

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Vlivy působící na jakost masa

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Trojanová

Obor studia: Kvalita produkce

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

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vlivy působící na jakost masa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.4.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za ochotu, cenné rady, odborné vedení a čas, který mi věnovala při psaní této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala rodičům, partnerovi a přátelům za podporu během celého mého studia.

Vlivy působící na jakost masa

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá vnitřními a vnějšími vlivy, které ovlivňují kvalitu masa. V úvodu práce je definován pojem maso, popsána struktura svalového vlákna a stručně představeny jednotlivé chemické složky masa a některé vlastnosti masa.

Ústředním tématem bakalářské práce jsou vnitřní a vnější vlivy, které působí na jakost masa.

Mezi vnitřní vlivy patří druh, plemeno, pohlaví, věk a porážková hmotnost. Tyto faktory zásadně ovlivňují chemické složení a vlastnosti masa. Z chemického složení masa je nejvíce ovlivňován obsah tuku, který roste s vyšší porážkovou hmotností a věkem. Podíl tuku se mění také v závislosti na živočišném druhu, plemeni a pohlaví. Dalším vnitřním vlivem, který je důležitý zejména u prasat, je pohlaví. U nevykastrovaných samců se objevuje tzv. kančí pach, který může kvalitu masa zhoršit. Riziko vzniku kančího pachu je vhodné eliminovat například kastrací kanců, zvolením vhodné diety nebo porážkou kanců před dosažením pohlavní dospělosti.

Mezi vlivy vnější patří především výživa, způsob chovu, manipulace se zvířetem, průběh porážky a postmortální změny masa, podmínky skladování a balení. Výživa a způsob chovu ovlivňují zejména obsah tuku a jeho složení. Vliv manipulace se zvířetem, průběh porážky, postmortální změny masa, skladování a balení ovlivňují zejména případný vznik vad masa a jeho kontaminaci mikroorganismy. Při předporážkové manipulaci a při samotné porážce je zvíře vystavováno nadměrnému stresu, který nepřispívá k životní pohodě zvířete a dobré kvalitě masa. Proto by tyto úkony měly být prováděny co nejšetrněji za použití vhodných metod a nástrojů.

Poslední kapitola je věnována vadám masa, které se mohou v průběhu výrobního procesu u masa objevit a jakost masa tak zhoršit. Zde je věnována pozornost zejména patogenním organismům. Mezi tyto patogeny patří například *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* a další.

Aby bylo dosaženo optimální kvality masa, je potřeba vhodně kombinovat jak genetické faktory, tak produkční faktory. Zároveň je nutné důsledně dodržovat hygienu při porážce, bourání masa a balení masa, aby bylo minimalizováno riziko mikrobiální kontaminace masa, která může způsobit nejen kažení masa, ale také alimentární onemocnění lidí.

Klíčová slova: prase, skot, kvalita masa, vady masa, vnější faktory, vnitřní faktory

Influences on the quality of the meat

Summary

This bachelor thesis deals with the effects on meat quality. In the introduction the term meat is defined, the structure of muscle fiber is described and the individual chemical components of meat and some properties of meat are briefly introduced.

The central theme of the bachelor thesis are internal and external influences, which influence the quality of meat.

Internal influences include species, breed, sex, age and slaughter weight. These factors fundamentally affect the chemical composition and properties of the meat. From the chemical composition the fat is the most affected, which increases with higher slaughter weight and age. The proportion of fat also varies depending on the species, breed and sex. Another internal influence that is especially important in pigs is a gender. In uncastrated males the so-called boar smell appears, which can worsen the quality of the meat. The risk of origin of boar smell should be eliminated, for example by castrating boars, choosing a suitable diet or killing boars before reaching sexual adulthood.

External influences include nutrition, method of breeding, animal handling, slaughter, post-mortem changes in meat, storage and packaging. The nutrition and the breeding method mainly affect the fat content and its composition. The influence of animal handling, slaughter, post-mortem changes in meat, storage and packaging mainly affect the possible occurrence of meat defects and contamination by microorganisms. During pre-slaughter handling and slaughter the animals are exposed excessive stress, which does not contribute to animal's well-being and good meat quality. Therefore these operations should be performed as gently as possible using appropriate methods and tools.

The last chapter is devoted to meat defects that may occur during the production process and they can degrade the quality of the meat. Here is special attention paid to pathogenic organisms. These pathogens include, for example, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* and others.

In order to improve the quality of the meat, it is necessary to combine genetic factors and production factors. At the same time, hygiene at slaughter, cutting of meat and packaging of meat must be strictly observed in order to minimize the risk of microbial contamination of meat, which can lead not only to meat spoilage, but also to foodborne illness.

Keywords: pig, cattle, meat quality, meat defects, external influences, internal influences

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Maso	11
3.1.1 Svalová tkáň.....	11
3.1.2 Struktura svalu	11
3.1.3 Pojivová tkáň	12
3.1.4 Chemické složení masa.....	12
3.1.4.1 Voda.....	12
3.1.4.2 Bílkoviny	13
3.1.4.3 Tuky.....	13
3.1.4.4 Sacharidy	14
3.1.4.5 Organické fosfáty.....	15
3.1.4.6 Dusíkaté extraktivní látky.....	15
3.1.4.7 Minerální látky.....	15
3.1.4.8 Vitaminy	15
3.1.5 Vlastnosti masa.....	15
3.1.5.1 Vaznost masa	16
3.1.5.2 Křehkost masa	16
3.1.5.3 Barva masa.....	16
3.2 Jakost masa	17
3.3 Vnitřní vlivy ovlivňující jakost masa	18
3.3.1 Druh zvířete	18
3.3.2 Plemeno	18
3.3.2.1 Skot.....	18
3.3.2.2 Prasata.....	19
3.3.3 Pohlaví.....	20
3.3.3.1 Skot.....	20
3.3.3.2 Prasata.....	20
3.3.4 Věk.....	21
3.3.5 Porážková hmotnost.....	22
3.4 Vnější vlivy ovlivňující jakost masa	22
3.4.1 Výživa.....	22
3.4.1.1 Výživa skotu	22

3.4.1.2	Výživa prasat.....	23
3.4.2	Způsob chovu.....	24
3.4.3	Manipulace se zvířetem před porážkou	24
3.4.3.1	Přeprava.....	25
3.4.3.2	Ustájení na jatkách	25
3.4.4	Porážka.....	26
3.4.4.1	Omračování zvířat	26
3.4.4.2	Vykrvování zvířat.....	27
3.4.4.3	Opracování povrchu těla	28
3.4.4.4	Eviscerace	28
3.4.4.5	Půlení a konečná úprava jatečného těla.....	29
3.4.4.6	Bourání.....	29
3.4.5	Způsob konzervace a skladování masa	29
3.4.5.1	Chlazení.....	29
3.4.5.2	Zmrazování	30
3.4.5.3	Modifikovaná atmosféra	30
3.4.5.4	Vakuové balení.....	31
3.4.6	Postmortální změny masa	31
3.4.6.1	Autolýza masa.....	31
3.4.6.2	Proteolýza masa	33
3.5	Vady masa.....	34
3.5.1	PSE – maso	34
3.5.2	DFD – maso	35
3.5.3	Hampshire faktor	35
3.5.4	Zkrácení svalových vláken chladem.....	35
3.5.5	Mikrobiální kontaminace	35
3.5.5.1	<i>Escherichia coli</i>	36
3.5.5.2	<i>Salmonella</i>	36
3.5.5.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	36
3.5.5.4	<i>Staphylococcus aureus</i>	37
3.5.5.5	<i>Clostridium</i>	37
3.5.5.6	<i>Campylobacter jejuni</i>	37
3.5.5.7	<i>Pseudomonas</i>	37
4	Závěr	38
5	Literatura.....	40
6	Seznam použitých zkratk a symbolů	48

7 Seznam tabulek a obrázků.....	49
--	-----------

1 Úvod

Maso je potravinou, bez které si velká většina z nás nedokáže představit svůj jídelníček. Je to přirozené, rod Homo, do kterého biologicky patříme, konzumuje maso již více než 15 000 let. Maso, a hlavně bílkoviny z něj, měly velký vliv na vývoj mozku našich dávných předků (Gabrovská 2017).

Z počátku se lidé snažili lovit zvěř pomocí primitivních nástrojů a všemožných pastí. Později byla některá zvířata domestikována a lidé je začali cíleně chovat. Tato zvířata pak byla používána jako pracovní síla, jako zdroj surovin a samozřejmě sloužila také jako potrava. A u toho už lidé také zůstali. V práci byla sice zvířata nahrazena stroji, avšak pro zisk surovin a potravy jsou stále nenahraditelná.

Díky svým nutričním a senzorickým vlastnostem hraje maso v našem jídelníčku nezastupitelnou roli. Ačkoliv by se mohlo zdát, že se lidé začínají čím dál více stravovat alternativními způsoby jako je vegetariánství a veganství, spotřeba masa a masných výrobků se v České republice v posledních letech každoročně zvyšuje.

V roce 2019 každý občan České republiky spotřeboval průměrně 796,5 kg potravin. Z toho na maso připadlo 83,2 kilogramů na osobu a rok, tj. téměř 10,5 % z celkové spotřeby potravin (ČSÚ 2020). Světový průměr spotřeby masa je zhruba poloviční. V České republice se v největší míře konzumuje maso vepřové, jeho spotřeba činí 43 kilogramů na osobu a rok, dalším nejvíce konzumovaným masem je maso drůbeží a dále maso hovězí (ČSÚ 2020).

Při nákupu masa nakupující čím dál častěji kladou důraz nejen na cenu a nezávadnost masa, ale také na kvalitu masa a welfare hospodářských zvířat chovaných za účelem produkce masa. Právě vliv správné výživy, ustájení, ohleduplného zacházení se zvířetem během jeho života a minimalizace stresu před porázkou, mohou do jisté míry ovlivnit konečnou kvalitu masa. Tyto vlivy může chovatel a pracovníci jatek značně ovlivnit a přispět tak nejen k životní pohodě zvířat, ale také k dobré kvalitě masa a masných produktů.

Kvalitu masa však neovlivňují pouze vlivy vnější, ale také vlivy vnitřní. Mezi vnitřní vlivy patří druh zvířete, plemeno, pohlaví, věk a další. Tyto faktory může chovatel ovlivnit výběrem vhodného plemene a pohlaví pro produkci masa.

V současné době je široká nabídka masa od lokálních chovatelů, z ekochovů apod. a je tedy pouze na zákazníkově, odkud a z jakého chovu bude maso na jeho talíři pocházet.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární řešení popisující vlivy, které působí na jakost masa. V práci byl hodnocen vliv druhu, plemenné příslušnosti, věku, pohlaví a porážkové hmotnosti zvířete na kvalitu masa. Z vnějších vlivů působících na jakost masa byl sledován vliv výživy, způsobu chovu, manipulace se zvířetem, jatečného opracování, postmortálních změn masa, balení a skladování masa.

3 Literární rešerše

3.1 Maso

Jako maso jsou brány všechny části těl živočichů v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Do masa se kromě svaloviny řadí také droby, živočišné tuky, krev, kůže, kosti a také masné výrobky. Jako droby jsou označovány požitelné části, které nepatří do masa v jateční úpravě (Steinhauser et al. 1995).

Zdrojem masa pro lidskou výživu jsou především domestikovaní živočichové, převážně skot, prasata, drůbež, ovce a králíci. Dalším zdrojem může být například lovná zvěř, ryby, měkkýši a korýši (Kadlec et al. 2012).

3.1.1 Svalová tkáň

Svalová tkáň svou činností zajišťuje pohyb organismu a jeho orgánů (Marvan et al. 1992).

Svalovinu rozdělujeme na tři typy:

- příčně pruhovanou svalovinu,
- hladkou svalovinu,
- srdeční svalovinu.

Příčně pruhovaná svalovina, která se nazývá také jako svalovina kosterní, je maso v užším slova smyslu (Kadlec et al. 2012). Příčně pruhovaná svalovina tvoří kosterní svaly, svěrače nebo také jazyk, jícen, hrtan a hltan. Základní jednotkou je svalové vlákno (Marvan et al. 1992).

Hladká svalovina je součástí vnitřních orgánů, například orgánů trávicího traktu a dýchacích cest. Je složena z vřetenovitých buněk, které se sdružují do svazků, listů nebo vrstev (Marvan et al. 1992).

Srdeční svalovina má společné znaky se svalovinou kosterní i hladkou. Skládá se ze srdečních svalových buněk. Buňky se vzájemně spojují ve vláknité trámce a poté do sítě. Mezibuněčné kontakty se nazývají interskalární disky a jsou velmi pevné (Marvan et al. 1992).

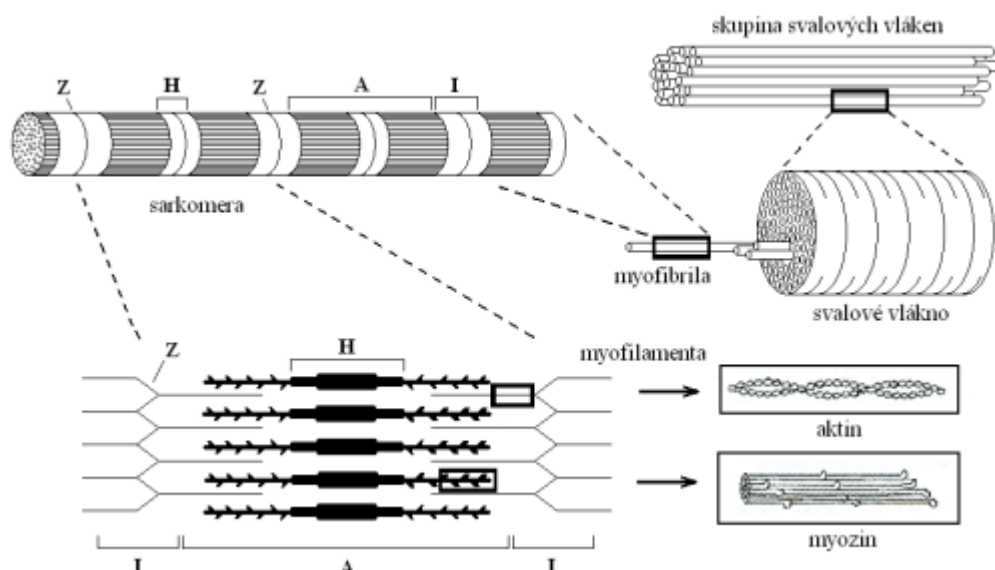
3.1.2 Struktura svalu

Základním jednotkou svalu je svalové vlákno. Svalové vlákno má válcovitý tvar o délce 1 – 40 cm a o tloušťce 10 – 100 μm . Délka svalového vlákna závisí na jeho stavbě, tloušťka závisí na stáří, pohlaví, druhu zvířete a mechanickém namáhání. Povrch svalového vlákna tvoří buněčná blána, sarkolema, kryjící cytoplazmu, která obsahuje myofibrily (Marvan et al. 1992).

Myofibrily jsou dlouhé sloupce o tloušťce 0,5 – 2 μm . Jsou orientovány podélně a procházejí celou délkou svalového vlákna. Na myofibrilách jsou patrné segmenty silně a slabě dvojlomené hmoty. Silně dvojlomený úsek se nazývá anizotropní a slabě dvojlomený úsek se nazývá izotropní. Izotropní úsek je rozdělen telofragmou (Z-linie) na dvě poloviny, úsek anizotropní je rozdělen mezofragmou (M-linie). Sarkomerou je označován úsek mezi dvěma Z-liniami (Marvan et al. 1992).

Sarkomery se skládají z myofilament. Tlustá myofilamenta jsou složena z protáhlých molekul myosinu a tenká myofilamenta se skládají ze dvou spirálovitě stočených molekul aktinu (Marvan et al. 1992). Kromě aktinu a myosinu obsahují sarkomery tropomyozin, troponin a další protiny (Lüllmann-Rauch 2012).

Struktura kosterního svalu je znázorněna na následujícím Obrázku 1.



