

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů  
Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky

## **Krmná jakost pšenice**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Alois Kodeš, CSc.

Autor práce: Hana Holubová

2012

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Krmná jakost pšenice vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 7. 4. 2012

.....

**Podpis autora práce**

## Souhrn

Bakalářská práce nese název Krmná jakost pšenice. Jejím úkolem bylo v literatuře vyhledat a následně shromáždit informace týkající se tohoto tématu.

Úvodní část shrnuje vývoj pěstování, výnosu a spotřeby pšenice v České republice i v celosvětovém měřítku.

V hlavní části je pak popsána historie pěstování pšenice, její morfologický popis a anatomická stavba. V práci jsou dále zmíněny postupy pěstování a následné využití pšenice obecné. Zvláště pak využití pšenice jako krmiva, její krmná jakost a příklady odrůd s krmnou jakostí.

**Klíčová slova:** pšenice, výnos, kvalita produktu, krmivo, krmná jakost, odrůda

## Summary

This work was focused on wheat feed quality. Searching and analysis of new informations about this theme were main aim of this work.

Evolution of wheat growing, yielding and usage in Czech Republic area as well as in the world were described in preface.

History of wheat growing, wheat morphological description and anatomy were mentioned in the main part. Also growing techniques and usage description of wheat were added with major focus on wheat usage as feed, wheat feed quality and wheat varieties with declared feed quality.

**Key words:** wheat, yield, quality, feed, feed quality, variety

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>5</b>
1.1. Světová produkce obilovin s důrazem na pšenici.....	5
1.2. Výhled světové výroby a trhu obilovin do roku 2019 .....	6
1.3. Situace v České republice .....	6
<b>2. Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Literární přehled</b> .....	<b>10</b>
3. 1. Systematické zařazení pšenice .....	10
3. 2. Historie pěstování pšenice .....	11
3. 3. Morfologický popis a anatomická stavba pšenice.....	11
3.4. Způsob pěstování pšenice obecné.....	14
3. 4. 1. Jarní pšenice.....	14
3. 4. 2. Ozimá pšenice .....	14
3. 4. 3. Biologie pšenice – růst a vývoj.....	15
3. 4. 4. Chemické složení pšeničného zrna.....	18
3. 4. 5. Sklizeň, posklizňová úprava a skladování zrna .....	20
3. 5. Význam a možnosti využití pšenice.....	21
3. 5. 1. Výroba škrobu .....	21
3. 5. 2. Výroba bioethanolu .....	22
3. 6. Limity kvality při potravinářském a krmivářském uplatnění pšenice .....	22
3. 6. 1. Jakostní třídy pšenice.....	23
3. 6. 2. Kvalitativní hodnocení zrna .....	24
3. 7. Charakteristika pšenice jako krmiva .....	25
3. 7. 1. Definice krmiva.....	26
3. 7. 2. Krmná hodnota pšenice .....	26
3. 7. 3. Krmné testy.....	28
3. 7. 4. Krmná kvalita pšeničného proteinu a škrobu.....	29
3. 8. Krmné směsi a krmné dávky s využitím pšenice .....	30
3. 9. Příklady odrůd pšenice s krmnou kvalitou.....	33
<b>4. Závěr</b> .....	<b>35</b>
<b>5. Seznam použité literatury</b> .....	<b>36</b>

# 1. Úvod

Obiloviny tvoří ekonomicky, agrotechnicky i spotřebitelsky nejdůležitější skupinu plodin v celé struktuře rostlinné výroby. Jejich předností je, že je můžeme dlouhodobě skladovat, mají výhodné chemické složení pro výživu člověka a zvířat a lze je bez větších těžkostí přepravovat na velké vzdálenosti. (Špaldon a kol., 1982)

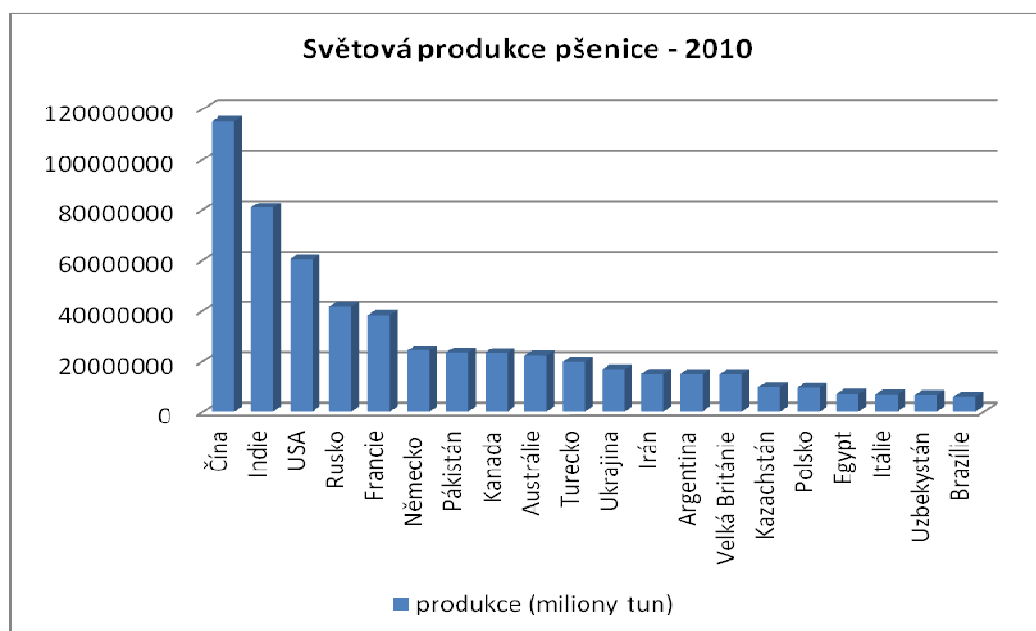
Jednou z nejrozšířenějších plodin ve světě i u nás je pšenice. Její hlavní a nezastupitelný význam je zejména ve využití zrna pro potravinářské, krmivářské i průmyslové využití a jako osivo.

Člověk pěstuje pšenici již více než 10 000 let. Za tuto dobu prošla výraznou proměnou od divokých forem ke kulturním pěstovaným formám. V průběhu domestikace došlo k značné změně habitu rostlin, ale i porostu, formy a rozšíření pěstování (Kislev, 1984).

## 1.1. Světová produkce obilovin s důrazem na pšenici

V roce 2010 činila světová produkce pšenice 682,4 milionů tun. Z tohoto množství bylo využito 466,7 milionů tun pro potravinářské účely, 182,2 milionů tun jako krmivo a 80,1 milionů tun přešlo k dalšímu využití. (Fao Outlook, 2010)

Graf č. 1: Světová produkce pšenice za rok 2010 (Faostat)



## 1.2. Výhled světové výroby a trhu obilovin do roku 2019

Během příští dekády, tj. v období 2010 až 2019, se předpokládá stabilita až mírný pokles světových cen hlavních obilovin, ty však přesto zůstanou na vyšší úrovni než v předešlé dekádě. Světová výroba obilovin poroste pravděpodobně o 1,3 % ročně až na 2 579 mil. t v roce 2019.

Světová spotřeba obilovin do roku 2019 poroste ročně o 1,4 %, až na 2 564 mil. t. Světové užití obilovin ke krmným účelům se bude ročně zvyšovat o 1,4 %. Spotřeba potravinářské pšenice ve světě v roce 2019 se odhaduje na 514 mil. t.

Podle odhadu světová produkce pšenice poroste o 1,1 % ročně až na 746 mil. t v roce 2019, tj. o 90 mil. t (14 %) oproti průměru let 2007-09. Po několika letech poměrně dynamického růstu, podporovaného vysokými cenami na mezinárodních trzích, se tempo ročního růstu produkce sníží, přesto však bude dostačující k pokrytí předpokládané spotřeby.

Světová spotřeba pšenice poroste v nadcházející dekádě tempem 1,2 % ročně až na 740 mil. t v roce 2019. Ke zvýšení dojde především díky užití k potravinářským účelům v rozvojových zemích, charakterizovaných růstem počtu obyvatel, jejich příjmů a pokračující urbanizací.

Odhaduje se, že spotřeba potravinářské pšenice ve světě dosáhne v roce 2019 objemu 514 mil. t, což představuje 69 % celkového užití této obiloviny.

Spotřeba pšenice ke krmným účelům ve světě poroste o 1,2 % ročně, tj. více než dvojnásobně rychleji než v předešlé dekádě, na 140 mil. t v roce 2019. Mezi hlavní faktory růstu jsou zahrnovány mnohem rozsáhlejší dodávky pšenice a příznivější ceny než v posledních letech. EU, která je největším světovým spotřebitelem krmné pšenice, zaznamená mírný růst spotřeby po poklesu v předešlé dekádě až na 57 mil. t v roce 2019 (tj. 41 % celkové světové spotřeby) (P. Novotný, 2010).

## 1.3. Situace v České republice

Na základě výsledků soupisu ploch osevů ČSU k 31. 5. 2011 dosáhla výměra všech obilovin pěstovaných pro sklizeň v roce 2011 celkové rozlohy 1 468,1 tis. ha. Z dlouhodobého pohledu je znovu potvrzen trend určité stabilizace osevních ploch, kdy osevní plocha

pěstovaných obilovin osciluje kolem výměry 1 550 tis. ha. V meziročním srovnání se jedná o velmi mírný nárůst o 8,6 tis. ha (tj. o 1,1 %). Nárůst z ozimých druhů obilovin byl zaznamenán pouze u pšenice ozimé o 20,3 tis. ha (tj. o 2,6 %).

Ze struktury výměr jednotlivých druhů obilovin ve srovnání s údaji loňského roku vyplývá, že v zastoupení jednotlivých druhů obilovin nedošlo ani letos k významnému posunu. Zcela dominantní roli mezi obilovinami hraje ozimá pšenice. K 31. 5. 2011 bylo v ČR pěstováno 805,8 tis. ha ozimé pšenice. Ozimá pšenice znovu překročila hranici svého 50 % zastoupení ve struktuře osevních ploch obilovin a dosáhla úrovně 54,9 % (Mze, 2011).

Tabulka č. 1: Plocha osevů v České republice (stav k 31. 5. 2011, ČSÚ)

	Plocha		Změna proti předchozímu roku
	absolutně (v ha)	struktura (v %)	absolutně (v ha)
<b>Osevní plocha celkem</b>	2 488 141	100	-7 718
<b>Obiloviny celkem</b>	1 468 129	59	8 624
<b>Pšenice celkem</b>	863 132	34,7	29 555
<b>Pšenice ozimá</b>	805 779	32,4	20 288
<b>Pšenice jarní</b>	57 353	2,3	9 267

Z tabulky je patrné, že pšenice je u nás nejvíce pěstovanou plodinou. Důvody určité stabilní výměry pěstování spočívají především ve výnosové jistotě s možností exportu a případné nabídky do intervenčního nákupu (Mze, 2011).

