Volume 34, Issue 7. Pages 2549–2567. DOI: 10.1093/plcell/koac130.
- Li L, Bian Y, Dong Y, Song J, Liu D, Zeng J. 2022a. Identification and validation of stable quantitative trait loci for yield component traits in wheat. *Crop J.* DOI: 10.1016/j.cj.2022.09.012.
- Li M, Tang Y, Li C, Wu X, Tao X, Liu M. 2022b. Climate warming causes changes in wheat phenological development that benefit yield in the sichuan basin of China. *Eur. J. Agron.* 139, 126574. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126574.
- Li Y, Hou R, Liu X, Chen Y, Tao F. 2022c. Changes in wheat traits under future climate change and their contributions to yield changes in conventional vs. conservational tillage systems. *Sci. Total Environ.* 815, 152947. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.152947.
- Liu B, Asseng S, Müller C, Ewert F, Elliott J. 2016. Similar estimates of temperature impacts on global wheat yield by three independent methods. *Nature Climate Change* 6, 1130–1136.
- Liu K, Zhang C, Guan B, Yang R, Liu K, Wang Z. 2021. The effect of different sowing dates on dry matter and nitrogen dynamics for winter wheat: an experimental simulation study. *PeerJ* 9, e11700. DOI: 10.7717/peerj.11700.
- Lobell DB, Sibley A, Ortiz-Monasterio IJ. 2012. Extreme heat effects on wheat senescence in India. *Nat. Climate Change* 2 (3), 186–189. DOI: 10.1038/nclimate1356.
- Løes AK, Frøseth RB, Dieseth JA, Skaret J, Lindö C. 2020. What should organic farmers grow: heritage or modern spring wheat cultivars? *Organic Agriculture*, 10(S1), 93-108. DOI: 10.1007/s13165-020-00301-7.
- Malík J. 2019. Budovat přehradu nám proti suchu nepomůže. Potřebujeme vodu pozdržet v půdě a krajině. Available from <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-akomentare/jiri-malik-budovat-prehrady-nam-proti-suchu-nepomuze.potrebujieme-aby-vodazustala-v-pude> (accessed January 2024).
- Mapy.cz. 2024. Available from <https://mapy.cz/zakladni?x=15.3682105&y=49.8834459&z=7> (accessed January 2024).
- Mason H, Goonewardene L, Spaner D. 2008. Competitive traits and the stability of wheat cultivars in differing natural weed environments on the northern Canadian Prairies. *J. Agric. Sci.* 146, 21–33.
- Mayer J, Gunst L, Mäder P, Samson MF, Carcea M, Narducci V, Thomsen IK, Dubois D. 2015. Productivity, quality and sustainability of winter wheat under longterm conventional and organic management in Switzerland”. *Eur. J. Agron.* 65, 27–39. DOI: 10.1016/j.eja.2015.01.002.
- Miao Y, Jing F, Ma J, Liu Y, Zhang P, Chen T. 2022. Major genomic regions for wheat grain weight as revealed by QTL linkage mapping and meta-analysis. *Front. Plant Sci.* 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.802310.

- Miko L, Storch D. 2015. Biodiversity conservation under energy limitation: Possible consequences of human productivity appropriation for species richness, ecosystem functioning, and food production. *Ecosystem Services*. 16, 146-149. DOI: 10.1016/j.ecoser.2015.05.003.
- Ministerstvo zemědělství. 2022a. Situační a výhledová zpráva. Obiloviny. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from [https://eagri.cz/public/web/file/702121/SVZ\\_Obiloviny\\_12\\_2021.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/702121/SVZ_Obiloviny_12_2021.pdf) (accessed September 2023).
- Ministerstvo zemědělství. 2022b. Situační a výhledová zpráva. Půdy 2021. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/publikace/situacni-vyhledove-zpravy/puda/situacni-a-vyhledova-zprava-puda-2021> (accessed January 2023).
- Ministerstvo zemědělství. 2023a. Bioosiva. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/casto-hledate/bioosiva> (accessed September 2023).
- Ministerstvo zemědělství. 2023b. Ročenka 2021. Ekologické zemědělství v České republice. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/portal/-q385811--8uUIYb2p/rocenka-2021-ekologicke-zemedelstvi-v-cr> (accessed September 2023).
- Mishra AK, Singh VP. 2010. A review of drought concepts. *J. Hydrol.* 391 (1-2),202–216.
- Mishra AK, Singh VP. 2011. Drought modeling—A review. *J. Hydrol.* 403 (1-2),157–175.
- Muellner AE, Mascher F, Schneider D, Ittu G, Toncea I, Rolland B, Löschenberger F. 2014. Refining breeding methods for organic and low-input agriculture: analysis of an international winter wheat ring test. *Euphytica*, 199(1-2), 81-95. DOI: 10.1007/s10681-014-1169-2.
- Narayanan S, Prasad PVV, Fritz AK, Boyle DL, Gill BS. 2015. Impact of high night-time and high daytime temperature stress on winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* 201, 206–218.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848 ze dne 30. května 2018 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 834/2007. Available from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32018R0848> (accessed September 2023).
- Ni Z, Li H, Zhao Y, Peng H, Hu Z, Xin M, Sun Q. 2018. Genetic improvement of heat tolerance in wheat: recent progress in understanding the underlying molecular mechanisms. *The Crop Journal* 6, 32–41.
- Nie Y, Chen G, Lu J, Zhou W, Zhang Y. 2023. Constraining the Varied Response of Northern Hemisphere Winter Circulation Waviness to Climate Change. *Geophysical Research Letters*, 50(6). DOI: 10.1029/2022GL102150.
- Nuijten E, Messmer MM, Lammerts van Bueren ET. 2017. Concepts and Strategies of Organic Plant Breeding in Light of Novel Breeding Techniques. *Sustainability*, 9, 18.
- Osman AM, Almekinders CJM, Struik PC, Lammerts van Bueren ET. 2016. Adapting spring wheat breeding to the needs of the organic sector, 76, 55–63.
- Our World in Data. 2023. Wheat Yields, 2021. Global Change Data Lab. Available from <https://ourworldindata.org/grapher/wheat-yields> (accessed September 2023).

- Pančíková J. 2017. Funkce a podpora půdních agregátů. Úroda. Available from <https://www.uroda.cz/funkce-a-podpora-pudnich-agregatu/> (accessed September 2023).
- Ponisio LC, M'Gonigle LK, Mace KC, Palomino J, de Valpine P, Kremen C. 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282: 20141396. DOI: 10.1098/rspb.2014.1396.
- Posner ES, Hibbs AN. 2005. *Wheat Flour Milling*. St Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists Inc.
- Poux X, Aubert PM. 2018. An agroecological Europe in 2050: multifunctional agriculture for healthy eating. Findings Ten Years For Agroecology (TYFA) Model. exercise Iddri-AScA Study 9, 18.
- Pradhan S, Babar MA, Robbins K. 2019. Understanding the Genetic Basis of Spike Fertility to Improve Grain Number, Harvest Index, and Grain Yield in Wheat Under High Temperature Stress Environments. *Frontiers in Plant Science*, 10. DOI: 10.3389/fpls.2019.01481.
- Prášil IT a kol. 2021. Přezimování, jarní mrazy a poškození ozimů. *Agromanual*. Available at <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/prezimovani-jarni-mrazy-a-poskozeni-ozimu> (accessed October 22, 2022).
- Preece JR, Mote TL, Cohen J. 2023. Summer atmospheric circulation over Greenland in response to Arctic amplification and diminished spring snow cover. *Nat Commun* 14, 3759. DOI: 10.1038/s41467-023-39466-6.
- Prokinová E, Zouhar M, Mazáková J, Váňová M, Štočková L. 2011. Mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*) a zakrslá sněť pšeničná (*Tilletia controversa*) v České republice. Česká zemědělská univerzita v Praze. Available at [https://katedry.czu.cz/storage/233/5694\\_Mazlav%C3%A1%20sn%C4%9B%C5%A5%20p%C5%A1eni%C4%8Dn%C3%A1%20\(Tilletia%20caries\)%20a%20zakrsl%C3%A1%20sn%C4%9B%C5%A5%20p%C5%A1eni%C4%8Dn%C3%A1%20\(Tilletia%20controversa\)%20v%20%C4%8Cesk%C3%A9%20republice.pdf](https://katedry.czu.cz/storage/233/5694_Mazlav%C3%A1%20sn%C4%9B%C5%A5%20p%C5%A1eni%C4%8Dn%C3%A1%20(Tilletia%20caries)%20a%20zakrsl%C3%A1%20sn%C4%9B%C5%A5%20p%C5%A1eni%C4%8Dn%C3%A1%20(Tilletia%20controversa)%20v%20%C4%8Cesk%C3%A9%20republice.pdf) (accessed February 2024).
- Qin X, Zhang F, Liu C, Yu H, Cao B, Tian S. 2015. Wheat yield improvements in China: Past trends and future directions. *Field Crops Res.* 177, 117–124. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.03.013.
- Ral JP, Whan A, Larroque O. 2016. Engineering high  $\alpha$ -amylase levels in wheat grain lowers Falling Number but improves baking properties. *Plant Biotechnology Journal*, 14(1), 364-376. DOI: 10.1111/pbi.12390.
- Rempelos L, Almuayrifi AM, Baranski M, Tetard-Jones C, Eyre M, Shotton P, Cakmak I, Ozturk L, Cooper J, Volakakis N, Schmidt C, Sufar E, Wang J, Wilkinson A, Rosa EAS, Zhao B, Rose TJ, Leifert C, Bilsborrow P. 2018. Effects of agronomic management and climate on leaf phenolic profiles, disease severity, and grain yield in organic and conventional wheat production systems. *J. Agric. Food Chem.* 66, 10369–10379. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b02626.
- Rempelos L, Almuayrifi MSB, Baranski M, Tetard-Jones C, Barkla B, Cakmak I, Ozturk L, Cooper J, Volakakis N, Hall G. 2020. The effect of agronomic factors on crop health and performance of winter wheat varieties bred for the conventional and the low input farming sector. *Field Crops Research*, 254, 107822.



