

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Vliv živé hmotnosti na obsah mastných kyselin u prasat**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Barbora Eliášová**

**Obor studia: Živočišná produkce**

**Vedoucí práce: Ing. Monika Okrouhlá, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv živé hmotnosti na obsah mastných kyselin u prasat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení, poskytnutí materiálů, vstřícnost při konzultacích, cenné rady a připomínky, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce. Velké poděkování patří také mé mamce a celé rodině, která mně ve studiu podporovala.

# Vliv živé hmotnosti na obsah mastných kyselin u prasat

## Souhrn

Diplomová práce je zaměřená na stanovení profilu mastných kyselin v jatečné partii pečeně u prasat s různou porážkovou hmotností a pohlavím. V současné době se zvýšil zájem spotřebitelů o takzvané funkční potraviny. Je více teorií, jak ovlivnit profil mastných kyselin v mase. Mastným kyselinám se věnuje zvýšená pozornost pro jejich prokazatelný vliv na zdraví. Vedle celkového nižšího příjmu tuku doporučují odborníci na výživu vyšší obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) a zvýšení omega-3 (n-3) a  $\alpha$ -omega-3 na úkor omega-6 (n-6) a  $\alpha$ -omega-6 mastných kyselin.

V pokusu bylo použito 70 kusů prasat finální hybridní kombinace (bílé ušlechtilé x landrasa) x duroc. Prasata byla krmena kompletní krmnou směsí. Byla poražena ve 140 dnech věku a rozdělena podle pohlaví na kanečky, prasničky, vepříky a imunokastráty. Podle živé hmotnosti byla prasata v rámci skupin dále rozdělena na dvě podskupiny s porážkovou hmotností pod 105 a nad 105 kg včetně. Profil mastných kyselin byl stanoven z jatečné partie pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis*).

Z výsledků vyplývá, že vliv pohlaví a porážkové hmotnosti byl významný na zastoupení jednotlivých a celkových mastných kyselin. Byla nalezena interakce mezi pohlavím a živou hmotností, a to u poměru omega-6/omega-3 PUFA. Prasata s vyšší porážkovou hmotností měla vyšší obsah kyseliny stearové ( $P=0,02$ ), naopak prasata s nižší porážkovou hmotností měla vyšší obsah kyseliny palmitoolejové ( $P=0,03$ ). Kanečci a imunokastráti vykazovali vyšší obsah kyseliny heptadecenové oproti prasničkám a vepříkům ( $P=0,005$ ). Mezi ostatními mastnými kyselinami v rámci sledování pohlaví a porážkové hmotnosti nebyly nalezené rozdíly statisticky průkazné.

Z výsledků měření vyplývá, že pohlaví a porážková hmotnost ovlivnila pouze poměr n-6/n-3 PUFA.

**Klíčová slova:** prase; hmotnost; pohlaví; mastné kyseliny; pečeně.

# The effect of live weight of pigs on the fatty acid content in ham

## Summary

The dissertation is focused on determination of profile of fatty acid in carcass roast ham of pigs with different live weight and sex. Nowadays the interest in functional foods increased. There are more theories on how to affect the profile of fatty acids in meat. Fatty acids are focused on due to their provable impact on health. Nutrition experts recommend not only overall lower intake of fat but also recommend higher content of polyunsaturated fatty acids (PUFA), omega-3 (n-3) and  $\alpha$ -omega-3 at the expense of omega 6 (n-6) and  $\alpha$ -omega-6 fatty acids.

In the experiment we used 70 pigs of final hybrid combination (Large White x Landrace) x Duroc. The pigs were fed by completed feed mixes. The pigs were slaughtered at age of 140 days and divided according to sex to boars, gilts, barrows and immunocastrated pigs. The pigs were divided into two more subgroups based on live weight – under 105 kg and 105 kg and more. The profile of fatty acids was determined from carcass roast ham (*musculus longissimus lumborum et thoracis*).

The results have shown that effect of sex and live weight is significant for fatty acids content and their composition. We have found interaction between sex and live weight in ratio omega-6/omega-3 PUFA. The pigs with higher live weight had higher content of stearic acid ( $P=0,02$ ), on the opposite the pigs with lower live weight had higher content of palmitoleic acid ( $P=0,03$ ). Boars and immunocastrated pigs had higher content of heptadecanoic acid compared to gilts and barrows ( $P=0,005$ ). Within the framework of monitoring sex and live weight there was no statistically proved difference between other fatty acids content.

According the results the sex and live weight affect only ratio n-6/n-3 PUFA.

**Keywords:** pig; live weight; sex; fatty acids; ham

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíle práce</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Vědecká hypotéza</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Cíl práce</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Literární řešerše</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Nutriční hodnota masa</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Tuky</b> .....	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>Mastné kyseliny</b> .....	<b>6</b>
3.3.1	Esenciální mastné kyseliny .....	7
3.3.2	Nasyčené mastné kyseliny .....	7
3.3.2.1	Palmitová kyselina .....	8
3.3.2.2	Stearová kyselina .....	8
3.3.3	Nenasycené mastné kyseliny .....	8
3.3.3.1	Mononenasyčené mastné kyseliny .....	9
3.3.3.2	Polynenasycené mastné kyseliny .....	10
3.3.4	Trans-nenasycené mastné kyseliny .....	14
3.3.4.1	Konjugovaná kyselina linolová .....	14
<b>3.4</b>	<b>Výživa a trávení</b> .....	<b>15</b>
3.4.1	Výživa .....	15
3.4.2	Trávení .....	16
3.4.3	Resorpce lipidů .....	17
<b>3.5</b>	<b>Faktory ovlivňující profil mastných kyselin a oxidační stabilitu tuku</b> .....	<b>18</b>
3.5.1	Živá hmotnost .....	19
3.5.2	Výživa .....	20
3.5.3	Plemeno .....	21
3.5.4	Pohlaví .....	22
<b>4</b>	<b>Metodika</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Zvířata</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>Výživa</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3</b>	<b>Odběr vzorků</b> .....	<b>25</b>
<b>4.4</b>	<b>Mastné kyseliny</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5</b>	<b>Statistické vyhodnocení</b> .....	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>38</b>

<b>8 Literatura .....</b>	<b>39</b>
<b>9 Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>44</b>
<b>10 Seznam tabulek a grafů.....</b>	<b>45</b>



# 1 Úvod

Maso hrálo velmi důležitou roli v evoluci člověka a je nezbytnou složkou vyvážené stravy lidí. Pojem vyvážená strava získala velkou popularitu díky vyšší vzdělanosti lidí a díky zjištění škodlivosti některých látek na lidský organismus. Vyvážená strava zajišťuje příjem všech základních živin, které lidské tělo vyžaduje pro plnění každodenních funkcí. Již od pravěku se stalo maso nedílnou součástí stravy lidí. Nejprve *Australopithecus afarensis* (před 2 až 3 mil let) byl mrchožrout, dále *Homo erectus* (1,8 mil – 143 tis let) se začal živit lovem a *Homo sapiens* (asi 200 tis let až současnost) začal s primitivním chovem a domestikací.

Vepřové maso je na vrcholu žebříčku ve spotřebě. Na vrcholu se drží, i když je maso nejdražší potravinou ve stravě lidí a má vysoké náklady na produkci a zpracování. Prasata patří mezi nejvýkonnější hospodářská zvířata díky své užitkovosti. To je dáno hlavně díky vysoké schopnosti syntézy bílkovin a tukových rezerv v těle, který se projevuje vysokou intenzitou růstu. Další výhodou v chovu prasat je jejich ranost, vysoká multiparita, krátká březost, vysoká mléčnost prasnic, dobrá konverze živin a vysoká jatečná výtěžnost.

V současné době je spotřebiteli vyžadována stále vyšší kvalita masa. Tuk je hlavním nositelem nutričních hodnot, ale i organoleptických hodnot jako je chuť, barva, křehkost a šťavnatost. V posledních letech se obsah intermuskulárního tuku stal důležitým ukazatelem kvality masa. Spotřebitelé požadují čerstvé vepřové maso vysoké kvality a hodnotí ho nejen podle mramorování. Z hlediska spotřebitelů je vepřové maso často nesprávně hodnoceno jako tučné. Některé partie vepřového masa jsou brány jako nízkoenergetické. Vepřové maso je bohatým zdrojem živočišných bílkovin a tuků. Hlavním příjmem tuku z masných výrobků u lidí je v západní společnosti převážně tuk z vepřového masa, který je obsažen v mnoha masných výrobcích. Z pohledu nutričního je tuk zdrojem energie, esenciálních mastných kyselin a je nositelem lipofilních vitamínů.

Nadměrná konzumace masa, hlavně tučných částí a masných výrobků, může vést k některým patologickým onemocněním, jako je například rakovina střeva, kardiovaskulární, neurodegenerativní a metabolické onemocnění. Maso samo o sobě není rizikovým faktorem pro vznik chorob, ale riziko je v nadměrné konzumaci tuku, a to hlavně nenasycených tuků. V posledních letech, především díky postupnému šlechtění prasat, došlo ke snížení podílu intramuskulárního tuku přibližně o polovinu a zvýšil se podíl masitých částí.

Zájem o zastoupení mastných kyselin v mase se zvýšil především z důvodu zvyšujícího se zájmu o zdravější potraviny. Mastné kyseliny mají pozitivní ale i negativní vliv

na lidský organismus. Odborníci doporučují omezit příjem nasycených mastných kyselin (SFA) ze živočišných i rostlinných zdrojů. Dále snížit příjem trans-mastné kyseliny pocházející ze ztužených tuků, například vyvarovat se smaženým pokrmům a omezit rostlinné oleje s obsahem omega-6 mastných kyselin. Vhodné oleje jsou řepkový a olivový. Podle odborníků bychom měli zvýšit konzumaci některých ryb (Grofová 2010). Ve většině vyspělých zemích vysoký příjem masa a masných výrobků přispívá k vyššímu příjmu než doporučená denní dávka nasycených mastných kyselin a cholesterolu. V lidské stravě se doporučuje, aby celkový příjem lipidů ve stravě byl 30 % z celkového příjmu energie a asi 10 % SFA, zatímco 10 % až 20 % by mělo být PUFA. Z PUFA by mělo být pod 10 % omega-6 (n-6) PUFA a 5-8 % omega-3 (n-3) PUFA (Valsta et al. 2005; Đorđević et al. 2016). Vyšší informovanost lidí o zdravotních vlivech tuků a mastných kyselin vede ke zvýšenému zájmu o maso obohacující více nenasycených mastných kyselin (USFA)

## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

### **2.1 Vědecká hypotéza**

Předpokládám, že různě těžká prasata budou vykazovat odlišný profil mastných kyselin v jatečné partii pečeně.

### **2.2 Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv živé hmotnosti a pohlaví prasat na obsah mastných kyselin v jatečné partii pečeně.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Nutriční hodnota masa

Nejcennější složkou jatečně upraveného těla je maso a tuk (Lisiak et al. 2013). Maso je nejdůležitější potravina pro člověka (Ahmad et al. 2018). Je zdrojem celé řady hodnotných živin, jako jsou voda, bílkoviny, tuk, minerální látky, vitamíny a extraktivní látky (Pipek 1991). Složky v maso se mohou rozdělit na živiny (tuky, cukry a bílkoviny) a ochranné látky (vitamíny a minerální látky) (Frej 2006).

Voda je nejvíce zastoupenou složkou v maso. Je jednou z nejdůležitějších složek všech potravin. Maso se řadí mezi potraviny rychle podléhající zkáze, protože obsahuje víc než 70 % vody. Přítomnost vody má značný vliv i na barvu a texturu masa. Mladší zvířata obsahují až 72 % vody (Ahmad et al. 2018).

Nejvýznamnější živiny v maso z nutričního hlediska jsou bílkoviny. Jedná se o takzvané “plnohodnotné bílkoviny” obsahující většinu esenciálních aminokyselin (Pipek 1991). Průměrná hodnota bílkovin v maso je přibližně 23 % podle živočišného původu masa. Proteiny, neboli bílkoviny jsou přirozeně se vyskytující komplexní dusíkaté sloučeniny. Bílkoviny se skládají z 20 různých aminokyselin. V lidské stravě je 8 esenciálních aminokyselin, tj. isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, treonin, tryptofan, valin a pro děti navíc i histidin (Ahmad et al. 2018). Pro prasata jsou esenciální aminokyseliny; lyzin, treonin, metionin, cystin, tryptofan, arginin, izoleucin, leucin, histidin, fenylalanin tyrozin a valin (Wu 2009).

Z lipidů jsou nejvíce zastoupené neutrální lipidy, též nazývané triacylglyceroly, v menší míře jsou přítomny fosfolipidy a doprovodné látky lipidů (Pipek 1991). Fosfolipidy obsahují kromě mastných kyselin ještě další složky. Jsou součástí buněčných membrány, Obsah tuku v maso se pohybuje mezi 8–20 %. Obsah závisí na mnoha faktorech, jako je plemeno, věk, druhová příslušnost, krmiva a technologie chovu (Ahmad et al. 2018).

Z minerálních látek jsou nejvíce zastoupené prvky K, Ca, Fe, Se, Zn přibližně z 1 % hmotnosti masa (Pipek 1991). Minerální látky jsou důležité pro správný růst, vývoj organismu, a pro všechny funkce organismu (Ahmad et al. 2018).

Maso je bohatým zdrojem vitamínů. Maso obsahuje vitamíny skupiny A, B, C, D a E. Vitamín B12 je přítomný pouze v potravinách živočišného původu a je důležitý pro krvetvorbu. (Pipek 1991). Obsah sacharidů v maso je zanedbatelný (Ahmad et al. 2018).

Maso je bohatým zdrojem cholesterolu. Obsah cholesterolu v mase je přibližně 30-120 mg/100 g (Valsta et al. 2005). Cholesterol je nepostradatelnou látkou organismu. Je součástí buněčných membrán v nervové tkáni, je prekurzorem některých hormonů a je podstatnou složkou pro biosyntézu žluče. Je náchylný k oxidaci. Koncentrace oxysterolů ve vepřovém mase může být ovlivněna stravou především přítomností vitamínu E a PUFA (Eder et al. 2005). Vitamín E je membránový antioxidant. To potvrdili i Guo et al. (2006) ve své studii. Doplněním vitamínu E a tuku, nebyly změněny růstové vlastnosti, ale byla pouze zvýšená stabilizace nenasycených mastných kyselin, proti oxidačnímu poškození a tím se i zlepšily organoleptické vlastnosti masa. Lisiak et al. (2013) uvádějí jako další antioxidant zabráňující oxidaci PUFA kyselinu askorbovou a  $\beta$ -karoten.