Tabulka č. 2: Sklizeň a výnos za rok 2010 (stav k 31. 5. 2011, ČSÚ)

	Sklizeň (v t)		Výnos (v t/ha)	
	absolutně	meziroční změna	absolutně	meziroční změna
<b>Obiloviny celkem</b>	6 877 619	-954 379	4,7	-0,38
<b>Základní obiloviny celkem</b>	6 173 686	-754 191	4,57	-0,28
<b>Pšenice celkem</b>	4 161 553	-196 519	4,99	-0,25
<b>Pšenice ozimá</b>	3 992 965	-236 295	5,08	-0,25
<b>Pšenice jarní</b>	168 588	39 776	3,51	0,1

Podle odhadu ČSÚ k 15. 10. 2011 se očekává v roce 2011 u pšenice celkem průměrný výnos ve výši 5,79 t/ha, což představuje ve srovnání s předchozím rokem výrazný nárůst o 0,80 t/ha (tj. o 16,0 %).

Zvýšení výnosu u ozimé pšenice o 0,79 t/ha (tj. o 15,6 %) na 5,87 t/ha je způsobeno jednak vlivem poměrně příznivých klimatických podmínek přes zimní období, kdy porosty ozimých pšenic mohly až na přestávky nepřetržitě vegetovat, dobře zakořenily a odnožily, a dále pak vliv chladného a deštivého počasí v měsíci květnu 2011, kdy se formovaly generativní orgány rostlin, které mají podstatný vliv na výši výnosů. Vysoký průměrný hektarový výnos ozime pšenice v roce 2011 tak nadále potvrdil její dominantní postavení mezi ostatními obilovinami. V porovnání v dlouhodobé časové řadě je výnos stejný jako v ročníku 2008 (5,88 t/ha). Pšenice jarní zaznamenala také nárůst hektarového výnosu ve srovnání s předchozím sklizňovým rokem 2010 o 1,04 t/ha, tj. o 29,6 % (Mze, 2011).



## **2. Cíl práce**

Cílem této práce bylo na základě literárních poznatků popsat současný stav, možnosti a tendence využití pšenice. Charakterizovat systematické zařazení a druhy pšenic, zaznamenat biologický a morfologický popis pšenice, její význam pro různorodé uplatnění. Dále pak zhodnotit kvalitu pšenice při využití jako krmiva.

## 3. Literární přehled

### 3. 1. Systematické zařazení pšenice

Pšenice patří botanicky do čeledi rostlin lipnicovitých – *Poaceae* rodu *Triticum*. Je to rostlina samosprašná, takže odrůdové znaky a vlastnosti jsou u ní stálější a vyrovnanější než u rostlin cizosprašných (Antonov, 1958).

Zahrnuje několik druhů a velký počet forem a odrůd. Hlavní jsou dva druhy: pšenice obecná (*Triticum aestivum* L., syn. *Triticum vulgare* Host.) a pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.)

Rod pšenice se zpravidla dělí na tři podrody:

1. diploidní pšenice ( $2n=14$  chromozómů)
2. tetraploidní pšenice ( $2n=28$ )
3. hexaploidní pšenice ( $2n=42$ ) ( Foltýn a kol., 1970).

Druhy příslušného podrodu se mezi sebou snadno kříží a poskytují fertillní potomstvo ( Špaldon a kol., 1982).

Zimolka (2005) uvádí, že do skupiny diploidních pšenic patří:

- pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum*) s úzkým, plochým klasem, který se ve zralosti rozpadá. Má dvoukvěté klásky, z nichž převážně pouze spodní je plodný.
- pšenice kulturní jednozrnka (*Triticum monococcum* L.), která má rovněž úzký klas, méně rozpadavý. U dvoukvětých klásků obvykle dozrává jen jedna úzká sklovitá obilka a vyskytuje se zpravidla jako jařina.

Větší pěstitelský význam má skupina tetraploidní pšenice, do níž patří pšenice planá dvouzrnka (*Triticum dicoides*), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoceum*), pšenice Timofejevova (*Triticum thimopheevi*), pšenice naduřelá (*Triticum turgidum*), pšenice polská (*Triticum polonicum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*). Pšenice tvrdá má nelámavý klas, s osinami většinou delšími než klas. Obilka je sklovitá, trojhranná s vpadlým klíčkem, neochmýřená, její lepek je vhodný k výrobě těstovin.

Pěstitelsky nejvýznamnější je skupina hexaploidní, do které patří pšenice špalda (*Triticum spelta*) a pšenice setá (*Triticum aestivum* L.)

Pšenice špalda má klas lámavý, dlouhý, velmi řídký. Klásky jsou čtyřkvěté, pouze dva kvítky jsou plodné, obilky pevně uzavřené v pluchách. Pěstuje se ozimá i jarní forma a využívá se k výrobě těstovin nebo nedozrálé obilky jako přísada do polévek.

Nejvíce ve světě i u nás pěstovaným druhem je pšenice setá. Má nelámavý klas, osinatý nebo bezosinný, různě hustý. Plevy i pluchy jsou vejčité. Obilky jsou nahé, buclatější, na řezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené (Zimolka a kol., 2005).

Druhy pšenic se dělí na nižší taxonomické jednotky (variety a odrůdy). Odrůdy u nás nejrozšířenější pšenice seté se vyskytují ve čtyřech varietách (Pazdera a kol., 2006). Jsou to: *lutescens* - osinatý či bezosinatý klas bílé barvy; *milturum* - osinatý či bezosinatý klas červené barvy; *erythrosperrum* - osinatý klas bílé barvy a *ferrugineum* - osinatý klas červené barvy. v České republice převažují odrůdy variety *lutescens*.

### **3. 2. Historie pěstování pšenice**

Počátky pěstování pšenice úzce souvisejí se vznikem zemědělství v pravěkém období lidstva. Společně s ječmenem je pšenice nejstarší známou pěstovanou rostlinou. Na Blízkém východě, v Evropě a v severní Africe byla nejrozšířenější, a tedy nejvýznamnější pěstovanou plodinou nepřetržitě po celé pravěké historické období.

Archeologické nálezy dokládají pěstování pšenice již od 8. tisíciletí př. n. l. Nejstarší nálezy pšenice jednozrnky a dvouzrnky byly zjištěny např. na lokalitě Jericho (8000 př. n. l.) nebo Ali KOsh (Irán, 7500 př. n. l.). Doklady o počátcích pěstování pšenice obecné byly získány např. na lokalitě Ramad (kolem 6000 př. n. l.).

Z oblastí nejstarších zemědělských civilizací se pěstování pšenice šířilo s neolitickými archeologickými kulturami do Evropy (Foltýn a kol., 1970).

### **3. 3. Morfologický popis a anatomická stavba pšenice**

Na hřbetní straně obilky je uložen zárodek krytý oplodím a o semením. Štítkem přiléhá k endospermu. Na apikální straně je vegetační vrchol s listy, na protilehlé se nachází hypokotyl a základy kořínků. Mezi hypokotylem a bází koleoptile se tvoří první internodium,

zvané mezykotyl. V zárodku se nachází 3-5 kořínků. Prostřední, nazývaný radícula, je základem primárního kořínku a je krytý koleorhызou (čepičkou). Vegetační (vzrostlý) vrchol kryje koleoptile. (Zimolka a kol., 2005)

Kořeny pšenice, jakožto rostliny jednoděložné, jsou svazčité a netloustnou druhotně. Kořenovou soustavu pšenice rozlišujeme na kořen primární, kořeny adventivní a kořeny postranní (Rovenská, 1968).

Při klíčení proráží radícula obklopená koleorhызou perikarp (oplodí). Téměř současně se objevují adventivní kořeny, které jsou v embryu uloženy vedle radicyly. Podle jejich polohy v embryu je nazýváme kořeny vedlejší. Všechny ostatní adventivní kořeny vyrůstají z odnožovacího uzlu nebo z nadzemního kolínka (Foltýn a kol., 1970).

Obrázek č. 1: Klíčící obilka pšenice (Zimolka, 2005)



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 (Foltýn a kol., 1970).

Rovenská (1968) uvádí, že podle čepele a pochvy prvního listu lze morfologicky určovat odrůdy již při rozvoji prvního listu na klíčící rostlině. Posuzuje se zde například barva čepele, tvar jazýčku a barva oušek.

Podle Zimolky a kol. (2005) signalizuje tvorba stébla přechod rostliny z vegetativního do generativního období. Na vzrostném vrcholu se vytvoří kláskové hrbolky. Stéblo pšenice má válcovitý tvar. Výplň a síla stébla podmiňují odolnost proti poléhání. Stéblo je po celé délce rozdělené kolénky na 5-6 článků. Jeho délka závisí např. na vlhkosti, úrodnosti půdy, hnojení, vlastnostech odrůdy (Špaldon a kol., 1982).

