

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů  
Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Restrikce krmiva a její vliv na kvalitu masa prasat**

**Diplomová práce**

**Bc. Veronika Šímová  
Živočišná produkce**

**Ing. Monika Okrouhlá, Ph. D.**

© 2021 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Restrikce krmiva a její vliv na kvalitu masa 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 26.4.2021

---

Šímová Veronika

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vstřícnost, kterou mi poskytla během zpracování této práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině, která vždy stála při mně.

# Restrikce krmiva a její vliv na kvalitu masa prasat

## Souhrn

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv restrikce krmiva na kvalitu masa prasat. Pokus byl prováděn v Testační a pokusné stanici v Ploskově u Lán. Do pokusu bylo zařazeno 40 finálních hybridů (ČBU x ČL) x (ČBU x PN) (české bílé ušlechtilé x česká landrase) x (české bílé ušlechtilé x pietrain) vyrovnaného pohlaví (vepřík/prasnička). Prasata byla ustájena v 60ti dnech věku s průměrnou živou hmotností 26,7 kg. Prasata byla rozdělena dle techniky krmení do 2 skupin, tj. na prasata krmená v *ad libitním* režimu (20 kusů) a v restringovaném režimu (20 kusů). V průběhu testace byly sledovány základní výkrmnostní ukazatele. *Ad libitní* skupina dosáhla ve 135 dnech průměrnou živou hmotnost 112,95 kg a restringovaná skupina měla ve věku 156 dnů průměrnou živou hmotnost 119,56 kg. Dále byly sledovány vybrané kvantitativní a kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty. Pro stanovení základních chemických vlastností a profilu mastných kyselin byly odebrány z pravé jatečné půlky reprezentativní vzorky pečeně ze svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT).

Z výsledků měření vyplývá, že restringovaná skupina prasat vykázala oproti skupině prasat krmených v *ad libitním* režimu statisticky průkazně nižší hodnoty u průměrné denní spotřeby krmiva ( $P = 0,005$ ) a zároveň i nižší průměrný denní přírůstek ( $P = 0,038$ ). Výsledná průměrná konverze krmiva nebyla technikou krmení ovlivněna. Z fyzikálních ukazatelů restringovaná skupina prasat vykázala statisticky průkazně vyšší hodnoty ( $P < 0,05$ ) u elektrické vodivosti (MLLT i *musculus semimembranosus* = MS),  $\text{pH}_{45}$  (MS) a barevného odstínu  $a^*$  i  $b^*$  (MLLT). U sledovaných kvantitativních ukazatelů se významné rozdíly prokázaly u hmotnosti jatečně upraveného trupu (JUT) – obě půlky ( $P = 0,002$ ), hmotnosti JUT - pravá půlka ( $P = 0,008$ ), hmotnosti ( $P = 0,001$ ) a podílu ( $P = 0,035$ ) hlavních masitých částí (HMČ), hmotnosti kýty celkem ( $P = 0,027$ ) a boku celkem ( $P = 0,004$ ). Ve výše uvedených ukazatelích byly hodnoty vyšší ve prospěch prasat krmených restringovaně. Také obsah dusíkatých látek v jatečné partii pečeně byl statisticky průkazně ( $P = 0,015$ ) vyšší u skupiny prasat s restringovanou technikou krmení. Statisticky průkazně nižší hodnoty byly shledány u ukazatelů  $n-3$  polynenasycených mastných kyselin (PUFA;  $P = 0,019$ ) a poměru  $n-3/n-6$  PUFA ( $P = 0,011$ ) naopak u aterogenního ( $P = 0,006$ ) a trombogenního ( $P = 0,016$ ) indexu byly hodnoty vyšší ve prospěch restringované skupiny.

Vzhledem k prokázaným závislostem lze konstatovat, že technika krmení měla vliv zejména na růst a vývin jatečného těla prasat, ale i na konečnou kvalitu masa.

**Klíčová slova:** prase, výživa, technika krmení, kvalita masa

# Feed restriction and its effect on the quality of pig meat

## Summary

The objective of this thesis was to evaluate the impact of restriction on feed on the quality of pork meat. The experiment was performed in Testing and Experimental Station in Ploskov u Lán Among the animals that were ranked in this experiment were 40 hybrids (ČBU x ČL) x (ČBU x PN) (czech large white x czech landrace) x (czech large white x pietrain) evenly represented by both genders barrow and gilts. The swine were stalled at the age of 60 days with average live mass 26.7 kg. The swine were sorted according to the technique of feeding into two groups. The first group consisted of swine fed in *ad libit* regime (20 pieces), while the second group consisted of swine fed in restricted regime (20 pieces). During the probing, the fundamental feeding up indicators were observed. The *ad libit* group reached the average live mass 119.56 kg in 156 days. Furthermore, chosen quantitative and qualitative indicators of the carcass value were observed as well. To provide essential chemical properties and the profile of fatty acids, the representative samples were extracted from the right side of the carcass from the *muscle musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT).

The results imply that the restricted group of swine showed conclusively lower values in the average daily consumption of feed ( $P = 0.005$ ) as well as a lower average daily increase compared to the group of swine fed in *ad libit* regime ( $P = 0,038$ ). The eventual average conversion of feed was not influenced by the feeding technique. Out of the physical indicators, the restricted group of swine statistically demonstrated conclusively more immense value ( $P < 0,05$ ) by the electrical conductivity (MLLT as well as *musculus semimembranosus* = MS), pH45 (MS) and coloured hue  $a^*$  as well as  $b^*$  (MLLT). Considerable differences among the monitored quantitative indicators were proofed at the mass of carcass-modified torso (JUT) – both halves ( $P = 0,002$ ), mass JUT – right half ( $P = 0,008$ ), mass ( $P = 0,001$ ) and ratio ( $P = 0,035$ ) major fleshy parts (HMČ), ham mass in total ( $P = 0,027$ ) and the hip in total ( $P = 0,004$ ). As mentioned above, the indicators were higher in favour of the group of swine fed restrictively. The amount of azotic substances in the carcass part of the roast was statistically conclusively ( $P = 0,015$ ) higher by the group of swine fed with the restrictive technique of feeding. Statistically conclusively lower values were seen with the indicators n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA;  $P = 0,019$ ) and the proportion n-3/n-6 PUFA ( $P = 0,011$ ) on the contrary by the atherogenic ( $P = 0,006$ ) and thrombogenic ( $P = 0,016$ ) index the values were higher in favour to the restricted group. Considering the proofed dependencies, it is possible to state that the technique of feeding had a bearing mainly on the growth and development of the carcass body of swine as well as on the ultimate quality of meat.

**Keywords:** swine, nutrition, feeding technique, meat quality

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Výživa prasat.....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Restrikce krmiva.....	12
3.1.2 Adlibitní krmivo .....	16
<b>3.2 Vlivy působící na kvalitu masa .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Genetické předpoklady .....	17
3.2.1.1 Gen Halothan.....	17
3.2.1.2 RN gen.....	18
3.2.2 Ustájení .....	18
3.2.3 Půst .....	18
3.2.4 Pohlaví a věk.....	19
3.2.5 Převrava .....	20
3.2.6 Způsob provedení porážky .....	20
3.2.7 Omráčení.....	21
3.2.8 Vliv výživy .....	22
<b>3.3 Kvantitativní ukazatele.....</b>	<b>22</b>
3.3.1 Výkrmnost .....	22
3.3.2 Vývoj klasifikačních metod.....	23
3.3.3 SEUROP.....	23
3.3.4 Jatečná výtěžnost .....	24
<b>3.4 Kvalitativní ukazatelé .....</b>	<b>24</b>
3.4.1 Senzorické ukazatelé .....	25
3.4.1.1 Chuť a vůně .....	25
3.4.1.2 Šťavnatost masa.....	26
3.4.1.3 Křehkost masa .....	26
3.4.1.4 Vady masa .....	26
3.4.1.5 Svalová vlákna .....	27
<b>3.5 Fyzikální ukazatelé .....</b>	<b>28</b>

3.5.1	Barva masa.....	28
3.5.2	Hodnota pH masa.....	30
3.5.3	Elektrická vodivost masa .....	30
<b>3.6</b>	<b>Chemické ukazatele masa.....</b>	<b>30</b>
3.6.1.	Obsah tuku .....	30
3.6.2	Voda.....	32
3.6.3.	Bílkoviny .....	32
3.6.4.	Sacharidy .....	32
3.6.5.	Aminokyseliny a dusíkaté látky .....	32
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>33</b>
4.1	Zvířata a výživa .....	33
4.2	Výkrmnostní ukazatele.....	35
4.3	Kvalita jatečně upraveného těla a masa.....	35
4.4	Chemická analýza .....	35
4.5	Stanovení mastných kyselin .....	36
4.6	Statistické vyhodnocení .....	36
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>Seznam tabulek a grafů .....</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>54</b>

# 1 Úvod

Maso je jedním ze základních produktů živočišné výroby. Od pradávna je to nedůležitější součást naší stravy. Maso je zdrojem mnoha důležitých a kvalitních látek pro náš organismus i přesto, že se neustále objevují názory, že není v naší stravě nezbytné a dá se nahradit jinou složkou rostlinného původu. Spotřeba masa je ovlivněna ekonomikou daného státu a zvyky. Vepřové maso je jedno z nejčastěji používaných mas v České republice. Produkce vepřového masa se za poslední roky zvýšila o necelá 3 %. V České republice se v roce 2017 porazilo 1471 tis. kusů, v roce 2018 1557 tis. kusů, v roce 2019 přibližně 1574 tisíc prasat, z kterých bylo vyrobeno 51 586 tun vepřového masa, což je více než hovězího a v roce 2020 1499 tis. kusů. Spotřeba vepřového masa je 43 kg na osobu. Bohužel v dnešní době je větší dovoz masa, a tím pádem i větší dovoz méně kvalitního masa do České republiky.

Vepřové maso je chuťově velmi oblíbené a to díky své kvalitě. Kvalita masa je ovlivněna mnoha faktory například pohlavím, plemennou příslušností, zdravotním stavem, věkem zvířete, ustájením, přepravou a manipulací před porážkou. Jako nejdůležitější je brána výživa, kde je důležitý obsah živin.

Krmivo se může podávat *ad libitum*, což znamená, že krmivo je podáváno neomezeně a prase ho přijímá dle své potřeby. Velká nevýhoda tohoto krmení je, že dochází k znehodnocení nevyužitého krmiva, díky tomu dochází ke zhoršení hygienických podmínek, chovu a dochází k ekonomické ztrátě. Ke snížení ztrát a znehodnocení krmiva se využívá restringované krmivo neboli dávkované, které se využívá jako moderní technika krmení. Restrikce krmiva slouží k zamezení ztrát krmení, také jako cílené krmení, s maximálním využitím krmiva, zaměňování komponentů v krmné dávce a krmení dle potřebné energie a živin. Také se využívá ke zlepšení hygienických podmínek a zlepšení ekonomiky v chovu prasat. Tato technika se využívá pro skupinu zvířat stejného věku, pohlaví, hmotnosti a genotypu. Z hlediska dávkování se využívá kvantitativní, nebo kvalitativní restrikce *ad libitního* příjmu určitých živin, nebo kompletní krmné dávky.



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

Předpokládáme, že restrikce krmiva má vliv na produkční užítkovost v konečné fázi výkrmu a současně nám ovlivní kvalitativní ukazatele.

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv restrikce krmiva na kvantitativní a kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty vepřového masa.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Výživa prasat

Prasata jsou nejvýkonnější zvířata, mají vysokou intenzitu růstu. Díky vynikající konverzi krmiva, tzn. vysoké využití živin na produkci i záchovu. Mají i jiné dobré ekonomicko-hospodářské vlastnosti, např. krátká březost a vysoká jateční výtěžnost. Aby tomu tak bylo, je nutné dodržovat správnou výživu a techniku krmení (Smital 2016). Vybíráme taková plemena prasat, která budou mít dobrou konverzi krmiva. Zatímco v Americe jsou prasata krmena restrikcí s vysokým obsahem založeným na kukuřičné a sójové mouce, tak v západní Evropě jsou prasata běžně krmena stravou založenou na pšenici a ječmeni, kde je přidáno vysoké množství produktů bohatých na bílkoviny, jako jsou například řepková a slunečnicová semena (Godinho et al. 2018). Enzymatický typ trávení neumožňuje prasatům zkrmovat krmiva s vysokým zastoupením vlákniny a je nutno to ve výživě prasat respektovat. Proto je jejich výživa složena z vysoce stravitelných krmiv s vysokou biologickou hodnotou, hlavně se správným zastoupením aminokyselin. Pro prasata jako všežravce je dostupná celá řada vhodných a optimálně vyvážených krmiv (Smital 2016).

Z výživového hlediska krmivo plní řadu úkolů, ovlivňuje mnoho funkcí organismu při produkci zvířete. Důležité je podávat krmivo tak, aby došlo k dosažení dokonalého výkrmu těla a k zvýšení produkce kvalitních částí (Mourot a Hermier 2001). Kvalitu masa ovlivňuje výživa a struktura krmné dávky. Za podmínky, že je krmná dávka biologicky vyvážená a plnohodnotná, tak prasata budou správně růst a vyvíjet se. Jestliže bude krmivo nevyvážené, bude se zvyšovat podíl kostí a méně cenných částí. Naopak, jestli dojde ke zvýšení potřebných živin, bude se více ukládat tuk (Stupka et al. 2009). Stejně jako všechna ostatní zvířata, prasata vyžadují pět složek ve své stravě jako zdroj živin: sacharidy, bílkoviny, minerály, vitamíny a vodu. Nedostatek živin nebo nerovnováha ve vztahu k jiným živinám bude mít nepříznivý vliv pro jejich růst a schopnost reprodukce. Prasata potřebují vyváženou a snadno stravitelnou stravu pro svou optimální reprodukci a produkci masa (Blair 2018). Prasata se vyznačují, oproti jiným hospodářským zvířatům, vysokou schopností syntézy proteinů a tuků, jakož i vysokou účinností využívat a konvertovat živiny (Stupka a et al. 2010).

Ve velkovýrobě se ke krmení prasat využívají kompletní krmné směsi, vyvážené dle jednotlivých kategorií prasat. Jako klasická krmiva prasatům se stále používají pařené brambory, ječný šrot a odstředěné mléko (Velechová 2016).

Jednou z možností, jak zefektivnit výrobu vepřového masa, je použití levných zdrojů bílkovinných krmiv. V podmínkách České republiky a Slovenské republiky jsou v současné

době nejlevnějším zdrojem dusíkatých látek krmné luskoviny. Prasatům se krmné luskoviny podávají již po stovky let. Ve studii byl zjištěn vliv zařazení krmných luskovin do krmných dávek prasat. U selat jsme zjistili, že vysoké hladiny hrachu (nad 18 %) snižují růst. U prasat ve výkrmu jsme nezaznamenali negativní vliv do hladiny 12 % a u prasnic březích jsme použili bez negativního vlivu hladiny hrachu 16 %, bobu 12 % (Zeman et al. 2011).

Na příjem krmiva má vliv mozková kůra s limbickým systémem mozku. Limbický systém ovlivňuje příjem krmiva prostřednictvím smyslových orgánů a podmíněných reflexů. Přijímání krmiva je složitý fyziologický proces, který řídí centrální nervová soustava, od působení rozličných vnějších a vnitřních faktorů (Šimeček et al. 2000).

Vnitřní faktor (glukostatický mechanismus) vychází z hypotalamu, kde se nachází neurony, které jsou vnímavé na hladinu glukózy v tkáních a krvi. Zvýšená hladina glukózy v krvi zvyšuje podrážděná centra nasycení, čímž snižuje nebo zastavuje příjem krmiva.

