

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**

**KRMNÁ HODNOTA PŠENICE**

**Diplomová práce**

**Vedoucí práce: Doc. Ing. Alois Kodeš, CSc.**

**Autor práce: Kateřina Valentová**

**2009**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Krmná hodnota pšenice“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 8. 4. 2009.....

## **Poděkování**

Děkuji touto cestou vedoucímu mé diplomové práce Doc. Ing. Aloisi Kodešovi za pozitivní přístup a cenné připomínky při psaní této práce.

## **Abstract.**

This thesis is focused on feeding value of new lines of winter wheat. There was studied influence of year of growing and presence/absence 1B/1R translocation. We had 10 new lines with rye translocation 1B/1R, 8 new lines without rye translocation and 2 control varieties Šárka and Nela. We assessed the basic characteristics (contents of crude protein, fat, fibre and minerals) and contents of essential amino acids.

We found that contents of basic nutrient is influenced by year of growing regardless of presence/absence of rye translocation. The quality of protein expressed by contents of lysine, methionine and EAAI is influenced by year of growing more than genotype. There is negative correlation between contents of crude protein and concentration of lysine and methionine. On the other side there is positive correlation between crude protein and EAAI. There was not demonstrable influence of presence/absence 1B/1R translocation on concentration of lysine and methionine. 1B/1R translocation only increased total contents of amino acids.

**Key words:** wheat, 1B/1R translocation, feeding value, wheat protein

## **Autorský referát.**

V této práci jsme hledali odpověď na otázku, jak působí ročník pěstování a genetické založení linií a odrůd na krmnou hodnotu pšenice.

Předmětem sledování bylo 18 novošlechtěných linií pšenice ozimé, z nichž 8 bylo s přítomnou žitnou translokací a 10 bez přítomné žitné translokace v genomu, a 2 kontrolní odrůdy Šárka a Nela. Sledování se provádělo v pěti po sobě následujících letech (2003 – 2007). Stanoviště bylo ve všech případech stejné.

Byla provedena základní krmivářská analýza obsahu živin v rozsahu Weendské metody, dále stanoven obsah esenciálních aminokyselin na automatickém analyzátoru aminokyselin AAA – 400. Výpočtem bylo zjištěno chemické skóre a index esenciálních aminokyselin. Výsledky analýz byly podrobeny statistickému zhodnocení (analýza rozptylu, F-test, regresní a korelační analýza).

Z výsledků analýz vyplynul jednoznačný vliv ročníku pěstování na proměnlivost obsahu základních živin. Množství proteinu bylo ovlivněno ročníkem pěstování, jistý vliv na zvýšení obsahu proteinu má i přítomnost žitné translokace. Vliv přítomnosti žitné translokace (1B/1R) na kvalitu proteinu nebyl jednoznačně prokázán. Vztah mezi množstvím proteinu a koncentrací aminokyselin lze podle našich výsledků vyjádřit negativní lineární korelací, tedy se vzrůstajícím obsahem proteinu v zrně pšenice klesá koncentrace lysinu a metioninu, EAAI vzrůstá. Těsnost těchto dvou znaků, tedy množství a kvality proteinu v zrně pšenice, je však spíše slabá. Vliv přítomnosti, resp. nepřítomnosti žitné translokace nebyl jednoznačně prokázán, výsledky nebyly statisticky průkazné.

**Klíčová slova:** pšenice, krmná kvalita, žitná translokace, pšeničný protein

# Obsah.

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce.....	14
3	Literární rešerše.....	15
3.1	Aktuální stav a perspektivy obilnin.....	15
3.2	Botanická a biologická charakteristika pšenice.....	17
3.3	Užitkové směry pšenice, využití pšeničného zrna.....	17
3.3.1	Krmná pšenice.....	18
3.4	Nutriční hodnota zrna pšenice seté.....	19
3.4.1	Obsah živin v zrně obilnin.....	20
3.5	Přirozené antinutriční látky zrna obilnin.....	21
3.5.1	Fytáty.....	21
3.5.2	Používání doplňkových fytáz.....	22
3.5.3	Neškrobové polysacharidy.....	22
3.5.4	Možnosti omezení škodlivých účinků neškrobových polysacharidů.....	24
3.6	Vliv žitné translokace na nutriční kvalitu zrna pšenice.....	26
3.7	Vliv odrůdy a stanoviště na kvalitu proteinu.....	27
3.8	Posuzování nutriční kvality krmiv.....	28
3.8.1	Stravitelnost živin.....	28
3.8.2	Energetická hodnota.....	28
3.8.3	Hodnocení kvality dusíkatých látek pro nepřežvýkavá zvířata.....	29
4	Materiál a metodika.....	30
4.1	Předmět sledování.....	30
4.2	Sledované parametry laboratorních vyšetření.....	30
4.3	Metodiky fyzikálních a chemických analýz.....	30
4.3.1	Stanovení sušiny a vody.....	30
4.3.2	Stanovení obsahu dusíku Kjeldahlovou metodou.....	31
4.3.3	Stanovení dusíkatých látek výpočtem.....	31
4.3.4	Stanovení tuku extrakcí dle Soxhleta.....	31
4.3.5	Stanovení vlákniny.....	31
4.3.6	Stanovení popelovin.....	32
4.3.7	Stanovení bezdusíkatých látek výtažkových.....	32
4.3.8	Stanovení organických živin.....	32
4.3.9	Stanovení brutto energie.....	32
4.3.10	Stanovení aminokyselin s využitím automatického analyzátoru aminokyselin AAA 400.....	32
4.4	Hodnocení kvality bílkovin podle obsahu aminokyselin.....	33
4.5	Způsob vyhodnocení.....	33
5	Výsledky a diskuze.....	33
5.1	Vliv ročníku na proměnlivost obsahů základních živin.....	33
5.2	Vliv ročníku u různých genotypů na obsah proteinu v zrně pšenice.....	35
5.3	Vliv ročníku u různých genotypů na kvalitu proteinu zrna pšenice.....	36
5.4	Vliv genetického založení na množství a kvalitu proteinu.....	39
5.5	Vzájemný vztah mezi množstvím a kvalitou proteinu v pšeničném zrně.....	40
6	Závěr.....	43
7	Seznam použité literatury.....	44
	Samostatné přílohy.....	47



# 1 Úvod.

Většina pšenice vyprodukované v České republice, ale i ve světě, je zpracovávána do krmných směsí a využita ke krmným účelům, zvláště monogastrických zvířat – prasat a drůbeže. Bohužel do současnosti nejsou vyšlechtěny speciální krmné odrůdy této významné obiloviny, což přináší s sebou skutečnost, že se ke krmení využívají potravinářské odrůdy s nižší nutriční hodnotou, zejména bílkovin.

Pšenice je dominantní složkou většiny krmných směsí, je tedy i hlavním nositelem živin a energie v krmné dávce. Bílkovinné frakce potravinářské pšenice jsou jen velmi omezeně využitelné, a proto dochází ke zhoršování konverze živin, nižší intenzitě růstu, a tedy ekonomickým ztrátám chovatelů. Pšenice je v dietách hlavním zdrojem energie (škrob), potřebu NL či bílkovin nepokrývá, takže je nutné hradit dusíkaté živiny jinými, často velmi nákladnými zdroji. V současnosti, kdy platí zákaz zkrmování živočišných komponentů, je velmi důležité a významné nahradit jejich ztrátu v krmivové základně kvalitními bílkovinami rostlinnými.

Přes všechny tyto známé skutečnosti dosud nejsou přesně stanovené vlastnosti, které by měla splňovat krmná pšenice. Existující normy se týkají jen pšenice potravinářské.

Tato diplomová práce je součástí rozsáhlého projektu, který si klade za cíl vyšlechtit speciální krmné odrůdy ozimé pšenice (VÚRV Praha – Ruzyně), zjistit jejich živinové složení a posoudit krmnou hodnotu (KMVD ČZU v Praze). Zpracování zadaného tématu má přinést zhodnocení konkrétních novošlechtěných linií pšenice seté při jejich krmivářském využití. Směřuje tedy k potvrzení či vyvrácení hypotézy o rozdílné síle vlivu genetického založení a ročníku pěstování pšenice seté na parametry krmné kvality jejího zrna.

## **2 Cíl práce.**

Smyslem zpracované diplomové práce bylo sumarizovat poznatky o změnách živinového složení pšeničného zrna z jedné lokality za období 5 let a to na základě vyhodnocení vzorků, získaných z GENOVÉ BANKY výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze – Ruzyni v.v.i.

Vlastním cílem práce bylo posoudit vliv rozdílného genetického založení a ročníku pěstování pšenice na její:

- základní krmivářské charakteristiky
- parametry krmné kvality proteinu



### 3 Literární rešerše.

#### 3.1 Aktuální stav a perspektivy obilnin.

Obilniny je možné označit za nosnou komoditu rostlinné produkce nejen českého zemědělství, ale obecně zemědělství v mírném pásmu naší zeměkoule. Tvoří stabilizační kostru každého pěstitele a na její úspěšnosti a efektivnosti silně závisí prosperita každého zemědělského podniku hospodařícího na půdě v produkčních oblastech (Palík, 2008).

Obiloviny a produkty z nich vždy tvořily základ výživy národa. Tím zůstávají i v současné moderní době. Podíl cereálií v potravě lidí zůstává prakticky stabilní, mění se pouze v dílčích částech s vývojem poznatků o výživě a i s některými módními trendy. Každý národ hledá praktickou soběstačnost v produkci obilovin. Pro lidskou výživu v naší lokalitě to už dávno není problém, v současnosti jsme se dostali do fáze relativního přebytku produkce obilovin. Základ spotřeby v posledním zhruba století tvoří pochopitelně zkrmování v navazující živočišné produkci (Palík, 2008). Podle Situační a výhledové zprávy Obiloviny z prosince 2008 byla domácí spotřeba obilovin v marketingovém roce 2007/2008 celkem 5699,5 tis. t, z čehož 1997,0 tis. t (35%) připadá na potraviny a 3265,0 tis. t (65%) na krmiva.

Tabulka 1: Plochy hlavních druhů obilnin, jejich podíl na osevním postupu a dosažené výnosy v ČR.

Druh	30. LÉTA 20. STOLETÍ			POČÁTEK 70. LET 20. STOLETÍ			2004 - 2008*		
	plocha	podíl na o. p.	výnos	plocha	podíl na o. p.	výnos	plocha	podíl na o. p.	výnos
	tis. ha	%	t.ha-1	tis. ha	%	t.ha-1	tis. ha	%	t.ha-1
pšenice	510	43	1,9	700	21	3,2	816	27	5,2
žito	760	20	1,7	200	6	2,5	42	1,5	4,2
ječmen	360	9,5	1,9	500	15	3,3	500	16,5	4,2
oves	580	15	1,8	300	9	2,5	55	1,9	3,2
kukuřice	10	0,3	2	10	0,3	3,7	90	3	6,7
celkem	2230	58	1,8	1720	52	3	1546	50,8	4,8

\* s odhadem za rok 2008

Pro lidskou výživu dlouhodobě spotřebováváme okolo 1,2 mil. t pšenice, na slad do 700 tis. t ječmene, jen malá část ječmene a ovsa se dále spotřebovává pro výrobu potravin. Z tabulky vyplývají velmi výrazné strukturální změny v pěstování jednotlivých druhů obilnin v posledních zhruba 80 letech (Palík, 2008). Co do proporcí téměř dvojnásobně vzrostl podíl ploch pšenice, především ozimé, přesahuje již polovinu všech ploch všech obilnin. Významně vzrostl podíl kukuřice na zrno a zhruba 2% ploch o. p. dosahuje nově zavedené triticales. Rozsah ploch žita ustoupil zhruba na patnáctinu, ovsa na desetinu (Palík, 2008). Příčin tak razantních změn je několik, v první řadě jde o důsledek vědecko-technického pokroku, ne u každého druhu se podařilo dosáhnout stejně velkého pokroku. Žito bylo plně nahrazeno pšenicí a v současné době výzkum pracuje i na

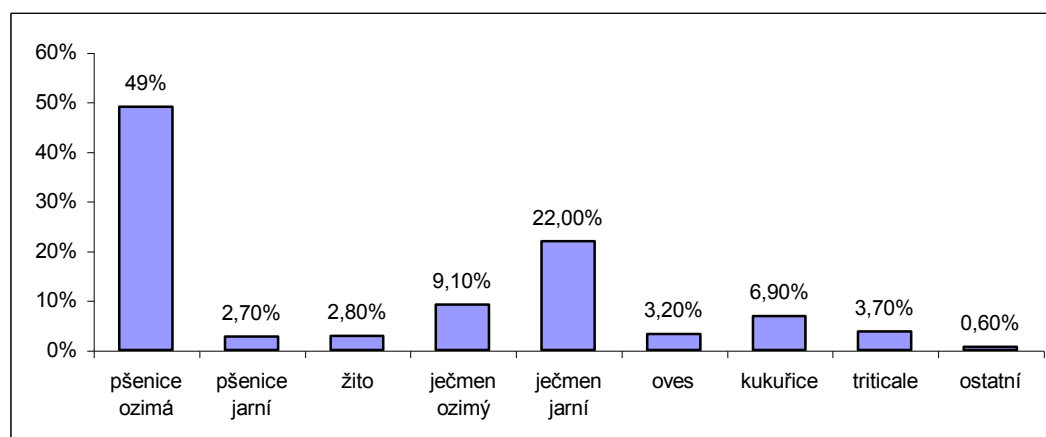
možnosti jeho náhrady triticales. Aktuální je v této oblasti zájem o zlepšení pekařské kvality triticales (Palík, 2008). Rovněž ústup ploch ovsa souvisí s jen dílčími úspěchy ve šlechtění odrůd s hospodářsky významnými znaky ovsa. Své přitom sehrává i rychlé snížení spotřeby ovsa ke krmným účelům (Palík, 2008). Relativně stabilní je podíl ploch ječmene, dominuje jarní sladovnický ječmen, který je již dlouhodobě naší vývozní komoditou a jakousi jistotou pěstitelů, pokud mají k jeho pěstování vhodné podmínky, které se ovšem zhoršují výrazným poklesem ploch cukrovky jako nejlepší osvědčené předplodiny. Druhovité změny souvisejí zvláště s úspěchy ve šlechtění odrůd a s reakcí jednotlivých druhů na intenzifikaci jejich pěstování. Progres u odrůd je zřejmý především u ozimé pšenice a kukuřice (Palík, 2008).

Protože jsou obiloviny základní složkou výživy hospodářských zvířat, zejména monogastrů, je zřejmé, že veškeré výkyvy v dostupnosti a ceně se obrazí v celé ekonomice živočišné výroby. Jsou důležitou komoditou i pro potravinářský průmysl a nelze opomenout jejich využití k technickým účelům. To jsou hlavní důvody, proč je třeba věnovat pozornost vývoji na trhu s obilovinami, správně analyzovat a vyhodnocovat dopady (Zedník, 2009).

Podle Zedníka (2009) na začátku roku 2008 nic nenasvědčovalo tomu, že nás čeká druhá nejvyšší sklizeň obilovin od roku 1992. Vysoké výnosy byly způsobeny několika faktory. Jednak to byly příznivé klimatické podmínky, dobré přezimování ozimů a také fakt, že po ekonomicky úspěšném roce 2007 si zemědělci mohli dovolit zvýšit dávky hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Vysoké ceny obilovin také iniciovaly osetí části pozemků, které byly původně uvedeny do klidu (set aside). Mimořádně vysoká sklizeň obilovin se promítá i do bilance spotřeby obilovin v ČR.

Výzkum kvality obilovin je podle Palíka (2008) žádoucí rozvíjet dvěma směry: jednak výzkumem nových metod hodnocení jakosti a jejich jednotlivých znaků, jednak vyhodnocováním jakosti a produkce ve vztahu k podmínkám její tvorby.

Graf 1: Struktura osevu obilnin v roce 2008 (SVZ Obiloviny, 2008):



### 3.2 Botanická a biologická charakteristika pšenice.

Do rodu pšenice *Triticum* L., který náleží do čeledi lipnicovitých Poaceae, patří několik druhů. Podle počtu chromozómů rod *Triticum* zahrnuje tři skupiny (Zimolka a kol., 2005):

- Do skupiny diploidních pšeníc ( $2n = 14$ ) patří pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum* (Boiss.) Shiem), s úzkým, plochým klasem, který se ve zralosti rozpadá. Má dvoukvěté klásky, z nichž převážně pouze spodní je plodný. Dalším diploidním druhem je pšenice kulturní jednozrnka (*T. monococcum* L.), která má rovněž úzký klas, méně rozpadavý. U dvoukvětých klásků obvykle dozrává jen jedna úzká obilka. Vyskytuje se zpravidla jako jařina.
- Větší pěstitelský význam má skupina tetraploidní pšenice ( $2n = 28$ ). Patří sem pšenice planá dvouzrnka (*T. dicocoides* L.), pšenice dvouzrnka (*T. dicocoides* Schrank), pšenice Tomofejevova (*T. timopheevi* Zhuk.), pšenice naduřelá (*T. turgidum* L.), pšenice polská (*T. polonicum*) a pšenice tvrdá (*T. durum* L.). Posledně jmenovaná pšenice tvrdá má nelámavý klas, s osinami většinou delšími než klas. Její lepek je vhodný k výrobě těstovin.
- Pěstitelsky nejvýznamnější je skupina hexaploidní ( $2n = 42$ ), do které patří pšenice špalda (*T. spelta* L.) a pšenice setá (*T. aestivum* L.). Nejvíce pěstovaným druhem v České republice i ve světě je pšenice setá. Má nelámavý klas, osinatý nebo bezosinný, různě hustý. Obilky jsou nahé, na řezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené. Pšenice setá vznikla pravděpodobně se špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách – lutescens, milturum, erythrospermum a ferrugineum. Tyto variety se od sebe liší přítomností nebo nepřítomností osin a barvou klasu (Zimolka a kol., 2005).

