

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

Biologická testace pšenice na prasatech

Diplomová práce

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

Autor práce: Lenka Tancerová

2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Biologická testace pšenice na prasatech vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 8. 4. 2008

Poděkování

V úvodu diplomové práce bych chtěla poděkovat doc. ing. Aloisi Kodešovi, CSc. za všestrannou pomoc a odborné vedení zpracování mé diplomové práce.

Autorský referát

Cílem této práce bylo laboratorně a s využitím biologické testace ověřit na vykrmovaných prasatech rozdíly v nutriční hodnotě proteinu zrna vybraných vzorků pšenice seté.

Zrno 7 vzorků pšenice pocházelo z konvenčního systému hospodaření. Jednalo se o 6 novošlechtěných linií, které se lišily přítomností či nepřítomností žitné translokace, a 1 kontrolní odrůdy Šárka. Sestavené pokusné směsi obsahovaly shodný podíl – 40 % proteinu z ověřovaných pšeníc. Směsi byly granulované a krmené adlibitum. Do pokusu bylo zařazeno 70 kusů prasat ve věku 10 týdnů. Pokus trval 46 dní, to znamená dobu, na kterou byla k dispozici pšenice z pokusných políček. Po tuto dobu byla prasata krmena 7 pokusnými směsmi. Pokus probíhal v souladu s běžně přijatými usancemi, platnými pro biologické zkoušení krmiv, při plném respektování související legislativy (č. 246/1992 Sb. – Zákon na ochranu zvířat).

V zrně pšenice s translokací 1B/1R byl zjištěn vyšší obsah dusíkatých látek, tuku, vlákniny, popelovin v porovnání se zrnem pšenice bez translokace 1B/1R. Byla celkově v pšeničném proteinu nejvyšší koncentrace aminokyseliny leucinu a nejnižší koncentrace aminokyseliny metioninu.

Živá hmotnost u prasat, která byla krmena směsmi s proteinem pšeníc s translokací 1B/1R byla o 2,1 % vyšší než živá hmotnost u prasat krměných směsmi s proteinem pšeníc bez translokace 1B/1R. Průměrný denní přírůstek u prasat krměných směsmi s proteinem pšeníc s translokací 1B/1R byl o 4 % vyšší v porovnání s přírůstkem u prasat, která byla krmena krmnými směsmi s proteinem pšeníc bez translokace 1B/1R. Prasata přijímala o 14 % lépe směsi s pšenicemi s translokací 1B/1R než směsi s pšenicemi bez translokace 1B/1R. Bílkovinný produkční poměr (PER) byl u pšenice bez translokace 1B/1R o 9 % vyšší než u pšenice s translokací 1B/1R.

Z výše uvedeného vyplývá, že pšenice s translokací 1B/1R dosahovaly lepších výsledků než pšenice bez translokace 1B/1R. A proto je třeba šlechtit krmnou pšenici s výbornou kvalitou dusíkatých látek a nízkým zastoupením nerozpustných bílkovinných frakcí.

Klíčová slova: obiloviny, zrno, pšenice, krmení prasat, krmná hodnota

Summary

The purpose of this work is verification of differences in the nutritious values of protein wheat corn on pigs. The verification was performed laboratory with using biological testing.

Seven samples came from conventional farming. There was 6 seed improvement lines with or without rye translocation and one sample of Sarka. It was control species of wheat. The collected mixtures contained the same portion of protein – 40% - from wheat. The mixtures were granular and they were fed ad libitum. Seventy pigs at the age about 10 weeks were involved into this experiment. The experiment took time 46 days long.

Experiment proceeded in accordance with Czech law (č. 246/1992 Sb. – Zákon na ochranu zvířat). It was in compliance with current measures that are valid for biological tests of fodder.

The higher content of nitrogen matters, fat, fibre and ash matters was found in the wheat with translocation 1B 1R in comparison with wheat without translocation. Generally the highest concentration of amino acid leucin and the lowest concentration of amino acid metionin was found in the wheat protein.

Live weight of pigs, who were fed by mixtures with the wheat protein with translocation 1B/1R, was by 2,1 % higher than live weight of pigs, who were fed by mixtures with the wheat protein without translocation. The average daily increase of weight by pigs, who were fed by mixtures with the wheat protein with translocation, was by 4% higher in comparison with increase of weight by pigs, who were fed with mixtures with the wheat protein without translocation. The pigs consummated mixtures with wheat with translocation by 14% better than mixtures with wheat without translocation. Protein Efficiency Ratio by wheat without translocation was by 9% higher than one by wheat with translocation.

As mentioned above wheat with translocation reached better results than wheat without translocation. Therefore it is important to improve wheat with the best quality nitrogen matters and low quotient of insoluble proteins fractions.

Key words: cereals, corn, wheat, feeding of pigs, feeding value

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Současný stav ve výrobě a užití obilovin	10
3.2	Obecná charakteristika obilnin.....	12
3.3	Botanická systematika pšenice.....	15
3.4	Chemické složení zrna pšenice	16
3.5	Hodnocení kvality zrna	18
3.6	Faktory ovlivňující krmnou hodnotu pšenice	24
3.7	Pšenice ve výživě prasat.....	28
4	Materiál a metodika.....	30
4.1	Předmět sledování	30
4.2	Charakteristika sledovaných objektů	30
4.3	Laboratorní vyšetření	31
4.4	Hodnocení kvality zrna podle obsahu aminokyselin	33
4.5	Schéma biologického experimentu	33
4.6	Organizace biologické testace.....	34
4.7	Kontrola biologického pokusu	34
4.8	Způsob vyhodnocení	35
5	Výsledky a diskuse	36
5.1	Živinová charakteristika.....	36
5.2	Hodnocení kvality proteinu.....	40
5.3	Živá hmotnost.....	44
5.4	Přírůstek živé hmotnosti.....	47
5.5	Spotřeba krmiva	51

5.6	Konverze krmiva.....	56
5.7	Bílkovinný produkční poměr – PER.....	59
6	Závěr.....	62
7	Seznam literatury.....	63

1 Úvod

Zemědělství je důležitou součástí českého hospodářství, je rozděleno na rostlinnou a živočišnou výrobu. V živočišné výrobě je nejvíce rozšířen chov skotu, prasat a drůbeže. V posledních letech však stavy hospodářských zvířat klesají. To se projevuje i v rostlinné výrobě snížením poptávky po krmivech.

Z hlediska rostlinné výroby je Česká republika rozdělena do čtyř zemědělských oblastí kukuřičná, řepařská, bramborářská a horská. V jednotlivých oblastech se pěstují plodiny pro ně typické. Jsou to hlavní druhy obilovin, olejniny, brambory, chmel, ovoce, zelenina a vinná réva.

Obiloviny jsou důležitou energetickou složkou lidské výživy, ale zároveň i koncentrovanou složkou ve výživě hospodářských zvířat. V České republice se obiloviny pěstují na více než jedné polovině orné půdy a největší podíl tvoří pšenice. Pšenice se dá označit jako nejstarší obilnina, jejíž začátky pěstování jsou spojeny s počátkem zemědělství. V poslední době se zvýšil význam krmné pšenice jako složky krmných směsí pro výživu zvířat. Pšenice zajišťuje ve výživě zvířat vysoký obsah dusíkatých látek i dostatek energie v podobě škrobu. Obsah živin v pšenici je ovlivňován také kvalitou půdy a hnojením. Pro výrobu krmných směsí je v tuzemsku, s ohledem na strukturu pěstovaných odrůd, převážně využívána potravinářská pšenice, Tato pšenice však obsahuje nejen, podle aminokyselinového složení méně kvalitní protein, ale i větší množství nerozpustných arabinoxylanů, které nejsou dobře využitelné a navíc mohou způsobit poruchy trávicího traktu. Daná skutečnost je o to významnější, že vyráběné krmné směsi pro hospodářská zvířata jsou tvořeny až z 30 – 60 % pšenicí. V České republice bývá ročně k dispozici kolem 30 odrůd pšenice, které se liší nejen užitným typem, ale i obsahem živin a krmnou hodnotu. Sledované téma diplomové práce je nejen zajímavé, ale i velice aktuální, protože je dílčí součástí rozsáhlé práce při šlechtění krmných odrůd pšenice seté ve VÚRV v Praze u. v. i. Prověrkou krmného efektu vybraného souboru novošlechtěnců směřuji k potvrzení nebo vyvrácení hypotézy o rozdílné vypovídací schopnosti chemických a biologických parametrů kvality proteinové složky pšeničného zrna.

2 Cíl práce

Ověřit laboratorně a s využitím biologické testace na vykrmovaných prasatech rozdíly v nutriční hodnotě proteinu zrna vybraných vzorků pšenice seté.

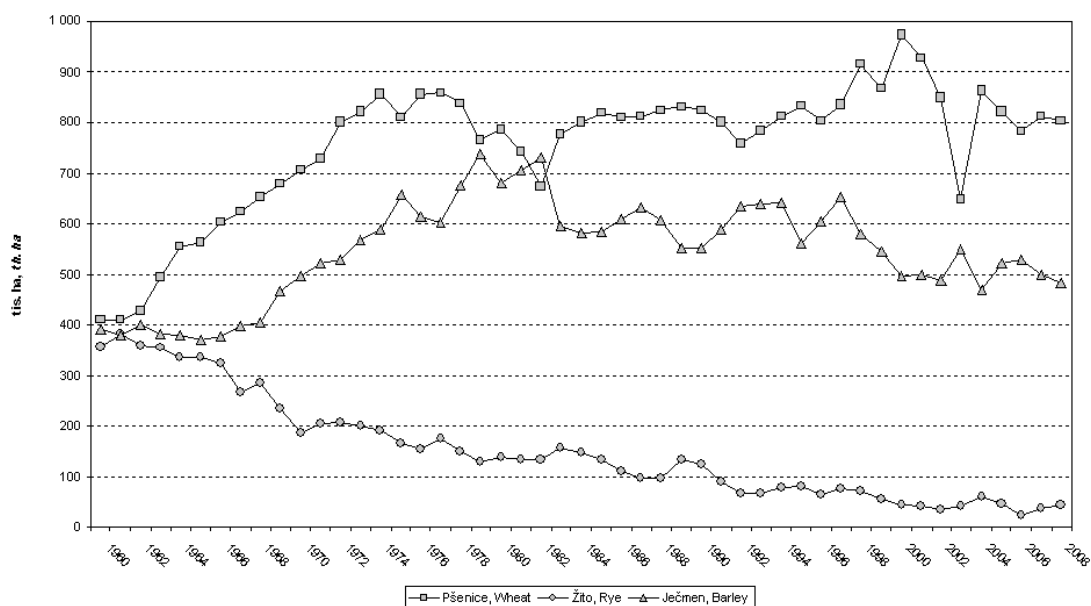
3 Literární rešerše

3.1 Současný stav ve výrobě a užití obilovin

Krmné obiloviny jsou hlavním komponentem při výrobě krmných směsí pro monogastrická zvířata, a proto mají významný vliv na nákladovost chovu prasat. Prudký růst cen obilovin, zvyšování nákladů na výrobu a stagnace realizačních cen způsobují zvyšování ztrátovosti chovatelů prasat (Mládek, Boudný, 2008). Vysoká cena obilovin postihla všechny, ale podle náznaků z různých zdrojů lze předpokládat, že skok v cenách obilovin mohl podpořit globální růst v krmivářském odvětví za rok 2007. Nejnovější rozbory říkají, že produkce krmiv v Evropské unii v roce 2007 v rámci celé Evropy stoupla na 147 milionů tun (Best, 2008). Dále uvádí, že zvýšená produkce byla přisuzována vysokým cenám obilovin a dalších surovin, která motivovala chovatele kupovat kompletní krmné směsi vyráběné průmyslově, než aby si je vyráběli sami (Best, 2008). Podle Mládky a Bloudného (2008) růst cen obilovin je v současnosti způsoben převisem poptávky nad nabídkou. Po nepříznivém roce 2006/2007 kdy došlo k významnému snížení celosvětové produkce obilovin, se podle odhadů United States Department of Agriculture (USDA) v roce 2007/2008 očekává, že světová produkce pšenice vzroste přibližně o 1,63 %, tj. o 9,7 milionů tun. Odhadovaná spotřeba pro rok 2007/2008 převyšovala celosvětovou produkci přibližně o 14,3 milionu tun, přičemž v hospodářském roce 2006/2007 byla disproporce mezi produkcí a spotřebou 23,6 milionů tun, což znamená, že napětí na světovém trhu s pšenicí se mírně snížilo (Mládek, Bloudný, 2008). Globální produkci a mezinárodní trh obilovin ovlivnily v marketingovém roce 2007/2008 zejména výpadky v produkci v důsledku nepříznivých povětrnostních podmínek v řadě produkčních zemí, jako např. ve většině zemí Evropy, v Austrálii a v Kanadě. Podle listopadových odhadů z roku 2007 USDA by měla globální produkce obilovin celkem činit 2,079 miliard tun. K mírnému meziročnímu nárůstu produkce došlo u rýže o 0,5 milionů tun, jejíž světová produkce tak vzrůstá již pátý rok po sobě a měla by dosáhnout historicky nejvyšší úrovně 421 milionů tun. U pšenice i u ostatních obilovin by se měla světová produkce zvýšit o 10 milionů tun (o 1,6 %), respektive o 74 milionů tun (o 7,6 %) (Situační a výhledová zpráva MZe, 2007). Jak uvádí Alterová (2008) světové ceny pšenice zaznamenaly od sklizně roku 2007 podle DG Agri (Generální ředitelství pro zemědělství a rozvoj venkova Evropské komise) největší skok od roku 2006. DG Agri, které ve své prognóze vychází z materiálů Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

(OECD), Organizace pro potraviny a zemědělství (FAO) a Výzkumného ústavu pro zemědělskou politiku a výživu (FAPRI) uvádí, že produkce byla během předcházejících let nižší než spotřeba, a to hlavně kvůli horším sklizním a některých hlavních produkčních oblastech, zejména v Evropské unii (EU) a Austrálii. Dále Alterová (2008) uvádí, že pro období dalších deseti let počínaje rokem 2009 počítají zmíněné organizace s průměrnou produkcí a spotřebou pšenice zhruba deset až třináct procent nad úroveň uplynulých deseti let. Světové zásoby by se měly zvýšit do roku 2010/2011. Jak uvádí Hemrlová (2008) podle odhadu Ministerstva zemědělství měl dovoz pšenice v marketingovém roce 2007/2008 ve srovnání s předchozím rokem výrazně poklesnout, a to o více než 44 tisíc tun. Domácí spotřeba by měla v marketingovém roce 2007/2008 poklesnout přibližně o 3 %, a to vzhledem k předpokládanému poklesu využití pšenice ke krmným účelům. Velmi výrazný růst byl předpokládán u vývozu pšenice. Jeho množství by mělo v tomto marketingovém roce dosáhnout přibližně 1,2 milionu tun, tj. téměř 58 % zvýšení proti předchozímu roku (Hemrlová, 2008).

Graf 1: Vývoj ploch osevů v letech 1960 – 2008 (podle ČSÚ ČR, 2008)



3.2 Obecná charakteristika obilnin

Obilniny 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 především vysoký obsah stravitelné energie, daný zastoupením energeticky koncentrovaných živin, jako je škrob, tuky (obsah, skladba a zastoupení tuku mají vliv i na organoleptické vlastnosti a kvalitu produktů živočišné výroby) a volné cukry (Zimolka a kol., 2005). Obiloviny patří mezi sacharidová krmiva s relativně širokým poměrem živin. Jak uvádějí, Jambor a Veselý (1992) z glycidů obsahují hlavně škrob, který obiloviny řadí mezi krmiva s vysokou energetickou hodnotou. Zeman a kol. (2006) uvádějí, že obsah vlákniny je nízký s výjimkou ovesa, kde je její zvýšení dáno přítomností pluh. Oves a kukuřice mají také vysoký obsah tuku. Obiloviny obsahují dostatek vitamínů B a E. Limitující aminokyselinami jsou lyzin, potom treonin, u kukuřice - tryptofan (Zeman a kol., 2006). Zrna obilovin jsou chudší na obsah minerálních látek, zvláště nízký je obsah vápníku. Fosfor je zase vázaný ve formě kyseliny fytové. Zvířata nemají enzym fytázu potřebný k jeho uvolnění z této vazby, fosfor se dostává výkaly do půdy a zde dochází k jeho uvolnění působení enzymů půdních mikroorganismů (Zeman a kol., 2006). Výživná hodnota obilovin je různá. U některých je nepříznivě ovlivněna výskytem různých neškrobových polysacharidů. Podle Zemana a kol. (2006) tato skupina stavebních polysacharidů je při hodnocení komplexu vlákniny. Neškrobové polysacharidy mají u zvířat negativní vliv na užitkovost. Jsou omezeně stravitelné až nestravitelné, některé z nich jsou rozpustné ve vodě. Zeman a kol. (2006) uvádějí, že z hlediska antinutričních účinků jsou z neškrobových polysacharidů nejzávažnější β – glukany a arabinoxylany. Výskyt β – glukánů je charakteristický pro ječmen, oves a některé genotypy pšenice, zatímco žito, tritcale a pšenice se vyznačují zvýšeným obsahem arabinoxylanů. Přídavek enzymů zlepšuje intenzitu růstu a využití krmné směsi u prasat, zvýší obsah sušiny výkalů a sníží viskozitu, pozitivně ovlivní stravitelnost tuku a metabolizovatelnost energie (Zeman a kol., 2006). Krmná hodnota obilovin, obdobně jako i dalších krmiv, bývá determinována nejen obsahem jednotlivých živin, a specificky účinných látek, ale i jejich přístupností, vzájemnou vyvážeností, energetickou hodnotou, dietetickými, specifickými a dalšími vlastnostmi, včetně přítomnosti nežádoucích vazeb a substancí, antinutričních látek či jiných depresorů (Mudřík s kol., 2003). Obiloviny se do krmných směsí upravují mačkáním nebo šrotováním, jejich podíl ve směsi bývá kolem 30 – 70 %. Jak uvádějí

Zeman a kol. (2006) obiloviny jsou ve výživě zvířat, zejména prasat, nositelem velké části látek rostlinného původu a zejména hlavním zdrojem energie ve formě škrobu. Obiloviny tvořily zhruba 65,5 % všech krmných surovin a byly zastoupeny ze 48,8 % pšenicí, 28,3 % ječmenem, 11,6 % kukuřicí, 6,4 % triticales, 3,6 % ovšem, 1,2 % žitem, a 0,2 % ostatními obilovinami (Vaculová a Horáčková, 2007).