Hypotalamické centrum nasycení, respektive hladu, je drážděno vzruchy přicházejícími z receptorů (vnější faktory), uložených v ústní dutině, hltanu, žaludku a střevech (Šimeček et al. 2000).

Cílem moderních technologických systémů krmení je přiblížit techniku výživy prasat jejich fyziologickým potřebám, snížit spotřebu krmiva, potřebu lidské práce a zlepšit řízení chovu s ohledem na životní prostředí a welfare zvířat (Smital 2019).

Hlavním cílem producentů vepřového masa je snížit výrobní náklady. Krmení může tvořit více než 75 % nákladů na produkci vepřového masa. Krmivo představuje kumulativní účinnost, s jakou prase využívá výživové živiny. Je úzce spojena s energetickým metabolismem. Například zatímco zvýšení koncentrace energie v potravě zvýší účinnost krmiv, korelace mezi koncentrací energie v potravě a účinností krmiv se sníží. To je pravděpodobně způsobeno množstvím nedietních faktorů, které ovlivňují účinnost krmiv, jako je životní prostředí a zdraví jedince (Patienc et al. 2015).

Energie, aminokyseliny, minerály, vitamíny a voda jsou základními složkami živin krmiva, které je třeba dodat zvířatům pro údržbu těla, růst, reprodukci a laktaci. Růst těla je výsledkem syntézy svalů, tukové tkáně, kostí, kůže a dalších složek těla a závisí na dostatečném přísunu živin v potravě. Chov prasat musí být vybaven těmito základními živinami v dostatečném množství a ve formě, která je chutná a účinně využívaná pro optimální růst (Pomar et al. 2009).

U prasat, stejně jako u mnoha jiných domácích druhů, jsou všichni samci obecně svalnatější, mají méně tuku a rychlejší metabolismus než samice, které jsou naopak více tučnější, obsahují méně masa. I přesto dochází v mnoha zemích ke kastraci samců, kvůli

kančímu pachu, který není pro lidi atraktivní. V důsledku kastrace se mění příjem krmiva a jeho složení, aby nedocházelo k tučnění a ztrátě kvalitnějších částí (Dunsha et al. 2013). Je tedy všeobecně známo, že výživa vyžaduje, aby se krmiva podávala dle různých věkových kategorií, kdy každá kategorie potřebuje různé složky pro správný růst a vývin (Godinho et al. 2018).

Díky rozvoji nových krmných technologií a neustálé optimalizaci jednotlivých kompletních krmných směsí, lze výživu moderních genotypů prasat aplikovat prakticky dvěma strategiemi krmení. Jde o *ad libitní* a dávkované krmení, v nichž lze uplatnit techniky různých typů restrikcí krmné dávky až po techniku přesného krmení (Stupka et al. 2010).

### 3.1.1 Restrikce krmiva

Výrobci vepřového masa se neustále snaží nejen zvyšovat produkční výkon prasat, ale vylepšují i kvalitu a bezpečnost masa, životní pohodu i jejich prostředí. Jednou z uznávaných možností je restrikce krmiva a vyhladovění prasat před transportem zvířat na porážku. Z mnoha faktorů, jež ovlivňují účinnost hladovění, je správná délka a jeho načasování. Tyto faktory jsou rozhodující (Smital 2018). Restrikce krmiva je metoda krmení, která by časem a dobou trvání a množstvím krmiva, které je omezené, by měla mít dopad na to, zda zvíře dosáhne stejné tělesné hmotnosti jako zvíře, které je krmeno *ad libitum* (Sahraei 2012). Je dobře známo, že režim krmení může hrát klíčovou roli při ovlivňování růstu a kvality masa. Strategie krmení je nejpoužívanějším nástrojem pro kontrolu kvality výroby masa, výkonnosti zvířat a kvality stravování a technologie. Změna krmiva či jeho restrikce mohou vést ke zlepšení intramuskulárního i podkožního tuku (Bona et al. 2016).

Restrikce krmiva u prasat má mít vliv na zlepšení využití živin ve stravě, snížení obsahu jatečně upraveného těla a zvýšení podíl libového masa. Dávkované krmení odpovídá zásadám moderní výživy, umožňuje cílené krmení s maximálním využitím krmiv, minimalizaci ztrát, krmení dle potřeby energie a živin a zaměňování komponentů krmné dávky (Stupka et al. 2010). Jestliže mají být náklady na krmení a vylučování živin minimalizovány, je důležité, aby složení dostupných krmných složek a jejich nutriční potenciál a také požadavky na zvířata byly řádně charakterizovány a aby živiny v potravě byly přesně upraveny tak, aby odpovídaly požadavkům zvířat (Pomar et al. 2009). Během restrikce dochází ke zvýšení růstu u prasat, tzv. „kompenzačnímu růstu“. Kompenzační růst může být způsoben zvýšeným příjmem krmiva během regenerace, zvýšenou účinností během využití živin nebo změnou v rozdělení příjmu energie mezi bílkovinami a tukem (Lovatto et al. 2006). Kompenzační růst lze definovat jako abnormálně rychlý růst k poměru věku v rámci plemene daného druhu (Sahraei 2012). Mezi

faktory kompenzačního růstu, které byly zkoumány, patří zásobování živinami (bílkovinami a energií), typ stravy a délka období regenerace (Lovatto et al. 2006).

Yin et al. (2017) zkoumali vliv restrikce bílkovin na kvalitu masa. Při větším omezení bílkovin dochází k inhibici příjmu krmiva a tělesné hmotnosti, zatímco mírnější omezení bílkovin nemělo takový efekt na růst prasat jako větší omezení bílkovin v krmivu.

Obecně platí to, že restringované krmivo zahrnuje kvantitativní a kvalitativní omezení. Kvantitativní krmení je podávání množství krmiva a kvalitativní je omezení živin v podávaném krmení (Sahraei 2012). Lovatto et al. (2006) uvádějí, že restrikce snižuje příjem živin pro růst a metabolické využití energie, tak se mění složení těla.

Ke snížení spotřeby krmiva na kg přírůstku je rozhodující měrou denní dávkování krmiva. Prasata by se měla správně krmit podle přesné stupnice dávkování, která se různí podle plemen (kříženců), koncentrací zvířat či velikostí kotců. Jako optimum v krmení se jeví krmení prasat 3 – 4x denně. Pokud krmíme častěji, jsou zvířata rušena pohybem v kotcích (Šimeček et al. 2000). Omezení krmiva u rostoucích prasat se po desetiletí používá ke zlepšení účinnosti krmiva, lepšímu využití živin v potravinách a snížení krmného odpadu, snížení ukládání tuku v jatečně upraveném těle a zvýšení procenta masa ve srovnání se zvířaty krmenými *ad libitum* a může být alternativou ke zlepšení konverze krmiva a kvality jatečně upravených těl prasat (Osmar 2020). Ishida et al. (1999) uvádějí, že restrikce má vliv na mastné kyseliny, převážně na kyselinu palmitovou a linolovou v intramuskulárním tuku, také má vliv na ukládání cholesterolu, kdy restrikce snižuje hladinu cholesterolu.

Alonso et al. (2012) zkoumali vliv restrikce na kvalitu masa, ve studii do které bylo zařazeno 43 prasat, která byla rozdělna po pěti skupinách. Skupina č.1 byla krmena bez přidaného cukru, skupina č. 2 a č. 3 byla krmena přidáním živočišného množství tuku, skupina č. 4 byla krmena přidáním sojového oleje. Skupině č. 5 byl přidán palmový olej. Rozdíl byl zjištěn u skupiny krmené palmovým olejem, kde byl nízký obsah PUFA, ale zvýšil se obsah MUFA. Ze studie vyplývá, že tyto tuky nezhoršují kvalitu masa.

Carco et al. (2018) zkoumali, jestli má restrikce krmiva vliv na chování prasat a lze ji v podstatě popsat z počtu a velikosti krmných dávek, které byly měřené automatizovanými jednomístními nebo vícekrmnými boxy. V případě omezení krmiva očekával, že prasata změní své chování při krmení, aby došlo ke kompenzaci krmné dávky, například zrychlením příjmu krmiva nebo časem stráveným u krmení. Dle studie došlo ke zvýšení příjmu krmiva z 299 g na 377 g a zrychlení příjmu krmiva z 39 g/min na 53 g/min.

Restrikce krmiva má vliv na metabolismus prasete. Prase si upravuje svůj metabolismus, byla zachována homeostáza a snížily se výdaje na energii a dochází k zadržování bílkovin

a prasata nejsou pak tučnější (Lovatto et al. 2006). Ukládání omezeného krmiva může například způsobit ekonomické výhody nebo zamezit nadměrnému ukládání tuků během chovu. Během restrikce prase upravuje svůj metabolismus tak, aby došlo k zachování homeostázy a nedocházelo k nadměrnému tučnění, díky tomu dojde i ke snížení hmotnosti orgánů, také dochází k většímu zadržení energie a uchování bílkovin než tuků, a to vede ke štíhlejším prasatům. Tučnější prasata nemají tak výhodné ekonomické dopady pro zemědělské podniky (Lovatto et al. 2006). Tuto studii potvrdil i Lebret (2008) restrikce krmiva měla vliv na růst prasat a prasata byla štíhlejší.

Normování potřeby živin pro prasata ve výkrmu vychází v podstatě z potřeby živin pro záchovu a produkci. Záchovná potřeba je přímo závislá na metabolické hmotnosti prasete. Se zvyšováním živé hmotnosti tedy stoupá i záchovná potřeba prasat. Tento fakt bývá v praxi i v řadě doporučení často opomíjen. Prasata jsou zejména v závěrečné fázi výkrmu nadměrně restringována v příjmu krmiva ve snaze zlepšit jeho konverzi a zvýšit podíl svaloviny. Pokud se však restrikce provádí neodborně a nadměrně, dochází nejen ke snížení přírůstku, ale paradoxně i ke konverzi krmiva často s minimálním nebo dokonce žádným zvýšením podílu svaloviny. Důvodem je právě rostoucí záchovná potřeba prasat, a tedy méně živin pro tvorbu přírůstku. Tento deficit se při stejné dávce krmiva logicky prohlubuje s vyšší hmotností prasat. Normování živin na produkci se odvíjí od ukládání tkání v těle, tedy od skladby přírůstku. V zásadě se jedná o přírůstek bílkovin a tuku. Proto je pro tvorbu přírůstku důležité zejména energetická a bílkovinná složka krmiva (Biofaktory 2009).

Restrikce krmiva je strategie, která slouží k zachování zdraví zvířat, a tedy k omezení medikace v kritických fázích nebo v hospodářstvích se špatným zdravotním stavem. Omezení krmiv při odstavu selat podle experimentu zmírňuje poruchy trávení, dochází ke zlepšení schopnosti se vypořádat se zánětlivými problémy. Omezení krmiva během prvního dne po odstavení snižuje průjem i podíl hemolytických *Escherichia Coli* ve stolici (Le Floc'h et al. 2014). Ball a Aherne (1982) vycházejí z toho, že u prasat, která jsou krmena restringovaně, se také snížil výskyt průjmů.

Beatie et al. (1999) uvádějí, že omezení krmiva před porážkou může snížit přírůstek živé hmotnosti a hmotnosti JUT a jakost masa, ale také se může snížit kontaminace jatečně upraveného těla a odpadu, který má být odstraněn na jatkách. Serrano et al. (2009), kteří prováděli výzkum vlivu u restrikce u krmiva u plemen iberian a jejich kříženců s plemenem duroc, zjistili, že došlo k většímu podílu plece a kýty

Lisiak et al. (2014) zkoumali, jestli má vliv suplementace selenu na kvalitu, fyzicko-chemické vlastnosti a smyslové vlastnosti. Jeho studie prokázala, že nedošlo k ovlivnění masa.

Selen neměl žádný vliv na barvu masa. Také byla provedena studie Yin et al. (2017), že restrikce bílkovin má vliv na žlutost barvy masa  $b^*$  a z výsledků vyplynulo, že omezení bílkovin způsobuje žlutost masa. Reynolds a O'Doherty (2006) zkoumali vliv omezení aminokyselin na růst a složení jatečně upraveného těla a využití dusíku. Prasata byla vážena individuálně ráno po porážce ve dnech 28, 42, 56. Příjem krmiva byl zaznamenán při zmizení z krmiva. Ke změně stravy došlo 28. den výkrmu, kdy průměrná hmotnost byla 94 kg. Prasata, která měla restringovaně přidávaný lysin, tak měla snížený průměrný denní příjem a zhoršený průměr konverze krmiva.

Kvalita masa závisí na genotypu prasat, podmínkách chovu, manipulaci před porážkou, jatečně upraveném těle a jeho zpracování po porážce. Omezené krmivo výrazně snižuje rychlost růstu, tuk v jatečně upraveném těle a také úroveň intramuskulární tuku. To vede ke snížení křehkosti a štavnatosti masa. Změnu složení mastných kyselin a hladiny antioxidantů v mase lze získat doplňky ve stravě (např. rostlinnými zdroji s vysokým obsahem n-3 mastných kyselin), čímž se zlepší nutriční kvalita vepřového masa (Lebret 2008).

Brzobohatý et al. (2015) zkoumali vliv restrikce na ukazatele svalových vláken a jatečné hodnoty. Z výsledku vyplynul vliv restrikce na vyšší počet svalových vláken v MLLT, vyšší podíl svalových vláken typu IIB, vyšší podíl libové svaloviny a vyšší podíl plece z JUT. Složení svalových vláken úzce souvisí s konečnou kvalitou vepřového masa a jeho variabilitou ve vztahu k interakci s obsahem svalového tuku.

Batorek et al. (2012) zkoumali vliv restrikce u imunokastrovaných prasat a její vliv na kvalitu. Imunokastrace snížila kančí pach a velikost reprodukčních orgánů. Při restrikci nedošlo k ovlivnění jakosti masa, ale došlo ke snížení intramuskulárního tuku.

Bosi a Russo (2004) zkoumali vliv restrikce na kvalitativní a kvantitativní ukazatele. Výzkum probíhal na plemenech bílé ušlechtilé a landrace, tato plemena byla vybraná pro své specifické parametry. Tloušťka tuku na zádech nesměla přesahovat 33 mm a obsah kyseliny linolové nesměl překročit 15 %. Množství tuku a kvalita krmiva byla přísně kontrolována. Restrikce krmiva byla zvolena pro udržení kvality masa. Při restrikci se prasatům podávalo dostatečné množství bílkovin a stopových prvků, díky tomu bylo možné ovlivnit výšku tuku na zádech.

Suárez - Belloch et al. (2016) zkoumali vliv restrikce na pohlaví a zvýšení tuku a kvalitu produktů. Do studie bylo zařazeno 160 prasat duroc x (landrace x large white), která během 73 -118 dní věku, byla krmena restringovaně. Prasata byla krmena čtyřmi krmivy s klesající hodnotou hrubých bílkovin a lysinu. Z výsledků vyplynulo, že kastráti měli vyšší podíl jatečně upraveného těla než prasničky, ale poměr intramuskulárního tuku byl podobný pro obě skupiny

prasat. Omezení hrubých bílkovin mělo vliv na tuk na zádech. V závěru vyhodnotili, že restrikce hrubých bílkovin a lysinu měla pozitivní vliv na jatečně upravené tělo.

