

**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.**

© 2021 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 vypracoval(a) 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 autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.04.2021

---

## **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 40 odrůd pšenice ozimé a jarní. Byly porovnávány odrůdy staré, současné a novošlechtění. Vyhodnocován byl vliv způsobu a intenzity pěstování jarní a ozimé pšenice na strukturu porostu, výnos 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.

Byla stanovena hypotéza, že jarní odrůdy pšenice mohou být svými vlastnostmi 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.

Z výsledků bylo zjištěno, že v parametru obsah proteinu byly jarní odrůdy srovnatelné s ozimými. Ve výsledcích Zelenyho testu byly jarní odrůdy slabší, ale i tak vyhovují všechny stanoveným normám. U výsledků sedimentačního testu se projeví nejhůře novošlechtěné odrůdy SG-S1004-18 a SG-S1455-17, naopak existují jiné odrůdy ozimé i jarní, které minimální hodnotu překročily o 100 %. Ozimé odrůdy mají obecně vyšší objemovou hmotnost, než odrůdy jarní, avšak jarní odrůda Alicia předčila všechny testované odrůdy. U parametru čísla poklesu by nejlépe současným požadavkům potravinářského průmyslu odpovídaly odrůdy Stupická bastard, KM-72-18 a SG-S1153-16. V parametru obsah mokrého lepku taktéž vykazuje nejlepší výsledky Stupická bastard, naopak nevyhovuje odrůda SG-S1455-17. Objem chleba koreluje s ostatními parametry. Nejlepší byly opět ozimé odrůdy Stupická bastard a Butterfly.

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 40 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.

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.

From the results it was processed that in the protein content parameter the spring varieties were comparable to winter varieties. In the results Green test, the spring varieties were weaker, but still all meet standards. The results of the sedimentation test show the worst newly bred varieties SG-S1004-18 and SG-S1455-17, on the contrary, there are other winter and spring varieties, which have a minimum value exceeded by 100 %. Winter varieties generally have a higher bulk density than spring varieties, but the spring variety Alicia has surpassed all tested varieties. For the parameter numbers best reduce the current way of food industry corresponds to the varieties Stupická bastard, KM-72-18 and SG-S1153-16.

Tactically change the best results in the Wet Gluten Content parameter Stupická bastard, on the contrary, the variety SG-S1455-17 does not suit. The volume of bread correlates with other parameters, which were again winter varieties Stupická bastard and Butterfly.

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 .....	14
3.6. KONKURENCESCHOPNOST .....	16
3.7. ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI K NEMOCEM .....	16
3.8. ŠLECHTĚNÍ NA KVALITU ZRNA .....	17
3.9. ŠLECHTĚNÍ NA ALLELOPATII .....	18
3.10. ŠLECHTĚNÍ NA RANOST .....	19
3.11. METODY ŠECHTĚNÍ V EKOLOGICKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ .....	20
3.12. VYBRANÉ METODY STANOVENÍ A JAKOSTNÍ UKAZATELE .....	22
3.13. ČÍSLO POKLESU – ČÍSLO PÁDU .....	23
3.14. STANOVENÍ HMOTNOSTI TISÍCE ZRN (HTS) .....	23
3.15. OBSAH DUSÍKATÝCH LÁTEK – HRUBÁ BÍLKOVINA .....	24
3.16. SEDIMENTAČNÍ INDEX – ZELENÝHO TEST (SDS) .....	25
3.17. OBSAH MOKRÉHO LEPKU (GO) .....	26
3.18. GLUTEN INDEX – LEPKOVÝ INDEX (GI) .....	27
3.19. TVRDOST .....	27
3.20. POROVNÁNÍ VÝNOSOVÉHO POTENCIÁLU PŠENICE JARNÍ A OZIMÉ .....	28
<b>4. METODIKA</b> .....	<b>29</b>
4.1. ECOBREED .....	29
4.2. CHARAKTERISTIKA POKUSNÉHO STANOVIŠTĚ .....	30
4.3. PŘEHLED POKUSU: UHŘÍNĚVES JARNÍ PŠENICE (EKO) .....	30
4.4. PŘEHLED POKUSU: UHŘÍNĚVES OZIMÁ PŠENICE (EKO) .....	31
4.5. PŘEHLED POKUSU: ŠTUPICE JARNÍ PŠENICE .....	31
4.6. PŘEHLED POKUSU: ŠTUPICE OZIMÁ PŠENICE .....	33
4.7. PRŮBĚH PODMÍNEK ZA POKUSNÉ OBDOBÍ .....	34
4.8. STATISTICKÉ HODNOCENÍ .....	35
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>35</b>
5.1. OBSAH DUSÍKATÝCH LÁTEK – HRUBÁ BÍLKOVINA PROTDM (%) .....	35
5.2. SEDIMENTAČNÍ INDEX-ZELENÝHO TEST (ML) .....	36
5.3. SEDIMENTAČNÍ TEST – SDS (ML) .....	37
5.4. TVRDOST ZRNA (PSI) - HARDNESS (%) .....	38
5.5. OBJEMOVÁ HMOTNOST .....	39
5.6. FALLING NUMBER – ČÍSLO POKLESU (S) .....	39
5.7. OBSAH MOKRÉHO LEPKU – GO (%) .....	40
5.8. OBJEM CHLEBA – RAPID MIX TEST (CM <sup>3</sup> /100 G) .....	41
<b>6. DISKUZE</b> .....	<b>43</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>45</b>
<b>8. LITERATURA</b> .....	<b>47</b>
<b>9. SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY</b> .....	<b>I</b>
9.1. PŘÍLOHA 1 .....	I

9.2.	PŘÍLOHA 2.....	II
9.3.	PŘÍLOHA 3.....	III
9.4.	PŘÍLOHA 4.....	IV
9.5.	PŘÍLOHA 5.....	V
9.6.	PŘÍLOHA 6.....	VI
9.7.	PŘÍLOHA 7.....	VII
9.8.	PŘÍLOHA 8.....	VIII
9.9.	PŘÍLOHA 9.....	IX
9.10.	PŘÍLOHA 10.....	X
9.11.	PŘÍLOHA 11.....	XI
9.12.	PŘÍLOHA 12.....	XII

# 1. Úvod

Pšenice setá je v České republice dosud nejvýznamnější plodinou, ve světě patří taktéž k nejvýznamnějším plodinám. U nás je pěstována zhruba na čtvrtině orné půdy. Většina osevních ploch pšenice je pěstována s cílem 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, pekárenská, pečivářská 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 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 lehká stravitelnost.

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 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 v šlechtitelské firmě Selgen, je i součástí této práce.

## 2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je porovnat genotypy 40 současných odrůd ozimé a jarní pšenice. Vyhodnotit vliv způsobu a intenzity pěstování jarní a oimé pšenice na strukturu porostu, jakost produkce a výnos.

### **Vědecké hypotézy:**

- 1) konvenční produkční systém vede k lepší struktuře porostu, vyšším výnosům a lepší technologické kvalitě zrna.
- 2) Jarní odrůdy pšenice mohou být svou strukturou porostu 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 trojpolního úhorového hospodaření k trojpolnímu, které skýtalo mnoho značných výhod, které vyústily v možnost využití všech dostupných polí. Využitím nových agrotechnických zásahů, především začleněním podmítky 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 mu dovolovalo nashromáždit jeho přirozené stanoviště. Naši dávní předkové byli sběrači, kteří rychle nebyli vědomostí o svém okolí a pravidelně se vraceli na úrodná stanoviště. To vedlo k významným 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 mohlo 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 zvláštностech 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 nacházela. Ze středního východu pochází první předci pšenice a ječmene. V Jihovýchodní Asii se pšenice a ječmen nenechávaly, avšak zde hojně rostla velkozrnná 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 velkozrnné 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 signifikantnější, 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, praktikovaném 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 polárnímu kruhu, 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).

Dioloidní druhy byly distribuovány v jihozápadní a centrální Asii. Geografická distribuce různých diploidních druhů indikuje, že tato skupina prodělala rozsáhlou diverzifikaci ve svých raných vývojových stádiích (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 pšeníc. 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 zracování 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 nabyla pšenice svojí schopnosti plasticity. Přizpůsobivost, kterou můžeme pozorovat u dnešních moderních pšeníc, 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, časně 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, nedostatečná 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 adaptibilní, její skladování je nenáročné, nutričně je velmi výhodná, a především protože z její mouky jsme schopni vytvářet nespočet množství zajímavých a uspokojujících 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 jednou z nejdynamičtější 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).

Celková 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 trávající 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 vzcházivost, 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, které mají 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).

**Kombinování 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) Kateřina & Ph (2017) považuje rez plevovou za klíčovou součást šlechtění pšenice pro organické systémy. Ve studii, která porovnávala ekologicky a konvenčně obhospodařované systémy, bylo zjištěna nižší frekvence a četnost rzi plevové na ekologických plochách a podobné výsledky vykazuje i rez pšeničná.

Ošetření semen je znemožněno. 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 (Stanley P. Cauvain & Young, 2007). Kvalita chleba přímo souvisí se schopností retence CO<sub>2</sub> během fermentačního procesu, kapacitou absorbce 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 sudovaným 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. 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 (Annett et al., 2007).

Mäder et al. (2007) Ve dlouhodobém pokuse (21 let), nebyl nalezen žádný rozdíl v nutriční hodnotě (složení aminokyselin, obsah minerálních látek a stopových prvků) a pekařské kvalitě u pšenice

pěstovaných konvenčně a v ekologickém zežimu. 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).

N. O. 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 Nils Ove 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 alelopatická aktivita (Nils Ove Bertholdsson et al., 2012).

Kořenové exudáty a rostlinná rezidua jsou potencionálními prostředky, díky kterým mohou odrůdy pšenice snižovat 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 svačcovitých 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 výber odrůd vykazujících vysoký alelopatický potenciál (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 interkace 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 ernalizace 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 samu o sobě

(per se), se zdají být lokalizovány na každém ze tří homologních skupinách chromozomů (Law et al., 1976; Law & Worland, 1997).

Stelmakh (1993) studied the effects of Vrn genes on heading time and other agronomic traits in three sets of isogenic lines of bread wheat, and reported that Vrn genes act as non-complementary genes with classical (Vrn-A1) or incomplete (Vrn-D1) dominant epistasis.