Obrázek 1: **Struktura kosterního svalu** (<https://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/svstavba.php>)

3.1.3 Pojivová tkáň

Pojivové tkáně spojují jiné druhy tkání, nebo vyplňují prostory mezi orgány a tvoří oporu pro měkké tkáně (Marvan et al. 1992). Ve svalu pojivová tkáň dodává soudržnost a pevnost, spojuje svalové buňky a umožňuje klouzání svazků svalových vláken při kontrakci svalu (Astruc 2014).

Pojivová tkáň se v těle savců objevuje v mineralizované a nemineralizované formě. Mineralizovaná pojivová tkáň se nachází v kostech, zubech a chrupavkách. Nemineralizovaná pojivová tkáň se nachází v kůži, šlachách, vazech, v tukové tkáni, krvi, lymfě a v pojivových vláknecích ve svalech (Astruc 2014).

V pojivové tkáni je nejvíce zastoupen kolagen, nachází se zde ale také další proteiny jako elastin, fibronektin a laminin (Astruc 2014).

Obsah pojivové tkáně ve svalech se pohybuje mezi 1,5 - 15 % sušiny. Obsah je závislý na druhu svalu a jeho funkci. Většina pojivové tkáně se skládá z kolagenu, který tvoří zhruba 10 % sušiny, elastin je poté zastoupen zhruba 0,1 - 0,2 % (Astruc 2014).

3.1.4 Chemické složení masa

Svalovina obecně obsahuje kolem 70 - 75 % vody, 20 % bílkovin, 3 % tuku a 2 % nebílkovinných látek, do kterých patří minerály, vitamíny, dusíkaté nebílkovinné látky, sacharidy a jejich metabolity (Kameník et al. 2014).

3.1.4.1 Voda

Jde o složku, která má v masě nejvyšší zastoupení (Ingr 2003b). Voda může tvořit 65 - 80 % z celkové hmotnosti svalu. V těle voda slouží především jako transportní médium pro metabolity, jako termoregulátor a rozpouštědlo (Keeton et al. 2014).

Voda má velký vliv na senzorycké, kulinární a technologické vlastnosti masa (Ingr 2003b). Obsah vody v masě je závislý na živočišném druhu a na obsahu tuku v masě (Straka & Malota 2006). Obsah vody ve svalu závisí také na stáří zvířete, krmení a životních podmínkách, ve kterých je zvíře chováno (Kyzlink 1980). Mladá zvířata mají ve svalech vyšší obsah vody oproti zvířatům starším. To se také odráží na jemnosti masa (Tomášková 2018).

Podle Veliška (2002) se nejvíce vody nachází v masě rybím, jedná se o 65 - 81 %, dále v kuřecím 63 - 77 %, hovězím 35 - 73 % a nejméně vody obsahuje maso vepřové 30 - 70 %.

Tornberg (2013) rozděluje vodu v masě na 3 základní typy: voda strukturální neboli vázaná, voda povrchová a voda volná. Největší zastoupení má v masě voda volná.

3.1.4.2 Bílkoviny

Bílkoviny patří mezi nejvýznamnější složky masa. V libovém masě je okolo 20 % bílkovin (Steinhauser et al. 1995).

Obsah bílkovin se nijak zásadně nemění, ať posuzujeme maso kuřecí, vepřové nebo hovězí. Podíl bílkovin však kolísá při posuzování jednotlivých anatomických částí. Nejvíce bílkovin je ve vepřovém výsekovém masě obsaženo v panenské svíčkové, jedná se o 22 g na 100 g syrového masa. Nejméně bílkovin obsahuje bok, který obsahuje 15,75 g na 100 g syrového masa (Kameník et al. 2014).

Podle Steinhausera et al. (1995) rozdělujeme bílkoviny v masě na tři skupiny. Jedná se o bílkoviny sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické.

3.1.4.2.1 Sarkoplazmatické bílkoviny

Sarkoplazmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě. Václířadí se mezi ně například albuminy a hemová barviva hemoglobin a myoglobin (Steinhauser et al. 1995).

Hemoglobin je krevní barvivo. Ve svalovině se vyskytuje zejména po špatném vykrvení zvířete (Steinhauser et al. 1995).

Myoglobin je svalové barvivo a slouží jako zásobárna kyslíku ve svalu. Při navázání plynů na centrální atom železa vznikají další deriváty jako například oxymyoglobin, nitroxymyoglobin, metmyoglobin a methemoglobin (Steinhauser et al. 1995).

3.1.4.2.2 Myofibrilární bílkoviny

Dále se dělí podle funkce na 3 skupiny: kontraktilní, regulační a podpůrné. Mezi tyto bílkoviny patří například aktin, myosin, titin, tropoin a další (Steinhauser et al. 1995).

Myofibrilární bílkoviny zajišťují práci svalu. Také ovlivňují posmrtné změny a vlastnosti masa (Steinhauser et al. 1995).

3.1.4.2.3 Stromatické bílkoviny

Tyto bílkoviny se nacházejí zejména v pojivových tkáních, tedy ve šlachách, kostech vazech apod. Z nutričního hlediska jde o neplnohodnotné bílkoviny (Steinhauser et al. 1995).

Mezi stromatické bílkoviny se řadí například kolagen, elastin a keratin (Steinhauser et al. 1995).

Kolagen je nejhojněji zastoupeným proteinem v těle zvířete. Vyskytuje se v kůži, kostech, vazech, šlachách a chrupkách (Keeton et al. 2014).

Elastin se vyskytuje především ve vazech a v podpůrné struktuře orgánů. Je velmi odolný varu a enzymatickému trávení (Keeton et al. 2014).

3.1.4.3 Tuky

Tuk má v masě zásadní vliv z hlediska senzorického, jelikož je nosičem aromatických látek (Kadlec et al. 2012). Maso, které obsahuje málo tuku je chuťově nevýrazné, tuhé a suché.

Z hlediska chuti je nejdůležitější tuk intramuskulární neboli tuk uvnitř svalu (Václavková & Lustyková 2012).

Rozložení tuku v mase je nerovnoměrné. Mezi svalovými vlákny je uložena malá část tuku, která způsobuje tzv. mramorování. Mramorování je důležité pro chuť, šťavnatost a křehkost masa. Větší podíl tuku se nachází v podkožních oblastech. Jedná se o tuk zásobní (Katina & Kšána 2012).

Obsah tuku se u různých druhů a partií výrazně liší. Obsah tuku mezi živočišnými druhy a různými anatomickými částmi kolísá v rozmezí od 1,2 % po 31,8 %. První hodnota byla stanovena u kuřecích prs bez kůže, hodnota druhá u vepřového boku (Pereira & Vicente 2013).

Straka & Malota (2006) uvádí, že nejvýznamnější skupinou tuku v mase jsou estery glycerolu, které patří do skupiny homolipidů. Estery matných kyselin a glycerolu tvoří v mase 99 % lipidů (Steinhauser et al. 1995). Z nenasyčených mastných kyselin je v tuku nejvíce zastoupena kyselina olejová. Z nasycených mastných kyselin je zastoupena nejvíce kyselina palmitová (viz Tabulka 1) (Ingr 2003b).

Tabulka 1: Obsah mastných kyselin v tuku (%) (Ingr 2003b)

mastná kyselina	hovězí tuk	vepřový tuk	drůbeží tuk
palmitová	24 - 32	25 - 35	24 - 27
stearová	21 - 29	12 - 18	4 - 7
olejová	39 - 50	41 - 51	37 - 43
linolová	1 - 5	2,5 - 7,8	18 - 23
linolenová	0,5 - 1	1 - 1,5	0,8 - 1,5
arachidonová	0,1 - 0,5	0,5 - 1	0,6 - 1,5

V mase je také obsažen cholesterol, který je nedílnou součástí všech živočišných buněk. V libovém mase se hodnota cholesterolu pohybuje v rozmezí mezi 50 – 100 miligramy ve 100 gramech masa. V tučném mase se obsah cholesterolu zvyšuje (Katina & Kšána 2012).

Zbarvení tuků do žluté až oranžové barvy způsobují v tučích rozpustná barviva, jako jsou karoteny a xantofyly. Jsou však druhy zvířat (např. prase), která neukládají karoteny a jejich tuk je bílý. Obsah barviv je ovlivněn především výživou zvířat (Steinhauser et al. 1995).

3.1.4.4 Sacharidy

Sacharidy nejsou v mase příliš zastoupeny. Nejvíce zastoupen je glykogen, který dodává svalům energii (Straka & Malota 2006).

V mase hospodářských zvířat je obsah glykogenu kolem 0,1 – 0,2 %, výjimku tvoří maso koňské, kde je glykogenu zhruba 0,9 % (Straka & Malota 2006). Obsah glykogenu neovlivňuje pouze druh zvířete, také vyživový stav zvířete a to, zda je zvíře unavené po práci, či nikoliv (Steinhauser et al. 1995).

Glykogen také hraje významnou roli při postmortálních změnách. Obsah glykogenu ve svalu v době porážky ovlivňuje pozdější okyselení tkáně vlivem rozpadu glykogenu a vzniku kyseliny mléčné. Pokud je glykogenu ve svalu málo, dojde k menšímu okyselení. Malé okyselení způsobuje nižší údržnost masa a může také docházet ke vzniku vad masa (Steinhauser et al. 1995).

Ve stopových množstvích se v mase objevují také volné monosacharidy (Straka & Malota 2006).

3.1.4.5 Organické fosfáty

Do skupin organických fosfátů se řadí zejména nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty (Steinhauser et al. 1995). Hlavním článkem při přenosu energie ve svalech je adenosintrifosfát (ATP), který se při posmrtných změnách mění na adenosindifosfát (ADP), adenosinmonofosfát (AMP), kyselinu inosinovou, inosin a hypoxatin (Ingr 2003b).

3.1.4.6 Dusíkaté extraktivní látky

Do skupiny extraktivních dusíkatých látek patří zejména aminokyseliny a některé peptidy. Z volných aminokyselin jsou nejvíce zastoupeny glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin a alanin. Z peptidů to je zejména karnosin, anserin a glutathion (Steinhauser et al. 1995).

3.1.4.7 Minerální látky

Minerální látky masa jsou definovány jako prvky v popelu masa (Straka & Malota 2006). Tvoří zhruba 1 % z hmotnosti masa (Steinhauser et al. 1995). Podle množství minerálních látek v mase Straka a Malota (2006) dělí prvky do třech skupin: majoritní minerální látky, minoritní minerální látky a stopové prvky.

Mezi majoritní minerální látky patří sodík, draslík, hořčík, vápník, chlor, fosfor, síra. Mezi minoritní minerální látky se řadí železo a zinek. Do stopových prvků řadíme například měď, selen, hliník a další (Straka & Malota 2006).

Z masa člověk přijímá hlavně zinek, fosfor a železo. Železo přijaté z masa se resorbuje podstatně lépe než železo přijaté z rostlinných zdrojů. Nejvíce železa je obsaženo v mase sardinek, pokud se ale zaměříme na maso hospodářských zvířat, je největší obsah železa v mase hovězím, kde je obsaženo zhruba 2,4 miligramů železa na 100 gramů masa. Nejmenší obsah železa má maso vepřové s hodnotou 1,6 miligramů na 100 gramů masa (Blatná & Horna 2006).

Obsah makro prvků, mikro prvků, stopových a toxických stopových prvků v mase může být ovlivněn způsobem chovu zvířat. Dle Songa et al. (2021) se v mase prasat chovaných v dobrých podmínkách vyskytovaly vyšší hodnoty draslíku, železa, manganu a niklu než u prasat chovaných v konvenčních chovech.

3.1.4.8 Vitaminy

Obsah vitaminů v mase je různý v závislosti na druhu zvířete, ale také na krmivu, které zvíře přijímá. V mase hospodářských zvířat se vyskytují převážně vitaminy skupiny B, u jelenovitých se nachází také zvýšený obsah vitamínu C (Chan et al. 1995).

Důležitý je obsah vitamínu B12, který se nenachází v žádných rostlinných produktech (Gabrovská 2017).

Vitaminy dělíme do dvou skupin: vitaminy rozpustné v tucích a vitaminy rozpustné ve vodě. Mezi vitaminy rozpustné v tucích se řadí vitaminy A, D, E, K. Mezi vitaminy rozpustné ve vodě patří vitaminy skupiny B a vitamin C.

3.1.5 Vlastnosti masa

Jako fyzikální vlastnosti masa onačujeme vlastnosti, které měříme a hodnotíme fyzikálními metodami. Do určité míry jsou fyzikální vlastnosti odvozeny od chemického složení masa a zároveň ovlivňuje některé smyslové, technologické a nutriční vlastnosti masa (Ingr 2003b). Senzorické vlastnosti masa jsou vlastnosti, které se hodnotí pomocí smyslů a

receptorů člověka. Mezi senzoričké vlastnosti masa patří zejména vzhled, barva, vůně a chuť (Malát 2001).

3.1.5.1 Vaznost masa

Jde o schopnost masa vázat vodu vlastní, nebo vodu přidanou.

Voda vázaná nevytéká samovolně z masa, jde o vodu hydratační a imobilovanou. Voda volná vytéká z masa, tvoří asi 10 % z celkového obsahu vody v mase (Ingr 2003b). Nejpevněji je vázána voda hydratační (Kadlec et al. 2012).

Vaznost vody je ovlivňována mnoha faktory. Mezi ně patří například pH, obsah solí a iontů, průběh posmrtných změn v mase atd. (Kadlec et al. 2012).

Nejhorší vaznost masa je ve stádiu *rigoru mortis*, kdy se blíží pH k izoelektrickému bodu bílkovin, což je hodnota kolem 5,2 (Ingr 2003b). Vaznost je snížena v důsledku vyrovnání počtu kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny, opačně nabitě skupiny se přitahují maximální silou. Při změně pH od izoelektrického bodu se změní rozložení kladných a záporných nábojů a vaznost masa se zvyšuje (Kadlec et al. 2012).

Kadlec et al. (2012) uvádí, že vaznost masa dosahuje maxima při koncentraci soli kolem 5 %.

3.1.5.2 Křehkost masa

Je dána strukturou, stavem a chemickým složením. Křehkost je významně ovlivněna obsahem pojivových tkání a stromatické bílkovin, zejména kolagenu. S rostoucím podílem pojivových tkání křehkost klesá. Naopak maso s vyšším obsahem intramuskulárního tuku je křehčí (Kadlec et al. 2012).

Křehkost je ovlivněna mnoha faktory jako například pohlaví, věk, postmortální změny, temperament zvířete a další.

Křehkost se dá ovlivnit různými metodami. Mikołajczak et al. (2019) uvádějí jako účinné použití elektrostimulace o napětí 350 V, frekvenci 17 Hz a faktoru plnění 0,9. Elektrostimulace byla použita 20 minut po porážce. Hodnoty pH 45 minut po porážce byly u masa ošetřeného elektrostimulací výrazně nižší oproti masu bez ošetření. Hodnoty pH byly nižší vlivem rychlejšího okyselení svaloviny. Při měření křehkosti masa po 3 dnech skladování, byly naměřeny nejlepší hodnoty křehkosti u masa ošetřeného elektrostimulací. V těchto vzorcích byla naměřena také lepší rozpustnost kolagenu.

3.1.5.3 Barva masa

Barvu masa ovlivňuje:

- obsah myoglobinu,
- pH,
- způsob chovu,
- krmivo.

3.1.5.3.1 Obsah myoglobinu

Barva je dána převážně obsahem myoglobinu ve svalu (Kameník 2016). Myoglobin je svalové barvivo, které na sebe dokáže vázat kyslík (Straka & Malota 2006). Ve své molekule obsahuje atom železa, na který se poté kyslík naváže. Pokud je kyslík na železe navázaný, myoglobin má jasně červenou barvu. Toto je barva „čerstvého masa“. Na vzduchu však dochází k oxidaci dvojmocného železa (Fe^{2+}) na železo trojmocné (Fe^{3+}). Takto změněný myoglobin se označuje jako metmyoglobin. Maso proto ztrácí svou sytě červenou barvu a začíná hnědnout. Můžeme takto odhadnout, zda je maso čerstvé, či nikoliv (Kameník 2016).

