

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

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Pazderů, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pšenice současnosti a minulosti" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Kateřině Pazderů, Ph.D. za čas, který mi věnovala při konzultacích, za její cenné připomínky a především trpělivost, laskavost a ochotu při zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala za spolupráci firmě Selgen a.s. a Firmě Selton s.r.o. za možnost podílet se na tomto pokusu a využít získané údaje pro tuto práci, za poskytnutí užitečných informací a instrukcí, především p. Dr. Ing. Horčíčkovi, p. Ing. Veškrnovi a p. Ing. Schmiedlové. Dále rodině, příteli a přátelům za poskytnutí všestranné podpory.

ABSTRAKT

Pšenice setá je České republice nejvýznamnější polní plodinou v konvenčním i alternativním způsobu pěstování. Obilniny jsou skupinou pěstovaných rostlin, která je na světě nejvíce rozšířená. V tomto pokusu byly porovnávány odrůdy Alicia, Astrid, Saxana, Granny.

Pšenice jednozrnka a pšenice dvouzrnka jsou druhy, jejichž pěstování je datováno až do dob počátku zemědělství, do roku 5800 př. n. l. Pšenice špalda se pěstuje asi od doby římské. Cílem této práce byl porovnat a zhodnotit výnosové parametry a kvalitu zrna uvedených druhů historických a současných pšenic.

Experimentální část této práce byla založena na maloparcelkových pokusech firmy Selgen a.s. ve Stupicích.

Klíčová slova: pšenice, výnos, kvalita, historie

Abstract

In the Czech Republic, wheat is the most important field crop of both conventional and alternative (organic) agriculture cultivation. Cereals are the group of most grown crops in the world. Varieties Alicia, Astrid, Saxana, Granny were tested and evaluated.

Triticum monococcum (einkorn wheat), *Triticum dicoccum* (emmer wheat) are main cereals that are planted by the first European farmers since 5800 B.C. *Triticum spelta* (spelt wheat) is planted since Roman period. The aim of this bachelor thesis is comparison of yield and quality of wheat varieties that are mentioned.

The experimental field of this bachelor thesis was performed in Praha – Stupice at testing plots of Selgen a.s. company.

Keywords: wheat, yield, quality, history

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Literární přehled	3
3.1 Počátky pěstování obilnin	3
3.2 Pšenice jednozrnka	5
3.2.1 Historie pěstování	6
3.2.2 Fylogenetický vývoj.....	7
3.2.3 Nároky na prostředí.....	7
3.2.4 Zařazení v osevním postupu	7
3.2.5 Výživa a hnojení	8
3.2.6 Kvalita produkce	8
3.3 Pšenice dvouzrnka (<i>Triticum diccicum</i>)	9
3.3.1 Historie.....	9
3.3.2 Fylogenetický vývoj.....	10
3.3.3 Nároky na prostředí.....	11
3.3.4 Zařazení v osevním postupu	11
3.3.5 Výživa a hnojení	12
3.4 Pšenice špalda	12
3.4.1 Historie pěstování	13
3.4.2 Fylogenetický vývoj.....	15
3.4.3 Nároky na prostředí.....	16
3.4.4 Zařazení v osevním postupu	16
3.4.5 Výživa a hnojení	17
3.5 Pšenice setá – <i>Triticum aestivum</i> L.	17
3.5.1 Historie.....	18
3.5.2 Fylogenetický vývoj.....	18
3.5.3 Nároky na prostředí.....	18
3.5.4 Zařazení v osevním postupu	19
3.5.5 Výživa a hnojení	20
3.6 Vybrané metody stanovení jakosti a kvality pšenice	21
3.6.1 Číslo poklesu – číslo pádu	22
3.6.2 Stanovení hmotnosti tisíce zrn (HTS).....	22
3.6.3 Obsah dusíkatých látek-hrubá bílkovina	23
3.6.4 Sedimentační index – Zelenyho test (SDS)	24
3.6.5 Obsah mokrého lepku (GO).....	25
3.6.6 Gluten index – lepkový index (GI)	25
3.6.7 Tvrdost	26
3.6.8 Poléhání.....	27

4	Materiál a metodika	27
4.1	Charakteristika vybraných konvenčních odrůd	27
4.1.1	Alicia.....	27
4.1.2	Astrid.....	28
4.1.3	Granny.....	28
4.1.4	Saxana	28
4.2	Vybrané historické odrůdy	28
4.3	Charakteristika pokusné lokality.....	28
4.4	Zásoba půdních živin	29
4.5	Agrotechnika použitá na pokusných pozemcích.....	29
4.6	Klimatické podmínky	30
4.7	Hodnocení jakostních parametrů zrna pšenice	31
4.8	Hodnocení produkčních parametrů odrůd a vybraných vegetačních charakteristik v průběhu vegetace.....	31
5	Výsledky	32
5.1	Úroveň napadení braničnatkou plevovou	32
5.2	Výška porostu před sklizní	33
5.3	Obsah N-látek v sušině.....	34
5.4	Hmotnost tisíce semen.....	35
5.5	Číslo poklesu	36
5.6	Zeleného test – sedimentační index	38
5.7	Obsah mokrého lepku v sušině.....	39
5.8	Celková hmotnost lepku – Gluten index	41
5.9	Tvrдость zrna (PSI).....	42
5.10	Poléhání porostu před sklizní	44
6	Diskuse.....	46
6.1	Úroveň napadení braničnatkou plevovou	46
6.2	Výška porostu před sklizní	46
6.3	Obsah N-látek v sušině.....	46
6.4	Hmotnost tisíce semen (HTS)	47
6.5	Číslo poklesu	47
6.6	Zeleného test – sedimentační index	47
6.7	Obsah mokrého lepku v sušině.....	49
6.8	Celková hmotnost lepku – Gluten index	50
6.9	Tvrдость zrna (PSI).....	51
6.10	Poléhání porostu před sklizní	51
7	Závěr.....	52
8	Zdroje	54

1 Úvod

Pšenice setá je v České republice nejvýznamnější plodinou, stejně tak ve světě patří mezi nejvýznamnější plodiny. U nás je pěstována na zhruba čtvrtině orné půdy. Řadí se mezi tzv. tržní komodity, které mají obvykle pozitivní vliv na ekonomiku většiny zemědělských podniků. Pšenice je šlechtěna pro různé agroekologické podmínky, ale také pro rozličné využití produkce (krmná pšenice, pekárenská, pečivářenská, atd.). Rozsáhlá nabídka odrůd umožňuje pěstitelům velké možnosti výběru odrůdy vhodné pro konkrétní pěstitelské podmínky farem i pro konkrétní využití.

Podobně jako v ostatních vyspělých zemích, tak i v České republice, převládá konvenční způsob hospodaření. Kromě toho existují i další způsoby hospodaření, které se stávají kvůli zvyšující poptávce stále atraktivnějšími. I tyto způsoby hospodaření využívají moderní technologie, pěstitelské systémy a snaží se o aplikaci výsledků výzkumných ústavů do praxe. U těchto alternativních systémů hospodaření na prvním místě není intenzita produkce a zisk, ale naopak se snaží o udržitelný rozvoj, zohledňují životní prostředí a snaží se předcházet jeho poškozování. Nejčastějším alternativním pěstitelským systémem je ekologické, nebo low-input zemědělství.

Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum*), dvouzrnka (*Triticum dicoccum*) a špalda jsou jednou z možností výběru pšenic pro alternativní zemědělské systémy, především ekologické zemědělství. Tyto druhy jsou pluchaté a domestikované již delší dobu. Jsou zajímavé svými nutričními hodnotami, uspokojivými vlastnostmi i chutí a možnostmi využití. V ekologickém zemědělství není možné využít průmyslových hnojiv, pesticidů, regulátorů růstu a tak musí být využíváno biologických postupů k dosažení požadované produkce a kvality. Vlastnosti pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy nejsou náročné na živiny ani klimatické podmínky, naopak vykazují zvýšenou odolnost vůči chorobám, škůdcům i nepříznivým klimatickým a půdním podmínkám.

2 Cíl práce

Cílem práce je zpracovat rešerši o pšenici seté, pšenici jednozrnce, pšenici dvouzrnce a pšenici špaldě o vývoji od minulosti až po současnost. Zhodnotit soubor odrůd pšenice, vedený na přesných maloparcelkových pokusech firmy Selen a.s. Porovnat výnos a výnosotvorné prvky souboru odrůd z hlediska vybraných produkčních a jakostních parametrů a posoudit vzájemné odlišnosti.

3 Literární přehled

Pro předpoklad stability kvalitního výnosu je kromě výběru vhodného pozemku a příznivých podmínek důležité také kvalitní osivo, které je poměrně levným, ale za to účinným faktorem ovlivňující uspokojivou produkci.

Cílem práce bylo zhodnotit soubor různých genotypů pšenice z hlediska vybraných produkčních a jakostních parametrů.

3.1 Počátky pěstování obilnin

Člověk začal vědomě pěstovat plodiny asi před 12 000 lety. Nestalo se tak však na všech místech Země současně, záleželo na geografickém umístění, na zvláštностech místní vegetace a také na hustotě zalidnění.

Již velmi dávno před tím lidé znali a velmi pečlivě sbírali jedlé rostliny a lidé v pravěku se tomu velmi aktivně věnovali. Před neolitickou revolucí však nenastala (nebo nenastala trvale) cílená přeměna života na sklizňové stadium a život zemědělský. Jednalo se totiž o prosté cílené využití znalosti o podmínkách a vegetačních cyklech rostlin v letech hojnosti.

Zemědělství se začalo transformovat do dnešní podoby na území tzv. úrodného půlměsíce, to je oblast současného státu Irák, je to známá oblast mezi řekami Eufrat a Tigris, v období asi před 12 000 lety. Pro neolitické zemědělce bylo důležitým předpokladem přizpůsobit se aktuálním podmínkám a využít tak ekonomického přínosu z pěstování obilnin, a to hlavně pšenice (*Triticum boeoticum*) a ječmenu (*Hordeum spontaneum*), tyto druhy daly postupným šlechtěním a selekcí vzniknout novým produkčním druhům obilnin. Cílené zemědělství a šlechtění, které mělo již tehdy za cíl zvýšit produkci a eliminovat kočovný styl života, bylo ale stále doplňováno sběrem bobulí a planých druhů, jakým byl oves.

V historickém vývoji lidstva hrál právě přechod k usedlému zemědělskému způsobu života jeden z nejvýznamnějších mezníků. Kvůli zvýšenému množství přijímaných kalorií, celkem spolehlivé jistotě a snadnějšímu způsobu získávání potravy, nepřímo došlo k počátku dynamického nárůstu populace na planetě. Tento jev byl zapříčiněn především nově nabytou možností žen o téměř neomezenou možností péče o potomstvo, kterou přineslo zemědělství a

ukončení kočovného způsobu žití. Cílené zemědělství začalo být rozšířené na našem území až mnohem později, patrně v průběhu 6. tisíciletí př. N. l. (Beránková, 2005)

Nepříznivý stav klimatu byl patrně důvodem pozdějšího rozšíření, byly vyžadovány vyšší požadavky na pěstované plodiny, stejně jako na nově usazené zemědělce. Lidé tak nemohli z oblasti středomoří hned jednoduše implementovat nově nabyté poznatky o pěstování rostlin i samotné plodiny, nejprve bylo nutná adaptace a místní úpravy, teprve následně byla možná změna stylu života na usedlý.

Tehdy nejpěstovanějším druhem obilniny byla pšenice. Pšenice dvouzrnka (*Triticum dicocon L.*) se v Neolitu velmi dobře uplatnila na půdách střední Evropy. (Beránková, 2005)

Postupným vývojem se i pěstování dalších druhů rozšířilo, šlo například o pšenici špaldu (*Triticum spelta L.*), nebo o pšenici setou (*Triticum aestivum L.*).

Už v pravěku se stala pšenice pro svou chutnost velmi populární, tento trend pokračoval dále v období středověku i novověku. Jedinou slabinou pšenice byla její vyšší náročnost na kvalitu půdy, což byla podmínka, jakou jednoduchá zemědělství neuměla v dostatečné míře zajistit ani při používání biologických hnojiv. Velkého rozšíření se tak pšenici obecně dostalo až ve 20. století, kdy využití moderních technologií umělo zajistit optimální růst a vysoké výnosy této obiloviny. (Vondruška, 2009)

Taxonomie rodu *Triticum* podstoupila řadu reorganizací, které se lišily podle toho, jak velká důležitost byla přisuzována stupni ploidie, ekologickému druhu, nebo specifickým morfologickým odlišnostem (Hancock, 2004).

Veškeré druhy obilných zrn obsahují škrob, lep, fosforečnan vápenatý. Tím se staly veledůležitou potravou téměř veškerého člověčenstva, a pěstování obilního zrna nezušlechtilo pouze jednotlivé druhy, nýbrž dalo mimo to i původ četným odrudám obilním. Pěstování obilnin jest tak staré jako dějeprava člověčenstva sama a původní vlast jednotlivých druhů nelze s určitostí jmenovati, ježto obilí volně samorostlé až posud nalezeno nebylo. Za nejprvnější obilní zrna jest od věků dávných pokládána pšenice, z jejíž četných odrud se hlavně pšenice vousatá, čili osinatá a pšenice komolá, bezosinatá, v jižně a jihozápadné Evropě pěstuje. Velmi jemnou mouku dává též špalda, čili slovanská rýže (*Triticum spelta*). Botanika čili přírodopis rostlin, Karel Starý, 1866

3.2 Pšenice jednozrnka

Vývojově nejstarší kulturní pšenicí je pšenice jednozrnka (*Triticum monnococtum L.*). Po tisíce let byla rozšířena v Evropě a v oblasti blízkého východu. Spolu s pšenicí dvouzrnkou se před 10-12 tisíci lety staly prvními domestikovanými pšenicemi. Z důvodu navyšující se poptávky po tradičních a původních potravinách, vyjádřené také jako zvyšující se zájem o potraviny „přírodního charakteru“, můžeme sledovat ze strany spotřebitelů o pšenici jednozrnku zájem. Tento trend souvisí se zvýšenou poptávkou po celozrnných výrobcích a celkově se zvyšujícím počtem jedinců orientujících se na zdravý a alternativní životní styl. Nejen z tohoto důvodu je tak pšenice jednozrnka pěstována především v podmínkách ekologického či low-input zemědělství, jen na omezených plochách v některých regionech.

Název a překlad toho druhu pochází z němčiny, znamená „jedno zrno“. V jiných jazycích je jednozrnka nazývána například small spelt (anglicky) , farro piccolo (italsky), petit épeautre či také engrain (francouzsky) a dacan damenor či esprilla (španělsky).

Je diploidní pluchatou pšenicí, to znamená, že její pluchy jsou k zrnu pevně přirostlé, a proto je i po sklizni ochraňováno pluchami. V průběhu sklizně se obvykle klas rozpadá na jednotlivé klásky, které byly spojené klasovým větvením. Je tedy nezbytné, před potravinářským zpracováním klásky vyloupat. Vyloupané zrno je docela malé a jeho tvar je plochý a zaoblený. Jak říká samotné jméno, jednozrnka má obvykle jedno zrno v klásku. Ojediněle se může objevit i klásek, který má zrna dvě. V Rusku byla roku 1926 objevena forma jednozrnnky s nahými zrny (*Triticum monnococtum sinskajae L.*). Pluchy této pšenice jsou velice jemné, více než polovina zrn je po sklizni nahá a tedy vyloupaná. Pšenici jednozrnku je možné pěstovat v jarní, ozimé i přesívkové formě.

Nejstarším domestikovaným druhem pšenice je pšenice jednozrnka. Jedná se o pšenici diploidní, se pšenice diploidní se 14 chromozomy. Je pluchatým druhem, který nemá příliš vysoké výnosy, ale může nabídnout vysokou jakost produkce. Chloubou této pšenice, je vysoký obsah bílkovin, který může dosahovat až 20 %. Avšak lepek pšenice není vhodným pro pekařské zpracování. Je vhodný pro nekynuté zpracované výrobky, například sušenky, kroupy, arabský chléb (pita) a podobně. Tento druh pšenice, je celkem nenáročný, není napadán běžnými nemocemi pšenice a nemá ani velké nároky na živiny. Některé odrůdy jsou z důvodu

pomalého růstu v počátečních fázích vegetace náchylné k poléhání, a proto mohou být poškozovány plevely.

3.2.1 Historie pěstování

Začátek uvědomělého zemědělství je spojen se vznikem pšenice jednozrnky, stalo se tak v oblasti tzv. „Úrodného půlměsíce“. Byla zde nalezena semena planého předka, ale i záměrně pěstované pšenice jednozrnky. V horní části toku řek Tigris a Eufkrat byly učiněny nálezy prvních domestikovaných obilnin. Tato oblast je považována za území počátků zemědělství

Planým předkem pšenice jednozrnky je *T. boeoticum*, ten byl objeven ve vykopávkách, starších víc než 12 tisíc let př. n. l. Analýzou velkého množství vzorků *T. Boeoticum* a *T. Monnococcum* bylo stanoveno jako místo domestikace pšenice jednozrnky v okolí pohoří Karacadag.

Jeskyně Franchti v Řecku, kde byly učiněny archeologické nálezy, je jedním z míst potvrzujících pěstování jednozrnky (datováno do r. 6800 př. n. l) mimo oblast „Úrodného půlměsíce“. (Nesbitt et Samuel, 1996; Zohary et Hopf, 2000). Z této oblasti se jednozrnka šířila směrem západním podél pobřeží do středomoří, také do údolí Dunaje a na Balkán. Právě na Balkánu a v zemích východní Evropy mají původ archeologické nálezy z mladší doby kamenné. (Zohary et Hopf, 2000). Asi v roce 4500 př. n. l dorazilo zemědělství i do střední Evropy. Na Britské ostrovy, do Skandinávie a do švýcarských Alp se rozšířilo asi o 200 let později. Spolu se zemědělstvím, se dle četných archeologických nálezů rozšiřovala také pšenice jednozrnka. (Zohary et Hopf, 2000).

Není pochyb o tom, že pšenice jednozrnka byla velmi hodnotnou obilninou v časech mladší doby kamenné, ale její důležitost nebyla všude stejná. Převládající význam měla ve střední Asii, v oblasti údolí řeky Indus. V Evropě převládala produkce pšenice dvouzrnky či ječmene, v této oblasti byla tedy jednozrnka plodinou pěstovanou menšinou (Nesbitt et Samuel, 1996)

Ústup nastal ve všech oblastech Evropy v období prvních tisíc let našeho letopočtu, důvodem byl nástup pěstování pšenic s nahými zrny. Tento pozvolný ústup pěstování pluchatých pšenic ale započal již v roce 3000 př. n. l., ve východním Turecku, jeho konec se datuje do 20. století a to hlavně v Německu a Švýcarsku.

V uplynulých letech se jednozrnka (spolu s ostatními pluchatými pšenicemi) začala stávat předmětem studia vědců, zvýšil se zájem konzumentů i výrobců potravin. Například ve Švédsku, Německu, Francii, Rakousku, Švýcarsku jsou realizovány projekty na podporu pěstování i zpracování pluchatých pšenic. I přes tyto snahy o popularizaci této pšenice zůstává její význam pouze lokální. V současnosti je nejvýhodnější jednozrnku pěstovati v low-input systémech a v oblastech pro zemědělské hospodářství méně příznivých. Menší plochy najdeme například v Albánii, Itálii, Rumunsku, Turecku, Francii. Jednozrnka může být využívána pro výrobu nekynutých, celozrnných a pufrovaných výrobků, či omezeně i s pluchami jako krmivo pro monogastry. (Karagoz, 1996; Pena-Chocarro, 1996; Vallega, 1996) Výjimečně může být použita sláma na tradiční výrobu doškových střech, jako stelivo, či v experimentálních living history centrech pro výrobu slaměných výrobků.