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. Primárním faktorem je vernalizace je primární faktor, určující růstové schopnosti u pšenice jarní i ozimé. Nicméně doba květu napodzim 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 fotoperiodu (délku 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 je její fotoperiodické požadavky nejsou naplněny. Dokud nejsou požadavky fotoperiodicky senzitivní odrůdy plněny, 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 podroben, 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 performance jejich potomstev v následujících

generacích. Tímto způsobem vybrané rostliny se zovají 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 dle chloupka dělíme 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 senzorická. (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. Senzorická 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

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 % amyulózy. Waxy (Wx) proteins are the products of waxy genes and are also known as granule-bound starch synthase. 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 amyulózy v škrobových zrnech a amylopektinu v nezásobní tkáni (Feiz et al., 2009).

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 zařátku procesu klíčení zrna v klasu před sklizní při nadměrném příjmu vlhkosti (Zimolka et al. 2005).

Je proto ukazatelem, jenž umožňuje posoudit stav sacharido-amyhlázového komplexu zrna, který ovlivňuje aktivita amyhlázových enzymů (Petr, 2001).

Norma ČSN ISO 3093 udává hodnocení tohoto parametru. 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) uvádí, že je parametr číslo poklesu také významně ovlivněn i průběhem počasí v době dozrávání a sklizně zrna.

Při výběru odrudy 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. Stanovení hmotnosti tisíce zrn (HTS)

Hmotnost obilek je ovlivněna velikostí a délkou aktivní funkce asimilačního aparátu v horní části rotliny, schopnosti ukládat asimiláty do zrna, délka příznivého období pro tvorbu obilky, počasí a vyživa v době dozrávání (živiny, přísun vody, teplota), výskytem škůdců, chorob a nežádoucích patogenů (a to jak na listu, klase, či kořenu) (Petr et al. 1980).

Podle Štolce (1981) je hmotnost zrna závislá na velikosti přírůstku v době nalévání zrna na délce tohoto období. Rychlost růstu obilky není konstantní a je v průběhu růstu velice proměnlivá. Největší přírůstky byly zaznamenány v době asi 10–25 dní po květu, maximální hodnoty sušiny jsou zaznamenávány v období asi 10–15 dní před plnou zralostí, následně rychlost růstu obilky klesá až do plné zralosti (Petr et al. 1980).

Období růstu je ovlivňováno vnějšími faktory a může být například zkráceno v důsledku nedostatku vody, nadprůměrně vysokými teplotami, nebo nedostatečnou výživou dusíkem. Z důvodu krátkého časového období, kdy se vyvíjí obilky, mohou mít zmíněné stresové faktory krucíální vliv, který může vést ke snížení hmotnosti zrna, tento efekt je nevratný a v budoucnu nelze již kompenzovat žádným jiným prvkem produktivity, proto se může negativně promítnout do celkového výnosu zrna (Ellis, 1999).

Česká legislativa zatím nezná platnou normu pro stanovení HTS, ale obecně se používá norma ISO 520. Tato norma může být stanovena jako odpočítání 2 x 500 zrn, bez výběru a následným zvážením. Obektivnější metodou je stanovení odvážením určitého množství zrna (zpravidla 40 g), spočítání zrn na přístroji, nebo ručně a následný přepočítání na 1000 zrn. Výsledky jsou ovlivněny odrůdou, podmínkami daného ročníku, případně způsobem čištění (Příkopa et al., 2005).

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

Grain protein content determines the nutritional value of wheat grain, as well as the rheological and technological properties of wheat flour (Zhao et al. 2010). The wheat quality of bread making is associated with the absence or presence of specific proteins and their subunits (Dhaliwal et al. 1994; Payne et al. 1987; Snape et al. 1993). In addition, bread making quality also depends on the proportion of polymeric and monomeric proteins, and the amount and size distribution of the former (Gupta et al. 1993).

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 distribuce (Knott et al., 2009). Bíkoviny obsažené v endospermu, hrají klíčovou roli ve stanovení kvality pšenice. Čtyři hlavní typy proteinů v endospermu pšenice zahrnují prolaminu, albuminy, gliadiny a gluteniny. Bylo zjištěno, že obsah a složení gluteninového proteinu je zodpovědné za většinu změn v odlišnostech kvality mouky (Morris, 2002). Gluteniny tvoří 80% pšeničné bílkoviny a jsou hlavními složkami, které určují kvalitu těsta. Gliadiny a gluteniny jsou pšeničné zásobní proteiny a jsou hlavní složky pšeničného lepku. 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 zrně pšenice, je ovlivňováno prostředím, faktory genetickými, stejně jako intenzitou pěstování.

V první řadě je obsah dsíkatých látek ovlivněn minerálním hnojením, klimatickým průběhem za doby vegetace rostliny, podmínkami ročníku a zvolenou odrůdou, zvolenou agrotechnikou a úrovní zásobenosti půdy, a to především dusíkem a draslíkem, přičemž je obecně 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 jakos 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 dostatečnýmnožství dusíku. Mezi konvenčním a ekologickým způsobem pěstování můžeme pozorovat velké rozdíly v obsahu N látek. Z důvodu absence průmyslových hnojiv na ekologicky pěstovaných plochách, pozorovat sníženou akumulaci zásobních bílkovin v zrně (Prugar, 1999). U ekologicky pěstované pšenice je potřeba se připravit na si 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 a mlynářskou jakostí, zachovávají své vlastnosti i v ekologickém systému pěstování, ale úroveň je oproti konvenční produkci snižena.

Obsah bílkovin významně koreluje s dalšími znaky technologické jakosti, a to především s obsahem mokrého lepku, obvykle i se sedimentačním testem a také e pozorován kladný vztah 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).

### **3.16. Sedimentační index – Zelenyho test (SDS)**

Zelenyho 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 je možné 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. Zelenýho test je velmi přínosný ve šlechtitelském procesu, protože lze díky jeho použití vyřadit nevhodné partie, nebo odrůdy zrna s nekvalitní bílkovinou, nebo malý obsah 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, že obsah tento ukazatel nemusí být 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 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 kintenzita pěstování kladně ovlivňovat výsledné hodnoty sedimentačního indexu. Při porovnání pšenic pěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem, můžeme sledovat nižší hodnoty sedimentačního testu u ekologické varianty, což svědčí o nižších visko-elastických vlastnostech lepku (Capouchová et al., 2002; Capouchová 2003). Krejčířová et al. 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, jež náležely k jakostní skupině „A“ a „B“, naopak nižších hodnot nabývaly odrůdy náležící k jakostní skupině „B“ a „C“.

### **3.17. Obsah mokrého lepku (GO)**

Hlavní podíl pšeničné bílkoviny je tvořen mokrým lepem. Ten je ve vodě nerozpustný, a proto se získává vypíráním zadělaného těsta, následně je zbaven přebytečné vlhkosti ručním, či mechanickým způsobem a následně je zvážen. Vysušením takto získaného lepku se získá tzv. suchý lepek. Pro přípravu těsta je použit roztok chloridu sodného.

Aby výsledná hodnota mokrého lepku odpovídala jakosti potravinářské pšenice, musí mít podle ČSN hodnotu minimálně 25 %.

Stanovení je prováděno jednoduchou a na chemikálie nenáročnou metodou, je možné ho provést i mechanicky pomocí přístroje Glutomatic, podle mezinárodní standardizované metody ICC 137 (pro mouku) a ICC 155 (pro pšeničný šrot). Získat lepek je možné i ručním vypráním ve vodě, nebo použít laboratorní vypírače, tyto metody však není možné provést dostatečně přesně (Prugar et al., 2008). Pro provedení metody vypírání mokrého lepku je obecně užíváno metody ČSN ISO 5531, ČSN 46 10111.

Ze zásobních bílkovin v endospermu zrna vzniká během procesu hnětení těsta lepková bílkovina. Její obsah se společně s viskoelastickými vlastnostmi podílí a udává technologickou jakost potravinářské pšenice. Lepek obsahuje ansámbl ve vodě nerozpustných bílkovin obilného zrna, převážně gluteninů a gliadinů. Po navlhčení se vytvoří souvislá lepková mřížka, která má specificky

tažné a pružné vlastnosti. Díky této vlastnosti může těsto působením kvasných plynů zvětšit svůj objem. To se projevuje při pečení tvorbou pórovitého pečiva. Na tento parametr mají vliv agrotechnická opatření. Především dusíkaté a draselné hnojení (Morris, 2002).

### 3.18. Gluten index – lepkový index (GI)

Ve vodném prostředí lepek zvětšuje svůj objem a vytváří pružný gel. Kolik vody bude lepek schopen pojmout, jaké budou fyzikální vlastnosti následně nakynulého těsta (pružnost, pevnost, tažnost), závisí na specifických lepkových vlastnostech, které jsou určeny hlavně odrůdou a počasím během vegetace, případně i agrotechnickými zásahy. Lepek má schopnost vázat 70 % škrobu a 30 % vody. Proto je velmi důležité zajišťovat nejen dostatečné množství lepku, ale také jeho kvalitativní vlastnosti. Na hodnotu GI má veliký vliv genotyp, zatímco dopad prostředí a jeho interakce velký vliv nemá (Šekularac et al., 2018).

Díky hodnotě gluten indexu můžeme zjišťovat sílu lepku, zdali je slabý, středně silný, nebo silný, tedy jeho kvalitu. GI je definován, jako poměr množství lepku, které zůstalo na standardním síti, po odstředění za přesně definovaných podmínek odstředování vůči celkovému množství lepku vloženého na síťku před odstředěním na centrifuze. Tento znak má poměrně vysokou heritabilitu a úzce koreluje se sedimentačními testy. Nízké hodnoty GI značí vysokou enzymatickou aktivitu, která ale může vyústit až k poškození lepkového komplexu, zatímco vysoké hodnoty jsou indikátorem pro nízkou enzymatickou aktivitu, která zapříčiňuje nízký objem pečiva (Burešová et al., 2003). Hodnota gluten indexu nabývající hodnotu 0 % charakterizuje měkký lepek, který je roztékavý. Gluten index s hodnotou 100 % bude velice pevný. Pšenice vhodná pro pekárenské zpracování by měla nabývat hodnot od 85 do 95 % (Příhoda et Hrušková, 2007).

### 3.19. Tvrdost

Základním determinantem zpracování pšenice a průmyslové kvality zrna je jeho struktura nebo tvrdost, která ovlivňuje mnoho konečných vlastností pšenice (Morris, 2002). Jednou z důležitých složek kvality je škrob. Škrobová zrna se vyskytují v endospermu zrna, kde jsou vázaná molekulami puroindolinů, což způsobuje různou tvrdost zrna, ta je důležitým znakem mlynářské kvality (Sedláček 2019).

Tvrdost pšeničného zrna je řízena hlavně lokusem tvrdosti (*Ha*), který je umístěn na chromozomu 5DS. *Puroindoline b* a *Puroindoline a* (respektive *Pinb* a *Pina*) geny leží na *Ha* lokusu a podílejí se na struktuře zrna. Dívoké, nebo také původní typy obou genů, *Pinb-D1a* a *Pina-D1a*, poskytují měkkou strukturu (*Ha*), zatímco mutace v kterémkoli z těchto dvou genů přináší tvrdost. (Morris, 2002) Měkká zrna mají sníženou distribuci velikosti částic, včetně mnoha volných škrobových částic. Měkké odrůdy světlezrné pšenice mají relativně škrobnatá zrna bílé bavy a jsou upřednostňovány při výrobě sušenek, koláčů a typických pekařských a cukrářských výrobků. (Morris, 2002) Vysoké množství lepku v mouce z tvrdé pšenice se upřednostňuje při výrobě chlebů a jemných koláčů. Pšenice tvrdá, jak název napovídá, je nejtvrděší z pšenic a používá se k výrobě špaget a dalších těstovinových výrobků. (Morris, 2002)

Tvrdość mouky je vlastnost zrna, která dokáže návazně ovlivnit vaznost mouky. Tvrdość souvisí s fyzikálně-chemickými vlastnostmi endospermu, to znamená s přítomností zpevňujících bílkovin na povrchu škrobových zrn. Tvrdość endospermu, kterou určuje jeho struktura, je dána hlavně genetickým vlivem odrůdy (Petr et al., 2001). Mouka z tvrdozrných odrůd je obecně náchylnější k poškození škrobu a v důsledku toho váže oproti pšenicím měkkým větší množství vody. Lze uvést, že obecně jsou pro pečivářské a krmné účely vhodné odrůdy s měkkým zrnem, naproti tomu odrůdy s větší tvrdością zrna jsou vhodné k pekářenskému zpracování (Zimolka, 2005; Prugar et al., 2007). Naproti tomu Krejčířová (2007) dle výsledků ze svých pokusů uvádí, že tvrdość zrna je možné ovlivnit i způsobem pěstování – pšenice z ekologického systému pěstování měla nižší tvrdość zrna oproti pšenici z konvenčního hospodaření.

Stanovení tvrdości nemá v ČR dosud standardizovanou metodiku, ani se pro hodnocení komerční pšenice nevyužívá. Metody stanovení vyžadují speciální přístroje, jedním z nich je Brabanderův tvrdoměr, tvrdość se pak vyjadřuje v jednotkách WHI (Wheat Hardness Index). Druhou možností je využití metody AACC 55-30, která byla v rámci této práce použita, jednotky jsou pak vyjadřovány v PSI (Particle Size Index) (Prugar et al., 2008).

Tabulka 2 Rozdělení tvrdości zrn

Kategorie	PSI %
Extra tvrdá	pod 7
Velmi tvrdá	8 – 12
Tvrdá	13 – 16
Středně tvrdá	17 – 20
Středně měkká	21 – 25
Měkká	26 – 30
Velmi měkká	31 – 35
Extra měkká	nad 35

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

Obecně je známo, že pšenice ozimá má vyšší výnosový potenciál a lepší pekařské předpoklady než pšenice jarní. Koppel, R., 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 nesledujeme stálý trend. Z výsledků této studie, můžeme vyvodit, že hodnoty HTS a výnos byly ovlivněny druhem pšenice (jarní a zimní), zatímco ostatní kvalitativní charakteristiky byly více než druhem pšenice ovlivněny počasím, podmínkami prostředí a ročníkem. Ovlivnění ročníkem bylo větší u obou typů pšenice pro výnos, HTS, obsah proteinu a lepku, objem chlebu 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, R., 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 pšenic. Ačkoliv objem chlebu byl vyšší u pšenic jarních, rozdíl nebyl signifikantní. Jarní pšenice také vykazují lepší stabilitu těsta.

Výnos a HTS byly určeny typem pšenice, ale ostatní zkoumané charakteristiky jsou více ovlivňovány prostředím a vlivem ročníku.

## 4. Metodika

Experimentální část práce probíhala na přesných maloparcelkových pokusech se souborem genotypů pšenic jarních a ozimých, vybraných pro projekt Ecobreed, probíhaly ve vegetačním období let 2018/2019 na Výzkumné stanici firmy Selgen a.s. a na Výzkumné stanici katedry agroekologie a rostlinné produkce (Dříve Katedry rostlinné výroby) 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,
- Nařízením Komise č. 889/2008.

### 4.1. Ecobreed

Evropská unie představila projekt ECOBREED, který 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 chovu. Vyhodnocování potenciálu genetických variant pro lepší získávání živin. Hodnocení potenciálu pro zvýšení

konkurenceschopnosti a kontroly plevele. Optimalizace produkce, množení osiva vylepšenými agronomickými protokoly a protokoly pro ošetření osiva.

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

#### **Rozvoj výcvikových programů v oblasti:**

- a) genomických nástrojů a technik
- b) používání a aplikace zlepšených fenotypových schopností

## **4.2. 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 radí 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 zvěří, lidmi, extrémním suchem, přemokřením, úletem pesticidů, nevyrovnaností půdy, či nerovnoměrným rozložením posklizňových zbytků.

## **4.3. Přehled pokusu: Uhřetěves 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, bezezbytkové, diskové pokusy. Vlhkost půdy během setí byla optimální, struktura byla jemně drobtovitá.

Tabulka 3 Mechanické ošetřování zůstane jako tabulka

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, bezezbytkové, přesné pokusy. Pokus byl zaset 10.10.2018, toho času byla půda velmi suchá a měla jemně drobtovitou strukturu.

Tabulka 4 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 ale 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 uválen.

Tabulka 5 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	120	40		35			
2017	ozimá pšenice	150	118	70				
2018	jetel nachový	8	82	74	9			
<b>Zásoba živin v půdě dle rozboru ze dne</b>			P	K	Mg	Ca	Humus	pH
	18/08/2014		167	288	182	2602	1,9	6,1

Tabulka 6 Hnojení pokusu pro běžný hospodářský rok

Datum	Předplodina	Dávka čistých živin kg/ha			
		N	P2O5	K2O	MgO
		ZI	VI		
09/10/2018	kamex			76	
	superfosfát			82,4	
26/04/2019	LAD	44	54		
27/03/2019	LAD	25	25		

Tabulka 7 Chemické ošetřování (základní intenzita)

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

Tabulka 8 Chemické ošetřování (vyšší intenzita)

Datum	Přípravek	Dávka
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 9 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 10 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 11 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 12 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 13 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 14 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

## 4.8. Statistické hodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno za pomoci statistického programu SAS, verze 9.4 (SAS Institute, Inc. Cary. NC. USA). Pro podrobnější vyhodnocení rozdílů mezi průměry byla využita ANOVA s metodou Tukey.

# 5. Výsledky

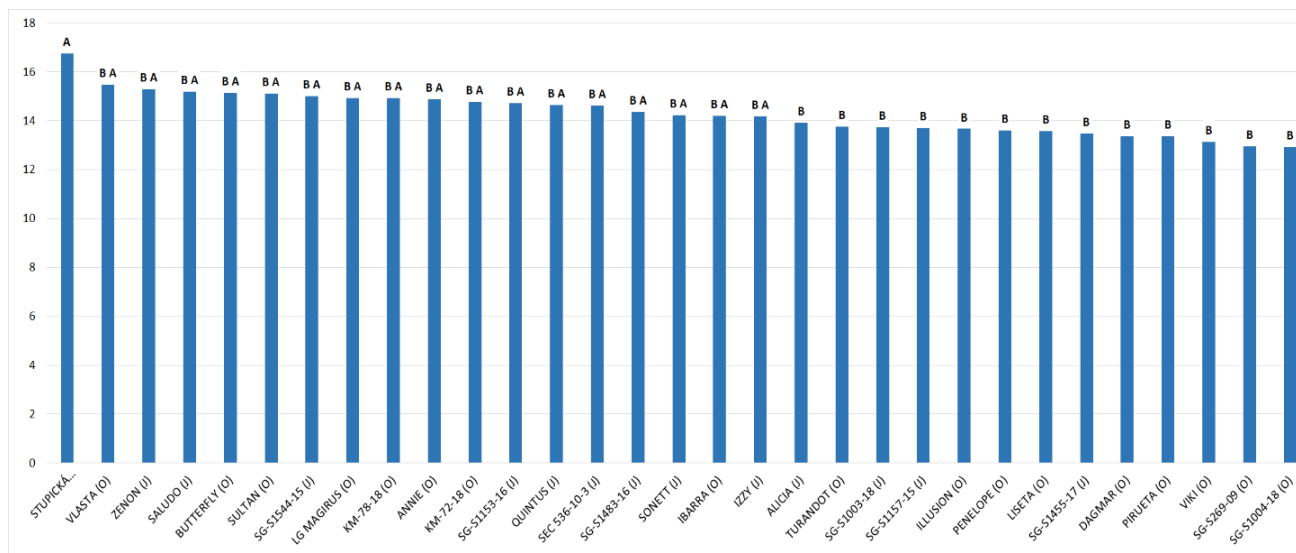
Kromě níže uvedených kvalitativních parametrů a fyzikálně chemických vlastností, které určují pšenici pro potravinářské využití, musí pšenice vykazovat zdravotní nezávadnost, mít správné organoleptické vlastnosti, být bez nežádoucích zápachů. Nesmí obsahovat ani zrna plesnivá, nakažená mazlavou snětí, nebo vykazovat známky poškození po sání ploštic.

Mouka pro níže popsané analýzy byla mleta na přístroji Yucebas Makine – WWGM1. Obiloviny pro potravinářské využití se zkouší podle ČSN 46 1011, ČSN ISO 712, ČSN ISO 6540, ČSN ISO 3090, ČSN ISO 5529, ČSN 46 1021, ČSN EN 15948, ČSN 46 1100-2, ČSN ISO 5531, ČSN 46 1021.

### 5.1. Obsah dusíkatých látek – hrubá bílkovina ProtDM (%)

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. Měření tvrdosti zrna proběhlo na kalibrovaném přístroji FOSS – Infratec 1241. Požadavek na potravinářskou pšenici je minimálně 11,5 %.

V grafu XX jsou uvedeny hodnoty obsahu dusíkatých látek v sušině. Z grafu je patrné, že při srovnání hodnot všech odrůd bez ohledu na to, která je ozimá a která je jarní, nelze jednoznačně říci, že jsou ozimé pšenice lepší než pšenice jarní. Nejvyšší obsah N-látek (více než 15 %) měly ozimé odrůdy Stupická bastard a Vlasta, za nimi v pořadí ale byly jarní genotypy Zenon a Saludo. Na opačném konci grafu nejnižší obsah N-látek měla dvě novošlechtění (12,9 %), z uznaných odrůd jarní pšenice byla nejhorší Alice s 13,9 % dusíkatých látek v sušině zrna.

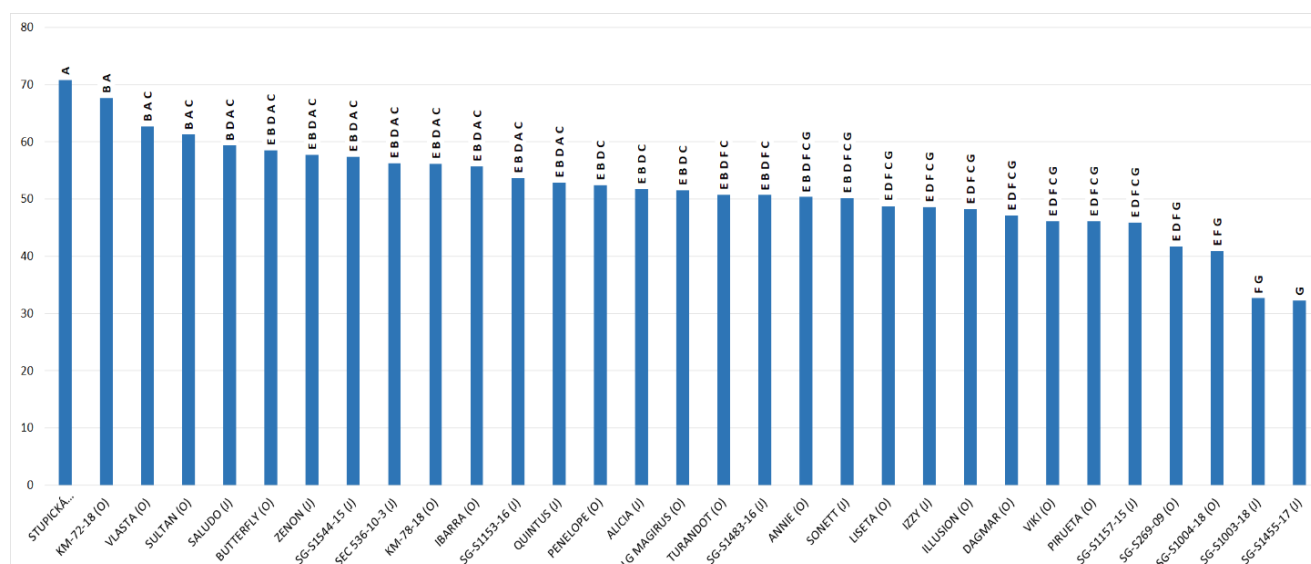


Graf 1 obsah N-látek v sušině zrna (%)

Požadavky potravinářské pšenice splňují všechny zkoumané odrůdy. Nejvyšší obsah N-látek vykazuje ozimá odrůda Stupická bastard (16,75 %) a celkově nejnižší obsah vykazuje ozimý genotyp SG-S1004-18 (12,94 %), ale i ten splňuje požadavky pro potravinářské užití. Nejlepší hodnoty z jarních odrůd vykazuje Zenon (15,29 %), nejslabším jarním genotypem je SG-S1455-17 (13,47 %). Obsah N-látek na první pohled nevykazuje velké rozdíly a výsledky vypadají vyrovnané, většina odrůd nabývala hodnot od 14 do 15 %. Mezi nejlepší a nejhorší odrůdou byl rozdíl téměř 4 %. Minimální průkazný rozdíl byl 2,8 procentního bodu. Standartně bývá 12,5-13,2 %. Zde se tedy jedná o velký rozdíl, který je způsoben hlavně tím, že jsme spočítali všechny odrůdy dohromady.

## 5.2. Sedimentační index-Zelenyho test (ml)

Sedimentační index slouží k charakterizování viskoelastických vlastností bílkovinného komplexu zrna pšenice z pohledu vhodnosti k pekařskému využití. Norma ČSN 46 1100-2 určuje minimální hodnotu Zelenyho testu potravinářské pšenice k pekárenským účelům 30 ml. Pro pečivářské využití je stanovena maximální hodnota 25 ml.



Graf 2 Sedimentační index – Zeleny (ml)

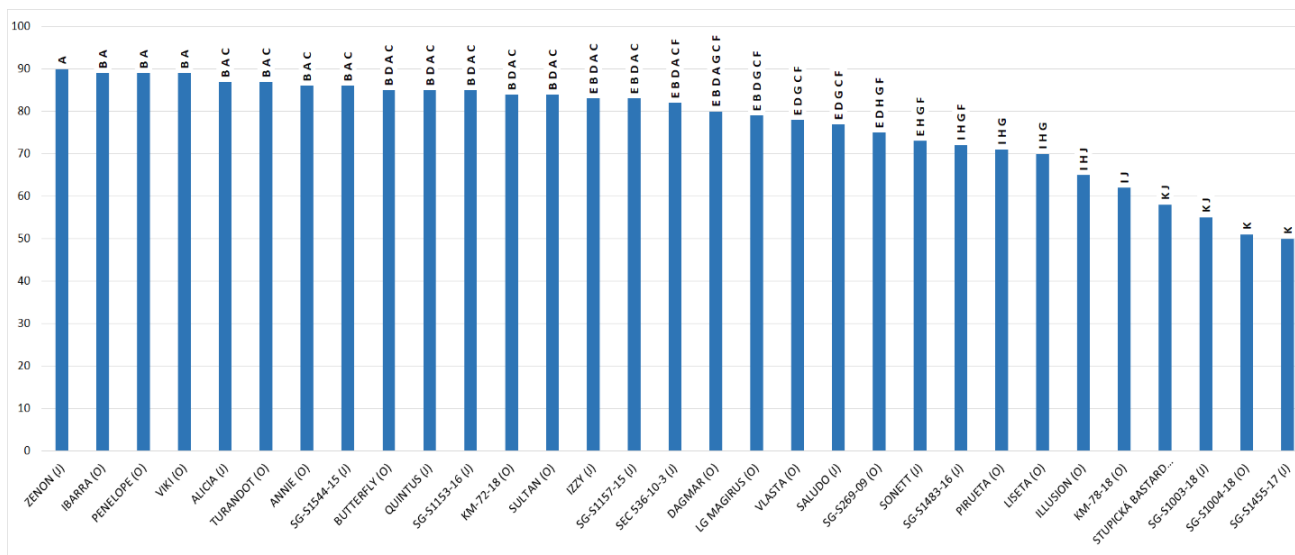
Všechny vzorky mají objem sedimentu vyšší než hraniční hodnota 30 ml. Proto mohou být všechny vzorky z technologického hlediska zařazeny do kategorie potravinářská. Nejvyšší hodnoty vykazuje ozimá odrůda Stupická bastard, nejlepší z jarních odrůd je Saludo s hodnotou sedimentačního testu 59,4 ml. Nejnižší objem sedimentu měla dvě novošlechtění, z uznaných jarních odrůd byla v objemu sedimentu (Zeleny test) nejhorší Izzy (48,6 ml).

Na rozdíl od obsahu proteinu jsou zde patrné větší rozdíly mezi jednotlivými odrůdami. To se projevuje větší diverzifikací statistických skupin. Rozdíl mezi nejlepším a nejhorším je víc než 50 %. Co se týče vhodnosti k pěstování pro pečárenské účely, bylo by vhodné vybírat odrůdy s hodnotou Zelenyho testu alespoň 50 ml, protože následující odrůdy se blíží rozdílu 50 % od nejlepšího vzorku. Minimální průkazný rozdíl byl 18,3 ml.

### 5.3. Sedimentační test – SDS (ml)

Šrot pro tuto analýzu byl připraven 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 pečárenská pšenice je hodnota sedimentačního testu (SDS sedimentační test) ve výši 47 ml. Uvádí se v jednotkách ml.

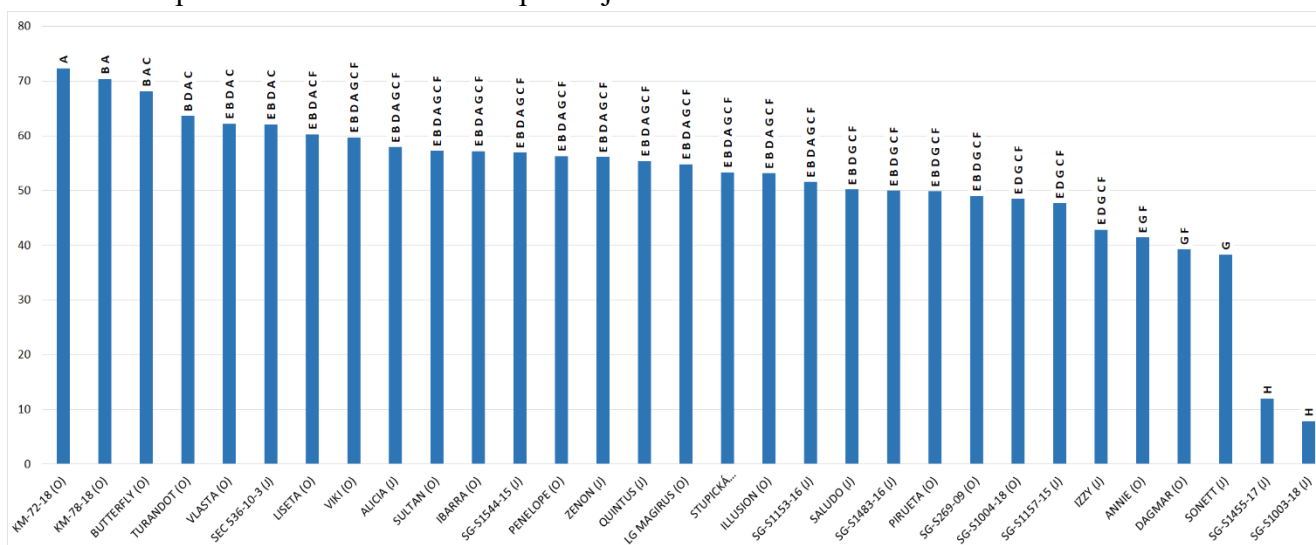


Graf 3 Sedimentační test -SDS (ml)

Výsledky sedimentačního testu jsou svou povahou podobné výsledkům Zeleného testu. Nejsou tím myšleny výsledky samotné a pořadí odrůd, ale statistické výsledky, které jsou i v tomto případě velmi diverzifikované a dochází k zdatelnému poklesu kvality. Nejlepší výsledek se od nejhoršího liší o více než 40 %. Co se týče vhodnosti odrůd k následnému potravinářskému využití, bylo by vhodné využít odrůdy s výsledky 70 ml a více, protože jejich lepek je silný. Minimální průkazný rozdíl byl stanoven na 10,1 ml.

#### 5.4. Tvrdost zrna (PSI) - Hardness (%)

Tvrdost zrna byla stanovena dle metodiky AACC 55-30 index velikosti částic pro pšenici (PSI – particle size index). Metoda spočívá ve mletí zrna a jeho následným proséváním na síť 0,075mm. Nižší podíl propadu sítím je u tvrdšího endospermu a vykazuje tak nižší hodnotu PSI (%). Měření tvrdosti zrna proběhlo na kalibrovaném přístroji FOSS – Infratec 1241.



Graf 4 Tvrdost zrna (PSI) - Hardness (%)

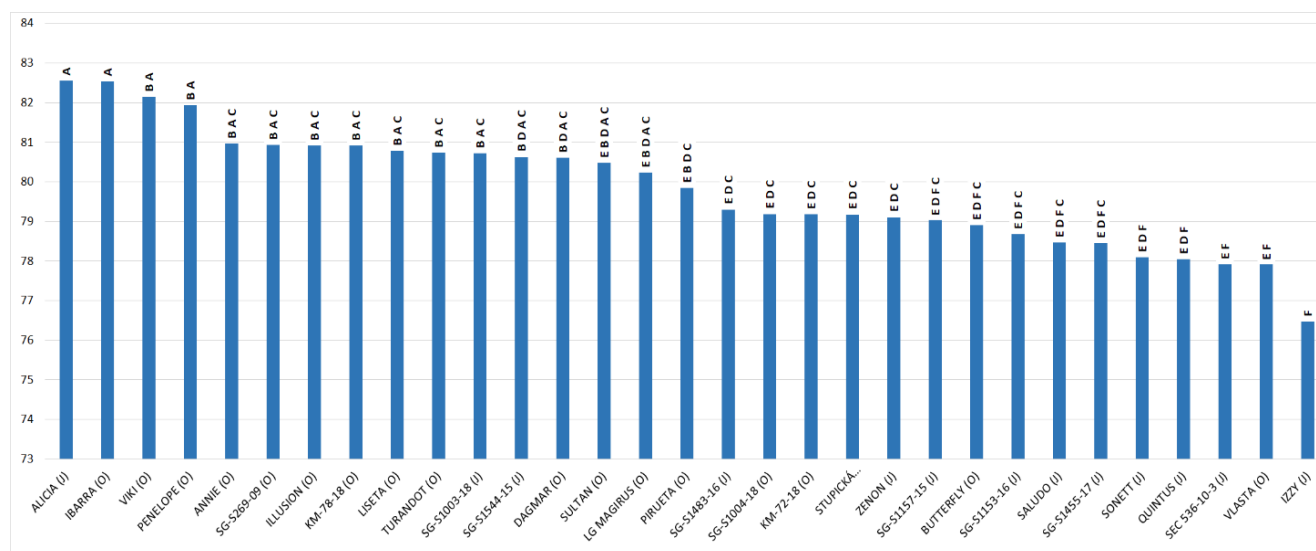
U výsledků tvrdosti zrna jsou opět znatelné velké rozdíly a to téměř stoprocentní. Obecně platí, že obecně jsou pro pečivářské a krmné účely vhodné odrůdy s měkkým zrnem, naproti tomu odrůdy s větší tvrdostí zrna jsou vhodné k pekárenskému zpracování. Záleží tedy na plánovaném způsobu využití dané odrůdy.

Minimální znatelný rozdíl byl stanoven na 21,912 %.

## 5.5. 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 5 Objemová hmotnost (kg/hl)

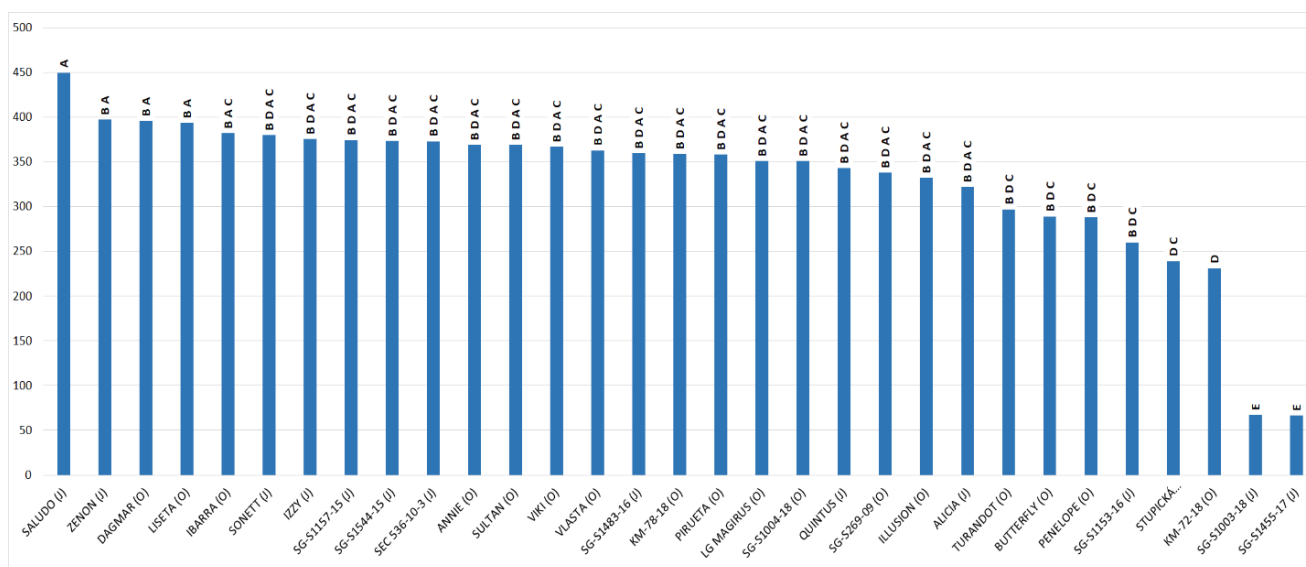
Graf vypovídá o tom, že ozimé odrůdy mají obecně vyšší objemovou hmotnost, výjimkami je pouze Alicia (80,6 kg/hl), která předčila všechny ozimé odrůdy. Dále stojí za zmínku novošlechtěná SG-S1003-18 a SG-S1544-15, které mají objemovou hmotnost také nad 80 kg/hl. Naopak na opačném konci grafu se ocitla velmi stará ozimá odrůda Vlasta (77,9 kg/hl).

Ze statistických výsledků je patrné, že diverzifikace je u tohoto sledovaného prvku nižší, než v ostatních sledovaných parametrech, tomu odpovídá i fakt, že rozdíl mezi nejlepším a nejhorším vzorkem je pouhých 6 kg/hl (rozdíl mezi nejlepším a nejhorším vzorkem je 7,4 %), což v hodnotách okolo 80 kg/hl je malé množství. Z toho plyne i malý minimální průkazný rozdíl, který je roven 2,6 kg/hl.

## 5.6. Falling number – číslo poklesu (s)

Podle hodnoty čísla poklesu je zjišťován stupeň poškození sacharido – amylázového komplexu zrna vlivem aktivity enzymu  $\alpha$ -amylázy. 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.

V grafu č. 6 jsou zobrazeny rozdíly mezi hodnotami čísla poklesu jednotlivých odrůd.



Graf 6 Falling number – číslo poklesu (s)

Nejhorších a nedostačujících hodnot čísla poklesu dosáhly jarní odrůdy SG-S1003-18 (67 s), SG-S1455-17 (66,5 s). Všechny ostatní odrůdy jarních i ozimých pšenic splňovaly a velice překračovaly minimální normu. Optimální hodnoty nabývaly pouze ozimé odrůdy KM-72-18 (231 s) a Stupická bastard (239 s).

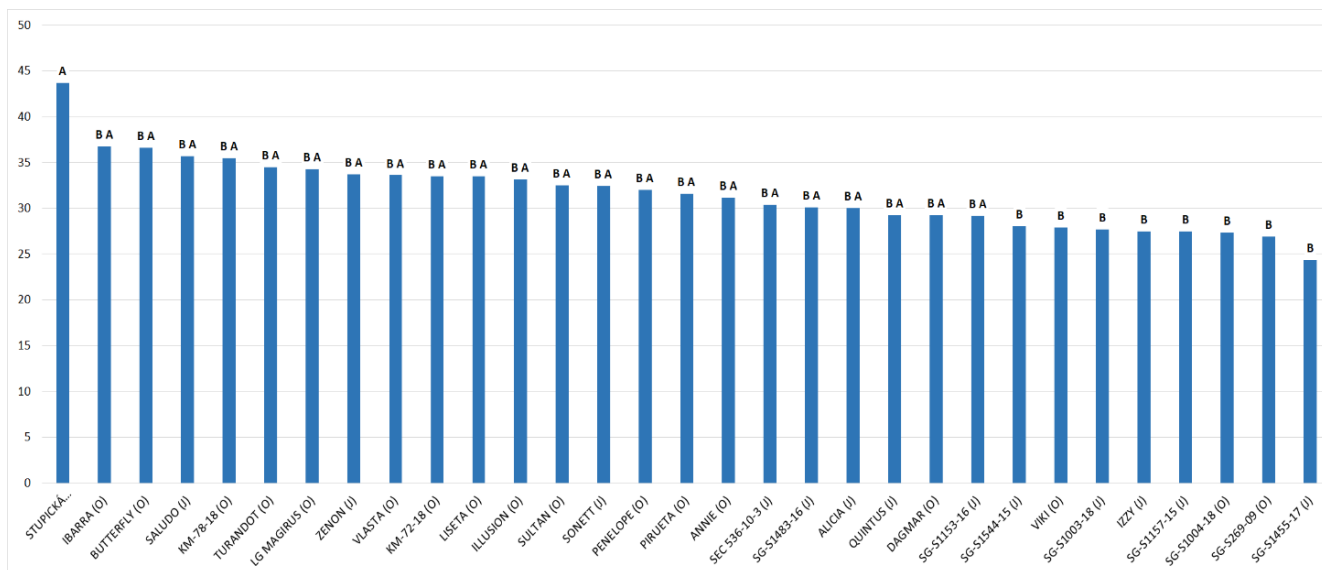
Z výsledků statistického programu SAS stojí za zmínku pouze to, že na čele se umístila jarní odrůda Saludo, poté od vzorku Turandot došlo k výraznému poklesu do optimálních hodnot, kde se ocitly pouze dvě zmíněné odrůdy KM-72-18 a Stupická bastard. Minimální znatelný rozdíl se může zdát vysoký (150,41 s) ovšem je přiměřený k charakteru měření.