### 3.3 Užitkové směry pšenice, využití pšeničného zrna.

Petr (2001) rozděluje pšenici do následujících užitkových směrů:

- **Potravinářská pšenice:** odrůdy pšenice seté *Triticum aestivum* L. ozimé i jarní k mlýnsko-pekárenskému zpracování
  - Pro kynutá těsta, kdy se odrůdy podle jakosti třídí do jakostních skupin E (elitní), A (kvalitní), B (chlebové).
  - Pro pečivářské účely mají odrůdy zvláštní jakostní požadavky k výrobě keksů, sušenek, oplatek, pizzy a dalšího jemného pečiva.
  - Pro těstoviny se používají převážně odrůdy pšenice tvrdé *Triticum durum* L. speciálně mleté na mouku semolinu.

- **Pšenice krmná:** tvoří největší podíl využití pšenice. Jde o nepotravinářské odrůdy pšenice s menším podílem nerozpustných frakcí bílkovin (prolaminu, gluteninu) a vysokým bílkovinným produkčním indexem PER.
- **Pšenice průmyslová:**
  - Pro produkci škrobu se používají odrůdy pšenice obecné *T. aestivum* L. s vysokým obsahem škrobu o velikosti škrobových zrn 10 - 25µm, s dobrou vypíratelností lepku nebo i vyšším obsahem lepku pro získání vitálního lepku jako hlavního produktu.
  - Pro produkci etanolu jsou speciální odrůdy s vysokým obsahem škrobu a vyšší aktivitou enzymů, s vysokou výtěžností bioetanolu.
  - Pro energetické účely se uvádí možnosti vysoké energetické výtěžnosti při spalování celé nadzemní biomasy.

### 3.3.1 Krmná pšenice.

Zimolka a kol. (2005) uvádí, že obiloviny patří k energetickým krmivům, a proto bez ohledu na druh a odrůdu jsou některé základní požadavky na zrno jako krmivo nebo surovinu pro výrobu krmných směsí obdobné. Podle dosavadních poznatků by mělo zrno obilnin poskytovat zejména vysoký obsah stravitelné energie, daný zastoupením energeticky koncentrovaných živin, jako je škrob a tuky a volné cukry. Energetickou hodnotu zvyšují i bílkoviny, které mají svou vlastní roli jako zdroj stravitelných dusíkatých látek a některých důležitých aminokyselin (důraz je kladen na co nejvěrnější soulad množství esenciálních aminokyselin potřebám jednotlivých druhů hospodářských zvířat). Zároveň by měl v zrně být co nejnižší obsah nestravitelných látek včetně přirozených škodlivých látek s antinutriční účinkem (neškrobové polysacharidy, fytáty, polyfenoly, inhibitory aktivity enzymů, β-glukany, arabinoxylany atd.).

Petr (2001) se pozastavuje nad faktem, že ačkoli podíl pšenice spotřebované ke krmným účelům je mnohem vyšší než podíl určené k přímé výživě lidí, neexistují dosud speciální krmné odrůdy a v popisu odrůd rovněž nenajdeme charakteristiku jakosti pro krmné účely. Upozorňuje, že vynakládáme velké prostředky na hodnocení jakosti odrůd potravinářské pšenice, která tvoří z celkové spotřeby pšenice jen 25 – 28%, monitorujeme jakost k potravinářským účelům, ale u dvojnásobného množství pšenice využívaného ke krmení nemáme informace o jakosti. Také zemědělská politika preferuje jen produkci potravinářské pšenice, což má negativní dopady na efektivitu v živočišné produkci, kde se potravinářská pšenice zkrmuje s nízkým ekonomickým efektem (Petr, 2001).

Krmná kvalita zrna je komplexní ukazatel, ve kterém kromě souhrnu fyzikálních a chemických ukazatelů obilky hrají roli i další biologické faktory, jako například difference mezi jednotlivými skupinami hospodářských zvířat, rozdíly ve věku a typu užitkovosti, zdravotním stavu, způsobu a použité technologii zpracování zrna a mnohé další (Zimolka, 2005). Petr (2001) charakterizuje nutriční kvalitu zrna pšenice bílkovinnou složkou a aminokyselinovým složením bílkovin, neboť samotný obsah bílkovin bez znalosti aminokyselinového složení ještě nic neříká o nutriční hodnotě, pokud chybí některé esenciální aminokyseliny

nebo je jejich obsah nevyvážený. Bílkovinný komplex zrna je velmi heterogenní, je složen z více frakcí. Klasické dělení je podle rozpustnosti. K rozpustným počítáme albuminy a globuliny a k nerozpustným gliadiny (prolaminy) a gluteniny, což jsou vlastně lepkové bílkoviny. 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 tyto frakce nejvíce cení. Jejich obsah je podmíněn geneticky a je tedy druhovou a odrůdovou vlastností. Pěstitelskými podmínkami je jen málo ovlivnitelný (Petr, 2001).

### **3.4 Nutriční hodnota zrna pšenice seté.**

Zeman a kol. (2006) definuje krmnou (nutriční) hodnotu vyjádřením obsahu energie, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálními, chemickými i dietetickými vlastnostmi a působením krmiva na organismus zvířete.

V České republice je pšenice jednoznačně nejdůležitější krmnou surovinou. Její zařazení do krmiva pro drůbež mezi 45 – 60% je běžné a v posledních letech se výrazně zvýšilo i zařazení pšenice do krmiv pro prasata (Paulová, 2004). Protože jsou stanoveny parametry kvality jen pro potravinářskou pšenici a nikoliv pro krmnou, můžeme odrůdy rozdělit pouze na kvalitní potravinářské a chlebové a ostatní. Zásadní rozdíl je ve skladbě proteinu, jeho biologické hodnotě a využitelnosti. Potravinářské odrůdy mají vyšší podíl nerozpustných bílkovinných frakcí, které jsou při zkrmování monogastrům omezeně využitelné. Základními parametry krmné hodnoty pšenice je obsah škrobu, proteinu (esenciálních aminokyselin) a jejich využitelnost (Paulová, 2004).

Němec a Petr (1996) poukazují, že rozhodující význam obilí v krmné dávce spočívá v přínosu energie dané obsahem sacharidů. Nutriční hodnotu představuje bílkovinná složka obilního zrna, ovšem samotný obsah bílkovin bez znalosti jejich aminokyselinového složení ještě nic neřeší. Obilovinám chybějí některé esenciální aminokyseliny, hlavně lyzin, ale i obsah ostatních aminokyselin je nevyvážený. Například výrazně vysoký obsah kyseliny glutamové a prolinu snižuje nutriční hodnotu obilovin (Němec, Petr, 1996).

Bílkovinný komplex zrna je velmi heterogenní, složený z více frakcí. Klasické dělení je podle rozpustnosti. K rozpustným počítáme albuminy a globuliny a k nerozpustným gliadiny (prolaminy) a gluteniny, což jsou lepkové frakce. Albuminy a globuliny patří do skupiny katalytických bílkovin a jsou součástí enzymů, enzymatických inhibitorů a mají tedy funkci metabolickou a strukturální. Z hlediska krmné hodnoty jsou v pšenici tyto frakce nejvíce cenné. Jejich obsah je ve velké míře podmíněn geneticky, je tedy odrůdovou vlastností a poměrně málo ovlivnitelný podmínkami pěstování a agrotechnikou. Lepkové frakce, tedy zásobní bílkoviny – gluteniny a gliadiny, jsou z hlediska nutriční hodnoty nežádoucí, naopak u potravinářské pšenice jsou velice žádoucí. Jsou nerozpustné a u monogastrů mnohdy procházejí zažívacím traktem bez užitku. Pro zvýšení nutriční hodnoty zrna obilovin má rozhodující význam obsah albuminů a globulinů, které mají vyšší obsah lysinu. Z toho, co je dosud známé o nutriční hodnotě bílkovin, by bylo při šlechtění krmných odrůd pšenice třeba snížit obsah prolamínů a gluteninů a zvýšit obsah albuminů a

globulinů. Zvyšovat obecně obsah dusíkatých látek, například hnojením, předplodinou a jinými agrotechnickými zásahy, nemá zvláštní význam, neboť se zvyšuje jen obsah prolaminové a gluteninové frakce a nikoli žádané skupiny albuminů globulinů, jejichž obsah je vysloveně odrůdovou vlastností (Němec, Petr, 1996).

Čermák (2001) poukazuje na to, že větší využitelnost tradičních odrůd pro krmivářské účely omezují rovněž vzájemné poměry jednotlivých aminokyselin v jednotlivých frakcích a v celkové bílkovině zrna pšenice. Hodnocení se provádí pomocí indexu PER (Protein Efficiency Ratio), neboli bílkovinného produkčního indexu. Pro hodnocení krmného využití má význam rovněž faktor takzvaného strukturálního škrobu a rozpustné vlákniny. Tyto složky tvoří vysoce viskózní roztoky a výrazně ovlivňují stravitelnost žita i pšenice (Čermák, 2001).

Tabulka 2: Zastoupení frakcí bílkovin v % u jednotlivých druhů obilovin (Němec, Petr, 1996).

FRAKCE	ŽITO	TRITICALE	PŠENICE
Albuminy	34,7	26,4	11,9
Globuliny	10,7	6,5	5,2
Rozpustné v kyselině octové	9,4	17,3	16,6
Ner rozpustné zbytky	20,6	19,0	14,0

Obsah živin a jejich stravitelnost (využitelnost) nelze posuzovat odděleně. 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. Toto riziko se dále zvyšuje vysazením antibiotických stimulátorů růstu, kdy je zvýšení stravitelnosti krmiva (použití kvalitních lehce stravitelných surovin nebo aditiv zlepšujících využitelnost živin – např. enzymů) jednoznačným požadavkem (Paulová, 2004).

### 3.4.1 Obsah živin v zrnu obilnin.

Obsah živin je variabilní a značně kolísá v závislosti na druhu, odrůdě, podmínkách pěstování, zejména na půdních a klimatických, i na ročníku sklizně. Tichá a Vyzínová (2006) na první místo řadí sacharidy, které jsou tvořeny převážně škrobem (60 – 70%). Škrob se uplatňuje jako zdroj energie při klíčení zrna a v humánní i animální výživě. Obsah bílkovin ovlivňuje kvalitu zrna (nutriční i technologickou), přičemž požadavky pro různé způsoby využití zrna se liší. Tuky jsou v obilovinách obsaženy jen v malém množství, vyšší obsah má pouze kukuřice a oves. Obsah vitamínů je rovněž nízký, ve větším množství jsou zastoupeny pouze vitamíny skupiny B a vitamín E. Obsah minerálních látek není konstantní, do značné míry

je ovlivněn obsahem minerálií v půdě a formou hnojení. Obecně obiloviny obsahují jen malé množství minerálií. Ve větším množství je zastoupen pouze fosfor a draslík, z mikroelementů zinek, mangan a železo (Tichá, Vyzínová, 2006).

Zeman a kol. (2006) uvádí, že zrna obilnin patří ke krmivům nejjednodušším na obsah minerálních látek. Zvláště nízký je obsah vápníku a fosfor je zase vázaný ve formě kyseliny fytové a tím je jeho stravitelnost a využitelnost do značné míry omezená.

### **3.5 Přirozené antinutriční látky zrna obilnin.**

Mezi hlavní antinutriční látky přirozeně se vyskytující v obilninách se obecně řadí zejména fytáty a neškrobové polysacharidy.

#### **3.5.1 Fytáty.**

Fytáty jsou považovány za přirozeně se vyskytující toxikanty. Vytvářejí nerozpustné, biologicky neúčinné komplexy s řadou vitálně důležitých minerálních látek. Dále blokují řadu trávicích enzymů – pepsin, pankreatickou  $\alpha$ -amylázu, lipázy. Fytázy tvoří skupinu enzymů katalyzujících postupné uvolňování anorganického ortofosfátu z kyseliny fytové, jakož i řady přirozených i syntetických fosforylovaných látek. Rozlišují se dvě třídy fytáz: 3-ftyáza se nachází především v mikroorganismech, vláknitých houbách a kvasinkách. Dále je to 6-ftyáza, která se nachází v semenech vyšších rostlin. Fytázovou aktivitu vykazují rovněž i bakterie, bachorové a půdní mikroorganismy (Kalač a Míka, 1997).

Kyselina fytová je v rostlinné říši rozšířena obecně, asi tak jako škrob. Začíná se tvořit po opylení a její deriváty běžně nalzáme semenech a zásobních orgánech, zatímco v listech, stéblech a jiných částech rostlinného těla se téměř nevyskytuje. Fytáty se v rostlině vyskytují jako komplexní sůl, nazývaná fytin. Je v první řadě zásobní energetickou látkou, iniciátorem dormance a zásobním místem minerálních látek. Obilky pšenice obsahují asi 0,5 – 1,9% fytátového fosforu, Podíl fytátového fosforu z fosforu celkového je u pšenice 73%, obaly obilky a klíček obsahují 10 – 20x více kyseliny fytové než endosperm. Obaly pšenice vykazují přes 10 g kyseliny fytové v 1 kg sušiny (86 – 97% fosforu je vázáno v této formě), zatímco endosperm méně než 1 g v 1 kg sušiny (Kalač, Míka, 1997).

Zeman a kol. (2006) uvádí, že zvířata nemají enzym fytázu potřebnou k uvolnění fosforu z této vazby. Fosfor se tak dostává výkaly do půdy, zde dojde k jeho uvolnění působením enzymů půdních mikroorganismů a může dojít až k jeho vyplavení do vod a následně k ekologickým problémům ve vodních nádržích souvisejících s eutrofizací.

Podíl fytátového fosforu z fosforu celkového se v obilných zrnech obecně udává v rozpětí 35 – 97%. Prasata využívají fytátový fosfor efektivněji než drůbež. Pro skot jsou fytáty dobrým zdrojem využitelného fosforu díky přítomnosti mikroorganismů trávicího traktu přežvýkavců a jejich schopnosti produkovat dostatečné množství fytázy. Převážná část fytátového fosforu se hydrolyzuje a vstřebává v bachoru. Při vysoké dávce fytátového fosforu v krmné dávce však i u přežvýkavců klesá jeho využitelnost, proto fytáty nemohou být jediným zdrojem fosforu ani u přežvýkavců (Zeman a kol., 2006).

### 3.5.2 Používání doplňkových fytáz.

Používání doplňkových fytáz ve výživě prasat a drůbeže má nejen nutriční, ale i ekonomické a ekologické důvody, pro které bude jejich zařazování do krmných směsí stále častější a běžnější. Kalač a Míka (1997) uvádí, že fytázy jsou citlivé na vyšší teplotu, pokud by tedy teplota při granulaci měla překročit 70°C, doporučuje se nástřik roztoku fytáz až na hotové granule.

V minulých letech proběhla celá řada pokusů, které měly zjistit účinnost přídavku fytáz do krmných směsí pro prasata na využitelnost fytátového fosforu případně jejich celkový vliv na stravitelnost a využitelnost živin a růstové schopnosti. Tak například Gentile et al. (2003) zjišťovali vliv konvenční tepelně stabilní fytázy na zlepšení využitelnosti fytátového fosforu u odstávčat. V experimentu porovnávali účinnost této nové fytázy s využitelností anorganického fosforu a fytázou produkovanou mutantním kmenem *Escherichia coli*. Odstávčata byla krmena krmnou směsí na bázi kukuřice a sóji s nízkým obsahem fosforu obohacenou o konvenční fytázu v různém množství (0, 250, 500, 750, 1000 a 1250 jednotek v jednom kilogramu krmiva) po dobu pěti týdnů. Sledovala se koncentrace fosforu v krevní plasmě, aktivita alkalické fosfatázy, síla kostí a celková stravitelnost, všechny tyto ukazatele se přidáním konvenční fytázy zlepšily.

Johnston et al. (2004) zase zjišťoval vliv přídavku fytázy, vápníku a fosforu na koncentraci metabolitů v krvi a celkovou stravitelnost živin u prasat. Provedl dvojici experimentů, jejichž cílem bylo zjistit, jaký vliv má přídavek fytázy na stravitelnost aminokyselin a energie u prasat a plasmatické metabolity. Prasata byla krmena krmnou dávkou na bázi sóji a kukuřice. První skupina dostávala adekvátní množství vápníku a fosforu (0,5% využitelného Ca, 0,19% využitelného fosforu), druhá skupina měla krmnou dávku s redukováným množstvím využitelného vápníku a fosforu (0,4% Ca, resp. 0,09% P), třetí skupina dostávala krmivo s nesníženým množstvím Ca a P, ale obohacené o 500 fytázových jednotek na kilogram a čtvrtá skupina měla snížené množství Ca a P a přídavek 500 fytázových jednotek na kilogram krmiva. Výsledkem těchto pokusů bylo zjištění, že hladina glukózy v krevní plasmě, inzulinu, močoviny a celkový aminokyselinový dusík byla vyšší u prasat, která dostávala krmivo se sníženou hladinou Ca a P spolu s přídavkem fytázy. Jinými slovy nižší hladina Ca a P v kombinaci s přídavkem enzymy fytázy zlepšuje stravitelnost aminokyselin a využití Ca a P.

Kalač a Míka (1997) uvádí jako jednu z možností zlepšení využití a retence fosforu v těle zvířete například namáčení zrnin dostatečnou dobu před zkrmováním, což se provádělo zejména v malochovech drůbeže. Ještě lepších výsledků se dosáhlo naklíčením obilí.

### 3.5.3 Neškrobové polysacharidy.

Na stavbě buněčné stěny semen masově používaných ve výživě hospodářských zvířat se významně podílí skupina stavebních polysacharidů. Jsou jen omezeně stravitelné nebo nestravitelné. Při hodnocení krmiv jsou součástí vlákniny. Běžně se pro ně používá označení NSP z anglického *non-starch*



*polysaccharides*, tedy polysacharidy kromě škrobu. Některé z nich jsou rozpustné ve vodě, jiné nikoli. Ve střevním traktu zvířat bobtnají a zvyšují viskozitu tráveniny, čímž zhoršují pohyblivost živin i trávicích enzymů a omezují možnost absorpce živin, zejména tuků (Kalač, Míka, 1997).