Obrázek 1: Pšenice obecná (www.old.mendelu.cz)



Základní pěstované obiloviny, lze ve stručnosti představit takto:

➤ Kukuřice

Kukuřice se může zkrmovat všem druhům a kategoriím zvířat. Jak uvádějí Zeman a kol. (2006) má velmi nízký obsah neškrobových polysacharidů, a proto vysokou energetickou hodnotu. Obsahuje méně dusíkatých látek než ostatní obiloviny, má však vyšší obsah tuku než pšenice, žito a ječmen. Podle Jambora a Veselého (1992) se ve výkrmu prasat musíme při zkrmování kukuřice dodržovat určité zásady, protože kukuřice způsobuje řidší konzistenci řidší konzistenci sádla a jeho žloutnutí. Proto by v krmné dávce neměla tvořit více než 1/3, výjimečně 1/2 z celkového podílu jadrných krmiv. Měsíc před poražením je vhodné kukuřici úplně nahradit ječmenem (Jambor a Veselý, 1992).

➤ Ječmen

Krmný ječmen má dobré dietetické vlastnosti. Ječmen ve srovnání s pšenicí obsahuje méně škrobu, má však nižší energetickou hodnotu více vlákniny. Obsah dusíkatých látek se pohybuje kolem 11 % (Zeman a kol., 2006). Podle Jambora a Veselého (1992) má ječmen

na trávicí procesy podstatně lepší dietetický vliv než pšenice, mimo jiné také pro vlákninu obsaženou v přirostlé pluše. Ve výkrmu prasat příznivě ovlivňuje kvalitu sádra.

➤ **Oves**

Jambor a Veselý (1992) uvádějí, že oves má z krmných obilovin nejnižší energetickou hodnotu, s ním se shoduje i Zeman a kol. (2006), který ještě dodává, že má střední obsah dusíkatých látek. Má vyšší obsah vlákniny a ve srovnání s pšenicí, ječmenem a žitem vyšší podíl tuku. Jak uvádějí autoři Jambor a Veselý (1992) a Zeman a kol. (2006) má oves dobrou dietetickou hodnotu.

➤ **Žito**

V současnosti se žito používá ve výživě zvířat pouze v omezeném množství, a to hlavně žito nestandardní a pro lidskou výživu nevhodné. Jambor a Veselý (1992) uvádějí, že obecně se žito hodnotí záporně pro nepříznivý dietetický účinek, způsobující trávicí poruchy. Naše zkušenosti ukazují, že zkrmování žita prasatům a drůbeži vyvolává skutečně trávicí poruchy a průjmy. I Zeman a kol. (2006) uvádějí, že čerstvé žito ve větších dávkách může působit zažívací potíže. Hlavní příčinou nižší krmné hodnoty jsou rozpustné neškrobové polysacharidy, především arabinoxylany. Žito také obsahuje inhibitor trypsinu, jeho množství je však řádově nižší než u sóje (Zeman a kol., 2006).

➤ **Tritikale**

Tritikale je mezirodový kříženec žita a pšenice obvykle se používá k výrobě krmných směsí pro starší kategorie zvířat. Obsahuje 11 – 13 % dusíkatých látek. Tritikale rovněž obsahuje inhibitor trypsinu, ho však méně než v žitu (Zeman a kol., 2006). Tritikale je považováno za obilovinu s velmi hodnotnými bílkovinami a jeho krmná hodnota je u nás nedotčena, proto předpokládáme několik informací za zahraničí (Bobková a Hromádko, 2004).

➤ **Pšenice**

Pšenice je jednou z nejstarších kulturních plodin. Začátky jejího pěstování jsou spojeny se vznikem zemědělství. Nejstarší nálezy jsou z období 8 000 – 7 500 let před naším letopočtem a vztahují se k pěstování pšenice jednozrnky a dvouzrnky (Tichá a Vyzínová, 2006). Pšenice je taxonomicky členěna na 3 podrody diploidní se 14 chromozomy, tetraploidní s 28 chromozomy a hexaploidní pšenice se 42 chromozomy. Pro hospodářská

zvířata je pšenice jako jaderné krmivo především zdrojem energie, kterou zabezpečují hlavně sacharidy (nejvýznamnější je škrob), dále dusíkaté látky a v minimální míře tuky (Vaculová a Horáčková, 2007). Pšenice je nejvíce zastoupenou obilovinou v tuzemském krmivářském průmyslu. V krmné dávce uhrazuje velkou část dusíkatých látek a energie (Zeman a kol., 2006). Jambor a Veselý (1992) uvádějí, že pšenice patří mezi obiloviny s nízkým obsahem vlákniny (2,4 %). Vzhledem k obsahu lepku mohou při zkrmování vysokých dávek pšenice vznikat poruchy peristaltiky střev a celkové poruchy trávení. Při jejím zkrmování musíme pamatovat také na výrazný tukotvorný účinek pšenice, který má za následek nežádoucí tučnění. Podle Zemana a kol. (2006) ve srovnání s ostatními obilovinami má nejvyšší obsah dusíkatých látek (v průměru 12,5 %). Pro prasata se kombinuje s ječmenem anebo s kukuřicí.

3.3 Botanická systematika pšenice

Do rodu pšenice *Triticum* L., který náleží do čeledi lipnicovitých *Poaceae*, patří několik druhů. Základní chromozomové číslo je $n = 7$ a podle počtu chromozomů rod *Triticum* zahrnuje tři skupiny (Zimolka a kol., 2005). Do skupiny diploidních pšenic ($2n = 14$) patří: pšenice planá jednozrnka, *Triticum boeoticum* (Boiss.) Schiem, s úzkým, plochým klase, který se ve zralosti rozpadá. Dalším diploidním druhem je pšenice kulturní jednozrnka, *Triticum monococcum* L., která má rovněž úzký klas, méně rozpadavý (Zimolka a kol., 2005). Větší pěstitelský význam má skupina tetraploidní pšenice ($2n = 28$). Sem patří: pšenice planá dvouzrnka, *Triticum dicocoides* L., pšenice dvouzrnka Schrank (okryž), pšenice Timofejevova, *Triticum timopheevi* Zhuk, pšenice naduřelá, *Triticum turgidum* L., pšenice polská, *Triticum polonicum*, a pšenice tvrdá, *Triticum durum* (Zimolka a kol., 2005). Pěstitelsky nejvýznamnější je skupina hexaploidní ($2n = 42$), do které patří: pšenice špalda, *Triticum spelta* L., a pšenice setá, *Triticum aestivum* L. (Zimolka a kol., 2005). Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách:

- *lutescens*, s bezosinným či osinkatým klase, bílé barvy,
- *milturum*, s bezosinným či osinkatým klase, červené barvy,
- *erythrospermum*, s osinatým klase, bílé barvy,
- *ferrugineum*, s osinatým klase, červené barvy.

V České republice převažují odrůdy náležící do variety *lutescens* (Zimolka a kol., 2005).

Obrázek 2: Pšenice setá (<http://www.old.mendelu.cz>)



3.4 Chemické složení zrna pšenice

Chemické složení a výživná hodnota zrna bezprostředně závisí na hmotnostním podílu jeho jednotlivých částí (obalová vrstva, aleuronové buňky, endosperm, zárodek). Ty jsou ovšem dány jak druhovými zvláštnostmi, odrůdovými vlastnostmi, užitkovým směrem, proměnlivostí pěstebních podmínek, tak i posklizňovým ošetřením zrna a množstvím příměsí (Kacerovská a Kodeš, 2004). Chemické složení pšeničného zrna je různorodé. Obsahuje škrob, bílkoviny, tuky, cukry, buničinu, popeloviny, vitamíny, fermenty a jiné látky. Velmi důležitou složku zrna tvoří bílkoviny. Pšenice je nejvýznamnějším producentem obilných bílkovin, přestože produkuje asi 55 % z celkového množství bílkovin (Prugar a Hraška, 1986). Podle Tiché a Vyzínové (2006) je pšenice hlavně zdrojem energie díky vysokému obsahu škrobu (50 – 70 %), který lze ovlivnit agrotechnickými zásahy. Obsah hrubé vlákniny je nízký (1,6 – 2,0 %).

Bílkovinný komplex pšeničného zrna má některé funkční vlastnosti, jako je bohaté frakční složení, schopnost bílkovin vytvářet makromolekulární strukturu lepku, rozdílnost ve složení aminokyselin v jednotlivých frakcích bílkovin a jednotlivých částech zrna (Prugar a Hraška, 1986). V poslední době se třídí podle funkčního významu na protoplazmatické a zásobní bílkoviny. Albuminy a globuliny patří do skupiny katalytických bílkovin, které jsou zpravidla součástí enzymů, enzymových inhibitorů a mají funkci metabolickou

a strukturální. Jejich obsah je dán, geneticky souvisí tedy s odrůdou (Čermák, 2002). Obsah bílkovin v zrně bývá 8 – 13 %. Obsah zásobních bílkovin lze ovlivnit agrotechnickými zásahy. Zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a glutenin s vodou vytvářejí lepek. Vysoký obsah lepku pozitivně ovlivňuje pekárenské vlastnosti pšenice, ale u zvířat (hlavně monogastrických) může způsobovat trávicí obtíže. Při trávení se mění na mazlavou hmotu, která může způsobit zhoršení střevní peristaltiky a snížení využití živin z krmné dávky (Tichá a Vyzínová, 2006). Jak uvádí Paulová (2002) jsou nám známa dvě pracoviště (jedno ve Slovenské republice a jedno v České republice), která stanovují frakce proteinu pšenice. Jejich výsledky se však zásadně liší. Zatímco jedno pracoviště uvádí podíl rozpustných frakcí z dusíkatých látek u různých odrůd v rozmezí asi 20 – 25 %, druhé pracoviště uvádí totéž v rozmezí asi 3 – 15 %. Pracoviště jedna uvádí nerozpustný zbytek v rozmezí 5 – 10 %, druhé pracoviště 15 – 25 %. V podílu celku nerozpustných frakcí se jejich výsledky příliš neliší (asi 65 – 75 %), liší se však v zastoupení jednotlivých složek (prolaminů a gluteninů).

Vaculová a Horáčková (2007) uvádí, že z hlediska chemického složení jsou neškrobové polysacharidy řazeny k potravinářské vláknině spolu s dalšími rostlinnými složkami jako je celulóza, lignin, vosky, chitiny, pektiny, inulin a různé oligosacharidy. V zrně pšenice jsou NSP zastoupeny především pentozany a β -(1,3) (1,4)-D glukany. Vlastnosti pentozanů a β -(1,3) (1,4)-D glukánů a především jejich rozpustnost ve vodě souvisí s molekulovou hmotností, stupněm polymerace s větvení, makroskopickou strukturou i koloidním chováním. Pentozany, které jsou dominantní formou NSP v pšeničném zrně, tvoří v buněčných stěnách endospermu zhruba 70 – 75 % z jejich celkového obsahu a zbývající podíl připadá na β -(1,3) (1,4)-D glukany. Vaculová a Horáčková (2007) zjistily, průměrný obsah pentozanů v zrně všech odrůd pšenice ozimé dosáhl $57,5 \text{ g.kg}^{-1}$, ale rozsah naměřených hodnot v letech 2002 – 2004 byl od $42,8$ až do $76,6 \text{ g.kg}^{-1}$.

Obsah tuků je nízký (1,5 – 3 %), nachází se v něm velké množství nenasycených mastných kyselin, kyseliny olejové a linolové. Ty způsobují, že tuk snadno podléhá oxidaci, které také napomáhá kyselina fosforečná uvolněná štěpením fosfolipidů (Tichá a Vyzínová, 2006).

Z vitamínů jsou v pšeničném zrně obsaženy hlavně vitamíny skupiny B, vitamín E a v menším množství také β -karoten. Z minerálních látek je nejvíce zastoupen fosfor (Tichá a Vyzínová, 2006). Tento fosfor je v zrnech uložen ve formě fytátu. Fytáty se v rostlině vyskytují jako komplexní sůl nazývaná rytin. Podíl fytátového fosforu z fosforu celkového

se v obilných zrnech obesně udává v rozpětí 35 až 97 %. Prasata využívají fytátový fosfor efektivněji než drůbež (Zeman a kol., 2006).

Tabulka 1: Procentický obsah celkových a vodorozpustných β – glukánů a pentozanů v sušině některých obilnin (Zeman a kol., 2006)

Obilnina	β -D-glukany		Pentozany	
	Celkové	Vodorozpustné	Celkové	Vodorozpustné
ječmen	4,4	2,7	5,7	0,2
oves	3,3	2,3	7,7	0,4
žito	1,9	0,7	8,5	2,6
pšenice	0,7	0,7	6,6	1,2

3.5 Hodnocení kvality zrna

Jak uvádějí Prugar a Hraška (1986) pojem jakost pšenice je velmi široký tak, jako je široká paleta aspektů, podle kterých ji posuzujeme. Specifická citlivost biologického materiálu přináší, pochopitelně těžkosti metodické povahy. Podle Zimolky a kol. (2005) objektivní stanovení krmné hodnoty obiloviny je možné pouze formou krmného pokusu na živých zvířatech příslušného druhu. Krmný pokus je však záležitostí technicky, ekonomicky a časově náročnou, a proto jej nelze dělat u velkého rozsahu materiálů. Výhodné se jeví provádění krmných pokusů na modelových zvířatech a teprve následně provádět krmné pokusy na hospodářských zvířatech. Kodeš a Stehlíková (2001) uvádějí, že studium krmné hodnoty těchto plodin stále patří mezi dosti opomíjené výzkumné programy oproti systematické kontrole jakosti nejrůznějších potravinářských užitkových vlastností zrna.

Vlhkost

Prugar a Hraška (1986) uvádějí, že k základním stanovením v každé laboratoři, kde se s obilným zrnem pracuje, patří určování obsahu vlhkosti vzorku. Je nevyhnutelné pro možnost přepočtu kteréhokoliv dalšího analyticky zjištěného údaje na hodnotu obsahu v sušině, má rozhodující význam při přijímání zrna nakupujícími organizacemi, na regulaci režimu sušiny, uskladňování.

Dusíkaté látky

Ze všech látek obsažených v zrně pšenice mají největší význam bílkoviny, a to z hlediska technologického, ale i pro nutriční a krmnou hodnotu (Prugar a Hraška, 1986). Bílkovinný komplex zrna je heterogenní, složený z více frakcí. Klasické hodnocení spočívá

na sledování rozpustnosti. K rozpustným bílkovinám se počítají albuminy a globuliny, k nerozpustným gliadiny (prolaminy) a gluteliny – hlavní složky lepku (Čermák, 2002). Podle Čermáka (2001) významnou složkou omezující větší využitelnost tradičních odrůd pro krmivářské účely mají rovněž vzájemné poměry jednotlivých aminokyselin v jednotlivých frakcích a v celkové bílkovině zrna pšenice. Hodnocení je požadováno pomocí indexu PER (Protein Efficiency Ratio) neboli bílkovinného produkčního indexu. Zeman a kol. (2006) uvádějí, že bílkovinný produkční poměr (PER) určuje kvalitu dusíkatých látek za definovaných podmínek podle přírůstku hmotnosti pokusných zvířat na jednotku přijatých dusíkatých látek krmiva. Jak uvádějí Němec a Petr (1996) pokud budeme brát index PER jako ukazatel nutriční hodnoty, pak všechny odrůdy ozimé pšenice významně zaostávají za krmnou hodnotou obou odrůd triticales. Nejnižší stupeň využitelnosti bílkovin byl u odrůd pšenice s nejlepší pekařskou jakostí. Přitom se tyto odrůdy hojně používaly ke krmení, jako například Regina, která mnohdy pro nízký obsah lepku nebyla nakoupena jako potravinářská a měla velké oseední plochy. Ale ani odrůdy s vyšší hodnotou PER (Selekta, Sparta, Zdar), které byly velmi výnosné v době povolení, nevynikají takovou úrovní obsahu albuminů a globulinů, jak by si přáli krmiváři (Němec a Petr, 1996). Kacerovská a Kodeš (2004) uvádějí, že k objektivizaci pořadí kvality proteinu jednotlivých obiloviny slouží index esenciálních aminokyselin (EAAI). Index esenciálních aminokyselin je geometrický průměr procentických obsahů esenciálních (popř. i poloesenciálních) aminokyselin v bílkovině zkoumaného krmiva ve vztahu k týmž aminokyselinám ve vaječné bílkovině (Zeman a kol., 2006).

Sacharidy

Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Patří sem především polysacharidy, škrob, vláknina (celulóza), hemicelulózy a pentozany (slizy), dále jednoduché cukry (oligosacharidy a monosacharidy) a nakonec sacharidy jako součást složitých komplexů s lipidy a proteiny – glykolipidy a glykoproteiny (Prugar a Hraška, 1986). Kodeš a Stehlíková (2001) uvádějí, jejich obsah, pokud sečteme hrubou vlákninu a bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV) dosahuje až 750 g v jednom kg zrna. Jedná se o velice různorodou skupinu s nestejným zastoupením jednotlivých sacharidů s velice kontrastní stravitelností i energetickou hodnotou. Pro hodnocení krmného využití má význam rovněž faktor takzvaného strukturálního škrobu a rozpustné vlákniny. Tyto složky tvoří vysoce viskózní roztoky a výrazně ovlivňují nižší stravitelnost žita i pšenice. Stravitelnost škrobu probíhá zhruba ve třech různých rychlostních stupních a oblastech trávicího traktu (Čermák, 2001).

Jak uvádí Paulová (2002) viskozita extraktu nepřímo odráží obsah rozpustných arabinoxylanů v buněčných stěnách zrna obilnin. Rozpustné arabinoxylany v trávicím traktu přijímají vodu, bobtnají a zahušťují tráveninu – zvyšují její viskozitu. Tím se zpomaluje posun tráveniny ve střevě, snižuje příjem krmiva a vstřebávání živin. Rozpustné arabinoxylany jsou považovány za antinutriční faktor pšenice (Paulová, 2002).

Lipidy

Podle Prugara a Hrašky (1986) je v zrně pšenice 1,5 – 3,0 % lipidů tvořených jednak vlastními tuky složenými hlavně z kyseliny linolové a olejové a jednak fosfatidy, které obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Hlavní podíl lipidů se soustřeďuje v klíčové části zrna. Metody používané na stanovení lipidů se dělí na neextrakční a extrakční.

Minerální látky

Obsah minerálních látek v zrně pšenice se pohybuje mezi 1,4 až 3,0 % v závislosti na kultivaru a podmínkách během vegetace. Z biogenních minerálních prvků má převahu fosfor a draslík (Prugar a Hraška, 1986). Jak uvádí Čermák (2001) samostatnou částí je hodnocení minerálních látek v obilovinách. Jejich obsah, stanovitelný v popelovinách, je pro zvířata obtížně dostupný, neboť jsou pevně vázány vazbou s kyselinou fytoovou.

Tvrдость endospermu

Tvrдость je dána geneticky, lze tedy očekávat rozdíl mezi odrůdami. Ale také růstovými podmínkami a podmínkami po sklizni. Pro stanovení tvrdosti endospermu lze využít NIR techniku, proto je po zavedení metody (kalibraci) provedení velmi rychlé. Sledování vztahu mezi tvrdostí a užitkovostí by si tedy zasloužilo pozornost. Vzhledem k tomu, že krmné testy řady odrůd pšenice se v současné době připravují, bylo by přínosné u sledovaných odrůd stanovit tvrdost endospermu (Paulová, 2002). Vaculová a Horáčková (2007) popisují, že průměrná hodnota indexu PSI (který vyjadřuje podíl propadu meliva pšeničného zrna přes síto 0,075 mm) pro všechny odrůdy pšenice seté ve všech pokusných letech byla 17,8 % s rozsahem od 9,8 % (nejtvrďší zrna) až po 34,2 % (nejměkčí zrna). Zrna s průměrně nejtvrdším zrnem se ukázala Rheia (PSI = 10,6 %), zatímco nejměkčí zrna měla odrůda Clarus (PSI = 29,97 %), i přesto, že patřila k odrůdám s jedním z nejvyšších obsahů pentozanů (Vaculová a Horáčková 2007).

Ideální krmná pšenice musí splňovat řadu požadavků – co nejvyšší podíl rozpustných frakcí proteinu, esenciálních aminokyselin a škrobu, co nejnižší viskozitu, možná také určitou tvrdost endospermu, ale také odolnost vůči fusarióze (Paulová, 2002).

➤ **Stravitelnost živin**

Živinu přijatého krmiva (např. dusíkaté látky, tuk, vlákninu, bezdusíkaté látky výtažkové), která se nevyloučila výkaly, označujeme jako stravitelnou. Běžně zjišťujeme množství bilančně stravitelné živiny, kdy od obsahu v krmivu odečítáme celý obsah živin ve výkalech (Kacerovský a kol., 1990), což názorně popisuje následující rovnice (1).

$$\text{Bilančně stravitelná živina} = \text{živina v krmivu} - \text{živina ve výkalech} \quad (1)$$

Procentuální podíl bilančně stravitelné živiny z jejího celkového obsahu v krmivu nazýváme koeficientem bilanční (zdánlivé) stravitelnosti nebo zjednodušeně, i když méně přesně, jen koeficientem stravitelnosti (Zeman a kol., 2006).

Jak uvádějí autoři Kacerovský a kol. (1990) i Zeman a kol. (2006), tak při zjišťování bilanční stravitelnosti zanedbáváme skutečnost, že výkaly obsahují také živiny metabolického původu, které neprocházejí přímo ze zkoumaného krmiva, ale z organismu zvířete (např. z trávicích šťáv, z odloupaných 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. Kacerovský a kol. (1990) uvádějí, že procentický podíl skutečně stravitelné živiny z celkového obsahu v krmivu nazýváme koeficientem skutečně stravitelnosti.

Stravitelnost živin se zjišťuje vždy u několika zvířat; čím větší počet zvířat, tím jsou výsledky přesnější a jejich spolehlivost je vyšší. Pro zjištění koeficientů stravitelnosti jednotlivých organických živin se stejnou povolenou chybou jsou při jejich odlišném obsahu v krmivu, při rozdílné relativní přesnosti chemického stanovení i nestejně variabilitě trávení požadavky na počty pokusných zvířat rozdílné (Kacerovský a kol., 1990). Podle Zemana a kol. (2006) bilance nemusí být vždy individuální, v některých případech (např. u selat) se osvědčují skupinové bilance, při kterých se stravitelnost zjišťuje u více skupin, z nichž každá sestává z několika zvířat. Dále Zeman a kol. (2006) uvádí, že do pokusu zařazujeme zvířata zdravá, nezamořená parazity. Pokus se dělí na přípravné a bilanční období.

V přípravném období se z trávicího traktu musí vyloučit zbytky dříve zkrmovaných krmiv. Zvířata se navykají na zkoušenou krmnou dávku, na pobyt v bilanční kleci nebo na bilančním stání, popř. na postroje nebo jiná zařízení potřebná pro kvantitativní sběr výkalů nekontaminovaných močí a zjišťuje se také množství krmiv, která jsou ochotně beze zbytků přijímána (Zeman a kol., 2006). Délka přípravného období záleží především na druhu zvířat a složení krmné dávky a kolísá nejčastěji mezi 5 a 15 dny. Vlastní stanovení probíhá v bilančním období pokusu, trvajícím nejčastěji 5 – 10 dní. (Kacerovský a kol., 1990).

Klasická metoda

Podle Kacerovského a kol. (1990) v bilančním období zaznamenáváme množství předkládaných krmiv, evidujeme případné nedožerky, popř. krmivo vyházené z krmítka, kvantitativně shromažďujeme výkaly a odebíráme vzorky pro analýzy. U všech krmiv, tedy i u suché objemné píce a krmiv jadrných, stanovíme při navažování dávek pro jednotlivá krmení sušinu. Dávky suchých krmiv můžeme připravit pro všechna krmení v bilanční periodě najednou. Zeman a kol. (2006) uvádějí, že denně odebrané vzorky výkalů zmrazujeme, nebo je po přidavku několika kapek chloroformu uchováváme v hermeticky uzavřené nádobě v chladničce. Ztráty živin při úpravě vzorků pro rozborů předsušováním za vyšších teplot mohou být značné, a proto dáváme přednost lyofilizaci, nebo provedeme alespoň některé rozborů (zejména stanovená obsahu dusíkatých látek) hned po ukončení bilančního období ve výkalech čerstvých (Zeman a kol., 2006), výpočet lze provést podle rovnice (2).

$$\text{Koeficient bilanční stravitelnosti} = (m_{\text{krm}} \times \text{ž}_{\text{krm}} - m_{\text{výk}} \times \text{ž}_{\text{výk}}) / (m_{\text{krm}} \times \text{ž}_{\text{krm}}) \times 100$$

(2)

kde m – množství sušiny v gramech

ž – obsah živiny v sušině v procentech

index_{km} – v přijatém krmivu

$\text{index}_{\text{výk}}$ – ve vyloučených výkalech

Indikátorová metoda

Zjistíme-li procentuální obsah nestravitelné látky – indikátoru v krmné dávce a ve výkalech, můžeme vypočítat, kolik výkalů se vytvořilo z hmotnosti jednotky krmiva, jaký je poměr mezi množstvím krmiv spotřebovaných zvířetem a množstvím vyloučených

výkalů. Ve výkalech se vylučuje veškerý přijatý indikátor, z přijatých živin však jen živiny nestrávené (Zeman a kol., 2006). Podle Kacerovského a kol. (1990) je hmotnost sušiny výkalů vždy menší než hmotnost sušiny přijatého krmiva, koncentrace indikátoru v sušině výkalů je vyšší než v sušině krmiva. Obsahuje-li sušina výkalů např. čtyřnásobné množství indikátoru než sušina krmiva, je množství výkalů čtyřikrát menší než spotřeba krmiva (v sušině). Dále Kacerovský a kol. (1990) uvádějí, jako indikátoru pro zjišťování stravitelnosti může být použito některé původní složky krmiva (přirozené indikátory – např. popel nerozpustný ve 4 M kyselině chlorovodíkové, lignin, methoxylové skupiny) nebo komponenty ke krmné dávce záměrně přidané (externí indikátory). Indikátory přidávané ke krmivu musí být nestravitelné a nesmějí ovlivňovat trávení. Zeman a kol. (2006) uvádějí, že se nesmí zapojovat do metabolických procesů a nijak je omezovat. Musí to být látky, které lze rovnoměrně rozptýlit v krmivu, které procházejí trávicím traktem stejnou rychlostí jako krmivo, musí být inertní, neškodné pro zvíře, nesmějí být produkovány v trávicím ústrojí, nesmějí být rozkládány mikroorganismy nebo ovlivňovat jejich aktivitu, musí být nezaměnitelné se všemi látkami z krmiva a mají být snadno, přesně a spolehlivě stanovitelné. Jejich přítomnost nesmí ovlivňovat možnosti přesného stanovení obsahu živin v krmivu a exkrementech (Zeman a kol., 2006). Podle Kacerovského a kol. (1990) z externích indikátorů se osvědčuje oxid chromitý, někdy se používá síran barnatý i jiné látky, z hydrosolubilních sloučenin např. polyetylénglykol o dostatečně vysoké relativní molekulové hmotnosti a chromitý komplex etyléndiamintetraoctové kyseliny. Autoři Kacerovský a kol. (1990) a Zeman a kol. (2006) se shodují, že při použití indikátorové metody není třeba zvířata držet v klecích nebo na bilančních stáních, stačí odebírat vzorky výkalů nekontaminovaných močí popř. částčkami steliva, krmiva apod. u zvířat ustájených v běžné stáji. Indikátorové metody usnadňují bilance při běžných technikách chovu. Jsou výhodné všude tam, kde by byla obtížná evidence množství přijatého krmiva. Nemusíme znát ani jeho sušinu při zkrmování. Výpočet lze provést podle rovnice (3).

$$\text{Koeficient bilanční stravitelnosti} = 100 - (i_{\text{krm}} \times \mathring{z}_{\text{výk}}) / (i_{\text{výk}} \times \mathring{z}_{\text{krm}}) \times 100$$

(3)

kde i – obsah indikátoru v sušině v procentech

\mathring{z} – obsah živin v sušině v procentech

index $_{\text{krm}}$ – v krmivu

index $_{\text{výk}}$ – ve výkalech

3.6 Faktory ovlivňující krmnou hodnotu pšenice

Podle Zimolky a kol. (2005) krmná kvalita 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. Jak uvádějí Zeman a kol. (2006) výživná hodnota krmiv je vyjádřena obsahem energie, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálními, chemickými a dietetickými vlastnostmi a působením krmiva na organismus zvířete. Složení obilného zrna může ovlivnit výživnou hodnotu a tím i růst prasat a složení vepřového masa (Moore et al., 2008). Produkce potravin, ale i krmiv, o vysoké výživné hodnotě je prvořadým úkolem produkce obilovin. Kvalita těchto produktů však není dána jen zastoupením živin a energie. Je také výsledkem dietetického působení, jeho naprosté hygienické a zdravotní nezávadnosti a samozřejmě i chutnosti krmiva vyvolávající touhu zvířete toto krmivo přijímat. Všechny tyto faktory jsou přirozeně ovlivňovány systémem pěstování (Mudřík a kol., 2007). Agronomické zásahy do pěstování obilovin ovlivňují celkový výnos obilovin a také zastoupení hrubého proteinu. Nesou však sebou i zatížení produktu některými látkami, nebo nevhodným poměrem živin v komplexu využitelných živin, které pak způsobují menší využívání strukturálních látek pro syntézu živočišného organismu, především pro syntézu bílkovin (Mudřík a kol., 2007). Podle Vaculové a Horáčkové (2007) užitnou kvalitu pšeničného zrna ovlivňuje souhrn chemicko-fyzikálních vlastností, které jsou podmíněny genotypem, tedy konkrétní odrůdou a v různé míře modifikovány celou řadou vnějších vlivů, hlavně půdně-klimatickými podmínkami, použitou pěstební technologií a také dobou a podmínkami skladování. Kvalita zrna krajových odrůd, zařazených v současných kolekcích Genové banky při Výzkumném ústavu rostlinné výroby Praha – Ruzyně, si zaslouží zvláštní pozornost. Obecně je obsah proteinu u krajových odrůd pšenice mnohem vyšší než u současných odrůd (Konvalina, Dotlačil, Moudrý, 2007). Krajové odrůdy nemohou konkurovat moderním šlechtěným odrůdám ve výnosu, ale mají řadu cenných znaků a vlastností, pro které si zaslouží pozornost. Vyznačují se vysokou nutriční a dietetickou hodnotou (Konvalina, Dotlačil, Moudrý, 2007). Vaculová a Horáčková (2007) uvádějí, že stravitelnost a využitelnost hlavních složek zrna

a tedy jeho krmnou kvalitu významně modifikují látky s antinutričním účinkem. Za přirozeně se vyskytující škodlivé látky jsou považovány i neškrobové polysacharidy. Nižší výživná hodnota zrna kvalitních pekařských odrůd pšenice pro krmení hospodářských zvířat bývá připisována hlavně zásobním bílkovinám a přítomnosti žitné translokace v genotypu některých odrůd (Vaculová a Horáčková, 2008). Podle Paulové (2002) krmnou hodnotu ovlivňují i exogenní faktory jako jsou u pšenice běžné fusariové mykotoxiny. Při počasí vhodném pro rozvoj fusarióz je běžné, že i je více než 75 % sklizených pšenic kontaminováno různým množstvím fusariových toxinů, především deoxinivalenolu a zearelenonu. Vzhledem k procentu zařazení pšenice do krmiva dochází k nezanedbatelné kontaminaci krmiva.

Tabulka 2: Rozpětí parametrů krmné hodnoty zrna základních obilnin, včetně vedlejších produktů (Kacerovská a Kodeš, 2004)

Krmivo	Obsah živin v g/kg					
	N -látky	Tuk	Vláknina	Škrob	Cukry	Organický zbytek
pšenice setá	110-160	15-22	20-27	546-595	20-30	79-80
pš.krmná mouka	145-168	15-43	10-46	310-410	44-61	156-208
pš.otrubý	118-156	31-39	95-151	143-203	40-55	284-344
pš.klíčky	191	53	53	194	130	223
pš.plevy	50	16	291	-	9	-
ječmen ozimý	106-117	18-20	46-60	533-544	19-25	74-115
ječmen jarní	105-120	18-22	44-48	533-566	25-31	68-80
ječmen nahý	121	19	22	609	19	75
ječmen sladový květ	255-290	10-19	124-133	45-63	109-113	282-295
kukuřice	95-99	37-46	19-30	568-622	13-33	57-111
oves setý	96-115	39-46	111-136	407-420	13-15	136-142
oves nahý	140-170	58-84	21-23	536-551	14-15	35-42
oves loupaný	144-148	55-58	18-19	455-520	15-17	109-164
tritikale	114-134	13-18	18-28	572-589	26-35	84-103
žito	92-138	13-17	20-26	528-568	48-57	106-108

➤ Kriteria krmivářské jakosti

Nutriční hodnotu představuje bílkovinná složka obilního zrna. 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 a Petr, 1996). Kacerovská a Kodeš (2004) uvádějí, že kvalita dusíkatých látek měřená biologickou hodnotou bílkovin je nízká, pohybuje se kolem hodnoty 50 – 65 %, to znamená, že 50 – 65 % strávených aminokyselin je využito k pokrytí záchovné a produkční

potřeby. Zbytek, tj. 35 – 50 % strávených aminokyselin je deaminováno a prostřednictvím močoviny či kyseliny močové, za značných energetických ztrát, vyloučeno z těla do vnějšího prostředí. Albuminy a globuliny patří do skupiny katalytických bílkovin a jsou součástí enzymů, enzymatických inhibitorů a mají tedy funkci metabolickou a strukturální. Z hlediska nutriční hodnoty se v pšenici pro krmné účely tyto frakce nejvíce cení. Jejich obsah je ve velké míře podmíněn geneticky, je tedy odrůdovou vlastností, a poměrně málo ovlivnitelný podmínkami pěstování a agrotechnikou (Němec a Petr, 1996). Zvyšování obsahu bílkovin agrotechnickými zásahy působí negativně na nutriční hodnotu bílkovin. Zvyšuje se především obsah zásobních bílkovin, jejichž biologická hodnota (zvláště prolaminu) je nízká. Obecně se dá konstatovat, že čím je vyšší obsah proteinu v zrna obilnin (jako důsledek agrotechnických zásahů), tím je sice vyšší jeho stravitelnost, ovšem při výrazném poklesu jeho biologické hodnoty (Kacerovská a Kodeš, 2004). Podle Paulové (2002) základními parametry krmné hodnoty pšenice je obsah škrobu a proteinu/esenciálních aminokyselin a jejich využitelnost. 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.

➤ **Vlivy působící na produkci proteinu pšenice**

Nutriční hodnota zrna pšenice je determinována obsahem jednotlivých živin a specificky účinných látek, jejich přístupností, živinovou vyvážeností, energetickou hodnotou, dietetickými, specifickými a dalšími vlastnostmi, ovšem i možnou přítomností nežádoucích vazeb a substancí, antinutričních látek a jiných depresorů (Kodeš a kol., 2005). Obsah bílkovin, přesněji dusíkatých látek kolísá od 6 do 20 % a je ovlivněn jak odrůdou a typem pšenice, tak i geograficko – klimatickými a pěstitelskými podmínkami. Pšeničné bílkoviny jsou deficitní v základních esenciálních aminokyselinách, zejména lyzinu, treoninu, tryptofanu a metioninu. Primární funkcí bílkovin krmiva je poskytovat organismu směs aminokyselin vhodného složení pro syntézu tkáňových bílkovin pro účely záchovy a produkce (Mudřík a kol., 2003). Zimolka a kol. (2005) uvádějí, že 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 v dusíkatých látkách potřebám jednotlivých skupin hospodářských zvířat. Mudřík a kol. (2003) zjistili, že lokalita pěstování a podmínky roku ovlivňují produkční účinnost jednotlivých odrůd pšenice. Na živinovou a energetickou hodnotu zrna obilovin velmi silně působí i odrůdové vlastnosti, užitkový směr, proměnlivost pěstebních

podmínek, ale i stav a posklizňové ošetření zrna na množství příměsí (Kodeš a Stehlíková, 2001). 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).

➤ **Vliv žitné translokace**

Ve vztahu k tomu, že většinu tuzemské produkce pšenice spotřebují zvířata, i přesto, že nejsou k dispozici specializované odrůdy krmného užitkového typu, byl zahájen rozsáhlý šlechtitelský program k získání nových odrůd s výrazně vyšší krmnou kvalitou. Šlechtění jako cílevědomé zlepšování vlastností kulturních rostlin je založeno na mnoha nejružnějších principech, jako jsou heteroze, indukovaná mutace, polyploidie či haploidie. Posledně jmenovaná metoda – haploidizace se využívá k překonání mezidruhové nekřížitelnosti a získání výchozího materiálu s vysokou homozygotností znaků a vlastností (Kodeš a kol., 2008). Jak uvádějí, Hučko a kol. (2008) v průběhu šlechtitelské práce na pšenici seté, jejímž cílem bylo zlepšit především výnosové vlastnosti a odolnost proti potencionálním chorobám, se zjistilo, že tyto vlastnosti zlepšuje přítomnost žitné translokace. Zároveň se však zjistilo, že žitná translokace negativně ovlivňuje pekárenskou hodnotu pšenice. Výměna krátkého ramene pšeničného chromozómu 1B za krátké rameno žitného chromozómu 1R způsobila snížení velikosti a kvality gluteninového makropolymeru, který významně ovlivňuje pekárenskou hodnotu pšenice. Podle Kodeše a kol. (2008) je primárním výsledkem snížení velikosti a kvality gluteninového makropolymerů. Hučko a kol. (2008) zjistili, že hodnoty hrubého proteinu jsou u všech pšenic velmi vyrovnané, i když se během let lišily v závislosti na ročním počasí. Jedině u pšenic s žitnou translokací byly zjištěny o něco vyšší hodnoty. Tyto rozdíly nejsou nikterak významné. Zastoupení lepku, procentický podíl bílkovin Gliadinu a Gluteninu, vzali jako ukazatel pekárenské hodnoty pšenice s tím předpokladem, že jeho podíl ovlivní v negativní korelaci nutriční hodnotu pšenic. Dále uvádí, že vyjádření PER u jednotlivých druhů zvířat mělo dokázat jejich předpoklad, že zastoupení lepku v celkovém obsahu dusíkatých látek skutečně nutriční hodnotu pšenic ovlivní. U všech druhů hodnota PER kolísá v závislosti na podílu lepku v obsahu dusíkatých látek. Jsou však vidět nápadné rozdíly u hodnot a jednotlivých druhů zvířat (viz tabulka 3). V jiném pozorování zjistili Hučko a kol. (2008), že výsledky v dosažených přírůstcích a spotřebě krmiv na 1 kg přírůstků vyjadřují daleko výstižněji produkční účinnost. A jimi dosažené výsledky ukazují přesvědčivé přínos žitné translokace ke kvalitě linií pšenic.

Tabulka 3: Hodnoty zjištěné chemickou analýzou a v biologických pokusech u jednotlivých zvířat (Hučko a kol., 2008)

Odrůdy a linie pšenice / Parametry	n	Hrubý protein (%)	Zastoupení Albuminu + Globulinu (%)	Zastoupení Gliadinu + Gluteninu (%)	PER		
					potkani	brojleři	prasata
Nela	60	12,87	24,79	75,21	1,1	2,74	2,11
Šárka	60	12,82	27,89	72,11	1,31	2,87	2,31
Žitná translokace	154	13,38	27,91	72,09	1,2	2,86	2,29
Bez žitné translokace	154	12,89	25,34	74,66	1,19	2,87	2,18

Kodeš a kol. (2008) konstatují, že přítomnost 1B/1R žitné translokace v genomu statisticky významně zvyšovala celkový obsah proteinu v pšeničném zrně, včetně jeho albumino-globulinové frakce a relativní viskozity. Také snižovala obsah tuku, bezdusíkatých látek výtahových a zásobní bílkovinné frakce, tvořené gliadiny a gluteniny. Nesnižovala variabilitu obsahu proteinu v zrně geneticky příbuzných linií a neovlivnila index esenciálních aminokyselin (EAAI) ani produkční účinnost pšeničného proteinu, poměřovanou KS_b, BHB, NPU a PER.

Přítomnost žitné translokace přinesla zlepšení v zastoupení hrubého proteinu a také kvalitnějších proteinů (albuminu a globulinu). V biologických testech se nepotvrdily předpoklady zlepšení nutriční a produkční hodnoty pšenice s přítomností žitné translokace (Kodeš a kol., 2008).

3.7 Pšenice ve výživě prasat

Hájek a kol. (1992) uvádějí, že pšenice je nejrozšířenější obilovinou. Používá se ve výživě všech kategorií prasat. Vzhledem k vysoké energetické hodnotě i obsahu dusíkatých látek, je vhodná do směsí pro intenzivní výkrm a kojící prasnice. Přestože je dobrým zdrojem živin, její plný potenciál není plně využit, zvláště mladými zvířaty. Obsahuje neškrobové polysacharidy a antinutriční látky, které nemohou být využity

(metabolizovány) z důvodu chybějících endogenních enzymů. To vede ke snížení stravitelnosti krmné směsi a eventuálně ke snížení růstu (Mateo et al., 2008). Podle Vaculové a Horáckové (2007) je již delší dobu akceptován poznatek, že přítomnost neškrobových polysacharidů negativně ovlivňuje hodnotu zrna krmných obilovin, tedy i pšenice. Týká se to především citlivých hospodářských zvířat, která v důsledku nepřítomnosti příslušných enzymů v trávicím traktu v podstatě tyto polysacharidy nemohou trávit (mláďata, monogastriční zvířata, drůbež). Částečná rozpustnost neškrobových polysacharidů ve vodě vede k tvorbě vysokoviskózních gelů, což způsobuje výrazné zvýšení viskozity střevního obsahu, v jehož důsledku dochází k narušení optimálního působení trávicích enzymů, omezení pasáže střevního obsahu i vstřebávání živin a vede k vylučování lepivého trusu (Vaculová a Horácková, 2007). Nortey et al. (2007) zjišťovali, jestli krmné enzymy zvyšují stravitelnost živin obsahující neškrobové polysacharidy, jako jsou arabinoxylany nebo fytáty v pšenici. Účinky xylanázy a fytázy na stravitelnost živin a růst výkonnosti byly testovány v daném uspořádání. Krmiva byly formulovány, aby obsahovaly 3,34 Mcal stravitelné energie SE/kg a 3,0 g stravitelného lyzinu/Mcal stravitelné energie. Pšeničné otruby redukovaly energii, stravitelnost aminokyselin, fosforu a vápníku, a růst v porovnání s kontrolní pšeničnou dietou. Xylanáza a fytáza zlepšily energii, stravitelnost aminokyselin a fosforu, ukazující, že neškrobové polysacharidy a fytáty omezují stravitelnost živin v pšeničných vedlejších produktech (Nortey et al., 2007). Woyengo et al. (2008) zjišťovali účinek kombinované fytázy a xylanázy na zjevnou stravitelnost živin (ATTD) a růst prasat. Deset diet zahrnovalo pozitivní a negativní úpravu (pozitivní 0,23 % využitelného fosforu a 0,60 % vápníku; negativní 0,16 % využitelného fosforu a 0,50 % vápníku) doplněné fytázou o 0, 250, 500 fytázových jednotek/kg a xylanázou o 0, 2000, 4000 xylanázových jednotek/kg. Žádné synergické ovlivňování nebylo odhaleno mezi xylanázou a fytázou na jakákoliv zmíněná kritéria (Woyengo et al., 2008).

4 Materiál a metodika

4.1 Předmět sledování

- **Zrno pšenice seté** – soubor cíleně vybraných vzorků **ze sklizně roku 2008**, prověřovaný chemickými analýzami a v biologickém experimentu
- **Experimentální diety** – soubor izoproteinových a izoenergetických krmných směsí, prověřovaný při výkrmu prasat
- **Rostoucí vykrmovaná prasata** – masného užitkového typu **a jejich odezva na pokusné diety.**

4.2 Charakteristika sledovaných objektů

a) PŠENICE - na základě spolupráce s genovou bankou VÚRV v.v.i. v Praze – Ruzyni, při ověřování krmné kvality vybraných obilovin, získala katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky ČZU v Praze, 7 vzorků pšeničného zrna k laboratornímu a biologickému posouzení nutriční hodnoty jeho dusíkaté složky. Konkrétně se jednalo o 6 vzorků novošlechtěnců, perspektivně krmných linií, a 1 vzorek kontrolní odrůdy ŠÁRKA. Novošlechtěné linie (č. 144, 146, 157, 167, 174, 176) byly dihaploidním produktem křížení rodičovského páru ŠÁRKA x UH410, které se ještě navíc lišily přítomností (A) či nepřítomností (N) žitné translokace 1B/1R v genotypu. Sledované vzorky pocházely z běžného konvenčního systému hospodaření na pokusných parcelách o výměře 10 arů, ze shodné lokality – Karlovická zemědělská a.s.

b) POKUSNÉ DIETY – jednalo se o 7 kompletních krmných směsí, živinově i energeticky vzájemně vyrovnaných na úroveň směsí řady TESTA, sestavených se shodným 40 % podílem proteinu z ověřovaných pšenic tak, aby nebyl limitován potenciál užitkovosti prasat v první polovině výkrmu. Směsi byly granulované (5mm). Jejich výroba byla zajištěna ve VKS Lysá nad Labem. Prezentace optimalizovaných receptur, s využitím konkrétních, laboratorně zjištěných, živinových obsahů v jednotlivých komponentech je uvedena v tabulce

č. 4. Podrobnosti o živinových parametrech směsí přináší tabulka č. 5. Parametry vitamino-minerálního koncentráту (TESTA - M), deklarované výrobcem MIKROP Čebín, jsou uvedeny v tabulce č. 6.

c) **PRASATA** - v sedmi skupinách srovnávacího krmného pokusu bylo v režimu intenzivního výkrmu sledováno (7 x 10) celkem 70 tříplemenných hybridů / (Bu x L) x Pn/, původem ANIMO Žatec, a.s.

Tabulka č. 4: Receptury pokusných krmných směsí pro výkrm prasat

OZNAČENÍ KRMNÉ SMĚSI	TESTA 1	TESTA 1	TESTA 1	TESTA 1	TESTA 1	TESTA 1	TESTA 1
Pšenice číslo	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	Šárka
Zastoupení komponentů v %							
Pšenice	45,7	46,9	49,2	51,1	48,7	53	49,2
Obilní škrob	12,3	11,1	8,8	6,9	9,3	5	8,8
Kukuřice	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
SES - 47	22	22	22	22	22	22	22
Premix Testa - M	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
CELKEM	100	100	100	100	100	100	100

Tabulka č. 5 : Živinové parametry společné pro pokusné krmné směsi

Hladiny základních optimalizovaných živin v pokusných směsích řady TESTA		
Dusíkaté látky	g.kg ⁻¹	191,5
MEp	MJ.kg ⁻¹	13
Lysin	g.kg ⁻¹	11,1
Methionin	g.kg ⁻¹	3,3
Threonin	g.kg ⁻¹	7,5
Tryptofan	g.kg ⁻¹	2,4
Ca	g.kg ⁻¹	10,8
P	g.kg ⁻¹	8,3
Na	g.kg ⁻¹	1,8
poměr Ca/P	podíl	1,3
poměr Lysin/ME	podíl	0,85

4.3 Laboratorní vyšetření

CHEMICKÉ ANALÝZY byly provedeny na katedře mikrobiologie, výživy a dietetiky ČZU v Praze, v souladu s přijatými metodikami (Kacerovský a kol. - **Zkoušení a posuzování krmiv**, SZN Praha 1990). Sledované vzorky pšenice byly podrobeny základní krmivářské

analýze ke zjištění obsahu **sušiny, dusíku (N), tuku, vlákniny a popelovin**, propočtem byl zjištěn obsah **vody, dusíkatých látek** ($N \times 6,25$ resp. $N \times 5,70$), **bezdušíkatých látek výtažkových** (BNLV) a **organických živin (OŽ)**. Dále byla kalorimetricky zjištěna energetická hodnota – **brutto energie (BE)** a aminoanalýzou, **obsah aminokyselin**.

Tabulka č. 6: Nutriční parametry premixu TESTA – M

Obsah živin	jednotka	Množství
Sušina	g.kg^{-1}	940
Dusíkaté látky ($N \times 6,25$)	g.kg^{-1}	120
Makroprvky		
Vápník	g.kg^{-1}	144
Fosfor	g.kg^{-1}	52
Fosfor (stravitelný pro prasata)	g.kg^{-1}	36
Sodík	g.kg^{-1}	33
Hořčík	g.kg^{-1}	1,5
Mikroprvky		
Železo	mg.kg^{-1}	2000
Měď	mg.kg^{-1}	480
Zinek	mg.kg^{-1}	2240
Mangan	mg.kg^{-1}	1200
Kobalt	mg.kg^{-1}	10
Jód	mg.kg^{-1}	8
Selen	mg.kg^{-1}	6
Vitamíny		
Vitamín A	tis.m.j.kg^{-1}	240
Vitamín D3	tis.m.j.kg^{-1}	40
Vitamín E	mg.kg^{-1}	700
Vitamín K	mg.kg^{-1}	40
Vitamín B1	mg.kg^{-1}	60
Vitamín B2	mg.kg^{-1}	90
Vitamín B6	mg.kg^{-1}	70
Vitamín B12	mg.kg^{-1}	0,75
Biotin	mg.kg^{-1}	5
Niacin	mg.kg^{-1}	320
Kyselina listová	mg.kg^{-1}	6
Kyselina pantotenová	mg.kg^{-1}	320
Cholin	mg.kg^{-1}	12000
Aminokyseliny		
LYSIN	g.kg^{-1}	30
METHIONIN	g.kg^{-1}	9,6
MET + CYS	g.kg^{-1}	11
THREONIN	g.kg^{-1}	9,6
Antioxidant + vehikulum	Ad.kg	1

4.4 Hodnocení kvality zrna podle obsahu aminokyselin

Kvalita dusíkaté složky pšeničného zrna byla hodnocena podle obsahu esenciálních aminokyselin, s využitím dvou základních metod, kterými jsou:

CHEMICKÉ SKÓRE (CS) dle Mitchella a Bloka – porovnání obsahu jednotlivých aminokyselin ve zkoumané bílkovině s obsahem těchto aminokyselin v čerstvém vaječném bílku

INDEX ESENCIÁLNÍCH AMINOKYSELIN (EAAI) – tento parametr dle Osera představuje geometrický průměr hodnot chemického skóre.

4.5 Schéma biologického experimentu

Biologický experiment byl uspořádán formou sedmiskupinového srovnávacího krmného pokusu, kdy do ověřovaných krmných směsí jednotlivé pšenice vnášely stejné množství dusíkatých látek. S ohledem na to, že bylo k dispozici omezené množství pšenice – jenom z pokusných parcel, byla testace produkční účinnosti proteinové složky zrna orientována pouze na období, kdy zvířata mají nejvyšší požadavky na kvalitu bílkovin diety, to je na první polovinu výkrmu. Podrobnosti o použití krmných směsí přináší tabulka č. 7.

Tabulka č. 7: Schéma pokusu

Období	Označení pokusných skupin						
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
	Pokusné linie a kontrolní odrůda						
	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	ŠÁRKA
	Zkrmované směsi						
PŘÍPRAVNÉ	STADARDNÍ SMĚSI ŘADY A - 1						
POKUSNÉ	TESTA - 1	TESTA - 2	TESTA - 3	TESTA - 4	TESTA - 5	TESTA - 6	TESTA - 7
DOKRM	STADARDNÍ SMĚSI ŘADY A - 3						

Poznámka: 1./ Velká písmena u čísel jednotlivých linií, označují přítomnost (A) či nepřítomnost (N) žitné translokace 1B/1R v genotypu

4.6 Organizace biologické testace

Ověřování - uskutečnilo se na externím pracovišti ÚKZÚZ v ANIMO Žatec a.s., kde úroveň chovu i ošetrovatelská péče, technologie, hygienické a mikroklimatické podmínky odpovídaly požadavkům na biologické zkoušení krmiv v provozních podmínkách.

Výběr zvířat – zvířata deklarovaného původu / (Bu x L) x Pn/, stejného věku (10 týdnů) a dobrého zdravotního stavu byla do testační stáje naskladňována ve hmotnosti cca 20 kg, ustájena v kotcích, skupinově po 10 hmotnostně vyrovnaných kusech, s poměrem pohlaví (prasničky – vepřici) 1 : 1. Podlahová plocha kotce na jeden kus činila 1,70 m². Přípravné období do zahájení pokusu (aklimatizace na nové prostředí, návyk na zvířata ve skupině, jiné krmivo - testační směs) probíhalo 7 dnů.

Způsob krmení a napájení – pokusné varianty výše uvedených (tabulka č. 4) kompletních krmných směsí (TESTA 1 – 7) byly zvířatům předkládány v granulované formě adlibitně, dle schématu pokusu. Napájecí voda byla rovněž k dispozici v neomezeném množství.

Organizace pokusu - byla v souladu s běžně přijatými usancemi, platnými pro biologické zkoušení krmiv (...), při plném respektování související legislativy (č. 246/1992 Sb. – Zákon na ochranu zvířat proti týrání).

4.7 Kontrola biologického pokusu

V průběhu pokusu byly sledovány:

- a) Přírůstky živé hmotnosti - individuálním vážením zvířat s přesností na 0,1 kg
- b) Spotřeba krmiva - průběžně zaznamenávána v prvotní evidenci pokusu, nespotřebované zbytky byly odvažovány a od celkové spotřeby odečítány. Při kontrolním vážení byla zjišťována celková spotřeba krmiv, denní příjem krmiva na 1 kus i spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku živé hmotnosti za sledované období i od počátku pokusu
- c) Bílkovinný produkční poměr – PER, vyjadřující hmotnostní přírůstek těla zvířete, připadající na jednotku přijatých bílkovin (dusíkatých látek) krmiva.
- d) Zdravotní stav zvířat – zjišťován průběžně adspekci ošetrovatelem, vedoucím pokusu a zooveteriárním dohledem.

4.8 Způsob vyhodnocení

Číselná data, získaná chemickými rozbory a v biologických experimentech byla uspořádána do jednotlivých tabulek, graficky zobrazena a statisticky vyhodnocena s využitím tabulkového procesoru MS Excel 2007 a programu Statgraphic.

5 Výsledky a diskuse

Tato kapitola je pro lepší přehlednost rozdělena na šest podkapitol, ve kterých jsou získané poznatky ze sledování postupně vyhodnocovány a porovnávány s literárními prameny.

5.1 Živinná charakteristika

Do biologické testace proteinové účinnosti pšeničného zrna na prasatech bylo zařazeno celkem 6 linií novošlechtěnců konkrétně se jednalo o čísla 144, 146, 157, 167, 174 a kontrolní odrůda Šárka. Sledované linie tvořily geneticky definovaný soubor potomstva rodičovského páru Šárka x UH 410, kdy právě linie UH 410 byla či nebyla zdrojem žitné translokace 1B/1R v genomu ověřovaných linií. Nositelem žitné translokace byly linie č. 157 a 174, v genomu linií č. 144, 146, 167 a 176 žitná translokace přítomna nebyla

U prověřovaných vzorků pšenic byla provedena základní krmivářská analýza. Zjišťoval se obsah sušiny, dusíku, tuku, vlákniny a popelovin, na základě propočtu byl stanoven obsah vody, dusíkatých látek, BNLV a organických živin. Dále s využitím kalorimetrie byla zjištěna energetická hodnota, konkrétně brutto energie a aminoanalýzou, obsah aminokyselin. Zjištěné hodnoty jsou uvedené v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Základní obsah živin v pšeničném zrně sledovaných linií

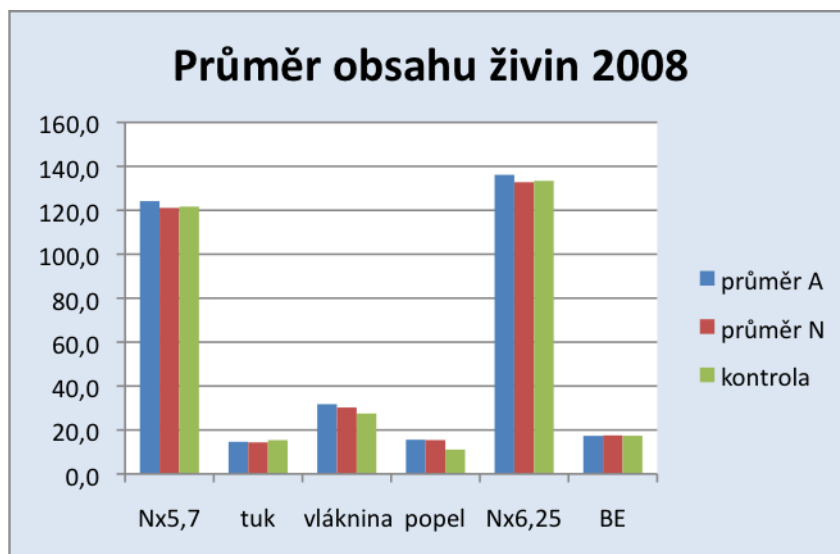
OBSAH ŽIVIN v gramech (MJ).kg ⁻¹ - sklizeň 2008									
číslo	translokace	sušina	Nx5,7	tuk	vláknina	popel	BNLV	Nx6,25	BE
144	N	890,6	130,3	15,2	26,3	15,7	690,5	142,9	17,4
146	N	897,1	124,2	14,7	31,3	16,7	698,2	136,2	17,69
157	A	893,8	119,1	14,5	27,2	14,1	707,4	130,6	17,39
167	N	894,8	117,9	14,3	34,1	18,8	698,3	129,3	17,78
174	A	883,5	129,2	14,8	36,3	17,1	673,6	141,7	17,29
176	N	880,6	111,9	13,3	29,3	10,5	704,8	122,7	17,31
Šárka - K	0	896,1	121,7	15,4	27,5	11,1	708,7	133,4	17,4
celkový průměr			122,1	14,6	30,3	14,9	697,4	133,83	17,5
průměr A			124,2	14,7	31,8	15,6	690,5	136,15	17,3
průměr N			121,1	14,4	30,3	15,4	698,0	132,78	17,5

Poznámka: A – pšenice s žitnou translokací 1B/1R

N – pšenice bez žitné translokace 1B/1R

0 – zástupce rodičovského páru

Graf č. 2: Porovnání průměrných obsahů živin v pšeničném zrně sledovaných linií



Tabulka 9: Základní obsah živin v pšeničném zrně ze sklizně 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)

OBSAH ŽIVIN v gramech (MJ).kg⁻¹							
- sklizeň 2006							
	Nx5,7	tuk	vláknina	popel	BNLV	Nx6,25	BE
celkový průměr	137,41	17,28	27,42	15,37	802,52	150,71	19,49
průměr A	140,8	17,38	28,93	16,43	796,45	154,5	19,62
průměr N	132,98	16,52	27,09	14,45	808,98	145,75	19,46
Šárka - K	148,4	20,09	25,75	16,92	788,85	163	19,37

Porovnáním průměrů živin uvedených v tabulkách č. 8 a 9 je zřejmé, že sledované pšenice ze sklizně 2008 byly chudší na obsah dusíkatých látek, tuku, popelovin, bezdusíkatých látek výtažkových a také měli méně brutto energie, než pšenice ze sklizně 2006. Pšenice s translokací 1B/1R ze sklizně 2008 obsahovaly méně dusíkatých látek, tuku, popelovin, bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV) a měly méně energie oproti pšenicím s translokací 1B/1R ze sklizně 2006. Stejně jako pšenice s translokací 1B/1R měly pšenice bez translokace 1B/1R ze sklizně 2008 méně dusíkatých látek, tuku, popelovin, bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV) a méně energie porovnání s pšenicemi bez translokace 1B/1R ze sklizně 2006.

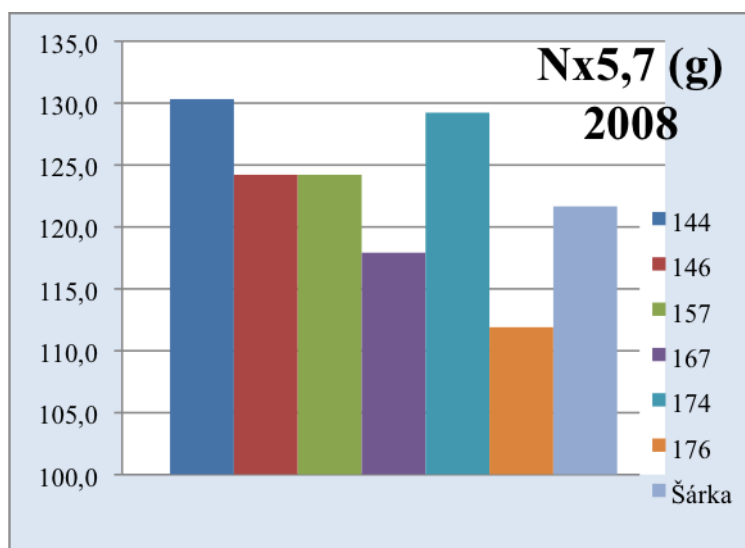
Jak je patrné z tabulky č. 8, pšenice s žitnou translokací 1B/1R byly v průměru bohatší na živiny, a to konkrétně na obsah dusíkatých látek, obsah tuku, vlákniny, popelovin než pšenice bez žitné translokace 1B/1R. Naopak pšenice bez translokace 1B/1R měli více bezdusíkatých látek výtažkových a více brutto energie.

Dále z tabulky č. 8 vyplývá, že pšenice s translokací 1B/1R v porovnání s kontrolní pšenicí Šárka v průměru obsahovala více dusíkatých látek, vlákniny, popelovin, ale méně tuku i bezdusíkatých látek výtažkových, brutto energie byla relativně vyrovnaná. Průměrný obsah dusíkatých látek a průměrná brutto energie u pšenic bez translokace 1B/1R byla ve srovnání s kontrolní odrůdou Šárka vyrovnaná. Podobně jako pšenice s translokací 1B/1R obsahovala pšenice bez translokace 1B/1R méně tuku, bezdusíkatých látek výtažkových a více vlákniny a popelovin v porovnání s kontrolní odrůdou Šárka. Sledované pšenice obsahovaly méně tuku a více vlákniny než jak je uvedeno tabulce pro pšenici ozimou

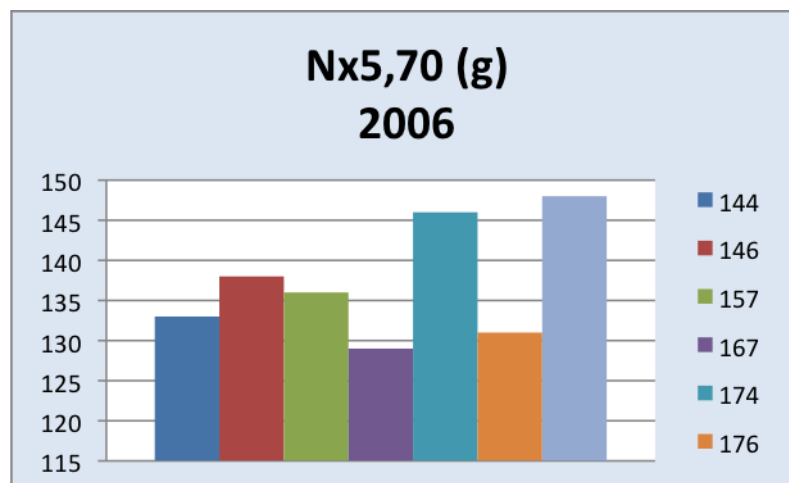
průměr (tuk = 18,85 g; vláknina = 24,4 g) Šimeček, Zeman a Heger (2000) v publikaci „Potřeby živin a tabulky výživné hodnoty pro prasata“.

Pro zjišťování kvality dusíkaté složky pšeničného zrna biologickým testem bylo nutné zajistit, aby zdrojem těchto živin bylo testované krmivo, v našem případě pšenice ze sklizně 2008. Hodnoty dusíkatých látek ze sklizně 2008 jsme měli možnost porovnat s hodnotami získanými ze sklizně 2006 (Stehno a Kodeš, 2007). Z porovnání vyplývá, že byly nižší konkrétně u pšenic 146 N o 13,8 g, 157 A o 16,9 g, 167 N o 11,1 g, 174 A o 16,8 g, 176 N o 19,1 g a u odrůdy Šárka o 26,3 g. Příčinou rozdílu byl vliv odlišných klimatických podmínek v průběhu vegetace v jednotlivých ročnících a to proto, že stanoviště bylo shodné (Stehno a Kodeš, 2007).

Graf č. 3: Obsah dusíkatých látek v 1 kg pšeničného proteinu zrna



Graf č. 4: Obsah dusíkatých látek v 1 kg pšeničného proteinu zrna – sklizeň 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)



5.2 Hodnocení kvality proteinu

Kvalita proteinu pšeničného zrna byla hodnocena podle obsahu esenciálních aminokyselin, s využitím dvou metod (Kacerovský a kol., 1990), kterými jsou chemické skóre (CS) a index esenciálních aminokyselin (EAAI). Princip těchto dvou metod je stejný. Je založen na porovnání esenciálních aminokyselin zkoumaného krmiva, to znamená pšenice s obsahem týchž aminokyselin ve vaječné bílkovině (v čerstvém vaječném bílku), která je považována za standardní a plnohodnotnou.

Tabulka č. 10: Koncentrace aminokyselin v pšeničném proteinu (obsah aminokyselin v gramech na 100 g Nx6,25, resp. v % z proteinu)

Pšenice	LYZ	THR	VAL	MET	ILE	LEU	PHE	HIS	ARG
144 N	1,92	2,67	4,55	1,91	3,32	6,16	5,12	1,64	3,62
146 N	2,56	3,46	5,4	2,06	4,12	7,56	5,98	1,89	5,34
157 A	2,04	2,93	4,74	2,01	3,64	6,63	5,11	1,56	3,97
167 N	3,74	4,57	7,97	2	4,78	10,52	8,28	2,9	5,96
174 A	3,25	3,88	6,87	1,98	1,85	9,32	7,34	2,72	5,79
176 N	2,71	3,38	5,94	2,13	3,71	8,23	6,1	2,17	3,68
Šárka - K	2,9	3,29	4,42	2,11	3,67	7,57	5,03	2,39	5,21
celkový průměr	2,73	3,45	5,7	2,03	3,58	8	6,14	2,18	4,8
průměr A	2,65	3,41	5,81	2	2,75	7,98	6,23	2,14	4,88
průměr N	2,73	3,52	5,97	2	3,98	8,12	6,37	2,15	4,65

Poznámka: A – pšenice s žitnou translokací 1B/1R

N – pšenice bez žitné translokace 1B/1R

Tabulka č. 11: Průměrná koncentrace aminokyselin v pšeničném proteinu ze sklizně 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)

Obsah aminokyselin v gramech na 100 g Nx6,25, resp. v % z proteinu									
	LYZ	THR	VAL	MET	ILE	LEU	PHE	HIS	ARG
celkový průměr	2,28	2,19	3,33	1,3	3,06	5,72	3,87	2,26	4,03
průměr A	2,23	2,15	3,18	1,27	2,98	5,44	3,68	2,25	4,04
průměr N	2,25	2,21	3,33	1,29	3,02	5,7	3,84	2,23	4
Šárka - K	2,49	2,23	3,61	1,42	3,37	6,38	4,36	2,42	4,15

Porovnání průměrných koncentrací aminokyselin u pšenice s translokací 1B/1R ze sklizně 2008 a 2006 z tabulek č. 10 a 11 je zřejmé, že pšenice s translokací 1B/1R ze sklizně 2008 měla nižší koncentraci pouze u aminokyselin izoleucinu a histidinu. Pšenice bez translokace 1B/1R ze sklizně 2008 (tabulka č. 10) měla nižší průměrnou koncentraci pouze u aminokyseliny histidinu v porovnání s pšenicemi bez translokace 1B/1R ze sklizně 2006 (tabulka č. 11).

Z tabulky č. 10 je zřejmé, že v pšeničném proteinu byla nejvyšší koncentrace aminokyseliny leucinu a nejnižší koncentrace aminokyseliny metioninu. Také Stehno a Kodeš (2007) zjistili v dřívějším pokusu (s pšenicí ze sklizně 2006) jak je uvedeno v tabulce č. 11, že v pšeničném proteinu byla nejvyšší koncentrace aminokyseliny leucinu a nejnižší metioninu.

Z porovnání průměrů koncentrace aminokyselin v pšeničném proteinu v tabulce č. 10 pšenice obsahujících žitnou translokaci 1B/1R s pšenicemi bez žitné translokace 1B/1R. Vyplývá, že pšenice s translokací 1B/1R měla nižší koncentraci aminokyselin konkrétně lyzinu, treoninu, valinu, metioninu, izoleucinu, leucinu, fenylalaninu a histidinu než pšenice bez translokace 1B/1R. Koncentrace aminokyseliny argininu byla vyšší u pšenice s translokací 1B/1R než u pšenice bez translokace 1B/1R. Porovnáním s kontrolní odrůdou Šárka měla pšenice s translokací 1B/1R vyšší koncentraci aminokyselin treoninu, valinu, leucinu a fenylalaninu, naopak nižší koncentraci lyzinu, metioninu, izoleucinu, histidinu a argininu. Pšenice bez translokace 1B/1R podobně jako pšenice s translokací 1B/1R měla ve srovnání s kontrolní odrůdou Šárka vyšší koncentraci aminokyselin treoninu, valinu, leucinu, fenylalaninu a také izoleucinu. Nižší koncentrace aminokyselin lysinu, metioninu, histidinu a argininu byla v porovnání s kontrolní odrůdou Šárka u pšenice bez translokace 1B/1R.

Kodeš a Kacerovská (2004) uvádějí u pšenice seté: obsah lysinu 2,4 – 3,7 g / 16 g N, treoninu 2,6 – 3,0 g / 16 g N a methionu + cystin 3,7 – 4,5 g / 16 g N.