### 3.2 Tuky

Lipidy neboli tuky, jsou estery glycerolu a vyšších mastných kyselin (Hermier & Mourot 2001). Patří spolu s cukry a bílkovinami mezi makronutrienty potravin, které nejdou plně nahradit jinými složkami. Mají nejvyšší energetickou denzitu (Grofová 2010). Syntéza lipidů je z 80 % uskutečněna z glukózy. Glukóza je hlavním prekurzorem mastných kyselin (Hermier & Mourot 2001). Lipidy jsou zcela nezbytné ve výživě lidí i hospodářských zvířat. Ve výživě lidí mají velmi významné zastoupení hned z mnoha důvodů. Jsou stavebními živinami na celulární i subcelulární úrovni a tvoří biomembrány (Herzig et al. 2008). Tuky jsou nositelem celé řady nezbytných látek pro celý organismus, jako jsou například vitamíny rozpustné v tucích, esenciálních mastných kyselinách, sterolech, antioxidantech rozpustných v tucích a dalších ochranných látkách (Dostálová 2011). Hlavní složkou lipidů ve tkáni jsou fosfolipidy (přibližně 3 %) a neutrální lipidy (97 %). Ve svalové tkáni jsou nejdůležitější fosfolipidy, mají vyšší obsah PUFA. Hlavní složkou neutrálních lipidů je kyselina olejová a konjugovaná kyselina linolová (CLA) (Enser et al. 2008).

Živočišný tuk je bohatým zdrojem mononenasycených a nasycených mastných kyselin. Obsah tuku v mase a masných výrobcích se pohybuje kolem 3-25 g na 100 g masa. Kuřecí kůže má přibližně 48 g tuku ve 100 g (Valsta et al. 2005). Vepřové maso je z pohledu spotřebitelů řazeno mezi tučné maso, ale opak je pravdou. Hermier & Mourot (2001) uvádí, že po odstranění viditelných částí tuku je vepřové maso velmi málo tučné. Vybrané části masa obsahují méně než 2 % všech lipidů. Množství viditelného tuku je považováno za kritérium kvality masa.

Tukovou tkáň můžeme rozdělit mezi subkutánní, intermuskulární a intramuskulární. Kvalitu tukové tkáně lze hodnotit z hlediska nutriční hodnoty, organoleptických vlastností, konzervačních a zpracovatelských vlastností (Lizardo et al. 2002).

Kvalita masa je posuzována mnoha faktory jako je pH, barva nebo obsah intramuskulárního tuku (Alonso et al. 2009). Mramorování, neboli intramuskulární tuk, je celkový obsah tuku ve svazech složený především z neutrálních lipidů (Enser et al. 2008). Dále se skládá z fosfolipidů (nacházející se převážně v buněčných membránách) a cholesterolu (Baéza et al. 2010). Má pozitivní vliv na šťavnatost, chuť a vůni. Obsah intramuskulárního tuku musí být vyšší než 2 %, aby byly zaznamenány jakékoliv kvalitativní znaky (Alonso et al. 2009). Baéza et al. (2010) také uvádí množství intramuskulárního tuku a složení mastných kyselin mezi jakostní atributy masa, včetně sensorických vlastností. Nízký obsah tuku vyvolává pocitově méně chutné maso. Mramorování je významně ovlivněno genetickým založením jedince.

### **3.3 Mastné kyseliny**

Nutriční hodnota masa je závislá mimo jiné i na profilu mastných kyselin především z důvodu vlivu mastných kyselin na lidské zdraví (Skiba et al. 2010). Ve všech druzích masa jsou zastoupené kyseliny olejová, palmitová a stearová (Valsta et al. 2005). Mastné kyseliny jsou důležitými stavebními látkami v rostlinném i živočišném organismu (de Carvalho & Caramujo 2018). Jsou nejdůležitější složkou a stavební jednotkou lipidů (Piřha & Poledne 2009; Grofová 2010). Drůbeží a vepřové maso obsahuje o něco více USFA než hovězí a jehněčí (Valsta et al. 2005). Profil mastných kyselin v tukové a svalové tkáni mají významný vliv na kvalitu masa a chuti (Enser et al. 2008). Jsou základním energetickým zdrojem a nezbytnými látkami pro regeneraci a metabolismus buněk (Cui et al. 2016). Modulují transkripci genů a fungují jako prekurzor cytokinů (Glick & Fischer 2013). Jsou prekurzory některých důležitých látek pro organismus a jsou nezbytné pro správný vývoj centrálního nervového systému (Grofová 2010). Mastné kyseliny určují tuhost tuku a oxidační stabilitu lipidů (Enser et al. 2008). Dají se dělit mnoha způsoby, například podle délky uhlíkatého řetězce. Mastné kyseliny s krátkým uhlíkatým řetězcem, kam řadíme například kyselinu propionovou a máselnou (do 6 atomů uhlíku), středně dlouhým uhlíkatým řetězcem (6-10 atomů uhlíku) a s dlouhým uhlíkatým řetězcem (nad 10 atomů uhlíku) (Herzig et al. 2008; Grofová 2010; Dostálová 2011). Další možnost dělení mastných kyselin je podle nasycenosti, na nasycené a nenasycené mastné kyseliny. Nenasycené mastné kyseliny se dále dělí na mononenasycené a polynenasycené mastné kyseliny (Herzig et al. 2008). MUFA jsou

nejhojnější mastné kyseliny v těle prasat. Dále jsou zastoupené SFA a jako poslední jsou PUFA. Nejvíce zastoupené mastné kyseliny v těle prasat jsou kyselina stearová, palmitová, olejová a  $\gamma$ -linolenová kyselina, což odpovídá asi 85 % všech mastných kyselin (Juárez et al. 2016). Syntéza mastných kyselin v buňkách pochází buď z exogenních zdrojů přímo z potravy, nebo jsou syntetizovány de novo (de Carvalho & Caramujo 2018).

### 3.3.1 Esenciální mastné kyseliny

Esenciální mastné kyseliny jsou kyseliny, které si organismus nedokáže vytvořit z jiných složek a musí se do organismu dostávat potravou. Jsou nezbytné pro biologickou funkci (Glick & Fischer 2013). Ve stravě musí být dodány dvě esenciální mastné kyseliny, kyselina linolová a kyselina linolenová. Mají 18 atomů uhlíku a patří do skupiny mastných kyselin omega 6 (linolová) a omega 3 ( $\alpha$ -linolenová) (Šimek 2007). Jejich nedostatek ve výživě prasat vyvolává dermatitidy, poruchy hospodaření s vodou a ztrátu rozmnožovacích schopností. Odhad potřeby esenciálních mastných kyselin v krmné dávce závisí na potřebě omega-6 mastné kyseliny (Pulkrábek et al. 2005). V lidské stravě musí být navíc zastoupena esenciální mastná kyselina, kyselina arachidonová. Esenciální mastné kyseliny mají významnou roli v mnoha biochemických cestách. Mají kardioprotektivní, antitrombotické, protizánětlivé a antiarytmické účinky. Snižují rizika závažných onemocnění například rakoviny, osteoporózy, diabetu, kardiovaskulárního onemocnění a mnoha dalších (Orsavova et al. 2015).

### 3.3.2 Nasycené mastné kyseliny

Nasycené mastné kyseliny nemají žádnou dvojnou vazbu mezi uhlíky a nemají schopnost vázat další atomy vodíku. Jsou především energetickým zdrojem (Herzig et al. 2008). Účinky mastných kyselin se liší podle délky uhlíkového řetězce. Nasycené mastné kyseliny s krátkým řetězcem mají do 4 atomů uhlíku v řetězci. Středně dlouhý uhlíkatý řetězec SFA má 6-10 atomů uhlíku v řetězci, přecházejí přímo krví do jater a dobře se metabolizují. SFA s dlouhým řetězcem mají 12, 14 a 16 uhlíku v řetězci (Dostálová 2011), jejich vysoký příjem je spojován s vyššími hladinami LDL (nízkodenzitní lipoprotein) cholesterolu v krvi (Praagman et al. 2016). Hlavní příčinou zvýšení LDL cholesterolu jsou kyselina myristová a palmitová. Kyselina stearová nezvyšuje hladinu cholesterolu (Valsta et al. 2005). Jsou přítomny především v tučích živočišného a rostlinného původu hlavně v kokosovém tuku. V potravinách se běžně nachází ztužený tuk, například v sušenkách, oplatkách s náplní aj. (Piřha & Poledne 2009). Nasycené mastné kyseliny jsou např. kyselina

myristová, laurová, palmitová a stearová. Hojně se vyskytují v sádle a másle (Grofová 2010). Kyseliny myristová a laurová se také vyskytují v tuku živočišného původu a získávají se z potravy (Enser et al. 2008).

Spotřebitelé si stále více uvědomují vztah mezi konzumací masa a množstvím nasycených mastných kyselin, které přispívají ke zvýšení cholesterolu (Baéza et al. 2010) a zvyšují riziko ischemických chorob (Praagman et al. 2016). Enser & Wood (2007) podle obecných pokynů doporučují v lidské stravě snížit příjem krátkých a středně dlouhých řetězců SFA. Vysoký denní příjem tuků má negativní dietetický vliv na procesy trávení a resorpci, způsobuje obezitu, zvyšuje cholesterol a působí na procesy spojené s imunosupresí (Herzig et al. 2008).

### **3.3.2.1 Palmitová kyselina**

Kyselina palmitová je karboxylová kyselina složená z 16 atomů uhlíku ve svém řetězci. Přírodně se vyskytuje v tucích živočišného původu (Grofová 2010). Kyselina se hojně vyskytuje v palmovém oleji, ale je obsažena také v másle, sýrech, mléku a mase. Má největší vliv na hladinu špatného cholesterolu. Má mírné antioxidační a aterosklerotické vlastnosti. Ale i přes mírné pozitivní vlastnosti je kyselina řazena k tukům s negativními účinky (Hoffmann & Schwingshackl 2014). Kyselina je stejně jako kyselina stearová syntetizována v těle zvířat (Enser et al. 2008).

### **3.3.2.2 Stearová kyselina**

Stearová kyselina je organická kyselina složená z 18 atomů uhlíku v řetězci. Vyskytuje se v tucích živočišného původu (Grofová 2010). U kyseliny stearové byly prokázány některé negativní vlivy na lidské zdraví, například zvýšení sérového cholesterolu a zvýšení lipoproteinů v krvi (Herzig et al. 2008; Hoffmann & Schwingshackl 2014). Oproti jiným SFA mastným kyselinám nezvyšuje hladinu cholesterolu v krvi. Kyselina je především syntetizována v těle zvířat a je hůře ovlivnitelná stravou (Enser et al. 2008).

### **3.3.3 Nenasycené mastné kyseliny**

Nenasycené mastné kyseliny obsahují minimálně jednu dvojnou vazbu a jsou hlavně součástí fosfolipidů buněčných membrán (Herzig et al. 2008). Jsou zastoupeny především v rostlinných tucích, např. v semenech, plodech nebo listech rostlin (Šimek 2007). Nadměrné podávání nenasycených mastných kyselin zvyšuje množství podkožního tuku, zhoršuje jeho stabilitu a zvyšuje požadavky na alfa-tokoferol v krmné dávce (Pulkrábek et al. 2005).



Nenasycené mastné kyseliny mohou existovat v cis- nebo trans- konfiguraci (Orsavova et al. 2015). Přirozeně se vyskytující mastné kyseliny jsou častěji ve formě cis, tj. atom vodíku je připojen k atomu uhlíku v řetězci ve stejném směru. U přežvýkavců je v důsledku rostlinné stravy vyšší podíl typu trans (Enser et al. 2008).

### **3.3.3.1 Mononenasycené mastné kyseliny**

Nejběžněji se vyskytující mononenasycené mastné kyseliny v životě lidí jsou kyseliny olejová, palmitoolejová a eruková. MUFA mají pouze jednu dvojnou vazbu v řetězci (Hoffmann & Schwingshackl 2014). Mononenasycené mastné kyseliny ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi, udržování elasticity a čistotu arterií (Enser & Wood 2007). MUFA se hojně vyskytuje v intramuskulárním tuku prasat. Nejvíce zastoupenou kyselinou v tuku prasat je kyselina olejová a palmitoolejová (Juárez et al. 2016).

#### **3.3.3.1.1 Kyselina olejová**

Kyselina olejová se řadí mezi omega-9 mastné kyseliny. Na 9. atomu uhlíku od methylového konce se nachází dvojná vazba. Vyskytuje se v olivovém, řepkovém a slunečnicovém oleji, v rybách a mléčném tuku (Herzig et al. 2008). Hypotalamus reaguje na kyselinu olejovou, ta aktivuje neuronovou síť, která potlačuje sekreci VLDL (velmi nízkodenzitní lipoprotein) v játrech. VLDL se mění na IDL (lipoprotein se střední hustotou) a poté na LDL (nízkodenzitní lipoprotein), takzvaný špatný cholesterol. Snižuje riziko aterosklerózy. Dostatečný příjem kyseliny olejové zlepšuje citlivost na inzulín a zabraňuje vzniku diabetu druhého typu. Podporuje krevní oběh a pozitivně působí na kardiovaskulární systém (Palomer et al. 2018). Enser & Wood (2007) ve své studii přidali 12 % slunečnicového oleje s obsahem kyseliny olejové do krmné dávky. Navýšili tak koncentraci kyseliny olejové v intramuskulárním tuku a docílili tak zlepšení chuti a šťavnatosti masa.

#### **3.3.3.1.2 Eruková kyselina**

Eruková kyselina se řadí mezi omega-9 mastné kyseliny. Vyskytuje se v brukvovitých rostlinách především v semenech řepky olejné a semenech hořčici seté. Vykazuje různé negativní účinky na organismus, jako je například myokardiální lipidóza a narušení oxidační fosforylace (Hoffmann & Schwingshackl 2014). Olej z řepky se nedoporučuje ve výživě kojenců, kvůli obavám z možného hromadění triglyceridů v srdci. Trans-izomer kyseliny erukové se označuje jako kyselina brasidová. Kyselina eruková je ze zdravotního hlediska silně nežádoucí (Green & Innis 2000). V české republice se pěstují tzv. bezerukové odrůdy

řepky, u kterých byl snížen obsah kyseliny erukové z původních 45 % na hodnotu nepřevyšující 5 % (Herzig et al. 2008) Green & Innis (2000) ve své studii podávali selatům od narození do 18 dne stáří různé druhy oleje a to řepkový, sójový, palmový, slunečnicový a kokosový. Hladina kyseliny erukové v srdečních triglyceridech a fosfolipidech byla vyšší u selat krmených řepkovým olejem.