3.2.2 Fylogenetický vývoj

Základní sada chromozomů pšenice jednozrnky je 7 (1n), tato sada je ve vegetativních buňkách duplikována, je tedy diploidní ($2n = 14$; AA). Planý druh *Triticum urartu*, byl dárce hexaploidní části genomu A. Označení A^m nebo A^b je používáno pro viditelné odlišení genomu pěstované domestikované pšenice jednozrnky, která byla odvozena od genomu *Triticum boeoticum*. *Triticum monnococtum* pak byla dárce části genomu při vývinu *Triticum zhukovskyi* ($6n=42$; GGAA m A m) a podílela se při hybridizaci *Triticum tompheevi* ($4n=28$; GGAA) (Breiman et Graur, 1995).

3.2.3 Nároky na prostředí

Pšenice jednozrnka je schopna pěstování na místech, kde by se jiným druhům pšenice příliš nedařilo, například na písčitých a kamenitých pozemcích. Jako nevhodné jsou uváděny pozemky s jílovitou, těžkou půdou a zamokřené oblasti. V minulosti se pšenice jednozrnka pěstovala v chladnějších částech marginálních oblastí. U ozimých odrůd je v literatuře uváděna výjimečná odolnost k vymrzání. (Castagne et al., 1995)

3.2.4 Zařazení v osevním postupu

Na předplodinu nejsou kladeny velké nároky a obecně platí pro jednozrnku obdobné zásady jako pro žito, či oves. Riziko poléhání se zvyšuje na úrodných oblastech, po rostlinách, ponechávajících v půdě nadbytek dusíku, proto není doporučováno. Naopak zařazení po

zlepšující předplodině je vhodné v oblastech méně příznivých, pokud vybraná předplodina nezanechává v půdě nadbytek dusíku.

3.2.5 Výživa a hnojení

K harmonickému zajištění výživy by měly postačovat malé dávky živin (fosfor, draslík, hořčík), vycházející z výsledků agrochemického zkoušení půd, na které by mělo optimálně navazovat zpracování plánu hnojení.

Zvýšená dávka dusíkatých hnojiv u pluchatých pšenic vykazuje negativní reakci. Byly popsány poklesy výnosů pšenice jednozrnky, jako důsledku zvyšujících dávek dusíkatého hnojiva. (Codanni et al., 1993). Pro pšenici jednozrnku je stanovena jako optimální dávka dusíku (pro ekologické zemědělství při užití organických hnojiv) v rozsahu 60-90 kg N.ha⁻¹ (Castagna et al., 1995).

3.2.6 Kvalita produkce

Tuto pšenici později vytlačily hexaploidní a tetraploidní pšenice, šlo hlavně o pšenici dvouzrnku a špaldu. Klas jednozrnky se skládá z klásků, které obsahují pouze jedno ploché a zaoblené zrno, stéblo je velice slabé a poléhavé. V porovnání s pšenicí setou jsou výnosy znatelně nižší (jen 1,5 – 3 t/ha), ale z výživového hlediska je tato pšenice vydatnější, kvůli svému obsahu minerálních látek a bílkovin (15 – 27,5 %). Podle některých zdrojů (Pizzuli et al 2006) je lepek pocházející z pšenice jednozrnky méně toxický pro pacienty s diagnostikovanou celiakií, ale nemá požadované vlastnosti pro široké pekárenské využití. Tato pšenice je díky svým specifickým vlastnostem velmi vhodná pro pěstování v ekologickém zemědělství, neboť je nenáročná na prostředí a živiny. Také má vysokou konkurenční schopnost vůči plevelům a jejich regulace je potřebná jen v období odnožování, protože je růst rostliny zpomalen a konkurenceschopnost tak klesá. Její výhodou je odolnost vůči téměř všem běžným chorobám pšenice seté (*Triticum aestivum* L.), avšak byl zaznamenán častější výskyt paličkovice (*Claviceps purpurea*). Tato pšenice je dobrá k výrobě nekynutých výrobků, například chlebu pita. Pěstování jednozrnky je vhodné, máme-li smluvně zajištěný odbyt, neboť smluvně domluvená cena kompenzuje nižší výnos. (Konvalinka et al., 2008)

3.3 Pšenice dvouzrnka (*Triticum diccocum*)

Pšenice dvouzrnka hrála důležitou roli během vzniku uvědomělého zemědělství i jeho rozšíření. Pšenice dvouzrnka je jednou z prvních rostlin, které člověk domestikoval. Zrno dvouzrnky se využívalo jako potravina i nápoje pro lidi a zvířata. Spolu s ječmenem byla po několik tisíc let klíčovou plodinou pro lidskou výživu. (Samuel, 1993). Až v době bronzové byla dvouzrnka vystřídána druhy se zrnem nahým.

V současné době se pěstování dvouzrnky udrželo pouze v oblastech horských, či místech odlehlých. Pšenice dvouzrnky je v dnes využíváno především jako genetického donoru ve šlechtitelských programech, se snahou o přenos genů ovlivňujících určité parametry jakosti a rezistenci. Příkladem je nadějný gen Sr2, zodpovědný za rezistenci proti rzi travní či gen-Gpc-B1, který je zodpovědný za vyšší obsah bílkovin v zrně. (Samuel, 1996)

Je možné pozorovat trend zvýšené poptávky konzumentů o netradiční plodiny, mezi které patří i pšenice dvouzrnka. Dvouzrnka nebyla dosud šlechtěna moderními šlechtitelskými metodami, proto se konzumenti upírají k víře, že má tato pšenice „přírodního charakteru“ blahodárný vliv na lidské zdraví. Pšenici dvouzrnku je možné užít na výrobu různých produktů, například těstovin, chlebu, či na sladké pečivo.

3.3.1 Historie

V období starého Egypta byla pšenice dvouzrnka pěstována od samého začátku uvědomělého zemědělství až do doby řecko-římské vlády. (Nesbitt et Samuel, 1996). Asi nejstarší nálezy byly učiněny v oblasti poblíž Damašku v Sýrii, konkrétně v neolitickém sídlišti „Tell Aswad“ a jsou datovány 9000- 8400př. n. l., byla sem ale pravděpodobně zavlečena z jiné oblasti, protože zde nebyla nalezena zrna plané formy (*Triticum dicocoides*) (van Zeist et Bakker-Heeres, 1982). Jiné archeologické nálezy jsou dokladem využívání pšenice dvouzrnky na Blízkém východě okolo roku 9500 př. n. l. Mnoho nálezů, ze kterých je možné zjistit pěstování pšenice dvouzrnky, pocházejí z období 6 tisíc let př. n. l., z oblasti západní Evropy (Itálie, Španělsko, Francie).

Divoké formy pšenice dvouzrnky byly nalezeny na místech mnoha prehistorických nalezišť, u nejstarších nálezů bylo potvrzeno stáří minimálně 19 000 let. Jedny z nejraněji

domestikovaných forem byly nalezeny na známém sídlišti Tell Aswad v Sýrii, Tell Abu Hureya a v Jerichu, uložené asi po dobu 9000 let (Van Zeist et Bakker-Heeres, 1982).

Pšenice dvouzrnka se rychle rozšířila po celém Blízkém Východě, dokonce i do oblastí, kde pšenice jednozrnka nezdolala. Dvouzrnka se tak stala základní obilninou po celé období Neolitu a mladší doby bronzové. (Zohary et Hopf, 2000)

Ačkoliv se na menších plochách na odlehlých, horských oblastech v Evropských horách (například Toskánsku) a horách v Americkém státu Dakota (Hancock, 2004) pšenice dvouzrnka dosud pěstuje (D'antuono, 1993), objem pěstované pšenice dvouzrnky se začal snižovat ve starší době bronzové (3000 př. n. l) (Nesbitt et Samuel, 1996). Obecně začínají v oblasti jižní Evropy od mladší doby bronzové převládat nahé formy pšenice. (Zohary et Hopf, 2000). Po celé Evropě bylo v období prvního tisíciletí našeho letopočtu nahrazeno pěstování pluchatých pšeníc, druhy nahými. Není dosud jasné, proč se tak stalo zrovna v této době, neboť v mnoha případech byly pěstovány zároveň druhy pluchaté i nahé. (Nesbitt et Samuel, 1996)

Pěstování pšenice dvouzrnky přetrvalo a stalo tradičním v údolí Garfagnana v Italském toskánsku, pročez si v roce 1996 získalo i speciální označení „Farro della Garfagnana“, udělené Evropskou unií.

V nedávných letech se pěstování pšenice dvouzrnky znovurozšířilo do Německa, Rakouska či Švýcarska. V některých zemích je nyní možné najít pestrou nabídku výrobků, která obsahuje například také alkoholové a mlynářské produkty, pivo a další. (Matuschak, 2011).

Ze pšenice dvouzrnky je možné upéci dobrý chléb a pečivo, ale kvůli svým pevně držícím plevám a choulostivému stonku je velmi těžké ji sklídit a vymlátit. (Zohary et hopf, 1993)

3.3.2 Fylogenetický vývoj

Je tomu již více než sto let, kdy Kahira (1919) a Sakura (1918) provedli cytogenetickou analýzu a byly objeveny stupně ploidie u pšeničných druhů: dvouzrnky byly zařazeny mezi tetraploidní ($4n = 28$), byl také popsán genom jako BBAA. Schulz (2013) dle morfologických znaků a odolnosti k houbovým nemocem potvrdil rozdělení jednotlivých druhů pšenice do tří basic skupin na: „jednozrnkovité“, „dvouzrnkovité“ a „špaldovité“. Předky domestikovaných tetraploidních druhů pšenice byly plané formy pšenice dvouzrnky (*Triticum dicoccoides*). Planá

forma dvouzrnky je velmi běžnou rostlinou v oblasti údolí horní části povodí Řeky Jordán, kde tvoří spolu s ječmenem a ovsem přírodní husté porosty. Severním směrem od této oblasti je možné najít další oblasti divokých populací dvouzrnky, kde roste spolu s ječmenem a pšenicí jednozrnkou. (Van Zeist et Bakker-Heeres, 1982).

Pšenice dvouzrnka byla dále genetickým materiálem pro hybridizaci s *Aegilops squarrosa* (druh *T. monococcum* L.) a dala vznik pšenici seté (Salamini et al., 2002). Existují ale i domněnky, že přímým předkem pšenice seté byla tetraploidní pšenice, která měla nahé zrno. Pšenice dvouzrnka tedy měla hrát roli při zkřížení s pšenicí setou za vzniku pluchaté pšenice špaldy (Dvořák et al., 2012).

3.3.3 Nároky na prostředí

Pěstování pšenice dvouzrnky není, stejně jako u rozšířené plané formy *Triticum dicoccoides*, vázáno na určitou nadmořskou výšku. Plané formy byly dokonce nalezeny až ve výšce 3000 m.n.m. (Dorofeev et al., 1987). Pšenici dvouzrnke se daří na chudých i podzolových půdách. Celkový habitus rostliny s celkem hlubším kořenovým systémem zvyšuje odolnost dvouzrnky k nedostatku vody, souvisí to s adaptací na klimatické a půdní podmínky v místě její domestikace. Na podzolových půdách se dvouzrnke daří výrazně lépe, než pšenici seté či tvrdé. Pro pěstování nejsou vhodné jen pozemky zamokřené a pozemky s těžkými půdami, kde je možná náchylnost k poléhání a snížení polní vzcházivosti. Dvouzrnka je tedy nenáročná na půdně-klimatické podmínky (Dorofeev et al., 1987).

3.3.4 Zařazení v osevním postupu

Pšenice dvouzrnka existuje v jarní i ozimé formě, ale využívána je převážně jarní. Její nároky na předplodinu nejsou vysoké. Z výnosového pohledu reaguje na předplodinu výrazně méně než pšenice setá. Při řazení do osevního postupu je doporučeno řídit se pravidly, jako při zařazení ovsa (jarní forma), či pšenice seté (ozimá forma). Stejně jako u jednozrnky, není na kvalitnější půdě vhodné pěstovat dvouzrnku po předplodinách zanechávajících v půdě větší množství dusíku, z důvodu zvyšujícího se rizika poléhání. Na méně úrodných pozemcích se naopak zařazení zlepšující předplodiny doporučuje, kvůli záruce dobrého výnosu. Nejvhodnějšími předplodinami jsou tedy víceleté, zapojené a pravidelně sečené porosty jetelotrav, které dobře potlačují plevele, zanechávají v půdě dostatek, ale ne nadbytek přístupných živin, hlavně dusíku (luskoviny, jeteloviny, jetelo-traviny). Po předplodině, která zanechává v půdě dusík, dojde k navýšení, již tak vysokého obsahu bílkovin, proto není

pěstování těchto rostlin jako předplodiny velmi podstatné a významné. Další možností doporučované předplodiny, které byly hnojeny organicky (olejníky, řepa, brambory), protože půda je po jejich pěstování v dobrém výživném i strukturním stavu.

3.3.5 Výživa a hnojení

Důležitý je plán hnojení, který je ale vhodné přizpůsobit potřebám a hrozbám konkrétního roku. Organické hnojení k předplodině a sama předplodina by měla v půdě zanechat živiny a být hlavním zdrojem výživy pro pšenici dvouzrnku. K dalšímu zajištění dostatku živin postačí pouze malé dávky živin.

Za optimální dávku dusíku, se dle zdrojů nejčastěji považuje dávka (po předplodině, nebo v organických hnojivech) v rozmezí 50–100 kg. Ha⁻¹. (Olivera, 2001)

Byla provedena řada hodnocení důsledků dávky dusíku. Z výsledků je zjevný vysoký pokles výnosu se zvyšující se dávkou dusíku. Mezi hnojením 30 kg N.ha⁻¹ a žádným byl rozdíl 0,8 t.ha⁻¹. Mezi 30 a 60 kg.ha⁻¹ byl rozdíl 0,6 t.ha⁻¹. Nárůst pouhých 0,3 t.ha⁻¹, byl zaznamenán mezi nejvyšším rozmezí dávek 60 – 90 kg N.ha⁻¹. Docházelo ale také ke snížení odolnosti k poléhání. De Giorgio et al., (1995), uvádí jako optimální dávku dusíku ve výši 60 kg.ha⁻¹., z důvodu nejlepšího vlivu na důležité agronomické parametry. Při vyšší dávce dochází ke snížení výnosů. Za hlavní příčinu snížení výnosu se považují důsledky zapříčiněné polehnutím. (Castagna et al., 1995).

3.4 Pšenice špalda

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) je u nás díky propagaci výživových poradců a rozvoji ekologického zemědělství relativně známou plodinou, pěstitelské plochy špaldy se zvyšují, jako odpověď na zvyšující poptávku. Pšenice špalda se u nás dostala do širšího povědomí v období 90. let minulého století, protože až do té doby neměli pěstitelé možnost pěstovat domácí odrůdy pšenice špaldy. Lepší dostupnost domácího osiva nastala v roce 2001, kdy se zaměstnancům Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni podařilo přirozeně vyšlechtit a úspěšně registrovat odrůdu pšenice špaldy s názvem Rubiota. Tato originální odrůda je nazývána „červená“, nebyla zkřížena s pšenicí setou, a proto má původní genetickou podobu.

V minulosti byla špalda kvůli své otužilosti a schopnosti podávat dobré výnosy i na chudých půdách, často pěstována ve střední Evropě. Pšenice špalda se hojně pěstovala v oblasti Alp

(Švýcarsko, Německo), Anglie, Polska a Skandinávie. V dnešní době se znovu hojně začíná rozšiřovat po oblasti střední a západní Evropy, tedy především Německu, Rakousku, Maďarsku a České Republice. Také byla špalda využita při šlechtění pšenice seté, jako zdroj odolnosti k nepříznivým podmínkám v horských oblastech (Troccoli et Codianni, 2005).

Díky zvyšující poptávce konzumentů po špaldových výrobcích a propagaci ekologického zemědělství a jeho produktů, se zvyšují pěstitelské plochy špaldy. Na trhu je dnes možné najít rozsáhlé množství výrobků, které obsahuje desítky špaldových produktů. Dalším důvodem zvýšeného zájmu o špaldu jsou její vysoké nutriční hodnoty. I když se pěstitelské plochy pšenice špaldy zvyšují, není zatím vypracováno mnoho o uceleném přehledu pěstování a využití pšenice špaldy. Některými ekologickými pěstiteli je diskutováno navýšení využívání jarních forem špaldy, především z důvodu nahrazení případných poškozených ozimých špald.

V České republice pěstitelské plochy narůstají. V roce 2011 byla vypěstována špalda na ploše 2158 ha. V Rakousku je pěstitelských ploch více, v roce 2011 činily pěstitelské plochy téměř 8000 ha.

3.4.1 Historie pěstování

Pšenice špalda je považována za starou kulturní evropskou pšenici. Existuje ve dvou genetických typech: evropském a asijském.

V Evropě jsou archeologické nálezy pšenice špaldy dobře zdokumentovány. Špalda byla nalezena například ve vykopávkách z Polska, Německa, Dánska, datujících se do mladší doby kamenné (2500–1700 př. n. l.) (Korber-Grohne, 1989).

V minulosti se špalda pěstovala relativně hojně ve střední Evropě, tradiční plodinou byla v německy mluvících zemích (Feldman, 2001). Archeologické nálezy špaldy z Evropy se datují do doby bronzové. Kvůli klimatickým změnám a skutečnostem, které znamenají, jako například ochlazení začala špalda již během doby bronzové nahrazovat jednozrnku. Jako příměs v pšenici seté byla též nalézána až ve Střední Asii a v Zakavkazí (Vlasák, 1997).

V mnoha státech byla špalda populární, ale můžeme sledovat pokles. Ve státech jižní Evropy máme první zmínky o pěstování špaldy ze Španělska, které pocházejí z doby 1000 let př. n. l., kde se pěstovala hlavně v horských oblastech a byla zde považována za plodinu, jejíž zrno je

vhodné použít pro velmi významné události. Od té doby však výměra pěstebních ploch značně poklesla, řádově na desítky hektarů. Ve Švýcarsku udávají historická data z roku 1910 pěstební plochu špaldy 39 tisíc ha, která se však následně podstatně snížila. V Německu byla situace velmi podobná, v době před první světovou válkou byly pěstitelské plochy víc než 300 tisíc ha, od té doby však následoval pokles ploch, na kterých byla špalda pěstována). V oblasti Alp (Švýcarsko, Rakousko, Německo), byla špalda dokonce dominantní obilninou. Ze států severozápadní Evropy můžeme jmenovat kupříkladu Francii, která je dalším státem, kde došlo k výrazné redukci pěstebních ploch pšenice špaldy. Tento útlum nastal pravděpodobně z důvodu nízké výnosové odezvy na hnojení a nutnosti loupání zrna špaldy, před jeho zpracováním (Korber-Grohne, 1989).

V oblastech, které byly obývány Germány, byla špalda mnohem častější než tam, kde sídlili Slované. Slované špaldu nazývali samopše. Avšak v Českých zemích se v odborné literatuře od začátku 19. století o tomto druhu nepíše. Jedny z historických pramenů z poloviny 18. století praví, že byla pěstována v zemích Českých v okolí Litomyšle, kde se používala jako surovina pro výrobu kávovinových náhražek. V první polovině dvacátého století se patrně už skoro nepěstovala. Od počátku 19. století nebyly v historické literatuře Českých zemí zaznamenány údaje o pěstování pšenice špaldy (Vlasák, 1997). Z konce 19. století máme jednu zmínku o několika odrůdách špaldy světlé a špaldy tmavé. Ve 20. století se od pěstování pšenice špaldy opět zcela upustilo. V období Československa až období České republiky, mezi lety 1918 až 1999, nebyla povolena a registrována žádná odrůda pšenice špaldy, přesto její popularita v dnešních dnech stoupá.

V současných letech se špaldy využívá zejména při pěstování ve vyšších polohách, často v systémech ekologického zemědělství, především v oblastech západní Evropy – Německa, severní Francie, severního Španělska, Rakouska, Belgie a Švýcarska. Pěstební plochy dosahovaly asi 30 tisíc hektarů a postupně narůstají (Vlasák, 1997). Můžeme sledovat stoupající zájem o opětovné využívání opomíjených a historických plodin, kam se řadí i špalda. Tato plodina nebyla, na rozdíl od pšenice seté, důkladně prošlechtěna, a proto jsou její produkty opředeny představami o „přírodnosti a přirozené zdravoti“. Je pěstována již na plochách čítajících desítky tisíc hektarů a to především v ekologickém a low-input zemědělství, kde má možnost stát se, díky nízké intenzitě pěstování, konkurenceschopnou plodinou pšenice seté.