Obsah myoglobinu se u různých druhů zvířat liší, proto existují masa „bílá“ a „červená“, jeho obsah se ale liší i v různých druzích svalů podle toho, jakou sval vykonává činnost (Kameník 2016).

Více myoglobinu se vyskytuje ve svalech, které vykonávají práci delší dobu, ale menší intenzitou. Jedná se například o žvýkací svaly nebo mezižeberní svaly (Kameník 2016).

Méně myoglobinu najdeme ve svalech, které vykonávají práci intenzivnější, ale kratší dobu. Jedná se například o svaly stehenní (Kameník 2016).

Rozdíl v barvě vepřového masa uvidíme, pokud si porovnáme třeba krkovicí a pečení. Krkovice bývá oproti pečení červenější (Kameník 2016).

3.1.5.3.2 pH

Pokud má maso pH nízké, barva je světlejší. Maso je tmavší, pokud je naopak hodnota pH vyšší (Dostálová & Kadlec 2014).

Hodnoty pH jsou významně ovlivňovány vlivem stresu před porážkou, a to se poté opět projevuje na barvě masa. Tuto skutečnost potvrzuje studie, kterou provedli Peña et al. (2014). Maso býků ustájených před porážkou ve stresujícím prostředí bylo tmavší než maso býků z druhé skupiny. Tato skutečnost souvisí s vyšším pH, které bylo naměřeno u masa stresovaných býků.

3.1.5.3.3 Způsob chovu a krmivo

Dalším faktorem, který může ovlivnit barvu masa je způsob chovu a krmivo, kterým je dobytek krmen. Díaz et al. (2020) ve své studii uvádí, že maso býků, kteří byli chováni extenzivně na pastvě a jejich krmnou dávku tvořila pastva jetele a 3,5 kg/den koncentrátu, který byl tvořen z 84 % ječmennou moučkou, z 10 % sójovou moučkou, z 3 % tuky a 3 % minerály, vitaminy a oligoelementy, bylo tmavší než maso býků chovaných intenzivně a krmených 8 kg/den koncentrátu a 2 kg/den ječmenné slámy.

3.2 Jakost masa

Jedná se o soubor vlastností, které mají schopnost uspokojit předpokládané nebo předem stanovené požadavky spotřebitele na daný produkt (Ingr 2003b). Jakost masa je ovlivněna několika faktory (Malát 2001).

Kameník (2012) uvádí, že jakost (= kvalitu) ovlivňují čtyři úrovně.

První úroveň je bezpečnost potravin. Jako bezpečnou potravinu můžeme označit potravinu, která je vhodná k lidské spotřebě a neohrožuje zdraví konzumenta (Kameník 2012).

Druhou úroveň je složení, které určuje nutriční, potažmo celkovou hodnotu, která dále určuje cenu. U masa a výrobků z něj je z hlediska výživy prioritní obsah čistých svalových bílkovin. Vyšší obsah tuku nebo vody hodnotu snižuje (Kameník 2012).

Třetí úroveň jsou senzorické vlastnosti, které z velké části ovlivňují výběr vhodného produktu. Senzorické vlastnosti také ovlivňují hodnotu produktu na trhu (Kameník 2012).

Poslední úroveň je balení produktu, které je pro řadu spotřebitelů také velmi důležité při výběru produktu. Spotřebitelé se rozhodují podle velikosti balení, obalového materiálu a dalších kritérií (Kameník 2012).

Jako špičku pomyslné pyramidy kvality Kameník (2012) uvádí cenu, která odráží složení, senzorické vlastnosti a způsob balení produktu. Cenu je potřeba při hodnocení kvality také zohlednit.

Malát (2001) uvádí, že je jakost masa ovlivněna šesti faktory, kterými jsou senzorické, technologické, výživné, hygienické, kulinařské a výrobní faktory.

Mezi senzorické faktory se řadí vlastnosti masa, které se hodnotí pomocí smyslů a receptorů (Malát 2001). Senzorické hodnocení jakosti patří mezi nejstarší hodnocení kvality

potravin (Dostálová & Kadlec 2012). Jde především o hodnocení vzhledu, barvy, vůně a chuti (Malát 2001).

Faktory technologické jsou důležité především pro další zpracování masa. Řadí se sem vaznost, hodnota pH, textura, obsah bílkovin, tuků a pojivových tkání (Malát 2001). Z hlediska technologického zpracování je nejdůležitější vlastností masa vaznost (Ingr 2003b).

Výživné, nebo také nutriční, faktory jsou dány obsahem a využitelností jednotlivých složek masa lidským organismem. Sleduje se obsah a celková nutriční hodnota bílkovin, tuků a minerálních látek (Malát 2001). K hodnocení nutriční jakosti masa se používají chemické a biochemické metody rozboru (Steinhauser et al. 1995).

Nejdůležitějšími faktory určující kvalitu masa jsou faktory hygienické. Důležitá je nezávadnost masa. Sleduje se, zda maso není kontaminováno patogenními organismy a cizorodými látkami jako jsou antibiotika, toxické kovy, hormony a další (Malát 2001).

Dalším faktorem je faktor kulinářský, který je důležitý při kuchyňském zpracování masa. U tohoto faktoru se sleduje zejména vaznost masa, chuť, aroma a další (Malát 2001).

Posledním faktorem je faktor výrobní. Do této kategorie Malát (2001) řadí vlivy působící na zvíře před porážkou, jde tedy o genotyp, pohlaví, věk, způsob chovu a výkrmu.

3.3 Vnitřní vlivy ovlivňující jakost masa

3.3.1 Druh zvířete

U jednotlivých druhů zvířat se liší chemické složení a vlastnosti masa. Rozdíly mezi druhy jsou především v obsahu tuku, poměru svaloviny, pojivových tkání, křehkosti, vaznosti, barvě, aromatu a chuti (Steinhauser et al. 1995). Výrazným rozdílem u jednotlivých druhů masa je barva. Rozdílnost v barvě je způsobena tím, že každý živočišný druh má odlišný obsah hemových barviv (Simeonovová et al. 2003). Obsah hemových barviv u jednotlivých druhů masa znázorňuje Tabulka 2.

Tabulka 2: **Obsah hemových barviv u jednotlivých druhů zvířat (Steinhauser et al. 1995)**

Druh masa	Obsah hemových barviv (mg.kg ⁻¹)
kuřecí	126
vepřové	254 - 3500
hovězí	1700 - 7500
mufloní	7000 - 10000

Vepřové maso má typické aroma a slabě nasládlou chuť. Bývá prorostlé a obrostlé tukem. Po uvaření má bledě šedou barvu (Simeonovová et al. 2003).

Vlastnosti hovězího masa jsou v rámci jednoho druhu významně ovlivněny věkem poražených zvířat. Syrové maso má tmavě červenou barvu, vařené je zbarvené do šedohnědé barvy (Simeonovová et al. 2003).

Také náchylnost ke stresu je u jednotlivých druhů zvířat rozdílná. Přežvýkavci, tedy skot, ovce a kozy, jsou ke stresu méně náchylní než prasata a drůbež (Adzitey 2011).

3.3.2 Plemeno

3.3.2.1 Skot

Plemena skotu rozdělujeme na:

- masná,
- mléčná,

- kombinovaná (Simeonovová et al. 2003).

Rozdíly mezi jednotlivými užitkovými typy skotu jsou intenzita růstu a ukládání vnitrosvalového tuku. Nejvyšší intenzity růstu a ukládání vnitrosvalového tuku, který způsobuje tzv. mramorování masa, dosahují plemena masná, mezi která patří například plemena hereford, aberdeen - angus a charolais. Naopak nejnižší intenzity růstu a ukládání vnitrosvalového tuku dosahují plemena mléčná (Simeonovová et al. 2003).

Lizaso et al. (2011) uvádí, že maso mladých jalovic mléčných plemen by mohlo být produkováno stejně jako maso jalovic plemen masných. Toto tvrzení vyplývá z jejich studie, kdy byla porovnávána dvě plemena skotu. Jednalo se o holštýnsko - fríské mléčné plemeno a masné plemeno pirenaica. Holštýnsko - fríské jalovice produkovaly maso šťavnatější s vyšším podílem tuku a vyšší hodnotou pH. Rozdíly ve ztrátách odkapem a varem nebyly pozorovány, stejně tak rozdíly v barvě.

Plemeno může mít vliv také na křehkost masa. Tím se ve své studii zabývali Hanzelková et al. (2011). Bylo hodnoceno maso masných plemen (charolais a galloway) a maso plemen kombinovaných (český strakatý skot a simmental) a jejich kříženců. Při hodnocení křehkosti masa bylo vyhodnoceno jako nejkřehčí maso plemene galloway, nejméně křehké bylo maso plemene simmental. Největší změny textury v průběhu zrání byly zaznamenány u českého strakatého skotu, který produkoval velmi tvrdé maso ve stavu *rigor mortis*, avšak v průběhu zrání došlo k výraznému zlepšení. Nejméně výrazné zlepšení textury v průběhu zrání bylo pozorováno u masa plemene simmental. Ze studie vyplývá, že křehkost masa je do jisté míry ovlivněna plemenem.

3.3.2.2 Prasata

Plemena prasat rozdělujeme na:

- masná,
- sádelná,
- sádelnomasná,
- masnosádelná (Simeonovová et al. 2003).

V současné době jsou pro produkci masa využívána převážně masná plemena, která jsou šlechtěna na vysokou zmasilost (Simeonovová et al. 2003). Masná plemena se vyznačují hlavně velmi dobře vyvinutým svalstvem hřbetu a beder (Stupka et al. 2009). Vysoká zmasilost prasat však zvyšuje riziko masa s vadami PSE a DFD (Simeonovová et al. 2003).

Výběr plemene také ovlivňuje to, do jaké míry bude kvalita masa ovlivněna vnějšími vlivy. Pokud vybereme plemeno, které je cíleně šlechtěno na rychlý růst a nízkou tučnost, ostatní faktory, jako je například způsob ustájení a výživa, budou mít na konečnou kvalitu masa pouze omezený dopad. Naopak pokud vybereme místní plemeno s pomalým růstem, které ukládá hodně tuku, tak vliv ostatních faktorů jako je výživa a ustájení, bude mít na konečnou kvalitu masa významně větší vliv (Bonneau & Lebret 2010).

Vliv plemene se významně projevuje také při zvládnutí stresových situací, u konečného pH masa, teploty masa, barvy masa a ztráty odkapem (Terlouw 2005).

Vlivem plemene prasat na kvalitu masa se zabývali Aluwé et al. (2011), kdy porovnávali kance plemen piétrain, large white a belgická landrase. Nejvyšší podíl libového masa byl u kanců plemene piétrain a nejnižší u kanců plemene large white. U piétrain bylo zaznamenáno nižší pH oproti zbylým dvěma plemenům. Byly zkoumány také hladiny skatolu a androstenonu, které způsobují u prasat kančí pach. Nejvyšší hladiny skatolu byly detekovány u plemene large white. U hladiny androstenonu byla zjištěna významná korelace mezi plemennou příslušností a porážkovou hmotností. belgická landrase a piétrain měli při porážkové hmotnosti 90 kg

naměřeny vyšší hladiny androstenonu oproti plemeni large white. U každého z těchto tří plemen se zdá jako ideální porážková hmotnost jiná živá hmotnost, také pokud bychom chtěli snížením porážkové hmotnosti zabránit vzniku kančího pachu, museli bychom pro každé plemeno zvolit jinou porážkovou hmotnost. Pokud se správně zkombinuje výběr plemene a porážková hmotnost, lze zabránit vzniku kančího pachu.

3.3.3 Pohlaví

Pohlaví zvířete ovlivňuje tvorbu a ukládání tuku. Je to zapříčiněno rozdílným metabolismem sameců a samic. Větší tukový podíl mívají obvykle samice oproti samecům. To je zapříčiněno tím, že samice ukládají energii v podobě zásobního tuku pro případnou březost, nebo jiné období krize (Ingr 2003b).

3.3.3.1 Skot

Podle Filipčíka et al. (2015) je z krávy stejný podíl masa jako z býka, avšak maso z krávy je nutričně méně hodnotné a kulinárně hůře zpracovatelné. Nejlepší chuťové vlastnosti jsou zjištěny u dvouletých jalovic, nebo tříletých volků. Ale kvalitní je maso i z dvouletých býků (Katina & Kšána 2012). Při porovnání masa z býků a volků, je rozdíl v tučnosti masa. Býci mají maso libovější než volci. Volci produkují maso s vyšším obsahem intramuskulárního tuku. Jejich maso je měkkčí, křehčí a celkově chutnější (Nogalski et al. 2018).

Lage et al. (2012) provedli výzkum, kdy zjišťovali, zda se liší schopnost produkce hovězího masa v závislosti na pohlaví. Zjistili, že jalovice mají stejný potenciál k produkci hovězího jako volci, a proto není důvod je z výkrmu vyřazovat.

Stejně jako Lage et al. (2012) i Blanco et al. (2020) ve studii zjistili, že nemusí být jalovice vyřazovány z výkrmu a mohou být používány k produkci masa. Ve studii byly porovnávány vlastnosti masa z býků, volků a jalovic. Býci dosahovali vyšších přírůstků a vyšší hmotnosti jatečně upraveného těla, avšak obsah intramuskulárního tuku byl menší než u jalovic a volů. Maso z jalovic obsahovalo více sušiny oproti masu z býků. Co se týče sensorických vlastností masa, tak u masa z býků se vyskytoval lehký zápach, maso z jalovic mělo mastnější chuť a maso z volů bylo nejměkčí (Blanco et al. 2020).

Hanzelková et al. (2011) ve své studii uvádí vyšší ztráty varem u masa z býků oproti masu z jalovic. Také křehkost se lišila v závislosti na pohlaví. Křehčí maso produkovaly jalovice oproti býkům. Bureš a Bartoň (2012) stejně jako Hanzelková et al. (2011) uvádějí, že jalovice produkují maso křehčí než býci.

Stejně jako Blanco et al. (2020) ve své studii Bureš a Bartoň (2012) uvádějí, že maso z jalovic obsahuje více intramuskulárního tuku a sušiny, oproti masu z býků. Maso býků obsahuje méně lipidů a bílkovin a více kolagenu. Býci dosahují vyšších denních přírůstků, zejména před odstavením, proto je jejich jatečně upravené tělo těžší opotřelým jalovic. Jatečně upravené tělo býků má větší podíl masa a větší podíl masa z plece oproti jalovicím. Jalovice mají vyšší podíl masa z kýty a beder (Bureš & Bartoň 2012).

3.3.3.2 Prasata

U prasat se k produkci výsekového masa využívají převážně prasničky a vepři (Katina & Kšána 2012). Podle Maiorano et al. (2013) mají prasničky méně jemné maso a nižší obsah intramuskulárního tuku a sušiny oproti kastrátům. U nevykastrovaných dospělých sameců je problém s tzv. „kančím pachem“, který se projevuje především při tepelné úpravě (Válková 2015).

Kančí pach je způsoben vysokými hladinami androstenonu a skatolu. Androstenon souvisí se sexuálním vývojem kanců a projevuje se zápachem, který se podobá zápachu moči.

Je produkován Leydigovými buňkami ve varlatech pohlavně dospělých samců. Skatol zapáchá jako stolice. Jde o vedlejší produkt rozkladu tryptofanu v tlustém střevě (Candek - Potokar et al. 2015).

Pach, který způsobuje vysoká hladina skatolu, lze eliminovat dietou a zabráněním kontaminace prasat stolicí. Pach způsobený vysokým obsahem androstenonu lze zcela eliminovat kastrací kanců (Whittington et al. 2011). Výskytu kančího pachu se můžeme také vyhnout porážkou kanců před dosažením pohlavní dospělosti nebo výběrem plemene a linie s nižšími hodnotami androstenonu a skatolu (Candek - Potokar et al. 2015). Zároveň lze kančí pach eliminovat před porážkou délkou ustájení na jatkách. Čím déle, jsou prasata ustájena, tím vyšší je pravděpodobnost kančího pachu masa. Pach se objevuje častěji u kanců s vyšším počtem kožních lézí. Také v teplejším období je vyšší riziko vzniku kančího pachu (Heyrman et al. 2017).