### **3.3.3.2 Polynenasycené mastné kyseliny**

Polynenasycené mastné kyseliny se podílí na širokém spektru biochemických reakcí. Podílí se na tvorbě hormonů, mají vliv na strukturu pleti, protizánětlivé účinky, ovlivňují plodnost a imunitní odezvu (Dostálová 2011). Dále jsou také prospěšné pro lidský organismus, snižují cholesterol a ovlivňují lipoproteiny v krvi (Cui et al. 2016). PUFA se dále rozdělují podle umístění dvojné vazby na omega-6 a omega-3 mastné kyseliny. Mezi omega-6 řadíme kyselinu linolovou a mezi omega-3 řadíme kyselinu  $\alpha$ -linolenovou. Kyselina  $\alpha$ -linolenová a linolová patří mezi esenciální mastné kyseliny (Dostálová 2011). PUFA mají mnoho přínosu pro lidské zdraví, například zabraňují výskytu kardiovaskulárních onemocnění (Janz et al. 2006). Správný poměr omega-3 a omega-6 má protizánětlivé účinky (Grofová 2010). Prasata mají ve tkáních vyšší podíl kyseliny linolové, než je tomu například u skotu či ovcí (Enser et al. 2008).

Eicosanoidy jsou sloučeniny pocházející z omega-6 a omega-3 mastných kyselin. Eicosanoidy z první skupiny takzvaný leukotrieny mají protizánětlivé účinky a jejich koncentrace závisí na množství mastných kyselin ve stravě. Druhá skupina se nazývá prostanoidy a má 3 podskupiny: prostaglandiny, prostacykliny a tromboxany (Orsavova et al. 2015). Zvýšení PUFA v tkáních je bohužel omezena výrazným snížením oxidační stability lipidů. Oxidace lipidů je proces oxidace dvojných vazeb kyslíkem. Oxidace lipidů má za následek mikrobiální znehodnocení a je primární příčinou znehodnocení sensorických vlastností masa (Bryhni et al. 2002).

#### **3.3.3.2.1.1 Omega-3 mastné kyseliny**

Dvojná vazba je umístěna na 3. atomu uhlíku od hlavní methylové skupiny. Bohatým zdrojem jsou ryby, rybí tuk, maso, mléko a sýry (Dostálová 2011). Jsou obsaženy také v řepkovém oleji a lněném semínku (Grofová 2010). PUFA n-3 mastné kyseliny jsou důležité pro vývoj mozku u dětí, a to v prenatálním období, ale i po narození. PUFA n-3 je důležitá i pro resorpci některých vitamínů a pro syntézu eicosanoidů. Snižuje výskyt kardiovaskulárního onemocnění, srážení krve a pozitivně ovlivňuje krevní lipidy (Herzig et al.

2008). Prekurzorem pro PUFA n-3 je kyselina  $\alpha$  – linolenová (ALA), která je přijímána potravou (De Tonnac et al. 2016). Konečným produktem metabolismu je kyselina dokosahexaenová (DHA). Kyselina linolenová se přetváří na kyseliny eikosapentaenovou (EPA) a dokosahexaenovou, které snižují triacylglyceroly v krvi a jsou důležité pro funkci nervové tkáně (Dostálová 2011). V organismu je však míra přeměny kyseliny  $\alpha$  – linolenové v EPA slabá a dosahuje hodnoty přibližně 10 - 20 %. Přeměna kyseliny  $\alpha$  – linolenové v DHA je ještě menší (Grofová 2010). Studie od Enser et al. (2000) ukázala, že pouze malé zvýšení kyseliny  $\alpha$  – linolenové v krmné dávce, které bylo dosaženo přidáním lněného semínka do krmné dávky, vedlo k nárůstu obsahu svalové tkáně a k zvýšení obsahu kyseliny linolenové a EPA a DHA ve svalové tkáni.

Kyselina dokosapentaenová (DPA) se nejvíce vyskytuje v oleji tuleně vousatého (Guo et al. 2018). DPA je zastoupená v mateřském mléce, v rybím oleji a v hovězím masu krmené trávou. DPA je obsažená v rybím oleji podstatně méně, než je to u DHA a EPA. Většina rybích olejů obsahuje méně než 2 % hmotnosti DPA a zhruba jednu třetinu až jednu pětinu obsahuje EPA nebo DHA. DPA je v lidském mléku zastoupená víc než EPA, což poukazuje na značný vliv DPA na lidský vývoj. Pozitivně ovlivňuje nervovou soustavu. Je prokázáno, že vyšší hladina DPA v lidské krvi koreluje s nižším obsahem triglyceridu, cholesterolu v krvi, zánětem, celkovým rizikem koronárním srdečním onemocněním a akutním infarktem myokardu (Byelashov et al. 2015). Guo et al. (2018) prokázal u DPA lepší vliv na snížení hladiny glukózy v krvi a zlepšení inzulínové rezistence ve srovnání s EPA a DHA.

Zvýšení obsahu omega-3 v intramuskulárním tuku je doprovázeno sníženým obsahem omega-6. To ovlivňuje poměr omega-6/omega-3, zatímco poměr mastných kyselin a nenasycených mastných kyselin se téměř nemění (Demeyer et al. 2004). Vysoký podíl n-3 PUFA v tkáních snižuje oxidační stabilitu (Daza et al. 2017).

### **3.3.3.2.1.2 $\alpha$ – linolenová kyselina**

ALA je esenciální mastná kyselina pro přežvýkavce, díky jejímu zastoupení v zelené píce (Enser et al. 2008). Enser & Wood (2007) ALA nemůže být syntetizována *de novo* a koncentrace ve tkáni rychle reagují na změnu ve stravě. Kyselina se ukládá ve formě fosfolipidů a je hůře začleněná do tukové tkáně (Enser et al. 2008).

Přirozeně se vyskytuje v některých druzích rostlin, například v řepce, lnu a v klíčkách (Grofová 2010). Hlavním zdrojem kyseliny ALA je lněný olej, řepkový olej, černorybízový olej, konopný olej, kanolový olej a sójový olej (Herzig et al. 2008). V lněném semínku tvoří kyseliny ALA asi 52 % celkového množství mastných kyselin (Lisiak et al. 2013). Juárez et

al. (2016) ve své studii uvádí, že mezi vlivy na obsah kyseliny  $\alpha$  – linolenové v tukových a svalových tkáních se podílí z 88 % vliv stravy, 5 % plemeno a 4 % technologie chovu. Enser et al. (2000) ve své studii ukazují, že strava bohatá na lněné semínko zvýšila ukládání  $\alpha$  – linolenové kyseliny v tukové a svalové tkáni, především ve fosfolipidu a zároveň se snížil poměr n-6/n-3 PUFA.

#### **3.3.3.2.1.3 Kyselina eikosapentaenová**

EPA je polynenasycená mastná kyselina s dlouhým řetězcem (Enser et al. 2000). Hlavním zdrojem této kyseliny jsou oleje z mořských ryb (Herzig et al. 2008). Janz et al. (2006) také potvrzují, že rybí oleje jsou bohaté na kyselinu EPA. Dále se vyskytuje v mořských řasách a krilu. Ryby přeměňují kyselinu  $\alpha$  – linolenovou z vodních řas a krilu na EPA a DHA (Grofová 2010). Janz et al. (2006) ve své studii upozorňují na zhoršenou chuť masa při krmení rybím olejem. EPA a DHA jsou v lidském organismu spojovány s ochranou proti duševním poruchám, jako je Alzheimerova choroba, demence, chronické denní bolesti hlavy a porucha pozornosti (Orsavova et al. 2015).

#### **3.3.3.2.1.4 Kyselina docosahexaenová**

DHA je kyselina s dlouhým řetězcem (Enser et al. 2000). DHA a EPA mohou být syntetizovány v tkáních přímo z krmiva, nebo mohou být syntetizovány z kyseliny  $\alpha$  – linolenové, která je prekurzorem těchto kyselin (Lisiak et al. 2013). Z přirozených zdrojů, se stejně jako EPA, vyskytuje pouze v rybách, mořských řasách a krilu (Grofová 2010). Je důležitá pro řízení a živočišné procesy v organismu a správnou funkci buněčných stěn (Herzig et al. 2008). Zvýšení obsahu DHA v mase bylo dosaženo hlavně při zahrnutí rybiho oleje a moučky do krmiva (Demeyer et al. 2004).

#### **3.3.3.2.2 Omega-6 mastné kyselin**

Omega-6 mastné kyseliny jsou kyseliny s dvojnou vazbou na 6 atomů uhlíku od hlavní methylové skupiny. Jsou původu rostlinného, jedná se převážně o rostlinné oleje (Grofová 2010). Omega-6 má mnoho biochemických účinků. Při správném množství má protizánětlivé účinky, působí proti cévnímu onemocnění, astmatu a řadě dalších onemocnění. PUFA n-6 podporuje lipogenní aktivitu v subkutánní tukové tkáni (De Tonnac et al. 2016). Nadměrná konzumace n-6 PUFA může působit nepříznivě a může omezit příjem n-3 PUFA. Představitelem je především kyselina linolová, která se v organismu přetváří na kyselinu

arachidonovou. Z n-6 PUFA se tvoří prostaglandiny a leukotrieny 2. a 4. třídy (Grofová 2010).

#### **3.3.3.2.2.1 Kyselina linolová**

V její molekule je 18 atomů uhlíku a obsahuje 2 dvojně vazby. Kyselina linolová je důležitá pro růst a vývoj organismu, pro reprodukční funkci a imunitní odpověď (Herzig et al. 2008). Hojně se vyskytuje v rostlinných olejích, například v lněném, řepkovém a sójovém oleji (Grofová 2010). Účastní se metabolických reakcí vedoucí k tvorbě prostaglandinů a působí také jako esenciální stavební jednotka v nenasycených membránových fosfolipidech (Pulkrábek et al. 2005). Ovšem nedostatek, ale i přebytek této kyseliny má negativní účinek na zdravotní stav i produkci zvířat (Herzig et al. 2008). Nedostatek kyseliny se vyznačuje poruchami látkové výměny a vzestupem krevního tlaku. Také se vyznačuje poklesem růstové intenzity u mladých zvířat, patologickými změnami na kůži, šupinatostí pokožky, dlouhodobým hojením ran, poruchou zraku, poruchou chování a dochází k poklesu produkce. Naopak při nadbytku kyseliny dochází ke zvýšení hladiny eicosanoidů, a to hlavně prostaglandinů (Herzig et al. 2008). Z kyseliny linolové vzniká postupně kyselina  $\gamma$  – linolenová, poté dihomogamma-linolenová, a nakonec kyselina arachidonová, která je prekurzorem pro syntézu eicosanoidů (Grofová 2010). Z kyseliny linolové je organismus schopen syntetizovat další polynenasycené mastné kyseliny a další biologicky účinné látky, hlavně ze skupiny eicosanoidů (Herzig et al. 2008). U prasat je silná korelace mezi množstvím tuku a koncentrací hlavní polynenasycené mastné kyseliny, kyseliny linolové (Enser & Wood 2007). Kyselina linolová má vyšší zastoupení v libovém mase prasat, než je tomu například u skotu nebo u ovcí (Ahmad et al. 2018).

#### **3.3.3.2.2.2 kyselina $\gamma$ – linolenová**

Kyselina  $\gamma$  – linolenová je polynenasycená mastná kyselina, která patří do skupiny omega-6. V řetězci má 18 atomů uhlíků (Sergeant et al. 2016). Zdrojem této kyseliny je brutnákový olej, černorybízový olej, pupalkový olej a konopný olej (Herzig et al. 2008). Kyselina přidávaná do krmné dávky má protizánětlivé účinky. Napomáhá zejména při regulačních pochodech v organismu, správné funkci buněčných stěn, kardiovaskulárnímu systému, imunitě a má antioxidantní účinky. Postupnou přeměnou přes dihomogamma-linolovou kyselinu vzniká kyselina arachidonová (Sergeant et al. 2016).

### **3.3.3.2.2.3 Kyselina arachidonová**

Kyselina je tvořená 20 atomy uhlíku a obsahuje 4 dvojně vazby. Významně se podílí na reprodukci a produkci. Nedostatek kyseliny zapříčiňuje poruchy vývoje mozku a nervů ještě v prenatálním období. Z tohoto důvodu je doporučena vyšší dávka pro březí samice (Herzig et al. 2008). Stejně jako kyselina linolová se i kyselina arachidonová účastní metabolických reakcí vedoucích k tvorbě prostaglandinů. Působí také jako esenciální stavební jednotka nenasycených membránových fosfolipidů (Pulkrábek et al. 2005). Je prekurzor protizánětlivých a protrombotických prostaglandinů a leukotrienů (Grofová 2010). Nejvýznamnějším zdrojem této kyseliny se uvádí světlicový olej, slunečnicový olej, kukuřičný olej a sójový olej (Herzig et al. 2008).

### **3.3.4 Trans-nenasycené mastné kyseliny**

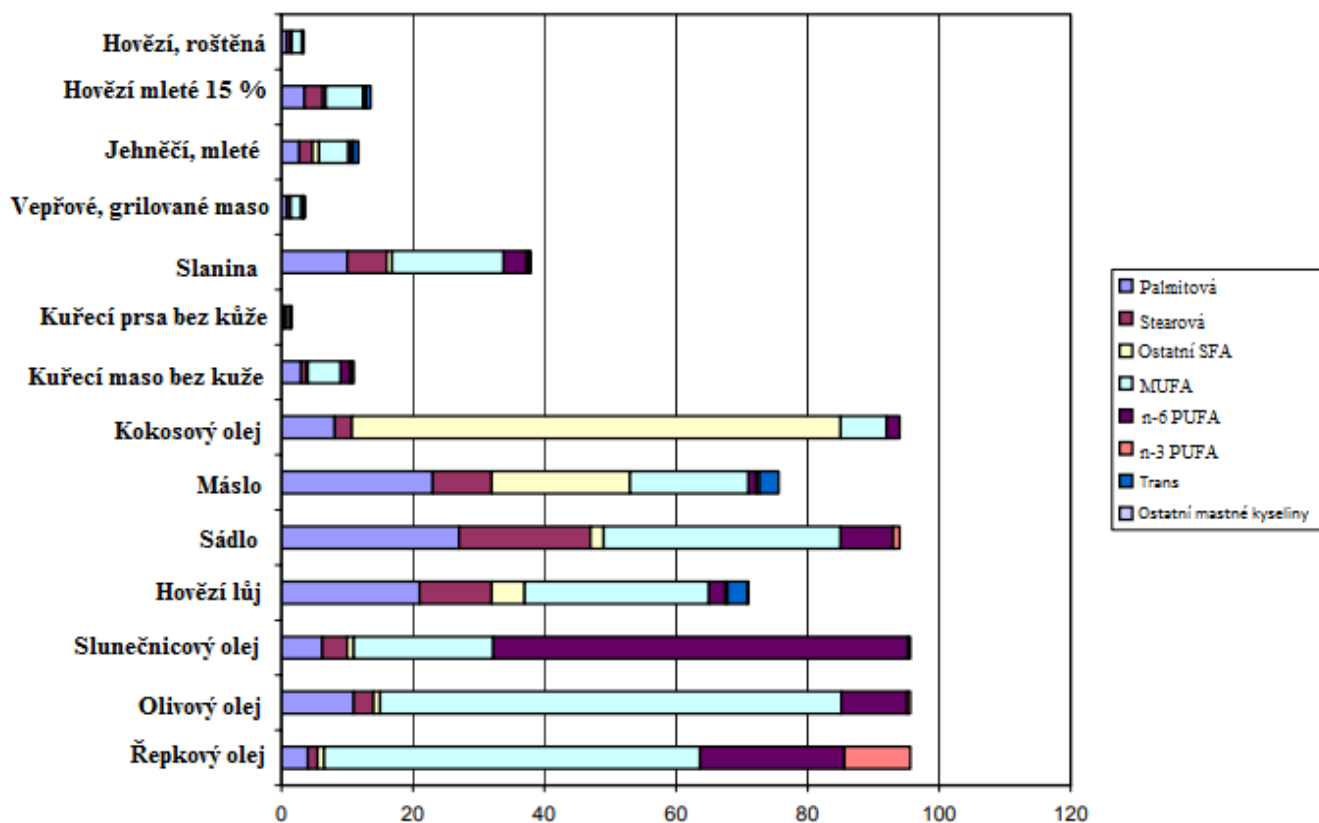
Všechny druhy masa obsahují trans – nenasycené mastné kyseliny (asi 1 - 2 %). V mase přežvýkavců je obsah trans - nenasycených mastných kyselin 2 - 4 % (Valsta et al. 2005). Mají negativní vliv na metabolismus organismu. Vznikají při hydrogenaci nenasycených mastných kyselin, při pečení a fritování nebo při působení vysokých teplot a tlaku při zpracování tuků. Problém může nastat při zkrmování odpadních tuků. Trans - nenasycené mastné kyseliny ztrácejí význam jako esenciální živina, jsou mnohdy označovány jako antivitamin F. Mají celou škálu negativních účinků, působí na růst, mohou ovlivnit laktaci, reprodukci, mohou způsobit porušení biomembrán, způsobují vzestup LDL, pokles HDL (vysokodenzitní lipoprotein) v krvi a snižují syntézu prostaglandinů. Snižují činnost testes a ovarií, způsobují kardiovaskulární poruchy a mnoho dalšího (Herzig et al. 2008). Základní princip ztužování tuků je hydrogenace dvojných vazeb a následná přeměna na jednoduché vazby. Tímto způsobem se z tekutého oleje stane tuhý margarín. Čím víc je tužší tuk, tím je méně vhodný pro spotřebitele. Tím dochází ke vzniku trans – forem mastných kyselin (Grofová 2010).