3.4.2 Fylogenetický vývoj

Na evoluci rodu pšenice měla průkazný vliv mezidruhov \acute{a} hybridizace a allopolyploidie. Hexaploidn \acute{i} druhy pšenice existuj \acute{i} jen v domestikovan \acute{y} ch form \acute{a} ch. Je tak usuzov \acute{a} no proto, že se nepodařilo nalézt žádné plané předky. Proto tedy předpokládáme, že hexaploidn \acute{i} odrůdy divoké předky nemaj \acute{i} (Dvorak et al., 1993).

Triticum spelta, se pravděpodobně skládá (či jsou tak nazývány její krajové odrůdy) ze dvou genetick \acute{y} ch typů: asijského a evropského (Tsunewaku, 1968; Feldman, 2001). Z 50. let minulého stolet \acute{i} máme z Íránu záznamy o jej \acute{i} m pěstování (Kukuck et Schiemann, 1957). Spojitost, mezi špaldou pěstovanou v Íránu a v Evropě však neexistuje, zůstává tak otázkou, zda se jedná o pozůstatek pěstování v historii či o výsledek nedávné hybridizace.

Genetick \acute{y} typ špaldy s p \acute{u} vodem v Evropě v porovnání s pšenicí setou, mladším obiln \acute{i} m druhem, kter \acute{y} má pravděpodobn \acute{y} vznik ve vyšších nadmořsk \acute{y} ch výškách Alp. Tato hypotéza je dosvědčena nález \acute{y} datovan \acute{y} mi do doby bronzové, z oblasti Polska, Anglie, Skandinávie, Švýcarska a Německa. Dle genetick \acute{y} ch studi \acute{i} má tato špalda v Evropě t \acute{r} i genofondov \acute{a} centra (Cao et al., 1998). V první skupině jsou zahrnuty odrůdy ze Španělska, odkud pocházej \acute{i} jarn \acute{i} formy. Z druhé skupiny (Belgie, Německo, Švýcarsko) a t $\acute{r$ etího centra (Maďarsko, Rumunsko, Balkánsk \acute{y} poloostrov) pocházej \acute{i} formy ozimé. Absence archeologick \acute{y} ch nálezů pšenice špaldy na Kavkazu a Blízkém v \acute{y} chodě je v rozporu s hypotézou, že oblast p \acute{u} vodu špaldy je v Asii. Předpokladem bylo, že evropská špalda má odvozen \acute{y} p \acute{u} vod od tetraploidn \acute{i} pluchaté pšenice dvouzrnky. To se mělo stát díky introgenezi genů do hexaploidn \acute{i} pšenice s nah \acute{y} m zrnem (Blatter et al., 2004).

Byla prezentována také hypotéza, že předkem nahé pšenice seté, je pluchatá pšenice špalda ($qq^{5A}TgTg^{2B}TgTg^{2D}$)(McFadden et Sears, 1946). Dle této hypotézy byl díky několikanásobn \acute{e} mutaci vytvořen fenotyp s nah \acute{y} m zrnem ($QQ^{5A}tgtg^{2B}tgtg^{2D}$)(Matsuoka, 2011).

Se šlechtěním pšenice špaldy se začalo mnohem později než u pšenice seté. Velká kolekce špaldy je soustředěna ve Švýcarském Spolkovém ústavu rostlinné výroby v Zurichu-Reckenholz a špalda je zdetaké šlechtěna. Rozsáhlá sbírka 2200 odrůd, ale i planých forem se nachází v Braunschweigu – Volkenrode. V genové bance výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni je soustředěno okolo 80 genotypů (Vlasák, 1997).

V průběhu šlechtění, také radno zmínit nastalou situaci, kdy se zkřížila pšenice špalda (*Triticum spelta*) s pšenicí setou (*Triticum aestivum*). Po tomto zkřížení můžeme pozorovat zlepšení produkčních vlastností, jako je zkrácení stébla a zlepšení sklizňového indexu, ale také se zhorší parametry nutriční jakosti a přicházíme o charakter pšenice špaldy. Takto zkřížené a vyšlechtěné odrůdy jsou kvůli nízkému podílu genotypu pšenice seté ve špaldě nadále nazývány pšenicí špaldou (Vlasák, 1997).

3.4.3 Nároky na prostředí

Pokud budeme srovnávat pšenici špaldu s pšenicí setou, zjistíme, že je špalda méně náročná na podmínky prostředí. Nejlépe se jí daří na středně těžkých až těžších půdách, nevhodné jsou půdy lehké, rašelinné a písčité. V době, kdy klíčí a vzhází, ale požaduje dostatek vláhy, dokonce jí nevádí ani extrémní vlhkost a zvládne i nadbytek vláhy. Špalda má díky dobrému kořenovému systému vysokou schopnost čerpat živiny. Nároky na teplotu jsou nízké a teplotní extrémy, kromě vysokých veder v době dozrávání jí nijak neškodí.

Pěstovat špaldu se doporučuje v oblastech, kde není příliš efektivní pěstovat pšenici setou, nejlépe v horších obilnářských oblastech, dále oblastech bramborářských a horských, obecně do chladnějších a vlhčích poloh. Dále se hodí například při pěstování v řepařské oblasti do lokalit s omezenými vstupy (CHKO, pásma ochrany spodních vod).

3.4.4 Zařazení v osevním postupu

Do osevního postupu je s pšenicí špaldou vhodné nakládat, jako s pšenicí špaldou. Nejlepší předplodinou je tedy bob, okopaniny, oves a na chudších půdách jetel a vojtěška. Špaldu je možné zaset i po rozorání louky, nebo úhoru (Konvalina et al., 2008).

Pokud je to možné, špaldu nezařazujeme po pšenici, kvůli zvýšenému riziku výskytu houbových chorob a kvůli riziku rozmnožení ozimých plevelů. Dalším důvodem nevhodnosti pěstování špaldy po pšenici je udržení druhové čistoty (Moudrý et al., 2007).

Pšenice špalda je celkem nevhodným kandidátem na předplodinu, ale je lepší než pšenice ozimá. Je možné ji zasít i s podsevem, který jí nevádí, ale při poléhání existuje možnost

prorůstání podsevu, což může ztížit sklizeň a přispět ke snížení výnosu (Moudrý, 2011; Konvalina et al., 2008).

3.4.5 Výživa a hnojení

Špalda má díky schopnosti dobrého prokořenění také dobrou schopnost osvojovat si živiny (Moudrý, 2007). Požadavky jsou podobné, jako u pšenice seté. Důležitá je úprava pH půdy už během pěstování předplodiny, anebo po její sklizni. Díky své náchylnosti k poléhání je špalda přecitlivělá na přehnojení dusíkem. Celková dávka dusíku (dusík dodaný v organických hnojivech, dusík dostupný po předplodině) by neměla být vyšší, než 90 kg.ha⁻¹ pro starší dlouhostébelné odrůdy, pro nově šlechtěné odrůdy 120 kg.ha⁻¹.

3.5 Pšenice setá – *Triticum aestivum* L.

Význam pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) je v ČR zřejmý z jejího dominujícího postavení ve struktuře obilnin, ale i ostatních plodin pěstovaných na orné půdě. Ačkoliv zaujímá asi 30 % plochy, současný stav pěstování a využívání této skutečnosti neodpovídá. Můžeme pozorovat každoroční kolísání osevních ploch a při nestálosti ročníkových podmínek i v celkovém objemu sklizeného zrna. Přesto je největší podíl (až 60%) zkrmován, větší část osevních ploch pšenice je využívána s cílem dosáhnout požadované potravinářské (především pekařské) kvality, která může být realizována za vyšší ceny. V uplynulých letech bylo také možné sledovat, jak potřebný objem pšenice cca 1,2 mil tun (to je asi 35 % z celkové produkce) pro mlýnsko-pekařenské zpracování stagnuje a pro nadbytečné objemy pšenice v této kvalitě se pak hledá nepotravinářské využití, například pro výrobu biolihu (Prugar, 1999).

Pšenice se ve světě pěstuje v různých prostředích, v různých klimatických zónách i nadmořských výškách a je pěstována ve třech základních formách – jarní, přesívkové (jinak fakultativní či alternativní) a ozimé. Díky své dobré adaptaci se pšenice pěstuje na více než 220 milionech hektarů, přičemž pšenice ozimá a přesívková tvoří 1/3 této plochy (75mil. ha.). Bylo definováno celkem 12 typů prostředí (ME), které charakterizují pěstitelské podmínky pro pšenici po celém světě. Podmínky, které jsou vhodné přímo pro jarní pšenici, se nacházejí v prvních šesti regionech. (Horčíčka, 2014)

3.5.1 Historie

Pšenice je nejstarší obilninou, která je pěstována pro potřebu člověka. Pěstuje se od 40° jižní šířky do 60° severní šířky a v nadmořské výšce větší než 3500 metrů (Petr, 2004). Některé poznatky ukazují, že pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) vznikla dlouhodobým vývojem a šlechtěním z původních forem – pšenice jednozrnky a dvouzrnky. Pěstování kulturních forem pšenice je datováno do doby asi 5800 let př. n. l. Její genetické centrum leží v oblasti úrodného půlměsíce, na náhorních plošinách Iráku a Iránu.

3.5.2 Fylogenetický vývoj

Hexaploidní pšenice setá (AABBDD) je relativně nedávný produkt hybridizace mezi kulturní tetraploidní pšenicí *Triticum turgidum* (poddruh *dicoccoides*) (AABB) a divokou diploidní trávou *Mnohoštět Tauschův* (anglicky *goat grass*, latinsky *Aegilops tauschii*, nebo také *Aegilops squarrosa*) (McFadden and Sears, 1946; Kihara, 1954; Lubbers et al., 1991; Dvorak et al., 1998).

Geografický původ hexaploidní pšenice byl pravděpodobně mimo původní oblast úrodného půlměsíce, jako původní rozšíření mnohoštětu (*Aegilops squarosa*) se považuje kontinentální střední Asie spíše než středomořský blízký východ.

Oblast v okolí Kaspického moře – Zakavkazsko je místem původu hexaploidní pšenice, bylo to prokázáno i testováním isosymových markerů (Jaaska, 1983) a ribozomových markerů (RFLP) (Dvorak et al., 1998). Výskyt mnohoštětu jeho a rozšíření se pravděpodobně zvětšilo druhotně - jako okolní plevel při rozšiřování lidského osídlení.

3.5.3 Nároky na prostředí

Pšenice setá je obilnina charakteristická pro mírné, teplejší podnebí nížinných a podhorských oblastí, a přestože snáší mrazy -20 °C až -30 °C, holomrazy na jaře jí škodí. Největší nepřízní je střídání vyšších denních a nízkých nočních teplot a extrémní teplotní výkyvy obecně.

Pšenice je plodinou náročnou na teplo a požaduje souhrn vegetačních teplot v rozmezí 1960 až 2530°C. Je schopna klíčit již při teplotě 3 až 4°C. Růst a vývin rostlin pšenice, ale i kvalita zrna je teplotou ovlivňována. Spiertz uvádí, že i krátkodobý „tepelný šok“ (35 °C–40 °C) může mít na pšenici negativní vliv, především na kvalitu zrna.

Dobrá podzimní orba je základem pro jarní pšenici (18-22 cm). Díky tomu je možné snadné předseťové zpracování na jaře, které by mělo především dobře provzdušnit půdu a vytvořit

semenu lůžko v hloubce 3-5 cm. Na půdách, které jsou lehké, je nezbytné brát zřetel na zachování půdní vlhkosti, na jejíž nedostatek je pšenice jarní citlivá (Horčíčka, 2014).

3.5.4 Zařazení v osevním postupu

System rotace plodin v osevním sledu je účelný systém rostlinné produkce, který zajišťuje trvalé složení a poměr jednotlivých typů plodin v osevním sledu na dlouhé roky dopředu. Každá plodina má své zařazení i čas v osevním sledu a cyklicky se na své místo znovu opakovaně navrácí. Tento systém má své opodstatněné přednosti, snaží se dosáhnout především těchto hlavních cílů:

- Udržet a zlepšit strukturu půdního profilu
- Udržet a zlepšit úrodnost půdy
- Ochránit půdu před různými druhy erozí a možným narušením
- Ochrana prostředí před možným znečištěním životního prostředí
- Zajistit stálé zásoby krmiva dle aktuální závislosti na potřebách zvířat
- Zajistit vyváženou produkci
- Regulovat a snížit výskyt plevelů
- Prevence šíření chorob, škůdců a plevelů
- Nepříznivý dopad určitých plodin kompenzovat pěstováním plodin, jejichž dopad na půdu a životní prostředí je příznivý (Moudrý et al., 2007)

Pšenice ozimá je ze všech obilnin tou nejnáročnější na předplodinu, protože předplodina dokáže podstatně změnit půdní prostředí a vlastnosti, které jsou důležité pro správný růst a vývoj rostliny, ale i výnos a kvalitu. Před výběrem předplodiny je nutno zvážit konkrétní podmínky výrobní oblasti, požadavky odrůd, využití produkce a podmínky ročníku (Zimolka et al., 2005). Podle Křena et al. (1998) jsou výbornou předplodinou luskoviny, a to zvláště z důvodu jejich schopnosti fixovat vzdušný dusík (pomocí hlízkových bakterií) a obohacovat tak půdu. Další dobrou volbou pro předplodinu jsou olejniny, řepka olejka a mák setý dokážou zanechat půdu v dobrém stavu, hlavně jsou-li hnojeny organickými hnojivy. I dobře obdělávané a hnojené okopaniny zanechávají půdu v dobrém stavu, pozitivně ovlivňují výnos a kvalitu následně pěstované plodiny. Vynikající předplodinou pro pšenici je vojtěška, kvůli velkému množství posklizňových zbytků, které po ní zůstanou v půdě. Dusík, který se pozvolna uvolňuje z posklizňových zbytků bobovitých rostlin, je dobře využíván v období tvorby zrna.

Vysoké zastoupení v obilnin ve struktuře pěstovaných plodin bohužel nevyklučuje ani pěstování pšenice po obilninách. Tento sled ovšem není tak vhodný, neboť dostáváme nižší výnosy a kvalita zrna je také horší. Pěstováním pšenice po obilnině dojde ke zhoršení půdních vlastností, zvýšení rizika zaplevelení a vyššímu stupni napadení houbovými nemocemi. Zmíněné negativní vlivy je nutné nahradit zvýšením dávky minerálních hnojiv a pesticidů (Zimolka et al., 2005).

U pšenice jarní postupujeme podobně jako u ozimé pšenice. Většinou je jarní pšenice zařazována po později sklizených předplodinách (brambory, kukuřice na siláž, cukrovka), v praxi se však mnohdy seje i po obilninách (ozimá pšenice). V těchto případech je vhodné využít strniskových mezplodin. Jarní pšenici je přijatelné zaset po vyzimované pšenici ozimé, ale musí být brzy zaorána. Přísevky do špatně vyzimovaných ozimů se nedoporučuje provádět vzhledem k obtížím, které vznikají při samotném přísevu a nevyrovnanému dozrávání porostu (Horčíčka, 2014).

3.5.5 Výživa a hnojení

Z agrotechnických opatření má vedle vlivu předplodiny na růst a vývoj rostlin i na výsledný výnos a kvalitu produkce významný dopad i hnojení. Hnojení rostlin závisí a mělo by se odvíjet od zásobenosti půdy živinami, na jejích vlastnostech, průběhu počasí, předplodině, intenzitě pěstování, na odrůdě a na pěstitelském zaměření. Při výživě rostlin je důležité řídit se platným „zákonem minima“, tedy že růst rostlin je limitován nejvíce tou živinou, která je rostlině nejméně přístupná (rozuměj je v minimu) (Petr, 2001).

Faměra (1993) uvádí, že potřeba hnojení základními živinami vyplývá z agrochemických rozborů půdy, případně z anorganických rozborů rostlin.

Podle Zimolky et al. (2005) je vhodné ozimou pšenici řadit mezi plodiny se střední spotřebou živin. Na 1 tunu zrna a přiměřené množství slámy a kořen odčerpá pšenice v průměru 25 kg dusíku (N), 20 kg draslíku (K), 5 kg fosforu (P), 4 kg síry (S), 2,4 kg hořčíku (Mg) (Zimolka et al, 2005).

Obilniny koření mělce, odčerpávají živiny a vláhu hlavně z vrchní vrstvy ornice. Pro svůj úspěšný růst a vývoj potřebují v půdě dostatek pohotových a lehce přístupných živin. Z půdy

čerpají především fosfor a dusík. V půdě zanechávají jen průměrné množství posklizňových zbytků o nízké kvalitě, vzhledem k širokému poměru C:N (Moudrý et al., 2007).

Hnojení pšenice jarní má obvykle dvě části, a to část základní (předseťovou) a produkční (ve fázi 25-30). Základní hnojení draselnými a fosforečnými hnojivy, je nejvhodnější zaorat již se strniskovou meziplodinou. Předseťová dávka je stejná, jako u ozimých pšenic, kdy předpokládáme spotřebu K 20 kg a spotřebu P 5 kg na tunu odhadovaného výnosu. Poměr živin by měl ideálně odpovídat N:P:K – 1:1:1,5. Celková dávka dusíku se doporučuje 80-120 kg/ha, na základní hnojení připadá 1/2 až 1/3 z této dávky, zbylá část hnojení připadá na produkční přihnojení na začátku sloupkování. Pokud můžeme počítat s kvalitní předplodinou, je možné dávku dusíku snížit a celá dávka může být aplikována předseťově. Pro lepší příjem vody je vhodné porost po zasetí uválet. Pro úspěšné pěstování pšenice je vhodné použít morforegulátor růstu. Jarní pšenice slaběji odnožuje ve fázi 3-4 listů, je možné použít morforegulátor pro podporu odnožování. V intenzivních podmínkách, při dostatku srážek je použití morforegulátoru dokonce nezbytné. Užití morforegulátoru je vhodné též na začátku sloupkování (DC 23-45), proti omezení poléhání. (Horčíčka, 2014).

3.6 Vybrané metody stanovení jakosti a kvality pšenice

Jakost pšenice je velmi široký pojem, je ho možné chápat jako souhrn komplexních znaků a vlastností, které by měly být schopné uspokojit stanovené, či předpokládané potřeby spotřebitelů. Praktické hodnocení kvality je podmíněno vlastnostmi, které je možné změřit, avšak představují pouze část všech charakteristik konečného produktu. Hodnocení kvality je dáno znaky a vlastnostmi, stejně jako vnitřními ukazateli jakosti. O konečné úrovni jakosti obilovin rozhoduje kromě odrůdy také agronomicko-ekologické podmínky v místě pěstování a použitá agrotechnika. Obecně se rozlišuje několik kategorií jakosti: hygienickou, nutriční, technologickou a senzorickou (Petr, 2001).

Výživová hodnota vyjadřuje obsah látek, které mají příznivé uplatnění v lidské výživě a jejich vzájemné poměry.

Hygienická jakost se zabývá obsahem reziduí pesticidů, těžkých kovů, nežádoucích iontů, endotoxinů, mykotoxinů a antinutričních látek. Technologická jakost zohledňuje chuť, strukturu, vzhled a vůni výrobků.

3.6.1 Číslo poklesu – číslo pádu

V Evropě se stalo číslo poklesu (Falling Number) běžně užívaným kritériem, díky němuž je možné odhalit poškozené zásobní látky endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, které jsou syntetizovány v zrně v důsledku začátku procesu klíčení zrna v klasu před sklizní při nadměrném příjmu vlhkosti (Zimolka et al., 2005).

Je tedy ukazatelem, který umožňuje posoudit stav sacharido-amyázového komplexu zrna, který je ovlivňován aktivitou amylytických enzymů (Petr, 2001).

Hodnocení tohoto parametru se provádí dle ČSN ISO 3093. Číslo pádu je čas v sekundách od ponoření viskozimetrických míchadel určeným způsobem a následně času potřebného k poklesu míchadla o danou vzdálenost ve vodném gelu, připraveném z mouky, který je obsažen ve viskozimetrické zkumavce, ve které dochází vlivem vysoké teploty ke změně vlastností zkoumaného šrotu.

