

Zkoumání změn kvalitativních parametrů v závislosti na vlivu počasí (srážek a teplot) u potravinářské pšenice

Bc. Hana Vaclová

Diplomová práce
2008/2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Hana VACLOVÁ**

Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Zkoumání změn kvalitativních parametrů v závislosti na počasí (srážek a teplot) u potravinářské pšenice.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- **Botanická charakteristika a vývojové fáze pšeničného zrna.**
- **Chemické složení pšeničného zrna.**
- **Vliv počasí na jakost pšenice.**

II. Praktická část

- **Metodika stanovení kvalitativních parametrů u potravinářské pšenice.**
- **Vyhodnocení kvalitativních parametrů potravinářské pšenice v závislosti na počasí.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

ZIMOLKA, Josef. Pšenice: Pěstování, hodnocení a užití zrna. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005.184 s. ISBN 80-86726-09-6.

PRUGAR, Jaroslav, HRAŠKA, Štefan. Kvalita pšenice. 1. vyd. Bratislava: Příroda, vydavatelstvo knih a časopisov, 1986. 224 s. SÚKK 1729/I.85, 67-133-86.

HORÁKOVÁ, Vladimíra. Seznam doporučených odrůd 2008. 1. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2008. 214s. ISBN 978-807401-004-0.

FOLTÝN, Jiří a kol. Pšenice. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970.441s. ISBN 07-027-70.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavlína Pečivová

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá zkoumáním vlivu počasí (teploty a srážek) na jakost potravinářské pšenice během celého vegetačního období. Průběh počasí má největší vliv na objemovou hmotnost, dusíkaté látky a lepek. Pro dosažení nejlepší kvality zrna potravinářské pšenice je vhodné teplé počasí s dostatkem srážek zejména na závěr vegetačního období.

V teoretické části této práce je popsána botanická charakteristika pšenice, fáze jejího růstu a nároky na výživu. Dále je v této části popsáno chemické složení pšeničného zrna a jakostní ukazatele potravinářské pšenice zkoumané v praktické části.

V praktické části jsou uvedeny použité metody tohoto výzkumu a výsledky porovnané s jinými autory zabývající se stejnou problematikou.

Klíčová slova: pšenice, jakostní parametry, teplota, srážky

ABSTRACT

The aim of this study is the weather condition influences (temperature and rainfall) on the quality parameters of food wheat during the vegetation season. The weather conditions have the main influence on volume weight, nitrogen content and gluten. The hot weather with enough rainfall mainly in the end of the vegetation season is the best for good grain quality of food wheat.

The botanic characterization of wheat, stages of growing and requirement to nutrition are described in the introductory part. The chemist of wheat grain and the quality parameters used for examination are mentioned in the introductory part too.

The methods of examination and the results compared to other authors who are interested in this issue are introduced in the practical part.

Keywords: wheat, quality parameters, temperature, rainfall

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Pavlíně Pečivové Ph.D. za užitečné rady a za ochotný a trpělivý přístup při zpracování této práce.

Mé velké poděkování patří i Mgr. Ivě Burešové Ph.D. ze Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži s.r.o., bez jejíž odborných konzultací by tahle práce nemohla vzniknout.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 PŠENICE JAKO DRUH OBILNINY A NEJDŮLEŽITĚJŠÍ PLODINA	10
1.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA PŠENICE (MORFOLOGICKÝ POPIS A ANATOMICKÁ STAVBA).....	10
1.1.1 Kořeny (radix) a podzemní orgány.....	10
1.1.2 List (folium)	11
1.1.3 Stéblo (culmus)	12
1.1.4 Květenství, Květ (flos)	13
1.1.5 Obilka (caryopsis)	14
1.2 FENOLOGICKÉ FÁZE	15
1.2.1 Mikrofenologická stupnice.....	16
1.3 NÁROKY PŠENICE NA VÝŽIVU	18
1.3.1 Nejdůležitější živiny pšenice.....	21
1.3.1.1 Potřeba dusíku.....	22
1.3.1.2 Potřeba fosforu.....	23
1.3.1.3 Potřeba draslíku	23
2 SLOŽENÍ PŠENIČNÉHO ZRNA	24
2.1 BÍLKOVINY	24
2.1.1 Bílkoviny lepku	25
2.1.2 Syntéza bílkovin.....	25
2.2 SACHARIDY	26
2.3 LIPIDY	28
2.4 ENZYMY	28
2.5 VITAMÍNY	29
2.6 MINERÁLNÍ LÁTKY	29
3 VLIV POČASÍ NA JAKOST PŠENICE	30
3.1 OBJEMOVÁ HMOTNOST	30
3.2 DUSÍKATÉ LÁTKY	30
3.3 SEDIMENTAČNÍ HODNOTA	31
3.4 ČÍSLO POKLESU (PÁDOVÉ ČÍSLO, VISKOTEST)	31
3.5 LEPEK A GLUTEN INDEX.....	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
4 METODIKA	34
4.1 ODRŮDY.....	34
4.1.1 Rozdělení odrůd podle různé potravinářské jakosti	34

4.2	PODMÍNKY PĚSTOVÁNÍ	35
4.3	NEPŘÍTOMNOST MULTIKOLINEARITY	35
4.4	ZÁVISLOST MEZI POČASÍM A JAKOSTNÍMI PARAMETRY PŠENICE.....	36
4.5	VLIV POČASÍ V JEDNOTLIVÝCH LETECH	37
4.5.1	Rok 2004 (vegetační období 2003–2004)	37
4.5.2	Rok 2005 (vegetační období 2004–2005)	37
4.5.3	Rok 2006 (vegetační období 2005–2006)	38
4.5.4	Rok 2007 (vegetační období 2006–2007)	38
4.5.5	Rok 2008 (vegetační období 2007–2008)	38
4.6	ANALÝZA DAT	39
4.7	LABORATORNÍ POSTUPY	39
4.7.1	Příprava vzorku	39
4.7.2	Stanovení vlhkosti (obsah vody)	39
4.7.3	Stanovení objemové hmotnosti	40
4.7.4	Stanovení dusíkatých látek	40
4.7.5	Stanovení sedimentačního indexu (Zelenyho test).....	40
4.7.6	Stanovení čísla poklesu (pádového čísla).....	40
4.7.7	Stanovení gluten indexu	41
4.8	POŽADOVANÁ KVALITA PŠENICE PODLE NOREM ČSN.....	41
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	43
5.1	ZÁVISLOST PARAMETRŮ JAKOSTI PŠENICE NA POČASÍ.....	43
5.1.1	OBJEMOVÁ HMOTNOST	43
5.1.2	DUSÍKATÉ LÁTKY	44
5.1.3	SEDIMENTAČNÍ HODNOTA	45
5.1.4	ČÍSLO POKLESU	46
5.1.5	LEPEK	47
5.1.6	GLUTEN INDEX.....	47
5.2	HODNOCENÍ JAKOSTNÍCH PARAMETRŮ V JEDNOTLIVÝCH LETECH	47
5.2.1	Objemová hmotnost	47
5.2.2	Dusíkaté látky.....	48
5.2.3	Sedimentační index	49
5.2.4	Lepek.....	50
	ZÁVĚR	52
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
	SEZNAM TABULEK.....	61
	SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

V pěstování ozimé potravinářské pšenice není důležitý pouze výnos, ale také kvalita produkce. Výslednou kvalitu ozimé potravinářské pšenice ovlivňuje mnoho faktorů, jako jsou počasí, agrotechnické zásahy, výživa, vlastnosti půdy a také genotyp rostliny.

Pro potravinářské účely jsou dány kvalitativní parametry, jejichž hodnoty mají vztah ke kvalitě dalšího zpracování a vyrobeným výrobkům příslušným normativním předpisem. Z údajů uvedených v tomto předpise vycházejí zpracovatelé i obchodníci.

Cílem této práce bylo zjistit, jaký vliv má počasí na jednotlivé jakostní parametry ozimé potravinářské pšenice v průběhu celého vegetačního období.

K výzkumu bylo použito celkem 36 různých odrůd ozimé potravinářské pšenice. Pokusy pšenice byly pěstovány za stejných podmínek, aby byly konečné výsledky kvality zrna způsobeny jen počasím. K vyhodnocování závislosti parametrů na počasí byla použita metoda korelačních koeficientů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŠENICE JAKO DRUH OBILNINY A NEJDŮLEŽITĚJŠÍ PLODINA

Obiloviny patří od pradávna k hlavním energetickým a z nezanedbatelné části i bílkovinným zdrojům lidské potravy. V současné době patří pšenice (*Triticum L.*) podle statistických údajů FAO k obilovinám s největším objemem produkce na světě. [1]

Pšenice je nejdůležitější a nejpěstovanější plodinou i v našich podmínkách, kde poskytuje stabilní výnosy jak v konvenčním, tak ekologickém zemědělství. [2] Dobře prospívá při klasické pěstební technologii s orbou i v případě minimálního zpracování půdy. [3] Z údajů Českého statistického úřadu o struktuře ploch osevů byla v roce 2008 pšenice zasetá na ploše 802 325 ha. [4] Osevní plocha pšenice v posledních deseti letech meziročně značně kolísala od 648 tisíc ha (kritický rok 2003) po 972 tis. ha v roce 2000. V posledních čtyřech letech se však osevní plocha drží na hodnotě kolem 800 tis. ha, což je 30% osevních ploch. Více se pěstuje pšenice ozimá oproti pšenici jarní. Ozimá pšenice dává větší výnosy. [5]

Pšenice se pěstuje prakticky ve všech výrobních oblastech a její produkce může být využívána k potravinářským, krmivářským, technickým a energetickým účelům. [6]

1.1 Botanická charakteristika pšenice (morfologický popis a anatomická stavba)

Pšenice patří botanicky do čeledi rostlin lipnicovitých – Poaceae (trav – Graminae) rodu *Triticum*. Protože je rostlinou samosprašnou, odrůdové znaky a vlastnosti jsou u ní stálejší a vyrovnanější než u rostlin cizosprašných. [7]

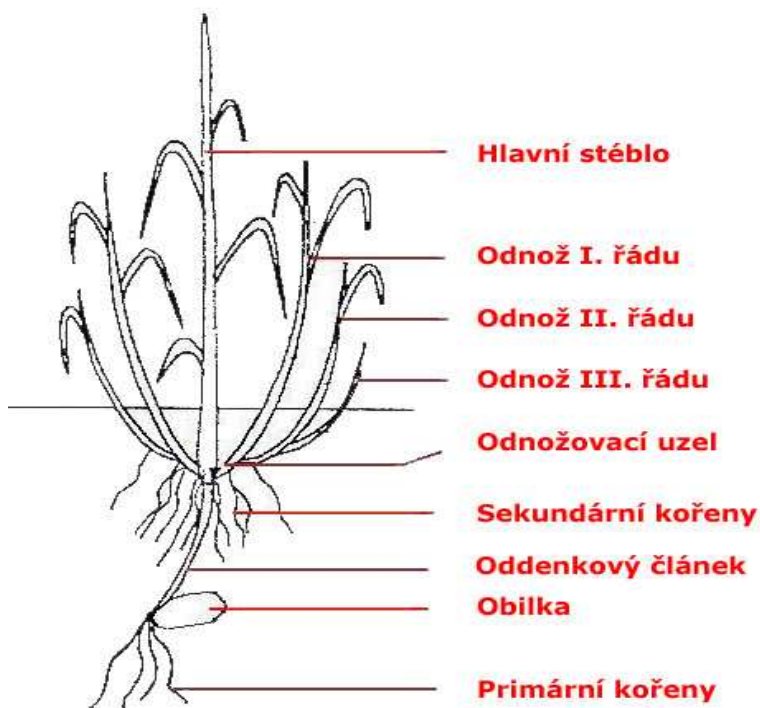
Rostlinné orgány obilovin dělíme na:

- ❖ Orgány vegetativní (kořeny, stéblo, listy) – zajišťují látkovou výměnu
- ❖ Orgány generativní (květenství, plody) – sloužící k rozmnožování [8]

1.1.1 Kořeny (*radix*) a podzemní orgány

Prostřednictvím kořenů přijímá rostlina vodu a živiny z půdy. Kořeny také upevňují rostlinu v půdě. Obilniny mají svazčitý kořenový systém s hustým kořenovým vlášením. Jsou to

rostliny mělce kořenící. Nejvíce kořenů je v době sloupkování a metání. Po nabobtnání obilky proráží kořenová špička (radicula) obklopená koleorrhizou vrstvu oplodí (perikarp) a obilka klíčí. [8] V kořenové soustavě nazýváme tento kořen primární. Téměř současně se objevují adventivní kořeny, které jsou v embryu uloženy vedle radicyly. Podle jejich polohy v embryu je nazýváme kořeny vedlejší (sekundární). Všechny ostatní adventivní kořeny vyrůstají z odnožovacího uzlu nebo z nadzemního kolínka. Postranní (laterální) kořeny jsou ty, kterými se kořeny větví. [9] U rostliny, která začala odnožovat a začaly se tak u ní vytvářet sekundární kořeny, postupně tyto přebírají vyživovací funkci a primární kořeny postupně zanikají. [10]



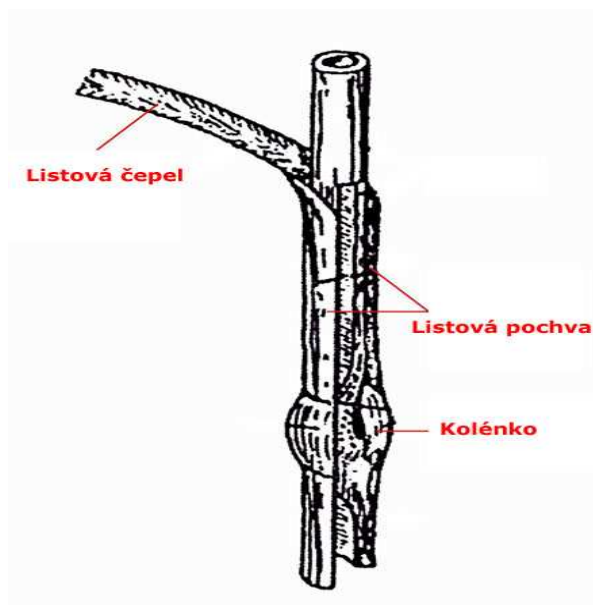
Obr. 1. Kořeny a podzemní orgány [8]

1.1.2 List (folium)

Při klíčení vyrůstá v zápětí za primárním kořínkem listová pochva (koleoptile). Její povrch je krytý pokožkou (epidermis), složenou z dlouhých obdélníkově protáhlých buněk. Tuto pokožku kryje kutikula. [9] Po proniknutí koleoptile na povrch půdy zbrzdí mladá rostlinka vlivem působení světla svůj růst a začne intenzivněji růst první zelený list uložený uvnitř koleoptile. Následuje tvorba dalších listů, jejichž základy jsou na spodní části vzrostného

vrcholu, později se vytvářejí u každého kolénka. Počet kolének udává i počet listů, které jsou na stéble spirálovitě rozloženy. [8]

List pšenice je přisedlý a svou pochvou objímá stéblo. Na přechodu mezi pochvou a čepelí je jazýček a při něm po obou stranách listové pochvy jsou ouška. [9] Podle čepele a pochvy prvního listu lze morfologicky určovat odrůdy již při rozvoji prvního listu na klíčící rostlině. Posuzuje se zde barva čepele, stupeň jejího odění, odění listové pochvy, tvar jazýčku a barva oušek. [10]



Obr. 2. Součásti listu [8]



Obr. 3. Ouško listu [8]

1.1.3 Stéblo (culmus)

Stéblo je oporou celé rostliny. [10] Je tvořeno z kolínek (nodů) a článků (internodií). Od báze směrem pod klas se zužuje. [9] Na horní straně kolének se nachází v dělivém plektivu zóna růstu, odkud se články prodlužují, takže stéblo roste ve všech člancích. Anatomická stavba a morfologické znaky stébla vytváří předpoklady odolnosti proti polehání. [8]

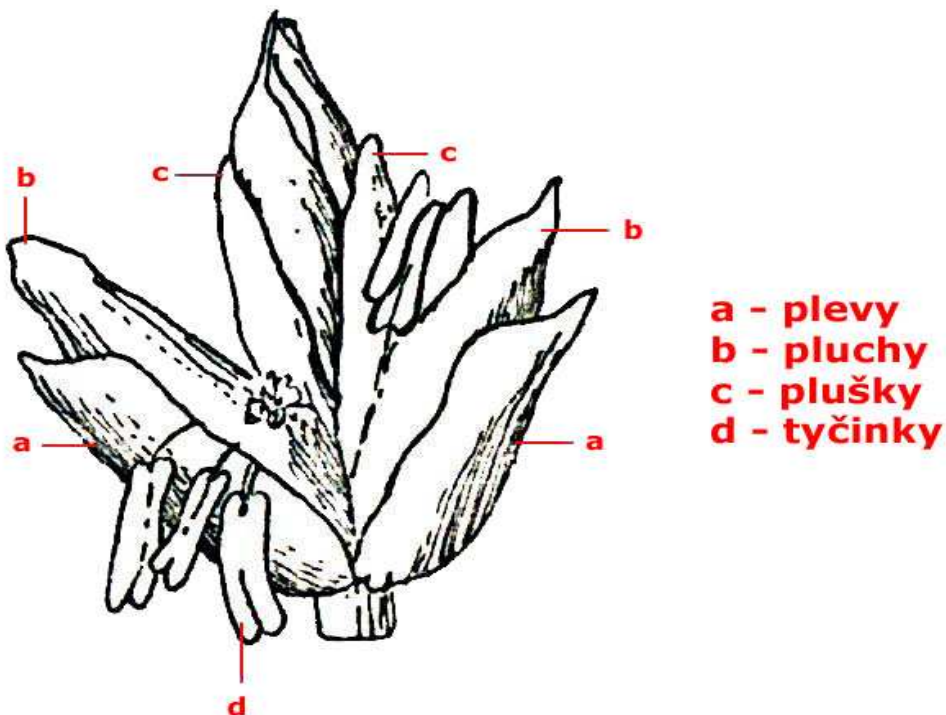
Tvorba stébla signalizuje přechod rostliny z vegetativního do generativního období, kdy se na vzrostném vrcholu vytvoří kláskové hrbolky. Je důsledkem intenzivního dělení buněk v subapikálním meristému a vrchol je unášen vzhůru. Současně se prodlužují pochvy právě vytvořených listů. Po objevení se prvního kolénka zaznamenáme začátek sloupkování.

Při tvorbě stébla (jeho morfologickými znaky a anatomickou stavbou) se vytváří stupeň odolnosti proti polehání. Kolénka reagují geotropně, takže za předpokladu pokračujícího plouživého růstu stébla, se mohou, po polehnutí rostlin, částečně vzpřímit. [10]

1.1.4 Květenství, Květ (flos)

Květenstvím pšenice je složený klas, jehož osou je vřeteno (obdobně jako u stébla na něm rozlišujeme kolénka a články), na něž svou bází přisedají jednotlivé klásky. U pšenice na každý článek klasového vřetene přísluší jeden vícekvětý klásek. Klásek tvoří dvě bezosinné plevy a příslušný počet (2 až 5 i více) kvítků, které obaluje z vnější strany plucha, z vnitřní pluška. U osinatých klasů z pluchy vyrůstá osina. [5] Květ se skládá z tyčinek a pestíku, tvořeného nahoře dvěma péřovitými bliznami a dole semeníkem, který objímají z vnější strany dvě plenky (lodikuly). Na spodní straně semeníku vyrůstají tři tyčinky složené z nitek a prašníků.