- Rempelos L, Baranski M, Wang J, Adams TN, Adebuseyi K, Beckman JJ, Brockbank CJ, Douglas BS, Feng T, Greenway JD. 2021. Integrated Soil and Crop Management in Organic Agriculture: A Logical Framework to Ensure Food Quality and Human Health? *Agronomy* 2021, 11, 2494.
- Rempelos L, Wang J, Sufar EK. 2023. Breeding Bread-Making Wheat Varieties for Organic Farming Systems: The Need to Target Productivity, Robustness, Resource Use Efficiency and Grain Quality Traits. *Foods*, 12(6). DOI: 10.3390/foods12061209.
- Reynolds MP, Braun HJ. 2022. Wheat Improvement. Food Security in a changing climate. S.I., Switzerland, Springer Nature. DOI: 10.1007/978-3-030-90673-3
- Rivera-Amado C, Trujillo-Negrellos E, Molero G, Reynolds MP, Sylvester-Bradley R, Foulkes MJ. 2019. Optimizing dry-matter partitioning for increased spike growth, grain number and harvest index in spring wheat. *Field Crops Research*, 240, 154-167. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.04.016.
- Rousi E, Kornhuber K, Beobide-Arsuaga G. 2022. Accelerated western European heatwave trends linked to more-persistent double jets over Eurasia. *Nat Commun* 13, 3851. DOI: 10.1038/s41467-022-31432-y.
- Sanz-Penella JM, Laparra JM, Haros M. 2014. Impact of  $\alpha$ -amylase during breadmaking on in vitro kinetics of starch hydrolysis and glycaemic index of enriched bread with bran. *Plant Foods Hum. Nutr.* (3):216–221.
- Selgen 2021. Katalog podzim 2021. [https://selgen.cz/wp-content/uploads/2021/07/final\\_nahled\\_katalog\\_podzim2021\\_lepsirozlis.pdf](https://selgen.cz/wp-content/uploads/2021/07/final_nahled_katalog_podzim2021_lepsirozlis.pdf).
- Shew AM, Tack JB, Nalley LL, Chaminuka P. 2020. Yield reduction under climate warming varies among wheat cultivars in South Africa. *Nat. Commun.* 11(1), 4408. DOI: 10.1038/s41467-020-18317-8.
- Shewry PR, Hey SJ. 2015. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Security* 4, 178-202.
- Shiferaw B, Smale M, Braun H, Duveiller E, Reynolds MP, Muricho G. 2013. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Sci* 5:291–317. DOI: 10.1007/s12571-013-0263-y.
- Shukla G, Patel JN, Kumar R, Alam MS. 2022. Effect of sowing dates and varieties of wheat crop (*Triticum aestivum* L.) on growth and productivity under changing climate. *Int. J. Environ. Climate Change* 77–89. DOI: 10.9734/ijec/2022/v12i430661.
- Singh RP, Hodson DP, Huerta-Espino J, Jin Y, Njau P, Wanyera R, Herrera-Foessel SA, Ward RW. 2008. Will stem rust destroy the world's wheat crop? *Adv Agron* 98:271–309. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)00205-8.
- Skendžić S, Zovko M, Živković IP, Lešić V, Lemić D. 2021. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*, 12(5). DOI: 10.3390/insects12050440.
- Spinoni J, Naumann G, Vogt JV, Barbosa P. 2015. The biggest drought events in Europe from 1950 to 2012. *J. Hydrol.: Reg. Stud.* 3, 509–524.
- Statista. 2023. Anbaufläche von Getreide im ökologischen Landbau in Deutschland nach Art im Jahr 2022. Statista, Hamburg. Available from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/378136/umfrage/anbauflaeche-von-getreide-im-oekologischen-landbau-in-deutschland-nach-art/> (accessed September 2023).

- Suzuki N, Koussevitzky S, Mittler R, Miller G. 2012. ROS and redox signalling in the response of plants to abiotic stress. *Plant, Cell & Environment* 35, 259–270.
- Šarapatka B, Urban J. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi*. Pro-Bio, Svaz ekologických zemědělců, Šumperk.
- Šebestík O. 2019. Rektor ČZU: Udělejme rentiéry z těch nadšenců, kteří jsou ochotni na svých pozemcích zadržovat vodu. Available from <https://www.asz.cz/clanek/4729/rektor-czu-udelejme-rentiery-z-tech-nadsencu-kteri-jsou-ochotni-na-svych-pozemcich-zadrzovat-vodu/> (accessed 2023).
- Thomsen I, Schweinzer A, Friedel J, Samson MF, Carcea M, Narducci V, Turfani V, Askegaard M, Surböck A, Freyer B. 2012. Management effects on quality of organically grown winter wheat. *J. Sustain. Agric.* 37, 172–192.
- Tomczyńska-Mleko M, Kwiatkowski CA, Harasim E, Leśniowska-Nowak J, Mleko S, Terpiłowski K, Pérez-Huertas S, Klikocka-Wiśniewska O. 2022. Influence of Farming System and Forecrops of Spring Wheat on Protein Content in the Grain and the Physicochemical Properties of Unsonicated and Sonicated Gluten. *Molecules*, 27(12), 3926-3942. DOI: 10.3390/molecules27123926.
- Trenberth KE, Dai A, Van Der Schrier G, Jones PD, Barichivich J, Briffa KR, Sheffield J. 2014. Global warming and changes in drought. *Nat. Clim. Change* 4 (1),17–22.
- Trnka M, Balek J, Brázdil R, Dubrovský M, Eitzinger J, Hlavinka P, Chuchma F, Možný M, Prášil I, Růžek P, Semerádová D, Štěpánek P, Zahradníček P, Žalud Z. 2021. Observed changes in the agroclimatic zones in the Czech Republic between 1961 and 2019. *Plant Soil Environ.*, 67: 154–163.
- Tyšer L, Kolářová M, Tulačka O, Hamouz P. 2021. Weed vegetation in conventional and organic farming in West Bohemia (Czech Republic). *Plant Soil Environ*, 67, 376–382.
- ÚKSÚP. 2023a. Databáza bioosiv. Ústředný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave. Available from <https://www.uksup.sk/databaza-bioosiv> (accessed January 2024)
- ÚKSÚP. 2023b LISTINA REGISTROVANÝCH ODRÔD PRE ROK 2023 Ústredným kontrolným a skúšobným ústavom poľnohospodárskym v Bratislave. Available from <https://www.uksup.sk/storage/app/uploads/public/64d/cbe/422/64dcbe4223477507221361.pdf> (accessed September 2023).
- ÚKSÚP. 2023c. Výročná správa za rok 2022. Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave. Available from <https://www.uksup.sk/o-nas-vyrocnne-spravy> (accessed January 2024).
- ÚKZÚZ. 2023a. Ekologické osivo. ÚKZÚZ. Available from <https://eagri.cz/public/portal/ukzuz/osivo-a-sadba/ekologicke-osivo> (accessed September 2023).
- ÚKZÚZ. 2023b. Odrůdy. ÚKZÚZ. Available from <https://eagri.cz/public/portal/ukzuz/odrudy/seznam-doporucenych-odrud/x2023/listovky> (accessed September 2023).
- ÚKZÚZ. 2023c. Osivo a sadba. Databáze ekologických osiv v rámci ČR. ÚKZÚZ. Available from <https://eagri.cz/public/portal/ukzuz/osivo-a-sadba/ekologicke-osivo/vyjimky-na-pouziti-konvencniho-osiva-v-prehled-eko-osiv> (accessed September 2023).