#### **3.3.4.1 Konjugovaná kyselina linolová**

Konjugovaná kyselina linolová je skupina polynenasycených mastných kyselin, skupina asi 28 izomerů. Vyskytuje se především v mléce a mléčných výrobcích, ale také v nízkých hladinách v mase (Valsta et al. 2005). Nejvýznamnější jsou dva izomery cis-9, trans-11 CLA a trans-10, cis-12 CLA (Herzig et al. 2008). CLA je posuzována pozitivně na rozdíl od jiných trans-mastných kyselin, protože má celou řadu pozitivních účinků na organismus (Enser et al. 2008). Mají protizánětlivé účinky, působí proti ateroskleróze, pozitivně ovlivňují

cholesterol v krvi, působí na poměr HDL a LDL cholesterolu, mají pozitivní účinky na látkový metabolismus, obezitu a diabetes druhého typu (Herzig et al. 2008).

**Graf 1** Obsah mastných kyselin vybraných druhů masa a tuků (Valsta et al. 2005)



Poznámka: Palmitová= kyselina palmitová; Stearová = kyselina stearová; ostatní SFA= ostatní nasycené mastné kyseliny; MUFA= mononenasycené mastné kyseliny; n-6 PUFA = omega-6 nenasycené mastné kyseliny; n-3 PUFA = omega-3 nenasycené mastné kyseliny; trans = trans – nenasycené mastné kyseliny

### 3.4 Výživa a trávení

#### 3.4.1 Výživa

Krmivo plní řadu úkolů, které ovlivňují řadu funkcí organismu a umožňují produkci zvířete. Úkolem odborníka ve výživě je definovat krmivo k dosažení dokonalého výkrmu těla a ke zvýšení produkce kvalitních částí masa s ohledem na dopad genetických, nutričních a ekonomických faktorů (Hermier & Mourot 2001). Výživa si klade za cíl doplnit látky nutné pro tvorbu a obnovu tkání v celém organismu, poskytovat energii pro celý organismus, regulovat tělesnou teplotu a je zdrojem tepla. Výživa dodává látky potřebné pro činnost orgánů a systémů a tvoří zdroj složek potravy. Energetická potřeba zvířete musí pokrýt záchovné potřeby (pohybové aktivity, termoregulace atd.) a tvorbu produkce (růst, reprodukce atd.) (Frej 2006).

### 3.4.2 Trávení

Základ trávicí soustavy tvoří trubice, k níž patří dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, střevo a řiť (Marvan 1992). Přídavné žlázy svými výměšky usnadňují zpracování potravy, pomáhají enzymatickému trávení a ochraňují trávicí trakt (Kodeš et al. 2001). U monogastrů je hlavním orgánem pro trávení a resorpci tuků především tenké střevo (Herzig et al. 2008). Dutina ústní je prvním úsekem trávicí soustavy, probíhá mechanické i chemické trávení. Slinné žlázy vyměšují sliny s neutrální až mírně kyselou reakcí. U dospělého prasete je denní produkce až 15 litrů (Kodeš et al. 2001; Frej 2006).

Žaludek dospělého prasete má objem 5-8 litrů (Marvan 1992), to se rovná přibližně 1/3 trávicího traktu prasete (Jelínek & Koudela 2003). Složitý žaludek se skládá ze čtyř částí. Část bezžlaznatá, kardiální, fundální a pylorická (Marvan 1992). Kardiální žlázy tvoří sekret, který se skládá z mucinu, leukocytů a malého množství pepsinogenu. Část pylorická má intenzivní peristaltiku. Podle složení a konzistence zůstává v žaludku různě dlouhou dobu (Kodeš et al. 2001). Přibližně za 4–6 hodin dojde většina potravy do střev. Zhruba 10–15 % zůstává v žaludku déle než 24 hodin. Rychle se do střev dostává silážované krmivo, a naopak pomaleji se do střev dostává hrubé krmivo a krmivo obsahující tuk. Dospělé prase vyloučí na 1 kg sušiny krmiva 4–5 l žaludečních šťáv (Jelínek & Koudela 2003).

Žaludeční šťáva ústí na dně žaludečních jamek (Marvan 1992). Skládá se z vázané HCL a její pH je 0,7-1,8. Dále ji tvoří několik druhů pepsinů. Žlázy pylorické části vylučují lipázu a peptidázu. Sekrece žaludečních šťáv probíhá během dne nepřetržitě, ale její množství se mění podle množství krmiva (Jelínek & Koudela 2003). Hlavní anorganickou složkou v žaludku je kyselina chlorovodíková, která má v žaludku dezinfekční účinek, přeměňuje pepsinogen na pepsin a ve vodě nerozpustné soli mění na chloridy (Frej 2006). Z organických látek žaludeční šťávy obsahují pepsin, který je produkován žaludečními buňkami jako neaktivní pepsinogen, ten je v kyselém prostředí aktivován jako pepsin. Pepsin štěpí peptidovou vazbu. Další organickou složkou je gastriksin, je vylučován mukózními buňkami pylorické části žaludku a jeho pH je 3,5-4,5. Chymosin sráží mléko, za přítomnosti vápníku přeměňuje kasein na parkaseinát vápenatý a jeho pH je 5,4. Žaludeční lipáza štěpí pouze dobře emulgovaný tuk. Mucin je produkován mucinózními buňkami a pomáhá chránit žaludeční sliznici (Jelínek & Koudela 2003).

Tenké střevo je nejdůležitější úsek trávicí soustavy, přibližná délka dospělého prasete je 15-20 m (Marvan 1992). Buňky v tenkém střevě tvoří zásaditý hlen, který chrání sliznici před působením kyseliny chlorovodíkové (Frej 2006). Trávení v tenkém střevě zajišťuje



pankreatická šťáva, střevní šťáva a žluč (Kodeš et al. 2001). pH pankreatické šťávy je mezi 7,2-8,5. Prase za 24 hodin vyloučí 7-8 litrů šťávy. Pomáhá k neutralizaci kyselého žaludečního chymu. Štěpí bílkoviny, polysacharidy a tuky. V tenkém střevě jsou také proteolytické enzymy: trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidáza, elastáza, kolagenáza, ribonukleáza, deoxyribonukleáza, lipáza, fosfolipáza, cholesteroláza a  $\alpha$  – amyláza. Trypsin se vytváří jako neaktivní trypsinogen a ve střevě je aktivován enzymem. Chymotrypsin je endopeptidáza, která štěpí peptidové vazby. Karboxypeptidáza odštěpuje aminokyseliny z konce peptidů. Žluč je produktem jaterních buněk (Jelínek & Koudela 2003). Pomáhá trávení tuku, obsahuje vodu, mastné kyseliny, tuky, cholesterol a lecitin (Frej 2006). Žluč neutralizuje kyselé prostředí ve dvanáctníku a tvoří vhodné prostředí pro působení pankreatických enzymů a střevních šťáv. Snižuje povrchové napětí tukových kuliček. Žluč s resorpcí tuku umožňuje resorpci vitamínů (Jelínek & Koudela 2003).

U prasat je tlusté střevo dlouhé 5 m a je důležité hlavně díky biologickému trávení živin (Marvan 1992). Sekret tlustého střeva neobsahuje žádné trávicí enzymy (Kodeš et al. 2001). S chymem přechází do tlustého střeva nestrávitelné a neresorbované látky a složky trávicích šťáv. Sliznice v tlustém střevě produkuje hlen a  $\text{HCO}_3$  (Jelínek & Koudela 2003). Za určitých podmínek v tlustém střevě jsou tráveniny dále štěpeny pomocí enzymů z tenkého střeva (Kodeš et al. 2001). Ve slepém střevě se díky mikroflóře tráví vláknina bez ostatních sacharidů za vzniku těkavých mastných kyselin jako je kyselina octová, propionová a máselná. Prasata mohou využít z tlustého střeva část dusíkatých látek. V tlustém střevě vzniká oxid uhličitý, metan, amoniak, dusík, sirovodík, merkaptan a částečně vodík a kyslík (Jelínek & Koudela 2003).

### **3.4.3 Resorpce lipidů**

Přenos látek z vnějšího do vnitřního prostředí přes epiteliální tkáň, do krve nebo lymfy nazýváme resorpce. Aktivní přenos je zajištěn buněčnými membránami, které oddělují cytoplazmu od vnějšího prostředí a mezibuněčné hmoty (Jelínek & Koudela 2003). V dutině ústní, hltanu a jícnu nedochází k podstatnějšímu vstřebávání (Kodeš et al. 2001). V dutině ústní se vstřebávají pouze látky rozpustné v tucích. Rozpustné látky pronikají membránou do chuťových pohárků. V žaludku je stupeň natrávení velmi malý, především díky malé ploše. Snadno se vstřebává voda, glukóza a soli. Tenké střevo hraje nejdůležitější roli v trávení živin. Jednovrstevný cylindrický epitel je přizpůsoben pro sekreci, hlavně pro resorpci látek do krve a mízy. Řasy, klky a mikrokly vstřebávací plochu několikanásobně zvětšují. Resorpční plocha tenkého střeva prasete je přibližně 3 m<sup>2</sup> (Jelínek & Koudela 2003).

Jednovrstevný cylindrický epitel klků je opatřen lemem (Kodeš et al. 2001), který zvětšuje resorpční plochu až 11x. Vstřebávání v tlustém střevě je málo významné. V tračníku se mohou vstřebávat minerální látky, glukóza a další nízkomolekulární látky. V tlustém střevě se vstřebává hlavně voda (Jelínek & Koudela 2003).

Trávení lipidů probíhá hlavně v tenkém střevě pomocí pankreatické lipázy, střevní lipázy a žluči. Žluč aktivuje a zvyšuje účinnost lipolytických enzymů, které umožňují resorpci mastných kyselin, monoglyceridů a vitamínů rozpustných v tucích (Kodeš et al. 2001). Mastné kyseliny rychle přechází do krevního řečiště a slouží jako zdroj energie a pro syntézu somatických lipidů v játrech (Herzig et al. 2008) jsou absorbovány přímo beze změny a jsou uloženy do svalové a tukové tkáně (Janz et al. 2006). PUFA kyselina linolová a ALA nemohou být syntetizovány, proto jejich koncentrace v tkáni rychle reaguje na změny v krmné dávce. Naopak MUFA a SFA se dobře syntetizují, proto je jejich koncentrace v tkáni hůře ovlivnitelná stravou (Rosenvold & Andersen 2003). Lipidy se především syntetizují v játrech a poté jsou odváděny do svalů a krevního oběhu (Baéza et al. 2010). Enser & Wood (2007) uvádí, že u prasat jsou mastné kyseliny absorbované ve střevě nezměněny a začleněny do tkáňových lipidů. Různá délka řetězce a nasycenost má odlišný vliv na resorpci a využití mastných kyselin v organismu zvířete (Herzig et al. 2008). Prase ukládá část cholesterolu v tuku a umí získat cholesterol z živočišných tuků. Nadbytek cholesterolu se vylučuje z organismu žlučí (Jelínek & Koudela 2003). Přezvýkavci pomocí bakterií v batoru přeměňují nenasycené mastné kyseliny na nasycené mastné kyseliny (Enser et al. 2008).

### **3.5 Faktory ovlivňující profil mastných kyselin a oxidační stabilitu tuku**

Jsou velké rozdíly ve složení mastných kyselin v rámci živočišných druhů. Ale i v rámci jednoho živočišného druhu jsou rozdíly v profilu mastných kyselin, které závisí na mnoha vnitřních i vnějších faktorech (Enser et al. 2008). Profil mastných kyselin v tukové tkáni je ovlivněn širokou škálou faktorů. Mezi vlivy na profil mastných kyselin řadíme především výživu, porážkovou hmotnost, pohlaví, plemennou příslušnost, technologii chovu a věk (Pulkrábek et al. 2005; Bahelka et al. 2007; Correa et al. 2008; Alonso et al. 2009). Typ tkáně a umístění tkáně hraje také významnou roli na profil mastných kyselin. Jaterní tuk má vysoký podíl SFA, podkožní tuk vykazuje vyšší podíl MUFA a PUFA (Daza et al. 2017). Obsah intramuskulárního tuku hraje klíčovou roli v různých kvalitativních rysech masa. Enser et al. (2008) ve své studii potvrdili že určité tkáně mají vyšší obsah mastných kyselin, ale profil mastných kyselin je podobný. Pulkrábek et al. (2005) upozorňují, že jednotlivé vlivy

nejdou oddělitelné a vzájemně na sebe působí. Snížení či zvýšení jejich projevů lze ovlivnit jen částečně či vůbec.