## 5.7. Obsah mokrého lepku – GO (%)

Podobně jako obsah N-látek, je i obsah mokrého lepku v sušině zrna ukazatelem pekařské kvality. V dnešní době je spíše doplňkovým jakostním ukazatelem. Ve znění vyhlášky ČSN 46 1100-2 (pro pšenici potravinářskou) nabývá minimální hodnota obsahu mokrého lepku v sušině zrna k pekárenskému využití 24 %; čím je jeho obsah vyšší, tím většího objemu a s tím zároveň i jakosti pečiva lze dosáhnout.

Analýza byla provedena na přístroji Perten – Glutomatic 2200.

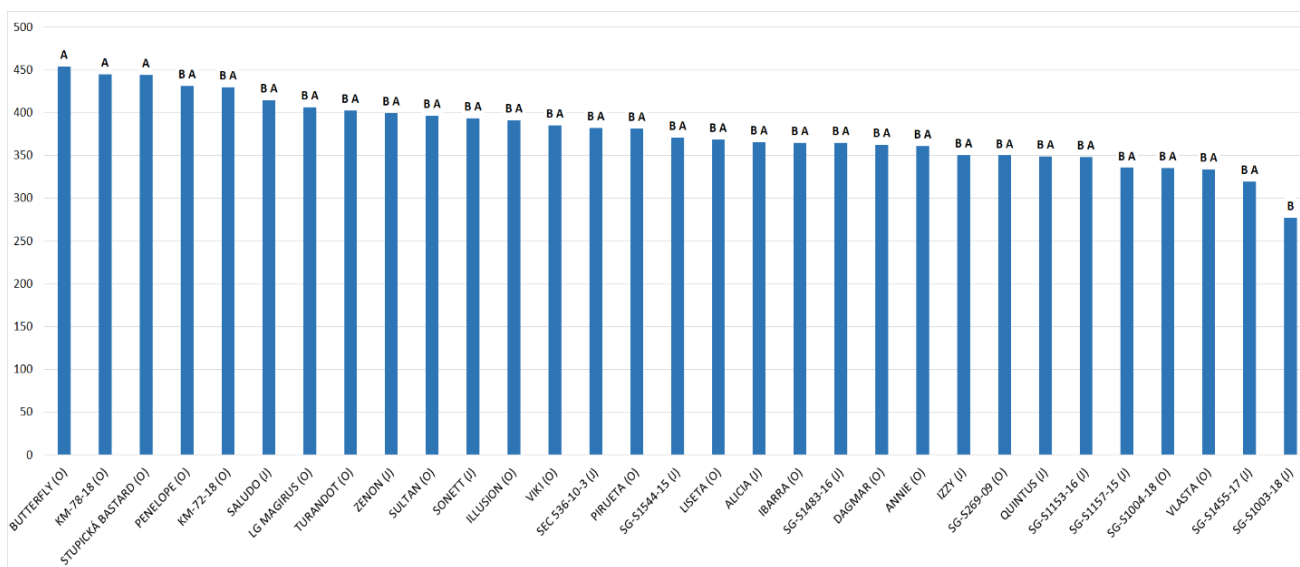




Graf 7 Obsah mokrého lepku – GO (%)

Co se týče statistických hodnot, tak je patrné, že jasným vítězem je Stupická bastard (43,68 %). Tato hodnota se ovšem může zdát v kontextu celého měření lehce zavádějící, jelikož je o 50 % lepší než nejhorší naměřený výsledek jarní odrůdy SG-S1455-17 (24,36 %), protože co se týče středních hodnot grafu, pozorujeme minimální rozdíly, a to se statisticky projevilo na malé diverzifikaci skupin. Minimální průkazný rozdíl je 14,5 %.

## 5.8. Objem chleba – Rapid mix test (cm<sup>3</sup>/100 g)



Graf 8 Objem chleba – Rapid mix test (cm<sup>3</sup>/100 g)

Po analýze statistických dat je zde patrná malá diverzifikace. Za zmínku snad jen stojí SG-S1003-18 (276,88 cm<sup>3</sup>/100 g), která se od ostatních zřetelně liší svým nízkým objemem chleba. Z grafu je patrné, že se pro výrobu kynutého pečiva více hodí vybrané ozimé odrůdy, popřípadě jarní

Saludo (414,38 cm<sup>3</sup>/100 g), Zenon (399,38 cm<sup>3</sup>/100 g) a Sonett (393,33 cm<sup>3</sup>/100 g). Minimální průkazná diference byla stanovena na 160,16 cm<sup>3</sup>/100 g.

## 6. Diskuze

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.

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. 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).

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 pšenic, 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).

Obsah proteinu pozitivně koreluje s obsahem mokrého lepku, který je velice ovlivněn lokalitou. Korelace mezi bílkovinami a obsahem lepku byla pozitivní pro oba typy pšenic, ale silnější pro pšenici jarní (Grausgruber et al., 2000). Jiné výzkumy ukázaly, že existuje silná pozitivní korelace mezi obsahem bílkovin a objemem pečiva a že pekařská kvalita jarní pšenice přímo souvisí s obsahem bílkovin a obsahem mokrého lepku (Hanell et al., 2004).

Studie, studující 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.

Nebyl nalezen významný rozdíl mezi objemem chleba jarních a ozimých pšenic, ale koeficient variace byl vyšší pro ozimé pšenice. V průběhu let měla typová interakce významný vliv na objem chleba. U jarních pšenic 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 pšenic signifikantní a vykazuje značné rozdíly v množství proteinu.

Jiné vyzkumy 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 obsahem 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.

Z našich výsledků je patrné, že za vzájemně korelující se může považovat například závislost obsahu proteinu na tvrdosti zrna. Obecně platí, že čím více proteinu daný vzorek má, tím má tvrdší i zrno a hůře se tak zpracovává pro účely pečení. Tento fakt je patrný i z výsledků měření, a to na **Grafu 1 Obsah N-látek v sušině zrna (%)** a **Grafu 4 Tvrdost zrna (%)**.

## 7. Závěr

Pro experimentální část práce, jejímž cílem bylo zhodnocení a porovnání vybraných produkčních a kvalitativních parametrů u souboru 40 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 leží poblíž sebe. Proto se dají předpokládat, že podmínky počasí a teplot byly totožné. Spíše jsme se zaměřili na rozdíly ve způsobu pěstování.

Všechny odrůdy splnily minimální hodnotu vybraných parametrů pšenice k pekárenskému využití. A u těch, kde se volí optimální množství byly všechny vybrané genotypy buď v mezích, nebo nad touto hranicí.

- Co se týče obsahu proteinu, byla celkově nejlepší odrůdou Stupická bastard s obsahem 16,75 %, která se řadí mezi ozimé odrůdy. Z jarních byla nejlepší odrůda Zenon s obsahem 15,29 %. Nejhorších výsledků dosáhly novošlechtěné ozimé genotypy SG-S269-09 (12,95 %), SG-S1004-18 (12,94 %).
- Minimální hodnota Sedimentačního testu-Zeleny, je stanovena pro pekárenské účely 30ml. Maximální hodnota pro pečivárenské účely je 25 ml, ale většina výrobků je zpracovávána k pekárenským účelům a vyžaduje tak co největší schopnost kynutí těsta. V tomto směru vychází nejlepe opět ozimá odrůda Stupická bastard s obsahem 70,84 ml. Nejlepší z jarních je odrůda Saludo s obsahem 59,37 ml. Na rozdíl od proteinu je zde patrný odskok nejlepších ozimých odrůd od nejlepší jarní odrůdy.
- Všechny odrůdy přesahují minimální stanovenou hodnotu SDS pro pekárenské zpracování, ovšem novošlechtěné odrůdy SG-S1004-18 a SG-S1455-17 tuto hodnotu překračují jen těsně, proto bych je k tomuto zpracování nedoporučila. Naopak existují jarní i ozimé odrůdy, které tuto minimální hodnotu překračují o 100 %. Za zmínku stojí například jarní odrůda Zenon (90 ml), nebo ozimé odrůdy Ibarra, Penelope a Viky (89 ml).
- U testovaných vzorků bylo zjištěno, že v naprosté většině se jedná o odrůdy s extrémně měkkými zrny, ale objevily se zde i dvě odrůdy s velmi tvrdými zrny. Těmi jsou jarní novošlechtěné SG-S1455-17 (11,99 %) a SG-S1003-18 (7,87 %).
- Jak bylo zmíněno v kapitole 5.5, ozimé odrůdy mají obecně vyšší objemovou hmotnost než odrůdy jarní, výjimkou je Alicia, která se stala celkovým vítězem s objemovou hmotností 82,55 kg/hl.
- Jelikož u čísla poklesu není dobrá příliš nízká ani moc vysoká hodnota, došli jsme tedy k závěru, 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).
- Z testovaných vzorků byla u parametru obsahu mokrého lepku jasně nejlepší ozimá odrůda Stupická bastard (43,68 %), naopak minimum, které je dle normy ČSN požadováno v potravinářském průmyslu, musíme vyškrtnout vzorek jarní odrůdy SG-S1455-17 (24,36 %).

- Objem chleba koreluje s již zjištěnými hodnotami, a proto nebylo překvapením, že na předních příčkách se opět umístily ozimé odrůdy Butterfly ( $453,75 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ ), KM-78-18 ( $445 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ ) a často zmiňovaná Stupická bastard ( $443,75 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ ).

Ze zjištěných výsledků je možno vidět, že 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.

## 8. Literatura

- 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>
- 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. (2003): Vliv odrůdy a agroekologických faktorů na škrobářenskou a pečivářenskou 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>
- 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>
- Dvořák J, Luo MC, Yang ZL, Zhang HB. (1998): The structure of the *Aegilops tauschii* gene pool 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, £35.00. 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/jers.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 [Schrank]) varieties. *Food Chemistry* 123: 1267–1274
- 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. 2018a. Využití metody "participatory breeding" ve šlechtění pšenice v ekologickém zemědělství. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně.
- Janovská D, Capouchová I, Konvalina P. 2018b. Participační šlechtění v ekozemědělství. *Zemědělec* 20: 37.
- 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.

- 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, 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
- 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 Comparision 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.
- 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., 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.
- 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, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 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>
- 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-1,4-benzoxazin-3-one 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. Profí Press. Praha, 180 s. ISBN: 80-86726-09-6.
- Zrcková M, Capouchová I, Paznocht L, Eliášová M, Dvořák P, Konvalina P, Janovská D, Orsák M, Bečková L. 2019b. Variation of the total content of polyphenols and phenolic acids in einkorn, emmer, spelt and common wheat grain as a function of genotype wheat species and crop year. *Plant, Soil and Environment* 65: 260-266.
- Zrcková M, Svobodová-Leišová L, Bucur D, Capouchová I, Konvalina P, Pazderů K, Janovská D. 2019a. The occurrence of *Fusarium* spp. in hulls and grains of different wheat species. *Romanian agricultural research* 36: 173-185.
- [online]. [cit. 2021-4-26]. Dostupné z: • <https://www.uroda.cz/letme-nahlednuti-do-historie-kulturnich-plodin/>



# 9. Samostatné přílohy

## 9.1. Příloha 1

Tabulka 15: Protein

	Název	Tukey	ProtDM
1	STUPOCKÁ BASTARD (O)	A	16,75
2	VLASTA (O)	B A	15,48
3	ZENON (J)	B A	15,29
4	SALUDO (J)	B A	15,18
5	BUTTERFLY (O)	B A	15,14
6	SULTAN (O)	B A	15,11
7	SG-S1544-15 (J)	B A	15,02
8	LG MAGIRUS (O)	B A	14,94
9	KM-78-18 (O)	B A	14,92
10	ANNIE (O)	B A	14,89
11	KM-72-18 (O)	B A	14,78
12	SG-S1153-16 (J)	B A	14,71
13	QUINTUS (J)	B A	14,64
14	SEC 536-10-3 (J)	B A	14,61
15	SG-S1483-16 (J)	B A	14,37
16	SONETT (J)	B A	14,22
17	IBARRA (O)	B A	14,20
18	IZZY (J)	B A	14,17
19	ALICIA (J)	B	13,90
20	TURANDOT (O)	B	13,77
21	SG-S1003-18 (J)	B	13,72
22	SG-S1157-15 (J)	B	13,70
23	ILLUSION (O)	B	13,67
24	PENELOPE (O)	B	13,61
25	LISETA (O)	B	13,58
26	SG-S1455-17 (J)	B	13,47
27	DAGMAR (O)	B	13,37
28	PIRUETA (O)	B	13,37
29	VIKI (O)	B	13,14
30	SG-S269-09 (O)	B	12,95
31	SG-S1004-18 (O)	B	12,94

## 9.2. Příloha 2

Tabulka 16: Zelený test

	Název	Tukey	Zelený
1	STUPOCKÁ BASTARD (O)	A	70,84
2	KM-72-18 (O)	B A	67,70
3	VLASTA (O)	B A C	62,74
4	SULTAN (O)	B A C	61,28
5	SALUDO (J)	B D A C	59,37
6	BUTTERFLY (O)	E B D A C	58,56
7	ZENON (J)	E B D A C	57,74
8	SG-S1544-15 (J)	E B D A C	57,44
9	SEC 536-10-3 (J)	E B D A C	56,23
10	KM-78-18 (O)	E B D A C	56,17
11	IBARRA (O)	E B D A C	55,66
12	SG-S1153-16 (J)	E B D A C	53,68
13	QUINTUS (J)	E B D A C	52,93
14	PENELOPE (O)	E B D C	52,43
15	ALICIA (J)	E B D C	51,73
16	LG MAGIRUS (O)	E B D C	51,57
17	TURANDOT (O)	E B D F C	50,78
18	SG-S1483-16 (J)	E B D F C	50,72
19	ANNIE (O)	E B D F C G	50,37
20	SONETT (J)	E B D F C G	50,19
21	LISETA (O)	E D F C G	48,76
22	IZZY (J)	E D F C G	48,58
23	ILLUSION (O)	E D F C G	48,23
24	DAGMAR (O)	E D F C G	47,11
25	VIKI (O)	E D F C G	46,15
26	PIRUETA (O)	E D F C G	46,12
27	SG-S1157-15 (J)	E D F C G	45,89
28	SG-S269-09 (O)	E D F G	41,71
29	SG-S1004-18 (O)	E F G	40,93
30	SG-S1003-18 (J)	F G	32,71
31	SG-S1455-17 (J)	G	32,28



### 9.3. Příloha 3

Tabulka 17: Tvrdost

	Název	Tukey	Hardness
1	KM-72-18 (O)	A	72,32
2	KM-78-18 (O)	B A	70,43
3	BUTTERFLY (O)	B A C	68,15
4	TURANDOT (O)	B D A C	63,67
5	VLASTA (O)	E B D A C	62,23
6	SEC 536-10-3 (J)	E B D A C	62,06
7	LISETA (O)	E B D A C F	60,30
8	VIKI (O)	E B D A G C F	59,70
9	ALICIA (J)	E B D A G C F	57,95
10	SULTAN (O)	E B D A G C F	57,28
11	IBARRA (O)	E B D A G C F	57,21
12	SG-S1544-15 (J)	E B D A G C F	56,94
13	PENELOPE (O)	E B D A G C F	56,29
14	ZENON (J)	E B D A G C F	56,10
15	QUINTUS (J)	E B D A G C F	55,38
16	LG MAGIRUS (O)	E B D A G C F	54,80
17	STUPICKÁ BASTARD (O)	E B D A G C F	53,31
18	ILLUSION (O)	E B D A G C F	53,14
19	SG-S1153-16 (J)	E B D A G C F	51,58
20	SALUDO (J)	E B D G C F	50,18
21	SG-S1483-16 (J)	E B D G C F	49,97
22	PIRUETA (O)	E B D G C F	49,83
23	SG-S269-09 (O)	E B D G C F	48,99
24	SG-S1004-18 (O)	E D G C F	48,49
25	SG-S1157-15 (J)	E D G C F	47,67
26	IZZY (J)	E D G C F	42,87
27	ANNIE (O)	E G F	41,42
28	DAGMAR (O)	G F	39,28
29	SONETT (J)	G	38,26
30	SG-S1455-17 (J)	H	11,99
31	SG-S1003-18 (J)	H	7,87

## 9.4. Příloha 4

Tabulka 18: Objemová hmotnost

	Název	Tukey	OH
1	ALICIA (J)	A	82,55
2	IBARRA (O)	A	82,54
3	VIKI (O)	B A	82,15
4	PENELOPE (O)	B A	81,94
5	ANNIE (O)	B A C	80,96
6	SG-S269-09 (O)	B A C	80,92
7	ILLUSION (O)	B A C	80,91
8	KM-78-18 (O)	B A C	80,91
9	LISETA (O)	B A C	80,78
10	TURANDOT (O)	B A C	80,74
11	SG-S1003-18 (J)	B A C	80,72
12	SG-S1544-15 (J)	B D A C	80,63
13	DAGMAR (O)	B D A C	80,61
14	SULTAN (O)	E B D A C	80,48
15	LG MAGIRUS (O)	E B D A C	80,24
16	PIRUETA (O)	E B D C	79,85
17	SG-S1483-16 (J)	E D C	79,30
18	SG-S1004-18 (O)	E D C	79,18
19	KM-72-18 (O)	E D C	79,17
20	STUPICKÁ BASTARD (O)	E D C	79,17
21	ZENON (J)	E D C	79,11
22	SG-S1157-15 (J)	E D F C	79,03
23	BUTTERFLY (O)	E D F C	78,91
24	SG-S1153-16 (J)	E D F C	78,68
25	SALUDO (J)	E D F C	78,46
26	SG-S1455-17 (J)	E D F C	78,45
27	SONETT (J)	E D F	78,09
28	QUINTUS (J)	E D F	78,05
29	SEC 536-10-3 (J)	E F	77,92
30	VLASTA (O)	E F	77,91
31	IZZY (J)	F	76,47

## 9.5. Příloha 5

Tabulka 19: Falling number – číslo poklesu

	Název	Tukey	FN
1	<b>SALUDO (J)</b>	A	449,5
2	<b>ZENON (J)</b>	B A	397,5
3	<b>DAGMAR (O)</b>	B A	396,0
4	<b>LISETA (O)</b>	B A	394,0
5	<b>IBARRA (O)</b>	B A C	382,0
6	<b>SONETT (J)</b>	B D A C	380,0
7	<b>IZZY (J)</b>	B D A C	375,5
8	<b>SG-S1157-15 (J)</b>	B D A C	374,5
9	<b>SG-S1544-15 (J)</b>	B D A C	373,5
10	<b>SEC 536-10-3 (J)</b>	B D A C	373,0
11	<b>ANNIE (O)</b>	B D A C	369,0
12	<b>SULTAN (O)</b>	B D A C	369,0
13	<b>VIKI (O)</b>	B D A C	367,0
14	<b>VLASTA (O)</b>	B D A C	363,0
15	<b>SG-S1483-16 (J)</b>	B D A C	359,5
16	<b>KM-78-18 (O)</b>	B D A C	359,0
17	<b>PIRUETA (O)</b>	B D A C	358,0
18	<b>LG MAGIRUS (O)</b>	B D A C	351,0
19	<b>SG-S1004-18 (O)</b>	B D A C	351,0
20	<b>QUINTUS (J)</b>	B D A C	343,0
21	<b>SG-S269-09 (O)</b>	B D A C	338,0
22	<b>ILLUSION (O)</b>	B D A C	332,0
23	<b>ALICIA (J)</b>	B D A C	322,0
24	<b>TURANDOT (O)</b>	B D C	297,0
25	<b>BUTTERFLY (O)</b>	B D C	289,0
26	<b>PENELOPE (O)</b>	B D C	288,0
27	<b>SG-S1153-16 (J)</b>	B D C	260,0
28	<b>STUPICKÁ BASTARD (O)</b>	D C	239,0
29	<b>KM-72-18 (O)</b>	D	231,0
30	<b>SG-S1003-18 (J)</b>	E	67,0
31	<b>SG-S1455-17 (J)</b>	E	66,5

## 9.6. Příloha 6

Tabulka 20: SDS

	Název	Tukey	SDS
1	ZENON (J)	A	90
2	IBARRA (O)	B A	89
3	PENELOPE (O)	B A	89
4	VIKI (O)	B A	89
5	ALICIA (J)	B A C	87
6	TURANDOT (O)	B A C	87
7	ANNIE (O)	B A C	86
8	SG-S1544-15 (J)	B A C	86
9	BUTTERFLY (O)	B D A C	85
10	QUINTUS (J)	B D A C	85
11	SG-S1153-16 (J)	B D A C	85
12	KM-72-18 (O)	B D A C	84
13	SULTAN (O)	B D A C	84
14	IZZY (J)	E B D A C	83
15	SG-S1157-15 (J)	E B D A C	83
16	SEC 536-10-3 (J)	E B D A C F	82
17	DAGMAR (O)	E B D A G C F	80
18	LG MAGIRUS (O)	E B D G C F	79
19	VLASTA (O)	E D G C F	78
20	SALUDO (J)	E D G C F	77
21	SG-S269-09 (O)	E D H G F	75
22	SONETT (J)	E H G F	73
23	SG-S1483-16 (J)	I H G F	72
24	PIRUETA (O)	I H G	71
25	LISETA (O)	I H G	70
26	ILLUSION (O)	I H J	65
27	KM-78-18 (O)	I J	62
28	STUPICKÁ BASTARD (O)	K J	58
29	SG-S1003-18 (J)	K J	55
30	SG-S1004-18 (O)	K	51
31	SG-S1455-17 (J)	K	50