- ÚKZÚZ. 2023d. Seznam doporučených odrůd pro ekologické zemědělství 2023. ÚKZÚZ. Available from [https://pro-bio.cz/wp-content/uploads/2023/01/EKOZ-2023\\_-web\\_04\\_2023.pdf](https://pro-bio.cz/wp-content/uploads/2023/01/EKOZ-2023_-web_04_2023.pdf) (accessed September 2023).
- ÚKZÚZ. 2023e. SEZNAM ODRŮD zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2023. ÚKZÚZ. Available from <https://eagri.cz/public/portal/-q461333---C0HNiOj6/seznam-odrud-2020> (accessed September 2023).
- ÚKZÚZ. 2023f. SEZNAM DOPORUČENÝCH ODRŮD 2023. Pšenice ozimá. ÚKZÚZ. Accessed from <https://eagri.cz/public/portal/-q417757---LXuf1Zvw/psenice-ozima> (accessed January 2024).
- United Nations. 2019. Growing at a slower pace, world population is expected to reach 9.7 billion in 2050 and could peak at nearly 11 billion around 2100. Available from <https://www.un.org/uk/desa/growing-slower-pace-world-population-expected-reach-97-billion-2050-and-could> (accessed September 2023).
- United Nations. 2022. Day of Eight Billion. United Nations. Available from <https://www.un.org/en/dayof8billion> (accessed September 2023).
- van Frank G, Rivière P, Pin S. 2020. Genetic Diversity and Stability of Performance of Wheat Population Varieties Developed by Participatory Breeding. *Sustainability*, 12(1). DOI: 10.3390/su12010384.
- Venske E, dos Santos RS, Busanello C. 2019. Bread wheat: a role model for plant domestication and breeding. *Hereditas* 156, 16. DOI: 10.1186/s41065-019-0093-9.
- VÚMOP. 2022a. eKatalog BPEJ. Co je kód BPEJ? Ministerstvo zemědělství České republiky. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Available from <https://bpej.vumop.cz/> (accessed October 2023).
- VÚMOP. 2022b. eKatalog BPEJ 2.10.00. Ministerstvo zemědělství České republiky. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Available from <https://bpej.vumop.cz/21000> (accessed October 2023).
- VÚMOP. 2022c. eKatalog BPEJ 3.02.00. Ministerstvo zemědělství České republiky. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Available from <https://bpej.vumop.cz/21000> (accessed October 2023).
- VÚMOP. 2022d. eKatalog BPEJ 7.29.14. Ministerstvo zemědělství České republiky. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Available from <https://bpej.vumop.cz/72914> (accessed October 2023).
- VÚRV. 2018. Šlechtitelský seminář 2018. PŠENICE 2018. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. Available from <https://www.vurv.cz/wp-content/uploads/2021/06/ISBN-978-80-7427-293-6-Psenice-2018-Slechtitelsky-seminar-2018.pdf> (accessed January 2023).
- Wahid S, Hadi I, Al-Abodi H. 2017. Effect of sowing dates on the growth and yield of different wheat cultivars and their relationship with accumulated heat units. 11 (3), 7–13.
- Wang L, Shangguan Z. 2015. Photosynthetic rates and kernel-filling processes of big-spike wheat (*Triticum aestivum*L.) during the growth period. *New Z. J. Crop Hortic. Sci.* 43 (3), 182–192. DOI: 10.1080/01140671.2014.994644.
- Willer H, Schlatter B, Trávníček J. 2023. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2023. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn.

- Willson A, Goltz M, Markellou E, Volakakis N, Leifert C. 2020. Integrating the use of resistant rootstocks/cultivars, suppressive composts and elicitors to improve yields and quality in protected organic cultivation systems. *Acta Hort.*, 1268, 155–164.
- Xiong W, Asseng S, Hoogenboom G, Hernandez-Ochoa I, Robertson R, Sonder K, Pequeno D, Reynolds M, Gerard B. 2020. Different uncertainty distribution between high and low latitudes in modelling warming impacts on wheat. *Nat Food* 1:63–69. <https://doi.org/10.1038/s43016-019-0004-2>.
- Xhulaj D, Gixhari B. 2020. Analysis Of Genetic Variation In Bread Wheat By Grain Yield Components. *The Journal "Agriculture and Forestry"*, 66(4). DOI: 10.17707/AgricultForest.66.4.07.
- Yusa A, Berry P, Cheng J, Ogden N, Bonsal B, Stewart R, Waldick R. 2015. Climate change, drought and human health in Canada. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 12 (7), 8359–8412.
- Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby)
- Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 408/2000 Sb., o ochraně práv k odrůdám rostlin a o změně zákona č. 92/1996 Sb., o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o ochraně práv k odrůdám).
- Zhang Z, Li J, Hu N. 2021. Spike growth affects spike fertility through the number of florets with green anthers before floret abortion in wheat. *Field Crops Research*, 260. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.108007.
- Zhao C, Piao S, Huang Y, Wang X, Ciais P, Huang M. 2016. Field warming experiments shed light on the wheat yield response to temperature in China. *Nat. Commun.* 7, 13530. DOI: 10.1038/ncomms13530.
- Zhao H, Dai T, Jing Q, Jiang D, Cao W. 2007. Leaf senescence and grain filling affected by post-anthesis high temperatures in two different wheat cultivars. *Plant Growth Regul.* 51 (2), 149–158. DOI: 10.1007/s10725-006-9157-8.
- Zhu Y, Chu J, Dai X, He M. 2019. Delayed sowing increases grain number by enhancing spike competition capacity for assimilates in winter wheat. *Eur. J. Agron.* 104, 49–62.
- Ženatý J. 2021. Adaptačních projektů proti změnám klimatu je stále víc. Chybí jim ale větší podpora státu. *Český rozhlas*. Available from <https://plus.rozhlas.cz/adaptacnich-projektu-proti-zmenam-klimatu-je-stale-vic-chybi-jim-ale-vetsi-8420492> (accessed September 2023).

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

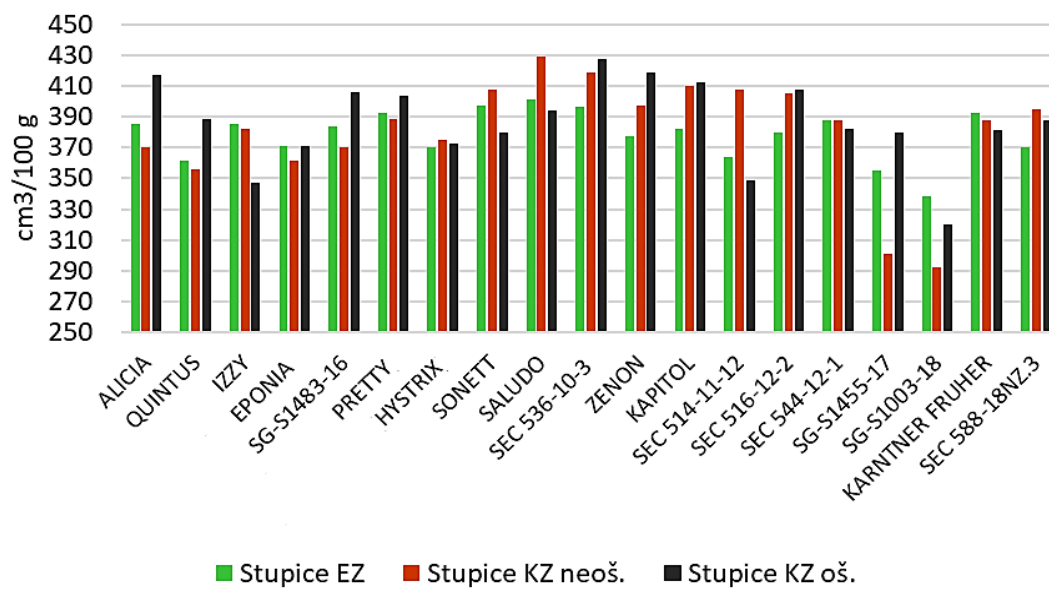
AT	Rakousko
CZE	Česko
D	Německo
DO	Domanínek
EZ	ekologické zemědělství
HTS	hmotnost tisíce semen
CH	Švýcarsko
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Mezivládní panel pro změnu klimatu)
JP	jarní pšenice
KZ	konvenční zemědělství
NL	Nizozemí
OH	objemová hmotnost
OP	ozimá pšenice
PL	Polsko
PPB	participatory breeding - metoda participačního šlechtění
SDS	Zeleného sedimentační test
SK	Slovensko
ST	Stupice
SVR	statisticky významný rozdíl
UHRE	Úhřetice
UHRI	Uhříněves

## 10 Samostatné přílohy

### 10.1 Objem pečiva

**Tabulka 7: Porovnání objemu pečiva (vlevo, cm<sup>3</sup>/100 g) a obsahu bílkovin (vpravo, %) odrůd jarní pšenice v rámci tří systémů hospodaření, Stupice, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin, 2023**

