

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce (FAPPZ)**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Porovnání výnosových a kvalitativních parametrů pšenice  
ozimé a jarní, odrůd vybraných pro projekt Ecobreed**

**Diplomová práce**

**Bc. Kristýna Dědová  
Rostlinná produkce**

**Ing. Kateřina Pazderů, Ph.D.**

© 2022 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání výnosových a kvalitativních parametrů pšenice ozimé a jarní odrůd vybraných pro projekt Ecobreed" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 04. 2022

---

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Kateřině Pazderů, Ph.D. za čas, který mi věnovala při konzultacích, za její cenné připomínky a především trpělivost, laskavost, ochotu a pomoc se statistickým vyhodnocením mé diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala za spolupráci kolektivu zaměstnanců firmy Selgen a.s. a Selton s.r.o. za možnost podílet se na pokusu Ecobreed a využít získané údaje pro tuto práci, za poskytnutí užitečných informací a instrukcí, především p. Dr. Ing. Horčíčkovi, p. Ing. Veškrnovi, Ph.D., p. Ing. Tiboru Sedláčkovi. Dále bych ráda poděkovala rodině, příteli a přátelům za poskytnutí všestranné podpory během celého studia.

# Porovnání výnosových a kvalitativních parametrů pšenice ozimé a jarní odrůd vybraných pro projekt Ecobreed

## Souhrn

Pšenice setá je v České republice nejvýznamnější polní plodinou v konvenčním i alternativním způsobu pěstování. Obilniny jsou skupinou pěstovaných plodin, která je ve světě nejvíce rozšířená.

V tomto pokusu bylo porovnáváno celkem 27 odrůd pšenice ozimé a jarní. Byly porovnávány odrůdy staré, současné a novošlechtění. Vyhodnocován byl vliv způsobu a intenzity pěstování jarní a ozimé pšenice na, výnos, výšku a jakost produkce. Cílem bylo získat, porovnat a zhodnotit výnosové, produkční a kvalitativní parametry uvedených odrůd ozimé a jarní pšenice v podmínkách ekologického a konvenčního způsobu pěstování a posoudit jejich vhodnost a využitelnost pro ekologické způsoby pěstování.

Byly stanoveny vědecké hypotézy:

- 1) Intenzivní produkční systém s vysokou úrovní vstupů znamená i vyšší výnosy a lepší technologickou kvalitu zrna.
- 2) Jarní odrůdy pšenice jsou svým výkonem a kvalitou srovnatelné s ozimými odrůdami.

Experimentální část polního pokusu byla založena na maloparcelkových pokusech firmy Selgen a.s. na lokalitě Stupice a České Zemědělské univerzity Praze-Uhřetěvesi. Laboratorní analýzy byly provedeny v laboratořích firmy Selgen a.s. ve Stupicích v letech 2018-2020.

Vyšších výnosů dosahovaly ozimé pšenice, kde většina dosahovala hodnot výnosu přes 12 t/ha, a to jak v konvenční variantě, tak ve variantě intenzivního ošetření. Ekologická varianta u ozimé i jarní pšenice měla nižší výnosy. U ozimé varianty v průměru o 5 t/ha a u jarní varianty v průměru o 2,5 t/ha. Naopak tomu bylo v parametru obsah bílkovin. Jarní odrůdy dosahovaly v průměru o 1,5 % většího obsahu bílkovin než shodné způsoby pěstování u ozimých odrůd s výjimkou konvence. Tam byly průměry ozimých a jarních odrůd srovnatelné. Jak u ozimých, tak jarních odrůd dosáhla ekologická varianta v průměru nejvyššího obsahu bílkovin. U výsledků sedimentačního testu se projevil nejhůře ozimá novošlechtěná odrůda SG-S1004-18 a stará odrůda STUPICKÁ BASTARD, naopak existují jiné odrůdy ozimé i jarní, které minimální hodnotu překročily o 100 %. U parametru čísla poklesu by nejlépe současným požadavkům potravinářského průmyslu odpovídaly ozimé odrůdy STUPICKÁ BASTARD a KM-72-18 a jarní PRETTY. Co se objemu chleba týče, zde byly mírně lepší ozimé odrůdy a u jarních odrůd zde byl patrný negativní vliv na objem chleba při vysokém stupni ošetření.

V závěru práce zjišťujeme, že u všech porovnávaných parametrů je možné najít i jarní odrůdy, které mohou ve zjišťovaných parametrech splňovat požadované normy a předvádět stejně dobré, nebo uspokojující výsledky, jako pšenice ozimé a mohou jim být konkurencí.

**Klíčová slova:** wheat, breeding, ecobreed, quality

# Comparison of yield and quality parameters of winter and spring wheat varieties selected for Ecobreed project

## Summary

Common wheat (*Triticum sativum*) is the most important field crop in the Czech Republic in both conventional and alternative cultivation methods. Cereals are the most widespread sort of crops cultivated in the world.

In this experiment there were compared 27 varieties of winter and spring wheat. There were compared varieties of old, contemporary and new breeding. The method and intensity of spring and winter wheat cultivation on the stand structure, yield and production quality were evaluated. The aim was to obtain, compare and evaluate the yield, production and quality parameters of this variety of winter and spring wheat in the conditions of organic and conventional cultivation and to assess their suitability and usage for organic cultivation.

It has been hypothesized that spring wheat varieties may have any trait comparable to winter varieties.

Scientific hypotheses were established:

- 1) Intensive production systems with high level of input also means higher yield and better technological quality of grain.
- 2) Spring wheat varieties can be comparable in terms of quality and yield with winter wheat varieties.

The experimental part of the field experiment was based on small-plot experiments of Selgen a.s. at the Stupice site and the Czech University of Life Sciences in Prague-Uhřetěves. Laboratory analyzes were demonstrated in the laboratories of Selgen a.s. in Stupice in the years 2018-2020.

Higher yields were achieved by winter wheat, where most achieved yield values of over 12 t/ha, both in the conventional variant and in the intensive treatment variant. The organic variant of winter and spring wheat had lower yields. An average of 5 t/ha for the winter variant and an average of 2.5 t/ha for the spring variant. On the contrary, it was the protein content in the parameter. Spring varieties achieved on average 1.5 % higher protein content than the same cultivation methods for winter varieties, with the exception of the convention. There, the averages of winter and spring varieties were comparable. In both winter and spring varieties, the organic variant achieved the highest protein content on average. The results of the sedimentation test showed the worst winter newly bred variety SG-S1004-18 and the old variety STUPICKÁ BASTARD, on the contrary, there are other winter and spring varieties, which exceeded the minimum value by 100 %. For the parameter of the decline number, the winter varieties STUPICKÁ BASTARD and KM-72-18 and spring PRETTY would best meet the current requirements of the food industry. As for the volume of bread, there were slightly better winter varieties and in the case of spring varieties there was a noticeable negative effect on the volume of bread at a high degree of treatment.

At the end of the work we learn that for all surveyed parameters it is possible to find spring varieties that can precede the surveyed parameters as well or satisfactory results, as winter wheat and can compete with them.

**Keywords:** wheat, breeding, ecobreed, quality

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>11</b>
3.1. HISTORIE PĚSTOVÁNÍ PŠENICE .....	11
3.2. DOMESTIKACE A POČÁTKY PĚSTOVÁNÍ OBILNIN .....	11
3.3. HISTORIE PĚSTOVÁNÍ PŠENICE .....	12
3.4. VÝZNAM A VYUŽITÍ PŠENICE PRO EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ .....	14
3.5. ŠLECHTĚNÍ PŠENICE PRO EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ .....	15
3.6. KONKURENCESCHOPNOST .....	16
3.7. ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI K NEMOCEM .....	17
3.8. ŠLECHTĚNÍ NA KVALITU ZRNA .....	18
3.9. ŠLECHTĚNÍ NA ALLELOPATII .....	19
3.10. ŠLECHTĚNÍ NA RANOST .....	20
3.11. METODY ŠLECHTĚNÍ V EKOLOGICKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ .....	21
3.12. VYBRANÉ METODY STANOVENÍ A JAKOSTNÍ UKAZATELE .....	23
3.13. ČÍSLO POKLESU – ČÍSLO PÁDU .....	23
3.14. OBSAH DUSÍKATÝCH LÁTEK – HRUBÁ BÍLKOVINA .....	24
3.15. SEDIMENTAČNÍ INDEX – (SDS) .....	26
3.16. OBJEM CHLEBA – RAPID MIX TEST .....	27
3.17. OBJEMOVÁ HMOTNOST .....	28
3.18. POROVNÁNÍ VÝNOSOVÉHO POTENCIÁLU PŠENICE JARNÍ A OZIMÉ .....	28
<b>4. METODIKA</b> .....	<b>30</b>
4.1. ECOBREED .....	30
4.1. CHARAKTERISTIKA POKUSNÉHO STANoviŠTĚ .....	30
4.2. MATERIÁL A METODY .....	31
4.3. PŘEHLED POKUSU: UHŘÍNĚVES JARNÍ PŠENICE (EKO) .....	32
4.4. PŘEHLED POKUSU: UHŘÍNĚVES OZIMÁ PŠENICE (EKO) .....	33
4.5. PŘEHLED POKUSU: ŠTUPICE JARNÍ PŠENICE .....	33
4.6. PŘEHLED POKUSU: ŠTUPICE OZIMÁ PŠENICE .....	35
4.7. PRŮBĚH PODMÍNEK ZA POKUSNÉ OBDOBÍ .....	36
4.8. STATISTICKÉ HODNOCENÍ .....	37
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>38</b>
5.1. VÝNOS .....	38
5.2. BÍLKOVINY .....	44
5.3. VÝŠKA .....	48
5.4. OBJEMOVÁ HMOTNOST .....	50
5.5. OBJEM CHLEBA .....	53
5.6. SEDIMENTAČNÍ TEST – SDS .....	57
5.7. ČÍSLO PÁDU – FALLING NUMBER .....	59
<b>6. DISKUSE</b> .....	<b>64</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>68</b>
<b>9. LITERATURA</b> .....	<b>70</b>
<b>10. SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY</b> .....	<b>82</b>
10.1. PŘÍLOHA 1 .....	82
10.2. PŘÍLOHA 2 .....	83
10.3. PŘÍLOHA 3 .....	84

10.4.	PŘÍLOHA 4.....	85
10.5.	PŘÍLOHA 5.....	86
10.6.	PŘÍLOHA 6.....	87

# 1. Úvod

Pšenice setá je v České republice dosud nejvýznamnější plodinou, ve světě patří také k nejvýznamnějším plodinám. U nás je pěstována zhruba na čtvrtině orné půdy. Většina osevních ploch pšenice je pěstována s cílem získání potravinářské kvality, na což se váže i odpovídající výkupní cena. Patří mezi tzv. tržní komodity, které mají obvykle pozitivní vliv na ekonomiku většiny zemědělských podniků. Tuzemský sektor se soustředí především na pěstování ozimých forem pšenice, s co nejlepšími jakostními znaky. Se zvyšujícími se plochami bude stoupat i potřeba kvalitního osiva, ale také zájem pěstitelů o kvalitní genetický materiál. Každoročně lze pozorovat rozšiřování sortimentu nabízených odrůd pšenic jarních i ozimých.

Pšenice je šlechtěna pro rozličné agroekologické podmínky, ale také pro rozličné využití produkce (krmná pšenice, pečárenská, pečivárenská apod.). Rozsáhlá nabídka odrůd umožňuje pěstitelům velké možnosti výběru odrůdy vhodné pro konkrétní pěstitelské podmínky farem i pro konkrétní využití. Se zvyšujícími se pěstitelskými polohami je kladen důraz i na ekologicky vypěstované osivo. Také se zvyšuje zájem pěstitelů, co nejlépe využít genetický potenciál odrůd a dosáhnout dostatečně objemné a kvalitní produkce v podmínkách ekologického hospodaření.

Ekologickému zemědělství se ve světě dostává stále většího uznání, a to jak společenského, politického i vědeckého a vede k udržitelnému zemědělství. Stejně tak zažívá ekologické zemědělství v posledních letech velký boom i v České republice, rozvíjí se asi od počátku devadesátých let 20. století a hlavním cílem je zajištění kvalitních surovin pro potravinářské i krmné využití a současně minimalizace negativních dopadů intenzivní zemědělské výroby na životní prostředí. Hlavním důvodem je především zvyšující se poptávka spotřebitelů po produktech ekologického zemědělství – bioproduktech. Biopotraviny splňují požadavky na zpestření stravy v rámci zdravého životního stylu, protože využitím minoritních plodin rozšiřují spektrum konzumovaných potravin a obohacují potravu o produkty vysokých nutričních kvalit. V prosazování zdravého životního stylu se tak uplatňují především kvůli vysokému obsahu bílkovin, nutričně hodnotnému složení aminokyselin, vysokému obsahu vlákniny, minerálních látek, vitamínů a lehké stravitelnosti.

Podobně jako v jiných vyspělých zemích, tak i v ČR převládá konvenční způsob hospodaření. Kromě toho ale existují i další způsoby hospodaření, které jsou díky zvyšující se poptávce a tlaku legislativy stále atraktivnější. Tyto způsoby hospodaření využívají moderní technologie, pěstitelské systémy a snaží se o aplikaci výsledků výzkumných ústavů do praxe. U alternativních systémů hospodaření není na prvním místě intenzita produkce a zisk, ale naopak je usilováno o udržitelný rozvoj, proto zohledňují životní prostředí a snaží se předcházet jeho poškozování. Nejčastějším alternativním pěstitelským systémem je low – input, nebo ekologické zemědělství. V ekologickém zemědělství je vyžadována co nejvyšší diverzita plodin, jsou využívány pestré osevní postupy.



Nabídka odrůd pro ekologické způsoby hospodaření je velmi rozsáhlá, ale ekologičtí farmáři se v ní těžko orientují, protože nemají přehled o reakcích jednotlivých odrůd na pěstování v podmínkách ekologického zemědělství.

Evropský projekt Ecobreed má za cíl zvýšit dostupnost odrůd a rozmnožovacího materiálu pro ekologický sektor a low-input systémy. Dalším cílem je identifikovat vlastnosti a kombinace vlastností vhodných pro ekologické a low – input systémy, včetně vysoké účinnosti využívání živin, alelopatie a konkurenceschopnosti vůči plevelným rostlinám. Posledním a neméně důležitým cílem je obecné podpoření konkurenceschopnosti a šlechtitelských aktivit pro ekologické zemědělství.

Část výsledků, na kterých jsem pracovala ve šlechtitelské firmě Selgen, je i součástí této práce.

## 2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je porovnat genotypy 27 současných odrůd ozimé a jarní pšenice. Vyhodnotit vliv způsobu a intenzity pěstování jarní a ozimé pšenice na strukturu porostu, jakost produkce a výnos.

### **Vědecké hypotézy:**

- 3) Intenzivní produkční systém s vysokou úrovní vstupů znamená i vyšší výnosy a lepší technologickou kvalitu zrna.
- 4) Jarní odrůdy pšenice jsou svým výkonem a kvalitou srovnatelné s ozimými odrůdami.

## 3. Literární rešerše

Dějiny pěstování obilnin jsou současně dějinami zemědělství jako takového.

### 3.1. Historie pěstování pšenice

V České republice je nejvíce pěstována ozimá forma pšenice, která je zastoupena až v 94 %. Můžeme sledovat dlouhodobou vzrůstající tendenci podílu pšenice na produkci ostatních obilovin (Kopáčová 2007). Ve druhé polovině 19. století můžeme sledovat velké množství změn ve způsobu pěstování polních plodin. Jednou z nejvýznamnějších byl přechod od úhorového hospodaření k trojpolnímu, které skýtalo mnoho značných výhod, které vyústily v možnost využití všech dostupných polí. Využitím nových agrotechnických zásahů, především začleněním podmičky do předseťové přípravy půdy, bylo docilováno zvyšování výnosů. Dalším krokem, který ovlivňoval kvalitu půdy a následně výnos, bylo zavedení nových plodin, především předplodin, zejména pak okopaniny a jeteloviny. Následně začal být kladen důraz na důležitost semenářství a význam šlechtění nových odrůd, zejména pšenice (Kulovaná 2001).

### 3.2. Domestikace a počátky pěstování obilnin

Předci lidí byli po miliony let závislí na prostředcích, které jim dovoľovalo nashromáždit jeho přirozené stanoviště. Naši dávní předkové byli sběrači, kteří rychle nabyli vědomostí o svém okolí a pravidelně se vraceli na úrodná stanoviště. To vedlo k signifikantním změnám v rostlinných společenstvech. Poté, co se naši předci pravidelně navraceli na úrodná stanoviště, netrvalo dlouho a stali se z nich kultivátoři, kteří záhy přišli na to, že zvýšení produktivity může být dosahováno pravidelným odplevelováním, prořezáváním a v neposlední řadě vypalováním. Také již patrně přišli na to, že půda, která byla převrácena, vykazovala následujícího roku lepší výnos.

Následně se z našich předků stali výrobci, kteří již byli schopni uchovat a přemísťovat rostliny v malých objemech. Osídlení našich předků zůstávala velmi malá až do doby, kdy se stalo, že se člověk začal plně věnovat zemědělství a kultivaci rostlin.

Člověk začal vědomě pěstovat plodiny asi před 12 000 lety. Tento proces však neprobíhal na všech místech současně, záleželo na geografickém umístění, na zvláštnostech místní vegetace a dále na hustotě zalidnění. Jak šel čas, lidé vkládali stále více úsilí do zemědělství a okolo roku 3000 b. p. již pocházela většina jejich potravy z domestikovaných zdrojů. Téměř všechny dnešní plodiny byly domestikovány do r. 5000 b. p. avšak každá plodina má svůj původ v jiné oblasti, podle toho, kde se přirozeně vyskytovala. Ze středního východu pochází první předci pšenice a ječmene. V Jihovýchodní Asii se pšenice a ječmen nenacházely, avšak zde hojně rostla velkozrná rýže, která byla využita. Ve střední Americe a Africe byly hojně využívány přítomné jednoděložné trávy: čirok v Africe a kukuřice v Americe. V Jižní Americe neexistovaly žádné velkozrné plodiny, proto zde došlo k domestikaci bramboru, batátu, manioku a pseudoobilniny amaranthu (Hancock, 2012).

Jakmile byly rostliny domestikovány, byly lidmi drasticky pozměněny, a to pomocí selekce náhodné i uvědomělé. Simmonds uvádí, že celkový genetický zisk dosažený primitivními farmáři za posledních 9000 let je mnohem významnější, než změny dosažené vědeckými pracovníky v oboru šlechtění rostlin za posledních 100 let. Některé změny mohly nastat velice rychle, protože byly regulovány jen jedním, nebo dvěma geny, a tak jeden recesivní mutant pozmění dvouřadý ječmen na šestiřadý (Simmonds & Arthur, 2003).

Lidé již velmi dávno znali a pečlivě sbírali jedlé rostliny, byla to součást každodenního života v pravěku. Před neolitickou revolucí však nenastala (či nenastala trvale) cílená přeměna života na nekočovní zemědělský život. Jednalo se o pouhé využití znalostí a podmínek a využití vegetačních cyklů v letech hojnosti.

Zemědělství se pravděpodobně poprvé začalo formovat do dnešní podoby v období asi před 12 000 lety, a to na území tzv. úrodného půlměsíce, je to známá oblast mezi řekami Eufrat a Tigris.

Asi před 10 000 lety, během takzvané „neolitické revoluce“, kdy lidé přecházeli od lovu, sběru potravin a kočovného života k zemědělství, praktikovanému na jednom místě, došlo také k první kultivaci pšenice. Nejprve byly pěstovány formy diploidní a tetraploidní. První pěstované formy byly primitivně vybrány zemědělci z divokých populací, s největší pravděpodobností kvůli jejich nadprůměrně vysokému výnosu a pozitivním vlastnostem. Objevení způsobů a možností jak pěstovat pšenici, jejímu uložení a následnému zpracování ve stále kvalitnější zdroje potravy vedlo k založení civilizace, a jejímu vývoji do stavu, jak ji dnes známe. Tento nový způsob zemědělství byl však stále podmíněn aktuálními podmínkami a pěstování plodin bylo stále doplňováno sběrem bobulí a jiných planých druhů, například ovsem. Domestikace byla spojena s výběrem specifických genetických vlastností, které je odlišovaly od jejich divokých primitivních předků (Khan & Shrewry, 2009).

### **3.3. Historie pěstování pšenice**

Pšenice se nachází na největší výměře osevních ploch, je nejintenzivněji šlechtěna a pěstována je na všech kontinentech, od rovníku až k polárním kruhům, vyjímaje Antarktidu. Je pěstována na obou polokoulích, v oblastech subtropických, středomořských i mírných. Tvoří základní stavební jednotku potravy pro 40 % světové populace, Khan & Shrewry (2009) a to především v Severní Americe, v západní a severní části Asie a v Evropě (Peng et al., 2011).

Diploidní druhy byly distribuovány v jihozápadní a centrální Asii. Geografická distribuce různých diploidních druhů indikuje, že tato skupina prodělala rozsáhlou diferenciaci ve svých raných vývojových stadiích (Feldman & Levy, 2015).

Hexaploidní pšenice, která byla jen částečně izolována od pšenice tetraploidní, si vyměnila geny s pšenicí naduřelou dvouzrnkou (anglicky wild emmer). Genetický tok mezi dvěma rozdílnými odrůdami a druhy, hrál významnou roli ve zvyšování genetické variability

pšenice. Po tisíce let farmáři pěstovali směsi rozdílných genotypů a cytotypů. Takové cytotypové směsi, které zahrnovaly zástupce ze dvou, nebo dokonce tří různých druhů domestikované pšenice, jmenovitě *T. monococcum*, *T. turgidum* a *T. aestivum*, každý reprezentován několika rozdílnými genotypy zapříčinil umožnění obrovského mezidruhového i vnitrodruhového genetického toku. Díky těmto nekonečným hybridizacím, které probíhaly během 10 000 let kultivace, bylo dosaženo obohacení genofondu domestikovaných pšenic. Díky své přizpůsobivosti, která je podmíněna rozsáhlým genomem, je pšenice schopna růst a rozmnožovat se v širokém rozmezí podmínek (Feldman & Levy, 2015).

Je známo, že pšenice měla klíčový vliv na přechod od společenství lovců a kočovných kmenů k společnosti, která se usadila na jednom místě a mohla tak rozvíjet další dovednosti. Pšenice byla díky svým vlastnostem již od počátku civilizace jednou z nejcennějších obilovin. Byla znakem vysoké úrovně dané skupiny obyvatel, ostatní obiloviny byly využívány zejména jako krmivo pro zvířata. Pšenice se stala symbolem a indikátorem prosperity a politické stability, reflektující situaci milionů lidí. Vyřešení problémů s pěstováním obilí, vyvinutím metod pro mletí zrna a jeho zpracování ve funkční potraviny vedlo ke vzniku civilizací (Khan & Shrewry, 2009).

Poaceae (trávy) vznikly asi před 50-70 miliony let, podskupina Pooideae vznikla asi před 20 miliony let, obsahuje pšenici, ječmen a oves (Peng et al., 2011).

Hexaploidní pšenice, jak ji známe dnes, vznikla v návaznosti na postupné křížení tří druhů. Nejprve došlo ke zkřížení druhů *Triticum monococcum/urartu* (donor genomu AA) a *Aegilops speltoides* (donor genomu BB), z čehož vznikla pšenice dvouzrnka (*T. dicoccum* (s genomem AABB)). V následném křížení se tato tetraploidní pšenice zkřížila s druhem plevelným *T. tauschii* (donor genomu DD). Je dokázáno, že právě díky zkřížení s tímto plevelným druhem nabyly pšenice svojí schopnosti plasticity. Přizpůsobivost, kterou můžeme pozorovat u dnešních moderních pšenic, je způsobena, jako důsledek tzv. trojitého jištění genomu, což také značně komplikuje čtení a hledání genů. Genom pšenice se skládá ze tří genomů, které jsou si velice podobné a obsahují repetitivní sekvence. Pouze jeden gen může být zodpovědný za více znaků (Feldman & Levy, 2015).

Okolo roku 1960, v období zvaném Zelená revoluce, nastalo následné včlenění polotrpasličích genů, které mělo za následek zdvojnásobení produkce. Během Zelené revoluce se dále pokračovalo ve vývoji polotrpasličích odrůd, jejichž hlavní výsadou byla vysoká odpověď a citlivost na minerální hnojení, časná dozrávání a rezistence k poléhání. Neméně důležitou výhodou polotrpasličích odrůd je zachování rezistence ke rzi travní (velmi vážná choroba pšenice) (Asif et al., 2014).

V současné době se zdá velice nepravděpodobné, že by nastal náhlý, skokový nárůst výnosů, jaký nastal v období Zelené revoluce. Proto musí být vyvinuty strategie, jak postupně navyšovat výnosy pšenice. Některé důvody limitovaného výnosu zahrnují opožděné setí, sucho a tepelný stres, slabou půdní zásobu, zasolenost půd, nedostatečnou konkurenceschopnost.

Dalším z důvodů limitovaného výnosu jsou choroby, jako jsou různé druhy rzi, fusarium, sněť pšeničná, padlí travní, mazlavá sněť pšeničná.

Pšenice je hlavním komponentem stravy většiny světa, neboť je agronomicky velmi adaptabilní, její skladování je nenáročné, nutričně je velmi výhodná, a především protože z její mouky jsme schopni vytvářet nespočet množství zajímavých a uspokojivých pokrmů. Pšeničná těsta se svými unikátními viskoelastickými vlastnostmi odlišují od ostatních obilovin. Tyto vlastnosti jsou zodpovědné za její univerzální využití pro širokou škálu produktů, jako jsou nudle, koláče, sušenky, koblihy, croissanty, bagely, pizzy, placky, kynutý a nekynutý chléb a různé druhy knedlíků. Přičemž pro každý jmenovaný produkt je vhodné ideálně používat jiného druhu pšenice, aby bylo docíleno mouky o kýžených vlastnostech, které jsou specifické, pro každý dílčí produkt (Tian et al., 2015).

### **3.4. Význam a využití pšenice pro ekologické zemědělství**

Ekologické zemědělství je jedním z nejdynamičtěji se rozvíjejících způsobů hospodaření u nás, a to z důvodu zvyšující se poptávky spotřebitelů po biopotravinách a alternativních způsobech stravování. V tomto způsobu hospodaření je vyžadována velká pestrost pěstovaných plodin, uplatňování správné zemědělské praxe, zahrnující především vysokou diverzitu osevních postupů. Je zde vysoká možnost uplatnění pro rostliny méně výnosné, netradiční a maloobjemové. Tyto plodiny mívají v porovnání s konvenčními zpravidla menší výnosy, avšak tato skutečnost je kompenzována benefity, jako je větší mikrobiální diverzita v půdě, nutriční hodnota a specifické sensorické vlastnosti produktu. Ekologické zemědělství lze definovat jako produkční systém, jehož cílem je podporovat a zlepšovat zdraví agroekosystému a zároveň minimalizovat další vnější vstupy (Reid et al., 2009).

Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) je jedna z nejdůležitějších obilných plodin ve světě a zaujímá po rýži a kukuřici třetí místo v množství produkce. Pokrývá 17 % celosvětové produkce plodin (217 milionů hektarů) s produkcí 617 milionů tun. Výnos z produkce pšenice se během posledních 50. let významně zvýšil, zatímco plochy, na kterých je pšenice pěstována zůstávají konstantní. Pšenice setá je základní složkou potravy asi 40 % světové populace a poskytuje 20 % kalorických a bílkovinných požadavků ve výživě člověčenstva (P. K. Gupta et al., 2005).

Celosvětová plocha organicky obhospodařované plochy je 0,86 % celkové zemědělské půdy. Poptávka po produktech ekologického zemědělství je především v Evropě a Severní Americe a tvoří 97 % globální organické produkce. V současné době můžeme pozorovat nejrychleji se zvyšující poptávku po organických produktech v Severní Americe, proto se předpokládá, že brzy předstihne Evropu a stane se největším světovým trhem (Reid et al., 2009).

V roce 2012 se v EZ na struktuře obilnin podílela pšenice setá z 25 % a ačkoliv se řadí k nejnáročnějším obilninám, stále překonává svým výnosem (2,98 t. ha<sup>-1</sup>) ostatní druhy obilnin,

jako je pšenice špalda 2,72 t. ha<sup>-1</sup>, žito 2,75 t. ha<sup>-1</sup>, ječmen 2,55 t. ha<sup>-1</sup>, oves 2,60 t. ha<sup>-1</sup>, tritikale 2,88 t. ha<sup>-1</sup> (Konvalina, 2014).

### 3.5. Šlechtění pšenice pro ekologické zemědělství

Pšenice setá je v ekologickém zemědělství většiny Evropských zemí, včetně České republiky, nejrozšířenější a nejvýznamnější obilninou. Na odrůdy vybrané pro ekologické způsoby pěstování jsou však kladeny odlišné požadavky než u konvenčního pěstování (Lammerts van Bueren et al. 2003) (Tian et al., 2015).

Základní princip šlechtění nových odrůd má stejné vlastnosti, a to jak pro šlechtění konvenční, tak i ekologické, ale ve šlechtění pro konvenční způsob mohou být některé atributy opomenuty, neboť mohou být vyřešeny později, například aplikací pesticidů (Janovská et al. 2018). Mezi základní vlastnosti můžeme zařadit předně konkurenceschopnost vůči plevelným rostlinám, vysokou míru rezistence vůči chorobám, škůdcům a dalším abiotickým faktorům, zajištění efektivního příjmu živin kořenovou soustavou při malé zásobě živin v půdě, stabilita výnosu i při minimálních vstupech a uchování vysoké jakosti výsledného produktu (Tian et al., 2015).

Prugar (2000) připomíná, že odrůda vhodná pro ekologické zemědělství musí i při relativně malé nabídce dusíku, vykazovat dostatečnou tvorbu odnoží, schopnost tvorby produktivních stébel, odolnost, toleranci vůči chorobě pat stébel a dalším listovým i klasovým chorobám.

Dalším šlechtitelským cílem je zvýšení produktivity klasu, zvýšení odolnosti proti poléhání při zachování odpovídajícího složení esenciálních aminokyselin a vysokého obsahu bílkovin. Neopomenutelným cílem je i ranost a odolnost proti špatným zimním podmínkám a vyležení v případě déle trvající expozice větší vrstvě sněhové pokrývky (Prugar et al. 2008).

Je zjištěno, že úroveň výnosu je dobrým indikátorem interakcí prostředí a genotypu, a proto slouží jako ukazatel interakce prostředí a genotypu na specifické podmínky pěstování. Určení vhodnosti pro dané stanoviště je tedy první zásadou pro výběr správného druhu a odrůdy (Cowger & Murphy, 2007).

Tabulka 1 Obecná kritéria požadovaných znaků odrůdy pro ekologické zemědělství

Znak odrůdy	Kritérium
<b>Adaptace na výživu a hnojení v ekologickém režimu</b>	Adaptace na organické a nižší vstupy živin; schopnost přizpůsobit se výkyvům v dynamice přísunu dusíku (stabilní růst); efektivní příjem vody a živin; bohatě rozvinutý kořenový systém; schopnost interakce s příznivými půdními mikroorganismy; schopnost přijímat a efektivně využívat živiny a tvořit tak hospodářský výnos
<b>Konkurenceschopnost vůči plevelným rostlinám</b>	Architektura rostliny, zajišťující co nejranější pokrytí půdy; schopnost alelopatie; porost vhodný a odolný vůči mechanickému ošetřování porostu
<b>Zdraví rostlin a jejich odolnost vůči chorobám a škůdcům</b>	Odolnost polyetiologickým a monoetiologickým chorobám; polní odolnost a tolerance; morfologie rostliny; možnost pěstování v druhové, nebo odrůdové směsi; schopnost interakce s prospěšnými mikroorganismy, které podporují růst plodin a potlačují citlivost k chorobám
<b>Zdravé osivo</b>	Rezistence, nebo tolerance k chorobám v průběhu množení osiva včetně chorob přenosných osivem; vysoká klíčivost a vzházivost, vysoká vitalita klíčících rostlin
<b>Kvalita rostlin a produktů</b>	Rané zrání (raná odrůda); vysoká pekařská kvalita; dobrá chuť; snadné skladování
<b>Výnos a jeho stabilita</b>	Schopnost vytvářet vysoké a stabilní výnosy v low – input podmínkách.

Mnoho abiotických i biotických faktorů ovlivňuje polní produkci pšenice, avšak v organických systémech je konkurence o vodu, světlo, prostor a výživu palčivější, kvůli přítomnosti většího počtu plevelných rostlin.

V současné době chybí odrůdy, které by byly cíleně šlechtěné v ekologických podmínkách a pro ekologické podmínky. Z toho důvodu jsou pěstitelé nuceni pěstovat odrůdy šlechtěné pro konvenční typy hospodaření, kde je ale předpokládán vstup pesticidů, hnojiv, či regulátorů růstu pro dosažení optimálního výnosu produkce (Janovská et al. 2018).

### 3.6. Konkurenceschopnost

Mnoho abiotických i biotických faktorů ovlivňuje polní produkci pšenice, avšak v organických systémech je konkurence o vodu, světlo, prostor a výživu palčivější, kvůli přítomnosti většího počtu plevelných rostlin. V ekologickém zemědělství je omezeno



používání herbicidů, mnoho herbicidů se stává rezistentními, a i to je jeden z důvodů, proč musí být vymyšleny nové strategie managementu pěstování ekologické pšenice, jako je šlechtění nových odrůd odolných a konkurenceschopných i na zaplevelených pozemcích. Šlechtění na konkurenceschopnost vyžaduje výběr vlastností, které nové odrůdě zaručí odolnost vůči rozmanitým stresorům, což je nyní jedním z hlavních cílů při šlechtění odrůd pro ekologicky obhospodařované systémy. Konkurenceschopné odrůdy by měly redukovat vzcházení plevelů, jejich růst a vývoj, což má v konečném výsledku vést ke zvýšení výnosů zrna (Reid et al., 2009).

Polní zaplevelení způsobuje každoročně miliardové škody, negativně ovlivňuje růst, vývoj i kvalitu pěstovaných plodin. Z důvodu nadměrného, nebo nesprávného používání pesticidů byla u mnoha plevelných druhů vyvinuta rezistence k herbicidům. To donutilo farmáře používat integrované způsoby ochrany rostlin, aby se s tímto problémem vyrovnali. Z tohoto důvodu je jednou z hlavních strategií současného výběru odrůd pro ekologické zemědělství jejich konkurenceschopnost vůči plevelům. Polotrpasličí kultivary, s geny redukující jejich výšku (Rht), které byly vyšlechtěny v průběhu zelené revoluce, jsou bohužel zodpovědné za vnesení zvýšeného výnosu, ale bohužel snížené odolnosti proti zaplevelení v porovnání s odrůdami, které byly pěstovány před zelenou revolucí (Tautges et al., 2017).