Restrikce krmiva se využívá i u zvířat jiného druhu, např. u králíků a brojlerových kuřat. Riber et al. (2021) zkoumali vliv restrikce na chování kuřat, kdy zjistili, že při omezení krmiva došlo ke změnám chování a to zvýšenému hledání potravy a méně odpočinku. Chodová et al. (2017) uvádějí, že restrikce u králíků se provádí z důvodu zlepšení konverze krmive, snížení hmotnosti tuku v jatečném trupu a k minimalizaci trávicích obtíží u odstavených mlád'at. Modifikací příjmu krmiva je ovlivněn růst a konverze krmiva, zlepšení zdravotního stavu u králíkat (Lebedová et al. 2019). Odhaduje se, že restrikce krmiva může vést ke snížení nákladů na krmivo až o 4,6 %. Kromě toho přesné techniky krmení ve velkých produkčních systémech umožňují monitorování krmiva a zvířat v určitém čase, čímž se zlepšuje udržitelnost produkce prasat a dobrých životních podmínek zvířat a kvality masa (Pomar et al. 2009).

Meo et al. (2007) zkoumali vliv restrikce na kvalitu a stravitelnost krmiva u králíků. U králíků se restrikce využívá pro prevenci gastro-enteritických obtíží, které mohou vyvolat u králíkat smrt. U restrikce došlo ke zlepšení trávení, průměrná stravitelnost byla 74,5 % u syrového proteinu a u *ad libitního* krmiva byla průměrná stravitelnost skoro o 10 % nižší.

### 3.1.2 Adlibitní krmivo

Vzhledem k rozvoji krmných technologií a neustálé optimalizaci jednotlivých kompletních krmných směsí lze výživu moderních genotypů prasat aplikovat prakticky dvěma strategiemi krmení. *Ad libitní* krmení znamená, že prase žere do sytosti dle své potřeby. Uplatňuje se z největší části u mladých kategorií prasat. Systém neumožňuje racionální krmení, optimalizaci a kontrolu přidělu krmiva, minimalizování zátěže životního prostředí živinami a výkaly. Umožňuje tak rychlejší dobu výkrmu, vyšší denní přírůstky, příjem krmiva, zhoršuje však celkové využití krmiva (Stupka et al. 2010). Ze studie Maltin et al. (2003) bylo zjištěno, že prasata, která byla krmena *ad libitum*, tak měla křehčí maso, než prasata, která byla krmena restringovaně.

## 3.2 Vlivy působící na kvalitu masa

Kvalita je složitá vlastnost masa, která je ovlivněna četnými faktory. Mezi faktory, které ovlivňují kvalitu masa je plemeno, genotyp, krmení, manipulace před porážkou, omráčení a zpracování masa po porážce, jako je chlazení a skladování masa. Dalšími faktory, které ovlivňují kvalitu je obsah tuku, barva masa a schopnost držet vodu. Tyto vlastnosti jsou



ovlivněny též genotypem a krmením. Další faktor, který ovlivňuje kvalitu masa je genetika. Genetický vliv je dán jak rozdílností plemen, tak rozdíly zvířat v rámci plemen. Genetický vliv je ovlivněn velkým počtem genů s malým účinkem (Rosenvold a Andresen 2003).

### **3.2.1 Genetické předpoklady**

V oblasti produkčních znaků je výběr genotypu na podkladě testů populací rozhodujícím intenzifikačním faktorem, jenž odhaluje dosahované produkční vlastnosti, tedy výkrmnost z pohledu růstové intenzity a jatečnou hodnotu z pohledu průběhu a tvorby libového masa ve vztahu k porážkové hmotnosti (Stupka et al. 2006). Genetický vliv působící na kvalitu vepřového masa zahrnuje rozdíly jak mezi plemeny, stejně tak i rozdíly mezi zvířaty v rámci stejného plemene. Tyto rozdíly mohou být způsobeny velkým počtem genů s malými účinky, známými jako polygenní účinky. Geny halothane a gen RN jsou geny, které mají přímý vliv na kvalitu masa. Gen halothane je znám jako gen určující syndrom prasečího stresu, tento gen způsobuje vadu masa PSE. Gen RN je u plemene hampshire a způsobuje snížený výnos jatečně upraveného těla (Rosenvold a Andersen 2003). Základními principy testací různých druhů hospodářských zvířat je vytypování geneticky lepších, čistých a hybridních populací. Jde o využívání rozdílů v genetických efektech populací, které získáváme jejich testací v různých prostředích pomocí různých systémů křížení (Stupka et al. 2006). Genotyp je potenciál zvířete, což je schopnost ukládat jednotlivé složky potravy a přeměnit je na maso či tuk, tento jev je omezen kapacitou žaludku (Whittemore 1998).

#### **3.6.1. Gen halothan**

Halothanový gen, označovaný jako gen stresového syndromu prasat, způsobuje maligní hypertermii, která může být vyvolána stresem nebo expozicí anestetického plynného halothanu. Účinky genu jsou od 60. let 20. století úzce spojeny s vývojem světlého, měkkého a exsudativního (PSE) masa. U homozygotních prasat halothan gen reagoval na halothan plyn, a gen byl podle toho pojmenován. Některé země eliminovaly přítomnost halothanového genu ze svých selekčních linií již před několika lety, např. Dánsko, Nizozemsko, Švédsko a Švýcarsko. Nicméně až koncem 90. let se některé z největších mezinárodních chovatelských společností rozhodly odstranit gen halothanu ze svých výběrových linií (Rosenvold a Andersen 2003). Bylo prokázáno zlepšení kvality masa u prasat nesoucích gen halotanu nebo syndromu stresu prasat (PSS - porcine stress syndrom = stresový syndrom u vepřového masa), avšak hladovění nemá žádný vliv na kvalitu masa u prasat, které nesou gen RN (Smital 2018).

### 3.6.2. RN gen

RN-Gen identifikovaný u plemene hampshire je spojen se sníženou technologickou výtěžností a se štíhlejším jatečně upraveným tělem. Účinky genu byly spojeny s vysokými zásobami svalového glykogenu a prodlouženým poklesem pH po smrti. Maso přenašečů genu „RN“ je často označováno jako „kyselé maso“ kvůli nízkému pH. Gen RN nemá žádný vliv na hodnoty pH časně po porážce, ale vede k nižší hodnotě  $pH_{24h}$ , což je opět spojeno s vyšší reflexí (lehčí maso) a nižším water holding capacity (Rosenvold a Andersen 2003).

### 3.2.2 Ustájení

Při ustájení musí mít každé prase přístup do míst, která jsou čistá, tepelně i fyzicky pohodlná, s řádným odtokem. Místo má každému praseti umožnit uchýlit se do polohy vleže. Ustájení se musí vybudovat v tomto duchu. Rovněž musíme zajistit prasatům trvalý přístup k minerálům a to v dostatečném množství. Zvířatům zajišťuje etologické aktivity. Aby se předešlo poranění, mají podlahy hladké, ale ne kluzké. Prasata mají být krmena minimálně jedenkrát za den. Pokud máme prasata ve skupinkách a nejsou krmena *ad libitum*, případně není možnost mít automatický krmný systém, musí se každému praseti dostat přístupu ke krmivu ve stejném čase jako všechna ostatní prasata (Pulkrábek et al. 2005).

Máme dva druhy ustájení, tj. outdoorové a indoorové, které máme buď stelivové, nebo bezstelivové. Požadavky na ustájení prasat jsou definovány směrnicí Rady EU. Obohacení vnitřních prostorů (zvětšení ustajovací plochy a využití slámy na podestýlku) prokázalo, že se zvyšuje rychlost růstu a tuky v jatečně upraveném těle, také se může zlepšit štavnatost a chuť masa prostřednictvím MMF (Lebret 2008).

### 3.2.3 Půst

Dalším faktorem je půst neboli doba, kdy zvíře nedostává žrádlo. Půst je běžnou praxí při přepravě prasat z farmy před porážkou. Během půstu je prasatům před porážkou odepřen přístup ke krmivu. Je však třeba zdůraznit, že půst neznamena vyloučení pitné vody. Naopak, pitná voda by měla být k dispozici prasatům, kdykoli je to možné v období půstu. Při odebrání krmiva dochází k metabolické reakci, která se dělí do dvou fází. První fází je typified použitím cirkulujících zásob glukózy a jater a svalového glykogenu, jakož i snížení sekrece inzulínu, což ovlivňuje jakost masa. Glykogeneze a liposukce jsou stimulovány ve druhé fázi. Dojde ke zvýšení mobilizace tuků a organismus přejde do stavu normoglycémie a aktivuje mechanismy, které mají vliv na hypotalamus, nervová zakončení, nadledvinky a slinivku břišní. Během

prvních 24 hodin půstu mohou prasata ztratit až 5 % své živé hmotnosti při přibližné rychlosti 0,25 kg za hodinu. V tomto období se ztráty živé hmotnosti více týkají vylučování moči a výkalů než tělesných tkání. V důsledku toho není hmotnost jatečně upraveného těla ovlivněna. To lze objasnit skutečností, že krmivo spotřebované během 9 - 10 hodin před porážkou zůstává ve střevě v místě vykolení a není přeměněno na přírůstek hmotnosti jatečně upraveného těla (Driessen et al. 2020).

### 3.2.4 Pohlaví a věk

Pohlaví určuje především temperament a má vliv na metabolismus. Samci mají rychlejší metabolismus. U samic dochází k ukládání energie ve formě rezervního tuku, který je využit pro vývoj plodu i pro nepříznivé podmínky. Samice tedy mají maso více tučnější než samci. Vliv má též kastrace, kastrování samci mají maso velmi podobné samicím (Steinhauser 1995). Hormony vylučované pohlavními žlázami ovlivňují nejen vývin druhotných pohlavních znaků, ale působí i na nervovou soustavu a růstové pochody. Kastovaná zvířata mají sníženou oxidační schopnost, jsou žravější, klidnějšího temperamentu, a proto ukládají více tuku (Stupka et al. 2013). Jednou z možností, jak kastrovat je chirurgická kastrace, od které se postupně upouští a nahrazuje se imunokastrací. Imunokastrace spočívá v aplikaci vakcíny, což je modifikovaná forma hormonu, která uvolňuje hormon gonadotropin, který snižuje stimulaci varlat, což způsobuje narušení hypofýzy a snižuje se androsteron a skatol ve vepřovém mase. Pro účinnost jsou nutné dvě dávky vakcíny, poslední dávka se podává minimálně 4 - 5 týdnů před porážkou. Imunokastrace prokázala, že tito samci měli vyšší živou hmotnost než samci, kteří byli kastrování chirurgicky. Imunokastráci též měli nižší výtěžnost jatečně upraveného těla, snížila se tloušťka tuku v jatečně upraveném těle a zvýšil se podíl libového masa. Imunokastrace je bezbolestná, reverzibilní technika, která zlepšuje dobré životní podmínky zvířat, snižuje kančí pach v mase, vede ke snížení tuku a zvyšuje podíl libového masa (Osmar et al. 2020).

Androstenon je steroid produkovaný varlaty a koncentrovaný ve slinných žlázách, kde se přeměňuje na feromon, který se podílí na vyvolání sexuálních reflexů u prasniček a prasníc během procesu páření. Androstenon se také ukládá v tukové tkáni a může být uvolňován v reakci na teplo během vaření, čímž přispívá ke vzniku zápachu. Skatol vzniká činností bakterií v trávicím traktu. Absorbuje se přes střevní stěnu do krevního oběhu, metabolizuje se v játrech a prostupuje do tukové tkáně, kde se může spolupodílet na kančím zápachu (Smital 2018).

### 3.2.5 Přeprava

Přeprava a manipulace se zvířaty je velmi důležitá pro kvalitu masa. Když je zvíře ve stresu před porážkou, rychle se uvolňují enzymy, kortizoly a katecholaminy, které mohou vést k vyčerpání glykogenu, vysokému konečnému pH masa. Před porážkou stres také ovlivňuje fyziologii zvířete, což vede ke zvýšení aktivity kreatin kinázy, glukózy, laktátu a dalších krevních metabolitů (Chulayo et al. 2012). Manipulace před porážkou zahrnuje míchání neznámých zvířat, nakládání, přepravu a ustájení na jatkách. Tyto manipulační postupy mohou vyvolat stres, ať už psychický nebo fyzický. Stres před porážkou je jak otázkou dobrých životních podmínek zvířat, tak otázkou kvality, neboť se již dlouho uznává, že stres před porážkou může nepříznivě ovlivnit kvalitu vepřového masa. Stres před porážkou lze zhruba rozdělit na dlouhodobý stres, jako je manipulace na farmě, míchání, nakládání a přeprava, a krátkodobý stres, včetně podmínek ustájení a jízdy k omračovači. Oba druhy stresu by neměly být považovány za dvě oddělené věci. Ačkoli dlouhodobý stres vede hlavně ke kvalitě masa spojené s kvalitou DFD masa, krátkodobý stres vede hlavně ke kvalitě spojené s RSE nebo PSE masem (Rosenvold a Andersen 2003).

Poslední fází produkce vepřového masa je přeprava na jatka. Celkově je cesta pro prasata velmi náročná a stresující událost. Stres se u zvířat liší například dobou ustájení, klimatem a manipulací (Driessen et al. 2020). Prasata jsou během svého života držena v různých podmínkách ustájení, po uplynutí určité doby jsou převážena na jatka. Jednotlivá prasata mají jinou reakci na přepravu a reagují jinými stresovými faktory. Rozdíly jsou dané díky genotypu a zkušenostem zvířete. Přeprava a manipulace mají dopad na psychický i fyzický stav prasete. Při přepravě vzniká stres, který způsobuje prasečí stresový syndrom, což je akutní reakce na stres, která může způsobit vážná zranění nebo i smrt. Prasata při přepravě se vyskytují v novém prostředí a v neznámé situaci. Prasata by se měla převážet tak, aby nedošlo k týrání zvířat (Lambooi 2014). Během tohoto období jsou zvířata náchylná ke ztrátě hmotnosti, dochází k vadám masa a vzniká výrazně snížený zisk pro výrobce masa. Vhodné podmínky pro přepravu zvířat v souvislosti se silniční dopravou je obtížné sledovat a ověřovat díky rozdílům kvality silnice, rychlosti při přepravě a omezení na silnicích (Chulayo et al. 2012).

### 3.2.6 Způsob provedení porážky

Porážkou se rozumí zejména usmrcování zvířat pro lidskou potřebu. Tradiční porážkové postupy se zabývaly především faktory, které zajišťují zdravé nezávadné a kvalitní maso. Týká se to i bezpečnosti, estetických a náboženských hodnot. Kvalita se naproti tomu týká především

subjektivnějších a na ekonomických hodnotách založených otázkách, jako je doba použitelnosti, vhodnost výrobku a tržní hodnota (Fletcher 1999).

Porážka je proces, jehož efekt se významně podílí na intenzitě glykolytických procesů ve svalovině, a tím na výsledné kvalitě vepřového masa. Je důležité dodržet v čekacích boxech optimální dobu odpočinku zvířat před poražením. Prasata se poráží elektrickým proudem s využitím reps. nízkého napětí, pomocí plynu CO<sub>2</sub>, rajského plynu N<sub>2</sub>O (Stupka et al. 2013).

Posmrtné změny v mase začínají po usmrcení zvířete. Tyto procesy vedou k tomu, že se nativní svalová tkáň mění na maso. Průběh posmrtných změn ovlivňuje kvalitu masa, křehkost a v důsledku se odráží i v ekonomice masného průmyslu. Po usmrcení přichází proces autolýzy (zrání), která se postupně zpomaluje a poté nastupuje proces proteolýzy (kažení masa). Posmrtné změny probíhají ve čtyřech fázích (Steinhauserová a Borilová 2015). *Prerigor* je fáze po usmrcení zvířete, období teplého masa. Ve svalech klesá ATP a sval se už neokysličuje, a tak se snižuje jeho pH. Maso je měkké, má vysokou vaznost a je vhodné k úpravám a zmrazení. Další fáze je *rigor mortis* neboli posmrtná ztuhlost. Vzniká aktinomyosinový komplex. Maso má vysoké pH, je ztuhlé, nepoddajné a má malou vaznost vody. Je nepoužitelné ke zpracování (Kadlec 2002). Další fází je zrání. V této fázi se rozpustí aktinomyosinový komplex, zvyšuje se pH díky degradaci kyseliny mléčné. Maso je znova vhodné na kulinářské použití (Monsón et al. 2005). Poslední fáze je fáze hluboké autolýzy. Dochází k degradaci bílkovin aminy a hydrolyze tuků, tímto maso získává nežádoucí senzorické vlastnosti. V průběhu posmrtných změn se vyskytují anomálie, které vedou ke zhoršení kvality masa a ekonomickým ztrátám, proto je nutné jim předcházet (Kim et al. 2018).

