

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů  
Katedra speciální zootechniky



Vliv přídavku lněného semena na kvalitu vepřového masa

**Diplomová práce**

Autor práce: Tereza Valášková

Vedoucí práce: Doc. Ing. Roman Stupka, CSc.

2012

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv přídatku lněného semena na kvalitu vepřového masa vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne

.....

## **Poděkování:**

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi po dobu psaní diplomové práce pomáhali a byli mi oporou. Děkuji Doc. Ing. Romanovi Stupkovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce, mnoho cenných rad a čas, který mi věnoval. Dále mé poděkování patří Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za vedení a pomoc v laboratoři.

## Souhrn:

Cílem této práce bylo posoudit vliv přídatku lněného semínka na chemické složení masa při výkrmu prasat. Sledované znaky byly rozděleny do skupin s vlivem a bez vlivu na pohlaví. Byl sledován vliv přídatku lněného semínka na ukazatele výkrmnosti, kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty, základní ukazatelé rozboru masa, fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty a zastoupení nasycených a nenasycených mastných kyselin.

Testace prasat byla realizována v testační stanici v Ploskově u Lán. Do pokusu bylo zařazeno celkem 40 kusů jatečných prasat (vyrovnaného pohlaví, vepřik/prasnička) finální hybridní kombinace (ČBU x ČL) x BO průměrném věku 69 dní od narození a celkové průměrné živé hmotnosti 28,7 kg. Naskladnění a ustájení prasat bylo provedeno po dvojicích podle jednotné metodiky platné pro testaci domácích a zahraničních programů v chovu prasat v podmínkách České republiky.

U posouzení vlivu přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé výkrmnosti bez ohledu na pohlaví v pokusné skupině oproti kontrolní skupině nebyly dosaženy statisticky průkazné rozdíly u porážkové živé hmotnosti a průměrného denního přírůstku. Vysoce statisticky průkazný rozdíl byl shledán u konverze krmiva.

U vlivu přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé výkrmnosti s ohledem na pohlaví vyplývá, že na dosažené hodnoty u živé hmotnosti prasat a průměrného denního přírůstku neměl statisticky průkazný vliv přídatku lněného semínka v krmné směsi ani vliv pohlaví. Přídatku lněného semínka zvýšil konverzi krmiva.

Přídatku lněného semínka neměl statisticky průkazný vliv na vybrané kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty bez a s ohledem na pohlaví.

U vlivu přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa z výsledků vyplývá, že zkrmování lněného semínka přidávaného do krmných směsí prasatům neovlivnilo sledované hodnoty.

Vliv přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa s ohledem na pohlaví byl statisticky průkazný u interakce vlivu výživy a pohlaví u popelovin, vody a sušiny.

U zjišťovaných fyzikálních ukazatelů jatečné hodnoty bez ohledu na pohlaví byla průkazná textura masa. Ostatní rozdíly sledovaných fyzikálních ukazatelů nebyly statisticky průkazné.

Vliv přídatku lněného semínka na vybrané fyzikální ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na pohlaví neovlivnilo sledované hodnoty až na hodnotu pH.

Průkazný vliv přídatku lněného semínka do krmné směsi byl sledován zejména u profilu mastných kyselin, kdy bylo zaznamenáno, že lněné semínko svou přítomností snížilo procento u kyseliny palmitové, dále u kyseliny palmitoolejové, margarové, a dále u C 17:1-10c, olejové,  $\gamma$ -linolenové, eikosenové, arachidonové a naopak u mastných kyselin linolové,  $\alpha$ -linolenové, eikosapentaenové a heneikosanové se podíl zvýšil.

Všechny tyto vyjmenované kyseliny patří z hlediska lidské výživy k velice důležitým. Jedná se o mastné, tedy esenciální kyseliny a mají významný vliv pro syntézu prostaglandinů a dalších biologicky aktivních látek. Zařazení lněného semínka významně ( $P < 0,001$ ) snížilo procento MUFA a zvýšilo podíl PUFA (n-3).

**Klíčová slova:** lněné semínko, prase, jatečná hodnota, výkrmnost, mastné kyseliny

## Summary:

The aim of this study was to assess the influence of linseed addition and its quantity in the course of pig fattening on a chemical composition of pork. The studied features were separated into the groups with and without the influence on the animal sex. The further structuring of the groups was performed according to the fattening, the quantitative characteristics of the carcass value, the primary indicators of meat analysis, the physical indicators of the carcass value and the content of saturated and non-saturated fatty acids.

The meatiness of pigs was carried out in the testimonial station at Ploskov u Lán. Forty individuals of the slaughter pigs (of balanced sex ratio – hog/sow) were evaluated in the study. The slaughter pigs were, in average, 69 days old and demonstrated 28.7 kg of total net weight. Their final hybrid combination was (ČBU x ČL) x BO. Storage and housing of pigs was carried out in pairs according to the standard methodology of pig meatiness used both in local and foreign programs of pig breeding under the condition of The Czech Republic.

In case of consideration of the influence of flax seed addition on selected indicators of fattening apart from sex of animals in the testing group in comparison to the control group have not been found statistically significant differences in the live body weight and the average daily growth. Highly statistically significant difference was found in case of feeding conversion.

The influence of the addition of flax seed on selected indicators of fattening in connection to sex was not statistically significant in live weight of pigs and was not connected to sex of animals. Addition of flax seed increased conversion of feeding.

Addition of flax seed did not have statistical influence on selected quantitative indicators of slaughter values without connection to sex of animals.

The testing of influence of addition of flax seed on selected basic meat indicators results in the negative influence on tested values.

The influence of the addition of flax seed on selected indicators of basic meat was statistically significant in case of interaction of the nutrition and the sex of animals in ash, water and dry matter.

In the tested physical indicators of slaughter values not connected to sex was significant in the meat texture. Other differences in tested physical indicators were not significant.

The influence of the addition of flax seed to feeding was found namely in a profile of fatty acids, where the flax seed decreased the amount of palmitic acid, palmitoleic acid, marganic acid and C 17:1-10c, oleic,  $\gamma$ -linolenic, eicosenoic, arachidonic acids. On contrary the amount of fatty acids linolic,  $\alpha$ - linolenic, eicosapentaneic and heneicosaneicic acids were not increased.

All these mentioned acids are wery important from the point of a human nutrition. These fatty acids are essential acids and are very important for the synthesis of prostaglandins and other biologicaly active agens. Addition of flax seed decreased significantly ( $P < 0,001$ ) the amount of MUFA and increased the percentage of PUFA (n-3).

Key words : linseed addition, pig, carcass value, fattening, fatty acids

# Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Literární rešerše.....	12
2.1.	Jatečná hodnota.....	12
2.1.1.	Znaky jatečné hodnoty.....	12
2.1.2.	Kvantitativní znaky masa.....	14
2.1.3.	Kvalitativní znaky masa.....	15
2.1.3.1.	Vady masa.....	18
2.1.3.1.1.	PSE.....	18
2.1.3.1.2.	DFD.....	19
2.2.	Faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa.....	20
2.2.1.	Vnitřní faktory.....	20
2.2.2.	Vnější faktory.....	22
2.3.	Výživa a krmení prasat.....	24
2.3.1.	Technologie krmení.....	25
2.3.2.	Základní živiny v mase.....	26
2.3.3.	Krmiva vhodná pro prasata.....	30
2.4.	Lněné semínko.....	31
2.5.	Lipidy.....	33
2.5.1.	Biologický význam lipidů.....	33
2.5.2.	Definice a klasifikace.....	33
2.5.3.	Požadavky na buněčné lipidy.....	34
2.5.4.	Vlastnosti a funkce fosfolipidů.....	35
2.5.5.	Prostaglandiny.....	35
2.6.	Mastné kyseliny.....	37
2.6.1.	Klasifikace mastných kyselin.....	37
2.6.2.	Struktura a vlastnosti nasycených a nenasycených mastných kyselin.....	39



2.6.3.	Esenciální mastné kyseliny.....	40
2.6.4.	Metabolismus omega mastných kyselin.....	40
2.6.5.	Omega-3 a omega-6 mastné kyseliny.....	41
3.	Vědecká hypotéza a cíl práce.....	42
4.	Materiál a metodika.....	43
5.	Výsledky a diskuze.....	48
5.1.	Vliv přídavku lněného semínka na znaky výkrmnosti.....	48
5.2.	Vliv přídavku lněného semínka na kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty	52
5.3.	Vliv přídavku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa.....	56
5.4.	Vliv přídavku lněného semínka na fyzikální ukazatele jatečné hodnoty....	58
5.5.	Vliv přídavku lněného semínka na vybrané nasycené a nenasycené mastné kyseliny.....	63
6.	Závěr.....	70
7.	Seznam zkratk.....	72
8.	Použitá literatura.....	74

# 1. Úvod

V České republice lze současnou situaci v chovu prasat charakterizovat poklesem celkových stavů prasat v důsledku zvýšení konkurenčního tlaku po vstupu do EU a v roce 2008 také zvýšení nákladů na chov prasat. Na růstu nákladů se podílelo především zvýšení cen obilovin, ale i sóji v roce 2007, které tvoří podstatnou složku krmných směsí. Pokles stavů prasat nastal především v důsledku zvýšení dovozu vepřového masa po zavedení velmi liberálního prostředí zahraničního obchodu na základě uzavřených mezinárodních smluv v posledním desetiletí. Odbourávání obchodních bariér umožnilo zvýšení konkurence. Na záporném finančním saldu se podílí především rozdíl v hmotnostním objemu dovozu a vývozu vepřového masa, ale také skutečnost, že zboží vyvážené z České republiky je zboží s nižším podílem přidané hodnoty, než je tomu u dováženého zboží. Vliv na snížení celkových stavů prasat mělo i snížení spotřeby masa, zlepšení reprodukčních ukazatelů a parametrů výkrmnosti a jatečné hodnoty prasat díky zintenzivnění plemenářské práce.

Chov prasat v České republice patří přesto mezi největší a nejvýkonnější odvětví živočišné výroby. Vepřové maso je u nás jednou z nejoblíbenějších potravin. Jeho jakost, jemnost svalových vláken, podíl vazivové tkáně, obsah tuku, barva apod. záleží na plemeni, pohlaví, zdravotním stavu, věku, způsobu chovu, ale také na výběru krmiv a intenzitě výživy. Základním problémem v dané oblasti je přesnost stanovení a přesnost vykrytí nutričních potřeb zvířat. Potřeba základních živin, specificky účinných látek a energie se totiž nepřetržitě mění v závislosti na fázi výkrmu či odchovu. Vysokou užitkovost prasat není možné zabezpečit pouze výživou, bez zajištění dobrého zdravotního stavu zvířat a odpovídající úrovně ostatních, vnitřních a vnějších vlivů. Úroveň užitkovosti prasat je ovlivňována četnými faktory, z nichž výživa, její kvalitativní a kvantitativní stránka, sehrává významnou úlohu.

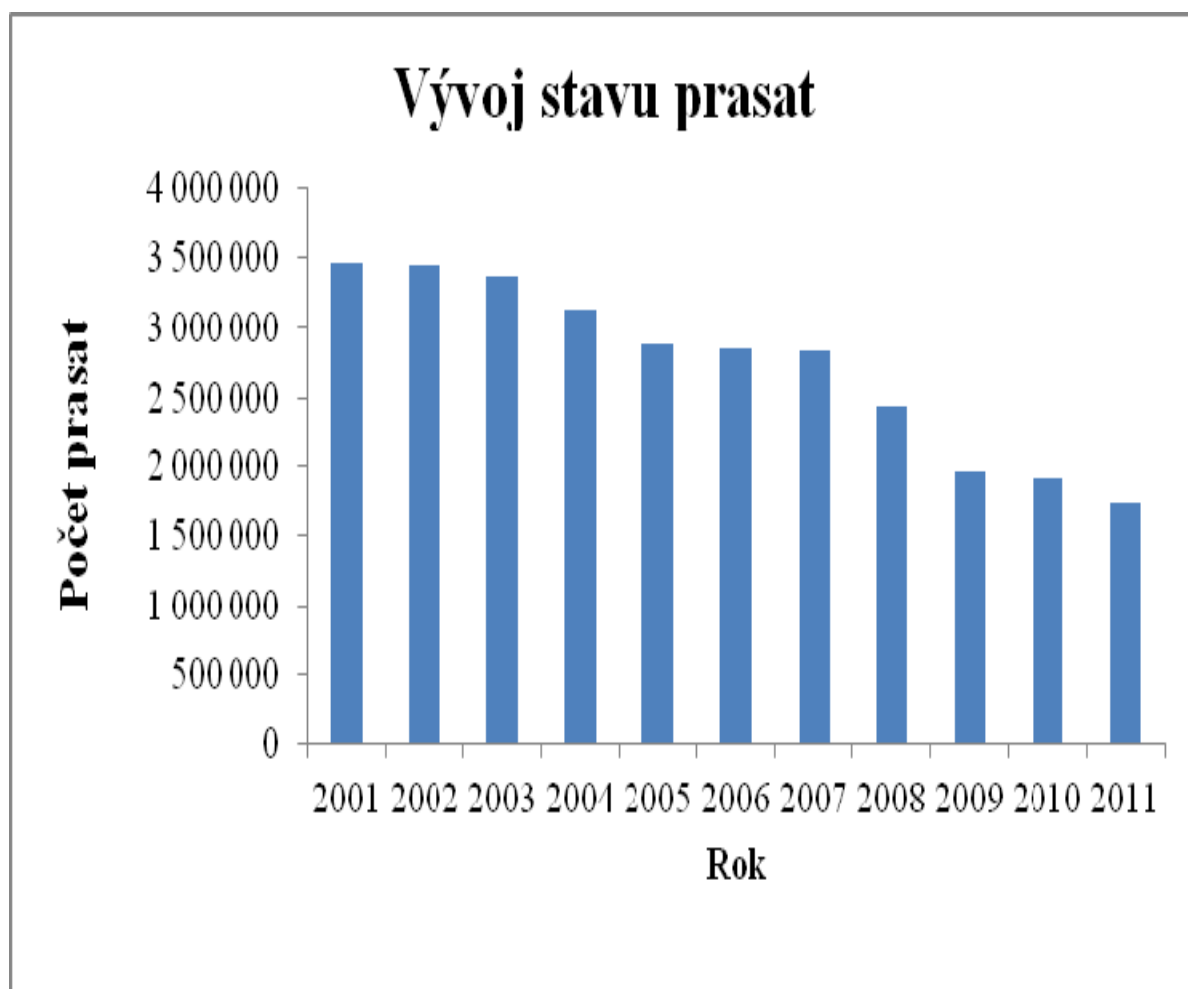
Prvotní význam chovu prasat spočívá v zajištění suroviny pro spotřebitele. Konzumace vepřového masa jako zdroje živočišné bílkoviny pro lidskou výživu je tradičně v ČR v porovnání s ostatními druhy mas nejvyšší (téměř 51 % z celkové spotřeby masa činí v České republice vepřové maso). Z celospolečenského pohledu je neméně důležitý fakt, že chov prasat je mimořádně významný z hlediska zajištění odbytu produkce rostlinné výroby.

Prasata spotřebovávají tradičně více než 40 % v České republice vyrobených krmných směsí a v nich obsažený téměř 1 milion tun obilovin vyprodukovaných (téměř výhradně)

v České republice. Současné požadavky spotřebitelů na konzumaci hlavně libového masa vyvolávají u výrobců nezbytnost produkovat masa s vysokou schopností růstu svalové tkáně s nízkým obsahem tuku při optimální konverzi krmiva.

Vepřové maso bývá často označováno jako potravina s vysokým obsahem tuku, a ze zdravotního hlediska proto nepříliš vhodná ke konzumaci. Avšak libová svalovina obsahuje málo tuku a významné esenciální mastné kyseliny. Tuk v konvečním vepřovém mase obsahuje pouze malé množství polynenasycených mastných kyselin (PUFA). Zásadní vliv na profil mastných kyselin v mase a tuku jatečných prasat mají tuky obsažené v krmivu.

Graf č.1. – Vývoj stavu prasat v ČR od roku 2001 do roku 2011



(Anonym 1).

## **2. Literární rešerše**

### **2.1. Jatečná hodnota**

S výkrmností velmi úzce souvisí jatečná hodnota. Tu musí soustavně sledovat nejen šlechtitelé, kteří usměrňují zušlechťovací proces v chovu prasat, ale i výrobci jatečných prasat, tj. zemědělské závody a zvláště spotřebitelé a zpracovatelský průmysl (Kníže et al., 1978).

Jatečná hodnota představuje množství a jakost produktů, které se získávají zpracováním jatečných zvířat po porážce ve zpracovatelském průmyslu. Má rozhodující význam při hodnocení jatečných zvířat vykupovaných a dodávaných na jatka a je vodítkem pro hodnocení úspěšnosti šlechtitelské práce na úseku chovu prasat. Jatečná hodnota spolu s kvalitou masa patří mezi základní vlastnosti, jež rozhodují ve značné míře o ceně produktu a konzumaci. Důležitá je proto znalost faktorů, které přispívají k jatečné hodnotě a kvalitě masa (Stupka et al., 2009).

Jatečná hodnota je souhrnný pojem, který vyjadřuje kvantitativní a kvalitativní hodnotu poraženého zvířete. Jatečná hodnota prasat se posuzuje nejen podle výtěžnosti, nýbrž i podle vzájemného poměru jednotlivých jatečných partií s přihlédnutím ke zmasilosti a ztučňlosti, tj. k vývinu a jakosti svalstva (masa) a tuku, jejich rozložení, podílu vnitřností, síle a podílu kostry, kůže aj (Hovorka et al., 1983). Jatečná hodnota a kvalita masa jsou fundamentálními vlastnostmi, protože rozhodují ve značné míře o ceně produktu a konzumaci (Jakubec et al., 2002).

#### **2.1.1. Znaky jatečné hodnoty**

Znaky jatečné hodnoty charakterizujeme jako komplex kvalitativních a kvantitativních znaků poraženého zvířete. Mezi kvantitativní znaky patří porážková hmotnost, jatečná výtěžnost, podíl jednotlivých částí jatečného těla, podíl svaloviny, tukové tkáně, kostí. Mezi kvantitativní znaky patří chemické složení, pH, barva, mramorování, vaznost, obsah jednotlivých aminokyselin aj (Steinhauser et al., 1995).

Jatečnou hodnotu určují v podstatě tyto ukazatelé:

- jatečná výtěžnost
- podíl masitých, tučných a méněcenných částí
- kvalita jednotlivých partií (Hovorka et al., 1983).

Snaha výrobců prasat vyhovět požadavkům zpracovatelů a konečných spotřebitelů na libová jatečná těla a masné výrobky se projevila v realizaci selekčních programů, vedoucích k vyšlechtění masných typů prasat s vysokým podílem libového masa. Další úsilí je v současné době zaměřeno na zvýšení intenzity růstu a vysokou schopností přírůstku libové tkáně při optimální konverzi krmiva (Stupka et al., 2009).

Jatečná hodnota představuje hodnotu vyjádřenou:

- podílem svaloviny v jatečném těle v %
- hmotností a podílem hlavních masitých částí, tj. krkovičky, pečeně, plece a kýty v % z hmotnosti jatečné půlky prasete
- plochou příčného řezu nejdelšího zádového svalu (MLLT) v mm<sup>2</sup>
- průměrnou výškou hřbetního tuku v mm (Stupka et al., 2009).

Posouzení a stanovení jatečné hodnoty prasat je nutno brát hlediska vlastností vyjadřujících její:

- kvantitativní stránku zahrnující:
  - jatečnou výtěžnost
  - jatečné zpracování prasete
  - kvalitu jatečně upraveného trupu
  - podíl tkání jatečného trupu
  - zmasilost, vývin kosterního svalstva
  - jadrnost
  - lačnost
- kvalitativní stránku zahrnující:
  - jakost masa
    - vaznost masa
    - barvu

- sílu svalových vláken
- mramorování
- křehkost
- šťavnatost
- chuť a vůni
- jakost tuku
  - barvu
  - konzistenci
  - chuť a vůni
- barvu kostí (Stupka et al., 2009).

### 2.1.2. Kvantitativní znaky masa

Kvantitativní znaky jatečné hodnoty jsou:

- podíl převážně masitých částí
- podíl převážně tučných částí
- podíl méněcenných částí (Hovorka et al., 1983).

K převážně masitým částem řadíme krkovičku, kotletu, plec bez nožky a kýtu bez nožky. Převážně tučné části jsou hřbetní sádlo a plst'. U těžších prasat řadíme k převážně tučným částem i bůček. K méněcenným částem se počítají hlava a nožičky. Při podrobnějším jatečném rozboru se ještě hodnotí poměr masa k tuku, popřípadě poměr masa ke kostře (Hovorka et al., 1983).