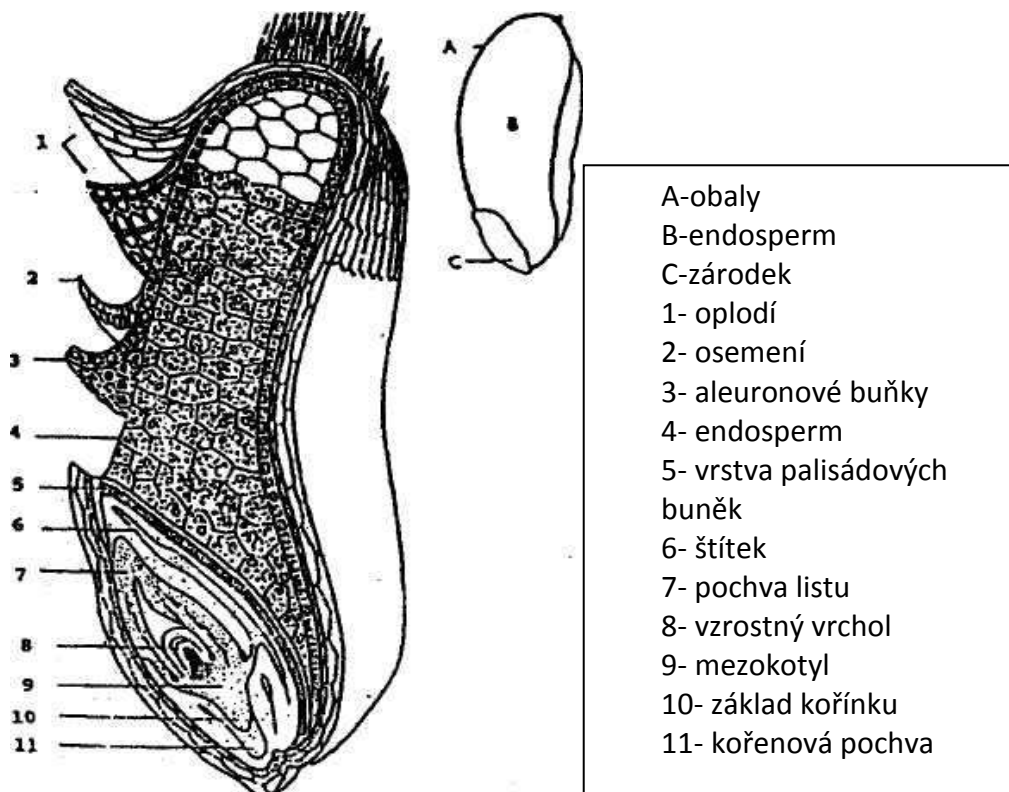
Květenstvím pšenice je klas. Foltýn a kol. (1970) popisuje, že osou klasu je vřeten, které je složeno z kolének a internodií (článků). Jednotlivá internodia jsou prohnutá, na bázi zúžená, směrem nahoru se rozšiřují. Dále uvádí, že klásky ke kolénkům přisedají svou bází. Klásek se skládá ze dvou bezosinných plev a kvítků. Každý kvítek je obalen z vnější strany pluchou, z vnitřní strany pluškou.

Plevy jsou na horním konci zakončeny zubem, který může být krátký, středně dlouhý nebo dlouhý, rovný nebo ohnutý. Podle délky osiny u pluchy se kultivary pšenice rozdělují na osinaté, osinkaté a bezosinné (Foltýn a kol., 1970).

Květ se skládá ze tří tyčinek a pestíku tvořeného nahoře dvěma perovitými bliznami a dole semeníkem, který objímají z vnější strany dvě plenky, což jsou zakrnělé vnitřní okvětní lístky (Rovenská, 1968).

Plodem pšenice je obilka (zrno), která má tři části: obaly, endosperm (jádro) a embryo (zárodek). Zrno je podlouhlé, někdy obvejčité a může být různě zbarvené (od bíložluté až po červené) a právě tak může mít v závislosti na odrůdě, půdních a klimatických podmínkách i různé chemické složení (Zimolka a kol., 2005; Foltýn a kol., 1970).

Obrázek č. 2: Podélný řez obilkou pšenice (Zimolka, 2005)



### **3.4. Způsob pěstování pšenice obecné**

Rozsah pěstování pšenice je dán značnou přizpůsobivostí různým pěstitelským podmínkám a vysokou výnosností (Pulkrábek a kol., 2006).

Pšenice obecná je jednoletá rostlina. Pěstuje se ve dvou formách, a to ve formě ozimé a jarní.

#### **3. 4. 1. Jarní pšenice**

Horčíčka (2011) uvádí, že jarní pšenice představuje zajímavou alternativu k ozimé pšenici a mnohdy je pěstiteli neprávem přehlížena. V posledních letech se její plochy zvyšují.

Kolíání výsevních ploch i výnosů zrna je u jarní pšenice značné a silně závisí na klimatických podmínkách ročníků. Pěstitelský úspěch podmiňuje zejména co nejranější doba výsevu (Makovička, 2012).

Vegetační doba je u jarní pšenice oproti ozimé výrazně zkrácená, a tím je i více ovlivňována nepříznivými klimatickými podmínkami, např. suchem nebo nedostatkem živin. Pro její úspěšné pěstování je kromě včasného výsevu důležité hnojení, které může nepřijeň kratší vegetační doby částečně vyrovnat. Výsevek musí být vyšší, vzhledem k tomu, že jarní pšenice nestačí vytvořit dostatek odnoží (Makovička, 2012).

Podle Horčíčky (2011) jsou nejvhodnějšími předplodinami luskoviny, jeteloviny, olejnin, okopaniny a zeleniny. Většinou se jarní pšenice zařazuje po pozdě sklízených předplodinách (cukrovka, brambory, silážní kukuřice), v praxi však často i po obilninách (ozimá pšenice). V takových případech, jak uvádí, je vhodné použít strniskové meziplodiny.

Během vegetace je důležité správně užít morforegulátory pro zpevnění stébla a zvýšení odolnosti k poléhání. Volbou vhodné odrůdy můžeme zajistit zdravý, nepolehlý porost, s vysokým výnosem a kvalitou produkce (Horčíčka, 2011).

#### **3. 4. 2. Ozimá pšenice**

Procházková a kol. (2006) uvádějí, že ozimá pšenice v současné době zaujímá téměř třetinu orné půdy a více než polovinu výměry obilnin a nejlépe využívá půdně-klimatických

podmínek. Dále uvádí, že se pěstuje prakticky ve všech výrobních podmínkách a ze všech obilnin nejcitlivěji reaguje na předplodinu.

Výhodou ozimů proti jařinám je, že mohou lépe zakořenit a částečně odnožit již na podzim a časně na jaře. Odnožování u nich probíhá při příznivějších vláhových podmínkách.

Vysoký výnosový potenciál je zpravidla využitý po zlepšujících plodinách. Vhodnými předplodinami jsou: jeteloviny, luskoviny, olejníka a včas sklizené okopaniny. Zařazení po obilnině zvyšuje nebezpečí vyššího výskytu chorob (zvláště chorob pat stébel) a škůdců a zhoršuje výnosovou stabilitu pšenice. Zcela nevhodný je sled pšenice po pšenici.

Nároky na teplotu se během vegetace mění podle fáze růstu pšenice. Pro úspěšné pěstování jsou však důležité podmínky při přezimování porostu. Odolnost nízkým teplotám je geneticky založená vlastnost jednotlivých odrůd.

Hnojení rostlin závisí na násobenosti půdy živinami, na jejích vlastnostech, na průběhu počasí, předplodině, intenzitě pěstování, na odrůdě pšenice a na pěstelském zaměření. Při výživě rostlin platí tzv. zákon minima. Růst rostlin limituje ta živina, která je rostlině nejméně přístupná (Faměra, 1993).

Systém zpracování půdy a zakládání porostů je důležitou složkou pěstebních technologií obilnin. Pro ozimou pšenici je v současné době široký výběr technologických postupů zpracování půdy. Volbu pracovních postupů je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení pšenice do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků předplodiny, stav půdy po sklizni předplodiny, vybavení podniku technikou i dalším faktorům. V našich podmínkách je dosud více používána tradiční technologie s orbou. Po předplodinách, které zanechávají strniště, předchází orbě podmínka (Procházková a kol., 2006).

### **3. 4. 3. Biologie pšenice – růst a vývoj**

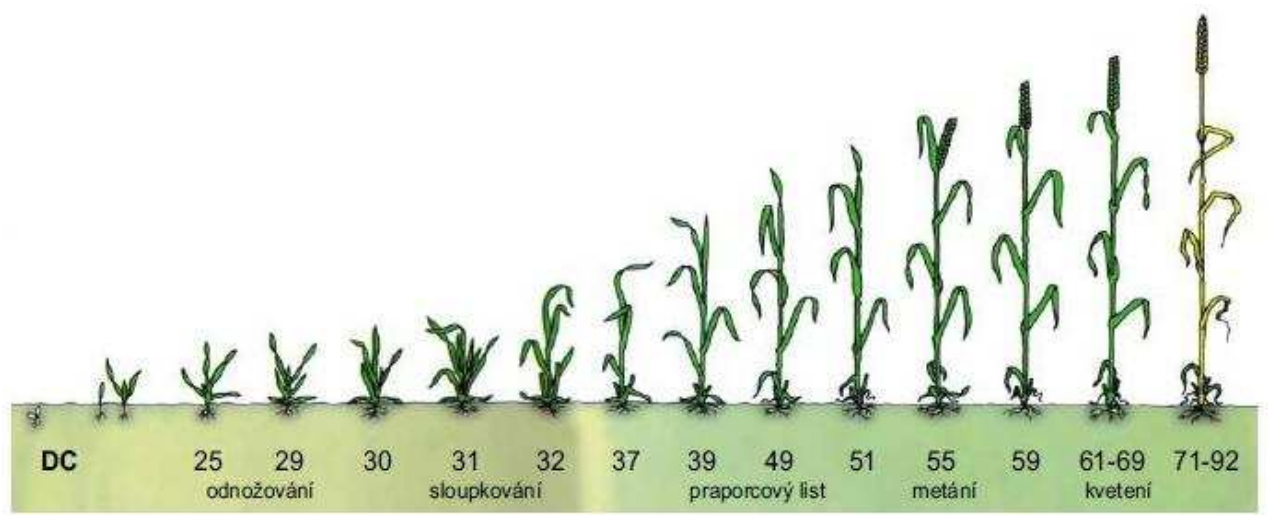
Během svého životního cyklu (ontogeneze) pšenice prochází změnami, které jsou souhrnně nazývány růstem a vývojem. Zahrnuje období od nabobtnání a vyklíčení obilky do vytvoření nové obilky, přičemž za růstové změny považujeme kvantitativní přírůstky organické hmoty (růst a diferenciaci buněk, pletiv), tvorbu rostlinných orgánů a jejich

prostorové uspořádání (architektura). Tyto změny vedou k přechodu z vegetativního období do generativního, jež vrcholí vytvořením reprodukčních orgánů – zrna (Zimolka a kol., 2005).

Růst a vývoj pšenice jsou důležité pro vytváření struktur, jako jsou listy a kořeny, jež jsou potřebné k zachycení živin a také k vytvoření struktury potřebné k produkci životaschopného osivo nebo požadované kvalitě pro zrno (Carver, 2009).

Ke sledování růstových a vývojových procesů rostlin se v běžné praxi používá fenologie, tj. sledování hlavních fází růstu. U pšenice jsou to vegetativní období, jež zahrnuje klíčení, vzházení a odnožování a generativní období, kam řadíme sloupkování, metání, kvetení a zrání (Foltýn a kol., 1970, Faměra, 1993;).