Ačkoliv je u čísla poklesu obvykle převažující vliv genotypu (Šíp et al., 2000), Zhang et al (2005) uvádí, že je parametr číslo poklesu také významně ovlivněn i průběhem počasí v době dozrávání a sklizně zrna.

Při výběru odrůdy je tedy důležitá informace o náchylnosti k porůstání. Enzymatická aktivita se může zvýšit také při delší době skladování, což s sebou přináší mírné zvýšení této hodnoty (Vaňatová, 2001). Číslo pádu je tedy velmi ovlivněno vlhkostí a úhrnem srážek v časech dozrávání zrna, ale způsobem (intenzitou) pěstování zpravidla nebývá číslo poklesu výrazněji ovlivněno (Šíp et al., 2001).

Mouky s příliš nízkým číslem pádu (100 a méně), vykazují velmi vysokou aktivitu α -amylasy, a proto vytváří těsto lepkavé a mazlavé. Ani mouky s velmi vysokým číslem poklesu (350 - 400 s.) nejsou žádoucí, protože mají nízkou aktivitu α -amylasy, tím mají sklon vytvářet těsto suché a malý objem výrobku (Zimolka, 2005).

3.6.2 Stanovení hmotnosti tisíce zrn (HTS)

Hmotnost obilek ovlivňují: velikost a délka aktivní funkce asimilačního aparátu horní části rostliny, schopnost uložit asimiláty do zrna, délka období tvorby obilky, počasí a výživa v době

dozrávání (živiny, vláha, teplota), výskytem škůdců a chorob (na listu či na klase) (Petr et al., 1980).

Podle Vrkoče (1981) závisí hmotnost zrna na velikosti přírůstku v době nalévání zrna a na délce zmíněného období. Rychlost růstu obilky není konstantní, v průběhu tvorby obilky je proměnlivá. Největší přírůstky zaznamenáváme v době asi 10–25 dní po kvetení, maximální hodnoty obsahu sušiny jsou zaznamenávány asi 10 – 15 dní před plnou zralostí, následně rychlost růstu obilky klesá až do plné zralosti (Wang, 2001; Petr et al., 1980).

Období růstu je ovlivňováno vnějšími faktory, například může být zkráceno v důsledku nedostatku vody, nedostatku výživy dusíkem, či nadprůměrnými teplotami.

Kvůli krátkému časovému období, kdy se vyvíjí obilky, mohou mít stresové faktory vliv, který vede ke snížení hmotnosti zrna, tento efekt v budoucnu nelze kompenzovat žádným jiným prvkem produktivity, proto se může negativně promítat na výnosu zrna (Egli, 1998).

Stanovení hmotnosti tisíce semen (absolutní hmotnost). V české legislativě zatím není platná norma pro stanovení HTS, obecně se používá norma ISO 520. Tuto normu je možné stanovit odpočítáním 2 x 500 zrn bez výběru a zvážení. Objektivnější metodou je stanovení odvážením určitého množství zrna (cca 40 g), spočítáním zrn na přístroji, nebo ručně a přepočítání na 1000 zrn (Pelikán, Suková, 1998). Tato norma je ovlivněna odrůdou, podmínkami konkrétního ročníku a čištěním (Zimolka et al., 2005).

3.6.3 Obsah dusíkatých látek-hrubá bílkovina

Shewry et al. (2000) uvádí, že i když bílkoviny zaujímají jen asi 10–15 % ze zrna pšenice, jsou přesto klíčovými ukazateli konečné jakosti kvality pšenice. Zásadně ovlivňují nutriční kvalitu i vlastnosti zrna a tím i způsob technologického zpracování.

Šíp et al. (2000) a Marinciu (2007) uvádějí, že složení a obsah bílkovin v pšeničném zrnu jsou ovlivňovány faktory genetickými i podmínkami prostředí, ale i intenzitou pěstování.

Obsah dusíkatých látek je v první řadě ovlivněn minerálním hnojením, klimatickým průběhem, podmínkami ročníku a zvolenou odrůdou, použitou agrotechnikou a úrovní zásobenosti půdy, hlavně draslíkem a dusíkem. (Novotný et Hrubík 2006; Hrubík et Mareček, 2002). Zimolka (2005) dále uvádí, že v teplejších oblastech je obsah N-látek vyšší.

Při nízkém obsahu N-látek se zhoršuje možnost využití pšeničného zrna i mouky k pekařskému zpracování (Prugar, 1999). Zvyšující se obsah bílkovin působí pozitivně na průběh pečení

pšeničného pečiva, jeho jakost i objem. Při nízkém obsahu hrubých bílkovin se snižuje tažnost lepku, tím i tažnost těsta, tudíž i jeho kvalita.

Mezi konvenčním a ekologickým pěstováním jsou vidět veliké rozdíly v obsahu N látek, zvýšená potřeba dusíku v pozdějších vegetačních fázích, kdy se zrno tvoří a zraje, si žádá zvýšené množství dusíku v půdě. Kvůli absenci průmyslových hnojiv v ekologickém zemědělství můžeme na takto pěstovaných plochách pozorovat sníženou akumulaci zásobních bílkovin v zrně (Prugar, 1999). U ekologicky pěstované pšenice je potřeba počítat s asi 2-3 % deficitem N-látek v porovnání s pšenicí pěstovanou konvenčním způsobem. Proto se pro ekologicky pěstované plochy pšenice zvyšuje důležitost správného výběru odrůdy. Petr et al. (1998) uvádějí, že odrůdy s geneticky založenou dobrou pekařskou a mlynářskou jakostí, zachovávají své vlastnosti i v ekologickém systému pěstování, ale na snížené úrovni než při pěstování konvenčním způsobem.

Obsah bílkovin důležitě koreluje s dalšími znaky technologické jakosti – především s obsahem mokrého lepku a obvykle i se sedimentačním testem, a to jak v ekologickém, tak konvenčním způsobu pěstování.

Kjehldalova metoda slouží ke stanovení obsahu N-látek, a to dle normy ČSN ISO 1871). 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.

3.6.4 Sedimentační index – Zelenyho test (SDS)

Obecně lze říci, že pomocí tohoto testu je možné charakterizovat množství i kvalitu lepkové bílkoviny, dále pozitivně koreluje s obsahem hrubých bílkovin a objemem pečiva. Pomocí Zelenyho testu lze během šlechtitelského procesu vyřadit nevhodné partie, nebo odrůdy zrna s malým obsahem bílkovin a nekvalitní lepkovou bílkovinou (Burešová et al., 2003).

Podle Zimolky et al. (2005) je u řady odrůd, jenž dosahují vysokého obsahu mokrého lepku, možné dokázat, že obsah mokrého lepku nemusí být rozhodujícím ukazatelem, ve vztahu k objemu pečiva. Důvodem jsou špatné visko-elastické vlastnosti lepku. Z toho plyne, že je důležitý nejen obsah N-látek či lepkové bílkoviny, ale i kvalita a visko-elastické vlastnosti

bílkovin, které umožňují fermentační procesy v těstě a tím zajišťují jeho vykynutí. Pokud tedy daná odrůda vykazuje špatné visko-elastické vlastnosti, pak není obsah mokrého lepku rozhodujícím faktorem.

Celá řada autorů se shoduje, že obsah bílkovin závisí především na vnějších faktorech, kdežto kvalita bílkovin je určena hlavně geneticky. Avšak i způsob a intenzita pěstování může pozitivně ovlivnit výsledné hodnoty sedimentačního indexu. U pšenice pěstované ekologickým systémem pěstování, ve srovnání s konvenčním systémem, je možné zjistit nižší hodnoty sedimentačního testu, což svědčí o nižších visko-elastických vlastnostech lepku (Capouchová et al., 2002; Capouchová 2003). Krejčířová et al. (2006) toto tvrzení potvrzuje a dodává, že dle sledování v ekologickém i konvenčním způsobu pěstování, shodně dosáhly vyšších hodnot sedimentačního testu odrůdy pšenic náležící k jakostním skupinám „A“ a „B“, naopak nižších hodnot obecně nabývaly odrůdy jakostních skupin „B“ a „C“.

3.6.5 Obsah mokrého lepku (GO)

Prováděno referenční metodou, která je jednoduchá a na chemikálie nenáročná. Stanovení je možné provést mechanicky pomocí přístroje Glutomatic, podle mezinárodní standardizované metody ICC 137 (pro mouku) a ICC 155 (pro pšeniceový šrot). Další možností je ruční vypírání ve vodě z vodovodu, nebo využití laboratorních vypíračů, tyto metody však nejsou dost standardizované a přesné (Prugar et al., 2008). Obecně se pro provedení stanovení obsahu mokrého lepku využívá metody ČSN ISO 5531, ČSN 46 1011.

Ze zásobních bílkovin v endospermu zrna vzniká během procesu hnětení těsta lepková bílkovina. Její obsah se společně s viskoelastickými vlastnostmi podílí a určuje technologickou jakost potravinářské pšenice. Lepek obsahuje ansámbl ve vodě nerozpustných bílkovin obilného zrna, převážně gluteninů a gliadinů. Po navlhčení se v těstě tvoří souvislá lepková mřížka, která je charakteristicky tažná a pružná. Díky tomu může těsto působením kvasných plynů zvětšovat svůj objem. To se při pečení projevuje tvorbou pórovitého pečiva (Petr et Louda, 1998). Tento parametr je ovlivnitelný agrotechnickými opatřeními, hlavně dusíkatým a draselným hnojením (Zimolka et al., 2005).

3.6.6 Gluten index – lepkový index (GI)

Lepek ve vodném prostředí zvětšuje svůj objem a vytváří pružný gel. Kolik vody bude lepek schopen pojmout, jaké budou fyzikální vlastnosti následně nabobtnalé hmoty (pružnost, tažnost

a pevnost), závisí na specifických lepkových vlastnostech, které jsou určeny v první řadě odrůdou a počasím během vegetace, případně agrotechnickými zásahy atd. Lepku je připisována schopnost vázat 70 % a škrobu 30 % vody. Proto je důležité zjistit nejen množství lepku, ale také jeho kvalitativní vlastnosti.

Hodnota gluten indexu nám umožňuje zjistit, jestli je mokrý lepek slabý, středně silný, nebo silný, tedy jeho kvalitu. Lepkový index je definován, jako poměr množství lepku, které zůstalo na standardním síti, po odstředování při přesně zadaných podmínkách odstředování vůči celkovému množství lepku vloženého na sítko před odstředováním na Centrifuze. Výsledek je uváděn v procentech. Tento znak má celkem vysokou heritabilitu a úzce koreluje především se sedimentačními testy. Nízké hodnoty gluten indexu vykazují vysokou enzymatickou aktivitu, která může vyústit až k poškození lepkového komplexu; vysoké hodnoty indikují nízkou enzymatickou aktivitu, která vede k nízkému objemu pečiva (Burešová et al., 2003). Konkrétně hodnota gluten indexu nabývající hodnotu 0 % charakterizuje měkký lepek, který se roztéká. Gluten index rovný 100 % bude naopak velmi pevný. Zrno vhodné na pekárenské zpracování by mělo nabývat hodnot GI od 85 do 95 % (Příhoda et Hrušková, 2007).

3.6.7 Tvrdost

Tvrdost mouky je vlastnost zrna, která dokáže návazně ovlivnit vaznost mouky. Tvrdost souvisí s fyzikálně-chemickými vlastnostmi endospermu, to znamená s přítomností zpevňujících bílkovin na povrchu škrobových zrn. Tvrdost endospermu, kterou určuje jeho struktura, je dána hlavně genetickým vlivem odrůdy (Petr, 2001). Mouka z tvrdozrných odrůd je obecně náchylnější k poškození škrobu a v důsledku toho váže oproti pšenícím měkkým větší množství vody. Lze uvést, že obecně jsou pro pečivárenské a krmné účely vhodné odrůdy s měkkým zrnem, naproti tomu odrůdy s větší tvrdostí zrna jsou vhodné k pekárenskému zpracování (Zimolka, 2005; Prugar et al., 2008). Naproti tomu Krejčířová (2007) dle výsledků ze svých pokusů uvádí, že tvrdost zrna je možné ovlivnit i způsobem pěstování – pšenice z ekologického systému pěstování měla nižší tvrdost zrna oproti pšenici z konvenčního hospodaření.

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

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

Tabulka 1 Stupnice relativní tvrdosti (Obilnářské listy, 2010)

3.6.8 Poléhání

To, že je odolnost k poléhání důležitý faktor stability výnosu, dokazují výsledky výnosových zkoušek ÚKZÚZ (Horčíčka, 2014).

4 Materiál a metodika

Experimentální část bakalářské práce proběhla v jarní části vegetačního období 2015/2016 na plochách pokusných pozemků firmy Selgen, a. s. Pokus byl zaset i sklizen v roce 2016, avšak přípravy se konaly již v roce 2015. Pokusné parcely mají plochu 10 m². Během vegetace, byla pšenice podrobena sledování zdravotního stavu a fenologickým pozorováním.

Cílem práce bylo zhodnotit soubor vybraných konvenčních odrůd a historických genotypů pšenice z pohledu vybraných produkčních a jakostních parametrů; posoudit odlišnosti charakteru odrůd.

4.1 Charakteristika vybraných konvenčních odrůd

4.1.1 Alicia

Tato odrůda je nejvýnosnější z elitních odrůd firmy Selgen. Je poloraná a vhodná do všech oblastí. Má vysokou odolnost k braničnatkám a fusariu (klas), dobrou odolnost vůči padlí travnímu na listech i v klasu. Délka rostlin je střední, 102 cm a odolnost k poléhání je dobrá (střední). Zajímavostí této odrůdy je, že byla testována ve státních odrůdových zkouškách ve Velké Británii.

Registrace: 2016.

4.1.2 Astrid

Perspektivní poloraná odrůda s výbornou pekařskou jakostí „E“, má vynikající odolnost ke rzi plevové, dobrou až střední odolnost k poléhání, padlí travnímu a braničnatkám. Délka rostlin je střední, konkrétně 96 cm. Tvoří středně velké zrno, má vysokou objemovou hmotnost zrna. Objem pečiva je velmi vysoký a hodnota čísla poklesu je vysoká a stabilní, vaznost mouky je také vysoká. Dává vysoký výnos zrna, má dobrý zdravotní stav a nepodléhá pěstitelským rizikům.

Registrace: 2012

4.1.3 Granny

Granny je poloraná osinatá odrůda s jakostí „A“. Nabízí vysokou objemovou hmotnost a vaznost mouky. Číslo poklesu je vysoké, odolnost k porůstání je dobrá. Zdravotní stav je velmi dobrý, odolnost ke klasovým chorobám je vysoká. Vyšší je i odolnost ke rzi pšeničné i travní. Dává stabilní výnos zrna, snáší i nízké teploty a je vhodná pro časné setí. V Německu je registrována a pěstována jako pšenice přesívkového typu. Tato odrůda je úspěšně obchodována v zemích EU a Rusku.

Registrace: 2004.

4.1.4 Saxana

Saxana je poloraná odrůda pekařské jakosti „A“. Dosahuje menšího vzrůstu, její zrno je středně velké, až menší. Je vhodná do vlhčí řepařské a obilnářské oblasti. Je náchylná k napadení rzi pšeničnou. K napadení braničnatkami na listu je odolná málo, je k této houbové chorobě téměř náchylná.

Registrace: 1990.

4.2 Vybrané historické odrůdy

Ačkoliv osivo historických odrůd nebylo zaregistrováno, budeme jednotlivé genotypy v této práci nazývat odrůdami. Osivo bylo získáno z následujících šlechtitelských stanic: Brno, Tábor, Vavilov Institut Petrohrad Rusko. Vzorky budou v této práci označovány dle místa šlechtitelské stanice, kde bylo osivo získáno.

4.3 Charakteristika pokusné lokality

Pokusné pozemky ŠS Stupice patří do řepařské oblasti. Stanoviště je 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 (dle Nováka) středně těžká půda. Hloubka hladiny podzemní vody dosahuje 100-160 cm. Nebylo pozorováno poškození porostu zvěří, lidmi, suchem, přemokřením, úletem pesticidů, nevyrovnaností půdy, ani nerovnoměrným rozložením posklizňových zbytků.

4.4 Zásoba půdních živin

Na základě rozboru půdy dne 18. 8. 2014 byly zjištěny tyto údaje:

P	K	Mg	Ca	humus	pH	S
98	168	114	2500	1,7	6,4	13,8

Tabulka 2 Zásoba přijatelných živin v půdě, obsah humusu, pH

Rok	Předplodina	Dávka čistých živin kg.ha ⁻¹			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
2013	řepka	30	30		30
2014	pšenice ozimá	131,2	79,1	79,2	16,8
2015	jetel nachový	16	40,8	81,6	10,2

Tabulka 3 Předplodiny a hnojení

4.5 Agrotechnika použitá na pokusných pozemcích

Orba byla provedena pluhem značky Opall-Agri. Pro předseťovou přípravu byl použit kompaktor značky Farmet, setí bylo provedeno novým typem secího stroje značky Raven s přesností výsevu 2,5 cm. Pro válení byly použity válce typu Cambridge od firmy Agrostroj Jičín.

	Datum a hodina použití	Druh rostliny, vegetační stádium, sklad, skleník, vnitřek skladu nebo skleníku, půda	Cílový škodlivý činitel nebo jiný účel	Název přípravku	Dávka na jednotku	jednotka
1	19.4.2016	jarní pšenice-VŠECHNY PARCELY	plevele	Sekator	0.15	l/ha
3	2.5.2016	jarní pšenice-VŠECHNY PARCELY	oves hluchý	Foxtrot	1.00	l/ha
5	6.6.2016	jarní pšenice-VŠECHNY PARCELY	kohoutek, mšice	Rapid	0.08	l/ha

Tabulka 4 hnojení pokusu historické pšenice

Předplodina: jetel nachový

Orba: 12. 11. 2015

Předseťová příprava: 16. 3. 2016

Stav půdy před setím: Půda optimálně připravená

Setí: 18. 3. 2016

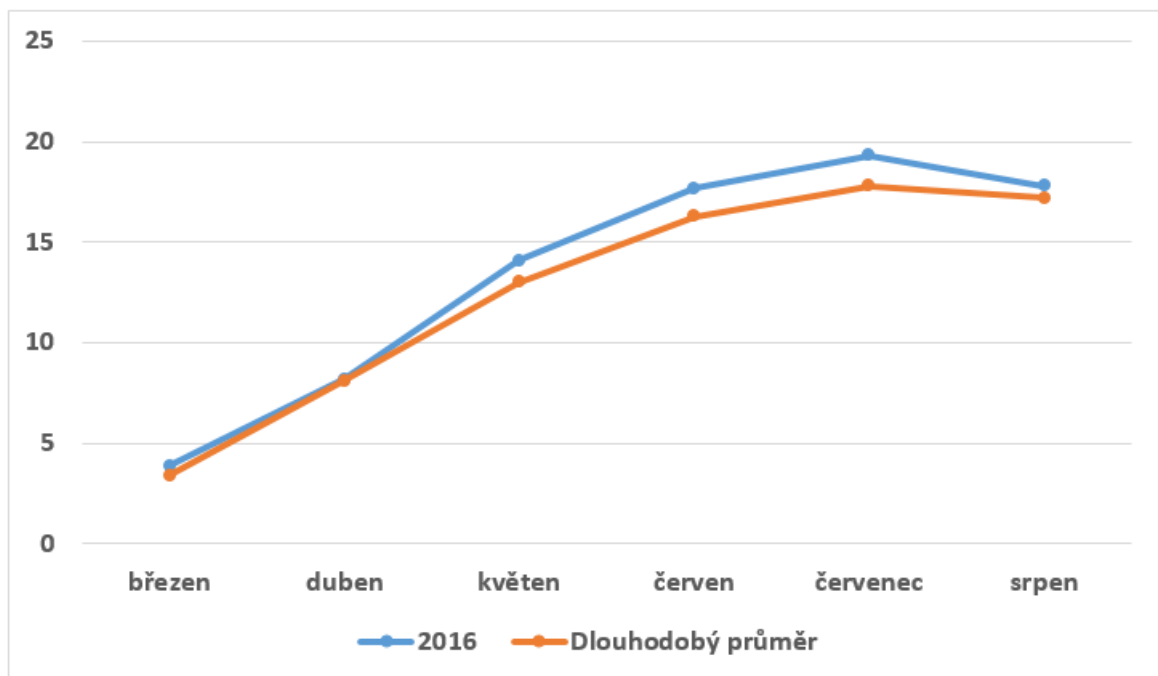
Stav půdy v den založení porostu: mírně vlhká, drobtovitá struktura