Sdružování efektu aleopatie a konkurenceschopnosti odrůdy vůči plevelům. Jsou snahy o dosažení maximálního potlačení plevelů, a to kombinováním efektu aleopatie a konkurenceschopnosti rostliny. Kombinováním alelopatických schopností rostliny a její konkurenceschopnosti je určena celková schopnost konkurenceschopnosti dané plodiny při snaze o maximální supresi plevelných druhů (Asif et al., 2014).

### **3.7. Šlechtění na rezistenci k nemocem**

Rezistence k nemocem je hlavním problémem pro oba systémy hospodaření, avšak zdraví rostlin je náročnějším úkolem pro ekologické systémy, kvůli znemožnění použití pesticidů a insekticidů. Mazlavá sněť pšeničná, Septoria, Fusarium, jsou považovány za nejzávažnější choroby ekologicky pěstované pšenice. Naopak nemoci, jako jsou rzi a padlí, které jsou ovlivňovány aplikací dusíku, časností a hustotou setí, jsou na ekologických plochách méně významné, z důvodu výskytu ve starších vývojových stádiích vývoje rostliny, zejména z důvodu vysoké konkurence plevelů v raných fázích růstu plodin (Asif et al., 2014). Ačkoliv S. P. Cauvain (2003) považuje rez plevovou za klíčovou součást šlechtění pšenice pro organické systémy. Ve studii, která porovnávala ekologicky a konvenčně obhospodařované systémy, byla zjištěna nižší frekvence a četnost rzi plevové na ekologických plochách a podobné výsledky vykazují i rez pšeničná.

Ošetření semen je znemožněno současnou platnou legislativou. Proto je šlechtění kultivarů, které jsou rezistentní jedinou možností ochrany (Neacșu et al., 2010). Přesto by neměl být stupeň rezistence považován za nejdůležitější a jediné kritérium pro šlechtění nových odrůd. Nejvyšší prioritou by měla být věnována vývoji nových odrůd, které budou disponovat optimálním/maximálním výnosem bez ohledu na tlak infekčních chorob v polních podmínkách

(van Bueren & Struik, 2004). Rezistentní odrůdy by neměly být v první řadě rezistentní, ale musí zároveň garantovat správné morfologické uspořádání během vysokého tlaku nemocí. Taková selekční kritéria nejsou uplatňována ve šlechtění vysokoprodukčních konvenčních odrůd. Dále bylo zjištěno, že morfologie rostliny může mít vliv na napadení rostliny braničnatkou plevovou. Čím větší je vzdálenost mezi praporcovým listem a klasem, tím více je redukován přenos spor z listu na klas při dešti, to samé je možné pozorovat u napadení fusariem (Asif et al., 2014).

### 3.8. Šlechtění na kvalitu zrna

Kvalita pečení a finální kvalita pekařského produktu je schopnost mouky zajistit vysoký objem, elastický chléb s jednotnými póry a ovlivňují i faktory, jako je barva, textura, chuť a nutriční hodnota (S. P. Cauvain & Young, 2007). Kvalita chleba přímo souvisí se schopností retence CO<sub>2</sub> během fermentačního procesu, kapacitou absorpce vody a chováním těsta při míchání (S. Cauvain & Cauvain, 2015)(Zhao et al., 2010). Jedním z hlavních faktorů, určujících kvalitu při výrobě chleba je obsah obilných bílkovin, protože ty poskytují těstu pevnost a umožňují mu zadržování CO<sub>2</sub> během fermentace (Gooding et al., 1999).

Optimální obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí od 10,5 % až po 13,5 %, avšak pšenice s obsahem obilných bílkovin nižších než 10 % se používají k výrobě sušenek, koláčů a krekerů, případně mohou být míchány se zrny, jejichž obsah bílkovin je vyšší než 14 % (Mason et al., 2007).

Obsah bílkovin je nejčastěji studovaným znakem pšenice a je ovlivněn geneticky, podmínkami prostředí a způsobem pěstování (Horvat et al., 2009).

Výzkumů o kvalitě pšeničné mouky pěstované ekologicky je pouze limitované množství, počet pozemků je omezený a výsledky si někdy odporují. Annett et al. (2007) zaznamenala ve své studii vyšší množství celkového obsahu proteinu u pšenice pěstované ekologicky, ačkoliv celkový obsah proteinu překračoval o 14 % a to jak u varianty konvenční, tak ekologicky pěstované.

Mäder et al. (2007) V dlouhodobém pokuse (21 let), nebyl nalezen žádný rozdíl v nutriční hodnotě (složení aminokyselin, obsah minerálních látek a stopových prvků) a pekařské kvalitě u pšenic pěstovaných konvenčně a v ekologickém režimu. Podobné výsledky byly zaznamenány i u obsahu bílkovin a koncentraci dusíku (Ryan et al., 2004).

Je uváděno, že nejvyšší podíl na variabilitě obsahu bílkovin má hnojení dusíkem, půdní vlhkost a přírodní podmínky prostředí (Preston et al., 2001).

V mnoha studiích bylo potvrzeno, že aplikace dusíku přímo ovlivňuje a zvyšuje obsah bílkovin a sílu lepku (Ames et al., 2003)(Gooding et al., 1999).

Mazzoncini et al. (2007) udává, že vzorky z ekologického zemědělství mají oproti konvenčním o 20 % nižší obsah bílkovin v zrně. Také vyzkoumali, že vzorky z ekologické produkce mají špatnou kvalitu chleba, ačkoliv nebyly zaznamenány vizuální změny v kvalitě

a tloušťce chlebové kůrky. Podobné výsledky vykazující vyšší obsah bílkovin u pšenice pěstované konvenčně byly vysledovány i v několika dalších studiích (L-Baekström et al., 2004).

### 3.9. Šlechtění na allelopatii

Mnoho plodin produkuje a vypouští do svého okolí určité chemické látky, které působí toxicky na jiné rostliny rostoucí v jejich blízkosti. Schopnost produkce takovéto toxické látky je označována jako allelopatie. Tyto chemické látky, takzvané alelochemikálie mohou být také uvolňovány mikroby, během procesu rozkladu zbytků. Alelochemikálie pocházejí buď ze samotných polních plodin, nebo z mikrobů a mohou zásadně ovlivnit klíčení, růst a vývoj plevelů. Naopak alelochemikálie z plevelných rostlin mohou mít nepříznivý účinek na pěstované plodiny. Allelopatie získává pozornost vědců a šlechtitelů, protože by mohla být využívána, jako nástroj integrované ochrany rostlin, která má využití zejména pro ekologické zemědělství a systémy pěstování rostlin s nízkými vstupy (Belz, 2007).

Předpokládá se, že i allelopatický účinek pšenice může mít vliv na širší spektrum kontroly mnoha druhů plevelných rostlin (Worthington & Reberg-Horton, 2013).

Bertholdsson (2005) provedl screening genotypu pšenice a ječmene na allelopatický potenciál pomocí agarového testu pro allelopatické účinky na jílek vytrvalý. Studie dospěla k závěru, že biomasa z ranných vývojových stádií a allelopatická aktivita jsou jediné zkoumané vlastnosti, které měly vliv a významně přispěly ke konkurenceschopnosti plodin. Autor navrhl, že zvýšení allelopatického potenciálu pšenice na úroveň vysoce allelopatických odrůd ječmene, může zvýšit její konkurenceschopnost vůči plevelům o 60 %. Míra úspěchu ale bude záviset na dostupnosti genetických zdrojů, metodě screeningu a počtu zapojených genů a heritabilitě daných genetických vlastností. Dále Bertholdsson (2011) vyzkoumal, že pšenice vykazuje oproti jílku vytrvalému vyšší allelopatickou odezvu vůči hořčici seté, a doporučuje zaměřovat zkoumání allelopatických účinků na plevele, které jsou důležité pro danou oblast.

V pšenici a ječmeni detekované alelochemikálie benzoxazinoidy (BX) potlačující plevele, škůdce a nemoci (Carlsen et al., 2009). V pšenici začíná syntéza BX hned po vyklíčení a tvá maximálně 7-10 dní, zatímco v ječmeni si zachovává produkci po dobu až 60. dní po vyklíčení (Argandoña et al., 1981)(Burgos et al., 1999). Proto bylo doporučeno, využití ječmenných genů zodpovědných za syntézu BX pro potřeby pšenice, aby byla prodloužena její allelopatická aktivita (Bertholdsson et al., 2012).

Kořenové exudáty a rostlinná rezidua jsou potencionálními prostředky, díky kterým mohou odrůdy pšenice omezovat růst a vývoj plevelů. Mnohé studie prokázaly značnou genetickou variaci v produkci exudátů, jako je kyselina benzoová, kyselina para-kumarová, kyselina vanilová a ferulová, které je možné najít u jarní pšenice, ječmene, ovsa a které je možné využít ke zvýšení konkurenceschopnosti pěstovaných plodin (Wu et al., 1999).

V kořenových exudátech pšenice je možné najít sloučeniny triakontanolu, které mají inhibiční účinek na růst plevelů, dále vodný výluh pšeničné slámy omezil růst a vývoj jednoletých druhů širokolistých plevelů, například mračňáku theoprastova a svlačcovitých plevelů (Blum et al., 1991). V podobné studii byl, jako následek alelopatických účinků pšenice, pozorován úbytek plevelných společenstev o 53 % (Lovett1 & Weerakoon, 1983). Proto bude pro budoucí šlechtění výhodné zachovat a zlepšit alelopatické schopnosti pšenice, aby byla v konečném důsledku vylepšena konkurenční schopnost s cílem suprese plevelných společenstev, toho jest dosaženo má být pomocí selekce, jež bude sledovati výběr odrůd vykazujících vysoký alelopatický potenciál Click or tap here to enter text.(Asif et al., 2014).

### 3.10. Šlechtění na ranost

Ranost je celosvětově důležitým předmětem šlechtění jarní pšenice. Brzká zralost zajišťuje časnou sklizeň a může pšenici pomoci vyhnout se příliš vysokému teplu, stresu ze sucha a infekci různých chorob (Bradshaw, 2007). Velmi rané kultivary musí mít ale zároveň vysoký výnos, aby byly konkurenceschopné vůči jiným plodinám. Největší výzvou ekologického zemědělství je velká konkurence vůči plevelům, které musí polní plodiny čelit. Proto je jednou z možností, jak se tomuto problému vyhnout, opožděné setí. To umožní plevelným rostlinám vyklíčit a poté mohou být odstraněny. Setí v pozdějším období, na takto připravený pozemek zaručuje velkou redukci výskytu plevelů. Tato strategie však vyžaduje dostupnost odrůd s velmi časnou raností, aby mohl být dokončen vývoj rostlin a zaručen zdárný výnos, a to především v chladnějších oblastech. Velmi rané odrůdy budou vyžadovat méně času na dokončení jejich životního cyklu a díky menšímu tlaku plevelných společenstev se dá v systémech ekologického hospodaření očekávat relativně vysoký výnos (Asif et al., 2014).

Růst a různé vývojové fáze pšenice jsou kontrolovány pomocí vernalizace (Vrn), senzitivitou na fotoperiodu (Ppd), a samotnými geny, zodpovědnými za ranost (Košner & Pánková, 1998). Tato soustava genů a interakce těchto genů s teplotami během růstového období, hrají zásadní roli při adaptaci pšenice a jejího výnosového potenciálu v rozdílných podmínkách prostředí, včetně ekologicky obhospodařovaných systémů (Gororo et al., 2001). Fotoperioda a geny vernalizace působí na urychlení, nebo zpoždění kvetení v reakci na sezónní změny prostředí, aby se zajistilo, že kvetení nastane při optimálních teplotách (Law & Worland, 1997). Genový systém Vrn tvoří asi 70-75 %, Ppd systém tvoří přibližně 20–25 % a samotné geny ranosti tvoří asi 5 % z celkové genetické variability doby metání pšenice. Geny ovlivňující kvetení jsou distribuovány téměř ve všech chromozomech a geny zodpovědné za spuštění (conferring) vernalizace a fotoperiodické reakce a ranost samy o sobě (per se), se zdají být lokalizovány na každém ze tří homologních skupinách chromozomů (Law et al., 1976; Law & Worland, 1997).

Genotypy, které mají dvě alely jarního habitu v kombinaci s časným dozráváním vykazovaly vysoký výnos zrna. Genotypy se třemi alelami jarního habitu byly velmi rané, ale vykazovaly velmi nízký výnos. Tato zjištění naznačují, že specifické dominantní geny v jarní

pšenici by mohly být kombinovány s cílem vytvořit brzy dozrávající kultivary s relativně vysokým výnosovým potenciálem rostlin. Je doporučeno zejména využití genu Vrn-D1 pro šlechtitelské programy jarní pšenice (Stelmakh, 1992, 1998).

Fotosenzitivita je druhým nejdůležitějším genetickým faktorem, který určuje dobu kvetení, a tedy i přizpůsobení pšenice různým klimatickým podmínkám. Vernalizace je primární faktor, určující růstové schopnosti u pšenice jarní i ozimé. Nicméně doba květu na podzim zaseté jarní, nebo ozimé pšenice, není významně ovlivněna přítomností různých variací Vrn genů, protože jejich vernalizační požadavky jsou všeobecně splněny (Asif et al., 2014; P. Shewry, 2012). Za takovýchto podmínek je doba květu určena hlavně mírou citlivosti a fotoperiodou (délkou dne). Odrůda pšenice, která je necitlivá na fotoperiodu, je schopna okamžitě přepnout na reprodukční růst, když teploty na jaře náhle vzrostou, zatímco fotoperiodicky senzitivní odrůda přetrvává ve vegetativním stadiu, dokud se délka dne neprodlouží a její fotoperiodické požadavky nejsou naplněny. Dokud nejsou požadavky fotoperiodicky senzibilní odrůdy splněny, doba kvetení se bude oddalovat. Míra zpoždění v takové situaci závisí na přítomnosti a rozmanitosti genů fotoperiodické odezvy a na zeměpisné šířce daného regionu. Tuto oblast je ale potřeba více probádat, než budou vydány obecné doporučení týkající se využití konkrétních mechanismů fotoperiodické odezvy v programech šlechtění pšenice (Dyck et al., 2004).

Geny, které jsou zodpovědné za vernalizaci a fotosenzitivitu, ovlivňují dobu kvetení pšenice za specifické délky dne a teploty, zatímco geny časnosti samotné řídí dobu metání, nezávisle na environmentálních podnětech. Kvůli jejich hlavnímu působení na dobu metání, geny vernalizace a fotosenzitivity.

Geny vernalizace a fotosenzitivity byly studovány podrobně, zatímco geny časnosti, které řídí dobu metání samy o sobě, zatím nebyly podrobeny hlubšímu prozkoumání (Kato & Wada, 1999).

### **3.11. Metody šlechtění v ekologickém zemědělství**

Šlechtění odrůd pro ekologické zemědělství spoléhá na přirozené a reprodukční schopnosti rostlin, zvyšuje tedy genetickou rozmanitost, je proto udržitelné. Vhodné odrůdy pro potřeby ekologického zemědělství je vhodné získávat šlechtěním v podmínkách, kde jsou uplatňovány zásady ekologického zemědělství (Janovská et al. 2018).

Primárním aspektem šlechtitelského pokroku a šlechtitelské činnosti jako takové je selekce. V rámci pozitivní selekce je možné u pšenice těsně před sklizní vybírat největší a nejkrásnější klasy, které budou následně využity pro výsev v následujícím roce. Je možné rostliny selektovat i na základě jejich specifických vlastností, které jsou pro daný šlechtitelský záměr považovány za žádoucí, například zvyšování odolnosti vůči poléhání, zkracování, či úplná absence osin u pluchatých pšenic, zkracování délky stébel. Při negativní selekci jsou naopak odstraňovány rostliny, které neodpovídají předpokládanému ideotypu a jsou morfologicky retardované, mají odlišný habitus, rostliny, které jsou poškozené, a jsou proto

nežádoucí. Tyto rostliny vybrané negativním výběrem je nutno z pokusných parcel odstranit, aby nedošlo k nežádoucí kontaminaci při sklizni selektovaného materiálu (Janovská et al. 2018).

V současné době chybí odrůdy, které by byly cíleně šlechtěné v ekologických podmínkách a pro ekologické podmínky. Z toho důvodu jsou pěstitelé nuceni pěstovat odrůdy šlechtěné pro konvenční typy hospodaření, kde je ale předpokládán vstup pesticidů, hnojiv, či regulátorů růstu pro dosažení optimálního výnosu produkce (Janovská et al. 2018).

Odrůdy šlechtěné za účelem konvenční produkce ale někdy využívají metody šlechtění, které nejsou pro ekologické zemědělství přípustné. Ekologické zemědělství respektuje holistické přístupy, které jsou kooperativní, respektují intuici, stejně jako přirozené překážky.

Požadavky na šlechtění odrůd pro ekologické zemědělství:

- Používaný genetický materiál nesmí přijít do kontaktu s produkty genetického inženýrství.
- Produkce ekologických odrůd probíhá na plochách, které splňují požadavky pro ekologické zemědělství a množení musí probíhat na certifikované ploše.
- Šlechtitelé mají povinnost zveřejňovat použité metody šlechtění, a to nejpozději do data uvedení osiva odrůdy na trh.
- Jakékoliv externí zásahy do genomu nejsou povoleny a genom je respektován jako nedělitelná entita.
- Není povolen externí zásah do izolované buňky na umělém médiu a buňka je respektována jako nedělitelná entita.
- Musí být respektovány a zachovávány přirozené reprodukční schopnosti rostlin a vylučuje prostředky a techniky, které snižují, či brání klíčivosti semen.
- Šlechtitelé mohou získat registraci, či právní ochranu, ale je vyloučeno patentování nové odrůdy.

Výběr může být dále rozdělen na přírodní a umělý. Umělým výběrem je například hromadný výběr, který se zakládá na subjektivním, nebo objektivním stanovení žádoucích znaků rostlin, nebo jejich částí, následuje selekce rostlin, které odpovídají šlechtitelskému cíli a následné rozmnožování v dalších generacích. Hromadný výběr je metoda, kdy je uplatňován fenotypový výběr, kde nelze vyloučit výběr modifikací, především u znaků kvalitativních, avšak je to metoda nejjednodušší a také nejstarší (Graman & Čurn, 1998).

Dále je možné použití individuálního výběru, který spočívá ve výběru individuálních rostlin, či jejich částí, například klasů a následné sledování výkonu jejich potomstev v následujících generacích. Tímto způsobem vybrané rostliny se nazývají kmenové matky. Potomstva kmenových matek jsou seta na samostatné parcely a porovnávána s kontrolou a na základě jejich projevů jsou posuzovány výběrové hodnoty vybraných kmenových matek.

Křížení neboli hybridizace je druhá nejstarší a v současné době nejpoužívanější metoda. Při křížení dochází ke spojování rodičovských komponentů, kteréžto se odlišují na genetickém

základu pro znaky a vlastnosti. Následuje spojování genetického materiálu samčích a samičích pohlavních buněk s cílem získání hybridního osiva, které ponese znaky a vlastnosti obou vybraných rodičů a jejich kombinací.

### **Metody křížení lze rozdělit na dvě základní skupiny:**

#### a) Z hlediska účelu:

- kombinační – účelem je kombinace znaků či vlastností
- transgresní – je to zvláštní forma kombinačního křížení pro polygenně založené znaky a vlastnosti
- konvergentní – za účelem vnesení žádaných genů tzv. zpětné křížení neboli backcross (BC), který je ve šlechtění používán za účelem obohacení odrůdy o chybějící znak či vlastnost, např. o gen odolnosti k nemoci

#### b) Z hlediska složitosti:

- jednoduché – křížení přímé, reciproké, dialelní, transgresní
- složité – vícenásobné, zpětné, konvergentní

## **3.12. Vybrané metody stanovení a jakostní ukazatele**

Jakost pšenice je velmi obsáhlý pojem, můžeme ho chápat, jako souhrn vlastností a komplexních znaků, které by měly zajistit stanovené, nebo předpokládané potřeby spotřebitelů. Praktické zhodnocení kvality je podmíněno vlastnostmi, které jsou změřitelné, ale představují pouze dílčí část všech charakteristik konečného produktu. Hodnocení kvality je dáno vlastnostmi a znaky, ale i vnitřními ukazateli jakosti. O výsledné úrovni jakosti obilovin rozhoduje nejen odrůda, ale také agronomicko – ekologické podmínky v místě pěstování a použitá agrotechnika. Obecně se rozlišuje několik kategorií jakosti, jsou to: hygienická, nutriční, technologická a sensorická. (Petr, 2001).

Výživová hodnota vyjadřuje obsah a vzájemný poměr látek, jenž mají příznivé využití v lidské výživě. Hygienická jakost se zabývá obsahem reziduí pesticidů, těžkých kovů, nežádoucích iontů, endotoxinů, mykotoxinů a jiných antinutričních látek. Technologická jakost zohledňuje chuť, strukturu, vzhled a vůni výrobku. Sensorická jakost je součástí celkové jakosti potravin, patří mezi základní kontrolní metody kvality potravinářských surovin, přídatných látek i výsledných výrobků a zahrnuje hodnocení chuti, vzhledu, vůně a textury (Costell, 2002).

## **3.13. Číslo poklesu – číslo pádu**

V západním světě je číslo poklesu (Falling Number) běžně používaným kritériem, díky němuž je možné odhalit poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, které jsou syntetizovány v zrně v důsledku začátku procesu klíčení zrna v klasu před sklizní při nadměrném příjmu vlhkosti (Zimolka et al. 2005).

Je proto ukazatelem, jenž umožňuje posoudit stav sacharido-amylázového komplexu zrna, který ovlivňuje aktivita amylázových enzymů. Číslem poklesu tedy zjišťujeme enzymatickou aktivitu (Petr, 2001).

Škrob je veledůležitou složkou pšeničné mouky. Škrob se nachází v amyloplastech ve formě granulí a zaujímá 65-70 % procent zrna. (Asif et al., 2014) Pšeničný škrob obsahuje 70-80 % amylopektinu a 20-30 % amylozy. Voskovité (Wx) proteiny jsou produkty voskovitých genů a jsou také známé jako škrobová syntáza vázaná v granulích (Tian et al., 2015). Tyto proteiny se podílejí na tvorbě amylozy v škrobových zrnech a amylopektinu v nezásobní tkáni (Feiz et al., 2009).

Norma ČSN ISO 3093 udává hodnocení tohoto sacharido-amylázového komplexu zrna. Číslo pádu je čas v sekundách, kdy jsou viskozimetrická míchadla určeným způsobem ponořena a následně je měřen čas potřebný k poklesu míchadla o danou vzdálenost ve vodném gelu, připraveném z mouky. Tento gel se nachází ve viskozimetrické zkumavce, ve které dochází vlivem vysoké teploty ke změně vlastností zkoumaného šrotu.

Ačkoliv se všeobecně předpokládá, že u čísla poklesu je obvykle převažující vliv genotypu (Šíp et al., 2000), Dvorak et al., (1998), R. B. Gupta et al., (1993) uvádějí, že je parametr číslo poklesu také významně ovlivněn i průběhem počasí v době dozrávání a sklizně zrna.

Při výběru odrůdy je tedy nutné zohlednit informace o náchylnosti k porůstání. Enzymatická aktivita se může zvýšit například při delší době skladování, což může způsobit mírné zvýšení této hodnoty. Je tedy z velké části ovlivněno vlhkostí a úhrnem srážek v časech dozrávání zrna, ale způsobem, respektive intenzitou pěstování zpravidla číslo poklesu výrazněji ovlivňováno nebývá (Šíp et al., 2000).

Mouky s příliš vysokým číslem pádu (350–400 s.) nejsou žádoucí, anžto mají nízkou aktivitu  $\alpha$ -amylasy, a tudíž mají sklon vytvářet těsto suché a malý objem výrobku. Zatímco mouky s velmi nízkým číslem poklesu (100 a méně), vykazují velice vysokou aktivitu  $\alpha$  – amylasy, a proto vytváří těsto lepkavé a mazlavé (Zimolka et al. 2005).

### **3.14. Obsah dusíkatých látek – hrubá bílkovina**

Bílkoviny obsažené v endospermu, hrají klíčovou roli ve stanovení kvality pšenice. Obsah obilných bílkovin určuje výživovou hodnotu, stejně jako reologické a technologické vlastnosti v pšeničné mouce. Kvalita pšenice při výrobě chleba závisí na tom, zda jsou, nebo nejsou přítomné specifické proteiny a jejich podjednotky (Wanjugi et al., 2007). Dále kvalita chleba závisí na poměru a množství polymerních a monomerních proteinů a jejich velikostní distribuci (Knott et al., 2009).

Čtyři hlavní typy proteinů v endospermu pšenice zahrnují prolaminy, albuminy, gliadiny a gluteniny. Bylo zjištěno, že obsah a složení gluteninového proteinu je zodpovědné za většinu změn v odlišnostech kvality mouky (Morris, 2002). Gliadiny a gluteniny jsou pšeničné zásobní



proteiny a jsou hlavní složky pšeničného lepku. Gluteniny tvoří 80 % pšeničné bílkoviny a jsou hlavními složkami, které určují kvalitu těsta. Glutenové proteiny dodávají pšeničné mouce jedinečné viskoelastické vlastnosti, které jsou ve světě obilovin nenahraditelné a unikátní. Gluteniny jsou polymerní proteiny s disulfidovými vazbami spojující jednotlivé podjednotky gluteninu. Gluteninové podjednotky jsou dále děleny na nízkomolekulární (LMW-GS) a vysokomolekulární (HMW-GS) podjednotky. LMW-GS mají molekulovou hmotnost 23-68 g/mol, zatímco HMW-GS mají 77-160 mg/mol. Kromě molekulové hmotnosti se tyto dvě podjednotky také navzájem liší svou strukturou a složením aminokyselin. (Morris, 2002)

P. R. Shewry & Halford (2002) uvádějí, že ačkoliv bílkoviny zaujímají asi jen 10–15 % ze zrna pšenice, jsou přesto klíčovými ukazateli konečné jakosti kvality pšenice. Kruciólně ovlivňují nutriční kvalitu, vlastnosti zrna a následně i způsob technologického zpracování.

Šíp et al., (2000) uvádějí, že obsah a složení bílkovin v zrnu pšenice jsou ovlivňovány prostředím i faktory genetickými, stejně jako intenzitou pěstování.

V první řadě je obsah dusíkatých látek ovlivněn minerálním hnojením, průběhem počasí za doby vegetace rostliny, podmínkami ročníku a zvolenou odrůdou, zvolenou agrotechnikou a úrovní zásobenosti půdy, a to především dusíkem a draslíkem, přičemž obecně je vyšší obsah N-látek v teplejších oblastech (Příkopa et al., 2005).

Možnost využití pšeničného zrna a mouky k pekařskému zpracování je zhoršená při nízkém obsahu N-látek. Naopak se zvyšujícím se obsahem bílkovin, můžeme pozorovat pozitivní působení na průběh pečení pšeničného pečiva a jeho jakost i objem. Při nízkém obsahu hrubých bílkovin se snižuje tažnost a rozpínavost lepku a tím i tažnost tělesa, tudíž i kvalita výsledného produktu (Prugar, 1999).

Zvýšená potřeba dusíku v pozdějších vegetačních fázích, kdy se tvoří a zraje zrno, si žádá dostatečné množství dusíku. Mezi konvenčním a ekologickým způsobem pěstování můžeme pozorovat velké rozdíly v obsahu N látek. Z důvodu absence průmyslových hnojiv na ekologicky pěstovaných plochách dochází ke snížené akumulaci zásobních bílkovin v zrně (Prugar, 1999). U ekologicky pěstované pšenice je potřeba se připravit na 2-3 % deficit N-látek v porovnání s pšenicí pěstovanou konvenčním způsobem. Z tohoto důvodu se u ekologicky pěstovaných ploch pšenice zvyšuje důležitost správného výběru odrůdy. Odrůdy s geneticky založenou dobrou pekařskou jakostí si zachovávají své vlastnosti i v ekologickém systému pěstování, ale úroveň je oproti konvenční produkci snížena.

Obsah bílkovin významně koreluje s dalšími znaky technologické jakosti, a to především s obsahem mokrého lepku, obvykle i se sedimentačním testem a také je pozorován kladný korelační vztah k objemu pečiva. Tato korelace je pozorovatelná jak v ekologickém, tak konvenčním způsobu pěstování (Petr et al., 2001).

Ke stanovení obsahu N-látek slouží Kjehldalova metoda, dle normy NL ČSN EN 15948. Celkový obsah bílkovin je při této metodě převeden mineralizací na anorganickou amonnou formu a následně je stanovován destilací. Výsledný obsah dusíku je přepočten na bílkoviny po vynásobení faktorem 5,7 (Kovaříková, Netolická, 2011). Pro stanovení obsahu

hrubých bílkovin je možné použít i nechemické metody stanovení pomocí využití infračerveného spektra, nebo spalovací metody.

Obsah hrubých bílkovin v zrně se uvádí v jednotkách procent. Pro stanovení obsahu hrubých bílkovin v zrně je možné použít i metodu nechemickou NIR (reflektance v blízké části infračerveného spektra) anebo metodu NIT (transmitance v blízké části infračerveného spektra).

### **3.15. Sedimentační index – (SDS)**

Jedná se o metodu měření obsahu a kvality lepku, která je přímá. Mezi sedimentační testy patří Zelenyho test, který indikuje kvalitu lepku na základě schopnosti vázat kyselinu mléčnou, resp. Odolnost lepku k denaturaci v prostředí v případě SDS.

Sedimentační test je užitečný nejen pro detekci síly lepku, obsaženého v pšeničné mouce, ale také určuje kvalitu pšenice jako potraviny a jako ingredience pro další zpracování (Morris, 2002). Obecně se dá tvrdit, že pomocí tohoto testu je možné charakterizovat jak množství, tak kvalitu lepkové bílkoviny a můžeme pozorovat i pozitivní korelaci s obsahem hrubých bílkovin a objemem pečiva. SDS test je velmi přínosný ve šlechtitelském procesu, protože lze díky jeho použití vyřadit nevhodné partie, nebo odrůdy zrna s nekvalitní bílkovinou, nebo s malým obsahem bílkovin (Faměra et al., 2015).

Podle Zimolky et al. (2005) je u řady odrůd, dosahujících vysokého obsahu mokrého lepku možno dokázat, že obsah mokrého lepku nemusí být rozhodujícím ukazatelem, protože často není rozhodující ve vztahu k objemu pečiva. Důvodem bývají špatné visko-elastické vlastnosti lepku. Z toho vyplývá, že je důležitý nejen obsah N-látek a lepkové bílkoviny, ale také visko-elastické vlastnosti a kvalita bílkovin, díky kterým v těstě probíhají fermentační procesy a zajišťují jeho vykynutí. Anžto pokud tedy daná odrůda vykazuje špatné visko-elastické vlastnosti, pak není obsah mokrého lepku rozhodujícím faktorem.

Celá řada autorů se shoduje, že obsah bílkovin je závislý zejména na faktorech vnějších, kdežto kvalita bílkovin je určena především geneticky. Je známo, že způsob a intenzita pěstování může kladně ovlivňovat výsledné hodnoty sedimentačního indexu. Při porovnání pšenic pěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem byly zjištěny nižší hodnoty sedimentačního testu u ekologické varianty, což svědčí o nižších visko-elastických vlastnostech lepku (Capouchová et al., 2002; Capouchová 2003). Krejčířová et al. (2007) toto tvrzení potvrzuje a dodává, že ze sledování odrůd, které byly pěstovány v konvenčním i ekologickém způsobu pěstování, shodně dosáhly vyšších hodnot sedimentačního testu odrůdy, které náležely k jakostní skupině „E“ a „A“, naopak nižších hodnot nabývaly odrůdy náležící k jakostní skupině „B“ a „C“.

### 3.16. Objem chleba – Rapid mix test

Jako jeden ze základních stavebních kamenů lidské výživy, má chléb velmi důležitou a významnou pozici a výzkumu jeho kvality byla věnována velká pozornost (Tronsmo et al., 2003)

Kvalita chleba se určuje především pomocí proteinových frakcí (Pareyt et al., 2011). Toto nabízí popis kvality bílkovin, související se složením gluteninových podjednotek, gliadinů a vztahy mezi proteiny (Poudel et al., 2019). Vlastnosti škrobu, polysacharidy a lipidy také hrají důležitou roli v kvalitě chleba. Jeden z hlavních faktorů ovlivňujících texturu a sensorické vlastnosti chleba je jeho plynná fáze. Tato fáze může tvořit až 70 % objemu chleba, bez ní by to byl úplně jiný produkt. Výzvou zůstává kontrola velikosti a množství plyných buněk, vytvořených v těstu, aby se vytvořila požadovaná struktura a textura konečného produktu (Hockett, 2000). Způsob hnětení těsta je proces, který velice ovlivňuje konečný produkt. Rapid mix test je specifický velice intenzivním a krátkým hnětením těsta – těsto je připraveno během jedné minuty.

Protože v procesu pečení chleba jako takového je velmi mnoho proměnných a celý proces není zcela jasný, zůstává experimentální pečení hlavní metodou v určování kvality pšenice (Bredariol et al., 2019). Existuje několik metod přesně stanoveného míchání těsta a pečení, ale v EU je nejčastěji používána metoda Rapid mix testu (Patel et al., 2005). Bohužel obvyklý rapid mix test nemůže být z důvodu velkého množství mouky (alespoň 1050 g) využit při raných šlechtitelských fázích. Také vybavení na tento pokus je velmi nákladné. Proto Kieffer et al., (1993) vyvinul metodu Mini-Rapid mix test za použití pouze 10 g mouky a běžně dostupného náčiní. Tato metoda dostatečně koreluje se standardním Rapid mix testem a je tak uznávanou substitucí, využívanou ve šlechtění a výzkumu.