Každý prašný váček má dvě pouzdra vyplněná pylem. Jejich povrch kryje zvrásněná pokožka. Pod ní je vrstva buněk, jejichž stěny jsou vyztuženy lištami (buňky fibrózní). Umožňují otevírání prašných pouzder a vypadávání pylových zrn. Pylová zrna jsou kulatá až oválná, s jemně dolíčkovaným povrchem. [9]

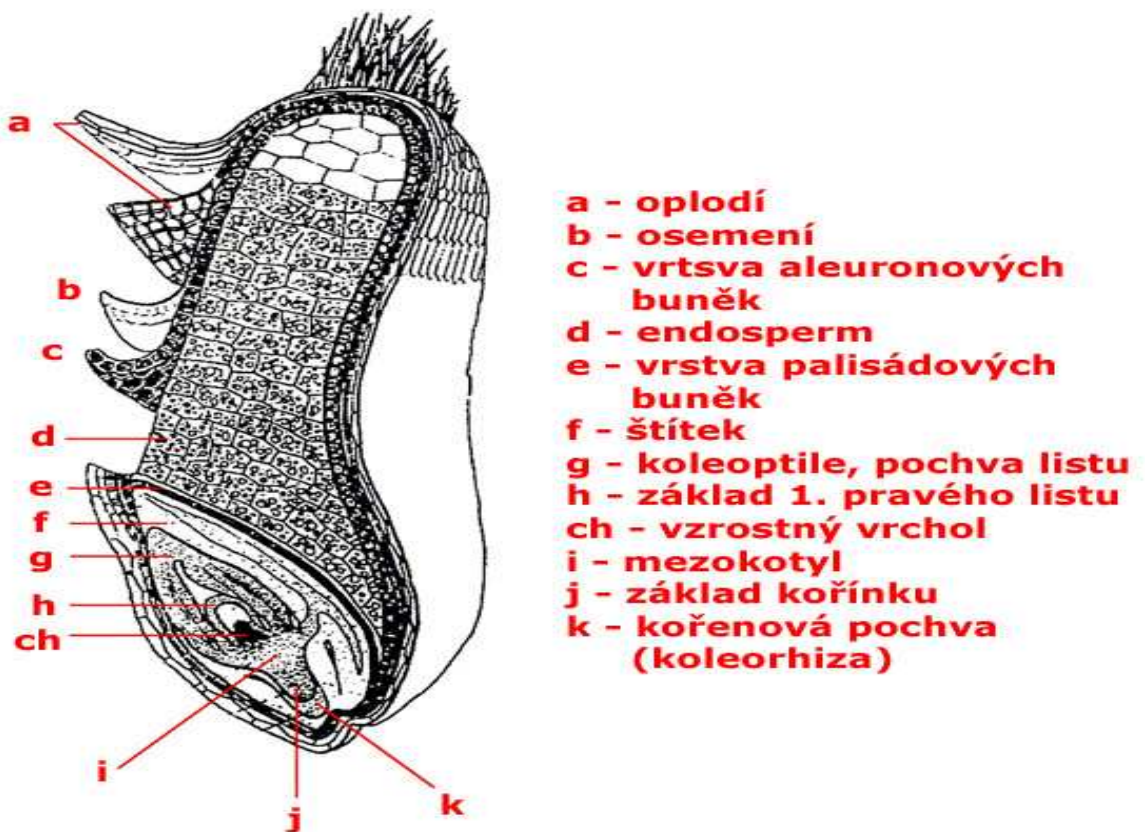


Obr. 4. Zakládající se klásky na vřetenu klasu [8]

1.1.5 Obilka (caryopsis)

Obilka pšenice je nažka, u níž oplodí (pericarpium) nesrůstá s osemením (testa), ale obě vrstvy k sobě těsně lnou. [9] Obilka je tvaru vejčitého, na horním konci ochmýřená, jinak hladká a ze stran mírně zploštělá. Na vnitřní straně má uprostřed hlubokou rýhu (žlábek).

Kromě obalových vrstev zrna (slupky) a tzv. endospermu, jímž je obilka téměř úplně vyplněna, je nejdůležitější klíček. Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je proměnlivý vlivem vnitřních (odrůda) a zejména vnějších faktorů, jako jsou půdní a klimatické podmínky, hnojení atd. [7]



Obr. 5. Stavba pšeničné obilky [8]

- ❖ **Obalové vrstvy** (8-12% hmotnosti zrna) tvoří pevný ochranný obal zrna. Obsahují žlutá barviva karoteny a xantofyly, převážně uložená mezi vrstvou oplodí a tenkou vrstvou osemení. Zabarvení zrna závisí zejména na množství těchto barviv.

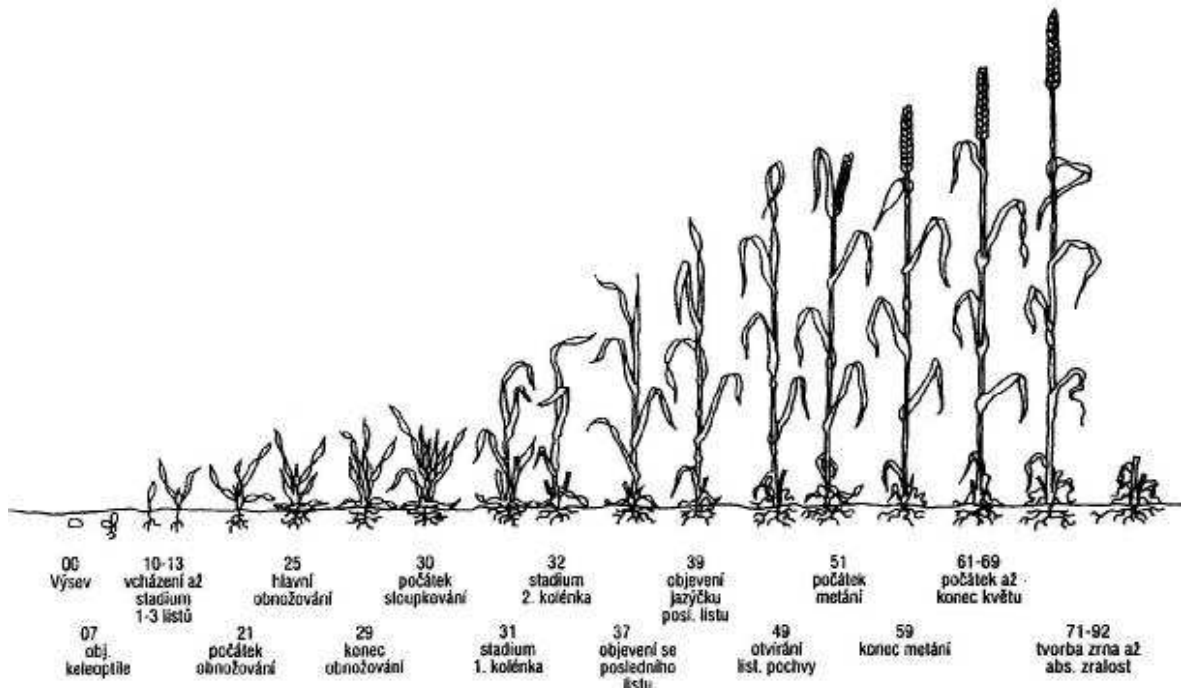
- ❖ **Endosperm** (84-86% hmotnosti zrna) obsahuje značné množství rezervních látek, důležitých pro klíček. Hlavním obsahem jeho buněk jsou kromě škrobových zrn různá množství bílkovin.
- ❖ **Klíček** (1,5-5% hmotnosti zrna) uložený na spodním konci obilky je na zrnu většinou dobře znatelný. Jako zárodek nové rostliny je zdrojem mnoha živin, které musí být v době příznivých podmínek pro vyklíčení k dispozici. Mimo jednoduchých cukrů obsahuje klíček bílkoviny, aminokyseliny, vitamíny rozpustné ve vodě (hlavně vitamín B1) a značné množství vitamínu E. V klíčku je obsažen rovněž tuk. [7]

1.2 Fenologické fáze

Ke sledování růstových a vývojových procesů rostlin se v běžné praxi používá fenologie, tj. sledování hlavních fází růstu. U pšenice jsou to vzcházení, odnožování, sloupkování, metání, kvetení a zrání. Tyto fenologické fáze jsou charakterizovány významnými morfologickými změnami, spojenými s vytvořením nových orgánů. Morfologicky jsou však velmi široké a některé z nich se nedají jednoznačně časově určit. [9]

K nejběžnějším a zároveň nejstarším patří makrofenologická stupnice dle Feekese (12 fází), mikrofenologická stupnice podle Kupermanové (XII etap podle organogeneze vzrostného vrcholu).

V současné době převažuje stupnice dle Zadokse (uvedena v příloze I.) – mezinárodní stupnice s desetinným kódem – DC, jež nejlépe vyhovuje registraci moderní výpočetní technikou. [5]



Obr. 6. Mezinárodní stupnice s desetinným kódem – DC [11]

1.2.1 Mikrofenologická stupnice

Pro přesnější sledování vývojového procesu, v zájmu stanovení kritických období pro tvorbu hospodářského výnosu, rozlišujeme jednotlivé etapy organogeneze, a to pomocí mikrofenologické metody. Výsledky těchto sledování rovněž slouží k určení potenciální i reálné produktivity klasu, k určení stupně poškození rostlin mrazem i škůdci, k posouzení perspektivy pro přezimování před nástupem zimy, k posouzení odrůdových rozdílů v rychlosti vývinu během vegetace a v semenářské praxi k určení ozimosti či jarovosti osiva. [5]

Popis etap organogeneze vzrostného vrcholu obilnin:

- I. etapa – vzrostný vrchol je zcela jednoduchý, nediferencovaný, vytváří polokulovitý útvar. Velikost je asi 0,3 – 0,6 mm, někdy i více. U jeho základů se tvoří první listy. Můžeme jej nalézt ve fázích od klíčení přes vzcházení až po odnožování.
- II. etapa – vzrostný vrchol se začíná prodlužovat, má stále jednoduchý tvar a jeho velikost dosahuje 0,5 – 0,8 mm. Nastává diferenciací dělivého pletiva na budoucí články stébla, kolénka a formují se základy listů. V úžlabí každého listu se vytvoří nový vzrostný vrchol – základ budoucí odnože.

- III. etapa – vzrostný vrchol se značně prodlužuje a nastává rýhování – vytváření valů. U pšenice se vytváří větší počet listových základů a celý vzrostný vrchol představuje základ klasového větene. Délka vrcholu je asi 0,7 -1,5 mm. V závislosti na podmínkách průběhu tohoto období a na ostatních podmínkách růstu (výživy, vláhy a tepla) se formuje délka budoucího klasu.
- IV. etapa – je charakterizována tvorbou kláskových hrbolků. Vzrostný vrchol se zplošťuje a poznáváme v něm tvar budoucího klasu. V závislosti na dědičném založení odrůdy a podmínkách pro vývoj a růst se formuje určitý počet klásků. S nástupem této etapy se od sebe začínají oddalovat kolénka nahlučená pod vzrostným vrcholem, což je vlastně začátek sloupkování. Tato etapa je indikátorem přechodu z vegetativního do generativního období.
- V. etapa – podle Kupermanové je charakterizována formováním kvítků – zakládáním kvítkových hrbolků a jejich diferenciací. Tato etapa je dosti široká, a proto ji dělíme na podetapy. V podetapě V a) se na kláskovém hrbolku začíná tvořit polokulovitý útvar ohraničený rýhou. Ten se později dělí na základy kvítků a rýha je základem budoucí plevy. Podle podetapy V b) se pozná další diference kláskového hrbolku na tři i více menších polokulovitých útvarů – základů jednotlivých kvítků. Valy pod těmito základy jsou obalové složky kvítků – pluchy a plušky. V této etapě se tedy formuje důležitý prvek struktury výnosu – počet zrn v klasu. V podetapě V c) se vytvářejí základy prašníků a pestíků a tvoří se archesporiální buňky.
- VI. etapa - dochází k další diferenciaci prašníků a pestíků a pokračuje tvorba obalových složek klásků a kvítků. Tato perioda souvisí s velkou periodou růstu.
- VII. etapa - dokončuje se formování pohlavních orgánů – prašníků a pestíků. Prodlužují se články klasového větene a u osinatých odrůd rychle rostou osiny. V této etapě se v podstatě dokončí skryté procesy organogeneze probíhající v pochvě posledního listu.

Další etapy podle Kupermanové je možno definovat těmito fenologickými fázemi:

- VIII. etapa se rovná metání, IX. – kvetení, X. – tvorbě obilky, XI. – mléčné zralosti, XII. – žluté a plné zralosti. [8]



Obr. 7. Vzrostný vrchol ozimé pšenice v VI. etapě organogeneze vzrostného vrcholu [12]

1.2.2 Nároky pšenice na výživu

Z troposféry rostliny obecně přijímají převážně uhlík (CO_2) a kyslík (O_2) atd. v molekulární formě. Pomocí listů, stonků, případně i vegetativních orgánů (klasů, lat, plodů) může většina rostlin přijímat i některé další živiny jako N, P, Ca, Mg, Fe, mikroelementy aj., a to nejčastěji ve formě rozpustných solí určité koncentrace. Tento způsob výživy je označován jako filiální (listová) výživa. Vedle toho rostliny přijímají všechny živiny a vodu kořeny.

Příjem živin je ovlivňován celou řadou faktorů, které můžeme rozlišit na vnitřní (jsou dány geneticky) a vnější faktory (ekologické a povětrnostní podmínky). Mezi povětrnostní podmínky patří teplota, voda (srážky), sluneční záření a složení atmosféry.

- **Teplota** ovlivňuje nejen základní biologické procesy (růst, fotosyntézu, transpiraci aj.), biochemické reakce (aktivitu enzymatických systémů), ale i příjem vody a živin. Při vyšších teplotách se zvyšuje příjem fosforu kořeny. Teplota kolem 5°C je hranicí pro příjem dusíku nitrátového, zatímco dusík amoniakální přijímají rostliny i při teplotě nižší.

- **Voda** je zdrojem živin, umožňuje difúzi a je nezbytná pro distribuci živin a metabolitů v celé rostlině. Za vyšší půdní vlhkosti se obvykle v půdním roztoku zvyšuje koncentrace Ca^{2+} , Mg^{2+} v poměru k jednomocným kationům K^+ , Na^+ .
 - Kvalita, intenzita a doba **osvětlení** ovlivňuje celou řadu fyziologických procesů v rostlině. Zvýšená intenzita osvětlení pozitivně působí na příjem dusíku, fosforu a síry. Při nedostatečném osvětlení se tvoří málo cukrů, bílkovin a zvyšuje se obsah nitrátů.
 - **Složení atmosféry** obklopující každou rostlinu může ovlivnit její růst a tím i výnos.
- [13]

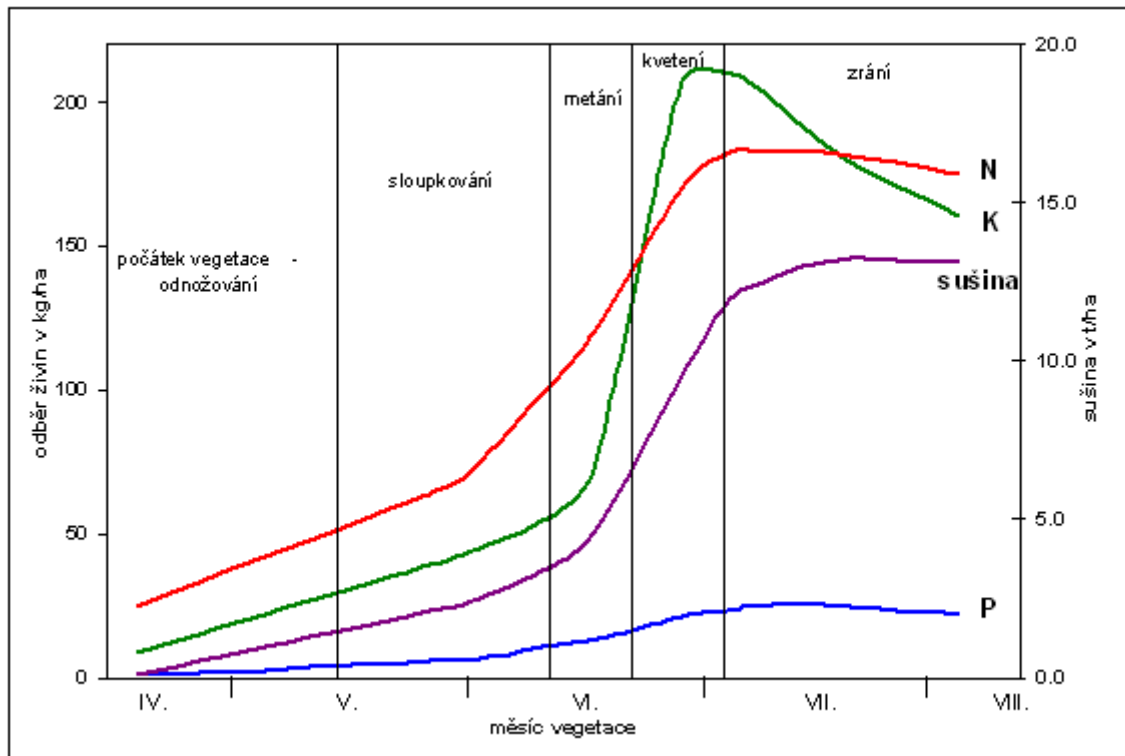
Ozimou pšenici řadíme mezi plodiny se střední potřebou živin. Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy a kořenů odčerpá v průměru 25 kg dusíku (N), 5 kg fosforu (P), 20 kg draslíku (K), 2,4 kg hořčíku (Mg), 4 kg síry (S). Pšenice začíná svůj vývoj již v obilce při klíčení, kdy dochází vlivem enzymatické činnosti k rozkladu složitých organických látek na látky jednoduché, které zárodek (embryo) využívá pro svůj růst. Na chemickém složení obilky závisí tvorba kořenového systému a přechod rostlin na výživu z půdy.

Rostliny ozimé pšenice kořenovým systémem na dobrých strukturních půdách do zimy dosahují hloubky kolem 0,7 – 1,0 m. Významnou úlohu pro zajištění optimálního růstu a vývoje pšenice v podzimním období má obsah přístupných živin v půdě. Při nedostatku živin jsou omezovány metabolické procesy a výsledkem jsou slabé a špatně odnožené rostliny, které při silnějších zimách často vymrzají.

V podzimním období přijímají rostliny relativně málo živin a přes zimu se jejich příjem úplně zastavuje. Podíl odebraného dusíku na podzim není vyšší než 12% z celkového odběru, a proto aplikovat vysoké dávky dusíku před setím je zbytečné a neekologické. Odběr dusíku se zvyšuje na jaře, kdy rostliny po zimě musí obnovit biomasu.

Do začátku sloupkování rostliny přijmou v průměru asi 40% dusíku. Intenzita jeho čerpání roste až do konce kvetení, kdy odebere dalších 30% této živiny. Po odkvětu se požadavky rostlin na dusík relativně snižují, poněvadž ten se přemísťuje z ostatních částí rostliny do tvořícího se zrna. Na konci vegetace je v zrnu nahromaděno až 75% dusíku.

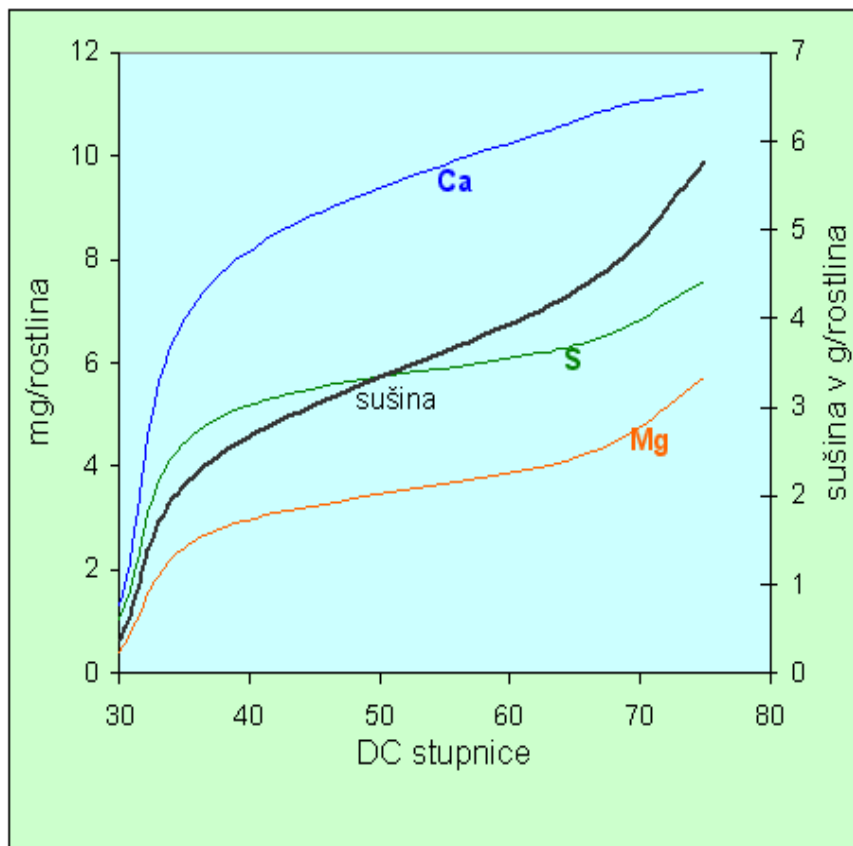
(zpracováno dle AIGNERA et al., 1988 cit VANĚK a kol. 2002)



Obr. 8. Dynamika odběrů živin ozimou pšenicí a nárůst sušiny [14]

Největší příjem dusíku a draslíku je v období intenzivního růstu tj. od sloupkování do kvetení. U draslíku dochází k jeho výraznému poklesu od kvetení do sklizně, zatímco odběr fosforu si zachovává stejnou dynamiku mírným nárůstem v období tvorby zrna. Vápník, síra i hořčík jsou odebírány rostlinou intenzivně do fáze růstu DC 35, následně se jejich čerpání snižuje a v období tvorby zrna opět roste.