Válení: 19. 3. 2016

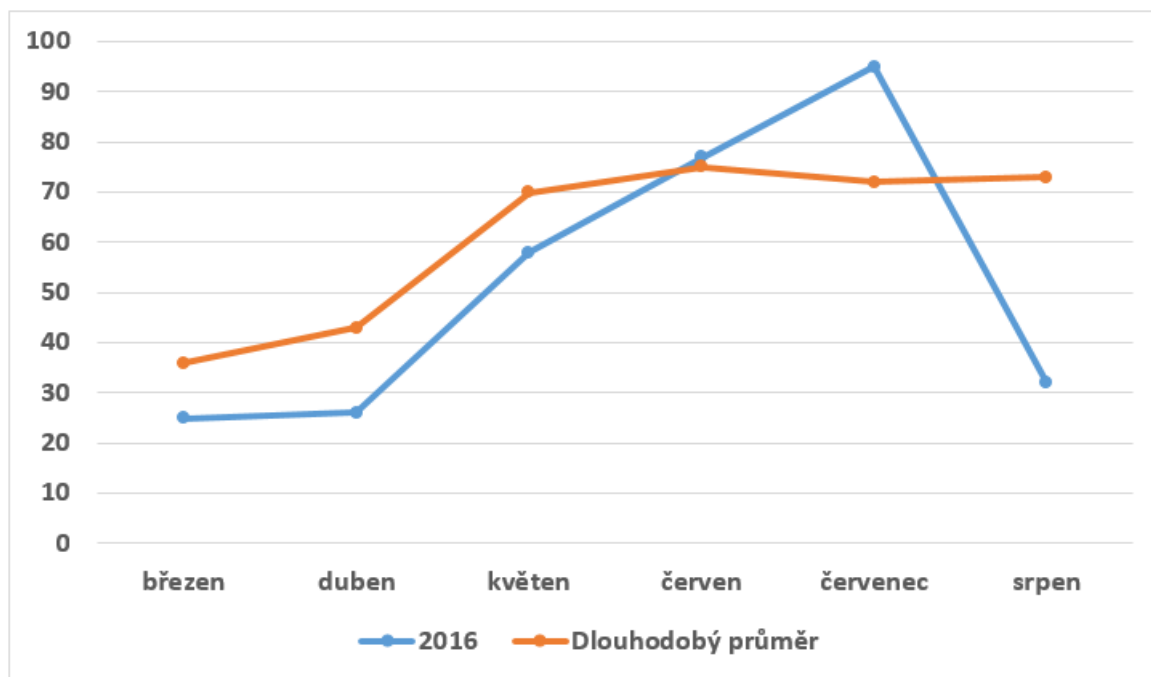
Sklizeň pšenice: 13 -14. 8. 2016

4.6 Klimatické podmínky

Porosty netrpěly výrazným abiotickým stresem. Nebyly zaznamenány výrazné odchylky od normálu. Abnormální odrůdové reakce na průběh počasí nebyly pozorovány. Srážek se dostávalo spíše v přívalových deštích, než v podobě vytrvalého a mírného deště. V době sklizně bylo počasí proměnlivé s četnými a vydatnými srážkami.



Graf 1 Teplotní charakteristika



Graf 2 Charakteristika srážek

4.7 Hodnocení jakostních parametrů zrna pšenice

Hodnocení získaných vzorků zrna probíhalo v laboratoři firmy Selgen, a.s. Vyhodnocení některých parametrů bohužel nemohlo být provedeno, protože získaného materiálu nebyl dostatek a zrno muselo být použito jako osivo pro nadcházející sezónu.

Vzorky zrna byly sešrotovány na speciálním mlýnku (mlýnek Perten 3100 pro parametr čísla poklesu, ostatní vzorky na mlýnku Brabender Sedimat), ze získaného šrotu byly vyhodnoceny jakostní ukazatele:

- obsah N-látek (%) - dle ČSN ISO 1871
- obsah mokrého lepku (%) – dle ČSN ISO 1871
- číslo poklesu (s) – dle ČSN ISO 3093
- sedimentační index – Zelenyho test (ml) – dle ČSN ISO 5529
- lepkový index – gluten index (%)
- tvrdost

4.8 Hodnocení produkčních parametrů odrůd a vybraných vegetačních charakteristik v průběhu vegetace

Po vzejití porostu byl sledován stav rostlin na jaře. V době, kdy pšenice kvetla, byla zhodnocena intenzita napadení porostu houbovými chorobami. Sledován byl výskyt padlí

travního a rzi plevové a braničnatky plevové, který se ovšem jako jediný stal předmětem zkoumání a vyhodnocení. Parcelky byly jednotlivě hodnoceny pomocí stupnice 1-9 (1-zcela napadený porost, 9- žádné známky napadení). Před sklizní byla vyhodnocena výška porostu a úroveň poléhání rostlin, obé pomocí stupnice 1-9.

Po sklizni bylo zrno vyčištěno a stanovila se hmotnost tisíce semen (HTS).

5 Výsledky

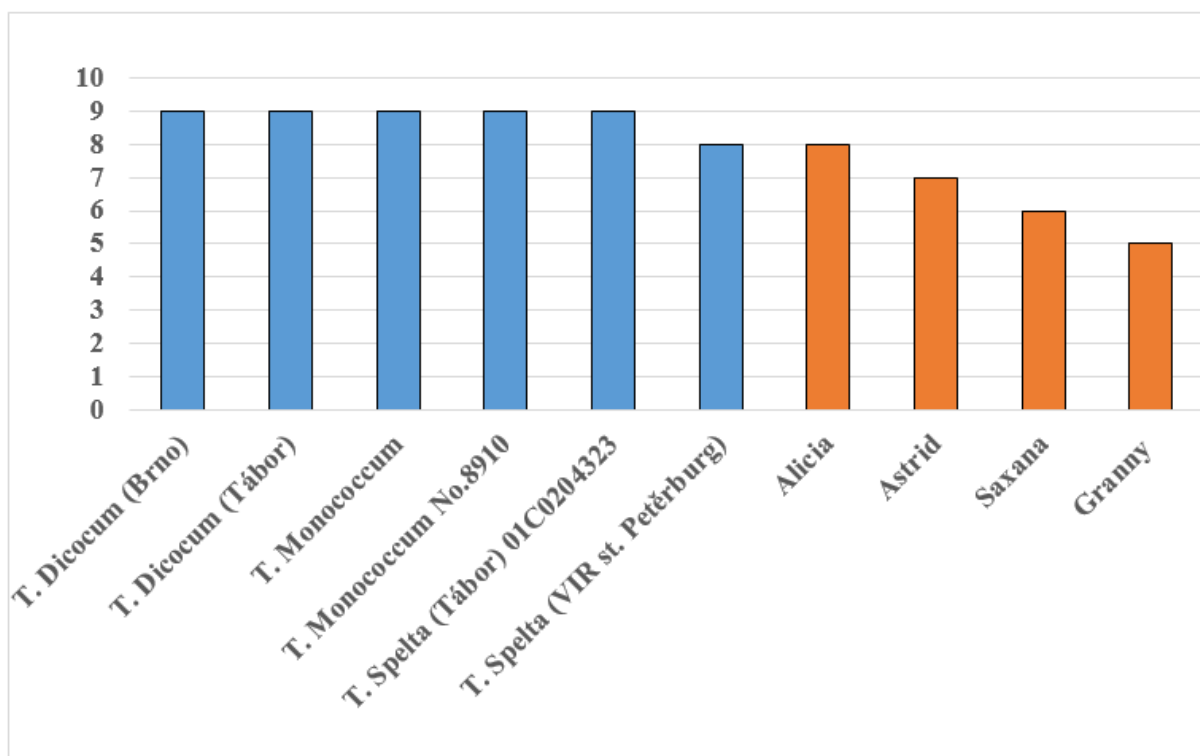
5.1 Úroveň napadení braničnatkou plevovou

Braničnatka plevová patří k nejvýznamnějším houbovým chorobám pšenice, je rozšířena na celé ploše ČR. Odrůdy byly jednotlivě hodnoceny podle bodové stupnice 1-9, přičemž 9 bodů znamená porost zcela prostý napadení, úplně zdravý; známka 1 bod značí porost velmi silně napadený, téměř zničený. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty napadení historických i konvenčních genotypů pšenice. V Grafu č. 3 jsou uvedeny hodnoty úrovně napadení braničnatkou plevovou.

	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	9	9	8,5	6,5
Směrodatná odchylka	0	0	7,707	1,29
Variační koeficient (%)	0	0	90,67	19,84

Tabulka 5 Průměrné hodnoty indexu poléhání před sklizní, směrodatné odchylky a variační koeficienty

V souboru pěstovaných rostlin si nejlépe vedly genotypy T. dicocum a monococcum a to v obou svých variantách, má tedy nejlepší odolnost k napadení braničnatkou. Hodnocení 9. bodů získala také pšenice špalda, avšak jen ve variantě „Tábor“, proto je průměr napadení braničnatkou 8,5. Pšenice špalda, varianta VIR st. Petěrburg získala hodnocení 8 bodů, stejně jako konvenční odrůda Alicia. Konvenční odrůdy dopadly v celkovém hodnocení hůř, než odrůdy historické. Astrid získala hodnocení 7, Saxana 6 bodů, Granny jen 5 bodů. Odrůda Granny je k napadení braničnatkou nejvíce náchylná. Celkový průměr Triticum aestivum činí 6,5 bodů a je k napadení braničnatkou plevovou náchylnější, než genotypy historické.



Graf 3 Úroveň napadení braničnatkou plevovou

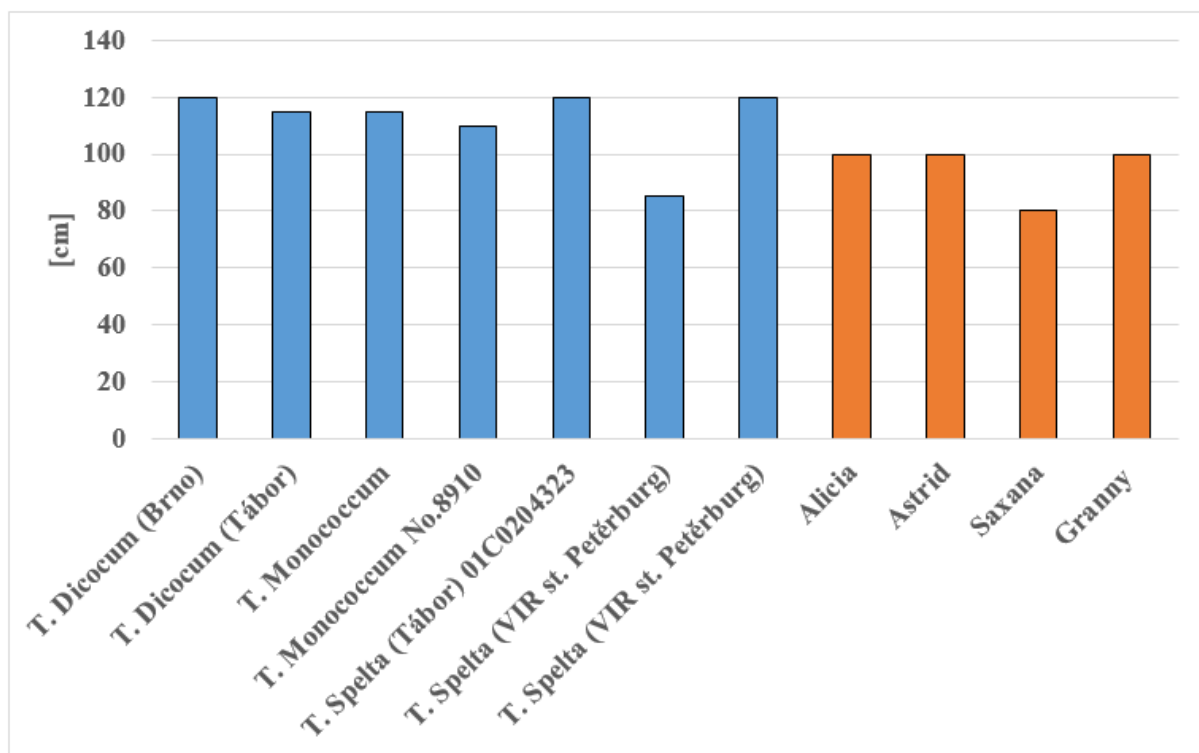
5.2 Výška porostu před sklizní

V tabulce č. 6 jsou vypočtené směrodatné odchylky, variační koeficienty a uvedeny průměrné hodnoty výšky porostu před sklizní souboru vybraných historických odrůd a odrůd pšenice seté. V grafu č. 4 jsou znázorněny rozdíly mezi jednotlivými odrůdami.

	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	117,5	112,5	108,3	95
Směrodatná odchylka	3,535	3,535	20,207	10
Variační koeficient (%)	3	3,14	18,66	10,53

Tabulka 6 Průměrná výška porostu před sklizní, směrodatné odchylky a variační koeficienty

Vyšších hodnot výšky porostu dosáhly v průměru pšenice s historickými genotypy. U špaldy (varianta VIR St. Petěrburg) jsme sledovali jev, kdy polovina klasů měla výšku 85 cm a druhá polovina výšku 120 cm, proto má také špalda ze všech sledovaných odrůd nejvyšší variační koeficient i směrodatnou odchylku. Odrůdy Alicia, Astrid a Granny dosáhly stejné výšky 100 cm. Odrůda Saxana Dosáhla nejmenší výšky 80 cm. Variační koeficienty se významně lišily, to znamená vysokou variabilitu výšky porostu mezi jednotlivými soubory odrůd.



Graf 4 Výška porostu před sklizní

5.3 Obsah N-látek v sušině

V tabulce č. 7 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu N-látek v sušině zrna souboru genotypů pšenice obecné a pšeníc historických, jsou zde vypočteny směrodatné odchylky a variační koeficienty. V grafu č. 3 jsou uvedeny hodnoty obsahu dusíkatých látek v sušině zrna u jednotlivých historických i konvenčních odrůd.

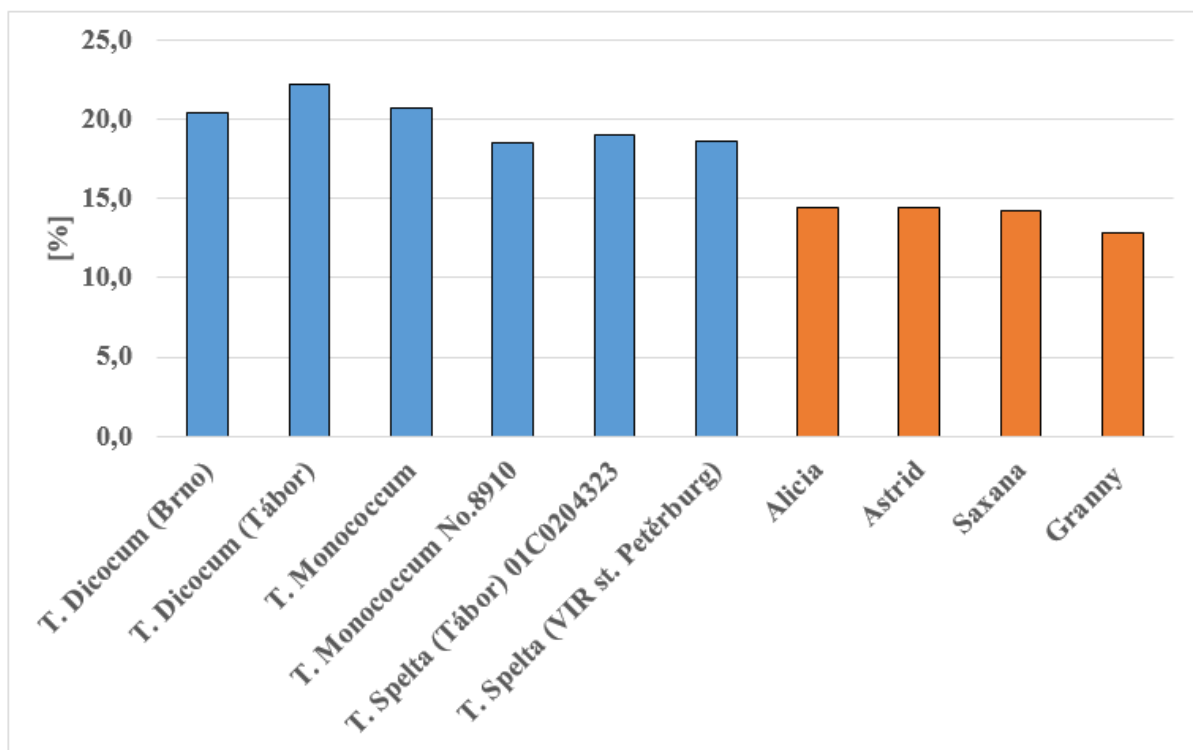
	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	21,3	19,65	18,8	13,975
Směrodatná odchylka	1,272	1,626	0,0282	0,722
Variační koeficient (%)	5,97	8,27	0,15	5,17

Tabulka 7 Průměrné hodnoty obsahu N-látek v sušině zrna (%), směrodatné odchylky a variační koeficienty

Požadavek na potravinářskou pšenicí k pekárenskému využití je minimálně 11,5 %. Tuto minimální hodnotu splnily všechny pšenice, jak historické, tak konvenční.

Obsah N- látek byl vyšší u všech historických odrůd. Nejvyšší obsah N- látek má pšenice dvouzrnka 22 (Tábor) a 20 (Brno), v průměru dosahuje hodnot 21,3 %. Hodnotu 20 % a 18,5 % (No. 8910) má pšenice jednozrnka, jejíž průměrné hodnoty jsou 19,65 %. Právě u jednozrnky dosáhl variační koeficient nejvyšší hodnoty, což svědčí o větší variabilitě obsahu N-látek

v sušině zrna mezi odrůdami jednozrnky. Pšenice špalda má v sušině 19 (Tábor) a 18 (VIR St. Petěrburg) procent dusíkatých látek, její variační koeficient je velice nízký, což vypovídá o velmi malé variabilitě v obsahu N-látek. Pšenice konvenčního typu mají obecně menší obsah N-látek v sušině. Odrůdy Alicia, Astrid a Saxana mají stejný obsah N-látek (14 %), jen odrůda Granny, se svými 12 procenty vybočuje, avšak stále splňuje minimální množství požadovaného obsahu N-látek v sušině zrna.