Obrázek č. 3: Fenofáze pšenice ozimé



Zdroj: <[web2.mendelu.cz](http://web2.mendelu.cz)>



Tabulka č. 3: Makrofenologická stupnice

Růstová fáze	Mezinárodní oznacení (DC)	Etapa organogeneze vzrostlého vrcholu	
		Ozima psanica	Jaro jarní
<b>Klíčení</b> vzrostlá osivka objevení kolonytky na osivce	00 02	I	I
<b>Výchazem</b> objevení koleoptily nad povrchem země (1. list začíná vyčnívat)	03	I	I
<b>První listy</b> 1. list (2. list vyčnívá z povrchu 1. listu) 2. – 3. list	04 07 – 08	II I	II II
<b>Odmrazování</b> začátek odmrzávání 1. odnože plné odmrzávání nadzemní osivky nadmrzávání listových postraní	21 25 29	I, II II III, IV	III III, IV IV
<b>Stápnkování</b> vzniká první dva listy horního uzlu 1. kalenka (kalenka nad povrchem země) 2. – 3. kalenka objevení se nadzemní kšpi objevení se listových postraní	30 31 32 – 34 37 39	IV IV V, VI VI, VII VI	IV, V VI, VII VI, VII VII VII
<b>Nadřívání listové postraní</b> nadřívání listové postraní posledního uzlového osivky z listové postraní	41 49	VII	VII
<b>Klétání</b> začátek klétání 1. uzlového klásečku od klétního vrcholu	51 59	VIII	VIII
<b>Kvítání</b> začátek kvítání první vzrostlého právnku kvítání květeny většiny klásečků okvětní	61 69	IX	IX
<b>Zrání</b> vzrostlá osivka obsahující osivky vlnitě středně zraje a zralé, náčkávaný zraje osivky vlnitě zraje osivky obsahující osivky středně zraje osivky obsahující osivky zralé	71 75 87	X XI	X XI
<b>Příska zralost</b> osivka vlnitě zraje rostlina zralá a odzraje	91	XII	XII

Zdroj: <etext.czu.cz>

Jak uvádí Petr (2006), růst a vývoj rostlin se přizpůsobuje dočasným stanovištním podmínkám, hlavně vláze, teplotě a u ozimých obilnin také délce podzimního dne. Všechny uvedené faktory mají vliv na tvorbu sušiny a vývoj rostlin do nástupu zimy, což má vztah k přezimování.

Je známo, že vývojové změny jsou lokalizovány ve vzrostném vrcholu. Při normálních podmínkách vývoje se na vzrostném vrcholu postupně tvoří stále pokročilejší orgány. Jejich

tvorba je však podmíněna splněním požadavků pro vývoj. Hlavní faktory, které ovlivňují vývoj rostlin, jsou teplota a délka dne (Foltýn a kol., 1970).

**Teplota:** Pšenice je obilninou charakteristickou pro mírné, teplejší podnebí nížinných a podhorských oblastí. Nároky na teplotu se v průběhu vegetačního období značně diferencují.

V období vzcházení a odnožování potřebuje teplotu 12-14 °C. Na přechodu z podzimu do zimy působí nejlépe denní teploty 10-12 °C, které mohou v noci poklesnout na nulu i méně. Na jaře vyžaduje pšenice teplotu 12-15 °C, ve fázi sloupkování o něco vyšší, ale nikdy vyšší než 25 °C. V období metání a kvetení se zvyšují nároky pšenice na teplotu. V období nalévání zrna nejsou žádoucí teploty nad 30 °C, protože za současné nízké vlhkosti vzduchu se vytvářejí drobná scvrklá zrna. Ve fázi dozrávání působí nejpříznivěji teploty 22-25 °C. Vyšší teploty nepříznivě ovlivňují proces konečného formování zrna. Způsobují nejen snížení výnosu, ale zejména snížení semenářských kvalit a biologických hodnot osiva (Špaldon a kol., 1982).

**Délka dne:** Podle reakce na délku dne patří pšenice k rostlinám dlouhého dne. To znamená, že k vytvoření generativních orgánů nebo k urychlení vývoje potřebuje den dlouhý 12-16 hodin.

Citlivost k délce dne je během ontogeneze různá. U většiny odrůd existuje období, kdy jsou rostliny na délku dne zvláště citlivé a kdy pro vývoj vyžadují příznivou délku dne.

Délka dne má vliv na morfologické, anatomické i biochemické změny pšenice. U odrůd citlivých ke krátkému dni se projevuje změna habitu rostlin – vytvářením plazivého (rozloženého) trsu. Rostliny vlivem krátkého dne také více odnožují (Foltýn a kol., 1970).

### 3. 4. 4. Chemické složení pšeničného zrna

**Dusíkaté látky – bílkoviny:** Ze všech látek obsažených v pšeničném zrně mají největší význam, a to jak z hlediska technologického, tak pro nutriční a krmnou hodnotu. Jejich množství v sušině kolísá od 8 do 20 %. Zrno u nás pěstovaných kultivarů pšenice v klimaticky normálním roce obsahuje okolo 13 % bílkovin v sušině (Prugar a Hraška, 1986).

Bílkoviny pšenice dělíme podle rozpustnosti v různých rozpouštědlech na albuminy (rozpustné ve vodě), globuliny (rozpustné v roztocích solí), prolaminy (rozpustné v 70 % etanolu) a gluteiny (zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad). Kvalitu bílkovin určuje složení aminokyselin. Všeobecně je možno říci, že čím více druhů aminokyselin bílkoviny obsahují, tím vyšší je hodnota pšeničného zrna. Zvláště významné jsou tzv. nenahraditelné aminokyseliny, které není lidský organismus schopen syntetizovat a musí je dostávat v potravě. Patří k nim především valin, izoleucin, leucin, treonin, metionin, histidin, lizin, tryptofan a fenylalanin (Špaldon a kol., 1982; Hrušková a Příhoda, 2007).

**Sacharidy:** Tvoří podstatnou část pšeničného zrna. Patří sem škrob, hemicelulóza a pentozany, celulóza a další sacharidy. Obsah škrobu v pšeničném zrně kolísá v širokém rozmezí, od 50 do 70 %, podobně jako u bílkovin, v závislosti na odrůdě a růstových podmínkách (Foltýn a kol., 1970).

Monosacharidy jsou základními stavebními jednotkami oligo- a polysacharidů. Volně se vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství, a to především v klíčku.

Příklady pro nás významných oligosacharidů jsou maltóza, isomaltóza a sacharóza. Ve zralém, neporušeném a suchém zrně se vyskytují ve velmi nízkých koncentracích.

Polysacharidy obilných zrn dělíme zpravidla na škrob a skupinu neškrobových polysacharidů.

**Škrob** je obsažen v endospermu. V zrně se vyskytuje ve formě škrobových zrn, která se vytváří během postupu zrání obilky. Nejvýznamnější fyzikální vlastností škrobu je bobtnání, mazovatění a retrogradace.

**Lipidy**, kterých je v zrně pšenice 1,4-2,6 % jsou důležité při skladování mouky a obilí (způsobují žluknutí).

**Vitamíny:** V pšeničném zrně se vyskytují některé vitamíny významné pro výživu člověka i zvířat – thiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), pyridoxin (B<sub>6</sub>) a další.

**Minerální látky:** Souhrnně označujeme tyto látky jako „popel“, to znamená anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. Obsah popela se v celých zrnech pohybuje v rozmezí cca 1,25-2,5 %, přičemž jeho koncentrace je nejvyšší v podobalových vrstvách a nejnižší v endospermu (Foltýn a kol., 1970; Hrušková a Příhoda, 2007).

### **3. 4. 5. Sklizeň, posklizňová úprava a skladování zrna**

Zrání porostu je nerovnoměrné, nejdříve zrají hlavní stébla a později odnože v pořadí jak se tvořily. V rámci jednoho klasu zraje nejprve střední část klasu a potom dolní a horní třetina (Petr a kol., 1997).

V současné době se většina porostů sklízí přímou – jednofázovou sklizní žacími mlátičkami. Vzhledem k obvyklé heterogenitě porostů z hlediska dosaženého stupně zralosti je nutno objektivní posouzení provádět na různých částech honů, zvláště je třeba věnovat pozornost klasům na pozdějších odnožích

Plná zralost, při níž jsou již všechny části rostlin včetně všech kolének zaschlé, je zralostí konečnou pro sklizeň. Obilka je tvrdá, nedá se již lámat, odolává i vrypu nehem, vlhkost je 15-20 % (Zimolka a kol., 2005).

Při sklizni je třeba věnovat pozornost seřízení sklízecí mlátičky, aby nedocházelo ke ztrátám zrna a k jeho poškozování. Seřízení mlátičky se reguluje podle vlhkosti zrna i v průběhu dne a podle množství sklizené hmoty (Faměra, 1993).

Cílem posklizňové úpravy zrna a jeho dalšího skladování je docílit co nejnižších ztrát na hmotnosti a škod na jakosti a odborným skladováním hodnotu produktů nejen uchovat, ale ještě zvýšit (Zimolka a kol., 2005).

Posklizňové ošetření spočívá v předčištění a čištění zrna a v případném sušení, neboť zrno s vyšší vlhkostí může být v průběhu skladování znehodnoceno výskytem plísní a snížením klíčivosti.

Možnost dlouhodobého uskladnění zrna bez významnějších změn technologických veličin, vyjadřujících míru degradace jeho jakosti, je podmíněna vytvořením optimálních skladovacích podmínek. Podle způsobu skladování se sklady dělí na podlahové a věžové (obilní sila) (Zimolka a kol., 2005).

Účelem posklizňových linek je zabezpečit příjem, ošetřování a skladování potravinářských a krmných zrnin, jejich kondicionání, třídění a expedici. Tímto řešením se odstraní skladování zrna v různých provizoriích a případné převážení, čímž se zvyšují náklady na manipulaci. Vybudováním linek se sníží ztráty, které vznikají nevhodným skladováním, zvýší se kvalita uskladněného zrna, je zajištěna možnost dlouhodobého skladování (Pícha, 2011).

Většina zemědělců má k dispozici vlastní posklizňové linky a sklady, které více či méně odpovídají potřebám a požadavkům současnosti. Dominantním trendem do budoucna je skladování v uzavřených prostorech s aktivním větráním pro dlouhodobé uchování kvalitativních parametrů produkce (Havlíček, 2011).

### **3. 5. Význam a možnosti využití pšenice**

Petr (2001) uvádí, že pšenice je využívána ve třech hlavních užitkových směrech jako pšenice potravinářská, jako krmná obilovina a obilovina pro další průmyslová zpracování. Dále, jak uvádí, je za nejdůležitější považováno využití pšenice potravinářské, i když největší podíl pšenice je využíván ke krmným účelům.