(zpracováno dle Ryant 2002)



Obr. 9. Dynamika odběru Ca, S a Mg ozimou pšenicí a nárůst sušiny jedné rostliny [14]

Je proto úkolem pěstitele vytvořit v půdě optimální podmínky pro to, aby rostliny s postupným rozvojem kořenového systému měly zajištěnou v půdě dobrou zásobu přístupných živin a mohly tak využít v maximální možné míře genetický potenciál pěstované odrůdy. [14]

1.2.3 Nejdůležitější živiny pšenice

Důležitým předpokladem růstu a vývoje rostlin je zabezpečení dostatečného množství přijatelných živin v půdě. Jednotlivé živiny v rostlinách umožňují řadu specifických procesů [15], jejichž nedostatek omezuje růst rostlin a svým dopadem ovlivňuje řadu kvalitativních parametrů. [14] Proto je dostatek živin v půdě důležitý pro zabezpečení harmonického živového stavu. [15]

1.2.3.1 *Potřeba dusíku*

Rostlinou je dusík přijímán prakticky ve dvou formách, jako nitrátový aniont (NO_3^-) nebo jako amonný kationt (NH_4^+), přičemž nitrát je častějším a preferovaným zdrojem dusíku pro růst rostlin a jeho příjem je obecně vyšší, avšak velice závislý na rostlinném druhu a dalších faktorech prostředí.

Deficit dusíku je charakterizován sníženým počtem odnoží, omezením počtu zrn v klase, žloutnutím starších listů, nižší hmotností tisíce zrn či horší kvalitou zrna. Při nadbytku dusíku jsou porosty husté, sytě zelené s bohatým olistěním. Stébla jsou však málo pevná, náchylná k polehání.

Náročnost pšenice ozimé na výživu dusíkem je proměnlivá během vegetačního období. Pšenice má dvě období, ve kterých projevuje zvýšené požadavky na výživu dusíkem. Na začátku růstu – období zakládání generativních orgánů a v období tvorby zrna. Nedostatek dusíku v prvním období snižuje výnos, v druhém období podstatně snižuje kvalitu zrna, zejména hmotnost a kvalitu bílkovin. [16]



Obr. 10. Nevyrovnané hnojení dusíkem [17]

1.2.3.2 *Potřeba fosforu*

Hnojení fosforem příznivě ovlivňuje koloběh dusíku. Má význam při fotosyntéze a tvorbě bílkovin. Vlastní využitelnost fosforu pro rostlinu je jen z části, zbývající část se pevně váže v půdě. [17] Při nedostatku fosforu je omezen růst rostliny. Listy jsou užší, stonky slabší a tvoří se méně odnoží. [18]

1.2.3.3 *Potřeba draslíku*

Draslík svou přítomností ovlivňuje intenzitu transpirace (otevírání a zavírání průduchů), a tak rostliny lépe využívají vodu na produkci sušiny. Draslík má význam při plouživém růstu buněk a zvýšením osmotického tlaku a asimilace posiluje odolnost rostlin proti nízkým teplotám, resp. proti vymrzání. Při dostatku draslíku se tvoří silnější buněčné stěny a snižuje se nebezpečí polehání rostlin. Přítomnost draslíku napomáhá udržení iontové rovnováhy v rostlině. Draslík je asociován s více než 60 enzymy a účastní se vytváření polymerů (škrob a bílkoviny), cukrů a vitamínů, což se promítá nejen ve výnosech (vyšší počet zrn v klase a hmotnost tisíce zrn), ale také v kvalitě produkce, zejména v technologických a senzorických parametrech.

Draslík je v rostlinách velmi pohyblivý a snadno se přemísťuje. Vysoký obsah je typický zejména pro mladé rostliny, stárnutím se jeho obsah snižuje. Charakteristické pro obiloviny je omezení příjmu draslíku ve druhé polovině vegetace a dokonce jeho zpětné vydávání (reexport) kořeny do půdy, což je připisováno působením stresových faktorů, zejména suchu.

U ozimé pšenice je nejčastější výskyt deficiencí draslíku při chladném a vlhkém počasí, v jarním období, kdy je značně snížený příjem draslíku a vlivem vlhkého počasí dochází k vymývání draslíku z listů, zvláště poškozených během zimního období. Porosty s nedostatkem draslíku jsou snadněji poškozovány mrazem, rostliny obtížně regenerují a snadněji jsou napadány houbovými chorobami. Draslík pozitivně ovlivňuje anatomickou stavbu stébla, avšak jen do určité hranice. Výrazný přebytek draslíku působí obdobně jako nadbytek dusíku a může vést ke zvýšené náchylnosti pšenice ozimé k polehání. [19]

2 SLOŽENÍ PŠENIČNÉHO ZRNA

Chemické složení pšeničného zrna je různorodé. Základními chemickými složkami jsou podle množství sacharidy a bílkoviny. [5]

Tab. 1. Průměrné složení zrna pšenice [5]

Složení	Chemické složení zrna v %				
	sušina	bílkoviny	lipidy	sacharidy	minerální látky
zrno pšenice	86,5 - 86,7	12,0 - 13,3	1,9 - 2,0	69,5 - 70,9	1,8

2.1 Bílkoviny

Ze všech látek obsažených v zrně pšenice mají největší význam bílkoviny. Množství bílkovin v sušině kolísá ve velmi širokém rozpětí od 8 do 20 %. Byly zaznamenány i případy, kdy se podařilo získat zrno s obsahem bílkovin větším než 30 %. Nebílkovinné dusíkaté látky jsou zastoupeny v převážné míře amidy a aminokyselinami v aleurové vrstvě a klíčku. [20]

Bílkoviny jsou složité organické sloučeniny, jejichž základem jsou aminokyseliny. Z nutričního hlediska si zasluhují pozornost aminokyseliny esenciální. Pšeničné zrno je ve srovnání s plnohodnotnou živočišnou bílkovinou nejvíce deficitní na nezbytné aminokyseliny methionin, lysin, valin a threonin, zatímco nejméně limitujícími aminokyselinami jsou fenylalanin a tryptofan. [9]

V rozličných částech pšeničného zrna obsah bílkovin kolísá. Jejich relativně nejvyšší obsah je v aleurové vrstvě a klíčku, kde se vyskytuje mimo jiné ve formě metabolicky a geneticky důležitých látek, jako jsou enzymy a nukleoproteiny.

V endospermu je obsah bílkovin směrem do středu nižší. Tyto bílkoviny přechází ve velkém množství do mouky a jsou hlavním nositelem jejich technologických vlastností.

Po chemické stránce se bílkoviny pšeničného zrna jeví jako heterogenní směs **protoplazmatických** (albuminy 7-10 % a globuliny 4-6 %) a **zásobních** (prolaminy 40-45 % a gluteliny 34-45 %) složek. Nejvyšší nutriční hodnotu po stránce aminokyselinového složení mají albuminy a globuliny, nejnižší gliadiny a gluteniny. [20]

2.1.1 Bílkoviny lepku

Zásobní bílkoviny tvoří podstatnou část lepku, proto se gliadin a glutenin označují jako lepkové bílkoviny. Gliadin (rozpustný v 70% etanolu) je viskóznější látka a snadno peptizovatelná, je obsažen ve větším množství v lepku tažném, měkkém, málo pružném. Naproti tomu v kvalitním, pružném a tužším lepku je větší podíl gluteninu (rozpustný ve zředěných roztocích hydroxidů). Poměr těchto složek není zdaleka jediným faktorem, který rozhoduje o kvalitě lepku, a tím i mouky. Důležitější je fyzikálně chemický charakter stavby makromolekul lepkových bílkovin, jejich struktura, zejména způsob vazby mezi nimi, prostorové uspořádání bílkovinných řetězců a jejich propojení různými příčnými můstky. Značný význam mají sulfhydrolové (-SH) a disulfidové (-S-S), přičemž vzniklé můstky lepek zpevňují. K tomu přispívá také ta skutečnost, že oxidací sulfhydrolových skupin, které působí jako aktivátor proteolytických enzymů, se předejde štěpení bílkovinných molekul lepku. Působnost zlepšujících prostředků (oxidantů) do mouky se zakládá právě na tomto jevu. [9]

2.1.2 Syntéza bílkovin

Při klíčení zrna se zásobní bílkoviny rychle štěpí na aminokyseliny a peptidy, a tím vytváří zdroj dusíku pro tvorbu bílkovin syntetizujících se ve vyvíjejícím se zárodku. Zásobní bílkoviny rozhodují o technologických vlastnostech pšeničného zrna. Biosyntézu zásobních bílkovin řídí genetický systém v čase tvorby zrna. Akumulace gliadinů se realizuje v bílkovinných tělískách, přičemž se gluteniny hromadí v buňkách endospermu sekundárně difúzí. Poměr a množství zásobních bílkovin je v pšeničném zrně velmi variabilní, mění se v značných rozměrech se změnami obsahu celkových bílkovin v závislosti od podmínek pěstování, genetických zvláštností a též v procese dozrávání.

Zásobní bílkoviny, které tvoří hlavní část bílkovin celého zrna, si rostlina syntetizuje jen v zrně, v kterém jsou rezervoárem živin pro klíčící rostlinu, v zelených částech se nesyntetizují.

Syntéza rozličných bílkovin v procese dozrávání zrna probíhá nerovnoměrně a nezávisle na sobě. Nejdříve se syntetizují strukturální a katalytické bílkoviny (albuminy a globuliny), potom zásobní bílkoviny, jejichž syntéza probíhá nerovnoměrně. Hromadění gluteninů o něco předbíhá hromadění gliadinů, jejichž tvorba probíhá v posledních fázích vývinu zrna. Z uvedeného vyplývá, že po dobu vývinu zrna se mění vzájemný poměr v obsahu

bílkovinných frakcí zrna, což má zákonitě vliv i na značné změny v aminokyselinovém složení sumárních bílkovin v zrně pšenice. V procese dozrávání zrna se zvyšuje obsah těch aminokyselin, které se nacházejí ve větším množství v gliadinech (kyselina glutamová, prolin, leucin a jiné) a snižuje se obsah aminokyselin, kterých je v gliadinech málo, tj. lyzinu, tryptofanu, kyseliny asparagové, treoninu atd.

Hromadění bílkovin v zrně pšenice probíhá na úkor využívání dvou zdrojů dusíkatých látek: druhotného využívání dusíkatých látek, zejména bílkovin nahromaděných ve vegetativních orgánech do začátku nalévání zrna a pohlcování dusíku z půdy po dobu nalévání zrna. Většina autorů se přiklání k názoru, že obsah bílkovin v zrně nezávisí tolik na obsahu dusíku ve vegetativních orgánech, jak na schopnosti rostliny intenzivně přijímat dusík z půdy. [20]

2.2 Sacharidy

Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Patří sem především polysacharidy (škrob, celulóza, hemicelulózy a pentózy), dále jednodušší cukry (oligosacharidy a monosacharidy) a nakonec sacharidy jako součást složitých komplexů s lipidy a proteiny (glykolipidy a glykoproteiny).

Obsah škrobu v pšeničném zrně kolísá v širokém rozmezí, od 50 do 70 %, podobně jako u bílkovin, v závislosti na odrůdě a růstových podmínkách. Škrobová zrna velikosti od 2 do 50 μm ve vodě bobtnají. Při zahřátí vody na teplotu kolem 65 °C se vytváří koloidní roztok – škrobový maz. Tento děj je významný v pekárenské technologii. [20] Větší ztekutění mazu účinkem amylolytických enzymů však vede ke snížení jakosti pečiva (zvláště ovšem u výrobků z žitných mouk). Schopnost mouky vázat vodu je u pšeničného škrobu podstatně nižší než u bílkovin.

Škrob se skládá ze dvou polysacharidů – z amylozy s přímým řetězcem glukózových zbytků a amylopektinu. Molekula amylopektinu má rozvětvenější řetězec, v němž se kromě vazeb mezi uhlíky 1–4 vyskytují i vazby 1–6, a proto lépe odolává amylolytickým enzymům než molekula amylozy.

Varem s kyselinami se škrob štěpí až na glukózu. Působením amylolytických enzymů se škrob štěpí na maltózu jako konečný produkt. Meziprodukty jsou dextryny (postupně amylo-, erytro-, achro-, maltodextrin). [9]

Škrob jako zásobní látka v zrně pšenice se tvoří a ukládá zejména ve vnitřních vrstvách endospermu, menší množství je lokalizováno v obalových vrstvách a zárodku. Obsah škrobu v endospermu se zvyšuje od pátého dne po kvetení. Největší narůstání je mezi 12. až 35. dnem po odkvetení. [20]

Hemicelulóza a pentózany jsou rovněž vysokomolekulární polysacharidy. Hemicelulóza je definována jako neškrobová složka zrna nerozpustná ve vodě (na rozdíl od celulózy rozpustná v alkalických roztocích).

K pentózanům (hydrolyzují se na pentózy) patří pentózany rozpustné ve vodě, pentózany rozpustné ve zředěných kyselinách a pšeničné slizy. Část pentózanů přechází i do mouky a ovlivňuje zejména schopnost mouky vázat vody.

Vyzrálé neporostlé pšeničné zrnو obsahuje dále trisacharidy rafinózu a trifruktózan, disacharid sacharózu a monosacharidy glukózu a fruktózu. Tyto cukry bývají nazývány „preexistujícími“, na rozdíl od cukrů (hlavně maltózy) vytvořených enzymy mouky, popř. kvasnic z oligosacharidů a polysacharidů při klíčení nebo vývinu těsta, kynutí a na počátku pečení.

Hodnoty redukujících cukrů (vylučují z alkalických měďnatých roztoků oxid měďný) po jednodinové digesci moučné vodní suspenze při 27°C se používají k charakterizování tzv. plynotvorné schopnosti mouky. Hodnoty nad 2,5 % v sušině zrna svědčí o poškození škrobových zrn, která méně odolávají účinkům amylytických enzymů. Pokles hladiny neredukujících cukrů a vzrůst redukujících cukrů během skladování svědčí o výskytu plísní.

Celulóza je polysacharid, z kterého jsou převážně tvořeny buněčné stěny. Varem s kyselinou sírovou se hydrolyzuje na glukózu. V zrně je zastoupena především v obalových vrstvách a klíčku, které přecházejí do otrub. Endosperm je prakticky bez celulózy. Pro člověka je nestravitelná, v žaludku přežvýkavců, obsahujícím celulózu, se štěpí.

Podle nežádoucích oček tvořených částicemi obalových vrstev v mouce, se posuzuje její čistota. [9]

2.3 Lipidy

V zrně pšenice je 1,5 až 3 % lipidů tvořených jednak vlastními tuky složenými hlavně z kyseliny linolové a olejové a jednak fosfatidy, které obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Typickým představitelem fosfatidů je lecitin s dusíkatou bází cholinem. Hlavní podíl lipidů se soustřeďuje v klíčkové části zrna. Obsah a složení lipidů v zrně pšenice závisí na kultivaru a klimatických podmínkách v průběhu vegetace. Při zvýšeném množství srážek narůstá obsah nenasycených mastných kyselin.

I přes poměrně nízké kvantitativní zastoupení v celkovém složení pšeničného zrna nelze význam lipidů podceňovat. Jsou velmi důležité pro uskladnění obilí a mouky. Štěpením fosfatidů se uvolňuje kyselina fosforečná a volné mastné kyseliny, což má za následek zvyšování kyselosti. Oxidační změny lipidů potom způsobují nežádoucí pokles sensorických vlastností – žluknutí. Při mlýnském zpracování zrna pšenice se lipidy dostávají do jednotlivých produktů v nestejném množství a ovlivňují procesy dozrávání v rozličných druzích mouk. Také pro pekařskou technologii jsou lipidy důležité. Nenasycené mastné kyseliny ovlivňují např. vzájemné přeměny sulfhydrylových a disulfidických skupin, a tím i reologické vlastnosti těsta. Část lipidů se váže na molekuly škrobu, bílkovin i kovových iontů a uplatňují se v biochemických interakcích s lepkovými bílkoviny, přičemž podíl vázaných lipidů narůstá s počtem jejich dvojných vazeb. [20]

K lipidům se přidružují pigmenty skupiny karotenoidů, které ovlivňují barvu mouky. [9]

2.4 Enzymy

Mimořádně důležitá je z technologického hlediska úloha enzymů amylytických a proteolytických. K amylytickým enzymům patří α - a β - amylázy. Enzym α – amyláza se vyskytuje v porostlém (naklíčeném) obilí.

K proteolytickým enzymům patří peptidázy a proteinázy. Jejich činnost v těstě je podmíněna aktivátory a složitými oxidoredukčními pochody. V porostlém obilí se poškozuje jejich působením struktura pšeničného lepku. Z dalších enzymů jsou v zrně přítomny zejména lipázy a fosfatázy. [9]

2.5 Vitamíny

V pšeničném zrně se vyskytují některé vitamíny, které jsou důležité pro výživu člověka i hospodářských zvířat např. thiamin (B₁), riboflavin (B₂), pyridoxin (B₆), nikotinová kyselina, kyselina pantotenová, kyselina listová, tokoferol (E), karoten (provitamín vitamínu A). Pšeničné vitamíny jsou rozpustné ve vodě, kromě retinolu a tokoferolu. Vitamín A je přítomný jen v nepatrném množství v podobě provitamínu karotenu.

Pšeničné vitamíny jsou z větší části nahromaděné v klíčku a aleurové vrstvě zrna. Poněvadž tyto části přecházejí při mletí většinou do otrub a tmavších krmných mouk, jsou světlé mouky určené pro výživu podstatně ochuzené o vitamínový podíl. [20]

2.6 Minerální látky

Obsah minerálních látek v zrně pšenice se pohybuje mezi 1,4 – 3,0 % v závislosti na odrůdě a na podmínkách během vegetace (nejčastěji v rozmezí 1,7 – 2,0 %). Z biogenních prvků má převahu fosfor a draslík. Největší množství minerálních látek je v klíčku a v obalech zrna. Množství minerálních látek v mouce je proto ukazatelem stupně vymletí mouky a stupně oddělení obalových vrstev a klíčku od endospermu. [20]

Výzkumně bylo dokázáno, že z celkového množství biogenních minerálů přítomných v pšeničném zrně přechází do mouky T-930 vymleté asi na 76 % jen necelých 76 % vápníku, 50 % fosforu a 20 % železa. Čím světlejší je mouka, tím horší je tato bilance. Znamená to tedy, že z hlediska racionální výživy je nutno preferovat tmavší mouky před moukami světlými. [9]

Zrno pšenice obsahuje průměrně ve 100g sušiny asi 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi a ve velmi malém množství dalších minerálních látek. [20]

3 VLIV POČASÍ NA JAKOST PŠENICE

Kvalita potravinářské pšenice je značně ovlivněna volenými pěstitelskými zásahy, ale mimořádnou úlohu ve zrání a dozrávání zrna mají i klimatické podmínky dané přírodou. Přírodní podmínky zatím příliš neovládáme, ale snažíme se je dokonale poznat, abychom se jim mohli co nejlépe přizpůsobit a využít v náš prospěch. [21]

Kvalita pšeničného zrna se v jednotlivých ročnících hodnotí kvalitativními parametry. Běžné jsou rozbory na stanovení objemové hmotnosti, dusíkatých látek, sedimentačního testu, čísla poklesu, lepku a gluten indexu.