Jako další rozdíl mezi pohlavími u prasat uvádí Václavková a Lustyková (2012) rozdílnou odolnost vůči stresu, kdy prasničky jsou oproti vepřům odolnější vůči působení stresových podnětů.

3.3.4 Věk

Věk zvířete ovlivňuje barvu, tuhost a chuť. Ze starších kusů se získává maso tmavší, tužší s výraznější chutí. U mladých zvířat je maso naopak světlejší, křehčí a má jemnější chuť (Válková 2015).

Věk také ovlivňuje procentuální složení jatečně upraveného těla. Mláďata mají tělo složeno přibližně z 67 % svaloviny, 25 % kostí a 8 % tuku. U dospělých jedinců tvoří svalovina přibližně 55 %, kosti 28 % a tuk 15 % jatečně upraveného těla (Keeton et al. 2014).

Optimální věk pro produkci masa je nazýván jako jatečná zralost. V této době končí intenzivní tvorba svalových vláken a začíná intenzivnější tvorba tuku. Podle jatečné zralosti rozdělujeme zvířata na raná a pozdní. Raná zvířata dosahují jatečné zralosti dříve než zvířata pozdní. Při porážení velmi mladého zvířete není dosaženo požadované výtěžnosti, maso je nevyzrálé a sensoricky nevýrazné. Z dietetického hlediska je však doporučováno, protože má nízký obsah tuku a snadnou stravitelnost. Maso ze starších zvířat má tmavší barvu, je tužší, tvrdší a více prorostlé tukem. (Simeonovová et al. 2003).

Prasata se porážejí obvykle mezi 6. a 8. měsícem, kdy dosahují ideální porážkové hmotnosti kolem 110 kilogramů (Katina & Kšána 2012).

Maso mladých prasat je jemně vláknité, barvu má blbě červenou až růžově červenou, u starších kusů je hruběji vláknité a barva je tmavě červená (Steinhauser et al. 1995).

U skotu je nejlepší kvalita masa u zvířat starých 12 - 30 měsíců. Maso z kusů mladších jak 12 měsíců chuťově nevyniká, u kusů starších 30 měsíců se zvyšuje obsah vazivových tkání a tím maso ztrácí křehkost (Katina & Kšána 2012).

Hovězí maso z mladých kusů je jemně vláknité a světle červené a je jen málo prorostlé tukem. Maso ze starších zvířat je silně vláknité, tmavě červené s vyšším obsahem tuku. Obsah tuku je u hovězího masa významně ovlivňován pohlavím (Steinhauser et al. 1995).

Bureš a Bartoň (2012) uvádějí, že maso skotu poráženého ve věku 18 měsíců má zanedbatelně vyšší hodnoty pH, vyšší obsah sušiny, lipidů a kolagenu oproti skotu poráženému ve věku 14 měsíců. Starší zvířata produkují nižší podíl cenných partií než zvířata mladší. Nogalski et al. (2018) uvádí u skotu poráženého v 18 měsících o 15 % vyšší hmotnost ve srovnání se zvířaty poráženými v 15 měsících. U starších kusů se zvyšuje podíl tuku. Celková kvalita jatečně upraveného těla je vyšší u zvířat porážených v 18 měsících.

3.3.5 Porážková hmotnost

Porážková hmotnost ovlivňuje charakteristiky jatečně upraveného těla, senzorické vlastnosti a kvalitu masa.

U prasat s vyšší porážkovou hmotností kolem 150 kg je jatečně upravené tělo delší, s vyšším procentem zmasilosti a s vyšší tloušťkou tuku oproti prasatům s porážkovou hmotností kolem 110 kg. Porážková hmotnost podstatně ovlivňuje obsah tuku a lipidové složení, obsah a složení tuku dále ovlivňuje chuť a aroma. S narůstající porážkovou hmotností se zvyšuje obsah intramuskulárního tuku, zvyšuje se obsah polynenasycených mastných kyselin a snižuje se obsah nasycených mastných kyselin. S rostoucí porážkovou hmotností klesají ztráty při vaření (Li et al. 2021).

U kanců porážková hmotnost také ovlivňuje vznik kančího pachu. Pach se objevuje ve vyšší míře u kanců poražených při dosažení hmotnosti 90 kg a více oproti kancům poražených při hmotnosti 50 kg (Aluwé et al. 2011).

Vlivem porážkové hmotnosti u skotu se zabývali Nogalski et al. (2014), kdy porovnávali čtyři různé porážkové hmotnosti a to 450, 500, 550 a 600 kilogramů. Se zvyšující se porážkovou hmotností se zvyšoval obsah tuku jatečně upraveného těla. Tento nárůst byl intenzivnější u volů oproti býků. Největší rozdíly v obsahu tuku byly mezi porážkovou hmotností 550 a 600 kg živé hmotnosti. S rostoucí porážkovou hmotností byl pozorován rostoucí podíl cenných partií, u nejtěžších volů byl však tento podíl snížen vlivem vyššího ukládání tuků. Obsah intramuskulárního tuku se se zvyšující se porážkovou hmotností také zvyšuje. Vzhledem k výsledkům studie Nogalski et al. (2014) doporučují porážkovou hmotnost pro býky 600 kilogramů a pro voly 500 - 550 kilogramů, aby se zabránilo nadměrnému ukládání tuku.

3.4 Vnější vlivy ovlivňující jakost masa

3.4.1 Výživa

Výživou se ovlivňuje zejména chemické složení masa. Působí zejména na tukovou složku, obsah vitamínů a minerálů (Kodeš & Výmola 2003).

Při výkrmu zvířat by se mělo dbát hlavně na správné sestavení krmné dávky a na kvalitu krmiv, kterými jsou zvířata krmena. U velmi mladého zvířete by měla být krmná dávka sestavena s ohledem na to, že zvíře roste a tvoří především kvantitativní složky masa. Až později se formuje složka kvalitativní, kterou můžeme ovlivnit vhodným výběrem krmiva. Při nerespektování této zásady mohou zvířata dosahovat malého vzrůstu, špatného osvalení, nebo vysoké protučnosti vlivem špatné výživy (Malát 2001).

Do kategorie výživy patří také napájení, které je často opomíjeno. Zvířata by měla mít k dispozici dostatek čerstvé vody. Voda, kterou jsou zvířata napájena, by měla splňovat hygienické požadavky na pitnou vodu, při napájení zvířat z přírodních toků by měl chovatel dělat pravidelné rozbory na hygienickou nezávadnost vody (Malát 2001).

Důležité je také zvolit správnou intenzitu výkrmu. Při *ad libitním* krmení je dosahováno maximálního přírůstku s vysokým podílem tuku. Omezeným výkrmem je zpomalen růst a je dosaženo vyššího podílu svaloviny. Čím intenzivnější výkrm je, tím víc je doba výkrmu zkrácená. (Steinhauser et al. 1995).

3.4.1.1 Výživa skotu

Ve výživě skotu se využívají, narozdíl od prasat, převážně krmiva objemná, která skot dokáže využívat díky mikroorganismům v jejich trávicím traktu. Symbiotické mikroorganismy v předžaludcích přežvýkavců rozkládají krmiva na jednodušší látky. Hlavní složkou krmné dávky pro skot ve výkrmu jsou okopaniny, seno, siláže a jadrná krmiva (Čermák 2000).

Způsobem výživy je zásadně ovlivňován obsah intramuskulárního tuku v maso a jeho složení. Skot krmen pastvou má obsah intramuskulárního tuku nižší oproti skotu krmeném koncentrátem, avšak jeho nutriční hodnota je vyšší. Dieta má výrazný vliv na složení mastných kyselin vyskytujících se v maso. Maso ze zvířat na pastvě má nižší podíl kyseliny olejové a naopak vyšší podíl kyseliny α -linolenové. Poměr polynenasycených mastných kyselin a nasycených mastných kyselin je také příznivější u skotu krmeného pastvou. Z toho vyplývá, že zvířata krmena převážně trávou produkují maso s příznivějším složením mastných kyselin oproti zvířatům krmených koncentrátem na bázi obilovin (Alfaia et al. 2009).

3.4.1.2 Výživa prasat

Krmivo pro prasata by mělo být kvalitní a snadno stravitelné. Ve výživě prasat se využívají hlavně krmiva jadrná, protože jednoduchý komorový žaludek a méně prostorný trávicí trakt dokáže objemná krmiva zpracovávat a zužitkovávat pouze omezeně. Hlavní složkou krmiv pro prasata jsou obiloviny, ke kterým se dodávají další složky stravy (Stupka et al. 2009).

Při porovnání krmiv z kukuřičné siláže a obilné siláže bez kukuřice vyplývá, že při krmení obilninami bez přídavku kukuřice mají prasata vyšší procento libového masa a intramuskulárního tuku. V ostatních kvalitativních a fyzikálně – chemických parametrech se kvalita masa nijak významně neliší vzhledem k podávanému krmivu (Maiorano et al. 2013).

Vzhledem k trávicímu traktu prasat je důležitá také velikost částic krmiva, která určuje využitelnost krmiva zvířetem. Menší částice zvyšují využitelnost vzhledem ke zvýšenému povrchu částic, což zlepšuje kontakt s trávicími enzymy. Na druhou stranu velké zastoupení malých částic krmiva v krmné dávce negativně ovlivňuje zdraví trávicího traktu. Velké částice ovlivňují pH žaludku, které je oproti prasatům krmených malými částicemi nižší, v žaludku těchto prasat se nachází také vyšší množství bakterií mléčného kvašení a vyšší koncentrace organických kyselin. Velikost částic krmiva by se měla pohybovat v rozmezí mezi 500 – 1600 μm (Vukmirović et al. 2017).

Channon et al. (2018) se zabývali vlivem výživy na konečnou kvalitu masa. Bylo použito 75 finálních hybridů samic prasat, které byly rozděleny do tří skupin s rozdílnou dietou. Skupina A byla krmena kukuřičnou a sójovou moučkou, skupina B dostávala pšeničnou a řepkovou moučku a poslední skupina C byla krmena pšenicí a čirokem. Po porážce byly hodnoceny vlastnosti jatečně upraveného těla po 24 hodinách a poté po 7 a 28 dnech zrání masa. Prasata ze skupiny A produkovala těžší a tučnější jatečně upravené tělo s vyšším procentem masa. U skupiny A a B bylo zjištěno po 24 hodinách vyšší pH než u skupiny C. Naopak po 7 a 28 dnech zrání bylo pH nejvyšší u skupiny C. Barva byla žlutější u skupiny A. Maso skupiny A bylo méně šťavnaté.

Pozitivní vliv na konečnou kvalitu masa má vliv také přídavek různých přídatných látek do krmné dávky. Jedním z nich může být například ostropestřec mariánský (*Silybum marianum* L.). Dopady přidání ostropestřce do krmiva popisují ve své studii Grela et al. (2020). Maso prasat, kterým byl ostropestřec v krmné dávce podáván bylo více červené s mírně vyšším pH, struktura a schopnost zadržovat vodu byly u vzorků masa z těchto prasat zlepšené. V maso byl nižší obsah cholesterolu zejména při přídavku 6 % ostropestřce. Také tato skupina prasat dosahovala vyšších denních přírůstků hmotnosti, konzumovala menší nebo podobné množství krmiva, které ale efektivněji využívala pro svůj růst. Semena ostropestřce měla pozitivní účinek na odolnost masa vůči oxidaci a na složení mastných kyselin. Přidávání ostropestřce zvýšilo obsah kyseliny linolové v maso i tuku. Z této studie tedy vyplývá, že ostropestřec mariánský může být vhodnou přísadou do krmiva pro výkrm prasat, jelikož zlepšuje kvalitu a oxidační stabilitu masa.

Výživou zvířat lze do jisté míry ovlivnit také náchylnost zvířat ke stresu a potažmo vznik vad masa. Tomuto se věnovali Ostrenko et al. (2020), kdy jedné skupině prasat ve výkrmu bylo podáváno ve stravě 10 mg/kg askorbátu lithného a skupině druhé byla podávána strava bez askorbátu. U první skupiny bylo po porážce v masě detekováno o 3 % nižší množství těkavých mastných kyselin. Množství těkavých mastných kyselin v masě koreluje se změnami pH, pokud je pH masa příliš kyselé, je negativně ovlivněna kontrakce svalových vláken. Tato skutečnost posléze ovlivňuje organoleptickou kvalitu masa a masných výrobků. Askorbát lithný zároveň nezhoršuje vzhled, chuť, strukturu a šťavnatost masa. Z tohoto vyplývá, že zařazení askorbátu lithného do stravy prasat ve výkrmu může pozitivně ovlivnit organoleptické vlastnosti masa a být ochranou před stresem zvířat.

3.4.2 Způsob chovu

Způsob chovu má vliv jak na jakost masa, tak na jeho množství. To souvisí s rozdílnou intenzitou svalové práce zvířat, která je vyšší u pasených jedinců (Steinhauser et al. 1995).

Díaz (2020) uvádí, že způsob chovu ovlivňuje odolnost a adaptaci na stres. Býci z extenzivního způsobu chovu vykazují vyšší odolnost a adaptaci na stres oproti býkům chovaným intenzivním způsobem.

Rozdíly se mohou vyskytovat i ve zdánlivě stejných způsobech chovu. Marco - Ramell et al. (2012) zjišťovali u dvou skupin krav vliv rozdílného způsobu venkovního ustájení na stres. Jedna skupina krav byla ustájena na kultivovaných pastvinách s každodenním kontaktem s člověkem, skupina druhá byla ustájena v těžkých podmínkách v masivu Alberes bez pravidelného kontaktu s člověkem. Výsledky ukázaly, že prostředí, ve kterém žila druhá skupina krav vyvolává vyšší míru oxidačního stresu.

Vlivem alternativního ustájení na kvalitu masa prasat se zabývali Foury et al. (2011). Ve studii porovnávali čtyři způsoby ustájení (venkovní ustájení 150 m²/prase; na slámě 1,30 m²/prase; přístřešek s přístupem do výběhu 1,30 m²/prase a konvenční způsob chovu na roštové podlaze 0,65 m²/prase) ve vztahu ke kvalitě masa. U prasat z konvenčního způsobu chovu bylo detekováno před porážkou vyšší množství kožních lézí, vyšší hladina katecholaminů v moči a vyšší pH masa oproti prasatům z venkovního chovu. Prasata chovaná venku také vykazují menší míru agrese při smíchání s cizími zvířaty při nakládání, během dopavy a v ustájení na jatkách. Nejvýznamější rozdíly byly zaznamenány mezi venkovním ustájením a konvenčním ustájením. Tato studie prokázala, že alternativní způsoby chovu prasat mohou příznivě ovlivnit konečnou kvalitu masa, vlivem lepších životních podmínek.

Prasata chovaná ve venkovním prostředí mají podle Maiorana et al. (2013) menší tloušťku tuku a mírně vyšší procento libového masa oproti prasatům chovaných konvenčním způsobem, zároveň prasata z těchto dvou způsobů chovu mají podobný podíl kůže. Stejně jako Foury et al. (2011) také Maiorano et al. (2013) uvádějí, že u prasat chovaných venku bylo zaznamenáno nižší pH masa oproti prasatům chovaných uvnitř konvenčním způsobem.

Důležité je také dbát na velikost a složení skupiny zvířat. Steinhauser et al. (1995) uvádí, že by se skupina prasat měla skládat z 10 - 12 kusů o stejném plemeni, hmotnosti a věku.

3.4.3 Manipulace se zvířetem před porážkou

Nejvýznamnějšími faktory, které ovlivňují kvalitu masa těsně před porážkou jsou délka přepravy a pobyt na jatkách (Guerrero et al. 2013). Nesprávným zacházením se zvířetem před porážkou se zvyšuje riziko vzniku zlomenin, modřin, kontaminace patogeny a vad PSE a DFD (Adzitey 2011). Vlivem stresu může být ovlivněno konečné pH masa, které umožní růst různých mikroorganismů, což ovlivňuje výslednou kvalitu masa (Aiyegoro 2014).