### 3.2.7 Omráčení

Omráčení je v posledních letech vnímáno především z hlediska dobrých životních podmínek zvířat jako prostředek k minimalizaci bolesti a utrpení spojených s porážkou.

Z hlediska dobrých životních podmínek zvířat dle směrnice Rady 93/119/EHS, 1993 by omráčení mělo vést k rychlému nástupu bezstresové necitlivosti v dostatečné délce, aby zvíře mohlo zůstat v bezvědomí až do smrti, a to buď na základě samotného omráčení nebo v důsledku následných usmrcovacích úkonů, jako je řezání krku během porážky. Omráčení před porážkou lze provést chemickými, mechanickými nebo elektrickými prostředky (Fletcher 1999). Omráčit lze dvěma metodami oxidem uhličitým (CO<sub>2</sub>) a elektrickým omračováním. Obecně platí, že svaly elektricky omráčených prasat mají rychlejší pokles pH časně po porážce a nižší WHC ve srovnání s masem prasat omráčených CO<sub>2</sub>, zatímco pH<sub>24</sub> není ovlivněno. To naznačuje, že elektrické omráčení ve srovnání s omráčením CO<sub>2</sub> vede k závažnějšímu

fyziologickému stresu u prasat a zvyšuje rychlost posmrtného energetického metabolismu v důsledku zvýšené svalové aktivity a zvýšeného uvolňování katecholaminů do krve (Rosenvold a Andersen 2003).

Elektrické omráčení bylo shledáno účinným prostředkem k omráčení. Bylo také zjištěno, že elektrické omráčení snižuje boj a křeče při porážce a následně snižuje poškození jatečně upravených těl spojené s těmito křečemi. Elektrické omráčení však prokazatelně způsobuje i vady jatečně upraveného těla a masa. Například u brojlerů je nespolehlivé v tom, že přibližně jedna třetina ptáků vyšla z paralyzérou mrtvá, zatímco další třetina byla neomráčena. Elektrická stimulace je proces, při kterém je na jatečně upravené tělo zvířete krátce po porážce aplikován elektrický proud ke stimulaci svalové kontrakce a postmortální metabolické aktivity. Bylo prokázáno, že posmrtná stimulace urychluje *rigor mortis* a zároveň vede k mikrostrukturálním změnám, které vedou k jemnějšímu masu (Fletcher 1999).

### **3.2.8 Vliv výživy**

Strategie krmení je řídicím faktorem, který je nejaktivněji využíván jako nástroj kontroly kvality při výrobě masa a ve vztahu ke zlepšování nebo ke kontrole výkonnosti, dobrých životních podmínek zvířat, bezpečnosti, nutriční hodnoty a stravovací i technologické kvality. Avšak s výjimkou oblasti zaměřené na optimalizaci užitečnosti hospodářských zvířat vyvolanou krmivem, kde bylo v průběhu let dosaženo značného biologického porozumění vlivu složení stravy na svalovou depozici, kdy byla většina strategií krmení testovaných a prováděných v produkci masa až donedávna založena na „pasivních“ účincích (Andersen et al. 2005).

Všechny složky krmiva, které přímo nebo nepřímo snižují reakce na stres, mohou snížit účinky spojené se stresem na kvalitu vepřového masa. Bezprostřední reakcí na stresové faktory je uvolňování neurotransmiterů v mozku, které stimulují nervový systém a uvolňují stresové hormony do krve, což může stimulovat svalový metabolismus negativně ve vztahu k následné kvalitě vepřového masa (Rosenvold a Andersen 2003).

## **3.3 Kvantitativní ukazatele**

### **3.3.1 Výkrmnost**

Jedním z nejvýznamnějších projevů života je růst a vývin organismu. Růst je základním procesem charakterizujícím živou hmotu a odlišuje ji od hmoty neživé. Růst je velmi složitý proces, který charakterizují dva procesy, a to kvantitativní a kvalitativní (Stupka et al. 2009).

Kvalitativní proces znamená, že se množí a rostou buňky. Směřuje ke zvětšování objemu, respektive zvětšování hmotnosti, rozměrů orgánů a stavebních tkání jako jsou svaly nebo kosti. Kvantitativní proces je hodnocen pomocí ukazatelů průměrný denní přírůstek v g, denní spotřeba kompletní krmné směsi, spotřeba KS na 1 kg přírůstku živé hmotnosti (Stupka et al. 2010). Výkrmnost tedy můžeme definovat jako dědičně podmíněnou schopnost k tvorbě živé hmotnosti, převážně svaloviny, při ekonomicky výhodné spotřebě živin v různém věku a různé živé hmotnosti. Je dána schopností využívat živiny krmiva na tvorbu jednotlivých tělesných tkání (Stupka et al. 2009).

### **3.3.2 Vývoj klasifikačních metod**

Hodnocení jatečných prasat za účelem jejich zpeněžení prošlo v Evropě i u nás svým historickým vývojem, a to od nákupu v živém, přes nákup na pevno v mase až k nákupu podle SEUROP – systému.

Při nákupu v živém se běžné jakostní třídy určovaly především podle porážkové hmotnosti, případně podle subjektivně posouzené zmasilosti. Při nákupu na pevno v mase se jatečná prasata hodnotila podle hmotnosti jatečně upraveného těla za tepla a tloušťky hřbetního sádla bez kůže měřené v rovině pŕlicího řezu nad posledním hrudním obratlem (Pulkrábek et al. 2005).

### **3.3.3 SEUROP**

Klasifikace SEUROP pro jatečně upravená těla prasat se v Evropské unii (EU) používá již několik desetiletí. Hlavními cíli pro jeho zavedení je harmonizace právních předpisů v EU, provádění společných pravidel pro kvalitu jatečně upravených těl a integrovaná stupnice pro jeho stanovení. Integrovaný systém třídění jatečně upravených těl slouží jako základ pro stanovení průměrné ceny pro každou třídu (Nakev a Popova 2019).

Realizaci jatečných prasat sledujeme objektivním posouzením jatečné hodnoty zvířete, která stanovuje obchodní třídu. Získáváme tak rychlé informace o hmotnostech, podílech svaloviny, třídách a cenách prodávajícího a kupujícího masa poražených zvířat. Stimuluje zvyšování kvality jatečných zvířat a důvěru mezi prodávajícím a kupujícím, zpeněžení prasat je prováděno objektivně. Vychází z kvalifikace jatečných těl, které zařazujeme do tříd SEUROP na základě jejich hodnot. Zmasilostí JUT se rozumí podíl svaloviny z JUT, což představuje červenou příčně pruhovanou svalovinu oddělitelnou od ostatních tkání při detailní disekci nožem (Stupka et al. 2010).

### 3.3.4 Jatečná výtěžnost

Vyjadřuje se procentuálním podílem hmotnosti jatečně upraveného těla z porážkové hmotnosti před porážkou. U prasat rozumíme poměr hmotnosti jatečně upraveného těla k porážkové hmotnosti. Porážková hmotnost je čistá hmotnost, která představuje hmotnost zvířete ještě před porážkou a snižuje se o srážku za nakrmenost (Stupka et al. 2009).

Hmotnost jatečně upraveného těla představuje dvě k sobě náležející půlky s hlavou, kůží, bez štětin, výkrojů očních a ušních, mozku, míchy, jazyka, bránice, bráničního pilíře, ledvin, plsti, pohlavních orgánů, špárků, orgánů dutiny hrudní, břišní a pánevní i s přirostlým tukem. Stanovujeme ji v teplém stavu po dokončení porážky a veterinární prohlídce, nejpozději do 45 minut *post mortem* (Stupka et al. 2009).

### 3.4 Kvalitativní ukazatelé

Kvalita vepřového masa se stala primárním zaměřením pro producenty, výzkumné pracovníky, balírny, zpracovatele, maloobchodníky a nakonec i spotřebitele. Po mnoho let bylo jedním z hlavních cílů odvětví chovu prasat zvýšit poměr libového k tuku jatečně upravených těl prasat. V důsledku toho došlo k dramatickému zlepšení tělesného složení prasat prostřednictvím genetického výběru, s příležitostnými případy vyšší variability mezi liniemi u plemen než mezi plemeny. Kvalita masa se hodnotí podle individuálních jakostních znaků, jako je pH, barva nebo obsah tuku (Alonso et al. 2009).

Kvalitu masa můžeme definovat několika různými způsoby od chutnosti masa, přes technologické aspekty až po bezpečnost. Kvalita masa je popsána jako součet všech kvalitativních faktorů masa z hlediska senzorických (textura, barva chuť), hygienických a nutričních, toxikologických a technologických vlastností jako jsou vaznost, pH, distribuce vody (Mullen 2002).

Technologická kvalita je komplexní a multivariační vlastnost masa, která je ovlivněna mnoha vzájemně se ovlivňujícími faktory. Patří sem plemeno, genotyp, krmení, manipulace před porážkou, omračování a způsob porážky, chlazení a podmínky skladování. Jakostní vlastnosti obsahu tuku, složení, uniformity a oxidační stability jsou ovlivněny především genotypem a krmnou strategií, zatím co např. schopnost udržet vodu a barvu masa jsou ovlivněny téměř všemi výše uvedenými faktory. Současný přehled nastiňuje přítomné poznatky o významných faktorech technologické jakosti vepřového masa (Rosenvold a Andersen 2003). Dalším faktorem, který ovlivňuje kvalitu masa, je tepelný stres. Je jednou z nejvíce stresujících událostí v životě hospodářských zvířat, má škodlivé důsledky pro zdraví zvířat a také ovlivňuje



produktivitu a kvalitu produktů. Přežvýkavci, prasata a drůbež jsou náchylní k tepelnému stresu kvůli rychlému metabolismu a růstu, vysoké úrovni produkce a druhově specifickým vlastnostem, jako je fermentace bachoru, zhoršené pocení a izolace kůže. Akutní tepelný stres bezprostředně před porážkou stimuluje svalovou glykogenolýzu a může vést k bledému, měkkému a vodnatému (PSE) masu charakterizovanému nízkou schopností zadržovat vodu (Gonzales-Rivas et al. 2020).

### **3.4.1 Senzorické ukazatelé**

Senzorické čili smyslové vlastnosti masa jsou důležité pro spotřebitele, ať je to zákazník v obchodě, nebo technolog ve zpracovatelském závodě. Díky sensorickým vlastnostem máme možnost se přesvědčit o jakosti masa. Tvoří zcela nepochybně důležité rozhodovací hledisko spolu se zdravotní nezávadností a cenou. Spotřebitel si pod smyslovými vlastnostmi představuje barvu masa, čistotu, obsah tuku ať již povrchového či intramuskulárního, přítomnost vazivových tkání a poměr mezi svalovou, tukovou a kostní tkání. Vyskytují se vady, které hodnotíme vzhledem, jako jsou různé deformace, netypická barva, nadměrné a neodpovídající tukové či vazivové krytí, znečištění masa, osliznutí povrchu, neestetická úprava a další vizuální projevy, které zákazník nepovažuje za běžné (Ingr 1996).

Výraz „jakost masa“ tradičně zahrnuje základní vlastnosti masa, které jsou rozhodující pro vhodnost masa ke konzumaci, dalšímu zpracování a skladování, včetně maloobchodního uvádění na trh. Hlavními zajímavými atributy jsou bezpečnost, výživová hodnota, chuť, struktura, schopnost udržet vodu, barvu, obsah lipidů, složení lipidů, oxidační stabilitu a uniformitu (Andersen et al. 2005).

### **3.6.3. Chuť a vůně**

Chuť je důležitou součástí kvality všech potravin včetně masa. Nevýraznost chuti je často dána libovým masem a naopak se říká, že maso dostupné před mnoha lety bylo chutnější a výraznější než dnes dostupné maso. Existuje jen málo vědeckých důkazů, které by toto tvrzení podpořily nebo vyvrátily (Wood et al. 1999).

Chutnost vnímáme jako souhrn chuti a vůně masa. Na chuť masa mají vliv hlavně tuky, které dávají masu aroma. Chuť ovlivňují i další vlastnosti jako jsou například texturní vlastnosti (Ingr 1996). Také bylo zjištěno, že intramuskulární tuk ve vepřovém mase pozitivně ovlivňuje šťavnatost, křehkost a chuť (Alonso et al. 2009).

Předpokládá se, že zvýšená intenzita chuti, která se vyvíjí s věkem u masných zvířat, je způsobena změnami tkáňových složek, i když bylo překvapivě málo podrobných studií, které by prokázaly tyto změny. Ve studii prasat různého věku pasoucích se na pastvě, dle Rousset-Akrima a Younga (1997) bylo zjištěno, že u tří hodnotitelů, kteří jsou specialisté, se chuť a vůně vařeného vepřového masa s věkem zvyšuje. Výsledkem bylo, že ovčí maso, které mělo takto výraznou chuť a vůni, nebylo na trhu žádáno (Wood et al. 1999).

#### **3.6.4. Šťavnatost masa**

Šťavnatost masa je schopnost vázat vodu, tedy udržet vodu vlastní a vázat vodu přidanou (Mottram 1998). Šťavnatost je také spojena s mramorováním masa a hloubkou svalových vláken, což určuje křehkost masa (Spanier et al. 1996).

#### **3.6.5. Křehkost masa**

Nejdůležitějším faktorem u masa je křehkost, přičemž maso, které je tvrdé, je nepříjemné a není vhodné ke konzumaci. Kolísání citlivosti vzniká především změnami myofibrilární proteinové struktury ve svalech v období mezi porážkou zvířat a konzumací masa. Pokud se jatečně upravené tělo chladí příliš rychle po porážce, svalová vlákna se silně smrští a výsledek je "zkrácení" svalových vláken. Při takovém procesu se zhoršuje křehkost masa a maso je tvrdé a tužší. Tomuto procesu lze zabránit, nebo zavěšením jatečně upraveného těla za pánev místo za Achillovu patu, čímž se svaly natáhnou a zabrání se svalové kontrakci (Wood et al. 1999).

#### **3.6.6. Vady masa**

Vada masa PSE (bledé, měkké, vodnaté) je jakostní odchylka masa. Postihuje nejčastěji maso vepřové, ale může se vyskytovat i u drůbeže. Maso PSE vzniká náhlým a prudkým poklesem pH. Hodnoty pH<sub>45</sub> jsou 5,80 a nižší. Pokles pH nastává v době, kdy je ještě vysoká teplota masa, čímž dochází k částečné denaturaci bílkovin. Rychlý průběh glykogenolýzy způsobí uvolnění velkého množství tepla a teplota svaloviny stoupá až na 43 °C. Při teplotách masa pod 30 °C maso PSE nevzniká. Díky částečné denaturaci bílkovin způsobenou nízkou hodnotu pH a vysokou teplotou dochází ke zhoršené vaznosti masa, světlé barvě a vodnatelnosti (Kadlec 2002). Rosevold a Andersen (2003) uvádění, že maso PSE popsal Ludwinsen v roce 1954 jako „degenerace svalů“. Vývoj masa PSE je způsoben rozsáhlou denaturací proteinů v důsledku kombinace nízkého pH a současně vysoké teploty časně po porážce. V 60. letech se

uvádělo, že některá plemena pietran, nebo landrace obsahovaly velký podíl zvířat náchylných k PSE, zatímco jiná plemena byla prakticky bez této vady (Rosenvold a Andersen 2003). Metody identifikace PSE masa jsou pomocí objektivních metod. Provádí se měření hodnot  $pH_{45}$ , měření světlosti masa pomocí remise za 24 a 48 hodin po porážce a popřípadě ztráty masné šťávy odkapáním (Pulkrábek et al. 2005).