3.1 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost vyjadřuje poměr hmotnosti obiloviny k jejímu objemu. Udává se v kg/hl. Je jedním z ukazatelů mlynářské kvality pšenice [12], není však jejím spolehlivým kritériem, protože ji ovlivňují mnohé faktory jako tvar, velikost, povrch, vlhkost, příměsi, přičemž stupeň ovlivnění není jednoznačný. [22]

Objemová hmotnost zrna souvisí s výtěžností mouky. Závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku a zdravotní stavu, polehlosti a odrůdě. Nejvíce je ovlivňována průběhem počasí v době dozrávání zrna. Důležitý je termín včasné sklizně, po deštivém počasí objemová hmotnost zralého zrna rychle klesá. Při formování objemové hmotnosti převládá vliv životního prostředí v porovnání s vlivem odrůdy. [5]

Objemová hmotnost se snižuje dlouhodobým skladováním. [23]

3.2 Dusíkaté látky

Pro kvalitativní charakteristiku má rozhodující význam obsah (v %) a kvalita bílkovin (dusíkatých látek). [24] Zvyšující se obsah bílkovin má pozitivní vliv na vlastnosti těsta a objem pečiva. S klesajícím obsahem se snižuje tažnost lepku. [23]

V minulosti bylo množství bílkovin hodnoceno stanovením mokrého lepku a jejich kvalita bobtnavostí lepku. Obsah bílkovin v zrně je prioritně ovlivňován průběhem počasí, důležitou úlohu má však i dusíkatá výživa. Na množství zásobních bílkovin v zrně závisí nejen forma použitého dusíku, ale i časové rozložení jeho aplikace. [24]

3.3 Sedimentační hodnota

Pro výslednou technologickou jakost potravinářské pšenice není důležitý pouze obsah bílkovin či mokrého lepku, ale především viskoelastické vlastnosti těchto bílkovin a jejich kvalita, umožňující fermentační procesy v těstě (kynutí). [5] Sedimentační index udává schopnost lepku zvětšovat svůj objem. [23]

Tím se stává důležitým kritériem kvality bílkovin a tedy i kvality a množství lepku. Sedimentační index pozitivně koreluje s obsahem bílkovin a odhaduje objem pečiva. [5] Uvádí se v ml.

3.4 Číslo poklesu (pádové číslo, viskotest)

Číslo poklesu je kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu hydrolytickými enzymy syntetizovanými v zrně. Charakterizuje aktivitu alfa-amylázy, hydrolytického enzymu štěpící škrob, který se aktivuje na začátku klíčení zrna. Číslo poklesu je ovlivněno počasím zejména v době dozrávání. [24] Při vydatných srážkách v sběrové zralosti, může dojít k porůstání zrna a následnému snížení čísla poklesu. [25]

Optimální hodnoty čísla poklesu jsou pouze v rozsahu 220 – 250 s. Důvodem je to, že zrno s číslem poklesu nižším než 220 s má vysokou aktivitu amylolytických enzymů a je často porostlé. [25] Nízká hodnota čísla poklesu snižuje pekařskou kvalitu zeslabením pružnosti střídy pečiva, snižuje schopnost těsta vázat vodu. Pečivo má obvykle malý objem, nevhodnou vyvážanost, těsto je lepivé a těžko zpracovatelné. [8]

Zrno s číslem poklesu vyšším než 250 s má nízkou aktivitu amylolytických enzymů a před zpracováním je nutné ji zvýšit. Standardně se k ní přidává slad nebo jiná α – amyláza. [26]

3.5 Lepek a gluten index

Lepek má schopnost ve vodném prostředí zvětšovat svůj objem [22] a vytvářet pružný gel [27]. Kolik vody lepek pojme a jaké budou fyzikální vlastnosti nabobtnalého gelu (pevnost, pružnost, tažnost), to závisí od jeho specifických vlastností, určených především odrůdou a počasím v průběhu vegetace, agrotechnickými zásahy apod.

Lepku se připisuje možnost vázat asi 70 % vody, škrobu 30 %. Proto v moukách se slabým lepkem se na vaznost vody víc podílí škrob. U lepku tedy není důležité zjistit jen jeho množství, ale hlavně jeho vlastnosti (tažnost, bobtnavost). [24]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 METODIKA

Pro zpracování této práce byla výsledná jakost pšenice posuzována různými parametry jakosti. Stanovována byla objemová hmotnost, dusíkaté látky (NL), sedimentační index (SEDI), číslo poklesu (FN), lepek a gluten index (GI) u různých odrůd různých jakostních skupin. Vzájemná závislost byla sledována za období pěti vegetačních období (2003–2004, 2004–2005, 2005–2006, 2006–2007, 2007–2008).

4.1 Odrůdy

Výzkum byl prováděn celkem na 36 různých odrůd ozimé potravinářské pšenice různé potravinářské kvality.

4.1.1 Rozdělení odrůd podle různé potravinářské jakosti

Cílem je zařadit každou odrůdu do přesně definované jakostní kategorie, a tím umožnit spotřebiteli zvolit optimální odrůdu pro daný užitkový směr.

Pšenice, vhodné pro pekařské zpracování (převážně pro výrobu kynutých těst), jsou členěny dle jakosti na skupiny:

- **Elitní pšenice E** – dříve označované jako velmi dobré, zlepšující.
- **Kvalitní pšenice A** – dříve označované jako dobré, samostatně zpracovatelné.
- **Chlebová pšenice B** – dříve označované jako doplňkové, zpracovatelné ve směsi.
- **Nevhodné pšenice C** – odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst. [28], [29], [30]

Tab. 2. Odrůdy použité pro výzkum [28],[30]

ODRŮDA	DRUH	JAKOST	ODRŮDA	DRUH	JAKOST
Akteur	pozdní	E	Buteo	polopozdní	B
Ludwig	středně raná	E	Globus	pozdní	B
Alibaba	pozdní	A	Hedvika	pozdní	B
Bakfis	poloraná	A	Megas	polopozdní až pozdní	B
Baletka	raná	A	Meritto	středně raná	B
Banquet	poloraná	A	Orlando	pozdní	B
Barryton	polopozdní	A	Pitbull	polopozdní	B
Batis	pozdní	A	Samanta	poloraná	B
Bohemia	poloraná	A	Biscay	pozdní	C
Cubus	polopozdní	A	Clarus	pozdní	C
Darwin	pozdní	A	Dromos	polopozdní	C
Eurofit	středně raná	A	Etela	polopozdní až pozdní	C
Helmut	pozdní	A	Florett	polopozdní	C
Ilias	pozdní	A	Hermann	pozdní	C
Kerubino	polopozdní	A	Kodex	polopozdní až pozdní	C
Manager	polopozdní	A	Rapsodia	polopozdní až pozdní	C
Mulan	polopozdní	A	Sakura	polopozdní	C
Sultan	středně raná	A	Simila	polopozdní	C

4.2 Podmínky pěstování

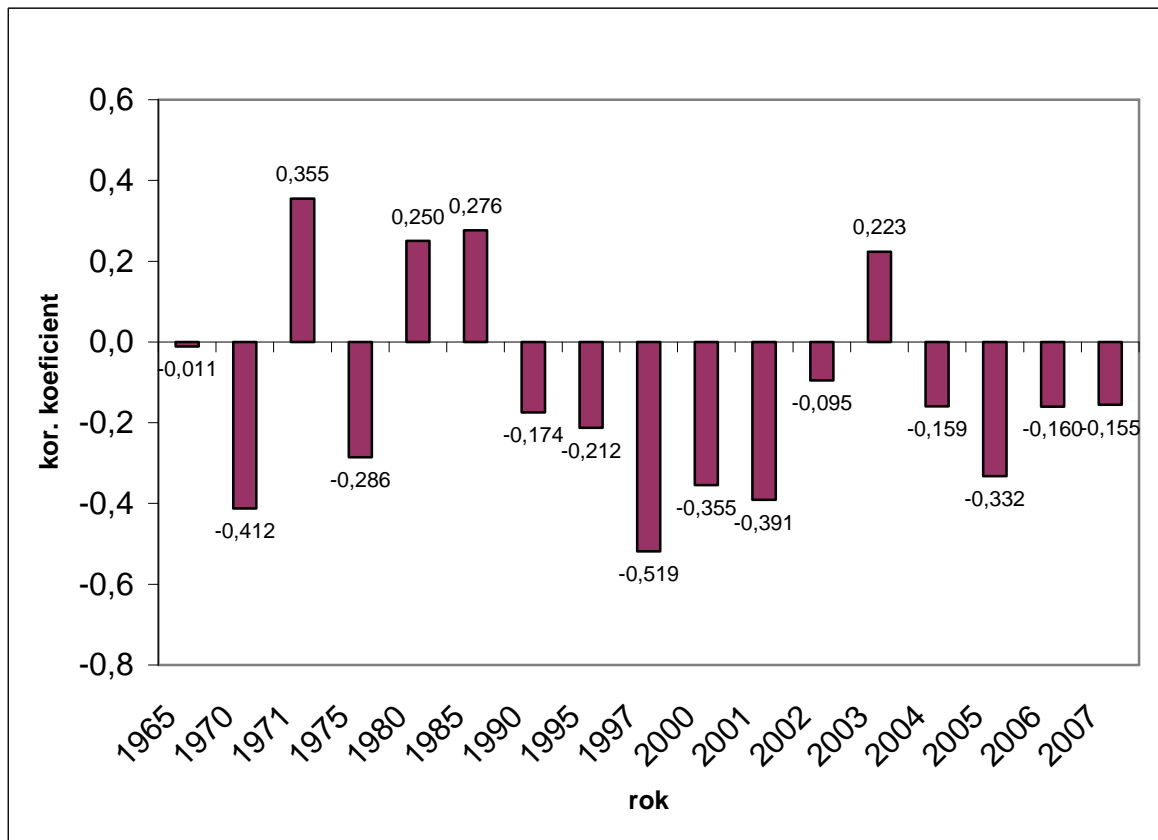
Všechny uvedené odrůdy byly pěstovány a posuzovány ve stejné lokalitě s použitím stejných technologií pěstování, proto jsou veškeré rozdíly v jednotlivých letech způsobeny výhradně počasím.

4.3 Nepřítomnost multikolinearity

Na úvod práce bylo třeba vyloučit vzájemný vztah mezi teplotou a množstvím srážek. Byla použita metoda korelačních koeficientů, která bude popsána v kapitole 4.6. K měření závislosti se vzala data od roku 1965 až do roku 2008.

Hodnoty korelačního koeficientu (Obr. 12) se po celou dobu pohybovaly v nízkých číslech, které neprokazují vzájemnou závislost teploty na množství srážek. Nejvyšší kladná hodnota korelačního koeficientu byla prokázána v roce 1971 (0,355), nejvyšší záporná hodnota

v roce 1997 (-0,519), přičemž za významnou hodnotu lze brát korelaci $|0,7|$ a vyšší.



Obr. 11. Vzájemná závislost teploty a množství srážek

Protože výsledky neprokázaly vzájemnou závislost mezi těmito dvěma parametry, nemusí se toto brát dále v úvahu.

Výsledná korelace vyplývá pouze pro oblast, kde byly pokusy prováděny. Neznamená to, že se závislost těchto parametrů jinde potvrdit nemůže.

4.4 Závislost mezi počasím a jakostními parametry pšenice

Aby se potvrdila závislost mezi počasím a jakostními parametry potravinářské pšenice, byl použit Wilksův test, který byl zpracován statistickým programem.

Tab. 3. Wilksův test

Efekt	Vícerozměrné testy významnosti. (zdrojová data)					
	Sigma - omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
	Test	Hodnota	F	Efekt SV	Chyba SV	P
Abs. Člen	Wilksův	0,000265	31453,72	6	50,0000	0,00
Rok	Wilksův	0,050783	9,88	24	175,6392	0,00

Pokud $p = 0$ (Tab. 3), znamená to že existuje statisticky vysoce průkazná závislost parametrů jakosti potravinářské pšenice na počasí.

4.5 Vliv počasí v jednotlivých letech

Pozemky, na kterých byly polní pokusy v Zemědělském výzkumném ústavu, s.r.o. v Kroměříži pěstovány se nachází v řepařské výrobní oblasti s nadmořskou výškou 200 m.n.mořem. [31] Průměrná teplota během vegetace (září–červenec) je zde 8,2°C a průměrný úhrn srážek za období vegetace 503,2 mm. [32]

4.5.1 Rok 2004 (vegetační období 2003–2004)

Teplota se v roce 2004, jak zobrazuje obrázek (Obr. 16) v příloze III, z pohledu dlouhodobého průměru příliš nelišila, jen na počátku vegetačního období o něco nižší teplotou v říjnu a vyšší teplotou v listopadu. V závěru vegetace v květnu, červnu a červenci byly zjištěny o něco nižší teploty než je dlouhodobý průměr.

Srážky (příloha IV) byly v tomto roce ve srovnání s dlouhodobým průměrem úhrnu srážek nadprůměrné (519,3 mm). Největší kladný rozdíl srážek od dlouhodobého průměru byl v březnu, kdy spadlo o 46,8 mm více než je dlouhodobý průměr, nejmenší v květnu o 38,4 mm. Největší množství srážek (115,7 mm) však spadlo v červnu (období tvorby zrna).

4.5.2 Rok 2005 (vegetační období 2004–2005)

V roce 2005 byla teplota na počátku vegetačního období vyšší než dlouhodobý průměr, v lednu byla dokonce o 1,8 °C vyšší (0,5 °C). Od ledna však teplota klesala, takže únor a březen byly teplotně velmi podprůměrné. Po zbytek vegetační doby byla teplota opět vyšší než je dlouhodobý průměr.

Srážky byly v roce 2005 ve srovnání s dlouhodobým průměrem nadprůměrné (514,2 mm).

4.5.3 Rok 2006 (vegetační období 2005–2006)

V roce 2006 se teplota v září a říjnu pohybovala lehce nad hranicí dlouhodobého průměru. V listopadu a prosinci už ale byla teplota nižší. Od prosince teplota prudce klesla až k průměrným $-6,7$ °C v lednu, přičemž dlouhodobý průměr teplot v lednu je $-1,3$ °C. Chladnější teploty vydržely až do dubna. Od dubna začala teplota v květnu, červnu vzrůstat až k maximu v červenci ($22,8$ °C) o 4 °C vyšší než je průměrná hodnota dlouhodobého průměru.

Srážky byly v tomto roce mnohem vyšší ($601,8$ mm) než je dlouhodobý průměr. V září a říjnu bylo nedostatek srážek. Od listopadu do června spadlo vždy více srážek než je dlouhodobý průměrný úhrn srážek. Konec vegetačního období v červenci byl velmi teplý a suchý, protože spadlo jen $8,1$ mm, když průměrný úhrn srážek je 73 mm.

4.5.4 Rok 2007 (vegetační období 2006–2007)

V roce 2007 trvaly nadprůměrné měsíční teploty nepřetržitě po celou vegetační dobu. V zimních měsících teplota neklesla pod 0 °C.

Celkově v roce 2007 spadlo méně srážek ($433,1$ mm) než je dlouhodobý úhrn srážek. Srážkově podprůměrný byl začátek vegetační doby od září do prosince a dále duben, květen a červenec, bohatší na srážky byly leden, březen a červen.

4.5.5 Rok 2008 (vegetační období 2007–2008)

V roce 2008 byla teplota z počátku chladnější než dlouhodobě průměrná teplota. Od prosince se teplota zvyšovala, takže podobně jako v roce 2007 byla v tomto roce teplá zima. Teploty vyšší než dlouhodobý průměr vydržely od ledna až ke konci vegetačního období.

Srážky byly v tomto roce nižší ($433,8$ mm) než je dlouhodobý průměrný úhrn srážek. Největší úhrn srážek byl zaznamenán v září ($127,9$ mm). Poté spadlo vždy méně srážek než je dlouhodobý průměr. Výjimkou je pouze březen, kdy spadlo o 14 mm větší množství srážek. V období před koncem vegetační doby byly srážky velmi podprůměrné.

4.6 Analýza dat

K analýze dat byla použita metoda korelačních koeficientů r . Závislosti mezi jakostními parametry a počasím jsme hodnotili v měsíčních intervalech. Koeficient korelace může teoreticky nabývat hodnot v intervalu $\langle -1; 1 \rangle$. Absolutní hodnota koeficientu korelace $|r|$ vyjadřuje míru závislosti parametrů. Pokud je $|r| = 0$, studované znaky nevykazují žádnou závislost. Čím více se $|r|$ blíží 1, tím větší závislost studované parametry vykazují. [33]

Z hodnot parametrů jakosti a údajů počasí (srážek a teplot) byl vytvořen soubor dat, který byl statisticky testován na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (statisticky průkazné) a $\alpha = 0,01$ (statisticky vysoce průkazné).

Všechny statistické analýzy dat byly zpracovány programem STATISTICA 7.1 (StatSoft, Inc.).

4.7 Laboratorní postupy

Pro všechny níže uvedené metody byly provedeny dvě stanovení. Pokud byl rozdíl obou výsledků menší než udává limit dané normy, byl výsledek zkoušky vyhodnocen jako aritmetický průměr obou výsledků.

4.7.1 Příprava vzorku

U stanovení objemové hmotnosti bylo použito celé zrno. U ostatních zkoušek předcházelo vlastnímu stanovení pomletí pšeničného zrna na mlýnku. Byly použity dva mlýnky. Mlýnek Brabender Sedimat (Brabender, Duisburg, Německo) na mouku pro stanovení sedimentačního indexu a laboratorní mlýnek 3100 (Perten Instruments AB, Švédsko) na mletí šrotu pro stanovení čísla poklesu, dusíkatých látek, lepku a gluten indexu.

Před vlastním stanovením se pro každý vzorek stanovila aktuální vlhkost.

4.7.2 Stanovení vlhkosti (obsah vody)

Postupuje se podle normy ČSN ISO 712. Rozemletý a navážený vzorek pšeničného zrna se suší v otevřených kovových miskách s víčkem při teplotě $130\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ po dobu $120\text{ min} \pm 5\text{ min}$.

Po skončení sušení a vychladnutí na laboratorní teplotu se vzorek zváží s přesností na 0,001 g. [34]

4.7.3 Stanovení objemové hmotnosti

Objemová hmotnost je nazývána též hektolitrová váha. [35] Měří se v kilogramech na hektolitr a vyjadřuje poměr hmotnosti obilovin, který zaujmají obiloviny po nasypání do odměrné nádoby za přesně stanovených podmínek. [36]

Zařízení je složeno z odměrné nádoby s prstencem, násypky, plniče, nože, běhounu a příruby. Objemová hmotnost se stanoví podle normy ČSN ISO 7971 – 2. [37]

4.7.4 Stanovení dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek byl stanoven metodou The Dumas Combustion Principle podle normy ICC STANDARD No. 167. Jedná se o měření hrubého proteinu (celkového obsahu dusíkatých látek analyzovaného vzorku) moderním přístrojem LECO FP – 528 (distributor LECO Instrumente Plzeň spol. s.r.o.).

Vzorek se nejprve spálí v kyslíkové atmosféře. Dojde k oxidaci dusíkatých látek, které jsou katalyticky redukovány na dusík. Plyn dusíku je jímán a měřen teplotně-vodivostním detektorem kalibrovaným na známé standardy dusíku. [38]

4.7.5 Stanovení sedimentačního indexu (Zelenyho test)

Hodnota sedimentačního indexu je důležitým kritériem kvality bílkovin a množství lepku. [5] Měří se objem sedimentu pšeničné mouky získaného ze suspenze této mouky a roztoku kyseliny mléčné. [8] Pro stanovení sedimentačního indexu se používá přístroj SEDITESTER II (BMF, Kroměříž). Postupuje se podle normy ČSN ISO 5529. [39]

4.7.6 Stanovení čísla poklesu (pádového čísla)

Metoda charakterizuje aktivitu alfa- amylázy, která svojí činností způsobuje snížení viskozity suspenze šrotu. [12] K měření podle normy ČSN ISO 3093 byl použit přístroj Falling.number 1700 (Perten Instrument, Huddinge, Švédsko). Ke stanovení jsou ještě třeba viskozimetrické zkumavky se zátkou a viskozimetrické míchadla. [40]

4.7.7 Stanovení gluten indexu

Metoda spočívá v přípravě mokrého lepek a následné stanovení gluten indexu podle Pertena. Mokrý lepek tvoří gliadiny a gluteniny. Jsou to frakce nerozpustné ve vodě a v roztoku NaCl, ale rozpouští se v etanolu. Mokrý lepek se získává vypíráním těsta. [12]

K měření byl používán přístroj Glutomatic 2200 a Centrifuge 2015 (Pertena Instrument, Huddinge, Švédsko). Je třeba, aby byl přístroj umístěn na pevné podložce. Vhodné je mít poblíž umyvadlo s tekoucí vodou k promývání síték. Postupujeme podle přiloženého návodu.