Pohledy na NSP jsou odlišné ve výživě lidí a zvířat. V lidské výživě je vláknina potravin hodnocena pozitivně jako faktor podílející se na snížení hladiny cholesterolu v krvi, omezení rizika vzniku rakoviny tlustého střeva, prevence obezity, cukrovky a zácpy. U zvířat mají NSP negativní vliv na užitkovost (Zeman a kol., 2006).

Tabulka 3: Struktura hlavních polysacharidů buněčných stěn (Kalač, Míka, 1997).

POLYSACHARID	STAVEBNÍ JEDNOTKY HLAVNÍHO ŘETĚZCE	GLYKOSIDICKÉ VAZBY	VEDLEJŠÍ ŘETĚZCE
Celulosa	$\beta$ -D-glukosa	1→4	Žádné
$\beta$ -glukany	$\beta$ -D-glukosa	1→3 a 1→4	Žádné
Arabinoxylany	$\beta$ -D-xylosa	1→4	Arabinosa
Xyloglukany	$\beta$ -D-glukosa	1→4	Xylosa; xylosa – galaktosa - fukosa
Galakturonany	$\alpha$ -D-galakturonová kyselina	1→4	Žádné
Pektiny	$\alpha$ -D-galakturonová kyselina a $\alpha$ - L-rhamnosa	1→2 a 1→4	Arabinany; galaktany

Zastoupení i složení NSP v krmivech je proměnlivé. Rozdíly ve složení vedou k odlišným fyzikálním vlastnostem, např. k různé rozpustnosti ve vodě a schopnosti vázat vodu. Jednotlivé NSP v buněčných stěnách nejsou přítomny jako izolované makromolekuly, ale jsou navzájem poutány mezi sebou a rovněž s dalšími složkami, zejména bílkoviny a ligninem. Mnoho polysacharidů vytváří s vodou viskózní roztoky, viskozita závisí na řadě faktorů, jako jsou velikost molekul, obsah polysacharidu, zda je řetězec větvený či přímý, jaký je výskyt skupin s elektrickými náboji. Nerozpustné polysacharidy, jako jsou celulóza a xylany, mohou vázat vodu podobně jako např. mořské houby. Viskozita je však poměrně nízká (Kalač, Míka, 1997).

Výskyt  $\beta$ -glukanů je charakteristický pro ječmen, oves a některé genotypy pšenice, zatímco žito, triticales a pšenice se vyznačují zvýšeným obsahem arabinoxylanů. Kukuřice má obsah NSP nízký.

Podle Vaculové a Horáckové (2007) je pšenice jako jaderné krmivo pro hospodářská zvířata především zdrojem energie, kterou zabezpečují hlavně sacharidy, dále dusíkaté látky a v minimální míře tuky. Stravitelnost a využitelnost hlavních složek zrna a tedy jeho krmnou kvalitu významně modifikují látky s antinutričním účinkem. Za přirozeně se vyskytující antinutriční látky jsou považovány i neškrobové polysacharidy. Průměrný obsah v zrně pšenice se pohybuje kolem 5%, jejich význam spočívá v odlišných fyzikálně chemických vlastnostech při porovnání s ostatními sacharidy. Mohou vázat v průměru až 10 – 15

krát více vody než je jejich hmotnost a tak i malé množství NSP má významný vliv na technologické vlastnosti mouky, jakostní ukazatele pečiva, výživnou hodnotu zrna a případně i možnosti nepotravinářského využití. V provedené studii byl hodnocen obsah NSP v zrně registrovaných odrůd pšenice ozimé. Celkem bylo hodnoceno 17 odrůd zařazených podle Systému pro hodnocení pekařské kvality do následujících jakostních kategorií: elitní pšenice, kvalitní pšenice, chlebová pšenice a odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst. Sledoval se obsah NSP, obsah škrobu, obsah dusíkatých látek, obsah popelovin a obsah vlákniny. Dále byly měřeny technologické parametry jakosti zrna: obsah lepku, gluten index a tvrdost zrna (Vaculová, Horáčková, 2007).

Studované odrůdy pšenice se vzájemně lišily jak obsahem jednotlivých NSP, tak i dalších složek a technologických parametrů. Z podrobného hodnocení proměnlivosti způsobené jednotlivými faktory – tedy konkrétní odrůdou, ročníkem nebo zařazením do skupin podle jakosti zrna potvrdilo silnější vliv genotypu v případě obsahu pentozanů,  $\beta$ -glukanů a tvrdosti zrna. Naopak proměnlivost všech ostatních ukazatelů (tj. obsah škrobu, NL, vlákniny, popele a lepku) významněji ovlivnily vnější podmínky, v tomto případě tedy ročník pěstování, neboť pěstební technologie i zkušební lokalita byly ve všech pokusných ročnících totožné (Vaculová, Horáčková, 2007).

Všeobecně je již delší dobu akceptován poznatek, že přítomnost NSP negativně ovlivňuje nutriční hodnotu zrna krmných obilovin. Týká se to především citlivých hospodářských zvířat, která v důsledku nepřítomnosti příslušných enzymů v trávicím traktu v podstatě tyto polysacharidy nemohou trávit (mláďata, monogastrická zvířata, hlavně drůbež). Negativní dopad rozpustných NSP v krmné dietě zvířat se projevuje značným snížením stravitelnosti živin a využitelnosti energie v krmné směsi. Nižší výživná hodnota kvalitních pekařských odrůd byla připisována hlavně zásobním bílkovinám a přítomnosti žitné translokace v genotypu některých odrůd. Výše uvedené výsledky analýzy obsahu NSP v zrně vybraných odrůd pšenice ozimé však naznačují, že i když se pšeničné pentozany nevyznačují takovou viskozitou jako žitné, jejich vyšší hladina nebo případná interakce s určitými typy lepkových bílkovin může sehrávat svou roli v pozorovaných rozdílech nutriční kvality zrna (Vaculová, Horáčková, 2007).

#### **3.5.4 Možnosti omezení škodlivých účinků neškrobových polysacharidů.**

Cesty k omezení nepříznivých účinků NSP ve výživě drůbeže, příp. prasat, jsou zatím tři – technologické úpravy krmiv (například odstranění pluch, peletování, autoklávování, ozařování zrna, vyluhování vodou) jsou nejvíce využívány u ječmene kvůli jeho zařazování do krmných směsí pro rostoucí drůbež, zejména kuřata. Pro budoucnost se zvažuje účelnost genových manipulací, kterými by se potřebné hydrolytické enzymy zavedly buď do krmiv, nebo do mikroflóry střevního traktu, případně by je jako endogenní produkovala sama zvířata. Nicméně třetí možnost - aplikace enzymových preparátů se podle Kalače a Míky (1997) jeví jako nejschůdnější cesta k odstranění nežádoucích účinků NSP. Endogenní enzymy ptáků a savců nedokážou štěpit polysacharidy buněčných stěn. Tuto schopnost mají enzymy produkované

některými mikroorganismy, např. plísněmi *Trichoderma viridae* a *T. reesei*, či bakterií *Bacillus subtilis*. Ty produkují obvykle komplex hydrolytických enzymů, nejzávažnější jsou endo- $\beta$ -glukanáza, endoxylanáza a arabinofuranosidáza (Kalač, Míka, 1997).

Obecné zásady aplikace enzymů:

- Enzymový preparát musí obsahovat takové enzymy, které jsou vůči NSP daného krmiva účinné, např.  $\beta$ -glukanázu pro ječmen a oves či xylanázy pro žito, pšenici a triticales
- Aktivita enzymů musí být dostačující pro potlačení antinutričních účinků
- Obsah antinutričních polysacharidů je uvnitř určitého druhu krmiva proměnlivý, čemuž je třeba přizpůsobovat dávku preparátu
- Závisí na druhu a kategorii drůbeže; přínos u prasat je nižší
- Enzymy nesmějí být inaktivovány technologickými úpravami krmiva, nízkými hodnotami pH, ani trávicími enzymy zvířat
- Je žádoucí, aby enzymový preparát současně obsahoval i fytázu, která zvýší využitelnost fosforu (Kalač, Míka, 1997).

Tyto zásady jsou zobecněním četných pokusů prováděných především s kuřaty. Při ověřování preparátů obsahujících jako hlavní enzymy  $\beta$ -glukanázu a xylanázy se projevily jejich příznivé účinky na příjem a využitelnost krmiva a na přírůstky především u startérových směsí ječmene, žita, pšenice a bezpluchého ova. Podobný přínos představovaly preparáty obsahující celulózu, či celulózu s xylanázou, použité pro krmné směsi obsahující ječmen a bezpluchý ječmen. Pro kukuřici se zlepšení neprojevilo, protože neobsahuje významnější množství NSP (Kalač, Míka, 1997).

Kalač a Míka (1997) dále zdůrazňují, že preparáty na bázi xylanázy omezují antinutriční účinky pšenice především snížením viskozity. Představa o významném narušení stěn rostlinných buněk, vedoucí dokonce až k perforaci, se jeví jako málo pravděpodobná, protože doba zdržení krmiva v tenkém střevě je asi dvě hodiny, což je pro takovéto působení přidaných enzymů nedostačující. S rostoucím věkem brojlerových kuřat vzrůstá četnost střevní mikroflóry. Hlavním účinkem pšeničných NSP je zřejmě podpora bakteriální fermentace. Tím, že přidané enzymy omezí konkurenci bakterií vůči zvířeti, se zvýší užitkovost. Přínos enzymů je proto větší u starších brojlerových kuřat (Kalač, Míka, 1997).

Wang et al. (2005) prováděli růstové a metabolické pokusy na kuřecích brojlerech za účelem zjištění vlivu přídatku enzymových preparátů do krmných směsí na bázi pšenice na užitkovost, stravitelnost živin, morfologii gastrointestinálního traktu a profil těkavých mastných kyselin v tenkém střevě. Pokusné diety obsahovaly v obou typech pokusů přídatky enzymů v různé hladině (0, 0,200, 0,400, 0,600, 0,800 až 1,000 mg/kg). Krmné směsi byly podávány kuřatům ve věku 7 – 42 dní. V růstovém pokusu došlo ke zlepšení užitkovosti – denní přírůstek a konverze krmiva lineárně vzrostly s rostoucí hladinou enzymu obsaženého v krmné dávce. Přídatky enzymu rovněž zmenšovaly velikost trávicích orgánů a plochu gastrointestinálního traktu. Zaznamenali rovněž zmenšující se délku jednotlivých úseků střeva. Ve 21. a 42. dni byly zpozorovány negativní vzájemné vztahy mezi zvyšující se dávkou enzymů a velikostí jater a slinivky.

Podobný výzkum provedli také Woyengo et al. (2008), kteří sledovali stravitelnost a užitkovost rostoucích prasat krmených krmnou směsí na bázi pšenice obohacenou xylanázou a fytázou. Jejich cílem bylo zjistit vliv přísad těchto enzymů na stravitelnost fosforu, vápníku a aminokyselin. Provedli tři experimenty, v nichž byla prasata krmena směsí s různou úrovní přísady enzymů. Jejich vyústěním bylo, že fytáza a xylanáza zlepšují stravitelnost fosforu, vápníku a některých aminokyselin, ovšem bez zjištěných vzájemných interakcí.

Choct et al. (1995) se ve svém výzkumu zaměřili na vliv přísady glukonázy na obsah metabolizovatelné energie v pšenici určené pro krmení brojlerových kuřat a jejich užitkovost. Skupina krmná pšenice s nízkým obsahem ME se vykazovala vyšší viskozitou tráveniny a nižší stravitelností proteinu a škrobu v tenkém střevě oproti skupině krmné pšenice s normálním obsahem ME. Rovněž jejich přírůstky byly nižší. Po přísadu enzymu k této pšenici se významně snížila viskozita tráveniny a zvýšila se stravitelnost škrobu. Stravitelnost proteinu se také zvýšila, ale rozdíl nebyl statisticky průkazný.

Tabulka 3: Obsah NSP v některých krmivech v % suš. (Kalač, Míka, 1997).

krmivo	NSP			HLAVNÍ SLOŽKY NSP		
	Celkové	rozpuštěné	nerozpuštěné	β-glukany	arabinoxylany	celulosa
pšenice	11,4	2,4	9	0,5	6,1	2
žito	13,2	4,6	8,6	1,2	8,9	1,5
ječmen	16,7	4,5	12,2	7,6	3,3	3,9
oves	X	X	x	3,2	X	x
tritikale	X	X	x	0,7	7	x
kukuřice	X	X	x	0,1	4,2	x
řepkový šrot	28	8	20	x	X	x
sójový šrot	30,3	13,9	16,4	x	X	x
hrách	34,7	2,5	32,2	x	X	x

### 3.6 Vliv žitné translokace na nutriční kvalitu zrna pšenice.

Translokace je v genetice vysvětlována jako chromozomální aberace či změna polohy segmentu chromozomu. Žitná translokace se do genomu pšenice dostala přenesením části krátkého ramene 1R chromozomu žita na dlouhé rameno 1B chromozomu pšenice. Původním záměrem bylo zvýšení rezistence pšenice vůči některým chorobám, ovšem ukázaly se i nepříznivé změny technologického charakteru. Na základě zkušeností, že pekárenská kvalita negativně koreluje s krmnou hodnotou, začalo se předpokládat, že tyto pšenice budou mít lepší produkční parametry u zvířat (Kodeš a kol., 2008).

Vlivem žitné translokace na kvalitativní ukazatele zrna pšenice se zabýval například Dvořáček a kol. (2006). Výsledkem tohoto pokusu bylo zjištění, že přítomnost žitné translokace způsobuje vyšší obsah albuminů a globulinů a nižší hodnotu gluten indexu. Dále byl zjištěn vliv na další faktory, např. Zelenyho sedimentační test, relativní viskozita, podíl albuminů a globulinů z celkového proteinu. Kodeš a kol. (2008) ve

svém výzkumu nedošli tak jednoznačných výsledků. Uvádí, že sledování vybraného souboru pšeníc zaznamenala očekávanou variabilitu nutričních charakteristik danou genotypem. Vliv ročníku – klimatických podmínek během vegetace – se však ukázal být silnějším faktorem. Nicméně i v tomto experimentu je nutné upozornit na nezpochybnitelný vliv přítomnosti žitné translokace na obsah základních živin v zrna, konkrétně na zvýšení obsahu proteinu a snížení obsahu tuku a BNLV. Translokace nemá vliv na stravitelnost proteinu (Kodeš a kol., 2008).

### **3.7 Vliv odrůdy a stanoviště na kvalitu proteinu.**

Nízká výživná hodnota cereálních bílkovin je způsobena zejména vysokým podílem (30 – 49%) bílkovinných frakcí typu prolaminů, které se vyznačují nízkým obsahem esenciálních aminokyselin, zejména lysinu, tryptofanu, metioninu a argininu. Ve vztahu ke kvalitě proteinu, výživná hodnota pšeničného zrna je limitována zejména stravitelností bílkovin, aminokyselinovým složením a využitím aminokyselin. Obsah bílkovin je velmi variabilní (6 – 20%) a je výsledkem genetických, agrotechnických a environmentálních vlivů. Míra využití dusíku bílkovin pšenice je závislá nejenom od celkového množství aminokyselin, ale i vybalancovanosti jejich poměrů (Kodeš a kol., 2005).

V pšenicích je všeobecně nepříznivé zastoupení esenciálních aminokyselin. Vyšší stravitelnost dusíkatých látek mimo jiného může být také důsledkem nižší hladiny antinutričních látek v zrně. Inhibitory trávicích enzymů představují 2 až 17% z celkových rozpustných bílkovin zrna. Větší přítomnost bílkovin typu hemaglutinů, inhibitorů amyláz a proteáz, alfaagliadinových bílkovin a dalších bílkovin antinutriční povahy, potom podstatně snižuje nutriční kvalitu bílkovin. Složení bílkovin „krmného“ zrna by mělo mít zvýšenou frakci bílkovin rozpustných ve vodě a solných roztocích, které mají i vyšší procento lysinu. Obsah prolaminů – lepkových bílkovin, by se měl naopak snížit (Kodeš a kol., 2005). Biosyntéza technologicky a nutričně významných bílkovin v pšeničném zrně je závislá na genetických faktorech, výživě a růstových podmínkách (zejména na počasí) v období zrání zrna. Správné hnojení dusíkem ovlivňuje nejen velikost výnosu, ale i jakost zrna (Kodeš a kol., 2005).

Výsledkem pokusu provedeného za účelem zjištění vlivu odrůdy a stanoviště na kvalitu proteinu a obsah dusíkatých látek bylo zjištění, že mnohem silněji na obsah a kvalitu proteinu zrna působí stanoviště než odrůda. Na proteinu pšeničného zrna si však ceníme nejen jeho množství, ale také frakční, resp. aminokyselinové skladby, která určuje nutriční hodnotu. Při zjišťování nutriční hodnoty reakcí laboratorních potkanů na polysyntetické diety, ve kterých byla jediným zdrojem dusíku zkoumaná pšenice, se ukázal značný rozdíl v ukazateli PER. Konkrétně efekt jednotky proteinu při tvorbě přírůstku zvířat byl u odrůdy s nevhodnou pekařskou jakostí řádově o 20% vyšší než u odrůdy s elitní pekařskou jakostí (Kodeš a kol., 2005).

### **3.8 Posuzování nutriční kvality krmiv.**

Nutriční hodnota krmiva zahrnuje obsah energie a živin, jejich stravitelnost, dietetické vlastnosti, vhodnost pro metabolické funkce a také množství přijatého krmiva, představuje maximální biologický účinek v těle hospodářského zvířete po příjmu krmiva a živinová (energetická) potřeba je takové množství krmiva, které musí organismus přijmout k zajištění definovaného biologického účinku (Kodeš, Výmola a kol., 2003).

Zeman (2006) definuje krmnou (nutriční) hodnotu vyjádřením obsahu energie, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálními, chemickými i dietetickými vlastnostmi a působením krmiva na organismus zvířete.

#### **3.8.1 Stravitelnost živin.**

Jedním ze základních prvků k určení produkční hodnoty krmiv a vyjádření nejdůležitějších ukazatelů je stanovení stravitelnosti. Obecně je stravitelnost krmiv nezbytná pro číselné vyjádření produkční energie krmiv. Stravitelnost krmiv je zjištění stravitelných živin z rozdílu obsahu živin, které zvíře přijímá v krmivu a které vyloučí ve výkalech. Vyjádřením tohoto rozdílu v procentech získáme tzv. koeficienty stravitelnosti živin krmiva (Labuda a kol., 1982).

Běžně zjišťujeme množství bilančně stravitelné živiny, kdy od obsahu v krmivu odečítáme celý obsah živiny ve výkalech. Procentuální podíl bilančně stravitelné živiny z jejího celkového obsahu v krmivu nazýváme koeficientem bilanční stravitelnosti (Kacerovský a kol., 1990).

Při zjišťování bilanční stravitelnosti zanedbáváme fakt, že výkaly obsahují také živiny metabolického původu, které nepocházejí přímo ze zkoumaného krmiva, ale z organismu zvířete (např. z trávicích šťáv, odbouraných buněk sliznice). Jestliže při vhodném uspořádání pokusu stanovíme obsah živin metabolického původu a pak od přijaté živiny odečteme jen nestrávenou živinu krmiva, zjistíme množství skutečně stravitelné živiny. Procentuální podíl skutečně stravitelné živiny z celkového obsahu v krmivu nazýváme koeficientem skutečně stravitelnosti. V pokusech se zvířaty pracujeme klasickou nebo indikátorovou metodou, někdy se provádí i stanovení in vitro v laboratoři (Kacerovský a kol., 1990).

Při určování stravitelnosti a výživné hodnoty krmiv pro daný druh zvířat bilančními pokusy je třeba sledovat činitele, kteří kladně nebo záporně ovlivňují stravitelnost. Z pokusů všeobecně vyplývá, že stravitelnost ovlivňují především druh zvířat, složení krmiv, skladba krmných dávek, množství krmiv aj. (Labuda a kol., 1982).

#### **3.8.2 Energetická hodnota.**

Schopnost krmiva uhradit požadavky zvířete na energii je důležitým ukazatelem nutriční hodnoty. Energie je potřebná pro všechny životní pochody v organismu zvířat. Přeměny energie v živém organismu jsou společným rysem metabolických přeměn živin. Heterotrofní organismy uvolňují energii ze strávených živin v intermediárním metabolismu. Energie přijatá v krmivu je postupně uvolňována a ukládána v makroergických vazbách ATP a použita pro všechny životní procesy. Využívá se na činnost orgánů, pohyb

zvířat, udržení tělesné teploty a ukládá se v rostoucích tkáních a v produktech. Část energie se vylučuje nestrávená a nevyužitá ve výkalech, moči a plynech (Zeman a kol., 2006).

Hodnocení obsahu energie v krmivech je u přežvýkavých zvířat odlišné od monogastrických. V předchozím systému hodnocení energie pro přežvýkavce byla u nás používána škrobová hodnota. Při jejím vyjádření byla energetická hodnota tuku ukládaného v tkáních dospělých zvířat (konkrétně volů), protože tuto hodnotu je možno přesně stanovit v respiračních pokusech (Zeman a kol., 2006).

System založený na škrobové hodnotě byl používán až do devadesátých let 20. století. Nové poznatky o různé účinnosti utilizace energie pro jednotlivé druhy produkce a její závislosti na koncentraci energie vedly ke zjištění, že systém založený na tukotvorném účinku stravitelných organických živin má vážné nedostatky, mezi základní připomínky se řadí skutečnost, že tukotvorný účinek krmiva není možné použít pro vyjádření účinnosti využití energie pro záchovu i různé druhy produkce a že neumožňuje provádět korekci na úroveň výživy. V novém systému hodnocení energie pro přežvýkavce se v současnosti používá hodnot netto energie laktace (resp. netto energie výkrmu), kde jsou již tyto nepřesnosti eliminovány (Zeman a kol., 2006).

Obsah energie v krmivech pro prasata se zjišťuje v bilančních pokusech na živých zvířatech. Při těchto pokusech se analyzuje krmivo a vyloučené výkaly na obsah sušiny, dusíkatých látek, tuku, vlákniny a popelovin. Z těchto hodnot se vypočítává obsah BNLV (bezdušíkatých látek výtažkových), následně se propočítají koeficienty stravitelnosti pro organické živiny. Výsledkem těchto výpočtů je množství strávených živin krmiva, ze kterých lze pomocí rovnic vícenásobné regresní analýzy odhadnout obsah metabolizovatelné energie pro prasata (Zemana a kol., 2006).

### 3.8.3 Hodnocení kvality dusíkatých látek pro nepřežvýkavá zvířata.

Primární funkcí bílkovin potravy je poskytovat organismu směs aminokyselin vhodného složení pro syntézu tkáňových bílkovin a pro záchovné účely. Účinnost, s jakou se bílkoviny využívají k proteosyntéze, se měří převážně srovnáním množství dusíku uloženého v těle s množstvím dusíku přijatého potravou. K tomuto účelu lze využít dusíkové bilance, kdy se dusík v těle zjišťuje jako diference mezi množstvím přijatým potravou a vyloučeným výkaly a močí, nebo se množství uloženého dusíku stanoví analýzou těl pokusných zvířat na začátku a na konci pokusu (Kacerovský a kol., 1990).

Základní parametry hodnocení NL charakterizuje Zeman a kol. (2006) následovně:

- **Biologická hodnota bílkovin (BHB)** podle Thomase a Mitchella je procentuálním podílem dusíku uloženého v těle z dusíku skutečně stráveného.
- **Netto využití dusíkatých látek (NPU)** je procentuálním podílem dusíku skutečně uloženého v těle z dusíku přijatého.
- **Bílkovinný produkční poměr (PER)** určuje kvalitu dusíkatých látek za definovaných podmínek podle přírůstku hmotnosti pokusných zvířat na jednotku přijatých dusíkatých látek krmiva.

- **Chemické skóre (CS) a index esenciálních aminokyselin (EAAI)** jsou chemické metody hodnocení dusíkatých látek založené na porovnání obsahu aminokyselin v bílkovině zkoumaného krmiva s jejich obsahem v bílkovině celého vejce, která se považuje za plnohodnotnou.

## 4 Materiál a metodika.

### 4.1 Předmět sledování.

Na základě spolupráce katedry mikrobiologie, výživy a dietetiky ČZU v Praze s VÚRV v Praze – Ruzyni v.v.i., bylo získáno z genové banky ke sledování celkem 100 vzorků zrna pšenice seté o hmotnosti cca 100 g, získané z jednoho experimentálního pracoviště (Kralovice) v 5 po sobě jdoucích letech (2003 – 2007) a tvořících:

- **5 souborů (5 x 8 = 40) vzorků novošlechtěných linií** s přítomnou žitnou translokací 1B/1R v genomu
- **5 souborů (5 x 10 = 50) vzorků novošlechtěných linií** s nepřítomnou žitnou translokací (1B/1R) v genomu
- **5 souborů (5 x 2 = 10) vzorků kontrolních odrůd (ŠÁRKA, NELA)**

### 4.2 Sledované parametry laboratorních vyšetření.

- a) **základní krmivářské charakteristiky** v rozsahu Weendské metody - stanoven obsahu sušiny, dusíku (N), tuku, vlákniny a popelovin,
- b) **charakteristiky zjištěné propočtem** - obsah vody, dusíkatých látek, bezdusíkatých látek výtahových a organických živin,
- c) **energetická hodnota** - brutto energie (BE) organických živin,
- d) **obsah aminokyselin** - základní spektrum 20 AMK.

### 4.3 Metodiky fyzikálních a chemických analýz.

**Fyzikální a chemické analýzy** studovaných vzorků **zrna** byly provedeny v souladu s přijatými metodikami (KACEROVSKÝ a kol. - Zkoušení a posuzování krmiv, SZN Praha 1990).

#### 4.3.1 Stanovení sušiny a vody.

Voda je obsažena v různém množství prakticky ve všech krmivech. V převážné míře se vyskytuje jako volná voda, sloužící v buňkách jako rozpouštědlo organických a anorganických látek. Ze vzorku se lehce odstraní sušením. Druhou formou je voda vázaná, a to hlavně fyzikálně chemickými a chemickými vazbami. Tato forma se především vyskytuje v minerálních krmivech a krmných doplncích. Z krmivářského hlediska má význam hlavně volná voda. Všechny živiny, které krmivo kromě vody obsahuje, se nazývá sušina (Kacerovský a kol., 1990). Obsah vody je důležitý z hlediska výživné hodnoty krmiva. Krmiva s vysokým



obsahem vody mají málo sušiny, a proto také málo živin a naopak. Na obsahu vody záleží v podstatné míře skladovatelnost krmiv.

Princip stanovení sušiny:

Obsah sušiny se stanoví z rozdílů hmotností rozborového vzorku před vysušením a po vysušení při teplotě 105°C za předepsaných podmínek. Krmiva s obsahem vody vyšším než 15% se předsušují. Při stanovení výživné hodnoty krmiva je třeba vždy stanovit sušinu původní hmoty. Sušinu rozborového vzorku je nutné zjistit vždy současně s každým stanovením dalších živin.

Voda se stanoví výpočtem, kdy od 100 odečítáme procento sušiny.

#### **4.3.2 Stanovení obsahu dusíku Kjeldahlovou metodou.**

Dusíkaté látky mají základní význam pro výživu zvířat. Jsou definovány jako obsah veškerého dusíku, stanoveného metodou podle Kjeldahla, vynásobený faktorem 6,25. Dusík se stanoví po převedení dusíkatých sloučenin mineralizací kyselinou sírovou za varu a přítomnosti katalyzátorů na síran amonný a po oddestilování vzniklého amoniaku titračně alkalimetry. Touto metodou se stanoví dusík vázaný v bílkovinách, volných aminokyselinách, aminech a imidech. Nestanoví se dusík dusičnanový, dusitanový ani dusík azosloučenin a hydroazosloučenin.

#### **4.3.3 Stanovení dusíkatých látek výpočtem.**

Z principu stanovení dusíku Kjeldahlovou metodou vyplývá, že hlavní složkou dusíkatých látek jsou bílkoviny (80 – 100%), které obsahují asi 16% dusíku. Proto pro přepočítání dusíku na dusíkaté látky se užívá faktor  $(100 : 16) = 6,25$ . Tento faktor se používá při analýzách krmiv i při sledování bilance dusíku v biologických testech na zvířatech, bez ohledu na typ zkoumané bílkoviny. Pro určité materiály, kdy jde o známou bílkovinu, se používá přesnějších faktorů.

#### **4.3.4 Stanovení tuku extrakcí dle Soxhleta.**

Stanovení obsahu tuku v krmných surovinách je významné proto, že tuk je nositelem vysoké energetické hodnoty i důležitým ukazatelem jakostního stavu krmiva. Extrakční metoda podle Soxhleta je považována za usanční. Jako rozpouštědlo se používá petroleter. Během extrakce je společně s tukem extrahována řada dalších látek, které vykazují odlišnou nutriční hodnotu než vlastní tuk. Z tohoto důvodu se také používá pro tento extrakt označení hrubý tuk. Je často kontaminován cukry, kyselinou mléčnou, různými barvivy, vosky, ale také mastnými kyselinami s krátkým řetězcem, nebo produkty polymerace, popř. oxidace mastných kyselin.

#### **4.3.5 Stanovení vlákniny.**

Vlákninou se označuje komplex látek, který je možné charakterizovat jako sumu polysacharidů včetně látek prochází trávicím traktem, aniž by byly dotčeny účinky enzymů. Většinou se do této skupiny řadí celulóza, hemicelulóza, pektinové látky, rostlinné slizy, gummy a lignin.

Z analytického hlediska lze vlákninu stanovit chemickými nebo enzymatickými metodami. Nejstarší metoda stanovení vlákniny je dvoustupňová kyselá a zásaditá hydrolyza za přesně definovaných podmínek podle Henneberga-Stohmanna.

#### 4.3.6 Stanovení popelovin.

Princip stanovení popelovin spočívá ve spálení rozborového vzorku a jeho vyžhání při teplotě 550°C. Po vychladnutí se popel v exsikátoru odváží.

#### 4.3.7 Stanovení bezdusíkatých látek výtažkových.

Po stanovení obsahu vody, dusíkatých látek, vlákniny, tuku a popelovin lze výpočtem stanovit obsah bezdusíkatých látek výtažkových podle vzorce (1):

$$\text{BNLV} = 100 - (\text{voda} + \text{Nx}6,25 + \text{vláknina} + \text{tuk} + \text{popeloviny}) \quad (1)$$

#### 4.3.8 Stanovení organických živin.

Organické živiny se rovněž zjišťují výpočtem podle vzorce (2):

$$\text{OH} = \text{Nx}6,25 + \text{tuk} + \text{vláknina} + \text{BNLV} \quad (2)$$

#### 4.3.9 Stanovení brutto energie.

Stanovení brutto energie krmiva se provádí spálením vzorku zkoumaného krmiva v kyslíkové atmosféře kalorimetru.

#### 4.3.10 Stanovení aminokyselin s využitím automatického analyzátoru aminokyselin AAA 400.

Automatický analyzátor aminokyselin je jednoúčelový kapalinový chromatograf, optimalizovaný pro spojení dělení aminokyselin iontovou chromatografií a jejich stanovením pro reakci s kontinuálně přidávaným detekčním činidlem za kolonou.

Chromatografické metody umožňují rozdělovat směsi látek na jednotlivé složky na základě rozdílů v jejich distribuci mezi dvě fáze – stacionární a mobilní. Podle síly interakcí se stacionární a mobilní fází se různé látky pohybují stacionární fází s proudem mobilní fáze různou rychlostí a dochází k jejich dělení.

Kapalinová chromatografie je v současnosti považována za nejuniverzálnější chromatografickou techniku vhodnou pro stanovení většiny látek bez omezení jejich tepelnou či chemickou labilitou.

#### 4.4 Hodnocení kvality bílkovin podle obsahu aminokyselin.

Kvalita bílkovin byla určována šíří spektra přítomných esenciálních aminokyselin a jejich poměrem k celkovému obsahu dusíku (resp. NL či bílkovin). Předností chemických metod posuzování kvality bílkovin (vycházejících z celkového obsahu aminokyselin) je rychlost a universálnost stanovení, nevýhodou je jejich určitá nepřesnost, pramenící z toho, že nemohou respektovat skutečnou stravitelnost, resp. využitelnost aminokyselin ze sledované bílkoviny zvířaty. Z tohoto pohledu slouží chemické metody pouze jako indikátor k hledání korelačních vztahů, signalizujících krmnou kvalitu proteinu zrna pšenice seté.

Z chemických metod bylo pro hodnocení kvality bílkovin využito:

- **Chemické skóre (CS)** podle Mitchella a Blocka, které v podstatě určuje stupeň limitace první limitující aminokyseliny v testované bílkovině. V našem případě CS vyjadřuje procentický podíl obsahu dané aminokyseliny v bílkovině zkoumaného vzorku, k obsahu téže aminokyseliny ve standardní - vaječné bílkovině (čerstvý vaječný bílek), jejíž biologická hodnota se považuje za 100.

**Index esenciální aminokyselin (EAAI)** podle Osera do kalkulace zahrnuje všechny esenciální aminokyseliny a představuje tudíž geometrický průměr chemického skóre

#### 4.5 Způsob vyhodnocení

Kromě výpočtu základních statistických charakteristik byly k vyhodnocení výsledků chemické analýzy použity základní statistické metody - jednofaktorová analýza rozptylu, jejíž podrobnější hodnocení bylo provedeno pomocí Tukeyho a Scheffeho metody (S a T metoda). Dále byly počítány koeficienty lineární regrese a párové korelační koeficienty.

### 5 Výsledky a diskuze.

#### 5.1 Vliv ročníku na proměnlivost obsahů základních živin.

Hlavními faktory, které ovlivňují chemické složení zrna obilovin a tedy i nutriční kvalitu jsou vliv stanoviště, agrotechnické zásahy a klimatické podmínky během roku. Protože v našem pokuse bylo stanoviště i základní agrotechnika stejné, tudíž je možné tyto vlivy eliminovat a zaměřit se na vliv počasí v průběhu jednotlivých let, které jako jediné se měnilo a mohlo tedy způsobit variabilitu v obsahu základních živin.

Z tabulky č. 4 vyplývá rozdílný obsah proteinu v roce 2004, kdy dosáhl nejnižší hodnoty (119,32 g.kg<sup>-1</sup>) a v roce 2007, kdy naopak dosáhl nejvyšší hodnoty (162,83 g.kg<sup>-1</sup>). K vysvětlení tohoto jevu je důležité podívat se na průběh počasí v jednotlivých letech, tedy na průměrné množství srážek a průměrnou roční teplotu v dané lokalitě (Plzeňský kraj), jak ukazuje následující tabulka.

Tabulka 4: Obsah základních živin v jednotlivých letech pěstování.

ROČNÍK	N	HODNOTY	OBSAH ŽIVIN V G.KG-1			
			Nx5,70	tuk	vláknina	popeloviny
2003	20	M	139,71±2,73	15,01±0,30	33,59 ±0,49	16,04±0,18
		min	109,60	13,05	28,31	13,93
		max	154,20	17,98	37,36	17,56
2004	20	M	119,32± 2,09	18,19± 0,58	31,787±0,50	18,71±0,36
		min	107,80	13,58	28,84	15,54
		max	141,50	23,59	36,27	20,80
2005	20	M	134,39±2,43	15,76±0,47	32,49±1,18	18,02±0,25
		min	111,70	13,10	26,34	16,33
		max	154,40	22,04	48,41	20,92
2006	20	M	138,81±1,70	16,81±0,50	26,81±0,77	14,68±0,52
		min	127,20	13,74	20,05	9,93
		max	149,50	20,34	32,12	18,50
2007	20	M	162,83±3,34	17,12±0,36	26,06±0,70	16,94±0,50
		min	139,30	14,80	22,10	12,42
		max	191,80	19,51	32,92	20,37

Z tabulky č. 5 je patrné, že rok 2004 byl poměrně chudý na úhrn srážek, stejně tak průměrná roční teplota byla nižší než v roce 2007.

Tabulka 5: Průměrný úhrn srážek a průměrná teplota ve sledovaných letech v Plzeňském kraji (podle ČHMÚ).

ROK	PRŮMĚRNÝ ROČNÍ ÚHRN SRÁŽEK (MM)	PRŮMĚRNÝ ROČNÍ ÚHRN SRÁŽEK V % DLOUHODOBĚHO NORMÁLU	PRŮMĚRNÁ TEPLOTA VZDUCHU (°C)	ODCHYLKA OD NORMÁLU (°C)
2003	478	73	8,1	1
2004	720	110	7,5	0,4
2005	688	105	7,5	0,4
2006	712	109	8,1	1
2007	797	122	8,8	1,7

Šroller a kol. (1997) uvádí skutečnost, že obsah proteinu (lepku a ostatních bílkovin) je v úzké negativní korelaci k množství srážek v období tvorby obilok. Tento fakt potvrzuje, že celkový roční průměrný úhrn srážek a průměrná teplota vzduchu nejsou dostatečnými parametry pro vyhodnocení vlivu průběhu počasí na množství proteinu v zrně. Proto je vhodnější podívat se na jednotlivé měsíční úhrny srážek a průběh teplot ve sledovaných letech, jak uvádí tabulka 6. Z té je zřejmý výrazný rozdíl úhrnu srážek v měsíci červnu, který je vyšší v roce 2004 o 17 mm než v roce 2007. Z tohoto je tedy možné domnívat se, že vliv srážek má vliv na celkový obsah proteinů v obilném zrně, jak to ostatně uvádí výše zmíněná negativní korelace mezi těmito dvěma prvky, tedy mezi množstvím srážek v období tvorby obilok a obsahem proteinu.

Tabulka 6: Průměrné měsíční teploty a průměrný měsíční úhrn srážek v letech 2003 – 2007 v Plzeňském kraji (podle ČHMÚ):

MĚSÍC		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
rok													
2003	srážky (mm)	68	19	12	22	54	<b>59</b>	72	23	22	61	19	46
	teplota (°C)	-1,9	-4,7	4	6,9	14,4	<b>19,5</b>	18,1	20,3	12,8	4,5	3,9	-0,3
<b>2004</b>	srážky (mm)	81	40	45	34	75	<b>98</b>	85	65	71	34	68	26
	teplota (°C)	-2,9	1	2,2	8,2	10,9	<b>14,9</b>	16,6	17,5	12,4	8,5	2,7	-1,2
2005	srážky (mm)	65	69	27	37	79	<b>66</b>	114	91	46	20	24	49
	teplota (°C)	-0,2	-4	1,2	8,5	12,6	<b>16,2</b>	17,6	15,2	13,5	8,7	1,8	-1,4
2006	srážky (mm)	23	41	72	85	137	<b>85</b>	50	108	25	27	30	28
	teplota (°C)	-5,2	-2,3	0,6	7,4	12,2	<b>16,6</b>	21	14,4	15,2	9,8	5	2,2
<b>2007</b>	srážky (mm)	83	50	47	15	104	<b>79</b>	103	69	92	33	76	46
	teplota (°C)	3,1	3	4,8	10,5	13,9	<b>17,4</b>	17,3	16,8	10,9	6,9	1,1	-0,6

## 5.2 Vliv ročníku u různých genotypů na obsah proteinu v zrně pšenice.

Hodnocení a posuzování krmné kvality pšenice ozimé je z velké míry posuzováno podle obsahu a kvality proteinu jejího zrna. Množství a kvalita proteinu je genetickým znakem, je jen velmi málo, respektive vůbec ovlivnitelná vnějšími vlivy a agrotechnickými zásahy. V našem experimentu jsme posuzovali kvalitu zrna odrůd lišících se přítomností nebo nepřítomností žitné translokace. Proto bylo nutné zhodnotit obsah proteinu v zrně pšenice i z hlediska jejího genotypu.

Celkem bylo hodnoceno 18 novošlechtěných linií a 2 kontrolní odrůd ozimé pšenice, u nichž se předpokládá potenciální krmné využití. Z těchto osmnácti novošlechtěných linií bylo osm s přítomnou žitnou translokací a deset odrůd bez žitné translokace. Hodnocení bylo provedeno u celého souboru všech 20 linií a dále zvlášť u linií s přítomnou a nepřítomnou žitnou translokací a u kontrolních odrůd Šárka a Nela. Po základním stanovení obsahu proteinu (Nx5,70) podle Kjeldahla u všech odrůd a zprůměrování v rámci jednotlivých skupin bylo nutné posoudit významnost rozdílů mezi těmito průměry, k čemuž byla využita klasická jednofaktorová analýza rozptylu. Tato statistická metoda udává, je-li variabilita v rámci souboru způsobena hodnoceným znakem nebo je tato variabilita čistě náhodná a je tedy možné rozdíl mezi porovnávanými průměrnými hodnotami považovat za statisticky nevýznamný.

V případě hodnocení obsahu proteinu v zrně pšenice za celý soubor, tedy bez ohledu na genotyp, analýza rozptylu ukázala statisticky významný rozdíl. Proto bylo nutné nalézt dvojice statisticky se lišících průměrných obsahů, k čemuž jsme použili Tukeyho metodu porovnání významných rozdílů. Ta ukázala na významný rozdíl v letech 2004 a 2007, kdy v prvním jmenovaném roce byl obsah proteinu statisticky významně nižší (11,93%) a v roce 2007 byl statisticky významně vyšší (16,28%). Rozdíly v průměrném obsahu proteinu v roce 2003, 2005 a 2006 byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné.

Hodnocení množství proteinu v odrůdách s přítomnou i nepřítomnou žitnou translokací dalo stejné výsledky jako v případě hodnocení tohoto znaku u celého souboru. Tedy že v roce 2004 byl u odrůd s žitnou

translokací nejnižší obsah proteinu (12,15%) a nejvyšší v roce 2007 (16,84%), u odrůd bez žitné translokace rovněž stejné výsledky – nejnižší obsah proteinu v roce 2004 (11,86%), nejvyšší v roce 2007 (15,42%). Jinými slovy řečeno statisticky významně se liší množství proteinu zrna pšenice seté v roce pěstování 2004 a 2007. Následující tabulka sumarizuje uvedené skutečnosti.

Tabulka 7: Vliv ročníku u různých genotypů na množství proteinu v zrně pšenice seté.

rok	MNOŽSTVÍ PROTEINU V ZRNĚ (%)			
	celý soubor	translokace ANO	translokace NE	kontrola
2003	13,97	14,83	13,56	12,59
2004	11,93 <sup>a</sup>	12,15 <sup>a</sup>	11,86 <sup>a</sup>	11,45 <sup>a</sup>
2005	13,44	13,75	13,38	12,49
2006	13,88	14,24	13,45	14,59
2007	16,28 <sup>b</sup>	16,84 <sup>b</sup>	15,42 <sup>b</sup>	18,41 <sup>b</sup>

*Poznámka: rozdíly mezi skupinami označenými různými písmeny (a, b) jsou statisticky významné na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$*

### 5.3 Vliv ročníku u různých genotypů na kvalitu proteinu zrna pšenice.

Kvalita proteinu v zrně pšenice je dána podílem základních frakcí, tedy obsahem nerozpustné frakce (lepkové bílkoviny) a rozpustné frakce (albuminy a globuliny), jejíž obsahu si v případě hodnocení kvality pro krmné účely ceníme nejvíce. Další důležité kritérium je obsah a poměr esenciálních aminokyselin a zvláště pak obsah a poměr lysinu a metioninu.

Hodnocení kvality proteinu bylo provedeno na základě stanovení obsahu aminokyselin, respektive koncentraci deseti esenciálních aminokyselin na automatickém analyzátoru aminokyselin, výpočtu chemického skóre a indexu esenciálních aminokyselin. To jsou chemické metody hodnocení dusíkatých látek v krmivu založené na porovnání obsahu aminokyselin v bílkovině zkoumaného krmiva s jejich obsahem v bílkovině celého vejce, která se považuje za plnohodnotnou. Chemické skóre primárně zjišťuje podíl první limitující aminokyseliny, index esenciálních aminokyselin (EAAI) je potom geometrickým průměrem procentických obsahů esenciálních (popř. i semiesenciálních) aminokyselin v bílkovině hodnoceného krmiva ve vztahu k týmž aminokyselinám ve vaječné bílkovině.

V tomto případě jsme stanovovali obsah lysinu a metioninu a EAAI podle genotypů, tedy za celý soubor bez ohledu na přítomnou žitnou translokaci, dále pak zvláště u odrůd s a/nebo bez žitné translokace, a samozřejmě u kontrolních odrůd Šárka a Nela. Stejně jako v předchozím případě nás zajímal vliv genotypu a ročníku na kvalitu proteinu v zrně, respektive vliv ročníku a genotypu na obsah metioninu a lysinu v zrně. Ke zjištění významných rozdílů byla užita opět jednofaktorová analýza rozptylu, pro podrobnější analýzu významných rozdílů Tukeyho a Scheffého metoda.

Při posuzování celého souboru byl zjištěn rozdíl v obsahu lysinu a metioninu v letech 2004 a 2007 vůči ostatním sledovaným rokům. V obou zmiňovaných letech byl obsah lysinu nejnižší, v roce 2004 dosáhl průměrně 1,94 g/16 g N a v roce 2007 1,48 g/16 g N. V případě hodnocení metioninu byly výsledky podobné, s tím rozdílem, že nejnižší obsah této aminokyseliny byl zjištěn i v roce 2006 (1,32 g/16 g N), rozdíl v obsahu metioninu v roce 2006 a 2004 nebyl zjištěn jako statisticky významný. Čili statisticky významné rozdíly v průměrném obsahu metioninu byly zjištěny v roce 2004, 2006 a 2007 vůči letům 2003 a 2005, kdy obsah metioninu byl vyšší, a tuto skutečnost potvrdilo statistické vyhodnocení.

V případě hodnocení EAAI se průměrný obsah aminokyselin lišil v letech 2003 a 2004. V roce 2003 dosáhl nejvyšší hodnoty (65,06%), v roce 2004 naopak nejnižší (45,44%).

Tabulka 8: Hodnocení kvality proteinu u celého souboru 18 linií a 2 kontrolních odrůd.

ROK	PRŮMĚRNÝ OBSAH LYSINU (G.KG <sup>-1</sup> )	PRŮMĚRNÝ OBSAH METIONINU (G.KG <sup>-1</sup> )	EAAI (%)
2003	2,66	1,69	65,06 <sup>a</sup>
2004	1,94 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	45,44 <sup>b</sup>
2005	2,39	1,55	54,73
2006	2,31	1,32 <sup>a</sup>	53,64
2007	1,48 <sup>b</sup>	0,86 <sup>b</sup>	52,73

Při hodnocení obsahu lysinu a metioninu u odrůd s přítomnou žitnou translokací jsme dospěli k téměř shodným výsledkům jako v případě hodnocení celého souboru. Statisticky významné rozdíly v obsahu lysinu a metioninu byly zjištěny a statisticky potvrzeny v letech 2004 a 2007, rovněž nedosáhly průměrných hodnot ostatních hodnocených ročníků. Index esenciálních aminokyselin má hodnocení odlišné, vzhledem k tomu, že počítá nejen s dvěma hodnocenými aminokyselinami (lysin a metionin), ale zahrnuje všechny esenciální aminokyseliny. U skupiny odrůd s žitnou translokací v genomu byl tedy zjištěn statisticky významný rozdíl mezi roky 2003 a 2006 s nejvyšším indexem esenciálních aminokyselin oproti ostatním letům.

Tabulka 9: Hodnocení kvality proteinu u linií s přítomnou žitnou translokací.

ROK	PRŮMĚRNÝ OBSAH LYSINU(G.KG <sup>-1</sup> )	PRŮMĚRNÝ OBSAH METIONINU(G.KG <sup>-1</sup> )	EAAI (%)
2003	2,64 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>	64,52 <sup>a</sup>
2004	1,88 <sup>b</sup>	1,18 <sup>b</sup>	45,49 <sup>b</sup>
2005	2,37 <sup>a</sup>	1,56 <sup>a</sup>	53,92 <sup>b</sup>
2006	2,42 <sup>a</sup>	1,38 <sup>a</sup>	56,46 <sup>a</sup>
2007	1,31 <sup>b</sup>	0,86 <sup>b</sup>	52,38 <sup>b</sup>

Obsah lysinu a metioninu u odrůd bez žitné translokace byl nejnižší v letech 2004 a 2007, u obou aminokyselin se na rozdíl od předcházejících stanovení přidává rok 2006, kde byl také zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu těchto aminokyselin v porovnání s ostatními hodnocenými ročníky, tedy 2003 a 2005, u nichž byl obsah lysinu a metioninu statisticky významně vyšší. U indexu esenciálních aminokyselin byla zaznamenána pouze jedna odlišná hodnota, a to u ročníku 2004.

Tabulka 10: Hodnocení kvality proteinu u linií bez přítomné žitné translokace.

ROK	PRŮMĚRNÝ OBSAH LYSINU (G.KG <sup>-1</sup> )	PRŮMĚRNÝ OBSAH METIONINU (G.KG <sup>-1</sup> )	EAAI (%)
2003	2,71 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>	65,93 <sup>a</sup>
2004	1,92 <sup>b</sup>	1,25 <sup>b</sup>	44,47 <sup>b</sup>
2005	2,37 <sup>a</sup>	1,56 <sup>a</sup>	55,40 <sup>c</sup>
2006	2,23 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>	51,44 <sup>c</sup>
2007	1,63 <sup>cb</sup>	0,89 <sup>c</sup>	52,88 <sup>c</sup>

Kontrolní odrůdy nebyly podrobně vyhodnocovány kvůli nízkému počtu opakování (n = 2), proto nemůžeme s určitostí potvrdit jejich významnost. Obsah aminokyselin u kontrolních odrůd slouží spíše k porovnání dosažených výsledků.

Tabulka 11: Hodnocení kvality proteinu u kontrolních odrůd.

ROK	PRŮMĚRNÝ OBSAH LYSINU (G.KG <sup>-1</sup> )	PRŮMĚRNÝ OBSAH METIONINU (G.KG <sup>-1</sup> )	EAAI (%)
2003	2,49	1,64	62,83
2004	2,28	1,43	50,04
2005	2,63	1,47	54,55
2006	2,28	1,30	53,35
2007	1,29	0,74	53,34

Z uvedeného podrobného vyhodnocení kvality proteinu v zrně pšenice seté zatím vychází, že působení ročníku na kvalitu proteinu v zrně pšenice seté není významně ovlivněno genotypem rostliny. Rozdíly v jednotlivých parametrech byly zjištěny u všech sledovaných skupin, a bez ohledu na genotyp se v kvalitě proteinu nejvíce lišily ročníky 2004 a 2007.



Tabulka 12: Porovnání kvality proteinu různých genotypů s kontrolní skupinou.

	PRŮMĚRNÝ OBSAH LYSINU (G.KG <sup>-1</sup> )			PRŮMĚRNÝ OBSAH METIONINU (G.KG <sup>-1</sup> )			EAAI (%)		
	kontrola	trans A	trans N	kontrola	trans A	trans N	kontrola	trans A	trans N
rok									
2003	2,50	2,64	2,71	1,64	1,68	1,70	62,83	64,52	65,93
2004	2,28	1,88	1,92	1,43	1,18	1,25	50,04	45,49	44,47
2005	2,63	2,37	2,37	1,47	1,56	1,56	54,55	53,93	55,40
2006	2,28	2,42	2,23	1,30	1,38	1,27	53,35	56,46	51,44
2007	1,29	1,31	1,63	0,74	0,86	0,89	53,34	52,38	52,88
průměr	1,48	1,46	1,47	1,15	1,15	1,16	7,40	7,39	7,35

#### 5.4 Vliv genetického založení na množství a kvalitu proteinu.

Předchozí kapitoly byly zaměřené na hodnocení vlivu ročníku na množství a kvalitu proteinu v zrně pšenice seté. Tato kapitola hodnotí vliv genetického založení na sledované znaky bez ohledu na konkrétní ročník pěstování. V tomto testu bylo hodnoceno množství proteinu (Nx5,7%), obsah lysinu a metioninu a index esenciálních aminokyselin u třech skupin rozdělených podle genetického založení na skupinu odrůd s přítomnou žitnou translokací, bez žitné translokace a skupinu kontrolní. Souhrnná data za pět ročníků sledování daných parametrů byla statisticky hodnocena testem shody rozptylů dvou normálních rozdělení (F – test).

F – test dokázal, že dosažené rozdíly, a to u všech parametrů i skupin, nejsou statisticky významné, tedy že rozdíly v průměrných hodnotách jsou nulové a způsobené pouze náhodnými vlivy, nikoli sledovaným parametrem, tedy genetickým založením, odrůdy. Proto je možné říci, že genetické založení nemá významný vliv ani na množství proteinu, ani na obsah aminokyselin v zrně pšenice seté.

Tabulka 13: Srovnání množství proteinu, obsahu lysinu, metioninu a EAAI u geneticky odlišných skupin pšenice ozimé.