Stresové situace před porážkou mají vliv na metabolismus svalů. Stres má vliv na rychlost a rozsah rozpadu glykogenu ve svalech a na změnu aktivity ATP. To se poté projeví poklesem pH, ztrátou barvy a vyššími ztrátami odkapem (Terlouw 2005).

Reiche et al. (2019) ve své studii uvádí, že u masa z býků, kteří byli před porážkou vystaveni vyššímu stresu, došlo k rychlejšímu poklesu pH, docházelo k větším ztrátám rozmražením a varem a maso bylo méně šťavnaté než u býků, kteří byli vystaveni běžnému stresu při přepravě, ustájení a manipulaci na jatkách.

3.4.3.1 Přeprava

Přeprava na jatky je pro zvířata velmi stresující, jelikož většina zvířat není na přepravování zvyklá. Proto je důležitý při nakládce, samotné přepravě a vykládce ohleduplný přístup, aby zvířata nebyla zbytečně ještě více stresována (Kadlec et al. 2012).

K přepravě zvířat na jatky jsou v současné době ve většině případů využívána silniční nákladní vozidla. Vozidlo určené k přepravě zvířat musí splňovat takové podmínky, aby se předcházelo zraněním zvířat a přeprava pro zvířata byla bezpečná. Zároveň musí být zajištěna adekvátní plocha a výška s ohledem na druh přepravovaných zvířat. Takové vozidlo je jednopodlažní nebo dvoupodlažní s dalším rozdělením do kójí, aby se snížil fyzický kontakt a předcházelo se tak bojům mezi zvířaty. Uvnitř přepravního prostoru by neměla být kluzká podlaha a ostré hrany, aby nedocházelo k poraněním zvířat při jízdě (Steinhauser et al. 1995).

Nejenom délka přepravy, ale také délka pobytu v autě na jatkách může způsobovat zvířatům větší stres. Reiche et al. (2019) ve své studii uvádí, že býci, kteří čekali po příjezdu na jatky v autě 5 - 10 minut, byli méně ve stresu než zvířata, která v autě čekala 30 minut. Z toho vyplývá, že by neměla být zbytečná prodleva mezi příjezdem na jatky a vykládkou zvířat.

U kanců doba přepravy ovlivňuje koncentraci androstenonu a skatolu. Se vzrůstajícími koncentracemi těchto látek se zvyšuje riziko vzniku kančího pachu. Přeprava kanců by tedy měla být co nejkratší, aby se eliminovalo riziko vzniku kančího pachu a tím zhoršení kvality masa (Wesoly et al. 2015).

3.4.3.2 Ustájení na jatkách

Ustájení před porážkou by mělo optimálně trvat 1 - 4 hodiny. Při kratším odpočinku je zvýšené riziko vzniku vady masa PSE. Při ustájení trvajícím naopak déle je vyšší riziko vzniku vady DFD. Při delším pobytu prasat také hrozí vzájemné napadání, čímž se zvířata fyzicky vysilují a stresují. Při delším ustájení také dochází k úbytku hmotnosti zvířat a klesá tak výtěžnost (Ingr 2003b).

Delší doba ustájení prasat na jatkách způsobuje vyšší stupeň poškození jatečně upraveného těla, avšak kvalita masa je lepší. Maso prasat ustájených na jatkách delší dobu je tmavší a jsou u něj zaznamenány menší ztráty masové šťávy odkapem. Při ustájení kratším, do 2,7 hodin, je pozorován častější výskyt PSE masa (Dokmanović et al. 2014).

Rey - Salguiero et al. (2018) uvádí, že nejméně stresující je pro prasata ustájení na jatkách po dobu dvou hodin, kdy bylo ve slinách prasat detekováno nejmenší množství kortizolu. Nejvyšší hladiny kortizolu byly naměřeny u prasat, která byla na jatkách ustájena více jak šest hodin. Po této době byly hladiny kortizolu ve slinách 1,4 - 3,3krát vyšší oproti době ihned po transportu. Tyto hodnoty značí u prasat vysoký stres. Z toho vyplývá, že délka ustájení by se měla pohybovat okolo dvou hodin, maximálně čtyř. V této studii zároveň nebyl prokázán vliv hladin kortizolu bezprostředně před porážkou na kvalitu masa. Kromě jednoho vzorku, kde se objevila vada masa DFD, splňovaly vzorky kritéria pro normální vepřové maso.

Peña et al. (2014) ve své studii pozorovali vliv stresujícího prostředí na jatkách na kvalitu masa býků. Porovnávali dvě skupiny býků tří plemen. Jedna skupina býků byla před

porážkou ustájena v prostředí, které jim nezpůsobovalo stres a skupina druhá byla ustájena ve stresujícím prostředí. Skupina, která byla vystavena stresu, byla před porážkou ustájena na jatkách společně s prasaty. Druhá skupina byla na jatkách ustájena samostatně bez prasat. Maso býků, kteří byli vystaveni stresu mělo po porážce vyšší pH a bylo tmavší oproti masu z býků, kteří nebyli vystaveni nadměrnému stresu.

Jednotlivá jatka dále mohou mít vliv také na výskyt kančího pachu u prasat. Při své studii Wesoly et al. (2015) zjistili, že jatka měla významný vliv na koncentraci skatolu a indolu v tukové tkáni prasat.

3.4.4 Porážka

Při porážce je vysoké riziko mikrobiální kontaminace masa mikroorganismy z povrchu těla zvířat, vnitřních orgánů, zejména trávicí soustavy, a z prostředí jatek (Aiyegoro 2014). Nejrizikovějšími úkony při porážce, které mohou zapříčinit mikrobiální kontaminaci jatečně upraveného těla, je stahování kůže a vykolování (Niyonzima et al. 2015).

3.4.4.1 Omračování zvířat

Omračováním začíná samotná porážka jatečných zvířat. Při omračování nedochází k usmrcení zvířete, ale pouze k uvedení zvířete do stavu bezvědomí, aby se zabránilo stresu a bolesti během porážky. Činnost srdce je zachována a smrt nastává až následným vykrvením (Steinhauser et al. 1995). Bezvědomí by mělo trvat dostatečně dlouhou dobu, aby nedošlo k zotavení zvířete dříve, než nastane smrt vykrvením (Lambooij 2014). Při omračování často dochází k pohmožděninám, zlomeninám nebo krevním výronům (Steinhauser et al. 1995).

Způsoby omráčení:

- mechanické,
 - elektrickým proudem,
 - chemické.
- **Mechanické omráčení** – je nejstarším způsobem omračování. Principem je otřes mozku, který je zapříčiněn prudkým úderem na čelní kost. K mechanickému omráčení se nejčastěji používají porážecí pistole s upotaným projektilem nebo pneumatické porážecí pistole. Mechanicky se omračuje především skot, telata a ovce (Steinhauser et al. 1995).
 - **Omráčení elektrickým proudem** – spočívá v tom, že vlivem průchodu elektrického proudu mozkem vznikne epileptický záchvat a dojde ke ztrátě vědomí (Steinhauser et al. 1995). K omráčení se používají buď omračovací kleště nebo vidličky. Kleště se umísťují na hlavu zvířete mezi oko a ucho. Elektrickým proudem se omračují prasata, ovce, drůbež a ryby. Drůbež a ryby jsou elektrickým proudem omračovány nejčastěji prostřednictvím vodní lázně (Steinhauser et al. 1995; Lambooij 2014). Při použití omráčení elektrickým proudem je důležité správné zvolení použitého napětí. Elektrické omračování může mít vliv na vznik vad PSE, zlomenin a extravazátů a tím může být ovlivněna konečná kvalita masa (Lambooij 2014).
 - **Chemické omračování** – je založeno na použití různých anestetik. K omračování je převážně používán oxid uhličitý o vysokých koncentracích. Při tomto způsobu omračování se používají různé dopravníky, ve kterých jsou zvířata spouštěna do komor s plynem. Při tomto způsobu omračování vzniká menší množství pohmožděnin, zlomenin a extravazátů ve svalech (Steinhauser et

al. 1995). U chemického omračování je důležitá, ve vztahu ke kvalitě masa, jak koncentrace oxidu uhličitého, tak doba omračování. Nejlepší kvality masa je dosaženo při 90 % CO₂ s expozičním časem 100 s. Při nižších koncentracích plynu a kratším čase omračování má maso nižší konečné pH (Nowak et al. 2007).

Vlivem způsobu omračování na kvalitu masa se zabývali Marcon et al. (2019), kdy ve své studii porovnávali dopady na kvalitu masa u omračování elektrickým proudem a oxidem uhličitým. U zvířat, která byla omráčena elektrickým proudem, se vyskytovaly ve vyšší míře zlomeniny a pohmožděniny. Oproti masu ze zvířat omráčených oxidem uhličitým bylo maso zvířat omráčených elektrickým proudem více bledé s nižším pH a vykazovalo vyšší ztráty při vaření. Způsob omráčení v této studii neprokázal vliv způsobu omráčení na vznik vad PSE a DFD.

Při porovnání mechanického omráčení skotu upoutaným projektilem a oxidem uhličitým Kim et al. (2013) uvádějí, že pH masa volů omráčených plynem je nižší a vykazuje vyšší ztráty odkapem, avšak je křehčí a jemnější oproti masu z volů poražených mechanickým způsobem.

3.4.4.2 Vykrvování zvířat

Při vykrvování nastává smrt omráčeného zvířete provedením vykrvovacího vpichu nebo řezu (Ingr 2003b). Vykrvení musí být provedeno v co nejkratší době od omráčení zvířete, aby se zabránilo rozvádění stresových hormonů krví do těla zvířete a vzniku extravazátů. Stresové hormony urychlují glykolýzu a způsobují vznik myopatií ve svalovině (Steinhauser et al. 1995). Vykrvování by mělo být zahájeno do 10 - 15 s od omráčení a interval mezi omráčením a vykrvováním by neměl přesáhnout 1 minutu (Simoeonovová et al. 2003; Channon 2014). Samotné vykrvování trvá maximálně do 5 minut během nichž dochází k smrti zvířete vlivem nedostatku kyslíku pro mozek (Channon 2014).

Rizikem pro zhoršenou kvalitu masa je také nedostatečné vykrvení. Nedokonalé vykrvení způsobuje významné snížení údržnosti masa (Ingr 2003b). Nedostatečné vykrvení může být zapříčiněno mnoha faktory. Velký vliv má kvalita nástroj, kterými je vykrvování prováděno a také klasifikace pracovníků. Stupeň vykrvení závisí také na druhu zvířete, pohlaví, stupeň vylačnenosti, zdravotní stav zvířete a další (Steinhauser et al. 1995).

Při procesu vykrvování je také možné riziko mikrobiální kontaminace skrz ránu. Hlavním zdrojem kontaminace je při vykrvování vykrvovací nůž (Niyonzima et al. 2015). Z tohoto důvodu by se měl po každém jednotlivém použití vykrvovací nůž sterilizovat v horké vodě o teplotě minimálně 82 °C (Channon 2014).

Způsoby vykrvování:

- ve visu,
- vleže na dopravníku,
- vleže rozkročmo na dopravníku.

Při vykrvování vleže je menší riziko vzniku vady PSE asi o 10 %. Hodnoty pH při vykrvování vleže jsou až o 0,5 jednotky vyšší oproti vykrvování ve visu. To je způsobeno menší prodlevou mezi omráčením a vykrvením a tím, že je svalstvo méně zatíženo (Steinhauser et al. 1995).

3.4.4.3 Opracování povrchu těla

Po vykrvení je potřeba odstarnit povrchové znečištění těl, aby se zabránilo kontaminaci povrchu jatečně upraveného těla (Pipek 2017). U jednotlivých druhů zvířat je postup rozdílný. Celá kůže se stahuje u skotu, telat, ovcí a lichokopytníků. U prasat může být kůže ponechána na celém těle, případně se těžší vepřovice a krupon. U prasat probíhá při vnějším opracování povrchu těla paření a odštětínování (Ingr 2003b).

- **Stahování kůže skotu** – je úkon, kdy se odděluje kůže od podkoží. Při stahování kůže skotu se může uplatňovat několik způsobů, které se liší směry, kterými se kůže stahuje.

Nejvhodnější je způsob stahování kůže shora dolů, kdy se zabráňuje kontaminaci jatečného těla mikroorganismy (Steinhauser et al. 1995). Nejmodernějším způsobem je stahování kůže shora dolů a současně namotávání kůže. Tím se zabráňuje mikrobiální kontaminaci nejen jatečně upraveného těla, ale také celkového prostředí jatek (Pipek 2017).

- **Paření a odštětínování prasat** – je založeno na působení tepla a vody na pokožku, což způsobí uvolnění štětín, které se poté mechanicky lehce odstraní. V současné době je nejčastěji používaným způsobem paření „na hladko“ (Ingr 2003b).

Z hlediska hygieny je nejvhodnější paření prasat ve visu v tunelech, kde je na těla stříkána pára, nebo horká voda. Při paření prasat ve vanách dochází ke kontaminaci nečistotami (Ingr 2003b). Dle Channona (2014) se počty bakterií *Salmonella*, *Escherichia coli* a *Campylobacter* za dostatečně vysoké teploty pářící vody zredukuje. Při paření prasat je důležitá nejen teplota vody ale i doba paření. Channon (2014) uvádí jako optimální kombinaci teploty vody mezi 60 a 70 °C po dobu 5 - 10 minut. Jako faktory ovlivňující vhodnou teplotu paření a jeho dobu Channon (2014) uvádí roční období a plemeno.

Po paření probíhá odštětínování prasat v odštětínovacím stroji, a nakonec dočištění těla opalováním plynovými hořáky (Ingr 2003b). Také odštětínovací stroj může být zdrojem mikrobiální kontaminace jatečně upraveného těla, a proto je důležité dbát na jeho správné čištění. Následné opalování těla mikrobiální kontaminaci na povrchu výrazně redukuje (Channon 2014).

3.4.4.4 Eviscerace

Jako eviscerace, nebo též vykolování, se označuje vyjmutí vnitřních orgánů dutiny břišní. Tento proces by měl následovat s co nejmenší prodlevou po vykrvení zvířete (Steinhauser et al. 1995). Doba mezi vykrvením a vykolením by neměla přesáhnout 45 minut, protože by mohlo dojít ke kontaminaci svaloviny mikroorganismy a enzymy z trávicího traktu. Čím kratší tento interval je, tím je údržnost masa lepší. Při vykolování je vysoké riziko porušení trávicího traktu, žlučového váčku nebo močového měchyře, což může opět zapříčinit kontaminaci masa (Ingr 2003b).

Dle Channona (2014) lze riziko mikrobiální kontaminace při vykolování snížit použitím moderních technologií jako je například laserem vedená pila a také důkladnou sterilizací pracovních nástrojů po každém použití.

3.4.4.5 Půlení a konečná úprava jatečného těla

Jatečná těla skotu a prasat se půlí na dvě půlky, aby byla usnadněna veterinární prohlídka, manipulace a vyjmutí mozku a míchy (Steinhauser et al. 1995). K půlení se používá pila, kterou se jatečné tělo rozdělí středem páteře na dvě poloviny. Stejně jako u předešlých porážkových procesů, také při půlení, je potřeba dbát na důkladnou sterilizaci pracovních nástrojů po každém jednotlivém použití, aby nedocházelo ke kontaminaci masa (Channon 2014).

Konečná úprava jatečně upraveného těla je důležitá především kvůli zajištění nízké kontaminace povrchu těla (Pipek 2017). Jatečně upravené tělo může být postřikováno horkou vodou nebo parou, kdy dochází k redukci mikroorganismů. Další možností může být postřík chemickými látkami jako je například kyselina mléčná a kyselina octová (Channon 2014; Pipek 2017).