V závěru stanovení se nejprve zváží lepek, který prošel sítím, dále se přidá zbylý lepek a zváží se celková hmotnost lepek. Procentuální podíl, který zůstal na sítku je definován jako gluten index. [41]

4.8 Požadovaná kvalita pšenice podle norem ČSN

Pšenice potravinářská se podle užití rozděluje na pšenici pekárenskou a pšenici pečivářskou. Pro každou jsou stanovena rozdílná kritéria hodnocení [12], které musí odpovídat požadavkům stanoveným v ČSN 46 1100-2. [37]

Tab. 4. Jakostní hodnocení zrna potravinářské pšenice [42]

ukazatel jakosti	pšenice pekárenská	pšenice pečivářská
vlhkost	nejvýše 14 %	
objemová hmotnost	nejméně 76 kg. hl ⁻¹	
obsah dusíkatých látek (N x 5,7)	nejméně 11,5 %	nejvýše 11,5 %
sedimentační index (SEDI test)	nejméně 30 ml	nejvýše 25 ml
číslo poklesu	nejméně 220 s	
příměsi a nečistoty celkem	nejvýše 6,0 %	
1. zlomky zrn	nejvýše 3,0 %	
2. zrnové příměsi	nejvýše 5,0 %	
z toho tepelně poškozená zrna	nejvýše 0,5 %	
3. porostlá zrna	nejvýše 2,5 %	
4. nečistoty	nejvýše 0,5 %	
z toho tepelně poškozená zrna	nejvýše 0,05 %	

Pekárenská a pečivářská pšenice se od sebe liší především v hodnotách jakostních ukazatelů, a to obsahem dusíkatých látek a hodnotou sedimentačního indexu – Zelenyho testem.

Pšenice pekárenská, určená na výrobu kynutých těst, musí mít obsah NL nejméně 11,5 % hmotnostních a sedimentační index nejméně 30 ml. Obsah dusíkatých látek může do jisté

míry nahrazovat ukazatele jakosti mokrého lepku. Lepkové bílkoviny po navlhčení nabobtnají a vytvoří souvislou lepkavou mřížku, která je pružná a tažná. Těsto potom může zvětšovat svůj objem působením kvasných plynů a při pečení se vytvoří objemné pórovité pečivo. Je určena na výrobu kynutých těst. [43]

U pšenice pečivářské je obsah NL nejvýše 11,5 % hmotnostních a sedimentační index nejvýše 25 ml. Používá se k výrobě keksů, sušenek, oplatek apod. [43]

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem této práce bylo zjistit míru závislosti kvalitativních parametrů pšenice na podmínkách životního prostředí (počasí). V období pěti let byly měřeny každý den teplota a množství srážek. Naměřené data byly potom statisticky zpracovány a porovnány s výslednou kvalitou zrna v jednotlivých letech.

Výsledky z těchto let ukazují, že je možné u sledovaných parametrů nalézt závislosti na místních klimatických podmínkách.

5.1 Závislost parametrů jakosti pšenice na počasí

5.1.1 OBJEMOVÁ HMOTNOST

Z našich výsledků uvedených v tabulce (Tab.5) je objemová hmotnost negativně ovlivněna teplotou v lednu, únoru, březnu a ke konci vegetačního období v květnu a červnu na obou statisticky průkazných hladinách. Přičemž největší vliv měl průběh počasí (teploty) v měsíci květen (-0,65) a červen (-0,68) přibližně stejnou měrou. Menší, ale důležitý vliv byl zjištěn v lednu (-0,54), únoru (-0,51) a březnu (-0,42). Pozitivní nepatrný vliv teploty byl zaznamenán na začátku vegetačního období v září (0,25) a listopadu (0,32) avšak jen na statisticky průkazné hladině. Na vysoce průkazné hladině se neprojevil.

Tab. 5. Závislost parametrů kvality pšenice na teplotě vyjádřené metodou korelačních koeficientů

proměnná	9Tp	10Tp	11Tp	12Tp	1Tp	2Tp	3Tp	4Tp	5Tp	6Tp	7Tp
Obj. hm. [kg.h ⁻¹]	0,25*	-0,07	0,32*	-0,07	-0,54**	-0,51**	-0,42**	-0,17	-0,65**	-0,68**	-0,21
NL [%]	0,14	-0,11	-0,04	0,08	0,18	0,28*	0,15	0,68**	0,34**	0,51**	0,50**
SEDI [ml]	-0,17	-0,10	-0,19	-0,04	0,25	0,27*	0,17	0,12	0,25	0,32*	0,09
FN [s]	-0,33*	-0,11	-0,44**	-0,28*	0,15	0,15	-0,01	-0,08	0,24	0,33*	0,17
Lepek [%]	-0,12	-0,06	-0,27*	-0,02	0,33*	0,36**	0,22	0,36**	0,47**	0,59**	0,36**
GI	-0,02	0,24	-0,10	-0,02	-0,05	-0,13	-0,07	-0,24	0,07	0,00	0,04

Vysvětlivky: PC 0,01.....**

PC 0,05.....*

Množství srážek (Tab. 6) je s objemovou hmotností v pozitivní i negativní korelaci. Statisticky průkazně v listopadu, prosinci, únoru, dubnu a červnu pozitivně. Pouze v září nega-

tivně. Na statisticky vysoce průkazné hladině je kvalita zrna negativně ovlivněna v září (-0,44). Rozdílný pozitivní vliv srážek na kvalitu zrna na statisticky vysoce průkazné hladině byl zjištěn v listopadu (0,41), únoru (0,55) a červnu (0,49).

Tab. 6. Závislost kvalitativních parametrů pšenice na množství srážek metodou korelačních koeficientů

proměnná	9S	10S	11S	12S	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S
Obj. hm. [kg.h ⁻¹]	-0,44**	-0,05	0,41**	0,29*	0,08	0,55**	0,22	0,30*	-0,07	0,49**	-0,16
NL [%]	0,06	-0,25	-0,26*	0,28*	0,19	-0,06	0,44**	-0,02	0,13	0,04	-0,51**
SEDI [ml]	0,26*	0,14	-0,26*	-0,08	-0,12	-0,27*	-0,05	-0,11	-0,02	-0,24	0,00
FN [s]	0,37**	0,13	-0,13	-0,02	-0,19	-0,34**	-0,27*	0,09	0,17	-0,38**	0,02
Lepek [%]	0,30*	-0,06	-0,31*	0,02	0,01	-0,33**	0,05	-0,09	0,14	-0,27*	-0,18
GI	-0,02	0,04	0,18	-0,07	0,08	-0,03	-0,25	0,06	0,19	-0,08	0,17

Vysvětlivky: PC 0,01.....**

PC 0,05.....*

Souhrnně lze říci, že teplota má negativní vliv na objemovou hmotnost téměř během celého vegetačního období. Největší negativní vliv teploty byl zjištěn v období tvorby a zrání zrna (květen, červen). Naproti tomu srážky mají na rozdíl od teploty spíše pozitivní vliv.

Potvrzuje to názory Prugara a Hrašky, kteří dokazují, že čím více je srážek, tím se syntetizuje více zrn, proto vzrůstá objemová hmotnost. [20]

Podobné výzkumy prováděli Rharrabti a kol. (2003) ve Španělsku. Zjistili, že objemová hmotnost je ovlivněna pozitivně délkou plnění zrna a negativně ovlivněna maximálními teplotami během tohoto období. Proto podmínky, které zkracují období plnění zrna jako výsledek vysokých teplot mají tendenci zmenšovat objemovou hmotnost. Na druhou stranu v oblasti delší periody plnění zrna a s chladnějšími teplotami během této fáze se projeví ve zvýšení objemové hmotnosti. [44]

5.1.2 DUSÍKATÉ LÁTKY

Pozitivní korelace teploty a dusíkatých látek se projevila v únoru, dubnu, květnu, červnu a červenci na statisticky významné hladině. Největší pozitivní vliv se statisticky vysoce průkaznou hodnotou má průběh teplot v měsíci duben (0,68), o něco menší vliv byl prokázán

v měsících červen (0,51) a červenec (0,50). V květnu (0,34) byl vliv teploty značně menší v porovnání s dubnem, červnem nebo červencem, ale také statisticky vysoce průkazný.

Srážky mají statisticky průkazně jednak negativní vliv na obsah dusíkatých látek v listopadu a červenci a také statisticky průkazný pozitivní vliv v prosinci a březnu. Statisticky vysoce průkazné z hlediska srážek byly březen (0,44) s pozitivní korelací a červenec (-0,51) s negativní korelací.

Je patrné, že obsah dusíkatých látek je výrazně ovlivněn podmínkami životního prostředí, tedy jak teplotami, tak srážkami. Je zřejmá vysoká pozitivní korelace teploty ke konci vegetační doby, v období od sloupkování až k dozrání a sklizni. Naopak se projevil negativní vliv srážek v červenci, v období před sklizní zrna (-0,51).

Výsledky jsou v souladu se závěry dále uvedených autorů. Ve výzkumu Capouchové a kol. (2007) se průběh počasí s nízkými srážkami a vysokými teplotami v období plnění zrna pozitivně podepsal na obsahu dusíkatých látek v zrnu pšenice. Usuzují, že počasí s nadprůměrnými teplotami spojené s nižšími srážkami v období tvorby (plnění) zrna mají pozitivní vliv na vyšší obsah dusíkatých látek v zrně pšenice. [2] Také Prugar a Hraška (1986) konstatují, že vlhké počasí v období vegetace podporuje vývin a růst, a tím i vznik vysoké úrody. Vyvolává ale zpravidla snížení obsahu dusíkatých látek a zhoršuje ostatní znaky kvality. Poukazují na skutečnost, že zrno pšenice je při vysoké vlhkosti půdy proto chudé na dusíkaté látky, protože rostlina vytváří daleko větší počet zrn při stejné zásobě dusíku v půdě. Při zvýšené vlhkosti prostředí v čase dozrání zrna převládá tvorba sacharidů, zrno je větší a relativní obsah dusíku v něm klesá. [20] Usuzují, že vyšší teploty a nižší srážky v období tvorby a dozrání zrna mají vliv na zvýšení hodnot jakostních znaků, při abnormálně vysokých teplotách se pak celková kvalita zhoršuje.

Podmínky pěstování pšenice při vysokých teplotách během tvorby zrna se zabývali Uhlen (1998) [45] a Ciaffi (1995). [46] Tvrdí, že vzrůstající teplota během zrání zrna pozitivně ovlivňuje množství dusíkatých látek v zrně pšenice, avšak příliš vysoká teplota nad 35 °C během zrání má při konečném zpracování za důsledek nižší sílu těsta.

5.1.3 SEDIMENTAČNÍ HODNOTA

Vyhodnocením výsledků byla zjištěna statisticky průkazná pozitivní korelace teploty a hodnoty sedimentačního indexu v únoru (0,27) a červnu (0,32). Srážky mají statisticky

průkazný pozitivní vliv na sedimentační index v září (0,26) a negativní statisticky průkazný v listopadu (-0,26) a únoru (-0,27). Na statisticky vysoce průkazné hladině se závislost teploty ani srážek na velikost sedimentačního indexu nepotvrdila. Lze konstatovat, že sedimentační index je ovlivněn spíše genotypem, s nízkým podílem vlivu prostředí. Potvrzuje to závěry Muchové, Zimolky a Krejčířové. [22, 5, 47] Také výzkumy ve Španělsku (v oblasti Lleida, Granada a Jerez) vedené Rharrabti a kol. (2003) dokazují větší vliv genotypu než podmínek životního prostředí. [48]

5.1.4 ČÍSLO POKLESU

Výsledky ukazují, že existuje mezi teplotou a číslem poklesu negativní i pozitivní korelace. Negativní korelace je statisticky významná v období na počátku vegetace v září, listopadu a prosinci. Pozitivní korelace teploty byla prokázána v červnu statisticky průkazně. Na statisticky vysoce průkazné hladině se projevila pouze s negativní korelací v listopadu (-0,44).

Množství srážek má na výsledek čísla poklesu statisticky průkazný pozitivní vliv v září a statisticky průkazný negativní vliv v únoru, březnu a červnu. Statisticky vysoce průkazný je vliv v září (0,37) s pozitivním vlivem a v únoru (-0,34) a červnu (-0,38) s přibližně stejným negativním vlivem.

Většina autorů zkoumající tuto problematiku se shodují, že číslo poklesu je významně ovlivněno průběhem počasí zejména v době dozrávání a sklizně. Doplnují, že podmínkou pro dosažení vyhovujícího čísla poklesu je suché a teplé počasí v závěru vegetace.

Zkoumáním a hodnocením čísla poklesu se zabývala i Muchová (2005). Pokusy byly provedené na Slovensku. Z jejich závěrů uvádí, že největší vliv na hodnotu čísla poklesu mají teploty a srážky v červenci, kdy se rozhodujícím způsobem dotváří úrodotvorné prvky porostu a determinují se parametry potravinářské kvality v interakcích s mnohými dalšími faktory (odrůda, výživa, zdravotní stav, struktura porostu, polehnutí...). [25] Dále dodává, že při vydatných srážkách v sběrové zralosti, může dojít k porůstání a snížení čísla poklesu. Nevylučuje ovšem ani ovlivnění genotypem. Při relativně příznivých podmínkách v kritickém předstěrovém a sběrovém období může být právě odrůda tím faktorem, který rozhodne o výsledné kvalitě zrna. [22]

5.1.5 LEPEK

Kvalita a obsah lepku je dle výsledků podporována vyššími teplotami zejména v předsklizňovém období. Obsah lepku je statisticky průkazně negativně ovlivněn teplotou v listopadu. Pozitivní vliv teploty na obsah lepku byl prokázán od ledna až do července s výjimkou března také statisticky průkazně. Statisticky vysoce průkazně je kvalita ovlivněna pozitivně teplotou v únoru a dubnu (0,36), dále v květnu (0,47), červnu (0,59) a červenci (0,36).

Srážky mají na obsah lepku pozitivní i negativní vliv. Na statisticky významné hladině ovlivňuje teplota kvalitu lepku negativně nejvíce v listopadu, únoru a červnu a pozitivně v září. Statisticky vysoce průkazný vliv byl prokázán pouze v únoru (-0,33).

Naše výsledky jsou v souladu s jinými zdroji. Podle nich vlhké a chladné počasí zejména na konci vegetace kvalitu lepku zhoršuje. Zároveň však dodávají, že pozdním přihnojením při dostatku vláhy během vymetání se může obsah lepku v zrna ještě zvýšit. [22]

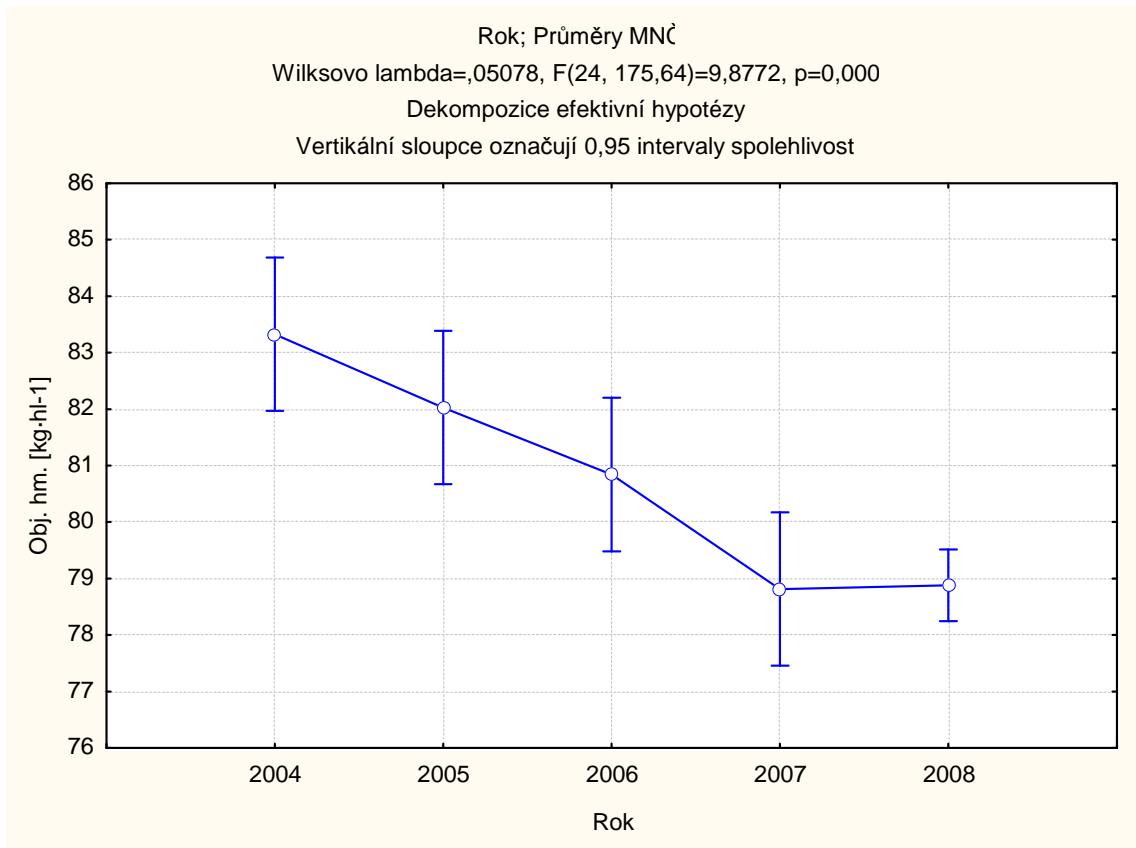
5.1.6 GLUTEN INDEX

Vzájemná korelace teploty a srážek s gluten indexem nebyla zjištěna ani statisticky průkazně. Korelace byla ve všech měsících velmi nízká. Často se přiblížila nule, tedy nulové závislosti gluten indexu na počasí.