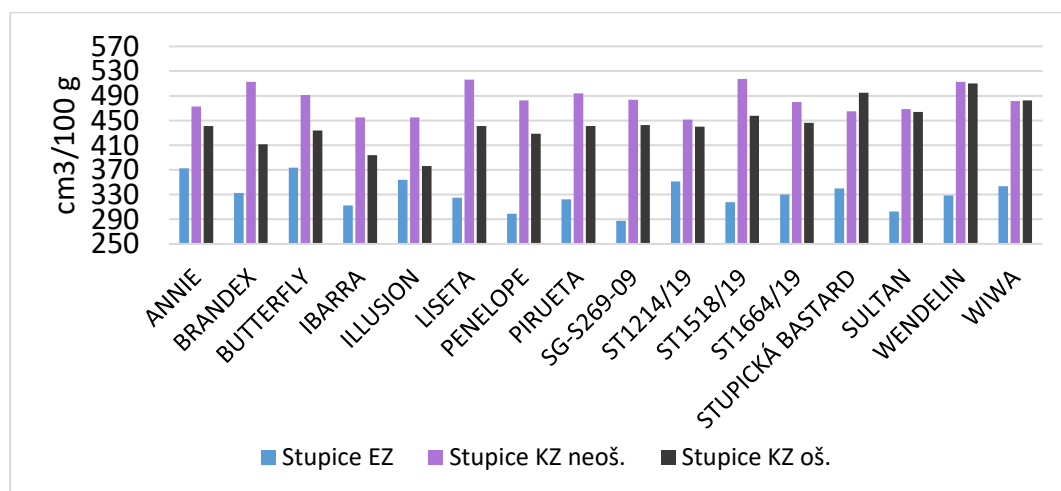
	Objem pečiva					Obsah bílkovin				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
<b>Hlavní efekty</b>										
A: Systém hospodaření	2	0,94	0,3982			2	57,88	0,0000		
B: Odrůda	18	4,29	0,0001			18	4,01	0,0002		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Systém hospodaření</b>	A-A					A-B				
Stupice EZ	382,3					12,02				
Stupice KZ neoš.	378,6	4,36	369,8	387,5	A	11,28	0,1322	11,01	11,55	A
Stupice KZ oš.	381,4	4,36	372,5	390,2	A	11,61	0,1322	11,34	11,88	A
	386,9	4,36	378,1	395,8	A	13,16	0,1322	12,9	13,43	B
<b>Odrůda</b>	A-C					A-C				
ALICIA	391,0	10,97	368,7	413,3	BC	11,67	0,3327	10,99	12,34	AB
IZZY	372,0	10,97	349,7	394,3	ABC	11,0	0,3327	10,33	11,67	A
KAPITOL	402,0	10,97	379,7	424,3	BC	12,23	0,3327	11,56	12,91	ABC
KÄRTNER	387,3	10,97	365,1	409,6	BC	13,77	0,3327	13,09	14,44	C
FRÜHER										
QUINTUS	368,7	10,97	346,4	390,9	ABC	11,4	0,3327	10,73	12,07	AB
SALUDO	408,0	10,97	385,7	430,3	C	12,93	0,3327	12,26	13,61	BC
SEC 514-11-12	373,7	10,97	351,4	395,9	ABC	11,63	0,3327	10,96	12,31	AB
SEC 516-12-2	397,7	10,97	375,4	419,9	BC	11,93	0,3327	11,26	12,61	AB
SEC 536-10-3	414,3	10,97	392,1	436,6	C	12,57	0,3327	11,89	13,24	ABC
SEC 544-12-1	386,3	10,97	364,1	408,6	BC	11,4	0,3327	10,73	12,07	AB
SEC 588-18NZ.3	384,3	10,97	362,1	406,6	BC	11,73	0,3327	11,06	12,41	AB
SG-S1003-18	317,3	10,97	295,1	339,6	A	12,6	0,3327	11,93	13,27	ABC
PRETTY	395,3	10,97	373,1	417,6	BC	11,93	0,3327	11,26	12,61	AB
EPONIA	367,7	10,97	345,4	389,9	ABC	11,0	0,3327	10,33	11,67	A
SG-S1455-17	345,3	10,97	323,1	367,6	AB	12,3	0,3327	11,63	12,97	ABC
SG-S1483-16	386,7	10,97	364,4	408,9	BC	11,97	0,3327	11,29	12,64	AB
HYSTRIX	372,7	10,97	350,4	394,9	ABC	11,93	0,3327	11,26	12,61	AB
SONETT	395,3	10,97	373,1	417,6	BC	11,97	0,3327	11,29	12,64	AB
ZENON	398,3	10,97	376,1	420,6	BC	12,37	0,3327	11,69	13,04	ABC



**Graf 5: Objem pečiva jarní pšenice v roce 2023 ve Stupicích v rámci tří rozdílných systémů**

**Tabulka 8: Porovnání objemu pečiva (vlevo, cm<sup>3</sup>/100 g) a obsahu bílkovin (vpravo, %) odrůd ozimé pšenice v rámci tří systémů hospodaření, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin, 2023**

	Objem pečiva					Obsah bílkovin				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
<b>Hlavní efekty</b>										
A: Systém hospodaření	2	137,3	0,0000			2	160,89	0,0000		
B: Odrůda	15	1,12	0,3825			15	3,29	0,0026		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Systém hospodaření</b>	419,7				A-C	11,77				A-C
Stupice EZ	331,1	6,762	317,3	344,9	A	8,975	0,1942	8,578	9,372	A
Stupice KON neoš.	483,8	6,762	470,0	497,6	C	13,64	0,1942	13,24	14,03	C
Stupice KON oš.	444,1	6,762	430,3	457,9	B	12,69	0,1942	12,29	13,08	B
<b>Odrůda</b>					A-A					A-B
ANNIE	429,0	15,62	397,1	460,9	A	11,4	0,4486	10,48	12,32	AB
BRANDEX	419,0	15,62	387,1	450,9	A	12,0	0,4486	11,08	12,92	AB
BUTTERFLY	433,0	15,62	401,1	464,9	A	10,97	0,4486	10,05	11,88	A
IBARRA	387,3	15,62	355,4	419,2	A	11,07	0,4486	10,15	11,98	A
ILLUSION	395,0	15,62	363,1	426,9	A	11,1	0,4486	10,18	12,02	AB
LISETA	427,3	15,62	395,4	459,2	A	11,17	0,4486	10,25	12,08	AB
PENELOPE	403,7	15,62	371,8	435,6	A	11,1	0,4486	10,18	12,02	AB
PIRUETA	419,3	15,62	387,4	451,2	A	11,17	0,4486	10,25	12,08	AB
SG-S269-09	405,0	15,62	373,1	436,9	A	11,3	0,4486	10,38	12,22	AB
ST1214/19	414,0	15,62	382,1	445,9	A	11,8	0,4486	10,88	12,72	AB
ST1518/19	431,3	15,62	399,4	463,2	A	13,43	0,4486	12,52	14,35	B
ST1664/19	418,7	15,62	386,8	450,6	A	12,2	0,4486	11,28	13,12	AB
STUPICKÁ BASTARD	433,3	15,62	401,4	465,2	A	12,83	0,4486	11,92	13,75	AB
SULTAN	412,0	15,62	380,1	443,9	A	11,1	0,4486	10,18	12,02	AB
WENDELIN	450,7	15,62	418,8	482,6	A	12,67	0,4486	11,75	13,58	AB
WIWA	436,0	15,62	404,1	467,9	A	12,97	0,4486	12,05	13,88	AB



**Graf 6: Objem pečiva pšenice ozimé v roce 2023 ve Stupicích v rámci tří rozdílných systémů**



## 10.2 Výška

**Tabulka 14: Porovnání výšky (cm) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
A: Odrůda	18	23,37	0,0000			18	6,69	0,0000		
B: Rok	2	5,69	0,0047			2	167,84	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Lower Limit	Upper Limit	Homog. Groups	Průměr	Stnd. Error	Lower Limit	Upper Limit	Homog. Groups
<b>Odrůda</b>					A-G					A-H
ALICIA	80,5	1,712	77,1	83,9	BC	85,0	2,103	80,82	89,18	BCDE
IZZY	85,5	1,712	82,1	88,9	CDE	90,5	2,103	86,32	94,68	DEF
KAPITOL	81,67	1,712	78,27	85,07	BCD	87,5	2,103	83,32	91,68	CDEF
KÄRTNER	108,7	1,712	105,3	112,1	G	98,0	2,103	93,82	102,2	GH
FRÜHER										
QUINTUS	77,0	1,712	73,6	80,4	AB	80,5	2,103	76,32	84,68	AB
SALUDO	98,17	1,712	94,77	101,6	F	100,2	2,103	95,99	104,3	H
SEC 514-11-12	89,17	1,712	85,77	92,57	E	94,33	2,103	90,16	98,51	FGH
SEC 516-12-2	86,5	1,712	83,1	89,9	DE	88,83	2,103	84,66	93,01	CDEF
SEC 536-10-3	88,17	1,712	84,77	91,57	E	91,83	2,103	87,66	96,01	EFG
SEC 544-12-1	88,33	1,712	84,93	91,73	E	91,67	2,103	87,49	95,84	EFG
SEC 588-18NZ.3	81,83	1,712	78,43	85,23	BCD	89,33	2,103	85,16	93,51	CDEF
SG-S1003-18	74,33	1,712	70,93	77,73	A	78,0	2,103	73,82	82,18	A
PRETTY	86,0	1,712	82,6	89,4	CDE	87,83	2,103	83,66	92,01	CDEF
EPONIA	80,67	1,712	77,27	84,07	BC	88,83	2,103	84,66	93,01	CDEF
SG-S1455-17	74,33	1,712	70,93	77,73	A	84,0	2,103	79,82	88,18	ABCD
SG-S1483-16	84,33	1,712	80,93	87,73	CDE	86,67	2,103	82,49	90,84	BCDE
HYSTRIX	76,83	1,712	73,43	80,23	AB	83,17	2,103	78,99	87,34	ABC
SONETT	86,83	1,712	83,43	90,23	DE	89,83	2,103	85,66	94,01	CDEF
ZENON	78,83	1,712	75,43	82,23	AB	86,5	2,103	82,32	90,68	BCDE
<b>Rok</b>					A-B					A-C
2021	82,84	0,6803	81,49	84,19	A	87,55	0,8355	85,89	89,21	B
2022	86,03	0,6803	84,68	87,38	B	78,26	0,8355	76,6	79,92	A
2023	84,97	0,6803	83,62	86,32	B	99,84	0,8355	98,18	101,5	C

**Tabulka 15: Porovnání výšky (cm) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
A: Odrůda	15	64,18	0,0000			15	18,98	0,0000		
B: Rok	2	25,45	0,0000			2	189,10	0,0000		
Level	Průměr	Std. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Std. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>	A-J					A-E				
ANNIE	81,39	1,992	77,41	85,37	B	101,0	2,124	96,77	105,2	ABC
BRANDEX	118,4	1,992	114,4	122,4	I	128,2	2,124	123,9	132,4	E
BUTTERFLY	87,64	1,992	83,66	91,62	CD	100,3	2,124	96,1	104,6	ABC
IBARRA	95,33	1,597	92,14	98,53	FG	105,2	2,124	100,9	109,4	BC
ILLUSION	86,0	1,597	82,81	89,19	BCD	102,8	2,124	98,6	107,1	ABC
LISETA	90,17	1,597	86,97	93,36	DEF	105,2	2,124	100,9	109,4	BC
PENELOPE	86,64	1,992	82,66	90,62	BCD	98,67	2,124	94,44	102,9	AB
PIRUETA	76,14	1,992	72,16	80,12	A	96,5	2,124	92,27	100,7	A
SG-S269-09	94,14	1,992	90,16	98,12	EFG	106,5	2,124	102,3	110,7	C
ST1214/19	83,64	1,992	79,66	87,62	BC	105,7	2,124	101,4	109,9	C
ST1518/19	99,17	1,597	95,97	102,4	GF	106,8	2,124	102,6	111,1	C
ST1664/19	90,0	1,597	86,81	93,19	DEF	106,5	2,124	102,3	110,7	C
STUPICKÁ BASTARD	131,7	1,597	128,5	134,9	J	127,2	2,124	122,9	131,4	E
SULTAN	88,83	1,597	85,64	92,03	CDE	104,5	2,124	100,3	108,7	BC
WENDELIN	102,3	1,597	99,14	105,5	H	116,5	2,124	112,3	120,7	D
WIWA	98,0	1,597	94,81	101,2	GF	114,7	2,124	110,4	118,9	D
<b>Rok</b>	A-C					A-B				
2021	94,62	1,018	92,59	96,65	B	101,2	0,9195	99,39	103,0	A
2022	90,72	0,6917	89,34	92,1	A	99,97	0,9195	98,14	101,8	A
2023	97,69	0,6917	96,31	99,07	C	122,5	0,9195	120,6	124,3	B

### 10.3 Výnos zrna

**Tabulka 16: Porovnání výnosu (t/ha) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P-Value		
A: Odrůda	18	8,06	0,0000			18	14,64	0,0000		
B: Rok	1	48,41	0,0000			2	10,66	0,0001		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-F					A-G
ALICIA	3,85	0,2044	3,44	4,26	DEF	7,233	0,2554	6,726	7,741	CD
IZZY	4,25	0,2044	3,84	4,66	F	8,2	0,2554	7,693	8,707	EFG
KAPITOL	3,775	0,2044	3,365	4,185	CDEF	7,567	0,2554	7,059	8,074	CDEF
KÄRTNER	2,075	0,2044	1,665	2,485	A	5,017	0,2554	4,509	5,524	A
FRÜHER										
QUINTUS	3,95	0,2044	3,54	4,36	DEF	7,567	0,2554	7,059	8,074	CDEF
SALUDO	3,875	0,2044	3,465	4,285	DEF	7,367	0,2554	6,859	7,874	CDE
SEC 514-11-12	4,025	0,2044	3,615	4,435	DEF	7,867	0,2554	7,359	8,374	DEFG
SEC 516-12-2	3,775	0,2044	3,365	4,185	CDEF	7,633	0,2554	7,126	8,141	CDEFG
SEC 536-10-3	3,9	0,2044	3,49	4,31	DEF	8,417	0,2554	7,909	8,924	G
SEC 544-12-1	3,525	0,2044	3,115	3,935	CDE	7,333	0,2554	6,826	7,841	CD
SEC 588-18NZ.3	4,425	0,2044	4,015	4,835	F	8,417	0,2554	7,909	8,924	G
SG-S1003-18	2,6	0,2044	2,19	3,01	AB	5,217	0,2554	4,709	5,724	A
PRETTY	3,175	0,2044	2,765	3,585	BC	6,983	0,2554	6,476	7,491	C
EPONIA	4,125	0,2044	3,715	4,535	EF	8,267	0,2554	7,759	8,774	FG
SG-S1455-17	3,425	0,2044	3,015	3,835	CD	5,967	0,2554	5,459	6,474	B
SG-S1483-16	4,325	0,2044	3,915	4,735	F	8,083	0,2554	7,576	8,591	DEFG
HYSTRIX	4,0	0,2044	3,59	4,41	DEF	7,883	0,2554	7,376	8,391	DEFG
SONETT	3,875	0,2044	3,465	4,285	DEF	7,517	0,2554	7,009	8,024	CDEF
ZENON	3,5	0,2044	3,09	3,91	CDE	7,3	0,2554	6,793	7,807	CD
<b>Rok</b>					A-B					A-B
2021	-	-	-	-	-	7,176	0,1015	6,975	7,378	A
2022	4,034	0,06633	3,901	4,167	B	7,742	0,1015	7,541	7,944	B
2023	3,382	0,06633	3,249	3,514	A	7,161	0,1015	6,959	7,362	A

**Tabulka 17: Porovnání výnosu (t/ha) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
A: Odrůda	15	5,13	0,0000			15	7,85	0,0000		
B: Rok	1	30,03	0,0000			2	37,13	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-E					A-C
ANNIE	4,9	0,1916	4,514	5,286	BC	9,733	0,4011	8,935	10,53	BC
BRANDEX	5,175	0,1916	4,789	5,561	BCD	9,217	0,4011	8,418	10,02	BC
BUTTERFLY	4,75	0,1916	4,364	5,136	B	9,367	0,4011	8,568	10,17	BC
IBARRA	5,9	0,1916	5,514	6,286	E	8,683	0,4011	7,885	9,482	B
ILLUSION	5,3	0,1916	4,914	5,686	BCDE	9,083	0,4011	8,285	9,882	BC
LISETA	5,6	0,1916	5,214	5,986	DE	8,983	0,4011	8,185	9,782	B
PENELOPE	5,325	0,1916	4,939	5,711	BCDE	9,933	0,4011	9,135	10,73	BC
PIRUETA	5,15	0,1916	4,764	5,536	BCD	9,983	0,4011	9,185	10,78	BC
SG-S269-09	5,65	0,1916	5,264	6,036	DE	10,02	0,4011	9,218	10,82	BC
ST1214/19	5,225	0,1916	4,839	5,611	BCD	9,467	0,4011	8,668	10,27	BC
ST1518/19	5,425	0,1916	5,039	5,811	CDE	9,983	0,4011	9,185	10,78	BC
ST1664/19	5,575	0,1916	5,189	5,961	DE	9,867	0,4011	9,068	10,67	BC
STUPICKÁ	4,1	0,1916	3,714	4,486	A	5,467	0,4011	4,668	6,265	A
BASTARD										
SULTAN	5,2	0,1916	4,814	5,586	BCD	10,35	0,4011	9,551	11,15	C
WENDELIN	5,35	0,1916	4,964	5,736	BCDE	9,75	0,4011	8,951	10,55	BC
WIWA	4,725	0,1916	4,339	5,111	B	9,117	0,4011	8,318	9,915	BC
<b>Rok</b>					A-B					A-C
2021	-	-	-	-	-	8,234	0,1737	7,889	8,58	A
2022	4,947	0,06774	4,811	5,083	A	9,353	0,1737	9,007	9,699	B
2023	5,472	0,06774	5,336	5,608	B	10,35	0,1737	10,0	10,7	C

## 10.4 HTS

**Tabulka 18: Porovnání HTS (g) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
A: Odrůda	18	27,53	0,0000			18	5,55	0,0000		
B: Rok	1	100,09	0,0000			2	61,19	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					<b>A-I</b>					<b>A-F</b>
ALICIA	38,75	0,6377	37,48	40,02	CDE	39,06	1,211	36,63	41,48	ABC
IZZY	38,59	0,6377	37,32	39,86	CDE	39,58	1,211	37,15	42,01	ABC
KAPITOL	38,61	0,6377	37,34	39,88	CDE	39,38	1,211	36,95	41,81	ABC
KÄRTNER	37,77	0,6377	36,5	39,04	BCD	38,76	1,211	36,33	41,18	ABC
FRÜHER										
QUINTUS	39,89	0,6377	38,62	41,16	EF	40,36	1,211	37,93	42,78	BCD
SALUDO	40,03	0,6377	38,76	41,3	EF	37,86	1,211	35,43	40,28	AB
SEC 514-11-12	44,11	0,6377	42,84	45,38	I	44,58	1,211	42,15	47,01	EF
SEC 516-12-2	43,03	0,6377	41,76	44,3	HI	42,01	1,211	39,58	44,43	CDEF
SEC 536-10-3	43,93	0,6377	42,66	45,2	HI	44,13	1,211	41,7	46,56	DEF
SEC 544-12-1	42,07	0,6377	40,8	43,34	GH	44,23	1,211	41,8	46,66	DEF
SEC 588-18NZ.3	40,75	0,6377	39,48	42,02	FG	40,63	1,211	38,2	43,06	BCD
SG-S1003-18	32,67	0,6377	31,4	33,94	A	36,03	1,211	33,6	38,46	A
PRETTY	36,35	0,6377	35,08	37,62	B	38,31	1,211	35,88	40,73	ABC
EPONIA	39,63	0,6377	38,36	40,9	DEF	40,91	1,211	38,48	43,33	BCDE
SG-S1455-17	32,87	0,6377	31,6	34,14	A	35,58	1,211	33,15	38,01	A
SG-S1483-16	43,47	0,6377	42,2	44,74	HI	45,51	1,211	43,08	47,93	F
HYSTRIX	42,29	0,6377	41,02	43,56	GHI	41,68	1,211	39,25	44,11	BCDEF
SONETT	37,59	0,6377	36,32	38,86	BC	38,11	1,211	35,68	40,53	ABC
ZENON	37,19	0,6377	35,92	38,46	BC	38,31	1,211	35,88	40,73	ABC
<b>Rok</b>					<b>A-B</b>					<b>A-C</b>
2021	41,2	0,2328	40,73	41,66	B	41,14	0,4374	40,26	42,02	B
2022	41,46	0,2328	41,0	41,93	B	44,09	0,5868	42,91	45,26	C
2023	35,69	0,3511	34,99	36,39	A	35,56	0,5868	34,39	36,74	A

**Tabulka 19: Porovnání HTS (g) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
A:Odrůda	15	2,35	0,0056			15	3,12	0,0016		
B:Rok	1	11,89	0,0001			2	9,99	0,0003		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-C					A-C
ANNIE	46,49	1,689	43,1	49,87	C	43,42	1,243	40,92	45,93	BC
BRANDEX	44,64	1,689	41,25	48,02	AB	44,62	1,243	42,12	47,13	BC
BUTTERFLY	44,19	1,689	40,8	47,57	AB	42,85	1,243	40,35	45,35	BC
IBARRA	42,43	1,475	39,47	45,39	AB	40,97	1,243	38,47	43,48	BC
ILLUSION	44,49	1,475	41,53	47,45	AB	42,3	1,243	39,8	44,8	BC
LISETA	44,67	1,475	41,71	47,63	AB	44,3	1,243	41,8	46,8	BC
PENELOPE	44,49	1,689	41,1	47,87	AB	43,3	1,243	40,8	45,8	BC
PIRUETA	39,96	1,689	36,58	43,35	A	41,6	1,243	39,1	44,1	BC
SG-S269-09	43,41	1,689	40,03	46,8	AB	44,77	1,243	42,27	47,28	C
ST1214/19	43,94	1,689	40,55	47,32	AB	43,0	1,243	40,5	45,5	BC
ST1518/19	40,01	1,475	37,05	42,97	A	40,52	1,243	38,02	43,03	B
ST1664/19	43,45	1,475	40,49	46,41	AB	40,57	1,243	38,07	43,08	BC
STUPICKÁ	41,51	1,475	38,55	44,47	AB	35,85	1,243	33,35	38,35	A
BASTARD										
SULTAN	43,43	1,475	40,47	46,39	AB	41,5	1,243	39,0	44,0	BC
WENDELIN	45,15	1,475	42,19	48,11	BC	42,32	1,243	39,82	44,83	BC
WIWA	42,03	1,475	39,07	44,99	AB	43,9	1,243	41,4	46,4	BC
<b>Rok</b>					A-B					A-B
2021	46,28	1,204	43,87	48,7	B	40,03	0,6559	38,71	41,35	A
2022	43,39	0,5808	42,23	44,56	B	43,74	0,4889	42,76	44,73	B
2023	40,51	0,5808	39,34	41,67	A	42,95	0,6559	41,63	44,27	B

## 10.5 Obsah bílkovin

**Tabulka 20: Porovnání obsahu bílkovin (%) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
A: Odrůda	18	7,75	0,0000			18	2,27	0,0106		
B: Rok	1	202,18	0,0000			2	18,14	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
Odrůda					A-H					A-C
ALICIA	12,4	0,2582	11,88	12,91	ABC	13,3	0,3875	12,52	14,07	A
IZZY	11,94	0,2582	11,42	12,45	AB	13,47	0,3875	12,7	14,25	A
KAPITOL	12,84	0,2582	12,32	13,35	CDE	14,52	0,3875	13,75	15,3	AB
KÄRTNER FRÜHER	14,74	0,2582	14,22	15,25	H	15,92	0,3875	15,15	16,7	C
QUINTUS	13,3	0,2582	12,78	13,81	DEFG	14,12	0,3875	13,35	14,9	AB
SALUDO	12,84	0,2582	12,32	13,35	CDE	14,92	0,3875	14,15	15,7	BC
SEC 514-11-12	12,84	0,2582	12,32	13,35	CDE	14,02	0,3875	13,25	14,8	AB
SEC 516-12-2	13,82	0,2582	13,3	14,33	FG	14,25	0,3875	13,47	15,02	AB
SEC 536-10-3	13,46	0,2582	12,94	13,97	EFG	14,4	0,3875	13,62	15,17	AB
SEC 544-12-1	11,86	0,2582	11,34	12,37	A	13,97	0,3875	13,2	14,75	AB
SEC 588-18NZ.3	12,78	0,2582	12,26	13,29	CDE	14,3	0,3875	13,52	15,07	AB
SG-S1003-18	13,06	0,2582	12,54	13,57	CDEF	14,0	0,3875	13,22	14,77	AB
PRETTY	14,0	0,2582	13,48	14,51	G	14,87	0,3875	14,1	15,65	BC
EPONIA	12,46	0,2582	11,94	12,97	ABCD	13,85	0,3875	13,07	14,62	AB
SG-S1455-17	12,46	0,2582	11,94	12,97	ABCD	14,02	0,3875	13,25	14,8	AB
SG-S1483-16	13,04	0,2582	12,52	13,55	CDEF	14,55	0,3875	13,77	15,32	AB
HYSTRIX	12,84	0,2582	12,32	13,35	CDE	13,7	0,3875	12,92	14,47	AB
SONETT	12,72	0,2582	12,2	13,23	BCDE	14,27	0,3875	13,5	15,05	AB
ZENON	13,8	0,2582	13,28	14,31	FG	14,4	0,3875	13,62	15,17	AB
Rok					A-B					A-B
2021	11,41	0,09426	11,22	11,59	A	13,96	0,1399	13,68	14,25	A
2022	13,92	0,09426	13,74	14,11	B	15,11	0,1878	14,74	15,49	B
2023	13,69	0,1422	13,41	13,97	B	13,69	0,1878	13,31	14,07	A