DFD je odvozeno od anglického názvu slova dark (tmavý), firm (tuhý), dry (suchý). Vyskytuje se především u masa hovězího, ale také u vepřového (Ingr 2003). DFD vada masa se spíše týká masa hovězího, ale u vepřového se s ní můžeme ojediněle také potkat cca do 10 % prasat. Příčinou vady je naprosté vyčerpání fyzických sil před porážkou (Schneiderová, 1992). Existují různé teorie vysvětlující tmavou barvu masa. Při vysokém pH mohou mitochondrie přežít při zvyšování své relativní aktivity spotřeby kyslíku, zde převládá deoxy-myoglobin (purpurově červený), který produkuje tmavě zbarvené maso. Také kvůli vysokému pH je zabráněno posmrtnému myofibrilu a smršťování svalových buněk, což snižuje vlastnosti rozptylu světla masa, což se měří pomocí nízkých hodnot lehkosti ( $L^*$ ). Nakonec, když je pH u masa vysoké, svalové bílkoviny jsou nad jejich izoelektrickým bodem, váží více vody, a proto budou myofibrily pevně zabaleny a rozptyl světla bude snížen (Gonzales-Rivas et al. 2020).

Z další studie bylo prokázáno, že hladovění může významně snížit rezervy svalového glykogenu u prasat, což zvyšuje riziko DFD ve srovnání s přežvýkavci, kde u volů nalačno po dobu 7 dnů studie ukázaly pouze 30% snížení svalového glykogenu. Tento rozdíl mezi druhy je vysvětlen velkou schopností přežvýkavců získávat energii oxidací ne-sacharidových metabolitů (tj. těkavých mastných kyselin). Adekvátní výživa ovcí, skotu a prasat před odesláním na porážku je však zásadní pro prevenci DFD, protože mezi farmou a porážkou se vždy ztrácí nějaký glykogen. U přežvýkavců je známo, že tepelný stres souvisí s tmavým tuhým a suchým masem (DFD) u hovězího skotu a u malých přežvýkavců (ovcí a koz), což je stav, kdy maso má vysoké pH a tmavou barvu. Tmavé, tuhé a suché maso je způsobeno stresem před porážkou, který vyčerpává zásoby glykogenu ve svalech, což vede k vysokému pH ( $> 5,70$  v Austrálii) (Gonzales-Rivas et al. 2020).

### **3.6.7. Svalová vlákna**

Svalová vlákna jsou základní strukturní jednotkou kosterního svalstva. Tvoří více než 75 % objemu svalů, a proto je morfologie svalových vláken hlavním určujícím faktorem svalové hmoty. Svalová vlákna jsou rozdělena do jednotlivých typů různými klasifikačními

metodami. Jednou z běžně používaných metod je metoda Brooke a Kaiser (1970), která klasifikuje svalová vlákna do tří typů (I, IIA a IIB) podle jejich citlivosti na pH ve vztahu k aktivitě myosin adenosin triphosphatázy (Lebedová et al. 2019). Intenzivním růstem dochází ke změně podílu jednotlivých typů svalových vláken a v této souvislosti i podíl bílých svalových vláken. Vlákna jsou postnatálně tvořena procesem zvaným diferenciací z červených svalových vláken. Svalová oblast se vymezuje charakteristikou svalových vláken a svalová hmota je dána počtem svalových vláken. Ten je především ovlivňován environmentálními a genetickými faktory. Ty jsou schopné ovlivnit i prenatální myogenezi. Postnatální růst kosterních svalů je způsoben prodloužením délky a zvětšováním obvodu svalových vláken. Průměr svalových vláken je dán mnoha faktory, jako je pohlaví, věk nebo genotyp (Brzobohatý et al. 2015).

### **3.5 Fyzikální ukazatelé**

#### **3.5.1 Barva masa**

Barva masa je pro spotřebitele důležitým atributem kvality (Alonso et al. 2009). Barva masa a jeho struktura je nejdůležitější vlastnost, která ovlivňuje rozhodnutí spotřebitele. Barva je detekována pouhým okem. Barva masa patří k jednomu z nejvýznamnějších sensorických vlastností masa a je důležitým kritériem pro konzumenty (Huidobro et al. 2003). Barva masa je dána množstvím myoglobinu, což je svalové barvivo. Čím více barviva obsahuje, tím více je maso červené. Můžeme rozeznat maso dle druhu díky obsahu myoglobinu, kdy hovězí maso je nejtmavší, následované vepřovým, nejméně myoglobinu má maso drůbeží. Rozeznáváme také svaly dle funkce a množství obsahujícího barviva. Svaly, které musí pracovat déle a vytrvale, obsahují více červených svalových vláken, která mají více myoglobinu, například sval podílející se na dýchání. Svaly, které pracují krátkodobě, ale intenzivně, se rychle unaví a jsou protkány bílou svalovinou. Dle barvy masa se dá hodnotit i čerstvost masa. Myoglobin, stejně jako hemoglobin, obsahuje atom železa, díky čemuž může přenášet kyslík. Pokud je na dvojmocné železo (atom železa) navázán kyslík, má myoglobin jasně červenou barvu, což je barva "čerstvého masa". Pokud se setkáme s barvou hnědočervenou až šedohnědou jde o maso s delší dobou od porážení. Změnu barvy má na svědomí methmyoglobin, tedy oxidace dvojmocného železa na trojmocné. Šedo zelenou barvu masa způsobují bakterie, které maso dokážou zkazit. S nadměrným bakteriálním růstem se mění i další struktura masa, a to například aroma anebo typické osliznutí povrchu masa (Kameník et al. 2014).

Barva masa závisí na mnoha chemických faktorech, zejména na oxidačním stupni centrálního atomu železa, na ligandech, které centrální atom obklopují. Barva nákroje čerstvého masa je určována výhradně obsahem tmavě purpurově-červeného myoglobinu. Na vzduchu dochází difuzí vzdušného kyslíku do povrchové vrstvy masa (až do hloubky 10 mm) k přeměně (oxygenaci) myoglobinu na jasně červený oxymyoglobin a maso získává jasně červenou barvu. Reakce je reverzibilní, proto z oxymyoglobinu kyslík kontinuálně disociuje. Při nízkých koncentracích kyslíku se oba pigmenty (myoglobin a oxymyoglobin) pomalu oxidují vzdušným kyslíkem na hnědočervený metmyoglobin. V čerstvém masu jsou přítomny redukující látky, které nepřetržitě redukují vzniklý metmyoglobin na myoglobin. Po oxidaci redukujících látek se však postupně pod povrchem tvoří hnědá vrstva metmyoglobinu a časem celý povrch zhnědne. Hnědnutí je indikátorem toho, že maso již není příliš čerstvé. K oxidaci pigmentu dochází rychleji při vyšších teplotách a při nižším pH. Oxidace je rovněž urychlována ionty kovů, především ionty  $\text{Cu}^{2+}$  a méně aktivní jsou další kovy ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  a  $\text{Al}^{2+}$ ). Reakci urychluje také světelné záření (Velíšek 1999).

Barva masa je ovlivněna i poměrem jednotlivých typů svalových vláken ve svalovině, které nemají shodný obsah hemových barviv. Základní morfologickou a funkční jednotkou příčně pruhovaného svalu je svalové vlákno a na první pohled je patrné, že se svaly barevně odlišují. Podle barvy svalů označujeme v praxi maso červené a bílé. Barvu svalů podmiňuje množství svalového barviva, tj. sarkoplasmatického proteinu myoglobinu. Svalová vlákna se rozdělují na červená (typ I), bílá (typ II) a přechodná. Červená vlákna jsou tenčí, mají méně myofibril, a proto více sarkoplazmy a myoglobinu, který určuje barvu vlákna. Červená vlákna obsahují větší množství mitochondrií než vlákna bílá. V důsledku bohatého zastoupení mitochondrií probíhají v červených vláknech výrazné oxidativní procesy. Vlákna se kontrahují pomaleji, avšak jejich kontrakce je velmi vydatná. Bílá vlákna jsou silnější, chudá na myoglobin a mitochondrie. V červených vláknech probíhá *rigor mortis* rychleji než v bílých vláknech.

V červených svalech vznikají nebiochemické změny po 2 hodinách *post mortem*, zatímco v bílých svalových vláknech trvají metabolické změny až 8 hodin *post mortem*. Poměrné zastoupení jednotlivých typů vláken ve svalu se mění s věkem a v závislosti na fyzické námaze (Steinhauseret 2000).

U masa se vyskytují jakostní odchylky, které souvisí se změnami barvy masa. Především se jedná o vady PSE (pale, soft, exudative) a DFD (dark, firm, dry). Jakostní odchylka PSE se vyznačuje tím, že ve svalovině poražených zvířat dochází k prudkému poklesu pH (Matoušek 1997).

### 3.5.2 Hodnota pH masa

Hodnota pH je jedním z nejdůležitějších a nejčastěji měřených fyzi chemických parametrů v masném průmyslu, zejména s ohledem na trvanlivost a kvalitu masa. Pro měření pH v potravinářském průmyslu se v současné době nejčastěji používá skleněná kombinace selektivní elektrody (ISE). Standardní pH metr je voltmetr, který převádí potenciál na hodnotu pH (Dvořák et al. 2016). Díky stanovení pH odhadujeme kvalitu masa. Denaturace svalových buněk je způsobena rychlým poklesem pH a jeho konečnou nízkou hodnotou ve svalech. Svalový cukr glykogen je právě jedním z klíčových faktorů, který způsobuje pokles pH masa po porážce zvířete. Glykogen se po porážce ve svalech mění na kyselinu mléčnou, proto čím více je glykogenu ve svalech, tím více bude kyseliny mléčné a tím i nižší bude pH. Proto se prasata před porážkou nechávají vyhladovět, snižuje to obsah glykogenu ve svalech a neovlivní tolik hodnotu pH v mase (Smital 2018).

K měření hodnot masa se používá přenosný pH metr, kdy se elektrovody vpichují do masa. Limitní hodnoty normálního masa u pH<sub>45</sub> má být víc než 5,8 a u pH<sub>24</sub> 6,2, případně méně (Stupka et al. 2009).

### 3.5.3 Elektrická vodivost masa

Svaly mají elektrické vlastnosti jako je například odpor, který je kladený střídavému proudu a vodivosti, která se mění v průběhu zrání masa. Během postmortálního období dochází ke složitým změnám ve svalové tkáni. Během posmrtného období glykolýza naruší membránový systém svalové buňky, a tím dojde ke změně jeho propustnosti.

Elektrická vodivost může rozlišit variability jakostních odchylek ve vepřovém mase. Elektrickou vodivost měříme konduktometry ve svalech *longissimus lumborum et thoracis a semimembranosus* 50 minut *post mortem* (Stupka et al. 2009).

## 3.6 Chemické ukazatele masa

### 3.6.8. Obsah tuku

Tuky neboli lipidy jsou estery glycerolu a vyšších mastných kyselin. Z pohledu spotřebitelů je maso řazeno mezi tučné, což z hlediska dieteologického není pravdou. Po odstranění části tuků je vepřové maso málo tučné, některé části masa obsahují méně než 2 % všech lipidů (Mourot a Hermier 2001).

U prasat se mastné kyseliny v potravě vstřebávají ze střeva v nezměněné podobě a začleňují se do tkáňových lipidů. Polynenasycené mastné kyseliny linolové a  $\alpha$ -linolenové nelze syntetizovat *in situ*, a proto koncentrace v tkáních rychle reagují na změny stravy. Naproti tomu nasycené a mononenasycené mastné kyseliny jsou *de novo* syntetizovány, takže jejich koncentrace jsou méně snadno ovlivněny stravou. Již mnoho let existuje velký zájem o úpravu složení živočišného tuku prostřednictvím krmení tak, aby splňovalo dietní doporučení pro člověka, tj. optimální poměr mezi nasycenými, mononenasycenými a polynenasycenými mastnými kyselinami. Maso s vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin však může vést k masu a masným výrobkům, které lze charakterizovat jako „měkké“ a tedy nižší jakosti. Vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin navíc zvyšuje náchylnost k oxidaci, a tím snižuje trvanlivost výrobku. Proto je možné zlepšit nutriční hodnotu vepřového masa pomocí správných krmných strategií, aniž by to mělo nepříznivý vliv na oxidaci lipidů (Rosenvold a Andersen 2003).

#### 3.6.1.1.1 Mastné kyseliny

Maso je považováno za hlavní zdroj tuku ve stravě a zejména nasycených mastných kyselin, které se podílely na onemocnění spojených s moderním životem, zejména ve vyspělých zemích. Patří mezi ně různé rakoviny a zejména ischemická choroba srdeční.

Mastné kyseliny se podílejí na různých „technologických“ aspektech kvality masa. Zájem o složení masných kyselin pramení především z potřeby najít způsoby, jak vyrábět kvalitnější maso, tj. s vyšším poměrem polynenasycených (PUFA) k nasyceným mastným kyselinám a příznivější rovnováhou mezi n-6 a n-3 PUFA. Vliv mastných kyselin na trvanlivost se vysvětluje náchylností nenasycených mastných kyselin k oxidaci, což vede k rozvoji žluknutí s přibývajícím časem. Změna barvy je způsobena oxidací červeného oxymyoglobinu na hnědý metmyoglobin, tato reakce probíhá zpravidla souběžně s reakcí žluknutí (Wood et al. 2002).

Mastné kyseliny ve vepřovém masu lze ovlivnit manipulací s krmivem, mastné kyseliny mají vliv na podkožní a intramuskulární tuk u prasat. V posledních letech byl velký zájem o manipulaci složení tuku v těle prasat, zlepšení kvality masa, tj. zvýšenou hladinou n-3 PUFA a snížením n-6/n-3 PUFA. Krmivo bohaté na n-3 PUFA, například řepkový olej a drcené lněné semeno, vedou ke zvýšení hladiny n-3 PUFA v masu. Poměr n-6/n-3 je citlivý na teplo. Studie prokázala, že hladina n-3 PUFA a n-6/n-3 nebyla změněna při vaření ve srovnání se syrovým masem (Wilfart et al. 2004).

### **3.6.2 Voda**

Nejvíce zastoupenou složkou v masu je voda. Voda se vyskytuje v masu volně nebo vázaně. Nejdůležitější vlastnost má vaznost vody, ale také senzorická jakost masa v průběhu enzymatických reakcí (Ingr 2011).

### **3.6.3. Bílkoviny**

Nejdůležitější složkou v masu jsou bílkoviny. Maso obsahuje vysoký obsah bílkovin, tzv. plnohodnotné bílkoviny, které obsahují esenciální aminokyseliny jako cystein, methionin, tryptofan, fenylalanin, lysin. V libové svalovině je obsaženo 18 - 20 % bílkovin (Steinhauser 1995).

### **3.6.4. Sacharidy**

Sacharidy jsou obsaženy v tkáních v malém množství. Jako zdroj energie pro sval je glykogen. Zvířata vykazující únavu mají nízký obsah glykogenu ve svaly. Glykogen se během práce svaly a posmrtných změn rozkládá na vodu a oxid uhličitý v procesech glykolýzy a Kresbově cyklu (Steinhauser 2000).

### **3.6.5. Aminokyseliny a dusíkaté látky**

Dusíkaté látky v krmivech jsou obecně definovány obsahem dusíku stanoveného dle Kjeldahla s koeficientem 6,25. Ve 100 g dusíkatých látek je tedy 16 g dusíku. Dusíkaté látky jsou složeny z aminokyselin. Prase nemá specifickou potřebu dusíkatých látek či bílkovin, nýbrž aminokyselin. Prase potřebuje k zabezpečení normálních tělesných funkcí 10 aminokyselin, které se označují jako nepostradatelné. Kromě toho však vyžaduje přívod dalšího množství dusíku formou postradatelných aminokyselin (Zeman et al. 2011).

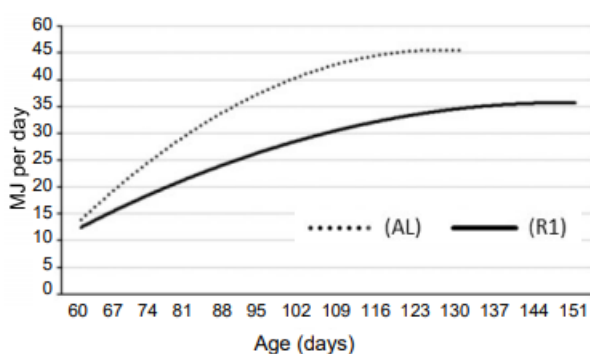


## 4 Materiál a metody

### 4.1 Zvířata a výživa

Tato studie byla prováděna na testáčnické a pokusné stanici prasat v Ploskově u Lán. Byla prováděna na 40 křížencích prasat. Jednalo se o hybridní skupinu (ČBU x ČL) x (ČBU x Pn), tj. české bílé ušlechtilé x česká landrase a české bílé ušlechtilé x pietrain. Tato skupina byla tvořena 20 prasničkami a 20 vepříky. Studie začala v 60 dnech věku prasat, jejich průměrná hmotnost byla na začátku 26,7 kg. Prasata byla rozdělena do dvou skupin dle techniky krmení, v každé skupině byla zastoupena obě pohlaví. První skupina, nazvána AL byla krmena

*ad libitum* (10 prasniček a 10 vepříků). Druhá skupina, nazvaná R1, byla krmena restringovaně (10 prasniček a 10 vepříků).



**Graf 1:** Růstová křivka

Pro skupinu R1 byla použita rovnice  $\text{MJ/den} = 8,6539 + 3,9408x - 0,1435x^2$ , kdy  $x$  znamená věk ve dnech. Rovnice pro skupinu AL byla použita  $\text{MJ/den} = 6,7786 + 7,4011x - 0,3534x^2$ . Tato rovnice u skupiny AL ukazuje skutečné množství přijímaného krmiva u prasat. Ve studii byly použity dvě krmné směsi a to pro růstovou a konečnou hmotnost prasat. Množství a druh směsi byly v průběhu studie upravovány v závislosti na skutečné hmotnosti prasat (tabulka č. 1). Složení krmných směsí je uvedeno v tabulce č. 2.

**Tabulka 1:** Složení kompletní krmné směsi u obou skupin během výkrmu

Váha prasat (kg)	AL			R1		
	Růstová fáze (%)	Konečná fáze (%)	KKS/den (kg)	Růstová fáze (%)	Konečná fáze (%)	KKS/den (kg)
27	100	0	1,80	100	0	1,25
45	85	15	2,26	85	15	1,80
72	43	57	2,92	43	57	2,57
91	10	90	3,27	10	90	2,72
112	0	100	3,44	0	100	2,81

Poznámka: AL = *ad libitum*, R1 = restrikce, kg = kilogram, % = procento KKS = kompletní krmná směs.

**Tabulka 2:** Složení růstové a finální krmené směsi

Položka	Krmná dávka	
	Růstová fáze	Konečná fáze
Komponenta (%)		
Pšenice	42,12	42,8
Ječmen	20,2	20,0
Sójová moučka	13,8	2,9
Triticale	9,0	12,5
Řepkový extrahovaný šrot	4,0	7,0
Slunečnicový extrahovaný šrot	3,5	6,0
Oves	2,5	2,5
Živočišný tuk	2,0	1,15
Pšeničné otruby	-	2,3
Kalcium	1,15	1,2
Lysin – HCl	0,48	0,45
NaCl	0,45	0,45
Fosforečnan vápenatý	0,4	0,3
Vitamíny – minerální premix	0,3	0,3
Threonin	0,2	0,15
Methionin	0,1	-
Nutriční složení (g/100 g sušiny)		
Hrubý protein	17,48	14,95
Hrubý tuk	3,66	2,91
Hrubá vláknina	4,23	4,96
Lysin	1,12	0,91
Methionin	0,36	0,25
Ca	0,82	0,83
P	0,45	0,50
DE (MJ/kg sušiny)	13,89	13,35

Poznámka: HCl = kyselina chlorovodíková, NaCl = chlorid sodný, Ca = vápník, P = fosfor, DE = stravitelná energie, MJ = megajoul, g = gram, kg = kilogram, % = procento.

## 4.2 Výkrmnostní ukazatele

Během pokusu byly sledovány výkrmnostní ukazatele a to průměrná denní spotřeba krmiva, průměrný denní přírůstek a průměrná denní konverze krmiva.

## 4.3 Kvalita jatečně upraveného těla a masa

Procentuální stanovení libového masa bylo provedeno pomocí metody ZP (Zwei – Punkt – Messverfahren), která je používána spíše na menších jatkách v České republice. Výška hřbetního tuku byla měřena 45 minut *post mortem* pomocí elektrotechnických posuvných měřítok na úrovni prvního hrudního obratle, prvního bederního obratle a nad svaelem *gluteus medius* bez kůže. Výsledná hodnota byla vypočtena jako průměr z těchto tří měření. pH bylo určeno pomocí přenosného pH metru (pH 330i/ set, WTW GmbH, Weilheim, Německo). pH 45 bylo měřeno společně s teplotou a to 45 minut *post mortem* ve svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* a *musculus semimembranosus*. Elektrická vodivost (EC50) byla vyhodnocena 50 minut *post mortem* taktéž v JUT u MLLT a MS (Conductometer EV, plus, České vysoké učení technické v Praze, Česká republika).

## 4.4 Chemická analýza

Reprezentativní vzorky byly z pečeně odebrány z pravé poloviny těla, homogenizovány a podrobeny chemické analýze. Než byly vzorky odebrány, byly získány fotografie příčných řezů jatečné partie pečeně pro vyhodnocení plochy svalu pečeně. Obrázky byly vyhodnoceny pomocí programu pro analýzu obrazu (NIS – Elements AR 3. 2., Nikon Instruments Europe B. V., Amsterdam, Nizozemsko). Barva (CIE L\*, a\* a b\*) byla měřena 24 hodin *post mortem* na pečení za použití spektrofotometru Minolta CM - 700d (Konica Minolta, Osaka, Japonsko).

Byl stanoven obsah vody (rozdíl mezi váhou vzorku před a po sušení mořským pískem), intramuskulárního tuku (IMF; *via* gravimetrické určení následované extrakcí petroletherem v rozpouštědlovém extraktoru; SER 148, VELP Scientifica, Usmate, Italy) hrubých proteinů (stanovených podle obsahu dusíkatých aminokyselin podle Kjeldahl method; KjelFlex K-360, Büchi, Flavil, Switzerland) a popel (*via* pálení vzorku při 550 °C dokud nebyly organické látky spáleny; Ht40AL trouba, LAC, Rajhrad, Czech Republic).

## 4.5 Stanovení mastných kyselin

Methyl estery mastných kyselin byly stanoveny podle extrakce celkových lipidů dle Folch et al. (1957). Methanolýza byla provedena za využití katalytického efektu hydroxidu draselného a extrakce kyselin v podobě methyl esteru v heptanu. Složky izolovaného methyl esteru byly určeny za využití plynového chromatografu (Master GC, Dani Instruments S.p.A., Cologno Monzese, Italy) vybaveného detektorem plamenové ionisace sloupce s polyethylenglykolem jako stacionární fází (FameWax; 30 m×0.32 mm×0.25 μm). Helium bylo využito jako nosný plyn s průtokem 5 ml/min a dílčím poměrem 1:9. Získané výsledky byly analyzovány za využití Clarity 5.2 a kvalifikovány na základě známých retenčních časů ze standardních Food Industry FAME Mix z Restek Corporation (Bellefonte, PA, USA). Atherogenní index (AI) byl spočítán podle Chilliard et al. (2003), dle následujícího:  $AI = (C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0) / (MUFA + PUFA)$ , zatímco thrombogenní index (TI) byl spočítán za použití následujícího vzorce:  $TI = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / (0,5 \times MUFA + 0,5 \times n-6 \text{ PUFA} + 3 \times n-3 \text{ PUFA} + n-3/n-6 \text{ PUFA})$ , v souladu s Ulbricht and Southgate (1991).

## 4.6 Statistické vyhodnocení

Data byla analyzována jednovýběrovou a dvouvýběrovou analýzou rozptylu (ANOVA) za použití statistického softwaru SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Vliv restrikce je roven věku zvířat, proto byly do modelu zahrnuty také účinky skupin krmení a hmotnosti. Výsledky jsou prezentovány jako průměr ± směrodatná odchylka (SD). Rozdíly mezi nejmenšími čtverci byly určeny pomocí Dukcanova testu.

## 5 Výsledky

Tabulka č. 3 uvádí základní výkrmnostní ukazatele ve vztahu k technice krmení. První skupina prasat byla krmena *ad libitum*, což znamená neomezeně, a druhá skupina prasat byla krmena restringovaně neboli omezeně. Prasata na začátku byla věkově stejně stará a jejich průměrná hmotnost byla 26,7 kg. Průměrná počáteční tělesná hmotnost byla u skupiny AL 26,47 kg a u skupiny R1 26,60 kg. Průměrná konečná živá tělesná hmotnost byla u skupiny AL 112,95 kg a u skupiny R1 119,56 kg.

Dále je z tabulky patrné, že restringovaná prasata dosáhla v 156 dnech 119,56 kg oproti prasatům krměným *ad libitum*, která se vykrmovala 135 dní a dosáhla hmotnosti 112,95 kg, takže měla pomalejší růst s nižší průměrnou denní spotřebou krmiva a nižšími průměrnými denními přírůstky. Většího průměrného denního přírůstku bylo dosaženo u *ad libitum* krměných vepřů, což bylo doprovázeno i vyšší průměrnou denní spotřebou krmiva. Průměrná konverze krmiva byla, ale statisticky se tento rozdíl potvrdit nepodařilo ( $P = 0,117$ ).

**Tabulka 3:** Vybrané výkrmnostní ukazatele ve vztahu k technice ke krmení

Ukazatel	Skupina ve výkrmu		SEM	Průkaznost
	<i>Ad libitum</i>	Restrikce		
věk na začátku testu (den)	60	60		
věk na konci testu (den)	135	156		
živá hmotnost na začátku testu (kg)	26,47 ± 3,21	26,60 ± 3,73	0,557	0,919
živá hmotnost na konci pokusu (kg)	112,95 ± 6,57	119,56 ± 7,65	1,263	0,007
průměrná denní spotřeba krmiva (kg)	3,50 ± 0,80	2,95 ± 0,03	0,100	0,005
průměrný denní přírůstek (g)	984,96 ± 214,64	862,41 ± 123,46	29,772	0,038
průměrná konverze krmiva (kg/kg)	2,64 ± 0,63	2,47 ± 0,29	0,083	0,117

Poznámka: SEM = standardní chyba průměru, kg = kilogram, g = gram.

V tabulce č. 4 byl zkoumán vliv techniky krmení na fyzikální ukazatele. Statisticky vysoce průkazný rozdíl ( $P \leq 0,001$ ) byl u barevného odstínu b\* pečeně u AL 9,22 a u R1 10,80.

Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl zaznamenán u elektrické vodivosti u svalu *musculus longissimuslumborum et thoracis* u AL 3,8 a u R1 3,51, pH kýty u AL 6,24 a R1 6,41.

Statisticky průkazný rozdíl ( $P \leq 0,01$ ) byl zaznamenán elektrické vodivosti u svalu *musculus semimembranosus* u AL 3,21 a u R1 3,71, pH pečeně AL 6,24 u R1 6,41 barevného odstínu u a\* pečeně u AL 0,14 a u R1 0,77

Statistická průkaznost nebyla prokázána u pH pečeně, teploty pečeně, teploty kýty, odkapu pečeně, barvy a světlosti L\*, hmotnosti krkovičky celkem, hmotnosti plece celkem, hmotnosti pečeně celkem, plochy svalu celkem.

**Tabulka č. 4:** Fyzikální ukazatele ve vztahu k technice krmení

Ukazatel	Skupina ve výkrmu		SEM	Průkaznost
	<i>Ad libitum</i>	Restrikce		
pH pečeně MLLT	6,33 ± 0,31	6,24 ± 0,30	0,048	0,951
teplota pečeně MLLT	39,49 ± 0,74	39,04 ± 0,85	0,133	0,086
elektrická vodivost u svalu MLLT	3,38 ± 0,20	3,57 ± 0,24	0,039	0,011
pH MS	6,24 ± 0,26	6,41 ± 0,22	0,041	0,035
teplota MS	40,22 ± 0,68	40,17 ± 0,55	0,095	0,807
elektrická vodivost u svalu MS	3,21 ± 0,43	3,71 ± 0,45	0,081	0,001
světlost L* MLLT	51,68 ± 3,01	53,48 ± 3,76	0,565	0,111
barevný odstín a* MLLT	0,14 ± 0,93	0,77 ± 0,98	0,170	0,006
barevný odstín b* MLLT	9,22 ± 1,32	10,80 ± 1,30	0,247	0,001
ztráta masové šťávy odkapem	4,22 ± 2,23	4,87 ± 1,95	0,339	0,344

Poznámka: MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis* MS = *musculus semimembranosus*, SEM = standartní chyba průměru.

V tabulce č. 5 byl zkoumán vliv techniky krmení na kvantitativní ukazatele JUT. Statisticky vysoce průkazný rozdíl ( $P \leq 0,001$ ) byl u hmotnosti hlavních masitých částí celkem, kdy hodnoty u skupiny AL 21,63 kg a u R1 23,77 kg. Statisticky průkazný rozdíl ( $P \leq 0,01$ ) byl zaznamenán u hmotnosti jatečně upraveného trupu AL 44,97 kg R1 47,72 kg a u hmotnosti pravé půlky jatečně upraveného trupu AL 89,99 u R1 96,25, hmotnosti boku celkem AL 8,04 a u R1 8,88. Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl zaznamenán u hmotnosti kýty celkem AL

11,43 u R1 12,14, podíl hlavním masitých částí celkem u AL 49,27 % a u R1 50,93 %. Statistická průkaznost nebyla prokázána u podílu libové svaloviny, hmotnosti pečeně celkem, hmotnosti plece celkem, hmotnosti krkovičky celkem, plochy svalu pečeně.