Dekontaminace povrchu masa kyselinou mléčnou by měla proběhnout co nejdříve po jatečném opracování, aby bylo dosaženo co největší účinnosti (Pipek 2017). Pipek (2017) uvádí, že dekontaminační postřík má přibližně stejnou koncentraci kyseliny mléčné jako maso do 24 hodin od porážky, tedy 1 - 2 %. Van Ba et al. (2019) uvádí, že postřík kyselinou mléčnou o koncentraci 2 % je účinnější než postřík vodou. Ještě účinnější je však použití postříku kyselinou mléčnou o 4 % koncentraci.

3.4.4.6 Bourání

Bourání masa zahrnuje dělení jatečně opracovaných těl na menší celky, vykošťování, úpravu a třídění (Ingr 2003b). Při bourání masa se získávají části s rozdílným podílem svalové tkáně, tukové tkáně a dalších tkání (Dostálová & Kadlec 2014).

Při bourání masa je vysoké riziko kontaminace masa, jelikož maso přichází o mnoho přirozených mechanických bariér jako je kůže, svalové povázky apod. Navíc se mnohonásobně zvětšuje povrch masa, kterým se mohou do masa dostat mikroorganismy z prostředí. V prostředí bourárny je potřeba dodržovat přísná hygienická pravidla (Ingr 2003b).

3.4.5 Způsob konzervace a skladování masa

3.4.5.1 Chlazení

Proces chlazení masa má dvě fáze:

- zchlazení masa z tělesné teploty na teplotu chladírenskou,
- skladování v chladárně.

Teplota v jádře masa na konci jateční linky se pohybuje okolo 40 °C (Pipek 2017). Maso by mělo být zchlazeno co nejrychleji po porážce na 4 - 8 °C, aby se zamezilo množení mesofilních mikroorganismů (Simeonovová et al. 2003). Pro redukci mikroorganismů na povrchu je účinné rychlé chlazení při teplotě nižší jak 3 °C (Aiyegoro 2014). Při rychlém zchlazování je maso umístěno do místnosti, kde se teplota pohybuje mezi -1 až +2 °C, relativní vlhlost je kolem 90 % a proudění vzduchu nabývá hodnot od 0,5 do 3 m.s⁻¹. Rychlejšího zchlazení masa můžeme docílit použitím ultrarychlého nebo šokového zchlazení. Tyto dva způsoby jsou však více energeticky náročné a hrozí zkrácení svalových vláken chladem (Simeonovová et al. 2003).

Při chlazení dochází k hmotnostním ztrátám, které jsou zapříčiněny odparem vody. Hmotnostní ztráty jsou závislé na vlastnostech masa a podmínkách prostředí. Faktory, které ovlivňují hmotnostní ztráty jsou: velikost povrchu masa, obsah vody v mase, obsah tuku a

vaziva na povrchu, umístění a podmínky v chladírně (Steinhauser et al. 1995). Tyto ztráty se dají eliminovat postříkáním povrchu masa vodou (Pipek 2017).

3.4.5.2 Zmrazování

Proces zmrazování má dvě fáze:

- zmrazování,
- skladování v mrazírně.

Zmrazování je jedním ze způsobů konzervace masa. Při zmrazení se zvyšuje mikrobiální bezpečnost masa. Principem je snížení aktivity vody v maso, tím se sníží množství vody, která je využitelná pro mikroorganismy a tím je omezen jejich růst (Steinhauser et al. 1995). Tento způsob skladování však může mít i negativní vliv na skladovaný produkt (Teuteberg et al. 2021). Při zmrazování masa dochází k tvorbě ledových krystalů, které poškozují svalovou tkáň a tím jsou zvýšeny ztráty masové šťávy (Dostálová & Kadlec 2014). Při zmrazení se po 24 týdnech může vyskytnout předčasná akumulace metmyoglobinu a tím může dojít k barevné změně. Při rozmrazování se vyskytují větší ztráty vody a maso poté může být méně šťavnaté (Teuteberg et al. 2021). Steinhauser et al. (1995) uvádějí jako další změny u dlouhodobě skladovaného zmrzlého masa ve změně vůně, chuti, změně struktury a v rozkladném procesu tuků. Maso by mělo být zmrazováno v těsném obalu, který zabraňuje oxidaci tuku (Dostálová & Kadlec 2014).

Při této metodě skladování je velkým rizikem rozmrazování a opětovné zmrazování. Rozmražené a opětovně zmražené maso vykazuje vyšší ztráty vody při rozmrazování a vaření. Tyto ztráty jsou ovlivňovány počtem cyklů, kdy bylo maso rozmrazováno a zmrazováno, a obsahem tuku v maso. Vzorky mají asi dvojnásobně vyšší ztráty vody po 5 cyklech oproti prvnímu cyklu. Tato skutečnost je zapříčiněna poškozením svalu a struktury proteinů při opakovaném zmrazování a rozmrazování. Voda je přesunována z intracelulárních oblastí do oblastí extracelulárních. Opětovné zmražení a rozmražení masa představuje také riziko žluknutí, které stejně jako ztráty varem a odkapem, stoupá s počtem cyklů. Celkově uspokojivá kvalita masa je zachována do 3 cyklů rozmrazení a zmrazení (Pan et al. 2021).

3.4.5.3 Modifikovaná atmosféra

Hlavním cílem balení masa do modifikované atmosféry (MAP) je prodloužení jeho trvanlivosti vlivem prevence oxidace lipidů, zabránění růstu mikroorganismů, nebo jeho zpomalení a současně udržení barvy, chuti a vůně (Perna 2016). Gill (2014) uvádí, že růst pseudomonád, způsobujících kažení masa, se stoupající koncentrací CO₂ klesá přibližně až na 20 %.

Hlavními plyny, které jsou používány při balení masa jsou oxid uhličitý (CO₂), kyslík (O₂), dusík (N₂) a oxid uhelnatý (CO) (Perna 2016).

Na počátku balení se odstraní vzduch z obalu a poté se balení naplní požadovanou směsí plynů. Nejčastěji se používá směs O₂ a CO₂, kdy kyslík zaujímá zhruba 65 - 80 % a zbytek je doplněn oxidem uhličitým. Vysoký obsah kyslíku pomáhá udržet jasně červenou barvu masa (Kropf & Mancini 2014). Kropf a Mancini (2014) uvádějí, že toto složení atmosféry dokáže prodloužit barevnou stabilitu masa až na trojnásobek oproti balení aerobnímu. Hlavní nevýhodou tohoto složení MAP je oxidace lipidů, které se však dá zabránit použitím roztoků s obsahem antioxidantu. Oxid uhličitý zpomaluje růst bakterií a tím se prodlužuje trvanlivost masa (Kropf & Mancini 2014).

Lu et al. (2020) ve své studii, kdy porovnávali MAP s různými koncentracemi kyslíku, uvádí, že nejvýhodnější koncentrací se zdá být 60 % O₂. Porovnávány byly čtyři různé

koncentrace kyslíku - 20 %, 40 %, 60 % a 80 %. Koncentrace O₂ neměla žádný vliv na pH masa a jeho světlost. U MAP s 20 % O₂ byl naměřen nejvyšší obsah metmyoglobinu v mase, což znamenalo změny barvy. Nejvyšší barevnou stálost vykazovaly vzorky balené v MAP s 60 a 80 % kyslíku. U MAP s 80 % O₂ byla naměřena nejvyšší míra oxidace lipidů.

3.4.5.4 Vakuové balení

Vakuové balení prodlužuje trvanlivost díky omezení růstu mikroorganismů způsobujících kažení masa. Z obalu se před jeho uzavřením vysaje téměř veškerý vzduch, což zajišťuje nízký obsah kyslíku využitelného pro mikroorganismy a tím se zamezí jejich růstu. Vakuové balení také udržuje delší dobu barvu masa (Lawrence & Kropf 2018).

Vzhledem k nízkému obsahu O₂ nedochází k takové oxidaci lipidů při skladování jako při balení v modifikované atmosféře s vysokým obsahem O₂ (Chmiel et al. 2019). Vakuové balení, stejně jako balení v MAP, neovlivňuje pH masa a u obou těchto způsobů balení je pH masa víceméně stabilní. Vakuové balení udržuje stálou barvu zhruba 7 dnů, poté začíná maso tmavnout, avšak z hlediska mikrobiologické kvality maso balené ve vakuu vykazuje po 21 dnech lepší hodnoty oproti masu balenému v MAP (D'Agata et al. 2010).

Chmiel et al. (2019) uádějí, že uchovávání masa ve vakuovém balení je nejlepší metodou zejména vzhledem k nízké oxidaci lipidů, avšak se tato metoda používá spíše zřídka zejména z důvodu méně atraktivní barvy masa oproti MAP.

3.4.6 Postmortální změny masa

Jde o soubor přeměn především sacharidů a bílkovin na jednodušší složky působením tzv. nativních enzymů (Steinhauser et al. 1995).

Postmortální změny začínají umrcením zvířete. Průběh postmortálních stavů z velké části ovlivňuje konečnou kvalitu masa (Kameník et al. 2014).

3.4.6.1 Autolýza masa

Jako autolýza masa se označuje endogenní děj, kdy po porážce ve svalovině aktivně působí nativní enzymy. Svalovina se postupně mění v maso. Při autolýze jsou postupně degradovány složky masa na jednodušší látky a konečné produkty rozkladu. Těmi jsou například voda, oxid uhličitý, amoniak a další. Rychlost a intenzita autolýzy se u různých druhů zvířat liší. Největší je intenzita autolýzy ihned po porážce, postupně její intenzita klesá (Ingr 2003c).

Fáze autolýzy:

- *rigor mortis*,
- zrání,
- hluboká autolýza.

3.4.6.1.1 *Rigor mortis* (posmrtné ztuhnutí)

Posmrtné ztuhnutí je první fází autolýzy masa. Tuto fázi lze rozdělit ještě na *prerigor* a období dosažení a trvání stuhnutí masa. *Prerigor* je fáze před *rigorem mortis* a označuje se také jako fáze teplého masa (Steinhauser et al. 1995).

Ve fázi *rigor mortis* se především odbourává glykogen a adenosintrifosfát (ATP). Svalovina je dočasně okyselená meziproducty, kterými jsou například kyselina mléčná a kyselina inosinová. Velmi rychlé ztuhnutí svaloviny se objevuje u kuřecí a rybí svaloviny. U vepřové a hovězí svaloviny nastává ztuhnutí v závislosti na teplotě za 24 až 48 hodin. Ve vrcholné

fázi posmrtného ztuhnutí je odbourán všechny glykogen i ATP, hodnota pH je na nejnižších hodnotách vlivem velkého množství kyseliny mléčné a inosinové. Hodnota pH se v této fázi u vepřové svaloviny pohybuje v rozmezí mezi 5,2 a 5,5 (Ingr 2003c).

Rychlost nástupu *rigoru mortis* závisí na teplotě. Rychlé zchlazení masa před nástupem *rigoru mortis* může zapříčinit vznik zkrácení svalových vláken chladem.

3.4.6.1.2 Zrání masa

Zrání masa je druhou a hlavní částí autolýzy masa. Dochází k postupnému odbourání kyseliny mléčné (Ingr 2003c). Také dochází ke štěpení kolagenu (Steinhauser et al. 1995). Při procesu zrání se mění strukturní, kvalitativní a senzorické vlastnosti masa (Khan et al. 2016). Svalovina se stává měkkčí a křehčí (Ingr 2003c).

V této fázi se tvoří typická chuť, vůně a textura masa (Ingr 2003c). Výsledná chuť je zapříčiněna peroxidací lipidů, Maillardovou reakcí a inter - reakcí oxidace lipidů a produktů Maillardovy reakce (Khan et al. 2016).

Během zrání se kromě senzorických vlastností mění chemické složení masa, mikrobiologická kvalita masa a míra oxidace lipidů (Cho et al. 2018).

Hlavními biochemickými procesy posmrtného stárnutí jsou proteolýza, lipolýza a oxidace (Khan et al. 2016).

Délka zrání masa je závislá především na druhu zvířete (Steinhauser et al. 1995). Hovězí maso zraje zhruba 7 - 21 dní, vepřové 3 - 7 dní a drůbeží 1 - 2 dny. Terjung et al. (2021) uvádí jako další faktory ovlivňující zrání plemeno, pohlaví a věk zvířete, nebo také druh a typ svalů. Devine (2014) jako další faktory ovlivňující zrání dodává účinky stresu před porážkou.

Typy zrání masa:

- suché zrání,
- mokré zrání.

Suché zrání je proces, kdy jsou jatečně upravená těla zavěšena v chlazené místnosti, ve které jsou pečlivě kontrolovány podmínky. Faktory, které nejvíce ovlivňují suché zrání masa jsou: délka zrání, teplota skladování, relativní vlhkost vzduchu a proudění vzduchu. Všechny tyto faktory musí být pečlivě nastaveny a hlídány, aby bylo dosaženo optimální chuti a jemnosti masa (Dashdorj et al. 2016). Jako další podmínku pro to, aby bylo dosaženo požadované kvality, uvádí Dashdorj et al. (2016) použití masa nejvyšší kvality s mramorováním.

Tento typ zrání je ekonomicky nákladný vzhledem k hmotnostním ztrátám a ztrátám odřezky. Také je zde vysoké riziko mikrobiální kontaminace a následného znehodnocení masa (Dashdorj et al. 2016).

Cho et al. (2018) porovnávali dopad různých podmínek, za kterých probíhá suché zrání, na kvalitu hovězího masa. Hovězí maso zrání při teplotě 2 - 4 °C, při 65 - 85% vlhkosti a při rychlosti proudění vzduchu 3 m.s⁻¹ po dobu 60 dnů. Tyto podmínky byly různě kombinovány, nebo nastaveny konstantně po celou dobu zrání. Obecně u všech vzorků došlo k úbytku hmotnosti a zvýšila se koncentrace tuku vlivem odpaření vody a míra oxidace lipidů. Také senzorické atributy, chuť, šťavnatost a vůně, byly zlepšeny u všech vzorků zejména mezi 14. a 35. dnem zrání. Z hlediska kvality masa je vhodnější kombinování podmínek během suchého zrání. Vzorky, které zrály po celou dobu za konstantních podmínek, vykazovaly vyšší ztráty varem, vyšší počty mikroorganismů a nižší skóre chutnosti. Nižší počty mikroorganismů u vzorků zrajících za kombinovaných podmínek byl zapříčiněn pravděpodobně rozdílnou dehydratací povrchu masa.

Terjung et al. (2021) uvádí, že i při použití stejných podmínek při suchém zrání, nemusí být vlivem jiného prostředí dosaženo stejného výsledku. Při zrání ve dvou různých zracích

komorách, ve kterých jsou stejné podmínky, nemusí být nutně dosaženo stejné chuti a jemnosti. Tomuto jevu nebylo zatím úplně porozuměno a je tedy nutné výsledky studií brát s ohledem na tuto skutečnost.

Mokrém zráním je oproti zráním suchému méně technologicky a ekonomicky náročné. Při mokřím zráním se nemusí hlídat vlhkost a rychlost proudění vzduchu (Kvitová 2019). Vybrané části masa se vakuově zabalí a uchovávají se při teplotě kolem 0 °C. Při mokřím zráním je dosahováno obdobných výsledků jako při suchém zráním. Výhodou je eliminace ztrát vody odparem a mikrobiální kontaminace (Pipek 2020).

Při porovnání zráním masa suchým způsobem ve vakuu, který je propustný pro vodní páru, a zráním masa na mokro ve vakuu, vyplývá, že maso zrající ve vakuu je šťavnatější, jemnější a vykazuje nižší ztráty varem. Oproti tomu maso zrající ve vakuu vykazuje vyšší obsah vody a nižší kapacitu zadržování vody. Avšak u mokřím zráním je pozorováno vyšší množství bakterií mléčného kvašení. Počet plísní i *Enterobacteriaceae* je u obou způsobů zráním srovnatelný. Žádné rozdíly nebyly pozorovány ani v barvě, pH a vůni vzorků (Li et al. 2013).