Mini-Rapid mix test byl proveden následovně: mouka byla umleta v laboratorním mlýnku Yucebas WWGM (Yucebas Makine, Izmir, Turkey). Vlhkost byla měřena na přístroji NIR Infratec 1241 analyzátor zrna (Foss, Hillerod, Denmark). Bylo použito 80 g mouky s vlhkostí 14 %, byl použita sladová moučka Diasta (KaKa, Středokluky, ČR), 4 g standardizovaných kvasnic, 1,2 g chloridu sodného, 0,8 g sacharózy, 850 (40 °C) veprového sádla, 16 kyseliny askorbové. Tato směs se ve dvou fázích smíchala na kuchyňském mixéru RT-150 (Fagor Electronics, Mondragon, Spain). Těsto bylo ručně vyndáno a přemístěno na 20 minut do fermentačně – kynoucího zařízení (teplota 32 °C vlhkost 80 %). Následně těsto odpočívalo 10 minut při pokojové teplotě (20–24 °C), přikryté poklopem. Následně bylo těsto zváženo a rozděleno na 3 stejně velké oddíly, ty byly následně zakulaceny na speciálním váleči těsta (Ska-Tec, Prague, ČR). Tyto bochníky byly následně umístěny na plech, pokryt pečícím papírem a opět umístěny na 25 minut, do již zmíněného kynoucího zařízení. Následně byly bochníky přesunuty do pece (Memmert, Schwaach, Germany), která byla předehřáta na 205 °C a před vložením bochníků napařena, použitím 25 ml destilované vody (do pece byl vložen tříkilový lávový kámen, na který byla voda vylita). Samotné pečení trvalo 30 minut, poté byly bochníky vyndány z pece a po dobu jedné hodiny chladly při pokojové teplotě. Následně byl každý bochník změřen ultrazvukem a výsledky přepočteny na 100g mouky Kieffer et al., (1993), Sedláček et Horčíčka (2011).

### 3.17. Objemová hmotnost

Tento jakostní ukazatel je měřen již od počátku hodnocení odrůd. Tomuto hodnocení se také jinak říká „hektolitrová váha“ a udává poměr hmotnosti k objemu zrna, které zaujímá zrno po nasypání do odměrné nádoby za přesně daných podmínek. Velice důležitá je správná kalibrace přístroje. Tento poměr je udáván v kilogramech na hektolitr (Novotný, 2009)

Jedná se o jeden z ukazatelů mlynářské kvality pšenice a je určována celou řadou faktorů, jako například vlhkost, velikost a povrch zrna. Vlivem dlouhodobého skladování se tato hodnota snižuje (Novotný, 1998).

Hodnota závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotním stavu odrůdě a případně stupněm polehlosti. Velice důležitá je zde včasnost sklizně, neboť při zmoknutí zralého zrna objemová hmotnost rapidně klesá. V letech, kdy je meteorologická situace nepřívětivá, bývá jedním z nejdůležitějších, často kritických ukazatelů při výkupu pšenice (Cauvain, 2012).

### 3.18. Porovnání výnosového potenciálu pšenice jarní a ozimé

Obecně se má za to, že pšenice ozimá má vyšší výnosový potenciál a lepší pekařské předpoklady než pšenice jarní.

Koppel a Ingver (2008) vyzkoumali, že pšenice zimní měla ve všech letech (2004–2007) lepší výnos a hodnoty HTS než pšenice jarní. Naproti tomu měla jarní pšenice vyšší obsah proteinu, více lepku a následně objemovou hmotnost pečiva. Pro parametry číslo pádu a gluten index nebyl zjištěn jednoznačný trend. Z výsledků této studie lze vyvodit, že hodnoty výnos a HTS byly ovlivněny typem pšenice (jarní a ozimá), zatímco ostatní kvalitativní charakteristiky byly více než typem pšenice ovlivněny počasím, podmínkami prostředí a ročníkem. Ovlivnění ročníkem bylo větší u obou typů pšenice pro výnos, HTS, obsah proteinu a lepku, objem chleba a stabilitu těsta. Pro číslo pádu byl vliv ročníku větší u ozimé pšenice. Objemovou hmotnost jarních pšenic více ovlivňovalo počasí, zatímco pšenice ozimé byly více ovlivněny vybranou odrůdou.

Výnos a kvalitativní potenciál daného materiálu je významně ovlivněn odrůdou, ale do jaké míry bude tento potenciál naplněn, závisí i na dalších faktorech, jako je počasí v průběhu dané sezóny. Vysoké výnosy zrna jsou většinou spojeny s nižším obsahem proteinu (Terman et al., 1969).

Protein je základní ukazatel kvality zrna. Koncentrace proteinu je ovlivněna jak prostředím, tak genotypem a tyto faktory je obtížné odlišit (Fowler et al., 1990). Obsah proteinu se může v závislosti na podmínkách růstu lišit od 6 % až do 25 %. Bylo také zaznamenáno, že obsah proteinu se více lišil v závislosti na lokaci, než v závislosti na odrůdě a lokaci. Rozdíly mezi odrůdami byly tím znatelnější, čím lepší byly podmínky pro růst rostlin (Terman, 1979). Koppel a Ingver (2008) uvádějí, že údaje o kvalitě byly lepší pro jarní pšenice: vyšší objemová hmotnost, obsah bílkovin a lepku. Pro parametry gluten index a číslo pádu nebyly pozorovány

významné rozdíly mezi typy pšeníc. Ačkoliv objem chlebu byl vyšší u pšeníc jarních, rozdíl nebyl signifikantní. Jarní pšenice také vykazují lepší stabilitu těsta.

## 4. Metodika

Experimentální část práce probíhala na přesných maloparcelkových pokusech se souborem genotypů pšenice jarních a ozimých, vybraných pro projekt Ecobreed, ve vegetačním období let 2018/2019 na Výzkumné stanici firmy Selgen a.s. a na Výzkumné stanici Katedry agroekologie a rostlinné produkce Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České Zemědělské univerzity Praze-Uhřetěvesi. Během vegetace byla pšenice podrobena sledování zdravotního stavu a fenologickým pozorováním. Pokus byl zaset na pozemky o rozměrech 10 m<sup>2</sup>.

Část pokusů probíhala v režimu ekologického zemědělství. Ekologické zemědělství se musí řídit národním zákonem č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a vyhláškou č.16/2006, kterou novelizovala vyhláška č. 80/2012 a dále je podřízeno evropským zákonným normám:

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

### 4.1. Ecobreed

Projekt ECOBREED má za cíl zvýšit dostupnost semen a odrůd pro ekologický sektor a low-input systémy. Dalším cílem je identifikovat vlastnosti a kombinace vlastností vhodných pro ekologické a low – input systémy, včetně vysoké účinnosti využívání živin, alelopatie a konkurenceschopnosti vůči plevelným rostlinám. Posledním a neméně důležitým cílem je obecné podpoření konkurenceschopnosti a šlechtitelských aktivit pro ekologické zemědělství.

Prostředky, kterými chce těchto cílů ECOBREED dosáhnout jsou identifikace genetických a fenotypových variant v morfologických, abiotických, potažmo biotických tolerancích, respektive rezistencích a vlastnostech nutriční kvality, které lze použít v ekologickém pěstování. Také bude vyhodnocován potenciál genetických variant pro lepší získávání živin a hodnocení potenciálu pro zvýšení konkurenceschopnosti a kontroly plevelu.

Součástí je i rozvoj účinných systémů participativního šlechtění farmářů, připravených k okamžitému použití. Předšlechtění elitních odrůd pro lepší agronomické vlastnosti, zejména odolnost a toleranci vůči biotickému, respektive abiotickému stresu a kvalitě výživy.

### 4.1. Charakteristika pokusného stanoviště

Výzkumná stanice Praha-Uhřetěves disponuje certifikáty pro vedení a provozování pokusů ekologickým způsobem, podle výše uvedených norem.

Pozemky výzkumné stanice Praha-Uhřetěves se řadí do řepařského výrobního typu a řepařsko-pšeničného subtypu. Průměrný roční úhrn srážek činí 575 mm, průměrná roční teplota je 8,4 °C a nadmořská výška tohoto stanoviště je 295 m. n. m. Podle Kopeckého klasifikace se řadí tamní půda do jílovitých hlín. Pozemek je řazen k hnědozemním půdním typům a hloubka

ornice je 578 mm. Humusový horizont dosahuje do hloubky 70 cm a jeho profil je mírně až středně humózní, s reakcí neutrální v celém profilu. Hladina spodní vody se trvale nachází ve výšce 1 metru.

Pokusné pozemky SŠ Stupice patří do řepařské oblasti. Stanoviště se nachází v nadmořské výšce 300 m. n. m., průměrná roční teplota je 8,3 °C, průměrný roční úhrn srážek je 588 mm. Najdeme zde (dle FAO) půdní typ hnědozem. Ornice je mírně až středně humózní (1,7 %) s kyselou půdní reakcí (pH 6,4). Půdní druh je středně těžká půda. Hloubka hladiny podzemní vody dosahuje 100–160 cm.

Během pokusu nebylo zaznamenáno poškození porostu zvířaty, lidmi, extrémním suchem, přemokřením, úletem pesticidů, nevyrovnaností půdy, či nerovnoměrným rozložením posklizňových zbytků.

## 4.2. Materiál a metody

V experimentu byly využity odrůdy a novošlechtění z přesných maloparcelkových pokusů projektu Ecobreed.

Odrůda je soubor rostlin vzniklých v procesu šlechtění, které náleží k nejnižší kategorii botanického třídění a zřetelně se odlišují určitými biologicko-hospodářskými vlastnostmi (Pulkrábek et al. 2003). Seznam současných odrůd lze najít ve státní odrůdové knize, která je každoročně upravována. Největší podíl je u nejkvalitnějších pšenic. Do státní odrůdové knihy jsou zapisovány i odrůdy z jiných zemí, již v zahraničí povolené. Všechny ale musí projít zkoušením, registračním procesem a splňovat uvedené podmínky (Pulkrábek et al. 2003). Pravidla pro registraci nových odrůd jsou upravena zákonem č.334/2020 Sb., kterým se mění 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)“ ve znění pozdějších předpisů.

V dnešním zemědělství jsou odrůdy šlechtěny a pěstovány pro různé užitkové směry. Jedná o pšenici k potravinářskému užití s různým stupněm kvality, nebo k výrobě speciálních produktů, získání bioetanolu, nebo k produkci škrobu. Musí proto existovat odrůdy doporučené přímo pro tyto účely. V minulosti byly využívány jen pšenice, které nedosáhly potravinářské jakosti. V minulosti přetrvával názor, že k produkci v ekologickém zemědělství jsou vhodné odrůdy staré a archaické. Tento názor se ukázal jako nesprávný, neboť i mezi šlechtěnými odrůdami existují takové, které i v ekologickém zemědělství podávají uspokojivé výsledky (Škeřík et al. 1999).

Odrůdy mohou být charakterizovány dle řady hledisek, a to na základě odnožovací schopnosti, ranosti, dle nároku na dobu setí, nejběžnější je rozdělení dle pekařské jakosti. Odrůdy tak mohou být členěny na E – elitní, A – kvalitní, B – chlebová, C – nevhodná (Diviš et al. 2010).

Elitní pšenice E - dříve označována jako velmi dobrá, je zlepšující, dosahuje nejvyšší kvality, je samostatně zpracovatelná

Kvalitní pšenice A – dříve označovány jako dobré, samostatně zpracovatelné, dosahují velmi dobré kvality, jsou samostatně zpracovatelné

Chlebová pšenice B – dříve označovány jako doplňkové, jsou zpracovatelné ve směsi, tvoří doplňkovou skupinu odrůd pro zpracování mouky pro pekařské užití

Nevhodné pšenice C – tyto pšenice jsou nevhodné pro výrobu kynutých těst, jsou však využitelné ve směsi při přimíchání zlepšujících odrůd. Jsou využitelné i k ostatním způsobům využití, jako v pečivárenství, získání škrobu, bioetanolu, nebo ke krmným účelům.

Pšenice pekárenská se podle využití dělí na pšenici pekárenskou a pečivářskou. Pro každou jsou stanovena jiná kritéria hodnocení, která musí odpovídat požadavkům stanoveným normou ČSN 461100-2.

Tabulka 2 Fyzikální a chemické vlastnosti zrna potravinářské pšenice

Parametr	Pekárenská	Pečivářská
Vlhkost	Max. 14 %	
Objemová hmotnost	Min. 760 g.l <sup>-1</sup>	
Obsah N látek v sušině	Min. 11,5 %	Max 11,5 %
Sedimentační index	Min. 30 ml	Max. 30 ml
Číslo poklesu	Min. 220 s	
Příměsi a nečistoty	Max. 6,0 %	

(ČSN 46 1100-2)

Tabulka 3 Odrůdy hodnocené v experimentu

OZIMÁ PŠENICE		JARNÍ PŠENICE	
A/E	SULTAN	E	ALICIA
A	PENELOPE	B	QUINTUS
E	VIKI	A (B)	IZZY
A	TURANDOT		EPONIE
E	BUTTERFLY		SG-S1483-16
E	IBARRA		PRETTY
	SG-S1004-18	A	HYSTRIX
A	LISETA	E	SONETT
A	ILLUSION	E	SALUDO
E	ANNIE		SEC 536-10-3
A/E	CARMINA	E	ZENON
A	PIRUETA		
A	DAGMAR		
	KM-72-18		
	KM-78-18		
	STUPICKÁ BASTARD		

### 4.3. Přehled pokusu: Uhříněves jarní pšenice (EKO)

Pozemek byl připraven již 22. 11. 2018, kdy proběhla orba. Dále byl pozemek připraven kompaktozemem, a to v termínech 5. 3. a 13. 3. Pozemek byl před setím bez hrud a posklizňových



zbytků. Pokus byl zaset 14. 3. způsobem pro maloparcelkové pokusy, bezezbytkovým secím strojem. Vlhkost půdy během setí byla optimální, struktura byla jemně drobtovitá.

*Tabulka 4 Mechanické ošetřování*

Datum	Úkon
14/03/2019	válení po zasetí
11/04/2019	vláčení prutovými branami
10/05/2019	vláčení prutovými branami
26/05/2019	vláčení prutovými branami

Během vegetačního období byl podprůměrný počet srážek, ale nebyl zjištěn vliv na porost. Celý pokus byl silně napaden kohoutkem. Pokus byl sklizen 5. 8. 2019

#### **4.4. Přehled pokusu: Uhříněves ozimá pšenice (EKO)**

Pozemek byl připraven orbou již 13. 9. 2018, dále byl pozemek ošetřen vibračními bránami 17. 9. 2018 a nakonec byl dvakrát připraven kompaktozem 9. 10. 2018. Pozemek byl před setím bez posklizňových zbytků, bez hrud. Setí proběhlo do velmi suché půdy. Byl oset způsobem pro maloparcelkové přesné pokusy. Pokus byl zaset 10. 10. 2018, toho času byla půda velmi suchá a měla jemně drobtovitou strukturu.

*Tabulka 5 Mechanické ošetřování*

Datum	Úkon
11/10/2018	válení po zasetí
07/03/2019	válení po zimě
21/03/2019	vláčení prutovými branami
11/04/2019	vláčení prutovými branami
11/05/2019	vláčení prutovými branami

Velmi suchý podzim způsobil nerovnoměrné vzcházení, které porosty dohnaly během zimy a na jaře byl porost již vyrovnaný. Průběh počasí byl srážkově velmi podprůměrný, ale na porostu se tento deficit neprojevil. Pokus byl sklizen 26. 7. 2019.

#### **4.5. Přehled pokusu: Stupice jarní pšenice**

Pokus byl založen i sklizen ve vegetačním období roku 2019. Pozemek byl připraven již 25. 10. 2018 orbou, později byl 2x připraven kompaktozem 5. 3. 2019. Pokus byl zaset 6. 3. 2019 secím strojem typu Oyord, při setí měla půda optimální strukturu i vlhkost. Po zasetí byl pozemek uvalen.

Tabulka 6 Předplodiny a hnojení k nim

Rok	Předplodina	Dávka čistých živin kg/ha					Jiné-druh a množství t/ha	
		N	P2O5	K2O	MgO	CaO	Hnůj	
2016	ozimá řepka	120	40		35			
2017	ozimá pšenice	150	118	70				
2018	jetel nachový	8	82	74	9			
Zásoba živin v půdě dle rozboru ze dne			P	K	Mg	Ca	Humus	pH
18/08/2014			167	288	182	2602	1,9	6,1

Tabulka 7 Hnojení pokusu pro běžný hospodářský rok

Datum	Předplodina	Dávka čistých živin kg/ha			
		N		P2O5	MgO
		ZI	VI		
09/10/2018	kamex			76	
	superfosfát			82,4	
26/04/2019	LAD	44	54		
27/03/2019	LAD	25	25		

Tabulka 8 Chemické ošetřování (základní intenzita)

Datum	Přípravek	Dávka (l)
02/05/2019	Sekator OD	0,12
02/05/2019	Duke	0,8
03/06/2019	Rapid	0,08

Tabulka 9 Chemické ošetřování (vyšší intenzita)

Datum	Přípravek	Dávka (l)
02/05/2019	Sekator OD	0,12
02/05/2019	Duke	0,8
13/05/2019	Moddus	0,15
13/05/2019	Adexar plus	1,5
03/06/2019	Rapid	0,08

Porosty byly velmi dobře založené a optimálně prospívaly. Pokus v základní intenzitě byl sklizen 27. 7. 2019 a ve vyšší intenzitě 2. 8. 2019.

#### 4.6. Přehled pokusu: Stupice ozimá pšenice

Pozemek pro pokus byl připraven 15. 9. 2018 orbou, následně ošetřen kompaktozem 6. 10. 2018. Setí proběhlo v optimálním termínu 8. 10. 2018 secím strojem Oyord. Struktura půdy před zasetím byla jemná a velmi suchá. Po zasetí byl pokus uválen válci Cambridge.

Tabulka 10 Předplodiny a hnojení k nim

Rok	Předplodina	Dávka čistých živin kg/ha					Jiné-druh a množství t/ha	
		N	P2O5	K2O	MgO	CaO	chl. Hnůj	
2016	ozimá řepka	55						
2017	ozimá pšenice	75	90	1,5	5	10		
2018	jetel nachový		85	75	10			
Zásoba živin v půdě dle rozboru ze dne			P	K	Mg	Ca	Humus	pH
18/08/2014			58	206	142	2130	1,4	6,5

Tabulka 11 Hnojení pokusu pro běžný hospodářský rok

Datum	Předplodina	Obsah živin v %	Dávka čistých živin kg/ha			
			N	P2O5	K2O	MgO
			ZI	VI		
11/09/2018	kamex				76	
12/09/2018	superfosfát	40			82,6	
27/02/2019	LAD		54	54		
27/03/2019	LAD		54	54		
15/04/2019	LAD			20		

Tabulka 12 Chemické ošetřování (základní intenzita)

Datum	Přípravek	Dávka
12/10/2018	Cougar forte	0,5 l/ha
12/10/2018	Glean 75 WG	1,5 g/ha
04/05/2019	Axial Plus	1,25 l/ha
03/06/2019	Rapid	0,08 l/ha

Tabulka 13 Chemické ošetřování (vyšší intenzita)

Datum	Přípravek	Dávka
12/10/2018	Cougar forte	0,5 l/ha
12/10/2018	Glean 75 WG	1,5g/ha
01/04/2019	Retacel extra	1,3 l/ha
01/04/2019	Borosan	2 l/ha
04/05/2019	Axial Plus	1,25 l/ha
14/05/2019	Adexar Plus	1,5 l/ha
03/06/2019	Rapid	0,08 l/ha
03/06/2019	K1 (kompletní kap. hnojivo)	3 l/ha

#### 4.7. Průběh podmínek za pokusné období

Přehled povětrnostních podmínek za období 2018/2019.

Tabulka 14 Teploty za dané období

	Teplota vzduchu [°C]	Dlouhodobý normál teploty vzduchu 1981-2010 [°C]
září	15,3	13,5
říjen	10,5	8,7
listopad	4,6	3,4
prosinec	2,4	-0,1
leden	-0,5	-1,2
únor	2,3	-0,2
březen	6,5	3,7
duben	10	8,6
květen	11,4	13,7
červen	21,5	16,5
červenec	19,8	18,5
srpen	19,5	18
září	14,1	13,5

Tabulka 15 Srážky za dané období

	Úhrn srážek [mm]	Dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]
září	49	47
říjen	31	34
listopad	12	40
prosinec	58	38
leden	44	34
únor	28	30
březen	37	40
duben	25	34
květen	72	63
červen	47	70
červenec	52	82
srpen	72	75
září	46	47

Po sklizni bylo zrno vyčištěno a odebrány vzorky zrna pro jakostní hodnocení.

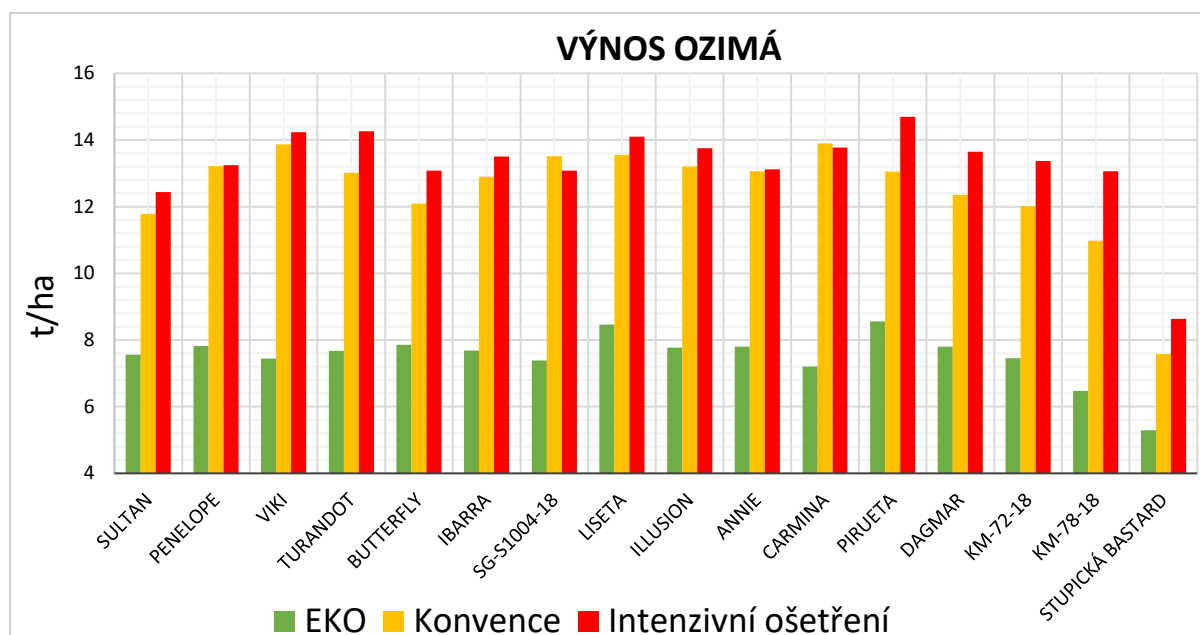
#### 4.8. Statistické hodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno za pomoci statistického programu SAS, verze 9.4 (SAS Institute, Inc. Cary. NC. USA), metodou ANOVA. Pro podrobnější vyhodnocení rozdílů mezi průměry byla využita metoda Tukey s vyjádřením minimální průkazné difference, na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

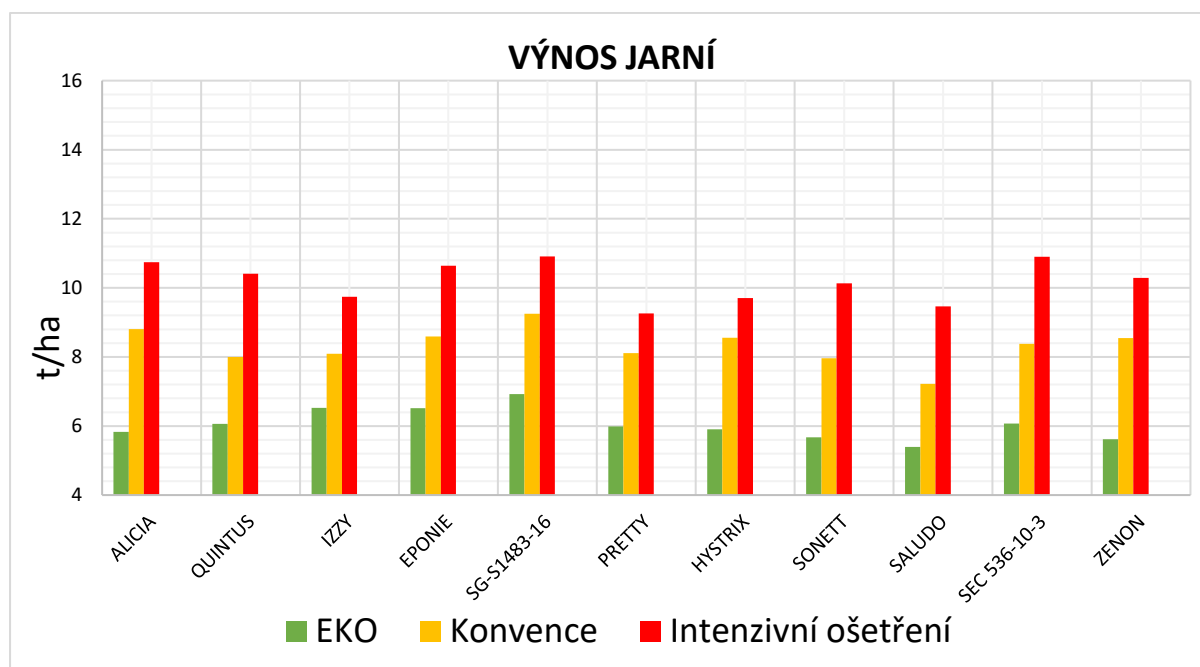
## 5. Výsledky

V praktické části práci byla pšenice hodnocena jak z hlediska kvantitativních, tak kvalitativních parametrů. Výsledková část je členěna do kapitol podle jednotlivých hodnocených parametrů.

### 5.1. Výnos



Graf 1: Výnos ozimé pšenice



Graf 2: Výnos jarní pšenice

Na **Grafu 1** a **2** můžeme pozorovat rozdíly ve výnosech u jednotlivých odrůd ozimé pšenice. Nejvyšší výnos měla odrůda PIRUETA (17,70 t/ha) ve vysoké intenzitě ošetření.

Rozdíl mezi vysokou intenzitou ošetření a ekologickou variantou byl 6,14 t/ha. Dokonce ještě vyšší rozdíl mezi vysokou intenzitou a ekologickou variantou byl u odrůdy VIKI (6,79 t/ha) a u novošlechtění KM-78-18 (6,58 t/ha).

Velké rozdíly mezi neošetřenou a ošetřenou konvenční variantou byly zaznamenány právě u odrůd PIRUETA, KM-78-18 a také u odrůdy TURANDOT. Na druhou stranu, u odrůd PENELOPE a ANNIE nebyly rozdíly prakticky žádné, u SG-S269-09 a odrůdy CARMINA výnos v nižší intenzitě byl dokonce vyšší než u vysoké intenzity pěstování. Z těchto rozdílů mezi minimem a maximem hodnot je patrné, jaká je výnosová schopnost pšenice reagovat na způsob pěstování. Odrůda STUICKÁ BASTARD je stará odrůda, má relativně stabilní výnos a nejméně reaguje na způsob ošetření, rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou byl 3,34 t/ha. Moderní odrůdy na intenzifikaci reagují rozdílně. Statistické vyhodnocení průkaznosti rozdílů mezi průměrnými výnosy jednotlivých odrůd je v **Tabulce 15**.

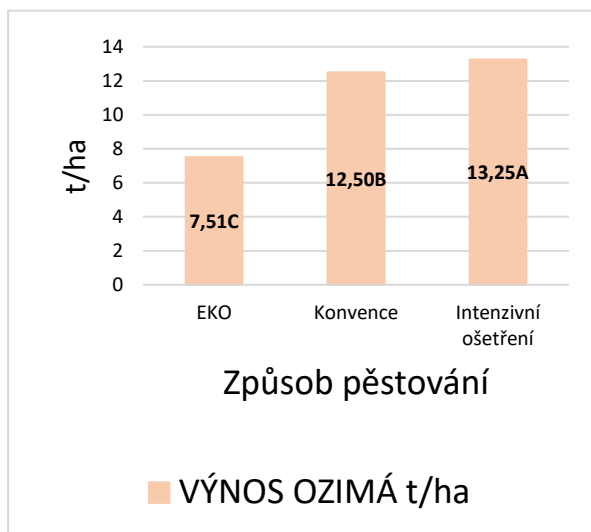
Tabulka 16: Průkaznosti rozdílů výnosů mezi odrůdami

VÝNOS OZIMÁ (t/ha)						VÝNOS JARNÍ (t/ha)					
	EKO	Konv	Intenzita	∅	HSD test		EKO	Konv	Intenzita	∅	HSD test
PIRUETA	8,56	13,05	14,70	12,10	A	SG-S1483-16	6,92	9,25	10,91	9,03	A
LISETA	8,46	13,55	14,10	12,04	AB	EPONIE	6,52	8,59	10,64	8,59	AB
VIKI	7,44	13,87	14,23	11,85	AB	ALICIA	5,83	8,81	10,74	8,46	AB
TURANDOT	7,68	13,01	14,27	11,65	AB	SEC 536-10-3	6,07	8,38	10,90	8,45	AB
Carmina	7,21	13,89	13,78	11,62	AB	QUINTUS	6,06	8,00	10,41	8,15	ABC
ILLUSION	7,77	13,20	13,76	11,58	AB	ZENON	5,62	8,55	10,29	8,15	ABC
PENELOPE	7,82	13,22	13,25	11,43	AB	IZZY	6,53	8,09	9,75	8,12	ABC
IBARRA	7,69	12,90	13,50	11,36	AB	HYSTRIX	5,90	8,56	9,70	8,05	ABC
SG-S1004-18	7,39	13,51	13,08	11,33	AB	SONETT	5,67	7,96	10,13	7,92	BC
ANNIE	7,80	13,06	13,12	11,33	AB	PRETTY	5,99	8,11	9,26	7,78	BC
DAGMAR	7,80	12,35	13,65	11,27	AB	SALUDO	5,39	7,22	9,46	7,36	C
BUTTERFLY	7,85	12,09	13,08	11,01	AB						
KM-72-18	7,45	12,02	13,37	10,95	AB						
SULTAN	7,56	11,79	12,44	10,59	AB						
KM-78-18	6,48	10,98	13,06	10,17	B						
STUICKÁ BASTARD	5,30	7,58	8,64	7,17	C						

HSD ozimá = 1.86

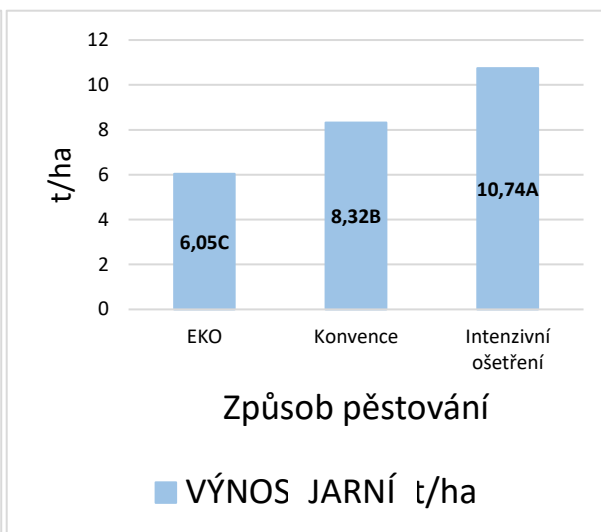
HSD jarní = 1,03

U výnosu jarních pšenic byly výsledky srovnatelné, všechny odrůdy pěstované v nejvyšší intenzitě měly i nejvyšší výnos, který se u nižších intenzit pěstování snížil, nejnižších výnosů dosáhly ekologicky pěstované varianty. Je tedy z pohledu výnosu patrná vysoká citlivost na ošetření. Nejvyšší výnos ve vysoké intenzitě ošetření měla odrůda SG-S1483-16 (10,91 t/ha). Naopak nejnižší výnos v intenzivní variantě měla odrůda PRETTY (9,26 t/ha). Odrůda SALUDO dosáhla nejnižší průměrný výnos v průměru všech variant pěstování a nejhoršího výnosu v ekologické a konvenční variantě. Jarní pšenice obecně reagují na způsob ošetření méně než pšenice ozimé. Nejmenší reakce je viditelná u odrůdy IZZY, kde je rozdíl mezi nejmenší a nejvyšší hodnotou 3,22 t/ha a u odrůdy PRETTY, kde je rozdíl 3,27 t/ha. Naopak nejvíce na ošetření reagují odrůdy ALICIA s rozdílem 4,91 t/ha a SEC536-10-3 s rozdílem 4,83 t/ha.



Graf 3: Průměrný výnos ozimé pšenice

HSD ozimá = 0,534



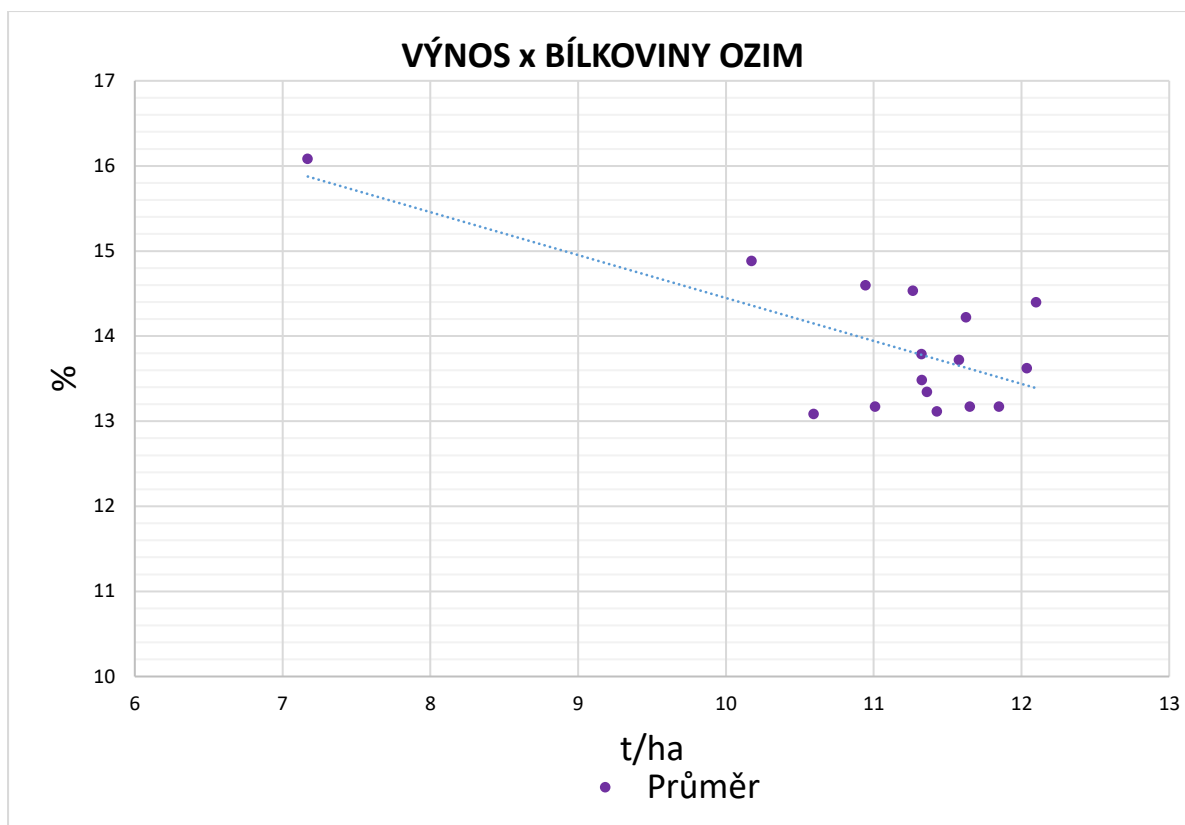
Graf 4: Průměrný výnos jarní pšenice

HSD jarní = 0,378

Jak je patrné z **Grafu 3**, průměrný výnos ekologických odrůd byl 7,51 t/ha, konvenční varianta měla výnos 12,50 t/ha, varianta intenzivního ošetření ozimé pšenice měla výnos 13,25 t/ha. Ekologická varianta měla ze všech variant výnos nejhorší a rozdíl mezi ekologickou variantou a konvenčním pěstováním je značný. Rozdíl mezi nižší a vyšší intenzitou ošetření již není tak markantní a rozdíl mezi těmito variantami činí 0,75 t/ha. Všechny rozdíly byly průkazné.