GENOTYP	MNOŽSTVÍ PROTEINU NX5,7%	GENOTYP	LYSIN G.KG <sup>-1</sup>	GENOTYP	METIONIN G.KG <sup>-1</sup>	GENOTYP	EAAI %
A	14,36	A	2,15	A	1,34	A	54,56
N	13,53	N	2,17	N	1,34	N	54,02
Kontrola	13,91	Kontrola	2,19	Kontrola	1,32	Kontrola	54,82

## 5.5 Vzájemný vztah mezi množstvím a kvalitou proteinu v pšeničném zrně.

Vzájemný vztah mezi množstvím a kvalitou proteinu, vyjádřenou obsahem aminokyselin lysinu a metioninu a indexem EAAI, jsme ověřovali pomocí lineární regrese a korelace.

Regrese a korelace ve statistice vyjadřuje závislost dvou proměnných, z nichž jedna je závisle proměnná na druhé – nezávisle proměnné. Regrese znázorňuje průběh závislosti těchto dvou proměnných, korelace pak těsnost závislosti.

Těsnost závislosti uvádí koeficient korelace, který může nabývat hodnot od  $-1$  do  $+1$ , přičemž čím je jeho absolutní hodnota blíže 1, tím je závislost těsnější. Podle znaménka pak usuzujeme na směr průběhu závislosti. Při kladném koeficientu korelace jde o závislost lineárně rostoucí a při záporném znaménku o závislost lineárně klesající. Dalším parametrem hodnocení těsnosti závislosti je koeficient determinace, jehož stonásobek hodnoty udává, z kolika procent jsou změny hodnoty závisle proměnné  $Y$  vysvětlovány hodnotami nezávisle proměnné  $X$ , tj. vypočtenou regresní funkcí.

V našem případě jsme za nezávisle proměnnou zvolili množství proteinu  $N_{x5,7}$  a za závisle proměnnou množství lysinu, metioninu a EAAI.

Data byla vyhodnocována za celý soubor, dále pak u novošlechtěných linií s přítomnou žitnou translokací 1B/1R a s nepřítomnou translokací 1B/1R, a u kontrolních odrůd Šárka a Nela.

Při hodnocení korelační analýzy byla zjištěna na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  statisticky průkazná závislost mezi množstvím a kvalitou proteinu u všech sledovaných parametrů v celém souboru sledovaném v průběhu pěti po sobě jdoucích letech 2003 – 2007. Těsnost této závislosti by se dala označit spíše za slabou až středně silnou. Závislost v případě obsahu metioninu a lysinu je podle našich výsledků lineárně klesající, tedy s rostoucím množstvím proteinu v zrně pšenice klesá obsah těchto dvou aminokyselin. Koeficient korelace má však lineárně rostoucí závislost, to znamená, že s rostoucím množstvím proteinu v zrně stoupá obsah všech esenciálních aminokyselin.

Při hodnocení korelační analýzy za jednotlivé roky jsme zjistili statistickou průkaznost pouze u indexu esenciálních aminokyselin v roce 2004 a u metioninu v roce 2007. Tyto dva parametry byly shledány statisticky průkaznými na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . všechny ostatní údaje jsou neprůkazné.

Lineární regrese byla pak počítána u sledovaných parametrů (lysin, metionin, EAAI) v závislosti na genotypu, tedy u celého souboru 18 novošlechtěných linií a u kontrolních odrůd Šárka a Nela. Byly sestaveny jednotlivé rovnice lineární regrese. Regresní koeficient „b“ v rovnicích udává, o kolik se změní teoreticky hodnota závisle proměnné  $Y$ , když hodnotu nezávisle proměnné zvýšíme o jednotku. Absolutní člen „a“ v regresní rovnici pak udává formální počátek regresní funkce.

Tabulka 14: Výsledky lineární korelace.

	MET	LYS	EAAI
<b>celý soubor 5 let</b>			
korel. koef.	<b>-,3849</b>	<b>-,3312</b>	<b>,2848</b>
významnost	<b>p=,000</b>	<b>p=,001</b>	<b>p=,005</b>
<b>2003</b>			
korel. koef.	,1275	,2654	,3211
významnost	p=,651	p=,339	p=,243
<b>2004</b>			
korel. koef.	-,1188	,2108	<b>,5099</b>
významnost	p=,618	p=,372	<b>p=,022</b>
<b>2005</b>			
korel. koef.	-,1704	-,5929	-,1800
významnost	p=,472	p=,006	p=,448
<b>2006</b>			
korel. koef.	,2066	,2145	,1321
významnost	p=,382	p=,364	p=,579
<b>2007</b>			
korel. koef.	<b>-,5966</b>	-,4499	,0419
významnost	<b>p=,007</b>	p=,053	p=,865

*Poznámka: tučně vyznačené hodnoty jsou významné na hladině  $\alpha = 0,05$ .*

Regresní analýza byla průkazná na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  v případě hodnocení celého souboru bez ohledu na genotyp u všech sledovaných parametrů, dále u parametru EAAI u souboru novošlechtěných linií s přítomnou translokací 1B/1R a u lysinu a metioninu u novošlechtěnců bez translokace 1B/1R.

Pro významné závislosti vypadají regresní funkce pro hodnocení celého souboru následovně:

- závislost obsahu metioninu na obsahu proteinu (1):

$$y = 2,249 - 0,067x \quad (1)$$

- závislost obsahu lysinu na množství proteinu (2):

$$y = 3,414 - 0,092x \quad (2)$$

- závislost EAAI na množství proteinu (3):

$$y = 1,1327 + 35,66x \quad (3)$$

Při hodnocení novošlechtěných linií s přítomnou žitnou translokací 1B/1R v genomu byla zjištěna závislost pouze v případě indexu esenciálních aminokyselin. Průběh závislost EAAI na množství proteinu lze vyjádřit regresní funkcí (4):

$$y = 1,85 + 27,88x \quad (4)$$

Novošlechtěnci bez přítomné translokace vykazují závislost koncentrace lysinu a metioninu na množství proteinu v zrně pšenice, nikoli však u parametru EAAI. Regresní rovnice vyjadřující závislost lysinu na množství proteinu má tvar (5):

$$y = 3,65 - 0,11x \quad (5)$$

Regresní rovnice pro koncentraci metioninu má tvar (6):

$$y = 2,48 - 0,086x \quad (6)$$

Na závěr této kapitoly o vyjádření závislosti mezi množstvím a kvalitou proteinu v zrně pšenice seté můžeme konstatovat:

- u celého souboru sledovaných linií a odrůd byla zjištěna závislost mezi množstvím proteinu a obsahem aminokyselin. Tato závislost není nikterak těsná, spíše slabá. Se vzrůstajícím obsahem proteinu v zrně pšenice klesá koncentrace metioninu a lysinu, obsah všech esenciálních aminokyselin naopak vzrůstá.
- přítomnost žitné translokace 1B/1R nemá vliv na závislost mezi množstvím proteinu na koncentrací lysinu a metioninu, má vliv pouze na obsah všech esenciálních aminokyselin, tedy na parametr EAAI, u něhož byla zjištěna významnost na hladině  $\alpha = 0,05$ .
- Novošlechtěnci bez přítomné žitné translokace vykazovali závislost mezi obsahem proteinu v zrně a koncentrací lysinu a metioninu, EAAI nemá prokazatelnou závislost na hladině  $\alpha = 0,05$ .

## 6 Závěr.

Tato diplomová práce je zaměřena na posuzování vlivů působících na krmnou kvalitu zrna pšenice seté, přesněji řečeno posouzení vlivu ročníku pěstování a rozdílného genetického založení nově šlechtěných linií na obsah základních živin (dusíkatých látek, bezdusíkatých látek výtažkových, vlákniny a popelovin) a dále množství a krmnou kvalitu proteinu zrna.

Při statistickém hodnocení jsme se opírali o číselná data a údaje shromážděná za pět let sledování konkrétních parametrů a znaků, o kterých je možno se domnívat, že mají vliv na krmnou kvalitu zrna pšenice seté a jsou ovlivnitelné ročníkem pěstování a genetickým založením. Jednalo se o celkový obsah proteinu, dále pak obsah (koncentrace) aminokyselin lysinu a metioninu a indexu esenciálních aminokyselin EAAI (parametry vyjadřující kvalitu proteinu).

Z provedených analýz a výpočtů statistických metod jednoznačně vyplynul vliv ročníku pěstování na množství a proměnlivost základních živin včetně proteinu v zrně pšenice a to bez ohledu na konkrétní genotyp, respektive na přítomnost či nepřítomnost žitné translokace v genomu novošlechtěných linií.

Kvalita proteinu vyjádřená obsahem lysinu a metioninu byla také více ovlivněna ročníkem pěstování než samotným genotypem.

Při posuzování závislosti množství proteinu a kvality proteinu nebyly výsledky zcela jednoznačné. Určitá závislost kvality proteinu (obsah lysinu, metioninu a EAAI) na množství proteinu byla prokázána, nicméně tato závislost se jeví jako velmi slabá a spíše negativní. To znamená, že se vzrůstajícím množstvím proteinu v zrně spíše klesá koncentrace lysinu a metioninu, ovšem EAAI vzrůstá. Tato skutečnost ovšem nebyla potvrzena u všech sledovaných genotypů, nýbrž jen u celého souboru, tedy bez zohlednění přítomnosti translokace 1B/1R. Přítomnost žitné translokace podle našich zjištění zvyšuje obsah esenciálních aminokyselin, tedy EAAI, obsah lysinu ani metioninu významně neovlivňuje. Naopak linie bez přítomné translokace 1B/1R vykazují závislost mezi množstvím proteinu a koncentrací lysinu a metioninu. Index esenciálních aminokyselin nemá prokázanou významnou závislost na celkovém obsahu proteinu.

Je možné, že s přibývajícími statistickými údaji bude docházet ke zpřesňování dosud dosažených zjištění týkajících se vlivu genotypu, respektive přítomnosti žitné translokace na krmnou kvalitu proteinu zrna pšenice seté. V současnosti se musíme spokojit se závěrem, že na sledované parametry krmné kvality zrna pšenice seté pro mnogastrická zvířata spíše působí ročník pěstování nežli samotný genotyp linií a odrůd. Samotná závislost mezi množstvím a kvalitou proteinu není prozatím příliš průkazná a jednoznačná a bylo by proto vhodné dále pokračovat ve sběru a vyhodnocování údajů o sledovaných znacích přesnějším stanovení vlivu genotypu na krmnou kvalitu proteinu zrna pšenice seté.

Výsledky lze sumarizovat následovně:

- Byl prokázán vliv působení ročníku pěstování na proměnlivost obsahu základních živin v zrně pšenice seté (obsah N<sub>x</sub>5,70%, obsah tuku, vlákniny, BNLV a popelovin);
- Ročník pěstování působí na množství proteinu v zrně pšenice seté bez ohledu na přítomnost či nepřítomnost žitné translokace 1B/1R;
- Kvalitu proteinu vyjádřenou obsahem aminokyselin lysinu a metioninu a indexem esenciálních aminokyselin EAAI ovlivňuje více ročník pěstování než genetické založení konkrétní linie;
- Byla prokázána závislost mezi obsahem proteinu a koncentrací lysinu a metioninu. Tato závislost vyjádřená koeficientem korelace je však spíše slabá. S rostoucím obsahem proteinu klesá koncentrace lysinu a metioninu, vzrůstá index esenciálních aminokyselin;
- Přítomnost a/nebo nepřítomnost translokace 1B/1R ovlivňuje celkové množství aminokyselin, její vliv na koncentraci lysinu a metioninu nebyl prokázán.

## **7 Seznam použité literatury.**

Choct, M., Hughes, R. J., Trimble, R. P., Angkanaporn, K., Annison, G. 1995. Non-Starch Polysaccharide-Degrading Enzymes Increase the Performance of Broiler Chickens Fed Wheat of Low Apparent Metabolizable Energy, *Journal of Nutrition*, 125, p. 485 – 492.

Čermák, B. 2001. Kvalita a výživná hodnota krmné pšenice, tritikale a žita, *Krmivářství*, 5 (3), 17 – 19.

- Dvořáček, V., Bradová, J., Stehno, Z. 2006. Effect of 1B/1R Translocation on Selected Grain Quality Parametres in a Set of Doubled Haploid Wheat Lines, *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 42 (2), 50 – 57.
- Gentile, J. M., Roneker, K. R., Crowe, S. E., Pond, W. G., Lei, X. G. 2003. Effectiveness of an experimental consensus phytase in improving dietary phytate-phosphorus utilization by weanling pigs, *Journal of Animal Science*, 81, p. 2751 – 2757.
- Johnston, S. L., Williams, S. B., Southern, L. L., Bidner, T. D., Bunting, L. D., Matthews, J. O., Olcott, B. M. 2004. Effect of phytase addition and dietary calcium and phosphorus levels on plasma metabolites and ileal and total-tract nutrient digestibility in pigs, *Journal of Animal Science*, 82, p. 705 – 714.
- Kacerovský, O., Babička, L., Bíro, D., Heger, J., Jedlička, Z., Lohniský, J., Mudřík, Z., Roubal, P., Svobodová, M., Vencl, B., Vrátný, P., Zelenka, J. 1990. Zkoušení a posuzování krmiv, *Státní zemědělské nakladatelství, Praha*, 216 s.
- Kalač, P., Míka, V. 1997, *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 317 s.
- Kodeš, A., Hučko, B., Mudřík, Z., Plachý, V. 2008. Vliv žitné translokace na kvalitu proteinu zrna pšenice seté, *Sborník z konference Proteiny 2008*, 21. – 22. 5. 2008, s. 69 – 73.
- Kodeš, A., Koutná, K., Hučko, B., Mudřík, Z., Petr, J. 2005. Vliv odrůdy a stanoviště na produkci proteinu zrna pšenice seté (*Triticum sativum*) a jeho krmnou kvalitu, in *VI. Kábrtovy dietetické dny, konference s mezinárodní účastí o zdravotní nezávadnosti a produkční účinnosti krmiv*, Brno, 5. května 2005.
- Kodeš, A., Výmola, J., Mudřík, Z., Hučko, B., Kacerovská, L., Bunešová, A., Dubeň, M., Moravčík, F., Picka, J., Urban, P., Lancová, B., Roubalová, M., Plachá, B. 2003. *Základy moderní výživy drůbeže*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 135 s.
- Labuda, J., Kacerovský, O., Kováč, M., Štěrba, A. 1982. *Výživa a krmění hospodářských zvířat*, Příroda, Bratislava, 488 s.
- Němec, Z., Petr, J. 1996. Kvalita krmného obilí, *Úroda*, 44 (5), 6 – 9.
- Palík, S. 2008. Aktuální stav a perspektivy obilnin, *Úroda*, 56. ročník, č. 12, s. 85 – 87.
- Paulová, J. 2004. Krmná hodnota pšenice, dostupné z: <<http://www.noack.cz/articles.asp?ida=16&idk=162>>
- Petr, J. 2001. *Pěstování pšenice podle užitkových směrů*, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 40 s.
- Situační a výhledová zpráva Obiloviny, prosinec 2008, Ministerstvo zemědělství ČR
- Šroller, J., Baranyk, P., Duffek, J., Faměra, O., Hosnedl, V., Pulkrábek, J., Šantrůček, J., Šnobl, J., Vašák, J. 1997. *Speciální fytotechnika – rostlinná výroba*, Express s. r. o., Praha, 205 s.
- Tichá, M., Vyzínová, P. 2006. *Polní plodiny*, Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno, 41 s.
- Vaculová, K., Horáčková, S. 2007. Neškrobové polysacharidy v zrně pšenice ozimé, *Obilnářské listy*, XV. ročník, č. 2, s. 25 – 31.

Wang, Z. R., Qiao, S. Y., Lu, W. Q., Li, D. F. 2005. Effects of Enzyme Supplementation on Performance, Nutrient Digestibility, Gastrointestinal Morphology, and Volatile Fatty Acids Profiles in the Hindgut of Broilers Fed Wheat-based Diets, *Poultry Science*, 84, p. 875 – 881.

Woyengo, T. A., Sands, J. S., Guenter, W., Nyachoti, C. M. 2008. Nutrient Digestibility and performance responses of growing pigs fed phytase- and xylanase-supplemented wheat-based diets, *Journal of Animal Science*, 86, p. 848 – 857.

Zedník, J. 2009. Výroba a bilance potřeb obilovin v EU a v České republice, *Krmivářství*, 13. ročník, č. 1, s. 5 – 8.

Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat, Profí Press s. r. o., Praha, 360 s.

Zimolka, J., Edler, S., Hřivna, L., Jánský, J., Kraus, P., Mareček, J., Novotný, F., Richter, R., Říha, K., Tichý, F. 2005. Pšenice pěstování, hodnocení a užití zrna, Profí Press s. r. o., Praha, 180 s.