Tabulka č. 12: Chemické skóre – porovnání obsahu aminokyselin v pšeničném proteinu s obsahem aminokyselin ve vaječném bílku (%), a index esenciálních aminokyselin (EAAI)

Pšenice	LYZ	THR	VAL	MET	ILE	LEU	PHE	HIS	ARG	EAAI %
144 N	31	59	57	49	50	68	79	75	60	56,82
146 N	42	77	68	53	62	84	92	86	89	70,45
157 A	33	65	59	52	55	74	79	71	66	59,89
167 N	61	102	100	51	72	117	127	131	99	91,29
174 A	53	86	86	51	28	104	113	124	97	75,44
176 N	44	75	74	55	56	91	94	99	61	69,71
Šárka - K	48	73	55	54	56	84	77	109	87	69,06

Poznámka: A – pšenice s žitnou translokací 1B/1R

N – pšenice bez žitné translokace 1B/1R

Tabulka č. 13: Index esenciálních aminokyselin u pšenic ze sklizně 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)

EAAI	
pšenice	%
144	49,00
146	61,00
157 A	44,70
167	47,70
174 A	58,90

176	53,60
Šárka - K	57,6

Index esenciálních aminokyselin, který udává geometrický průměr esenciálních aminokyselin, byl u všech linií ze sklizně 2008 vyšší v porovnání s liniemi ze sklizně 2006, a to u 144 N o 7,82 %; u 146 N o 9,45 %; u 157 A o 15,19 %; u 167 N o 43,59 %; u 174 A o 16,54 %; u 176 N o 16,11 % a kontrolní odrůdy Šárka o 11,46 %. Z toho vyplývá, že index esenciálních aminokyselin je podstatně ovlivněn ročníkem než žitnou translokací. To potvrdili i Kodeš a kol. (2008), kteří v pokusu na laboratorních potkanech zjistili, že přítomnost žitné translokace statisticky významně neovlivnila index esenciálních aminokyselin (EAAI) ani produkční účinnost pšeničného proteinu, poměřovanou KS_b, BHB, NPU a PER.

Podle indexu esenciálních aminokyselin, který je uveden v tabulce č. 10, je patrné, že pšenice 144 N dosahovala nízké kvality bílkovin (EAAI – 56,82 %). Tato nízká hodnota kvality bílkovin mohla způsobit, že prasata po krmení směsí obsahující pšenici 144 N dosahovala nízkých průměrných denních přírůstků (685 kg). Vysokou kvalitu bílkovin podle indexu esenciálních aminokyselin vykazovala pšenice 167 N (EAAI – 91,29 %), a při tom tato pšenice obsahovala dusíkatých látek pouze 117,9 g Nx5,7 (resp. Nx6,25 – 129,5 g). Kacerovská a Kodeš (2004) uvádějí index esenciálních aminokyselin 62,43 % u pšenice s obsahem dusíkatých látek 12,5 %.

5.3 Živá hmotnost

Živá hmotnost u pokusných prasat byla zjišťována individuálním vážením na začátku a na konci pokusu. Zvířata byla rozdělena do sedmi skupin, v každé skupině bylo deset prasat (7 x 10 kusů) deklarovaného původu / (Bu x L) x Pn/ stejného věku 70 dní a hmotnosti 20 kg a dobrého zdravotního stavu. Pokus trval 46 dní, to znamená dobu, na kterou byla k dispozici pšenice z pokusných políček. Po tuto dobu byla prasata krmena směsí TESTA obsahující protein z ověřovaných pšenic se shodným podílem. Krmené směsi byly granulované (5mm) a podávány ad libitum. Prasata měla neomezený přístup k napájecí vodě. Z jednotlivých vážení se vypočetla průměrná živá hmotnost na skupinu (kotec), je uvedena v tabulkách č. 14 č. 15 a znázorněna grafem č. 5.

Do pokusu byli zařazeni jak vepřici, tak prasničky ve věku 70 dní ve stejném poměru pohlaví, to je 1: 1 ve skupině. Jejich průměrná počáteční hmotnost byla velmi vyrovnaná a pohybovala se v rozmezí od 20,3 kg do 21,4 kg. V každé skupině byli hmotnostně vyrovnaní jedinci.

Z grafu č. 6 je patrné, že konečná hmotnost v pokusu v roce 2006 kolísala, ale celkově byla konečná hmotnost prasat zjištěná v roce 2008 nižší oproti konečné hmotnosti v pokusu v roce 2006.

Ze srovnání v tabulce č. 14 je patrné, že průměrná konečná hmotnost skupiny prasat krmených krmnou směsí obsahující protein z pšenic s žitnou translokací 1B/1R s průměrnou konečnou hmotností prasat krmených krmnou směsí s proteinem z pšenic bez žitné translokace 1B/1R byla vyšší ve prospěch skupiny prasat krmených směsí s pšenicemi s translokací 1B/1R. Z tabulky č. 14 je patrná vyšší průměrná konečná hmotnost, kterou vykazovala skupina prasat krmených krmnou směsí obsahující protein z pšenice s žitnou

translokací 1B/1R oproti skupině prasat krmných krmnou směsí s proteinem kontrolní odrůdy Šárka. Také skupina prasat, kterým byla předkládána krmná směs obsahující protein z pšenice bez translokace 1B/1R vykazovala vyšší průměrnou konečnou hmotnost ve srovnání se skupinou prasat krmných krmnou směsí s proteinem z kontrolní odrůdy Šárka.

Tabulka č. 14: Živá hmotnost

Skupina	Pšenice	Věk na začátku pokusu (dny)	Průměr. poč. hmot. (kg)	Věk na konci pokusu (dny)	Průměr. koneč. hmot. (kg)
P 1	144 N	70	20,7	116	52,2
P 2	146 N	70	20,7	116	56,8
P 3	157 A	70	20,3	116	56,4
P 4	167 N	70	21,3	116	57
P 5	174 A	70	21,3	116	58,7
P 6	176 N	70	21,4	116	59,4
K	Šárka	70	21,1	116	55,3
celkový průměr 2008					56,54
průměr A					57,55
průměr N					56,35

Poznámka: A – pšenice s žitnou translokací 1B/1R

N – pšenice bez žitné translokace 1B/1R

Tabulka č. 15: Vliv translokace na průměrnou konečnou hmotnost

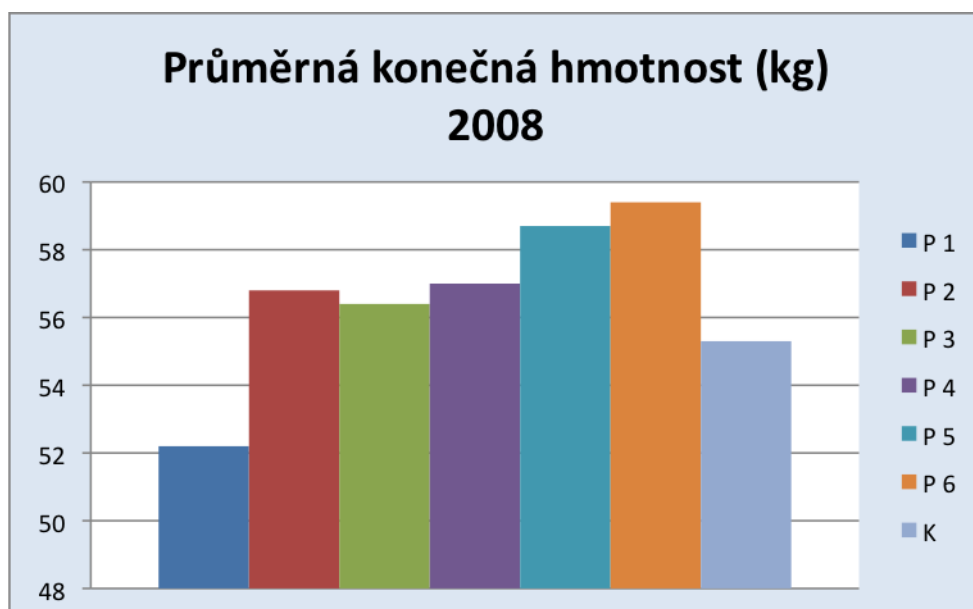
2008			
index průměrné konečné hmotnosti (%)			
translokace	ANO	NE	KONTROLA
index (%)	104,1	101,9	100
	100	97,9	96,1
	102,1	100	98,1

Poznámka: ANO – přítomnost žitné translokace 1B/1R

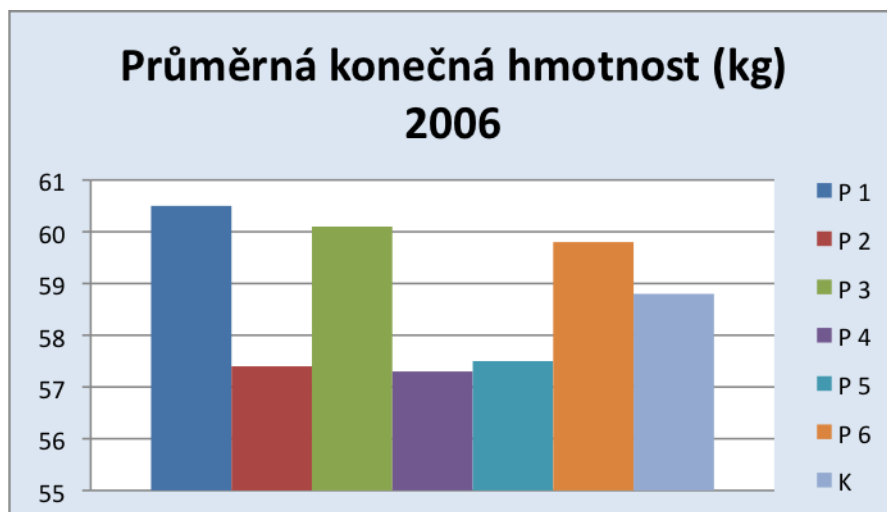
NE – absence žitné translokace 1B/1R

KONTROLA – kontrolní odrůda Šárka

Graf č. 5: Průměrná konečná živá hmotnost



Graf č. 6: Průměrná konečná hmotnost 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)



5.4 Přírůstek živé hmotnosti

Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti je jedním z důležitých ukazatelů intenzity růstu a výkrmu. Přírůstek byl sledován individuálně a byl vyhodnocen za celou skupinu. Vyhodnocené údaje jsou prezentovány formou tabulek č. 16, č. 17, grafu č. 7 a statistickým vyhodnocením průměrů denních přírůstků tabulka č. 18.

Průměrné denní přírůstky ve skupinách zvířat, krmných směsmi na bázi pšeníc sklizených v roce 2008, byly relativně vyrovnané. Průměrné denní přírůstky u prasat krmných pšenicemi ze sklizně 2006 více kolísaly, ale přesto dosáhly vyšších hodnot než v roce 2008. Mohlo to být způsobeno rozdílným obsahem dusíkatých látek v jednotlivých ročnících, jak vyplývá z údajů v roční zprávě (Stehno a Kodeš, 2006).

Prasata, která byla krmena krmnými směsmi obsahující protein z pšeníc s translokací 1B/1R dosahovala o 4 % vyššího průměrného denního přírůstu, než skupina prasat, kterým byly předkládány krmné směsi obsahující protein z pšenice bez translokace 1B/1R. Průměrný denní přírůstek zjištěný u prasat krmných krmnými směsmi s proteinem z pšeníc z translokací 1B/1R byl vyšší o 7,5 % (viz. tabulka č. 17) v porovnání s průměrným denním

přírůstkem prasat, která byla krmena krmnou směsí s proteinem kontrolní odrůdy Šárka. Také průměrný denní přírůstek u skupiny prasat krmných krmnými směsmi s proteinem z pšenice bez translokace 1B/1R dosahoval o 3,5 % vyšších hodnot než u skupiny prasat, která byla krmena krmnou směsí s obsahem proteinu kontrolní odrůdy Šárka. Nejmenší průměrný denní přírůstek byl získán u pšenice 144 N = 685 g, která obsahovala 142,9 g Nx6,25 (resp. 130,3 g Nx5,7), ale její index esenciálních aminokyselin byl pouze 56,82 % z čeho je možno usuzovat, že měla nízkou kvalitu bílkovin. Pšenice 176 N s nízkým obsahem dusíkatých látek 122,7 g Nx6,25 (resp. 111,9 g Nx5,7) a obsahem lysinu 2,71 % a methioninu 2,13 % v proteinu dosáhla průměrného denního přírůstku 826 g. Z toho vyplývá, že tato pšenice 176 N podle bílkovinného produkčního indexu (PER – 2,399) obsahovala vysoce kvalitní bílkoviny. Stejněho průměrného denního přírůstku bylo dosaženo u pšenice 157 A a 146 N. U krmné směsi s obsahem proteinu z pšenice 157 A byla vyšší konverze krmiva, než u krmné směsi s pšenicí 146 N. Tato rozdílná konverze mohla být způsobena kvalitou bílkovin měřenou indexem esenciálních aminokyselin (EAAI), který je u pšenice 157 A – 59,89 % a u pšenice 146 N – 70,45 %. Svaz chovatelů prasat (2008) uvádí ve šlechtitelském cíli pro rok 2010 průměrné denní přírůstky u plemene Bílé ušlechtilé a Landrase 1250 g a u plemene Pietrain 1000 g. Šimeček, Zeman, Heger (2000) uvádějí, průměrné denní přírůstky u rostoucích prasat masného typu ve výkrmu 820 g.

Tabulka č. 16: Průměrný denní přírůstek

2008				
Skupina	Pšenice	n	Délka výkrmu (dny)	průměrný denní přírůstek (g)
P 1	144 N	10	46	685±15,30
P 2	146 N	10	46	785±6,80
P 3	157 A	10	46	785±10,97
P 4	167 N	10	46	776±10,77
P 5	174 A	10	46	813±16,90
P 6	176 N	10	46	826±10,25
K	Šárka	10	46	743±14,42
celkový průměr				773,29
průměr A				799
průměr N				768

Poznámka: A – pšenice s žitnou translokací 1B/1R

N – pšenice bez žitné translokace 1B/1R

Tabulka č. 17: Index průměrného denního přírůstku

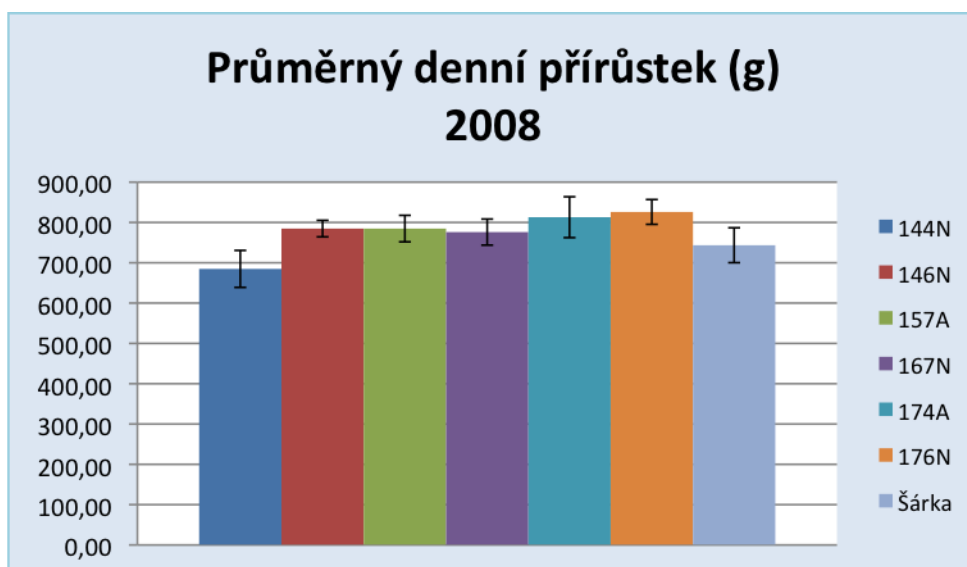
2008			
index průměrného denního přírůstku (%)			
translokace	ANO	NE	KONTROLA
index (%)	107,5	103,5	100
	100	96,1	93
	104	100	96,7

Poznámka: ANO – přítomnost žitné translokace 1B/1R

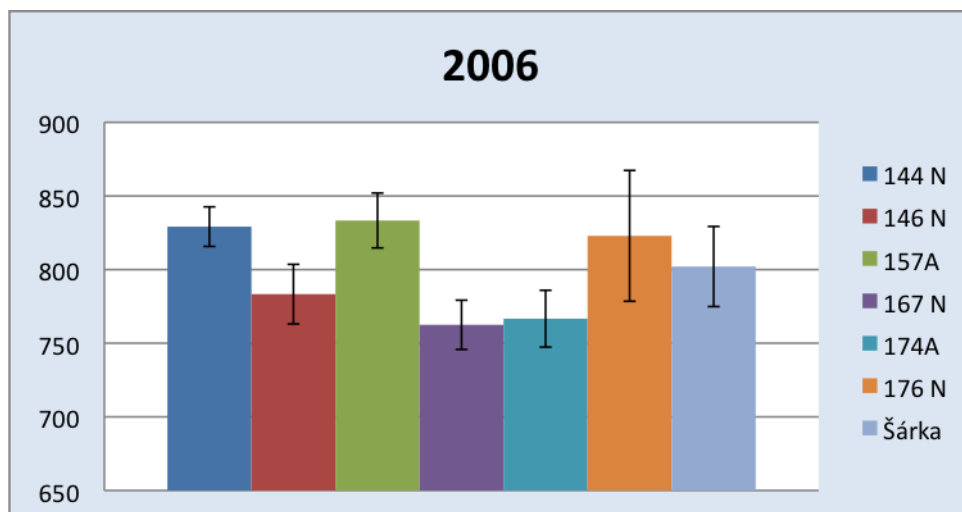
NE – absence žitné translokace 1B/1R

KONTROLA – kontrolní odrůda Šárka

Graf č. 7: Průměrný denní přírůstek



Graf č. 8: Průměrný denní přírůstek v roce 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)



Tabulka č. 18: Statistické vyhodnocení průměrů denních přírůstků

		skupina	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
		pšenice	144N	146N	157A	167N	174A	176N	Šárka
skupina	pšenice	průměr	684,78	784,78	784,78	776,09	813,04	826,09	743,48
P 1	144N	684,78		0,000138	0,000138	0,000196	0,000131	0,000131	0,026244
P 2	146N	784,78	0,000138		1,000000	0,998991	0,693363	0,253899	0,253899
P 3	157A	784,78	0,000138	1,000000		0,998991	0,693363	0,253899	0,253899
P 4	167N	776,09	0,000196	0,998991	0,998991		0,382789	0,091404	0,535610
P 5	174A	813,04	0,000131	0,693363	0,693363	0,382789		0,990173	0,004353
P 6	176N	826,09	0,000131	0,253899	0,253899	0,091404	0,990173		0,000482
K	Šárka	743,48	0,026244	0,253899	0,253899	0,535610	0,004353	0,000482	

Poznámka: $P \leq 0,01$, $P < 0,05$

		skupina	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
		pšenice	144N	146N	157A	167N	174A	176N	Šárka
skupina		průměr	684,78	784,78	784,78	776,09	813,04	826,09	743,48
P 1	144N	684,78		**	**	**	**	**	*
P 2	146N	784,78	**						
P 3	157A	784,78	**						

P 4	167N	776,09	**						
P 5	174A	813,04	**						**
P 6	176N	826,09	**						**
K	Šárka	743,48	*				**	**	

Poznámka: $P \leq 0,01$, $P \leq 0,05$

Z tabulky č. 13 je patrné, že statisticky významný rozdíl průměrných denních přírůstků je u pšenice 144 N v porovnání s pšenicemi 146 N, 157 A, 167 N, 174 A, 176 N velmi významný, a v porovnání s odrůdou Šárka je statistický rozdíl významný. Rozdíl je statisticky velmi významný v porovnání průměrných denních přírůstků pšenic 174 A, 176 N s přírůstkem odrůdy Šárka. Statisticky významný rozdíl znamená, že rozdíl v jednotlivých přírůstcích je způsoben pšenicí a ne náhodnými vlivy.