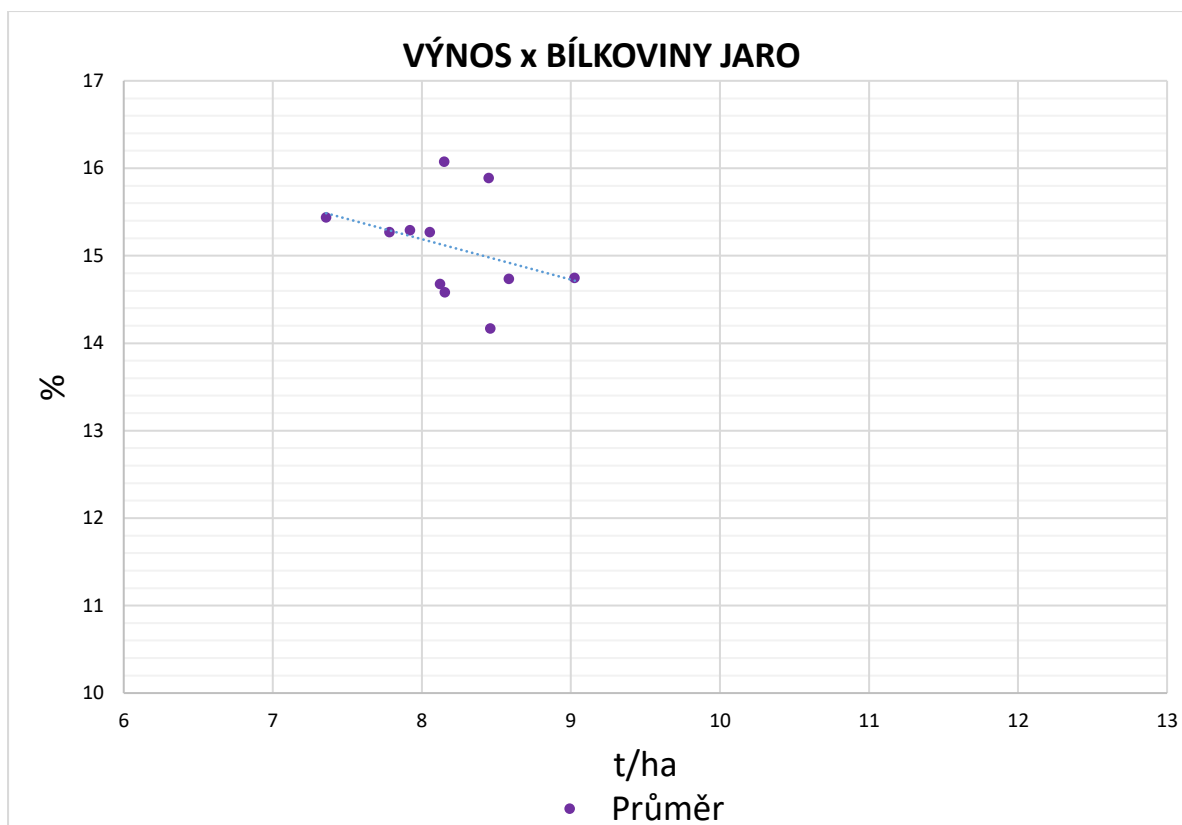
Výnos ekologické varianty pšenice jarní byl 6,05 t/ha, u konvenční varianty byl výnos 8,32 t/ha a u vyšší intenzity pěstování byl 10,74 t/ha. Rozdíl mezi stupni intenzity u konvenčně a intenzivně pěstované pšenice byl 2,42 t/ha. (**Graf 4**). Rozdíly byly statisticky průkazné.





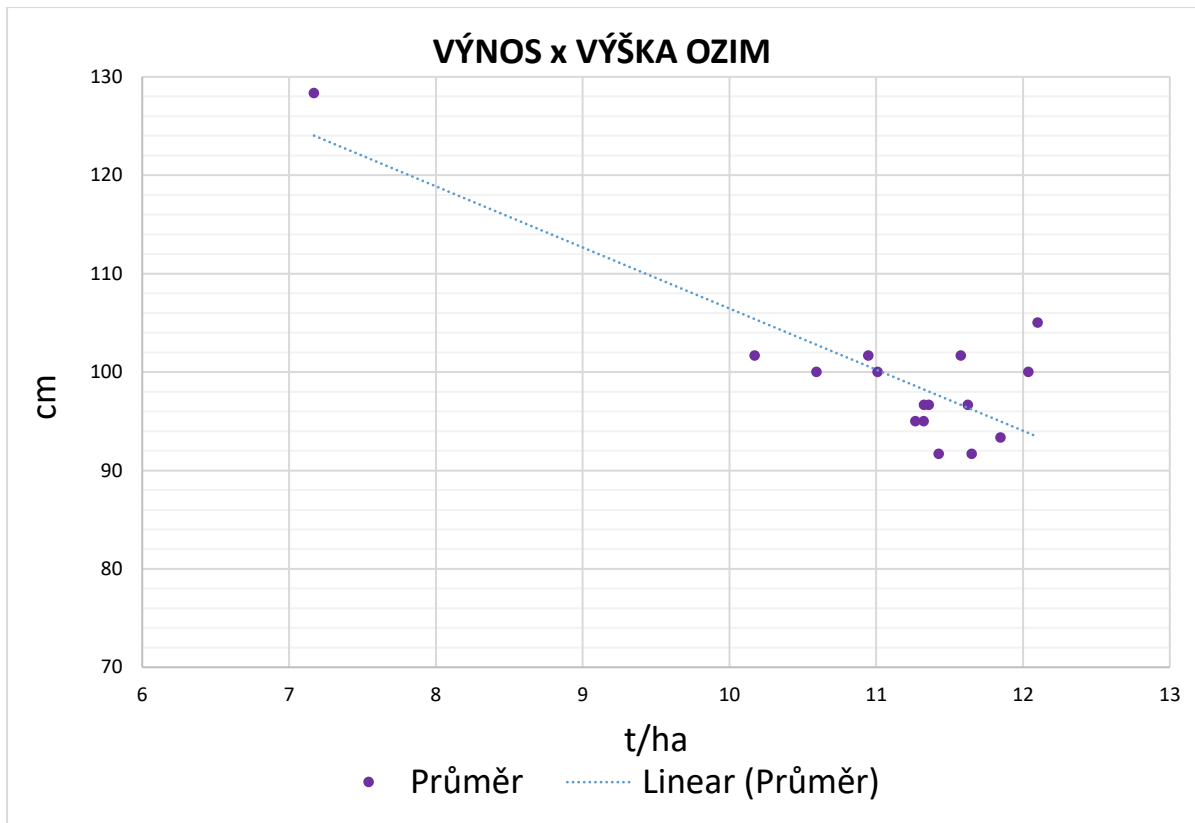
*Graf 3: Korelace výnosu a bílkovin ozimé pšenice*

Z ekologického, a konvenčního způsobu pěstování ozimé pšenice byly stanoveny průměry pro výnos a obsah bílkovin. Výnos na ose y a obsah bílkovin na ose x byly znázorněny vzestupně. Je tedy velmi dobře patrné, že obsah bílkovin má na výnos negativní vliv. Velmi dobře zde můžeme hodnotit odrůdu PIRUETA, která má nejvyšší průměrný výnos a zároveň velmi dobrý obsah bílkovin. Naopak odrůda STUPICKÁ BASTARD v tomto porovnání velmi propadla.

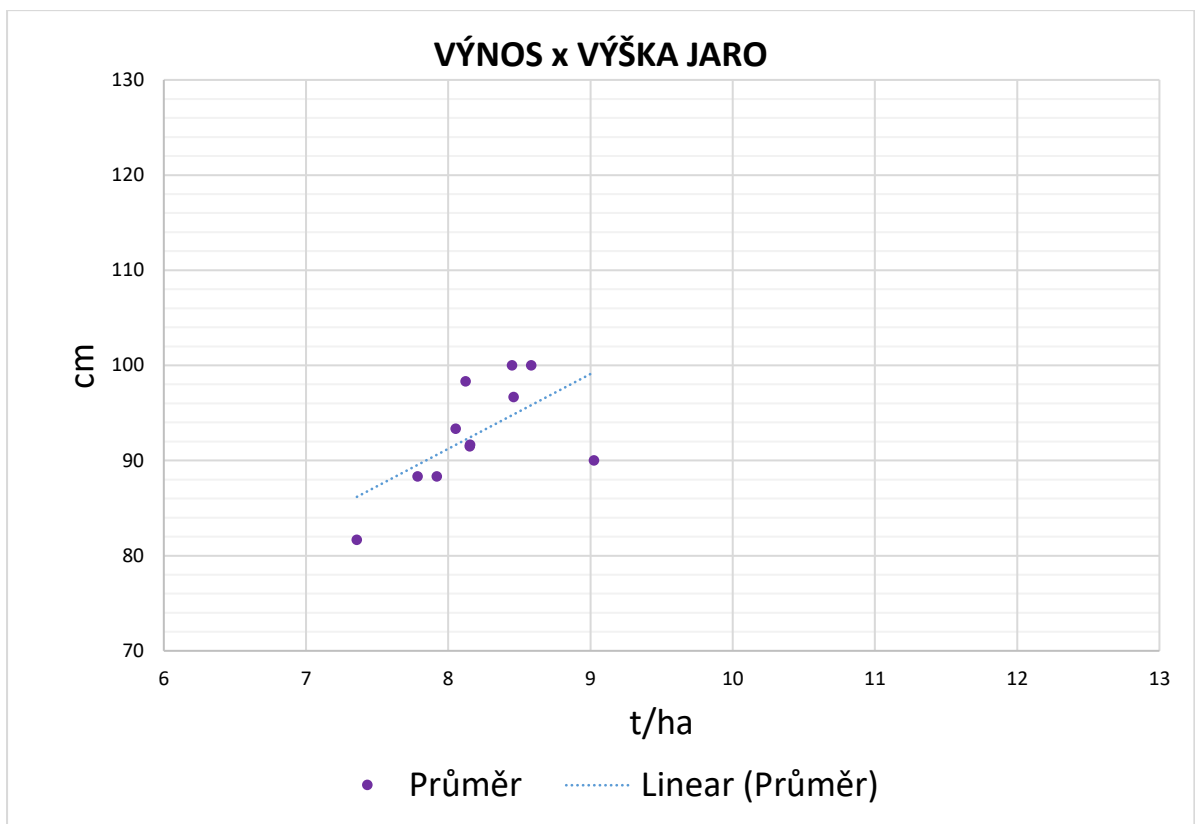


*Graf 4: Korelace výnosu a bílkovin jarní pšenice*

Korelace výnosu a obsahu bílkovin u jarních odrůd je negativní stejně jako u odrůd ozimých. Nejvýhodněji se jeví odrůda SONETT s průměrným výnosem 9,03 t/ha obsahem 14,74 % bílkovin, následována je odrůdou SG-S1483-16 s výnosem 8,59 t/ha a obsahem bílkovin 14,73 %. Z hlediska vynikajícího výnosu a vysokého obsahu bílkovin je možné vyzdvihnout odrůdu SALUDO s výnosem 8,45 t/ha a obsahem bílkovin 15,89 %.



Graf 5: Korelace výnosu a výšky ozimé pšenice

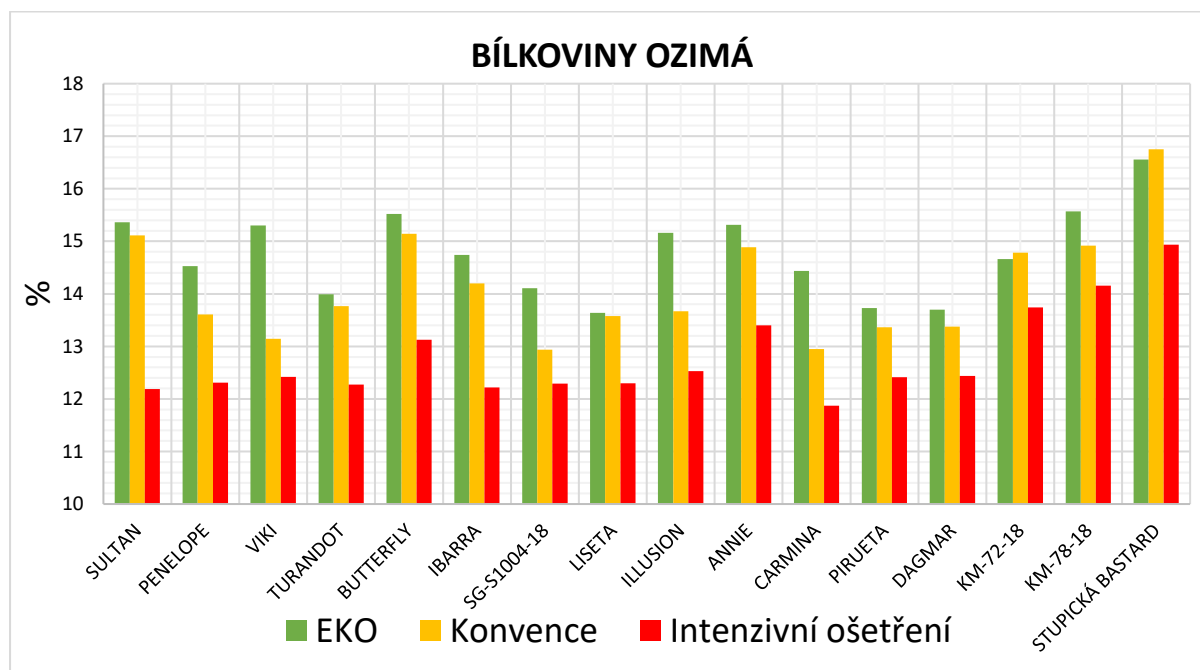


Graf 6: Korelace výnosu a výšky jarní pšenice

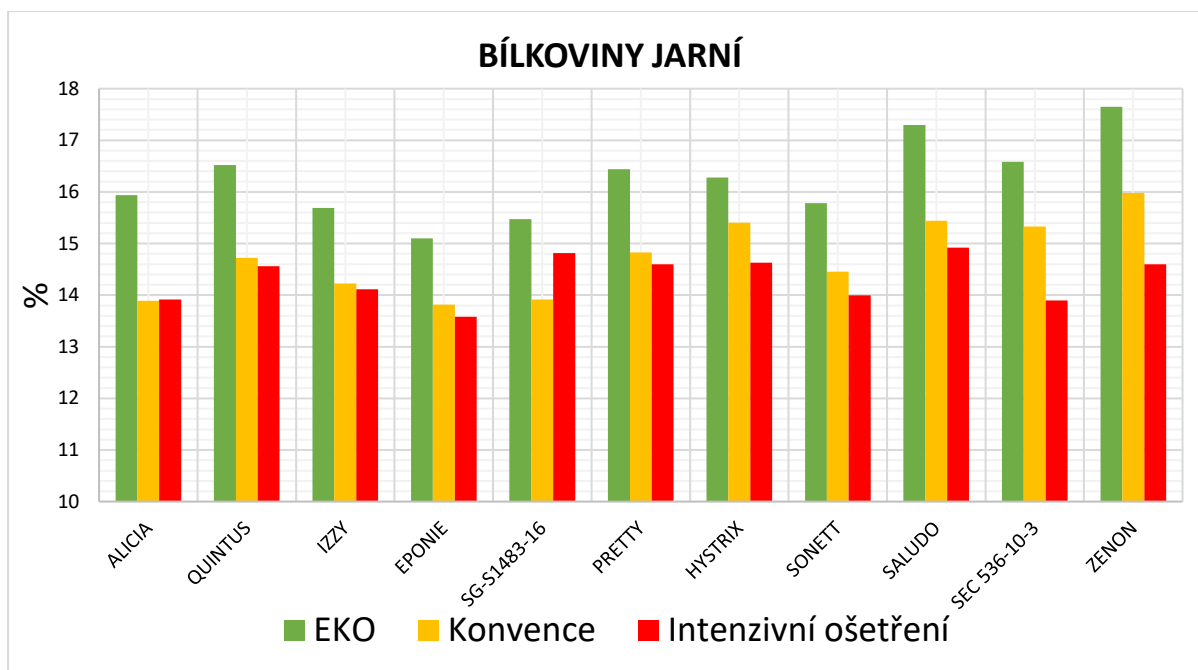
Na **Grafu 5** a **6** vidíme vztah závislé x (výnosu) a výšky. Kdy výška, jako závislá proměnná závisí na výnosu, jakožto nezávislé proměnné, tento vztah je dále proložen lineární regresí, z které je patrná vzájemná závislost obou proměnných veličin a tedy, že u ozimé pšenice platí, že čím nižší výška, tím vyšší výnos. Výsledek výrazně ovlivňuje odrůda Stupická bastard, která jakožto stará odrůda má vysokou výšku. U jarní pšenice je tomu naopak a dle provedené lineární regrese platí, že čím vyšší výška, tím vyšší výnos.

## 5.2. Bílkoviny

Tato metoda se řídí normou NL ČSN EN 15948. Jedná se o normu pro stanovení vlhkosti a bílkovin – Stanovení v celých zrnech metodou spektroskopie v blízké infračervené oblasti. Požadavek na potravinářskou pšenici je minimálně 11,5 %.



Graf 7: Obsah bílkovin ozimé pšenice



*Graf 8: Obsah bílkovin jarní pšenice*

V **Grafu 7 a 8** jsou patrné rozdílné hodnoty obsahu dusíkatých látek v sušině – bílkovin u vybraných odrůd pšenice ozimých a jarních. Minimální hodnotu 11,5 % pro použití pšenice jako potravinářské splnily všechny odrůdy jarní i ozimé, a to ve všech provedeních – ekologickém, konvenčním i intenzivním ošetření. U ozimých pšenic měla nejlepší výsledek konvenční varianta odrůdy STUPIČKÁ BASTARD s obsahem 16,8 %. Nejmenší rozdíly můžeme pozorovat u odrůdy KM 78-18 a KM 72-18. U většiny ozimých odrůd ekologická varianta převažuje nad konvenční i intenzivní variantou a je tedy z pohledu obsahu bílkovin lepší. Odrůdy VIKY (2,9 %) a SULTAN (3,2 %) vykazují největší rozdíly mezi ekologickým pěstováním a intenzivním pěstováním ve prospěch ekologického způsobu. Detailní hodnoty uvádí **Tabulka 16**.

Tabulka 17: Průkaznosti rozdílů obsahu bílkovin mezi odrůdami

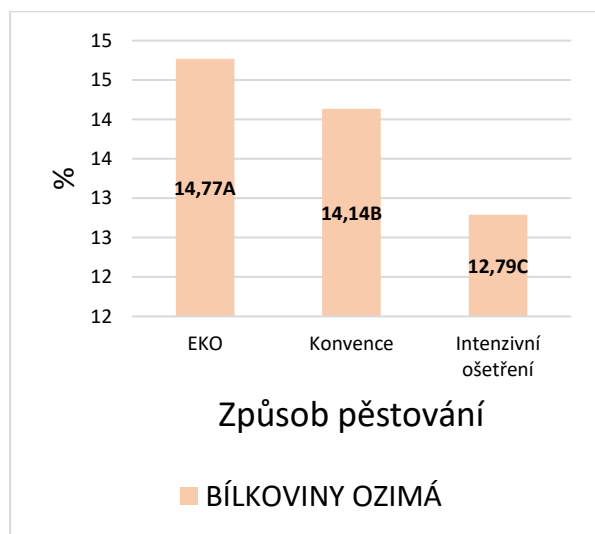
BÍLKOVINY OZIMÁ (%)						BÍLKOVINY JARNÍ (%)					
	EKO	Konv	Intenzita	∅	HSD test		EKO	Konv	Intenzita	∅	HSD test
STUPOVÁ BASTARD	16,6	16,8	14,9	16,1	A	ZENON	17,6	16,0	14,6	16,1	A
KM-78-18	15,6	14,9	14,2	14,9	AB	SALUDO	17,3	15,4	14,9	15,9	AB
BUTTERFLY	15,5	15,1	13,1	14,6	BC	HYSTRIX	16,3	15,4	14,6	15,4	ABC
ANNIE	15,3	14,9	13,4	14,5	BCD	QUINTUS	16,5	14,7	14,6	15,3	ABCD
KM-72-18	14,7	14,8	13,7	14,4	BECD	PRETTY	16,4	14,8	14,6	15,3	ABCD
SULTAN	15,4	15,1	12,2	14,2	BECD	SEC 536-10-3	16,6	15,3	13,9	15,3	ABCD
ILLUSION	15,2	13,7	12,5	13,8	BECD	IZZY	15,7	14,2	14,1	14,7	DC
IBARRA	14,7	14,2	12,2	13,7	BECD	SG-S1483-16	15,5	13,9	14,8	14,7	BCD
VIKI	15,3	13,1	12,4	13,6	BECD	SONETT	15,8	14,5	14,0	14,7	BCD
PENELOPE	14,5	13,6	12,3	13,5	ECD	ALICIA	15,9	13,9	13,9	14,6	DC
TURANDOT	14,0	13,8	12,3	13,3	ECD	EPONIE	15,1	13,8	13,6	14,2	D
LISETA	13,6	13,6	12,3	13,2	ED						
PIRUETA	13,7	13,4	12,4	13,2	ED						
DAGMAR	13,7	13,4	12,4	13,2	ED						
SG-S1004-18	14,1	12,9	12,3	13,1	E						
Carmina	14,4	12,9	11,9	13,1	E						

HSD ozimá = 1,37

HSD jarní = 1,17

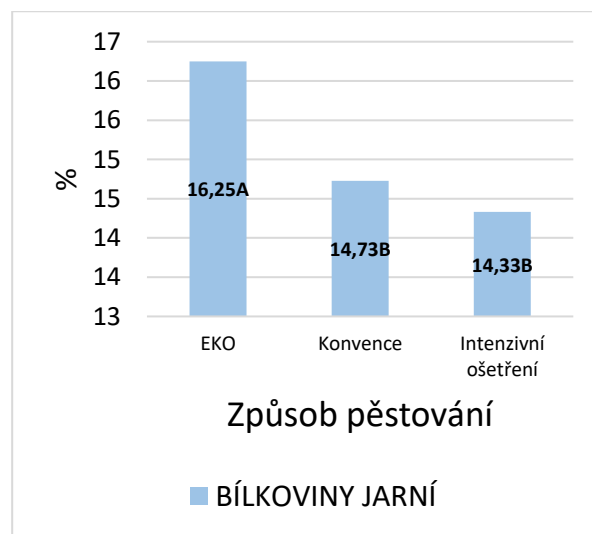
U jarních pšeníc dosáhly všechny odrůdy nejlepšího výsledku a nejvyššího obsahu bílkovin při pěstování v ekologickém režimu. Nejvyrovnanějšího výsledku a nejmenší rozdíl pozorujeme u odrůd HYSTRIX a SG-S1483-16. Jarní pšenice obecně reagovaly mnohem lépe na ošetření a propady oproti suverénně nejlepším ekologickým variantám nebyly tak markantní.

Požadavek na potravinářskou pšenici je minimálně 11,5 %, tento požadavek splňují všechny testované odrůdy.



Graf 9: Průměrný obsah bílkovin ozimé pšenice

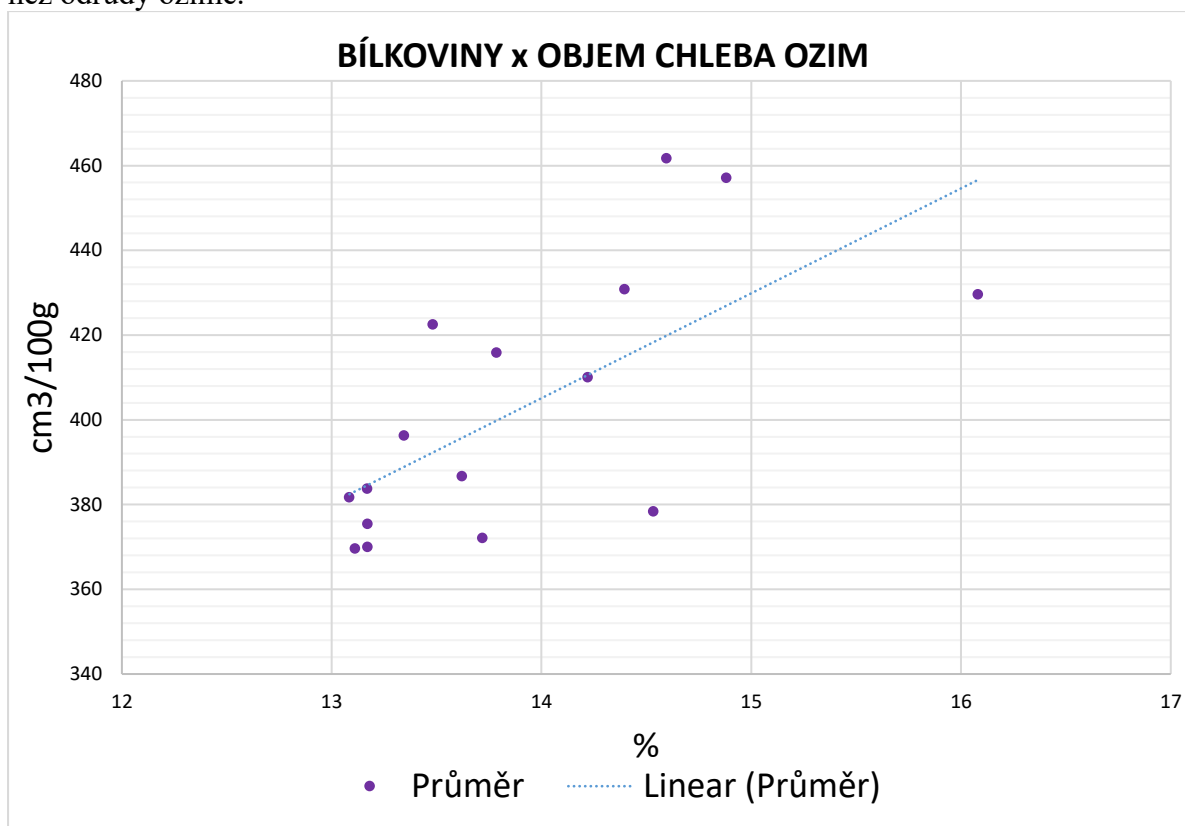
HSD ozimá = 0,39



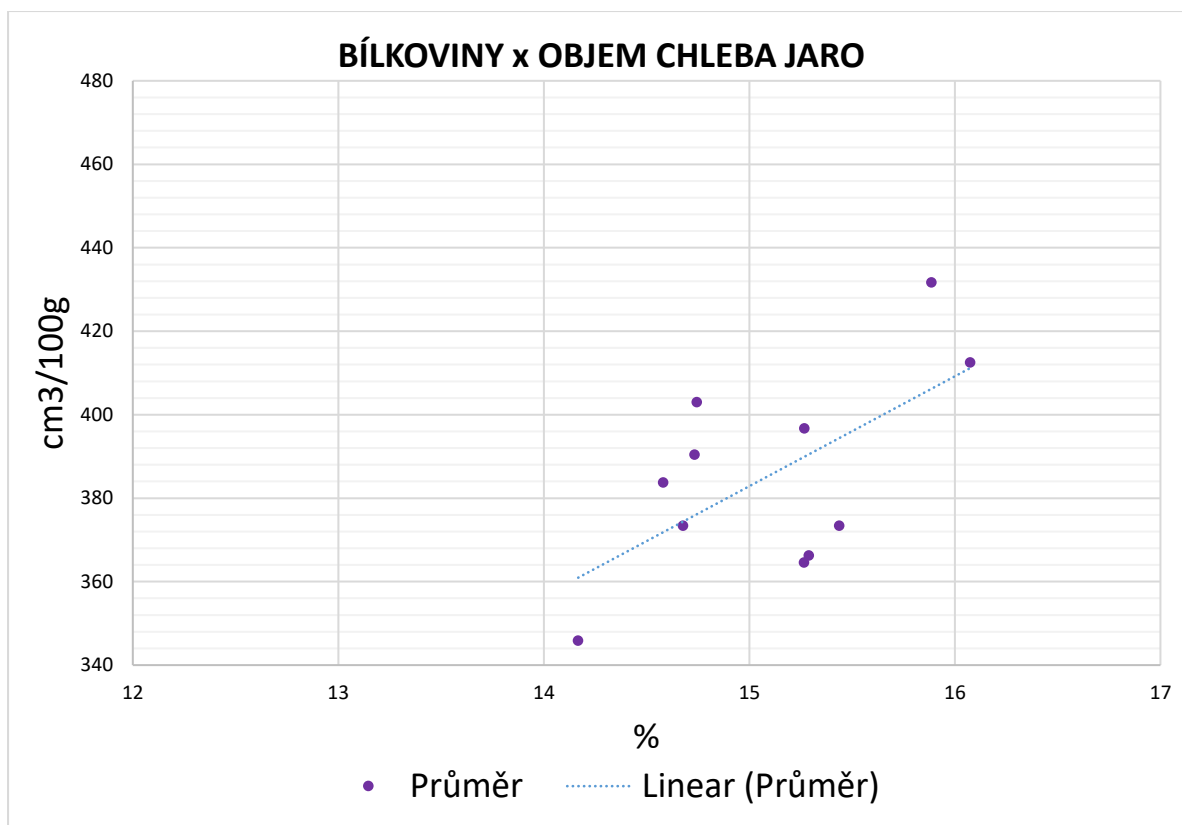
Graf 10: Průměrný obsah bílkovin jarní pšenice

HSD jarní = 0,43

Rozdíly v průměrných obsazích bílkovin u jednotlivých způsobů pěstování jsou uvedeny v **Grafech 9 a 10**. V případě ozimých pšenice byly všechny rozdíly průkazné, (1,98 % mezi maximem a minimem), u jarních pšenice byla průkazná pouze varianta ekologická (maximum 16,25 %, minimum 14,33 %). Obecně dosáhly jarní odrůdy vyššího obsahu bílkovin než odrůdy ozimé.



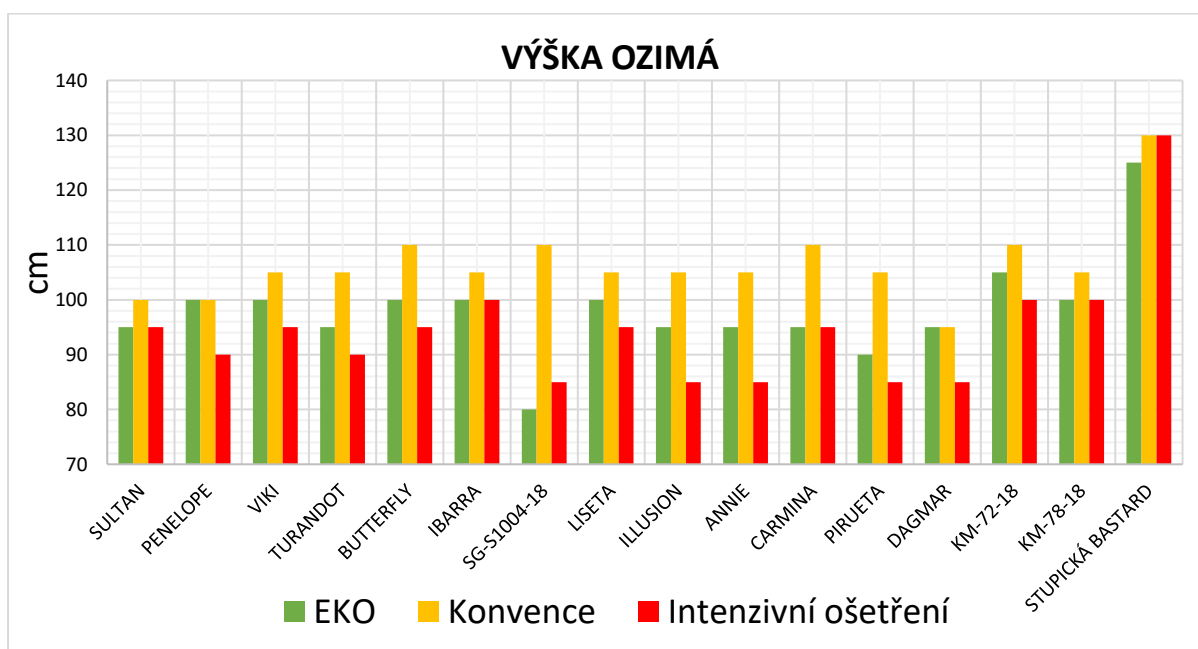
Graf 11: Korelace obsahu bílkovin a objemu chleba u ozimé pšenice



Graf 12: Korelace obsahu bílkovin a objemu chleba u jarní pšenice

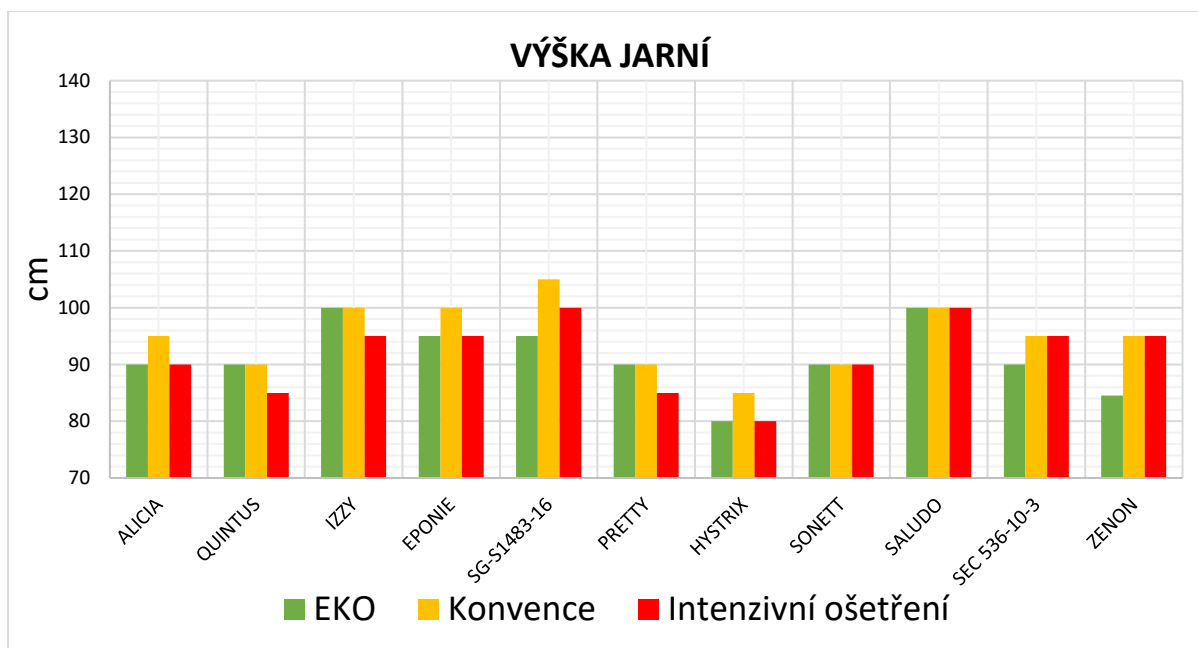
Z výsledků korelace bílkovin a objemu chleba na **Grafu 11** pro ozimé odrůdy a **Grafu 12** pro jarní odrůdy je patrné, že obě tyto korelace jsou pozitivní.