3.4.6.1.3 Hluboká autolýza masa

Hluboká autolýza je převážně nežádoucí děj, jelikož dochází k rozkladu složek až na konečné produkty, kterými jsou například amoniak, sulfan, oxid uhličitý a další látky (Ingr 2003c).

3.4.6.2 Proteolýza masa

Proteolýza masa je exogenní proces, kdy dochází k rozkladu bílkovin působením mikroorganismů a mikrobiálních enzymů. Probíhá ve svalovině po porážce zvířete stejně jako autolýza. Proteolýza však probíhá oproti autolýze rozdílnou rychlostí a intenzitou. Bezprostředně po porážce proteolýza neprobíhá. Svalovina zdravých zvířat je téměř sterilní a zároveň nízké pH ve svalovině působí bakteriostaticky. Proteolýza začíná probíhat až při zvýšení pH nad 6,2, které je způsobeno odbouráváním kyseliny mléčné. V této chvíli je umožněn rozvoj mikroflóry (Ingr 2003c).

3.4.6.2.1 Kažení masa

Z vnějšího prostředí je maso po porážce kontaminováno mikroorganismy (Steinhauser et al. 1995). Mikroorganismy, které jsou na povrchu nebo uvnitř masa způsobují změnu kvality masa. To se může vyznačovat změnou vůně, vzhledu, chuti, změnou barvy nebo osliznutím povrchu masa (Gill 2014).

Faktory ovlivňujícími kažení masa jsou teplota masa, teplota skladování, pH, aktivita vody a chemické složení masa (Steinhauser et al. 1995; Gill 2014). Tyto faktory určují složení mikroflóry podílející se na kažení masa (Gill 2014).

Fáze kažení masa:

- povrchové osliznutí,
- povrchová hniloba,
- hluboká hniloba,
- ložisková hniloba,
- kažení od kosti.

Povrchové oslizení je způsobeno přemnožením mikroorganismů na povrchu masa. Mikrobiální enzymy rozkladem složek masa vytvoří na povrchu šedohnědou vrstvu slizu, který zapáchá (Steinhauser et al. 1995).

Povrchová hniloba je následkem včas nezachyceného povrchového oslizení. Mikroorganismy z povrchu masa pronikají do hloubky. Enzymy těchto mikroorganismů poté zapříčiní rozklad bílkovin (Steinhauser et al. 1995).

Hlubokou hnilobou masa je označováno kažení masa v celých kusech. Tyto hniloby jsou obvykle lokálního charakteru (Steinhauser et al. 1995).

Ložisková hniloba vzniká uvnitř svalu zejména při bourání masa vlivem jeho narušení například vpichem do masa nedostatečně asanovanými nástroji, nebo v důsledku poranění zvířete a následnou kontaminací mikroorganismy, které se při vhodných podmínkách uvnitř svalu začnou množit (Steinhauser et al. 1995; Ingr 2003a). Prevencí vzniku ložiskové hniloby je důsledné dodržování správné hygienické praxe (Ingr 2003a).

Kažení masa od kosti vzniká v důsledku poranění nebo onemocnění zvířete. Mikroorganismy proniknou do okostice a mohou způsobit zánět svalů. Toto místo je zdrojem případného kažení (Steinhauser et al. 1995; Ingr 2003a).

Zvláštní formou kažení masa je zapaření. Zapaření vzniká při nedostatečném chlazení jatečně upravených těl (Steinhauser et al. 1995). Zapaření masa je zapříčiněno především vysokou teplotou masa, nedostatečným nebo pomalým chlazením, bouráním nedostatečně vychlazeného masa a jeho následným naskládáním do přepravek (Ingr 2003a). Zapařené maso má vysokou koncentraci oxidu uhličitého a vyznačuje se kyselým zápachem (Steinhauser et al. 1995). Zapaření masa lze předcházet rychlým a účinným zchlazením masa a rozvěšením jatečně upravených těl v chladárně tak, aby mezi nimi byl dostatek místa pro proudění vzduchu (Ingr 2003a).

3.5 Vady masa

3.5.1 PSE – maso

Zkratka PSE znamená pale-soft-exudativ. Což v překladu znamená bledé, měkké, vodnaté. Tato zkratka tedy charakterizuje vlastnosti masa. Hlavními faktory ovlivňujícími vznik této vady jsou druh zvířete, plemeno, pohlaví a manipulace se zvířaty (Adzitey & Huda 2011).

Jde o nejvýznamnější jakostní odchylku vepřového masa. Tato odchylka se objevuje u prasat, která mají zvýšenou citlivost ke stresu. Tato citlivost lze zjistit DNA testy. Stupka et al. (2009) zvýšenou náchylnost ke stresu spojuje s extrémním šlechtěním prasat na masnou užitkovost.

Rozhodující pro projev PSE odchylky je situace před porážkou a těsně po ní (Stupka et al. 2009). Špatné zacházení se zvířaty před porážkou, jako je kopání do zvířat, dlouhé hladovění, přeplnění vozu při přepravě zvířat a nevhodný způsob nakládky a vykládky, je hlavním faktorem při vzniku PSE masa (Adzitey & Huda 2011). Důležité je při transportu roční období. V letním období za vyšších teplot se zvyšuje riziko vzniku vady PSE až dvojnásobně (Václavková & Lustyková 2012). Vliv na vznik PSE má také způsob omráčení. Při použití 90% CO₂ je menší výskyt vady PSE než u omráčení 80% CO₂ (Gregory 2008). Po usmrcení zvířete dochází k rychlé degradaci glykogenu a adenosintrifosfátu, vzniká tak kyselina mléčná a kyselina inosinová. Do 45 minut od usmrcení dochází k poklesu pH na hodnotu 5,6 nebo nižší. V důsledku rychlé glykolýzy se uvolní velké množství energie, tím stoupne teplota masa až na +43 °C. Zvýšená teplota a snížené pH zapříčiní částečnou denaturaci bílkovin, která má za

následek zhoršení vaznosti masa. Maso také na povrchu změní barvu na šedo zelenou (Stupka et al. 2009).

Nejvýrazněji se tato vada projevuje u nejdelšího hřbetního svalu v bederní části a postihuje tak nejčastěji cenné partie, pečení a kýtu. Může se však projevit i u jiných svalů a v různé intenzitě (Válková 2015).

Zdravotní nezávadnost masa je zachována, vada se projevuje zejména na sensorických, technologických a kulinárních vlastnostech masa (Válková 2016). Takové maso se špatně upravuje, po tepelné úpravě je tuhé důsledkem ztráty schopnosti vázat vodu (Válková 2015).

U masa s vadou PSE dochází k větším ztrátám při odstředění než u masa, které není PSE postiženo (Zequan 2021).

3.5.2 DFD – maso

Zkratka DFD znamená dark-firm-dry, což v překladu znamená tmavé, tuhé a suché maso.

Tato jakostní odchylka bývá častěji spojována s masem hovězím, ale může se objevovat i u masa vepřového.

Hlavní příčinou bývá fyzické vyčerpání zvířete před porážkou. Glykogen je ve svalech v minimální hladině a vzniká kyselina mléčná, která je odváděna pryč krevním řečištěm. Maso tak ztrácí vlastní kyselost a do 24 hodin po porážce dosahuje hodnoty pH kolem 6,2 a vyšší. Takové maso je náchylné k mikrobiální destrukci (Stupka et al. 2009).

Nesprávně provedené omráčení, může znamenat riziko výskytu DFD. Při nesprávně provedeném omráčení zvířete je až o 10 % vyšší riziko výskytu vad masa (Loredo - Osti 2019).

3.5.3 Hampshire faktor

Jde o zvláštní obdobu vady PSE, která se objevuje převážně u prasat šlechtěných na zmasilost. V důsledku uložení vyššího obsahu glykogenu ve svalech některých plemen prasat je vyvolán po porážce rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy a pH klesá až k izoelektrickému bodu bílkovin. Při této odchylce klesá pH po 24 hodinách od porážky na hodnoty menší jak 5,4. Změny barvy masa a jeho vaznosti jsou výraznější než u vady PSE. U plemene hampshire byla již odhalena genetická podstata této vady, a proto je možnost selekce jedinců s predispozicemi ke vzniku této vady (Ingr 2003a).

3.5.4 Zkrácení svalových vláken chladem

Tato vada se vyskytuje při použití ultrarychlého nebo šokového chlazení masa pod 10 °C před nástupem *rigoru mortis*. Takové maso je potom tuhé. Tyto změny jsou nevratné (Pipek 2017).

Tato vada se dá eliminovat použitím dvoustupňového chlazení. Před nástupem *rigoru mortis* o takové rychlosti, aby teplota masa neklesla pod 10 °C a následně, po nástupu *rigoru mortis*, již chladit maximální rychlostí. Dále se může použít složitější trojstupňové chlazení, kdy se na začátku chladí rychle s ohledem na možnost vzniku PSE, poté následuje vyrovnání, nastane *rigor mortis* a poté opět pokračuje rychlé chlazení. Další možností, jak se vyvarovat vzniku této vady, je urychlení posmrtných změn působením elektrického proudu (Pipek 2017). Elektrostimulace se provádí působením stejnosměrného nebo střídavého proudu (Ingr 2003a).

3.5.5 Mikrobiální kontaminace

Svalovina zdravých zvířat je obvykle sterilní bez jakýchkoliv mikroorganismů. Ke kontaminaci může docházet při přepravě, ustájení na jatkách, v průběhu porážky a při dalších

technologických postupech. Ke kontaminaci jatečně upraveného těla může docházet nejen prostřednictvím kůže a vnitřností zvířat, ale také prostřednictvím pracovních nástrojů a oblečení pracovníků (Aiyegoro 2014).

Maso je potravinou bohatou na živiny. To poskytuje mikroorganismům ideální podmínky pro jejich růst. Maso může být kontaminováno celou řadou mikroorganismů. Některé mikroorganismy ohrožují zdraví spotřebitele, některé způsobují pouze kažení masa (Saucier 2016).

Mezi mikroorganismy způsobující alimentární nákazy patří *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* a další. Mezi mikroorganismy způsobující kažení masa patří například *Pseudomonas*, bakterie mléčného kvašení, stafylokoky, kvasinky, plísně a další (Aiyegoro 2014).

Pro zlepšení mikrobiologické bezpečnosti masa může být používáno rychlé chlazení o teplotě nižší jak 3 °C, postřík horkou vodou, případně vodní párou, nebo postřík jatečně upraveného těla kyselinou mléčnou o koncentraci 2 nebo 4 % (Aiyegoro 2014; Pipek 2017; Van Ba et al. 2019). Chlazení má však pouze omezený účinek na redukci mikroorganismů. Postřík kyselinou mléčnou je při redukci mikroorganismů účinnější zejména při použití kyseliny o koncentraci 4 % (Van Ba et al. 2019).

Spektrum bakterií, které kontaminují jatečně upravené tělo, a jejich aktivita se odráží na senzorických vlastnostech masa a rychlosti jeho kažení. U chlazeného masa se zpočátku nejvíce prosazují bakterie rodu *Pseudomonas* a mikrokoky, které způsobují osliznutí, změny barvy a vůně. Dále se během skladování a kažení masa objevují další rody bakterií (Brychta et al. 2014).

3.5.5.1 *Escherichia coli*

Rod *Escherichia*, do kterého *Escherichia coli* patří, je z hygienického hlediska nejdůležitějším rodem (Šilhánková 2008).

Escherichia coli se přirozeně vyskytuje v trávicím traktu člověka a teplokrevných zvířat (Šilhánková 2008; Aiyegoro 2014). Přítomnost *E. coli* na čerstvém mase je ukazatelem fekální kontaminace během porážky (Aiyegoro 2014). Největší riziko kontaminace masa *E. coli* je při stahování kůže, kdy může při nesprávně provedeném stahování kůže dojít k přenosu *E. coli* na povrch jatečně upraveného těla, a následně při vykolování, kdy může dojít k porušení trávicí soustavy zvířete a následné kontaminaci (Niyonzima et al. 2015).

3.5.5.2 *Salmonella*

Salmonella se běžně vyskytuje v produktech živočišného původu a v trávicím traktu zvířat i lidí. V rámci masa a masných výrobků se nejvíce *Salmonella* vyskytuje u masa drůbežního (Lonergan et al. 2019).

V rámci rodu *Salmonella* existuje 2 000 sérotypů z nichž jsou téměř všechny patogenní. Nejčastějšími původci alimentárních onemocnění jsou však *Salmonella typhimurium* a *Salmonella enteritidis*. Tyto dva sérotypy se nejčastěji objevují u hospodářských zvířat (Nørrung et al. 2009). Do masa se dostávají fekální kontaminací během porážky (Wingstrand & Aabo 2014).

S. typhimurium, *S. enteritidis* a *S. choleraesuis* vyvolávají u člověka průjemové onemocnění zvané salmonelóza (Šilhánková 2008).

3.5.5.3 *Listeria monocytogenes*

Rod *Listeria*, do kterého se *Listeria monocytogenes* řadí, je v přírodě velmi rozšířený a z potravinářského hlediska je důležitý (Šilhánková 2008).

Listeria monocytogenes je významným patogenním druhem, který se může přenášet potravinami a vyvolávat onemocnění zvané listerióza (Šilhánková 2008).

Listerii mohou přežvýkavci, ale i prasata a drůbež, uchovávat ve svém trávicím traktu a poté kontaminovat maso a prostředí jatek prostřednictvím výkalů a obsahu trávicí soustavy zvířat (Nørrung et al. 2009).

3.5.5.4 *Staphylococcus aureus*

S. aureus je vzhledem ke své patogenitě nejdůležitějším druhem z rodu *Staphylococcus* (Šilhánková 2008).

Nejčastěji se vyskytuje na kůži a na sliznicích člověka a teplokrevných zvířat. *S. aureus* způsobuje hnisavá onemocnění. V potravinách potom produkuje enterotoxiny, které mohou způsobovat vážné, někdy i smrtelné, otravy (Šilhánková 2008). Maso je často kontaminováno tímto patogenem prostřednictvím pracovníků kašláním, kýčáním a kontaktem pokožky s masem (Lonergan et al. 2019).

3.5.5.5 *Clostridium*

Z rodu *Clostridium* jsou z hlediska kontaminace potravin nejvýznamnější patogenní druhy *Clostridium botulinum* a *Clostridium perfringens*, které produkují nebezpečné toxiny. *C. botulinum* produkuje toxin zvaný botulotoxin, který způsobuje vážnou otravu, tzv. botulismus (Šilhánková 2008).

Spory *C. botulinum* se vyskytují převážně v půdě, vodách a zaživacím traktu zvířat (Šilhánková 2008; Austin 2014). Jatečně upravené tělo je *Clostridium botulinum* kontaminováno především prostřednictvím výkalů (Austin 2014).

C. perfringens se vyskytuje v půdě, prachu a trávicím traktu hospodářských zvířat (Šilhánková 2008).

3.5.5.6 *Campylobacter jejuni*

Campylobacter jejuni způsobuje nejčastěji onemocnění z potravin. Vyskytuje se v potravinách, půdě a vodě. Přenáší se konzumací syrového masa, při správné tepelné úpravě masa nehrozí riziko (Lonergan et al. 2019).

3.5.5.7 *Pseudomonas*

Mikroorganismy rodu *Pseudomonas* jsou hlavními mikroorganismy zodpovědnými za kažení masa (Brychta et al. 2014). Některé druhy *Pseudomonas* tvoří různá barviva a tím ovlivňují barvu masa, jiné druhy v mase vyvolávají cizí vůně, pachy a pachutě. Mají silné proteolytické a lipolytické schopnosti, což jim umožňuje rozklad bílkovin a tuků (Šilhánková 2008).

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo na základě literárních pramenů vypracovat přehled o vlivech, které působí na jakost masa. Ve své práci jsem se zaměřila především na maso vepřové a hovězí.

Jak chemické složení, tak vlastnosti masa jsou ovlivněny z velké části druhem zvířete. Různé druhy masa mají vlastní charakteristickou chuť, aroma, složení, texturu aj. Nejviditelnějším rozdílem napříč druhy masa je barva, která je ovlivněna zejména obsahem hemových barviv. Některé druhy zvířat mají maso světlé, jiné naopak sytě červené.