5.5 Spotřeba krmiva

Ukazatel „Spotřeba krmiva“ je kritériem přitažlivosti krmiva pro zvířata a efektivností využití krmiva a jeho složek. Je to ukazatel důležitý jak pro výrobce krmných směsí, tak pro jejich odběratele. Spotřeba krmiva byla v průběhu pokusu zaznamenávána, nespotřebované zbytky byly odvažovány a od celkové spotřeby odečteny.

Tento ukazatel byl průběžně sledován a vyhodnocen jako:

- celková spotřeba krmiva (tabulky č. 19, č. 20, graf č. 9)
- celková spotřeba krmiva na kus (tabulky č 19, č. 20, graf č. 11)
- celková spotřeba na kus a den (tabulky č. 21, č. 22, graf č. 12)

Celková spotřeba krmiva je prezentována v tabulce č. 19 společně s celkovou spotřebou krmiva na kus.

Spotřeba směsí s pšenice s translokací byla v roce 2008 o 17 % vyšší v porovnání se spotřebou směsí s pšenice s translokací v roce 2006. Naopak příjem směsí s pšenice bez translokace 1B/1R byl shodný, jak v roce 2008 tak i v roce 2006.

Jak je patrné z indexového porovnání v tabulce č. 20 pšenice s žitnou translokací 1B/1R 157 a 174 byly ve směsích prasaty přijímány o 14 % více než směsi s pšenice bez translokace 1B/1R. Z toho vyplývá, že prasatům více chutnaly směsi s translokací 1B/1R. Směsi s proteinem z pšenice s translokací 1B/1R byly prasaty přijímány, podle indexového porovnání o 7 % více než směsi s proteinem kontrolní odrůdy Šárka. Naopak směsi s proteinem z pšenice bez translokace 1B/1R byly v porovnání se směsmi s proteinem kontrolní odrůdy Šárka přijímány o 6 % méně. Porovnáním indexů (tabulka č. 19) směsi s proteinem pšenice 146 N se směsí obsahující protein kontrolní odrůdy Šárka, byla prasaty přijímána o 12 % méně směs s proteinem pšenice 146 N. Směs obsahující protein z pšenice 157 A byla prasaty přijímána o 10 % více než směs s proteinem kontrolní odrůdy Šárka.

Tabulka č. 19: Celková spotřeba krmiva

2008							
skupina	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
pšenice	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	Šárka
n	10	10	10	10	10	10	10
délka výkrmu (dny)	46	46	46	46	46	46	46
celková spotřeba krmiva (kg)	842	805	1000	910	945	875	911
celk. spotřeba krmiva na kus (kg)	84,2	80,5	100	91	94,5	87,5	91,1
index porovnání (kontrola = 100 %)	92	88	110	100	104	96	100

Tabulka 20: Vliv translokace na příjem krmných směsí

2008
index příjmu krmných směsí (%)

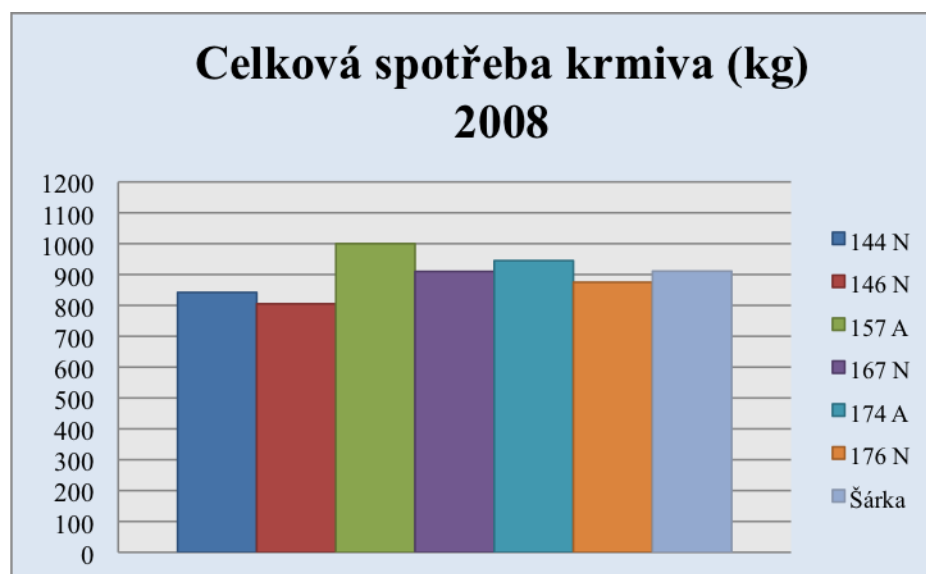
translokace	ANO	NE	KONTROLA
	107	94	100
index (%)	100	88	93
	114	100	106

Poznámka: ANO – přítomnost žitné translokace 1B/1R

NE – absence žitné translokace 1B/1R

KONTROLA – kontrolní odrůda Šárka

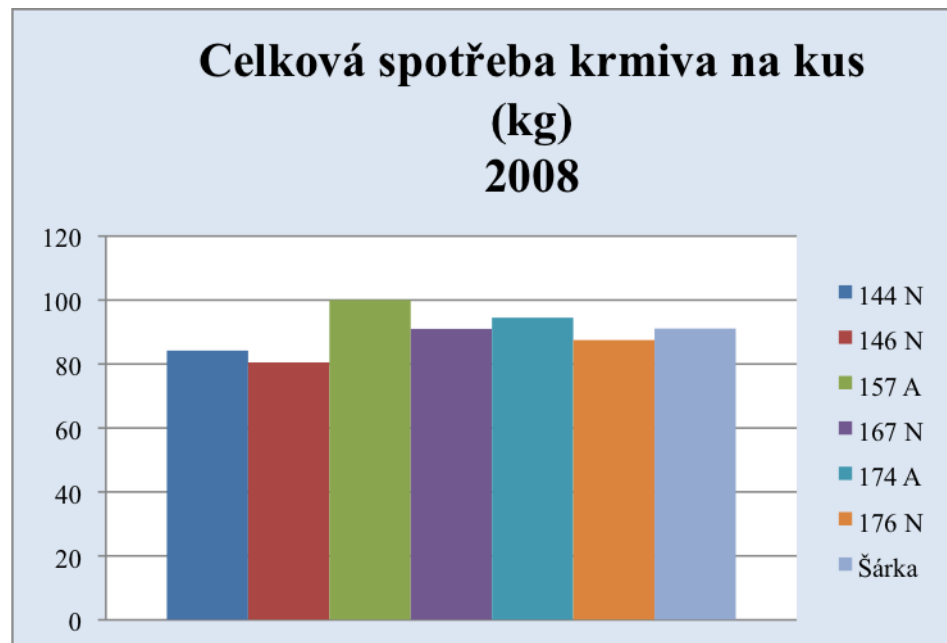
Graf č. 9: Celková spotřeba krmiva



Graf č. 10: Celková spotřeba krmiva 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)



Graf č. 11: Celková spotřeba na kus



Hodnoty celkové spotřeby krmiva na kus jsou shodné s výsledky v předešlém grafu č. 3 – celková spotřeba krmiva, liší se jen ve výpočtu na jednotlivé kusy prasat.

Porovnáním příjmu směsí s proteinem pšeníc s translokací 1B/1R se směsí s proteinem pšeníc bez translokace 1B/1R je patrné, že byla o 13,1 % méně přijímána směs s pšenicí bez translokace 1B/1R. Z tabulky č. x vyplývá, že směs s proteinem pšeníc s translokací 1B/1R byla prasaty přijímána o 6,6 % ve vztahu ke směsi s proteinem kontrolní odrůdy Šárka. Naopak směs s proteinem pšeníc bez translokace 1B/1R byla prasaty přijímána méně oproti směsi s proteinem kontrolní odrůdy Šárka. Prasata krmena směsí s pšenicí 146 N měla nízký příjem této směsi v porovnání se směsí obsahující kontrolní odrůdu Šárka. Směs s pšenicí 167 N měla shodný příjem prasaty ve srovnání se směsí s kontrolní odrůdou Šárka. Jak uvádějí autoři Šimeček, Zeman, Heger (2000), denní spotřeba směsi ve výkrmu u masného typu prasat dosahuje 2,060 kg.

Tabulka č. 21: Spotřeba krmiva na kus a den

2008

Skupina	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	Šárka
N	10	10	10	10	10	10	10
délka výkrmu (dny)	46	46	46	46	46	46	46
spotřeba krmiva ks/den (kg)	1,83	1,75	2,17	1,98	2,05	1,90	1,98
index spotřeby krmiva na kus a den (%)	100	95,6	118,6	108,2	112	103,8	108,2
	104,6	100	124	113,1	117,1	108,6	113,1
	84,3	80,6	100	91,2	94,5	87,6	91,2
	92,4	88,4	109,6	100	103,5	95,9	100
	89,3	85,4	105,8	96,6	100	92,7	96,6
	96,3	92,1	114,2	104,2	107,9	100	104,2
	92,4	88,4	109,6	100	103,5	95,9	100

Tabulka č. 22: Index spotřeby krmiva ks/den

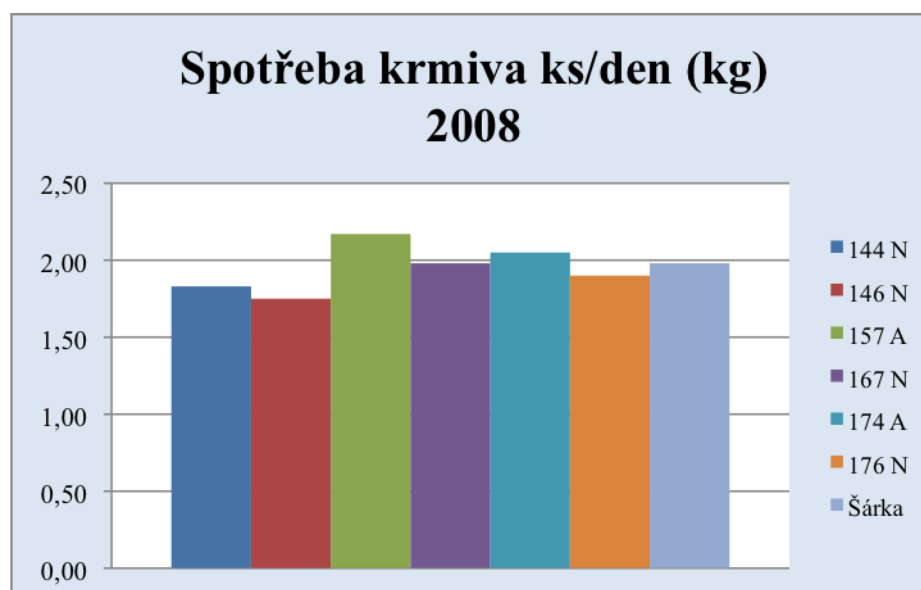
2008			
index spotřeby krmiva ks/den (%)			
translokace	ANO	NE	KONTROLA
index (%)	106,6	94,2	100
	100	88,4	93,8
	113,1	100	106,2

Poznámka: ANO – přítomnost žitné translokace 1B/1R

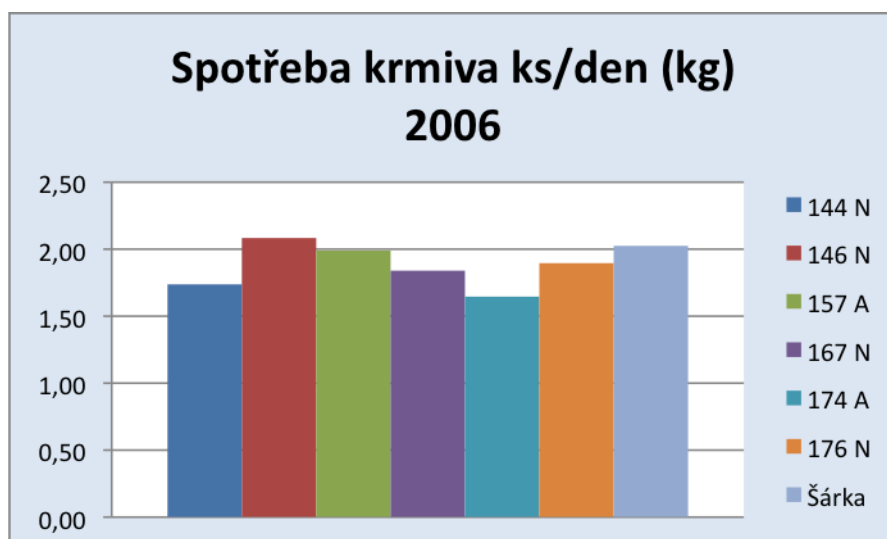
NE – absence žitné translokace 1B/1R

KONTROLA – kontrolní odrůda Šárka

Graf č. 12: Spotřeba krmiva na kus a den



Graf č. 13: Spotřeba krmiva na kus a den 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)



5.6 Konverze krmiva

Konverze krmiva ukazuje, kolik kilogramů krmiva potřebovala prasata na 1 kg přírůstku.

Směsi obsahující pšenice ze sklizně 2008 měly vyšší konverzi v porovnání se směsmi obsahující pšenice ze sklizně 2006. Směsi s pšenicemi s translokací 1B/1R ze sklizně 2008 měly o 11 % vyšší konverzi oproti směsím s translokací 1B/1R ze sklizně 2006. Směsi, které obsahovaly pšenice bez translokace 1B/1R ze sklizně 2008 měly také vyšší konverzi než směsi s pšenicemi bez translokace 1B/1R ze sklizně 2006.

U směsi obsahující pšenici s translokací 1B/1R byla zjištěna o 8,6 % vyšší konverze v porovnání se směsmi, které obsahovaly pšenice bez translokace 1B/1R. Směsi s pšenicemi s translokací dosahovaly vyšší konverze oproti směsi s kontrolní odrůdou Šárka. Naopak

směsi s pšenice bez translokace 1B/1R měli o 6,5 % nižší konverzi než směs s kontrolní odrůdou Šárka

Spotřeba krmiva na 1 kilogram přírůstku například u pšenice s žitnou translokací 157 činila 2,77 kg a její průměrný denní přírůstek byl 785 g. Ale u pšenice bez žitné translokace 146 bylo zjištěno, že na stejný průměrný denní přírůstek 785 g stačilo 2,23 kg krmiva. Rozdílná konverze byla ovlivněna kvalitou bílkovin, měřená indexem esenciálních aminokyselin (EAAI), který byl u 157 A – 59,89 % a u 146 N – 70,45 %. Pšenice 146 N obsahovala více lysinu (2,56 %) a methioninu (2,06 %) v proteinu, než pšenice 157 A (lysin – 2,04 % a methionin 2,01 %) v proteinu.

Konverze zjištěné u pšenice 146 N, 167 N, 174 A, 176 N vyhovují šlechtitelskému cíli pro plemena Bílé ušlechtilé (do 2,6 kg) a Landrase (2,6 kg). Konverze u linie 144 N a u kontrolní odrůdy Šárka odpovídá šlechtitelskému cíli pro plemeno Pietrain do 2,7 kg (Svaz chovatelů prasat, 2008).