**Tabulka 21: Porovnání obsahu bílkovin (%) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
A: Odrůda	15	0,84	0,0062			15	4,03	0,0001		
B: Rok	1	0,85	0,4343			2	17,38	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-D					A-F
ANNIE	12,39	0,7432	10,9	13,88	CD	12,74	0,3926	11,95	13,53	BCDEF
BRANDEX	12,07	0,7432	10,58	13,56	C	13,66	0,3926	12,87	14,45	EF
BUTTERFLY	11,69	0,7432	10,2	13,18	BC	12,16	0,3926	11,37	12,95	ABCD
IBARRA	10,47	0,6494	9,165	11,77	A	11,61	0,3926	10,82	12,4	AB
ILLUSION	11,61	0,6494	10,3	12,91	BC	11,94	0,3926	11,15	12,73	ABCD
LISETA	11,21	0,6494	9,905	12,51	B	11,24	0,3926	10,45	12,03	A
PENELOPE	11,69	0,7432	10,2	13,18	BC	11,89	0,3926	11,1	12,68	ABCD
PIRUETA	11,97	0,7432	10,48	13,46	C	11,54	0,3926	10,75	12,33	AB
SG-S269-09	10,64	0,7432	9,155	12,13	A	12,54	0,3926	11,75	13,33	BCDE
ST1214/19	11,89	0,7432	10,4	13,38	C	12,76	0,3926	11,97	13,55	BCDEF
ST1518/19	11,61	0,6494	10,3	12,91	BC	12,79	0,3926	12,0	13,58	BCDEF
ST1664/19	10,97	0,6494	9,665	12,27	B	12,74	0,3926	11,95	13,53	BCDEF
STUPICKÁ	11,83	0,6494	10,52	13,13	C	13,99	0,3926	13,2	14,78	F
BASTARD										
SULTAN	11,29	0,6494	9,985	12,59	B	11,81	0,3926	11,02	12,6	ABC
WENDELIN	12,53	0,6494	11,22	13,83	D	13,16	0,3926	12,37	13,95	DEF
WIWA	12,51	0,6494	11,2	13,81	D	13,11	0,3926	12,32	13,9	CDEF
<b>Rok</b>					A-A					A-B
2021	12,12	0,5299	11,06	13,18	A	13,42	0,2071	13,0	13,84	B
2022	11,48	0,2556	10,96	11,99	A	12,03	0,1544	11,72	12,34	A
2023	11,35	0,2556	10,83	11,86	A	11,99	0,2071	11,57	12,4	A



## 10.6 Objemová hmotnost

**Tabulka 22: Porovnání objemové hmotnosti (kg/hl) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhřetěves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

	Domanínek					Uhřetěves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
<b>Hlavní efekty</b>										
A: Odrůda	18	9,41	0,0000			18	2,94	0,0011		
B: Rok	1	149,42	0,0000			2	11,20	0,0001		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-I					A-F
ALICIA	79,46	0,3809	78,7	80,22	HI	78,51	0,7632	76,98	80,04	DEF
IZZY	77,02	0,3809	76,26	77,78	ABCD	75,76	0,7632	74,23	77,29	ABC
KAPITOL	80,18	0,3809	79,42	80,94	I	79,21	0,7632	77,68	80,74	F
KÄRTNER	76,2	0,3809	75,44	76,96	AB	74,21	0,7632	72,68	75,74	A
FRÜHER										
QUINTUS	75,94	0,3809	75,18	76,7	A	77,06	0,7632	75,53	78,59	BCDEF
SALUDO	78,8	0,3809	78,04	79,56	GH	76,59	0,7632	75,06	78,12	ABCDE
SEC 514-11-12	78,4	0,3809	77,64	79,16	FGH	78,91	0,7632	77,38	80,44	EF
SEC 516-12-2	78,32	0,3809	77,56	79,08	EFGH	77,81	0,7632	76,28	79,34	BCDEF
SEC 536-10-3	76,56	0,3809	75,8	77,32	ABC	77,81	0,7632	76,28	79,34	BCDEF
SEC 544-12-1	78,02	0,3809	77,26	78,78	DEFG	77,86	0,7632	76,33	79,39	BCDEF
SEC 588-18NZ.3	79,52	0,3809	78,76	80,28	HI	78,44	0,7632	76,91	79,97	DEF
SG-S1003-18	77,98	0,3809	77,22	78,74	DEFG	76,14	0,7632	74,61	77,67	ABCD
PRETTY	77,9	0,3809	77,14	78,66	DEFG	77,66	0,7632	76,13	79,19	BCDEF
EPONIA	77,4	0,3809	76,64	78,16	BCDEF	76,46	0,7632	74,93	77,99	ABCDE
SG-S1455-17	77,52	0,3809	76,76	78,28	CDEF	76,89	0,7632	75,36	78,42	BCDEF
SG-S1483-16	77,08	0,3809	76,32	77,84	ABCDE	78,24	0,7632	76,71	79,77	CDEF
HYSTRIX	79,08	0,3809	78,32	79,84	GHI	78,51	0,7632	76,98	80,04	DEF
SONETT	77,06	0,3809	76,3	77,82	ABCD	75,54	0,7632	74,01	77,07	AB
ZENON	77,24	0,3809	76,48	78,0	BCDEF	76,64	0,7632	75,11	78,17	ABCDEF
<b>Rok</b>					A-B					A-B
2021	75,81	0,1391	75,53	76,09	A	76,83	0,2756	76,27	77,38	A
2022	78,96	0,1391	78,68	79,23	B	78,6	0,3698	77,86	79,34	B
2023	78,85	0,2097	78,44	79,27	B	76,4	0,3698	75,66	77,14	A

**Tabulka 23: Porovnání objemové hmotnosti (kg/hl) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty A: Odrůda	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
A: Odrůda	15	5,46	0,0000			15	4,06	0,0001		
B: Rok	1	13,46	0,0000			2	114,42	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-C					A-E
ANNIE	78,49	0,672	77,14	79,84	BC	80,47	0,622	79,21	81,72	DE
BRANDEX	76,76	0,672	75,42	78,11	ABC	79,82	0,622	78,56	81,07	CDE
BUTTERFLY	75,94	0,672	74,59	77,29	AB	78,47	0,622	77,21	79,72	ABCD
IBARRA	76,23	0,5871	75,06	77,41	AB	79,44	0,622	78,19	80,69	ABCD
ILLUSION	75,61	0,5871	74,44	76,79	AB	78,39	0,622	77,14	79,64	ABC
LISETA	77,25	0,5871	76,08	78,43	ABC	78,54	0,622	77,29	79,79	ABCD
PENELOPE	76,26	0,672	74,92	77,61	AB	77,69	0,622	76,44	78,94	AB
PIRUETA	76,11	0,672	74,77	77,46	AB	78,54	0,622	77,29	79,79	ABCD
SG-S269-09	75,91	0,672	74,57	77,26	AB	79,57	0,622	78,31	80,82	BCD
ST1214/19	74,81	0,672	73,47	76,16	A	77,44	0,622	76,19	78,69	A
ST1518/19	78,21	0,5871	77,04	79,39	BC	80,52	0,622	79,26	81,77	DE
ST1664/19	76,93	0,5871	75,76	78,11	ABC	78,04	0,622	76,79	79,29	ABC
STUPICKÁ	77,47	0,5871	76,3	78,65	ABC	77,64	0,622	76,39	78,89	AB
BASTARD										
SULTAN	75,75	0,5871	74,58	76,93	AB	78,84	0,622	77,59	80,09	ABCD
WENDELIN	79,71	0,5871	78,54	80,89	C	81,77	0,622	80,51	83,02	E
WIWA	79,53	0,5871	78,36	80,71	C	80,49	0,622	79,24	81,74	DE
<b>Rok</b>					A-B					A-C
2021	75,17	0,4791	74,21	76,13	A	75,64	0,3281	74,98	76,3	A
2022	77,87	0,2311	77,4	78,33	B	79,44	0,2446	78,94	79,93	B
2023	77,78	0,2311	77,32	78,24	B	82,24	0,3281	81,58	82,9	C

## 10.7 Číslo pádu

**Tabulka 24: Porovnání čísla pádu (s) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
A: Odrůda	18	7,82	0,0000			18	12,18	0,0000		
B: Rok	1	0,08	0,9215			2	6,03	0,0055		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-G					A-E
ALICIA	266,3	23,1	219,5	313,2	DEFG	314,0	23,58	266,2	361,8	BCDE
IZZY	246,7	23,1	199,8	293,5	DEF	283,0	23,58	235,2	330,8	BCD
KAPITOL	231,7	23,1	184,8	278,5	CD	298,3	23,58	250,5	346,2	BCD
KÄRTNER	327,0	23,1	280,2	373,8	G	285,3	23,58	237,5	333,2	BCD
FRÜHER										
QUINTUS	167,0	23,1	120,2	213,8	BC	270,0	23,58	222,2	317,8	BC
SALUDO	320,3	23,1	273,5	367,2	FG	378,7	23,58	330,8	426,5	E
SEC 514-11-12	199,7	23,1	152,8	246,5	CD	306,7	23,58	258,8	354,5	BCDE
SEC 516-12-2	278,0	23,1	231,2	324,8	DEFG	340,3	23,58	292,5	388,2	CDE
SEC 536-10-3	258,0	23,1	211,2	304,8	DEFG	355,7	23,58	307,8	403,5	DE
SEC 544-12-1	314,7	23,1	267,8	361,5	EFG	340,0	23,58	292,2	387,8	CDE
SEC 588-18NZ.3	257,0	23,1	210,2	303,8	DEFG	303,7	23,58	255,8	351,5	BCDE
SG-S1003-18	65,0	23,1	18,16	111,8	A	64,33	23,58	16,51	112,2	A
PRETTY	209,3	23,1	162,5	256,2	CD	257,0	23,58	209,2	304,8	B
EPONIA	228,0	23,1	181,2	274,8	CD	292,7	23,58	244,8	340,5	BCD
SG-S1455-17	125,3	23,1	78,49	172,2	AB	66,0	23,58	18,18	113,8	A
SG-S1483-16	263,3	23,1	216,5	310,2	DEFG	289,7	23,58	241,8	337,5	BCD
HYSTRIX	209,0	23,1	162,2	255,8	CD	292,3	23,58	244,5	340,2	BCD
SONETT	231,0	23,1	184,2	277,8	CD	282,7	23,58	234,8	330,5	BCD
ZENON	242,3	23,1	195,5	289,2	CDE	336,0	23,58	288,2	383,8	BCDE
<b>Rok</b>					A-A					A-B
2021	231,9	9,178	213,3	250,5	A	275,6	9,37	256,6	294,6	A
2022	236,7	9,178	218,1	255,3	A	262,7	9,37	243,7	281,7	A
2023	232,4	9,178	213,8	251,0	A	307,4	9,37	288,4	326,4	B