Graf 5 Obsah N-látek v sušině

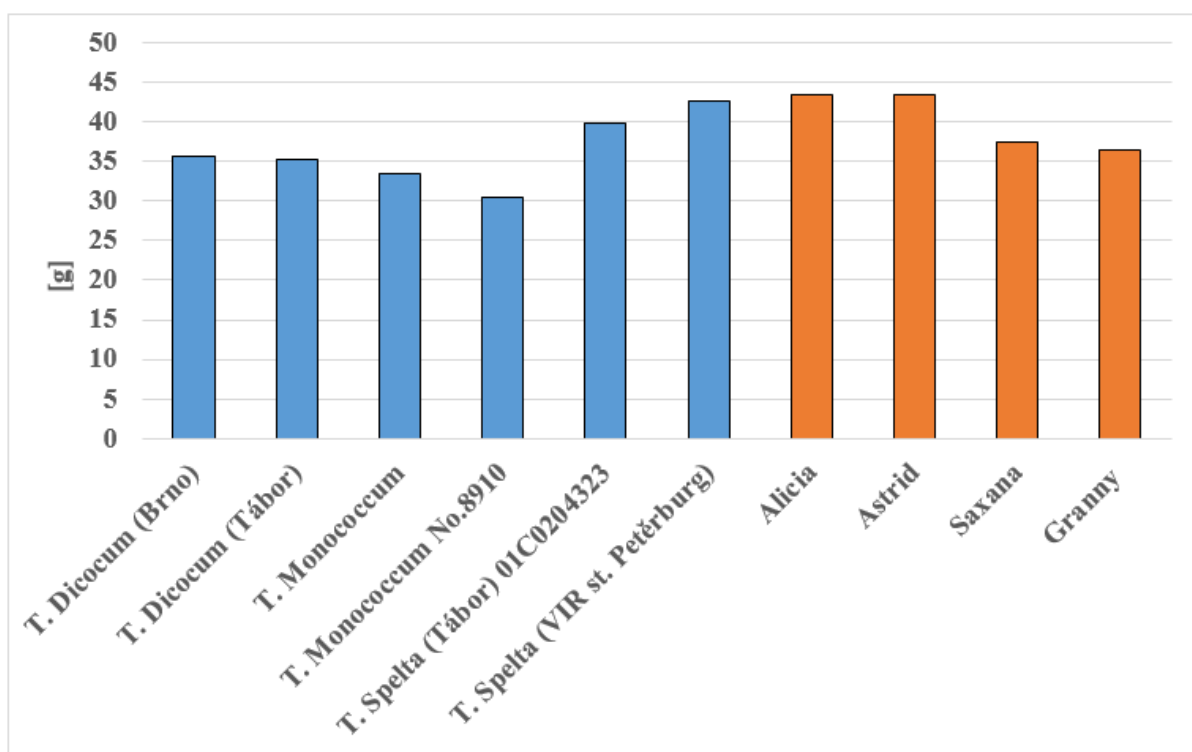
5.4 Hmotnost tisíce semen

V tabulce č. 8 jsou uvedeny průměrné hodnoty HTS ze souboru odrůd pšenic konvenčních a historických, dále směrodatné odchylky a variační koeficienty. Na grafu č. 6 jsou znázorněny hodnoty HTS u jednotlivých odrůdových variant.

	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	35,385	31,97	41,24	40,208
Směrodatná odchylka	0,30	2,12	1,91	3,82
Variační koeficient (%)	0,86	6,63	4,63	9,51

Tabulka 8 Průměrné hodnoty HTS (g), směrodatné odchylky a variační koeficienty

Průměrné hodnoty HTS se v tomto pokusu lišily. Pšenice jednozrnka a dvouzrnka mají hodnotu HTS výrazně nižší oproti konvenčním odrůdám. Nejnížší HTS 30 gramů vykazuje pšenice jednozrnka s označením No. 8910, druhá odrůda jednozrnky dosáhla hodnoty 33 gramů, v průměru mají obě varianty pouhých 31,97 gramů. Pšenice dvouzrnka dosahuje v obou případech hodnoty 35 gramů, proto je její směrodatná odchylka a variační koeficient nejmenší ze všech hodnocených odrůd a to historických i konvenčních. Nejlépe si z historických odrůd vedla špalda s hodnotami 42 (pšenice ze St. Pěťeburgu) a 39 gramů, průměr obou odrůd činí 41,24 gramů. Ze všech hodnocených odrůd pak nejlepší výsledky dosáhly odrůdy Alicia a Astrid, které měly shodných 43,5 gramů. Odrůda Saxana měla 37 a Granny 36 gramů. Průměr hmotnosti tisíce zrn u pšenice seté činí 40,208 g, pozorujeme také nejvyšší hodnotu směrodatné odchylky i variačního koeficientu, což svědčí o vysoké míře variability a odlišnosti souboru hodnocených odrůd pšenice seté.



Graf 6 Hmotnost tisíce semen

5.5 Číslo poklesu

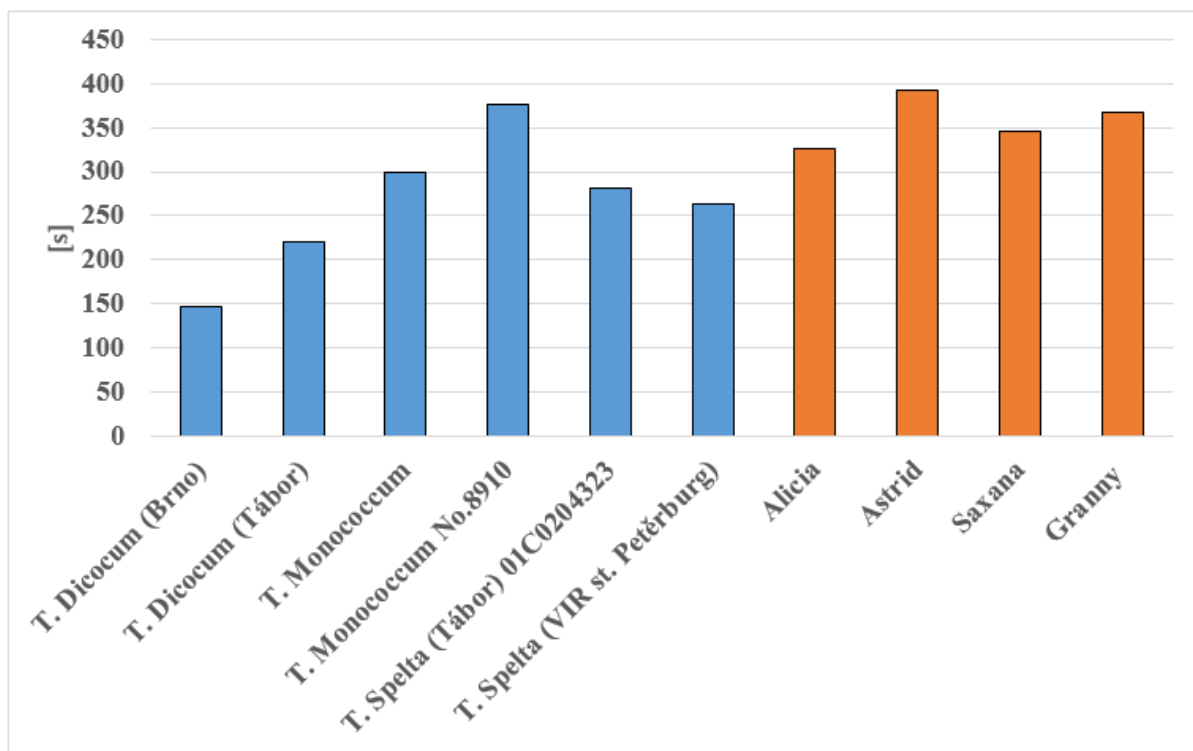
Podle hodnoty čísla poklesu je zjišťován stupeň poškození sacharido-amylázového komplexu zrna vlivem aktivity enzymu α -amylázy. Určováno je dle normy ČSN 46 1100-2, minimální hodnota pro potravinářskou pšenicí činí 220 sekund. Optimální je však rozsah hodnoty čísla pádu mezi 220 – 250 sekundami.

V grafu č. 9 jsou zobrazeny rozdíly mezi hodnotami čísla poklesu jednotlivých odrůd. V tabulce 5 se nalézají průměrné hodnoty čísla poklesu souboru historických a konvenčních genotypů, jejich variační koeficienty a směrodatné odchylky.

	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	184	338	272	358,25
Směrodatná odchylka	52,33	55,15	12,73	28,05
Variační koeficient (%)	28,44	16,32	4,68	7,83

Tabulka 9 Průměrné hodnoty čísla poklesu (s), směrodatné odchylky a variační koeficienty

Obecně lze říci, že historické genotypy mají hodnoty čísla pádu oproti konvenčním odrůdám značně menší, v jednom případě dokonce nesplňují minimální normu. Jak je z grafu patrné, nejnižších hodnot čísla poklesu dosahuje obecně pšenice dvouzrnka a to v obou svých provedeních, ve variantě „Brno“ z daleka nedosahuje minimální hodnoty čísla pádu pro potravinářskou pšenici, osivo z Tábora tuto minimální hodnotu těsně splňuje. Pšenice jednozrnka nabývá hodnot 300 sekund a odrůda No.8910 hodnoty 377 s, její směrodatná odchylka nabývá nejvyšší hodnoty (55,15). Pšenice špalda má hodnotu 281 (varianta St.Petersburg) a 263 (Tábor), průměr činí 272 sekund a proto se nejbliž přibližuje optimální hodnotě. Také směrodatné odchylka i variační koeficient vykazují nejnižší hodnotu (směrodatná odchylka je 12,72 a variační koeficient 4,16 %). Odrůdy konvenční pšenice vykazují jako soubor odrůd podobný trend, všechny splňují minimální normu pro potravinářskou pšenici, jejich hodnoty se pohybují od 327 (Alicia) do 392 (Astrid).



Graf 7 Číslo poklesu

5.6 Zeleného test – sedimentační index

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 Zeleného testu potravinářské pšenice k pekárenským účelům 30 ml. Pro pečivářské využití je stanovena maximální hodnota 25ml.

V tabulce číslo 10 jsou uvedeny průměrné hodnoty sedimentačního indexu souboru historických a konvenčních genotypů pšenice, směrodatné odchylky a variační koeficienty. V grafu č. 8 jsou jednotlivě uvedeny hodnoty sedimentačního indexu hodnocených odrůd.

	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	30,5	44,5	81,5	87,25
Směrodatná odchylka	7,78	6,36	2,21	6,5
Variační koeficient (%)	25,50	14,30	2,60	7,45

Tabulka 10 Průměrné hodnoty sedimentačního indexu (%), směrodatné odchylky, variační koeficienty

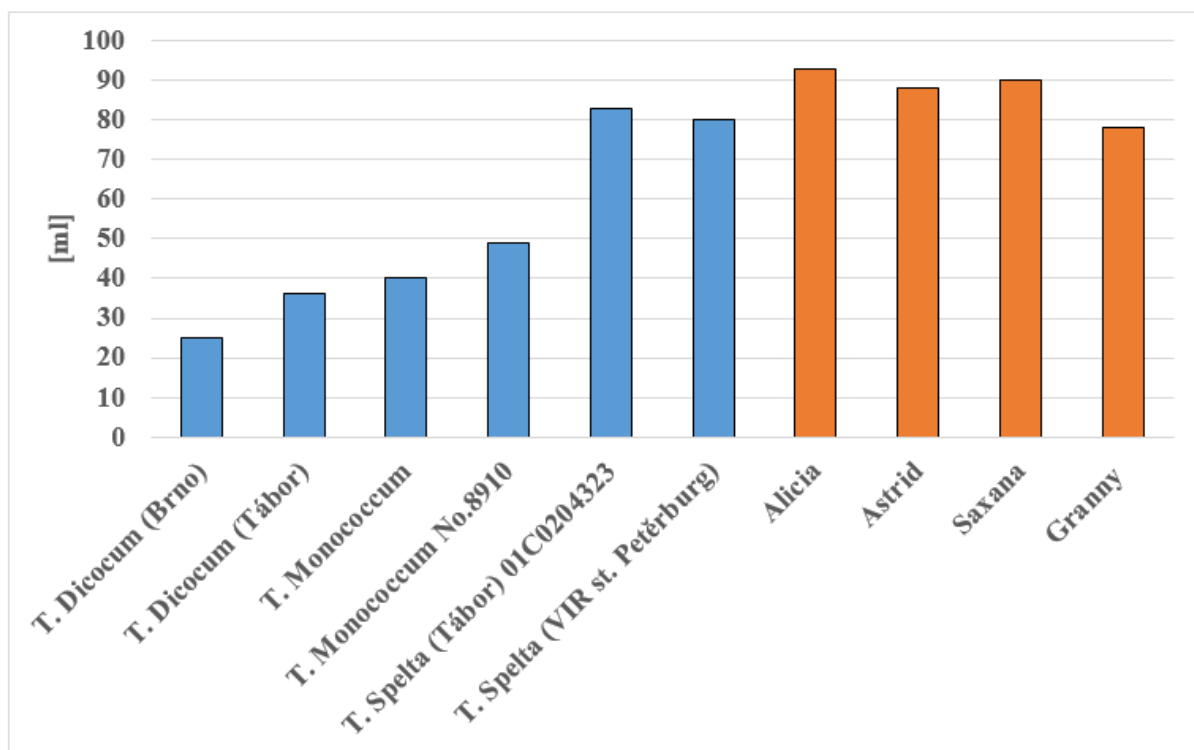
Nejnižší průměrné hodnoty Zeleného testu dosáhly obecně genotypy jednozrnky a dvouzrnky. Vůbec nejnižší hodnotu pozorujeme u pšenice dvouzrnky, varianta Brno má hodnotu sedimentačního indexu pouhých 25 ml a nesplňuje tak minimální požadavky pro pšenice k pečivářským účelům, těsně však splňuje stanovený limit pro pečivářské pšenice, který

činí 25 ml. Varianta Tábor celkem těsně splňuje minimální hodnotu pro pečivářské pšenice. Průměr dvouzrnkových genotypů činí 30,5 ml. Pšenice dvouzrnka má nejvyšší variační koeficient a směrodatnou odchylku, což signalizuje velké vzájemné odlišnosti mezi genotypy dvouzrnky.

O trochu vyšších hodnot sedimentačního indexu nabývá pšenice jednozrnka, průměr činí 44,5 ml, první genotyp má hodnotu sedimentačního indexu 40 ml, varianta No. 8910 má hodnotu 49 ml.

Z historických genotypů opět vybočuje pšenice špalda, jejíž sedimentační index dosahuje hodnoty 80 (VIR St. Petěrburg) a 83 ml (Tábor). Pšenice špalda má nízkou směrodatnou odchylku, což je důkazem velmi shodné jakostní kvality.

Všechny odrůdy *Triticum aestivum* vykazují trend vyššího sedimentačního indexu, v průměru 87,25 ml. Na celkově nejvyšší hodnotu Zelenyho testu dosáhla odrůda Alicia (93 ml), následovaná odrůdou Saxana (90 ml), Astrid (88 ml) a Granny (78 ml). Všechny konvenční odrůdy splňují minimální hodnotu využití pšenice pro pekárenské účely.



Graf 8 Zelenyho test - sedimentační index

5.7 Obsah mokrého lepku v sušině

Podobně jako obsah N-látek, je i obsah mokrého lepku v sušině zrna ukazatelem pekařské kvality. V dnešní době je však již jen doplňkovým jakostním ukazatelem. Ve znění vyhlášky

ČSN 46 1100-2 (pro pšenici potravinářskou) nabývala minimální hodnota obsahu mokrého lepku v sušině zrna k pekárenskému využití 24 %.

V tabulce č. 11 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině zrna (%) ze souboru odrůd konvenčních a historických, vypočítané směrodatné odchylky a variační koeficienty. Na grafu č. 9 jsou uvedeny hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině zrna u všech vybraných odrůd pšenice.

	T. dicoccum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	50,8	35,75	54,65	31,25
Směrodatná odchylka	7,2	9,95	0,49	3,46
Variační koeficient (%)	20,04	39,36	0,9	11,08

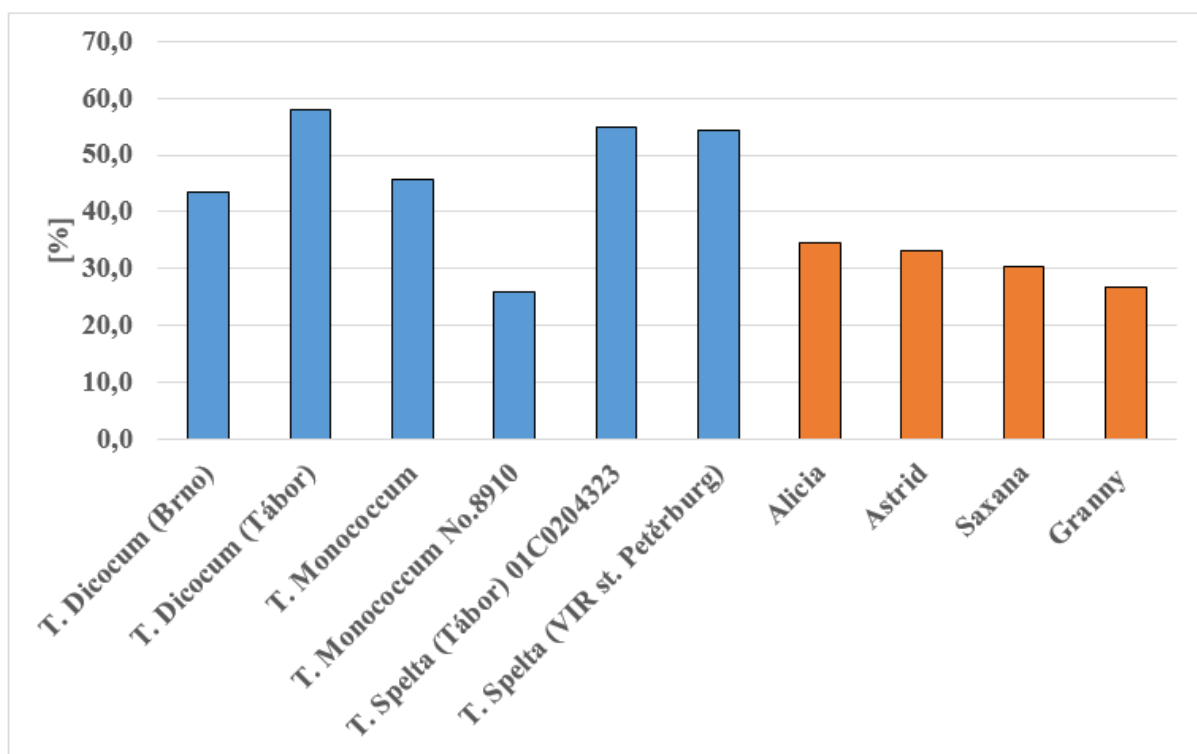
Tabulka 11 Průměrné hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině zrna (%), směrodatné odchylky a variační koeficienty

Hodnoty tohoto parametru se velice lišily a můžeme pozorovat značnou variabilitu. Všechny odrůdy a to jak konvenčního, tak historického typu splnily minimální hodnotu pro využití pšenice k pekárenskému využití. Pšenice jednozrnka dosáhla největšího variačního koeficientu 39,36 %, jak je možné vidět z grafu, její hodnoty byly opravdu variabilní, konkrétně nabývala hodnot 45 a 25 (No. 8910).

Pšenice dvouzrnka nabývá hodnot 43 (Brno) a 58 procent (Tábor), průměrně 50,8 %. Variační koeficient dvouzrnky činí 20,04 %, což svědčí o poměrně velké variabilitě.

Pšenice špalda dosáhla hodnot 55 (Tábor) a 54,3, (VIR St. Petěrburg) díky čemuž má ze všech odrůd v tomto parametru nejnížší směrodatnou odchylku i variační koeficient, jenž je dokladem nízké variability mezi hodnocenými genotypy špaldy. Průměrný obsah mokrého lepku v sušině špaldy je 54,65 %.

Hodnocený soubor odrůd pšenice seté a jeho výsledné hodnoty byly vyrovnané. Obsah mokrého lepku v sušině zrna je u vybraných odrůd pšenice seté nižší, než u odrůd historických, průměrný obsah činí 31,25 %. Odrůdy mají obsah mokrého lepku v sušině 35,5% (Alicia), 33,3 % (Astrid) 30,5% (Saxana). Nejnížší hodnota ze všech hodnocených odrůd činí 26,7 (Granny), a tak celkem těsně splňuje minimální hodnotu pro pekárenské využití.



Graf 9 Obsah mokrého lepku v sušině

5.8 Celková hmotnost lepku – Gluten index

Na přístroji Glutomatic byly vyhodnoceny polní pokusy. Přístroj Glutomatic nabývá hodnot 0 - 100. Zrno s hodnotou gluten indexu 0 % bude mít lepek měkký a rozplývavý, naproti tomu lepek nabývající hodnoty 100 % bude mít lepek velmi pevný. Zrno určené k pekárenskému zpracování by mělo nabývat hodnot gluten indexu 85 - 95 %. V tab. 12 jsou uvedeny hodnoty celkové hmotnosti lepku (GI %), vypočtené směrodatné odchylky a variační koeficienty. V grafu 9 jsou uvedeny hodnoty gluten indexu u jednotlivých konvenčních i historických odrůd.