<<http://www.chmi.cz/meteo/ok/infklim.html>>



**Samostatné přílohy.**

# Příloha č. 1

## Obsah základních živin v pšeničném zru rozdílné provenience (g/ kg)

rok	číslo	translokace	sušina	tuk	vláknina	popeloviny	N x 5,70
2003	110	ANO	894,88	14,18	33,86	16,35	145,00
2003	112	ANO	894,88	14,70	33,50	16,49	145,00
2003	119	ANO	891,69	14,78	37,29	17,56	154,20
2003	126	ANO	892,14	16,58	35,06	15,76	149,80
2003	139	ANO	893,92	16,50	37,36	15,58	150,10
2003	157	ANO	893,27	15,98	28,31	15,62	148,40
2003	164	ANO	895,68	14,46	34,67	16,08	144,80
2003	174	ANO	895,22	14,08	36,32	17,00	148,90
2003	121	NE	897,64	16,58	34,76	15,89	143,5
2003	131	NE	894,06	14,16	33,23	15,83	140,8
2003	136	NE	894,60	14,67	33,88	14,94	133,1
2003	144	NE	891,60	15,35	29,91	15,31	146,7
2003	146	NE	895,19	13,69	30,89	15,80	150
2003	159	NE	893,31	13,78	33,85	15,67	126,7
2003	163	NE	893,95	14,00	33,17	13,93	139,3
2003	167	NE	895,11	13,05	33,03	16,80	126,4
2003	171	NE	893,29	14,79	33,86	16,23	136
2003	176	NE	897,81	13,94	33,64	17,34	113,5
2003	Nela	kontrola	893,05	17,98	33,43	16,34	109,6
2003	Šárka	kontrola	891,43	17,04	31,90	16,23	142,3

## Obsah základních živin v pšeničném zru rozdílné provenience (g/ kg)

rok	číslo	translokace	sušina	tuk	vláknina	popeloviny	N x 5,70
2004	110	ANO	929,90	15,17	32,80	15,54	123,70
2004	112	ANO	927,20	15,85	32,75	20,60	114,80
2004	119	ANO	922,30	18,97	29,17	18,05	141,50
2004	126	ANO	923,50	19,33	32,66	17,16	118,80
2004	139	ANO	898,70	18,29	30,47	19,86	108,20
2004	157	ANO	905,90	15,12	33,34	20,75	111,00
2004	164	ANO	905,10	18,84	30,16	20,33	136,30
2004	174	ANO	912,30	14,70	30,47	20,22	117,60
2004	121	NE	924,80	19,09	28,98	17,90	121,2
2004	131	NE	936,70	23,59	33,21	15,80	111,6
2004	136	NE	902,20	17,51	29,26	17,79	109,2
2004	144	NE	899,30	19,07	31,47	17,07	124,7
2004	146	NE	905,50	19,27	35,34	19,88	130,8
2004	159	NE	904,90	14,97	30,72	18,90	107,8
2004	163	NE	912,70	13,58	34,62	17,53	122,4
2004	167	NE	896,00	20,92	36,27	20,09	114,1
2004	171	NE	908,60	19,10	28,84	20,80	127,1
2004	176	NE	908,10	17,97	34,36	18,39	116,7
2004	Nela	kontrola	912,30	21,53	30,49	18,69	118,4
2004	Šárka	kontrola	909,20	21,01	30,36	18,81	110,5

## Obsah základních živin v pšeničném zru rozdílné provenience (g/ kg)

rok	číslo	translokace	sušina	tuk	vláknina	popeloviny	N x 5,70
2005	110	ANO	901,10	14,09	35,55	17,88	132,60
2005	112	ANO	900,20	13,10	31,13	17,88	124,80
2005	119	ANO	899,00	14,00	31,88	18,54	142,60
2005	126	ANO	905,00	18,38	32,32	18,18	134,10
2005	139	ANO	901,00	15,16	48,41	18,26	150,00
2005	157	ANO	895,40	15,12	31,47	20,92	133,00
2005	164	ANO	904,20	14,70	30,65	17,91	154,40
2005	174	ANO	907,90	15,32	32,76	17,83	128,50
2005	121	NE	904,20	14,51	33,10	18,02	124,1
2005	131	NE	892,20	22,04	33,12	16,79	111,7
2005	136	NE	901,80	14,96	44,00	16,37	134,3
2005	144	NE	901,30	16,83	32,18	19,88	150,3
2005	146	NE	898,00	15,32	26,39	18,52	130,9
2005	159	NE	896,40	15,03	28,57	18,64	136,9
2005	163	NE	895,40	17,62	31,36	17,76	139,2
2005	167	NE	900,90	14,84	32,87	18,38	138,8
2005	171	NE	886,20	15,32	30,27	18,45	147,7
2005	176	NE	906,80	14,17	28,61	16,33	124,1
2005	Nela	kontrola	900,10	15,53	28,83	16,51	124,1
2005	Šárka	kontrola	904,20	19,27	26,34	17,30	125,6

#### Obsah základních živin v pšeničném zrně rozdílné provenience (g/ kg)

rok	číslo	translokace	sušina	tuk	vláknina	popeloviny	N x 5,70
2006	110	ANO	884,45	13,74	21,03	15,99	144,4
2006	112	ANO	882,90	15,63	22,71	12,69	132,1
2006	119	ANO	884,10	16,74	26,64	15,95	145
2006	126	ANO	882,65	14,56	20,05	18,50	141,5
2006	139	ANO	881,65	19,74	31,52	14,29	149,5
2006	157	ANO	879,75	15,40	26,93	15,80	135,9
2006	164	ANO	873,20	14,77	31,09	13,86	145,4
2006	174	ANO	879,35	19,39	30,93	17,06	145,7
2006	121	NE	877,10	15,16	26,62	15,10	141,5
2006	131	NE	875,75	15,30	24,84	9,93	127,5
2006	136	NE	881,05	19,01	32,12	15,27	127,3
2006	144	NE	874,55	19,27	30,47	17,15	133,2
2006	146	NE	877,65	17,55	28,01	12,88	138
2006	159	NE	876,60	14,37	23,75	10,32	143
2006	163	NE	880,00	17,78	29,19	13,69	146,4
2006	167	NE	882,40	14,73	25,44	13,03	129,3
2006	171	NE	877,65	20,34	27,17	17,83	127,2
2006	176	NE	882,30	14,51	24,42	14,73	131,4
2006	Nela	kontrola	884,35	18,15	27,53	12,61	143,5
2006	Šárka	kontrola	883,60	20,09	25,75	16,92	148,4

**Obsah základních živin v pšeničném zrně rozdílné provenience (g/ kg)**

rok	číslo	translokace	sušina	tuk	vláknina	popeloviny	N x 5,70
2007	110	ANO	894,27	19,02	22,10	16,73	154,4
2007	112	ANO	895,02	19,08	24,36	16,11	147,4
2007	119	ANO	891,66	19,39	25,44	18,76	191,8
2007	126	ANO	891,90	16,92	24,89	12,42	162,1
2007	139	ANO	892,73	17,53	27,38	15,27	172,4
2007	157	ANO	892,77	18,80	24,05	19,07	170,6
2007	164	ANO	894,55	15,43	28,42	17,42	181,5
2007	174	ANO	891,66	14,80	32,92	20,37	166,6
2007	121	NE	894,78	15,47	22,97	15,75	156,5
2007	131	NE	893,98	16,47	25,01	13,64	145,8
2007	136	NE	892,48	17,88	22,21	13,17	142,8
2007	144	NE	893,46	18,55	23,58	15,22	154,5
2007	146	NE	891,91	16,84	22,61	18,66	172,8
2007	159	NE	893,09	15,72	28,33	18,50	139,3
2007	163	NE	889,24	15,25	24,63	17,02	158,7
2007	167	NE	893,27	16,46	31,98	19,26	152,6
2007	171	NE	894,92	15,87	26,20	17,08	156,7
2007	176	NE	892,96	15,12	25,80	16,48	161,9
2007	Nela	kontrola	896,82	19,51	28,90	18,10	178,7
2007	Šárka	kontrola	895,02	18,32	29,46	19,78	189,5

## Příloha č. 2

Obsah aminokyselin v gramech na 16 g dusíku (resp. koncentrace 10 esenciálních aminokyselin v proteinu v %)

rok	číslo	translokace	THR	VAL	MET	ILEU	LEU	PHEN	LYS	HIS	ARG	TRP
2003	110	ANO	2,52	4,14	1,67	3,2	6,3	4,33	2,41	2	3,9	1,12
2003	112	ANO	2,80	4,6	1,78	3,54	6,95	4,78	2,6	2,17	4,19	1,23
2003	119	ANO	3,01	4,66	1,7	3,59	7,34	4,88	2,61	2,24	4,58	1,19
2003	126	ANO	2,81	4,34	1,73	3,46	6,69	4,51	2,66	2,25	4,62	1,07
2003	139	ANO	2,71	4,54	1,84	3,65	7,29	4,85	2,5	2,13	4,61	1,23
2003	157	ANO	3,03	4,93	1,66	3,91	8,01	5,19	2,7	2,38	4,98	1,37
2003	164	ANO	2,79	4,38	1,27	3,58	6,85	4,56	2,38	2,2	3,8	1,17
2003	174	ANO	3,50	5,17	1,76	3,82	7,17	5,15	3,29	2,63	5,52	1,27
2003	121	NE	2,87	4,33	1,66	3,33	7,04	4,69	2,5	2,03	4,11	1,13
2003	131	NE	2,84	4,52	1,74	3,34	6,91	4,53	2,77	2,28	4,44	1,11
2003	136	NE	2,78	4,44	1,65	3,32	6,95	4,36	2,66	2,14	4,41	1,29
2003	144	NE	2,80	4,39	1,66	3,52	7,22	4,75	2,36	2,1	4,5	1,16
2003	146	NE	3,33	5,31	1,79	4,08	8,49	6	3,16	2,83	5,91	1,75
2003	159	NE	3,09	4,71	1,76	3,66	7,39	4,9	2,73	2,25	4,88	1,21
2003	163	NE	2,81	4,49	1,46	3,66	7,35	4,96	2,54	2,42	4,37	1,4
2003	167	NE	3,30	4,98	1,93	3,91	7,72	4,83	2,96	2,51	4,81	1,44
2003	171	NE	2,62	3,88	1,54	3	6,08	3,9	2,3	1,99	3,51	0,99
2003	176	NE	3,46	5,17	1,84	3,78	7,58	5,23	3,14	2,59	4,96	1,26
2003	Nela	kontrola	2,70	4,18	1,5	3,35	6,61	4,37	2,25	2,05	3,79	0,98
2003	Šárka	kontrola	3,12	4,66	1,78	3,66	7,55	4,85	2,74	2,44	4,63	1,35

**Obsah aminokyselin v gramech na 16 g dusíku (resp. koncentrace 10 esenciálních aminokyselin v proteinu v %)**

rok	číslo	translokace	THR	VAL	MET	ILEU	LEU	PHEN	LYS	HIS	ARG	TRP
2004	110	ANO	1,63	2,40	1,20	1,98	3,72	2,46	1,53	1,19	2,33	0,99
2004	112	ANO	1,60	2,39	1,23	1,96	3,91	2,61	1,60	1,21	2,39	1,01
2004	119	ANO	3,50	5,33	1,17	4,22	7,87	5,47	2,44	2,33	5,49	0,95
2004	126	ANO	1,86	2,83	1,16	2,32	4,36	2,92	1,74	1,46	2,92	1,01
2004	139	ANO	2,25	3,34	1,15	2,69	5,06	3,40	2,02	1,71	3,37	0,88
2004	157	ANO	1,91	2,91	1,16	2,30	4,49	2,97	1,97	1,66	2,98	0,90
2004	164	ANO	2,05	3,13	1,11	2,64	4,92	3,46	1,88	1,58	2,99	1,00
2004	174	ANO	1,87	2,99	1,22	2,25	4,24	2,90	1,87	1,44	2,85	0,98
2004	121	NE	1,87	2,79	1,33	2,19	4,40	2,87	1,62	1,39	2,73	0,78
2004	131	NE	1,71	2,68	1,08	2,06	3,93	2,54	1,68	1,23	2,55	1,06
2004	136	NE	1,77	2,72	1,14	2,10	4,04	2,62	1,77	1,37	2,56	1,00
2004	144	NE	2,16	3,13	1,23	2,50	4,90	3,38	1,99	1,70	3,23	0,92
2004	146	NE	2,15	3,13	1,24	2,48	4,91	3,47	2,02	1,74	3,11	0,82
2004	159	NE	1,99	3,09	1,21	2,31	4,60	3,03	1,95	1,54	3,08	0,85
2004	163	NE	2,08	3,24	1,31	2,47	4,93	3,20	1,98	1,62	3,11	0,78
2004	167	NE	2,12	3,00	1,60	2,38	4,66	3,17	1,92	1,60	3,14	0,80
2004	171	NE	2,35	3,54	1,14	2,78	5,48	3,90	2,15	1,88	3,27	0,76
2004	176	NE	2,13	3,26	1,23	2,51	4,97	3,40	2,11	1,67	3,50	0,90
2004	Nela	kontrola	2,32	3,46	1,55	2,76	5,21	3,32	2,08	1,63	3,23	0,87
2004	Šárka	kontrola	2,30	3,39	1,32	2,56	4,96	3,43	2,48	1,72	4,39	1,00

**Obsah aminokyselin v gramech na 16 g dusíku (resp. koncentrace 10 esenciálních aminokyselin v proteinu v %)**

rok	číslo	translokace	THR	VAL	MET	ILEU	LEU	PHEN	LYS	HIS	ARG	TRP
2005	110	ANO	2,367	3,04	1,62	2,81	5,8	3,67	2,52	2,04	4,53	1,06
2005	112	ANO	2,37	3,11	1,64	2,59	5,44	3,41	2,62	1,94	4,44	1,1
2005	119	ANO	2,01	3,29	1,65	2,54	4,63	3,25	1,93	1,76	3,92	0,81
2005	126	ANO	2,38	4,42	1,66	3,04	6,78	3,97	2,73	1,88	5,38	1,15
2005	139	ANO	2,67	4,12	1,78	3,13	6,08	4,18	2,36	2,26	5,2	0,99
2005	157	ANO	1,99	2,91	1,65	2,33	4,85	3,26	1,87	1,48	4	0,79
2005	164	ANO	2,23	3,73	1,12	2,78	6,02	5,1	1,91	1,68	5,01	0,8
2005	174	ANO	2,78	3,24	1,35	2,53	5,44	3,48	2,98	2,05	4,57	1,25
2005	121	NE	2,62	4,63	1,67	3,19	7,33	3,99	2,8	2,06	5,42	1,18
2005	131	NE	2,08	4,04	1,62	2,48	5,96	3,46	2,82	1,69	5	1,19
2005	136	NE	2,8	4,43	1,85	3,12	6,32	4,23	2,55	2,35	5,41	1,07
2005	144	NE	2,25	3,45	1,78	2,6	5,22	3,64	2,12	1,99	4,71	0,89
2005	146	NE	2,33	3,32	1,69	2,71	5,8	3,77	2,03	1,76	4,37	0,85
2005	159	NE	2,13	3,02	1,33	2,51	5,06	3,52	1,89	1,63	4,2	0,8
2005	163	NE	2,98	4,64	1,55	3,56	7,01	5,52	2,44	2,1	6,07	1,03
2005	167	NE	2,16	3,28	1,31	2,4	5,12	4,51	1,81	1,48	4,42	0,76
2005	171	NE	2,6	2,9	1,3	2,27	5,18	3,28	2,53	1,92	4,05	1,07
2005	176	NE	2,61	3,43	1,49	2,69	5,98	3,58	2,73	2,08	4,47	1,15
2005	Nela	kontrola	2,65	3,37	1,54	2,51	5,71	3,73	2,61	2,12	4,53	1,1
2005	Šárka	kontrola	2,35	3,25	1,4	2,53	5,64	3,68	2,64	1,87	4,25	1,11

**Obsah aminokyselin v gramech na 16 g dusíku (resp. koncentrace 10 esenciálních aminokyselin v proteinu v %)**

rok	číslo	translokace	THR	VAL	MET	ILEU	LEU	PHEN	LYS	HIS	ARG	TRP
2006	110	ANO	2,38	3,36	1,33	3,23	6,08	3,31	2,33	2,22	4,52	0,98
2006	112	ANO	2,32	4,02	1,33	3,4	6,49	4,36	2,32	2,14	4,62	0,97
2006	119	ANO	2,45	3,79	1,41	3,48	6,14	4,38	2,47	2,25	4,35	1,03
2006	126	ANO	2,55	3,98	1,4	2,96	5,47	4,29	2,45	2,09	5,94	1,03
2006	139	ANO	1,92	2,9	1,39	3,17	5,9	3,63	2,44	2,09	3,38	1,02
2006	157	ANO	1,81	2,69	1,1	2,66	4,8	3,21	1,93	1,92	3,4	0,81
2006	164	ANO	2,47	4,29	1,64	3,85	7,6	5,62	2,87	2,82	5,78	1,2
2006	174	ANO	2,48	3,66	1,44	3,29	6,07	4,14	2,52	2,58	4,68	1,06
2006	121	NE	1,99	3,29	1,21	2,74	5,15	3,42	2,12	1,96	3,29	0,89
2006	131	NE	2,31	3,71	1,41	3,19	6,04	4,09	2,47	2,46	3,86	1,04
2006	136	NE	2,52	3,84	1,51	3,41	6,57	4,55	2,64	2,59	4,66	1,11
2006	144	NE	2,02	3,05	1,2	2,68	5,2	3,47	2,1	2,22	3,8	0,88
2006	146	NE	2,61	3,87	1,44	3,59	6,65	4,56	2,51	2,55	4,66	1,05
2006	159	NE	2,03	2,92	1,2	2,85	5,47	3,97	2,1	1,85	3,24	0,88
2006	163	NE	1,7	2,71	1,15	2,66	5,12	3,52	2,02	1,81	2,55	0,85
2006	167	NE	2	2,92	1,19	2,87	5,32	3,57	2,08	1,88	3,32	0,87
2006	171	NE	1,84	2,72	1,1	2,58	4,9	3,36	1,93	1,83	3,21	0,81
2006	176	NE	2,2	3,49	1,33	2,94	5,64	3,75	2,32	2,26	4,2	0,97
2006	Nela	kontrola	2,04	3,02	1,18	2,75	5,22	3,67	2,06	2,15	3,88	0,86
2006	Šárka	kontrola	2,23	3,61	1,42	3,37	6,38	4,36	2,49	2,42	4,15	1,04