#### Jatečná výtěžnost

Je obecně vyjádřena jako podíl hmotnosti jatečně upraveného těla z porážkové hmotnosti před porážkou. U prasat se jí rozumí poměr hmotnosti jatečně upraveného těla k porážkové živé hmotnosti. U současně chovaných prasat v závislosti na hmotnosti dosahuje hodnot 78 – 85%. S narůstající hmotností jatečná výtěžnost roste (Stupka et al., 2009).

## Porážková hmotnost

Představuje živou hmotnost zvířete před porážkou, která se snižuje o srážku na nakrmenost. Jatečná prasata se před porážkou většinou neváží, porážková hmotnost se odvodí přepočtovým koeficientem z hmotnosti jatečně upraveného těla. Při uplatnění definice jatečného těla podle EU vykazuje uvedený koeficient hodnotu 1,26 jestliže se vychází z hmotnosti za studena dosahuje přepočtový koeficient výše 1,285 (Stupka et al., 2009).

## Hmotnost jatečně upraveného těla

Představují dvě k sobě náležející půlky s hlavou a kůží, bez štětín, bez výkrojů očních a ušních, bez mozku, míchy, jazyka, bránice, bráničního pilíře, ledvin, plsti, pohlavních orgánů, špárků, orgánů dutiny hrudní, břišní a pánevní vyňatých i s přirostlým tukem. Stanovuje se vážením v teplém stavu po ukončení porážky a veterinární prohlídky, nejpozději do 45 minut *post mortem* (Stupka et al., 2009).

## Jatečné zpracování prasat

Jatečné zpracování probíhá na porážkové lince a představuje:

- předporážkovou manipulaci s prasaty se sprchovacím boxem a hnací uličkou
- omráčení a zavěšení na svislý elevátor
- vykrvení ve vykrvovacím žlabu
- paření v pařící vaně, odštětínování, dočištění, zavěšení, případně je možné provést kruponování
- vykolení a následné sprchování
- půlení s následnou konečnou úpravou zahrnující vážení půlek
- veterinární prohlídka masa
- zpeněžení
- chlazení (Stupka et al., 2009).

### **2.1.3. Kvalitativní znaky masa**

Vysoké požadavky na maso jako surovinu ukazující na to, že se na trhu požaduje nejen více masa, ale že to musí být i maso vysoce kvalitní. Kvalitativní požadavky se liší

podle různých hledisek. Jiné požadavky jsou na maso pro přímý konzum, jiné požadavky má potravinářská chemie, zpracovatelský průmysl, gastronomie, fyziologie výživy, hygiena apod.

Vedle jatečné hodnoty, která přihlíží k hodnotě poraženého zvířete, je třeba sledovat fyzikální ukazatele kvality.

Z hlediska kvalitativních znaků masa jsou nejvýznamnější:

- barva
- šťavnatost
- jemnost
- chuť a vůně

Při realizaci hybridizačních programů a při produkci finálních hybridů má sledování těchto znaků kvality stále stoupající význam (Hovorka et al., 1983).

### Barva

Barva je velmi nápadný znak, podle kterého (mimo jiných) posuzuje spotřebitel kvalitu masa a masných výrobků. Souvisí s dalšími jakostními znaky a mnohdy pomůže technologovi jednoduše hodnotiteli technologické postupy. Je dána především obsahem a stavem hemových barviv (Pipek et al., 1998). Oxidací na ploše řezu vzniká oxyhemoglobin a oxymyoglobin, které jsou světlejší než myoglobin. Při delším působení vzniká metamyoglobin, který způsobuje nežádoucí hnědé zbarvení. I když je barva významným kvalitativním znakem, je velmi těžké stanovit přesně určitou barvu. Po dlouhou dobu se určovala subjektivně, a to i ve stanicích pro zkoušky výkrmnosti a jatečné hodnoty. Používaly se a někde se dosud používají barevné stupnice na určení barvy. Zavedení objektivního měření barvy na podkladě fotometrie remisním fotometrem, umožňuje spolehlivé určení masa (Hovorka et al., 1983).

Intenzita a stupeň barvy je závislý na koncentraci myoglobinu, plemenné příslušnosti, stupni únavy, zdravotním stavu a věku zvířete (Pulkrábek et al., 2005). Barva masa bývá vyjadřována nejčastěji v systému CIE pomocí hodnot  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$ . Nejvýznamnější veličinou je světlost  $L^*$ , která je funkcí reflektance, tj. poměru intenzity světla odraženého ku intenzitě světla dopadajícího, u bílé barvy má hodnotu 100 % a u černé 0 %. Barevný odstín je charakterizován pomocí koeficientů  $a^*$  a  $b^*$ . Souřadnice  $a^*$  udává vztah mezi červenou a



zelenou barvou, souřadnice  $b^*$  pak mezi žlutou a modrou. V systému CIE se dnes méně užívá vyjádření pomocí dominantní vlnové délky (DWL) a sytosti či čistoty (EP), event. pomocí tzv. trichromatických koeficientů ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Objektivně se barva vyhodnocuje pomocí spektrofotometrů (pracuje se v odraženém světle) nebo videoanalýzou obrazu (VIA-video image analysis) (Pipek et al., 1998).

### Šťavnatost

Maso obsahuje zhruba 75 % vody, a proto se tomuto znaku věnuje zvláštní pozornost. Šťavnatost je podmíněna schopností poutat vodu v tkáňových buňkách a udržet ji v mase při technologickém a kuchyňském zpracování. Je to velmi důležitý znak.

Existuje řada objektivních metod ke stanovení obsahu vody. Velmi dobrou metodou je kombinovaná lis-filtrační metoda, při níž se stanoví množství kapaliny vylisované z určitého vzorku masa, a pak se změří plocha šťávy vzniklá na filtračním papíře vylisovanou tekutinou. Tato metoda se často používá ke stanovení šťavnatosti masa. Ještě přesnější hodnotou je „podíl volné vody“. Při tom se stanoví celkový obsah vody a z plochy vzniklé lisováním vzorku masa na filtračním papíře se vypočítá množství, které připadne na volnou vodu (Hovorka et al., 1983).

### Jemnost

Jemnost (tuhost, křehkost) masa je dána množstvím vaziva ve svalech. Toto množství kolísá v rozmezí 2 – 6 % a je závislé na stáří, pohlaví, výživném stavu, plemenné příslušnosti, stupni prošlechtění apod. Pro dosažení křehkosti je třeba maso nechat dostatečně dlouho uzrát, aby se uvolnila posmrtná ztuhlost (Pipek et al., 1998).

Ve vazivu se ukládá tuk. Chemickými změnami vazivových vláken se mění pevnost vaziva, a proto je maso starších zvířat tužší než maso zvířat mladých. To pravděpodobně vzniká usazováním minerálních látek.

Jemnost masa je ovlivňována též tloušťkou svalových vláken a jejich velikostí. Jemnost masa lze objektivně stanovit speciálním přístrojem, který registruje spotřebu elektrické energie potřebné ke krájení nebo mletí vzorku masa (Hovorka et al., 1983).

## Chuť a vůně

Chuť masa je dána obsahem extraktivních látek, strukturou svaloviny a obsahem tuku ve svalových vláknech. Extraktivní látky obsahují poměrně velké množství aromatických látek, které dávají masu a masným výrobkům příjemnou chuť a vůni.

Vůně masa je dána obsahem aromatických látek v mase. Vůně čerstvého masa má být přirozená, druhově specifická (Hovorka et al., 1983).

### **2.1.3.1 . Vady masa**

U zvířat vnímavých ke stresu působí vliv prostředí psychickou nebo fyzickou zátěží organismu. Jakmile je překročena únosná míra stresu, dochází k řadě hormonálně řízených reakcí, jsou uvolňovány kortikoidní hormony, adrenalin a noradrenalin, ve štítné žláze pak tyroxin. Urychluje se glykolýza, glykogen se odbourává na kyselinu mléčnou. Záleží pak na tom v jakém okamžiku tato tvorba nastane, zda až po vykrvení a kyselina mléčná zůstává ve svalu (PSE) nebo po vyplavení krví ze svalů (DFD) (Steinhauser et al., 2000) .

#### **2.1.3.1.1. PSE**

Problémem v produkci vepřového masa je značný výskyt vady PSE (pale, soft, exudative – bledé, měkké, vodnaté). Jde o jakostní vadu, ke které dochází po porážce zvířat v důsledku biochemických změn masa, což může být podmíněno také intenzivní selekcí prasat na maximální podíl bílé svaloviny v jatečné pŕlce a zvýšenou citlivostí zvířat ke stresu.

PSE maso se vyznačuje nízkou vazností vody, což je provázeno hmotnostními ztrátami při chladírenském ošetření a technologickém opracování. Ve svalstvu dochází k rychlému průběhu glykolýzy za vzniku kyseliny mléčné a k prudkému poklesu hodnoty pH směrem k izoelektrickému bodu v době, kdy je v mase ještě vysoká teplota, takže dochází k částečné denaturaci bílkovin a k vyšším ztrátám masové šťávy.

Hodnota pH 4,5 stanovená jako ukazatel pro PSE, měřená 45 minut po porážce, je považována za standardní, je však diskutabilní vzhledem k postmortálním změnám (autolýza), které zahrnují počáteční rigor mortis a vrcholí za běžných podmínek 24 – 48 hodin po porážce zvířete s následnou fází zrání masa. Zpočátku nejsou patrné náznaky zhoršení kvality, avšak

po 24 hodinách po poražení může být hodnota pH (pH<sub>2,4</sub>) velmi nízká, dostaví se špatná vaznost vody a vysoké hodnoty rozptylu světla, které ukazují na bledé maso.

PSE maso jako důsledek atypického průběhu postmortálních změn masa je méně vhodné pro kulinární úpravu, protože dochází k velkým ztrátám šťávy (Ševčíková et al., 1998).

Jakostní odchylka PSE vepřového masa je průvodním jevem intenzivního šlechtění prasat na jejich vysokou zmasilost. Šlechtěním jsou prováděny změny biologických poměrů v organismu prasat. Ty vedou ke zvýšení citlivosti vysoce zmasilých zvířat ke stresu a to je hlavní až sekundární příčinou vzniku PSE vepřového masa. Zvíře vnímavé ke stresu ovlivňuje celá řada stresorů z vnějšího prostředí. Řadíme sem negativní vlivy z přepravy a dalších předporážkových manipulací. Každé zvíře reaguje na stres rozdílně. U některého zvířete se nemusí jakostní odchylka vůbec objevit nebo se může projevat v různých svalech a v různé intenzitě.

Prevence PSE u vepřového masa je proto vedena jednak genetickými a šlechtitelskými opatřeními, jednak zmírňováním účinku až eliminací stresorů působících na jatečná prasata v předporážkovém období až do okamžiku poražení (Ingr, 1992).

#### **2.1.3.1.2. DFD**

Jedná se o další jakostní odchylku, která se však vyskytuje v rozsahu do 10%. U DFD vepřového masa na sebe neupozorňuje extrémní tmavou barvou a zvýšenou vazností, jako je tomu u DFD hovězího masa. Jeho nejzávažnější negativní vlastností je zhoršená údržnost, tedy náchylnost k rychlému kažení.

Bezprostřední příčinou vzniku DFD vepřového masa je nadměrná fyzická námaha prasat před poražením. Fyzickou zátěží se vyčerpá svalový glykogen a vzniklá kyselina mléčná je ještě před porážkou odvedena ze svalu krví. Je-li v této situaci zvíře poraženo, nemůže se svalovina obvyklým způsobem okyselit, poněvadž glykogen, jako zdroj tvorby kyseliny, již chybí (Ingr, 1992).

DFD maso má vlastnosti opačné než PSE maso, především zde dochází po smrti zvířete k velmi malému poklesu pH, proto má toto maso vysokou vaznost, tkáň je tuhá a maso působí suchým, málo šťavnatým dojmem. Barva je ve srovnání s normálním masem tmavší.

Je to způsobeno koloidním stavem bílkovin, povrch totiž málo roztahuje padající světlo a maso se proto jeví tmavší.

Vysoké pH má za následek i nedostatečný průběh zrání, maso je pak tuhé a nemá dostatečnou chuť a aroma. Vzhledem k vysoké hodnotě pH a absenci sacharidů na počátku posmrtných změn má maso DFD značně omezenou tržnost.

Vzhledem k vysoké vaznosti je však DFD maso vhodné k výrobě mělněných tepelně opracovaných výrobků. Do uvedených výrobků můžeme přidat směs masa i s masem PSE. Pro výrobu fermentovaných masných výrobků je DFD maso nevhodné, vzhledem k vysokému pH a vaznosti masa (Steinhauser et al., 2000).

## **2.2. Faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa**

### **2.2.1. Vnitřní faktory**

#### Dědičné založení

Dílčí znaky jatečné hodnoty se v průměru vyznačují vysokými hodnotami koeficientu dědivosti 0,36 – 0,80. U znaků jatečné hodnoty k projevu heterózního efektu nedochází (Stupka et al., 2009).

Majorgen RYR1, mající dominantní, respektivně recesivní alelu N, se nachází na šestém chromozomu a řadí se ke genům s pleiotropním účinkem, blízký genům řídící expresi PSE. Tento gen kontroluje zmasilost a citlivost zvířete k podmínkám prostředí. Extrémní zmasilost hlavních tělesných partií se u prasat vyskytuje zvláště u recesivních homozygotů (Wood et al., 1994).

*Post-mortem*, probíhá nejrychleji u recesivních homozygotů, a to v důsledku zvýšeného uvolňování  $Ca^{2+}$  z mitochondrií do sarkoplazmatického retikula (Cheah et al., 1994). Následně dochází k rychlému poklesu pH, který způsobí degradaci sarkoplazmatických proteinů a myofibril. Redukce proteinů schopných vázat vodu je pak následnou příčinou zvýšeného odkapu masa, zvětšeného rozptylu světla, což charakterizuje vadu PSE (Bejerholm, 1984).

Genetický vliv na kvalitu masa je jednoznačný. Průkazné rozdíly existují mezi skupinou kanců a prasnic u znaků, jako jsou barva a šťavnatost masa. Vliv plemena,

popřípadě užitkového typu, vyplývá z užitkové zralosti, ovlivněné stupněm ranosti, a tím i odlišnou schopností tvorby masa a ukládání tuku. Na jatečnou hodnotu a kvalitu masa má vliv směr šlechtění jednotlivých plemen a jejich speciální zaměření na typ masný, bekonový, raný, pozdní apod (Hovorka et al., 1983).

Prvním nezbytným předpokladem pro dosažení vysokého podílu libového masa v jatečném těle prasat je genetický potenciál. Jedním ze základních předpokladů pro dosažení požadované zmasilosti finálních hybridů je kvalita výchozích, ke křížení použitých plemen, protože dosažený podíl libového masa je výsledkem intermediální dědičnosti, což znamená, že na dosažené úrovni se z poloviny podílí matka a z poloviny otec (Stupka et al., 2009).

Při výběru plemen ke šlechtění a pro hybridizaci je nutné používat plemena, které u znaků s vysokou hertabilitou již dosáhly dobré úrovně užitkovosti. Používat plemena vykazující co největší možné rozdíly, aby při selekci ve skupinách kříženců bylo možno co nejlépe využít velké genetické variace (Stupka et al., 2009).

#### Vliv pohlaví

Vliv pohlaví, popřípadě kastrace, se projevuje na jatečné hodnotě i kvalitě masa zejména po dosažení pohlavní dospělosti. Přibližně do hmotnosti 50 – 70 kg, je vliv pohlaví nepatrný.

EU v současné době považuje chov kastrátů, z hlediska welfare, jako nevhodný, avšak z hlediska chuti masa za žádoucí. V mnohých zemích se díky realizaci prasat v systému SEUROP realizuje výkrm kanečků, což se pojí s problémem kančího pachu a zhoršením tuhosti při vaření a pečení. S pachem souvisí vyšší koncentrace skatolu a androsteronu, majících za následek abnormální vůni (Wood, 2001).

Existují však velké rozdíly ve vůni a chuti mezi kanečky různých genotypů, rovněž tak i v různých kulinářských úpravách. Ačkoliv legislativa u nás výkrm kanečků prozatím nepovoluje, předpokládá se, že se bude realizovat. Do té doby je však nutné rovněž řešit i problém odchylek ve složení některých tělesných partií kanečků, což se týká i tuku a jeho spektra mastných kyselin (Šprysl et al., 2009).

Pohlavní hormony v dospělosti působí nejen na vývin druhotných pohlavních znaků, ale i na nervovou soustavu. Tím ovlivňují temperament zvířat a zároveň do značné míry

působí na utváření jatečných produktů. Kanečci mají po dosažení pohlavní dospělosti větší podíl masitých částí než kastráti i prasničky (Hovorka et al., 1983).

### Vliv věku a hmotnosti

Je jedním z faktorů, jež ovlivňuje produkci libového masa. Věk prasat velmi úzce souvisí s dosaženou živou hmotností. Optimalizace porážkové hmotnosti významně ovlivňuje složení jatečných těl prasat. S věkem zvířat, a tedy i jejich hmotností, se složením těla, jatečného trupu a masa se nepřetržitě mění, přičemž dané změny v různých obdobích života mají nestejnou intenzitu. S nárůstem jatečné hmotnosti prasat se mění zastoupení masitých a tučných částí, a tím se mění i jatečná hodnota (Stupka et al., 2009).

S věkem zvířete se mění chemické složení; (po dosažení dospělosti) se zvyšuje ukládání tuku. U většiny zvířat se zvyšuje ukládání zásobního tuku před zimou. Této skutečnosti se využívá např. při výkrmu hus a kachen. U starších zvířat bývá vyšší obsah barviv, maso je tmavší. Chuť masa mladých zvířat je méně výrazná v důsledku nízkého obsahu extraktivních látek, kterých s věkem přibývá. Z hlediska produkce masa je nejvýhodnější porážet zvířata v tzv. jatečné zralosti (Pipek, 1998).

## **2.2.2. Vnější faktory**

### Teplota

Její optimální hodnota zajišťuje možnost manifestace růstového potenciálu prasat při optimální tvorbě svaloviny. Velký důraz je nutno klást na minimální kolísání teploty v průběhu produkčního období i v rámci jednotlivých dní (Hovorka et al., 1983).

### Světlo

Vliv světla na jatečnou hodnotu se projevil tak, že prasata vykrmovaná v bezokenních stájích měla větší podíl tuku v jatečné půlce a horší tvorbu kosterní tkáně (Hovorka et. al., 1983).

### Ustájení

Ustájení jatečných prasat ve volné stáji a masivní stáji má jen nepatrný vliv na jatečnou hodnotu. Stejně tak nebyl zjištěn vliv individuálního a skupinového ustájení na jatečnou hodnotu. Také při pozorování výkrmu prasat v roštové a normální stáji nebyly zjištěny žádné rozdíly v jatečné hodnotě. U prasat vykrmovaných v klecových bateriích a

normálních stáží se projevilo poněkud vyšší ukládání tuku, ale vyšší podíl masa se objevil u prasat v klecích (Hovorka et al., 1983).

Díky střední heritabilitě kvality masa je faktor prostředí důležitým činitelem, kterým je možné ji ovlivňovat. Významnou součástí prostředí jsou techniky a technologie ustájení, krmení, napájení a mikroklima. Prokázalo se, že celorošty v konvekčních chovech působí vhodně na kvalitu masa, neb prošlap minimalizuje hromadění výkalů, a tím i zpětnou reabsorbci metabolitů trávení kůží. Čistota zvířat je výslednicí dobrého zdraví, tak i kvality (Šprysl et al., 2009).

### Pohyb

Přichází v úvahu především ve spojení s dopravou na jatka. Prasata, u nichž je pohyb během výkrmu omezen jen na několik metrů z lože ke korytu nebo krmítku, jsou při přesunu na jatka vystavena velkému zatížení, které působí negativně, takže může vlivem této námahy docházet až k náhlému úhynu (Hovorka et al., 1983).

Při nakládání a transportu zvířat na jatka musí být dodržována pravidla welfare, což se týká nahánění zvířat, dopravních prostředků, manipulace bez agrese, doby odpočinku před porázkou, což minimalizuje stres zvířete (Steinhauser et al., 2000). Jakákoliv jiná, nevhodná manipulace je příčinou stresu, což může vést k projevu vad masa PSE či v menší míře DFD (Pérez et al., 2002).

### Výživa

Struktura krmné dávky, techniky a technologie krmení ovlivňují jatečnou hodnotu a kvalitu masa. Biologicky plnohodnotná a vyrovnaná výživa umožňuje proporcionální, biologickým zákonitostem odpovídající růst a vývin zvířete, přičemž je možno z části usměrnit tvorbu jednotlivých tělesných komponentů, ovšem jen do té míry, jak to dovoluje dědičné založení jedince. Nedostatečná výživa omezuje přirozenou produkční schopnost prasat danou genetickými předpoklady, zhoršuje jatečnou hodnotu tím, že zvyšuje podíl kostry a podíl méněcenných částí. Překračování potřeby živin vede k vyššímu ukládání tuku (Stupka et al., 2009).