V rámci jednoho druhu rozlišujeme jednotlivá plemena. U skotu dělíme plemena na masná, mléčná a kombinovaná. K produkci masa se používají zejména plemena masná, která dosahují vysoké intenzity růstu a ukládají intramuskulární tuk v podobě tzv. mramorování. Mezi tato plemena patří například hereford a charolais. Z literárních zdrojů však vyplývá, že kvalitní maso můžeme získat i od plemen kombinovaných, případně mléčných. U prasat dělíme plemena na masná, sádelná, sádelnomasná a masnosádelná. K produkci se, stejně jako u skotu, používají převážně plemena masná, která jsou šlechtěna na vysokou zmasilost. Vysoká zmasilost s sebou však nese riziko vyšší pravděpodobnosti vzniku vad masa, zejména vady PSE. Plemenná příslušnost u prasat může mít vliv také na rozvoj tzv. kančího pachu.

Pohlaví má největší vliv na ukládání tuku. Obecně samice a kastráti ukládají vyšší procento tuku oproti nekastrovaným samcům. U skotu se k masné produkci používají zejména býci a volci, avšak studie ukazují, že jalovice mají maso také kvalitní. Maso jalovic je křehčí s vyšším obsahem intramuskulárního tuku, a není proto potřeba je z výkrmu vyřazovat. U prasat jsou využívány zejména prasničky a vepři vzhledem k výskytu tzv. kančího pachu u nekastrovaných samců. Kančí pach je způsoben vysokými hladinami androstenonu a skatolu. Tyto složky lze eliminovat kastrací kanečků, vhodnou dietou a porážkou před dosažením pohlavní dospělosti.

Věk ovlivňuje zejména chuť, křehkost a barvu. Maso mladých zvířat je světlejší, křehčí s jemnou chutí. Maso z mladých kusů je vhodné z hlediska nutričního vzhledem k nízkému obsahu tuku a dobré stravitelnosti. Zvířata starší mají maso tmavší, tužší, hůře stravitelné. Podobně jako s věkem roste tučnost masa, stejně tak je to u porážkové hmotnosti. Čím vyšší porážková hmotnost je, tím větší podíl tuku jatečně upravené tělo obsahuje. U skotu je optimální porážková hmotnost kolem 500 - 550 kilogramů u volků a 600 kilogramů u býků, u prasat je interval širší, ale běžně se udává zhruba 110 kilogramů.

Skot a prasta chovaná extenzivním způsobem mají maso libovější s nižším podílem tuku. Oproti zvířatům chovaným intenzivním způsobem se dokáží lépe adaptovat na stres, což se může pozitivně odrazit na kvalitě masa.

Výživa ovlivňuje nejen obsah tuku, ale také jeho složení. Zvířata vyživována pastvou mají příznivější složení mastných kyselin a také příznivější poměr polynenasycených a nasycených mastných kyselin. Z toho vyplývá, že je pro lidskou výživu nutričně vhodnější maso zvířat krmených trávou.

Negativně mohou kvalitu masa ovlivnit faktory působící na zvíře před porážkou a při porážce samotné. I když jsou genetické a produkční faktory optimální, vlivem stresových reakcí může dojít ke zhoršení kvality masa. Během všech těchto procesů je důležitá zejména ohleduplnost lidí - řidičů při přepravě zvířat a pracovníků jatek. Při předporážkových manipulacích jsou zvířata vystavena nadměrnému stresu, vlivem kterého může docházet ke vzniku vad masa. Po transportu je potřeba umožnit zvířatům odpočinek v ustájení jatek alespoň na dobu zhruba 2 hodin, aby zvířata nebyla po transportu vyčerpaná a předcházelo se vadám PSE a DFD.

Při samotné porážce je potřeba zvolit správné metody porážky a všechny její postupy provést správně a v co nejkratším čase. Nejdůležitější je dodržování hygienických předpisů v prostředí jatek a při práci s nástroji, kdy je potřeba nástroje po každém úkonu řádně sterilizovat, aby jejich prostřednictvím nedocházelo k šíření mikroorganismů.

Způsob, jakým je maso uchováváno je důležitý zejména vzhledem k rozvoji mikrobiální kontaminace i oxidaci tuků. Chlazení masa co nejrychleji po porážce je nutné, aby se zabránilo růstu mikroorganismů. Při chlazení masa je však nutné dávat pozor na zkrácení svalových vláken chladem, které nastává při příliš rychlém chlazení před nástupem *rigor mortis*. Této vadě lze předcházet dvou nebo trojstupňovým chlazením.

Zmrazování masa je způsob, který umožňuje uchování masa po dobu několika měsíců, avšak při rozmrazování dochází ke ztrátám masové šťávy a maso je poté méně šťavnaté.

Typ balení také určuje, jak kvalitní maso se dostane ke spotřebiteli na talíř. Ve vztahu k mikrobiální kvalitě a míře oxidace tuků, je vhodnější vakuové balení, které se oproti modifikované atmosféře v současné době využívá v menší míře, hlavně kvůli méně atraktivní barevnosti masa pro spotřebitele.

Většina výše zmíněných faktorů může v nějaké míře způsobit vady masa, jako je PSE, DFD, Hampshire efekt či zkrácení svalových vláken chladem. Nejzávažnější je mikrobiální kontaminace masa patogeny, které mohou způsobovat alimentární onemocnění. Nejúčinnější obranou proti patogenům je dodržování striktních hygienických pravidel při porážkových a poporážkových postupech.

Závěrem lze říci, že je potřeba vhodně kombinovat všechny výše zmíněné faktory, aby bylo dosaženo optimální kvality masa a bylo omezeno riziko vzniku vad masa.

5 Literatura

- Adzitey F, Huda N. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences—A mini review. *International Food Research Journal* **18**:11-20.
- Adzitey F. 2011. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *International Food Research Journal* **18**:485-491.
- Aiyegoro OA. 2014. Microbial contamination | Microbial Contamination of Fresh Meat. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Alfaia CPM, Alves SP, Martins SIV, Costa ASH, Fontes CMGA, Lemos JPC, Bessa RJB, Prates JAM. 2009. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chemistry* **114**:939-946.
- Aluwé M, Millet S, Bekaert KM, Tuytens FAM, Vanhaecke L, De Smet S, De Brabander DL. 2011. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* **5**:1283-1289.
- Astruc T. 2014. Connective tissue: structure, function, and influence on meat quality. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Austin JW. 2014. Microbiological safety of meat | Clostridium botulinum and Botulism. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Blanco M, Ripoll G, Delavaud C, Casasús I. 2020. Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. *Livestock Science* (e104156) DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104156.
- Blatná J, Horna A. 2006. Vitaminy 2006. Společnost pro výživu. Available from <https://www.vyzivapol.cz/vitaminy-2006/> (accessed October 2020).
- Bonneau M, Lebret B. 2010. Production systems and influence on eating quality of pork. *Meat Science* **84**:293-300.
- Brychta J, Brychta T, Bulavová H, Klímová E. 2014. Mikrobiální kontaminace JUT a pohyb bakterií ve výrobním prostředí. *Veterinářství* **64**:875-883.
- Bureš D, Bartoň L. 2012. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science* **57**:34-43.
- Candek-Potokar M, Skrlep M, Lukac NB. 2015. Raising Entire Males or Immunocastrates – Outlook on Meat Quality. *Procedia Food Science* **5**:30-33.
- Čermák B. 2000. Výživa a krmení krav. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

- Český statistický úřad. 2020. Spotřeba potravin - 2019. Český statistický úřad, Praha. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019> (accessed April 2021).
- D'Agata M, Nuvoloni R, Pedonese F, Russo C, D'Ascenzi C, Preziuso G. 2010. Effect of packaging and storage time on beef qualitative and microbial traits. *Journal of Food Quality* **33**:352-366.
- Dashdorj D, Tripathi VK, Cho S, Kim Y, Hwang I. 2016. Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology* DOI: 10.1186/s40781-016-0101-9.
- Devine CE. 2014. Conversion of muscle to meat | Aging. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Díaz F et al. 2020. What functional proteomic and biochemical analysis tell us about animal stress in beef? *Journal of Proteomics* (e103722) DOI: 10.1016/j.jprot.2020.103722.
- 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.
- Dostálová J, Kadlec P. 2014. *Potravinářské zboží: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava.
- Filipčík R, Voříšková J, Dufek A, Pavlík A, Hošek M. 2015. Comparison of the Carcass and Beef Quality of the Czech Fleckvieh Bulls with Genotype TT and CT for Leptin and Bulls of Galloway and Charolais Breeds. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **63**:29-37.
- 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.
- Gabrovská D, Chýlková M. 2017. *Fakta o správné a vyvážené stravě, aneb, Čím nám vyvážená strava může prospět?* Potravinářská komora České republiky, Praha.
- Gill CO. 2014. Spoilage, factors affecting | Microbiological. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Gregory NG. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science* **80**:2-11.
- Grela ER, Świątkiewicz M, Florek M, Wojtaszewska I. 2020. Impact of milk thistle (*Silybum marianum* L.) seeds in fattener diets on pig performance and carcass traits and fatty acid profile and cholesterol of meat, backfat and liver. *Livestock Science* (e104180) DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104180.

- Guerrero A, Valero MV, Campo MM, Sañudo C. 2013. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* **35**:335-347.
- Hanzelková Š, Simeonovová J, Hampel D, Dufek A, Šubrt J. 2011. The effect of breed, sex and aging time on tenderness of beef meat. *Acta Veterinaria Brno* **80**:191-196.
- Heyrman E, Millet S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2017. Olfactory evaluation of boar taint: effect of factors measured at slaughter and link with boar taint compounds. *Animal* **11**:2084-2093.
- Chan W, Brown JM, Buss D. 1995. *Meat, Poultry and Game: Supplement to The Composition of Foods*. Royal Society of Chemistry, London.
- Channon H. 2014. Slaughter-line operation | Pigs. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Channon HA, D'Souza DN, Dunshea FR. 2018. Diet composition and slaughter age up to 24 weeks have minimal impact on pork eating quality of loin steaks and silverside roasts from female pigs. *Meat Science* **135**:94-101.
- Chmiel M, Roszko M, Adamczak L, Florowski T, Pietrzak D. 2019. Influence of storage and packaging method on chicken breast meat chemical composition and fat oxidation. *Poultry Science* **98**:2679-2690.
- Cho S, Kang S-M, Kim Y-S, Kim Y-C, Van Ba H, Seo H-W, Lee E-M, Seong P-N, Kim J-H. 2018. Comparison of Drying Yield, Meat Quality, Oxidation Stability and Sensory Properties of Bone-in Shell Loin Cut by Different Dry-aging Conditions. *Korean journal for food science of animal resources* **38**:1131-1143.
- Ingr I. 2003a. Atypické zrání a kažení masa. Český svaz zpracovatelů masa. Available from <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=2&id=895> (accessed March 2021).
- Ingr I. 2003b. *Produkce a zpracování masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Ingr I. 2003c. Zrání masa a jeho praktický význam. Český svaz zpracovatelů masa. Available from <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894> (accessed March 2021).
- Kadlec P, Melzoch K, Voldřich M. 2012. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava.
- Kameník J. 2012. Pyramida kvality. *Maso* **23**:6-10.

- Kameník J, Hulánková R, Juránková J, Lorencová A, Neumayerová H, Steinhauer L, Steinhauerová I, Steinhauerová P, Svobodová I, Vašíčková P. 2014. Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno.
- Kameník J. 2012. Pyramida kvality. Maso **23**:6-10.
- Kameník J. 2016. O barvě masa. Společnost pro výživu. Available from <http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/06/Barva-masa-MVDr.-J.-Kamen%C4%82%C2%ADk.pdf> (accessed November 2020).
- Katina J, Kšána F. 2012. Jak poznáme kvalitu? Hovězí a vepřové maso. Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, Praha.
- Keeton JT, Ellerbeck SM, Núñez de González MT. 2014. Chemical and physical characteristics of meat | Chemical Composition in Encyclopedia of Meat Sciences. Elsevier, Amsterdam.
- Khan MI, Jung S, Nam KC, Jo C. 2016. Postmortem Aging of Beef with a Special Reference to the Dry Aging. Korean Journal for Food Science of Animal Resources **36**:159-169.
- Kim G-D, Lee H-S, Jung E-Y, Lim H-J, Seo H-W, Lee Y-H, Jang S-H, Baek S-B, Joo S-T, Yang H-S. 2013. The effects of CO₂ gas stunning on meat quality of cattle compared with captive bolt stunning. Livestock Science **157**:312-316.
- Kodeš A, Výmola J. 2003. Základy moderní výživy drůbeže. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Kropf DH, Mancini RA. 2014. Packaging | Modified and Controlled Atmosphere. Encyclopedia of Meat Sciences. Elsevier, Amsterdam.
- Kvitová K. 2019. Mokrý zrání masa. Milujeme dobré maso. Available from <https://www.milujemedobremaso.cz/clanky/mokre-zrani-masa/> (accessed March 2021).
- Kyzlink V. 1980. Základy konzervace potravin, SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Lage INK, Paulino PVR, Pires CV, Villela SDJ, de Souza Duarte M, de Campos Valadares Filho S, Paulino MF, Maia BA, Silva LHP, Teixeira CRV. 2012. Intake, digestibility, performance, and carcass traits of beef cattle of different gender. Tropical Animal Health and Production **44**:361-367.
- Lambooij E. 2014. Stunning | Electrical Stunning. Encyclopedia of Meat Sciences. Elsevier, Amsterdam.
- Lawrence TE, Kropf DH. 2018. Vacuum Packaging of Meat. Reference Module in Food Science. Elsevier, Amsterdam.

- Li J, Yang Y, Zhan T, Zhao Q, Zhang J, Ao X, He J, Zhou J, Tang C. 2021. Effect of slaughter weight on carcass characteristics, meat quality, and lipidomics profiling in longissimus thoracis of finishing pigs. *LWT* (e110705) DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110705.
- Li X, Babol J, Wallby A, Lundström K. 2013. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. *Meat Science* **95**:229-234.
- Lizaso G, Beriain MJ, Horcada A, Chasco J, Purroy A. 2011. Effect of intended purpose (dairy/beef production) on beef quality. *Canadian Journal of Animal Science* **91**:97-102.
- Lonergan SM, Topel DG, Marple DN. 2019. *Meat microbiology and safety. The Science of Animal Growth and Meat Technology*. Elsevier, London.
- Loredó-Osti J, Sánchez-López E, Barreras-Serrano A, Figueroa-Saavedra F, Pérez-Linares C, Ruiz-Albarrán M, Domínguez-Muñoz MÁ. 2019. An evaluation of environmental, intrinsic and pre-and post-slaughter risk factors associated to dark-cutting beef in a Federal Inspected Type slaughter plant. *Meat Science* **150**:85-92.
- Lu X, Cornforth DP, Carpenter CE, Zhu L, Luo X. 2020. Effect of oxygen concentration in modified atmosphere packaging on color changes of the M. longissimus thoracis et lumborum from dark cutting beef carcasses. *Meat Science* (e107999) DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107999.
- Lüllmann-Rauch R. 2012. *Histologie*. Grada, Praha.
- Maiorano G, Kapelański W, Bocian M, Pizzuto R, Kapelańska J. 2013. Influence of rearing system, diet and gender on performance, carcass traits and meat quality of Polish Landrace pigs. *Animal* **7**:341-347.
- Malát K. 2001. *Kvalita hovězího masa. Náš chov*. Profí Press s.r.o, Praha. Available from <https://www.naschov.cz/kvalita-hoveziho-masa/> (accessed March 2021).
- Marcon AV, Caldara FR, de Oliveira GF, Gonçalves LMP, Garcia RG, Paz ICLA, Crone C, Marcon A. 2019. Pork quality after electrical or carbon dioxide stunning at slaughter. *Meat Science* **156**:93-97.
- Marco-Ramell A, