

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Hodnocení kvality masa u čistokrevných plemen prasat

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Adéla Jandová

Obor studia: Chov hospodářských zvířat

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

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení kvality masa u čistokrevných plemen prasat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího 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 11.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mé vedoucí práce Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a pomoc při zpracování mé diplomové práce. Dále chci poděkovat mé rodině, která mě po celou dobu mého studia podporovala.

Hodnocení kvality masa u čistokrevných plemen prasat

Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda má plemeno, pohlaví a jejich vzájemná interakce vliv na kvantitativní a kvalitativní ukazatele vepřového masa. Bylo použito 36 kusů prasat plemen české bílé ušlechtilé, česká landrase a duroc a byly rozděleny rovnoměrně dle pohlaví. Zvířata byla naskladněna ve věku 69 dní při průměrné živé hmotnosti 22,5 kg a ustájena po dvojicích dle metodiky pro testaci čistokrevných a hybridních prasat. Zvířata byla porážena při průměrné hmotnosti 111 kg.

Z výsledků analýz s ohledem na plemeno vyplývá, že plemeno ovlivnilo především kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty vepřového masa, statisticky průkazné rozdíly byly zaznamenány u červenosti (a^*) ($P = <0,001$) a žlutosti (b^*) ($P = 0,001$) MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*), barvy a^* ($P = 0,002$) a b^* ($P = <0,001$) hřbetního tuku, ztráty masové šťávy varem ($P = 0,047$) a síly stříhu vařeného masa ($P = 0,012$). Z kvantitativních ukazatelů byl ovlivněn podíl hlavních masitých částí ($P = 0,002$). Statisticky průkazný rozdíl byl u obsahu dusíkatých látek ($P = 0,019$) a obsahu popelovin ($P = 0,013$) v MLLT.

Z výsledků analýz, kde byl sledován jak vliv plemene, tak i pohlaví je patrné, že plemeno opět ovlivnilo převážně kvalitativní ukazatele, a to opět barvu a^* ($P = <0,001$) a b^* ($P = 0,001$) MLLT, barvy a^* ($P = 0,002$) a b^* ($P = <0,001$) hřbetního tuku a sílu stříhu vařeného masa ($P = 0,015$). U hodnoty světlosti (L^*) MLLT ($P = 0,035$) byla zjištěna interakce plemene a pohlaví. Pohlaví ovlivnilo zejména kvantitativní ukazatele, a to živou hmotnost při porážce ($P = 0,060$), jatečnou výtěžnost ($P = 0,003$), hmotnost krkovičky ($P = 0,029$) a hmotnost hlavních masitých částí ($P = 0,021$). Podíl libové svaloviny a výška hřbetního tuku byla ovlivněna jak pohlavím, tak interakcí plemene a pohlaví.

Z tohoto pozorování je patrné, že plemeno, pohlaví a jejich interakce měla vliv na kvantitativní a kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty u čistokrevných plemen prasat. Nejvyšší podíl libové svaloviny a podíl hlavních masitých částí měli vepřici plemene české bílé ušlechtilé, nejvyšší hřbetní tuk měly prasničky taktéž plemene české bílé ušlechtilé. Nejkřehčí maso měly prasničky plemene duroc, ale také vykazovaly nejvyšší ztráty masové šťávy.

Klíčová slova: prase, plemeno, maso, kvalita masa

Evaluation of meat quality in purebred pig breeds

Summary

The aim of this diploma thesis was to find out whether the breed, sex and their mutual interaction in purebred breeds has an impact on the quantitative and qualitative indicators of pork. 36 pigs of the czech large white, czech landrace and duroc breeds were used and were divided evenly according to their sex. The animals were stored at the age of 69 days at an average live weight of 22,5 kg and housed in pairs according to the methodology for testing purebred and hybrid pigs. The animals were slaughtered at an average weight of 111 kg.

The results of analyzes with regard to the breed show that the breed mainly affected the qualitative indicators of pork carcass value, statistically significant differences were recorded in redness (a *) ($P = <0,001$) and yellowness (b *) ($P = 0,001$) of MLLT (*musculus longissimus lorum et thoracis*), colors a * ($P = 0,002$) and b * ($P = <0,001$) of back fat, loss of meat juice by boiling ($P = 0,047$) and shear strength of cooked meat ($P = 0,012$). From the quantitative indicators, the share of the main meat parts was affected ($P = 0,002$). There was a statistically significant difference in the content of nitrogenous substances ($P = 0,019$) and the content of ashes ($P = 0,013$) in MLLT.

From the results of the analyses, where both the influence of the breed and sex were monitored, it is evident that the breed again influenced mainly qualitative indicators, namely color a * ($P = <0,001$) and b * ($P = 0,001$) of MLLT, colors a * ($P = 0,002$) and b * ($P = <0,001$) of back fat and shear strength of cooked meat ($P = 0,015$). The interaction of breed and sex was found for the value of lightness (L *) of MLLT ($P = 0,035$). Sex mainly influenced quantitative indicators, namely live weight at slaughter ($P = 0,060$), carcass yield ($P = 0,003$), neck weight ($P = 0,029$) and weight of main meat parts ($P = 0,021$). The proportion of lean muscle and the height of back fat was influenced by both, sex and the interaction of breed and sex.

From this observation it is evident that the breed, sex and their interaction had an effect on the quantitative and qualitative indicators of carcass value in purebred pig breeds. The highest share of lean muscle and the share of the main meat parts had pigs of the czech large white breed. The highest back fat had sows of the czech large white breed. The sows of duroc breed had the most tender meat, but they also showed the highest losses of meat juice.

Keywords: pig, breed, meat, meat quality

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	2
2.1	Cíl práce.....	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Domestikace prasete.....	3
3.1.1	Plemena prasat	3
3.1.1.1	Hybridizace plemen.....	3
3.2	Maso jako potravina	4
3.2.1	Kvalita masa	4
3.2.1.1	Welfare zvířat	5
3.2.1.2	Kastrace kanečků	6
3.2.2	Kančí pach	7
3.2.2.1	Androstenon	7
3.2.2.2	Skatol	7
3.2.2.3	Detekce kančího pachu.....	7
3.2.3	System SEUROP	8
3.3	Faktory ovlivňující kvalitu masa	8
3.3.1	Genetické založení	9
3.3.1.1	RYR1 gen	9
3.3.1.2	RN gen.....	10
3.3.2	Výživa.....	10
3.3.3	Ustájení	12
3.3.4	Doprava a zacházení	12
3.3.5	Porážka.....	13
3.4	Kvalitativní ukazatele kvality masa	14
3.4.1	Křehkost a šřavnatost	14
3.4.2	Chuť a vůně.....	14
3.4.3	Hodnota pH.....	15
3.4.4	Barva masa.....	15
3.4.5	Vady masa.....	16
3.4.5.1	PSE maso.....	16
3.4.5.2	DFD maso.....	17
3.4.5.3	Chladové zkrácení	17
3.4.5.3.1	Elektrostimulace masa.....	17
3.4.6	Zrání masa.....	17

4 Metodika	19
4.1 Zvířata	19
4.1.1 České bílé ušlechtilé	19
4.1.2 Česká landrase	19
4.1.3 Duroc	19
4.2 Výživa	20
4.3 Sledované parametry jatečné hodnoty	20
4.3.1 Kvantitativní ukazatele	20
4.3.2 Fyzikální kvalitativní ukazatele	20
4.3.3 Chemické kvalitativní ukazatele	20
4.4 Statistická analýza.....	21
5 Výsledky	22
5.1 Ukazatele s ohledem na plemeno	22
5.1.1 Kvantitativní ukazatele	22
5.1.2 Kvalitativní ukazatele - fyzikální vlastnosti	23
5.1.3 Kvalitativní ukazatele-chemické analýzy	24
5.2 Ukazatele s ohledem na plemeno a pohlaví.....	24
5.2.1 Kvantitativní ukazatele	24
5.2.2 Kvalitativní ukazatele - fyzikální vlastnosti	26
5.2.3 Kvalitativní ukazatele - chemické analýzy	28
6 Diskuze	30
6.1 Parametry s ohledem na plemeno.....	30
6.2 Parametry s ohledem na plemeno a pohlaví.....	30
7 Závěr	32
8 Literatura.....	33
9 Seznam použitých zkratk a symbolů	41
10 Seznam tabulek	42

1 Úvod

Maso (nejen vepřové, ale také všech ostatních druhů) obecně považováno za poměrně dostupné, je ho dostatek a v našich ekonomických poměrech se jeho nedostatkem ohrožení necítíme. Velké obchodní společnosti jsou schopné pokrýt spotřebitelskou poptávku. Avšak v posledních letech spotřebitelé velký důraz přikládají především výši cen a kvalitě zboží (Novák 2015).

Vzhledem ke změně stravovacích návyků, ceně produktů a tlaku na zdravou výživu, výrobě vepřového masa konkuruje maso drůbeží. Na poptávku po vepřovém mase má vliv nejen jeho cena, ale i kvalita. To znamená, že konečný spotřebitel bere v potaz obzvláště senzorycké vlastnosti, jako jsou barva a protučnělost. Hlavními faktory tržní úspěšnosti potravin a potravinových surovin jsou zdravotní nezávadnost, spotřebitelská cena a kvalita. To platí i pro jatečná prasata a pro vepřové maso.

Vepřové maso je velmi dobrým zdrojem živočišných bílkovin, proto je chov prasat a výroba vepřového masa nenahraditelnou součástí průmyslu živočišné výroby. Z hlediska zajištění nutriční rovnováhy bílkovin hraje toto odvětví nezastupitelné postavení národního hospodářství.

Spotřebitelé si dnes maso a masné výrobky vybírají nejen podle ceny a vnímané kvality, ale také podle nutriční hodnoty a zdravotní nezávadnosti, dobrých životních podmínek zvířat, etiky výroby masa a úrovně dopadu na životní prostředí způsobené výrobním systémem. Je nutné zvýšit produkci vysoce kvalitního masa a masných výrobků z prasat produkovaných v udržitelných systémech a splňujících požadavky spotřebitelů.

Hodnocení kvality vepřového masa by mělo být založeno na relativně levných a rychlých měřeních prováděných na jatkách, kde je k dispozici identifikace jatečně upravených těl, aby bylo možné produkt lépe využít pro další zpracování a distribuci.

Chov prasat je organizován v pyramidální struktuře, kde na vrcholu pyramidy probíhá šlechtění výchozích plemen a základnu tvoří jatečná prasata, kříženci těchto plemen. Podle různých cílů šlechtění jsou výchozí plemena členěna na mateřská (cílem je vynikající plodnost) a otcovská (cílem je vynikající růst a kvalita masa). V historii bylo vyšlechtěno a testováno velké množství různých plemen a kombinací křížení, z nichž se do současnosti prosadilo jen několik, v mateřské pozici se prosadila pouze dvě, large white a landrase, v otcovské pozici jen tři plemena - duroc, hampshire a pietrain.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Předpokládáme, že plemeno, pohlaví a jejich vzájemná interakce má vliv na kvantitativní a kvalitativní ukazatele vepřového masa.

2.1 Cíl práce

Cílem práce bylo vyhodnotit kvantitativní a kvalitativní ukazatele masa čistokrevných plemen prasat.

3 Literární rešerše

3.1 Domestikace prasete

Domestikace zvířat vedla k jednomu z nejdůležitějších socioekonomických přechodů v historii lidstva. Během neolitu kombinace pastevectví a zemědělství způsobila rychlý nárůst lidské populace, což následně podnítilo migraci lidí z center původu do jejich okolí (Gignoux et al. 2011). Prase divoké (*Sus scrofa*) bylo až do raného holocénu důležitou kořistí lovců v širokých oblastech Euroasie a v současnosti je jedním z nejrozšířenějších divokých savců (Pushkina & Raia 2008).

Zooarcheologické důkazy naznačují, že prasata byla domestikována v jihozápadní Asii asi 8500 let před naším letopočtem. Poté se rozšířili přes Střední a Blízký východ a na západ do Evropy spolu s ranými zemědělci. Prakticky všechna moderní plemena prasat ze západní Euroasie mají mitochondriální znaky podobné (nebo identické) jako evropská divoká prasata (Ottoni et al. 2013).

Giuffra et al. (2000) sekvenovali mitochondriální DNA divokých a domácích prasat z Asie a Evropy. Byly získány jasné důkazy o tom, že k domestikaci došlo nezávisle na poddruzích divokých prasat v Evropě a Asii. Doba divergence forem předků byla odhadnuta na 500 000 let, dlouho před domestikací prasete člověkem. Historické záznamy naznačují, že asijská prasata byla do Evropy zavlečena během 18. a počátku 19. století.

3.1.1 Plemena prasat

Šlechtění hospodářských zvířat, včetně prasat, má svůj původ v Anglii. Původní anglická prasata byla velkého tělesného rámce a byla chována především pro maso. Koncem osmnáctého století bylo do země přivezeno mnoho různých typů menších tučných asijských prasat (Velechovská 2018).

V Evropě se místní typy vyvinuly po domestikaci, ale fenotypově odlišná plemena vznikla až v osmnáctém století s příchodem systematického šlechtění. Nedávno vyvinuté molekulární nástroje pro prasata (stejně jako další druhy hospodářských zvířat) nyní umožňují genetickou charakterizaci historie plemen (Wilkinson et al. 2013).

Evropská a asijská prasata byla domestikována nezávisle a po domestikaci došlo k introgresi asijského domácího prasete do evropského prasete. Většina těchto plemen (zejména užitková) byla podrobena silné umělé selekci za účelem zlepšení produktivity vepřového masa. Různá plemena však vykazují velké rozdíly v morfologii a produkční výkonnosti v důsledku různých cílů chovu, selekčních systémů a chovných prostředí (Yang et al. 2014).

Díky dlouholeté existenci plemenařské práce je ve světovém genofondu prasat velké množství plemen. Mezi nejvýznamnější plemena mezinárodního významu patří large white, landrase, duroc, hampshire, belgická landrase a pietrain (Stupka et al. 2013).

3.1.1.1 Hybridizace plemen

Po druhé světové válce se živočišná produkce musela přizpůsobit požadavkům trhu a chov prasat se zaměřil na produkci masných užitkových typů prasat. V Československu byl

zaveden v roce 1973 tzv. hybridizační program v chovu prasat dovozem masných plemen (pietrain, belgická landrase, duroc, hampshire aj.) pro jejich uplatnění v otcovské pozici. Jeho cílem bylo dosažení lepší kvality vepřového masa a jeho vyšší nutriční hodnoty prostřednictvím hybridů užitkových masných typů (Kučera et al. 2014).

Tabulka 1: Plemena prasat vyšlechtěná v České republice

Plemeno	Původ	Plemenná kniha
bílé ušlechtilé	místní, large white, německé bílé, německá landrase	1927
landrase	anglická, dánská, francouzská německá a švédská landrase	1961
přeštické černostrakaté	místní a bavorská plemena	1964
české výrazně masné	belgická landrase, duroc, hampshire	1991 (zaniklo)
bílé otcovské	large white	1993

Zdroj: [<http://infopigs.blogspot.com/p/fotogalerie.html>]

3.2 Maso jako potravina

Výraz „maso“ zahrnuje všechny části jatečně upravených těl zvířat, čerstvé nebo zpracované, které jsou vhodné ke konzumaci. V úzkém smyslu se tento termín vztahuje na svaly porážených zvířat, včetně složek pojivové tkáně, intra- a intermuskulární tuk, krevní cévy, lymfatické uzliny, nervy a kosti (Bartoň et al. 2012).

V roce 2011 se celosvětová produkce vepřového masa pohybovala kolem 101 milionů tun, což představovalo 34 % z celkové produkce masa. Velký rozmach masného průmyslu a zvyšující se poptávka spotřebitelů po kvalitním a bezpečném mase však přinesly i nové výzvy pro masný průmysl (Tao & Peng 2014).

Celosvětová spotřeba masa neustále roste za posledních padesát let. Spotřeba masa v roce 1961 na osobu byla 23,1 kg, v roce 2011 42,20 kg na osobu (Sans & Combris 2015). Tento jev je způsoben hospodářským a populačním růstem rozvíjejících se zemí světa v posledních několika desetiletích (Gándhí & Zhou 2014). V České republice byla v roce 2019 spotřeba vepřového masa 43 kg na 1 obyvatele a rok. Celkové spotřeba masa činila v uvedeném roce 82,4 kg na obyvatele a rok, z čehož je patrné, že se v ČR vepřové maso podílí více než polovinou na celkové spotřebě masa, konkrétně zaujímá 51,7 % podíl (MZe 2021).

3.2.1 Kvalita masa

Spotřeba vepřového masa souvisí se spokojeností spotřebitele, a proto je stimulována vysokou kvalitou masa. Konzumentovo vnímání je komplexní kombinací vizuální přitažlivosti a chuti. Neexistuje žádná jednotná definice kvalitního masa, je to kombinace subjektivního a objektivního měření, které se mezi trhy liší (Lee et al. 2012).

Kvalita potravin je po mnoho desetiletí v popředí. Potravinové skandály, veřejné snahy zaručit kvalitu potravin, stejně jako zvyšující se nároky spotřebitelů a jejich informovanost o kvalitě však v posledních letech zintenzivnily jeho studium (Papanagiotou 2013).

Chov zvířat je velké průmyslové odvětví, jehož celosvětová populace se odhaduje na 1 miliardu prasat. V posledních letech je povědomí spotřebitelů o kvalitě potravin stále výraznější. Senzorická kvalita je hlavním problémem u důležitého produktu, jako je vepřové maso, které představuje téměř 40 % zdrojů masných bílkovin v lidské potravě (Verbeke et al. 2010).

Od nejstarších dob se primárně vybírala plemena prasat podle konverze krmiva a růstu, včetně charakteristik ve vývoji svaloviny a ukládání tuku. Z tohoto pohledu je důležité sledovat odchylky v charakteristikách jakosti masa, jako je křehkost, šřavnatost, chuť a vůně. Tyto ukazatele úzce souvisí s biologickými vlastnostmi a genetickými variacemi zvířat (Switonski et al. 2010).

Choi et al. (2016) porovnávali kvalitu masa čistokrevných prasat plemen landrace, yorkshire a duroc a jejich kříženců. Byla porovnána a vyhodnocena kvalita masa a složení mastných kyselin v pečení. Zjistili, že maso čistokrevného duroca obsahovalo nejvíce tuku, zatímco maso prasat landrace, yorkshire a jejich kříženců obsahovala vyšší obsah vody. Pokud jde o složení mastných kyselin, celkový obsah nenasycených mastných kyselin a polynenasycených mastných kyselin n-3 a n-6 byl nejvyšší u kříženců, zatímco celkový obsah nasycených mastných kyselin byl nejvyšší u prasat duroc.

Nakev & Popova (2020) srovnávali chemické složení a některé kvalitativní charakteristiky masa (pH, barva a vaznost masa) ve svalu *Longissimus thoracis* u plemen landrace, pietrain, large white a duroc. Výsledky ukázaly, že duroc měl nejvyšší obsah intramuskulárního tuku, zatímco maso pietrain a large white bylo nejlibovější. Kromě toho byla vaznost masa vyšší u pietrain a landrace ve srovnání s duroc a large white.

Jukna et al. (2013) zjišťovali obsah sušiny, bílkovin, intramuskulárního tuku a stopových prvků (sodík, hořčík, vápník, selen, měď, zinek, železo a baryum) v mase. Bylo zkoumáno čistokrevné plemeno large white a jeho kříženci s yorkshire a landrace. Nejvyšší nutriční hodnota (nejvíce sušiny, bílkovin a tuku) byla v mase čistokrevného large white, ale ve srovnání s kříženci byl chudý na obsah minerálů. Nejvíce stopových prvků obsahovalo maso křížence large white a landrace. Stopové prvky měly významnou pozitivní korelaci mezi sebou (kromě železa), ale negativní nebo slabě pozitivní s parametry nutriční hodnoty.

Franco et al. (2014) zkoumali vliv pohlaví a křížení na kvalitu masa a vlastnosti jatečně upraveného těla. Byly použity vzorky ze svalu *Longissimus dorsi* od tří různých skupin plemen - celta, jeho kříženců s landrace a duroc. Kříženec duroca měl lepší kvalitu jatečně upraveného těla (vyšší jatečnou výtěžnost, index kompaktnosti hřbetu a šunky a méně tuku) než celta. Kříženci měli méně intramuskulárního tuku a více kyseliny olejové.

3.2.1.1 Welfare zvířat

Udržitelná produkce masa je definována jako forma produkce ekologicky nezávadná, ekonomicky životaschopná, sociálně spravedlivá a humánní. Spojuje aspekty, jako je zdraví zvířat, ochrana životního prostředí, produktivita, bezpečnost potravin, kvalita potravin a efektivita z hlediska výrobních nákladů (Pethick et al. 2011).

Welfare zvířat je obtížné jednoduše definovat. Pokud jde o dobré životní podmínky zvířat, pracovní definice by měla zahrnovat fyzické a duševní zdraví zvířete, přizpůsobivost prostředí bez utrpení a v některých definicích zahrnovat pocity zvířat. Problém s pojmem welfare je v tom, že nemá žádná specifická měřicí nebo hodnotící kritéria. Objevily se tři koncepce týkající se dobrých životních podmínek zvířat: myšlenka biologické funkce (fyziologická stresová reakce a jak se zvíře snaží vyrovnat se svým prostředím), myšlenka pocitů (pozitivní emoce jako je potěšení nebo požitek a negativní emoce jako je utrpení nebo bolest) a myšlenka přirozeného života (zvířata mohou vyjadřovat normální a přirozené chování) (Moak 2021).

Dobré životní podmínky zvířat evropská občané do značné míry považují za nezbytný prvek udržitelné živočišné výroby. Poptávka po produktech šetrných k pohodě zvířat se zvyšuje s tím, jak roste veřejné povědomí a vnímání systémů živočišné výroby. Welfare zvířat není pouze otázkou etiky, ale také základním nástrojem k získání a udržení trhu a každý chov by měl na welfare brát zřetel (Broom 2010).

Velarde et al. (2015) říká, že intenzivní produkce prasat zvyšuje efektivitu využívání dostupných zdrojů, produktivitu a potravinovou bezpečnost. Ta však může narušit dobré životní podmínky zvířat. Výzkum by se měl zabývat posouzením primárních příčin úmrtnosti selat v různých typech porodních kotců a welfarem prasnic, materiálem ke hraní v kotcích, který by pomohl k eliminaci kupírování ocásků a manipulací zvířat během přepravy a při porážce.

3.2.1.2 Kastrace kanečků

Chirurgická kastrace kanečků je tradiční praxí po staletí a je stále běžná ve většině zemí. Provádí se kvůli přítomnosti kančího pachu v masě kanců. I když některé země v západní Evropě propagovaly použití anestezie nebo analgezie, postup se stále často provádí bez jakéhokoliv umrtvení, což čelí rostoucí kritice veřejnosti (Von Borell et al. 2009).

V roce 2010 se řada evropských zemí zavázala k zastavení chirurgické kastrace do roku 2018 za předpokladu, že budou nalezena uspokojivá řešení problémů spojených s produkcí masa nekastrovaných kanců. V některých zemích byly vyvinuty a zavedeny alternativy k chirurgické kastraci, avšak stále je v EU chirurgicky kastrováno 75 % kanečků (De Briyne et al. 2016). Při současných dostupných metodách náklady na kombinovanou anestezii a analgezií jsou příliš vysoké pro konvenční chovy ve většině zemí.

Bonneau & Weiler (2019) zkoumali výhody a nevýhody chirurgické kastrace kanců. Nekastrovaní kanci mohou trpět zvýšeným stresem během období výkrmu kvůli agresivnímu chování. Konverze krmiva a kvalita jatečně upraveného těla byla mnohem lepší než u kastrátů, ale kvalita masa nekastrovaných kanců byla nižší kvůli kančímu pachu, sníženému obsahu intramuskulárního tuku a zvýšené nenasycenosti tuku.

Imunokastrace zabraňuje kančímu pachu, bolesti spojené s chirurgickým zákrokem a stresu související s agresivním chováním. Kvalita masa byla podobná jako u chirurgických kastrací.

3.2.2 Kančí pach

Kančí pach je popisován jako nepříjemný zápach masa nekastrovaných kanců, ke kterému dochází, jakmile mladí kanci dosáhnou puberty. Existují dvě hlavní sloučeniny, které jsou zodpovědné za kančí pach. Prvním je androstenon, steroidní hormon, který je zabudován v Leydigových buňkách varlat. Druhým je skatol, který vzniká degradací aminokyseliny tryptofanu v tlustém střevě (Brinke et al. 2020).

Nekastrovaní kanci se k výkrmu používají jen zřídka, protože je kančí pach pro spotřebitele nepříjemný. Má tendenci se vyvíjet s pohlavní zralostí a činí vepřové maso nepoživatelné (Looft et al. 2012).

3.2.2.1 Androstenon

Androstenon je testikulární steroidní hormon, který způsobuje zápach moči. Koncentrace androstenonu závisí na stádiu puberty a genetiky (h^2 mezi 0,25 až 0,88). Zásoba androstenonu je v tukové tkáni a může se uvolňovat ze slinných žláz kance. Když je kanc sexuálně vzrušen, uvolňuje sliny obsahující směs steroidních sloučenin, aby přilákaly samice a vyvolaly reflex nehybnosti u říjících prasnic. Koncentrace exponovaných feromonů může být ovlivněna sociálním prostředím zvířete (Duijvesteijn et al. 2012).

Lidská schopnost vnímat androstenon byla opakovaně studována, protože se mluvilo o tom, že jde o lidský chemosignál. Existuje dostatek důkazů pro specifickou anosmii, tj. specifickou pachovou slepotu vůči androstenonu u lidí s jinak normální čichovou citlivostí. Odhady prevalence se mezi studii značně liší kvůli metodologickým rozdílům, pohybují se od pouhých 7,6 % u žen až po 74 % u mužů (Lunde et al. 2009).

Mörlein et al. (2013) tvrdí, že čichová citlivost vůči androstenonu je dynamická. Je třeba určit mezi konzumenty vepřového masa podíl lidí citlivých vůči androstenonu, aby bylo možné zjistit ochotu konzumovat maso nekastrovaných kanců. V zemích, kde spotřebitelé dosud nebyli vystaveni kančímu masu, a tudíž se s androstenonem neseťkali ve významných množstvích, je citlivost ke kančímu pachu mnohem vyšší.

3.2.2.2 Skatol

Skatol je většinou spotřebitelů vnímán jako zápach podobný výkalům. Skatol se tvoří z aminokyseliny l-tryptofan v tlustém střevě prasat. Biosyntéza skatolu probíhá ve dvou krocích; l-tryptofan se nejprve přemění na kyselinu indol-3-oxalovou, která se následně přemění na skatol.

Bilić-Šobot et al. (2014) říká, že koncentrace živin a energie má vliv na hladinu androstenonu, skatolu a na rychlost pohlavního dospívání kanců. Různé sloučeniny v potravě kanců mají různé účinky na snížení koncentrace skatolu. Potrava s vysokým obsahem zkrasitelných sacharidů podporuje trávení v tenkém střevě a následně snižuje tvorbu skatolu.

3.2.2.3 Detekce kančího pachu

Detekce kančího pachu je zásadní pro kontrolu kvality umožňující upuštění od kastrace selat. Meier-Dinkel et al. (2015) analyzovali senzitivitu a specifitu senzoričného hodnocení vyškolenými hodnotiteli ve srovnání s chemickou analýzou androstenonu a skatolu v hřbetním

tuku. Při použití průměrného skóre panelu se senzitivita a specifita senzoričké analýzy pohybovala od 61 do 69 % a 77 až 85 %. Výkonnost jednotlivých hodnotitelů se velmi lišila (senzitivita 47 až 86 %, specifita 45 až 88 %) a korelovala s čichovou vnímavostí ke sloučeninám. Vysoké hladiny skatolu jsou lépe detekovány než vysoké hladiny androstenonu.