	T. dicoccum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	8	26	39	86
Směrodatná odchylka	7,07	5,65	5,65	9,69
Variační koeficient (%)	88,38	21,75	14,5	11,27

Tabulka 12 Průměrné hodnoty celkové hmotnosti lepku (%), směrodatné odchylky, variační koeficienty

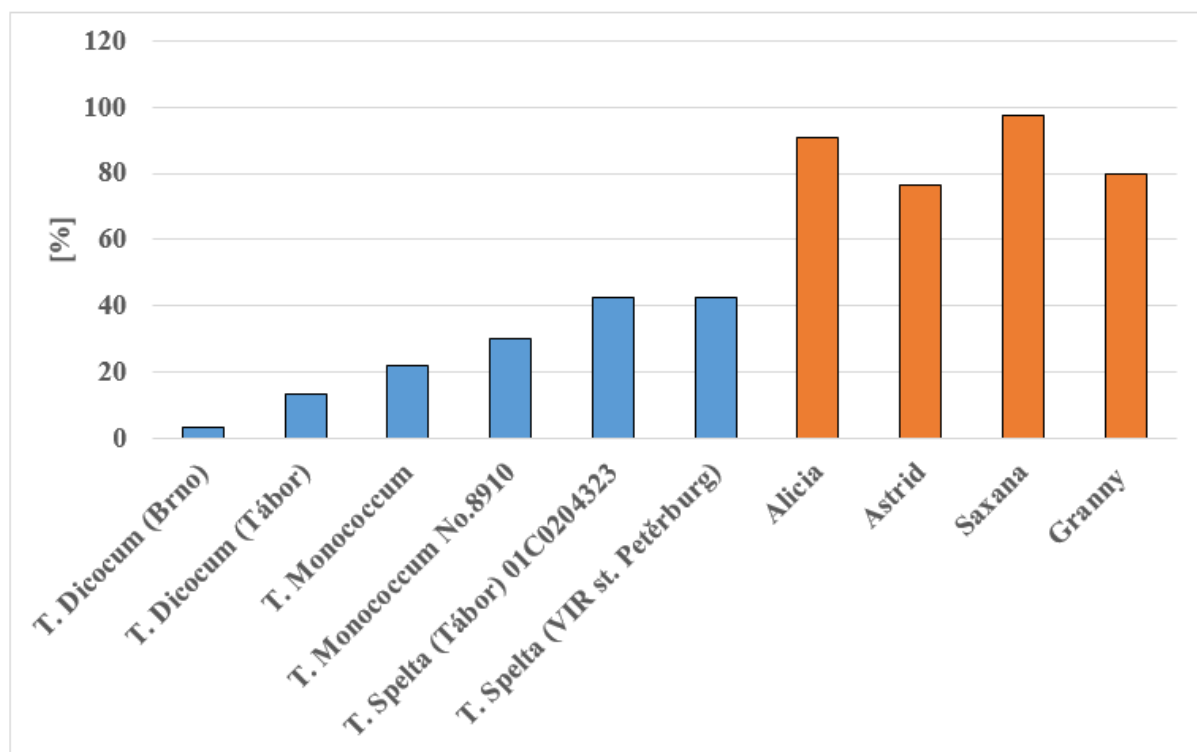
Výsledky gluten indexu jsou mezi historickými odrůdami a konvenčními velice nevyrovnané, rozdílné. Žádná ze souboru historických odrůd nesplňuje minimální požadavky pro pekárenské zpracování, ze souboru konvenčních odrůd splnila požadovanou hodnotu pouze jedna odrůda.

Nejnižší hodnoty gluten indexu 3 (Brno) a 13 % (Tábor) má pšenice dvouzrnka.

Pšenice jednozrnka dosáhla průměrných hodnot gluten indexu 26%.

Pšenice špalda má z hodnocených historických odrůd největší hodnotu gluten indexu, průměrně 39 %, jednotlivě 43 % (Tábor) a 35 % (VIR St. Petěrburg).

Odrůda Saxana (97 %) hodnotu gluten indexu pro pekárenské využití nesplňuje z důvodu příliš vysoké hodnoty GI. Z hodnocených odrůd pšenice seté dosáhla nejlepšího výsledku gluten indexu odrůda Alicia (91 %). Odrůda Granny dosáhla výsledku 80 % a nesplňuje tak minimální hodnotu gluten indexu pro pekárenské využití, stejně jako odrůda Astrid (76 %), která má z hodnocených konvenčních odrůd gluten index nejnižší. Průměr hodnot GI pšenic setých je 86 %, což je v mezích vhodnosti pro pekárenské využití.



Graf 10 Celková hmotnost lepku - Gluten index

5.9 Tvrdość zrna (PSI)

Tvrdość 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 prosévání na síť 0,075 mm. Nižší podíl propadu sítím je u tvrdšího endospermu a vykazuje tak nižší hodnotu PSI (%). Měření tvrdosti zrna proběhlo na kalibrovaném přístroji Infratec.

V tabulce 13 jsou zaznamenány průměrné hodnoty tvrdosti zrna, vypočtené variační koeficienty a směrodatné odchylky vybraných odrůd pšenice. V grafu č. 11 jsou uvedeny úrovně tvrdosti jednotlivých historických i konvenčních odrůd pšenice.

	T. dicoccum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	37,5	38,5	40,21	47,35
Směrodatná odchylka	2,01	9,6	3,29	7,07
Variační koeficient (%)	5,4	24,82	8,19	14,94

Tabulka 13 Průměrné hodnoty tvrdosti zrna (PSI %), směrodatné odchylky a variační koeficienty

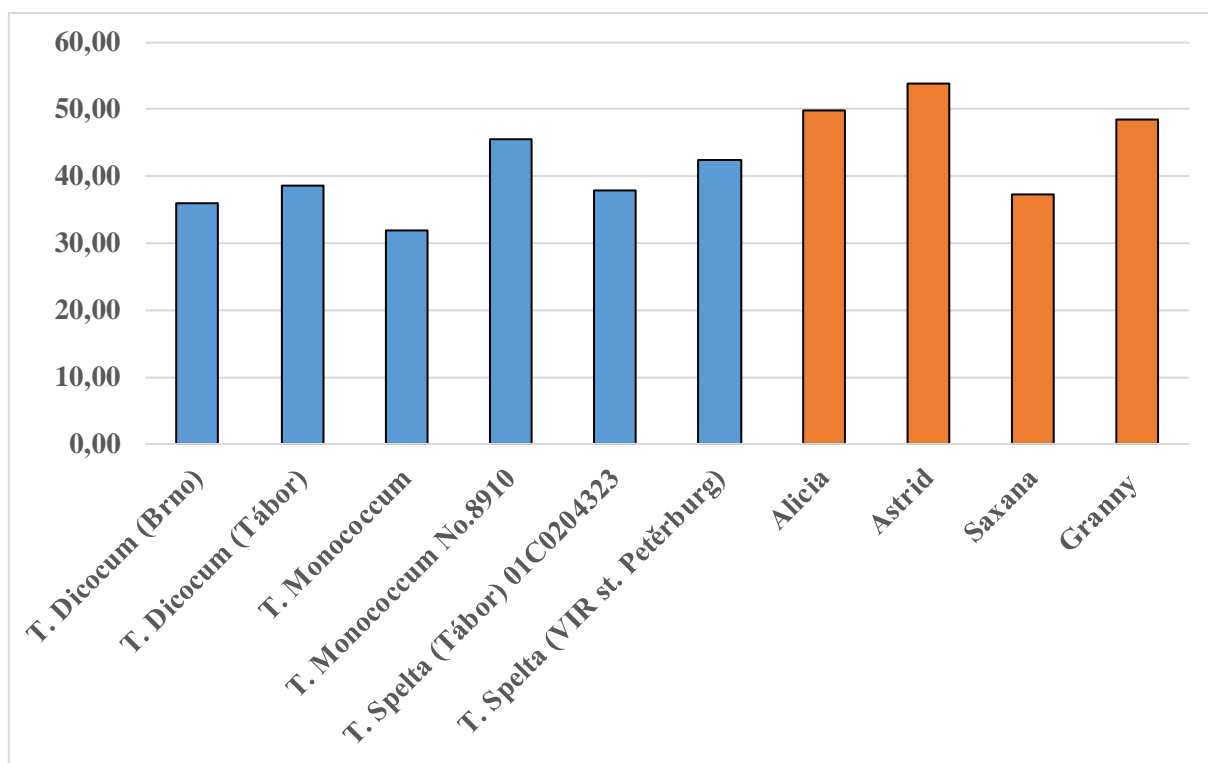
Svémi výsledky v tomto parametru se všechny odrůdy, přes svou střední rozmanitost, řadí k měkkým odrůdám.

Pšenice dvouzrnka vykazuje nejnižší průměrnou hodnotu ze všech hodnocených odrůd a to 37,5 PSI %, jednotlivě má 36 (Brno) a 39 PSI % (Tábor).

Jednozrnka je s hodnotou 32 PSI % jedinou odrůdou ze všech historických i konvenčních genotypů, jejíž zrno může být hodnoceno na PSI stupnici tvrdosti jako velmi měkké. Varianta No. 8910 má na stupnici tvrdosti hodnotu 45 PSI %, variační koeficient je 24, 82%, což dokazuje nejvyšší variabilitu. Průměrně jednozrnka nabývá hodnoty 38,5 PSI %.

Pšenice špalda dosáhla průměrných hodnot 40,5 PSI %, proto ji řadíme k extra měkkým odrůdám.

Konvenční pšenice setá dosáhla průměrné hodnoty tvrdosti 47, 35 % a je taktéž řazena mezi extra měkké odrůdy. Nejnižší tvrdost měla z konvenčních odrůd Saxana (37 PSI %), nejvyšší Astrid (54 PSI %).



Graf 11 Tvrđost zrna

5.10 Poléhání porostu před sklizní

Úroveň poléhání porostu před sklizní byla hodnocena s využitím bodové stupnice (1-9), přičemž 9 bodů značí porost zcela vzpřímený, tedy nepolehlý, 1 bod znamená porost polehlý (absolutně ležící). V tabulce 14 jsou zaznamenány průměrné hodnoty úrovně poléhání rostlin před sklizní, vypočítané směrodatné odchylky a variační koeficienty. V grafu č. 12 jsou uvedeny hodnoty úrovně poléhání rostlin historických a konvenčních pšenic před sklizní.

	T. dicocum	T. monococcum	T. spelta	T. aestivum
Průměr	1,5	2	3,5	9
Směrodatná odchylka	0,7	1,41	0,7	0
Variační koeficient (%)	46,67	70,5	20,2	0

Tabulka 14 Průměrné hodnoty úrovně poléhání rostlin před sklizní, směrodatné odchylky, variační koeficienty

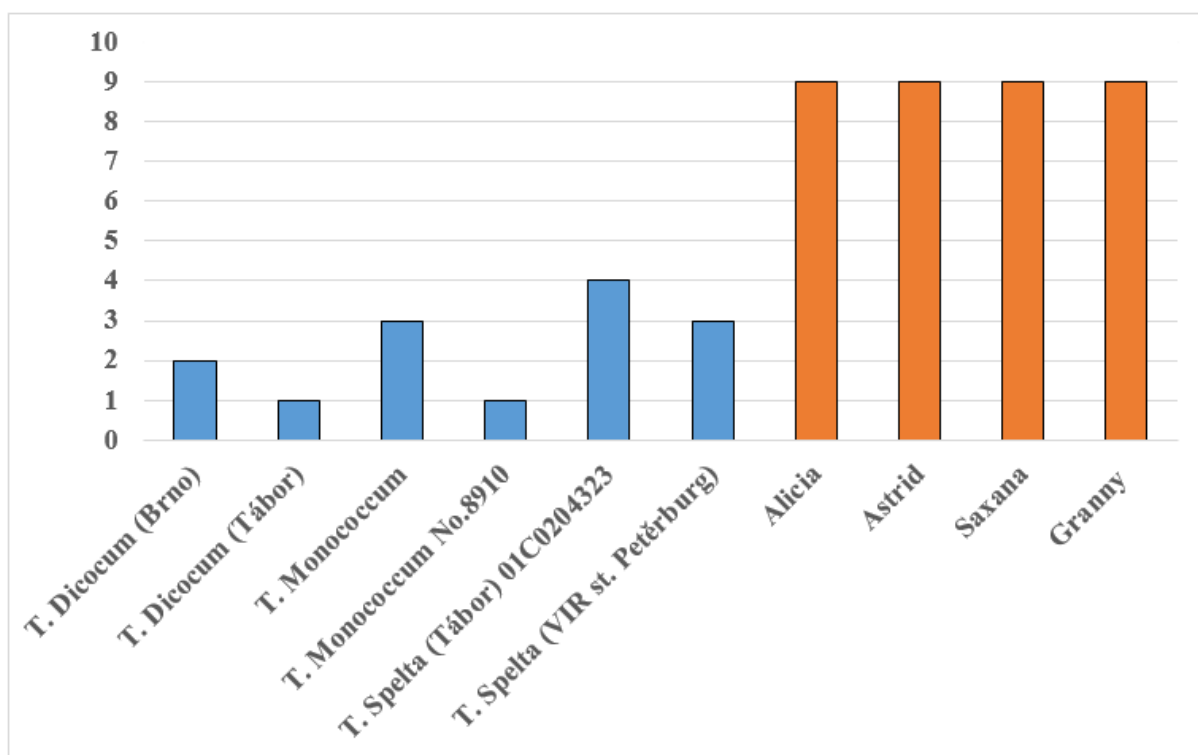
V tomto parametru je možné sledovat největší rozdíl mezi odrůdami historickými vůči odrůdám z konvenčního způsobu hospodaření. Všechny historické genotypy byly oproti konvenčním genotypům podstatně horší.

Nejhorší úroveň poléhání byla zaznamenána u pšenice dvouzrnky a to 1 (Tábor) a 2 body (Brno), průměrná poléhavost vybraných genotypů činí pouhých 1,5 bodu.

Velmi vysoká hodnota variačního koeficientu (70,5 %) u pšenice jednozrnky značí rozdíly v polehání mezi vybranými genotypy, avšak průměrně nedosáhla jednozrnka nikterak dobrého výsledku (2 body).

I když je výsledná hodnota úrovně poléhání špaldy nejlepší z vybraných historických odrůd, její výsledky nejsou se čtyřmi (Tábor) a třemi body (VIR St. Petěrburg) nijak mimořádné. Variační koeficient špaldy činí 20,2 %.

Jednoznačně nejlepšího výsledku dosáhly odrůdy konvenční, u nichž nebylo poléhání zcela zaznamenáno, proto činí jejich průměrná úroveň poléhání, stejně jako úroveň všech jednotlivých genotypů *T. aestivum* 9 bodů. Proto je i výsledná hodnota variačního koeficientu a směrodatné odchylky nula. Úroveň poléhání je u pšenice seté fenomenální, neboť nebylo zaznamenáno.



Graf 12 Poléhání porostu před sklizní

6 Diskuse

6.1 Úroveň napadení braničnatkou plevovou

Zrno pšenice dvouzrnky opakovaně vykazuje výrazně menší kontaminaci při srovnání s přesívkovými formami pšenice seté, nebo s kontrolními odrůdami (Konvalina et al., 2014). Tyto výsledky plně korespondují s výsledky v této práci. Braničnatkou nejsou napadeny pšenice jednozrnka a dvouzrnka vůbec. Na pšenici špaldě byla braničnatka nalezena, ale ve velmi malém množství, které není velkým nebezpečím. Je proto možné předpokládat, že zde má velký význam plucha, jenž zrno chrání a je odstraněna až před potravinářským zpracováním. Díky dobré odolnosti je dvouzrnka využívána ke zvyšování odolnosti pšenice seté (Brown-Guedira et al., 2005).

Při srovnání s pšenicí špaldou bývá v zrnu pšenice špaldy obvykle nižší výskyt mykotoxinů (Konvalina et al., 2014).

6.2 Výška porostu před sklizní

V tomto pokusu měly historické pšenice výšku porostu větší, než pšenice setá. To potvrzuje i Zimolka (2014) když uvádí, že v jeho pokusu měla pšenice dvouzrnka délku rostliny před sklizní od 114 do 133 cm, dle odrůdy, ve stejném pokusu měla kontrolní odrůda pšenice seté (SW Kadrij) výšku 88,7 cm. Dvouzrnka měla průměr 112,5 cm, což je téměř stejný výsledek, jako v pokusu Zimolky.

Pšenice jednozrnka měla ve vybraném pokusu výšku od 94 cm do 137 cm. Kontrolní odrůdy měly hodnoty 130 (Jara), 100 (SW Kadrij), 96 (Granny) (Grausgruber et al., 2014). V našem pokusu měla jednozrnka 117,5 cm.

6.3 Obsah N-látek v sušině

Obsah N- látek v sušině u pšenice dvouzrnky z pokusu (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha-Uhřetěves, České Budějovice v letech 2010-2011) nabýval hodnot od 15,8 do 18,1 %. Průměrná hodnota u všech 8. testovaných genotypů činila 16 % (Konvalina et al., 2014). V pokusu „Historické pšenice“ byl průměrný počet N- látek v sušině 21,3 %, to je nepatrně více než ve výše zmíněném pokusu, avšak tento parametr může být ovlivněn stavem půdy a přístupností živin. Kontrolní odrůda pšenice seté odrůda SW Kadrij (průměr lokalit Praha-

Ruzyně, Praha- Uhřetěves, České Budějovice v letech 2010-2011) vykazovala hodnotu N-látek v sušině 12,3 % (Konvalina et al., 2014).

Minimální požadavek na pšenici k pekárenskému využití je 11,5 %, splňují historické pšenice danou hodnotu bez problémů, stejně jako konvenční pšenice, jejichž průměrná hodnota obsahu N-látek je 13,97 %.

6.4 Hmotnost tisíce semen (HTS)

Konvalina et al. (2014) uvádí HTS pšenice dvouzrnky v průměru 34 g (průměr 103 krajových odrůd), klas dvouzrnky je v jeho pokusu hodnocen jako méně produktivní oproti pšenici seté. S tím korespondují i naše výsledky, kde má pšenice dvouzrnka průměrnou hodnotu HTS 35,38 g.

Pšenice špalda má v pokusu průměr HTS 42,59 g (průměr 15 krajových odrůd) (Konvalina et al., 2014). Některé pokusy z VÚRV uvádí hodnotu HTS u špaldy až 60g. Pšenice špalda má v našem souboru testovaných pšenic hodnotu HTS nejvyšší. Velké meziodrůdové rozdíly, které nacházíme mezi jakostními skupinami, tak odrůdami historickými naznačují, že hodnota HTS je především odrůdovou záležitostí (Zimolka et al., 2005).

6.5 Číslo poklesu

Dle rakouského dlouhodobého pokusu můžeme sledovat průměrné výsledky pšenice špaldy 279 (Ebners Rotkorn), stejná hodnota byla sledována i u odrůdy Ostro (Konvalina et al., 2014). Pšenice špalda má v našem pokusu průměr 272 s, avšak trend zůstává podobný.

V našem pokusu měly pšenice jednozrnky průměrnou hodnotu čísla poklesu 338 sekund. Ve víceletém pokusu 24 krajových odrůd pšenice jednozrnky měly průměrnou hodnotu čísla pádu 373 sekund, směrodatná odchylka pak byla 19,45 a variační koeficient 5,21 % (Konvalina et al., 2014). Tento výsledek je znovu podobný a je možné vidět podobný trend.

Ve víceletém pokusu čísla poklesu u pšenice seté byly sledovány tyto průměrné hodnoty čísla poklesu: 329 s (Jara), 393 (Granny), 294 s (SW Kadrlj) (Konvalina et al., 2014). I mezi konvenčními odrůdami splňují všechny porovnávané odrůdy minimální hodnotu čísla poklesu 220s.

6.6 Zeleného testu – sedimentační index

V našem pokusu měla špalda průměrnou hodnotu Zeleného testu 81,5 ml. Pšenice špalda měla v dlouhodobém pokusu průměrnou hodnotu sedimentačního indexu 36 (Rubiota), 19 (Ebners

Rotkorn), 18,9 ml (odrůda Ostro) (Zimolka et al., 2014). V Německu pěstovaná pšenice špalda nabývala hodnot 49 (Frackenkorn), 42 ml (Oberkulmer Rotkorn) (Münzing et al., 2009). V pokusu „Historické pšenice“ tedy špalda, na rozdíl od jiných pokusů splňuje minimální hodnotu pro pekárenské využití pšenice.