### 5.3. Výška



Graf 13: Výška ozimé pšenice





*Graf 14: Výška jarní pšenice*

Nejvyšší výšky dosahovaly ozimé pšenice s konvenčním způsobem ošetření (**Graf 13**). Naopak nejmenší výšku měly pšenice s intenzivním ošetřením. Tím se potvrzuje snaha, aby byla pšenice co nejnižší a tím pádem se omezila i její poléhavost. V průměru všech odrůd byla intenzivní varianta ošetření vysoká 94 cm oproti ekologické variantě, která měla 98 cm a již zmíněné konvenční se 107 cm v průměru (**Graf 15**). To je dáno použitím morforegulátorů u intenzivního ošetření, které omezuje růst stébla. To přispívá k vytvoření odolného stébla s dobrým kořenovým systémem a v následku toho k menšímu poléhání a lepší výživě zrn.

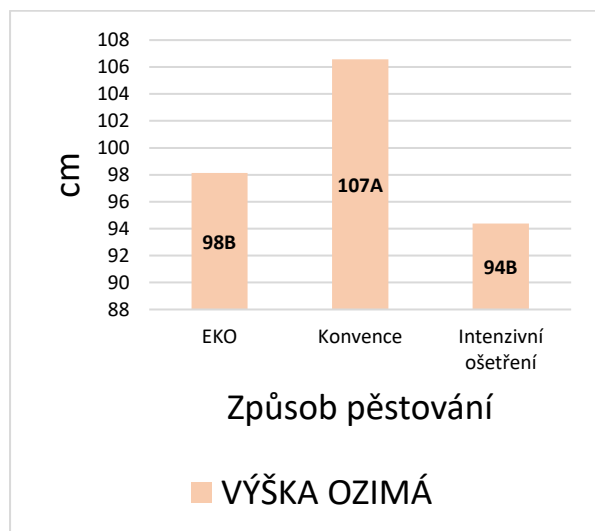
Jarní pšenice měly výsledky o poznání vyrovnanější (**Graf 14**). Nejvyšší konvenční varianta dosáhla v průměru jen o pár cm vyšší (94 cm oproti 90 cm ekologické varianty a 91 cm intenzivní varianty ošetření) (**Graf 16**). Podrobněji jsou výšky jednotlivých odrůd a variant uvedeny v **Tabulce 17**.

Tabulka 18: Průkaznosti rozdílů výšky mezi odrůdami

	VÝŠKA OZIMÁ (cm)					VÝŠKA JARNÍ (cm)					
	EKO	Konv	Intenzita	∅	HSD test		EKO	Konv	Intenzita	∅	HSD test
STUPECKÁ BASTARD	125	130	130	128	A	SALUDO	100	100	100	100	A
KM-72-18	105	110	100	105	B	SG-S1483-16	95	105	100	100	A
BUTTERFLY	100	110	95	102	B	IZZY	100	100	95	98	AB
KM-78-18	100	105	100	102	B	EPONIE	95	100	95	97	ABC
IBARRA	100	105	100	102	B	SEC 536-10-3	90	95	95	93	ABD C
VIKI	100	105	95	100	B	ZENON	85	95	95	92	BCD
LISETA	100	105	95	100	B	ALICIA	90	95	90	92	BCD
CARMINA	95	110	95	100	B	SONETT	90	90	90	90	DC
SULTAN	95	100	95	97	B	QUINTUS	90	90	85	88	DE
PENELOPE	100	100	90	97	B	PRETTY	90	90	85	88	DE
TURANDOT	95	105	90	97	B	HYSTRIX	80	85	80	82	E
ANNIE	95	105	85	95	B						
ILLUSION	95	105	85	95	B						
PIRUETA	90	105	85	93	B						
DAGMAR	95	95	85	92	B						
SG-S1004-18	80	110	85	92	B						

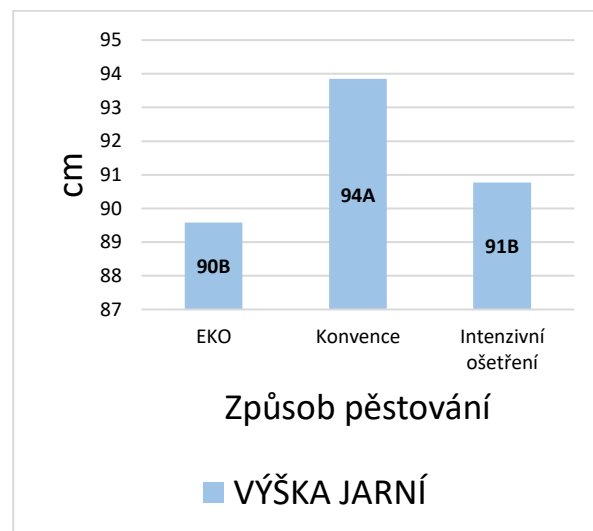
HSD ozimá = 13,83

HSD jarní = 8,14



Graf 15: Průměrná výška ozimé pšenice

HSD ozimá = 2,98



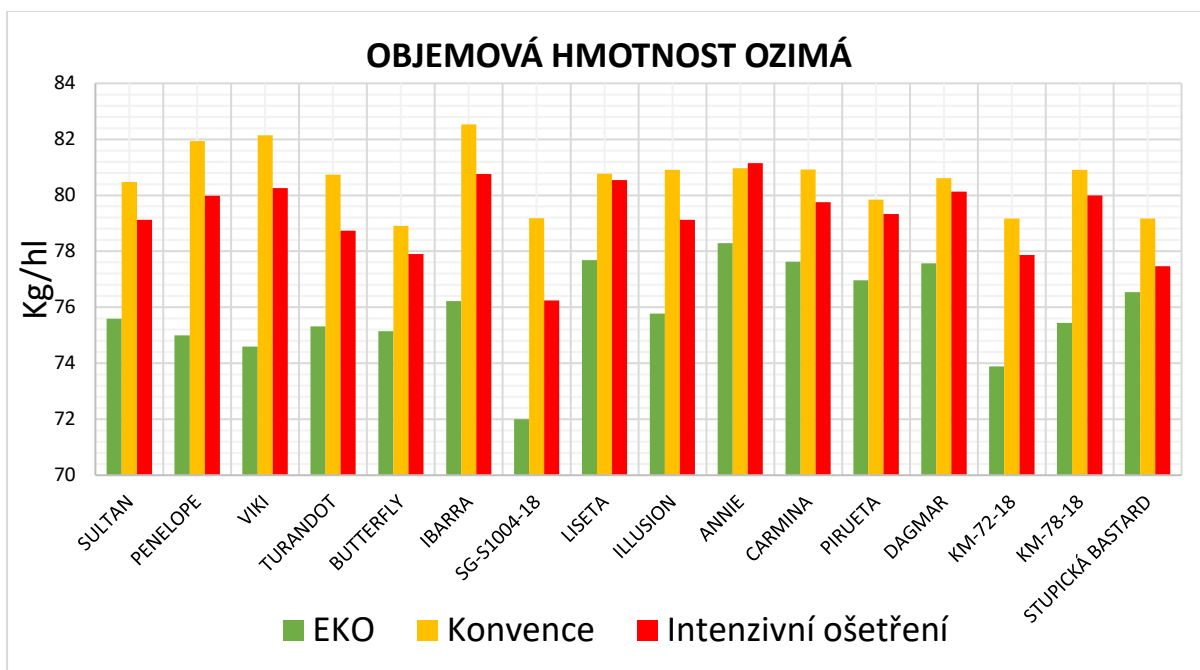
Graf 16: Průměrná výška jarní pšenice

HSD jarní = 3,96

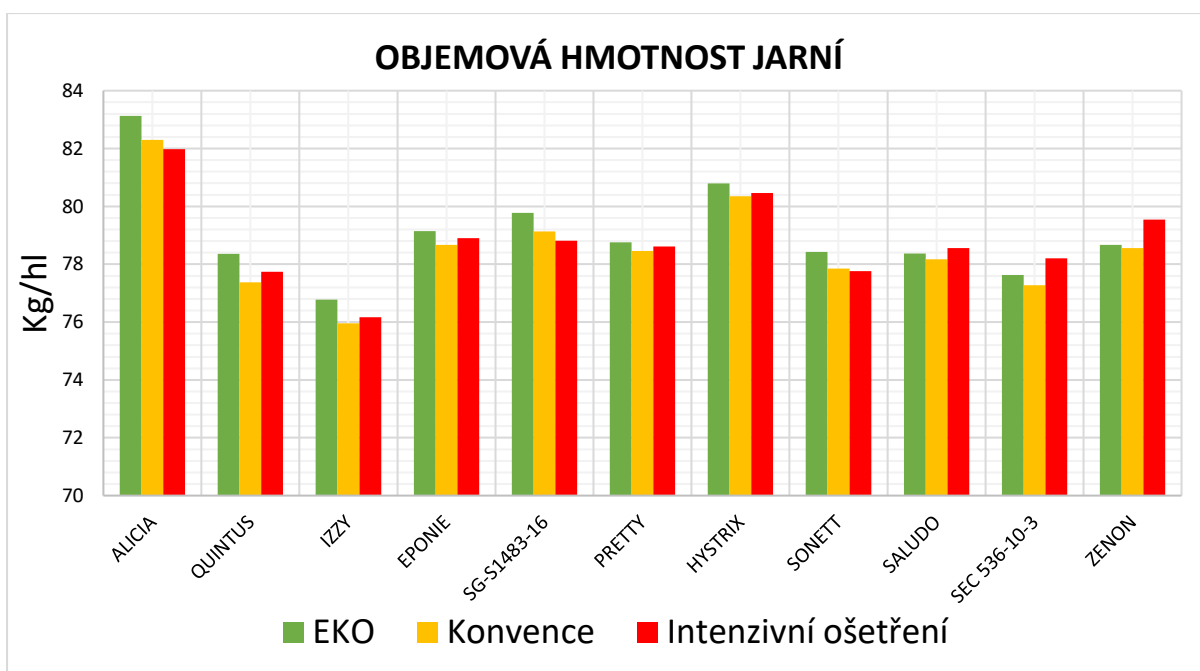
Z výsledků v **Grafech 15 a 16** je také patrné, že ozimé pšenice dosáhly v průměru větší výšky, než je tomu u variant jarní pšenice.

#### 5.4. Objemová hmotnost

Objemová hmotnost byla stanovována na přístroji FOSS – Infratec 1241. Minimální hodnota pro zařazení pšenice pro potravinářské užití je 76,0 kg/hl.



Graf 17: Objemová hmotnost ozimé pšenice



Graf 18: Objemová hmotnost jarní pšenice

Objemová hmotnost ozimých a jarních odrůd byla srovnatelná, více záleželo na konkrétním genotypu. Většina odrůd alespoň v jedné variantě pěstování splnila předepsaný limit (**Grafy 17 a 18**).

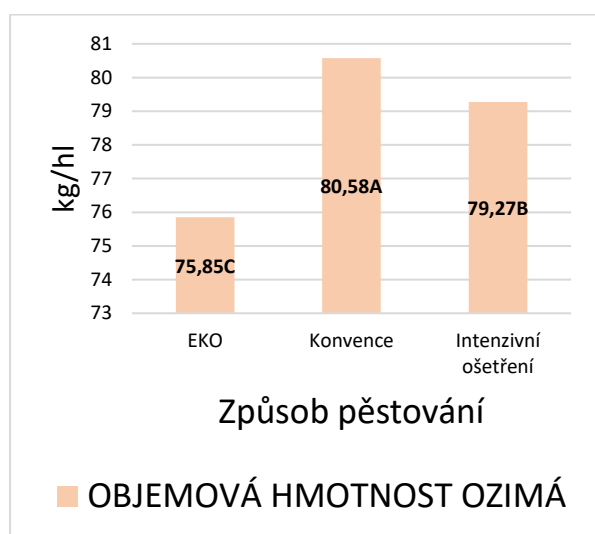
Tabulka 19: Průkaznosti rozdílů objemové hmotnosti mezi odrůdami

OBJEMOVÁ HMOTNOST OZIMÁ (kg/hl)						OBJEMOVÁ HMOTNOST JARNÍ (kg/hl)					
	EKO	Konv	Intenzita	Ø	HSD test		EKO	Konv	Intenzita	Ø	HSD test
IBARRA	76,22	82,5	80,76	80	AB	ALICIA	83,1	82,30	82,0	82,5	A
LISETA	77,68	80,8	80,54	80	ABC	HYSTRIX	80,8	80,35	80,5	80,5	B
ANNIE	78,30	81,0	81,15	80	A	SG-S1483-16	79,8	79,13	78,8	79,2	C
PENELOPE	75,00	81,9	79,98	79	ABC	EPONIE	79,1	78,67	78,9	78,9	CD
VIKI	74,59	82,1	80,26	79	ABC	ZENON	78,7	78,55	79,5	78,9	CD
ILLUSION	75,78	80,9	79,13	79	ABC	PRETTY	78,8	78,46	78,6	78,6	CDE
Carmina	77,63	80,9	79,76	79	ABC	SALUDO	78,4	78,17	78,6	78,4	CDE
PIRUETA	76,96	79,9	79,33	79	ABC	SONETT	78,4	77,85	77,8	78,0	DE
DAGMAR	77,57	80,6	80,13	79	ABC	QUINTUS	78,4	77,37	77,7	77,8	E
KM-78-18	75,44	80,9	80,00	79	ABC	SEC 536-10-3	77,6	77,28	78,2	77,7	E
SULTAN	75,59	80,5	79,13	78	ABC D	IZZY	76,8	75,96	76,2	76,3	F
TURANDOT	75,31	80,7	78,74	78	ABC D						
STUPICKÁ BASTARD	76,55	79,2	77,46	78	ABC D						
BUTTERFLY	75,15	78,9	77,91	77	BCD						
KM-72-18	73,89	79,2	77,87	77	CD						
SG-S1004-18	72,00	79,2	76,24	76	D						

HSD ozimá = 2,78

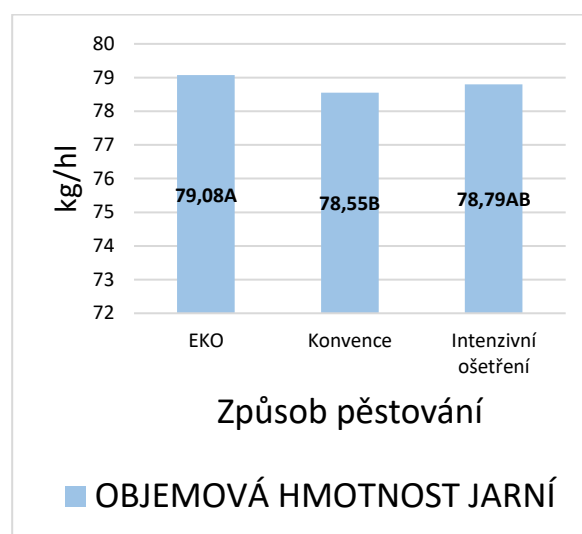
HSD jarní = 0,97

U ozimé pšenice (**Graf 19**) vyšla nejvýhodněji konvenční varianta pěstování s průměrem 80,58 kg/hl. Těsně druhý byl intenzivní způsob pěstování s 79,27 kg/hl. Ekologická varianta se u ozimé pšenice jevila jako nejhorší s výsledkem 75,85 kg/hl. V průměru nesplňuje minimální požadavky pro zařazení pšenice pro potravinářské užití, které je 76,0 kg/hl. V ekologické variantě splňují požadavky pouze odrůdy IBARRA, LISETA, ANIE, CARMINA, PIRUETA, DAGMAR a STUPICKÁ BASTARD (**Tabulka 19**).



Graf 19: Průměrná objemová hmotnost ozimé pšenice

HSD ozimá = 0,80



Graf 20: Průměrná objemová hmotnost jarní pšenice

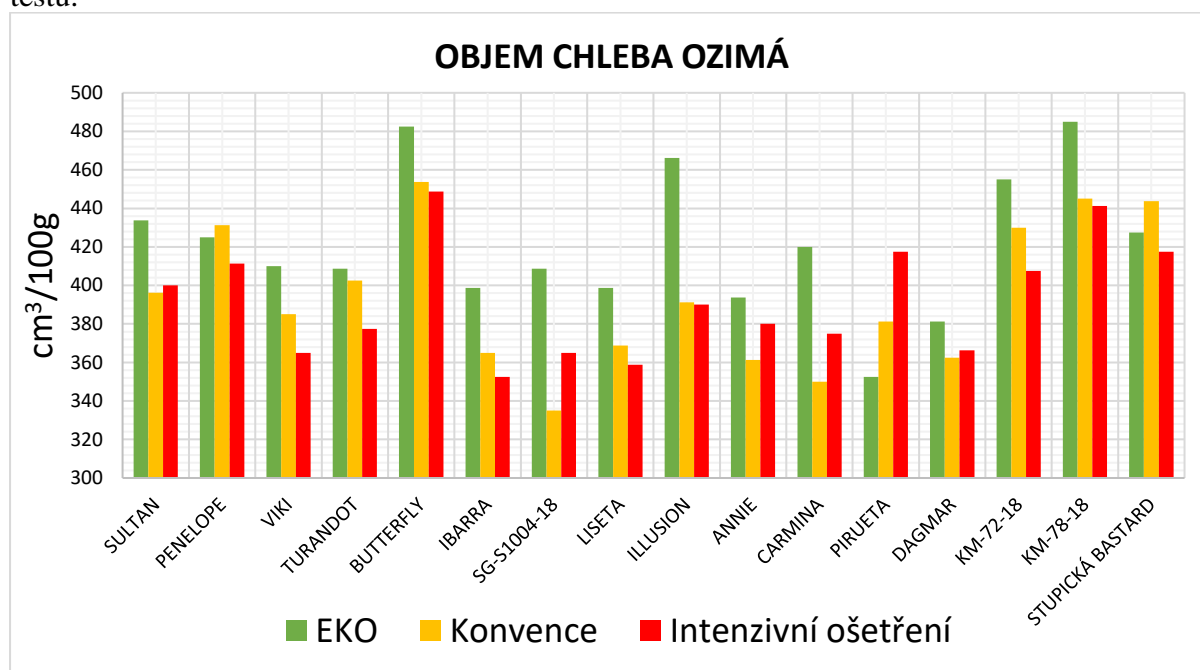
HSD jarní = 0,36

Přesně naopak tomu bylo u pšenice jarní (**Graf 20**), kde měla naopak nejlepší výsledky ekologická varianta s průměrem 79,08 kg/hl, druhé se umístilo intenzivní ošetření s 78,79 kg/hl a až třetí byla konvenční varianta se 78,55 kg/hl.

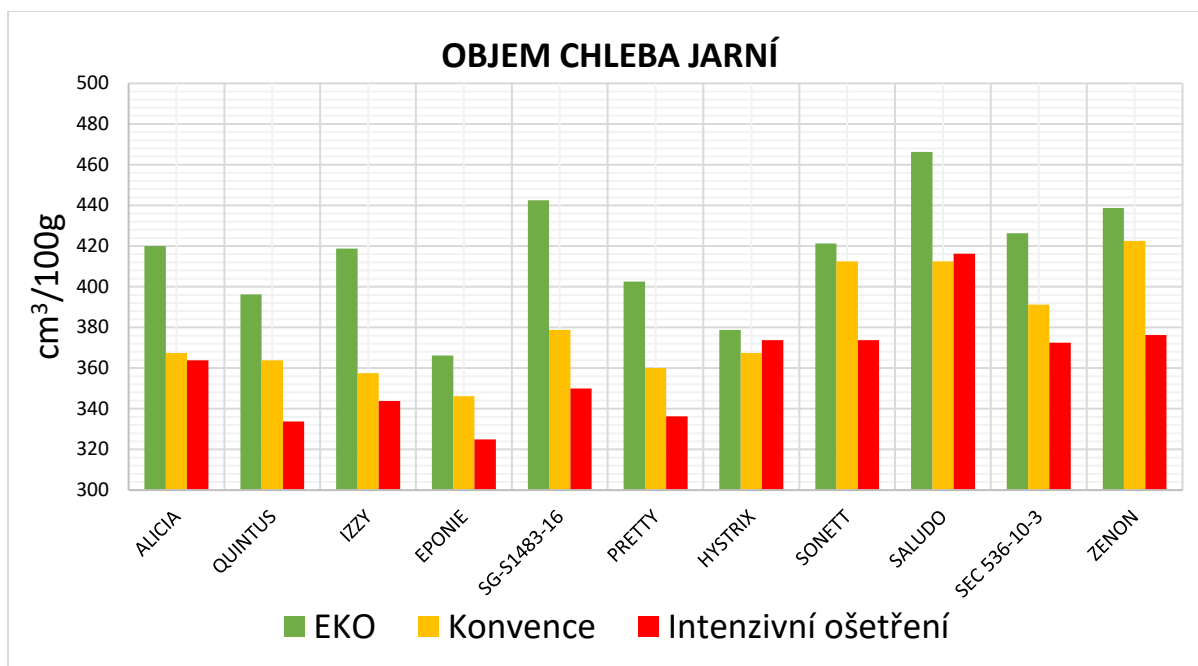
Nejlepší odrůdou, co se objemové hmotnosti týče, byla jarní ALICIA, která dosahovala nejlepších výsledků a v žádném způsobu pěstování se nedostala pod 82 kg/hl. Za zmínku ještě stojí skutečnost, že jarní odrůdy obecně reagovaly na způsob pěstování méně než odrůdy ozimé. Mezi ty s nejmenšími výkyvy mezi způsoby pěstování patří jarní EPONIE, PRETTY a SALUDO. Jediná odrůda, která z jarních pšenic těsně nesplnila minimální požadavky pro potravinářské užití byla IZZY (75,96 kg/hl), pěstovaná v ekologickém režimu.

## 5.5. Objem chleba

Objem chleba se hodnotí pekařským pokusem za standardních podmínek Mini-Rapid mix testu.



Graf 21: Objem chleba ozimé pšenice



*Graf 22: Objem chleba jarní pšenice*

Z **Grafu 23** k pekařskému pokusu je patrné, že ekologický způsob ošetření dosáhnul nejlepšího výsledku. Výjimkou jsou pouze PENELOPE, PIRUETA a STUPICKÁ BASTARD, kde byla ošetřená varianta výhodnější. U PIRUETY o více než 100 %. Naproti tomu u odrůdy SG-S1004-18, ILLUSION a CARMINA byla ekologická varianta lepší o několik desítek cm<sup>3</sup>/100 g.

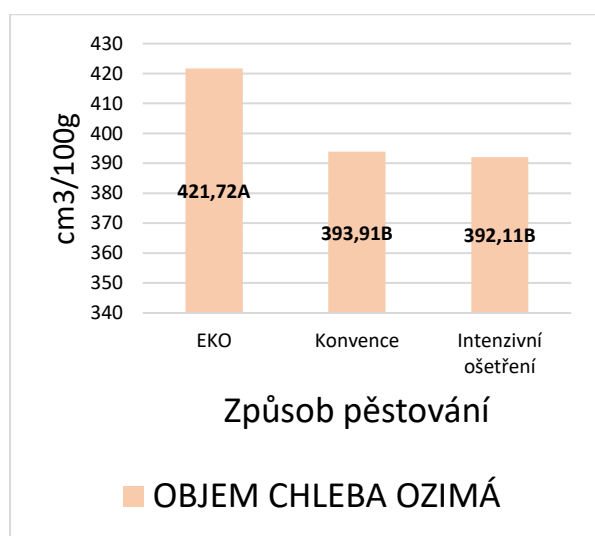
U všech jarních pšenic dosáhla nejvyššího objemu chleba ekologická varianta. Téměř u všech odrůd byla na druhém místě konvenční varianta. U HYSTRIX a SALUDO byla totiž intenzivní varianta nepatrně lepší. Nejlepších hodnot dosáhla ekologická varianta u odrůdy SALUDO (466 cm<sup>3</sup>/100 g) a u odrůd IZZY (419 cm<sup>3</sup>/100 g), PRETTY (403 cm<sup>3</sup>/100 g) a ALICIA (420 cm<sup>3</sup>/100 g) byla výhodnost ekologické varianty oproti ošetřeným variantám téměř o 100 % vyšší.

Tabulka 20: Průkaznosti rozdílů objemu chleba mezi odrůdami

OBJEM CHLEBA OZIMÁ (cm <sup>3</sup> /100 g)						OBJEM CHLEBA JARNÍ (cm <sup>3</sup> /100 g)					
	EKO	Konv	Intezita	Ø	HSD test		EKO	Konv	Intezita	Ø	HSD test
BUTTERFLY	483	454	449	462	A	SALUDO	466	413	416	432	A
KM-78-18	485	445	441	457	A	ZENON	439	423	376	413	AB
KM-72-18	455	430	408	431	AB	SONETT	421	413	374	403	ABC
STUICKÁ BASTARD	428	444	418	430	ABC	SEC 536-10-3	426	391	373	397	ABC
PENELOPE	425	431	411	423	ABCD	SG-S1483-16	443	379	350	390	BC
ILLUSION	466	391	390	416	ABCD	ALICIA	420	368	364	384	BDC
SULTAN	434	396	400	410	ABCD	IZZY	419	358	344	373	BDC
TURANDOT	409	403	378	396	BDC	HYSTRIX	379	368	374	373	BDC
VIKI	410	385	365	387	BDC	PRETTY	403	360	336	366	DC
PIRUETA	353	381	418	384	BDC	QUINTUS	396	364	334	365	DC
Carmina	420	350	375	382	BDC	EPONIE	366	346	325	346	D
ANNIE	394	361	380	378	BDC						
LISETA	399	369	359	375	BDC						
IBARRA	399	365	353	372	DC						
SG-S1004-18	409	335	365	370	D						
DAGMAR	381	363	366	370	D						

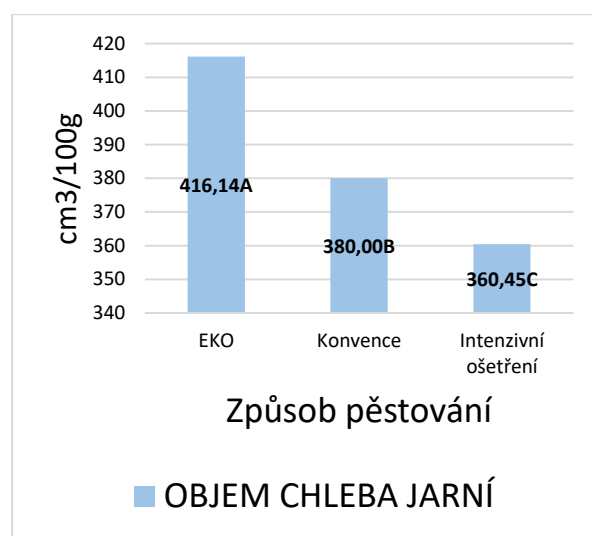
HSD ozimá = 58,46

HSD jarní = 41,10



Graf 23: Průměrný objem chleba ozimé pšenice

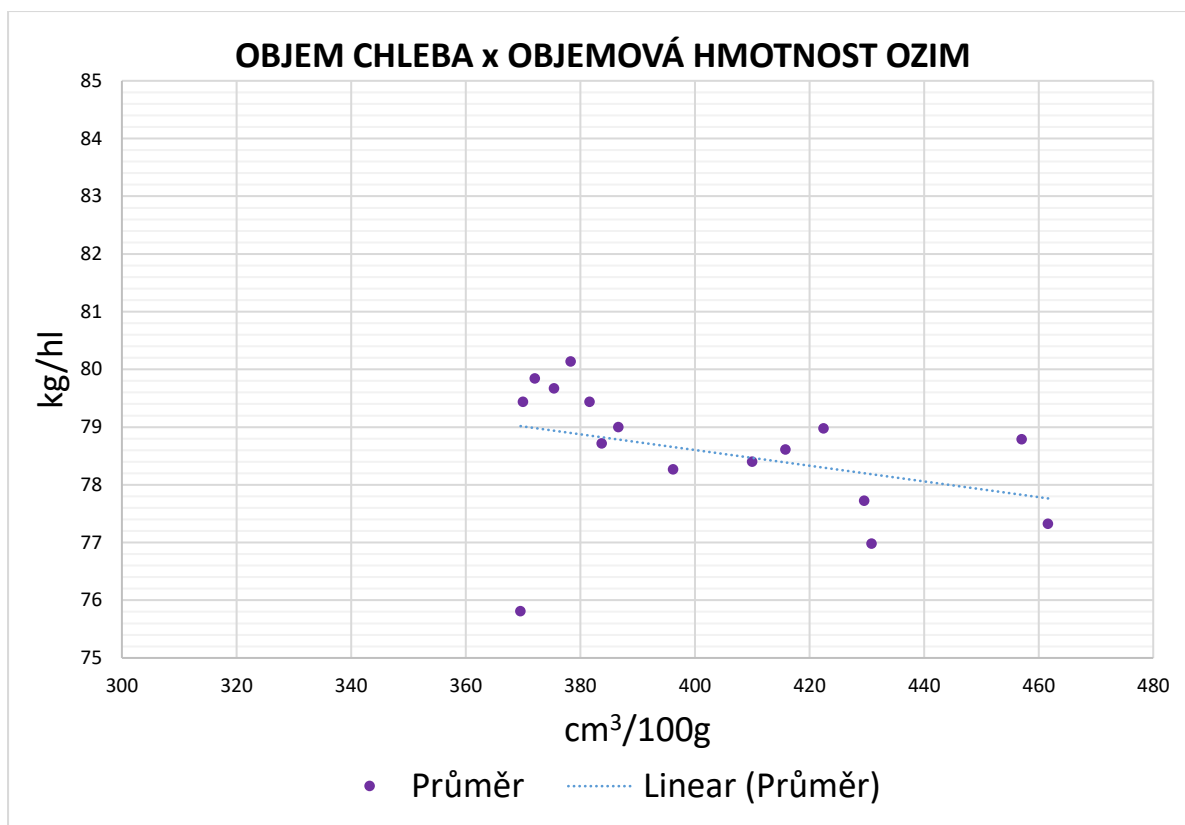
HSD ozimá = 16,74



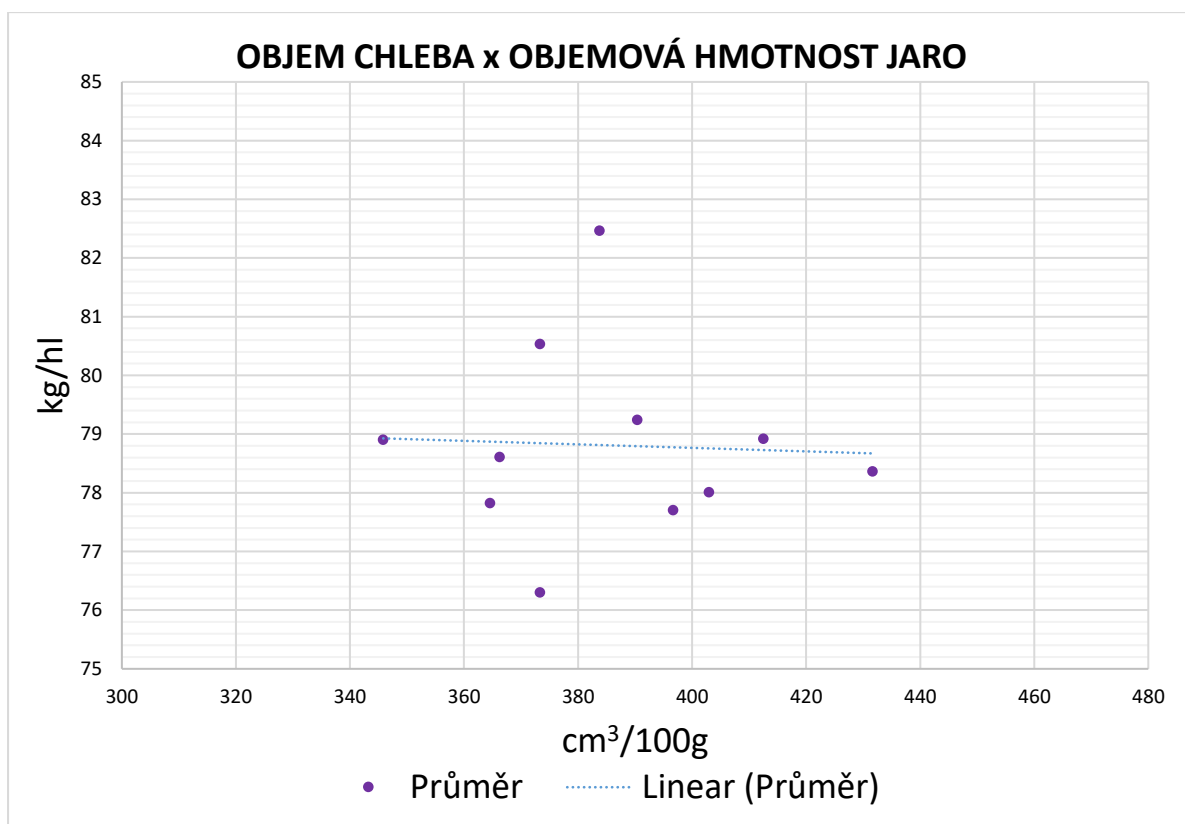
Graf 24: Průměrný objem chleba jarní pšenice

HSD jarní = 15,03

Nejvýhodněji vyšla u obou variant ekologická varianta, která byla řádově o několik desítek cm<sup>3</sup>/100g lepší než ošetřené varianty. Intenzita ošetření nebyla u ozimé pšenice příliš znatelná, naopak u jarních pšeníc vidíme větší reakci na způsob ošetření.