Pšenice je velmi kvalitním jadrným krmivem. Obsahuje nejen stravitelné bílkoviny, ale i značné množství uhlohydrátů a nízké procento vlákniny (Antonov, 1958).

Do průmyslového zpracování, tedy využití pšenice k nepotravinářským účelům, patří výroba škrobu a bioethanolu.

#### **3. 5. 1. Výroba škrobu**

Škrob je označován za jednu ze strategických surovin budoucnosti, která nemá konkurenci a stává se nezastupitelnou. Jeho spotřeba každoročně narůstá jak v potravinářském, tak i v nepotravinářském využití. Zejména rychle narůstá jeho spotřeba při průmyslovém zpracování (roční přírůstek spotřeby je až 6,5 %). Největší využití škrobu je v papírenském, textilním a chemickém průmyslu kde slouží k výrobě mnoha produktů.

K docenění jeho polymerických vlastností je třeba modifikace, které lze dosáhnout chemickou nebo fyzikální cestou. Očekává se široké využití modifikovaných škrobů v průmyslu syntetických polymerů, což umožní jejich rozložitelnost. S tím souvisí i hlavní komerční využití - možnost náhrady petrochemických produktů.

V Evropě se na produkci škrobu podílejí brambory asi 25 % a pšenice také 25 %. Dynamičtější rozvoj je však patrný u produkce pšeničného škrobu, což potvrzují údaje o rozšiřujících se kapacitách škrobáren ve Francii a v Německu. Dosud se k výrobě škrobu používá potravinářská pšenice. Mouka se připravuje běžným mlecím procesem na obsah

popela 0,6 %. Naše škrobárny používají běžně pěstované odrůdy pšenice, mezi kterými převládají odrůdy potravinářské jakostní skupiny (E), elitní a kvalitní (A), a vůbec se nebere zřetel na zpracovávanou odrůdu. Německé škrobárny však mají zkušenost, že volba odrůdy vhodné právě pro škrobárenské zpracování přinesla průkazné zvýšení zisku (Kulovaná, 2001).

### **3. 5. 2. Výroba bioethanolu**

Bioethanol se získává fermentací rostlin obsahujících škrob. Limitujícím faktorem určujícím vhodnost obiloviny a následně genotypu je obsah škrobu v zrně. Druhým nedílným požadavkem je pokud možno nízký obsah bílkovin. Nejvhodnější obilovinou pro možnou výrobu etanolu se jeví ozimá pšenice a triticales, respektive jejich určité odrůdy.

U pšenice ozimé určené k výrobě etanolu je třeba, aby zrno pšenice mělo tyto parametry: max. 11 % bílkoviny a min. 65 % škrob v sušině zrna.

Pěstování pšenice ozimé pouze po obilovině je předpokladem úspěšné produkce na výrobu etylalkoholu s potřebnými kvalitativními ukazateli (Tichý a Hubík, 2000).

### **3. 6. Limity kvality při potravinářském a krmivářském uplatnění pšenice**

Pojem jakosti pšenice je tak široký, jako je široká paleta ukazatelů, podle kterých ji posuzujeme. Jiné představy o kvalitě má pěstitel, jiné zpracovatelský průmysl. Pěstitel potřebuje kultivary úrodné, dosti odolné proti chorobám a škůdcům, dobře reagující na agrotechnické zásahy, s minimálními ztrátami při sklizni. Zpracovatel – potravinář vyžaduje nejlepší technologické vlastnosti, vysokou výtěžnost mouky a krupic v mlýnech a optimální charakter sacharido - bílkovinného komplexu, který je předpokladem požadovaných reologických vlastností těsta a celkově úspěšné výroby v pekárnách (Prugar, Hraška, 1986).

Pšenice je nejdůležitějším potravinovým zdrojem v celosvětovém měřítku, její potravinářská i krmná kvalita je ovlivněna především množstvím a kvalitou proteinu (Chloupek, 2008).

### 3. 6. 1. Jakostní třídy pšenice

Vyjádření jakosti odrůd jednotlivých plodin vychází z obecně akceptovaných ukazatelů, které jsou geneticky podmíněny. Jakost konkrétní odrůdy však může být významně ovlivněna ročníkem, lokalitou, úrovní hnojení dusíkem, výskytem chorob a poléháním (ÚKZUS, 2011).

Odrůdy pšenice se zařazují podle pekařské kvality, především objemu pečiva a obsahu bílkovin do několika skupin:

- Velmi dobré, zlepšující, se označují **elitní**, ve zkratce **E**
- Dobré, samostatně zpracovatelné – **kvalitní A**
- Doplnkové, zpracovatelné ve směsi – **chlebové B**
- Málo vhodné až nevhodné – **ostatní C**

Odrůdy elitní (E) musí mít proti kvalitním (A) a zejména ostatním (C) vyšší objemovou výtěžnost, více bílkovin, vyšší hodnoty sedimentačního testu, vyšší pádové číslo, vyšší objemovou hmotnost i vaznost mouky. Cílem je zařadit každou odrůdu do přesně definované jakostní kategorie a tím umožnit pěstiteli a spotřebiteli zvolit optimální odrůdu pro daný užitkový směr (Zimolka a kol., 2005, Chloupek, 2008;).

Tabulka č. 4: Minimální hodnoty pro zařazení do skupin (Zimolka a kol., 2005)

Jakostní skupina	E - elitní		A - kvalitní		B - chlebová	
	absolutně	bod (9-1)	absolutně	bod (9-1)	absolutně	bod (9-1)
Vyjádření hodnoty						
Objemová výtěžnost	<b>549</b>	8	<b>513</b>	6	<b>477</b>	4
Obsah hrubých bílkovin (%)	<b>12,6</b>	6	<b>11,8</b>	4	<b>11,1</b>	2
Test Zelený (ml)	<b>47</b>	7	<b>33</b>	5	<b>19</b>	3
Číslo poklesu (s)	<b>240</b>	6	<b>200</b>	4	<b>160</b>	2
Objemová hmotnost (g/l)	<b>790</b>	7	<b>780</b>	6	<b>760</b>	4
Vaznost mouky (%)	<b>58,7</b>	7	<b>55,5</b>	5	<b>53,9</b>	4

### 3. 6. 2. Kvalitativní hodnocení zrna

Faměra (1993) uvádí, že kvalitativní ukazatele jakosti a metody hodnocení stanovují předmětové normy nebo podmínky na plodinové burze.

Pšenice potravinářská podle ČSN 46 1100-2 musí být bez živých škůdců v jakémkoli stádiu vývoje a bez cizích pachů. Nesmí obsahovat naplesnivělá nebo plesnivá zrna (růst plísní nesmí být viditelný prostým okem) a zrna poškozena sáním ploštic. Nesmí být nakažena mazlavou snětí. Pšenice potravinářská se podle využití rozděluje na pšenici pekárenskou a pšenici pečivářskou, přičemž každá z těchto pšenic má stanoveny samostatné hodnoty jakostních parametrů. Tyto dva typy se od sebe liší především v hodnotách jakostních ukazatelů, a to obsahem dusíkatých látek (N-látek) a hodnotou sedimentačního indexu – Zelenyho testem.

Obiloviny, dříve nazývané krmné, které jsou určeny především k průmyslovému zpracování jako krmivo, by neměly mít při skladování vlhkost vyšší než 14,5 % hmotnostních. Kromě ustanovení uvedených v části společná ustanovení pro potravinářské obiloviny se v této normě nově definuje druhová čistota. Vyjadřuje hmotnostní procento zrn příslušného (deklarovaného) druhu obilovin, zjištěné po odstranění nečistot a dále semen jiných botanických druhů rostlin, která nebyla posouzena a zařazena mezi nečistoty. Druhová čistota je stanovena na 95,0 % hmotnostních, obsah příměsí a nečistot celkem nejvýše 12,0 % hmotnostních, přičemž pro dodávání jsou stanoveny hodnoty porostlých zrn na 2,5 % hmotnostních a nečistoty 1,0 % hmotnostních (Laurenčík, n. d.).

Horčíčka a kol. (2001) uvádí, že jedním z nejvíce užívaných a nejjednodušších kritérií kvality pšenice je hmotnost pšenice na jednotku objemu neboli objemová hmotnost. Tento ukazatel patří také mezi nejstarší a je pro svoji jednoduchost široce využíván.

Horčíčka a kol. dále zmiňuje, že dle normy ČSN 461011 je objemová hmotnost hmotností 1 litru nasypaného zrna za podmínek zkoušky vyjádřená v gramech a vyjadřuje se v kilogramech na hektolitr podle přepočtových tabulek.

Objemová hmotnost zrna je znakem podmíněným genotypem a odrůdou, také je průkazně ovlivněna ročníkem a agrotechnickými podmínkami sklizně. Souvisí i s polehlostí



porostů a termínem sklizně, v případě deštivého počasí objemová hmotnost zralého zrna klesá.

Objemová hmotnost je ve většině zemí považována za jeden z důležitých ukazatelů kvality. Patří mezi základní ukazatele pro zařazování odrůd pšenice do jakostních tříd.

Stanovení objemové hmotnosti je principiálně jednoduché – zvážení 1 l vyčištěného zrna ve schválených přístrojích (Příhoda, Hrušková, 2007).

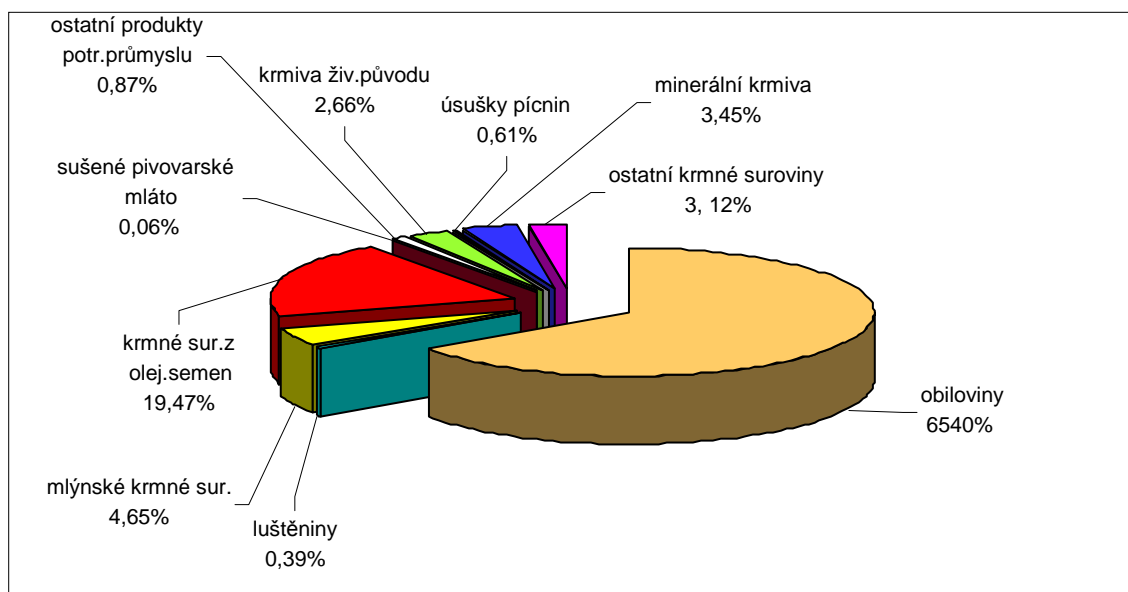
### **3. 7. Charakteristika pšenice jako krmiva**

Pšenice může být cennou součástí krmiv pro dojnice, hovězí dobytek, drůbež a prasata. Má vyšší nutriční hodnotu nežli hlavní krmné obiloviny, jako je kukuřice, čirok nebo ječmen, je ale oproti nim také nákladnější. V rozvojových zemích se proto pšenice využívá ke krmení pouze tehdy, má-li zrno porostlé, scvrklé nebo bylo poškozeno mrazem (Hanson et al., 1982).