**Tabulka 5:** Kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty ve vztahu k technice krmení

Ukazatel	Skupina ve výkrmu		SEM	Průkaznost
	Ad libitum	Restrikce		
hmotnost jatečně upraveného trupu obě půlky (kg)	89,99 ± 5,50	96,25 ± 6,12	1,063	0,002
hmotnost jatečně upraveného trupu pravá půlka (kg)	44,97 ± 2,88	47,72 ± 3,12	0,531	0,008
podíl libové svaloviny (%)	57,67 ± 2,78	56,31 ± 13,79	1,595	0,675
Hmotnost hlavních masitých částí celkem v kg	21,63 ± 1,66	23,77 ± 1,52	0,309	0,001
hmotnost pečeně celkem (kg)	7,59 ± 0,64	7,73 ± 0,72	0,109	0,529
hmotnost kýty celkem (kg)	11,43 ± 0,79	12,14 ± 1,07	0,161	0,027
Hmotnost plece celkem (kg)	6,12 ± 0,52	5,93 ± 0,44	0,079	0,221
hmotnost krkovička celkem (kg)	3,41 ± 0,29	4,24 ± 0,56	0,099	0,245
hmotnost boku celkem (kg)	8,04 ± 0,76	8,88 ± 0,90	0,150	0,004
podíl hlavních masitých částí celkem v %	49,27 ± 2,72	50,93 ± 2,02	0,041	0,035
plocha svalu pečeně (mm <sup>2</sup> )	4674,32 ± 563,45	4943,95 ± 1288,79	160,685	0,409

Poznámka: kg = kilogram, % = procento, mm = milimetr, SEM = standardní chyba průměru.

V tabulce č. 6 je zaznamenán vliv techniky krmení na chemické ukazatele. Obsah NL látek vykázal statisticky průkazný rozdíl v technice krmení, kdy u skupiny AL byly naměřeny hodnoty AL 22,44 % a u R1 24,29 %. Statisticky neprůkazný rozdíl byl zjištěn u obsahu vody, obsahu sušiny, obsahu intramuskulárního tuku a obsahu popelovin.

**Tabulka 6:** Základní chemické vlastnosti pečeně ve vztahu k technice krmení

Ukazatel	Skupina ve výkrmu		SEM	Průkaznost
	<i>Ad libitum</i>	Restrikce		
obsah vody (%)	72,43 ± 0,95	72,70 ± 0,88	0,148	0,369
obsah sušiny (%)	27,57 ± 0,95	27,30 ± 0,88	0,148	0,369
obsah intramuskulárního tuku (%)	2,22 ± 0,74	2,19 ± 0,65	0,112	0,914
obsah dusíkatých látek (%)	22,44 ± 0,84	24,29 ± 1,20	0,179	0,015
obsah popelovin (%)	1,22 ± 0,85	1,26 ± 0,09	0,014	0,165

Poznámka: % = procento, SEM = standartní chyba průměru.

Tabulka č. 7 ukazuje profil mastných kyselin ve vztahu k technice krmení. Statisticky průkazný rozdíl ( $P \leq 0,01$ ) byl zaznamenán u atherogenního indexu u AL 0,64 a u R1 0,88.

Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl zaznamenán u n-3 PUFA mastných kyselin AL 1,83 % a u R1 1,02 %, poměru n-3/n-6 PUFA u AL 0,16 a u R1 0,10 a trombogenního indexu AL 1,44 a u R1 1,80. Statisticky neprůkazný rozdíl byl zjištěn u SFA, MUFA, PUFA, 7-1736.n-6/n-3 PUFA.

**Tabulka 7:** Profil mastných kyselin ve vztahu k technice krmení

Ukazatel	Skupina ve výkrmu		SEM	Průkaznost
	<i>Ad libitum</i>	restrikce		
SFA (%)	46,06 ± 3,01	49,08 ± 6,46	0,844	0,072
MUFA (%)	40,44 ± 2,77	39,18 ± 4,66	0,621	0,317
PUFA (%)	13,50 ± 4,71	11,60 ± 3,18	0,662	0,154
n-6 PUFA (%)	10,97 ± 3,19	9,99 ± 2,82	0,488	0,328
n-3 PUFA (%)	1,83 ± 1,39	1,02 ± 0,40	0,177	0,019
n-6/ n-3 PUFA	8,14 ± 4,31	10,52 ± 3,36	0,648	0,065
n-3/ n-6 PUFA	0,16 ± 0,08	0,10 ± 0,03	0,011	0,011
Atherogenní index	0,64 ± 0,14	0,88 ± 0,34	0,046	0,006
Thrombogenní index	1,44 ± 0,31	1,80 ± 0,55	0,077	0,016

Poznámka: SFA = nasycené mastné kyseliny, MUFA = mononenasycené mastné kyseliny, PUFA = polynenasycené mastné kyseliny n-6 PUFA = omega 6 polynenasycené mastné kyseliny, n-3 PUFA = omega 3 polynenasycené mastné kyseliny, tři n-6/n-3 PUFA = poměr omega šest a omega, n-3/n-6 PUFA = poměr omega tři a omega šest, SEM = standartní chyba průměru.



## 6 Diskuze

Cílem této práce bylo zjišťování, zda má restrikce vliv na vlastnosti vepřového masa. Skupina čtyřiceti kříženců prasat se skládala z dvaceti prasniček a dvaceti vepříků. První polovina, která byla krmena *ad libitum* (AL) a dosáhla konečné živé hmotnosti 112,95 kg ve věku 135 dnů. Druhá polovina byla krmena restringovaně (R1) a dosáhla konečné živé hmotnosti 119,56 kg za 156 dní. Podle Českého statistického úřadu (2020) byla průměrná porážková hmotnost prasat 116,2 kg/ks. Manson et al (2005) uvádějí, že prasata krmena restringovaně měla pomalejší růst, než prasata krmena *ad libitum*. V naší studii byl průměrný denní přírůstek a příjem nižší u R1, než u skupiny AL, proto byl výkrm R1 o 3 týdny delší, to což potvrzuje Mansonovu teorii. Ze studie Schneeberg a Nováková (2005) zjistili, že optimální denní přírůstek v běžné praxi je 900 g. Také ze studie Bona et al. (2016) zjistili, že průměrný denní přírůstek u restringovaných prasat je 940 g. Nám se takového přírůstku podařilo u *ad libitního* krmení. Serrano et al. (2009), kteří prováděli výzkum vlivu u restrikce u krmiva u plemen iberian a jejich kříženců s plemenem duroc, zjistili, že prasata, která byla krmena *ad libitum*, měla vyšší průměrný denní přírůstek, než prasata, která měla restringované krmivo, což je shodné s naší studií. Restrikce krmiva se provádí za účelem snížení konverze krmiva a snížení nákladů. Njoku et al. (2015) uvádějí, že restrikce má pozitivně ovlivnit vliv na snížení konverze, tento nepatrný rozdíl se prokázal i v naší studii. V naší studii měla restringovaná prasata o něco nižší konverzi krmiva než skupina, která byla krmena *ad libitum*, ale statisticky významný rozdíl zde nebyl. Dle studie Boddickera et al. (2011) byla průměrná konverze krmiva u restringovaných prasat 2,41 kg, tato hodnota je podobná našim hodnotám u restringovaně krmených prasat. Podle Pomar et al. (2009) fázované krmení zvyšuje náklady na krmení a jeho skladování. Prasata krmena restringovaně přispěla ke snížení nákladů na krmivo.

Prasata krmena restringovaně prokázali vyšší elektrickou vodivost u svalu *musculus semimebranosus* a u *musculus longissimus lumborum et thoracis*. Jako další vlastnost byla zkoumána barva masa. Barva (CIE L\*, a\* a b\*) byla měřena 24 hodin *post mortem*. U restringovaných prasat nám vyšla hodnota (L\* = 53,48) a u *ad libitně* krměných prasat (L = 51,68). Pečeně u restringovaných prasat vykazovala červenější barvu (a\* = 0,77), zatímco pečeně prasat krměných *ad libitně* měla tendenci zelenější barvy (a\* = 0,14). Barevný odstín b\* byl u obou variant spíše žlutější, kdy hodnoty vyšly u restringovaných prasat (b\* = 10,80) a u *ad libitně* krměných prasat (b\* = 9,22). Stupka et al. (2009) uvádějí, že referenční hodnota pro světość masa by měla být u a\* = 10,5, b\* = 18,3 a L\* = 52 - 58. V naší studii byly hodnoty a\* velmi nízké, oproti hodnotám b\* a L\*, které nám vyšly podobně. Podle Ingra (1996) může

zkrmování kukuřice, které je více než 50 % v krmné dávce, způsobovat nažloutlé zbarvení masa. Barva masa je dána množstvím myoglobinu, což je svalové barvivo. Čím více barviva obsahuje, tím více je maso červenější. Světlost pečeně byla podobná u AL 51,68 a u R1 53,48. Ze studie Manson et al (2005) bylo zjištěno, že restrikce nemá vliv na barvu masa, což vychází i v naší studii. Elektrická vodivost masa a pH masa jsou parametry, které můžeme využít u klasifikace abnormalit jakosti masa. V těchto parametrech nebyly žádné rozdíly mezi skupinami a u prasat použitých v naší studii jsme si nevšimli žádné abnormality masa.

Restrikce má také vliv na kvantitativní ukazatele. Ze studie Brzobohatý et al. (2015) vyplynulo, že prasata krmena restringovaně dosáhla vyšší průměrné porážkové hmotnosti, tyto hodnoty vyšly i v naší studii, kdy restringovaná prasata měla o 6,26 kg více. U prasat, která byla krmena restringovaně, došlo k vyššímu nárůstu hmotnosti jatečného těla u obou půlek, došlo k vyšší hmotnosti jatečně upraveného trupu pravé půlky a podílu hlavních masitých částí. K vyššímu zastoupení (hodnotám) došlo u hmotnosti kýty a hmotnosti boku u restringovaných prasat. Serrano et al. (2009), kteří zkoumali vliv restrikce krmiva zjistili, že prasata, která byla krmena restringovaně, měla vyšší podíl plece a kýty, než prasata, která byla krmena *ad libitum*. To můžeme potvrdit i naše studie. Podíl libové svaloviny byl u obou skupin přibližně stejný jako u *ad libitního* krmiva. K takovému výsledku došli i ve studii Bona et al. 2016, kdy restrikce krmiva neovlivnila podíl libové svaloviny. U kříženců ČBU x ČL je průměrný podíl libové svaloviny 59,5 % a u křížence ČBU x Pn je 60,95 %.

Restringovaná prasata měla přibližně shodný obsah vody a šušiny jako prasata krmena *ad libitum*, ani jeden z těchto rozdílů nebyl prokazatelný, stejně tak tomu bylo v případě obsahu intramuskulárního tuku v pečení a obsahu popelovin v pečení. K takovému výsledku, že restrikce krmiva neovlivnila chemické ukazatele, došli i Bona et al. (2016). Pouze u obsahu dusíkatých látek byl zjištěn vyšší nárůst u restringových prasat. Pomar et al. (2009) uvádí, že u prasat krmených *ad libitum* se snížil příjem N a P o 25 % a 29 %. Serrano et al. (2009) a Vanschoubroek et al. (2010), kteří prováděli studii, zjistili, že u restringovaného krmiva dochází k nižšímu obsahu tuku než u prasat krmena *ad libitum*. Tato teorie se prokázala i v naší studii. Obsah tuku v intramuskulárním tuku ovlivňuje senzorní ukazatele. Batorek et al. (2012) uvádějí, že kastrace má vliv na snížení intramuskulárního tuku.

Jako další parametry byly zkoumané mastné kyseliny. Prasata jsou monogastrická zvířata. Mnoho dietních složek je snadno přenášeno z krmiva do svalových a tukových tkání, které mohou následně ovlivnit kvalitu vepřového masa. To platí pro složení mastných kyselin. U prasat se mastné kyseliny v potravě vstřebávají nezměněné ze střeva. Polynenasycené mastné kyseliny, tj. linolenové a linoleové, nemohou být syntetizovány *in situ*. Naproti tomu nasycené

a mononenasyčené mastné kyseliny jsou *de facto* syntetizovány, proto jsou jejich koncentrace snadno ovlivňovány stravou (Rosenvold a Andersen 2003). Vliv restrikce krmiva na mastné kyseliny nebyl u většiny prokázán. U polynenasycených mastných kyselin se navíc zvyšuje náchylnost k oxidaci, a tím snižuje trvanlivost výrobku. Okrouhlá et al. (2018) zjistili, že zvýšený příjem n-3 PUFA může snížit riziko srdečního onemocnění a cévních poruch a může zlepšit klinické rysy některých autoimunitních poruch. Průkaznost se ukázala u n-3 PUFA, kdy hodnoty byly vyšší u *ad libitního* krmiva. Jako další se prokázal poměr n-3 a n-6 PUFA, kdy vyšší výskyt byl u *ad libitního* krmiva. Ishida et al. (1999) zjišťovali vliv restrikce na složení mastných kyselin a hladinu cholesterolu. Zjistili, že restrikce krmiva má vliv na snížení kyseliny palmitové a linolejové v intramuskulárním tuku. Rosevold et al. (2003) zjistili, že u prasat bylo prokázáno, že CLA zlepšuje výkon a snižuje ukládání tuku a zvyšuje obsah libového masa. Pokud jde o kvalitu masa, CLA zvyšuje poměr nasycených a nenasycených kyselin ve svalech, tukové tkáni a intramuskulárním tuku.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení vlivu restrikce krmiva na kvalitu masa. Studie byla prováděna na dvaceti prasničkách a dvaceti vepřících, kteří byli rozděleni do dvou skupin podle technologie krmení. Z výsledků je patrné, že restrikce krmiva má pozitivní i negativní vliv na kvalitu masa, chemické ukazatele a nasycené mastné kyseliny. Prasata měla na začátku pokusu stejnou hmotnost, během testu došlo k rozdílu porážkové hmotnosti a i odlišné délce výkrmu, která byla způsobená restrikcí krmiva.

Restrikce nám pozitivně ovlivnila výkrmnostní ukazatele. Při restrikci krmiva by mělo docházet ke snížení konverze krmiva a v naší studii jsme se k této skutečnosti blížili, ale statisticky prokázána nebyla. Zároveň v případě restrikce byla prokázána nižší průměrná denní spotřeba krmiva. V případě restrikce se zvýšily náklady za delší ustájení restringované skupiny. Dále výsledky studie ukazují, že pokud restringujeme prasata, dojde ve většině případů ke zvýšení jak kvantitativních, tak i kvalitativních vlastností. Z fyzikálních vlastností byl ovlivněn barevný odstín u restringovaných prasat. U restringovaných prasat nám vyšly hodnoty  $b^*$  a  $L^*$ , lépe podle referenčních hodnot. Dále nám restrikce dokázala, že dojde ke zhoršení elektrické vodivosti u svalů *musculus longissimus lumborum et thoracis* a *musculus semimembranosus*. Omezení krmiva mělo vliv na podíl libového masa. Vlastnosti kvality masa u skupiny s krmením *ad libitum*, byli lepší, ale obsah libového masa v této skupině byl nižší než u restringované skupiny. Co se týče chemických vlastností, tak se skoro významně se nelišily. Větší rozdíl byl zaznamenán pouze u obsahu dusíkatých látek. Restrikce krmiva nám také ovlivnila mastné kyseliny, vliv měla na n-3 PUFA, n-3/n-6 PUFA.

Bylo předpokládáno, že technika podávání krmiva ovlivní konečnou produkční užitkovost prasat. Tato hypotéza byla potvrzena, protože ukazatele byly u obou skupin odlišné.

## 8 Literatura

Alonso V, Campo M. del M, Español S, Roncalés R, Beltrán JA. 2009. Effect of cross breeding and gender on meatquality and fatty acid composition in pork. *Meat Science* **81**:209-217.

Alonso V, Najes LM, Provincial L, Guillén E, Gil M, Roncalés P, Beltrán JA. 2012. Influence of dietary fat on pork eating quality. *Meat science* **92**:366-373.

Andersen JH, Oksbjerg N, Young JF, Therkildsen M. 2005. Feeding and meatquality – a future approach. *Meat Science* **70**:543-554.

Ball OR, Aherne XF. 1982. Effect of diet complexity and feed restriction on the incidence and severity of diarrhea in early-weaned pigs. *Canadian Journal of Animal Science* **62**:665-670.

Batorek NL, Škrlep M, Prunier A, Louveau I, Noblet J, Bonneau M, Čandek – Potokar M. 2012. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science* **90**:4593-4603.