### 3.5.1 Živá hmotnost

Živá hmotnost může ovlivnit kvalitu vepřového masa (Allen et al. 1967; Andersson et al. 2005; Juárez et al. 2016). Má značný vliv na obsah intramuskulárního tuku. Prasata s nižší porážkovou hmotností mají nejen méně podkožního tuku, ale také nižší obsah intramuskulárního tuku. To má nežádoucí vliv na kvalitu masa, především z důvodu snížení smyslových vlastností jako je šťavnatost, vůně a chuť (Juárez et al. 2016). Naopak Latorre et al. (2004) ve své studii zkoumali vliv zvýšení živé hmotnosti na vlastnosti jatečně upravené tělo prasat a kvalitu masa. Ukázalo se, že zvýšení porážkové hmotnosti má ekonomické nevýhody. Prodloužení času výkrmu a přílišné tučnění prasat snižuje produkci. Doporučený obsah intramuskulárního tuku pro splnění požadavků na kvalitu masa se pohybuje od 2,0 do 4,0 %. Méně kvalitní maso je spojováno s obsahem intramuskulárního tuku pod 2,5 % (Bahelka et al. 2007). Vývoj intramuskulárního tuku je závislý i na rychlosti vývoje, například plemena s mutací genu způsobující hypertrofii svalstva, obecně vykazují nižší vývoj intramuskulárního tuku. Vyšší vývin svalové tkáně snižuje konečný obsah tuku v mase (Baéza et al. 2010). Rozdílná intenzita růstu je patrná i u primitivních plemen a kulturních plemen. Méně prošlechtěná plemena prasat vykazují nižší intenzitu růstu, ale vyšší míru ukládání tuku. Primitivnější plemena mají vyšší výšku hřbetního tuku. Plemenná příslušnost ovlivňuje intenzitu růstu (De Smet et al. 2004).

Z důvodu zvyšujícího se obsahu tukové tkáně během vývoje zvířete se mění i podíl mastných kyselin (Enser et al. 2008). Rozdíl v profilu mastných kyselin ve svalu a tukové tkáni je zapříčiněn především rozdílnými složkami neutrálních lipidů a fosfolipidů. Fosfolipid je podstatnou složkou buněčných membrán ve svalu. U mladých zvířat, či dlouhodobě hladovějících zvířat mají fosfolipidy významný vliv na profil mastných kyselin (Enser et al. 2008). Fiego et al. (2005) ve své studii porovnávali profil mastných kyselin u těžších prasat s porážkových hmotností 160 a 170 kg. Prasata s vyšší porážkovou hmotností měla nižší zastoupení nenasycených mastných kyselin. Bez ohledu na genetický typ je vyšší tloušťka hřbetního tuku spojena se zvýšením SFA a MUFA a snížením PUFA. Juárez et al. (2016) ve své studii potvrdili, že porážková hmotnost má vliv na celkový obsah n-3 mastných kyselin asi ze 4 %. Další významný vliv měla porážková hmotnost na n-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, jako je docosahexaenová kyselina. Vliv porážkové hmotnosti na ukládání tuku je závislé na věku a genotypu (Correa et al. 2008).

Lorenzo et al. (2018) zkoumali ve své studii vliv věku při porážce na obsah intramuskulárního tuku a profil mastných kyselin. Prasata poražená v 16 měsících vykazovala vyšší hodnotu tloušťky hřbetního tuku a vyšší obsah intramuskulárního tuku ve srovnání s prasaty poraženými ve 14 měsících. Rozdíly byly způsobeny narůstající porážkovou hmotností a zvyšujícím se ukládáním tuku. Profil mastných kyselin je také odlišný. Lipidy v intramuskulárním tuku ukázaly, že starší zvířata vykazovala vyšší obsah nasycených mastných kyselin a nižší procento polynenasycených mastných kyselin než prasata poražená ve 14 měsících. Obsah MUFA nebyl významně ovlivněn.

### 3.5.2 Výživa

Výkrmnost je genetická schopnost jedince k tvorbě svaloviny a tuku při ekonomicky výhodné spotřebě živin. Hlavním kritériem je růstová schopnost a konverze krmiva. Hlavní klíč k dobré výkrmnosti je odchov zdravých, vitálních a správně vyvinutých selat. Výkrmnost se vyznačuje střední mírou dědivosti  $h^2 = 0,4-0,6$  (Čítek et al. 2009). Intenzivní výkrm prasat je velmi komplikován značnými nároky na kvalitu výživy (Pulkrábek et al. 2005).

Obsah intramuskulárního tuku v mase je výsledkem rovnováhy mezi přísunem tuku v potravě a tukem syntetizovaným v játrech (Baéza et al. 2010). Dostálová (2011) upozorňuje, že složení tuku v mase se může velmi lišit, nejvíce v závislosti na krmení. Jestliže má prase více krmiva než pro zachování a produkci masa, přetváří zbytek krmiva k tvorbě tuku (Pulkrábek et al. 2005).

Prase domácí je typickým představitelem monogastra, díky tomu mohou krmné složky následně snadno přenést z krmiva do svalové a tukové tkáně, a ty následně ovlivní kvalitu vepřového masa. To platí pro složení mastných kyselin ve stravě, vitaminů a minerálních složek (Rosenvold & Andersen 2003; Enser et al. 2008). Bryhni et al. (2002) také potvrdili že druh krmiva pro prasata ovlivní profil mastných kyselin a kvalitu masa. Olejninu jsou běžně přidávány do krmných dávek (Herzig et al. 2008) jako zdroj energie a mastných kyselin (Janz et al. 2006).

- V našich klimatických podmínkách jsou nejčastěji pěstované olejninu:
- Řepka olejka (*Brassica napus L.*),
- Mák setý (*Papaver somniferum L.*),
- Slunečnice roční (*Helianthus annuus L.*),
- Sója luštinatá (*Glycine max L.*),
- Len setý (*Linum usitatissimum L.*).

Herzig et al. (2008) ve své studii potvrdili, že obsah mastných kyselin v olejninách závisí na druhu dané odrůdy plodin. Ve své analýze zkoumali obsah mastných kyselin v olejninách. V řepkovém oleji byla z USFA hojně zastoupená kyselina palmitová, z SFA kyselina olejová, z omega-6 mastných kyselin kyselina linolová a ze skupiny omega-3 kyselina  $\alpha$  – linolenová. Podobné složení mastných kyselin bylo pozorováno i v slunečnicovém oleji, ale od řepkového oleje se výrazně lišily obsahem. Zastoupení n-3 PUFA je v oleji téměř zanedbatelné, naopak výrazným zdrojem je n-6 PUFA. Sójový olej je bohatým zdrojem kyseliny linolové (Janz et al. 2006). Lněný olej se vyznačuje vyšším zastoupením kyseliny  $\alpha$  – linolenové u odrůd Lola, Amon a Jantar. Přadné odrůdy lnu se vyznačují vysokým zastoupením omega-3 mastných kyselin (Herzig et al. 2008).

Janz et al. (2006) ve své studii přidávali do krmné dávky prasat lůj (bohatý zdroj nasycených mastných kyselin), nebo lněný a sójový olej (bohatý zdroj na polynenasycené mastné kyseliny). Vliv těchto komponent na ukazatele růstu a jatečné hodnoty nebyl dietou ovlivněn. Krmná dávka ovlivnila profil mastných kyselin. Při podávání krmiv bohatých na PUFA byl prokázán lepší poměr SFA a PUFA a oxidace lipidů byla významně větší. Dále zvýšila obsah kyseliny linolové a kyseliny linolenové v mase a v podkožním tuku. Podíl kyseliny linolové se zvýšil lineárně. Při podávání krmiv obohacených vysokou dávkou sójových bobů se podkožní tuk zvýšil z 1,9 % na více než 30 % (Enser et al. 2008). Juárez et al. (2016) ve své studii potvrdili vliv stravy na poměr n-6 a n-3 mastných kyselin. Příjem antioxidantů, jako je vitamín E, ve stravě pomáhá v resorpci nenasycených mastných kyselin a zabraňuje oxidaci (Lebret & Mourot 1998). Bryhni et al. (2002) ve své studii krmili prasata krmivem bohatými na PUFA a s nižším obsahem SFA, jako je kyselina stearová a palmitová a více kyseliny linolové a linolenové. Potvrdili, že zvýšení PUFA v krmné dávce korelovalo s obsahem PUFA v hřbetním tuku. Tím prokázali, že složení mastných kyselin v krmivu ovlivnilo složení mastných kyselin v hřbetním tuku.

### **3.5.3 Plemeno**

Genetický vliv na kvalitu vepřového masa zahrnuje rozdíly mezi plemeny a rozdíly mezi jedinci v rámci jednoho plemene. Rozdíly mohou být způsobeny velkým množstvím genů s malými účinky, minorgeny. Dále geny s velkými monogenními účinky, takzvanými majorgeny (Rosenvold & Andersen 2003). V rámci šlechtění plemen prasat se usiluje o zvýšení obsahu libového masa a snížení tukové tkáně v jatečně upraveném těle (Lebret & Mourot 1998). Ušlechtilejší plemena prasat mají vysoký růstový potenciál, ale zároveň vyšší nutriční požadavky (Lizardo et al. 2002). Cui et al. (2016) ve své studii potvrdili vliv genů na

profil mastných kyselin ovšem v menším rozsahu, než vliv dietních faktorů (De Smet et al. 2004). Pulkrábek et al. (2005) také uvádějí, že mezi vlivy působící na zmasilost v jatečném těle patří genotyp. Genetika určuje nejen svalovou hmotu, ale i její fyziologické vlastnosti jako je celkový počet vláken a pravděpodobné množství intramuskulárního tuku (Baéza et al. 2010). U otcovských plemen prasat dosahuje podíl svaloviny kolem 65 %. Vyšší zmasilost se vyznačuje nižším podílem nasycených mastných kyselin a vyšším podílem nenasycených mastných kyselin. Na skladbu mastných kyselin má také vliv plemenná příslušnost. Primitivnější plemena se vyznačují více nasycenými mastnými kyselinami oproti moderním plemenům, ti mají naopak více polynenasycených mastných kyselin (De Smet et al. 2004). Obsah intramuskulárního tuku má vysokou dědivost ( $h^2 = 0,5$ ). (Sellier 1998). Halotanový gen (HAL) a gen RN mají přímý vliv na technologickou kvalitu vepřového masa. Halotanový gen se označuje jako gen stresu, je úzce spojený s vadou masa PSE. RN způsobuje tzv. hampshire efekt, který se řadí mezi vady vepřového masa (Rosenvold & Andersen 2003).

Pulkrábek et al. (2005) upozorňují, že žádné zvíře nemůže být vlivem krmiv nuceno vytvářet více svaloviny, než mu umožní jeho dědičné založení. Genetický základ umožňuje opakovat předpoklady výkrmnosti předků a řídí biologické zákony diferenciací orgánů, tkání a tělesných partií. U prasat je podíl intramuskulárního tuku středně dědivá vlastnost, koeficient heritability je v rozpětí 0,4-0,6. Genetická podstata růstu je vyjádřena růstovou schopností plemene (Čítek et al. 2009). Juárez et al. (2016) ve své studii potvrdili velký vliv plemen na obsah většiny mastných kyselin s výjimkou poměru n-6 a n-3 polynenasycených mastných kyselin.

### **3.5.4 Pohlaví**

Pulkrábek et al. (2005) obecně uvádějí, že u vepříků je podíl svaloviny v porovnání s prasnicemi obecně nižší. U turnusových výkrmů je podíl svaloviny u vepříků nižší v rozpětí o 2 až 3 %. Čítek et al. (2009) také upozorňují na vliv pohlaví a intenzitu růstu, ale také upozorňuje na vliv kastrace. Nejvyšší denní přírůstek se vyskytuje u kanečků, dále u kastrátů a nejnižší u prasniček. Alonso et al. (2009) ve své studii pozorovali, že vepřici měli více intramuskulárního tuku a intenzivnější barvu masa než prasničky. Vliv pohlaví se uplatňuje nejvíce po dosažení pohlavní dospělosti. Hovorka (1989) obecně uvádí, že do hmotnosti 50-70 kg rozdíly mezi pohlavími bývají nepatrné. Kastrace podporuje intenzitu růstu, délku a intenzitu tvorby svalové tkáně, protučnělost masa a tím celkovou kvalitu jatečného těla. Alonso et al. (2009) potvrzují ve své studii, že kastrace podporuje intramuskulární vývin. Míra nárůstu intramuskulárního tuku závisí na rychlosti nárůstu svalů. Samci s vyšším

nárůstem svalu a s vysokou glykolytickou aktivitou vykazují nižší vývoj intramuskulárního tuku (Baéza et al. 2010).

Alonso et al. (2009) ve své studii, která sledovala 90 kusů prasniček a 90 kusů kanců ukázala malé rozdíly ve složení mastných kyselin mezi pohlavím. Prasničky měly více nenasycených mastných kyselin, intramuskulárního tuku a subkutánního tuku než kanečci. Větší rozdíly byly v obsahu tuku, nebo-li zmasilost mezi odlišným pohlavím. Hoffmann & Schwingshackl (2014) ve své studii potvrdili vyšší podíl mononenasycených mastných kyselin u prasniček přibližně o 1,2 % ve srovnání s kastráty. Juárez et al. (2016) ve své studii zaznamenali, že rozdíl byl mezi prasničkami a kanečky pozorován u kyseliny myristové, palmitové, eikosenové,  $\gamma$  - linolenové,  $\alpha$  - linolenové a arachidonové, SFA, PUFA, poměru n-3/n-6 PUFA a poměru mezi PUFA/SFA. Enser & Wood (2007) zjistily, že silnější korelace mezi koncentracemi mastných kyselin a obsahem tuku v jatečném těle, byla nalezena u výkrmu kaneček ve srovnání s výkrmem kastrátů.

## 4 Metodika

### 4.1 Zvířata

Testace prasat byla uskutečněna v testovací stanici v Ploskové u Lán. Pokus zahrnoval 70 kusů prasat finální hybridní kombinace (bílé ušlechtilé x landrase) x duroc. Prasata byla na začátku pokusu stará 66 dní a jejich průměrná hmotnost byla 28,7 kg. Pokus pokračoval po dobu 74 dní až do věku 140 dní. Podle pohlaví byly vytvořeny čtyři skupiny, tj. vepřici, prasničky, kanečci a imunokastráti. Vepřici byly chirurgicky kastrováni 5. den po porodu. Imunokastrátům byla podávána vakcinace Improvac® 2 ml v 94 a 115 dnech věku.

Naskladnění a ustájení prasat bylo provedeno v párech stejného pohlaví. Mikroklima, tj. teplota, koncentrace plynu a vlhkost byly řízeny automaticky a sledovány v hodinových intervalech tak, aby odpovídaly potřebám zvířat.