Klasifikace kančího pachu může být provedena měřením přímo na jatečně upraveném těle na porážkové lince nebo těsně po porážce (měření v samostatné místnosti na jatkách). Může být založeno na přímém stanovení hladin androstenonu a skatolu nebo na senzoričném hodnocení přítomnosti kančího pachu. Toto stanovení může být přímým měřením hladin androstenonu, skatolu nebo kančího pachu nebo nepřímým měřením, tj. predikcí sloučenin (Font-i-Furnols 2020).

3.2.3 Systém SEUROP

Klasifikace jatečně upravených těl prasat na základě SEUROP systému byla povinně zavedena v ČR 1. dubna 2001. Jatečně upravená těla jsou tříděna podle obsahu libového masa a hmotnosti jatečně upraveného těla. Obsah libového masa se odhaduje na základě měření obsahu tuku a množství svaloviny, údaje se pak zasazují do regresních rovnic. Rovnice byly vyvinuty pro povolené metody třídění podle obsahu libového masa přímo určené detailní pitvou jatečně upravených těl. V současné době je v ČR povoleno šest klasifikačních metod (Vítek et al. 2012).

Dle Sládek et al. (2010) má porážková hmotnost vliv na podíl libového masa spolu s hybridní kombinací a pohlavím, což se následně projevuje při zařazení do obchodních tříd. S růstem porážkové hmotnosti roste hmotnost masa a tukových částí v absolutních hodnotách, ale podíl masných částí v jatečném těle relativně klesá. V průběhu růstu se zvyšuje ukládání tuku a ve vyšších hmotnostních kategoriích převažuje vyšší podíl tukové tkáně nad libovým masem.

Tabulka 2: Klasifikace SEUROP

Kód	Podíl libového masa v %
S	≥60
E	55 - 60
U	50 - 55
R	45 - 50
O	40 - 45
P	<40

Poznámka: % = procento.

Zdroj: [<https://www.europeanpork.eu/news/belgium-leads-in-high-yield-pork-production/>]

3.3 Faktory ovlivňující kvalitu masa

Poptávka po vepřovém mase na světovém trhu a úroveň konkurenceschopnosti požaduje zkoušku všech faktorů a problémů spojených s tímto druhem výroby s cílem, aby byl

dynamický. Nejvyšší hospodářský výsledek je v produkci vepřového masa a drůbeže. Důraz je kladen na nalezení optimální kombinace všech faktorů s cílem překonat cykly v této výrobě a realizovat maximální ekonomické efekty (Babović et al. 2011).

Spotřeba masa se výrazně zvýšila kvůli nárůstu úrovně příjmů v rozvojových zemích. Konkrétně spotřeba vepřového masa představuje více než polovinu spotřeby masa v mnoha zemích. Spotřebitelé preferující vepřové navíc mění své zaměření z množství vepřového na kvalitu. Faktory podílející se na zlepšování kvality masa tak budou stále důležitější. Mezi faktory ovlivňující kvalitu vepřového masa patří pH, barva, křehkost, schopnost zadržovat vodu a chemické složení. Všechny tyto faktory jsou ovlivněny plemenem a dědičností, stejně jako procesy spojené s chovem, porážkou, zpracováním masa a skladováním (Kim et al. 2016).

3.3.1 Genetické založení

Vliv genů na kvalitu vepřového masa zahrnuje rozdíly mezi plemeny i rozdíly mezi zvířaty v rámci jednoho plemene. Tyto rozdíly mohou být způsobeny velkým počtem minorgenů, známými jako polygenní účinky, a v zásadě má většina vlastností zajímavých pro kvalitu masa multifaktoriální pozadí. Atributy kvality vepřového masa však mohou být také spojeny účinkem malého počtu majorgenů.

Gen RYR1 (halotan gen) a gen RN jsou dva dobře známé hlavní geny, které mají přímý vliv na technologickou kvalitu vepřového masa (Rosenvold & Andersen 2003).

3.3.1.1 RYR1 gen

RYR1 je bílkovina nacházející se v kosterních svalech, konkrétněji na vnějším okraji (membráně) struktury obsahující vápník (sarkoplazmatické retikulum) ve svalových buňkách.

Hlavním cílem moderní produkce prasat bylo zvýšení obsahu libového masa a rychlost růstu, což vedlo ke značnému zvýšení náchylnosti ke stresu, snížení odolnosti vůči nemocem a zhoršení kvality masa. Kromě běžné selekce pro vyšší zmasilost je v mnoha populacích prasat zlepšená zmasilost také výsledkem vysoké frekvence genu ryanodinového receptoru (RYR1), to je tzv. hlavní gen, který má pozitivní vliv na množství masa, ale negativní vliv na jeho kvalitu (Rey-Salgueiro et al. 2018). U prasat s genem RYR1 ve formě recesivního homozygota (genotyp nn) byla charakterizována lepší účinnost konverze krmiva, rychlejší růst, lepší obsah libového masa a konformace ve srovnání s prasaty bez této mutace (genotyp NN), v důsledku nižších proporcí tuku a kostí a lepšího rozložení hmotnosti jatečně upraveného těla. Nicméně bylo také zjištěno, že homozygoti vykazují vyšší úmrtnost během období před porážkou a jsou náchylnější k produkci bledého, měkkého a exsudativního (PSE) masa.

Vědecká literatura o vlastnostech heterozygotních prasat (genotyp Nn) není konzistentní. Někteří autoři uvádějí, že gen RYR1 ve své heterozygotní formě má určité příznivé účinky, jako je vyšší obsah libového masa s malým nebo žádným vlivem na kvalitu vepřového masa (Fernandez et al. 2002).

Cobanovic et al. (2019) zjistili, že heterozygotní jedinci (genotyp Nn) měli lepší kvalitu jatečně upraveného těla (vyšší živou hmotnost, vyšší hmotnost jatečně upraveného těla a zmasilost, ale méně tuku). Přítomnost mutované alely n u těchto prasat však měla škodlivý účinek na pohodu zvířat a kvalitu masa, což se projevilo zvýšenými koncentracemi laktátu a

glukózy v krvi, rozvinutější *rigor mortis* a vyšší prevalenci PSE masa. Navíc měli vyšší predispozici k pneumonii, což naznačuje, že jsou náchylnější k infekčním onemocněním.

3.3.1.2 RN gen

RN (Rendement Napole) gen je spojen se zvýšenou hladinou glykogenu ve svalech a byl identifikován u plemene hampshire. U masa prasat nesoucích RN-gen byly zjištěny vyšší ztráty vařením a nižší technologická výtěžnost. Snížená schopnost vázat vodu během zpracování byla přičítána kombinaci nižšího obsahu bílkovin a vyššího obsahu glykogenu v mase z nosičů RN, protože se předpokládá, že schopnost bílkovin vázat vodu během vaření je vyšší než u glykogenu (Bertram et al. 2004).

Gen se také běžně nazývá „gen kyselého masa“ nebo „Hampshire efekt“. Negativní účinky RN genu na kvalitu vepřového masa má za následek ekonomické ztráty v masném průmyslu (Houde et al. 2002).

3.3.2 Výživa

Při výživě prasat je nutné respektovat, že jejich enzymatický typ trávení neumožňuje zkrmování krmiv s vysokým zastoupením vlákniny, proto je jejich výživa založena na vysoce stravitelných krmivech s vysokou biologickou hodnotou, zejména s optimálním zastoupením aminokyselin (Velechovská 2016).

Hlavní složkou krmiv pro prasata představují jadrná krmiva a to především obiloviny a mlýnská krmiva a dále nejrůznější bílkovinné komponenty rostlinného a živočišného původu, jakož i minerálně-vitaminové koncentráty a syntetické preparáty. Prasata vykazují oproti jiným hospodářským zvířatům vysokou schopnost syntézy proteinu a tuku, jakož i vysokou účinnost využití a přeměny živin (Stupka et al. 2013).

Kvalitu masa ovlivňuje výživa a struktura krmné dávky. V případě, že je krmná dávka biologicky vyvážená a plnohodnotná, zvířata budou správně růst a vyvíjet se. Jestliže bude krmivo nevyvážené, zvýší se podíl kostí a méně cenných částí. Jestli dojde ke zvýšení potřebných živin, bude se více ukládat tuk (Stupka et al. 2009).

Technologie krmení je důležitým faktorem, který se nejvíce využívá jako nástroj kontroly kvality při produkci vepřového masa a ve vztahu ke zlepšování a kontroly užitkovosti, pohody zvířat, bezpečnosti, nutriční hodnoty a stravovací a technologické kvality (Andersen et al. 2005).

Cílem moderních systémů krmení prasat 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).

Systémy produkce prasat se za poslední tři desetiletí dramaticky změnily. V dnešní době je hlavní výzvou pro průmysl prasat maximalizace účinnosti krmiva při minimalizaci výrobních nákladů a dopadů na životní prostředí. S ohledem na dopady na životní prostředí jde především o vylučování dusíku a fosforu, které v nejjintenzivnějších oblastech chovu prasat dosahuje znepokojivě vysokých úrovní (Garcia-Launay 2014).

Dle Pomar & Remus (2019) je přesné krmení velkým průlomem ve výživě prasat a jednou z nejslibnějších cest k podpoře tvorby vysoce kvalitního a bezpečného vepřového masa

s nejnižším dopadem na životní prostředí (o 60 % nižší vylučování živin) a vysokými standardy pro dobré životní podmínky zvířat. Méně znečišťujících látek by znamenalo zlepšení pohody a zdraví populace a také snížení zápachu, škodlivého odpadu a rizik spojených s vodou, ovzduším (např. emise amoniaku a skleníkových plynů) a znečištěním půdy. Hospodaření s krmivem a zvířaty pomocí pokročilých počítačových technologií umožňuje včas identifikovat nemoci a aplikovat individuální léčbu přesně za účelem zlepšení užitkovosti stáda, snížení užívání antibiotik a přispívá ke zlepšení veřejné bezpečnosti.

Kvalita tuku v živočišné tkáni vyplývá nejen z genetického pozadí, ale také ze složek krmiv, zejména olejů rostlinného původu bohatých na polynenasycené mastné kyseliny (PUFA). Údaje dostupné v literatuře naznačují, že tuk v potravě ovlivňuje profil mastných kyselin lipidů v jatečně upraveném těle určující kvalitu tuku a masa. Ze zdravotního hlediska je žádoucí vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) ve vepřovém masu; jejich vliv na oxidační stabilitu masa, trvanlivost a zpracování je však nežádoucí. Navíc vedou ke zhoršení organoleptické kvality, protože sloučeniny vzniklé během oxidačního procesu mají negativní vliv na chuť masa. Kvalita tuku a masa by tak měla být vyvážena přísadami do krmiva nebo suplementací (Hanczakowska et al. 2015).

Vysoký obsah nasycených mastných kyselin (SFA) obsažených v potravinách a nepříznivý poměr n-6 ku n-3 PUFA může být příčinou mnoha kardiovaskulárních onemocnění. Vepřové maso obsahuje významné množství mastných kyselin, a z něj především nepříznivý poměr PUFA n-6/n-3. Tento nepříznivý poměr vychází z nesprávného krmení prasat, zvláště plodinami bohatými na kyselinu linolovou. Některé nasycené a nenasycené mastné kyseliny jsou syntetizovány *in vivo* v organismu prasat, kyseliny linolová a linolenová však musí být dodávány pomocí stravy. Okrouhlá et al. (2011) zjistili pozitivní vliv přidavku lněného semínka na kvalitu masa, respektive na poměr mastných kyselin. Zařazení lněného semínka významně došlo ke zlepšení profilu mastných kyselin. Snížilo procento mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a zvýšilo podíl PUFA a PUFA n-3. Z hlediska lidské výživy je důležitá hodnota poměru PUFA n-6/n-3, která se v důsledku zkrmování lněného semínka snížila z 19:1 na poměr 3:1, který je příznivý pro zdraví lidí.

Tabulka 3: Vliv přidavku lněného semínka na složení mastných kyselin ve vepřovém masu.

Skupina	Kontrola	Lněné semínko	Průkaznost
Ukazatel	x ± SD	x ± SD	
SFA (%)	41,97 ± 1,81	41,55 ± 2,00	NS
MUFA (%)	41,58 ± 2,66	34,95 ± 3,21	<0,001
PUFA (%)	16,43 ± 3,93	23,50 ± 4,36	<0,001
PUFA n-6 (%)	14,85 ± 3,17	15,39 ± 3,09	NS
PUFA n-3 (%)	1,12 ± 0,61	7,72 ± 2,13	<0,001
PUFA n-6/n-3 (%)	18,79 ± 6,75	2,77 ± 1,47	<0,001

Poznámka: SFA = nasycené mastné kyseliny; MUFA = mononenasycené mastné kyseliny; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; NS = neprůkazný; % = procento.

Zdroj: [Okrouhlá et al. 2011]

3.3.3 Ustájení

V intenzivních chovech se využívá bezstelivového nebo stelivového systému ustájení. Stelivové systémy jsou vhodné především pro menší chovy a jako podestýlka se využívá především sláma, piliny nebo rašelina na pevné podlaze. Podlahy v bezstelivovém systému jsou celoroštové nebo poloroštové. Tento systém umožňuje prošlapování výkalů a odvod tekutých výkalů. Výhodou je snížení rizik respiračních a gastrointestinálních infekcí, pokud je důsledně dodržována hygiena. Nevýhodou roštvých podlah je riziko vzniku otlaků, především u prasnic a také nemožnost naskladnění manipulovatelného materiálu (sláma). Ve výkrmu jsou podlahy nejčastěji železobetonové. Na porodnách se nejčastěji využívají podlahy litinové, které jsou hladké a dobře vedou teplo nebo plastové, které lze využít u všech kategorií prasat. Důležitá je šířka mezer u roštvých podlah, která musí odpovídat dané hmotnostní a věkové kategorii prasat.

Vývoj technologií v chovech prasat je nejen v souladu s předpisy Evropské unie na ochranu zvířat, ale současně musí akceptovat i požadavky minimálního vlivu na životní prostředí. Do této koncepce zapadají i projekty disponující větším podílem automatizovaného řízení a vybavené pokročilým počítačovým softwarem, které by mělo nejen pečovat o dobré životní podmínky zvířat, ale zejména pomoci zlepšit produktivitu a ekonomiku produkce vepřového masa (Jedlička 2016).

Moderní spotřebitelé vnímají venkovní systémy nebo systémy obohacené o životní prostředí lépe než konvenční intenzivní systémy, protože konvenční ustájení poskytuje zvířatům ochuzené prostředí a brání jim v projevení jejich přirozeného chování (Foury et al. 2011).

Lebret et al. 2011 zkoumali vliv ustájení alternativního (s podestýlkou a venkovní plochou) a konvenčního ustájení na růstovou výkonnost, reaktivitu na manipulaci před porážkou a kvalitu masa. Zjistili, že prasata v alternativním ustájení měla vyšší rychlost růstu a lepší příjem krmiva, ale podobné složení jatečně upraveného těla jako prasata v konvenčním ustájení. Hladiny hormonů souvisejících se stresem a plazmatických metabolitů při porážce se nelišily, což naznačuje, že ustájení neovlivňuje reaktivitu prasat na manipulaci před porážkou. Alternativní systém vedl k vyššímu příjmu krmiva, rychlejšímu růstu, zvýšení intramuskulárního tuku a zlepšení kvality příjmu potravy.

3.3.4 Doprava a zacházení

Manipulace před porážkou zahrnuje míchání neznámých zvířat, nakládání, vykládání, přepravu a ustájení na jatkách. Všechny tyto manipulační postupy mohou vyvolat stres, ať už psychický nebo fyzický. Stres před porážkou je jak otázkou dobrých životních podmínek zvířat, tak problémem kvality, protože se již dlouho uznává, že stres před porážkou může nepříznivě ovlivnit kvalitu vepřového masa. Obecně se doporučuje delší doba odpočinku před porážkou, aby se prasata zotavila z přepravy a související manipulace. Kratší ležení je spojeno s vadou PSE, protože není dostatek času na uvolnění stresu. Delší ustájení může zvýšit množství DFD masa, snížit výtěžnost jatečně upravených těl a zvýšit riziko křížové kontaminace jatečně upravených těl. Správná doba odpočinku je proto velmi důležitá pro zmírnění stresu a zlepšení kvality masa (Zhen et al. 2013). Avšak Dokmanović et al. (2014) tvrdí, že dlouhé ustájení před porážkou se ukázalo jako více stresující (vyšší obsah laktátu v krvi a vyšší stupeň ztuhlosti a

poškození kůže) a mělo nepříznivý vliv na kvalitu jatečně upraveného těla (vyšší stupeň poškození kůže), ale vedlo k lepší kvalitě masa (nižší ztráta odkapem a tmavší barva) ve srovnání s krátkou dobou ustájení. Po krátkém ustájení (od 8 minut do 2,7 hodin) byl pozorován vyšší výskyt PSE masa a nižší výskyt RFN masa (normální kvality) ve srovnání se skupinou s dlouhou dobou ustájení (od 14 do 21,5 hodin).

Zvířata také trpí stresem před porážkou způsobenou modřinami, zraněními, hladověním, únavou, nedostatkem vody a potravy a nakládáním a vykládáním do vozidel. Stres, genotyp, přeprava, doba ustájení, roční období, podmínky prostředí a mnoho dalších faktorů ovlivňuje kvalitu masa (Adzitey 2011).

Neadekvátní manipulační operace před porážkou často zvyšují krevní hladiny katecholaminů (adrenalinu a noradrenalinu), hormonů kůry nadledvin (kortizolu) a zvyšují aktivitu kreatinkinázy. Hladiny stresových hormonů v krvi, včetně kortizolu, hrají důležitou roli při hodnocení citlivosti zvířat na stres z prostředí. Odpovědnost za kvalitativní znehodnocení vepřového masa nese z 50 % výrobce a z 50 % pracovníci odpovědní za dopravu, chov dobytka, porážku zvířat a poporážkovou manipulaci s masem.

Intenzitu reakce těla na stres lze měřit pomocí fyziologických faktorů pro posouzení vlivu předporážkové manipulace na kvalitu, porážkovou hodnotu masa a pro klasifikaci stresu v chovu zvířat a veterinární praxi (Śmiecińska et al. 2011).

Odpovědnost za vznik ztrát na zisku od farmy až po porážku nese rovným dílem výrobce a jatka. Za prvé, výrobce musí zaručit správný genetický výběr, péči a manipulaci s prasaty až k bráně kamionu. Za druhé, jatka jsou zodpovědná za optimalizaci podmínek ustájení (uspořádání, kontrola prostředí a manipulační systémy) za účelem udržení přijatelných podmínek welfare prasat a zajištění optimální, konzistentní a jednotné kvality jatečně upravených těl a masa (Faucitano & Goumon 2017).

3.3.5 Porážka

Několik studií odhalilo, že kvalitu vepřového masa ovlivňuje mnoho různých faktorů, jako jsou genetické proměnné, krmění, porážková hmotnost, pohlaví a také podmínky před porážkou a vlastní porážky (Karabasil et al. 2013).

Den porážky se skládá z několika fází, počínaje okamžikem, kdy prasata opustí svůj kotec a zahrnuje přepravu, ustájení, omračení a vykrcení. V každé fázi jsou prasata vystavena různým stresovým faktorům, včetně krmiva na farmě, nakládání a přepravy, lidských zásahů a designu zařízení (např. rampy, uličky a doky), které mohou přispět jak jednotlivě, tak aditivně ztrátám zvířat a únavě zvířat při porážce. Stres před porážkou je také problémem kvality těl a masa, protože může způsobit znehodnocení těl kvůli vážným kožním lézím, ztrátám hmotnosti a defektům kvality masa v důsledku abnormálního posmrtného okyselení svalů (Schwartzkopf et al. 2012).

Fáze omračování je jednou z nejkritičtějších v řízení před porážkou prasat nejen z hlediska pohody, ale také proto, že může nevratně ovlivnit kvalitu masa. Po omračení se zjišťuje kvalita masa, přítomnost krvácenin a zlomenin kostí. Metoda elektrického omračování má silnější vliv na zlomeniny kostí a krvácení v důsledku silné svalové kontrakce. Kromě neustálého genetického zlepšování změnilo produkci prasat mnoho faktorů v posledních letech, jako je management, krmění, imunokastrace a věk a hmotnost při porážce. Účinek metody

omračování závisí jak na použitých genotypech, tak na okolnostech, za kterých jsou hodnoceny (Marcon et al. 2019).

Legislativa Evropské unie (Nařízení Rady (ES) č.1099/2009) umožňuje různé metody omračování prasat, aby se minimalizovala úzkost, utrpení nebo bolest během porážky. Nejpoužívanějšími metodami jsou elektronarkóza a expozice vysokými koncentracemi oxidu uhličitého (CO₂). Bylo uvedeno, že CO₂ zlepšuje kvalitu masa ve srovnání s elektrickým omračováním tím, že snižuje výskyt PSE masa a ekchymózy v bedrech a kýtách. V systémech CO₂ mohou být prasata omračována ve skupinách, což snižuje stres z omezení a manipulace (Llonch et al. 2012).

3.4 Kvalitativní ukazatele kvality masa

3.4.1 Křehkost a šťavnatost

Křehkost masa je obecně považována za jeden z nejdůležitějších determinantů kvality masa. Závisí na množství intramuskulárního vaziva, délce sarkomery a také na proteolytickém potenciálu svalu. Tuhost masa je pro spotřebitele jednou z nejvíce nežádoucích vlastností masa. Proteolýza klíčových myofibrilárních proteinů endogenními enzymy ve svalovém vláknu je největším faktorem přispívajícím ke křehkosti masa, což je vlastnost vysoce ceněná spotřebiteli. Posmrtná proteolýza endogenními proteázami způsobuje oslabení struktur myofibril a přidružených proteinů, což má za následek křehnutí (Kemp & Parr 2012).

3.4.2 Chut' a vůně

Chut' masa je komplexní atribut, který je kombinací chuťových sloučenin registrovaných na jazyku a těkavých látek, které se pohybují retronazálními drahami do pachového epitelu v nose. Těkavé sloučeniny jsou výsledkem různých chemických procesů závislých jak na obsahu prekurzorů v syrovém mase, tak na procesu zahřívání. Křehkost, která je také často zdůrazňována jako důležitý atribut pro kvalitu konzumace masa, je dobře prostudována s ohledem jak na enzymatickou degradaci, tak na roli pojivové tkáně, stejně jako na pH, intramuskulární tuk a délku sarkomer. Na rozdíl od křehkosti a šťavnatosti je chuť masa komplikovanější kvůli velkému počtu použitých sloučenin, které jsou dány kombinací mnoha různých chuťových tónů, které dohromady vytvářejí chuť masa.

Přestože základ pro chuť masa vzniká ve fázi prvovýroby výběrem plemene a krmiva, je ovlivněn i manipulací s živým zvířetem v den porážky a manipulací s jatečně upraveným tělem po porážce. Kromě toho úzce souvisí s tepelnou úpravou masa a se způsobem, jakým se maso podává v kontextu jídla. Některé aromatické sloučeniny lze považovat za přijatelné aroma, jako je chuť smaženého masa pocházející z Maillardovy reakce mezi aminokyselinami a sacharidy a z degradace lipidů. Jiné lze považovat za nepřijatelnou příchut', jejíž příkladem je kančí pach (Aaslyng & Meinert 2017).

Na základě vůně by čerstvé maso mělo vonět lehce kysele kvůli tvorbě kyseliny, a to kyseliny mléčné. Zatímco při rozkladu vzniká nepříjemný zápach způsobený odbouráváním bakterií z bílkovin masa, jako je směs síry, merkaptanu atd. (Tazi et al. 2019).

3.4.3 Hodnota pH

Kvalita masa je obecně popisována jako součet všech jakostních znaků masa a tyto vlastnosti jsou upraveny funkcí svalového pH. Svalstvo živého prasete má neutrální hodnotu pH 7,0 až 7,2. Jak se svalovina přeměňuje na maso, má nedostatek kyslíku, klesá pH a v důsledku toho se ve svalu hromadí organické kyseliny včetně kyseliny mléčné nebo anorganických kyselin. Hromadění kyselých látek je odvozeno od acidifikace a poklesu pH. Posmrtné pH svalů a rychlost jeho poklesu ovlivňují kapacitu zadržování vody a kapacita zadržování vody určuje jak ztrátu odkapáváním ze syrového vepřového masa, tak ztrátu vařením během vaření. Hodnota pH po porážce se obecně měří do 1 hodiny po porážce (počáteční pH nebo pH_{45min}) nebo do 24 hodin (konečné pH nebo pH_{24h}) (Pearce et al. 2011).

Rychlost a rozsah posmrtného poklesu pH při přeměně svaloviny na maso do značné míry ovlivňuje vývoj jakostních znaků vepřového masa. Klasicky se za rychlost a rozsah poklesu pH považuje posmrtná glykolýza, kdy se glykogen přemění na laktát a H⁺ (Scheffler et al. 2013).

Tabulka 4: Kritéria pro jakostní skupinovou klasifikaci vepřového masa

Hodnotící kritéria	Skupina kvality masa	
	Normální maso	PSE maso
pH _{45'}	>5,8	≤5,8
pH _{24h}	5,5 – 6,0	≤5,5

Poznámka: pH_{45'} = pH masa 45 minut po porážce; pH_{24h} = pH masa 24 hodin po porážce; PSE = světlé, měkké, vodnaté maso

Zdroj: [Pospiech et al. 2011]

3.4.4 Barva masa

Barva masa je významným ukazatelem kvality vepřového masa, protože je jedním z nejdůležitějších znaků ovlivňujících hodnocení masa spotřebitelem (Chmiel et al. 2011).

Rozhodnutí o nákupu masa jsou více ovlivněna vzhledem produktu než jakýmkoli jiným faktorem kvality. Barva představuje vnímanou čerstvost a má zásadní význam pro masný průmysl a výzkum masa (Tapp et al. 2011).

Barva masa je daná zejména obsahem a stavem svalového barviva myoglobinu. Obsah myoglobinu závisí na druhu zvířat. Obecně platí, že hovězí má více myoglobinu než vepřové maso. Kuřecí maso má méně myoglobinu než vepřové. Obsah svalového barviva je ovlivněn i druhem svalu. Myoglobin má prakticky stejnou chemickou strukturu jako krevní barvivo – hemoglobin. Má vlastně i stejnou funkci – přenos kyslíku. Pro tuto úlohu obsahuje myoglobin (i hemoglobin) ve své molekule atom železa. Na toto železo se dokáže navázat kyslík. A kyslík hraje důležitou roli také v barvě masa. Jestliže je na atom železa (existuje v molekule myoglobinu v tzv. dvojmocné podobě, jako Fe²⁺) navázaný kyslík, má myoglobin jasně červenou, až doslova zářivě červenou barvu (Kameník 2016).

Tradiční metody měření barvy vepřového masa jsou subjektivní hodnocení a instrumentální hodnocení pomocí kolorimetru. Subjektivní hodnocení provádějí zkušení srovnávači s použitím sady standardních karet barvy vepřového masa jako reference pro určení barvy vepřového masa na stupnici 1 až 5 (1 = bledá, 5 = tmavá). Subjektivní hodnocení se může mezi jednotlivci lišit a je ovlivněno osvětlením, pod kterým jsou vzorky hodnoceny, a oxidačním stavem myoglobinu. Kolorimetry jsou ruční zařízení běžně používaná pro měření barvy vepřového masa (L^* , a^* , b^*) pomocí řízeného osvětlení. Využívají však pouze malou část (liší se podle zařízení) celého povrchu svalu, protože otvor se musí vejít do svalové hranice. Proto by byla pro průmysl vepřového masa prospěšná zobrazovací technologie, která dokáže konzistentně a přesně určit barvu vepřového masa (Sun et al. 2016).

3.4.5 Vady masa

Ziskovost v jakémkoli podniku modeluje masný průmysl tak, aby se zaměřoval na produkci zvířat, která jsou účinnými zpracovateli krmiva, rychle rostou a mají vysoký obsah libového masa s minimálními výrobními náklady. Těch bylo dosaženo manipulací s genetickou výbavou zvířat a pečlivým výběrem plemen. Ty také vyústily k produkci zvířat, která jsou mnohem náchylnější ke stresu a následným vadám kvality masa, jako je světlé, měkké, vodnaté (PSE) a tmavé, suché, tuhé (DFD) maso a jiným kvalitativním vadám jako například krevní podlitiny, kožní vady, dvoubarevnost, kažení masa a lámání kostí (Forrest 2010).

Selekce prasat prováděná farmáři v posledních letech byla zaměřena na zvýšení zmasilosti. Nárůst zmasilosti nebyl souběžný se zlepšením kvality masa. Zvyšovalo se riziko defektů masa, jako je zhoršení schopnosti zadržovat vodu, zvýšená ztráta odkapávání, exsudace a nerovnoměrná, příliš světlá nebo tmavá barva.

Odhaduje se, že vady masa jsou ve 40 % způsobeny procedurou v ustájení. Pro kvalitu masa mají zásadní význam: metoda omračování, doba od omračení do vykrevení, poloha vykrevení, metoda opečení a podmínky chlazení. Pro získání kvalitního vepřového masa je nutné zajistit správný postup ve všech fázích výroby masa (Berg 1998).

3.4.5.1 PSE maso

U masa PSE je rychlost okyselení po porážce stimulována rychleji než normálně a ve svalovině je dosaženo nižších hodnot pH, když je teplota jatečně upraveného těla stále vysoká. Kombinace nízkého pH a vysoké teploty u PSE masa způsobuje denaturaci některých svalových bílkovin což vede ke snížení jejich schopnosti zadržovat vodu. To se děje kvůli myofibrilárním komponentám (mřížka myofilamentů), které vytlačují výslednou tekutinu do extracelulárních prostor, které zvětšují svůj objem. Když se takové maso krájí, uvolňuje se tekutina, což vede k exsudátům. Rozptyl světla z povrchu masa je pravděpodobně způsoben rozdíly v indexech lomu sarkoplazmy a myofibril. Čím větší rozdíl, tím vyšší rozptyl a tím bledší maso. Smrštění mřížky myofilamentu zvyšuje množství světla odraženého od masa. Při vysokém rozptylu je množství absorbovaného světla nízké a hemové pigmenty selektivně absorbují zelené světlo, čímž se snižuje normální červená barva. Díky tomu je maso PSE méně červené a více žluté. Nízké pH u PSE také podporuje oxidaci hemových pigmentů z fialového nebo červeného myoglobinu a oxymyoglobinu na hnědý metmyoglobin (Warriss 2000).

3.4.5.2 DFD maso

Dlouhotrvající stres nebo vysoká aktivita před porážkou může mít za následek vyčerpání zásob glykogenu ve svalu. To může způsobit omezení posmrtné glykolýzy, která může mít za následek nízkou produkci kyseliny mléčné a udržování vyššího pH, než je obvyklé ve svalovině/masu po posmrtném stavu zvířete. V konečném důsledku pH svalů změní kvalitu a bezpečnost masa, protože se uvádí, že maso DFD má krátkou trvanlivost a špatný vzhled (Shange et al. 2019).

3.4.5.3 Chladové zkrácení

Vystavení svalů před *rigorem mortis* teplotám blízkým bodu mrazu způsobuje svalovou kontrakci známou jako chladové zkrácení. Chladové zkrácení je faktor, který je třeba vzít v úvahu při zpracování masa všude tam, kde je čerstvě poražené maso vystaveno rychlému zchlazení (Ertbjerg & Puolanne 2017).

Se zaváděním ultrarychlého nebo šokového zchlazení jatečně opracovaných těl, ve snaze snížit hmotnostní ztráty a zlepšit hygienu chladírenského skladování vznikl problém chladového zkrácení masa. Maso se zchladilo před nástupem posmrtné ztuhlosti pod 10 °C a tím došlo k nevratné svalové kontrakci, což nešlo změnit ani delší dobou zrání a ani kulinární úpravou. K prevenci tohoto jevu se používá tzv. kondicionování a elektrostimulace poražených zvířat (Stupka et al. 2013).

3.4.5.3.1 Elektrostimulace masa

V masném průmyslu se po porážce zvířete pro zlepšení kvality masa provádí elektrická stimulace jatečně upraveného těla, metoda, při které prochází poraženým zvířetem elektrický proud. Během posmrtné glykolýzy se ve svalech vyvíjí ztuhlost, po níž následují fyzikální a chemické změny. Změny v kterémkoli z těchto procesů mohou změnit vlastnosti masa. Elektrická stimulace je velmi důležitá pro zlepšení kvality masa a sensorických vlastností. Před vykrvácením zvířete musí být optimální hladina svalového glykogenu, aby se dosáhlo maximální účinnosti elektrické stimulace (Ali et al. 2021).

Elektrická stimulace zvyšuje rychlost poklesu pH a zabraňuje zkracování svalových vláken chladem. Maso pak není tuhé. Bylo prokázáno, že elektrostimulace zkracuje dobu zrání potřebnou ke zlepšení křehkosti. Použití elektrické stimulace u prasat ke zlepšení kvality masa bylo méně rozšířené kvůli problémům spojeným se zvýšenou ztrátou odkapem. Ukázalo se, že vepřové maso z elektricky stimulovaných jatečně upravených těl je křehčí než z nestimulovaných (Channon et al. 2003).

3.4.6 Zrání masa

V této fázi postupně ustupuje tuhost masa, mírně roste pH a tím se zlepšují sensorické vlastnosti. Fáze zrání může být různě dlouhá, záleží na druhu masa. Hovězí maso zraje 2 - 3 týdny při teplotách kolem 0 °C, vepřové maso pouze 2 - 3 dny. Délka zrání závisí také na jatkách, kde je maso poraženo a na jejich skladovacích kapacitách (Rysová 2019).

Zrání masa se obecně dělí na mokré a suché zrání. Mokré zrání zahrnuje vakuové balení masa. Navíc zabraňuje ztrátě hmotnosti způsobenému odpařováním vlhkosti a růstu mikroorganismů. Maso zrající za mokra má však krvavou a kovovou příchuť. Na druhé straně suché zrání zahrnuje vystavení nebalených jatečně upravených těl nebo velkoobchodních kusů vzduchu při kontrolované teplotě, relativní vlhkosti a proudění vzduchu. Suché zrání přispívá ke smršťování a ztrátě ořezu v důsledku vysušeného povrchu. Má však výhodu v tom, že vytváří jedinečné a odlišné příchutě (Lee et al. 2016).

Studie Channon et al. (2014) uvádí, že pánevní zavěšení jatečně upravených těl zlepšuje křehkost vepřového masa v důsledku natahování sarkomer, narozdíl od zavěšení za Achillovu šlachu. Pánevní zavěšení jatečně upravených těl a zrání vepřového masa po dobu 7 dnů po porážce byly aditivními faktory při zlepšování sensorických kvalitativních atributů vepřového masa, a to jak pro bederní, tak pro horní stranu svalů u zvířat poražených v podobném věku.

4 Metodika

4.1 Zvířata

Do této diplomové práce bylo zařazeno celkem 36 kusů prasat čistokrevných plemen (české bílé ušlechtilé, česká landrase a duroc). Čistokrevná prasata byla rovnoměrně rozdělena do 3 skupin podle plemena a pohlaví (vepřici a prasničky).

Zvířata byla naskladněna ve věku 69 dní při průměrné živé hmotnosti 22,5 kg a ustájena po dvojicích dle metodiky pro testaci čistokrevných a hybridních prasat. Zvířata byla poražena při průměrné hmotnosti 111 kg.

4.1.1 České bílé ušlechtilé

ČBU je jedním z nejčastěji chovaných plemen ve světě. Vzniklo v Anglii, kde bylo zároveň i roku 1851 uznáno za samostatné plemeno. Zejména pro své užitkové vlastnosti, klidný temperament, oblíbenost a export nejen do evropských zemí je plemeno od 19. století až do současnosti velmi ceněné. Plemeno kombinovaného užitkového typu se vyznačuje velkým tělesným rámcem a bílým zbarvením. V hybridizačním programu je zařazeno jako plemeno mateřské. Optimální početnost vrhu je 13 živě narozených selat. Průměrný denní přírůstek se pohybuje okolo 1 250 g. Na 1 kg přírůstku je spotřeba krmiva průměrně 2,3 kg kompletní krmné směsi. Podíl libové svaloviny v jatečně upraveném těle (JUT) je 55 - 60 % a obsah intramuskulárního tuku se pohybuje okolo 1,8 % (Hrústová 2021).

4.1.2 Česká landrase

Na jeho vzniku se podílelo mnoho plemen. Stejně jako bílé ušlechtilé je plemeno používáno do mateřské pozice. Plemeno je velmi plodné a má velmi dobré parametry masné užitkovosti. Plemeno landrase vzniklo v Dánsku koncem 90. let předminulého století na podkladě kombinačního křížení jutských prasat s anglickým plemenem large white.

V současnosti se setkáváme se subpopulacemi typů bekonový (málo zmasilá plec, trup připomíná hrušku), masný (zmasilé jsou všechny hlavní masité části), supermasný (extrémně zmasilé všechny hlavní části a trup připomíná housle). Česká landrase je druhé nejrozšířenější plemeno u nás (Stupka et al. 2009).

4.1.3 Duroc

Plemeno duroc vzniklo v USA. Vyšlechtěno bylo z původních červených prasat křížením s červenými guinejskými, španělskými a portugalskými prasaty. U tohoto plemene je možno vykrmovat zvířata do vyšších porážkových hmotností, aniž by došlo k výraznějšímu zhoršení kvality masa (zejména protučnění). Plemeno je velkého tělesného rámce, klidného temperamentu, červeno - rezavého zbarvení.

Duroc se používá v hybridizačních programech jako terminální otcovské plemeno s hybridními prasnicemi large white x landrase, kde dosahuje téměř 100 % heterozního efektu u významných užitkových vlastností. Finální hybridy poskytují nejen vysoký výnos jatečně upravených těl a vysokou kvalitu libového masa při nízké spotřebě krmiva, ale jsou také životaschopnější a odolnější vůči nemocem.

4.2 Výživa

Prasatům byla podávána kompletní krmná směs s obsahem tří základních složek - pšenice, ječmen, extrahovaný sojový šrot a krmný doplněk (premix). Krmivo bylo mícháno pro každý kotec samostatně, přičemž prasata měla ke krmivu přístup *ad-libitum*. Krmivo bylo podáváno vždy jedné dvojici společně za předem stanovených krmných křivek.

4.3 Sledované parametry jatečné hodnoty

V experimentu byly sledovány parametry jatečné hodnoty s ohledem na plemeno a s ohledem na plemeno a pohlaví.

4.3.1 Kvantitativní ukazatele

Ze základních kvantitativních ukazatelů byla sledována živá hmotnost při porážce, jatečná výtěžnost a hmotnost JUT. Dále byl sledován podíl libové svaloviny, výška hřbetního tuku, hmotnost kýty, krkovičky, plece a pečeně a celkový podíl a hmotnost hlavních masitých částí. Kýta, krkovička, plec a pečeně byly disekovány na maso s kostí a tukové krytí s kůží.

4.3.2 Fyzikální kvalitativní ukazatele

Z kvalitativních ukazatelů bylo sledováno pH měřeno pH metrem 45 minut *post mortem*, teplota a elektrická vodivost kýty a pečeně měřená konduktometrem 50 minut *post mortem*. Pomocí spektrofotometru Minolta CM-2500d byla zjišťována barva hřbetního tuku a pečeně. Dále byla měřena ztráta masové šťávy odkapem (24 hod. při 5 °C) a varem. Dle metody Warner-Bratzle na přístroji Instron 3342 byla měřena křehkost masa silou ve stříhu syrového a vařeného masa, kdy maso bylo vařeno ve vodní lázni při teplotě 80 °C po dobu 1 hodiny.

4.3.3 Chemické kvalitativní ukazatele

Z chemických ukazatelů byly sledovány v pečení (MLLT) tyto parametry:

- obsah vody a sušiny (gravimetrické stanovení rozdílu hmotností vzorku před a po ukončení sušení s mořským pískem),
- obsah tuku (gravimetrické stanovení po extrakci petroletherem),
- obsah dusíkatých látek (stanovení amino – dusíku podle Kjeldahla),
- obsah popelovin (spalování vzorku při 550 °C až do dokonalého spálení organických látek).

4.4 Statistická analýza

Ke statistickému vyhodnocení byl použit program SAS® Propriety Software Release 6.04 (2001) analýzy variance (ANOVA), rozdíly mezi jednotlivými sledovanými znaky byly otestovány pomocí procedury GLM. Všechny výsledky byly shrnuty do tabulkové podoby.

V rámci provedené testace byl sledován vliv plemene, pohlaví a jejich vzájemná interakce, která byla zahrnuta do statistického vyhodnocení. Testování významných rozdílů bylo provedeno podle matematicko-statistického vzorce dvoufaktoriální analýzou:

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

Y_{ij}	=	hodnota znaku
μ	=	celkový průměr
d_i	=	vliv plemene (ČBU, ČL, D)
s_j	=	vliv pohlaví (j = vepřík, prasnička)
$(ds)_{ij}$	=	kombinace účinku plemene a pohlaví
e_{ij}	=	náhodný efekt

5 Výsledky

5.1 Ukazatele s ohledem na plemeno

V následujících tabulkách jsou zobrazeny naměřené hodnoty s ohledem na plemeno.

5.1.1 Kvantitativní ukazatele

Tabulka č. 5 zobrazuje kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty pouze s ohledem na plemeno. Prasata všech plemen byla porážena při průměrné hmotnosti 111 kg. Jatečná výtěžnost činila v průměru 80 %, avšak nejvyšší byla u plemene ČBU. Hmotnost JUT a tím pádem hmotnost obou jatečných půlek byla nejvyšší u plemene duroc (90,26 kg). Podíl libové svaloviny byl nejvyšší u české landrase (59,27 %). Hmotnost kýty, krkovičky a plece byla nejvyšší u plemene duroc, ale hmotnost pečeně byla vyšší u ČBU a ČL. V nejdůležitějších ukazatelích (hmotnost a podíl hlavních masitých částí) vyšlo nejlépe ČBU. Statistická průkaznost byla zjištěna pouze u podílu hlavních masitých částí ($P = 0,002$).

Tabulka 5: Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na plemeno

Plemeno	ČBU	ČL	D	SEM	<i>P</i> -value
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}		
živá hmotnost při porážce (kg)	110,06	110,50	113,63	1,138	ns
jatečná výtěžnost (%)	80,11	79,51	79,49	0,185	ns
hmotnost JUT (kg)	88,16	87,85	90,26	0,861	ns
hmotnost JUT – pravá půlka (kg)	43,99	43,69	45,04	0,438	ns
hmotnost JUT – levá půlka (kg)	44,17	44,16	45,23	0,434	ns
podíl libové svaloviny (%)	59,08	59,27	58,74	0,320	ns
výška hřbetního tuku (mm)	15,00	15,07	16,00	0,719	ns
hmotnost kýty celkem (maso + tuk + kost) (kg)	11,18	11,21	11,76	10,88	ns
hmotnost krkovičky celkem (maso + tuk + kost) (kg)	3,51	3,50	3,56	0,073	ns
hmotnost plece celkem (maso + tuk + kost) (kg)	6,05	5,82	6,19	0,064	ns
hmotnost pečeně celkem (maso + tuk + kost) (kg)	7,30	7,30	7,23	0,068	ns
hmotnost hlavních masitých částí (maso + kost) (kg)	22,79	21,76	22,57	0,212	ns
podíl hlavních masitých částí (maso + kost) (%)	52,88 ^a	50,70 ^b	51,41 ^{ab}	0,379	0,002

Poznámka: ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; SEM = standární chyba průměru; *P*-value = průkaznost; % = procento; kg = kilogram; mm = milimetr; JUT = jatečně upravené tělo; \bar{x} = průměr, ns = neprůkazné.

5.1.2 Kvalitativní ukazatele - fyzikální vlastnosti

Tabulka 6 zobrazuje kvalitativní parametry JUT. Vysoká statistická průkaznost byla zjištěna u barvy a* ($P = <0,001$) a b* ($P = 0,001$) pečeně a barvy a* ($P = 0,002$) a barvy b* ($P = <0,001$) hřbetního tuku. Dále byla zjištěna u ztráty masové šťávy varem ($P = 0,047$) a síly stříhu vařeného masa MLLT ($P = 0,012$). Nejnižší ztráta masové šťávy varem vykazovala pečeně prasat česká landrase, zatímco nejkřehčí maso měla prasata plemene duroc. V ostatních parametrech statistická průkaznost nebyla zjištěna.

Tabulka 6: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na plemeno

Plemeno	ČBU	ČL	D	SEM	P-value
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}		
pH - pečeně	6,24	6,37	6,21	0,060	ns
teplota - pečeně	37,12	37,41	36,48	0,201	ns
elektrická vodivost mS - pečeně	3,61	3,24	3,64	0,083	ns
pH - kýta	5,95	6,14	5,86	0,050	ns
teplota - kýta	38,64	38,74	39,09	0,178	ns
elektrická vodivost mS - kýta	3,93	3,94	4,65	0,194	ns
barva L* - pečeně	52,16	50,68	52,72	0,484	ns
barva a*- pečeně	-1,19 ^b	-2,21 ^c	-0,38 ^a	0,160	<0,001
barva b*- pečeně	8,67 ^{ab}	7,23 ^b	9,83 ^a	0,252	0,001
barva L* hřbetního tuku	78,17	78,01	77,74	0,210	ns
barva a* hřbetního tuku	-0,01 ^b	-0,41 ^c	0,11 ^a	0,056	0,002
barva b* hřbetního tuku	8,05 ^a	6,76 ^b	8,53 ^a	0,163	<0,001
ztráta masové šťávy odkapem (%)	2,60	2,47	2,72	0,261	ns
ztráta masové šťávy varem (%)	34,13 ^a	32,39 ^b	35,26 ^a	0,400	0,047
síla stříhu syrového masa - pečeně (N)	55,91	46,43	47,22	2,920	ns
síla stříhu vařeného masa - pečeně (N)	45,95 ^b	57,76 ^a	43,94 ^b	1,843	0,012

Poznámka: ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; SEM = standartní chyba průměru; P-value = průkaznost; % = procento; \bar{x} = průměr; mS = milisiemens; N = newton; ns = neprůkazné.

5.1.3 Kvalitativní ukazatele - chemické analýzy

Tabulka 7 zobrazuje výsledky chemické analýzy. U plemene duroc byl zaznamenán nejvyšší obsah vody v pečení, zatímco pečeně ČL vykazovalo nejvyšší obsah sušiny a dusíkatých látek. Nejvyšší obsah tuku a popelovin v pečení mělo plemeno D. Statistická průkaznost byla zjištěna jen u obsahu dusíkatých látek ($P = 0,019$) a obsahu popelovin ($P = 0,013$).

Tabulka 7: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické analýzy s ohledem na plemeno

Plemeno	ČBU	ČL	D	SEM	<i>P</i> -value
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}		
obsah vody - pečeně (%)	73,55	73,54	73,71	0,118	ns
obsah sušiny - pečeně (%)	26,45	26,46	26,29	0,118	ns
obsah tuku - pečeně (%)	2,05	2,02	2,10	0,112	ns
obsah dusíkatých látek - pečeně (%)	22,41 ^a	22,83 ^a	21,88 ^b	0,139	0,019
obsah popelovin - pečeně (%)	1,27 ^b	1,23 ^b	1,38 ^a	0,017	0,013

Poznámka: ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; SEM = standartní chyba průměru; *P*-value = průkaznost; % = procento; \bar{x} = průměr; ns = neprůkazné.

5.2 Ukazatele s ohledem na plemeno a pohlaví

5.2.1 Kvantitativní ukazatele

Tabulka 8 ukazuje vyhodnocení kvantitativních ukazatelů JUT při vzájemné interakce plemene a pohlaví. Statistická průkaznost byla prokázána u živé hmotnosti ($P = 0,060$) a jatečné výtěžnosti ($P = 0,003$) pouze s ohledem na pohlaví. Prasničky všech plemen měly vždy vyšší jatečnou výtěžnost. V rámci pohlaví byla zjištěna průkaznost i u hmotnosti krkovičky ($P = 0,029$) a hmotnosti hlavních masitých částí ($P = 0,021$). Vyšších hodnot dosahovali vždy vepřici.

Průkaznost interakce plemene i pohlaví byla zjištěna u podílu libové svaloviny a výšky hřbetního tuku ($P = 0,022$). Nejvyšší podíl libové svaloviny měli vepřici plemene ČBU, zatímco nejvyšší hodnota výšky hřbetního tuku byla naměřena u prasniček rovněž plemene ČBU. Pouze s ohledem na plemeno byla zjištěna průkaznost u podílu hlavních masitých částí ($P = 0,002$).

Tabulka 8: Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na plemeno a pohlaví

Plemeno	ČBU		ČL		D		SEM	P-value			
	Pohlaví	vepřík	prasnička	vepřík	prasnička	vepřík		prasnička	plemeno	pohlaví	plemeno x pohlaví
		\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}				
živá hmotnost při porážce (kg)		111,89	108,42	114,92	107,19	117,00	110,25	1,138	ns	0,060	ns
jatečná výtěžnost (%)		78,99	81,12	78,95	79,93	79,20	79,78	0,185	ns	0,003	ns
hmotnost JUT (kg)		88,38	87,96	90,72	85,70	92,58	87,95	0,861	ns	ns	ns
hmotnost JUT – pravá půlka (kg)		44,23	43,77	45,38	42,43	46,35	43,73	0,438	ns	ns	ns
hmotnost JUT – levá půlka (kg)		44,14	44,19	45,33	43,28	46,23	44,23	0,434	ns	ns	ns
podíl libové svaloviny (%)		60,95 ^a	57,39 ^c	59,61 ^{ab}	59,02 ^{bc}	58,79 ^{bc}	58,69 ^{bc}	0,320	ns	0,002	0,022
výška hřbetního tuku (mm)		10,56 ^c	19,00 ^a	14,00 ^{bc}	15,88 ^{ab}	15,75 ^{ab}	16,25 ^{ab}	0,719	ns	0,001	0,022
hmotnost kýty celkem (maso + tuk + kost) (kg)		10,97	11,37	11,44	11,04	12,15	11,37	0,136	ns	ns	ns
hmotnost krkovičky celkem (maso + tuk + kost) (kg)		3,61	3,43	3,83	3,24	3,94	3,17	0,073	ns	0,029	ns
hmotnost plece celkem (maso + tuk + kost) (kg)		6,26	5,87	6,03	5,66	6,22	6,16	0,064	ns	ns	ns
hmotnost pečeně celkem (maso + tuk + kost) (kg)		7,16	7,42	7,41	7,23	7,31	7,15	0,068	ns	ns	ns
hmotnost hlavních masitých částí (maso + kost) (kg)		23,19	22,42	22,56	21,16	22,97	22,18	0,212	ns	0,021	ns
podíl hlavních masitých částí (maso + kost) (%)		53,67	52,16	50,48	50,87	51,02	51,81	0,379	0,002	ns	ns

Poznámka: ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; SEM = standartní chyba průměru; P-value = průkaznost; % = procento; kg = kilogram; mm = milimetr; JUT = jatečně upravené tělo; \bar{x} = průměr; ns = neprůkazné.

5.2.2 Kvalitativní ukazatele - fyzikální vlastnosti

Tabulka 9 ukazuje výsledky kvalitativních vlastností JUT. V rámci plemene byla prokázána statistická průkaznost u barvy a* ($P = <,0001$) a barvy b* ($P = 0,001$) pečeně, barvy a* ($P = 0,002$) a barvy b* ($P = <,0001$) hřbetního tuku a síly stříhu vařeného masa pečeně ($P = 0,015$). Nejvyšší hodnoty žlutosti a červenosti pečeně a hřbetního tuku a nejvyšší křehkost vařené pečeně byla zaznamenána u plemene duroc.

Statistická průkaznost v interakci plemene a pohlaví byla zjištěna u hodnoty světlosti (L^*) pečeně ($P = 0,035$). Nejsvětlejší maso měly prasničky plemene duroc.

Tabulka 9: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – fyzikální vlastnosti s ohledem na plemeno a pohlaví

Plemeno	ČBU		ČL		D		SEM	P-value			
	Pohlaví	vepřík	prasníčka	vepřík	prasníčka	vepřík		prasníčka	plemeno	pohlaví	plemeno x pohlaví
		\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}				
pH - pečeně		6,37	6,12	6,46	6,29	6,37	6,05	0,060	ns	ns	ns
teplota - pečeně		36,38	37,79	37,10	37,65	36,63	36,33	0,201	ns	ns	ns
elektrická vodivost mS - pečeně		3,63	3,59	3,25	3,23	3,63	3,65	0,083	ns	ns	ns
pH - kýta		6,00	5,90	6,17	6,12	5,88	5,83	0,050	ns	ns	ns
teplota - kýta		37,77	39,42	38,27	39,09	39,18	39,00	0,178	ns	ns	ns
elektrická vodivost mS - kýta		3,95	4,44	3,82	4,03	4,47	4,83	0,194	ns	ns	ns
barva L* - pečeně		52,93 ^{ab}	51,47 ^{bc}	52,42 ^{ab}	49,38 ^c	50,32 ^{bc}	55,13 ^a	0,484	ns	ns	0,035
barva a* - pečeně		-1,25	-1,14	-1,96	-2,41	-0,62	-0,14	0,160	<0,001	ns	ns
barva b* - pečeně		9,05	8,32	8,24	6,47	9,39	10,27	0,252	0,001	ns	ns
barva L* hřbetního tuku		78,83	77,58	77,65	78,29	78,04	77,44	0,210	ns	ns	ns
barva a* hřbetního tuku		-0,02	0,00	-0,42	-0,40	-0,01	0,23	0,056	0,002	ns	ns
barva b* hřbetního tuku		8,28	7,84	6,81	6,72	8,58	8,49	0,163	<0,001	ns	ns
ztráta masové šťávy odkapem (%)		2,28	2,89	2,10	2,76	2,46	2,98	0,261	ns	ns	ns
ztráta masové šťávy varem (%)		33,88	34,36	33,44	31,61	35,17	35,36	0,400	ns	ns	ns
síla stříhu syrového masa - pečeně (N)		45,16	65,58	39,72	51,46	31,56	62,88	2,920	ns	ns	ns
síla stříhu vařeného masa - pečeně (N)		47,31	44,73	58,80	56,98	44,61	43,26	1,843	0,015	ns	ns

Poznámka: ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; SEM = standartní chyba průměru; P-value = průkaznost; % = procento; \bar{x} = průměr; mS = milisiemens; N = newton; ns = neprůkazné.

5.2.3 Kvalitativní ukazatele - chemické analýzy

Tabulka 10 zobrazuje výsledky chemických analýz s ohledem na plemeno a pohlaví. Statistická průkaznost byla zjištěna pouze s ohledem na plemeno u obsahu popelovin ($P = 0,018$), kdy nejvyšší hodnoty vykazovala pečeně plemene duroc.

Tabulka 10: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické analýzy s ohledem na plemeno a pohlaví

Plemeno	ČBU		ČL		D		SEM	P-value		
	vepřík	prasnička	vepřík	prasnička	vepřík	prasnička		plemeno	pohlaví	plemeno x pohlaví
Pohlaví	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}				
obsah vody - pečeně (%)	73,74	73,38	73,82	73,33	73,90	73,52	0,118	ns	ns	ns
obsah sušiny - pečeně (%)	26,26	26,62	26,18	26,67	26,10	26,48	0,118	ns	ns	ns
obsah tuku - pečeně (%)	2,11	1,99	1,76	2,22	1,87	2,33	0,112	ns	ns	ns
obsah dusíkatých látek - pečeně (%)	22,34	22,47	22,64	22,98	21,77	22,00	0,139	ns	ns	ns
obsah popelovin - pečeně (%)	1,30	1,25	1,28	1,20	1,39	1,37	0,017	0,018	ns	ns

Poznámka: ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; SEM = standartní chyba průměru; P-value = průkaznost; % = procento; \bar{x} = průměr; ns = neprůkazné.

6 Diskuze

6.1 Parametry s ohledem na plemeno

Landrase a bílé ušlechtilé jsou známé produkcí vysoce kvalitního vepřového masa. Jsou velmi osvalené s vysokým podílem libového masa a nízkým obsahem hřbetního tuku (Lonergan 2001). To se shoduje s našimi výsledky, jelikož nejvyšší jatečné výtěžnosti dosahovalo plemeno ČBU, které mělo zároveň nejvyšší hmotnost a podíl hlavních masitých částí, kde byla zjištěna i statistická průkaznost ($P = 0,002$). Obě tato plemena měla nízký hřbetní tuk oproti plemeni D. Plemeno D je možné vykrmovat do vyšších porážkových hmotností, aniž by došlo k výraznému poklesu přírůstku svaloviny, výraznému nárůstu tvorby tuku nebo zhoršení kvality masa. Maso plemene duroc vyniká výrazným mramorováním (Hrústová 2021). V testu bylo plemeno D poraženo při nejvyšší průměrné hmotnosti a dosahovalo nejvyšší hmotnosti JUT a nejvyššího hřbetního tuku, avšak výtěžnost byla ze všech tří plemen nejnižší.

Ve kvalitativních ukazatelích byl statisticky prokázán vliv plemene na barvu a^* a b^* pečeně a hřbetního tuku, ztrátu masové šťávy varem a sílu ve stříhu vařeného masa. V chemických ukazatelích byl statisticky prokázán vliv plemene na obsah dusíkatých látek a obsah popelovin v pečení. Nejtučnější bylo maso plemene D, obsahovalo i nejvíce popelovin.

Studie Choi et al. (2016) uvádí, že hodnoty světlosti pečeně (barvy L^*) plemene duroc byly významně vyšší než u plemene landrase. Hodnoty červené barvy a^* a žluté barvy b^* u plemen duroc a bílé ušlechtilé byly vyšší než u landrase. Podle Lee et al (2012) hodnoty síly masa ve stříhu u landrase a bílé ušlechtilé byly vyšší než u duroca. Vyšší obsah intramuskulárního tuku duroca činí maso šťavnatější a křehčí ve srovnání s plemeny landrase a bílé ušlechtilé. Nejvyšší pH masa bylo zaznamenáno u plemene landrase. Naše výsledky vykazují podobná data, nejčervenější maso bylo maso pečeně plemene D a mělo nejvyšší hodnoty barvy b^* . Nejsvětější maso mělo také plemeno D. Ztráta masové šťávy odkapem i varem byla nejvyšší u D, avšak Mörlein et al. (2007) říká, že intramuskulární tuk by mohl fungovat jako fyzická bariéra proti ztrátě odkapem. Síla ve stříhu vařeného masa byla nejnižší u plemene D, ale síla ve stříhu syrového masa byla nejnižší u ČL. Hodnota pH pečeně i kýty byla taktéž nejvyšší u ČL. Rozdíly v hodnotách pH vepřového masa mohou být způsobeny posmrtnou glykolýzou. Nižší hodnoty pH znamenají nižší kvalitu masa ve srovnání s masem s normálním pH (Zhu et al. 2011). Konečné pH masa může být také ovlivněno plemenem, krmným prostředím, porážkou a následným ošetřením JUT.

6.2 Parametry s ohledem na plemeno a pohlaví

S ohledem na pohlaví byla pro jatečnou výtěžnost zjištěna statistická průkaznost, vyšších hodnot dosahovaly prasničky. Nejvyšších porážkových hmotností dosáhli vepřici plemene D. Studie Ševčíkové & Machálka (2008) uvádí, že vepři za stejný počet krmných dnů dosahují vyšší jatečné hmotnosti při zhoršených jatečných ukazatelích, zatímco prasničky lze charakterizovat lepší zmasilostí jatečných trupů a celkově příznivějšími ukazateli jatečné hodnoty. Toto konstatování je též v souladu s faktem, že se stoupající živou hmotností se podíl masa na jatečném těle snižuje a zvyšuje se obsah tuku. Odlišné požadavky organismu prasat rozdílného pohlaví vyplývají z obecných zákonitostí růstu a vývoje jednotlivých tělesných komponent. V experimentu nejvyšší hmotnost JUT vykazovali vepřici plemene D, což toto

konstatování dokládá, avšak nebyla statisticky prokázána. Na podíl libové svaloviny a výšku hřbetního tuku mělo statisticky významný vliv pohlaví i interakce plemene a pohlaví. Vyššího podílu svaloviny dosahovaly vždy vepřici, nejvyššího vepřici plemene ČBU. Vyšší hřbetní tuk měly vždy prasničky a nejvyšší plemeno ČBU. Studie Ayuso et al. (2014) došla ke stejnému výsledku ohledně výšky hřbetního tuku, kde také měly vyšší hřbetní tuk prasničky oproti vepříkům. Vepřici měli největší hmotnost hlavních masitých částí. Nejvyšší podíl masitých částí byl zaznamenán u plemene ČBU.

Z kvalitativních ukazatelů byla statisticky prokázána interakce plemene a pohlaví pro barvu L^* pečeně. Lindahl et al. (2001) pozorovali úzký vztah mezi koncentrací hemového pigmentu v mase a hodnotami barev L^* , a^* a b^* . Nejsvětlejší maso měly prasničky plemene duroc. Hodnoty červenosti (a^*) a žlutosti (b^*) pečeně a červenosti (a^*) a žlutosti (b^*) hřbetního tuku byly nejvyšší u plemene duroc. Síla ve stříhu syrového masa byla neprůkazně vyšší u prasniček všech plemen, ale u vařeného masa byl zaznamenán vliv plemene, kdy nekřehčí maso měli vepřici a prasničky plemene duroc.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda mělo plemeno, pohlaví a jejich vzájemná interakce vliv na kvantitativní a kvalitativní ukazatele vepřového masa.

Naše výsledky naznačují, že plemena ČBU a ČL jsou producenty kvalitního masa s vysokou výtěžností, vysokým podílem libového masa s nízkým obsahem hřbetního tuku. Plemeno ovlivnilo podíl hlavních masitých částí, nejvyšší podíl mělo plemeno ČBU oproti plemenům ČL a D. Plemeno D mělo neprůkazně nejvyšší hmotnost JUT a hřbetní tuk. Maso plemene D se vyznačovalo neprůkazně nejvyšším obsahem tuku. Barvy a^* a b^* pečeně a hřbetního tuku byly ovlivněny plemenem. Plemeno mělo také vliv na ztrátu masové šťávy varem a sílu stříhu vařeného masa. Maso plemene ČL a D se jevilo jako nejkřehčí díky neprůkazně nižší síle stříhu syrového masa, ale síla stříhu vařeného masa byla nejnižší u plemene D. Plemeno D vykazovalo nejvyšší ztráty masové šťávy varem i odkapem, což může negativně ovlivnit kulinářskou úpravu a chuť masa.

V rámci interakce plemene a pohlaví jsme zjistili, že tato interakce ovlivnila podíl libové svaloviny, výšku hřbetního tuku a barvu L^* pečeně. Vepřici plemene ČBU dosahovali vyššího podílu libové svaloviny. Nejvyšší hřbetní tuk vykazovaly prasničky plemene ČBU. Nejměkčí maso měly prasničky plemene duroc.

Bylo předpokládáno, že plemeno, pohlaví a jejich vzájemná interakce ovlivňuje kvantitativní a kvalitativní ukazatele vepřového masa. Interakce plemene a pohlaví ovlivnila jen minimum ukazatelů, avšak plemeno a pohlaví výrazně tyto ukazatele ovlivnily.

8 Literatura

Aaslyng MD, Meinert, L. 2017. Meat flavour in pork and beef–From animal to meal. *Meat science*. **132**:112-117.

Adzitey F. 2011. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *International Food Research Journal* **18**.

Ali A, Shaukat H, Ahmed M, Bostani A, Hussain SA. 2021. Relation of electrical stimulation to meat standard. *Veterinary Sciences: Research and Reviews* **7**:42-51.

Andersen HJ, Oksbjerg N, Young JF, Therkildsen M. 2005. Feeding and meat quality– a future approach. *Meat science* **70**:543-554.

Ayuso D, González A, Hernández F, Peña F, Izquierdo M. 2014. Effect of sex and final fattening on ultrasound and carcass traits in Iberian pigs. *Meat science* **96**:562-567.

Babović J, Carić M, Djordjević D, Lazić S. 2011. Factors influencing the economics of the pork meat production. *Agricultural economics* **57**:203-209.

Bartoň L, Bureš D, Kubešová M, Pipek P, Pulkrábek J. 2012. Učební texty pro školení klasifikátorů jatečného skotu (SEUROP). VÚŽV, Praha-Uhřetěves **46**.

Berg EP. 1998. Critical points affecting fresh pork quality within the packing plant. *National Pork Producers Council Facts*.

Bertram HC, Engelsen SB, Busk H, Karlsson AH, Andersen HJ. 2004. Water properties during cooking of pork studied by low-field NMR relaxation: effects of curing and the RN– gene. *Meat Science* **66**:437-446.

Bilić-Šobot D, Čandek-Potokar M, Kubale V, Škorjanc D. 2014. Boar taint: interfering factors and possible ways to reduce it. *Agricultura* **11**:35-48.

Bonneau M and Weiler U. 2019. Pros and cons of alternatives to piglet castration: Welfare, boar taint, and other meat quality traits. *Animals* **9**:884.

Brinke I, Große-Brinkhaus C, Roth K, Pröll-Cornelissen MJ, Henne H, Schellander K, Tholen E. 2020. Genomic background and genetic relationships between boar taint and fertility traits in German Landrace and Large White. *BMC genetics* **21**:1-13.

Broom DM. 2010. Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Veterinary Medical Education* **37**:83–88.

Burgeon, Clément. 2021. Past, present, and future trends in boar taint detection. *Trends in Food Science & Technology* **112**:283-297.

Cobanovic N, Stajkovic S, Grkovic N, Suvajdzic B, Vasilev D, Karabasil N. 2019. Effects of RYR1 gene mutation on the health, welfare, carcass and meat quality in slaughter pigs. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

De Briyne N, Berg C, Blaha T, Temple D. 2016. Pig castration: Will the EU manage to ban pig castration by 2018? *Porcine Health Management* **2**:29.

Dokmanović M, Velarde A, Tomović V, Glamočlija N, Marković R, Janjić J, Baltić MŽ. 2014. The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. *Meat science* **98**:220-226.

Duijvesteijn N, Knol EF, Bijma P. 2012. Direct and associative effects for androstenone and genetic correlations with backfat and growth in entire male pigs. *Journal of animal science* **90**:2465-2475.

Ertbjerg P, Puolanne E. 2017. Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. *Meat science* **132**:139-152.

Faucitano L, Goumon S. 2017. Transport to slaughter and associated handling. In: M. Špinko, editors. *Advances in Pig Welfare*. London, UK: Woodhead Publishing 261-294.

Fernandez X, Neyraud E, Astruc T, Sante V. 2002. Effects of halothane genotype and preslaughter treatment on pig meat quality Part 1 Post mortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of m Longissimus lumborum. *Meat Science* **62**:429-37.

Font-i-Furnols M, Martín-Bernal R, Aluwé M, Bonneau M, Haugen JE, Mörlein D, Škrlep M. 2020. Feasibility of on/at line methods to determine boar taint and boar taint compounds: An overview. *Animals* **10**:1886.

Forrest J. 2010. Meat Quality Problems. Download from http://ag.ansc.purdue.edu/meat_quality/meat_quality_problems.html on 11/06/2010.

Foury A, Lebret B, Chevillon P, Vautier A, Terlouw C, Mormède P. 2011. Alternative rearing systems in pigs: consequences on stress indicators at slaughter and meat quality. *Animal* **5**:1620-1625.

Franco D, Vazquez JA, Lorenzo JM. 2014. Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat science* **96**:195-202.

Gandhi VP and Zhou Z. 2014. Food demand and the food security challenge with rapid economic growth in the emerging economies of India and China. *Food Research International* **63**:108-124.

Garcia-Launay F, Van der Werf HMG, Nguyen TTH, Le Tutour L, Dourmad JY. 2014. Evaluation of the environmental implications of the incorporation of feed-use amino acids in pig production using Life Cycle Assessment. *Livestock Science* **161**:158-175.

Gignoux CR, Henn BM, Mountain JL. 2011. Rapid, global demographic expansions after the origins of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **108**:6044–6049.

Giuffra E, Kijas JMH, Amarger V, Carlborg Ö, Jeon J-T, Andersson L. 2000. The Origin of the Domestic Pig: Independent Domestication and Subsequent Introgression. *Genetics* **2000**:1785–1791.

Hanczakowska E, Świątkiewicz M, Grela ER. 2015. Effect of dietary inclusion of a herbal extract mixture and different oils on pig performance and meat quality. *Meat Science* **108**:61-66.

Houde A, Bard L, Poitras E, Gariépy C, Chesnais J, Milan D. 2002. Determination of the frequency of the RN gene in the breeds of pigs used for breeding purposes in Canada. *CIP Magazine-The Who's Who in Canadian Purebred Swine* 12–13.

Hrústová J. 2021. České bílé ušlechtilé. Available from: <https://www.agropress.cz/ceske-bile-uslechtile/> (accessed March 2021).

Hrústová J. Duroc. 2021. Available from: <https://www.agropress.cz/duroc/> (accessed April 2021).