Technikou krmení lze ovlivnit zmasilost, podíl IMT, a tím jemnost a šťavnatost masa, nikoliv vůni (Wood, 2001).

Pro kulinářskou kvalitu masa je sice žádoucí určitý obsah vnitrosvalového tuku a při delším výkrmu je maso tzv. vyzrálejší, ale dokud to nebude odběratelem vyžadováno a oceněno, je nutné produkovat maso. Je to paradox, na jatkách v ČR se vyžaduje co nejnižší obsah sádla, ale potom se velké množství sádla importuje, protože je potřeba při výrobě uzených výrobků (Kováč, 1989).

Chuť a skladba MK je ovlivněna množstvím intramuskulárního tuku. Nárůst mramorování zvyšuje chuť a křehkost. Ta je závislá na množství kyseliny  $\alpha$ -linolenové (18:3 n-3) v krmivu, jejíž vysoké množství obsahuje lněné semínko. Tato kyselina je prekursorem n-3 polynenasycených MK, kterých obilovin obsahují málo, avšak mnoho kyseliny linolové (18:2 n-6). Poměr n-6:n-3 PUFA je ovlivněn výživou, jejíž cílem je obsah n-3 PUFA zvýšit. Zvyšování hladin PUFA na jedné straně přináší v potravinářství méně stabilní výrobky (Oxidace tuku), horší chuť (žluklost), barvou (změna oxymyoglobinu na methmyoglobin), na druhé straně však menší výskyt kardiovaskulárních onemocnění v lidské populaci (Darling et al., 1998).

### **2.3. Výživa a krmení prasat**

Projev užitkových vlastností prasat je závislý na mnoha vnitřních a vnějších faktorech, z nichž má rozhodující význam výživa. Na jejím množství, ale především kvalitě bude záviset úroveň reprodukční a produkční užitkovosti, což zpětně ovlivňuje ekonomiku chovu prasat (Ochodnický et al., 2003).

Výživná hodnota krmiva (či krmné dávky) je vyjádřena obsahem energie, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálními, chemickými a dietetickými vlastnostmi a působením krmiva na organismus zvířete. Potřeba živin je potřebou určitých živin, chemických vazeb, které musí být v krmivu dodány, a proto vzniká i nutnost, aby krmivo bylo v těchto určitých živinách definováno. To je látková stránka výživy zvířat. Potřeba energie se skládá ze zachovné potřeby a potřeby pro produkci. Energetické hodnocení krmiv pro prasata je prováděno na bázi metabolizovatelné energie. V jednotkách ME je vyjadřována jako hodnota krmiva, tak i potřeba energie. Potřeba ME se uvádí pro všechny kategorie prasat v megajoulech (Lád, 2004).

Moderní prasata jsou svým typem potravy a nároky na kvalitu krmiv přímým konkurentem člověka. Hlavní krmiva (obiloviny a sója) a živiny (proteiny, tuky a oleje) používaná pro krmení prasat mohou s malými úpravami sloužit jako přímé zdroje v potravě



člověka. To zvyšuje požadavky na co nejmenší plýtvání jak ve zdrojích krmiv, tak i v jednotlivých živinách. Význam živin pro prasata je v některých případech jiný než u dalších druhů hospodářských zvířat. Jedná se především o aminokyseliny (resp. dusíkaté látky), energii, vápník, fosfor, železo a vitamíny aj. Předem však musíme zdůraznit, že při praktickém zabezpečování výživy a techniky krmení prasat není možné se zaměřit pouze na jednu anebo jen několik živin, ale vždy musíme mít na paměti krmnou dávku (ale i kompletní směs) jako celek a pro prasata ji sestavujeme jako komplex tak, aby vyhovovala požadavkům na přívod živin (Pulkrábek et al., 2005).

Prasata nejsou schopna pro svou výživu využít celulózu, tzn. že se „nemohou napást“. Jsme v jejich případě odkázáni na jádrná krmiva a na více či méně koncentrovaná bílkovinná krmiva. Mnohem důležitější je zde také vybalancování jednotlivých složek krmné dávky. Musíme pochopit podstatu a průběh růstu těchto hospodářských zvířat. Průběh růstu zvířete nejlépe znázorníme pomocí tzv. růstové křivky.

Růstová křivka spojuje hodnoty živé hmotnosti zvířete v jednotlivých časových intervalech (měsících). Celý průběh růstu lze dle této sigmoidní křivky rozdělit do dvou fází, z nichž první se označuje jako autoakcelerační (zrychlující se) a druhá jako autoretardační (zpomalující se). Bod zvratu (infl ex) tedy rozděluje křivku v podstatě do dvou oblouků. U prasat je tento bod zvratu přibližně při živé hmotnosti 110 kg. Proto se doporučuje vykrmovat prasata pouze do této hmotnosti. Nad 110 až 120 kg živé hmotnosti začíná být výkrm ztrátový (Kováč, 1989).

### **2.3.1. Technologie krmení**

Předně je třeba zvolit správnou technologii krmení. Při tom musíme vycházet z dostupnosti krmiv (sypké směsi, vlhká krmiva- např. pařené brambory), z kapacity stáje, tj. plánovaného počtu zvířat. Obecně volíme mezi technologií suchých krmiv (šroty, krmné směsi) a technologií vlhkých krmiv (zakládání do koryt). Dále volíme mezi ad-libitním krmením a řízenou výživou - dávkovaným krmením.

Dávkované krmení (krmné automaty) jsou pro vysoké investiční náklady použitelné pouze při vysokých koncentracích zvířat, tedy ne pro ekochovy. Krmení vlhkými krmivy je náročnější na lidskou práci. Pracnost zakládání krmiva je jeden z nejdůležitějších faktorů volby technologie krmení, ale při velmi nízkém počtu zvířat asi nebude hrát takovou roli. Musíme dbát na to, aby všechna zvířata měla bezproblémový přístup jak ke krmnému místu, tak k napájecímu místu (Kováč, 1989).

## 2.3.2. Základní živiny v mase

### Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa z nutričního i technologického hlediska (Steinhauser et al., 1995).

V čisté libové svalovině činí obsah bílkovin 18-22 % hm. Většinou jde o plnohodnotné bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Rozdělení bílkovin v mase do jednotlivých skupin vychází z jejich rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích (Pipek, 1998). Právě tato rozdílná rozpustnost bílkovin má zásadní význam pro masnou výrobu, neboť se jí využívá při vytváření struktury masných výrobků (Steinhauser et al., 1995).

Třídění bílkovin se shoduje s tříděním podle umístění v jednotlivých svalových strukturách.

Jsou to tyto tři skupiny:

- 1) bílkoviny sarkoplasmatické
- 2) bílkoviny myofibrilární
- 3) bílkoviny stromatické (Pipek, 1998).

### Sarkoplasmatické bílkoviny

Sarkoplasmatické bílkoviny jsou obsaženy převážně v sarkoplasmatu. Jsou rozpustné ve vodě nebo slabých vodných roztocích solí. Největší význam v masné technologii mají hemová barviva, a to zejména hemoglobin a myoglobin, která způsobují červené zbarvení krve a masa. Jsou složeny z bílkovinného nosiče, což je globin a barevné skupiny, která se nazývá hem, v němž je vnitřně komplexně vázán atom dvojmocného železa (Pipek, 1998).

Myoglobin je svalové barvivo, tvořené jedním peptidovým řetězcem s navázanou jednou hemovou skupinou. Hemoglobin je krevní barvivo velmi podobné myoglobinu. Nenachází se v sarkoplasmatu, ale může se ve svalu nacházet, což zpravidla bývá dáno nedostatečným vykrvením zvířete. Toto platí zejména pro maso lovné zvěře (Steinhauser et al., 1995).

### Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny jsou převažující frakcí bílkovin masa a určují rozhodujícím způsobem vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalu. Jsou zodpovědné za svalovou

kontrakci a vážou největší podíl vody v mase. Nejvýznamnější myofibrilární bílkoviny jsou myosin a aktin (Pipek, 1998).

Myosin je hlavní složkou myofibrilárních bílkovin, je obsažen v tlustých filamentech a tvoří 45 % obsahu všech svalových bílkovin. Aktin je hlavní složkou tenkých filament, jež se zasouvají do stromatu silných myofibrilárních vláken. Podíl aktinu činí 20 % myofibrilárních bílkovin (Steinhauser et al., 1995).

### Stromatické bílkoviny

Stromatické bílkoviny, neboli bílkoviny pojivových tkání, nejsou rozpustné ani ve vodě, ani v solných roztocích a jsou obsaženy ve vlákních pojivových tkání, které ve svalovině tvoří obaly svalových struktur. Mezi stromatické bílkoviny patří především kolagen, elastin, retikulin, dále se sem řadí keratiny, muciny a mukoidy. Stromatické bílkoviny bývají označovány jako neplnohodnotné, jelikož nemají všechny esenciální aminokyseliny. Zcela chybí tryptofan a jeho nedostatek se v stromatických bílkovinách kompenzuje jinými složkami stravy (např. lepek v pečivu) (Steinhauser et al., 1995).

### Kolagen

Kolagen bývá nejvíce zastoupen a podle jeho obsahu se určuje obsah všech stromatických bílkovin. Kolagen je čistě bílý, pevný a čistě pružný. Od jiných bílkovin se liší svým aminokyselinovým složením, má vysoký obsah nepolárních aminokyselin, zejména glycinu, naproti tomu neobsahuje tryptofan a cystein (Pipek, 1998).

Jeho složitá struktura má vliv i na jeho vlastnosti. Při záhřevu masa se kolagenní vlákna deformují, ohýbají a délka se zkracuje na jednu třetinu počáteční hodnoty. Zároveň s tím se kolagen stává elastickým a průzračně sklovitým (Steinhauser et al., 1995).

Teplota, kdy k tomuto jevu dochází, je ostře ohraničená, ohraničuje se jako teplota smrštění a u savců má hodnotu 60°C. Při záhřevu ve vodě kolagen silně bobtná. Po rozrušení všech příčných vazeb pak přechází na rozpustnou látku, která se nazývá želatina neboli glutin. K vytváření želatiny dochází zejména tehdy, pokud se kolagen zahřívá dlouhou dobu ve vodě při teplotě 65-90°C. Vznik želatiny má velký význam v technologii masa, jelikož je podstatou měknutí některých typů masa při tepelném opracování. Této skutečnosti se využívá jak při kulinární úpravě, tak při výrobě vařených masných výrobků (Pipek, 1998).

## Sacharidy

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy v malém množství. Zastoupen je především glykogen (Pipek, 1998).

Je důležitým energetickým zdrojem ve svalích. Během svalové práce se glykogen rozpadá anaerobně za tvorby kyseliny mléčné, nebo je aerobně odbouráván v Krebsově cyklu až na vodu a oxid uhličitý. Podobným způsobem se glykogen štěpí i během posmrtných změn. Glykogen je z technologického hlediska významný. Podle toho, kolik je ho obsaženo ve svalu v okamžiku porážky, dojde k hlubšímu či menšímu okyselení tkáně, což má význam pro údržnost i pro vaznost, a tedy i pro rozsah hmotnostních ztrát (Steinhauser et al., 1995).

U vyčerpaných zvířat s nízkým obsahem glykogenu dochází jen k malému okyselení a maso je proto málo údržné (Pipek, 1998).

V některých případech může docházet i k abnormálnímu odbourávání glykogenu, což vede ke vzniku odchylek jako jsou PSE a DFD maso. Z technologického hlediska je žádoucí, aby mělo zvíře v okamžiku porážky maximální množství glykogenu (Steinhauser et al., 1995).

## Tuky

Lipidy jsou v mase zastoupeny z největší části jako estery mastných kyselin a glycerolu (Pipek, 1998).

Tuky v mase a tukové tkáni jsou zejména triacylglyceroly vyšších mastných kyselin. Nejčastěji se zde vyskytují kyselina palmitová, stearová a olejová. V menší míře jsou zastoupeny polární lipidy (fosfolipidy), doprovodné látky a jiné (Steinhauser et al., 1995).

Rozložení tuku v těle zvířat je velmi nerovnoměrné. Velký význam pro chuť a křehkost masa má tuk intramuskulární, který je mezi buňkami rozložen ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa (Pipek, 1998).

Maso, které má vyvinuté mramorování je v řadě zemí více ceněno než maso zcela libové (Steinhauser et al., 1995).

Dalším druhem tuku ve zvířecím těle je tuk depotní, který tvoří samostatnou tukovou tkáň. Tuk má v mase význam ze sensorického hlediska, jelikož je nosičem pro řady arómových látek (Pipek, 1998).

Fosfolipidy, které tvoří jen malý podíl obsahu všech lipidů v mase, působí často jako emulgátory tuků. Při skladování se však oxidují snáze než tuky. Vedle tuků a fosfolipidů

obsahuje svalová tkáň některé doprovodné látky, jako jsou steroly, barviva a lipofilní vitamíny (Steinhauser et al., 1995).

Cholesterol je nejvýznamnějším steroidem. Působením ultrafialového záření z něj vzniká vitamin D<sub>3</sub>. Cholesterol je typický pro živočišné tkáně a jeho zvýšený příjem bývá dáván do souvislosti s výskytem chorob krevního oběhu (Pipek, 1998).

Mezi lipochromy, což jsou barviva rozpustná v tucích, patří hlavně karoteny, jež jsou žlutočervené a xantofyly mající žluté zbarvení. Zejména karoteny zbarvují tuk žlutě až oranžově. Některé tuky, jako vepřové sádlo a skopový lůj, jsou však až na výjimky bílé, protože neukládají karoteny. Obsah lipochromů závisí především na složení krmiv a úrovni výživy zvířat (Steinhauser et al., 1995).

### Minerální látky

Zemanová (2001) uvádí, že minerální látky plní v živočišném organismu celou škálu funkcí, které mají úzký vztah k jejich formě a stavu. K nejdůležitějším funkcím minerálních látek v organismu patří: účast na stavbě strukturálních tkání, udržování homeostázy, vliv na udržování rovnováhy celulárních membrán, aktivace biochemických reakcí působením na enzymatické systémy, přímý nebo nepřímý vliv na funkci endokrinních žláz a působení na symbiotickou mikroflóru gastrointestinálního traktu.

Podle Veselého (1984) o důležitosti minerálních látek v krmné dávce hospodářských zvířat svědčí skutečnost, že často i zdánlivě nepatrné poruchy rovnováhy těchto látek způsobují pokles užitkovosti a zdravotní poruchy.

Kudrna et al. (1998) uvádí, že minerální látky jsou nezbytné pro růst, vývin, udržení fyziologické rovnováhy a dobrého zdravotního stavu zvířat. Deficit minerálních látek v krmné dávce zvířat se nemusí projevit zřetelnými příznaky onemocnění, nýbrž často probíhá za příznaků subklinických. U samic se snižuje laktace, projevují se poruchy v reprodukci, mláďata se rodí málo životná a v malém počtu, dosahuje se nízkých denních přírůstků hmotnosti a je snížena odolnost zvířat vůči infekci. V těle zvířat slouží minerální látky jako katalyzátor v procesu látkové výměny, nebo k vyrovnání osmotického tlaku buněk, nebo jako regulátor při procesech trávení.

## Extraktivní látky

Obsah extraktivních látek je v mase poměrně malý. Jejich název je odvozen od extrahovatelnosti vodou. Tyto látky jsou součástí enzymů, mají však i jiné specifické funkce v metabolismu. Mnohé z nich jsou produkty odbourávání. Jde o velmi nesourodou skupinu látek, které jsou důležité pro vývoj aroma a typické masové chuti. Největší význam pro chuť masa mají glykoproteiny a kyselina inosinová. Extraktivní látky vznikají v zejména v průběhu posmrtných změn. Aby došlo k těmto změnám v dostatečné míře a vytvořila se tak plná chutnost masa je potřebné nechat zrát maso dostatečně dlouho (Steinhauser et al., 1995).

### **2.3.3. Krmiva vhodná pro prasata**

#### mezi základní obiloviny patří ječmen a pšenice

Ječmen je nezbytný pro svou energetickou hodnotu a obsah vlákniny (pluch). V pšenici je důležitý obsah bílkovin i v lepku a pšeničných klíčcích. Ideální poměr ječmene a pšenice v krmné dávce je 1:1. Pšenici lze částečně nahradit žitem, popř. křížencem pšenice a žita (tritikale), ale celkový podíl žita by neměl být vyšší než 15 % (tritikale 40 %) pro obsah antinutričních látek. Celkový podíl lepkových bezpluchých obilovin (pšenice, žito) v krmné dávce by neměl být vyšší než 50 %. V trávicím traktu by se tvořilo těsto, které by zamezovalo jeho správné činnosti (Kováč, 1989).

#### téměř nejdůležitější složkou krmné dávky pro prasata jsou bílkovinná krmiva

Mezi základní plodiny s vyšším obsahem bílkovin jsou luskoviny. Nejvyšší obsah bílkovin a nejlepší aminokyselinové složení má sója. Sója má ale několik rizik. Předně se nedá pro obsah antinutričních látek krmit v syrovém stavu, musí se tepelně ošetřit. Při pěstování vyžaduje dobré klimatické podmínky. Obsahuje vysoký podíl oleje, což snižuje její skladovatelnost (nebezpečí žluknutí). U sóji, zejména importované, je vyšší riziko GMO. Sójové boby jsou pro krmení prasat příliš drahé. Cestou může být nová kanadská odrůda sóji VISION, která se dá dobře pěstovat i ve vyšších oblastech ČR a není geneticky modifikovaná, ale nutnost extruze zde zůstává a její využití je spíše pro přímé konzumní účely.

V našich podmínkách je asi nejpoužívanější hrách, řepka, event. peluška. Nemusí se extrudovat a je dobře skladovatelný. Má však horší obsah bílkovin a pro nebezpečí nadýmání zvířat má také svá omezení. Jeho podíl by neměl překročit 20 %. Zvířata s omezeným

pohybem (zejména kojící prasnice) by měla dostat hrachu méně (do 13 %). Peluška je hořká, proto při obsahu nad 10 % snižuje chutnost krmné směsi (Kováč, 1989).

Obalové části semene řepky jsou převážně tvořeny vlákninou a mají nízkou stravitelnost. Představují 26 % sacharidů nestravitelných pro monogastry (Agunbiadem et al., 1991). Řepku hodnotíme jako zdroj energie i bílkovin. Vysoký obsah tuku v řepce omezuje jeho použití do krmných dávek prasat. Považujeme ji za vysokoproteinové krmivo. Ve srovnání s jinými olejninami a extrahovanými šroty je použití ovlivněno také obsahem aminokyselin, mastných kyselin a zdánlivou stravitelností.(Hill, 1991).

## **2.4. Lněné semínko**

Lněná semínka jsou drobná, lesklá, tmavě hnědé barvy, oválného tvaru a ořechové příchuti. Obsahují řadu zdravích prospěšných látek, z nichž jsou nejdůležitější polynenasycené mastné kyseliny, vláknina a ligniny. Lněné semínko je bohaté na omega 3 mastné kyseliny, které jsou velmi významné pro výživu člověka. Olej z lněného semena obsahuje až 50% těchto esenciálních mastných kyselin, které jsou důležité pro správnou funkci buněčných membrán. Celá semena jsou poměrně stabilní a lze je skladovat delší dobu. Pro použití je však lepší je nadrtit nebo namlít, protože se tak usnadňuje vstřebávání zdravích prospěšných látek. Celá semena projdou zaživačím traktem téměř neporušena. Drcená semínka se musí rychle spotřebovat, protože díky vysokému obsahu mastných kyselin dochází k jejich žluknutí (Anonym 2).

Lněné semínko a jeho vedlejší produkty jsou bohaté na  $\alpha$ -linolenovou kyselinu (ALA) a jsou prekurzory pro kyselinu eikosapentaenovou (EPA) a kyselinu dokosaheptaenovou (DHA). Proto je vhodné jako krmivo pro prasata.

Účinek extrudovaného lněného semínka má vliv na akumulaci kyselin ALA, EPA a DHA, do tuku ve svalech a tukové tkáni. Dále ovlivňuje růst, stavbu kostry a kvalitu masa (Corina et al., 2008).

Lněné semínko má potenciál pro zvýšení ukládání EPA a DHA u prasat, ale i mladých zvířat (Enser et al., 2000).

Lněným semínkem lze krmit prasata aniž by vznikl jakýkoliv vliv na výrobky nebo jatečnou hodnotu. Experimenty pouze prokázali ovlivnění složení mastných kyselin v tkáních (Matthews et al., 2000).