5.2 Hodnocení jakostních parametrů v jednotlivých letech

5.2.1 Objemová hmotnost

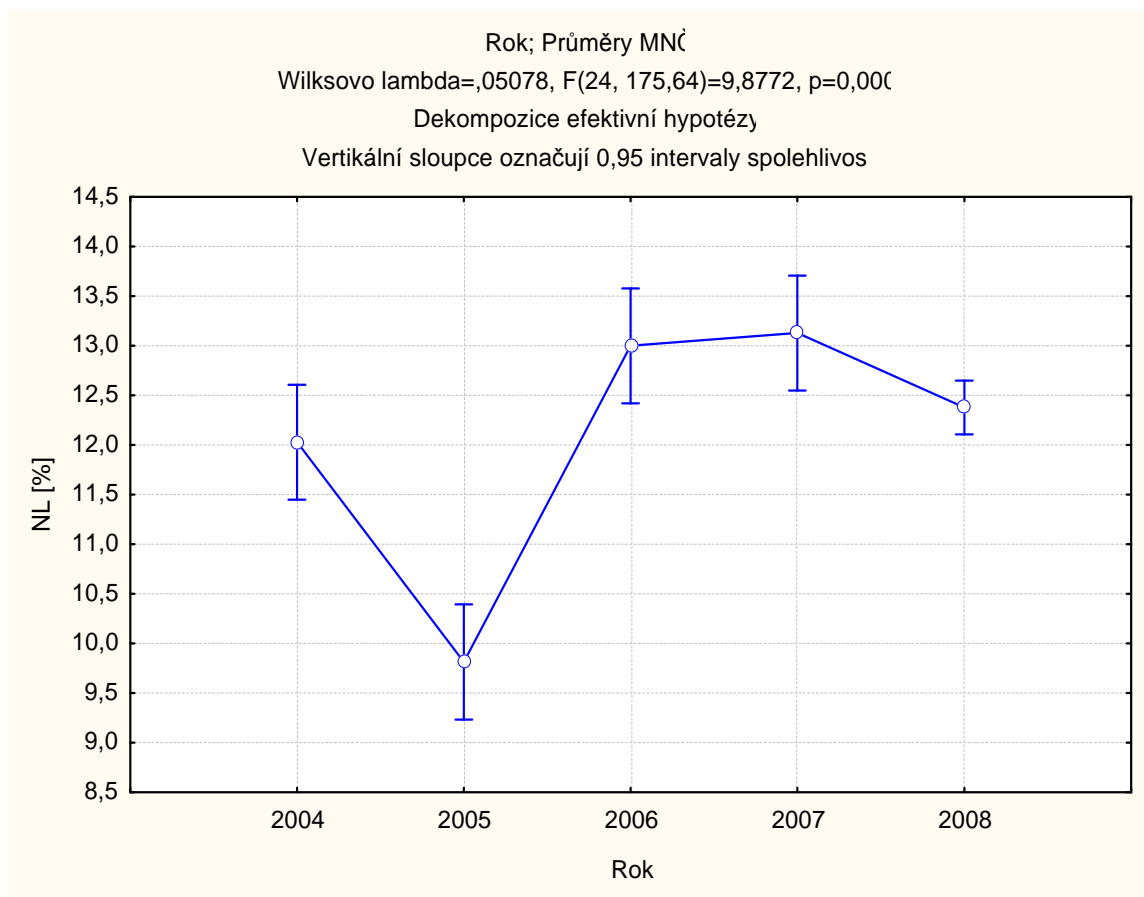
Jak znázorňuje Obr. 12 byla objemová hmotnost nejlepší v roce 2004 (vegetační období 2003–2004), které se vyznačovalo mírně nižšími teplotami v závěru vegetace s dostatkem srážek v červnu, kdy se tvoří zrno. Dobré výsledky objemové hmotnosti byly získány i v roce 2005. V tomto roce byla teplota vyšší než je dlouhodobý průměr po celou dobu vegetace kromě února a března. Srážky v roce 2005 byly nadprůměrné.



Obr. 12. Objemová hmotnost v letech 2004 – 2008

5.2.2 Dusíkaté látky

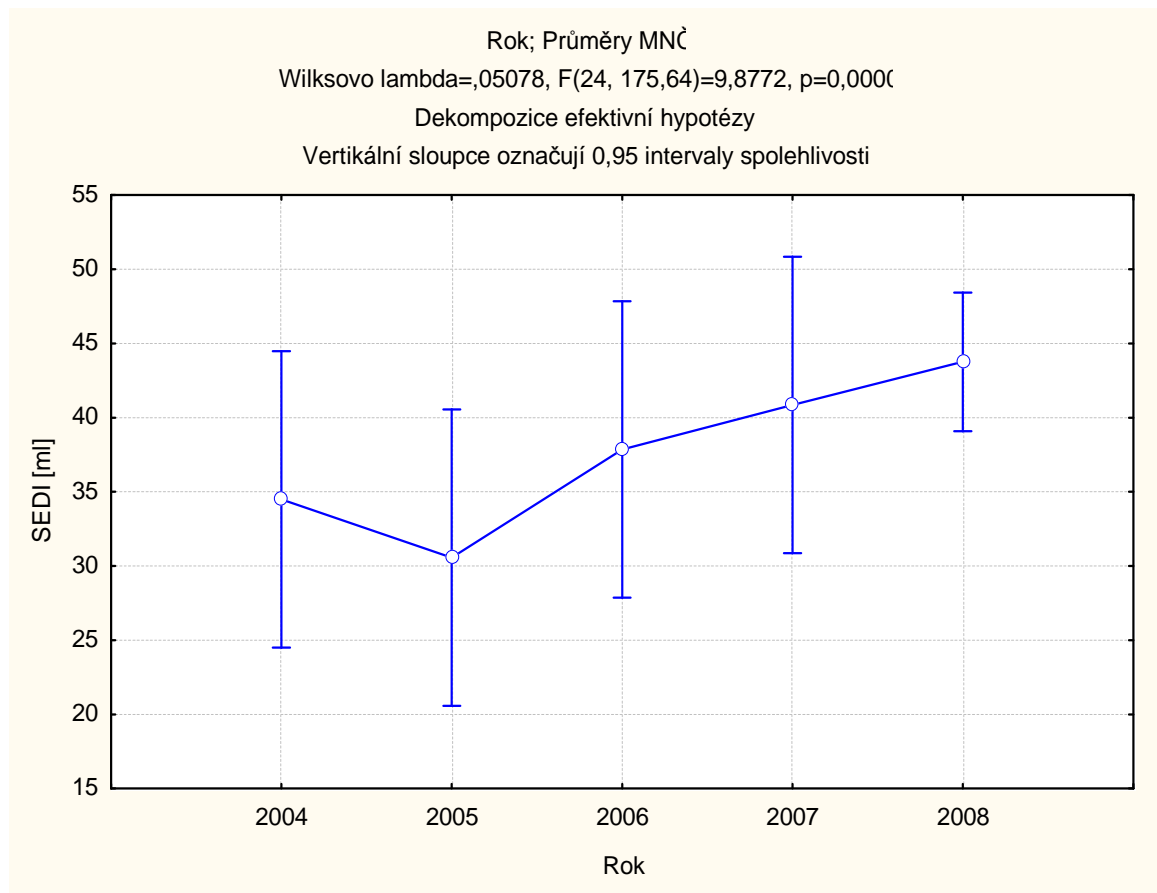
Hodnoty dusíkatých látek (Obr. 13) byly nejvyšší v letech 2007, 2006 a 2008. Rok 2007, ve kterém bylo dosaženo nejlepších výsledků dusíkatých látek, se vyznačoval vysokými teplotami v průběhu celého vegetačního období. Srážky byly v tomto roce podprůměrné. V roce 2006 a 2008 byla teplota také vyšší než je dlouhodobý průměr, ale spíše až na závěr vegetačního období. Srážky byly vyšší v roce 2006 než v roce 2008 a 2007.



Obr. 13. Dusíkaté látky v roce 2004 – 2008

5.2.3 Sedimentační index

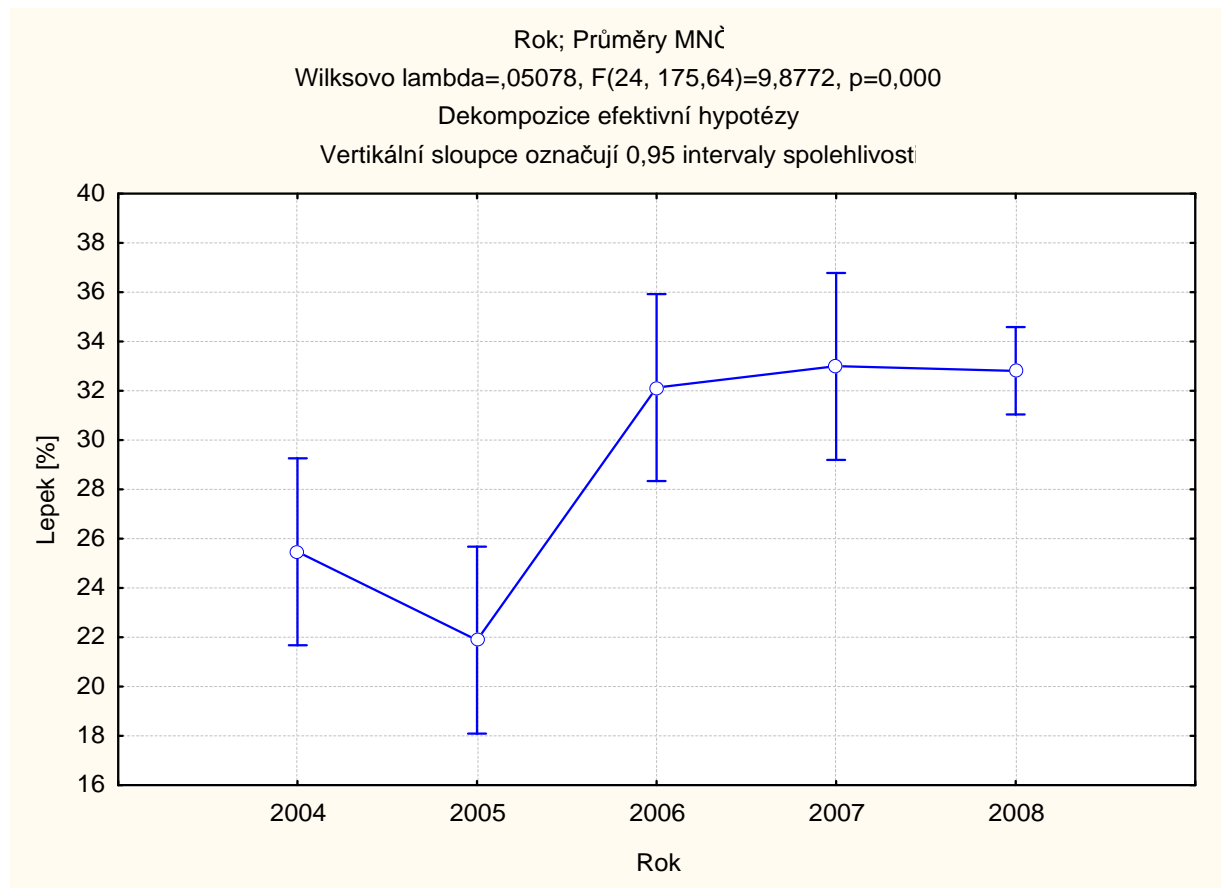
Z průměrných hodnot sedimentačního indexu (Obr. 14), by se zdálo, že lepší podmínky pro dobrou hodnotu sedimentačního indexu mají teplejší roky 2006, 2007 a 2008. Ve všech zkoumaných letech jsou však zjištěny velké rozptyly v hodnotách různých odrůd.



Obr. 14. Sedimentační index v letech 2004 – 2008

5.2.4 Lepek

Protože je mezi obsahem mokrého lepku (Obr. 15) a obsahu dusíkatých látek (Obr. 13) velmi úzký vztah [49], byly nejlepší pro vysokou hodnotu obsahu lepku stejně jako u dusíkatých látek roky 2007, 2008 a 2006.



Obr. 15. Lepek v letech 2004 – 2008

ZÁVĚR

Dosažené výsledky potvrdily, že počasí (teplota, srážky) ovlivňuje jakostní parametry potravinářské pšenice různou měrou po celé období vegetace. Největší závislost na počasí byla prokázána u objemové hmotnosti, dusíkatých látek a lepku zejména v před sklizňovém období. Menší vliv nebo téměř žádný vliv byl prokázán u parametrů sedimentačního indexu, čísla poklesu a gluten indexu.

Hodnoty objemové hmotnosti vykazují velmi dobré výsledky v ročnících s chladnějším počasím a dostatkem srážek. Teplota negativně ovlivňuje objemovou hmotnost téměř během celého vegetačního období. Srážky zase působí pozitivně v období před sklizní. Takové podmínky byly v roce 2005 (vegetační období 2004–2005). Kdy byly získány velmi dobré výsledky objemové hmotnosti, ale nejhorší výsledky dusíkatých látek. V roce 2005 hodnoty dusíkatých látek na statisticky významné hladině neodpovídaly ani požadavkům normy ČSN (nejméně 11,5 %). Nejlepší podmínky pro dostatek dusíkatých látek byly v letech 2006, 2007 a 2008, které jsou charakterizovány velmi teplým počasím, obzvláště ke konci vegetační doby.

Míra vlivu počasí na velikost sedimentačního indexu se na statisticky vysoce průkazné hladině nepotvrdila, proto lze říci, že počasí na něj nemá výrazný vliv. Předpokládá se, že je zde větší vliv genotypu.

Hodnoty čísla poklesu vykazují v jednotlivých letech kolísání, ale přesto lze říci, že nejlepší pro číslo poklesu měly roky 2006 a 2008, kdy v období června a července (období před sběrové a sběrové zralosti) byly vyšší teploty a málo srážek.

Mezi obsahem mokrého lepku a obsahem dusíkatých látek je velmi úzký vztah, proto na vysoký obsah lepku má stejně jako u dusíkatých látek nejlepší vliv počasí s vyššími teplotami v závěru vegetace.

Podle výsledků nemá počasí na hodnotu gluten indexu charakterizující kvalitu lepku statisticky významný vliv.

Pro dosažení dobré výsledné kvality zrna potravinářské pšenice by ideální průběh počasí měl mít vyšší teploty a dostatek srážek, zejména v závěrečné fázi vegetační doby.

Výzkum této práce probíhal po dobu pěti vegetačních období 2004–2008. Zkoumání je proto pouze krátkodobé. Aby bylo možné výsledky této práce potvrdit, je třeba v tomto

výzkumu i nadále pokračovat, protože jen z údajů delší časové řady lze poznat závislosti, jež se v krátkodobém zkoumaném období nemusí projevit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HAJŠLOVÁ, Jana a kol. *Porovnání produktů ekologického a konvenčního zemědělství. Odborná studie VŠCHT*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006. 24 s. ISBN 80-7271-181-4.
- [2] *Možnosti zlepšení pekařské kvality ozimé pšenice v ekologickém zemědělství* [online]. [cit.2007-21-01]. Dostupný z WWW: <http://organicfarming.agrobiology.eu/organicfarming/proceedings_pdf/24_bicanova_s70-72.pdf>.
- [3] *Osivo a výše výnosu u ozimé pšenice* [online]. [cit.2008-7-11]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/Osivo-a-vyse-vynosu-u-ozime-psenice_s232x31163.html>.
- [4] *Soupis ploch osevů k 31.5.2007* [online]. [cit.2007-07-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.czso.cz/csu/2007edicniplan.nsf/p/2104-07>> .
- [5] ZIMOLKA, Josef a kol. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005. 184 s. ISBN 80-86726-09-6.
- [6] *Aktuální otázky pěstování ozimé pšenice v České republice* [online]. [cit. 1996-12-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.agris.cz/etc/textforwarder.php?Type=2&ild=140453&PHPSESSID=71->>>.
- [7] SOBOTKA, Miloslav. *Atlas obilnin československých povolených a rajonizovaných odrůd*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1958. 279s.
- [8] *Morfologie obilnin*. [online]. [cit.2008-11-01]. Dostupný z WWW: <http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/contents/morf_obil.html>.
- [9] FOLTÝN, Jiří a kol. *Pšenice*. 1.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970. 441s. 07-027-70.
- [10] ROVENSKÁ, Blanka. *Anatomický atlas pšenice*. 1.vyd. Praha: Academia, Nakladatelství československé akademie věd, 1968. 160 s. 508-21-875.

- [11] *Význam dusíku pro pšenici*. [online]. [cit.2008-30-07]. Dostupné z WWW: http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty/pdf/biogenni_prvky/dusik_psenice.pdf.
- [12] *Rozdělení obilovin*. [online]. [cit.2008-11-09]. Dostupné z WWW: http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=81&idkapitola=15
- [13] *Příjem živin rostlinami*. [online]. [cit.2009-14-04]. Dostupné z WWW: http://www.sos-veseli.cz/download/vyziva_rostlin.doc.
- [14] *Nároky pšenice na výživu*. [online]. [cit.2009-14-04]. Dostupné z WWW: http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty_2/html/obilniny/psenice_ozima.htm.
- [15] *Deficit živin řeší vhodná listová výživa*. [online]. [cit.2009-13-03]. Dostupné z WWW: http://www.agrofert.cz/cms/files/1122/agfnews_03_2009.pdf.
- [16] *Význam dusíku pro pšenici*. [online]. [cit.2004-21-01]. Dostupné z WWW: http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty/pdf/biogenni_prvky/dusik_psenice.pdf.
- [17] *Obilniny: Technologie pěstování*. [online]. [cit.2003-20-03]. Dostupné z WWW: <http://fytotechnika.chytrak.cz/fyto/Obilniny%20technologie.pdf>.
- [18] *Čtvrtině půd chybí přijatelný fosfor*. [online]. [cit.2008-15-12]. Dostupné z WWW: http://www.agroweb.cz/roslinna-vyroba/Cvrtine-pud-chybi-prijatelny-fosfor_s44x32358.html
- [19] *Význam draslíku pro pšenici*. [online]. [cit.2004-21-01]. Dostupné z WWW: http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty/pdf/biogenni_prvky/draslik_psenice.pdf
- [20] PRUGAR, Jaroslav, HRAŠKA, Štefan. *Kvalita pšenice*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, n.p., 1968. 224 s. 67-133-86.
- [21] *Podmínky klimatické a půdní* [online]. [cit.2003-12-11]. Dostupné z WWW: <http://www.ekodom.cz/praxe/teorie.doc>
- [22] MUCHOVÁ, Zdenka. *Kvalita potravinářské pšenice v roce 2006. Naše pole*. 2007. roč. 10, č. 2, s. 22-23.

- [23] *Porovnání kvalitativních parametrů z konvenčního a ekologického zemědělství.* [online]. [cit.2007-08-05]. Dostupné z WWW: <http://geography.upol.cz/soubory/studium/bp/2007-geo/2007_Klodnerova.pdf>.
- [24] ONDŘEJČÁK, František, MUCHOVÁ, Darina. Podmienky pre dosahovanie kvality potravinárskej pšenice v zemiakarskej oblasti. *Naše pole*. 2005, roč.9., č.12, s.18-20.
- [25] MUCHOVÁ, Zdenka. *Faktory ovlivňující technologickou kvalitu pšenice a její potravinářské využití*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitře, 2005. 249 s. ISBN 80- 7137- 923- 9.
- [26] BUREŠOVÁ, Iva, PALÍK, Slavoj. Počasí jako faktor pekárenské kvality pšeničného zrna. *Obilnářské listy*. 2009, roč.17, č.1, s. 11-14.
- [27] HRABĚ, Jan, ROP, Otakar, HOZA, Ignác. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 178s. ISBN 80-7318-372-2.
- [28] HORÁKOVÁ, Vladimíra a kol. *Odrůdy 2008*. 1. vyd. Brno:Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2008. 214 s. ISBN 978-80-7401-004-0.
- [29] *Novinky odrůd ozimé pšenice*. [online]. [cit.2009-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.vpagro.cz>>.
- [30] *Ječmenům se na poli letos dařilo*. [online]. [cit.2008-30-07]. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/roslinna-vyroba/Jecmenum-se-na-poli-letos-darilo_s44x31314.html>.
- [31] Zlínský kraj. [online]. [cit.2009-03-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.zlinskykraj.net/obce.php?id=kromeriz>>.
- [32] data z meteorologické stanice v ZVÚ v Kroměříži
- [33] BUREŠOVÁ, Iva, PALÍK, Slavoj. Počasí a jakost potravinářské pšenice. *Úroda*. 2004, roč. 52, č.3, s. 14.
- [34] ČSN ISO 712
- [35] Řešení problémů s hektolitrovou vahou. *Agrospoj*. 2008. roč. 19., č. 44, s. 27.

- [36] BUREŠOVÁ, Iva, PALÍK Slavoj. Kvalita obilovin. *AGRO*.2005, roč.10,č.6, s.60-61.
- [37] ČSN ISO 7971-2
- [38] International association for cereal science and technology ICC Standard No. 167
- [39] ČSN ISO 5529
- [40] ČSN ISO 3093
- [41] Glutomatic 2000 a Centrifuge 2015. Návod k obsluze.
- [42] ČSN 46 1100-2
- [43] *Definice jakostních parametrů zemědělských komodit.* [online]. [cit.2006-16-08]. Dostupné z WWW: http://www.agrofert.cz/cms/files/1122/afnews_18_2006.pdf.
- [44] RHARRABTI, Y. et al. Durum wheat quality in Mediterranean environments. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. *Field Crops Research*. 2003, roč.80, č.2, s. 135 – 140.
- [45] UHLEN, Anne Kjersti et al. Effects of cultivar and temperature during grain filling on wheat protein content, composition, and dough mixing properties. *Cereal Chemistry*.1998. roč. 75. č. 4, s. 460–465.
- [46] CIAFFI, M. et al. Effect of heat shock during grain filling on the gluten protein composition of bread wheat. *Journal of Cereal Science*. 1996. roč. 24. č.2. s. 91-100.
- [47] *Vliv skladby bílkovin na technologickou kvalitu pšenice s ohledem na různé směry využití.* [online]. [cit.2009-03-04]. Dostupné z WWW: www.af.czu.cz/cs/?r=2158&dep=29&part=7&pub=1135149424&wp=katedry publikace..info - 14k.
- [48] RHARRABTI, Y. et al. Durum wheat quality in Mediterranean environments. Stability and comparative methods in analysing G x E interaction. *Field Crops Research*. 2003, roč. 80,č.2, s. 141 – 146.
- [49] FAMĚRA, Oldřich. Vliv stanoviště odrůdy na kvalitativní ukazatele zrna pšenice. *Konference k problematice dusíkatých látek v rostlinných produktech.*

Sborník příspěvků konference, 28. a 29.11.2001. Brno: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. s. 20-23.

- [50] *Fenologická stupnice vybraných polních plodin* [online]. [cit.2007-23-04]. Dostupné z WWW: old.mendelu.cz/~opr/kestazeni/kren/stupnice.doc.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BVO	Bramborářská výrobní oblast
FAO	Food and Agricultural Organization
FN	Číslo poklesu
GI	Gluten index
KVO	Kukuřičná výrobní oblast
NL	Dusíkaté látky
OVO	Obilnářská výrobní oblast
ŘVO	Řepařská výrobní oblast
SEDI	Sedimentační index

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Kořeny a podzemní orgány</i>	11
<i>Obr. 2. Součásti listu</i>	12
<i>Obr. 3. Ouško listu</i>	12
<i>Obr. 4. Zakládající se klásky na vřetenu klasu</i>	13
<i>Obr. 5. Stavba pšeničné obilky</i>	14
<i>Obr. 6. Mezinárodní stupnice s desetinným kódem – DC</i>	16
<i>Obr. 7. Vzrostlý vrchol ozimé pšenice v VI.a etapě organogeneze vzrostného vrcholu</i>	18
<i>Obr. 8. Dynamika odběrů živin ozimou pšenicí a nárůst sušiny</i>	20
<i>Obr. 9. Dynamika odběru Ca, S a Mg ozimou pšenicí a nárůst sušiny jedné rostliny</i>	21
<i>Obr. 10. Nevyrovnané hnojení dusíkem</i>	22
<i>Obr. 11. Vzájemná závislost teploty a množství srážek</i>	36
<i>Obr. 12. Objemová hmotnost v letech 2004 – 2008.....</i>	48
<i>Obr. 13. Dusíkaté látky v roce 2004 – 2008</i>	49
<i>Obr. 14. Sedimentační index v letech 2004 – 2008.....</i>	50
<i>Obr. 15. Lepek v letech 2004 – 2008</i>	51
<i>Obr. 16. Průběh teploty v roce 2004 ve srovnání s dlouhodobým průměrem</i>	73
<i>Obr. 17. Průběh teplot v roce 2005 a v roce 2006 ve srovnání s dlouhodobým průměrem.....</i>	73
<i>Obr. 18. Průběh teploty v roce 2007 a 2008 ve srovnání s dlouhodobým průměrem</i>	74
<i>Obr. 19. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množstvím srážek v roce 2004</i>	75
<i>Obr. 20. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množstvím srážek v roce 2005</i>	75
<i>Obr. 21. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množstvím srážek v roce 2006</i>	76
<i>Obr. 22. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množstvím srážek v roce 2007</i>	76
<i>Obr. 23. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množstvím srážek v roce 2008</i>	77

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Průměrné složení zrna pšenice</i>	24
<i>Tab. 2. Odrůdy použité pro výzkum</i>	35
<i>Tab. 3. Wilksův test</i>	37
<i>Tab. 4. Jakostní hodnocení zrna potravinářské pšenice</i>	41
<i>Tab.5. Závislost parametrů kvality pšenice na teplotě vyjádřené metodou korelačních koeficientů</i>	43
<i>Tab.6. Závislost kvalitativních parametrů pšenice na množství srážek metodou korelačních koeficientů.....</i>	44

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Dekadická fenologická stupnice obilovin podle Zadokse

Příloha P II: Použité odrůdy

Příloha P III: Průběh teplot v jednotlivých letech

Příloha P IV: Množství srážek v jednotlivých letech

PŘÍLOHA P I: DEKADICKÁ FENOLOGICKÁ STUPNICE

OBILOVIN (PODLE ZADOKSE) [50]

0 - Klíčení

- 00 - Suchá obilka
- 01 - Začátek bobtnání
- 03 - Nabobtnalá obilka
- 05 - Viditelný primární kořen
- 07 - Objevení koleoptile
- 09 - List právě u vršku koleoptile

1 - Vzcházení

- 10 - 1. list vyrostlý u koleoptile
- 11 - 1. list vyvinutý
- 12 - 2. list vyvinutý
- 13 - 3. list vyvinutý
- 14 - 4. list vyvinutý
- 15 - 5. list vyvinutý
- 16 - 6. list vyvinutý
- 17 - 7. list vyvinutý
- 18 - 8. list vyvinutý
- 19 - 9 nebo více listů vyvinutých

2 - Odnožování

- 20 - Pouze hlavní stéblo
- 21 - Hlavní stéblo + 1 odnož
- 22 - Hlavní stéblo + 2 odnože
- 23 - Hlavní stéblo + 3 odnože
- 24 - Hlavní stéblo + 4 odnože
- 25 - Hlavní stéblo + 5 odnoží
- 26 - Hlavní stéblo + 6 odnoží
- 27 - Hlavní stéblo + 7 odnoží
- 28 - Hlavní stéblo + 8 odnoží
- 29 - Hlavní stéblo, 9 odnoží a více

3 - Sloupkování

- 30 - Vzpřímení nepravého stébla
- 31 - 1. kolénko hmatatelné
- 32 - 2. kolénko hmatatelné
- 33 - 3. kolénko hmatatelné
- 34 - 4. kolénko hmatatelné
- 35 - 5. kolénko hmatatelné
- 36 - 6. kolénko hmatatelné
- 37 - Objevení posledního listu
- 39 - Objevení jazýčku posledního listu

4 - Naduření listové pochvy

- 41 - Objevení se pochvy posledního listu
- 43 - Začátek naduřování pochvy posledního listu
- 45 - Naduřelá pochva posledního listu
- 47 - Rozevřená pochva posledního listu
- 49 - Objevení osin

5 - Metání

- 51 - První klásky klasu viditelné
- 53 - 1/4 klasu vymetána
- 55 - 1/2 klasu vymetána
- 57 - 3/4 klasu vymetány
- 59 - Celý klas vymetán

6 - Kvetení

- 61 - Začátek kvetení - viditelné první prašníky
- 65 - Plné kvetení - 50 % prašníků zralých
- 69 - Konec kvetení - všechny klásky zcela odkvetlé

7 - Tvorba zrn

- 71 - Obsah obilek je vodnatý - první zrna, poloviční velikost
- 73 - Raně mléčná zralost
- 75 - Středně mléčná zralost - zrna zelená, v konečné velikosti
- 77 - Pozdně mléčná zralost

8 - Zrání

- 83 - Raně vosková zralost
- 85 - Vosková zralost
- 87 - Žlutá zralost - deformace tlakem nehtu nevratná
- 89 - Plná zralost - zrna tvrdá, obtížně rozlomitelná

9 - Odumírání

- 92 - Mrtvá zralost - zrna velmi tvrdá
- 93 - Zrna se uvolňují
- 94 - Přezrálost, rostlina je zaschlá
- 95 - Dormance obilek
- 96 - Životaschopné obilky mají 50 % klíčivost
- 97 - Ztráta dormance obilek, rostlina plně odumřelá, stéblo se láme
- 98 - Vznik 2. období dormance obilek
- 99 - Ztráta 2. dormance obilek - sklizené zrno

PŘÍLOHA P II: POUŽITÉ ODRŮDY

AKTEUR – pozdní odrůda elitní (E) jakosti se středně vysokým výnosem doporučená pro pěstování ve všech oblastech, v KVO doporučujeme ošetřovat jen v případě silného infekčního tlaku chorob. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké až velké. Ve sklizňovém roce 2007 byla na některých lokalitách, na rozdíl od předchozích ročníků, silně napadena padlím travním na listu. Předností je odolnost proti napadení padlím travním v klasu a braničnatkou chlebovou v klasu.

Pěstitelská rizika – náchylnost k napadení plísní sněžnou.

LUDWIG – středně raná odrůda elitní (E) jakosti doporučená pro pěstování ve všech oblastech. Středně vysoký až vysoký výnos má v ŘVO oblasti Moravy a OVO, středně vysoký výnos má v KVO, ŘVO oblasti Čech a BVO. Rostliny jsou velmi vysoké, méně odnožující, zrno je velké. Předností je odolnost proti napadení braničnatkou plevovou v klasu.

Pěstitelská rizika – výrazná nemá.

ALIBABA – pozdní odrůda A jakosti, doporučovaná pro pěstování ve všech oblastech. Vysoké výnosy má v obilnářské a bramborářské výrobní oblasti (OVO, BVO), středně vysoké v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti (KVO, ŘVO). Rostliny středně vysoké, středně až méně odnožující, zrno velké.

Pěstitelská rizika: menší odolnost proti padlím travním na listu a vyzimování, menší odolnost proti porůstání zrna a náchylnost k napadení fuzariózami klasů.

BAKFIS – pekařská kvalitní (A) poloraná odrůda. Výnos zrna v KVO středně vysoký až vysoký, v ostatních VO středně vysoký. Rostliny jsou nízké, středně odolné proti polehání. Zrno středně velké.

Pěstitelská rizika – středně až méně odolná proti listovými skvrnitostmi, plísní sněžnou a proti vyzimování. [28]

BALETKA – raná potravinářská odrůda kvalitní (A) jakosti. Odrůda dosahuje vysokých výnosů ve všech výrobních oblastech. Nejvyšší výnosy má v KVO. [30] Rostlina je nízká s velmi dobrou odnožovací schopností se středně velkým zrnem. Je mrazuvzdorná.

Pěstitelská rizika – menší odolnost padlí a listovým skvrnitostem. [29]

BANQUET – poloraná odrůda kvalitní A jakosti, doporučena pro pěstování v KVO s ošetřením, kde má středně vysoký až vysoký výnos. Rostliny nízké, středně odnožující, zrno středně velké až velké. Předností je střední odolnost proti vyzimování.

Pěstitelská rizika: náchylnost k napadení padlím travním na listu, rzí pšenice a rzí plevovou, menší odolnost proti napadení listovými skvrnitostmi, střední až menší odolnost proti napadení padlím travním v klasu, menší odolnost proti porůstání.

BARRYTON – polopozdní až pozdní odrůda kvalitní (A) jakosti předběžně doporučená pro pěstování ve všech oblastech. V KVO, OVO, BVO a ŘVO oblasti Moravy má vysoký výnos. V ŘVO Čech má středně vysoký výnos. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je velké.

Pěstitelská rizika – náchylnost k napadení plísní sněžnou a vyzimování a menší odolnost proti polehání.

BATIS – pozdní odrůda s kvalitní A jakostí, doporučena pro pěstování v ŘVO v Čechách, BVO a OVO, kde dosahuje středně vysokých až vysokých výnosů. Rostliny vysoké, středně odnožující, zrno velké. Střední odolnost proti napadení plísní sněžnou.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti polehání, vyzimování, napadení padlím travním na listu.

BOHEMIA – poloraná odrůda s kvalitní (A) pekařskou jakostí. Výnos zrna v KO a BVO středně vysoký, v ŘVO středně vysoký až vysoký a v OVO vysoký. Rostliny vysoké až velmi vysoké, středně odolné proti polehání. Zrno velké.

Pěstitelská rizika – středně až méně odolná proti napadení plísní sněžnou, méně odolná proti napadení fuzariózami klasů pšenice.

CUBUS – polopozdní odrůda kvalitní A jakosti s vysokým výnosem doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Dobře reaguje na zvýšenou intenzitu pěstování, vyžaduje pozdní kvalitativní dusíkaté hnojení, vzhledem k vysokým výnosům má tendenci snižovat obsah dusíkatých látek. Rostliny nízké, středně odnožující, zrno středně velké až velké. Předností je střední odolnost proti napadení plísní sněžnou a odolnost proti napadení braničnatkou plevovou v klasu.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti napadení komplexem chorob stébel a střední až menší odolnost proti napadení rzí pšeničnou.

DARWIN – pozdní odrůda kvalitní (A) jakosti s vysokým výnosem doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, středně až méně odnožující, zrno je velké.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti vyzimování a napadení padlím travním na listu a náchylnost k napadení fuzariózami klasů.

EUROFIT – středně raná odrůda kvalitní (A) jakosti doporučena pro pěstování ve všech oblastech. V ŘVO Moravy, OVO a v ošetřené variantě v ŘVO Čech a BVO má vysoký výnos. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je střední odolnost proti napadení plísní sněžnou.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti polehání, napadení padlím travním na listu a komplexem chorob pat stébel.

HELMUT – pozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Výnos zrna v KVO vysoký, v OVO středně vysoký až vysoký a v ŘVO a BVO středně vysoký. Rostliny jsou vysoké, středně odolné proti polehání. Zrno velké.

Pěstitelská rizika – méně odolná proti napadení rzí travní, méně odolné a náchylná k napadení fuzariózami klasů pšenice, náchylná k vyzimování.

ILIAS – pozdní odrůda kvalitní (A) jakosti doporučena pro pěstování v KVO a ŘVO, kde má středně vysoký výnos. V BVO a OVO má výnos zrna nižší. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti napadení baraničnatkou plevovou v klasu a odolnost proti polehání.

Pěstitelská rizika – výrazná nemá.

KERUBINO – polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti s vysokým výnosem předběžně doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, velmi dobře odnožující, zrno je středně velké. Předností je napadení padlím travním v klasu.

Pěstitelská rizika – Odrůda je středně až méně odolná proti vyzimování.

MANAGER – pekařská polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Výnos zrna v zemědělských výrobních oblastech KVO, ŘVO, OVO a BVO středně vysoký až vysoký. Středně odolná proti napadením padlím travním v klasu, méně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, středně odolná proti napadení braničnatkou plevovou v klasu, středně odolná proti napadení rzí pšeničnou.

Pěstitelská rizika – středně až méně odolná proti napadení plísní sněžnou, méně odolná až náchylná proti napadení fuzariózami klasů pšenice, méně odolná proti vyzimování.

MULAN – polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti s vysokým výnosem předběžně doporučená pro pěstování ve všech VO. Vyžaduje pozdní kvalitní dusíkaté hnojení, vzhledem k vysokým výnosům má tendenci snižovat obsah dusíkatých látek. Rostliny jsou středně vysoké, velmi dobře odnožující, zrno je středně velké.

Pěstitelská rizika – nízká hodnota čísla poklesu.

SULTAN – středně raná odrůda kvalitní (A) pekařské jakosti. Výnos zrna je v KVO, ŘVO a BVO středně vysoký, v OVO středně vysoký až vysoký. Rostliny jsou středně vysoké, středně odolné proti polehání. Zrno středně velké.

Pěstitelská rizika – méně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, plísní sněžnou, rzí travní, fuzariózami klasů pšenice a vyzimováním.

BUTEO – polopozdní odrůda chlebové (B) jakosti s vysokým výnosem doporučená pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti polehání a vyzimování, nízký obsah dusíkatých látek.

GLOBUS – pozdní odrůda chlebové jakosti (B) doporučená v ŘVO, OVO a BVO, kde má vysoký výnos zrna. Má středně vysokou až nízkou objemovou hmotnost. Rostliny jsou nízké, středně až méně odnožující, zrno je středně velké. Předností odrůdy je odolnost polehání a dobrý zdravotní stav – odolnost proti napadení braničnatkou plevelovou v klasu, střední odolnost proti napadení rzí pšeničnou, padlím travním na listu a plísní sněžnou.

Pěstitelská rizika – náchylnost k vyzimování.

HEDVIKA – pozdní odrůda chlebové (B) jakosti s vysokým výnosem, doporučená pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti napadení braničnatkou plevovou v klasu.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti polehání, nízký obsah dusíkatých látek.

MEGAS – polopozdní až pozdní odrůda chlebové jakosti (B). Výnos zrna je v KVO velmi vysoký, v ŘVO středně vysoký až vysoký, v OVO vysoký a v BVO středně vysoký. Rostliny jsou středně vysoké, středně odolné až odolné proti polehání. Zrno středně velké.

Pěstitelská rizika – náchylná k napadení rzí travní, méně odolná proti napadení fuzariózami klasů pšenice, středně až méně odolná proti vyzimování.

MERITTO – středně raná odrůda chlebové jakosti (B) doporučená pro pěstování v KVO a ŘVO, kde má vysoký výnos. V OVO a BVO je rizikem náchylnost k napadení plísní sněžnou. Rostliny jsou vysoké středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je mrazuvzdornost.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti polehání, napadení padlím travním na listu a rzí pšeničnou, náchylnost k napadení plísní sněžnou, nízký obsah dusíkatých látek.

ORLANDO – pozdní odrůda chlebové (B) pekařské jakosti. Výnos zrna v KVO středně vysoký až vysoký, v ŘVO a OVO velmi vysoký a v BVO vysoký. Rostliny jsou středně vysoké, středně odolné proti polehání. Zrno středně velké.

Pěstitelská rizika – středně až méně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, méně odolná až náchylná k napadení fuzariózami klasů pšenice, náchylná k vyzimování.

PITBULL – pekařská poloraná odrůda chlebové (B) jakosti. Výnos zrna v KVO velmi vysoký, ŘVO středně vysoký až vysoký, v OVO vysoký a v BVO středně vysoký. Rostliny jsou středně vysoké, méně odolné proti polehání. Zrno středně velké. Předností je odolnost proti napadení padlím travním na listu, středně odolná až odolná proti napadení padlím travním v klasu, středně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, braničnatkou pleveľovou v klasu, rzí pšeničnou a plísní sněžnou.

Pěstitelská rizika – méně odolná proti napadení rzí travní, méně odolná proti napadení fuzariózám klasů pšenice, náchylná k vyzimování.

SAMANTA – poloraná odrůda zařazená mezi odrůdy s chlebovou jakostí (B) vzhledem k nízké úrovni vaznosti mouky, která souvisí s měkkou strukturou endospermu odrůdy. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je ranost a odolnost proti vyzimování.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti napadením padlím travním na listu, rzí pšeničnou, listovými skvrnatostmi a komplexem chorob pat stébel.

BISCAY – pozdní odrůda nevhodná pro pekařské použití (C) s vysokým výnosem doporučená pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou nízké, velmi dobře odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti polehání a napadení rzí pšeničnou, střední odolnost proti napadení plísní sněžnou.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti vyzimování, náchylnost k napadení fuzariózami klasů.

CLARUS – pozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) se středně vysokým až vysokým výnosem v OVO, středně vysokým výnosem v ŘVO Čech a BVO a středně vysokým až nízkým výnosem v KVO a ŘVO Moravy. Rostliny jsou nízké až velmi nízké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti napadení rzí pšeničnou a bělovlasosti, střední odolnost proti napadení plísní sněžnou.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti vyzimování.

DROMOS – polopozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) s vysokým výnosem doporučená pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, velmi dobře odnožující, zrno je středně velké. Předností je střední odolnost proti napadení plísní sněžnou a fuzariózami klasů.

Pěstitelská rizika – výrazná nemá.

ETELA – polopozdní až pozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) doporučená pro pěstování v KVO, ŘVO a OVO, kde má vysoký výnos. V BVO má středně vysoký až vysoký výnos. Rostliny jsou středně vysoké, středně až méně odnožující, zrno je velké.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti napadení komplexem chorob pat stébel a náchylnost k napadení fuzariózám klasů.

FLORETT – polopozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) s vysokým výnosem v KVO, OVO a BVO, středně vysokým až vysokým výnosem v ŘVO. Rostliny jsou nízké velmi dobře odnožující, zrno středně velké. Předností je odolnost proti napadení padlím travním na listu a v klasu.

Pěstitelská rizika – náchylnost k napadení plísní sněžnou, fuzariózami klasů a vyzimování, menší odolnost proti napadení rzí pšeničnou.

HERMANN – pozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C). Výnos zrna v KVO středně vysoký až nízký, v ŘVO a OVO vysoký a BVO středně vysoký až vysoký. Rostliny

středně vysoké, středně odolné proti polehání před sklizní. Zrno středně velké. Středně odolná proti napadení padlím travním na listu a padlím travním v klasu, středně odolná proti napadení rzí travní, středně až méně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, odolná proti napadení braničnatkou plevelovou v klasu, odolná proti napadení rzí pšeničnou.