Beatie VE, Weatherup EN, Moss BW. 1999. The effect of feed restriction prior to slaughter on performance and meat quality of pigs. Agricultural Research Institute of Northern Ireland, Hillsborough, Co Down BT26 6DR, Northern Ireland.

Biofaktory. 2009. Výkrm prasat efektivně do finále. Biofaktory, Trow Nutrition Internationale Trow Nutrition Bio faktory s.r.o. Praha.

Blair R. 2018. Nutrition and Feeding of Organic Pig. CAB international. UK.

Boddiecker N, Gabler NK, Spurlock ME, Nettleton D, Dekkers CM. 2011. Effects of ad libitum and restricted feeding on early production performance and body composition of Yorkshire pigs selected for reduced residual feed intake. *The Animal Consortium* **5**:1344-1353.

Bona DM, Schiavon S, Carraro L, Gallo L. 2016. Growth performance, carcass traits and meat quality of growing pigs on different feeding regimes slaughtered at 145 kg BW. *Italian Journal of Animal Science* **15**:1344-1353.

Bosi P, Russo V. 2004. The production of the heavy pig for high quality processed products. *Journal of Animal Science* **3**:309-321.

Brzobohatý L, Stupka R, Čítek J, Šprysl M, Okrouhlá M, Vehovský K. 2015. The influence of controlled nutrition intensity on the muscle fiber characteristics in fattening pigs. *Journal of Central European Agriculture* **16**:92-99.

Carcò G, Bona MD, Carraro L, Latorre MA, Fondevila M, Gallo L, Schiavon S. 2018. Influence of mild feed restriction and mild reduction in dietary amino acid content on feeding behaviour of group housed growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* **198**:27-35.

Český statistický úřad. 2019. Spotřeba masa v hodnotě na kosti (na obyvatele za rok). Available from. <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019> (accessed January 2020).

Driessen B, Freson L, Buys J. 2020. Animals Fasting Finisher Pigs before Slaughter Influences Pork Safety, Pork Quality and Animal Welfare. *Animals* **10**:2206.

Dunshea FR, Allison JRD, Bertram M, Boler DD, Brossard L, Campbell R, Crane JP, Huber L, deLange C, Ferguson N, Matzat P, McKeith F, Moraes PJU, Mullan BP, Noblet J, Quiniou N, Tokach M. 2013. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: a review. *Animal* **7**:1769-1778.

Dvořák P, Doležalová J, Beňová K, Máté D, Kovářik L, Matoušková H. 2016. Comparison of two physical principles for determining the pH in meat. University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences. Brno.

Fletcher D. L. 1999. Symposium: Recent Advances in Poultry Slaughter Technology. *Poultry Science* **78**:277-281.

Godinho RM, Bastiaansen JWM, Sevillano CA, Silva FF., Guimarães SEF, Bergsma R. 2018. Genotype by feed interaction for feed efficiency and growth performance traits in pigs. *Animal Science* **96**:4125-4135.

Gonzales-Rivas PA, Chauhan SS, Ha M, Fegan N, Dunshea FR, Warner RD. 2020. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism and meat quality. *Meat science* **162**:108025.

Huidobro UF, Miguéle E, Onega E, Blazquez B. 2003: Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Science* **65**:1439-1446.

Chodová D, Tůmová E, Volek Z. 2017. Restrikce krmiva a kvalita masa brojlerových králíků. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Praha.

Chulayo Y, Tada O, Muchenje V. 2012. Research on pre-slaughter stress and meat quality: A review of challenges face dunder practical conditions. *Applied Animal Husbandry & Rural Development* **5**:1-6.

Ingr I. 1996. Technologie masa. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno.

Ingr I. 2003. Český svaz zpracovatelů masa. Available from: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>.

Ingr I. 2011. Produkce a zpracování masa. Mendelova univerzita. Brno.

Ishida M, Doudou Y, Suzuki K, Shimizu T. 1999. Effects of feed restriction on fatty acid composition of meat and adipose tissues in pig. *Japanese Journal of Swine Science* **4**:152-159.

Kadlec P. 2002. Technologie potravin I. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha.

Kameník J, Janštová B, Saláková A, 2014. Technologie a hygiena potravin živočišného původu. Brno.

Kim YHB, Ma D, Setyabrata D, Farouk MM, Lonergan SM, Huff-Lon E, Hunt MC. 2018. Understanding postmortem biochemici processes and post-harvestagingfactors to develop novel smart-aging strategies. *Meat Science* **144**:74-90.

Lambooj E. 2014. Live stock handling and transport. Wageningen UR Livestock Research.

Le Floc'h N, Knudsen C, Gidenne T, Montagne L, Merlot E, Zemb O. 2014. Impact of feed restriction on health, digestion and faecal microbiota of growing pigs housed in good or poor hygiene conditions. *The Animal Consortium* **8**:1632-1642.

Lebedová N, Stupka R, Čítek J, Okrouhlá M, Zadinová K. 2019. Effect of feed restriction on muscle fibre characteristics and meat quality traits in pigs. *Agronomy Research* **17**:178-18.

Lebret B. 2008. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *The Animal Consortium* **10**:1548-1558.

Lisiak D, Batorska M, Janiszewski P. 2014. Effect of selenium supplementation in pig feed on slaughter value and physicochemical and sensory characteristics of meat. *Annals of Animal Science* **14**:213-222.

Lovatto AP, Suavant D, Noblet J, Dubois S, Milgen van J. 2006. Effects of feed restriction and subsequent refeeding on energy utilization in growing pigs. *American Society of Animal Science*. All rights reserved **12**:3329-3336.

Maltin C, Balcerzac D, Tilley R, Delbay M. 2003. Determinants of meat quality: Tenderness. *Nutrition Society* **62**:337-347.

Manson LM, Hogan SA, Lynch K, O'Sullivan PG, Lawlor JP Kerry. 2005. Effects of restricted feeding and antioxidant supplementation on pig performance and quality characteristics of *longissimus dorsi* muscle from Landrace and Duroc pigs. *Meat science* **2**:307-317.

Matoušek V. 1997. Chov prasat a drůbeže. 1. vyd. Jihočeská univerzita. České Budějovice.

Meo D, Bovera S, Manoro N, Vella N, Nizza A. 2007. Effect of feed restriction on performance and feed digestibility in rabbits. *Italian Journal of Animal Science* **6**:765-767

Monsón F, Sañudo C, Sierra I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science* **71**:471-479.



- Mottram D. J. 1998. Flavour formation in meat and meat products: A Review. In *Food Chemistry* **4**:415-424.
- Mourot J, Hermier D. 2001. Lipids in monogastric animal meat. *Reproduction Nutritry* **41**:109-118.
- Mullen AM. 2002. New techniques for analysing raw meat quality. *Meat Processing* **19**:394-416.
- Nakev J, Popova T. 2019. Results of the application of SEUROP for pig carcass classification in Bulgaria. *Journal of Agricultural Science* **25**:17-22.
- Njoku, CP, Adeyemi OA, Sogunle OM, Aina AB. J. 2015. Growth performance, carcass yield and organ weight of growing pigs fed different levels of feed. *Journal of Animal Science* **48**:16-22.
- Okrouhlá M, Stupka R, Čítek R, Lebedová N, Zadinová K. 2018. Effect of Duration of Dietary Rapeseed and Soybean Oil Feeding on Physical Characteristics, Fatty Acid Profile, and Oxidative Stability of Pig Backfat. *Animals* **8**:193.
- Osmar A, Costa D, Tavernari FC, Lopes LS, Costa FD, Feddern V, Lima GM.M. 2020. Performance, carcass and meat quality of pigs submitted to immunocastration and different feeding programs. *Veterinary Science* **131**:137-145.
- Patience JF, Rossoni-Serão MC, Gutiérrez NA. 2015. A review of feed efficiency in swine: biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology* **6**:3350.
- Pomar C, Hauschild L, Zhang GH, Pomar J, Lovatto PA. 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. *Animal science*. <http://DOI.org/10.1590/s1516-3598209001300023>.
- Pulkrábek J, Čerovský J, Dolejš J, Drábek J, Dubanský V, Hájek J, Kernerová N, Kvapilík J, Matoušek V, Novák P, Pražák Č, Pytloun J, Rozkot M, Špinka M, Toufar O, Vališ L, Zeman, L. 2005. *Chov prasat*. Profi Press. Praha.

Reynolds AM, O'Doherty J. 2006. The effect of amino acid restriction during the grower phase on compensatory growth, carcass composition and nitrogen utilisation in grower–finisher pigs. *Livestock Science* **104**:112-120.

Riber AB, Tahamtani F, Steinfeldt. 2021. Effects of qualitative feed restriction in broiler breeder pullets on behaviour in the home environment. *Animal Behaviour Science* **235**:105225

Rosenvold K, Andersen HJ. 2003. Factors of significance for pork Quality. A review. *Meat Science* **64**:219-237.

Sahraei M. 2012. Feed Restriction in Broiler Chickens Production: *Animal Husbandry* **28**:333-352.

Serrano MP, Valencia DG, Fuentetaja A, Lázaro E, Mateos GG. 2009. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. *Journal of Animal Science* **87**:1676-1685.

Schneeberg E, Nováková J. 2005. Aminokyseliny ve výživě prasat. *Náš chov* **2**:40-41.

Schneiderová P. 1992. Kvalita jatečného těla a masa prasat. *Živočišná výroba*. Praha.

Smital J. 2016. Výživa a krmení prasat. Available from: [www.naschov.cz/vyziva-a-krmeni-prasat](http://www.naschov.cz/vyziva-a-krmeni-prasat) (accessed January 2020).

Smital J. 2018. Restrikce krmiva před porážkou prasat. Available from: [www.infopigs.blogspot.com](http://www.infopigs.blogspot.com). (accessed January 2020).

Smital J. 2019. Technologie pro dokonalé krmení prasat. Available from: [www.infopigs.blogspot.com](http://www.infopigs.blogspot.com). (accessed January 2020).

Spanier AM, Miller JA. 1996. Effect of temperature on the quality of muscle foods. *Journar of Muscle Foods.*, **7**:355-375.

Steinhauser L. 1995. Hygiena a technologie masa. První. Vydavatelství potravinářské literatury LAST. Brno.

Steinhauseret L. 2000. Produkce masa. LAST – Vydavatelství potravinářské literatury. Tišnov.

Steinhauserová I, Borilová G. 2015. New Trends Towards. More Effective Food Safety Control. *Procedia Food Science* **5**:274-277.

Stupka R, Čítek J, Šprysl M, Trnka M. 2006. Vyhodnocení produkčních ukazatelů u vybraných hybridních kombinací jatečných prasat v podmínkách testačního zařízení. Katedra speciální zootechniky. ČZU Praha.

Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2009. Základy chovu prasat. PowerPrint. Praha.

Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2010. Intramuskulární tuk a kvalita vepřového masa. *Náš chov* **1**:39-40.

Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2013. Základy chovu prasat. PowerPrint. 2. vydání. Praha.

Suárez - Belloch JS, Latorre MA, Guada JA. 2016. The effect of protein restriction during growing period on carcass, meat and fat quality of heavy barrows and gilts. *IUCA.Meat of science*. **12**:16-23.

Šimeček K, Zeman L, Heger J. 2000. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata. ČSAZV. Komise výživy a krmení hospodářských zvířat. Brno.

Vanschoubroek F, R. De Wilde De R, Lampi Ph. 2010. The quantitative effects of feed restriction in fattening pigs on weight gain, efficiency of feed utilisation and back fat thickness. *British Society of Animal Science* **9**:67-74.

Velechová J. 2016. Výživa a krmení prasat. *Výživa a krmení prasat*. Available from: *Výživa a krmení prasat | Náš chov (naschov.cz)* (accessed January 2020).

Velíšek J. 1999. Chemie potravin. OSSIS. Tábor.

Whittemore C. 1998. The science and practice of pig production. Blackwell Science Ltd. Oxford.

Wilfart A, Ferreira JM, Mounier A, Robin G, Mourot J. 2004. Effet de différentes teneurs en acides gras n-3 sur les performances de croissance et la qualité nutritionnelle de la viande de porc. Journées Porcine **36**:195-202.

Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Richardson RI, Sheard PR. 1999. Manipulating meat quality and composition. Proceedings of the Nutrition Society **58**:363-370.

Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2002. Effects of fatty acids on meat quality: a review: Meat Science **66**:21-32.

Yin J, Yuying L, Xiaotong Z, Hui H, Wenkai R, Chen S, Peng B, Gang L, Xinqquo H, Rejun F, Bin W, Kai W, Liping S, Tiejun L, Yulong Y. 2017. Effects of Long-Term Protein Restriction on Meat Quality, Muscle Amino Acids, and Amino Acid Transporters in Pigs. Article in Journal of Agricultural and Food Chemistry **65**:9297-9304.

Zeman L, Vavrečka J, Sikora M, Mareš P. 2011. Using of legume seeds in pig nutrition.

## **9 Seznam tabulek a grafů**

Tabulka 1. Složení kompletní krmné směsi u obou skupin během výkrmu (str. 34)

Tabulka 2. Složení růstové a finální krmné směsi (str. 34)

Tabulka 3. Vybrané výkrmnostní ukazatele ve vztahu k technice ke krmení (str. 37)

Tabulka 4. Fyzikální ukazatele ve vztahu k technice krmení (str. 38)

Tabulka 5. Kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty ve vztahu k technice krmení (str. 39)

Tabulka 6. Základní chemické vlastnosti pečeně ve vztahu k technice krmení (str. 40)

Tabulka 7. Profil mastných kyselin ve vztahu k technice krmení (str. 40)

Graf 1. Růstová křivka (str. 33)

## 10 Seznam použitých zkratek a symbolů

a*	-	redness (červenost), barevný odstín
AL	-	<i>ad libitum</i>
Al <sup>2+</sup>	-	hliník
ATP	-	adenosintrifosfát
b*	-	yellowness (žlutost), barevný odstín
CLA	-	konjugovaná kyselina linoleová
CO <sub>2</sub>	-	oxid uhličitý
Cu <sup>2+</sup>	-	měď
ČBU	-	české bílé ušlechtilé
ČL	-	česká landrase
DFD	-	dark – firm – dry -> tmavé – tuhé – suché
EU	-	Evropská unie
FE <sup>3+</sup>	-	železo
g	-	gram
JUT	-	jatečně upravené tělo
Kg	-	kilogram
KS	-	krmná směs
L*	-	světlost
min	-	minuta
mm <sup>2</sup>	-	milimetr čtverečný
MLLT	-	<i>musculus longissimus lumborum et thoracis</i>
MS	-	<i>musculus semimebranosus</i>
MUFA	-	mononenasyčené mastné kyseliny
N	-	dusík
N <sub>2</sub> O	-	oxid dusný
n-3 PUFA	-	omega 3 polynenasycené mastné kyseliny
n-3/n-6 PUFA	-	poměr omega tři a omega šest polynenasycených mastných kyselin
n-6 PUFA	-	omega 6 polynenasycené mastné kyseliny
n-6/n-3 PUFA	-	poměr omega šest a omega polynenasycených mastných kyselin
P	-	fosfor
Pn	-	pietrain

PSE	-	pale – soft – exudative -> bledé – měkké – vodnaté
PSS	-	stresový syndrom u vepřového masa
PUFA	-	polynenasycené mastné kyseliny
R	-	restríckce
RN	-	gen pro agresivitu prasat
RSE	-	syndrom prasečího stresu
SEUROP	-	system pro zpeněžování prasat
SFA	-	nasycené mastné kyseliny
WHC	-	kapacita zadržování vody
ZN <sup>2+</sup>	-	zinek
%	-	procento
°C	-	stupně Celsia