Typické složení mastných kyselin v lněném semínku (Turner, 1987).

- Kyselina palmitová – 6%.
- Kyselina stearová – 2,5%.
- Kyselina arachová – 0,5%.
- Kyselina olejová – 19%.
- Kyselina linolová – 24,1%.
- Kyselina linolenová – 47,4%.
- Ostatní kyseliny – 0,2%.

Správná rovnováha n-3 a n-6 mastných kyselin v mase a mléčných výrobcích hospodářských zvířat může zvýšit příjem těchto prospěšných mastných kyselin n-3 a zlepšovat zdraví člověka. Je možné zvýšit koncentraci tím, že prasata krmíme různými zdroji potravy, která jsou bohatá na mastné kyseliny, jako je například lněné semínko.

Studie ukázaly, že krmením celého lněného semínka nemá negativní vliv na ekonomický růst a kvalitu masa. Dietní lněný olej (3%) zvyšuje hmotnostní přírůstek prasat a tukové tkáně bohaté na kyselinu linolenovou. To dává vzniku zdravějšího tuku (Neunberg et al., 2005).

Pokud bude ve stravě nižší obsah lněného semínka může dojít ke zvýšení obsahu n-6 a n-3 mastných kyselin v tkáni. To může způsobovat rychlejší oxidaci a žluknutí tuku (Riley et al., 2000).

### Lněná semínka a lněný olej

Lněný olej se extrahuje ze lněných semínek při teplotě 40 °C. Obsahuje 50-55 % omega-3 MK, 15 % omega-6 MK, 10 % omega-9 MK. Kromě vitamínu E, kyseliny listové, hořčičku, fosforu, vápníku, draslíku a železa obsahuje také lignany, což jsou fytoestrogeny a antioxidanty s protirakovinným účinkem, které snižují premenstruační příznaky, riziko



rakoviny prsu, tlustého střeva a prostaty. Semínka oproti oleji obsahují navíc vlákninu. Lněný olej zlepšuje roztažlivost cév. Je účinný při nádorech, ekzémech a podporuje imunitu. Nevýhodou lněných semínek je, že jsou po umletí nestabilní a žluknou. Proto se doporučuje konzumace nejpozději do 48 hodin po umletí (Frej, 2004).

Po přidání lněného semínka do krmné dávky prasat se zvýšil obsah kyselin v tkáních, v játrech a ledvinách vzrostla koncentrace kyseliny eikosapentaenové. DHA se zvýšila ve svalech. Celé lněné semínko nemá vliv na oxidační stabilitu masa (Matthews et al., 2000).

## **2.5. Lipidy**

### **2.5.1. Biologický význam lipidů**

Triacylglyceroly jsou ideální molekuly pro ukládání metabolické energie. To proto, že jsou silně redukováné než ostatní molekuly, například bílkoviny nebo sacharidy a mají výrazně více energie. Triglyceridy poskytují až šestkrát více energie než glykogen. Proto se tuk zdá být efektivní formou pro ukládání, je hydrofobní a neumožňuje rychlou mobilizaci fyziologických potřeb energie.

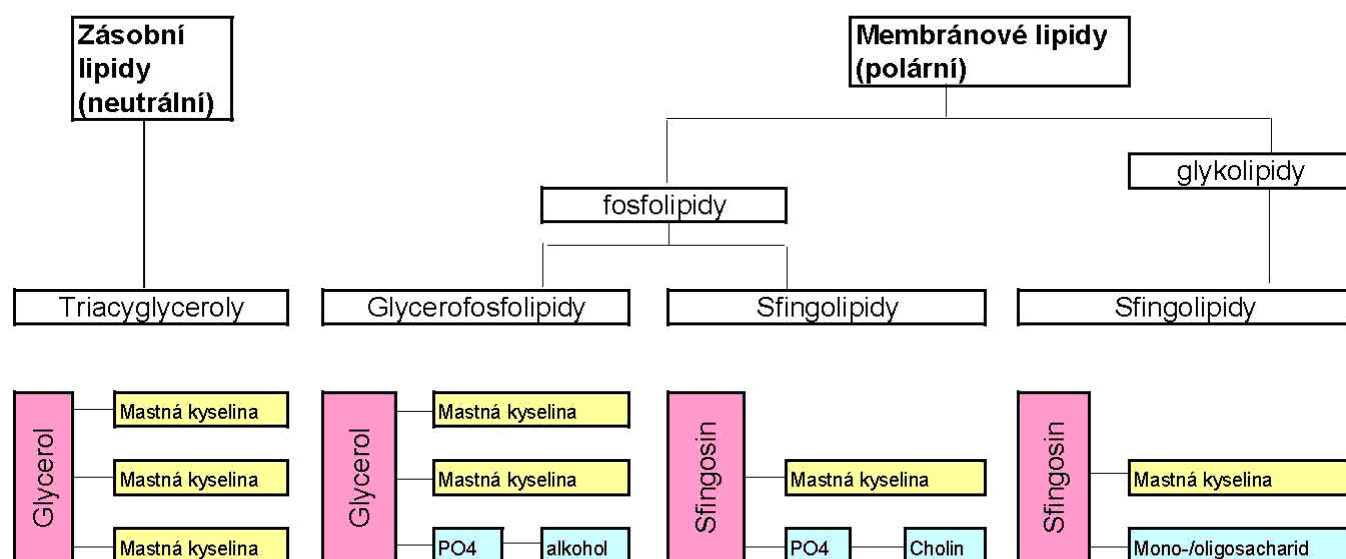
To je důvod, proč jsou tuky molekul ideální pro dlouhodobé skladování metabolické energie. Podkožní triacylglyceroly zajišťují podkožní izolaci. Tuk můžeme najít v různých formách v živých organismech. Například jako trány u mořských ryb, u velryb ve spermích nebo v rostlinách ve formě semen a plodů (Berg et al., 2007).

### **2.5.2. Definice a klasifikace**

Lipidy jsou látky biologického původu, které jsou rozpustné v organických rozpouštědlech, jako je chloroform a metanol. Tuky mohou být extrahovány z biologického materiálu organickými rozpouštědly, jako je éter, chloroform a metanol. Tuky a oleje, které jsou deriváty mastných kyselin, jsou univerzálně použitelné pro uchování energie a tepelné izolace v živých organismech (Metzler, 2001).

Fosfolipidy a steroly slouží jako stavební složky biologických membrán. Ostatní lipidy, které jsou přítomny v menším množství slouží jako kofaktory enzymů, elektronové nosiče, světlo absorbující pigmenty, hydrofobní kotvy pro bílkoviny, emulgátory, hormony a intracelulární poslové (Mathews et al., 2003).

Obr.č.1. Široká klasifikace lipidů (Murray, et al., 2006).



Tuky jsou definovány jako ve vodě nerozpustné biomolekuly. Tato definice zahrnuje mastné kyseliny, steroly, triacylglyceroly a fosfolipidy, vylučuje steroidní hormony, vitamíny rozpustné v tucích a ropné produkty. Lipidy nám slouží jako zásobárna živin a jsou součástí stavebních látek buněčných membrán (Anonym 3).

Lipidy jsou různorodou skupinou chemických sloučenin, které sdílejí společné vlastnosti, jsou nerozpustné ve vodě, ale rozpustné v organických rozpouštědlech.

Termín lipidy zahrnuje tuky triglyceridů, nejhojnějšího tuku v těle, které jsou tvořeny mastnými kyselinami, alkoholem a glycerolem. Dále pod tento termín spadají cholesterol, fosfolipidy a steroly (Dunnett et al., 2002).

Tuky a oleje jsou tvořeny jedním typem mastné kyseliny nebo její směsí. Tuky obvykle mají vysoké hladiny triglyceridů obsahující převážně nasycené mastné kyseliny, jsou méně ovlivněny teplem, tak mají tendenci být pevnou látkou i při pokojových teplotách (Wardlaw, 1999).

### 2.5.3. Požadavky na buněčné lipidy

V každém živém systému je základní sloučenina, kterou organismus potřebuje pro růst a rozmnožování a sám si ji nedokáže syntetizovat. Buňky mohou syntetizovat několik desítek

lipidů důležitých pro organismus. U savců se však prokázalo, že jsou nezbytné dvě základní mastné kyseliny, které si organismus nedokáže syntetizovat. Těmito mastnými kyselinami jsou linolová a linoleová kyselina (Anonym 3).

#### **2.5.4. Vlastnosti a funkce fosfolipidů**

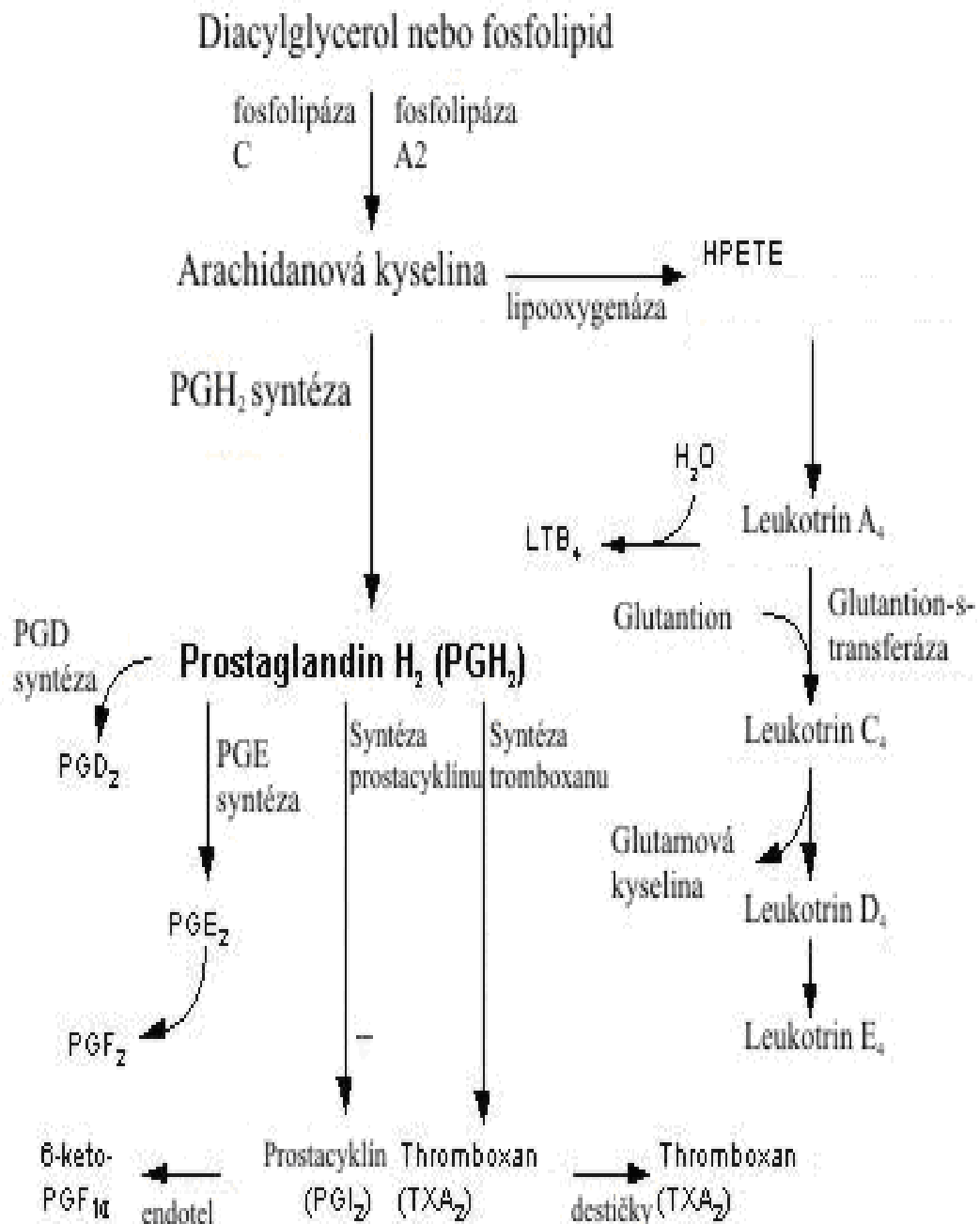
Fosfolipidy mají tendenci se sdružovat ve vodném prostředí. Mohou tvořit molekuly na rozhraní vzduch-voda. Polární lipidy jsou hlavní součástí biologických membrán. Lipidy, které tvoří plazmatické membrány se také označují jako strukturální lipidy. Membrána může mít navíc další polární lipidy, jako sfingolipidy, glykolipidy, sulfolipidy, cholesterol a tuky v éteru. Membránových lipidů se tvoří 5 až 10 procent ze suché hmotnosti většiny buněk. U některých důležitých výjimek, tyto tuky hrají pasivní roli v buňce, které jsou nepropustné, nebo mají polopropustnou bariéru kolem buňky a buněčných komponentů (Voet et al., 2004).

#### **2.5.5. Prostaglandiny**

Prostaglandiny jsou pojmenovány tak, protože byly poprvé zachyceny v prostatě. Existují prakticky ve všech savčích tkáních. Jsou rozděleny do dvou skupin, ether-rozpustné prostaglandiny (PGE), a fosfátového pufru rozpustné prostaglandiny (PGF). Fyziologické role prostaglandinů lze shrnout takto:

1. Stimulace kontrakce hladkého svalstva dělohy při porodu a menstruace.
2. Regulace průtoku krve v určitých orgánech.
3. Regulace buzení spánkový cyklus.
4. Regulace citlivosti některých tkání hormony jako adrenalin a glukagon .
5. Zvýšení tělesné teploty může způsobit horečku a zánět (Berg et al., 2007).

Obr.č. 2. Syntéza diacylglycerolu nebo fosfolipidu, přes kyselinu arachidonovou ( Berg et.al, 2007).



## **2.6. Mastné kyseliny**

Mastné kyseliny jsou dlouhé řetězce uhlovodíků, které obsahují molekuly kyseliny karboxylové skupiny na jednom konci. Málokdy se vyskytují ve volné formě, a jsou obvykle nalezeny v esterifikované formě jako hlavní součásti různých tuků. Mastné kyseliny s méně než 12 a více než 24 atomy uhlíku jsou neobvyklé v biologických systémech.

Nejhojnější druhy, jsou s 16 a 18 atomy uhlíku. Většina mastných kyselin má sudý počet atomů uhlíku tak, jak jsou syntetizovány v biologických systémech kondenzací dvouuhlíkové jednotky například acetát. Číslování uhlíků u mastné kyseliny začíná uhlíkem karboxylátu skupiny (Voet et al., 2004).

### **2.6.1. Klasifikace mastných kyselin**

Mastné kyseliny, které neobsahují dvojnou vazbu ( $-C = C-$ ), se nazývají nasycené mastné kyseliny, protože nemohou podstoupit další hydrogenace. Ty, které obsahují dvojnou vazbu jsou známy jako nenasycené mastné kyseliny, které mohou být dále hydrogenované. Obsahuje-li mastná kyselina více než jednu dvojnou vazbu, nazývá se polynasycená mastná kyselina. Více než polovina z mastných kyselin, ze zbytků rostlin a živočišných tuků jsou nenasycené nebo polynenasycené mastné kyseliny. Bakteriální mastné kyseliny mohou být rozvětvené, hydroxylované nebo obsahují cyklopropanové kroužky. Některé vosky a oleje rostlinného původu obsahují také neobvyklé mastné kyseliny (West et al., 1974).

Tabulka č.1. – Přehled nasycených a nenasycených mastných kyselin

C4:0	butanová	máselná
C6:0	hexanová	kapronová
C8:0	oktanová	kaprylová
C10:0	dakanová	kaprinová
C11:0	undekanová	undekanová
C12:0	dodekanová	laurová
C13:0	tridekanová	tridekanová
C14:0	tetradekanová	myristová
C14:1(cis-9)	tetradecenová	myristoolejová
C15:0	pentadekanová	pentadekanová
C15:1	undecenová	undecenová
C16:0	hexadekanová	palmitová
C16:1 (cis-9)	hexadecenová	palmitolejová
C17:0	heptadekanová	margarová
C17:1(cis-10)	heptadecenová	heptadecenová
C18:0	oktadekanová	stearová
C18:1(cis-9)	oktadecenová	olejová
C18:2(all-trans-9,12)	oktadekadienová	linolová
C18:3(all-cis-6,9,12)	oktadekatrienová	ã- linolenová
C18:3(all-cis-9,12,15)	á- linolenová	á- linolenová
C20:0	eikosanová	arachová (arachidová)
C20:1(cis-11)	eikosenová	gadolejová
C20:2(all-cis-11,14)	eikosadienová	eikosadienová
C20:3(all-cis-8,11,14)	eikosatrienová	eikosatrienová
C20:4(all-cis-5,8,11,14)	eikosatetraenová	arachidonová
C20:5(all-cis-5,8,11,14,17)	eikosapantaenová	EPA
C21:0	heneikosanová	heneikosanová
C22:0	dokosanová	behenová
C22:1(cis-13)	dokosenová	eruková
C22:2(all-cis-13,16)	dokosadienová	dokosadienová
C22:6(all-cis-4,7,10,13,16,19)	dokosahexaenová	DHA
C24:0	tetrakosanová	lignocerová
C24:1(cis-15)	tetrakosenová	nervonová
SAFA	nasycené	nasycené
MUFA	mononenasycená	mononenasycená
PUFA	polynenasycená	polynenasycená

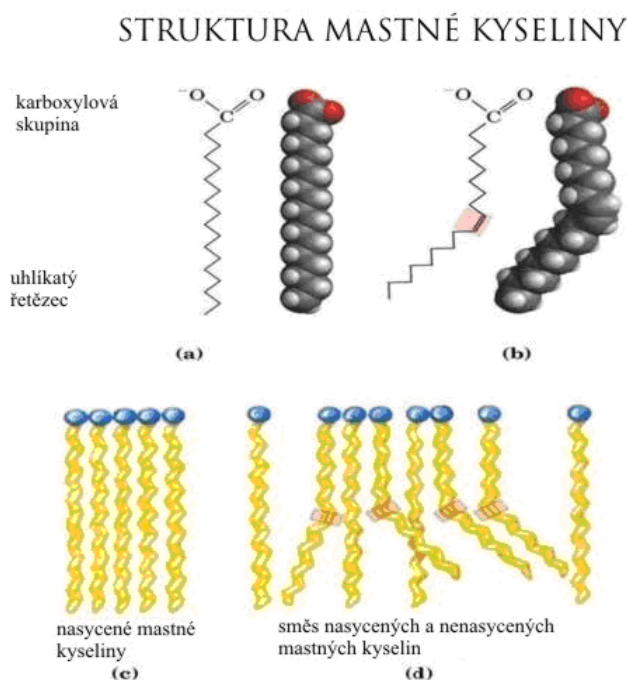
(Anonym 4).

## 2.6.2. Struktura a vlastnosti nasycených a nenasycených mastných kyselin

Ve většině mononenasycených mastných kyselin se nachází dvojná vazba mezi C9 a C10. Další dvojně vazby pokud jsou přítomny se nacházejí na C12 a C15 s výjimkou kyseliny arachidonové. Dvojně vazby polynenasycených mastných kyselin nejsou téměř nikdy konjugované (-CH = CH-CH = CH-), ale jsou od sebe odděleny metylenovou skupinou (-CH = CH-CH<sub>2</sub>-CH = CH-). Téměř všechny přirozeně se vyskytující mastné kyseliny jsou v konfiguraci *cis*. To vytváří ostrý úhel přibližně 30° (Berg et al., 2007).

Fyzikální vlastnosti mastných kyselin a lipidů, jsou do značné míry ovlivňovány délkou a stupněm nasycenosti. Jejich špatná rozpustnost ve vodě, je díky přítomnosti nepolárních uhlovodíkových řetězců. Například, kyseliny laurové (C12:0) má rozpustnost ve vodě 0,063 mg / g, která je mnohem méně než glukóza (1100 mg / g), která je s podobnou molekulovou hmotností. Obecně platí, že čím delší uhlíkový řetězec a menší počet dvojných vazeb, tím nižší rozpustnost ve vodě (Voet et al., 2004).

Obr.č. 3. Struktura nenasycených a nasycených mastných kyselin ( Murray et al., 2006).



Molekula mastné kyseliny, která se nachází u většiny lipidů je složena z řetězce uhlíků (C3-C24). Na jednom konci řetězce označeného jako  $\alpha$  je navázaná karboxylová skupina (COOH) a na druhém konci, označeného jako  $\Omega$  je navázaná metyl skupina (CH<sub>3</sub>).

Pokud jsou veškeré vazby mezi uhlíky v řetězci jednoduché jedná se o nasycené mastné kyseliny. Mezi tyto kyseliny patří kyselina palmitová (C16:0) nebo kyselina stearová (C18:0). Bude-li v řetězci mezi uhlíky jedna nebo více dvojných vazeb, jedná se o mastné kyseliny nenasyčené. Mezi ně se řadí například kyselina linolová (C18:9,12) nebo kyselina linoleová (C18:9,12,15) (Wardlaw, 1999).

### **2.6.3. Esenciální mastné kyseliny**

Člověk, podobně jako někteří živočichové a rostliny, je schopen syntetizovat některé nasycené a nenasyčené mastné kyseliny přijímané v potravě. Na rozdíl od nich však lidský organismus nedovede syntetizovat některé polyenové MK řady omega-3 (kys.  $\alpha$ -linolenovou) a omega-6 (kys. linolovou), ačkoli je nezbytně potřebuje k životu. Musí proto tyto tzv. nutričně esenciální mastné kyseliny přijímat v dostatečném množství potravou (Velíšek, 2006).

Největší množství těchto kyselin se spotřebuje na tvorbu buněčných a intracelulárních membrán, včetně membrán pokožky. Dále mají významnou úlohu při rozmnožování, při výstavbě nervových tkání a asi jedno procento slouží k syntéze eikosanoidů (Frej, 2004). Nedostatek esenciálních mastných kyselin se projevuje tvorbou ekzémů, šupinatou pokožkou, větší náchylností k infekcím a poruchách související s nedostatečnou tvorbou eikosanoidů (Felix, 1998).

### **2.6.4. Metabolismus omega mastných kyselin**

V lidském organismu se kys. linolová (LA) a kys.  $\alpha$ -linolenová (ALA) prodlouží o 2, resp. až 6 atomů uhlíku (tzv. elongací) a vytvoří další dvojně vazby (tzv. desaturací), takže vznikají mastné kyseliny s 20 - 24 atomy uhlíku a se 3 – 6 dvojnými vazbami v molekule. Tyto polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem mají v organismu živočichů nezastupitelnou úlohu jako prekurzory biologicky aktivních látek nazývaných eikosanoidy a jako modulační složky biologických membrán, neboť ovlivňují jejich fluiditu a flexibilitu (Velíšek, 2006).

Desaturační a elongační systémy jsou eliminovány při hladovění, podávání glukagonu a adrenalinu a také při nedostatku insulinu při diabetes mellitus typu I (Murray et al., 2002).

Enzymy zabezpečující desaturaci a elongaci omega-3 a omega-6 MK jsou stejné, snadněji však probíhá desaturace a elongace omega-3 MK. Někteří lidé mají málo aktivní  $\Delta 6$ -



desaturasy, takže jsou pro ně tyto přeměny znesnadněny. Mezi hlavní faktory, které negativně ovlivňují aktivitu  $\Delta 6$ -desaturasy patří věk (aktivita enzymu je u starších jedinců snížena), výživa (negativní vliv má deficience vitamínu B6, biotinu, Mg a Ca a vyšší příjem trans-*nenasycených MK* potravou), stres a virová infekce (Velišek, 2006).

### **2.6.5. Omega-3 a omega-6 mastné kyseliny**

Pozice první dvojně vazby má u *nenasycených mastných kyselin* vliv na metabolismus v těle. Tato funkce se využívá pro klasifikaci *nenasycených mastných kyselin*.

Omega-3 mastné kyseliny jsou ty, které mají dvojnou vazbu mezi třetím a čtvrtým uhlíkem od metylové skupiny a omega konce. Omega-6 mastné kyseliny mají dvojnou vazbu mezi šestým a sedmým uhlíkem a omega-9 mastné kyseliny mají dvojnou vazbu mezi devátým a desátým uhlíkem od konce omega (Baur, 1994).

Kromě toho jsou kyselina linolová a  $\alpha$ -linolová metabolizovány buňkami, hormonem zvaném eikosanoid při syntéze látek (Dunnnett et al., 2002).

V lněném oleji a v oleji z tresčích jater se nachází ve vysokých koncentracích jako omega-3 mastná kyselina, kyselina  $\alpha$ -linolová. V obilí a sójovém oleji je primární omega-6 mastnou kyselinou, kyselina linolová. Kyselina olejová se nachází ve vysokých koncentracích v olivovém oleji a je to omega-9 mastná kyselina (Baur, 1994).

Omega-3 a omega-6 mastné kyseliny patří do skupiny esenciálních mastných kyselin (EFA), organismus je musí přijmout z potravy, nedokáže si je sám syntetizovat. Tyto kyseliny mají důležité funkce v těle: součást fosfolipidů, podílejí se na konstrukci těla, role v imunitní funkci a role ve vizi a integraci do membrány (Wardlaw, 1999).

Omega-3 a omega-6 mastné kyseliny se používají na výrobu různých typů prostaglandinů a thromboxanů, z nichž každý má v těle odlišné účinky. Eikosanoidy jsou účinnými regulátory životně důležitých tělesných funkcí, jako je krevní tlak, krevní srážlivost a imunitní zánětlivé reakce. Obecně lze říci, eikosanoidy vyrobené z omega-6 mastných kyselin mají tendenci ke zvýšení zánětlivých procesů a srážení krve. Eikosanoidy vyrobené z omega-3 mastných kyselin mají tendenci snižovat srážlivost krve a snižovat zánětlivé procesy (Baur, 1994).

Tuk nebo olej jako doplněk stravy je charakterizován zvýšením plazmatických cholesterolů, fosfolipidů a snížením triglyceridů v plazmě (Orme et al., 1997),( Geelen et al, 1999).

### **3. Vědecká hypotéza a cíl práce**

Hypotéza - Různé zastoupení nenasycených a nasycených mastných kyselin v krmné dávce prasat významně ovlivňuje chemické složení vepřového masa.

Cílem práce je posouzení vlivu přídavku lněného semínka na chemické složení masa při výkrmu prasat.

## 4. Materiál a metodika

### Zvířata

Testace prasat byla realizována v testovací stanici v Ploskově u Lán. Do pokusu bylo zařazeno celkem 40 kusů jatečných prasat (vyrovnaného pohlaví, vepřík/prasnička) finální hybridní kombinace (ČBU x ČL) x BO průměrném věku 69 dní od narození a celkové průměrné živé hmotnosti 28,7 kg. Naskladnění a ustájení prasat bylo provedeno po dvojicích podle jednotné metodiky platné pro testaci domácích a zahraničních programů v chovu prasat v podmínkách České republiky (Smolák a Ivánek, 1992).

### Výživa

Krmení prasat bylo prováděno kompletní krmnou směsí (KKS), která obsahovala tři komponenty (pšenici, ječmen a sojový extrahovaný šrot) a krmný doplněk - premix, míchané pro každý kotec samostatně podle zmíněné metodiky. Prasata byla na základě složení krmné směsi rozdělena do 2 skupin, tj. na kontrolní skupinu bez přídavku a pokusnou skupinu s přídavkem lněného semínka. Přechody KKS byly prováděny kontinuálně během testu. Po ukončení testu byla prasata o průměrné živé hmotnosti 110 kg poražena.

Tabulka č. 3. Složení jednotlivých krmných směsí

Ingredience (g/kg)	Kontrolní skupina			Pokusná skupina		
	A1	A2	CDP	A1	A2	CDP
Pšenice	400	445,5	465	281	307,4	320
Ječmen	383	394,9	400	400	400	400
Sójový olej	182	124,6	100	137	111,1	100
Premix	35	35	35	32	31,5	30
Lněné semínko	-	-	-	150	150	150

Tabulka č. 4. Analýza složení jednotlivých živin

Sušina	881.5	880.1	879.6	883.3	880.6	879.6
Mep by calculation (MJ/kg)	12.71	12.67	12.65	12.86	12.82	12.81
Hrubý protein	182.75	162.07	154.08	183.22	159.78	151.65
Hrubé vlákno	36.99	36.20	35.89	34.66	34.39	34.30
Lysin	11.32	9.78	9.18	11.60	9.43	8.68
Threonine-amynokyselina	6.88	6.00	5.66	7.04	5.93	5.54
Vápník	14.11	13.99	13.95	14.09	12.62	12.09
Fosfor – vstřebatelný	1.20	1.13	1.10	1.13	1.07	1.05
Sodík	0.27	0.26	0.26	0.24	0.24	0.25
Retinol (mg/kg)	0.41	0.40	0.40	0.33	0.35	0.35
$\alpha$ -tocopherol (mg/kg)-vitamín E	17.53	18.29	18.58	13.37	15.37	16.06
Thiamine (mg/kg)	4.15	4.28	4.33	3.17	3.68	3.86
Riboflavin (mg/kg)	1.68	1.57	1.54	1.43	1.40	1.39
Kys.pantohenova(mg/kg)	8.30	8.04	7.94	6.81	7.13	7.24
Cholin (mg/kg)	1,197.9	1,098.8	1,060.4	1,047.3	988.6	968.3

#### Ukazatelé výkrmnosti

- Porážková živá hmotnost (kg)
- Průměrný denní přírůstek (g)
- Konverze krmiva (kg krmné směsi/kg průměrný denní přírůstek)

### Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty

Za účelem zhodnocení kvantitativní a kvalitativní stránky jatečné hodnoty byl proveden klasický jatečný rozbor (Scheper a Scholz, 1985), kterému bylo podrobena celkem 40 kusů jatečných prasat (20 vepřků/20 prasniček). Z kvantitativních znaků byly sledovány tyto:

- Kýta (kg)
- Kýta maso (kg)
- Kýta tuk (kg)
- Pečeně (kg)
- Pečeně maso (kg)
- Pečeně tuk (kg)
- Plec (kg)
- Plec maso (kg)
- Plec tuk (kg)
- Krkovice (kg)
- Krkovice maso (kg)
- Krkovice tuk (kg)
- Bok (kg)

### Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty

- Základní rozbor masa
- Sušina (%)
- Dusíkaté látky (%)
- Tuk (%)

- Voda (%)
- Popeloviny (%)
  - Fyzikální ukazatelé
- Teplota (°C)
- Elektrická vodivost
- pH
- Barva (%)
- Textura (%)

Z kvalitativních ukazatelů byly u jatečné partie pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis* – MLLT) za použití fyzikálních metod zjišťovány pH45 a teplota, měřené 45 minut post mortem a elektrická vodivost, měřená 50 minut post mortem. Barva masa (Spektrofotometr Minolta), síla ve stříhu (Instron) a ztráta masové šťávy odkapem byly hodnoceny za 24 hodin post mortem.

Reprezentativní vzorky jatečné partie pečeně byly dále odebrány z pravé jatečné půlky, homogenizovány a podrobeny chemickým rozborům. Ze základních chemických rozborů byly stanovovány - obsah vody (gravimetrické stanovení rozdílu hmotností vzorku před a po ukončení sušení s mořským pískem), intramuskulárního tuku (gravimetrické stanovení po extrakci petroletherem), dusíkatých látek (stanovení amino – dusíku podle Kjeldahla), popelovin (spalování vzorku při 550 °C až do dokonalého spálení organických látek).

Methylestery mastných kyselin byly stanoveny po extrakci celkových lipidů metodikou podle Folcha et al. (1957). Methanolýza probíhala za katalytického účinku hydroxidu draselného a extrakce kyselin ve formě methylesterů do heptanu.

Izolované methylestery byly stanoveny plynovým chromatografem Master GC od firmy Dani (split režim, detektor FID) na koloně se stacionární fází polyethylen glycol (FameWax – 30 m x 0,32 mm x 0,25 µm). Jako nosného plynu bylo použito helia o průtoku 5 ml/1 minutu.

Analýza probíhala při následujících teplotních podmínkách – teplota nástřiku 50 °C (2 minuty), po 10 °C/1 minutu až na 230 °C (výdrž 8 minut), teplota detektoru 220 °C. Záznamy byly vyhodnoceny pomocí programu Clarity 2.5., a kvantifikované na základě retenčních časů známých ze standardu Food Industry FAME Mix od firmy Restek. Mezi nové měření jsme zařadili Atherogenetický index , který byl vypočítán podle Chilliarda et al. (2003) a to následovně:  $(C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0)/(\text{mononenasyčené} + \text{polynenasycené mastné kyseliny})$  a také thrombogenický index,  $(C14:0 + C16:0 + C18:0)/(0,5 \times \text{mononenasyčené mastné kyseliny} + 0,5 \times (n-6) \text{ polynenasycené mastné kyseliny} + 3 \times (n-3) \text{ polynenasycené mastné kyseliny} + (n-3/n-6) \text{ polynenasycené mastné kyseliny})$ , byl stanoven podle metodiky Ulbrichta a Southgata (1991).

### Statistické vyhodnocení

Výsledky pokusu byly vyhodnoceny statistickým programem SAS® Propriety Software Release 6.04 (2001) analýzou variance (ANOVA), rozdíly mezi jednotlivými sledovanými znaky byly otestovány pomocí procedury GLM. Testování významných rozdílů bylo provedeno podle následujícího matematicko-statistického modelu dvoufaktoriální analýzou:

$$Y_{ij} = \mu + d_i + s_j + (ds)_{ij} + e_{ij},$$

kde:

$Y_{ij}$  = hodnota znaku ,

$\mu$  = průměr populace,

$d_i$  = efekt výživy ( $i= 1,2$ ),

$s_j$  = efekt pohlaví ( $j= 1,2$ ),

$(ds)_{ij}$  = kombinace efektů výživy a pohlaví,

$e_{ij}$  = reziduální výběr

## 5. Výsledky a diskuze

Cílem práce bylo posoudit vliv přidavku lněného semínka na chemické složení masa při výkrmu prasat. Hypotézou bylo: Různé zastoupení nenasycených a nasycených mastných kyselin v krmné dávce prasat významně ovlivňuje chemické složení vepřového masa.

Sledované znaky byly rozděleny do skupin bez vlivu a s vlivem na pohlaví. Byl sledován vliv přidavku lněného semínka na ukazatele výkrmnosti, kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty, základní ukazatelé rozboru masa, fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty a zastoupení nasycených a nenasycených mastných kyselin ve svalovině.

### 5.1. Vliv přidavku lněného semínka na znaky výkrmnosti

V tabulce číslo 5. a 6. jsou uvedeny hodnoty pro porážkovou živou hmotnost (kg), průměrný denní přírůstek (g) a konverzi krmiva (kg krmné směsi/ kg přírůstku živé hmotnosti, testovanou v pokusné (16 ks) a kontrolní (24 ks) skupině bez ohledu a s ohledem na pohlaví.

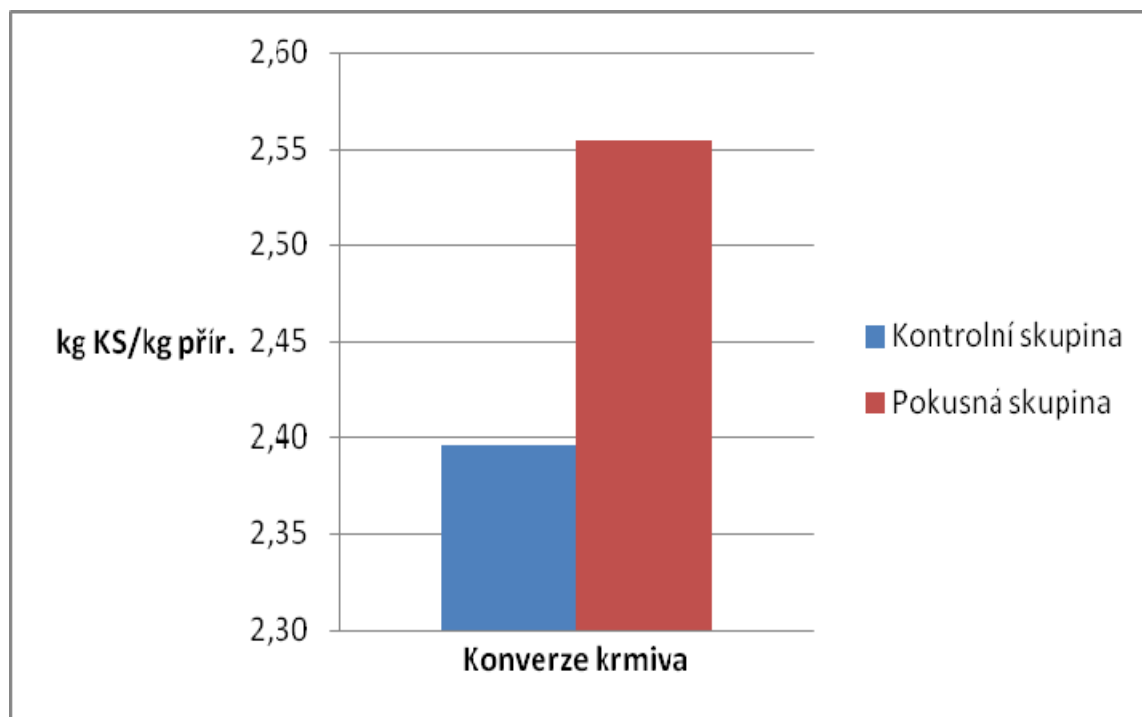
Tabulka č. 5. Vliv přidavku lněného semínka na vybrané ukazatelé výkrmnosti bez ohledu na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Průkaznost
	n=24			n=16			
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch.	Std chyba	
Porážková živá hmotnost (kg)	113,40	4,92	1,00	115,42	9,47	2,37	0,3794
Průměrný denní přírůstek (g)	1008	61,99	12,65	1011	85,95	21,49	0,8970
Konverze krmiva (kg krmné směsi/kg prům. denní přírůstek.)	2,40	0,18	0,04	2,55	0,18	0,05	<b>0,0095</b>



V pokusné skupině oproti kontrolní skupině nebyly dosaženy statisticky průkazné rozdíly u porážkové živé hmotnosti a průměrného denního přírůstu. Vysoce statisticky průkazný rozdíl byl shledán u konverze krmiva ( $P=0,0095$ ).

Graf č. 2. Konverze krmiva

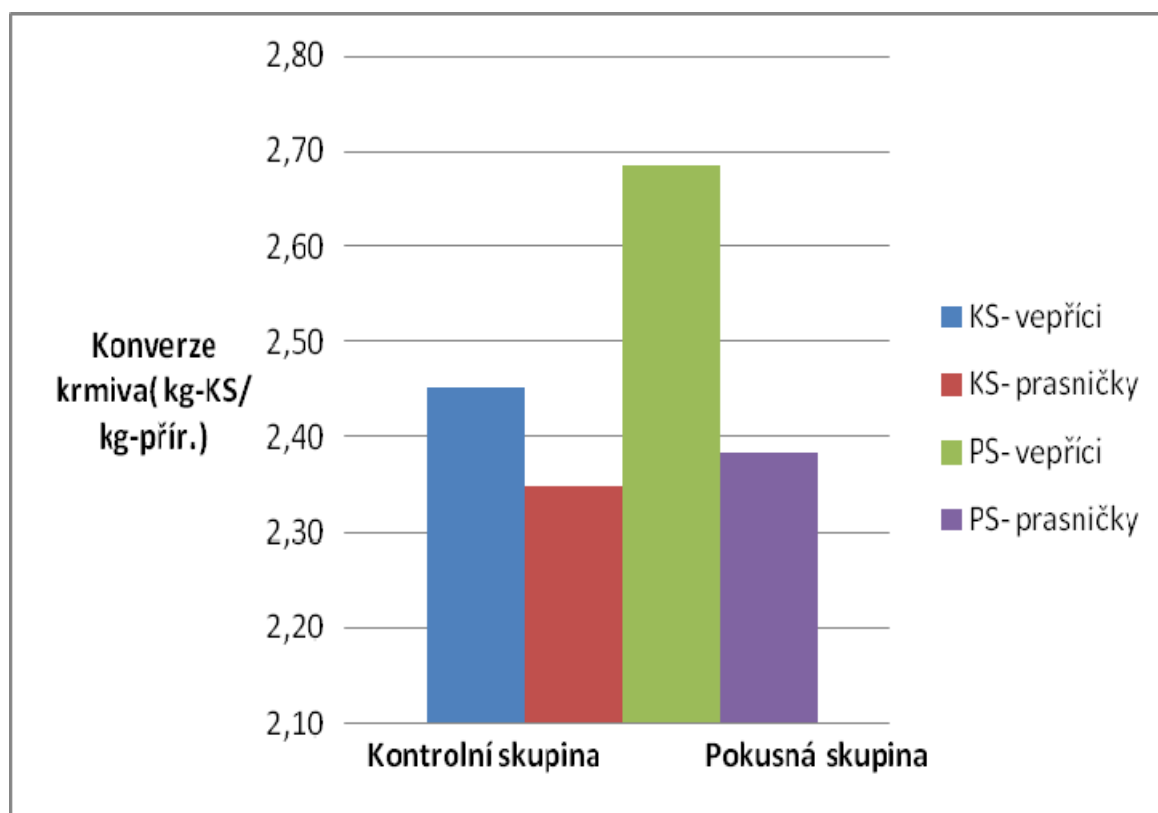


V našem pokusu při 15% zastoupení lněného semínka v KKS došlo u pokusné skupiny k vyšší růstové schopnosti, ale i vyšší příjmové schopnosti krmné směsi a k vyšší porážkové hmotnosti. Skupina s přidavkem lněného semínka měla statisticky průkazně vyšší konverzi krmiva. Kouba et al. (2003), Corino et al. (2008), Flachowsky et al. (2008), Bečková a Václavková (2010) a Nurnberg et al. (2011) nezjistili prokazatelný vliv zkrmování lněného semínka na výkrmnost prasat. Thacker et al. (2004) zjistil, že prasata mohou tolerovat až 15% lněného semínka v potravě, ale 12% lnu již snižuje v cílové stravě průměrný denní přírůstek. Prodloužené podávání extrudovaného lněného semínka, nezávisle na jeho úrovni ve výživě snižuje průměrný denní přírůstek ( $p = 0,01$ ). Tato pozorování spolu s výsledky (Thacker et al., 2004) naznačil, že dlouhodobé krmení extrudovaným lněným semínkem může nepatrně snížit průměrný denní přírůstek, ale krátkodobé krmení průměrný denní přírůstek neovlivní, a to i při vysokých dávkách.