Pěstitelská rizika – středně až méně odolná proti napadení fuzariózami klasů pšenice, středně až méně odolná proti vyzimování.

KODEX – polopozdní až pozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C). Výnos zrna je v KVO středně vysoký, v ŘVO středně vysoký až vysoký, v OVO velmi vysoký a v BVO vysoký. Rostliny jsou nízké odolné proti polehání. Zrno středně velké.

Pěstitelská rizika – náchylná k napadení fuzariózami klasů pšenice, méně odolná proti vyzimování.

RAPSODIA – polopozdní až pozdní odrůda nevhodná pro pekařské použití (C) doporučena pro pěstování v KVO a v ošetřené variantě v ŘVO, kde má vysoký výnos. V OVO a BVO je rizikem náchylnost k napadení plísní sněžnou a vyzimování. Rostliny jsou nízké až velmi nízké, velmi dobře odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti polehání a napadení rzí pšeničnou.

Pěstitelská rizika – náchylnost k napadení plísní sněžnou, vyzimování a napadení fasariózami klasů.

SAKURA – polopozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) předběžně doporučená pro pěstování v KVO, ŘVO Moravy a OVO, kde má vysoký výnos. V ŘVO Čech a BVO má středně vysoký výnos. Odrůda je středně až méně vhodná k vyzimování. Rostliny jsou nízké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti napadení braničnatkou plevelovou v klasu a střední odolnost proti napadení fuzariózami klasů.

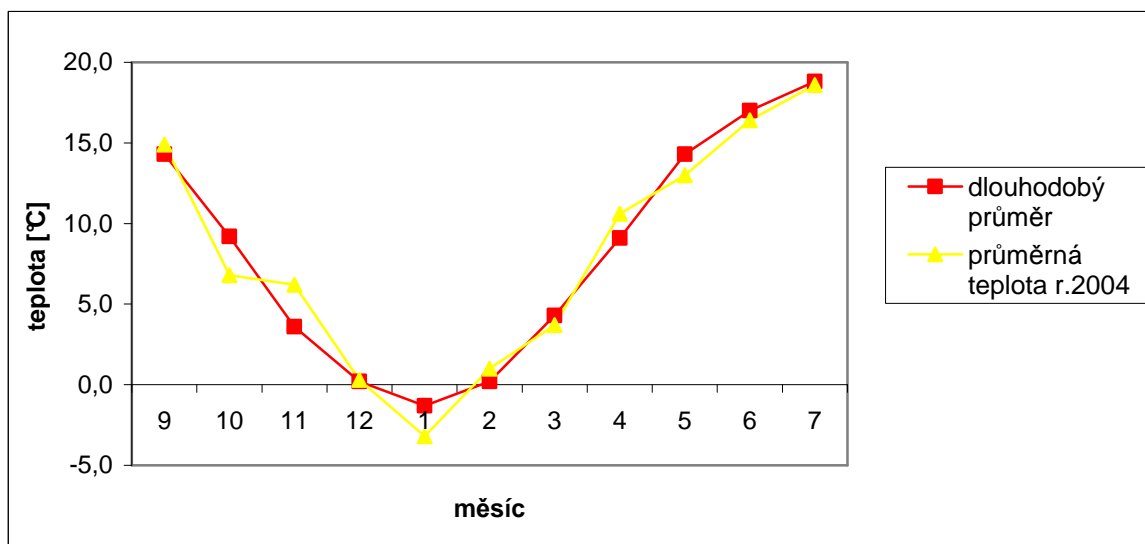
Pěstitelská rizika – neuvedena

SIMILA – polopozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) předběžně doporučená pro pěstování v ŘVO a OVO, kde má v ošetřené variantě vysoký výnos. V KVO a BVO má středně vysoký výnos. Mezi odrůdy nevhodné pro pekařské využití byla zařazena vzhledem k nízké vaznosti mouky, která souvisí s měkkou strukturou endospermu zrna. Rostliny jsou vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké. Předností je odolnost proti

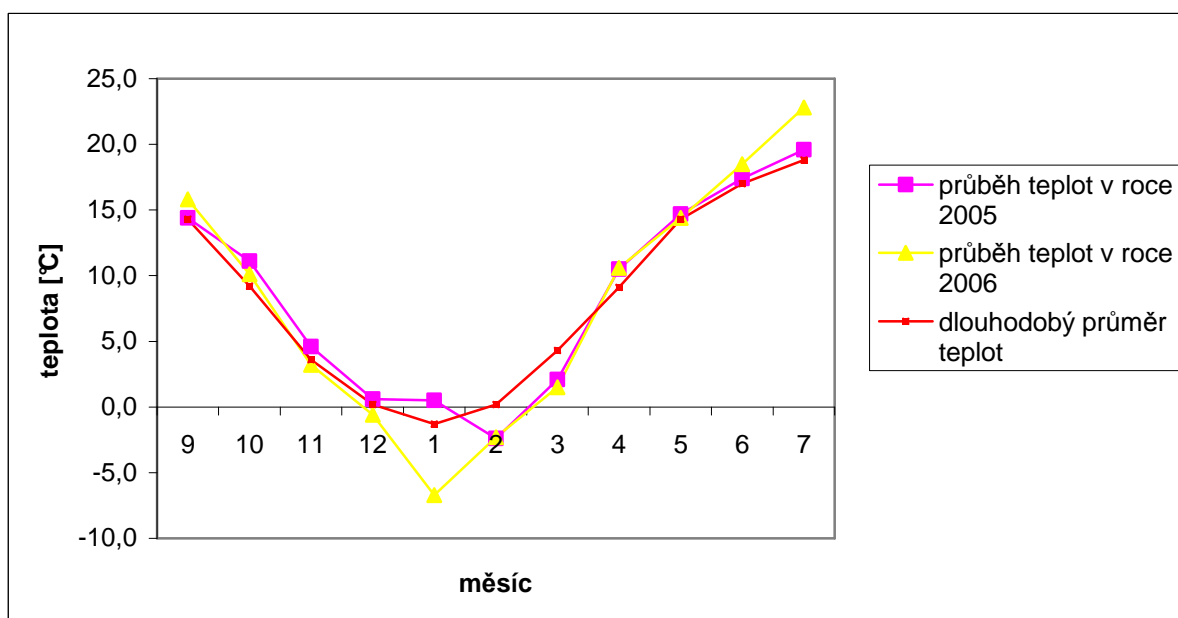
napadení braničnatkou plevelovou v klasu, střední odolnost proti napadení fuzariózami klasů a vyzimování.

Pěstitelská rizika – menší odolnost proti polehání. [28]

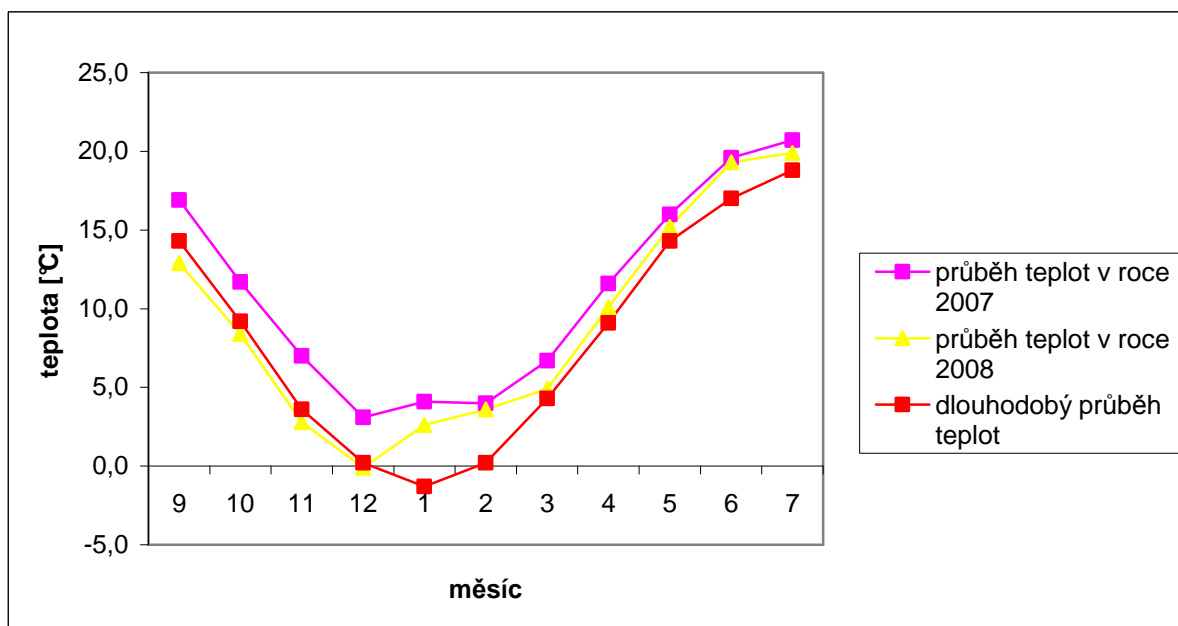
PŘÍLOHA P III: PRŮBĚH TEPLŮT V JEDNOTLIVÝCH LETECH



Obr. 16 Průběh teploty v roce 2004 ve srovnání s dlouhodobým průměrem

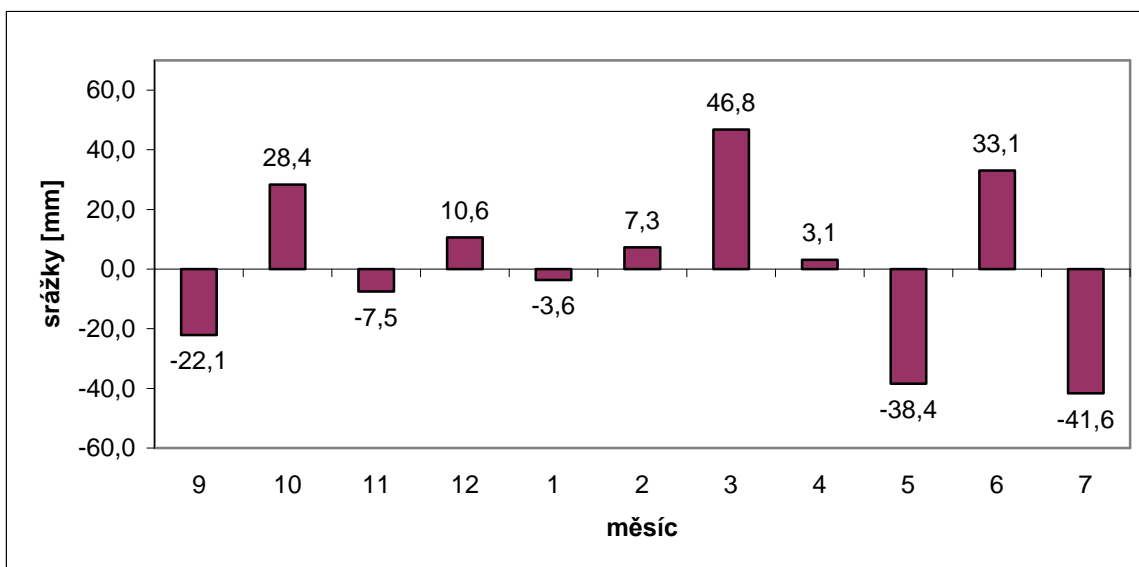


Obr. 17 Průběh teplot v roce 2005 a v roce 2006 ve srovnání s dlouhodobým průměrem

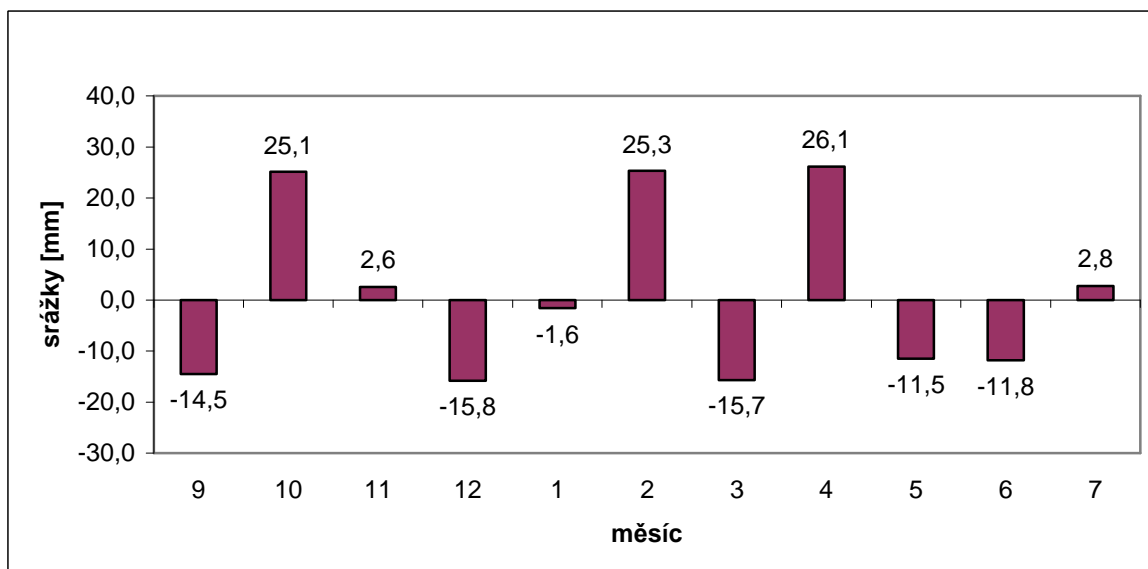


Obr. 18 Průběh teploty v roce 2007 a 2008 ve srovnání s dlouhodobým průměrem

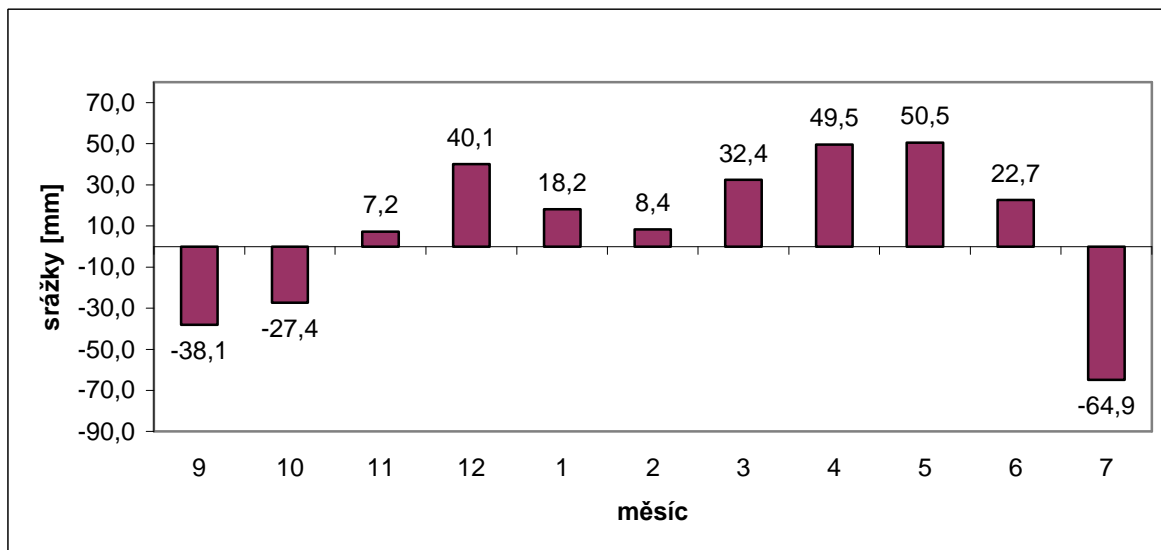
PŘÍLOHA P IV: MNOŽSTVÍ SRÁŽEK V JEDNOTLIVÝCH LETECH



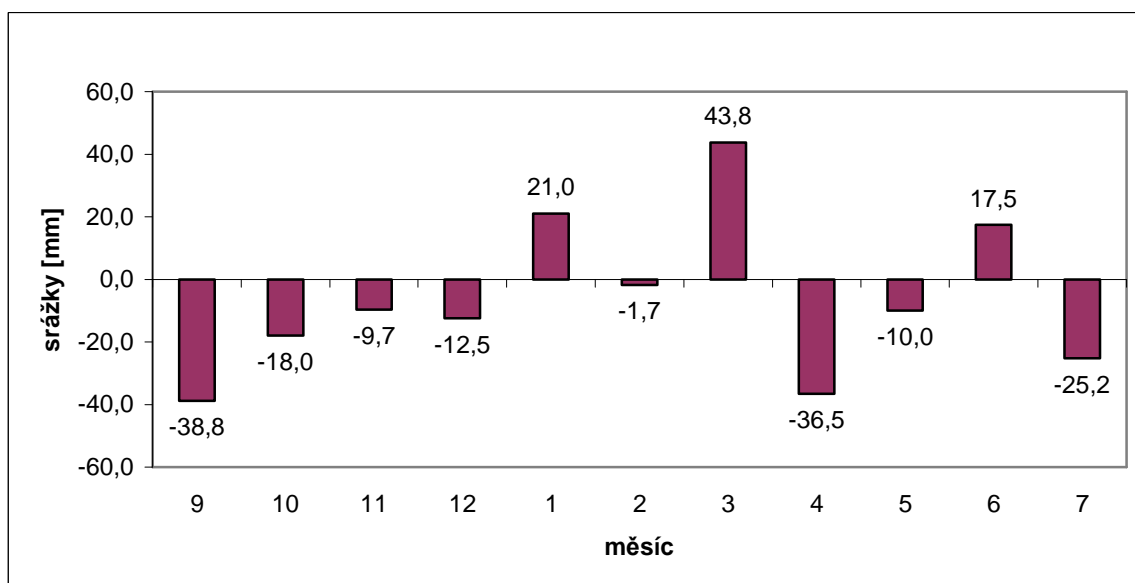
Obr. 19. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množství srážek v roce 2004



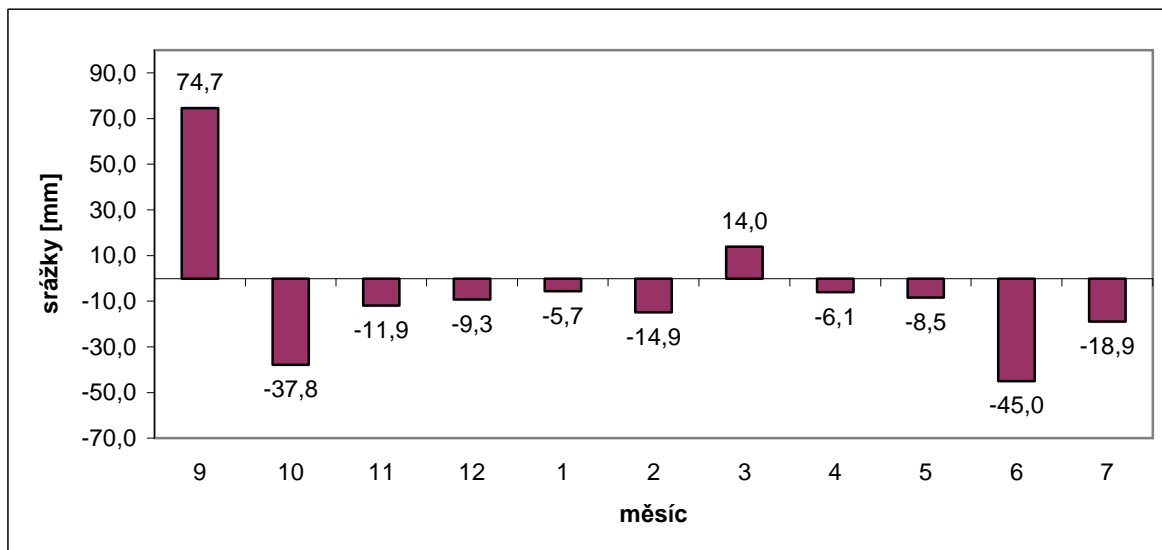
Obr. 20. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množství srážek v roce 2005



Obr. 21. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množství srážek v roce 2006



Obr. 22. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množství srážek v roce 2007



Obr. 23. Rozdíl v množství srážek dlouhodobého průměru a množství srážek v roce 2008