Channon HA, Baud SR, Kerr MG, Walker PJ. 2003. Effect of low voltage electrical stimulation of pig carcasses and ageing on sensory attributes of fresh pork. *Meat Science* **65**:1315-1324.

Channon HA, Taverner MR, D'Souza DN, Warner RD. 2014. Aitchbone hanging and ageing period are additive factors influencing pork eating quality. *Meat science* **96**:581-590.

Chmiel M, Słowiński M, Dasiewicz K. 2011. Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat. *Meat science* **88**:566-570.

Choi YS, Lee JK, Jung JT, Jung YC, Jung JH, Jung MO, Choi JS. 2016. Comparison of meat quality and fatty acid composition of longissimus muscles from purebred pigs and three-way crossbred LYD pigs. *Korean journal for food science of animal resources* **36**:689.

Jedlička M. 2016. Nové trendy ustájení prasat. Available from: <https://naschov.cz/nove-trendy-ustajeni-prasat/>. (accessed July 2016).

Jukna V, Valaitienė V, Meškinytė-Kaušilienė E, Jankauskas A. 2013. Comparative evaluation of large white pigs and their crossbreeds meat nutritional value and mineral content. *Veterinarija ir zootechnika* **62**:44-49.

Kameník J. 2016. O barvě masa. Available from: <https://www.vyzivapol.cz/wp-content/uploads/2017/06/Barva-masa-MVDr.-J.-Kamen%C4%82%C2%ADk.pdf>. (accessed October 2016).

Karabasil N, Vasiljević M, Dimitrijević M, Vučinić M, Đorđević V, Ivanović J, Kureljušić J. 2013. The study of transport conditions of pigs to the slaughterhouse [in Serbian, with English abstract]. *Meat Technology* **54**:1-7.

Kemp CM, Parr T. 2012. Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderisation. *Meat Science* **92**: 252-259.

Kim TW, Kim CW, Yang MR, No GR, Kim SW, Kim IS. 2016. Pork quality traits according to postmortem pH and temperature in Berkshire. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **36**:29.

Kučera B, Jůzl M, Ingr I. 2014. Hodnocení kvality jatečně upravených těl prasat v České republice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **57**:137-146.

Lebret B, Prunier A, Bonhomme N, Foury A, Mormède P, Dourmad JY. 2011. Physiological traits and meat quality of pigs as affected by genotype and housing system. *Meat Science* **88**:14-22.

Lee CW, Lee JR, Kim MK, Jo C, Lee KH, You I, Jung S. 2016. Quality improvement of pork loin by dry aging. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **36**:369.

Lee SH, Choe JH, Choi YM, Jung KC, Rhee MS, Hong KC, Lee SK, Ryu YC, Kim BC. 2012. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. *Meat science* **90**:284-291.

Lindahl G, Lundström K, Tornberg E. 2001. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science* **59**:141-151.

Llonch P, Rodriguez P, Gispert M, Dalmau A, Manteca X, Velarde A. 2012. Stunning pigs with nitrogen and carbon dioxide mixtures: effects on animal welfare and meat quality. *Animal* **6**:668-675.

Lonergan M, Huff-Lonergan E, Rowe LJ, Kuhlers DL, Jungst SB. 2001. Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. *Journal of Animal Science* **79**:2075-2085.

Looft C, Neuhoff C, Gunawan A, Frieden L, Pröll M, Große-Brinkhaus C, Tholen E. 2012. Molecular genetic analysis of boar taint.

Lunde K, Skuterud E, Nilsen A, Egelanddal B. 2009. A new method for differentiating the androstenone sensitivity among consumers. *Food Quality and Preference* **20**:304-311.

Marcon AV, Caldara FR, de Oliveira GF, Gonçalves LM, Garcia RG, Paz IC, Marcon A. 2019. Pork quality after electrical or carbon dioxide stunning at slaughter. *Meat science* **156**:93-97.

Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Müller S, Wesoly R, Mörlein D. 2015. Evaluating the performance of sensory quality control: The case of boar taint. *Meat Science* **100**:73-84.

Ministerstvo zemědělství. 2021. Spotřeba masa, kvalita a bezpečnost potravin ve vztahu k vepřovému masu. Pages 49-50 in *Situační a výhledová zpráva „Prasata a vepřové maso“*, Praha.

Moak KAT. 2021. Impact of two novel trailer designs on trailer microclimate, animal welfare, and meat quality during short distance transportation of pigs to slaughter under Canadian summer and winter conditions. [Doctoral dissertation]. University of Guelph.

Mörlein D, Link G, Werner C, Wicke M. 2007. Suitability of three commercially produced pig breeds in Germany for a meat quality program with emphasis on drip loss and eating quality. *Meat Science* **77**:504-511.

Mörlein D, Meier-Dinkel L, Moritz J, Sharifi AR, Knorr C. 2013. Learning to smell: Repeated exposure increases sensitivity to androstenone, a major component of boar taint. *Meat Science* **94**:425-431.

Nakev J, Popova T. 2020. Quality of meat in purebred pigs involved in crossbreeding schemes. I. Chemical composition and quality characteristics of *m. longissimus thoracis*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **26**:894-898.

Novák O. 2015. Procesy v tuzemské produkci v komoditní vertikále jatečných prasat a vepřového masa a návaznosti na zahraniční obchod [BSc. Thesis]. Mendelova univerzita, Brno.

Okrouhlá M, Stupka R, Čítek J, Šprysl M, Brzobohatý L. 2011. The effect of linseed addition into diet on meat quality in pigs. *Czech University of Life Sciences Prague, Czech republic*.

Otoni C. 2013. Pig domestication and human-mediated dispersal in western eurasia revealed through ancient DNA and geometric morphometrics. *Molecular Biology and Evolution* **30**:824-832.

Papanagiotou P, Tzimitra-Kalogianni I, Melfou K. 2013. Consumers' expected quality and intention to purchase high quality pork meat. *Meat science* **93**:449-454.

Pearce KL, Rosenvold K, Andersen HJ, Hopkins DL. 2011. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes - a review. *Meat Science* **89**:111-124.

Pethick DW, Ball AJ, Banks RG, Hocquette JF. 2011. Current and future issues facing red meat quality in a competitive market and how to manage continuous improvement. *Animal Production Science* **51**:13-18.

Pokorný Z. Prase Duroc. 2013. Available from: <http://www.chovzvirat.cz/zvire/3421-prase-duroc/> (accessed December 2013).

Pomar C, Remus A. 2019. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers* **9**:52-59.

Pospiech E, Iwanowska A, Montowska M. 2011. Animal materials and their quality. Quality of raw meat and its determinants. Meat defects and possibilities to reduce their negative impact on quality (in Polish). Warsaw, Poland 231-249.

Pushkina D, Raia P. 2008. Human influence on distribution and extinctions of the late Pleistocene Eurasian megafauna. *Journal of Human Evolution* **54**:769-782.

Rey-Salgueiro L, Martinez-Carballo E, Fajardo P, Chapela MJ, Espiñeira M, Simal, Gandara, J. 2018. Meat quality in relation to swine well-being after transport and during lairage at the slaughterhouse. *Meat Science* **142**:38-43.

Rosenvold K and Andersen HJ. 2003. Factors of significance for pork quality - a review. *Meat science* **64**:219-237.

Rysová L. 2019. Jak zraje maso po porážce? Available from: <https://www.agropress.cz/jak-zraje-maso-po-porazce/>. (accessed February 2019).

Sans P, Combris P. 2015. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961-2011). *Meat Science* **109**:106-111.

Shange N, Gouws P, Hoffman LC. 2019. Changes in pH, colour and the microbiology of black wildebeest (*Connochaetes gnou*) longissimus thoracis et lumborum (LTL) muscle with normal and high (DFD) muscle pH. *Meat science* **147**:13-19.

Scheffler TL, Scheffler JM, Kasten SC, Sosnicki AA, Gerrard DE. 2013. High glycolytic potential does not predict low ultimate pH in pork. *Meat Science* **95**:85-91.

Schwartzkopf Genswein KL, Faucitano S, Dadgar P, Shand LA, González, Crowe T. 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: a review. *Meat Science* **92**:227-243.

Sládek L, Mikule V, Čechová M, Hadaš Z, Chládek G. 2010. An influence of slaughter weight on commercial designation of carcass hybrid pigs (CLW x CL) x (D x BL) According to SEUROP System. *Research in pig breeding* **4**:17-21.

Śmiecińska K, Denaburski J, Sobotka W. 2011. Slaughter value, meat quality, creatine kinase activity and cortisol levels in the blood serum of growing-finishing pigs slaughtered immediately after transport and after a rest period. *Polish Journal of Veterinary Sciences*.

Smítal J. 2019. Technologie pro dokonalé krmení prasat. Available from: www.infopigs.blogspot.com. (accessed January 2020).

Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2013. *Základy chovu prasat*. Powerprint s.r.o, Praha.

Sun X, Young J, Liu JH, Bachmeier L, Somers RM, Chen KJ, Newman D. 2016. Prediction of pork color attributes using computer vision system. *Meat science* **113**:62-64.

Switonski M, Stachowiak M, Cieslak J, Bartz M, Grzes M. 2010. Genetics of fat tissue accumulation in pigs: a comparative approach. *Journal of Applied Genetics* **51**:153-68.

Ševčíková S and Machálek V. 2008. *Technika výkrmu prasat*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves.

Tao F, Peng Y. 2014. A method for nondestructive prediction of pork meat quality and safety attributes by hyperspectral imaging technique. *Journal of Food Engineering* **126**:98-106.

Tapp Iii WN, Yancey JWS, Apple JK. 2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat science* **89**:1-5.

Tazi I, Isnaini NL, Mutmainnah M, Ainur A. 2019. Principal component analysis (PCA) method for classification of beef and pork aroma based on electronic nose. *Indonesian Journal of Halal Research (IJHAR)* **1**:5-8.

Technologie ustájení prasat. Available from:
<https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/tech.ust.prasata.html>

Velarde A, Fàbrega E, Blanco-Penedo I, Dalmau A. 2015. Animal welfare towards sustainability in pork meat production. *Meat Science* **109**: 13-17.

Velechovská J. 2016. Výživa a krmení prasat. Available from: <https://naschov.cz/vyziva-a-krmeni-prasat/>. (accessed December 2016).

Velechovská J. 2018. Ohrožená anglická plemena prasat. Available from: <https://www.naschov.cz/ohrozena-anglicka-plemena-prasat/> (accessed April 2018).

Verbeke W, Pérez-Cueto FJ, Barcellos MD, Krystallis A, Grunert KG. 2010. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. *Meat Science* **84**:284-92.

Vítek M, Pulkrábek J, Vališ L, David L. 2012. The prediction of lean meat content in pig carcasses before evisceration using the ufom-300 apparatus. *Research in pig breeding* **6**:62-65.

Von Borell E, Baumgartner J, Giersing M, Jäggin N, Prunier A, Tuytens FAM, Edwards SA. 2009. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* **3**:1488-1496.

Warriss PD. 2000. *Meat science: An introductory text*. CAB-International: Wallingford.

Wilkinson S, Lu ZH, Megens HJ, Archibald AL, Haley C, Jackson IJ, Groenen MAM, Crooijmans RPMA, Ogden R, Wiener P. 2013. Signatures of Diversifying Selection in European Pig Breeds. *PLoS Genetics* **9**.

Yang S, Li X, Li K, Fan B, Tang Z. 2014. A genome-wide scan for signatures of selection in Chinese indigenous and commercial pig breeds. *BMC genetics* **15**:1-9.

Zhen S, Liu Y, Li X, Ge K, Chen H, Li C, Ren F. 2013. Effects of lairage time on welfare indicators, energy metabolism and meat quality of pigs in Beijing. *Meat science* **93**:287-291.

Zhu X, Ruusunen M, Gusella M, Zhou G, Puolanne E. 2011. High post-mortem temperature combined with rapid glycolysis induces phosphorylase denaturation and produces pale and exudative characteristics in broiler pectoralis major muscles. *Meat Science* **89**:181-188.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

a*	červenost masa
b*	žlutost masa
CO ₂	oxid uhličitý
ČBU	české bílé ušlechtilé
ČL	česká landrase
ČR	Česká republika
D	duroc
DFD	dark, firm, dry (tmavé, tuhé, suché maso)
DNA	deoxyribonukleová kyselina
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
Fe ²⁺	dvojmocné železo
JUT	jatečně upravené tělo
kg	kilogram
L*	světlost masa
MLLT	<i>musculus longissimus lumborum et thoracis</i>
MUFA	mononenasycené mastné kyseliny
NN	dominantní homozygot
Nn	heterozygot
pH	záporná hodnota dekadického logaritmu koncentrace vodíkových iontů
PSE	pale, soft, exudative (světlé, měkké, vodnaté maso)
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
PUFA n-3	omega tři polynenasycené mastné kyseliny
PUFA n-6	omega šest polynenasycené mastné kyseliny
PUFA n-6/n-3	poměr omega 3 a omega 6 polynenasycených mastných kyselin
RFN	reddish, firm, non-exudative (maso normální kvality)
RN	Redement Napole gen
RYR1	halotan gen
SEUROP	systém pro zpeněžování prasat
SFA	nasycené mastné kyseliny
USFA	nenasycené mastné kyseliny
%	procento
°C	stupně Celsia

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Plemena prasat vyšlechtěná v České republice (strana 4)

Tabulka 2: Klasifikace SEUROP (strana 8)

Tabulka 3: Vliv přídavku lněného semínka na složení mastných kyselin ve vepřovém mase (strana 11)

Tabulka 4: Kritéria pro jakostní skupinovou klasifikaci vepřového masa (strana 15)

Tabulka 5: Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na plemeno (strana 22)

Tabulka 6: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na plemeno (strana 23)

Tabulka 7: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické analýzy s ohledem na plemeno (strana 24)

Tabulka 8: Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na plemeno a pohlaví (strana 25)

Tabulka 9: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – fyzikální vlastnosti s ohledem na plemeno a pohlaví (strana 27)

Tabulka 10: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické analýzy s ohledem na plemeno a pohlaví (strana 29)