Tabulka č. 6.– Vliv přídatku lněného semínka na vybrané ukazatele výkrmnosti s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Pokusná skupina			Průkaznost - výživa	Průkaznost - pohlaví	Průkaznost - výživa x pohlaví
	Vepřík			Prasnička			Vepřík			Prasnička					
	n=11			n=13			n=9			n=7					
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba			
Porážková živá hmotnost(kg)	114,06	3,37	1,02	112,82	6,01	1,67	117,92	9,10	3,03	112,20	9,61	3,63	0,3747	0,1821	0,3317
Průměrný denní přírůstek(g)	1033	55,53	16,74	987	61,25	16,99	1028	77,27	25,76	990	97,62	36,90	0,8949	0,0643	0,8756
Konverze krmiva(kgKS/kg přír.)	2,45	0,16	0,05	2,35	0,19	0,05	2,69	0,07	0,02	2,39	0,12	0,05	<b>0,0023</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0500</b>

Graf č. 3. – Konverze krmiva s ohledem na pohlaví



Z výsledků plyne, že nejvyšší průměrnou živou hmotnost (117,92 kg) vykázali vepřici, kteří byli krmeni krmnou směsí s přidavkem lněného semínka s průměrným denním přírůstkem 1028 g/den. Vepřici z kontrolní skupiny dosáhli druhou nejvyšší živou hmotnost a to 114,06 kg, avšak nejvyšší průměrný denní přírůstek (1033g/den). Naopak prasničky z kontrolní skupiny dosáhly živé hmotnosti 112,82 kg a měly vyšší živou hmotnost o 0,62 kg a průměrný denní přírůstek (987 g/den) nižší o 2,35 g oproti prasničkám z pokusné skupiny (112,20 kg a 990 g/den). Konverze krmiva byla vysoce statisticky průkazně ovlivněna pohlavím ( $P < 0,001$ ), kdy vepřici jak z pokusné (2,69 kg/den) tak i z kontrolní (2,45kg/den) skupiny měli vyšší denní spotřebu krmiva než prasničky z kontrolní (2,35 kg/den) a pokusné (2,39 kg/den) skupiny. U konverze krmiva byl potvrzen i statisticky průkazný vliv výživy ( $P = 0,002$ ) a interakce mezi výživou a pohlavím ( $P = 0,05$ ). Nejvyšší hodnotu konverze krmiva jsme zaznamenali u vepříků v pokusné skupině (2,69 kg/kg) oproti prasničkám z pokusné (2,39 kg/kg) i kontrolní skupiny (2,35 kg/kg).

Přídavek lněného semínka zvýšil konverzi krmiva, ostatní ukazatele nebyly statisticky významně ovlivněny. Shodně s našimi výsledky Kouba et al. (2003), Corino et al. (2008), Flachowsky et al. (2008), Bečková a Václavková (2010) a Nurnberg et al. (2011) nezjistili prokazatelný vliv zkrmování lněného semínka na výkrmnost prasat. Romans et al. (1995) uvádí že, lněné semínko neovlivnilo sledované růstové parametry.

## 5.2. Vliv přídavku lněného semínka na kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty

Z kvantitativních znaků byly v tabulce 7 a 8 hodnoceny vybrané jatečné partie bez a s ohledem na pohlaví.

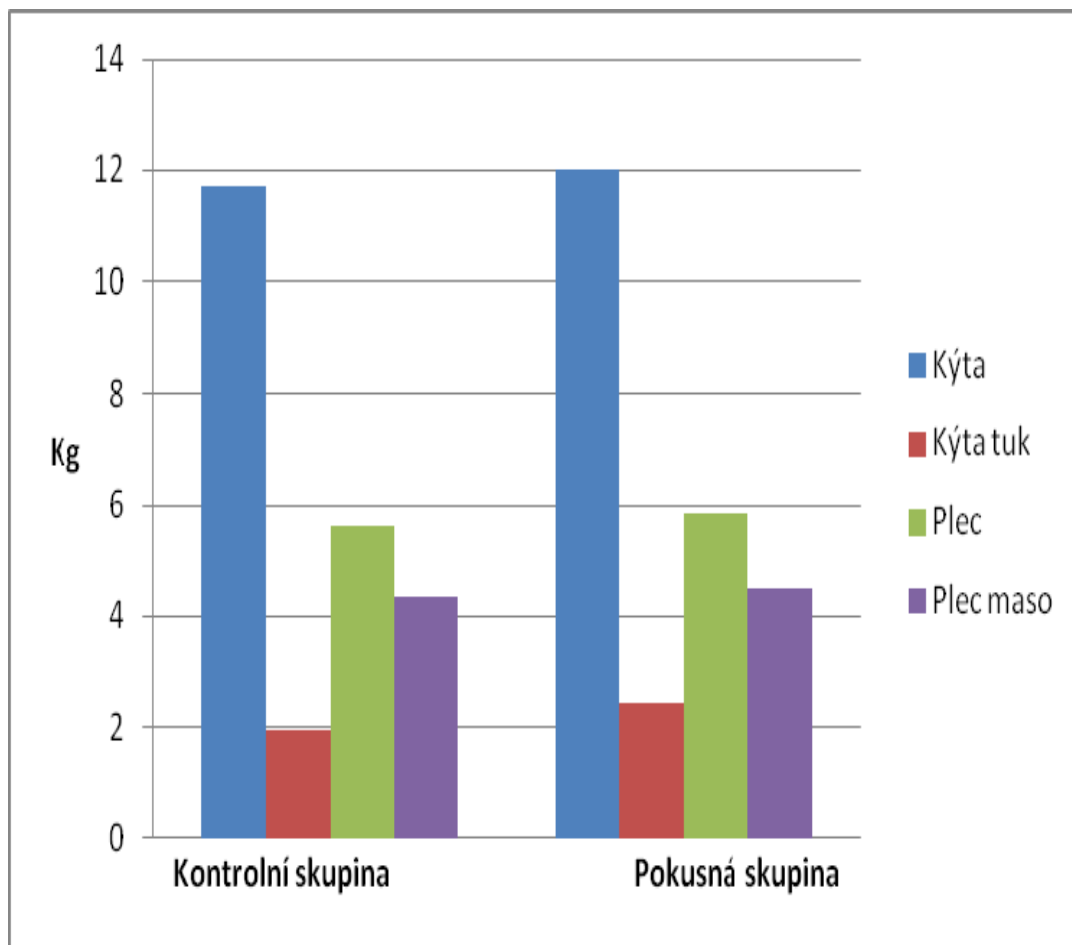
Tabulka č.7. - Vliv přídavku lněného semínka na vybrané kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty bez ohledu na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Průkaznost
	N=24			N=16			
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	
Kýta (kg)	11,70	0,65	0,13	12,03	1,08	0,27	0,2383
Kýta maso (kg)	9,76	0,60	0,12	9,60	2,14	0,54	0,7337
Kýta tuk (kg)	1,94	0,31	0,06	2,43	1,91	0,48	0,2270
Pečeně (kg)	8,44	0,71	0,14	8,57	1,17	0,29	0,6700
Pečeně maso (kg)	6,10	0,51	0,10	6,13	0,67	0,17	0,8788
Pečeně tuk (kg)	2,34	0,48	0,10	2,44	0,63	0,16	0,5799
Plec (kg)	5,62	0,47	0,10	5,84	0,50	0,13	0,1647
Plec maso (kg)	4,34	0,37	0,07	4,51	0,35	0,09	0,1469
Plec tuk (kg)	1,27	0,23	0,05	1,32	0,29	0,07	0,5549
Krkovice (kg)	3,32	0,39	0,08	3,41	0,42	0,10	0,4970
Krkovice maso (kg)	3,02	0,33	0,07	3,10	0,35	0,09	0,4536
Krkovice tuk (kg)	0,30	0,20	0,04	0,31	0,13	0,03	0,9071
Bok (kg)	8,37	0,63	0,13	8,33	0,85	0,21	0,8378

V tabulce č.7 nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi sledovanými ukazateli jatečné hodnoty. U kýty tuk v pokusné skupině byla naměřena hodnota 2,43 kg

oproti kontrolní skupině, kde hodnota byla 1,94 kg. U kýty celkem byla naměřena průměrná hodnota 12,03 kg v pokusné skupině naopak u kontrolní skupiny byla průměrná hodnota 11,70 kg. Kýta maso měla průměrnou hodnotu v kontrolní skupině 9,76 kg oproti pokusné skupině, kde průměrná hodnota byla 9,60 kg.

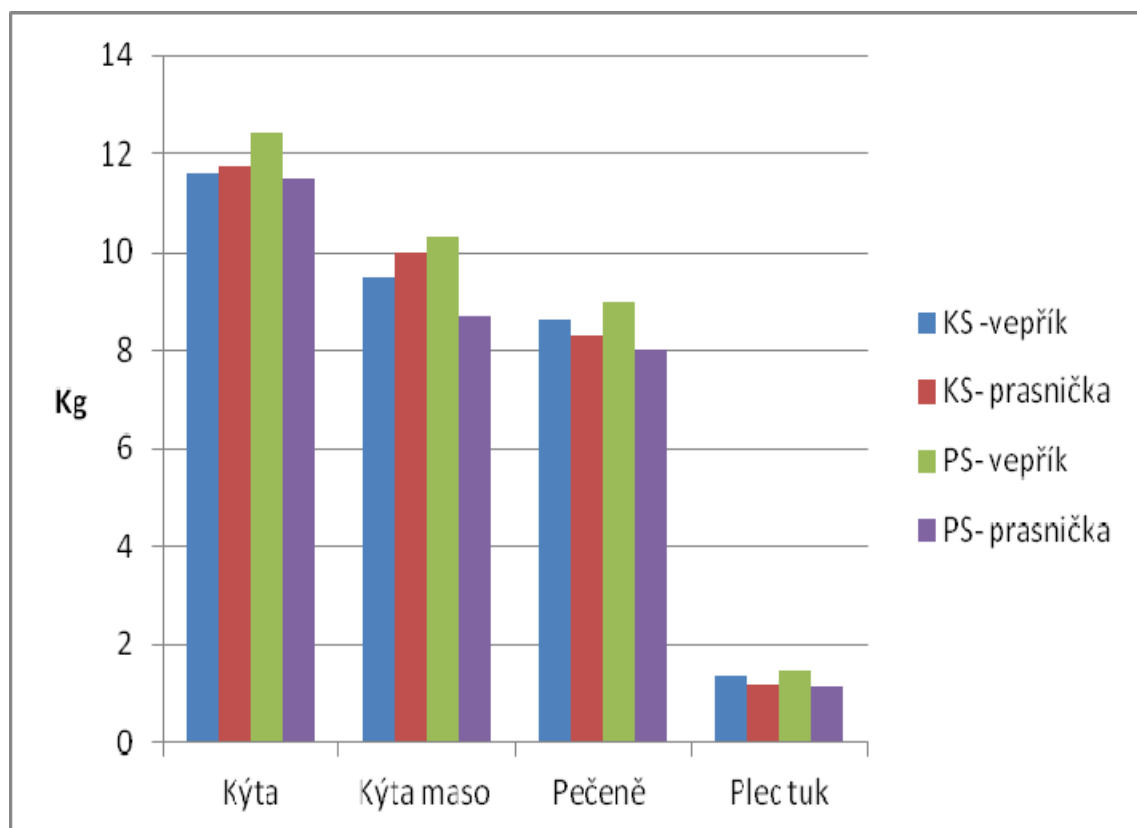
Graf č. 4. – Vybrané kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty ( Kýta, Kýta tuk, Plec, Plec maso) bez ohledu na pohlaví



Tabulka č.8. – Vliv přídatku lněného semínka na vybrané kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Pokusná skupina			Průkaznost - výživa	Průkaznost - pohlaví	Průkaznost - výživa x pohlaví
	Vepřík			Prasnička			Vepřík			Prasnička					
	n=11			n=13			n=9			n=7					
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba			
Kýta (kg)	11,63	0,63	0,19	11,76	0,69	0,19	12,43	0,98	0,33	11,52	1,05	0,40	0,2206	0,2797	<b>0,0552</b>
Kýta maso (kg)	9,49	0,48	0,14	9,99	0,61	0,17	10,31	0,75	0,25	8,70	3,00	1,14	0,7194	0,4323	<b>0,0215</b>
Kýta tuk (kg)	2,14	0,26	0,08	1,78	0,25	0,07	2,13	0,42	0,14	2,82	2,93	1,11	0,2288	0,8865	0,1941
Pečeně (kg)	8,62	0,56	0,17	8,28	0,80	0,22	8,99	1,17	0,39	8,03	0,99	0,38	0,6558	<b>0,0428</b>	0,2831
Pečeně maso (kg)	5,96	0,44	0,13	6,21	0,55	0,15	6,24	0,74	0,25	5,98	0,58	0,22	0,8790	0,7809	0,1882
Plec (kg)	5,71	0,44	0,13	5,54	0,51	0,14	5,94	0,55	0,18	5,71	0,42	0,16	0,1673	0,2196	0,8369
Plec maso (kg)	4,32	0,34	0,10	4,36	0,40	0,11	4,47	0,37	0,12	4,57	0,34	0,13	0,1562	0,5791	0,8517
Plec tuk (kg)	1,39	0,19	0,06	1,18	0,22	0,06	1,47	0,29	0,10	1,14	0,19	0,07	0,5013	<b>0,0010</b>	0,4588
Krkovice (kg)	3,32	0,45	0,14	3,32	0,35	0,10	3,29	0,42	0,14	3,56	0,39	0,15	0,4988	0,3933	0,3277
Krkovice maso (kg)	2,96	0,31	0,09	3,07	0,34	0,09	3,01	0,32	0,11	3,23	0,37	0,14	0,4517	0,1591	0,5870
Krkovice tuk (kg)	0,35	0,24	0,07	0,25	0,16	0,04	0,29	0,13	0,04	0,33	0,13	0,05	0,9070	0,4538	0,2265
Bok (kg)	8,43	0,62	0,19	8,32	0,67	0,19	8,51	0,89	0,30	8,09	0,79	0,30	0,8392	0,3337	0,5237

Graf č. 5. – Vybrané kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty ( Kýta, Kýta maso, Pečeně, Plec tuk ) s ohledem na pohlaví



Z výsledků měření je zřejmé, že lněné semínko v krmné dávce nemělo statisticky průkazný vliv na sledované jatečné partie. Vliv pohlaví byl prokázán u jatečných partií plec tuk ( $P=0,001$ ) a pečeně ( $P<0,001$ ). Interakce mezi výživou a pohlavím ( $P=0,0215$ ) byla shledána u podílu masa na kýtě a ( $P=0,0552$ ) u kýty.

Průkazný vliv zkrmování lnu nebyl zaznamenán ani u kvantitativních ukazatelů jatečné hodnoty. Toto zjištění je v souladu s výsledky publikovanými Romans et al. (1995), Matthews et al. (2000), Kouba et al. (2003), Corino et al. (2008), kteří také nezaznamenali významný vliv krmiva obohaceného o lněné semínko na ukazatele jatečné hodnoty. Huang et al. (2008) došli k závěru, že nebyl pozorován významný rozdíl u podílu libového masa a plochy svalu pečeně.

### 5.3. Vliv přidavku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa

Tabulka č. 9. – Vliv přidavku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa bez ohledu na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Průkaznost
	n=24			n=16			
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	
Sušina %	26,31	0,82	0,17	26,06	1,13	0,28	0,4232
Dusíkaté látky %	22,95	0,55	0,11	23,00	1,12	0,28	0,8546
Tuk %	1,76	0,71	0,14	1,84	0,50	0,13	0,6923
Voda %	73,69	0,82	0,17	73,94	1,13	0,28	0,4232
Popel %	1,21	0,10	0,02	1,18	0,09	0,02	0,2353

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že zkrmování lněného semínka přidávaného do krmných směsí prasatům neovlivnilo sledované hodnoty. V pokusné skupině došlo ke zvýšení dusíkatých látek v % (.22,95resp.=> 23,00), tuku (1,76resp.=>1,84) a vody (73,69resp.=>73,94). Naopak ke snížení došlo u sušiny (26,31resp.=>26,06) a popele (1,21resp.=>1,18). Zjištěné rozdíly byly statisticky nevýznamné.

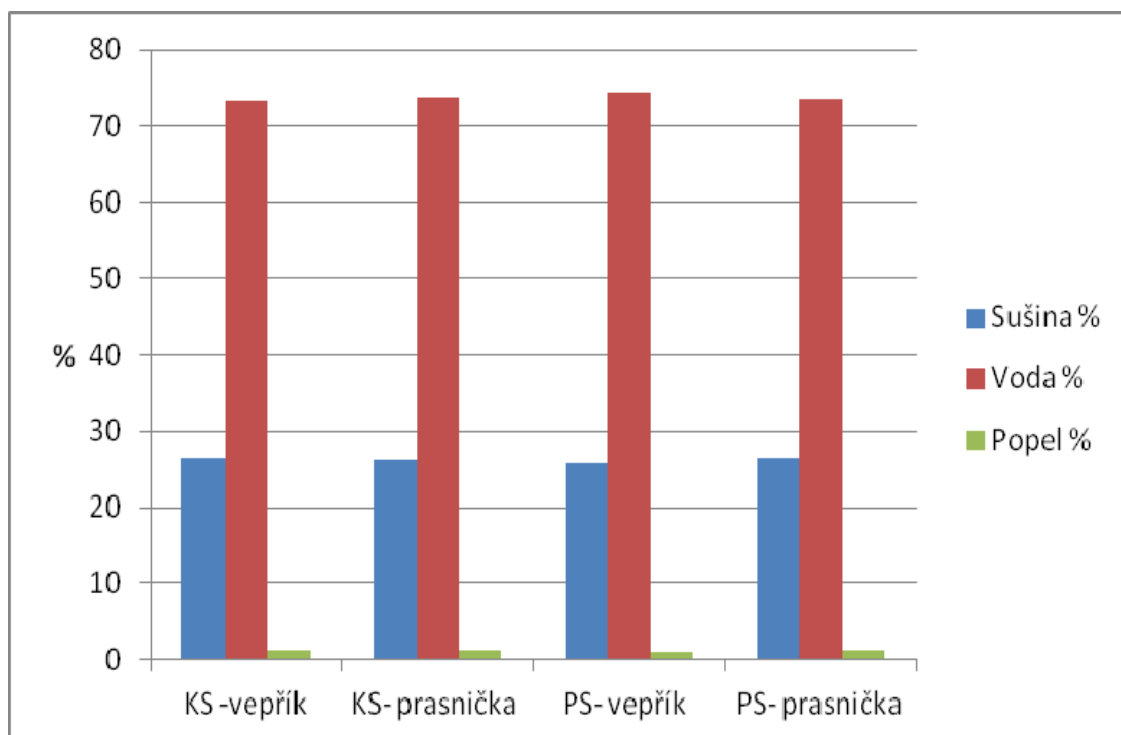


Tabulka č. 10. – Vliv přidavku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Pokusná skupina			Průkaznost – výživa	Průkaznost - pohlaví	Průkaznost - výživa x pohlaví
	Vepřík			Prasnička			Vepřík			prasnička					
	n=11			n=13			n=9			n=7					
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba			
Sušina %	26,50	0,83	0,25	26,15	0,81	0,23	25,74	1,33	0,44	26,48	0,67	0,25	0,4158	0,7833	<b>0,0818</b>
Dusíkaté látky %	22,99	0,43	0,13	22,92	0,64	0,18	22,77	1,39	0,46	23,29	0,62	0,23	0,8554	0,5375	0,2838
Tuk %	1,89	0,45	0,14	1,64	0,88	0,24	1,88	0,58	0,19	1,79	0,42	0,16	0,6964	0,3680	0,7172
Voda %	73,50	0,83	0,25	73,85	0,81	0,23	74,26	1,33	0,44	73,52	0,67	0,25	0,4158	0,7833	<b>0,0818</b>
Popel %	1,22	0,10	0,03	1,21	0,10	0,03	1,12	0,06	0,02	1,25	0,07	0,03	0,2022	0,0886	<b>0,0312</b>

Statisticky průkazný vliv přidavku lněného semínka byl shledán u interakce vlivu výživy a pohlaví u popelovin, a to na hladině pravděpodobnosti  $P=0,0312$ , vody na hladině pravděpodobnosti  $P=0,0818$  a sušině na hladině pravděpodobnosti  $P=0,0818$ . Podíly vody se pohyboval v rozmezí od 73,50 % do 74,26 %, dusíkaté látky byly v intervalu od 22,77 % – 23,29 % a popeloviny vykazaly hodnoty od 1,12 % do 1,25 %, sušina byla v intervalu od 25,74 % - 26,48 a tuk v intervalu od 1,88 % - 1,79%.