Graf 25: Korelace objemu chleba a objemové hmotnosti u ozimé pšenice



Graf 26: Korelace objemu chleba a objemové hmotnosti u jarní pšenice

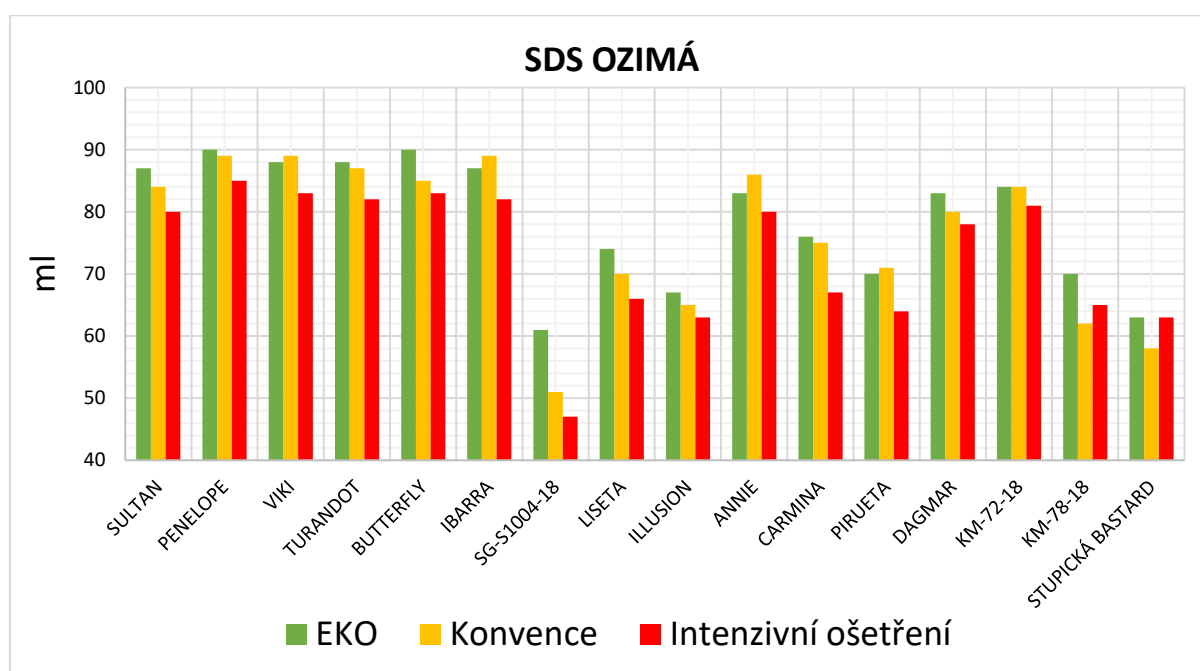


U ozimé pšenice je patrné, že s rostoucím objemem chleba klesá objemová hmotnost. Tento trend je patrný také u jarní pšenice, ovšem zde byly výsledky pro objemovou hmotnost mnohem vyrovnanější, a proto je klesání přímky lineární regrese mnohem menší.

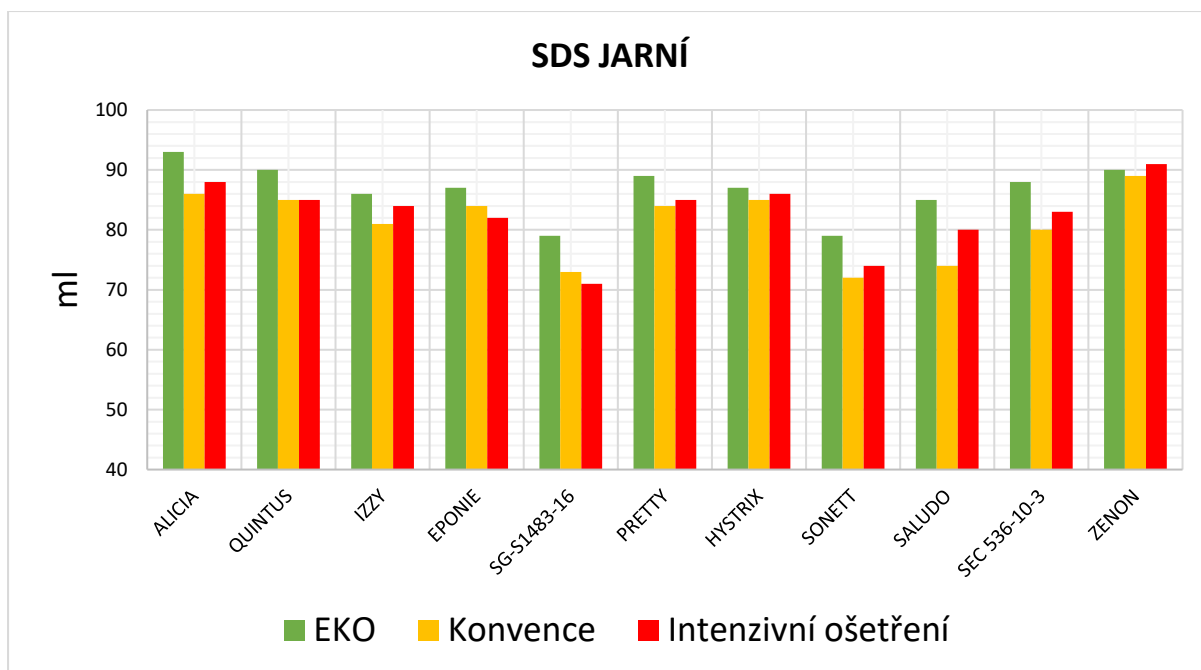
## 5.6. Sedimentační test – SDS

Šrot pro tuto analýzu byl předpřipraven mletím na přístroji Perten LM3100. Samotná analýza byla provedena na přístroji VÚO Kroměříž – Seditester.

V podmínkách ČR je zatím používán SDS – sedimentační test používající pšeničný šrot a jako činidlo roztok dodecylsulfátu sodného v kyselině octové podle ČSN 46 1021. Mezní hodnotou pro vyřazení odrůdy z kategorie pekárenská pšenice je hodnota sedimentačního testu (SDS sedimentační test) ve výši 47 ml. Uvádí se v jednotkách ml.



Graf 27: SDS ozimé pšenice



Graf 28: SDS jarní pšenice

Z **Grafu 27** pro sedimentační index ozimé pšenice můžeme vidět časté rozdíly mezi způsoby pěstování. Nejlépe téměř u všech odrůd si vedla ekologická varianta až na výjimky VIKY, IBARRA, ANNIE, potažmo KM-72-85 a STUPICKOU BASTARD, kde byla konvenční, potažmo intenzivní varianta téměř shodná.

Tabulka 21: Průkaznosti rozdílů SDS mezi odrůdami

SDS OZIMÁ (ml)						SDS JARNÍ (ml)					
	EKO	Konv	Intezita	Ø	HSD test		EKO	Konv	Intezita	Ø	HSD test
PENELOPE	90	89	85	88,0	A	ZENON	90	89	91	90,0	A
VIKI	88	89	83	86,7	AB	ALICIA	93	86	88	89,0	AB
BUTTERFLY	90	85	83	86,0	AB	QUINTUS	90	85	85	86,7	ABC
IBARRA	87	89	82	86,0	AB	PRETTY	89	84	85	86,0	ABC
TURANDOT	88	87	82	85,7	AB	HYSTRIX	87	85	86	86,0	ABC
SULTAN	87	84	80	83,7	AB	EPONIE	87	84	82	84,3	BDC
ANNIE	83	86	80	83,0	AB	IZZY	86	81	84	83,7	CD
KM-72-18	84	84	81	83,0	AB	SEC 536-10-3	88	80	83	83,7	CD
DAGMAR	83	80	78	80,3	B	SALUDO	85	74	80	79,7	ED
Carmina	76	75	67	72,7	C	SONETT	79	72	74	75,0	EF
LISETA	74	70	66	70,0	CD	SG-S1483-16	79	73	71	74,3	F
PIRUETA	70	71	64	68,3	CDE						
KM-78-18	70	62	65	65,7	CDE						
ILLUSION	67	65	63	65,0	DE						
STUPICKÁ BASTARD	63	58	63	61,3	E						
SG-S1004-18	61	51	47	53,0	F						

HSD ozimá = 7,26

HSD jarní = 5,30

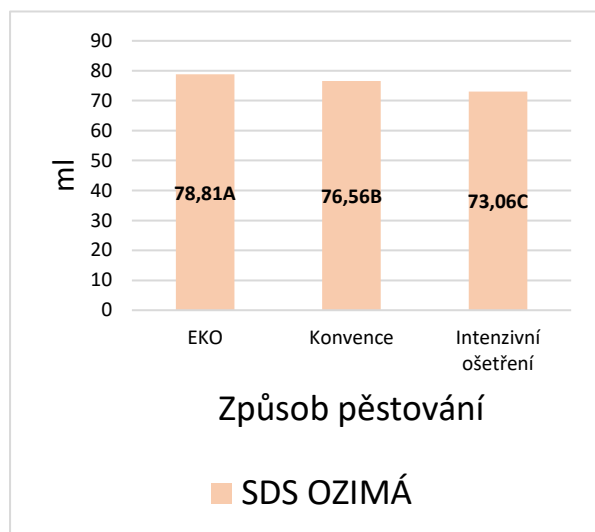
Nejlepších hodnot u ozimé pšenice dosahovaly odrůdy PENELOPE (90 ml) a BUTTERFLY (90 ml) v ekologické variantě, následovány IBARROU (89 ml) a VIKY (89 ml) v konvenční variantě.

Nejhůře si vedla odrůda SG-S1004-18, která pouze v ekologické variantě prokazatelně splňuje minimální požadavky sedimentačního indexu pro pekárenskou pšenici. U této odrůdy jsou také patrné velké rozdíly mezi způsoby pěstování.

Co se týče sedimentačního indexu u jarní pšenice, tak i zde vyšla téměř u všech odrůd nejlépe ekologická varianta s výjimkou Zenon, kde byla nejlepší varianta s intenzivním ošetřením. Dále je patrná menší citlivost jarních pšenic mezi konvenční a intenzivní variantou ošetření.

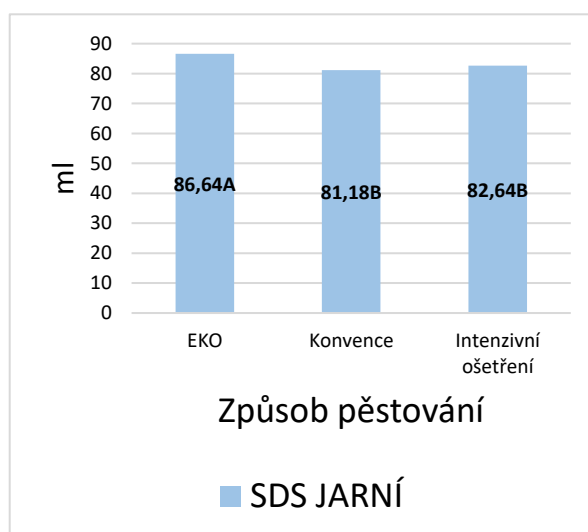
Nejlepších hodnot dosáhla odrůda ALICIA (93 ml) v ekologické variantě, těsně před ZENON (91 ml) v intenzivní variantě ošetření.

Nejnižších hodnot sedimentace dosáhla odrůda SG-S1483-16, ovšem přesto i v nejhůřší variantě splnila požadavky minimální hodnoty pro pekárenskou pšenici.



Graf 29: Průměrný SDS ozimé pšenice

HSD ozimá = 2,08



Graf 30: Průměrný SDS jarní pšenice

HSD jarní = 1,94

Co se porovnání ozimé a jarní pšenice týče v průměru vychází jarní pšenice ve všech variantách pěstování lépe než pšenice ozimá. Nejmenší rozdíl mezi ozimou a jarní pšenicí je u konvenční varianty.

## 5.7. Číslo pádu – Falling Number

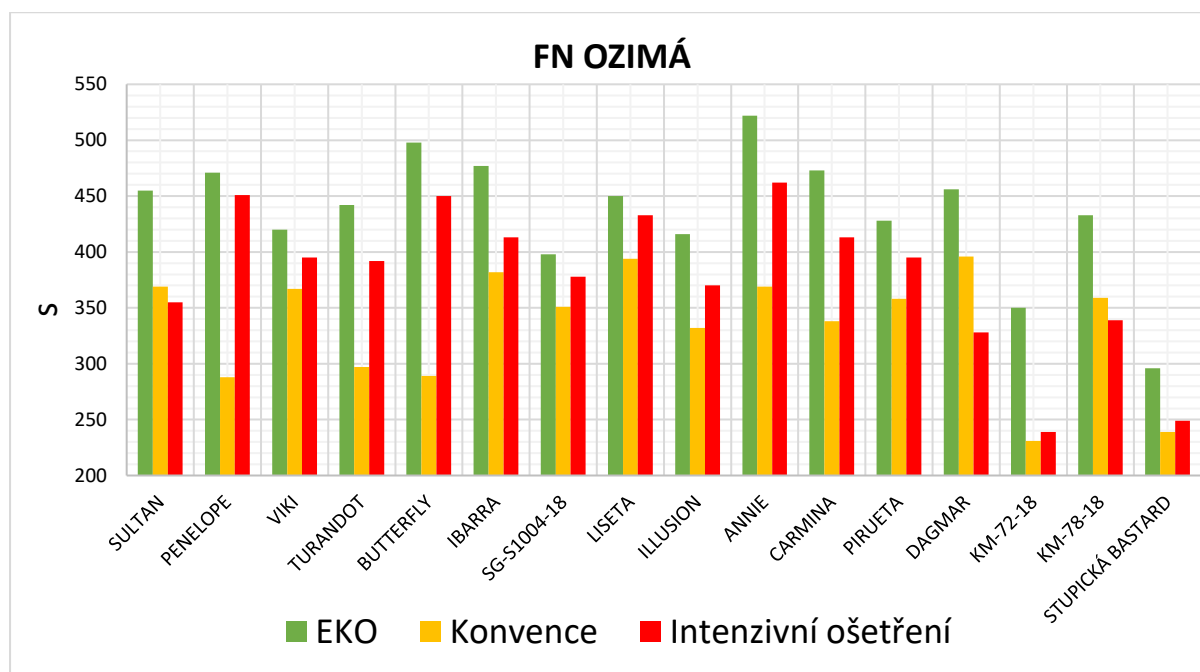
Podle hodnoty čísla poklesu je zjišťován stupeň poškození sacharido – amylázového komplexu zrna vlivem aktivity enzymu  $\alpha$ -amylázy. Je tedy ukazatelem aktivity  $\alpha$ -amylázy přítomné v zru (porostlosti zrn). Určováno je dle normy ČSN 46 1100–2, minimální hodnota pro potravinářskou pšenici činí 220 sekund. Optimální rozsah této hodnoty je mezi 220–250 sekundami. Analýza byla provedena na přístroji Perten FN1305.

Tabulka 22: Průkaznosti rozdílů čísla poklesu mezi odrůdami

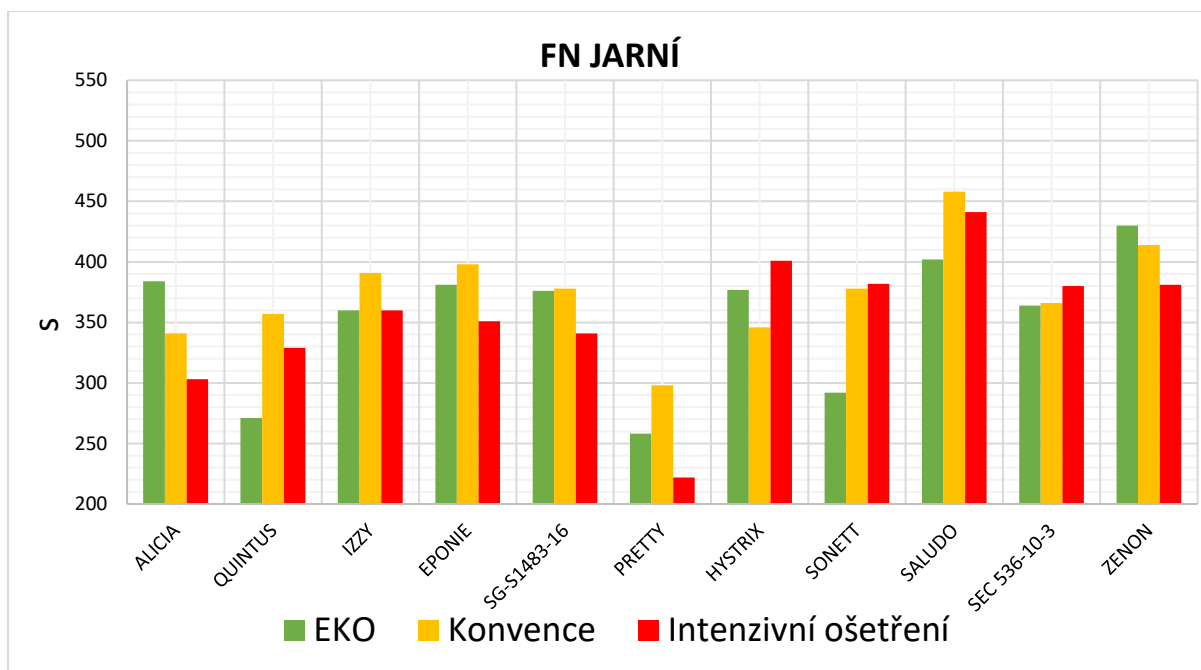
ČÍSLO PÁDU OZIMÁ (S)						ČÍSLO PÁDU JARNÍ (S)					
	EKO	Konv	Intezita	∅	HSD test		EKO	Konv	Intezita	∅	HSD test
ANNIE	522	369	462	451,0	A	SALUDO	402	458	441	433,67	A
LISETA	450	394	433	425,7	A	ZENON	430	414	381	408,33	AB
IBARRA	477	382	413	424,0	A	EPONIE	381	398	351	376,67	AB
BUTTERFLY	498	289	450	412,3	A	HYSTRIX	377	346	401	374,67	AB
Carmina	473	338	413	408,0	A	IZZY	360	391	360	370,33	AB
PENELOPE	471	288	451	403,3	A	SEC 536-10-3	364	366	380	370,00	AB
VIKI	420	367	395	394,0	A	SG-S1483-16	376	378	341	365,00	AB
PIRUETA	428	358	395	393,7	A	SONETT	292	378	382	350,67	AB
DAGMAR	456	396	328	393,3	A	ALICIA	384	341	303	342,67	ABC
SULTAN	455	369	355	393,0	A	QUINTUS	271	357	329	319,00	BC
TURANDOT	442	297	392	377,0	AB	PRETTY	258	298	222	259,33	C
KM-78-18	433	359	339	377,0	AB						
SG-S1004-18	398	351	378	375,7	AB						
ILLUSION	416	332	370	372,7	AB						
KM-72-18	350	231	239	273,3	BC						
STUPECKÁ BASTARD	296	239	249	261,3	C						

HSD ozimá = 107,46

HSD jarní = 91,24



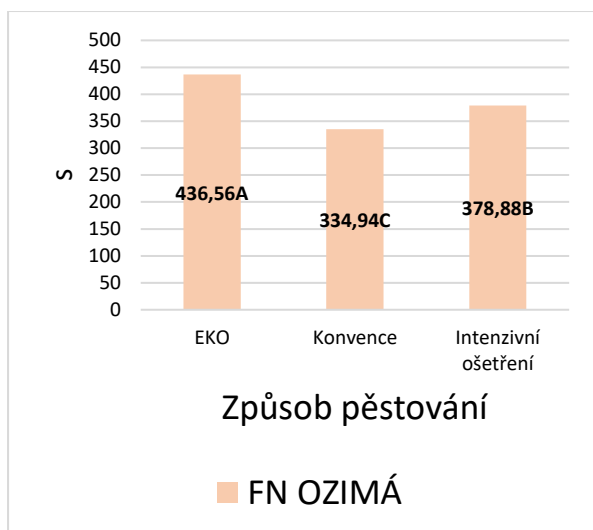
Graf 31: Číslo poklesu ozimé pšenice



Graf 32: Číslo poklesu jarní pšenice

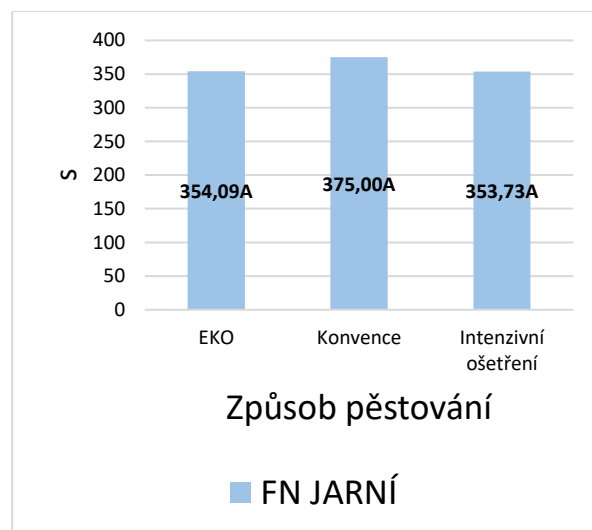
V **Grafu 31** a **32** jsou zobrazeny rozdíly mezi hodnotami čísla poklesu jednotlivých odrůd. U čísla poklesu je zvláště u ozimých odrůd vidět vysoká citlivost odrůd na způsob pěstování. Ovšem mnohdy vysoké číslo poklesu je spíše kontraproduktivní. Mezi optimální hodnoty v tomto kvalitativním parametru u ozimé pšenice můžeme zařadit pouze ošetřené odrůdy KM-72-18 a STUPOCKOU BASTARD. Ostatní o mnoho desítek, mnohdy i stovek sekund překračují tento interval.

Performance jarních pšenic je v tomto ohledu velmi podobná s tím, že zde není až tak velká citlivost na způsob pěstování. Optimálního intervalu dosahuje pouze PRETTY v intenzivní variantě ošetření (222 s).



Graf 33: Průměrné číslo poklesu ozimé pšenice

HSD ozimá = 30,78

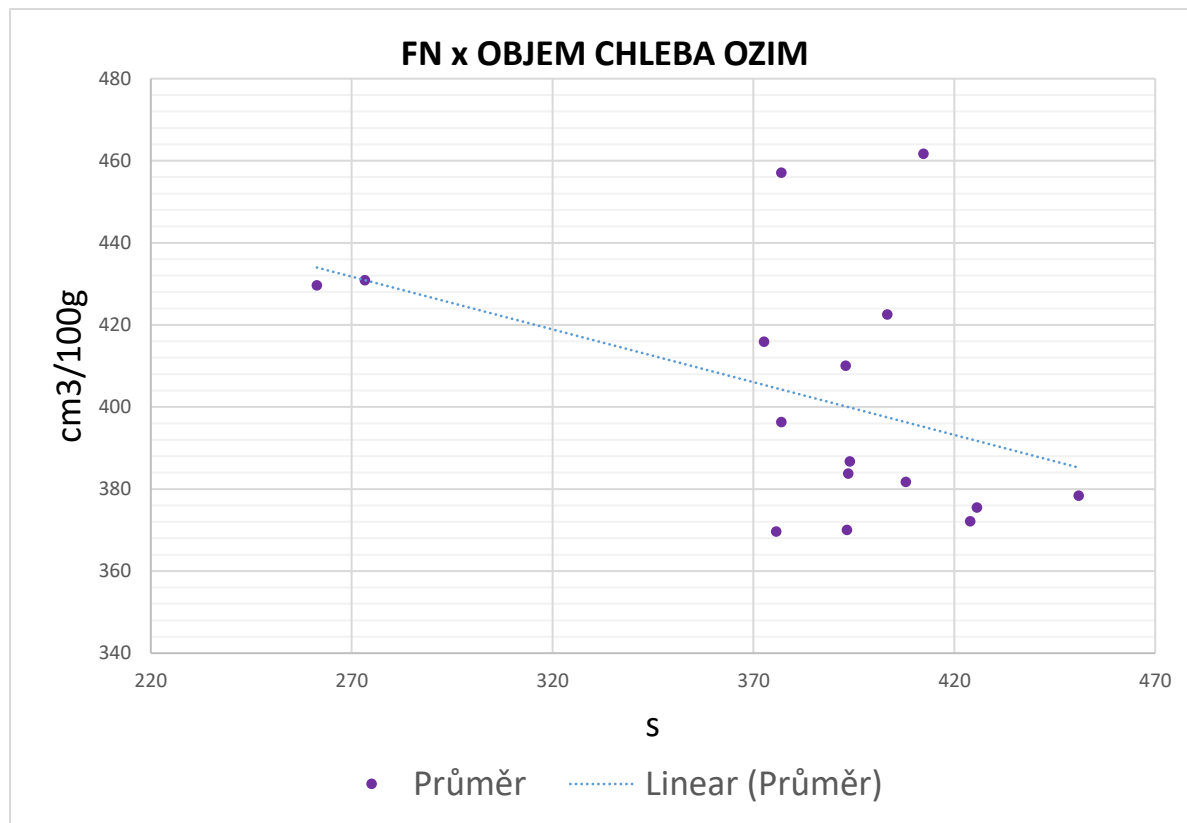


Graf 34: Průměrné číslo poklesu jarní pšenice

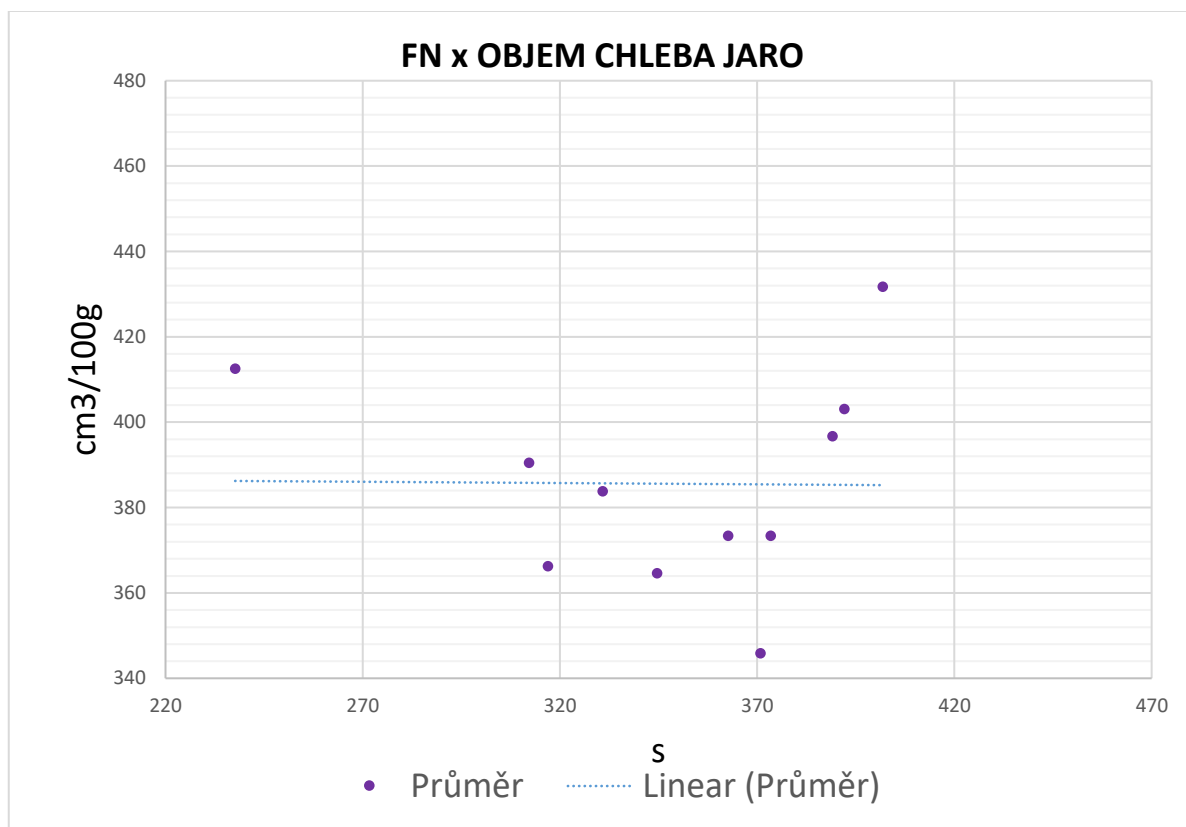
HSD jarní = 33,37

U ozimých pšeníc má ekologická varianta v průměru o desítky sekund vyšší číslo pádu, oproti konvenční a intenzivní variantě.

U jarních pšeníc jsou průměry variant vyrovnanější, což odpovídá tomu, že je jejich citlivost na způsob ošetření oproti ozimým pšenicím nižší.



Graf 35: Korelace čísla poklesu a objemu chleba u ozimé pšenice



*Graf 36: Korelace čísla poklesu a objemu chleba u jarní pšenice*

Na **Grafu 35** je negativní korelace čísla poklesu a objemu chleba ozimé pšenice. Jarní pšenice (**Graf 36**) tak výraznou negativní korelaci nevykázala.

## 6. Diskuse

Cílem této diplomové práce bylo porovnat genotypy jarních i ozimých pšenic vybraných pro projekt ecobreed. Vyhodnotit vliv způsobu a intenzity pěstování jarní a ozimé pšenice na její jakost a výnos a porovnat jarní odrůdy s ozimými.

### VÝNOS

Kvalita pšenice je komplex základních komponent, které jsou v těsné interakci, proto byly vyvinuty metody měřící tento komplex jako celek.

Výnos ovlivňuje celá řada činitelů a je ovlivňován již správnou předplodinou, zpracováním půdy, vhodným termínem setí a vyrovnanou tvorbou výnosových prvků a správným hnojením. Nutno neopomenout nejdůležitější faktor, kterým je počasí. V závislosti na počasí mají jednotlivé odrůdy schopnost různě regulovat jednotlivé prvky, aby byl výnos optimalizován dle zákona kompenzace výnosových prvků související s autoregulační schopností. Výnos zrna je bezpochyby nejdůležitějším produkčním ukazatelem. Podle Cowger & Murphy (2007 b) je úroveň výnosu výborným indikátorem interakce genotypu a prostředí na specifické podmínky při pěstování.

V jiném pokuse Konvalina et al. (2014) vykazuje vyšší úroveň výnosu u odrůd pěstovaných konvenčně s průměrným výnosem odrůd 9,2 t/ha než odrůd ekologicky pěstovaných. Ekologické odrůdy měly výnos 7,5 t/ha, rozdíl zde byl 1,7 t/ha. V našem pokuse byl rozdíl značně větší, mezi ekologickou a konvenční variantou 2,27 t/ha, mezi eko a intenzivní variantou byl 4,69 t/ha. Dalo by se tedy zobecněně říci, že naše odrůdy měly větší reakci na způsob pěstování.

Ekologická varianta s výnosem 7,51 t/ha je sice nejnižší z provedených variant, avšak pro porovnání, celkový průměrný výnos ozimé pšenice ve Středočeském kraji u konvenčního pěstování byl v roce 2018 5,46 t/ha a v roce 2019 5,79 t/ha. Průměrný celkový výnos konvenčně pěstované jarní pšenice byl v roce 2018 4,14 t/ha a v roce 2019 3,84 t/ha, můžeme tedy v našem pokuse pozorovat vyšší výnosovou úroveň, což přisuzuji ideálním podmínkám pěstování při polním pokuse.

Konvalina et al., (2008) uvádí, že při porovnání ekologického způsobu s konvenčním je v literatuře uváděna výnosnost u ekologického hospodaření v průměru o 20-30 % nižší, praxe v ČR, ale ukazuje, výnos nižší až o 50 % oproti konvenčnímu. Podle výsledků ze tří Italských lokalit byl výnos v ekologickém zemědělství 3,56 t/ha a 4,18 t/ha, přičemž kontrolní varianta dosahovala ve stejných podmínkách 4,23 t/ha (de Vita et al., 2007). V mém pokuse byl výnos u jarní pšenice dokonce o 80 % nižší než u varianty s vysokým ošetřením. Proto si dovoluji tvrdit, že nižší výnos ekologické varianty oproti konvenční variantě o 20 až 30 % působí velmi optimisticky.



## **BÍLKOVINY**

Mnoho autorů, jako např. Branlard et al. (2001), Triboi et al. (2000), Amiour et al. (2002) a Bicanová (2009), Zrcková et al. (2019) a další uvádějí, že obsah N-látek v sušině zrna pšenice je velice variabilní, a to jak v závislosti na vlivu ročníku a půdně – klimatických podmínkách, tak v závislosti na genotypu. Podle Prugara (1999), patří obsah N-látek ke kvalitativním ukazatelům, kde můžeme pozorovat nejmarkantnější rozdíly mezi ekologicky a konvenčně pěstovanou pšenicí. Dle doporučeného hodnocení Ecobreed je obsah hrubé bílkoviny od 12,7 % hodnocen jako střední obsah, od 15 % jako vysoký obsah a od 18 % jako velmi vysoký obsah bílkoviny.

U ekologicky pěstované pšenice, je potřeba počítat s v průměru s 3 % deficitem obsahu bílkovin oproti konvenční, avšak tento rozdíl není tak velký (Clarke & Arendt, 2005). Negativní korelace mezi obsahem bílkovin a dalšími vlastnostmi pšenice mohou souviset s rychlostí růstu a vývoje zrna během zrání (Mou Beiquan et al., 1994), zaznamenal totiž, že pšenice s rychlým růstem mají nižší obsah bílkovin.