## 9.7. Příloha 7

Tabulka 21: Gluten index

	Název	Tukey	GO
1	STUPICKÁ BASTARD (O)	A	43,68
2	IBARRA (O)	B A	36,74
3	BUTTERFLY (O)	B A	36,62
4	SALUDO (J)	B A	35,67
5	KM-78-18 (O)	B A	35,50
6	TURANDOT (O)	B A	34,50
7	LG MAGIRUS (O)	B A	34,27
8	ZENON (J)	B A	33,71
9	VLASTA (O)	B A	33,60
10	KM-72-18 (O)	B A	33,49
11	LISETA (O)	B A	33,49
12	ILLUSION (O)	B A	33,15
13	SULTAN (O)	B A	32,48
14	SONETT (J)	B A	32,42
15	PENELOPE (O)	B A	32,03
16	PIRUETA (O)	B A	31,58
17	ANNIE (O)	B A	31,14
18	SEC 536-10-3 (J)	B A	30,35
19	SG-S1483-16 (J)	B A	30,07
20	ALICIA (J)	B A	30,02
21	QUINTUS (J)	B A	29,23
22	DAGMAR (O)	B A	29,23
23	SG-S1153-16 (J)	B A	29,18
24	SG-S1544-15 (J)	B	28,06
25	VIKI (O)	B	27,89
26	SG-S1003-18 (J)	B	27,66
27	IZZY (J)	B	27,50
28	SG-S1157-15 (J)	B	27,50
29	SG-S1004-18 (O)	B	27,33
30	SG-S269-09 (O)	B	26,88
31	SG-S1455-17 (J)	B	24,36

## 9.8. Příloha 8

Tabulka 22: Objem chleba

	Název	Tukey	Bread volume
1	BUTTERFLY (O)	A	453,75
2	KM-78-18 (O)	A	445,00
3	STUPOCKÁ BASTARD (O)	A	443,75
4	PENELOPE (O)	B A	431,25
5	KM-72-18 (O)	B A	430,00
6	SALUDO (J)	B A	414,38
7	LG MAGIRUS (O)	B A	406,25
8	TURANDOT (O)	B A	402,50
9	ZENON (J)	B A	399,38
10	SULTAN (O)	B A	396,25
11	SONETT (J)	B A	393,13
12	ILLUSION (O)	B A	391,25
13	VIKI (O)	B A	385,00
14	SEC 536-10-3 (J)	B A	381,88
15	PIRUETA (O)	B A	381,25
16	SG-S1544-15 (J)	B A	370,63
17	LISETA (O)	B A	368,75
18	ALICIA (J)	B A	365,63
19	IBARRA (O)	B A	365,00
20	SG-S1483-16 (J)	B A	364,38
21	DAGMAR (O)	B A	362,50
22	ANNIE (O)	B A	361,25
23	IZZY (J)	B A	350,63
24	SG-S269-09 (O)	B A	350,00
25	QUINTUS (J)	B A	348,75
26	SG-S1153-16 (J)	B A	348,13
27	SG-S1157-15 (J)	B A	335,63
28	SG-S1004-18 (O)	B A	335,00
29	VLASTA (O)	B A	333,75
30	SG-S1455-17 (J)	B A	319,38
31	SG-S1003-18 (J)	B	276,88

**9.9. Příloha 9**



*Obrázek 1 Fotografie 4 druhů lepku*

9.10.

Příloha 10

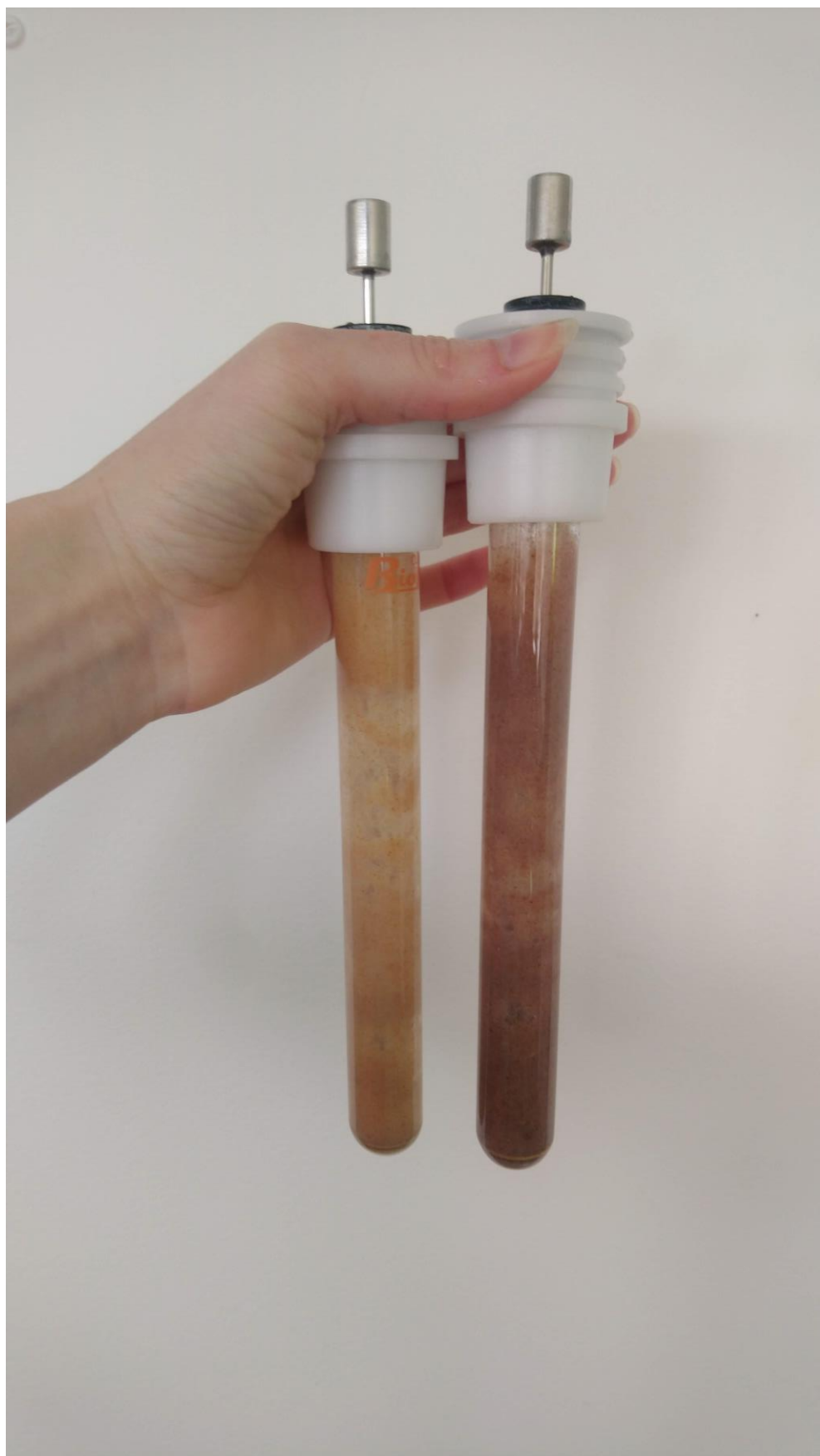


Obrázek 2 Výsledky pekařského testu

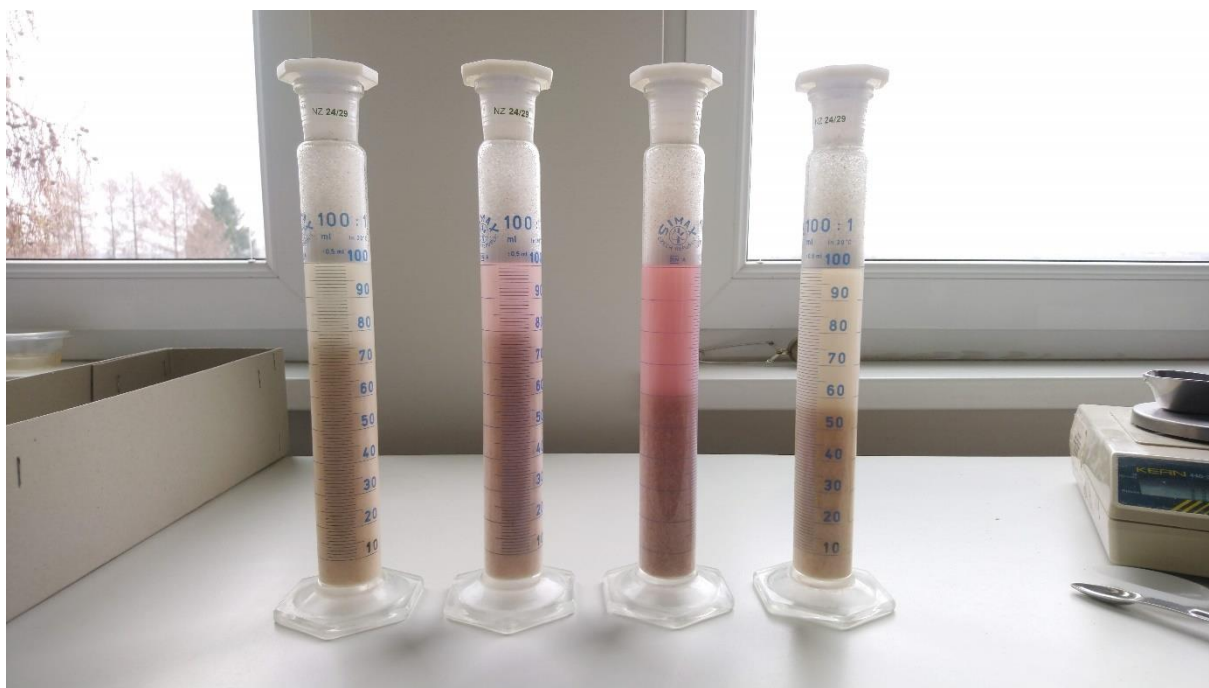


9.11.

Příloha 11



**9.12. Příloha 12**



Obrázek 4 Laboratorní analýza 2