Graf č. 6. – Vybrané ukazatelé rozboru masa ( Sušina, Voda, Popel) s ohledem na pohlaví



#### 5.4. Vliv přidavku lněného semínka na fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty

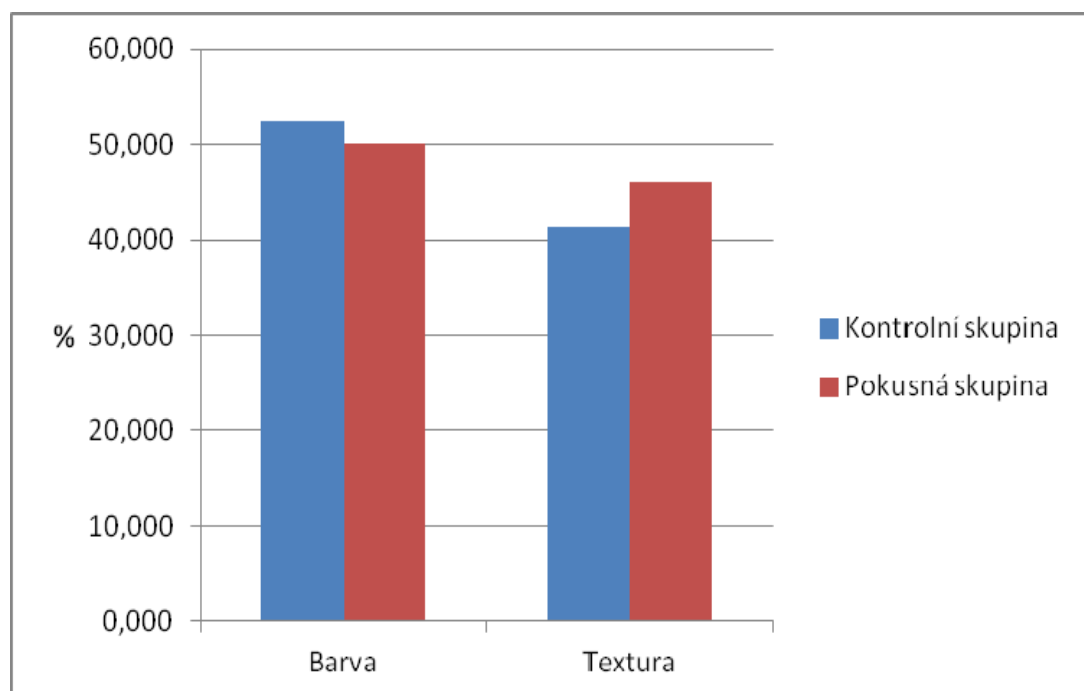
Většina fyzikálních ukazatelů kvality masa nebyla ovlivněna přidavkem lněného semínka. Corino et al. (2008) a Nurnberg et al. (2011) shodně nezjistili průkazný vliv lněného semínka.

Tabulka č. 11. – Vliv přidavku lněného semínka na vybrané fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty bez ohledu na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Průkaznost
	n=24			n=16			
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	
Teplota °C	31,68	3,440	0,700	32,42	3,120	0,780	0,4967
Elektrická vodivost	3,840	0,620	0,130	4,250	1,160	0,290	0,1531
pH	5,960	0,262	0,054	5,929	0,272	0,068	0,7271
Barva %	57,330	9,330	2,040	59,950	9,080	2,350	0,4072
Textura %	41,224	5,573	1,138	46,108	10,441	2,696	<b>0,0644</b>

Z tabulky fyzikálních ukazatelů jatečné hodnoty bez vlivu pohlaví byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl (0,0644) mezi skupinami u textury masa. Ostatní fyzikální ukazatelé nebyly statisticky průkazné. pH u kontrolní i pokusné skupiny nebylo ovlivněno přidavkem lněného semínka. U EV byl zjištěn statisticky nevýznamný rozdíl ve prospěch kontrolní skupiny (3,84 resp. 4,25).

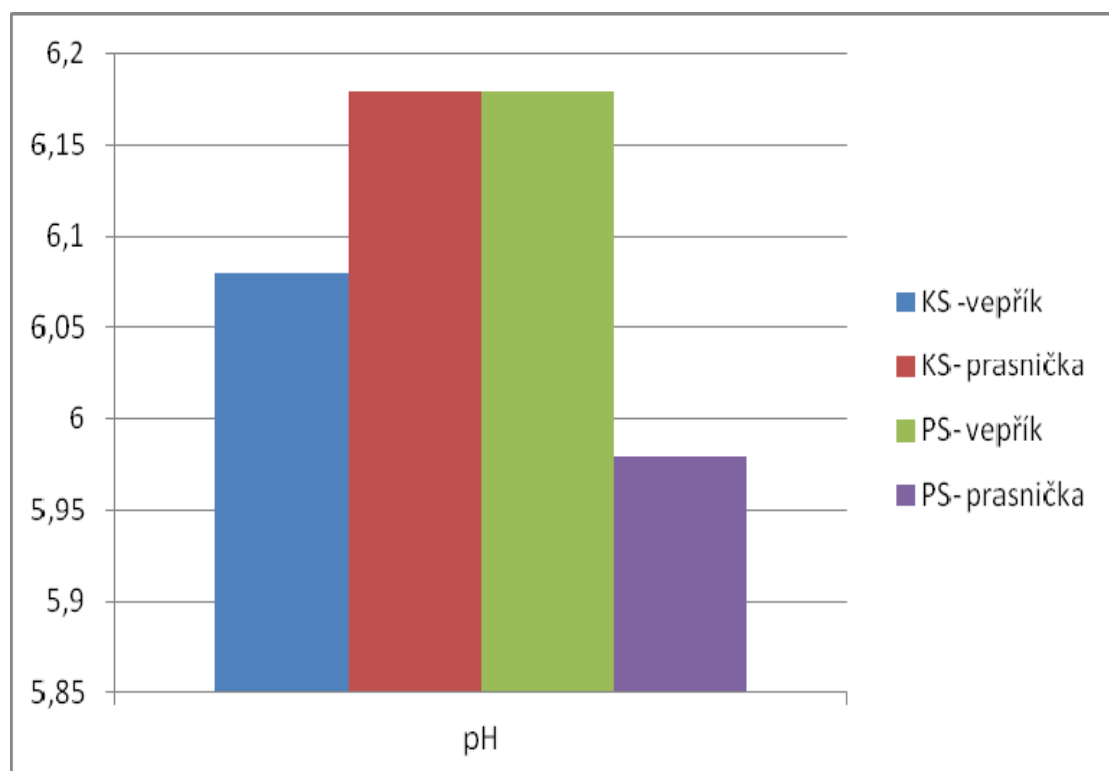
Graf č. 7. – Vybrané fyzikální ukazatele jatečné hodnoty bez ohledu na pohlaví (Barva, Textura)



Tabulka č. 12. – Vliv přidavku lněného semínka na vybrané fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Pokusná skupina			Průkaznost - výživa	Průkaznost - pohlaví	Průkaznost - výživa x pohlaví
	Vepřík			Prasnička			Vepřík			Prasnička					
	n=11			n=13			n=9			n=7					
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba			
Teploτα °C	31,35	2,46	0,74	31,97	4,18	1,16	32,08	3,46	1,15	32,86	2,82	1,06	0,506	0,529	0,9441
Elektrická vodivost	3,83	0,56	0,17	3,85	0,69	0,19	4,50	1,12	0,37	3,93	1,21	0,46	0,156	0,450	0,3136
pH	6,08	0,29	0,09	6,18	0,22	0,06	6,18	0,24	0,08	5,98	0,26	0,10	0,589	0,759	<b>0,0772</b>
Barva %	55,08	11,93	3,77	59,37	6,03	1,82	60,32	9,15	3,05	59,38	9,81	4,01	0,414	0,497	0,4196
Textura %	39,37	4,26	1,28	42,79	6,21	1,72	45,45	9,70	3,43	46,86	11,97	4,52	0,068	0,302	0,7010

Graf č. 8. – Vybrané fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty (pH) s ohledem na pohlaví



Z výše uvedených výsledků vyplývá, že zkrmování lněného semínka v krmné směsi prasatům s ohledem na pohlaví neovlivnilo sledované hodnoty až na hodnotu pH, kdy byl zjištěn statisticky významný rozdíl u interakce mezi výživou a pohlavím (0,0772). Hodnota elektrické vodivosti u vepříků z pokusné skupiny patří do skupiny inklinujících k vadám masa PSE. Vepřici i prasničky z kontrolní skupiny vykázali světlejší barvu s vyšší křehkostí pečeně oproti vepříkům a prasničkám z pokusné skupiny.

V práci Bečkové a Václavkové (2010) lněné semínko ovlivňovalo v krmné dávce hodnotu pH a ztrátu masové šťávy odkapem na hladině pravděpodobnosti  $P < 0,01$ .

## 5.5. Vliv přídatku lněného semínka na vybrané nasycené a nenasycené mastné kyseliny

Tabulka č. 13. – Vliv přídatku lněného semínka na vybrané nasycené a nenasycené mastné kyseliny bez ohledu na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Pokusná skupina			Průkaznost
	n=24			n=16			
	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	
CP4v0	0,01	0,03	0,01	0,04	0,09	0,02	0,1556
CP6v0	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,01	0,0765
CP8v0	0,02	0,04	0,01	0,05	0,09	0,02	0,1559
CP10v0	0,31	0,09	0,02	0,30	0,15	0,04	0,8447
CP12v0	0,18	0,09	0,02	0,24	0,12	0,03	0,0894
CP14v0	2,50	0,47	0,10	2,58	0,41	0,10	0,5838
CP14v1	0,08	0,10	0,02	0,05	0,09	0,02	0,4224
CP15v0	0,04	0,06	0,01	0,04	0,06	0,02	0,6534
CP15v1	0,05	0,10	0,02	0,03	0,07	0,02	0,6138
CP16v0	29,70	1,82	0,37	27,67	1,76	0,44	<b>0,0012</b>
CP16v1	6,40	1,09	0,22	4,56	0,97	0,24	<.0001
CP17v0	0,22	0,08	0,02	0,15	0,10	0,03	<b>0,0223</b>
CP17v1	0,44	0,13	0,03	0,29	0,15	0,04	<b>0,0012</b>
CP18v0	8,59	1,11	0,23	8,74	0,77	0,19	0,6534
CP18v1	34,22	1,98	0,40	29,75	2,51	0,63	<b>&lt;,0001</b>
CP18v2	11,07	2,15	0,44	13,15	2,65	0,66	<b>0,0096</b>
CP18v2(CPIS)	0,02	0,04	0,01	0,00	0,01	0,00	0,0699
CP18v3	0,14	0,08	0,02	0,03	0,05	0,01	<b>&lt;,0001</b>
CP18v3(9)	1,07	1,47	0,30	7,12	1,95	0,49	<b>&lt;,0001</b>
CP20v0	0,10	0,10	0,02	0,07	0,11	0,03	0,3692

CP20v1	0,39	0,09	0,02	0,27	0,13	0,03	<b>0,0018</b>
CP20v2	0,09	0,14	0,03	0,12	0,11	0,03	0,4969
CP20v3	0,36	0,15	0,03	0,28	0,15	0,04	0,1163
CP20v4	3,64	1,21	0,25	2,20	0,73	0,18	0,0001
CP20v5	0,05	0,15	0,03	0,60	0,23	0,06	<b>&lt;,0001</b>
CP21v0	0,29	0,45	0,09	1,64	0,64	0,16	<b>&lt;,0001</b>
CP22v0	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,3880
CP22v1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>&lt;,0001</b>
CP22v2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,4213
Psuma	99,98	0,08	0,02	100,00	0,00	0,00	0,2687
PSFA	41,97	1,81	0,37	41,55	2,00	0,50	0,4955
PMUFA	41,58	2,66	0,54	34,95	3,21	0,80	<b>&lt;,0001</b>
PPUFA	16,43	3,93	0,80	23,50	4,36	1,09	<b>&lt;,0001</b>
Pn6	14,85	3,17	0,65	15,39	3,09	0,77	0,5977
Pn3	1,12	1,61	0,33	7,72	2,13	0,53	<b>&lt;,0001</b>
Pn6vn3	18,79	6,75	1,38	2,77	3,47	0,87	<b>&lt;,0001</b>

Z uvedených hodnot je patrný statisticky průkazný vliv přidavku lněného semínka do krmných směsí na zvýšení podílu kyseliny linolové,  $\alpha$ -linolenové, eikosapentaenové, heneikosanové, sumy polynenasycených mastných kyselin (PUFA) a sumy (n-3) PUFA. Naopak přidavek lněného semínka v krmné dávce snížil podíl kyseliny palmitové, palmitolejové, marganové, C17:1-10c, olejové,  $\gamma$ -linolenové, eikosenové, arachidonové, sumu mononenasycených mastných kyselin (MUFA), poměr (n-6)/(n-3) PUFA a thrombogenický index. Průkazný vliv přidavku lněného semínka do krmné směsi byl shledán zejména u profilu mastných kyselin, kdy svou přítomností v krmné dávce došlo k snížení procenta kyseliny palmitové, palmitolejové, marganové, C 17:1-10c, olejové,  $\gamma$ -linolenová, eikosenové, arachidonové a naopak u mastných kyselin linolové,  $\alpha$ -linolenové, eikosapentaenové a heneikosanové se podíl zvýšil. Právě tyto mastné kyseliny jsou z hlediska lidské výživy velice důležité, neboť se jedná o mastné kyseliny tzv. esenciální, které jsou nutným substrátem pro



syntézu prostaglandinů a dalších biologicky aktivních látek. Zařazení lněného semínka významně ( $P < 0,001$ ) snížilo procento MUFA a zvýšilo podíl PUFA (n-3).

U Pn6vn3 se v důsledku zkrmování lněného semínka se výrazně snížily hodnoty z 18,79 % na 2,77 %.

V této studii jsme potvrdili již dříve publikované výsledky (Enser et al., 2000; Guillevic et al., 2009; Hoz et al., 2003; Huang et al., 2008; Kouba et al., 2003), že skutečný účinek lněného semínka v krmné dávce je především na složení mastných kyselin v tukové tkáni prasat. V jednotlivém procentuálním podílu nasycených mastných kyselin uvádějí shodně Miller et al. (1990) a Juarez et al. (2009) za dominantní kyselinu palmitovou a stearovou. Poměr (n-6/n-3) ve vepřové panence byl významně ovlivněn dietním přídatkem lněného oleje (D'Arrigo et al., 2002), což bylo způsobeno zvýšením ( $P < 0,05$ ) obsahu C18:3 (n-3), a zároveň celkových (n-3) PUFA a snížením ( $P < 0,05$ ) obsahu C18:2 (n-6), respektive celkových PUFA (n-6) (Hoz et al., 2003).

Tabulka č. 14. – Vliv přídatku lněného semínka na vybrané nasycené a nenasycené mastné kyseliny s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina			Kontrolní skupina			Pokusná skupina		Pokusná skupina		Průkaznost - výživa	Průkaznost - pohlaví	Průkaznost - výživa x pohlaví
	Vepřík			Prasnička			Vepřík		Prasnička				
	n=11			n=13			n=9		n=7				
Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Std chyba	Průměr	Std odch	Průměr	Std odch				
CP4v0	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,11	0,04	0,07	0,1668	0,8500	0,9868
CP6v0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07	0,0616	0,1300	0,0455
CP8v0	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,06	0,10	0,04	0,07	0,1624	0,3500	0,9532
CP10v0	0,31	0,07	0,02	0,30	0,10	0,03	0,32	0,14	0,28	0,17	0,8480	0,5900	0,7595
CP12v0	0,22	0,06	0,02	0,14	0,09	0,03	0,25	0,12	0,22	0,12	0,0805	0,0600	0,3930
CP14v0	2,73	0,33	0,10	2,32	0,49	0,14	2,57	0,39	2,60	0,46	0,5672	0,0900	0,1281
CP14v1	0,06	0,08	0,02	0,09	0,12	0,03	0,06	0,10	0,04	0,07	0,4318	0,8000	0,5095
CP15v0	0,06	0,07	0,02	0,03	0,04	0,01	0,03	0,05	0,04	0,07	0,6508	0,3100	0,2183
CP15v1	0,03	0,05	0,01	0,07	0,13	0,04	0,04	0,09	0,02	0,04	0,6174	0,6400	0,3136
CP16v0	30,46	1,95	0,59	29,04	1,48	0,41	27,65	1,78	27,69	1,88	0,0010	0,1400	0,2080
CP16v1	6,83	1,16	0,35	6,04	0,90	0,25	4,59	0,87	4,52	1,15	<b>&lt;,0001</b>	0,1200	0,2846
CP17v0	0,22	0,08	0,02	0,22	0,09	0,02	0,14	0,12	0,17	0,08	0,0251	0,6300	0,5682

CP17v1	0,42	0,11	0,03	0,46	0,14	0,04	0,28	0,14	0,29	0,18	0,0015	0,5800	0,8017
CP18v0	8,25	0,73	0,22	8,88	1,31	0,36	8,80	0,67	8,66	0,93	0,6512	0,3100	0,2298
CP18v1	34,07	2,20	0,66	34,34	1,85	0,51	29,97	3,00	29,48	1,90	<,0001	0,9600	0,6069
CP18v2	10,40	2,12	0,64	11,64	2,08	0,58	12,86	3,03	13,53	2,24	0,0098	0,1800	0,7118
CP18v2(CPIS)	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,0658	0,1400	0,3118
CP18v3	0,12	0,08	0,02	0,16	0,08	0,02	0,04	0,06	0,03	0,05	<,0001	0,3500	0,2104
CP18v3(9)	1,35	2,17	0,65	0,83	0,25	0,07	7,31	1,05	6,88	2,82	<,0001	0,3800	0,9372
CP20v0	0,10	0,08	0,02	0,10	0,11	0,03	0,07	0,12	0,06	0,11	0,3823	0,9800	0,9778
CP20v1	0,39	0,08	0,02	0,39	0,11	0,03	0,26	0,17	0,29	0,07	0,0023	0,7900	0,6455
CP20v2	0,04	0,05	0,02	0,13	0,18	0,05	0,13	0,12	0,11	0,11	0,4889	0,2200	0,1703
CP20v3	0,31	0,10	0,03	0,40	0,17	0,05	0,22	0,14	0,35	0,14	0,1003	0,0200	0,6096
CP20v4	3,03	0,82	0,25	4,15	1,29	0,36	1,97	0,65	2,50	0,77	<,0001	0,0100	0,3562
CP20v5	0,09	0,22	0,07	0,02	0,04	0,01	0,63	0,20	0,55	0,27	<,0001	0,2400	0,9106
CP21v0	0,39	0,65	0,20	0,19	0,12	0,03	1,70	0,56	1,57	0,76	<,0001	0,3300	0,8316
CP22v0	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,3774	0,0800	0,5051
CP22v1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
CP22v2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,4254	0,3700	0,4643
Psuma	99,98	0,06	0,02	99,97	0,09	0,03	100,00	0,00	100,00	0,00	0,2809	0,7700	0,8156

PSFA	42,81	1,97	0,59	41,25	1,36	0,38	41,64	2,13	41,42	1,99	0,4828	0,0900	0,2697
PMUFA	41,81	3,00	0,91	41,38	2,44	0,68	35,20	3,63	34,63	2,83	< <b>,0001</b>	0,6100	0,9439
PPUFA	15,36	4,37	1,32	17,34	3,42	0,95	23,16	4,52	23,94	4,45	< <b>,0001</b>	0,2600	0,6603
Pn6	13,55	2,52	0,76	15,95	3,33	0,92	14,87	3,66	16,05	2,24	0,5872	0,0600	0,5441
Pn3	1,44	2,39	0,72	0,85	0,25	0,07	7,94	1,17	7,43	3,05	< <b>,0001</b>	0,3500	0,9515
Pn6vn3	17,38	6,68	2,01	19,99	6,84	1,90	1,87	0,35	3,92	5,20	< <b>,0001</b>	0,2000	0,8814

Přídavek lněného semínka do krmné dávky upravil složení mastných kyselin a zlepšil poměry mastných kyselin u obou pohlaví.