### 4.2 Výživa

Prasata byla krmená podle standardních nutričních požadavků. Byla krmena kompletní krmnou směsí (KKS), která obsahovala tři základní komponenty (ječmen, pšenice a sójový extrahovaný šrot) a krmný doplněk (premix). Použité byly tři KKS označené jako P1, P2 a P3 (tabulka 1). Všechna prasata byla krmena stejnou komerční krmnou směsí. Krmení bylo *ad libitum* pomocí automatického krmného zařízení. Zvířata během pokusu měla *ad libitum* přístup k vodě.



**Tabulka 1** Nutriční složení kompletních krmných dávek podle živé hmotnosti

Komponenty	Kompletní krmné směsi		
	P1	P2	P3
Průměrná živá hmotnost (Kg)	28,7-34,9	35-64,9	65-106,0
<b>Složky (g/kg)</b>			
Ječmen	353	432	500
Pšenice	440	400	378
Sójový extrahovaný šrot	177	140	95
Premix pro výkrm	30	28	27
<b>Chemické složení</b>			
Sušina (%)	88,79	88,68	88,59
Hrubý protein (%)	18	16,51	14,74
Tuky (%)	1,75	1,75	1,74
Hrubá vláknina (%)	3,59	3,68	3,76
Metabolizovaná energie (MJ/kg)	12,92	12,84	12,75
<b>Aminokyseliny (g/kg)</b>			
Lysin	10,7	9,6	8,3
Methionin	3,1	2,9	2,7
Threonin	6,7	6,1	5,4

Poznámka: vitamín – minerální premix za kg stravy: 400 000 IU retinol, 66 000 IU cholekalciferolu, 3600 mg  $\alpha$ -tokoferolu, 100 mg menadionu, 60 mg thiaminu, 150 mg riboflavinu, 800 mg niacinu, 375 mg Ca pantothenátu, 100 mg vitamínu B6, 1 mg vitamínu B12, 15 000 mg cholinchloridu, 15 mg kyseliny listové, 3500 mg Fe jako FeSO<sub>4</sub> \* H<sub>2</sub>O, 3600 mg Zn jako ZnO, 3100 mg Mn jako MnO, 330 mg Cu jako CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, 175 mg I jako Ca (IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 15 mg Co jako 2CoC<sub>03</sub>.3Co (OH)<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O, 13 mg Se jako Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>, 25 000 FTU 6-fytázy (EC 3.1.3.26), 220 g Ca, 20 g P, 50 g Na, 10 g Mg, 85 g lysinu, 15 g methioninu a 15 g threoninu.

### 4.3 Odběr vzorků

Reprezentativní vzorky byly odebrány z jatečné partie pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) v oblasti mezi 13. a 14. žebrem z pravé jatečné půlky. Vzorky byly vakuově skladovány při teplotě -80 °C po dobu maximálně 3 týdnů a poté byly rozmrazeny, homogenizovány a chemicky analyzovány.

#### 4.4 Mastné kyseliny

Methylestery mastných kyselin byly stanoveny po extrakci celkových lipidů metodikou podle Folch 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. Záznamy byly vyhodnoceny pomocí programu Clarity 2.5. a kvantifikované na základě retenčních časů známých ze standardu Food Industry FAME Mix od firmy Restek. Aterogenní index byl vypočítán podle Chilliard et al. (2003) a to následovně:  $(C12:0 + 33,4 \times C14:0 + C16:0)/(MUFA + PUFA)$ , zatímco trombogenní index,  $(C14:0 + C16:0 + C18:0)/(0,5 \times MUFA + 0,5 \times (n-6) PUFA + 3 \times (n-3) PUFA + (n-3/n-6)PUFA)$ , byl stanoven podle metodiky Ulbricht & Southgate (1991).

#### 4.5 Statistické vyhodnocení

Data byla analyzována za pomoci procedury GLM statistického programu SAS® (Statistics Analysis Systém, verze 9.4, 2012). Výsledky byly uvedeny jako průměry nejmenších čtverců (LSM) ± směrodatná odchylka (SD). Rozdíly mezi LSM byly stanoveny Tukey-HSD testem.

## 5 Výsledky

V tabulkách 2, 3 a 4 jsou zaznamenány hodnoty nasycených (SFA), mononenasycených (MUFA) a polynenasycených (PUFA) mastných kyselin v závislosti na pohlaví a živé hmotnosti.

V tabulce 2 je zaznamenán profil jednotlivých SFA. Interakce mezi pohlavím a živou hmotností nebyla prokázána. Vliv pohlaví na profil jednotlivých SFA nebyl průkazný. Průkaznost byla nalezena pouze u rozdílných hmotností u kyseliny stearové, a to na hladině významnosti ( $P=0,02$ ). Kyselina stearová se pohybovala v rozmezí mezi 11,60 až 14,04 %. U nižší porážkové hmotnosti bylo naměřené nižší zastoupení kyseliny stearové než u vyšší porážkové hmotnosti. Největší rozdíl se vyskytoval u vepříků (2,1 %). U vepříků s porážkovou hmotností do 105 kg byl naměřen obsah kyseliny stearové 11,83 % a u vepříků s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně byly naměřené výsledky 13,92 %.

Nejvíce zastoupená z SFA byla kyselina palmitová a stearová. Obsah kyseliny palmitové se pohyboval v rozmezí mezi 28,67 až 31,53 %. Nejvyšší hodnota kyseliny palmitové byla u vepříků s porážkovou hmotností do 105 kg a zároveň nejnižší hodnotu vykázali vepřici s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně. U prasniček byly naměřené opačné hodnoty. Nižší procentuální obsah kyseliny palmitové (28,96 %) byl naměřen u prasniček s porážkovou hmotností do 105 kg. U prasniček s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně byl vyšší procentuální obsah (29,28 %). U kanečků byly hodnoty podobné jako u prasniček, nižší obsah kyseliny palmitové byl naměřen u kanečků s nižší porážkovou hmotností než u kanečků s vyšší porážkovou hmotností s přibližným rozdílem 0,5 %. U imunokastrátů byly naměřené hodnoty podobné jako u vepříků.

Obsah kyseliny myristové v pečení se pohyboval v rozmezí mezi 1,50 až 1,98 %. Obsah pod 1 % SFA byl naměřen u kyselin marganové, kaprinové, arachové, laurové, pentadekanové a kaprylové.

**Tabulka 2** Profil SFA s ohledem na pohlaví a rozdílnou porážkovou hmotností prasat ( $\bar{x} \pm SD$ )

SFA	Vepřík		prasnička		kaneček		imunokastrát		Průkaznost		
	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	Pohlaví	Živá hmotnost	P x ŽH
C8:0 kaprylová	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,04	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,03	ns	ns	ns
C10:0 kapinová	0,20 ± 0,04	0,16 ± 0,06	0,15 ± 0,04	0,17 ± 0,04	0,18 ± 0,07	0,17 ± 0,04	0,19 ± 0,06	0,19 ± 0,07	ns	ns	ns
C12:0 laurová	0,13 ± 0,04	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,12 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,13 ± 0,05	0,13 ± 0,03	ns	ns	ns
C14:0 myristová	1,97 ± 0,47	1,55 ± 0,18	1,50 ± 0,12	1,62 ± 0,30	1,61 ± 0,26	1,64 ± 0,31	1,98 ± 0,74	1,65 ± 0,16	ns	ns	ns
C15:0 pentadekanová	0,05 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,03	ns	ns	ns
C16:0 palmitová	31,53 ± 2,04	28,67 ± 0,43	28,96 ± 1,26	29,28 ± 1,84	29,48 ± 1,79	29,92 ± 2,54	31,27 ± 2,75	30,34 ± 1,91	ns	ns	ns
C17:0 marganová	0,26 ± 0,05	0,28 ± 0,05	0,28 ± 0,05	0,33 ± 0,07	0,32 ± 0,07	0,29 ± 0,06	0,30 ± 0,03	0,30 ± 0,10	ns	ns	ns
C18:0 stearová	11,83 ± 2,08	13,92 ± 0,83	14,04 ± 1,28	14,05 ± 0,76	13,17 ± 0,63	13,82 ± 1,57	11,60 ± 2,16	13,56 ± 0,94	ns	0,02	ns
C20:0 arachová	0,16 ± 0,06	0,19 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,14 ± 0,04	0,13 ± 0,02	0,18 ± 0,03	0,17 ± 0,03	0,14 ± 0,04	ns	ns	ns

Poznámka: SFA = nasycené mastné kyseliny = aritmetický průměr; SD = směrodatná odchylka; n = četnost; ns = nesignifikantní

V tabulce 3 je zaznamenán profil jednotlivých MUFA. Interakce mezi pohlavím a živou hmotností nebyla prokázána. Vliv pohlaví na zastoupení mastných kyselin byl statisticky průkazný pouze u kyseliny heptadecenové ( $P=0,005$ ). Zastoupení kyseliny heptadecenové u kanečků a imunokastrátů bylo vyšší než u vepříků a prasniček.

Vliv živé hmotnosti byl vyhodnocen za statisticky průkazný u palmitoolejné kyseliny ( $P=0,031$ ). U vepříků, prasniček a imunokastrátu s hmotností do 105 kg byl obsah palmitoolejné kyseliny vyšší než u lehčích zvířat.

Z MUFA byla nejvíce zastoupená kyselina olejová, její obsah byl vyšší než 34 %. Nejvyšší obsah 36,97 % kyseliny olejové byl naměřen u kanečků s porážkovou hmotností nad 105 kg. Naopak nejnižší obsah 34,88 % byl u imunokastrátu s porážkovou hmotností do 105 kg. U vepříků s porážkovou hmotností do 105 kg byl naměřen procentuální obsah kyseliny olejové 36,55 % a u vepříků s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně byl obsah 35,14 %, rozdíl byl 1,41 %. U prasniček, kanečků a imunokastrátů byl naměřen mírně vyšší procentuální obsah u vyšší porážkové hmotnosti nad 105 kg včetně. Největší rozdíl byl u imunokastrátu 1,7 % mezi porážkovou hmotností do 105 kg a nad 105 kg včetně.

Z dalších MUFA byla nejvíce zastoupená kyselina palmitoolejová. Nejvyšší a zároveň nejnižší zastoupení kyseliny palmitoolejné byl zaznamenán u vepříků. U vepříků s porážkovou hmotností do 105 kg byla hodnota 6,12 % a u vepříků s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně 4,30 %, rozdíl byl 1,82 %. U prasniček a imunokastrátu byla naměřená hodnota vyšší u porážkové hmotnosti do 105 kg. Pouze u kanečků byly naměřené hodnoty obráceně.

Obsah kyselin eikosenové a heptadecenové byl pod 1 %. Zastoupení kyselin myristolejová a pentadecenová byl velmi nízký, pod 0,5 %.

**Tabulka 3** Profil MUFA s ohledem na pohlaví a rozdílnou porážkovou hmotností prasat ( $\bar{x} \pm SD$ )

MUFA	Vepřík		prasička		kaneček		imunokastrát		Průkaznost		
	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	Pohlaví	Živá hmotnost	P x ŽH
C14:1 myristolejová	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,03	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,02	ns	ns	ns
C15:1 pentadecenová	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	ns	ns	ns
C16:1 palmitoolejová	6,12 ± 1,36	4,30 ± 0,69	4,37 ± 0,86	4,27 ± 0,44	4,43 ± 0,55	4,55 ± 1,10	5,84 ± 1,60	4,64 ± 0,78	ns	0,031	ns
C17:1 heptadecenová	0,40 ± 0,11	0,39 ± 0,11	0,34 ± 0,09	0,41 ± 0,10	0,66 ± 0,21	0,52 ± 0,19	0,52 ± 0,11	0,46 ± 0,13	0,005	ns	ns
C18:1 olejová	36,55 ± 0,59	35,14 ± 1,97	36,35 ± 1,92	36,63 ± 1,61	36,21 ± 1,39	36,97 ± 0,86	34,88 ± 1,42	36,59 ± 2,34	ns	ns	ns
C20:1 eikosenová	0,76 ± 0,13	0,76 ± 0,05	0,70 ± 0,06	0,67 ± 0,14	0,66 ± 0,05	0,75 ± 0,11	0,75 ± 0,23	0,75 ± 0,11	ns	ns	ns

Poznámka: SFA = nasycené mastné kyseliny; = aritmetický průměr; SD = směrodatná odchylka; n = četnost; ns = nesignifikantní

V tabulce 4 je zaznamenán profil PUFA s ohledem na pohlaví a porážkovou hmotnost. Interakce mezi pohlavím a živou hmotností nebyla nalezená. Vliv pohlaví nebyl statisticky průkazný. Z hlediska hodnocení živé hmotnosti nebyly nalezené rozdíly shledány za statisticky průkazné.

Nejvíce zastoupená PUFA byla kyselina linolová, její obsah se pohyboval mezi hodnotami 7,23 % až 10,00 %. Nejvyšší rozdíl mezi porážkovou hmotností byl naměřeno u vepřů, rozdíl byl 2,65 %. Druhá nejvíce zastoupená PUFA byla kyselina eikosadienová. Její nejvyšší procentuální obsah byl 0,4 % u vepřů s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně. Třetí nejvíce zastoupenou PUFA byla kyselina  $\alpha$ -linolenová. Průměrný obsah ALA byl 0,32 %. Nejméně zastoupená byla kyselina  $\gamma$  – linolenová. Nejvyšší hodnoty byly naměřené u vepřů s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně a imunokastrátů do 105 kg (0,09 %).

**Tabulka 4** Profil PUFA s ohledem na pohlaví a rozdílnou porážkovou hmotnost prasat ( $\bar{x} \pm SD$ )

PUFA	Vepřík		prasnička		kaneček		imunokastrát		Průkaznost		
	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	Pohlaví	Živá hmotnost	P x ŽH
C18:2 linolová	7,35 ± 1,21	10,00 ± 1,40	8,97 ± 2,12	9,10 ± 1,17	9,03 ± 2,62	7,23 ± 2,89	8,71 ± 1,11	8,27 ± 2,90	ns	ns	ns
C18:3-6 γ- linolenová	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,03	0,07 ± 0,04	0,07 ± 0,03	0,08 ± 0,06	0,07 ± 0,05	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,05	ns	ns	ns
C18:3-9 α- linolenová	0,28 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,31 ± 0,06	0,35 ± 0,05	0,33 ± 0,06	0,29 ± 0,12	0,35 ± 0,08	0,29 ± 0,09	ns	ns	ns
C20:2 eikosadienová	0,29 ± 0,06	0,40 ± 0,10	0,39 ± 0,13	0,36 ± 0,05	0,37 ± 0,12	0,34 ± 0,15	0,39 ± 0,11	0,34 ± 0,11	ns	ns	ns

Poznámka: PUFA = polynenasycené mastné kyseliny = aritmetický průměr; SD = směrodatná odchylka; n = četnost; ns = nesignifikantní



V tabulce 5 je zaznamenán profil celkových SFA, MUFA, PUFA, jejich poměry, aterogenní (AI) a trombogenní index (TI). Interakce mezi pohlavím a živou hmotností byla prokázána u poměru n-6/n-3 PUFA na hladině průkaznosti ( $P=0,024$ ). Vliv pohlaví ani živé hmotnosti nebyl u žádné mastné kyseliny shledán za statisticky průkazný.