Pšenice jednozrnka měla ve víceletém pokusu, kde bylo hodnoceno 24 krajových odrůd průměrnou hodnotu sedimentačního indexu 15 ml, směrodatná odchylka byla 5,21 a variační koeficient 34,34 % (Konvalina et al., 2014). V našem pokusu měla jednozrnka výsledky lepší a to v průměru 44,5 ml.

Zelenyho test pšenice dvouzrnky z pokusu (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha- Uhřetěves, České Budějovice v letech 2010-2011) nabýval hodnot od 6,7 ml do 22,3 ml. Průměrná hodnota u všech 8. testovaných genotypů činila 14,8 ml (Konvalina et al., 2014). V našem pokusu má Pšenice dvouzrnka průměrnou hodnotu Zelenyho testu 30,5 ml. Pšenice dvouzrnka má ve srovnání s pšenicí špaldou, nebo setou nižší hodnotu pekařské jakosti. Byly naměřeny nízké hodnoty Zelenyho testu (Cubadda a Maroni, 1996; Piergiovanni et al., 1996; Lucchese et al., 1998; Galterio et al., 2003; Pagnotta et al., 2003; Grausgruber et al., 2004). Navzdory tomu je kvalita těstovin z dvouzrnky vysoká (Cubadda a Marconi 1996; Acquistucci et al., 2003). Vyššího objemu těsta je možné dosáhnout přidáním kvásku (Grausgruber et al., 2002; Schumacher a Lindhauer, 2002). Chléb ze pšenice dvouzrnky má navzdory netradiční naředlé barvě, nepravidelnému tvaru a textuře velmi dobrou vůni i chuť. (Cubadda a Marconi, 1996).

Kontrolní odrůdy pšenice seté měly Zelenyho index ve víceletém pokusu průměrně 48 ml (Jara), 55 ml (Granny), 74 ml (SW Kadrlj) (Konvalina et al., 2014). Kontrolní odrůda pšenice seté odrůda SW Kadrlj (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha- Uhřetěves, České Budějovice v letech 2010-2011) vykazovala hodnotu Zelenyho testu 39 ml (Konvalina et al., 2014). V pokusu „Historické pšenice“ měly hodnotu sedimentačního indexu všechny odrůdy dostatečné ke splnění minimálního požadavku pro pšenicí k pekárenskému využití, průměrná hodnota dosahuje 87 ml.

Rozdíly ve výsledcích byly patrně zapříčiněny vysokou genetickou podmíněností a menší vlivem podmínek a stanoviště na výsledné hodnoty. Tento předpoklad potvrzuje řada autorů (Lukow, McVetty, 1991; Peterson et al., 1992; Hubík, 1995 a Šíp a kol., 2000).

6.7 Obsah mokrého lepku v sušině

Pšenice špalda měla v našem pokusu průměrný výsledek 54,65 % mokrého lepku v sušině. Pšenice špalda, měla v dlouhodobém pokuse průměrné výsledky 54,5 % (Rubiota), 42,2 % (Ebnes Rotkorn), 41,8 % (Ostro). (Konvalina et al., 2014). V Obdobném pokusu z Německa byly výsledky 30,2 % (Frackenkorn), 36,7 % (Oberkulmer Rotkorn)(Münzing et al., 2009). Naše výsledky se dokonale shodují s odrůdou špaldy Rubiota, ostatní pokusy mají obsah mokrého lepku v sušině v průměru nižší až o 20 %, oproti našemu pokusu.

U jednozrnky jsme naměřili průměrnou hodnotu 35,75 % mokrého lepku v sušině. V pokusu sledovaných 24 krajových odrůd pšenice jednozrnky bylo naměřeno mokrého lepku v průměru 40,45 %, směrodatná odchylka byla 3,62 a variační koeficient 8,95 % (Konvalina et al., 2014). V našem pokusu byl výsledek asi o 5 % horší, oproti pokusu na 24 krajových odrůdách. Variační koeficient byl ale naopak větší v pokusu „Historické pšenice“, což svědčí o velkých vzájemných odlišnostech mezi vybranými odrůdami.

Kontrolní odrůdy pšenice seté měly v pokusu průměrné hodnoty obsahu mokrého lepku 30,85 % (Jara), 28,55 % (Granny), 28,36 % (SW Karilj) (Konvalina et al., 2014). V našem pokusu byl průměrný obsah mokrého lepku 31,25 %, to je výsledek vyšší, ale jen nepatrně, proto můžeme říci, že trend u obou porovnávaných pokusů je shodný.

U pšenice dvouzrnky v pokuse „Historické pšenice“ byl průměrný obsah mokrého lepku 50,8 %. Během pokusů prováděných v Rakousku se obsah mokrého lepku u pšenice dvouzrnky pohyboval v rozmezí 24,9 – 73,3% (Konvalina et al., 2014). Výsledky tohoto pokusu byly potvrzeny pokusy v Itálii (Piergiovanni et al., 1996; Pagnotta et al., 2003) a Německa (Jantsch a Trautz, 2001; Schumacher a Lindhauer, 2002). A tyto výsledky zhruba potvrzují výsledky našeho pokusu. Obsah mokrého lepku v sušině u pšenice dvouzrnky z pokusu (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha- Uhříněves, České Budějovice v letech 2010-2011) nabýval hodnot od 38,3 do 43 %. Průměrná hodnota u všech 8. testovaných genotypů činila 41 %.(Konvalina et al., 2014). To je méně, než průměrný obsah mokrého lepku v našem pokusu, avšak oba dva pokusy splňují minimální hodnotu obsahu lepku v sušině zrna pro pekárenské využití.

Průměrná hodnota pšenice seté u tohoto parametru činí 31,25 % mokrého lepku v sušině zrna. Kontrolní odrůda pšenice seté odrůda SW Kadrijl (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha-

Uhříněves, České Budějovice v letech 2010-2011) vykazovala hodnotu obsahu mokrého lepku v sušině 27,3%(Konvalina et al., 2014). Oba porovnávané pokusy opět splňují minimální hodnoty pro využití pšenice k pekárenským účelům. Avšak tato metoda je nepřesná, protože lepek rozdílné kvality je na vypírači lepku rozdílně vymýván. To způsobuje nedostatečnou přesnost, proto se za objektivnější metodu považuje celkový obsah N-látek.

6.8 Celková hmotnost lepku – Gluten index

Pšenice špalda měla v dlouhodobém pokusu jakostních parametrů průměrnou hodnotu GI 19 % (Rubiota)(Konvalina et al., 2014). V Německu byly v obdobném pokuse výsledky následující 52 (Frackenkorn), 44 % (Oberkulmer Rotkorn)(Münzing et al., 2009). V našem testu byla průměrná hodnota GI u špaldy 39 %. Žádný z uvedených pokusů nesplňuje minimální požadavky pro využití pšenice k pekárenským účelům.

Dle dlouhodobého pokusu 24 krajových odrůd pšenice jednozrnky je GI v průměru 17, variační koeficient u tohoto pokusu činí 48, 05 % (Konvalina et al., 2014). Pokus historické pšenice vykazuje průměrnou hodnotu pšenice jednozrnky 26 %, což je výsledek lepší, než ve výše zmíněném pokusu, ale nesplňuje minimální požadavky pro využití pšenice k pekárenským účelům. Pšenice jednozrnka má nízkou pekařskou jakost, vychází to z nízké pevnosti lepku a nízkých hodnot sedimentace (Konvalina et al., 2014). Proto pšenice jednozrnka není vhodná pro přípravu klasického kynutého chleba). Kvalita lepku ukazuje na vhodnost využití jednozrnky pro výrobu sušenek, dortů a jiných sladkých a nekynutých produktů (D'Egidio et al., 1993). Ačkoliv mnoho autorů uvádí u pšenice jednozrnky vysoký obsah proteinu, je její lepek velmi roztékavý. Přesto prý byly dle Borghi et al. (1996) a Abdel – Aal (2005) nalezeny odrůdy s lepšími vlastnostmi (objem pečiva apod.). Podle těchto autorů, se mohou některé odrůdy pšenice jednozrnky (uvádějí Italské odrůdy s označením Monlis) blížit hodnotám a vlastnostem pšenice seté.

Gluten index u pšenice dvouzrnky z pokusu (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha- Uhříněves, České Budějovice v letech 2010-2011) nabýval hodnot od 12,7 do 20,7. Průměrná hodnota u všech 8. testovaných genotypů činila 15 GI (Konvalina et al., 2014). V našem pokusu měla dvouzrnka průměr slabší (pouze 8 %), než ve výše zmíněný průměr 8. testovaných genotypů. Tyto výsledky potvrzují její nevhodnost pro pekárenské využití, neboť má k požadovaným hodnotám opravdu daleko.

Konvalina et al. (2014) uvádí u pšenice seté průměrné hodnoty GI 67 (Jara), 83 (Granny), 85 (SW Kadrijl).

Kontrolní odrůda pšenice seté odrůda SW Kadrijl (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha-Uhřetěves, České Budějovice v letech 2010-2011) vykazovala hodnotu GI 75 (Konvalina et al., 2014). V pokusu „Historické odrůdy“ byl průměr testované pšenice seté 86 %, avšak hodnotíme-li odrůdy jednotlivě, tak pouze jedna hodnocená odrůda dosáhla požadované hodnoty pro pekárenské využití. Ukazuje to na nutnost stanovení k jakému účelu má být pšenice pěstována a jak bude následně využita. Nicméně na výslednou hodnotu GI může mít vliv i průběh počasí v daném roce, nebo například suché stanoviště.

6.9 Tvrdost zrna (PSI)

Tvrdost zrna je jedním z důležitých znaků pro určení konečného využití vypěstovaného zrna. Corbellini et al. (1999) uvádí, že ačkoliv tvrdost zrna pšenice jednozrnky, vykazuje značnou variabilitu, má většina vzorků velmi měkkou texturu zrna. Tyto poznatky v plné míře potvrzují i naše výsledky. Všechny testované odrůdy a to jak historické, tak konvenční, měly v pokusu „Historické pšenice“ měkké zrna. Pedersen (2007) uvádí, že tento parametr pšenice závisí na odrůdě a genetických vlastnostech.

6.10 Poléhání porostu před sklizní

Poléhání porostu před sklizní bylo sledováno pomocí stupnice 1-9 bodů. Poléhání bylo u námi sledované pšenice dvouzrnky oproti jiným pokusům horší. Pokusy byly téměř absolutně polehlé, což není žádoucí, neboť u polehlých porostů může častěji docházet k šíření houbových chorob; polehlé porosty se také špatně sklízají, což negativně ovlivňuje jakostní i produkční parametry. Například Konvalina et al. (2014) zaznamenal poléhání u pšenice jednozrnky od 5,7 do 7,5. Pšenice konvenční si naopak v našem pokusu vedly velmi dobře a výsledky se shodovaly s jinými autory. Tento parametr je možné ovlivnit dávkou hnojení, která byla patrně důvodem velkého poléhání. Pšenice historického typu se často radí užívat v ekologickém zemědělství, kde vstupy nejsou tak vysoké, respektive jsou jiné a není možné užívat tak vysoké dávky hnojiv. To potvrzuje i Konvalina (2014), když říká, že pokud nedojde k přehnojení, či extrémním povětrnostním podmínkám, genotypy dvouzrnek nepoléhají. Proto bych do dalších let pokusu navrhla zařadit více testů s odlišnými dávkami hnojiv, aby pro sledované genotypy pšenice mohla být stanovena ideální dávka.

7 Závěr

V této bakalářské práci byly prováděny pokusy s pšenicí jarní od firmy Selgen a.s., konkrétně byly hodnoceny odrůdy Alicia, Astrid, Saxana, Granny. Tyto odrůdy byly porovnány se souborem historických odrůd, konkrétně: Triticum dicoccum (Brno), T. dicoccum (Tábor), T. monococcum, T. monococcum (NO. 8910), T. Spelta (Tábor), T. Spelta (VIR St.Petěrburg). V závorkách jsou uvedeny místa původu osiva. Cílem práce bylo zhodnotit a porovnat zmíněné genotypy. Vyhodnocením výsledků došlo k následujícím zjištěním:

- Vybrané genotypy pšenice jednozrnky a dvouzrnky jsou stoprocentně odolné proti braničnatce plevové. Pšenice špalda jeví velmi malou, téměř opomenutelnou náchylnost k napadení braničnatkou plevovou. Pšenice setá je na napadení braničnatkou plevovou středně – velmi náchylná.
- Výška porostu pšenice vzrůstala v pořadí T. aestivum (95 cm), T. spelta (108,3 cm), T.monococcum (112,5 cm), T. dicoccum (117,5 cm).
- Obsah N- látek v sušině s snižoval v pořadí T. dicoccum (21,3 %), T.monococcum (19,65 %), T. spelta (18,8 %), T. aestivum (13,98 %), ale všechny sledované odrůdy jsou vhodné z tohoto hlediska k pekárenskému využití, neboť splnily stanovenou minimální hodnotu.
- Sledovaný parametr hmotnost tisíce semen v zrůstala v pořadí T. monococcum, T. dicoccum, T. aestivum, T. spelta. Tento parametr odpovídá hodnotám, které udávají i ostatní autoři.
- Z hlediska čísla poklesu se nejlepšímu výsledku nejvíce přiblížila pšenice špalda (272 s), pšenice jednozrnka (338 s) splnila minimální hodnotu čísla pádu po potravinářskou pšenici (která činí 220 s), taktéž pšenice setá (358 s). Požadavky potravinářské pšenice nesplňuje pšenice dvouzrnka (184 s).
- Ze souboru hodnocených odrůd minimální hodnoty sedimentačního indexu, stanovenou pro pekárenské využití nesplnila jediná odrůda a to T. dicoccum (Brno).
- Všechny odrůdy splnily minimální hodnotu obsahu mokrého lepku pšenice k pekárenskému využití.
- Ze souboru historický odrůd dostatečné hodnoty gluten indexu nedosáhla žádná odrůda. Ze souboru moderních odrůd pšenice seté dosáhla vhodné hodnoty GI pro pekárenské využití jediná odrůda a to Alicia (91 %).

- Všechny sledované odrůdy se řadí k pšenicím, jež mají zrno extra měkké, kromě pšenice jednozrnky (32 PSI %).
- Všechny historické odrůdy byly polehlé. Ze všech testovaných odrůd konvenční pšenice seté nepolehla ani jedna.

8 Zdroje

- Abbo, S., Lev-Yadun, S., Gopher, A. (2012): Plant Domestication and Crop Evolution in the Near East: On Events and Processes. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 31 (3):241-257.
- AUT. The Book of Wheat (1919): An Economic History and Practical Manual of the Wheat Industry. London: Kegan Paul, Trench, Trübner a Co.
- Beranová M. (2005): Jídlo a pití v pravěku a ve středověku, Academia, Praha, s. 28.
- Blatter, R. H. E., Jacomet, S., Schlumbaum, A. (2002): Spelt-specific alleles in HMW glutenin genes from modern and historical European spelt (*Triticum spelta* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 104: 329-337
- Blatter, R. H. E., Jacomet, S., Schlumbaum, A. (2004): About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Gluten B1-1 and A1-2 subunit genes. *Theoretical and Applied Genetics* 108: 360-367.
- Cabi Pub., (2004): ISBN 0-85199-685-.
- 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.
- Castagna, R., Borghi, B., Di Fonzo, N., Heum, M., Salamini, F (1995): Yield and related traits of einkorn (*T.monococcum* spp. *Monococcum*) in different environments. *European Journal of Agronomy*
- Codianni, P., Paoletta, G., Catagna, R., Li Destri Nicosia, O., Di Fonzo, N. (1993): Agronomical performance of farro in southern Italy environments.
- Dorofeev, V. F. et al. (1987): Pšenicy mira Lenigrad, Vo „Agropromizdat“ Leningradskoe otdelenie 1987
- Dvořák J., Di Terlizzi P., Zhnag H., Resta P., (1993): THE evolution of polyploid wheats: Identification of the A genome donor species.
- 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., Deal, K. R., Luo, M.C., You, F. M., von Borstel, K., Dehgan, H. (2012): The origin of spelt and free threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity* 103: 426-441
- Egli, D.B. (1998): *Seed Biology and the Yield of Grain Crops*. CAB International. Wallingford, p. 178.

- Hancock, J F. -- Ebrary (FIRMA). Plant evolution and the origin of crop species James F. Hancock. Wallingford, Oxon, UK ; New York, NY
- Hancock, James F. (2004): Plant evolution and the origin of crop species. 2nd ed. New York, ISBN 0-85199-685-x.
- Head, Lesley, Jennifer A., Alison G., (2012): Ingrained: a human bio-geography of wheat. Burlington, Vt.: Ashgate,
- Horčíčka, P. (2014): Rukověť pěstitele jarní pšenice: tradice, kvalita, budoucnost. České Budějovice: Kurent. ISBN 978-80-87111-45-1.
- Konvalina, P., Moudrý, J., Kalinová, J., Capouchová, I., Stehno, Z. (2008): Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta, 65 s. ISBN: 978-80-7394-116-1.
- Konvalinka, P., Heinrich G. (2012): Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. České Budějovice: V nakl. Vlastimil Johanus vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN 978-80-87510-24-7.
- Körber-Grohne, U. (1989): The history of spelt (*Triticum spelta*) on the basis of archaeobotanical findings from Neolithic to Medieval times, and the data by written sources until today.
- 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
- Lev-Yadun, S., Gopher, A., Abbo, S. (2000): The cradle of agriculture. Science
- Matsuoka, Y. (2011): Evolution of polyploid *Triticum* wheats under cultivation: the role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification.
- Moudrý, J. (2007): Základní principy ekologického zemědělství. Odborná monografie. ZF JU v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-041-6.
- Moudrý, J., Konvalinka, P., Stehno, Z., Capouchová, I., Moudrý, J. jr. (2011): Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops.
- Nesbitt, M., Samuel, D. (1996): From a staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), Hulled wheats.
- Nesbitt, M., Samuel, D. (1996): From staple crop to extinction? The archaeology and history of hulled wheats. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), Hulled wheats, Int. Plant Genet. Resour. Inst., Rome, Italy. pp. 41-100
- Obilnářské listy (2010): Odborný časopis pro zemědělskou veřejnost. Kroměříž, XVIII.(3).
- 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., Černý, V., Hruška, L. (1980): Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN Praha, 447 s.
- Prugar, J. (1999): Kvalita rostlinných produkt ekologického zemědělství. Studijní informace ÚZPI, 5/1999 (rostlinná výroba)
- Příhoda, J., Hrušková, M. (2007): Mlynářská technologie svazek 1. Hodnocení kvality. 5P, Praha, 188 s
- Samuel, D. (1993): Ancient Egyptian cereal processing: Beyond the artistic record. Cambridge archaeological Journal 3: 271-283
- Samuel, D. (1996): Archaeology of ancient Egyptian beer. Journal of the American Society of Brewing Chemists 54: 3-12
- Starý, K. (1866): Botanika čili přírodopis rostlin
- Tiwari, Brajesh (2010): Seed Production of Field Crops. New Delhi: Oxford Book Co. ISBN 978-935-0431-283.
- Troccoli, A., Codianni, P. (2005): Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rainfed conditions in southern Italy. European Journal of Agronomy
- Van Zeist, W., Bakker-Heeres, J.A.H. (1982): Archaeobotanical studies in the Levant. I. Neolithic sites in the Damascus Basin: Aswad, Ghoraifé, Ramad. Palaeohistoria 24: 165-256
- Vondruška, V. (2009): Život ve staletích. 12. století, Moba, Brno, s. 59.
- Yadav, S. (2011): S. Crop adaptation to climate change. [1st ed.]. Ames, IA: Wiley-Blackwell,
- Zimolka, J. (2005): Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. Profí Press. Praha, 180 s. ISBN: 80-86726-09-6.
- Zohary, D., Hopf, M. (2000): Domestication of plants in the Old world. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley, 3rd Ed. Oxford Univ. Press Inc., New York