**Obsah aminokyselin v gramech na 16 g dusíku (resp. koncentrace 10 esenciálních aminokyselin v proteinu v %)**

rok	číslo	translokace	THR	VAL	MET	ILEU	LEU	PHEN	LYS	HIS	ARG	TRP
2007	110	ANO	1,88	2,91	1,06	2,24	4,59	3,05	1,63	1,40	2,86	0,74
2007	112	ANO	1,64	2,53	1,01	2,02	3,90	2,63	1,55	1,31	2,69	0,62
2007	119	ANO	1,44	2,41	0,98	1,94	3,87	2,57	1,33	1,13	2,45	0,65
2007	126	ANO	1,98	3,21	1,08	2,55	5,22	3,38	1,76	1,55	3,25	0,89
2007	139	ANO	1,61	2,53	0,73	2,07	3,96	2,63	1,37	1,27	2,19	0,68
2007	157	ANO	1,63	2,56	0,58	2,26	4,11	2,75	1,38	1,35	2,2	0,55
2007	164	ANO	1,96	2,90	0,99	2,14	4,02	2,89	1,84	1,47	3,09	0,71
2007	174	ANO	0,99	1,45	0,73	1,20	2,25	1,49	0,93	0,72	1,41	0,60
2007	121	NE	1,38	2,16	0,87	1,64	3,28	2,13	1,32	1,08	2,07	0,52
2007	131	NE	1,71	2,41	0,96	2,32	4,37	2,38	1,67	1,59	3,25	0,70
2007	136	NE	1,63	2,83	0,94	2,39	4,57	3,07	1,63	1,51	3,25	0,68
2007	144	NE	1,60	2,47	0,92	2,27	4,00	2,85	1,61	1,47	2,83	0,67
2007	146	NE	1,50	2,34	0,82	1,74	3,21	2,52	1,44	1,23	3,49	0,60
2007	159	NE	1,92	3,00	1,06	2,23	4,12	3,23	1,85	1,58	4,48	0,78
2007	163	NE	1,20	1,82	0,87	1,98	3,69	2,27	1,53	1,31	2,12	0,64
2007	167	NE	1,24	1,84	0,75	1,82	3,28	2,19	1,32	1,31	2,32	0,55
2007	171	NE	1,57	2,73	1,04	2,45	4,84	3,58	1,83	1,80	3,68	0,76
2007	176	NE	1,54	2,28	0,90	2,05	3,78	2,58	1,57	1,61	2,91	0,66
2007	Nela	kontrola	1,19	1,97	0,72	1,64	3,08	2,04	1,27	1,17	1,97	0,53
2007	Šárka	kontrola	1,23	1,98	0,75	1,70	3,22	2,18	1,32	1,31	2,06	0,55

# Příloha

## č. 3

### Anova: množství proteinu v zrně za celý soubor

Faktor					
Roky	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	
2003	20	279,41	13,97	1,49	
2004	20	238,64	11,93	0,87	
2005	20	268,77	13,44	1,18	
2006	20	277,62	13,88	0,58	
2007	20	325,66	16,28	2,23	

### ANOVA

Zdroj variability	SS	st. volnosti	MS	F test	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	195,4004	4	48,85011	38,40536	4,32E-19	2,467494
Všechny výběry	120,8363	95	1,271961			
Celkem	316,2367	99				

#### Tukeyho metoda porovnání významných rozdílů

	2003	2004	2005	2006	2007
2003		<b>0,000118</b>	0,570461	0,999163	<b>0,000117</b>
2004	<b>0,000118</b>		<b>0,000626</b>	<b>0,000120</b>	<b>0,000117</b>
2005	0,570461	<b>0,000626</b>		0,727674	<b>0,000117</b>
2006	0,999163	<b>0,000120</b>	0,727674		<b>0,000117</b>
2007	<b>0,000117</b>	<b>0,000117</b>	<b>0,000117</b>	<b>0,000117</b>	

### Anova: množství proteinu v zrně za trans A

Faktor					
Roky	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	
2003	8	118,62	14,8275	0,106707	
2004	8	97,19	12,14875	1,397727	
2005	8	110	13,75	1,094257	
2006	8	113,95	14,24375	0,328855	
2007	8	134,68	16,835	2,028457	

### ANOVA

Zdroj variability	SS	st. volnosti	MS	F test	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	92,95534	4	23,23883	23,44513	1,73E-09	2,641465
Všechny výběry	34,69203	35	0,991201			
Celkem	127,6474	39				

#### Tukeyho metoda porovnání významných rozdílů

	2003	2004	2005	2006	2007
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					

2003	<b>0,000174</b>	0,216991	0,766633	<b>0,002580</b>
2004	<b>0,000174</b>	<b>0,022031</b>	<b>0,001619</b>	<b>0,000126</b>
2005	0,216991	<b>0,022031</b>	0,857251	<b>0,000128</b>
2006	0,766633	<b>0,001619</b>	0,857251	<b>0,000204</b>
2007	<b>0,002580</b>	<b>0,000126</b>	<b>0,000128</b>	<b>0,000204</b>

#### Anova: množství proteinu v zrně za trans N

Faktor					
Roky	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	
2003	10	135,6	13,56	1,213756	
2004	10	118,56	11,856	0,619271	
2005	10	133,8	13,38	1,349422	
2006	10	134,48	13,448	0,519529	
2007	10	154,16	15,416	0,958004	

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	st. volnosti	MS	F test	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	63,89376	4	15,97344	17,13895	1,32E-08	2,578739
Všechny výběry	41,93984	45	0,931996			
Celkem	105,8336	49				

	2003	2004	2005	2006	2007
2003		<b>0,007297</b>	0,995997	0,984356	<b>0,000143</b>
2004	<b>0,007297</b>		<b>0,020550</b>	<b>0,001524</b>	<b>0,000129</b>
2005	0,995997	<b>0,020550</b>		0,897412	<b>0,000131</b>
2006	0,984356	<b>0,001524</b>	0,897412		<b>0,000188</b>
2007	<b>0,000143</b>	<b>0,000129</b>	<b>0,000131</b>	<b>0,000188</b>	

#### Anova:množství proteinu v zrně - kontrolní skupina

(T -metoda není možno užit - pouze 2 hodnoty)

Faktor					
Roky	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	
2003	2	25,19	12,595	5,34645	
2004	2	22,89	11,445	0,31205	
2005	2	24,97	12,485	0,01125	
2006	2	29,19	14,595	0,12005	
2007	2	36,82	18,41	0,5832	

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	st. volnosti	MS	F test	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	61,11044	4	15,27761	11,9862	0,008945	5,192168
Všechny výběry	6,373	5	1,2746			
Celkem	67,48344	9				

# Příloha č. 4 - F-test

## celý soubor

### LYS

F test 48,840  
p-value 0,00

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	2,663000	0,064800	2,534337	2,791663	20
2004	1,940776	0,064800	1,812113	2,069439	20
2005	2,394500	0,064800	2,265837	2,523163	20
2006	2,308500	0,064800	2,179837	2,437163	20
2007	1,477668	0,066484	1,345663	1,609673	19

2003		0,00011	0,03384	0,00197	0,00011
2004	0,00011		0,00014	0,00121	0,00014
2005	0,03384	0,00014		0,88122	0,00011
2006	0,00197	0,00121	0,88122		0,00011
2007	0,00011	0,00014	0,00011	0,00011	

### MET

F test 89,626  
p-value 0,00

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	1,686000	0,032986	1,620505	1,751495	20
2004	1,239225	0,032986	1,173730	1,304720	20
2005	1,550000	0,032986	1,484505	1,615495	20
2006	1,319000	0,032986	1,253505	1,384495	20
2007	0,863459	0,033843	0,796264	0,930655	19

2003		0,00011	0,03520	0,00011	0,00011
2004	0,00011		0,00011	0,43287	0,00011
2005	0,03520	0,00011		0,00014	0,00011
2006	0,00011	0,43287	0,00014		0,00011
2007	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	

### EAAI

F test 31,809  
p-value 0,000000

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	65,05650	1,245510	62,58385	67,52915	20
2004	45,43511	1,245510	42,96246	47,90776	20
2005	54,72500	1,245510	52,25235	57,19765	20
2006	53,64000	1,245510	51,16735	56,11265	20
2007	52,72619	1,245510	50,25354	55,19883	20

2003		0,00011	0,00011	0,00011	0,00011
2004	0,00011		0,00012	0,00020	0,00080
2005	0,00011	0,00012		0,97228	0,78777
2006	0,00011	0,00020	0,97228		0,98535
2007	0,00011	0,00080	0,78777	0,98535	

F - test

## trans A

### LYS

F test    p-value  
23,352    0,000000

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	2,643750	0,105665	2,429012	2,858488	8
2004	1,882308	0,105665	1,667570	2,097045	8
2005	2,365000	0,105665	2,150262	2,579738	8
2006	2,416250	0,105665	2,201512	2,630988	8
2007	1,314729	0,112961	1,085165	1,544293	7

2003		0,00024	0,35482	0,55562	0,00012
2004	0,00024		0,02164	0,00905	0,00703
2005	0,35482	0,02164		0,99693	0,00012
2006	0,55562	0,00905	0,99693		0,00012
2007	0,00012	0,00703	0,00012	0,00012	

### MET

F test    p-value  
35,993    0,000000

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	1,676250	0,052374	1,569813	1,782687	8
2004	1,175606	0,052374	1,069169	1,282044	8
2005	1,558750	0,052374	1,452313	1,665187	8
2006	1,380000	0,052374	1,273563	1,486437	8
2007	0,855502	0,055990	0,741716	0,969289	7

2003		0,00012	0,51603	0,00291	0,00012
2004	0,00012		0,00021	0,06576	0,00182
2005	0,51603	0,00021		0,13635	0,00012
2006	0,00291	0,06576	0,13635		0,00012
2007	0,00012	0,00182	0,00012	0,00012	

### EAAI

F test    p-value  
10,136    0,000015

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	64,52250	2,166450	60,12437	68,92063	8
2004	45,48945	2,166450	41,09133	49,88758	8
2005	53,92500	2,166450	49,52687	58,32313	8

2006	56,46250	2,166450	52,06437	60,86063	8
2007	52,38211	2,166450	47,98399	56,78024	8

2003		0,00012	0,01190	0,08647	0,00311
2004	0,00012		0,06610	0,00865	0,18589
2005	0,01190	0,06610		0,92012	0,98652
2006	0,08647	0,00865	0,92012		0,67376
2007	0,00311	0,18589	0,98652	0,67376	

## F - test

trans N

LYS

F test p-value  
22,955 0,000000

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	2,712000	0,086870	2,537036	2,886964	10
2004	1,919792	0,086870	1,744828	2,094756	10
2005	2,372000	0,086870	2,197036	2,546964	10
2006	2,229000	0,086870	2,054036	2,403964	10
2007	1,629369	0,086870	1,454405	1,804333	10

2003		0,00013	0,05972	0,00267	0,00013
2004	0,00013		0,00546	0,10491	0,14429
2005	0,05972	0,00546		0,77151	0,00013
2006	0,00267	0,10491	0,77151		0,00026
2007	0,00013	0,14429	0,00013	0,00026	

MET

F test p-value  
46,136 0,000000

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	1,703000	0,045987	1,610378	1,795622	10
2004	1,251237	0,045987	1,158615	1,343859	10
2005	1,559000	0,045987	1,466378	1,651622	10
2006	1,274000	0,045987	1,181378	1,366622	10
2007	0,894612	0,045987	0,801990	0,987234	10

2003		0,00013	0,19328	0,00013	0,00013
2004	0,00013		0,00033	0,99672	0,00015
2005	0,19328	0,00033		0,00076	0,00013
2006	0,00013	0,99672	0,00076		0,00013
2007	0,00013	0,00015	0,00013	0,00013	

**EAAI**

F test p-value  
20,893 0,000000

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	65,92900	1,704824	62,49531	69,36269	10
2004	44,46969	1,704824	41,03600	47,90338	10
2005	55,40000	1,704824	51,96631	58,83369	10
2006	51,44000	1,704824	48,00631	54,87369	10
2007	52,87825	1,704824	49,44456	56,31194	10

2003		0,00013	0,00079	0,00013	0,00016
2004	0,00013		0,00051	0,04444	0,00937
2005	0,00079	0,00051		0,47907	0,83261
2006	0,00013	0,04444	0,47907		0,97497
2007	0,00016	0,00937	0,83261	0,97497	

**F - test****Kontrola****LYS**

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	2,495000	0,187970	2,011807	2,978193	2
2004	2,279570	0,187970	1,796377	2,762763	2
2005	2,625000	0,187970	2,141807	3,108193	2
2006	2,275000	0,187970	1,791807	2,758193	2
2007	1,289450	0,187970	0,806257	1,772642	2

**MET**

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	1,640000	0,110765	1,355269	1,924731	2
2004	1,433640	0,110765	1,148909	1,718371	2
2005	1,470000	0,110765	1,185269	1,754731	2
2006	1,300000	0,110765	1,015269	1,584731	2
2007	0,735547	0,110765	0,450816	1,020278	2

EAAI
------

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	počet pozor.
2003	62,83000	3,602230	53,57017	72,08983	2
2004	50,04484	3,602230	40,78501	59,30466	2
2005	54,55000	3,602230	45,29017	63,80983	2
2006	53,35000	3,602230	44,09017	62,60983	2
2007	53,34213	3,602230	44,08231	62,60196	2



## Příloha č. 5 - F-test

### Nx5,7%

F test p-value  
2,461 0,090654 **nevýznamný rozdíl**

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	poč. poz.
<b>A</b>	14,36100	0,278511	13,80823	14,91377	40
<b>N</b>	13,53200	0,249107	13,03759	14,02641	50
<b>Kontrola</b>	13,90600	0,557021	12,80047	15,01153	10

### LYS

F test p-value  
0,05077 0,950523 **nevýznamný rozdíl**

	průměr	směr.odch.	-0,95	0,95	poč. poz.
<b>A</b>	2,145168	0,080522	1,985333	2,305003	39
<b>N</b>	2,172432	0,071115	2,03127	2,313595	50
<b>K</b>	2,192804	0,159018	1,877155	2,508453	10

### MET

F test p-value  
0,025308 0,975016 **nevýznamný rozdíl**

	průměr	směr.odch.	-0,95	0,95	poč. poz.
<b>A</b>	1,341368	0,051271	1,239596	1,443141	39
<b>N</b>	1,33637	0,045282	1,246487	1,426253	50
<b>K</b>	1,315837	0,101253	1,114853	1,516822	10

### EAAI

F test p-value  
0,065 0,937524 **nevýznamný rozdíl**

	průměr	směr.odch.	-95%	95%	poč. poz.
<b>A</b>	54,55631	1,332185	51,91230	57,20033	40
<b>N</b>	54,02339	1,191542	51,65851	56,38827	50
<b>K</b>	54,82339	2,664370	49,53536	60,11143	10

# Příloha č. 6

Korelační koeficienty mezi množstvím (Nx 5,7) a kvalitou proteinu

		<b>MET</b>	<b>LYS</b>	<b>EAAI</b>
	<b>celý soubor 5 let</b>			
korel. koef.		<b>-,3849</b>	<b>-,3312</b>	<b>,2848</b>
významnost		<b>p=,000</b>	<b>p=,001</b>	<b>p=,005</b>
	<b>Rok 2003</b>			
korel. koef.		,1275	,2654	,3211
významnost		p=,651	p=,339	p=,243
	<b>Rok 2004</b>			
korel. koef.		-,1188	,2108	<b>,5099</b>
významnost		p=,618	p=,372	<b>p=,022</b>
	<b>Rok 2005</b>			
korel. koef.		-,1704	-,5929	-,1800
významnost		p=,472	p=,006	p=,448
	<b>Rok 2006</b>			
korel. koef.		,2066	,2145	,1321
významnost		p=,382	p=,364	p=,579
	<b>Rok 2007</b>			
korel. koef.		<b>-,5966</b>	-,4499	,0419
významnost		<b>p=,007</b>	p=,053	p=,865

Příloha č. 7 - podklady pro regresní analýzu

		Průměr	Sm.Odch.	r(X,Y) - korelační koef.	r <sup>2</sup>	t -test	p - hodnota	N - počet hodnot	regresní koeficienty obou přímek			
									Konst.	Směr.	Konst.	Směrnic
									záv.: Y	záv: Y	záv.: X	záv.: X
<i>Proměnná X - 1.řádek</i>												
<i>Proměnná Y - 2.řádek</i>												
<b>celý soubor</b>	Nx5,7%	13,88021	1,79216									
	MET	1,31702	0,31288	- 0,384870	0,148125	-3,99963	0,000128	94	2,2497	-0,06719	16,78362	-2,20452
	Nx5,7%	13,88021	1,79216									
	LYS	2,14108	0,49641	- 0,331151	0,109661	-3,36622	<b>0,001113</b>	94	3,4142	-0,09173	16,43995	-1,19554
	Nx5,7%	13,88021	1,79216									
	EAAI	53,94417	8,28948	0,284783	0,081102	2,84954	<b>0,005403</b>	94	35,6605	1,31725	10,55892	0,06157
<b>trans A</b>												
	Nx5,7%	14,28054	1,82639									
	MET	1,32063	0,31575	- 0,272654	0,074340	-1,67657	0,102538	37	1,9938	-0,04714	16,36329	-1,57709
	Nx5,7%	14,28054	1,82639									
	LYS	2,12572	0,55501	- 0,230530	0,053144	-1,40159	0,169844	37	3,1261	-0,07005	15,89314	-0,75861
	Nx5,7%	14,28054	1,82639									
	EAAI	54,32538	8,67639	0,389759	0,151912	2,50386	<b>0,017098</b>	37	27,8838	1,85158	9,82344	0,08204
<b>trans N</b>												
	Nx5,7%	13,62035	1,73635									
	MET	1,31468	0,31379	- 0,475150	0,225767	-4,00476	<b>0,000188</b>	57	2,4842	-0,08587	17,07695	-2,62923
	Nx5,7%	13,62035	1,73635									
	LYS	2,15105	0,45930	- 0,416716	0,173652	-3,39969	<b>0,001262</b>	57	3,6524	-0,11023	17,00906	-1,57538
	Nx5,7%	13,62035	1,73635									
	EAAI	53,69673	8,09719	0,205506	0,042233	1,55731	0,125133	57	40,6438	0,95834	11,25402	0,04407