V České republice je podstatná část pšenice z celkové produkce využívána pro krmné účely. Pšeničné zrno je zkrmováno především skupinou monogastrických zvířat a to drůbeží a prasaty. Přes výše uvedený vysoký podíl zrna pšenice využívaný v krmivářství je obtížné stanovit krmnou hodnotu jedním nebo několika málo kritérii. Odrůdy řazené do skupiny C jako nevhodné pro výrobu kynutých těst nemusí být vždy vhodné pro krmení monogastrických zvířat (Stehno a kol., 2010).

Dle výsledků statistického zjišťování Ministerstva zemědělství byla v roce 2010 celková spotřeba krmných surovin pro výrobu krmných směsí zjištěna ve výši 2 535 660 tun. Nejvýznamnější surovinou pro výrobu krmných směsí byly z krmných surovin obiloviny (65,40 %) s tím, že pšenice tvořila 53,23 %.

Graf č. 2: Struktura krmných surovin v roce 2010 (Mze):



### 3. 7. 1. Definice krmiva

Dle platného zákona o krmivech č. 91/1996 Sb. se krmivem rozumí produkty rostlinného nebo živočišného původu a produkty jejich průmyslového zpracování, jakož i organické a anorganické látky jednotlivé nebo ve směsích, popřípadě s přidáním doplňkových látek, které jsou určeny pro výživu zvířat.

Kompletním krmivem se dle téhož zákona rozumí směs krmiv, která svým složením pokrývá potřebu denní krmné dávky.

### 3. 7. 2. Krmná hodnota pšenice

Jak uvádí Paulová (2004), je krmná hodnota jakékoliv suroviny dána obsahem živin, jejich stravitelností a využitelností. Dále zmiňuje, že obsah živin a jejich stravitelnost / využitelnost nelze posuzovat odděleně, neboť vysoký obsah živin v krmivu při nízké stravitelnosti může mít na produkční účinnost a rentabilitu výkrmu horší dopad, než nižší obsah dobře stravitelných živin v krmivu, i když je absolutní množství využitých živin shodné. Část nestrávených živin přechází do ilea a dále do tlustého střeva, kde slouží jako substrát pro pomnožení potenciálně patogenních bakterií. To má v každém případě za následek

zvýšenou zátěž imunitního systému a vyšší spotřebu energie, v horším případě vznik průjmových onemocnění a zvýšený úhyn.

Krmiváři dle Paulové (2004) často posuzují pšenici pouze podle kvalitativních parametrů, především podle obsahu dusíkatých látek (NL). Často se také v praxi setkáváme s argumentací, že potravinářské odrůdy mají vyšší obsah NL. Tento faktor je však především ovlivněn dostupností dusíku v půdě – tj. obsahem dusíku a dalších prvků limitujících jeho příjem rostlinou.

Stehno a kol. (2010) uvádějí, že k posuzování krmné hodnoty obilovin se využívá několik analýz a testů, ke kterým patří ukazatelé biologické hodnoty bílkovin a to:

- Biologická hodnota bílkovin (BHB)
- Netto využití dusíku (NPU)
- Koeficient bilanční stravitelnosti (KBSb)
- Bílkovinný produkční poměr (PER)
- Dále pak aminokyselinové složení včetně Chemického skóre (CS) a Indexu esenciálních aminokyselin (EAAI) a hodnocení vzorků po stránce energetické - Brutto energie (BE).

Dle Petra (2001) doba setí ani výsevek průkazně neovlivňují krmnou hodnotu pšenice. Pro ni má, jak uvádí, rozhodující význam zásoba dusíku v půdě, jeho uvolňování, dávka a dělení dusíkatého hnojení. Významnou roli též hraje ochrana, zejména před klasovými chorobami. Nepříznivě může kvalitu ovlivnit sklizeň, posklizňové ošetření a skladování.

I když se jedná „jen“ o krmnou pšenici, která má obvykle nižší cenu než pšenice potravinářská, její pěstování musí mít stejně vysokou úroveň a technologickou kázeň jako ostatní ceněné produkty. I výnosy krmné pšenice jsou dokladem agronomické úrovně podniku (Petr, 2001).

### 3. 7. 3. Krmné testy

Jediným kritériem s vyšší výpovědní hodnotou stále zůstává krmný test (přírůsteky, případně kvalita produkce) na cílových zvířatech, který je využíván např. k označování odrůd „s krmnou kvalitou“ v katalogu firmy Selgen, a. s.

S cílem posoudit možnost využití jednotlivých kritérií včetně ukazatelů pekařské jakosti k odhadu krmné jakosti pšenice byl prováděn výzkum v období 2004 až 2008. V průběhu projektu byly provedeny tři tříleté typy krmných testů s laboratorními potkany, kuřaty a prasaty. Koncepce krmných testů byla především zaměřena na zhodnocení proteinové složky a její využití v celkovém přírůstku, což znamenalo proteinově a energeticky shodných krmných směsí. Zatímco u laboratorních potkanů z důvodu silnějšího projevu kvality proteinu byla výživa spíše deficitní, a dusík v krmné dávce byl výhradně tvořen pšenicí, u krmných testů podle ÚKZUZ na kuřatech a prasatech odpovídal krmný test reálnému výkrmu s tlakem na vysoký přírůstek a podílem pšeničného proteinu 35, resp. 40 %. Tato skutečnost se logicky odrazila u obou posledních skupin (kuřata, prasata) ve výrazně nižší průkaznosti a rozdílech mezi přírůstky, resp. Hodnotami indexu PER (bílkovinný produkční poměr). Podle výsledků je možné detekovat trendy chemického složení zrna pšenice, jež budou vhodnější pro jeho celkovou krmnou kvalitu. Pro materiály pšenice s vysokou krmnou hodnotou tak bude výhodnější nižší podíl celkových dusíkatých látek s vyšším podílem albumino - globulinové frakce s nižším podílem lepkových bílkovin. Negativně byl pro krmnou jakost hodnocen vyšší obsah gliadinů (Stehno a kol., 2010).

Krmiva kuřat obsahují až 70 % obilovin. Pšenice poskytuje 55 % metabolické energie (ME) a 35 % bílkovin v dietě postavené na pšenicí. Ekonomicky účinné krmné směsi pro krmení brojlerů musí dosáhnout nízkou spotřebu krmiva na kg přírůstku, ale musí také umožnit kuřatům maximalizovat rychlost přírůstku. Výsledky potvrdily, že oba výše uvedené znaky byly ovlivněny zkrmováním různých odrůd pšenice (Rose et al., 2001).

Dle Horčíčky a kol. (2003) jsou krmné testy náročné i pro skutečnost, že požadavky drůbeže, prasat či skotu na jakost pšenice jako komponentu krmných směsí jsou odlišné. Při hodnocení krmné jakosti chceme hodnotit podstatně více, než u jakostí pro lidskou výživu. U jakosti pekařské nehodnotíme vliv na zdravotní stav nebo přírůsteky nás lidí, ale zaměřujeme se zejména na chuť, vzhled a vhodnost i ekonomiku při zpracování.

Horčíčka a kol. (2003) dále uvádí, že z výsledků můžeme zobecnit s větší či menší mírou platnosti tyto poznatky:

- krmné odrůdy pšenice by měly jednoznačně být výnosnější než odrůdy potravinářské, aby se jejich přínos prosadil ekonomicky
- výběr mezi obilovinami ovlivňuje cena na jednotku energie, a proto je pšenice hlavní obilovinou používanou v evropských zemích do krmiv kuřat
- velký zájem je věnován skladbě a obsahu dusíkatých látek

### **3. 7. 4. Krmná kvalita pšeničného proteinu a škrobu**

Živinové složení pšeničného zrna bezprostředně souvisí s hmotnostními podíly jeho jednotlivých částí (Kodeš a kol., 2010).

Bez ohledu na pšeničný druh, užitkový směr, systém pěstování či odrůdu, převažující živinovou skupinou tvořící zrna, jsou sacharidy. Jedná se o velice různorodou skupinu strukturálních a zásobních látek s velice kontrastní energetickou hodnotou. Nejpočetněji je zastoupen škrob, který spolu s jednoduchými cukry je nejlépe stravitelný.

Po sacharidech do energetické hodnoty zrna nejvíce zasahuje protein – dusíkaté látky, pro krmivářské účely nejčastěji označován jako N x 6,25 (resp. pro pšenici N x 5,7). Jeho obsah bývá ze všech živin nejvíce rozkolísaný, což je výsledkem genetických, agrotechnických a environmentálních vlivů (Kodeš a kol., 2010).

Rozhodující význam obilovin v krmné dávce je v přínosu energie a je dán obsahem glycidů. Nutriční hodnotu představuje bílkovinná složka obilného zrna.

Bílkovinný komplex zrna je velmi heterogenní, je složen z více frakcí. Klasické dělení je podle rozpustnosti. Albuminy a globuliny řadíme do skupiny katalytických bílkovin a jsou součástí enzymatických inhibitorů. Mají tedy funkci metabolickou a strukturální. Z hlediska nutriční hodnoty se v pšenici pro krmné účely tato frakce nejvíce cení. Jejich obsah je silně podmíněn geneticky a je tedy druhovou a odrůdovou vlastností. Pěstitelskými podmínkami je málo ovlivnitelný (Petr, 2001).