Tabulka č. 23: Konverze krmiva

2008							
skupina	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	Šárka
n	10	10	10	10	10	10	10
délka výkrmu (dny)	46	46	46	46	46	46	46
konverze krmiva (kg)	2,67	2,23	2,77	2,55	2,53	2,30	2,61
index konverze krmiva (%)	102,3	85,4	106,1	97,7	96,9	88,1	100

Tabulka č. 24: Vliv translokace na konverzi krmiva

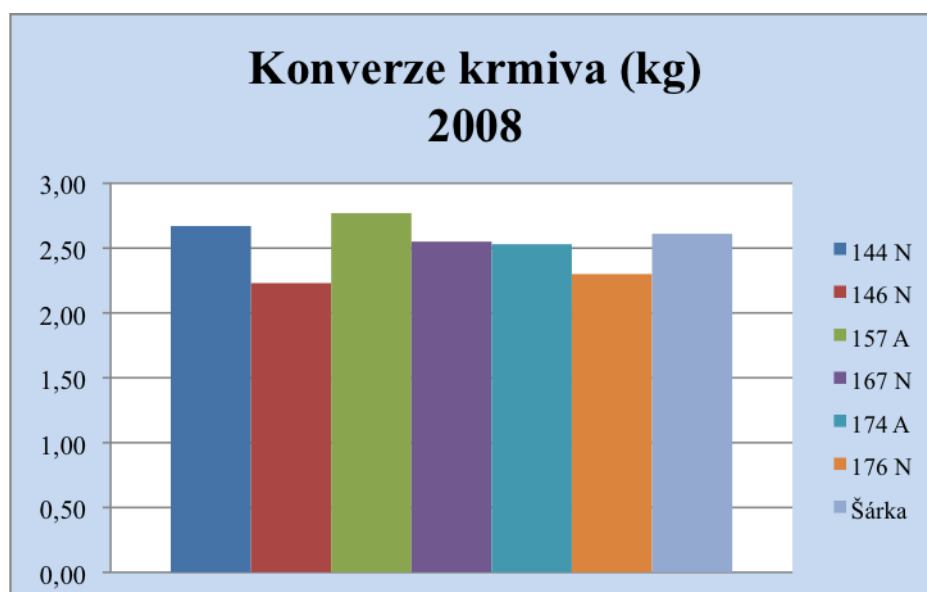
2008			
index vlivu translokace na konverzi krmiva (%)			
translokace	ANO	NE	KONTROLA
kg krmiva/kg přírůstku (průměrná hodnota)	2,65	2,44	2,61
index (%)	101,5	93,5	100
	100	92,1	98,5
	108,6	100	106,9

Poznámka: ANO – přítomnost žitné translokace 1B/1R

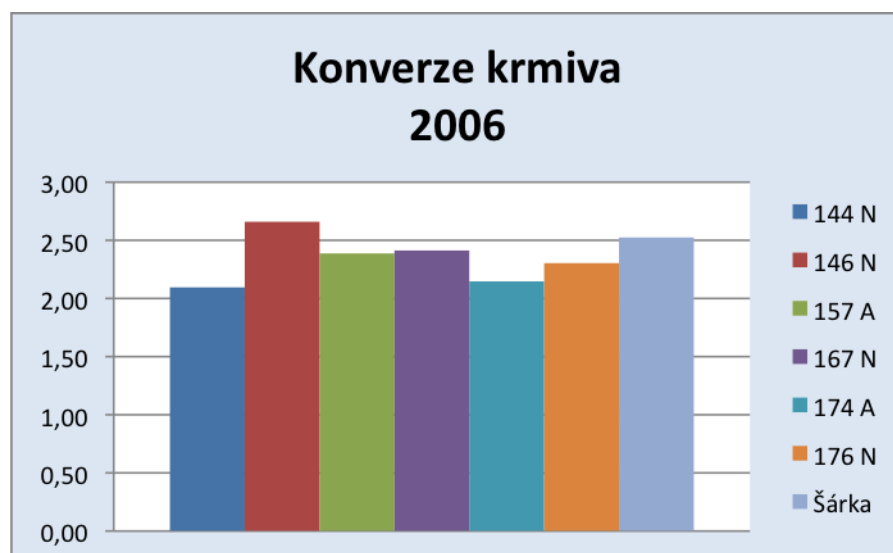
NE – absence žitné translokace 1B/1R

KONTROLA – kontrolní odrůda Šárka

Graf č. 14: Konverze krmiva



Graf č. 15: Konverze krmiva 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)



5.7 Bílkovinný produkční poměr – PER

Tento bílkovinný produkční index vyjadřuje kvalitu bílkovin (dusíkatých látek) tím, že vyjadřuje jakousi produkční účinnost dusíkaté složky krmiv. Je vypočten z přírůstků hmotnosti zvířete, připadající na jednotku přijaté bílkoviny krmiva.

Pšenice ze sklizně 2006 měly vyšší kvalitu bílkovin, která byla hodnocena bílkovinným produkčním poměrem (PER), než pšenice ze sklizně 2008. Pšenice 146 N ze sklizně 2006 dosahovala nízké kvality bílkovin její PER (bílkovinný produkční poměr) byl vypočten na hodnotu 1,89 (PER index 86,3 %), naopak v roce 2008 dosahovala hodnoty PER = 2,487 (PER index 124,7 %). Pšenice 144 N měla v roce 2006 vysokou kvalitu bílkovin (PER index 131,3 %), ve sledovaném roce 2008 měla vypočten bílkovinný produkční poměr PER index 83,1 %. Přesto obsahovala velké množství dusíkatých látek $N \times 5,7 - 130,3$ g, které podle bílkovinného poměru vyjadřovaly nízkou kvalitu.

Pšenice s translokací 1B/1R měly o 9 % nižší hodnotu bílkovinného produkčního poměru (PER) než pšenice bez translokace 1B/1R. V porovnání s kontrolní odrůdou Šárka měly pšenice s translokací 1B/1R nepatrně vyšší hodnotu PER indexu Pšenice bez translokace 1B/1R měly až o necelých 10 % vyšší kvalitu bílkovin, podle indexu PER v porovnání s kontrolní odrůdou Šárka. U pšenice 176 N byl zjištěn o 15,7 % vyšší bílkovinný produkční poměr oproti kontrolní odrůdě Šárka.

Prugar a Hraška (1986) uvádějí hodnotu PER pro pšenici 55 %, pro kasein 100. Hučko a kol. (2008) zjistili vyšší hodnoty PER u pšenic s žitnou translokací (PER = 2,29) než bez žitné translokace (2,18). Kodeš a kol. (2008) v jiném pokusu získali hodnoty PER linií pšenic s žitnou translokací A – 1,17 a u linií bez žitné translokace N – také 1,17. U odrůdy Šárka – 1,31 a u Nely – 1,12. Uvádějí, že tyto výsledky indexu PER, který ukazuje produkční účinnost pšeničného zrna, neukázaly rozdíly, které by podpořily předpoklady dané zastoupením kvalitnější bílkoviny, respektive zastoupení lysinu pro dokonalejší ukládání proteinu v těle.

Tabulka č. 25: PER – bílkovinný produkční poměr

2008							
skupina	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	K
	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	Šárka
n	10	10	10	10	10	10	10
délka výkrmu (dny)	46	46	46	46	46	46	46
PER	2,067	2,487	1,994	2,167	2,187	2,399	2,074
PER index (%)	83,1	124,7	92	99,1	91,2	115,7	100
	86,2	103,7	83,1	90,3	91,2	100	86,4
	94,5	113,7	91,2	99,1	100	109,7	94,8
	95,4	114,8	92	100	100,9	110,7	95,7
	103,7	124,7	100	108,7	109,7	120,3	104
	83,1	100	80,2	87,1	87,9	96,5	83,4
	100	120,3	96,5	104,8	105,8	116,1	100,3

Tabulka č. 26: Vliv translokace na hodnotu PER

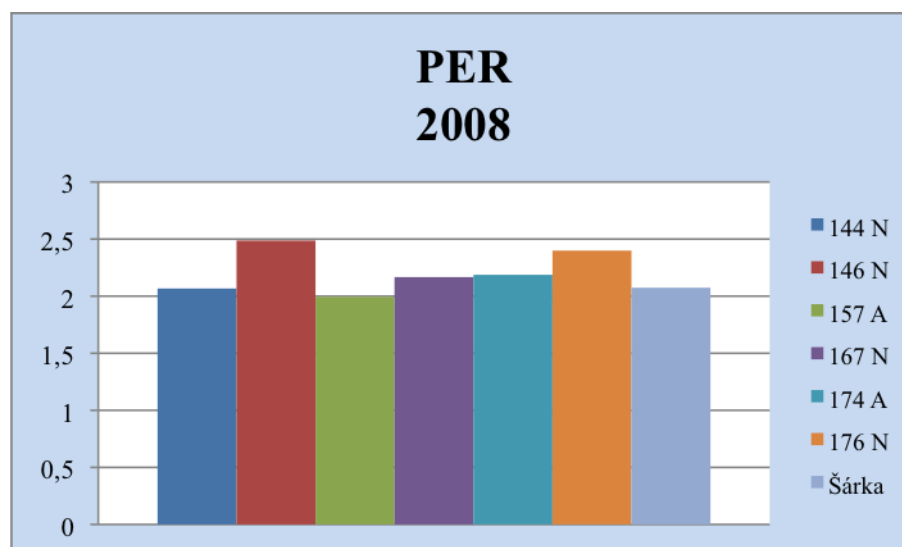
2008			
index vlivu translokace na PER (%)			
translokace	ANO	NE	KONTROLA
hodnota PER (průměrná hodnota)	2,091	2,28	2,074
index (%)	100,8	109,9	100
	100	109	99,2
	91,7	100	91

Poznámka: ANO – přítomnost žitné translokace 1B/1R

NE – absence žitné translokace 1B/1R

KONTROLA – kontrolní odrůda Šárka

Graf č. 16: PER



Tabulka č. 27: PER index u pšenice ze sklizně 2006 (Stehno a Kodeš, 2007)

2006							
pšenice	144 N	146 N	157 A	167 N	174 A	176 N	Šárka
PER index	131,3	86,3	104,3	87,3	107,7	108,3	100

6 Závěr

Provedený pokus si kladl za cíl ověřit laboratorně a s využitím biologické testace na vykrmovaných prasatech rozdíly v nutriční hodnotě proteinu zrna vybraných vzorků pšenice seté. Vzorky pšenice pocházely z konvenčního systému hospodaření. Celkem bylo do pokusu zařazeno 7 vzorků zrna pšenice. Jednalo se o 6 novošlechtěných linií, lišících se přítomností či nepřítomností žitné 1B/1R translokace, a 1 kontrolní odrůdy Šárka. Biologická testace byla uspořádána formou sedmiskupinového srovnávacího krmného pokusu, ve kterém byla prasata krmena krmnými směsmi TESTA obsahující shodný podíl proteinu – 40 % sledovaných pšenic. Pokus probíhal v souladu s běžně přijatými usancemi, platnými pro biologické zkoušení krmiv při plném respektování související legislativy.

V zrně pšenice s translokací 1B/1R byl zjištěn vyšší obsah dusíkatých látek, tuku, vlákniny, popelovin v porovnání se zrnem pšenice bez translokace 1B/1R. Byla celkově v pšeničném proteinu nejvyšší koncentrace aminokyseliny leucinu a nejnižší koncentrace aminokyseliny metioninu.

Živá hmotnost u prasat, která byla krmena směsmi s proteinem pšenic s translokací 1B/1R byla o 2,1 % vyšší než živá hmotnost u prasat krmených směsmi s proteinem pšenic bez translokace 1B/1R. Průměrný denní přírůstek u prasat krmených směsmi s proteinem pšenic s translokací 1B/1R byl o 4 % vyšší v porovnání s přírůstkem u prasat, která byla krmena krmnými směsmi s proteinem pšenic bez translokace 1B/1R. Prasata přijímala o 14 % lépe směsi s pšenicemi s translokací 1B/1R než směsi s pšenicemi bez translokace 1B/1R. Prasata, která byla krmena směsmi obsahující pšenice s translokací 1B/1R měla vyšší konverzi oproti skupině prasat krmených směsmi s pšenicemi bez translokace 1B/1R. Bílkovinný produkční poměr (PER) byl u pšenice bez translokace 1B/1R o 9 % vyšší než u pšenice s translokací 1B/1R.

Z výše uvedeného vyplývá, že pšenice s translokací 1B/1R dosahovaly lepších výsledků než pšenice bez translokace 1B/1R. A proto je třeba šlechtit krmnou pšenici respektive krmné obiloviny s výbornou kvalitou dusíkatých látek a nízkým zastoupením nerozpustných bílkovinných frakcí a antinutričních látek.

7 Seznam literatury

Alterová, L. 2008 Prudký výkyv cen surovin. Krmivářství, ročník 9, č. 6. 25 – 26,

Best, P. 2008 World feed panorama: growth areas in global feed production. Feed International. January/February. Dostupné z <<http://fi-digital.com/fi/200801>>

Bobková, L., Hromádko, M. 2004. Krmná jakost pšenice a tritikale. Farmář, ročník 10, č. 9. 12 – 14,

- Čermák, B. 2001. Kvalita a výživná hodnota krmné pšenice, tritikale a žita. Krmivářství, 5 (3), s. 15 - 17
- Čermák, B. 2002a. Kvalita a výživná hodnota krmné pšenice, tritikale a žita, Krmivářství, 6 (4), s. 9,
- Čermák, B. 2002b. Kvalita a výživná hodnota krmné pšenice, tritikale a žita – pokračování. Krmivářství 6 (5), s. 10 – 12,
- Hájek, J, Adam, L., Cipra, P., Čeřovský, J., Čítek, V., Jelínek, T., Králík, Z., Krátky, F., Novák, I., Pavlík, J., Smolák, M., Steinhauser, L., Tobišková, J., Vicenová M. 1992. Prasata v drobném chovu a na farmách, nakladatelství APROS, Praha, 256 s.
- Hučko, B., Kodeš, A., Mudřík, Z., Dvořáček, V., Stehno, Z., Plachý, V. 2008. Potenciální rozdíly kvality proteinu stanovené chemickými a biologickými metodami. Proteiny 2008 sborník příspěvků V. ročníku mezinárodní konference, Univerzita Tomáše Bati, Zlín
- Jambor, V., Veselý, Z. 1992. Krmíme zdravě a ekonomicky, Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha, 1. vyd.144 s.
- Kacerovská, L., Kodeš, A. 2004. Živinové složení zrna obilnin, Farmář 10 (9), 17 – 18,
- Kacerovský, O. a kol. 1990. Zkoušení a posuzování krmiv, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1. vyd. 216 s.
- Kodeš, A., Hučko, B., Mudřík, Z., Plachý V. 2008. Vliv žitné translokace na kvalitu proteinu zrna pšenice seté. Proteiny 2008 sborník příspěvků V. ročníku mezinárodní konference, Univerzita Tomáše Bati, Zlín
- Kodeš, A., Hučko, B., Stehno, Z., Dvořáček, V., Plachý, V., Mudřík, Z. 2008. Vliv přítomnosti žitné translokace u pšenice na její nutriční hodnotu, Biotechnology 2008, Jihočeská univerzita, České Budějovice
- 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. Kábrtovy dietetické dny sborník konference s mezinárodní účastí, Brno, 188-194 s.
- Kodeš, A., Stehlíková, K. 2001. Limity využití krmných obilovin, Krmivářství 5 (3), 14 – 16,

Konvalina, P., Dotlačil, L., Moudrý, J. 2007. Staré a krajové odrůdy jarních pšenice s vysokým obsahem proteinu v znu. Ekologické zemědělství sborník konference, Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 209 - 211

Mateo, R., Hwang, S., Dae, R., Chu, P. 2008. Multi – enzymes can maximize swine diet nutrients. 2008. Feed International. January/February. Dostupné z <<http://fi-digital.com/fi/200801>>

Mládek, Boudný. 2008. Situace na trhu obilovin a vliv na ekonomiku chovu prasat. Krmivářství 12 (1) s. 5 – 9

Moore, S. M., Stalder, K. J., Beitz, D. C., Stahl, C. H., Fithian, W. A., Bregendahl, K. 2008. The correlation of chemical and physical kernel trans with growth performance and carcass characteristics in pigs. J Anim Sci, 2008, 86, p. 592 – 601

Mudřík, Z., Stehlíková, K., Hučko, B., Kodeš, A. 2003. Do jaké míry ovlivní produkční účinnost krmné pšenice rok a oblast pěstování, Výživa hospodářských zvířat 2003: 23. 5. 2003, Agronomická fakulta - Mendelova zemědělská univerzita v Brně, Brno: Agronomická fakulta – Mendelova zemědělská univerzita v Brně, s. 137 - 139

Němec, Z., Petr, J. 1996. Kvalita krmného obilí. Úroda 44 (5), s. 6 - 9

Nortey, T. N., Patience, J. F., Simmins, P. H., Trottier, N. L., Zijlstra, R. T. 2007. Effects of individual or combined xylanase and phytase supplementation on energy, amino acid, and phosphorus digestibility and growth performance of grower pigs fed wheat – based diets containing wheat millrun. J Anim Sci, 2007, 85, p. 1432 – 1443

Paulová, J. 2002. Krmná hodnota pšenice. Krmivářství, 6 (6), 38 – 39

Pražák, Č. 2005. Plemenné standardy a chovné cíle pro plemena prasat v plemenné knize Dostupné z <<http://www.schpcm.cz/slechtění/metodiky/standard.pdf>>

Prugar, J., Hraška, Š. 1986. Kvalita pšenice. Bratislava: Příroda, 1. vyd. 224 s.

Situační a výhledová zpráva obiloviny, prosinec 2007, Ministerstvo zemědělství Česká republika

Stehno, Z., Kodeš, A. 2007. Specifikace vlastností a znaků zrna pšenice seté a jejich vazeb ke krmné jakosti se zaměřením na efektivitu výživy monogastrů, Redakčně upravená roční zpráva 2006, Ruzyně, 37 s.

Šimeček, K., Zeman, L., Heger, J. 2000. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 3 přepracované vydání, 124 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 15 (2), 25 - 31

Woengo, 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. J Anim Sci, 2008, 86, p. 848 - 857

Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelinka, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press s. r. o., Praha, 1. vyd.

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

Anonym [online]. 4. července 2008 [cit. 2009-23-02]. Dostupné z <http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/tab/7900312026>

Anonym [online]. 14. července 2007 [cit. 2009-23-02]. Dostupné z < <http://old.mendelu.cz/~agro/af/picniny1/obrazky/psenice.jpg>>