Statisticky průkazný vliv výživy byl zaznamenán u mastných kyselin olejové, linolenové,  $\alpha$ -linolenové, arachidonové, eikosapentaenové, dokosahexaenové, PMUFA, PPUFA, Pn3 a Pn6n3. Rozdíly u ostatních mastných kyselin nebyly statisticky průkazné.

V důsledku zkrmování lněného semínka se snížily hodnoty (n-6/n-3) PUFA ( $P < 0,001$ ) a tj. u vepříků z 17,38 % na 1,87 % a u prasniček z 19,99 % na 3,92 %, což lze posuzovat za pozitivní přínos pro lidské zdraví. Byl shledán statisticky průkazný vliv pohlaví u obsahu mastných kyselin eikosatrienové ( $P = 0,023$ ) a arachidonové ( $P = 0,007$ ).

Studie byla navržena tak, aby zkoumala využití extrudovaného lněného semínka ke zvýšení n-3 PUFA v tukové tkáni u prasat. Z MUFA byla nejvíce zastoupena kyselina olejová a palmitolejová. Ke stejnému závěru došli i Woods a Fearon (2009). St. John et al. (1987) zjistili dokonce 48,6 % zastoupení kyseliny olejové. Shodně Bečková a Václavková (2010) uvádějí vyšší zastoupení kyseliny linolové a  $\alpha$ -linolenové u skupiny zvířat krmených směsí obohacenou o lněné semínko, naopak vliv lněného semínka v krmné dávce měl negativní vliv na kyselinu arachidonovou. Enser et al. (2000) a Romans et al. (1995) ve svých studiích uvádějí, že při zkrmování lněného semínka došlo ke zvýšení kyseliny linolenové na úkor kyseliny linolové, a zároveň ke zvýšení EPA a kyseliny arachidonové. Procento celkových SFA nebylo výživou ovlivněno, na rozdíl od MUFA a PUFA, kde byl zaznamenán vliv lněného semínka na snížení ( $P < 0,001$ ), resp. zvýšení ( $P < 0,001$ ) celkového podílu mastných kyselin v pečeni. Shodně Bečková a Václavková (2010) uvádějí snížení obsahu MUFA a Matthews et al. (2000) zvýšení úrovně (n-3) mastných kyselin. Poměr PUFA (n-6/n-3) se vlivem podávání lněného semínka jak u vepříků tak i prasniček zvýšil.

## 6. Závěr

Cílem práce bylo posouzení vlivu přídatku lněného semínka na chemické složení masa při výkrmu prasat.

U posouzení vlivu přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé výkrmnosti bez ohledu na pohlaví v pokusné skupině oproti kontrolní skupině nebyly dosaženy statisticky průkazné rozdíly u porážkové živé hmotnosti a průměrného denního přírůstku. Vysoce statisticky průkazný rozdíl byl shledán u konverze krmiva.

U vlivu přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé výkrmnosti s ohledem na pohlaví vyplývá, že na dosažené hodnoty u živé hmotnosti prasat a průměrného denního přírůstku neměl statisticky průkazný vliv přídatku lněného semínka v krmné směsi ani vliv pohlaví. Přídatku lněného semínka zvýšil konverzi krmiva.

Přídatku lněného semínka neměl statisticky průkazný vliv na vybrané kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty bez a s ohledem na pohlaví.

U vlivu přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa z výsledků vyplývá, že zkrmování lněného semínka přidávaného do krmných směsí prasatům neovlivnilo sledované hodnoty.

Vliv přídatku lněného semínka na vybrané ukazatelé základního rozboru masa s ohledem na pohlaví byl statisticky průkazný u interakce vlivu výživy a pohlaví u popelovin, vody a sušiny.

U zjišťovaných fyzikálních ukazatelů jatečné hodnoty bez ohledu na pohlaví byla průkazná textura masa. Ostatní rozdíly sledovaných fyzikálních ukazatelů nebyly statisticky průkazné.

Vliv přídatku lněného semínka na vybrané fyzikální ukazatelé jatečné hodnoty s ohledem na pohlaví neovlivnilo sledované hodnoty až na hodnotu pH.

Průkazný vliv přídatku lněného semínka do krmné směsi byl shledán zejména u profilu mastných kyselin, kdy bylo zaznamenáno, že lněné semínko svou přítomností snížilo procento u kyseliny palmitové, dále u kyseliny palmitolejové, marganové, a dále u C 17:1-10c, olejové,  $\gamma$ -linolenové, eikosenové, arachidonové a naopak u mastných kyselin linolové,  $\alpha$ -linolenové, eikosapentaenové a heneikosanové se podíl zvýšil.

Všechny tyto vyjmenované kyseliny patří z hlediska lidské výživy k velice důležitým. Jedná se o mastné, tedy esenciální kyseliny a mají významný vliv pro syntézu prostaglandinů a dalších biologicky aktivních látek. Zařazení lněného semínka významně ( $P < 0,001$ ) snížilo procento MUFA a zvýšilo podíl PUFA (n-3).

Závěrem potvrzují hypotézu:- Různé zastoupení nenasycených a nasycených mastných kyselin v krmné dávce prasat významně ovlivňuje chemické složení vepřového masa.

## 7. Seznam zkratek

DFD (Dark, Firm, Dry) – tmavé, tuhé, suché

DHA – kyselina dokosahexaenová

pH – záporný dekadický logaritmus vodíkových iontů

PSE (Pale, soft, Exudative) – bledé, měkké, vodnaté

PUFA – polynenasycená mastná kyselina

RYR – Ryanodinový receptor

EU – Evropská unie

SEUROP – klasifikace jatečně upravených těl prasat a dospělého skotu

h<sup>2</sup> – hertabilita

MK – mastné kyseliny

ALA –  $\alpha$ -linolenová kyselina

EPA – kyselina eikosapentaenová

CIE – barevný prostor

GMO – geneticky modifikované organismy

MUFA – mononenasycená mastná kyselina

SFA – nasycená mastná kyselina

ME – metabolizovaná energie

MLLT – vnitřní intramuskulární tuk

LA – kyselina linolová

PS – pokusná skupina

KS – kontrolní skupina

EFA – esenciální mastné kyseliny



PPUFA – procento polynenasycených mastných kyselin

PMUFA – procento mononenasycených mastných kyselin

PSFA – procento nasycených mastných kyselin

Pn6vn3 – polynenasycené mastné kyseliny s dvojnou vazbou na 6 a 3 uhlíku

## 8. Použitá literatura

- Agunbiade, J.A., Wiseman, J., Cole, D.J.A. (1991): Nutritional evaluation of triple low rapeseed products for growing pigs. *Animal Production*, 52: 509-520.
- Baur, J.E. (1994): The potential for dietary polyunsaturated fatty acids in domestic animals. *Aust. Vet. J.* 71, 342-345.
- Bečková, R., Václavková, E. (2010): The effect of linseed diet on carcass value traits and fatty acid composition in muscle and fat tissue of fattening pigs. *Czech J. Anim. Sci.*, 55, (8), 313-320.
- Bejerholm, C. (1984): Experience in taste testing fresh pork at the Danish Meat Research institute. Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol, UK, 196-197.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. (2007): *Biochemistry* (6th Edition), W.H. Freeman and Company, New York. ISBN 0-7167-8724-5.
- Cheah, K.S., Cheah, A.M., Krausgrill, D.I. (1994): Identification of variations in meat quality in live pigs free of the halothane gene using biopsy samples of M. Pig News and Inform, 15-57.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberett, G. (2003): A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86, 1751-1770.
- Corino, C., Musella, M., Mourot, J. (2008): Influence of extruded linseed on growth, carcass composition, and meat quality of slaughtered pigs at one hundred ten and one hundred sixty kilograms of liveweight. *J. Anim. Sci.*, 86, 1850-1860.
- D'Arrigo, M., Hoz, L., Lopez-Bote, C.J., Cambero, I., Pin, C., Rey, A.I., Ordóñez, J.A. (2002): Effect of dietary linseed oil and  $\alpha$ -tocopherol on selected properties of pig fat. *Can. J. Anim. Sci.*, 82, 339-346.

- Darling, F.M.C., Wiseman, J., Taylor, A.J. (1998): Developments in assessment of aroma and flavour. In: Wiesman, J., Varle, M.A., Chadwicj, J.P., Progress in Pig Science, Nottingham University Press, Nottingham, 429-442.
- Dunnett, C.E., Marlin, D.J., Harris, R.C. (2002): Effect of dietary lipid on response to exercise: Relationship to metabolic adaptation. Equine Veterinary Journal Suppl. 34.
- Enser, M., Richardson, R.I., Wood, J.D., Gill, B.P., Sheard, P.R (2000): Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: Fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages Meat Science 55 201-212.
- Felix, C. (1998): Vše o tucích typu omega-3, Praha: Pragma, překlad z anglického originálu, 111s, ISBN 80-7205-886-X.
- Flachowsky, G., Schulz, E., Kratz, R., Glodek, P. (2008): Effects of different dietary fat sources on the fatty acid profile of backfat and intramuscular fat of pigs of various sire breeds. Journal of animal and feed science, 17, 3, 363-371.
- Folch, J.M., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry, 226, s497-509.
- Frej, D. (2004): Zdravé tuky omega, Praha: EB, první vydání, 166s, ISBN 80-903234-1-3.
- Geelen, S.N., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M.M., Beynen, A.C (1999): Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. Equine.Vet. J. Suppl. 30, 475-478.
- Guillevic, M., Kouba, M., Mourot, J. (2009): Effect of a linseed diet or a sunflower diet on performances, fatty acid composition, lipogenic enzyme activities and stearyl-CoA-desaturase activity in the pig. Livestock Science, 124, 1-3, 288-294.
- Hill, R., (1991): Rapeseed meal in the diets of ruminants. Nutrition Abstracts a Reviews (Series B), 61: 139 – 155.
- Hovorka, F., Bečka, V., Čeřovský, J., Hájek, J., Holub, A., Jelínek, T., Kašpar, F., Klusáček, J., Křeček, J., Menšík, J., Navrátil, B., Pavlík, J., Plocek, F., Poděbradský, Z., Smíšek, V., Šiler, R., Vrchlabský, J. (1983): Chov prasat, Státní zemědělské nakladatelství Praha. 536 s

- Hoz, L., Lopez-Bote, C.J., Cambero, M.I., D'Arrigo, M., Pin, C., Santos, C., Ordóñez, J.A. (2003): Effect of dietary linseed oil and  $\alpha$ -tocopherol on pork tenderloin (Psoas major) muscle. *Meat Sci.*, 65, 1039-1044.
- Huang, F.R., Zhan, Z.P., Luo, J., Liu, Z.X., Peng, J. (2008): Duration of dietary linseed feeding affects the intramuscular fat, muscle mass and fatty acid composition in pig muscle. *Livestock science*, 118,1-2,132-139.
- Ingr, I. (1992): Hodnocení a zpracování jatečných zvířat a masa. Praha : ÚVTIZ, 54 s. ISSN: 0862-3562.
- Jakubec, V., Říha, J., Matoušek, V., Pražák, Č., Majzlík, I. (2002): Šlechtění prasat, Rapotín , ISBN: 80 -903143-1-7, 218 s.
- Juarez, M., Marco, A., Brunton, N., Lynch, B., Troy, D.J., Mullen, A.M. (2009): Cooking effect on fatty acid profile of pork breakfast sausages enriched in conjugated linoleic acid by dietary supplementation or direct addition. *Food Chemistry*, 117:393-397.
- Kníže, B., Šiler, R. (1978): Genetika zvířat, SZN, Praha.
- Kouba, M., Enser, M., Whittington, F.M., Nute, G.R., Wood, J.D. (2003): Effect of a high-linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 1967–1979.
- Kováč, M. (1989): Výživa a krmení hospodářských zvířat, Příroda.
- Kudrna, V., Čermák, B., Doležal, O., Frydrych, Z., Hermann, H., Homolka, P., Ilek, J., Loučka, R., Macháčová, E., Martínek, V., Mikyska, F., Mrkvička, J., Mudřík, Z., Pindík, J., Poděbradský, Z., Pulkrábek, J., Skřivanová, V., Šantrůček, J., Šimek, M., Veselá, M., Vrzal, J., Zelenka, J., Zemanová, D. (1998): Produkce krmiv a výživa skotu. AGROSPOJ, Praha. 362 s.
- Lád, F. (2004): Výživa a krmení prasat ve výkrmu. Ústav zemědělských a potravinářských informací, ISBN: 80-7271-144-x, 32 s.
- Mathews, C.K., Van Holde, K.E., Ahern, K.G. (2003): *Biochemistry (3rd Edition)*, Pearson Education Inc. ISBN 91-297-0215-0.

- Matthews, K.R., Homer, D.B., Thies, F., Calder, P.C. (2000): Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues *British Journal of Nutrition* , 83, 637-643.
- Metzler, D.E. (2001): *Biochemistry: The Chemical Reactions of Living Cells*, Vol. 1, (2nd Edition), Harcourt Academic Press, Massachusetts, USA. ISBN 0-12-492540-5.
- Miller, M.F., Shackelford, S.D., Hayden, K.D., Reagan, J.O. (1990): Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *Journal of Animal Science*, 68, 1624-1631.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (2002): *Harperova Biochemie*, Praha: H&H, třetí vydání, 872 s, ISBN 80-7319-013-3.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Rodwell, V.W. (2006): *Harper's Illustrated Biochemistry* (27th Edition), McGraw Hill Education (Asia). ISBN 007 125301-7 (India).
- Nuernberg, K., Fischer, K., Nuernberg, G., Kuechenmeister, U., Klosowska, D., Eliminowska, W.G., Fiedler, I., Ender K., (2005): Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs *Meat Science* 70(1) 63-74
- Nurnberg, K., Nurnberg, G., Dannenberger, D., Hagemann, L., Paulke, T. (2011): Effect of extruded linseed on growth and lipids of muscle and back fat in pigs. *Fleischwirtschaft*, 91, 2, 88-92.
- Ochodnický, D., Poltárský, J. (2003): *Ovce, kozy, prasata*. ISBN, 104 s.
- Orme, C.E., R.C. Harris, D.J. Marlin, and Hurley, J. (1997): Metabolic adaptation to a fat-supplemented diet by the Thoroughbred horse. *Br. J. Nutr.* 78:443-458.
- Pérez, M.P, Palacio, J., Santolaria, M.P., Acena, M.C., Chacón, G., Gascón, M., Calvo, J.H., Zaragoza, P., Beltran, J.A., García-Belenguer, S. (2002): Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science*, 61, 425-433.
- Pipek, P. (1998): *Základy technologie masa*. VVŠ PV Vyškov, ISBN 80-7231-010-0.

- Pipek, P., Pour, M. (1998): Hodnocení jakosti živočišných produktů, ČZU, Praha, ISBN: 80-0442-1, 139 s.
- Pulkrábek, J., Čeřovský, J., Dolejš, J., Drábek, J., Dubanský, V., Hájek, J., Kernerová, N., Kvapilík, J., Matoušek, V., Novák, P., Pražák, Č., Pytloun, J., Rozkot, M., Špinka, M., Toufar, O., Vališ, L., Zeman, L. (2005): Chov prasat, ISBN 80-86726-11-8.
- Riley, P.A., Enser, M., Nute, G.R., Wood, J.D. (2000): Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of pig muscle and adipose tissue. *Animal science*, 71(3), 483-500.
- Romans, J.R., Johnson, R.C., Wulf, D.M., Libal, G.W., Costello, W.J. (1995): Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of flaxseed. *Journal of Animal Science*, 73, 1982–1986.
- Scherper, J., Schulz, W. (1985): DLG- Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb und Schwein. DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- Smolák, M., Ivánek, J. (1992): Zásady pro testaci zahraničních hybridizačních programů v chovu prasat v podmínkách České republiky. Praha, s. 4.
- St. John, L.C., Young, C.R., Knabe, D.A., Thomson, L.D., Schelling, G.T., Grundy, S.M., Smith, S.B. (1987): Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. *Journal of Animal Science*, 64, 1441–1447.
- Steinhauser, L., Beneš, J., Budig, J., Gola, J., Hofmann, I., Ingr, I., Kameník, J., Klíma, D., Kozák, A., Kužniar, J., Látová, J., Lukešová, D., Matyáš, Z., Mikulík, A., Minks, J., Palásek, J., Petříček, M., Pipek, P., Ruprich, J., Sovjak, R., Steinhauserová, I., Vrchlabský, J. (1995): Hygiena a technologie masa. LAST Brno.
- Steinhauser, L., Beňovský, R., Bystrický, P., Cabadaj, R., Černý, H., Dvořák, J., Ingr, I., Kerekréty, J., Kubíček, K., Maté, D., Minks, J., Nagy, J., Novák, P., Pipek, P., Simonová, J., Sovjak, R., Steinhauserová, I., Straková, E., Suchý, P., Šubrt, J., Švický, E., Večerek, V., Vrchlabský, J., Zabloudil, F., (2000): Produkce masa. 1.ed., LAST, Polygra Brno, ISBN 80-900260-7-9.

- Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. (2009): Základy chovu prasat, Power Print, ISBN: 978-80-904011-2-9, 182 s.
- Ševčíková, S., Koucký, M. (1998): Vliv pohlavního dimorfismu na vybrané jakostní znaky vepřového masa. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves.
- Šprysl, M., Stupka, R., Čítek, J. (2009): Problematika kvality masa a kančího pachu. In: Aktuální problémy chovu prasat, ČZU Praha, FAPPZ, KSZ, 165 – 174.
- Šprysl, M., Stupka, R., Čítek, J. (2009): Vepřové maso a aspekty jeho kvality. In: Den masa 2009, ČZU, Praha, FAPPZ, KSZ, 80-87.
- Thacker, P.A., Racz, V.J., Soita, H.W. (2004): Performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed barley-based diets supplemented with Linpro (extruded whole flaxseed and peas) or soybean meal. Canadian Journal of Animal Science, 84(4), 681–688
- Turner, J. (1987): Linseed Law. Published BASF (UK) Ltd.
- Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. (1991): Coronary heart disease: seven dietary factors. Lancet, 338, 985-992.
- Velíšek, J. (2006): Chemie potravin, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotních oborů, první vydání, 164s, ISBN 80-7013-435-6.
- Veselý, Z. (1984): Výživa a krmění hospodářských zvířat. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 356 s.
- Voet, D., Voet, J.G. (2004): Biochemistry (3rd Edition), John Wiley & Sons Inc., USA. ISBN 0-471-39223-5.
- Wardlaw, G.M. (1999): Perspectives in Nutrition (4th Ed.). pp. 113-156. McGraw- Hill Publishing, New York.
- West, E.S., Todd, W.R., Mason, H.S., Van Bruggen, J.T. (1974): Textbook of Biochemistry (4th Edition) Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd, New Delhi.
- Wood, J.D., Wiseman, J., Cole, D.J.A. (1994): Principles of Pig Science, Nottingham Univ. Press, Nottingham, 433-456.

Wood, J D. (2001): Concepts in Pig Science: Meat quality and the designer pig. Nottingham Univ. Press, Nottingham, 20 – 27.

Woods, V.B., Fearon, A.M. (2009): Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. Livestock Science, 126, 1-20.

Zemanová, D. (2001): Nezastupitelná úloha minerálních látek ve výživě zvířat. Náš chov LXI (11): 8.

Anonym 1:

[http://www.czso.cz/csu/katalog.nsf/hledat?SearchView&count=20&searchorder=1&searchfuzzy=1&query=\(\(stavy%20prasat\)\)&database=all&kraje=all&skupiny=all&start=1](http://www.czso.cz/csu/katalog.nsf/hledat?SearchView&count=20&searchorder=1&searchfuzzy=1&query=((stavy%20prasat))&database=all&kraje=all&skupiny=all&start=1)

Anonym 2: [http://www.suseneplody.eu/index.php?route=product/product&product\\_id=90](http://www.suseneplody.eu/index.php?route=product/product&product_id=90)

Anonym 3: Application-Specific Technical Information—Application Notes Lipids in Cell Culture Media William Whitford and John Manwaring.

Anonym 4: [http://che1.lf1.cuni.cz/html/Mastne\\_kyseliny\\_2sm.pdf](http://che1.lf1.cuni.cz/html/Mastne_kyseliny_2sm.pdf)