Poměr omega 6 a omega 3 kyseliny se pohyboval mezi 8,98 % až 13,61 %. Kanečci měli nejnižší poměr n-6/n-3 průměrně 9,91 %. Naopak nejvyšší poměr byl u imunokastrátu 11,92 %.

Zastoupení SFA bylo průměrně 46,00 %. U prasniček, kanečků a imunokastrátu byla nižší hodnota u porážkové hmotnosti do 105 kg. U vepřků byla tendence opačná. Nižší hodnota byla u porážkové hmotnosti nad 105 kg včetně. MUFA byly v průměru zastoupené 42,22 %. Nejvyšší hodnota byla naměřena u vepřků s porážkovou hmotností do 105 kg (43,89 %) a nejnižší hodnota byla také u vepřků s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně (40,61 %). PUFA byly průměrně zastoupené 11,7 %. U prasniček, kanečků a imunokastrátů bylo vyšší zastoupení u porážkové hmotnosti do 105 kg.

Průměrný obsah omega 6 mastných kyselin byl 10,17 %. Nejvyšší i nejnižší naměřené hodnoty se vyskytovaly u vepřků. Vepřici s porážkovou hmotností do 105 kg měli 8,58 % a s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně 12,00 %, rozdíl byl 3,42 %. Prasničky, kanečci a imunokastráti měli vyšší zastoupení n-6 s porážkovou hmotností do 105 kg. Omega 3 mastných kyselin bylo průměrně naměřeno do 0,95 %. Nejvyšší i nejnižší naměřené hodnoty se vyskytovaly u vepřků. Vepřici s porážkovou hmotností do 105 kg měli 0,72 % a s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně 1,26 %, rozdíl byl 0,53 %. Prasničky, kanečci a imunokastráti měli vyšší obsah n-3 s porážkovou hmotností do 105 kg.

Poměr omega-3 a omega-6 PUFA se pohyboval mezi 0,08 % až 0,13 %. Průměrný obsah poměru SFA ku MUFA byl 1,09 %. Vyšší průměr byl naměřen u všech kategorií s porážkové hmotností nad 105 kg včetně. Rozdíly byly nízké. Poměr MUFA a PUFA byl průměrně 4,06 %. Nejnižší zastoupení bylo u vepřků s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně. Nejvyšší zastoupení bylo u kanečků s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně (5,83 %).

Průměrná hodnota aterogenního indexu byla 0,68. Nejvyšší hodnota AI byla naměřena u vepřku a imunokastrátů s porážkovou hmotností do 105 kg 0,73 %. Průměrná hodnota trombogenního indexu byla 1,55 %. Nejvyšší hodnoty byly u imunokastrátů s porážkovou hmotností nad 105 kg včetně 1,62 %.

**Tabulka 5** Vliv pohlaví a porážkové hmotnosti na složení mastných kyselin, jejich vzájemné poměry, aterogenní a trombogenní indexu ( $\bar{x} \pm SD$ )

	vepřík		prasnička		kaneček		imunokastrát		Průkaznost		
	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	> 105 kg	≤ 105 kg	Pohlaví	Živá hmotnost	P x ŽH
SFA	46,28 ± 1,20	45,36 ± 0,37	45,66 ± 1,42	45,87 ± 2,49	45,53 ± 2,74	46,87 ± 4,00	45,93 ± 1,59	46,52 ± 2,08	ns	ns	ns
MUFA	43,89 ± 1,67	40,61 ± 2,74	41,81 ± 2,62	41,99 ± 1,21	41,99 ± 1,91	42,93 ± 0,89	42,06 ± 0,54	42,46 ± 3,15	ns	ns	ns
PUFA	9,81 ± 1,82	14,00 ± 2,40	12,49 ± 3,51	12,08 ± 1,71	12,41 ± 4,07	10,19 ± 4,12	12,01 ± 1,97	11,00 ± 4,25	ns	ns	ns
Pn6	8,58 ± 1,58	12,00 ± 1,83	10,75 ± 2,86	10,63 ± 1,67	10,75 ± 3,48	8,67 ± 3,65	10,31 ± 1,51	9,68 ± 3,70	ns	ns	ns
Pn3	0,72 ± 0,28	1,26 ± 0,41	1,05 ± 0,43	0,84 ± 0,08	1,01 ± 0,41	0,94 ± 0,30	1,04 ± 0,30	0,73 ± 0,32	ns	ns	ns
Pn6_n3	12,95 <sup>a,b</sup> ± 3,67	10,02 <sup>b,c</sup> ± 2,29	10,81 <sup>a,b,c</sup> ± 1,70	12,75 <sup>a,b</sup> ± 2,30	10,95 <sup>abc</sup> ± 2,29	8,86 <sup>c</sup> ± 2,57	10,22 <sup>b,c</sup> ± 1,88	13,61 <sup>a</sup> ± 1,64	ns	ns	0,024
Pn3_n6	0,09 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,13 ± 0,05	0,10 ± 0,02	0,08 ± 0,01	ns	ns	ns
S:M	1,06 ± 0,05	1,12 ± 0,08	1,09 ± 0,06	1,10 ± 0,09	1,09 ± 0,05	1,09 ± 0,09	1,09 ± 0,03	1,10 ± 0,09	ns	ns	ns
S:P	4,85 ± 0,87	3,31 ± 0,58	4,06 ± 1,79	3,87 ± 0,66	4,10 ± 1,67	6,71 ± 6,59	3,92 ± 0,77	4,83 ± 2,03	ns	ns	ns
M:P	4,61 ± 0,90	2,99 ± 0,75	3,75 ± 1,77	3,52 ± 0,41	3,76 ± 1,44	5,83 ± 5,02	3,58 ± 0,62	4,42 ± 1,80	ns	ns	ns
AI	0,74 ± 0,08	0,64 ± 0,02	0,65 ± 0,05	0,67 ± 0,08	0,67 ± 0,09	0,70 ± 0,13	0,73 ± 0,12	0,69 ± 0,07	ns	ns	ns
TI	1,59 ± 0,10	1,46 ± 0,03	1,51 ± 0,12	1,56 ± 0,15	1,51 ± 0,18	1,60 ± 0,29	1,53 ± 0,13	1,62 ± 0,17	ns	ns	ns

Poznámka: SFA = nasycené mastné kyseliny; MUFA = mononenasycené mastné kyseliny; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; S = nasycené mastné kyseliny; M = mononenasycené mastné kyseliny; P = polynenasycené mastné kyseliny; AI = aterogenní index; TI trombogenní index; = aritmetický průměr; SD = směrodatná odchylka; n = četnost; ns = nesignifikantní

## 6 Diskuze

Interakce mezi pohlavím a porážkovou hmotností byla zjištěna u poměru n-6/n-3 PUFA ( $P=0,024$ ). U kyseliny heptadecenové byl prokázán vliv pohlaví ( $P=0,005$ ). Vliv porážkové hmotnosti na profil mastných kyselin byl prokázán u kyseliny palmitoolejové ( $P=0,031$ ) a stearové ( $P=0,02$ ).

Na poměr n-6/n-3 v této práci zároveň působí dva činitelé, živá hmotnost a pohlaví. Průměrná hodnota byla 11,2. Đorđević et al. (2016) ve své studii uvádějí, že poměr v lidské stravě v průmyslově vyspělých zemích je 10-15:1, ale optimální je 4:1. Výhodnější poměr n-6/n-3 PUFA lze zlepšit přidáním lněného oleje do krmné dávky. Vyšší hladina n-6 a n-6/n-3 PUFA může způsobit některé onemocnění, jako je například kardiovaskulární onemocnění, rakovina a autoimunitní onemocnění (Lorenzo et al. 2012). Přidáním lněného semínka do krmné dávky prasat se zvýší koncentrace ALA v tkáních a tím lze snížit poměr n-6/n-3 PUFA (Lisiak et al. 2013). Ve studii Skiba et al. (2010) zkoumali profil mastných kyselin u 3 plemen prasat porážených s hmotností 90, 110 a 130 kg. Poměr n-6/n-3 PUFA nebyl ovlivněn hmotností prasat, vliv pohlaví ovšem nebyl hodnocen. Alonso et al. (2009) ve své studii zaznamenal vliv plemene a pohlaví na poměr n-6/n-3. U plemene pietrain byla vyšší koncentrace PUFA, poměr PUFA/SFA a poměr n-6/n-3 PUFA, než u plemene duroc. Poměr PUFA/SFA a n-6/n-3 PUFA byl vyšší u prasniček v porovnání s kanečkou.

V našem pokusu vliv pohlaví na zastoupení mastných kyselin byl pozorován u kyseliny heptadecenové ( $P=0,05$ ). Vyšší koncentrace kyseliny heptadecenové byla naměřena u kanečků a imunokastrátů. V různých studiích vlivem pohlaví byly nalezeny signifikantní rozdíly na jednotlivé mastné kyseliny (Allen et al 1967; Högberg et al. 2004; Alonso et al. 2009; Ntawubizi et al. 2009; Zhang et al. 2009; Razmaitė & Švirmickas 2010). Ve studii Razmaitė & Švirmickas (2010) naměřili vliv pohlaví na zastoupení kyseliny heptadecenové. Ve studii zkoumali složení mastných kyselin v intramuskulárním a subkutánní tukové tkáni u prasniček a vepřků. V subkutánní tukové tkáni měli vepřici vyšší zastoupení kyseliny heptadecenové než prasničky ( $P=0,01$ ). V intramuskulárním tuku nalezené rozdíly nebyly významné. Ve studii Ntawubizi et al. (2009) měli vepřici vyšší zastoupení SFA a MUFA ( $P<0,01$ ) a nižší zastoupení PUFA ve srovnání s prasničkami. Prasničky měly výrazně vyšší zastoupení kyselin ALA a linolové s porovnáním s vepřiky. Žádný vliv na jiné důležité mastné kyseliny, tj. palmitová, stearová, olejová a linolenová kyselina, nebyl shledán. Razmaite et al. (2012) zkoumali vliv pohlaví a porážkové hmotnosti na zastoupení mastných kyselin v intramuskulární a subkutánní tukové tkáni u divokých prasat. Zjistili, že větší rozdíl

mezi prasnicemi a kanci byl v subkutánní tukové tkáni, než v intramuskulární tkáni. Kanci měli vyšší hladinu SFA včetně kyseliny myristové a stearové a měli naopak nižší zastoupení kyseliny pentadekanové a palmitové.

Výsledky prokazují, že u prasat poražených nad 105 kg včetně bylo zastoupení kyseliny stearové vyšší než u prasat poražených do 105 kg s průměrným zastoupením 13,25 %. Podobné výsledky zaznamenali ve své studii Skiba et al. (2010). Ve své studii pozorovali u prasat poražených při 130 kg vyšší koncentraci kyseliny stearové než u prasat poražených v 90 a 110 kg. Pietro et al. (2010) také ve své studii naměřili podobné výsledky. Pozorován byl profil mastných kyselin u tradičního italského plemene ve třech porážkových hmotnostech 90, 145 a 160 kg. U kyseliny stearové ( $P < 0,01$ ) se s rostoucí hmotností zvyšovala koncentrace v subkutánní tukové tkáni. Ve své studii Skiba et al. (2010) hodnotili vliv genetiky u plemen landrace, duroc, hampshire a pietrain na zastoupení mastných kyselin. U plemene pietrain bylo zastoupení kyseliny stearové nižší než u plemen landrace, duroc a hampshire. V důsledku toho se u plemene pietrain snížila celková hladina SFA než u ostatních plemen. Byla naměřena vyšší než 0,5 dědivost u kyseliny stearové ve hřbetním tuku (Sellier 1998)

U kyseliny palmitolejové byla zjištěna tendence, a to se vzrůstající porážkovou hmotností koncentrace kyseliny klesala. Podobné výsledky naměřili ve své studii i Skiba et al. (2010) prasata poražená ve 130 kg měla nižší zastoupení palmitolejové, linolové a arachidonové kyseliny. Podobné výsledky byly naměřené ve studii Pietro et al. (2010). Kyselina palmitolejová s rostoucí hmotností vykazovala mírný pokles a to s mírným poklesem olejové kyseliny, to mělo vliv na celkové MUFA ( $P < 0,01$ ), příčina byla připisována zvyšujícímu se věku.

V našem pokusu ze SFA byly nejvíce zastoupené kyseliny palmitová a stearová. Razmaite et al. (2012), ve své studii na zastoupení mastných kyselin u divokých prasat naměřili podobné výsledky. Nejvíce zastoupená SFA byla kyselina palmitová a stearová. Také Lorenzo et al. (2012) se ve své studii shodují s podobnými výsledky. Dle jejich studie je druhá nejvíce zastoupená SFA kyselina stearová s průměrným zastoupením 12,14 %. Byly naměřené o něco vyšší hodnoty kyseliny palmitové (průměrně 29 %) než ve studii Lorenzo et al. (2012) kde naměřili průměrně 25 % kyseliny palmitové. Rozdílné zastoupení kyseliny linolové nebylo ovlivněno porážkovou hmotností a pohlavím. Rozdíly nebyly zaznamenány z důvodů jednotné krmné dávky. Kyselina linolová je odvozená výhradně ze stravy. Prochází nezměněná žaludkem prasete a je absorbována do krevního oběhu v tenkém střevě a následně je včleněna do tkáně (Enser et al. 2008).

Z MUFA byla nejvíce zastoupená kyselina olejová a palmitoolejová. To potvrzuje i studie Juárez et al. (2016). Kyselina olejová měla tendenci s vyšší porážkovou hmotností zvýšit zastoupení. Pouze u vepříku bylo naměřeno vyšší zastoupení u porážkové hmotnosti do 105 kg s rozdílem (1,41). Ve studii Razmaite et al. (2012) zaznamenali vyšší zastoupení kyseliny olejové a zároveň zvýšení celkových MUFA

Největší celkové zastoupení mastných kyselin bylo SFA (46 %), následně MUFA (42 %) a nakonec PUFA (12 %). Lorenzo et al. (2012) ve své studii naměřili odlišné výsledky, sledovali 20 prasat (10 prasniček a 10 vepříků). Profil mastných kyselin byl převažující MUFA (48 %), následovaly SFA (40 %) a nakonec PUFA (12 %). Podle Högberg et al. (2003) je vyšší hladina SFA v intramuskulárním tuku spojena s vyšším ukládáním podkožního tuku. Hmotnost ani pohlaví neovlivnilo AI a TI. To ve své studii potvrdili i Razmaite et al. (2012).

## 7 Závěr

Je zřejmé, že kvalita vepřového masa je ovlivněna řadou výrobních a porážkových faktorů. V důsledku toho může být kvalita vepřového masa upravena tak, aby více vyhovovala nárokům spotřebitele. Většina studií (Allen et al 1967; Högberg et al. 2004; Andersson et al. 2005; Ntawubizi et al. 2009) je zaměřena pouze na jeden nebo dva faktory ovlivňující kvalitu masa. K uspokojení požadavku na kvalitu je však zapotřebí pochopit, jak komplexně fungují všechny výrobní faktory masa dohromady.

Z diplomové práce je patrné, že porážková hmotnost a pohlaví prasat ovlivňuje profil mastných kyselin v pečení. Hmotnost ovlivnila především v zastoupení jednotlivých mastných kyselin, jako je kyselina stearová a palmitoolejová. Kyselina stearová měla tendenci vyššího zastoupení u vyšších porážkových hmotností ( $P=0,02$ ). Práce poukazuje na skutečnost, že pro spotřebitele je přijatelnější vepřové maso z prasat, která se porážejí v nižších porážkových hmotnostech a to především z důsledku negativního vlivu kyseliny stearové na lidský organismus. Kyselina palmitoolejová vykazovala opačnou tendenci. Prasata s nižší porážkovou hmotností měla nižší zastoupení kyseliny palmitoolejové.

Vyšší zastoupení kyseliny hepaadecenové se vyskytlo u kanečků a imunokastrátů. Práce poukazuje na rozdíly mezi jednotlivými pohlavími ve vztahu k mastným kyselinám. Rozdíly nejsou významné. Nicméně interakce mezi pohlavím a porážkovou hmotností byla významná na poměr n-6/n-3 PUFA. Tento poměr hraje významnou roli pro spotřebitele. Ze zdravotního hlediska by se měl poměr n-6/n-3 PUFA snížit ve stravě.

## 8 Literatura

- Ahmad RS, Imran A, Hussain MB. 2018. Nutritional Composition of Meat. In *Meat Science and Nutrition*. IntechOpen **10**:62-77.
- Allen E, Bray RW, Cassens RG. 1967. Changes in fatty acid composition of porcine muscle lipid associated with sex and weight. *Journal of Food Science* **32**:26-29.
- Alonso V, Campo MD, Espanol S, Roncales P, Beltran JA. 2009. Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science* **81**:209-217.
- Andersson KH, Andersson K, Zamaratskaia G, rydhmer L, Chen G, Lundström K. 2005. Effect of single-sex or mixed rearing and live weight on performance, technological meat quality and sexual maturity in entire male and female pigs fed raw potato starch. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* **55**:80-90.
- Baéza E, Gondret F, Hocquette J, Jurie C, Médale F, Pethick D. 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: Development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal* **4**:303-319.
- Bahelka I, Hanusová E, Peškovičová D, Demo P. 2007. The effect of sex and slaughter weight on intramuscular fat content and its relationship to carcass traits of pigs. *Animal Science* **52**:122–129.
- Bryhni EA, Kjos NP, Ofstad R, Hunt M. 2002. Polyunsaturated fat and fish oil in diets for growing–finishing pigs: Effects on fatty acid composition and meat, fat, and sausage quality. *Meat Science* **62**:1–8.
- Byelashov OA, Sinclair AJ, Kaur G. 2015. Dietary sources, current intakes, and nutritional role of omega-3 docosapentaenoic acid. *Lipid technology* **27**:79-82.
- Correa JA, Garipey C, Marcoux M, Faucitano L. 2008. Effects of growth rate, sex and slaughter weight on fat characteristics of pork bellies. *Meat science* **80**:550-554.
- Cui L, Chen C, Huang L, Ma J, Yang B, Zhang J, Zhang W. 2016. Genome-wide association studies for fatty acid metabolic traits in five divergent pig populations. *Scientific reports* **6**:24718.
- Čítek J, Stupka R, Šprysl M. 2009. *Základy chovu prasat*. PowerPrint. Praha.
- Daza A, Olivares A, Latorre MA, Rey AI, Callejo A, Bote CL. 2017. Fatty acid composition of different adipose tissues in heavy pigs. *Italian Journal of Food Science* **29**:657-666.
- DeCarvalho CC, Caramujo MJ. 2018. The Various Roles of Fatty Acids. *Molecules* **23**:2583.
- Demeyer D, Raes K, De Smet S. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology* **313**:1-4.
- De Smet S, Raes K, Demeyer D. 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research* **53**:81-98.

- De Tonnac A, Labussière E, Vincent A, Mouro J. 2016. Effect of  $\alpha$ -linolenic acid and DHA intake on lipogenesis and gene expression involved in fatty acid metabolism in growing-finishing pigs. *British Journal of Nutrition* **116**:7-18.
- Dorđević V, Đorđević J, Baltić ŽM, Laudanović M, Teodorović V, Bošković M, Peurača M, Marković R. 2016. Effect of sunflower, linseed and soybean meal in pig diet on chemical composition, fatty acid profile of meat and backfat, and its oxidative stability. *Acta Veterinaria-Beograd* **66**:359-372.
- Dostálová J. 2011. Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. *Interní medicína pro praxi* **13**:347–349.
- Eder KG, Müller H, Kluge F, Hirche V, Brandsch C. 2005. Concentrations of oxysterols in meat and meat products from pigs fed diets differing in the type of fat (palm oil or soybean oil) and vitamin E concentrations. *Meat Science* **70**:15-23.
- Enser M, Fisher AV, Hughes SI, Nute GR, Richardson RI, Sheard PR, Whittington FM, Wood JD. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat science* **78**:343-358.
- Enser M, Richardson RI, Wood JD, Gill BP, Sheard PR. 2000. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. *MeatScience* **55**:201–212.
- Enser M, Wood J. 2007. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition* **78**:49-60.
- Fiego D, Santoro P, Macchioni P, De Leonibus E. 2005. Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Science* **69**:107-114.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* **226**:497-509.
- Frej D. 2006. *Dietní sestry: diety ve zdraví a nemoci*. Triton. Praha.
- Glick NR, Fischer MH. 2013. The role of essential fatty acids in human health. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* **18**:268-289.
- Green TJ, Innis SM. 2000. Low erucic acid canola oil does not induce heart triglyceride accumulation in neonatal pigs fed formula. *Lipids* **35**:607-612.
- Grofová Z. 2010. Mastné kyseliny. *Medicína pro praxi: časopis praktických lékařů* **10**:388-390.
- Guo Q, Richert BT, Burgess JR, Webel DM, Orr DE, Blair M. 2006 Effects of dietary vitamin E and fat supplementation on pork quality. *Journal of Animal Science* **84**:3089–3099.
- Guo XF, Sinclair AJ, Kaur G, Li D. 2018. Differential effects of EPA, DPA and DHA on cardio-metabolic risk factors in high-fat diet fed mice. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* **136**:47-55.



- Hermier D, Mourot J. 2001. Lipids in monogastric animal meat. *Journal of Reproction nutrition Development* **41**:109-118.
- Herzig I, Straková E, Suchý P. 2008. Kvalita rostlinných olejů a jejich význam z hlediska zdraví zvířat a možnosti ovlivnění nutriční hodnoty potravin živočišného původu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha.
- Hoffmann G, Schwingshackl L. 2014. Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lipids in health and disease* **13**:154.
- Högberg A, Pickova J, Andersson K, Lundström K. 2003. Fatty acid composition and tocopherol content of muscle in pigs fed organic and conventional feed with different n6/n3 ratios, respectively. *Food Chemistry* **80**:177-186.
- Högberg A, Pickova J, Stern S, Lundström K, Bylund AC. 2004. Fatty acid composition and tocopherol concentrations in muscle of entire male, castrated male and female pigs, reared in an indoor or outdoor housing system. *Meat science* **68**:659-665.
- Hovorka F. 1989. Faktory ovlivňující výkrmnost, jatečnou hodnotu a kvalitu masa u prasat. MON.
- Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science* **86**:1751-1770.
- Janz JAM, McIntosh JC, Morel PCH. 2006. Alteration of the fatty acid profile of pork by dietary manipulation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **19**:431-437.
- Jelínek P, Koudela K. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno.
- Juárez M, Dugan MER, López-Campos Ó, Prieto N, Uttaro B, Gariépy C, Aalhus J L. 2016. Relative contribution of breed, slaughter weight, sex, and diet to the fatty acid composition of differentiated pork. *Canadian journal of animal science* **97**:395-405.
- Kodeš A, Mudřík Z, Hučko B, Kacerovská L. 2001. Základy moderní výživy prasat. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Latorre MA, Lázaro R, Valencia DG, Medel P, Mateos GG. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of animal science* **82**:526-533.
- Lebret B, Mourot J. 1998. Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques. *Productions Animales* **2**:131-143.
- Lisiak D, Grzeškowiak E, Borzuta K, Raj S, Janiszewski P, Skiba G. 2013. Effects of supplementary vegetable and animal fats on the slaughter values of fatteners, meat quality, and fatty acid profile in pigs. *Czech journal of animal science* **58**:497-511.

- Lizardo R, van Milgen J, Mourot J, Noblet J, Bonneau M. 2002. A nutritional model of fatty acid composition in the growing-finishing pig. *Livestock Production Science* **75**:167-182.
- Lorenzo JM, Domínguez R, Franco D, Bermúdez R, Purriños L, Moure MP. 2018. Effect of slaughter age on the fatty acid profile of Celta pig breed. *Archivos de zootecnia* **1**:227-230.
- Lorenzo JM, Montes R, Purriños L, Cobas N, Franco D. 2012. Fatty acid composition of Celta pig breed as influenced by sex and location of fat in the carcass. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **92**:1311-1317.
- Marvan F. 1992. *Morfologie Hospodářských Zvířat*. Brázda. Praha.
- Ntawubizi M, Raes K, Buys N, De Smet S. 2009. Effect of sire and sex on the intramuscular fatty acid profile and indices for enzyme activities in pigs. *Livestock Science* **122**:264-270.
- Orsavova J, Misurcova L, Ambrozova J, Vicha R, Mlcek J. 2015. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International journal of molecular sciences* **16**:12871-12890.
- Palomer X, Pizarro-Delgado J, Barroso E, Vázquez-Carrera M. 2018. Palmitic and oleic acid: the yin and yang of fatty acids in type 2 diabetes mellitus. *Trends in Endocrinology & Metabolism* **29**:178-190.
- Piřha J, Poledne R. 2009. *Zdravá výživa pro každý den*. Grada Publishing as. Praha.
- Pietro Lo Fiego D, Macchioni P, Minelli G, Santoro P. 2010. Lipid composition of covering and intramuscular fat in pigs at different slaughter age. *Italian Journal of Animal Science* **9**:39.
- Pipek P. 1991. *Technologie masa I. 2. Vydání*. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha.
- Praagman J, Beulens JW, Alsema M, Zock PL, Wanders AJ, Sluijs I, Van Der Schouw YT. 2016. The association between dietary saturated fatty acids and ischemic heart disease depends on the type and source of fatty acid in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Netherlands cohort, 2. *The American journal of clinical nutrition* **103**:356-365.
- Pulkrábek, J. kol. 2005. *Chov prasat*. Profí press. Praha.
- Razmaitė V, Švirnickas G. 2010. Effect of introgression of wild boar into Lithuanian indigenous wattle pigs on fat composition in pork under conventional rearing. *Veterinarija ir Zootechnika* **49**:66-72.
- Razmaite VJ, Švirnickas G, Šiukščius A. 2012. Effect of weight, sex and hunting period on fatty acid composition of intramuscular and subcutaneous fat from wild boar. *Italian Journal of Animal Science* **11**:32.

- Rosenvold K, Andersen HJ. 2003. Factors of significance for pork quality: A review. *Meat Science* **64**:219–237.
- Sellier P. 1998. Genetics of meat and carcass traits. *The genetics of the pigs* 463-510.
- Sergeant S, Rahbar E, Chilton FH. 2016. Gamma-linolenic acid, dihomo-gamma linolenic, eicosanoids and inflammatory processes. *European journal of pharmacology* **785**:77-86.
- Skiba G, Weremko D, Fandrejewski H, Migdał W, Borowiec F, Poławska, E. 2010. The relationship between the chemical composition of the carcass and the fatty acid composition of intramuscular fat and backfat of several pig breeds slaughtered at different weights. *Meat Science* **86**:324-330.
- Šimek M. 2007. Základní zásady výživy a techniky krmení prasat ve výkrmu. *Farmář* **20**:31-33.
- Ulbricht TLV, Southgate DAT. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The lancet* **338**:985-992.
- Valsta LM, Tapanainen H, Männistö S. 2005. Meat fats in nutrition. *Meat science* **70**:525-530.
- Wu G. 2009. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino acids* **37**:1-17.
- Zhang S, Knight TJ, Stalder KJ, Goodwin RN, Lonergan SM, Beitz DC. 2009. Effects of breed, sex and halothane genotype on fatty acid composition of triacylglycerols and phospholipids in pork longissimus muscle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **126**: 259-268.

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

aj.	a jiné
AI	aterogenní index
ALA	kyselina $\alpha$ -linolenová
atd.	a tak dále
Ca	vápník
CLA	konjugovaná kyselina linolová
DHA	kyselina dokosaheptaenová
DPA	kyselina dokosapentaenová
EPA	kyselina eikosapentaenová
Fe	železo
HDL	vysokodenzitní lipoprotein
K	draslík
KKS	Kompletní krmná směs
LDL	nízkodenzitní lipoprotein
IDL	lipoprotein se střeňou hustotou
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny
n	četnost
např.	například
ns	nesignifikantní
n-3	omega-3
n-6	omega-6
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
Se	selen
SD	směrodatná odchylka
SFA	nasyčené mastné kyseliny
TI	trombogenní index
tj.	to je, to jest
tzv.	takzvané
USFA	nenasyčené mastné kyseliny
VLDL	velmi nízkodenzitní lipoprotein
$\bar{x}$	aritmetický průměr
Zn	zinek

## 10 Seznam tabulek a grafů

<b>Tabulka 1</b>	Nutriční složení kompletních krmných dávek podle živé hmotnosti .....	25
<b>Tabulka 2</b>	Profil SFA s ohledem na pohlaví a rozdílnou porážkovou hmotností prasat ( $\bar{x} \pm$ SD)	28
<b>Tabulka 3</b>	Profil MUFA s ohledem na pohlaví a rozdílnou porážkovou hmotností prasat ( $\bar{x} \pm$ SD)	30
<b>Tabulka 4</b>	Profil PUFA s ohledem na pohlaví a rozdílnou porážkovou hmotnost prasat ( $\bar{x} \pm$ SD)	32
<b>Tabulka 5</b>	Vliv pohlaví a porážkové hmotnosti na složení mastných kyselin, jejich vzájemné poměry, aterogenní a trombogenní indexu ( $\bar{x} \pm$ SD).....	34
<b>Graf 1</b>	Obsah mastných kyselin vybraných druhů masa a tuků (Valsta et al. 2005) .....	15