Petr (2001) dále uvádí, že zásobní bílkoviny, kam řadíme frakce gliadinů, jsou z hlediska krmné hodnoty nejméně žádoucí, neboť jsou to bílkoviny nerozpustné a při zkrmování u monogastrických zvířat nejsou plně využity. Procházejí zaživačím traktem bez většího užitku. Při vysoké viskozitě ve střevech znemožňují využití i ostatních výživných látek.

Obiloviny jsou velmi významným zdrojem dusíkatých látek a aminokyselin. Pokud není v obilovinách dostatek těchto aminokyselin, musí být přidávány cestou přes doplňky biofaktorů. Zvíře potřebuje aminokyseliny pouze ty, které může využít – tedy stravitelné a to je často problémem, protože značná část obilovin prochází kromě enzymatického trávení v trávicím traktu také procesem mikrobiálního trávení. Tím se část dusíkaté složky modifikuje, a proto se musí hodnotit stravitelnost aminokyselin buď jako zdánlivá anebo jako skutečná. Pro většinu zvířat se bude do budoucna uvažovat jen s obsahem a koeficienty skutečné stravitelnosti aminokyselin (tedy pro skot, prasata i drůbež) (Zeman a kol., 2003).

### **3. 8. Krmné směsi a krmné dávky s využitím pšenice**

Dle Zemana a kol. (2003) je pro hodnocení krmných vlastností odrůd třeba nalézt velmi jednoduché metody, které se dají použít prakticky na každé výrobně krmných směsí.

Výživa drůbeže jako jednoho z chovaných monogastrů má svá specifika. Má minimální počet chuťových pohárků, které jsou citlivé na chuť kyselou, málo vnímají chuť slanou. Drůbež je krmena kompletními krmnými směsmi (Šimek a kol., 2011).

Drůbež potřebuje v krmné dávce obiloviny, které neobsahují vlákninu a mají velmi nízký obsah betaglukanů. Drůbež nemá tento enzym ve své přirozené enzymové výbavě a proto jakékoliv množství betaglukanů znamenalo dříve snížení obsahu energie. V posledních letech se částečně dají betaglukany trávit pomocí obsahu energie externě přivedených enzymů (betaglukanáz) (Zeman a kol., 2003).

Při sestavování krmných směsí je třeba vědět, jaký je denní příjem krmiva u zvířat, pro která krmivo připravujeme.

Při výpočtu obsahu živiny v 1 kg krmné směsi se postupuje tak, že tabulkový obsah živiny v 1 kg směsi násobíme tabulkovou spotřebou krmiva a dělíme jeho skutečnou spotřebou.

Plné využití genetického potenciálu, tedy to, co je biologicky možné, nemusí být ekonomicky výhodné a únosné. Vhodně sestavená krmná směs má rozhodující důležitost pro efektivnost produkce. Nemusí to být směs z nejlepších surovin. Efektivnější může být výkrm levnějším krmivem při vyšší spotřebě na jednotku přírůstku.

Výživná hodnota a cena komponent jsou sice hlavními posuzovanými faktory při sestavování směsi, každé krmivo má však i specifické vlastnosti, výhody a nevýhody, rizika kontaminace a specifický vliv při použití v příliš vysokých dávkách. Podle toho je třeba nastavit hranice minima nebo maxima jejich použití. Může se ovšem stát, že dostupnost krmiv a zejména aktuální ekonomická situace nastaví rozsah použití některých komponent jinak, bez ohledu na jejich nutriční nevýhody.

Pšenice má velmi variabilní obsah dusíkatých látek (10 – 17 %, obvykle mezi 11 a 14 %), proto je třeba pracovat s hodnotami stanovenými vlastním rozbořem. Minimální sušina má být 86 %, hektolitrová hmotnost alespoň 72 kg. Desetiprocentní zastoupení pšeničného šrotu stačí ke zlepšení kvality granulí. Doporučený obsah ve směsi je do 20 – 25 %, s doplňkem enzymů, pokud je to ekonomicky výhodné, i 50 %. Při velkém podílu pšenice se tvoří nálepy v okolí kloaky a vznikají potíže s příliš vlhkou podestýlkou. Jemně šrotovaná pšenice v netvarované směsi se může nalepovat v zobáku a vést k jeho deformacím. Vysoký obsah pšenice je jedním z predispozičních faktorů nekrotické enteritidy. Čerstvě sklizená pšenice je hůře stravitelná a nepříznivě ovlivní užitkovost. Při posklizňovém dozrávání se jejich množství dva až čtyři týdny po sklizni snižuje. Proto je třeba pšenici před použitím několik týdnů po sklizni skladovat (Zelenka a kol., 2007).

Šimek a kol. (2011) popisují přehled krmných směsí pro drůbež:

- BR1 - krmná směs pro výkrm brojlerových kuřat do 21 dnů stáří
- BR2 - kompletní krmná směs pro závěrečnou fázi výkrmu brojlerů
- BR3 - kompletní krmná směs pro dokrm brojlerů 5 – 7 dní před porážkou

- NP1 - kompletní krmná směs pro výživu plemenných nosnic a kohoutků nosného i masného typu
- N1, N2 - kompletní krmná směs pro výživu nosnic v užitkových chovech
- KR3, KR4, KR5, KR6 – kompletní krmné směsi pro výkrm krůt, rozděleno dle stáří a váhy zvířete

Prase je všežravec, vyžaduje vyšší koncentraci živin v potravě než býložravci. Jeho potrava se skládá převážně z obilovin a bílkovinných krmiv rostlinného či živočišného původu (Velechovská, 2011).

Staněk (2012) zmiňuje, že jadrná krmiva mají ve výživě prasat nezastupitelnou úlohu. Základem krmné dávky je šrotovaný ječmen a pšenice. Dále je vhodné do krmné směsi (ječmen a pšenice) přidávat malé dávky např. hrachu, případně pokrutin. Pokud krmíme pouze jadrnými krmivy, pak orientačně počítáme se spotřebovaným množstvím 220 až 250 kg jadrného krmiva na prase za výkrm (na začátku zkrmujeme cca 1,2 kg/ks/den s postupujícím výkrmem se dávka zvyšuje až na 3,0 kg/ks/den).

Obsah vlákniny by měl být co nejnižší a to protože prase nemá enzym celulásu a tedy není schopno celulosu trávit. Pokud starší zvířata tráví vlákninu, tak je to způsobeno především mikroorganismy (jejich enzymy) ve slepém střevě a těkavé mastné kyseliny, které tímto trávením vytvoří, jsou využity jen velmi málo. I u prasat je velmi důležitým vodítkem obsah energie vyjadřovaný v jednotkách metabolizovatelné energie (MEp nebo nověji v jednotkách NEp v MJ) (Zeman a kol., 2003).

Důležitým faktorem je zastoupení jednotlivých komponentů v kompletních směsích. Týká se to zejména obilovin, u nichž je třeba dodržovat experimentální ověření hodnoty maximálních podílů obilovin ve vztahu k dietetice, nutriční hodnotě a ceně směsí. Pro odchov prasat jsou tyto hodnoty v kompletních směsích u pšenice max. 40 %, u ječmene max. 65 %, u ovsu max. 30 % a u tritikale max. 20 % (Kulovaná, 2001).

Dle Zemana (n. d.) je složení průměrné směsi pro prasata (od selat až po březí prasnice) v současné době v praktických chovatelských podmínkách velmi jednoduché a směs je složena následovně:



Tabulka č. 5: Složení průměrné směsi pro prasata (Zeman, n. d.)

skupina krmiv	krmivo	podíl
obiloviny	pšenice, ječmen, kukuřice, oves	80%
bílkovinná krmiva	sojový a řepkový extrahovaný šrot, hrách, bob	16%
minerálie	sůl, vápenec	3%
premix vitamínů, aminokyselin a stopových prvků	vitamíny, lyzin, methionin a jiné	1%
celkem		100%

#### Přehled krmných směsí pro prasata:

- ČOS - prestarter kompletní krmná směs pro selata do 8 kg
- ČOS - starter kompletní krmná směs pro selata nad 8 kg
- ČOS - kompletní krmná směs pro selata nad 8 kg
- A1 V1 - kompletní krmná směs pro výkrm prasat do 35 kg
- A2 V 2 - kompletní krmná směs pro výkrm prasat od 35 do 65 kg
- CDP V3 - kompletní krmná směs pro výkrm prasat od 65 kg
- KPB - kompletní krmná směs pro březí prasnice
- KPK - kompletní krmná směs pro kojící prasnice
- PCH 1 - kompletní krmná směs pro odchov prasat do 65 kg
- PCH 2 - kompletní krmná směs pro odchov prasat nad 65 kg
- KA - kompletní krmná směs pro plemenné kance
- P test - kompletní krmná směs pro výživu testovaných plemenných prasat

### 3. 9. Příklady odrůd pšenice s krmnou kvalitou

Zeman a kol. (2003) upozorňuje na to, že od krmných odrůd v první řadě očekáváme stabilitu výnosu a stabilitu kvality.

Z odrůdového katalogu pro podzim roku 2011 od akciové společnosti Selgen, lze uvést pro příklad odrůdy:

- PENALTA - polopozdní krmná odrůda s jakostí C, vyniká vysokým výnosem zrna ve všech oblastech s dobrou mrazuvzdorností, má vysoký obsah škrobu v sušině a vysokou odolnost k významným chorobám
- FERMI - polopozdní krátkostébelnatá nepotravinářská odrůda – délka rostlin 84 cm, vysoká odolnost k poléhání, výnos zrna ve všech oblastech vysoký až velmi vysoký
- FAUSTINA - poloraná, středně až silně odnoživá pšenice vhodná pro vysokou intenzitu pěstování, používaná pro krmné účely

Odrůdový katalog pro podzim roku 2011 společnosti s ručením omezeným Saaten Union nabízí odrůdy s jakostí C:

- BISCAY - odrůda s vysokým výnosem, velmi dobrou krmnou kvalitou, s vysokým obsahem škrobu, nízkým vzrůstem a dobrým zdravotním stavem
- DROMOS - tato odrůda má vysoký výnos zdravého zrna, vynikající krmnou kvalitu a vysoký obsah škrobu
- TIGUAN - středně raná až polopozdní odrůda ozimé pšenice, svými kvalitativními vlastnostmi je určena především ke krmným účelům

## 4. Závěr

Práce přináší ucelený pohled na systém a způsoby pěstování pšenice obecné. Dále pak popisuje složení pšeničného zrna a možnosti jeho dalšího využití, hodnocení a dle něj pak i následného zpracování.