V mém pokusu došlo k rozporu s tímto tvrzením, jelikož obsah bílkovin byl nejvyšší právě u pšenic pěstovaných ekologickým způsobem pěstování. Oproti intenzivní variantě ošetření měla ekologická ozimá pšenice dokonce o 13,5 % vyšší obsah bílkovin, oproti konvenční metodě to byl rozdíl 3,3 % ve prospěch ekologické varianty. Jarní pšenice měla v obou konvenčních variantách o zhruba 10 % nižší obsah bílkovin než ekologická varianta.

## **VÝŠKA**

Podle Piorra a Köpkeho se do ekologického způsobu pěstování hodí přednostně vzrůstné typy odrůd. S tímto doporučením se shodují také další autoři Petr a Škeřík (1997) a také Oberfoster a Kögelberger (1996).

Nejnižší výška rostlin v našem pokuse byla 80 cm. Dle doporučených deskriptorů k programu Ecobreed je výška 80 cm hodnocena jako střední. Všechny odrůdy dosahují výšky od 80 do 100 cm, jsou tedy dle tohoto hodnocení zařazeny jako střední až středně vysoké. Jen odrůda Stupická Bastard dosahuje výšky v průměru 128 cm a je tedy hodnocena jako vysoká až velmi vysoká.

Konvalina et al. (2014) Ve svém pokuse naměřili výšku 93,7 cm u konvenčně pěstovaných odrůd a u ekologického režimu 82,9 cm. Naše výsledky jsou s tímto pokusem v rozporu a výsledky byly zcela opačné.

## **OBJEMOVÁ HMOTNOST**

Objemová hmotnost je jedním z nejvýznamnějších ukazatelů jakosti zrna. Je to ukazatel mlynářské jakosti a je spojen s výtěžností mouky. Je závislý na ročníku, pěstitelských podmínkách, zdravotním stavu i odrůdě. Spolu s dalšími ukazateli kvality zrna, podle kterého se určuje zařazení odrůdy do jakostních skupin (Zimolka, 2005).

Zde měla konvenční ozimá pšenice o 6, respektive 4,5 procenta v nejintenzivnější variantě vyšší objemovou hmotnost. U jarních pšeníc byla objemová hmotnost u všech způsobů pěstování takřka totožná.

## **OBJEM CHLEBA**

V průběhu let měla typová interakce významný vliv na objem chleba. U jarních pšeníc byl vliv ročníku nízký a vliv genotypu byl minimální (Koppel, R., Ingver, 2008). Johansson et al. (2005) vyzkoumali, že korelace mezi obsahem N-látek a objemem chleba není u jarních pšeníc signifikantní a vykazuje značné rozdíly v množství proteinu.

Objem chleba byl u ekologické a konvenční varianty jarní a ozimé pšenice velmi podobný, u jarní pšenice pouze výrazněji zaostala intenzivní varianta ošetření, kde takto ošetřené pšenice výrazně propadly oproti ekologické variantě.

## **SDS**

Dle doporučeného hodnocení vydaného k programu Ecobreed jsou hodnoty SDS testu 46-60 ml zařazeny jako dobré a nad 60 ml, jako velmi dobré. Nejnižší z námi naměřených hodnot byla hodnota SDS testu u odrůdy SG-S1004-18 53 ml. I tato hodnota je programem Ecobreed hodnocena jako dobrá. Odrůda Stupická Bastard měla v průměru 61 ml, kromě této odrůdy byly všechny ostatní vysoko nad 60 ml a mohou být tedy také hodnoceny jako velmi dobré. Průměr ozimých pšeníc v ekologickém režimu byl 78 ml a jarních 86, je tedy hodnocen jako velmi dobrý.

## **FALLING NUMBER – ČÍSLO PÁDU**

Číslo pádu je parametr, který je z větší části ovlivňován vlivy ročníku a prostředím (Taghouti et al., 2010).

Šíp (2013) ve svém pokuse dokazuje, že oproti ostatním kvalitativním parametrům, číslo pádu a objemová hmotnost na zvýšení intenzity pěstování neměli průkaznou reakci.

Podle Cauvain (2012) znamenají moc nízké hodnoty čísla pádu vysoký stupeň poškození škrobu, to je indikace toho, že vlastnosti škrobu činí mouku příliš slabou k pekařským účelům.

V našem pokusu bylo u všech odrůd číslo pádu dostatečně vysoké, až moc vysoké. Číslo pádu, je možno upravovat mícháním mouky, nebo přidáváním enzymatických aditiv.

## **VÝNOS X BÍLKOVINY**

Chung et al. (2003) naměřili negativní korelaci mezi výnosem a obsahem bílkovin u jarní i ozimé pšenice, ale pozitivní korelaci mezi výnosem a objemovou hmotností u jarní i ozimé pšenice. První zmíněné bylo potvrzeno v kapitole **5.1 Výnos**, konkrétně v **Grafu 3 a 4**.

## **BÍLKOVINY X OBJEM CHLEBA**

Výzkum ukázal, že existuje velká pozitivní korelace mezi obsahem bílkovin a objemem chleba a že pekařská kvalita u jarní pšenice přímo souvisí s obsahem proteinu a mokrého lepku (Hanell et al., 2004). V jiné studii byl průměrný obsah bílkovin v zrně jarní pšenice vyšší než u ozimé. Korelace mezi obsahem proteinu a lepku byla pozitivní pro oba typy pšeníc, ale silnější

pro jarní pšenici. Vliv teploty a množství srážek na množství proteinu je znatelnější u jarní pšenice; naopak vliv prostředí byl vyšší pro odrůdy ozimé pšenice (Koppel, R., Ingver, 2008).

Jiné výzkumy ukázaly, že existuje silná pozitivní korelace mezi obsahem bílkovin a objemem chleba a že pekařská kvalita jarních pšenic je přímo závislá na obsahu bílkovin a obsahu mokrého lepku (Hanell et al., 2004). Variace v objemu chleba jsou výsledkem hlavně kvantitativních účinků lepkových proteinů (Chung et al., 2003).

Podle Peterson et al. (1997) u mnoha pekařských parametrů byla variabilita přisuzována více vlivům životního prostředí, než u genotypů zimních pšenic a korelace protiových složek s parametry pečení byla obecně nízká. Objem chleba byl více ovlivněn obsahem lepku než celkovým obsahem proteinu. Koppel, R., Ingver, (2008) uvádějí, že ozimé pšenice mají více pozitivní korelaci objemu chleba s obsahem proteinu a obsahem mokrého lepku. Překvapivě v jejich výsledcích nebyla u jarních pšenic nalezena korelace mezi objemem chleba, obsahem bílkovin a lepku.

Studie, zkoumající vybrané parametry čtrnácti jarních a patnácti ozimých pšenic v průběhu let 2004–2007, indikovala, že ozimé pšenice mají vyšší výnosový potenciál a větší zrna. Naproti tomu kvalitativní data byla lepší u odrůd jarní pšenice: vyšší objemová hmotnost, obsah N-látek i mokrého lepku. Ale nebyly potvrzeny signifikantní rozdíly mezi gluten indexem a číslem poklesu u těchto dvou zkoumaných typů pšenic. Ačkoliv objem chleba byl vyšší u jarních pšenic, rozdíl nebyl významný – significant. Stabilita těsta byla také lepší u jarních pšenic.

Pozitivní vliv mezi obsahem bílkovinami a objemem chleba je poté popsán v kapitole **5.2 Bílkoviny** a znázorněn na **Grafu 11** a **12**.

## **OBJEM CHLEBA X OBJEMOVÁ HMOTNOST**

Objemová hmotnost negativně koreluje s objemem chleba u pšenice jarní i ozimé. Tato negativní korelace objemové hmotnosti a objemu chleba byla potvrzena v kapitole **5.5 Objemová hmotnost** na **Grafu 25** a **26**.

## 7. Závěr

Pro experimentální část práce, jejímž cílem bylo zhodnocení a porovnání vybraných produkčních a kvalitativních parametrů u souboru 27 odrůd pšenice ozimé a jarní v rámci přesných polních maloparcelkových pokusů.

Rozdíly v agroekologických podmínkách pokusu nebyly určující, protože lokalita pokusné stanice Selgen a.s. ve Stupicích a České Zemědělské univerzity Praze-Uhřetěvesi se nachází poblíž sebe. Proto se dají předpokládat, že podmínky počasí a teplot byly totožné. Spíše jsme se zaměřili na rozdíly ve způsobu pěstování.

- Ozimá pšenice měla obecně vyšší výnosy. Také se zde velmi projevil vliv ošetření, kde konvenční způsob pěstování měl u ozimých pšenic o 66,4 % vyšší výnos, než ekologická varianta a intenzivní varianta ošetření měla dokonce o 76,33 % vyšší výnos než varianta ekologická. U jarních pšenic byl tento trend velmi podobný. Konvenční varianta byla o 40,05 % lepší než ekologická a varianta s intenzivním ošetřením dokonce o 80,83 % lepší než varianta ekologická.  
Odrůda s nejvyšším výnosem byla prokazatelně ozimá odrůda PIRUETA, která v průměru dosáhla výnosu 12,1 t/ha. Z jarních odrůd byla měla prokazatelně nejvyšší výnos novošlechtěná odrůda SG-S1483-16 s výnosem 9,03 t/ha.
- Co se týče obsahu bílkovin, nejlepší odrůdy byly ozimá STUPICKÁ BASTARD a jarní ZENON, které obě dosáhly obsahu 16,08 % a byly tak prokazatelně nejlepší. Dle Tukeye obdržely obě odrůdy písmeno A. Odrůda ZENON dosáhla dokonce výsledku 17,6 % v ekologické variantě, což bylo absolutní maximum pro obsah bílkovin. U ozimých odrůd byla STUPICKÁ BASTARD výrazně odskočena, ostatní odrůdy se nedostaly přes hodnotu obsahu bílkovin 15 %. U jarních odrůd dosáhly vysokých výsledků také odrůdy SALUDO (15,89 %) a HYSTRIX (15,44 %).
- Všechny odrůdy přesahují minimální stanovenou hodnotu SDS pro pekárenské zpracování, ovšem novošlechtěná ozimá odrůda SG-S1004-18 tuto hodnotu překračuje jen těsně, proto bych ji k tomuto zpracování nedoporučila. Naopak existují jarní i ozimé odrůdy, které tuto minimální hodnotu překračují o mnoho procent. Za zmínku stojí jarní odrůda ZENON s prokazatelně nejvyšším průměrným sedimentačním indexem 90 ml, nebo ozimá odrůda PENELOPE s prokazatelně nejvyšší průměrnou hodnotou 89 ml. Obě odrůdy byly ve skupině A dle Tukeye.
- Ozimé odrůdy mají obecně vyšší objemovou hmotnost než odrůdy jarní. Tato skutečnost se ovšem nepromítla ve výsledcích mé práce. Výsledky objemové hmotnosti byly u ozimých i jarních odrůd velmi podobné, navíc jarní ekologická varianta měla lepší výsledky než totožná varianta ozimá. Prokazatelně nejlepší ozimá odrůda byla ANNIE, která dosáhla průměrné objemové hmotnosti 80,13 kg/hl. U jarních odrůd měla

prokazatelně nejvyšší objemovou hmotnost odrůda ALICIA s průměrnou hodnotou 82,47 kg/hl. Lepšího výsledku, než ozimá ANNIE dosáhla také jarní odrůda HYSTRIX s průměrnou hodnotou 80,54 kg/hl.

- Jelikož u čísla poklesu není dobrá příliš nízká ani moc vysoká hodnota, může tedy být řečeno, že pro výrobu těsta jsou nejvhodnější pouze ozimé odrůdy Stupická bastard (239 s) a KM-72-18 (231 s). Hraniční hodnoty má také jarní odrůda SG-S1153-16 (260 s).
- Nejvyšších hodnot u objemu chleba dosahovaly odrůdy v ekologické variantě pěstování. Byly řádově o několik desítek  $\text{cm}^3/100\text{g}$  lepší než ošetřené varianty. Intenzita ošetření nebyla u ozimé pšenice příliš znát, naopak u jarních pšenic vidíme větší reakci na způsob ošetření. Prokazatelně nejlepší ozimé odrůdy byly odrůdy BUTTERFLY (461,67  $\text{cm}^3/100\text{g}$ ) a KM-78-18 (457,08  $\text{cm}^3/100\text{g}$ ). Prokazatelně nejvyšší objem chleba měla z jarních odrůd odrůda SALUDO s hodnotou 431,67  $\text{cm}^3/100\text{g}$ .

### **Hypotézy**

*Hypotéza jedna byla potvrzena částečně.* Ze zjištěných výsledků je možno vidět, že z hlediska výnosu ukazují pšenice ozimé lepší výsledek. U obsahu proteinu byly lepší ekologicky pěstované odrůdy. Podobně tomu bylo i u objemu chleba – Rapid mix testu.

*Hypotéza dvě byla potvrzena.* Odrůdy jarních pšenic mohou být svými kvalitativními parametry srovnatelné s odrůdami pšenic ozimých. Téměř u všech parametrů, kde dominoval jeden, nebo druhý typ pšenice bylo možno pozorovat, že se jeden či více opačných typů ukázal jako stejně dobře využitelný. To potvrzuje naši hypotézu, že jarní pšenice není pouze slabou náhradou za porosty ozimých pšenic, které nezvládly přezimovat, ale může svojí kvalitou konkurovat odrůdám ozimým.

## 9. Literatura

Zdroje Mendeley:

- Ames, N. P., Clarke, J. M., Dexter, J. E., Woods, S. M., Selles, F., & Marchylo, B. (2003). Effects of nitrogen fertilizer on protein quantity and gluten strength parameters in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) cultivars of variable gluten strength. *Cereal Chemistry*, 80(2). <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.2.203>
- Amiour, N., Jahier, J., Tanguy, A. M., Chiron, H., & Branlard, G. (2002). Effect of 1R (1 A), 1R (1 B) and 1R(1D) substitution on technological value of bread wheat. *Journal of Cereal Science*, 35(2). <https://doi.org/10.1006/jcrs.2001.0405>
- Annett, L. E., Spaner, D., & Wismer, W. v. (2007). Sensory profiles of bread made from paired samples of organic and conventionally grown wheat grain. *Journal of Food Science*, 72(4). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00331.x>
- Argandoña, V. H., Niemeyer, H. M., & Corcuera, L. J. (1981). Effect of content and distribution of hydroxamic acids in wheat on infestation by the aphid *Schizaphis graminum*. *Phytochemistry*, 20(4). [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85154-0](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85154-0)
- Asif, M., Iqbal, M., Randhawa, H., & Spaner, D. (2014). Managing and Breeding Wheat for Organic Systems: Enhancing Competitiveness Against Weeds. *Managing and Breeding Wheat for Organic Systems, SpringerBriefs in Agriculture*.
- Belz, R. G. (2007). Allelopathy in crop/weed interactions-An update. In *Pest Management Science* (Vol. 63, Issue 4). <https://doi.org/10.1002/ps.1320>
- Bertholdsson, N. O. (2005). Early vigour and allelopathy-Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research*, 45(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00442.x>
- Bertholdsson, N. O. (2011). Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Weed Research*, 51(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00844.x>
- Bertholdsson, N. O., Andersson, S. C., & Merker, A. (2012). Allelopathic potential of *Triticum* spp., *Secale* spp. and *Triticosecale* spp. and use of chromosome substitutions and translocations to improve weed suppression ability in winter wheat. *Plant Breeding*, 131(1). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2011.01895.x>
- Blum, U., Wentworth, T. R., Klein, K., Worsham, A. D., King, L. D., Gerig, T. M., & Lyu, S. W. (1991). Phenolic acid content of soils from wheat-no till, wheat-conventional till, and fallow-conventional till soybean cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, 17(6). <https://doi.org/10.1007/BF01402933>
- Bradshaw, J. (2007). *Breeding Field Crops*. Fifth edition. By D. A. Sleper and J. M. Poehlman. Oxford: Blackwell Publishing (2006), pp. 424, £46.00. ISBN 1-56022-278-6. *Experimental Agriculture*, 43(4). <https://doi.org/10.1017/s001447970700539x>
- Branlard, G., Dardevet, M., Saccomano, R., Lagoutte, F., & Gourdon, J. (2001). Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica*, 119(1–2). <https://doi.org/10.1023/A:1017586220359>
- Bredariol, P., Spatti, M., & Vanin, F. M. (2019). Different baking conditions may produce breads with similar physical qualities but unique starch gelatinization behaviour. *LWT*, 111. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.094>
- Burgos, N. R., Talbert, R. E., & Mattice, J. D. (1999). Cultivar and age differences in the production of allelochemicals by *Secale cereale*. *Weed Science*, 47(5). <https://doi.org/10.1017/s0043174500092146>
- Carlsen, S. C. K., Kudsk, P., Laursen, B., Mathiassen, S. K., Mortensen, A. G., & Fomsgaard, I. S. (2009). Allelochemicals in rye (*Secale cereale* L.): Cultivar and tissue differences in

- the production of benzoxazinoids and phenolic acids. *Natural Product Communications*, 4(2). <https://doi.org/10.1177/1934578x0900400206>
- Cauvain, S., & Cauvain, S. (2015). Principles of Dough Formation. In *Technology of Breadmaking*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14687-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14687-4_11)
- Cauvain, S. P. (2003). Bread making: Improving quality. In *Bread Making: Improving Quality*. <https://doi.org/10.1533/9781855737129>
- Cauvain, S. P. (2012). Breadmaking: Improving quality, Second Edition. In *Breadmaking: Improving quality, Second Edition*. <https://doi.org/10.1533/9780857095695>
- Cauvain, S. P., & Young, L. S. (2007). Technology of breadmaking. In *Technology of Breadmaking*. <https://doi.org/10.1007/0-387-38565-7>
- Chung, O. K., Ohm, J. B., Lookhart, G. L., & Bruns, R. F. (2003). Quality characteristics of hard winter and spring wheats grown under an over-wintering condition. *Journal of Cereal Science*, 37(1). <https://doi.org/10.1006/jcrs.2002.0484>
- Clarke, C. I., & Arendt, E. K. (2005). A Review of the Application of Sourdough Technology to Wheat Breads. *Advances in Food and Nutrition Research*, 49. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(05\)49004-X](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(05)49004-X)
- Costell, E. (2002). A comparison of sensory methods in quality control. *Food Quality and Preference*, 13(6). [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00020-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00020-4)
- Cowger, C., & Murphy, J. P. (2007 a). Artificial inoculation of wheat for selecting resistance to *Stagonospora nodorum* blotch. *Plant Disease*, 91(5). <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-5-0539>
- Cowger, C., & Murphy, J. P. (2007 b). Artificial inoculation of wheat for selecting resistance to *Stagonospora nodorum* blotch. *Plant Disease*, 91(5). <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-5-0539>
- de Vita, P., Mastrangelo, A. M., Codianni, P., & Fornara, M. (2007). Bio-agronomic Evaluation of Old and Modern Wheat, Spelt and Emmer Genotypes for Low-input Farming in Mediterranean Environment. *Italian Journal of Agronomy*, 2(3). <https://doi.org/10.4081/ija.2007.291>
- Dvorak, J., Luo, M. C., Yang, Z. L., & Zhang, H. B. (1998). The structure of the *Aegilops tauschii* gene pool and the evolution of hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(4). <https://doi.org/10.1007/s001220050942>
- Dyck, J. A., Matus-Cádiz, M. A., Hucl, P., Talbert, L., Hunt, T., Dubuc, J. P., Nass, H., Clayton, G., Dobb, J., & Quick, J. (2004). Agronomie performance of hard red spring wheat isolines sensitive and insensitive to photoperiod. *Crop Science*, 44(6). <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1976>
- Faměra, O., Mayerová, M., Burešová, I., Kouřimská, L., & Prášilová, M. (2015). Influence of selected factors on the content and properties of starch in the grain of non-food wheat. *Plant, Soil and Environment*, 61(6). <https://doi.org/10.17221/13/2015-PSE>
- Feiz, L., Martin, J. M., & Giroux, M. J. (2009). Creation and functional analysis of new Puroindoline alleles in *Triticum aestivum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 118(2). <https://doi.org/10.1007/s00122-008-0893-1>
- Feldman, M., & Levy, A. A. (2015). Origin and evolution of wheat and related triticeae species. In *Alien Introgression in Wheat: Cytogenetics, Molecular Biology, and Genomics*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-23494-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23494-6_2)
- Fowler, D. B., Brydon, J., Darroch, B. A., Entz, M. H., & Johnston, A. M. (1990). Environment and Genotype Influence on Grain Protein Concentration of Wheat and Rye. *Agronomy Journal*, 82(4). <https://doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200040002x>
- Gooding, M. J., Cannon, N. D., Thompson, A. J., & Davies, W. P. (1999). Quality and Value of Organic Grain from Contrasting Breadmaking Wheat Varieties and Near Isogenic

- Lines Differing in Dwarfing Genes. *Biological Agriculture and Horticulture*, 16(4).  
<https://doi.org/10.1080/01448765.1999.9755237>
- Gororo, N. N., Flood, R. G., Eastwood, R. F., & Eagles, H. A. (2001). Photoperiod and vernalization responses in *Triticum turgidum* x *T. tauschii* Synthetic hexaploid wheats. *Annals of Botany*, 88(5). <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1531>
- Grausgruber, H., Oberforster, M., Werteker, M., Ruckebauer, P., & Vollmann, J. (2000). Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. *Field Crops Research*, 66(3). [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00079-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00079-4)
- Gupta, P. K., Kulwal, P. L., & Rustgi, S. (2005). Wheat cytogenetics in the genomics era and its relevance to breeding. *Cytogenetic and Genome Research*, 109(1–3). <https://doi.org/10.1159/000082415>
- Gupta, R. B., Khan, K., & Macritchie, F. (1993). Biochemical basis of flour properties in bread wheats. i. effects of variation in the quantity and size distribution of polymeric protein. *Journal of Cereal Science*, 18(1). <https://doi.org/10.1006/jcrs.1993.1031>
- Hancock, J. F. (2012). Plant evolution and the origin of crop species: Third edition. In *Plant Evolution and the Origin of Crop Species: Third Edition*.
- Hanell, U., L-Baekström, G., & Svensson, G. (2004). Quality studies on wheat grown in different cropping systems: A holistic perspective. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 54(4). <https://doi.org/10.1080/09064710410030302>
- Hockett, E. A. (2000). Handbook of cereal science and technology. In *Handbook of Cereal Science and Technology*.
- Horvat, D., Drezner, G., Magdić, D., Šimic, G., Dvojkovic, K., & Lukinac, J. (2009). Effect of an oxidizing improver on dough rheological properties and bread crumb structure in winter wheat cultivars (*Triticum Aestivum* L.) with different gluten strength. *Romanian Agricultural Research*, 26.
- Johansson, E., Prieto-Linde, M.-L., Kuktaite, R., Andersson, A., Jönsson, J. Ö., & Svensson, G. (2005). BREEDING FOR IMPROVED STABILITY IN BREAD-MAKING QUALITY. In *Using Cereal Science and Technology for the Benefit of Consumers*. <https://doi.org/10.1533/9781845690632.2.44>
- Kato, K., & Wada, T. (1999). Genetic analysis and selection experiment for narrow-sense earliness in wheat by using segregating hybrid progenies. *Breeding Science*, 49(4). <https://doi.org/10.1270/jsbbs.49.233>
- Khan, K., & Shrewry, P. R. (2009). Wheat: Chemistry and Technology: Fourth Edition. In *Wheat: Chemistry and Technology: Fourth Edition*. Elsevier Inc.
- Kieffer, R., Belitz, H. D., Zweier, M., Ipfelkofer, R., & Fischbeck, G. (1993). Der Rapid-Mix-Test als 10 g-Mikrobackversuch. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung*, 197(2). <https://doi.org/10.1007/BF01260309>
- Knott, C. A., van Sanford, D. A., & Souza, E. J. (2009). Genetic variation and the effectiveness of early-generation selection for soft winter wheat quality and gluten strength. *Crop Science*, 49(1). <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.05.0290>
- Koppel, R., Ingver, A. (2008). a Comparison of the Yield and Quality Traits of Winter and Spring Wheat. *Latvian Journal of Agronomy*, 11(11).
- Košner, J., & Pánková, K. (1998). The detection of allelic variants at the recessive *vrn* loci of winter wheat. *Euphytica*, 101(1). <https://doi.org/10.1023/A:1018394222868>
- Law, C. N., & Worland, A. J. (1997). Genetic analysis of some flowering time and adaptive traits in wheat. *New Phytologist*, 137(1). <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00814.x>
- Law, C. N., Worland, A. J., & Giorgi, B. (1976). The genetic control of ear-emergence time by chromosomes 5 A and 5D of wheat. *Heredity*, 36(1). <https://doi.org/10.1038/hdy.1976.5>



- L-Baekström, G., Hanell, U., & Svensson, G. (2004). Baking quality of winter wheat grown in different cultivating systems, 1992-2001: A holistic approach. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24(1). [https://doi.org/10.1300/J064v24n01\\_06](https://doi.org/10.1300/J064v24n01_06)
- Lovett, J. v., & Weerakoon, W. L. (1983). Weed characteristics of the labiate, with special reference to allelopathy. *Biological Agriculture and Horticulture*, 1(2). <https://doi.org/10.1080/01448765.1983.9754388>
- Mäder, P., Hahn, D., Dubois, D., Gunst, L., Alföldi, T., Bergmann, H., Oehme, M., Amadò, R., Schneider, H., Graf, U., Velimirov, A., Fließbach, A., & Niggli, U. (2007). Wheat quality in organic and conventional farming: Results of a 21 year field experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(10). <https://doi.org/10.1002/jsfa.2866>
- Mason, H., Navabi, A., Frick, B., O'Donovan, J., Niziol, D., & Spaner, D. (2007). Does growing Canadian Western Hard Red Spring wheat under organic management alter its breadmaking quality? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(3). <https://doi.org/10.1017/S1742170507001688>
- Mazzoncini, M., Belloni, P., Risaliti, R., An, & Tichi, D. (2007). Organic Vs Conventional Winter Wheat Quality and Organoleptic Bread Test. *3rd QLIF Congress, Hohenheim*.
- Morris, C. F. (2002). Puroindolines: The molecular genetic basis of wheat grain hardness. *Plant Molecular Biology*, 48(5-6). <https://doi.org/10.1023/A:1014837431178>
- Mou Beiquan, Kronstad, W. E., & Saulescu, N. N. (1994). Grain filling parameters and protein content in selected winter wheat populations: II. Associations. *Crop Science*, 34(4). <https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183x003400040004x>
- Neacșu, A., Șerban, G., Tuță, C., & Toncea, I. (2010). Baking quality of wheat cultivars, grown in organic, conventional and low input agricultural systems. *Romanian Agricultural Research*, 27.
- Ohm, J. B., Chung, O. K., & Deyoe, C. W. (1998). Single-Kernel characteristics of hard winter wheats in relation to milling and baking quality. *Cereal Chemistry*, 75(1). <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1998.75.1.156>
- Pareyt, B., Finnie, S. M., Putseys, J. A., & Delcour, J. A. (2011). Lipids in bread making: Sources, interactions, and impact on bread quality. In *Journal of Cereal Science* (Vol. 54, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.08.011>
- Patel, B. K., Waniska, R. D., & Seetharaman, K. (2005). Impact of different baking processes on bread firmness and starch properties in breadcrumb. *Journal of Cereal Science*, 42(2). <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.04.007>
- Peng, J. H., Sun, D., & Nevo, E. (2011). Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. In *Molecular Breeding* (Vol. 28, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s11032-011-9608-4>
- Peterson, C. J., Graybosch, R. A., Shelton, D. R., & Baenziger, P. S. (1997). *Baking quality of hard winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great Plains*. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-4896-2\\_30](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4896-2_30)
- Petr, J., Capouchová, I., & Marešová, D. (2001). The effect of variety and site of cultivation on the content of starch in wheat. *Rostlinna Vyroba*, 47(10).
- Poudel, R., Finnie, S., & Rose, D. J. (2019). Effects of wheat kernel germination time and drying temperature on compositional and end-use properties of the resulting whole wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.01.004>
- Preston, K. R., Hucl, P., Townley-Smith, T. F., Dexter, J. E., Williams, P. C., & Stevenson, S. G. (2001). Effects of cultivar and environment on farinograph and Canadian short process mixing properties of Canada Western Red Spring Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(3). <https://doi.org/10.4141/P00-137>

- Příkopa, M., Richter, R., Zimolka, J., & Cerkal, R. (2005). The influence of the year, fore-crops and fertilisation on yield and content of crude protein in spring barley. *Plant, Soil and Environment*, 51(3). <https://doi.org/10.17221/3567-pse>
- Reid, T. A., Yang, R. C., Salmon, D. F., & Spaner, D. (2009). Should spring wheat breeding for organically managed systems be conducted on organically managed land? *Euphytica*, 169(2). <https://doi.org/10.1007/s10681-009-9949-9>
- Ryan, M. H., Derrick, J. W., & Dann, P. R. (2004). Grain mineral concentrations and yield of wheat grown under organic and conventional management. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(3). <https://doi.org/10.1002/jsfa.1634>
- Sedláček, T., & Horčíčka, P. (2011). Development of a small-scale variant of the rapid mix test experimental bread baking. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47(3). <https://doi.org/10.17221/47/2011-cjgpb>
- Shewry, P. (2012). The World Wheat Book, Volume 2. A History of Wheat Breeding. *Journal of Cereal Science*, 55(1). <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.10.001>
- Shewry, P. R., & Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: Structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370). <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.947>
- Simmonds, N. W., & Arthur, A. E. (2003). CROP IMPROVEMENT | Plant Breeding, Principles. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227050-9/00162-9>
- Šíp, V., Škorpík, M., Chrpová, J., Šottníková, V., & Bártová, Š. (2000). Effect of cultivar and cultural practices on grain yield and bread-making quality of winter wheat. *Rostlinna Vyroba*, 46(4).
- Stelmakh, A. F. (1992). Genetic effects of Vrn genes on heading date and agronomic traits in bread wheat. *Euphytica*, 65(1). <https://doi.org/10.1007/BF00022199>
- Stelmakh, A. F. (1998). Genetic systems regulating flowering response in wheat. *Euphytica*, 100(1–3). <https://doi.org/10.1023/a:1018374116006>
- Tautges, N. E., Burke, I. C., Borrelli, K., & Fuerst, E. P. (2017). Competitive ability of rotational crops with weeds in dryland organic wheat production systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(1). <https://doi.org/10.1017/S1742170516000028>
- Terman, G. L. (1979). Yields and Protein Content of Wheat Grain as Affected by Cultivar, N, and Environmental Growth Factors 1. *Agronomy Journal*, 71(3). <https://doi.org/10.2134/agronj1979.00021962007100030014x>
- Terman, G. L., Ramig, R. E., Dreier, A. F., & Olson, R. A. (1969). Yield-Protein Relationships in Wheat Grain, as Affected by Nitrogen and Water 1. *Agronomy Journal*, 61(5). <https://doi.org/10.2134/agronj1969.00021962006100050031x>
- Tian, J., Chen, J., Chen, G., Wu, P., Zhang, H., & Zhao, Y. (2015). Genetic Analyses of Wheat and Molecular Marker-Assisted Breeding, Volume 2. In *Genetic Analyses of Wheat and Molecular Marker-Assisted Breeding, Volume 2*. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7447-5>
- Triboi, E., Abad, A., Michelena, A., Lloveras, J., Ollier, J. L., & Daniel, C. (2000). Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. Quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy*, 13(1). [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00059-9)
- Tronsmo, K. M., Færgestad, E. M., Schofield, J. D., & Magnus, E. M. (2003). Wheat protein quality in relation to baking performance evaluated by the Chorleywood bread process and a hearth bread baking test. *Journal of Cereal Science*, 38(2). [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(03\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00027-4)

- van Bueren, E. T. L., & Struik, P. C. (2004). The consequences of the concept of naturalness for organic plant breeding and propagation. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 52(1). [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(04\)80031-9](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(04)80031-9)
- Wanjugi, H. W., Hogg, A. C., Martin, J. M., & Giroux, M. J. (2007). The role of puroindoline A and B individually and in combination on grain hardness and starch association. *Crop Science*, 47(1). <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.05.0310>
- Worthington, M., & Reberg-Horton, C. (2013). Breeding Cereal Crops for Enhanced Weed Suppression: Optimizing Allelopathy and Competitive Ability. *Journal of Chemical Ecology*, 39(2). <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0247-6>
- Wu, H., Haig, T., Pratley, J., Lemerle, D., & An, M. (1999). Simultaneous determination of phenolic acids and 2,4-dihydroxy-7methoxy-1,4benzoxazin-3one in wheat (*Triticum aestivum* L.) by gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 864(2). [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)01034-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(99)01034-1)
- Zhao, L., Zhang, K. P., Liu, B., Deng, Z. ying, Qu, H. L., & Tian, J. C. (2010). A comparison of grain protein content QTLs and flour protein content QTLs across environments in cultivated wheat. *Euphytica*, 174(3). <https://doi.org/10.1007/s10681-009-0109-z>
- Zrcková, M., Capouchová, I., Paznocht, L., Eliášová, M., Dvořák, P., Konvalina, P., Janovská, D., Orsák, M., & Bečková, L. (2019). Variation of the total content of polyphenols and phenolic acids in einkorn, emmer, spelt and common wheat grain as a function of genotype, wheat species and crop year. *Plant, Soil and Environment*, 65(5). <https://doi.org/10.17221/134/2019-PSE>

#### Zdroje mimo Mendeley:

- Annett, L. E., Spaner, D., & Wismer, W. v. (2007). Sensory profiles of bread made from paired samples of organic and conventionally grown wheat grain. *Journal of Food Science*, 72(4). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00331.x>
- Argandoña, V. H., Niemeyer, H. M., & Corcuera, L. J. (1981). Effect of content and distribution of hydroxamic acids in wheat on infestation by the aphid *Schizaphis graminum*. *Phytochemistry*, 20(4). [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85154-0](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85154-0)
- Asif, M., Iqbal, M., Randhawa, H., & Spaner, D. (2014). Managing and Breeding Wheat for Organic Systems: Enhancing Competitiveness Against Weeds. *Managing and Breeding Wheat for Organic Systems, SpringerBriefs in Agriculture*.
- Belz, R. G. (2007). Allelopathy in crop/weed interactions-An update. In *Pest Management Science* (Vol. 63, Issue 4). <https://doi.org/10.1002/ps.1320>
- Bertholdsson, N. O. (2005). Early vigour and allelopathy-Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research*, 45(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00442.x>
- Bertholdsson, Nils Ove, Andersson, S. C., & Merker, A. (2012). Allelopathic potential of *Triticum* spp., *Secale* spp. and *Triticosecale* spp. and use of chromosome substitutions and translocations to improve weed suppression ability in winter wheat. *Plant Breeding*, 131(1). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2011.01895.x>
- Bertholdsson, Nils Ove. (2011). Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Weed Research*, 51(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00844.x>
- Bicanová E. 2009. Vztah struktury porostu ozimé pšenice v ekologickém způsobu pěstování k produkčním procesům porostu a ke kvalitě zrna [Ph.D. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.