**Tabulka 25: Porovnání čísla pádu (s) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
A: Odrůda	15	1,46	0,0021			15	1,88	0,0068		
B: Rok	1	1,12	0,3421			2	20,30	0,0000		
Level	Průměr	Std. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Std. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-F					A-D
ANNIE	279,6	29,87	217,8	341,4	DE	365,3	20,22	324,0	406,6	CD
BRANDEX	244,1	29,87	182,3	305,9	BC	303,7	20,22	262,4	345,0	ABC
BUTTERFLY	285,1	29,87	223,3	346,9	DE	340,7	20,22	299,4	382,0	ABCD
IBARRA	330,7	23,95	281,1	380,2	F	334,0	20,22	292,7	375,3	ABCD
ILLUSION	257,3	23,95	207,8	306,9	BCD	295,3	20,22	254,0	336,6	AB
LISETA	235,3	23,95	185,8	284,9	B	314,3	20,22	273,0	355,6	ABCD
PENELOPE	250,6	29,87	188,8	312,4	BC	364,0	20,22	322,7	405,3	BCD
PIRUETA	242,6	29,87	180,8	304,4	BC	345,3	20,22	304,0	386,6	ABCD
SG-S269-09	281,1	29,87	219,3	342,9	DE	328,3	20,22	287,0	369,6	ABCD
ST1214/19	260,1	29,87	198,3	321,9	CD	326,0	20,22	284,7	367,3	ABCD
ST1518/19	272,0	23,95	222,5	321,5	CD	380,3	20,22	339,0	421,6	D
ST1664/19	254,7	23,95	205,1	304,2	BCD	334,3	20,22	293,0	375,6	ABCD
STUPICKÁ BASTARD	203,3	23,95	153,8	252,9	A	289,0	20,22	247,7	330,3	A
SULTAN	246,7	23,95	197,1	296,2	BC	326,0	20,22	284,7	367,3	ABCD
WENDELIN	276,3	23,95	226,8	325,9	CDE	327,0	20,22	285,7	368,3	ABCD
WIWA	304,0	23,95	254,5	353,5	E	382,0	20,22	340,7	423,3	D
<b>Rok</b>					A-A					A-B
2021	251,2	15,27	219,6	282,7	A	289,7	8,754	271,9	307,6	A
2022	263,2	10,37	241,7	284,6	A	363,4	8,754	345,6	381,3	B
2023	277,6	10,37	256,1	299,0	A	351,0	8,754	333,1	368,9	B

## 10.8 Sedimentace

**Tabulka 26: Porovnání sedimentace (ml) odrůd jarní pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

Hlavní efekty	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F-Ratio	P-Value			Df	F-Ratio	P-Value		
A: Odrůda	18	2,30	0,0164			18	16,06	0,0000		
B: Rok	1	24,32	0,0000			2	8,22	0,0011		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-D					A-H
ALICIA	77,67	4,963	67,6	87,73	D	86,0	2,701	80,52	91,48	FGH
IZZY	68,0	4,963	57,93	78,07	ABCD	76,33	2,701	70,86	81,81	DE
KAPITOL	74,0	4,963	63,93	84,07	CD	91,0	2,701	85,52	96,48	H
KÄRTNER FRÜHER	57,0	4,963	46,93	67,07	AB	58,0	2,701	52,52	63,48	A
QUINTUS	73,67	4,963	63,6	83,73	CD	79,0	2,701	73,52	84,48	EF
SALUDO	70,33	4,963	60,27	80,4	BCD	69,67	2,701	64,19	75,14	CD
SEC 514-11-12	75,33	4,963	65,27	85,4	CD	86,33	2,701	80,86	91,81	FGH
SEC 516-12-2	75,33	4,963	65,27	85,4	CD	90,0	2,701	84,52	95,48	GH
SEC 536-10-3	74,33	4,963	64,27	84,4	CD	79,33	2,701	73,86	84,81	EF
SEC 544-12-1	69,0	4,963	58,93	79,07	BCD	79,67	2,701	74,19	85,14	EF
SEC 588-18NZ.3	77,0	4,963	66,93	87,07	D	87,0	2,701	81,52	92,48	FGH
SG-S1003-18	52,67	4,963	42,6	62,73	A	60,67	2,701	55,19	66,14	AB
PRETTY	79,33	4,963	69,27	89,4	D	84,67	2,701	79,19	90,14	EFGH
EPONIA	73,0	4,963	62,93	83,07	BCD	79,67	2,701	74,19	85,14	EF
SG-S1455-17	58,67	4,963	48,6	68,73	ABC	54,67	2,701	49,19	60,14	A
SG-S1483-16	66,67	4,963	56,6	76,73	ABCD	67,0	2,701	61,52	72,48	BC
HYSTRIX	77,33	4,963	67,27	87,4	D	81,67	2,701	76,19	87,14	EFG
SONETT	63,67	4,963	53,6	73,73	ABCD	69,67	2,701	64,19	75,14	CD
ZENON	72,0	4,963	61,93	82,07	BCD	83,0	2,701	77,52	88,48	EFGH
<b>Rok</b>					A-C					A-B
2021	68,95	1,972	64,95	72,95	B	73,47	1,073	71,3	75,65	A
2022	61,26	1,972	57,26	65,26	A	78,58	1,073	76,4	80,76	B
2023	80,58	1,972	76,58	84,58	C	79,0	1,073	76,82	81,18	B

**Tabulka 27: Porovnání sedimentace (ml) odrůd ozimé pšenice, Domanínek, Uhříněves, statistický výstup ANOVA a Tukey HSD test včetně rozdělení do homogenních skupin (2021-2023)**

	Domanínek					Uhříněves				
	Df	F- Ratio	P- Value			Df	F- Ratio	P- Value		
<b>Hlavní efekty</b>										
A: Odrůda	15	4,83	0,0004			15	23,79	0,0000		
B: Rok	1	17,06	0,0000			2	30,10	0,0000		
Level	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny	Průměr	Stnd. Error	Min.	Max.	Homog. skupiny
<b>Odrůda</b>					A-F					A-F
ANNIE	74,63	5,069	64,14	85,12	EF	75,67	2,188	71,2	80,14	CD
BRANDEX	66,13	5,069	55,64	76,62	CDEF	80,33	2,188	75,86	84,8	DE
BUTTERFLY	74,13	5,069	63,64	84,62	EF	75,33	2,188	70,86	79,8	CD
IBARRA	62,0	4,064	53,59	70,41	CDEF	72,0	2,188	67,53	76,47	C
ILLUSION	64,67	4,064	56,26	73,07	CDEF	58,33	2,188	53,86	62,8	AB
LISETA	54,67	4,064	46,26	63,07	CDE	63,33	2,188	58,86	67,8	B
PENELOPE	75,13	5,069	64,64	85,62	EF	77,0	2,188	72,53	81,47	CD
PIRUETA	54,13	5,069	43,64	64,62	CDE	60,33	2,188	55,86	64,8	AB
SG-S269-09	47,13	5,069	36,64	57,62	AB	58,33	2,188	53,86	62,8	AB
ST1214/19	65,63	5,069	55,14	76,12	CDEF	75,0	2,188	70,53	79,47	CD
ST1518/19	71,0	4,064	62,59	79,41	DEF	87,33	2,188	82,86	91,8	F
ST1664/19	68,67	4,064	60,26	77,07	CDEF	84,0	2,188	79,53	88,47	EF
STUPICKÁ	48,33	4,064	39,93	56,74	B	53,67	2,188	49,2	58,14	A
BASTARD										
SULTAN	67,0	4,064	58,59	75,41	CDEF	73,67	2,188	69,2	78,14	CD
WENDELIN	72,67	4,064	64,26	81,07	EF	73,0	2,188	68,53	77,47	C
WIWA	79,67	4,064	71,26	88,07	F	88,67	2,188	84,2	93,14	F
<b>Rok</b>					A-B					A-B
2021	73,61	2,591	68,25	78,97	B	78,13	0,9474	76,19	80,06	B
2022	66,13	1,76	62,48	69,77	B	70,38	0,9474	68,44	72,31	A
2023	56,31	1,76	52,67	59,95	A	68,25	0,9474	66,32	70,18	A