Pšenice je hodnocena dle pekářenského využití. Kategorie hodnocení jsou E – elitní, A – kvalitní, B – chlebová a C – ostatní. Do kategorie ostatní (C) jsou řazeny odrůdy málo vhodné až nevhodné pro pekařství. Neznamená to ale, že jsou vždy vhodné ke krmným účelům. Označovat tedy kategorii C jako krmnou pšenici není vždy správné. Na základě vyhodnocení několika krmných testů byly v současné době stanoveny parametry, které by měla krmná pšenice splňovat. Mezi nejhlavnější patří obsah škrobu a proteinu pšeničného zrna a jejich kvalitativní složení.

Práce ukazuje, co je třeba zohlednit při výrobě krmných směsí, jaké je jejich vhodné složení a jací jsou zástupci odrůd pšenice s krmnou kvalitou.

## 5. Seznam použité literatury

Abbasain, A. Wheat market summary. Food Outlook – Global Market Analysis [online] 2010 (6) [cit. 2012-02-28]. Dostupné z < <http://www.fao.org/docrep/012/ak349e/ak349e00.pdf> >

Antonov, A. 1958. Atlas obilnin československých povolených a rayonovaných odrůd. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 280 s.

Carver, B., F. 2009. Wheat – Science and Trade. In: McMasteer, G., S. (ed.). Development of the Wheat Plant. Wiley – Blackwell. Iowa, USA. p. 31 – 55. ISBN 978-0-8138-2024-8

Česko. Zákon č. 91 ze dne 21. 4. 1996 o krmivech [online]. [cit. 2012-02-17]. Dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/ws\\_content?contentKind=regulation&section=1&id=44115&name=91/1996](http://eagri.cz/public/web/ws_content?contentKind=regulation&section=1&id=44115&name=91/1996)>

Český statistický úřad. Veřejná databáze. Sklizeň zemědělských plodin [online] [cit. 2012-03-06]. Dostupné z <[http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0030UU&&kapitola\\_id=1](http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0030UU&&kapitola_id=1)>

Faměra, O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR. Praha. 51 s. ISBN 80-7105-045-8

Faostat: Food and Agricultural commodities production [online] [cit. 2012-02-12]. Dostupné z < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> >

Foltýn, J. 1970. Pšenice. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 441 s.

Hanson, H., Borlaug, N. E., Anderson, R. G. 1982. Wheat in Third World. Westview Press. Boulder, Colorado. 174 p. ISBN 0-86531-357-1

Havlíček, V. 2011. Moderní posklizňové technologie. Zemědělský týdeník. 14 (2). s. 14

Horčíčka, P., Hanišová, A., Mudra, J. 2001. Objemová hmotnost pšenice – význam ročníku a odrůdy. Sborník přednášek Qualima Hradec Králové. s. 3 - 5

Horčíčka, P., Hanišová, A., Bobková, L. 2002. Krmná jakost pšenice – metody šlechtění a testování. Sborník přednášek Qualima: 11. odborný seminář k jakosti potravinářských a krmivářských produktů. Hradec Králové. s. 4 – 7

Horčíčka, P. 2011. Pěstování jarní pšenice. Zemědělský týdeník. 14 (4). s. 6-7

Hrušková, M., Příhoda, J. 2007. Hodnocení kvality – aplikace doporučených přístrojů, metod a interpretace výsledků pro praxi. Mlynářská technologie svazek 1. Mlynářské noviny. Nakladatelství 5P. Praha. 186 s. ISBN 978-80-239-9475-9

Kislev, M. E. 1984. Emergence of beat agriculture. Palaeorinet. 10 (2). p. 61-70

Kodeš, A., Hučko, B., Mudřík, Z., Stehno, Z. 2010. Krmné hodnoty proteinu zrna pšenice. Zemědělec: Odborný a stavovský týdeník. 18 (48). s. 12 – 13. Dostupné také z: [http://www.agroweb.cz/krmne-hodnoty-protein-zrna-psenice\\_s1369x48394.html](http://www.agroweb.cz/krmne-hodnoty-protein-zrna-psenice_s1369x48394.html)

Kolektiv autorů 2008. Pšenice – od genomu po rohlík, aktuální poznatky doktorandů získané ve výzkumných laboratořích a na pokusných pozemcích. In: Chloupek, O. (ed.). Kvalita produkce pšenice. s. 134 – 136. ISBN 978-80-87111-12-3

Kulovaná, E. In: Krátký, F. Výživa prasnic – důležitý faktor reprodukce prasat [online] 25. října 2001 [cit. 2012-03-31]. Dostupné z <[http://www.naschov.cz/@AGRO/informacni-servis/Vyziva-prasnic-%EF%BF%BD-dulezity-faktor-reprodukce-prasat\\_s485x9435.html](http://www.naschov.cz/@AGRO/informacni-servis/Vyziva-prasnic-%EF%BF%BD-dulezity-faktor-reprodukce-prasat_s485x9435.html)>

Kulovaná, E. In: Petr, J., Capouchová I. Pěstování pšenice pro produkci škrobu [online] 18. května 2001 [cit. 2012-01-08]. Dostupné z <[http://www.agroweb.cz/Pestovani-psenice-pro-produkci-skrobu\\_s44x10428.html](http://www.agroweb.cz/Pestovani-psenice-pro-produkci-skrobu_s44x10428.html)>

Kůst, F., Potměšilová, J. 2011. Situační a výhledová zpráva Obiloviny. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. 92 s. ISBN 978-80-7084-989-7. Dostupné také z: [<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinne-komodity/obiloviny/situacni-a-vyhledove-zpravy/>](http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinne-komodity/obiloviny/situacni-a-vyhledove-zpravy/)

Laurenčík, M. Nové metody a postupy při sklizni a zpracování obilovin: Skladování a úpravy obilovin [online] [cit. 2012-01-12]. Dostupné z < <http://www.iubela.cz/szif/skladovani.pdf>>

Makovička, Z. 2012. Zásady pěstování jařin. Moderní rostlinná výroba – příloha časopisu zemědělský týdeník. 15 (1). s. 4-5

Mze. 2011. Výsledky statistického zjišťování. Roční výkaz o výrobě průmyslových krmiv za rok 2010. [online] [cit. 2012-02-16]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/statistika/krmiva/vyroba-prumyslovych-krmiv-za-rok-2010.html>>

Novotný, P. 2010. Výhled světové výroby a trhu obilovin a olejnin do roku 2019. Buletin. Ústav zemědělské ekonomiky a informací (12). 18 s. Dostupné také z: [<http://www.uzei.cz/left-menu/publikacni-cinnost/bulletin-uzei/2010/bu1012.pdf](http://www.uzei.cz/left-menu/publikacni-cinnost/bulletin-uzei/2010/bu1012.pdf)>

Paulová, J. Krmná hodnota pšenice [online] 23. Července 2004 [cit. 2011-05-26]. Dostupné z [http://www.noack.cz/articles\\_print.asp?idk=162&ida=16](http://www.noack.cz/articles_print.asp?idk=162&ida=16)

Pazdera, J, a kol. 2006. Pěstování rostlin – cvičení. Praha. ČZU, 203 s., ISBN 80-213-1538-5

Petr, J., Húska, J. a kol., 1997. Speciální produkce rostlinná – I (obecná část a obiloviny). Praha. ČZU. 193 s. ISBN 80-213-0152-X

Petr, J. 2001. Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 40 s. ISBN 80-7271-090-7

Petr, J. 2006. Časně a pozdní setí ozimých obilnin. Úroda. 54 (9). s. 10 – 12

Pícha, V. 2011. Posklizňová úprava a skladování zrnin. Zemědělský týdeník. 14 (2). s. 12-13

Prugar, J., Hraška, Š. 1986. Kvalita pšenice. Příroda. Bratislava. 224 s.

Pulkrábek, J., Capouchová, I., Hamouz, K. a kol. 2006. Speciální fyto technika. Katedra rostlinné výroby ČZU. Praha. 190 s. ISBN 80-213-1020-0

Rose, S. P., Tucker, P. S., Collier, D. A. 2001. Rapid Test of Wheat Nutritive Value for Growing Chickens. Journal of Cereal Science. 34 (2). p. 181 – 190. Dostupné také z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073352100190390X>>

Rovenská, B. 1968. Anatomický atlas pšenice. Academia. Praha. 160 s.

Staněk, S., 2012. Výkrm prasat. [online] 11. března 2012 [cit. 2012-03-31]. Dostupné z <<http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-prasat/vykrm-prasat/vykrm-prasat.html>>

Selgen, a.s. 2011. Odrůdový katalog pro podzim 2011.

Stehno, Z., Dvořáček, V., Kodeš, A. 2010. Vlastnosti zrna a jeho krmná hodnota. Zemědělec – odborný a stavovský týdeník. 18 (48). s. 11 – 12

Šimek, M., Zemanová, D. 2010. Výživa a krmení drůbeže. Farmář: Časopis všech zemědělců. 17 (2). s. 34 – 36

Špaldon, E. a kolektiv 1986. Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 720 s.

Tichý, F., Hubík, K. 2000. Rámcová metodika pěstební technologie pšenice určené pro výrobu etanolu. Farmář – měsíčník pro každého zemědělce. 7 (4). s. 21 – 23

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2011. Seznam doporučených odrůd, přehled odrůd. Národní odrůdový úřad. Brno. 240 s. ISBN 978-80-7401-043-9. Dostupné také z: <[www.ukzuz.cz/Print/Uploads/176842-7-Obilniny\\_2011pdf.aspx](http://www.ukzuz.cz/Print/Uploads/176842-7-Obilniny_2011pdf.aspx)>

Velechovská, J. 2011. Základní zásady výživy prasat. Farmář: Časopis všech zemědělců. 17 (1). s. 32 – 33

Zelenka, J., Heger, J., Zeman, L. 2007. Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Brno. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 46 s. ISBN 978-80-7375-091-6

Zeman, L., Procházková, J., Pípalová, S., Klecker, D. 2003. Hodnocení odrůd obilovin z pohledu krmiváře. Šlechtitelský seminář: Problematika krmné jakosti zrnin. Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace. Praha. s. 20 - 24

Zeman, L. Jaké má být složení krmných směsí pro prasata [online] [cit. 2012-04-01]. Dostupné z <[http://web2.mendelu.cz/pcentrum/publikace/32\\_slozeni\\_ks\\_prasat.pdf](http://web2.mendelu.cz/pcentrum/publikace/32_slozeni_ks_prasat.pdf)>

Zimolka, J., a kol. 2005. Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press. Praha. 180 s. ISBN 80-86726-09-6