- Bláha L, Stehno Z, Konvalina P, Capouchová I, Janovská D, Káš M. 2013. Testování vlivu biopreparátů na jarní pšenici. *Úroda* 8: 21–23
- Blum, U., Wentworth, T. R., Klein, K., Worsham, A. D., King, L. D., Gerig, T. M., & Lyu, S. W. (1991). Phenolic acid content of soils from wheat-no till, wheat-conventional till, and fallow-conventional till soybean cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, 17(6). <https://doi.org/10.1007/BF01402933>
- Bradshaw, J. (2007). *Breeding Field Crops*. Fifth edition. By D. A. Sleper and J. M. Poehlman. Oxford: Blackwell Publishing (2006), pp. 424, £46.00. ISBN 1-56022-278-6. *Experimental Agriculture*, 43(4). <https://doi.org/10.1017/s001447970700539x>
- Brümmer, J.M. 1997. Einfluss von Extensivierungsmaßnahmen auf die Verarbeitungseigenschaften von Brotgetreide in Deutschland. DGQ (Pflanzliche Nahrungsmittel) 32. Vortragstagung. Wadenswill, p. 311-320
- Burešová I., Palík S., Sedláčková I., 2003: Hodnocení kvality pšenice a žita 2001, 2002, odhad 2003 [online]. Qualima 2003 Hradec Králové. Dostupné z: <http://www.vukrom.cz>
- Burgos, N. R., Talbert, R. E., & Mattice, J. D. (1999). Cultivar and age differences in the production of allelochemicals by *Secale cereale*. *Weed Science*, 47(5). <https://doi.org/10.1017/s0043174500092146>
- Capouchová I, Konvalina P. 2014. Pšenice setá. Pages 1-30 In Konvalina P (ed.). *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství*. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice
- Capouchová, I. (2003): Vliv odrůdy a agroekologických faktorů na škrobárenskou a pečivárenskou jakost ozimé pšenice. Habilitační práce, ČZU Praha, 195 s.
- Capouchová, I., Petr, J., Marešová, D. (2002): The effect of variety and intensity of cultivation on the exploitation of wheat for production of starch and gluten. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 3(2): 41-49.
- Carlsen, S. C. K., Kudsk, P., Laursen, B., Mathiassen, S. K., Mortensen, A. G., & Fomsgaard, I. S. (2009). Allelochemicals in rye (*Secale cereale* L.): Cultivar and tissue differences in the production of benzoxazinoids and phenolic acids. *Natural Product Communications*, 4(2). <https://doi.org/10.1177/1934578x0900400206>
- Cauvain, S. P. (2003). Bread making: Improving quality. In *Bread Making: Improving Quality*. <https://doi.org/10.1533/9781855737129>
- Cauvain, S., & Cauvain, S. (2015). Principles of Dough Formation. In *Technology of Breadmaking*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14687-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14687-4_11)
- Cauvain, Stanley P., & Young, L. S. (2007). Technology of breadmaking. In *Technology of Breadmaking*. <https://doi.org/10.1007/0-387-38565-7>
- Costell, E. (2002). A comparison of sensory methods in quality control. *Food Quality and Preference*, 13(6). [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00020-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00020-4)
- Cowger, C., & Murphy, J. P. (2007). Artificial inoculation of wheat for selecting resistance to *Stagonospora nodorum* blotch. *Plant Disease*, 91(5). <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-5-0539>
- De Vita P, Mastrangelo AM, Codianni P et Fornara M. 2007. Bio-agronomic Evaluation of Old and Modern Wheat, Spelt and Emmer Genotypes for Low-input Farming in Mediterranean Environment. *Italian Journal of Agronomy* 2(3):291-302. DOI: 10.4081/ija.2007.291
- Diviš, J. a kol. (2010): *Pěstování rostlin*, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN: 978-80-7394-216-8, 260 s.
- Dvorak, J., Luo, M. C., Yang, Z. L., & Zhang, H. B. (1998). The structure of the *Aegilops tauschii* genepool and the evolution of hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(4). <https://doi.org/10.1007/s001220050942>
- Dvořák J, Luo MC, Yang ZL, Zhang HB. (1998): The structure of the *Aegilops tauschii* genepool and the evolution of hexaploid wheat. *Theor Appl Genet* 97:657-670.

- Dvořák J., Di Terlizzi P., Zhang H., Resta P., (1993): The evolution of polyploid wheats: Identification of the A genome donor species.
- Dyck, J. A., Matus-Cádiz, M. A., Hucl, P., Talbert, L., Hunt, T., Dubuc, J. P., Nass, H., Clayton, G., Dobb, J., & Quick, J. (2004). Agronomic performance of hard red spring wheat isolines sensitive and insensitive to photoperiod. *Crop Science*, 44(6). <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1976>
- Ellis, R. (1999). Seed Biology and the Yield of Grain Crops. By D. B. Egli. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL (1998), pp. 178, ISBN 0-85199-241-2. *Experimental Agriculture*, 35(3). <https://doi.org/10.1017/s0014479799273115>
- Faměra, O., Mayerová, M., Burešová, I., Kouřimská, L., & Prášilová, M. (2015). Influence of selected factors on the content and properties of starch in the grain of non-food wheat. *Plant, Soil and Environment*, 61(6). <https://doi.org/10.17221/13/2015-PSE>
- Feiz, L., Martin, J. M., & Giroux, M. J. (2009). Creation and functional analysis of new Puroindoline alleles in *Triticum aestivum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 118(2). <https://doi.org/10.1007/s00122-008-0893-1>
- Feldman, M., & Levy, A. A. (2015). Origin and evolution of wheat and related triticeae species. In *Alien Introgression in Wheat: Cytogenetics, Molecular Biology, and Genomics*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-23494-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23494-6_2)
- Fowler, D. B., Brydon, J., Darroch, B. A., Entz, M. H., & Johnston, A. M. (1990). Environment and Genotype Influence on Grain Protein Concentration of Wheat and Rye. *Agronomy Journal*, 82(4). <https://doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200040002x>
- Gooding, M. J., Cannon, N. D., Thompson, A. J., & Davies, W. P. (1999). Quality and Value of Organic Grain from Contrasting Breadmaking Wheat Varieties and Near Isogenic Lines Differing in Dwarfing Genes. *Biological Agriculture and Horticulture*, 16(4). <https://doi.org/10.1080/01448765.1999.9755237>
- Gororo, N. N., Flood, R. G., Eastwood, R. F., & Eagles, H. A. (2001). Photoperiod and vernalization responses in *Triticum turgidum* x *T. tauschii* Synthetic hexaploid wheats. *Annals of Botany*, 88(5). <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1531>
- Graman J, Čurn V. 1998. Šlechtění rostlin (obecná část). JČU Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Gupta, P. K., Kulwal, P. L., & Rustgi, S. (2005). Wheat cytogenetics in the genomics era and its relevance to breeding. *Cytogenetic and Genome Research*, 109(1–3). <https://doi.org/10.1159/000082415>
- Gupta, R. B., Khan, K., & Macritchie, F. (1993). Biochemical basis of flour properties in bread wheats. i. effects of variation in the quantity and size distribution of polymeric protein. *Journal of Cereal Science*, 18(1). <https://doi.org/10.1006/jcers.1993.1031>
- Hancock, J. F. (2012). Plant evolution and the origin of crop species: Third edition. In *Plant Evolution and the Origin of Crop Species: Third Edition*.
- Hejtmánková K, Lachman J, Hejtmánková A, Pivec V, Janovská D. 2010. Tocols of selected spring wheat (*Triticum aestivum* L.), einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) and wild emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrack]) varieties. *Food Chemistry* 123: 1267–1274
- Horčíčka P, Bížová I, Veškna O, Bláha T, Andělová L, Holubová H, Hanzalová J. 2014. Rukověť pěstitele jarní pšenice. SELGEN a Výzkumné centrum SELTON. Kurent, České Budějovice
- Horvat, D., Drezner, G., Magdić, D., Šimic, G., Dvojkovic, K., & Lukinac, J. (2009). Effect of an oxidizing improver on dough rheological properties and bread crumb structure in winter wheat cultivars (*Triticum Aestivum* L.) with different gluten strength. *Romanian Agricultural Research*, 26.

- Janovská D, Capouchová I, Konvalina P. 2018 a. Využití metody "participatory breeding" ve šlechtění pšenice v ekologickém zemědělství. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně.
- Janovská D, Capouchová I, Konvalina P. 2018 b. Participační šlechtění v ekozemědělství. *Zemědělec* 20: 37.
- Janovská D, Capouchová I. 2014. Možnosti moření obilnin s využitím biologických přípravků. *Úroda* 11: 18-19.
- Janovská D, Hermuth J, Dotlačil L. 2017. Využití genetických zdrojů rostlin – případ pšenice. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně.
- Jurečka, D., Novotný F. (1998): Hodnocení jakosti. Speciální příloha k pěstování a kvalitě pšenice, *Zemědělec*. ISSN: 12111-3816
- Kateřina, I., & Ph, D. (2017). *Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů Katedra rostlinné výroby Pšenice současnosti a minulosti Bakalářská práce Autor práce: Kristýna Dědová Obor studia: Pěstování rostlin.*
- Kato, K., & Wada, T. (1999). Genetic analysis and selection experiment for narrow-sense earliness in wheat by using segregating hybrid progenies. *Breeding Science*, 49(4). <https://doi.org/10.1270/jsbbs.49.233>
- Khan, K., & Shrewry, P. R. (2009). Wheat: Chemistry and Technology: Fourth Edition. In *Wheat: Chemistry and Technology: Fourth Edition*. Elsevier Inc.
- Knott, C. A., van Sanford, D. A., & Souza, E. J. (2009). Genetic variation and the effectiveness of early-generation selection for soft winter wheat quality and gluten strength. *Crop Science*, 49(1). <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.05.0290>
- Konvalina P (ed.). (2014): Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. JU v Č. Budějovicích, České Budějovice. ISBN 978-80-87510-32-2
- Konvalina P et Moudrý J. 2008. Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství. Metodika pro praxi. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. 28 p. ISBN: 978-80-7394-131-4
- Konvalina P, Capouchová I, Janovská D. 2014. Pluchaté pšenice-Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.), Pšenice dvouzrnka [*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.] a Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). Pages 51-92 in Konvalina P, editor. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- Konvalina P, Capouchová I, Janovská D. 2014. Pluchaté pšenice-Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.), Pšenice dvouzrnka [*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.] a Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). Pages 51-92 in Konvalina P, editor. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita, České Budějovice
- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Káš M, Janovská D, Škeříková A, Moudrý J. 2012. Pěstování a využití pšenice dvouzrnky v ekologickém zemědělství. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně.
- Konvalina P, Capouchová I, Stehno Z, Káš M, Janovská D, Škeříková A, Moudrý J. 2012. Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně
- Konvalina P, Moudrý J, Kalinová J, Capouchová I, Stehno Z. 2008 a. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. JU v Č. Budějovicích, České Budějovice. 64 s. ISBN: 978-80-7394-116-1
- Konvalina P, Moudrý J, Moudrý J (Jr.) et Kalinová J. 2007. Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. 1. vyd. Jihočeská univerzita, České Budějovice. ISBN 978-807-3940-317
- Kopáčová O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha
- Koppel, R., Ingver, A. (2008). a Comparison of the Yield and Quality Traits of Winter and Spring Wheat. *Latvian Journal of Agronomy*, 11(11).

- Košner, J., & Pánková, K. (1998). The detection of allelic variants at the recessive vrn loci of winter wheat. *Euphytica*, 101(1). <https://doi.org/10.1023/A:1018394222868>
- Kovaříková D., Netolická V., 2011: Vzdělávací materiál pro předmět Technologická příprava. [online]. [vid. 2016-02-12]. Dostupné z: [www.spspas.cz/esftechnologicka-priprava](http://www.spspas.cz/esftechnologicka-priprava)
- Krejčířová, L., Capouchová, I., Petr J. (2007): Skladba bílkovin a kvalita ozimé pšenice z ekologického a konvenčního způsobu pěstování. Sborník z konference „Ekologické zemědělství“, 73-7
- Lachman J, Miholová D, Pivec V, Jirů K, Janovská D. 2011. Content of phenolic antioxidants and selenium in grain of einkorn (*Triticum monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum*) and spring wheat (*Triticum aestivum*) varieties. *Plant, Soil and Environment* 57: 235–243.
- Lammerts van Bueren ET, Struik PC, Tiemens-Hulscher M, Jacobsen E. 2003. Concepts of increasing value and integrity of plants in organic plant breeding and propagation. *Crop Science* 43: 1922-1929
- Law, C. N., & Worland, A. J. (1997). Genetic analysis of some flowering time and adaptive traits in wheat. *New Phytologist*, 137(1). <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00814.x>
- Law, C. N., Worland, A. J., & Giorgi, B. (1976). The genetic control of ear-emergence time by chromosomes 5A and 5D of wheat. *Heredity*, 36(1). <https://doi.org/10.1038/hdy.1976.5>
- L-Baekström, G., Hanell, U., & Svensson, G. (2004). Baking quality of winter wheat grown in different cultivating systems, 1992-2001: A holistic approach. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24(1). [https://doi.org/10.1300/J064v24n01\\_06](https://doi.org/10.1300/J064v24n01_06)
- Lovett1, J. v., & Weerakoon, W. L. (1983). Weed characteristics of the labiate, with special reference to allelopathy. *Biological Agriculture and Horticulture*, 1(2). <https://doi.org/10.1080/01448765.1983.9754388>
- Mäder, P., Hahn, D., Dubois, D., Gunst, L., Alföldi, T., Bergmann, H., Oehme, M., Amadò, R., Schneider, H., Graf, U., Velimirov, A., Fließbach, A., & Niggli, U. (2007). Wheat quality in organic and conventional farming: Results of a 21 year field experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(10). <https://doi.org/10.1002/jsfa.2866>
- Mason, H., Navabi, A., Frick, B., O'Donovan, J., Niziol, D., & Spaner, D. (2007). Does growing Canadian Western Hard Red Spring wheat under organic management alter its breadmaking quality? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(3). <https://doi.org/10.1017/S1742170507001688>
- Mazzoncini, M., Belloni, P., Risaliti, R., An, & Tichi, D. (2007). Organic Vs Conventional Winter Wheat Quality and Organoleptic Bread Test. *3rd QLIF Congress, Hohenheim*.
- Morris, C. F. (2002). Puroindolines: The molecular genetic basis of wheat grain hardness. *Plant Molecular Biology*, 48(5–6). <https://doi.org/10.1023/A:1014837431178>
- Neacșu, A., Șerban, G., Tuță, C., & Toncea, I. (2010). Baking quality of wheat cultivars, grown in organic, conventional and low input agricultural systems. *Romanian Agricultural Research*, 27.
- Novotný, F. (2009): Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice Část I: Hodnocení z pohledu odrůdového zkušebnictví, ÚKZÚZ Brno.
- Oberfoster, M., Kögelberger, H. (1996): Sorten für Jahrtausendwende bei Getreide. *Informatik*, 1:3-6.
- Peng, J. H., Sun, D., & Nevo, E. (2011). Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. In *Molecular Breeding* (Vol. 28, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s11032-011-9608-4>
- Petr, J. (2001): Pěstování pšenice podle užitkových směrů. *Zemědělské informace. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha*, 40 s. ISBN 80-7271-090-7.
- Petr, J. Pěstování pšenice podle užitkových směrů. *Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. 40 s*

- Petr, J., Capouchová, I., & Marešová, D. (2001). The effect of variety and site of cultivation on the content of starch in wheat. *Rostlinna Vyroba*, 47(10).
- Petr, J., Černý, V., Hruška, L. (1980): Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN Praha, 447 s.
- Petr, J., Škeřík, J. (1999): Odrůdy pšenice a ječmene pro ekologické zemědělství. [online]. ČZU v Praze. Dostupné z <http://www.agris.cz/clanek/107703>
- Piorr, H. P., Köpke, U. (1985): Strategien zur Optimierung des Getreidebaus im organischen Landbau. Zielsetz. Landwirtsch. Vers. – Betr. Wies. Universita Bonn. Landbau Seminar. Bonn.
- Preston, K. R., Hucl, P., Townley-Smith, T. F., Dexter, J. E., Williams, P. C., & Stevenson, S. G. (2001). Effects of cultivar and environment on farinograph and Canadian short process mixing properties of Canada Western Red Spring Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(3). <https://doi.org/10.4141/P00-137>
- Prokinová E, Capouchová I, Konvalina P, Janovská D, Vepříková Z. 2014. Opatření k omezení rizika výskytu fuzarióz klasů obilnin v ekologickém zemědělství. Certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita, Praha 40
- Prugar J. 2000. Kvalita rostlinných produktů ekologického zemědělství. Studijní informace- Rostlinná výroba 5/1999. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3 tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.
- Prugar, J. 1999. Kvalita rostlinných produktů z ekologického zemědělství. Studijní informace ÚZPI, 5, 79 s.
- Prugar, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČZV, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.
- Příkopa, M., Richter, R., Zimolka, J., & Cerkal, R. (2005). The influence of the year, fore-crops and fertilisation on yield and content of crude protein in spring barley. *Plant, Soil and Environment*, 51(3). <https://doi.org/10.17221/3567-pse>
- Půlkrábek, J., Capouchová, I., Hamouz, K. (2003): Speciální fytotechnika. Česká zemědělská univerzita, Praha, ISBN: 80-213-1020-0, 188 s.
- Reid, T. A., Yang, R. C., Salmon, D. F., & Spaner, D. (2009). Should spring wheat breeding for organically managed systems be conducted on organically managed land? *Euphytica*, 169(2). <https://doi.org/10.1007/s10681-009-9949-9>
- Ryan, M. H., Derrick, J. W., & Dann, P. R. (2004). Grain mineral concentrations and yield of wheat grown under organic and conventional management. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(3). <https://doi.org/10.1002/jsfa.1634>
- Shewry, P. (2012). The World Wheat Book, Volume 2. A History of Wheat Breeding. *Journal of Cereal Science*, 55(1). <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.10.001>
- Shewry, P. R., & Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: Structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370). <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.947>
- Simmonds, N. W., & Arthur, A. E. (2003). CROP IMPROVEMENT | Plant Breeding, Principles. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227050-9/00162-9>
- Stehno Z, Janovská D, Hutař M. 2009. Minoritní plodiny (1. část) Málo využívané druhy obilnin. *Úroda* 57: 28–31.
- Stelmakh, A. F. (1992). Genetic effects of Vrn genes on heading date and agronomic traits in bread wheat. *Euphytica*, 65(1). <https://doi.org/10.1007/BF00022199>
- Stelmakh, A. F. (1998). Genetic systems regulating flowering response in wheat. *Euphytica*, 100(1–3). <https://doi.org/10.1023/a:1018374116006>



- Šekularac, A., Torbica, A., Živančev, D., Tomić, J., & Knežević, D. (2018). The influence of wheat genotype and environmental factors on gluten index and the possibility of its use as bread quality predictor. *Genetika*, 50(1). <https://doi.org/10.2298/GENSR1801085S>
- Šíp, V., Škorpík, M., Chrpová, J., Šottníková, V., & Bártová, Š. (2000). Effect of cultivar and cultural practices on grain yield and bread-making quality of winter wheat. *Rostlinna Vyroba*, 46(4).
- Štolc, K.: Tvorba a redukce výnosových složek ozimé pšenice. Autoreferát kandidátské disertační práce. Praha: ČSAV, 1981. 24 s.
- Tautges, N. E., Burke, I. C., Borrelli, K., & Fuerst, E. P. (2017). Competitive ability of rotational crops with weeds in dryland organic wheat production systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(1). <https://doi.org/10.1017/S1742170516000028>
- Terman, G. L. (1979). Yields and Protein Content of Wheat Grain as Affected by Cultivar, N, and Environmental Growth Factors 1. *Agronomy Journal*, 71(3). <https://doi.org/10.2134/agronj1979.00021962007100030014x>
- Terman, G. L., Ramig, R. E., Dreier, A. F., & Olson, R. A. (1969). Yield-Protein Relationships in Wheat Grain, as Affected by Nitrogen and Water 1. *Agronomy Journal*, 61(5). <https://doi.org/10.2134/agronj1969.00021962006100050031x>
- Tian, J., Chen, J., Chen, G., Wu, P., Zhang, H., & Zhao, Y. (2015). Genetic Analyses of Wheat and Molecular Marker-Assisted Breeding, Volume 2. In *Genetic Analyses of Wheat and Molecular Marker-Assisted Breeding, Volume 2*. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7447-5>
- van Bueren, E. T. L., & Struik, P. C. (2004). The consequences of the concept of naturalness for organic plant breeding and propagation. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 52(1). [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(04\)80031-9](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(04)80031-9)
- Wanjugi, H. W., Hogg, A. C., Martin, J. M., & Giroux, M. J. (2007). The role of puroindoline A and B individually and in combination on grain hardness and starch association. *Crop Science*, 47(1). <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.05.0310>
- Worthington, M., & Reberg-Horton, C. (2013). Breeding Cereal Crops for Enhanced Weed Suppression: Optimizing Allelopathy and Competitive Ability. *Journal of Chemical Ecology*, 39(2). <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0247-6>
- Wu, H., Haig, T., Pratley, J., Lemerle, D., & An, M. (1999). Simultaneous determination of phenolic acids and 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4benzoxazin-3one in wheat (*Triticum aestivum* L.) by gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 864(2). [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)01034-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(99)01034-1)
- Zhao, L., Zhang, K. P., Liu, B., Deng, Z. ying, Qu, H. L., & Tian, J. C. (2010). A comparison of grain protein content QTLs and flour protein content QTLs across environments in cultivated wheat. *Euphytica*, 174(3). <https://doi.org/10.1007/s10681-009-0109-z>
- Zimolka, J. (2005): Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press. Praha, 180 s. ISBN: 80-86726-09-6.
- Zimolka, J. a kol. (2005): Pšenice, pěstování, hodnocení a užití zrna, ProfiPress, Praha, ISBN: 80-86726-09-6, 180 s.
- Zrcková M, Capouchová I, Paznocht L, Eliášová M, Dvořák P, Konvalina P, Janovská D, Orsák M, Bečková L. 2019 b. Variation of the total content of polyphenols and phenolic acids in einkorn, emmer, spelt and common wheat grain as a function of genotype wheat species and crop year. *Plant, Soil and Environment* 65: 260-266.
- Zrcková M, Svobodová-Leišová L, Bucur D, Capouchová I, Konvalina P, Pazderů K, Janovská D. 2019 a. The occurrence of *Fusarium* spp. in hulls and grains of different wheat species. *Romanian agricultural research* 36: 173-185.

# 10. Samostatné přílohy

## 10.1. Příloha 1

Ozimá pšenice																		
	VÝNOS/ha			OBJEM CHLEBA			OBJEMOVÁ HMOTNOST			BÍLKOVINY			FALLING NUMBER			SDS		
	EKO	Konvence	Intenzivní ošetření	EKO	Konvence	Intenzivní ošetření	EKO	Konvence	Intenzivní ošetření	EKO	Konvence	Intenzivní ošetření	EKO	Konvence	Intenzivní ošetření	EKO	Konvence	
SULTAN	7,56	11,79	12,44	434	396	400	75,59	80,5	79,13	15,4	15,1	12,2	455	369	355	87	84	80
PENELOPE	7,82	13,22	13,25	425	431	411	75,00	81,9	79,98	14,5	13,6	12,3	471	288	451	90	89	85
VIKI	7,44	13,87	14,23	410	385	365	74,59	82,1	80,26	15,3	13,1	12,4	420	367	395	88	89	83
TURANDOT	7,68	13,01	14,27	409	403	378	75,31	80,7	78,74	14,0	13,8	12,3	442	297	392	88	87	82
BUTTERFLY	7,85	12,09	13,08	483	454	449	75,15	78,9	77,91	15,5	15,1	13,1	498	289	450	90	85	83
IBARRA	7,69	12,90	13,50	399	365	353	76,22	82,5	80,76	14,7	14,2	12,2	477	382	413	87	89	82
SG-S1004-18	7,39	13,51	13,08	409	335	365	72,00	79,2	76,24	14,1	12,9	12,3	398	351	378	61	51	47
LISETA	8,46	13,55	14,10	399	369	359	77,68	80,8	80,54	13,6	13,6	12,3	450	394	433	74	70	66
ILLUSION	7,77	13,20	13,76	466	391	390	75,78	80,9	79,13	15,2	13,7	12,5	416	332	370	67	65	63
ANNIE	7,80	13,06	13,12	394	361	380	78,30	81,0	81,15	15,3	14,9	13,4	522	369	462	83	86	80
CARMINA	7,21	13,89	13,78	420	350	375	77,63	80,9	79,76	14,4	12,9	11,9	473	338	413	76	75	67
PIRUETA	8,56	13,05	14,70	353	381	418	76,96	79,9	79,33	13,7	13,4	12,4	428	358	395	70	71	64
DAGMAR	7,80	12,35	13,65	381	363	366	77,57	80,6	80,13	13,7	13,4	12,4	456	396	328	83	80	78
KM-72-18	7,45	12,02	13,37	455	430	408	73,89	79,2	77,87	14,7	14,8	13,7	350	231	239	84	84	81
KM-78-18	6,48	10,98	13,06	485	445	441	75,44	80,9	80,00	15,6	14,9	14,2	433	359	339	70	62	65
STUPIČKÁ BASTARD	5,30	7,58	8,64	428	444	418	76,55	79,2	77,46	16,6	16,8	14,9	296	239	249	63	58	63

Jarní pšenice																		
	VÝNOS/ha			OBJEM CHLEBA			OBJEMOVÁ HMOTNOST			BÍLKOVINY			FALLING-NUMBER			SDS		
	EKO	Konvenční	Intenzivní	EKO	Konvenční	Intenzivní	EKO	Konvenční	Intenzivní	EKO	Konvenční	Intenzivní	EKO	Konvenční	Intenzivní	EKO	Konvenční	Intenzivní
		oseření	oseření		oseření	oseření		oseření	oseření		oseření	oseření		oseření	oseření		oseření	oseření
ALICIA	5,83	8,81	10,74	470	368	364	83,13	82,3	81,98	15,9	13,9	13,9	384	341	303	93	86	88
QUINTUS	6,06	8,00	10,41	396	364	334	78,36	77,4	77,74	16,5	14,7	14,6	271	357	329	90	85	85
IVYZ	6,53	8,09	9,75	419	358	344	76,78	75,0	75,17	15,7	14,2	14,1	360	391	360	86	81	84
EPONIE	6,52	8,59	10,64	366	346	325	79,15	78,7	78,91	15,1	13,8	13,6	381	398	351	87	84	82
SG-S1883-16	6,92	9,25	10,91	443	379	350	79,78	79,1	78,81	15,5	13,9	14,8	376	378	341	79	73	71
PRETTY	5,99	8,11	9,26	403	360	336	78,76	78,5	78,61	16,4	14,8	14,6	258	298	222	89	84	85
HYSTRIX	5,90	8,56	9,70	379	368	374	80,80	80,4	80,46	16,3	15,4	14,6	377	346	401	87	85	86
SONETT	5,67	7,96	10,13	421	413	374	78,42	77,9	77,76	15,8	14,5	14,0	292	378	382	79	72	74
SALUDO	5,39	7,22	9,46	406	413	416	78,37	78,2	78,55	17,3	15,4	14,9	402	458	441	85	74	80
SEC 536-10-3	6,07	8,38	10,90	426	391	373	77,63	77,3	78,20	16,6	15,3	13,9	364	366	380	88	80	83
ZENON	5,62	8,55	10,29	439	423	376	78,67	78,6	79,54	17,6	16,0	14,6	430	414	381	90	89	91

**10.3. Příloha 3**



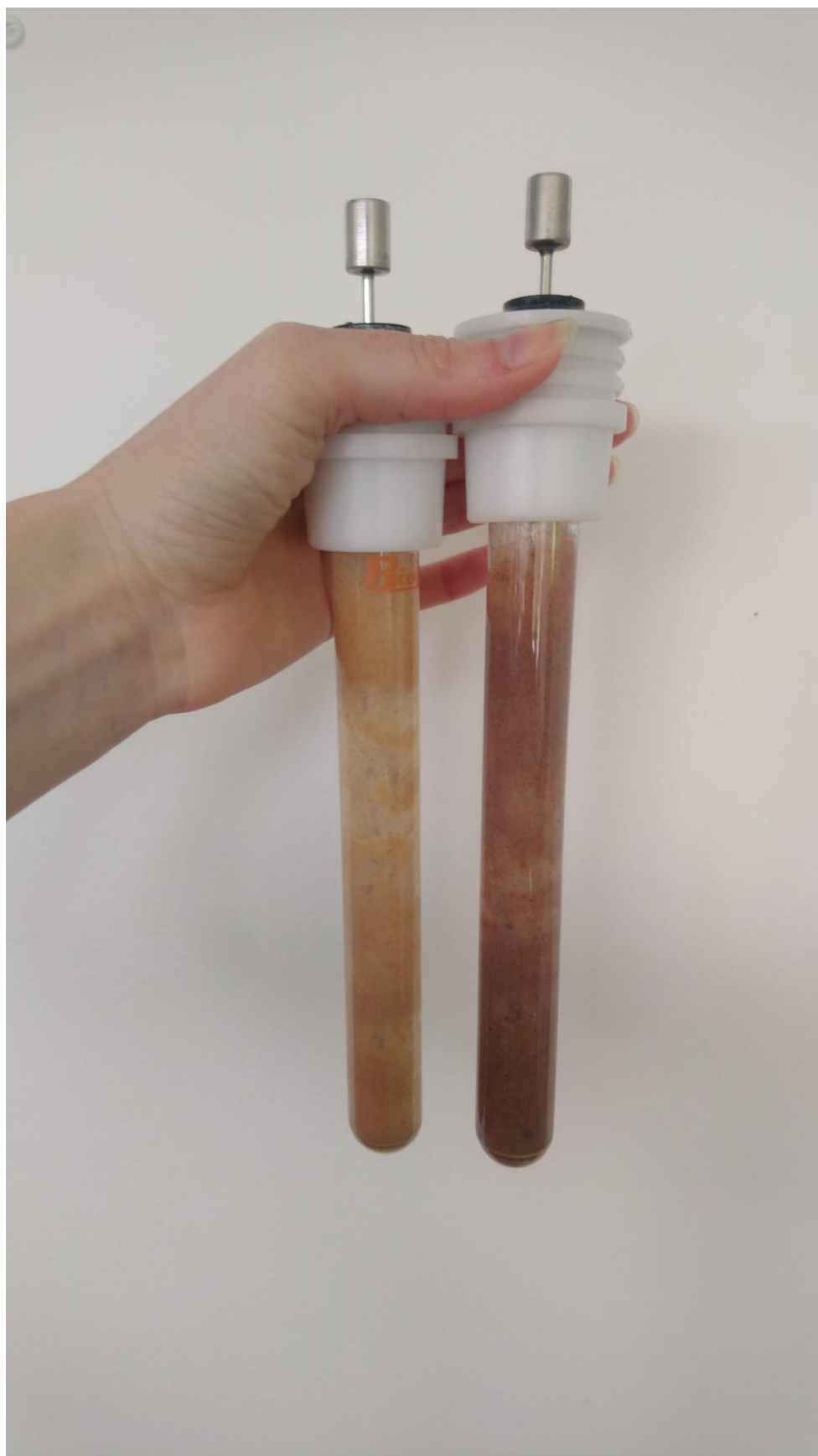
*Obrázek 1 Fotografie 4 druhů lepku*

10.4. Příloha 4



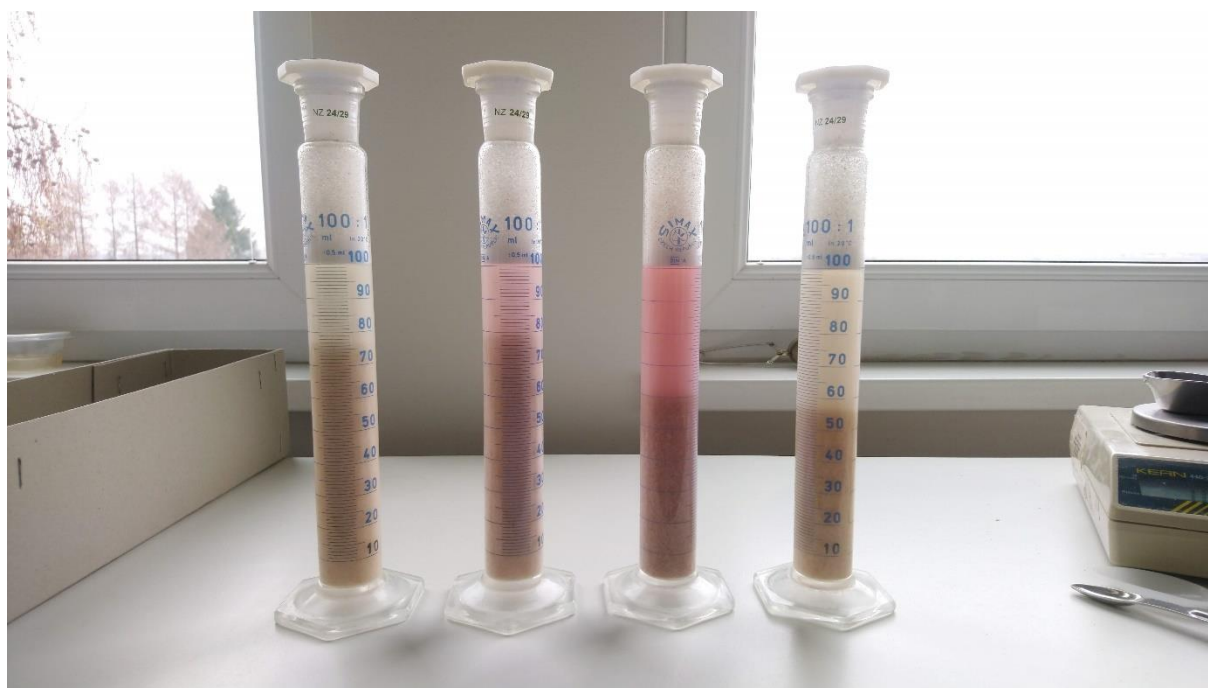
*Obrázek 2 Výsledky pekařského testu*

**10.5. Příloha 5**



*Obrázek 3 Laboratorní analýza FN*

## 10.6. Příloha 6



Obrázek 4 Laboratorní analýza sedimentace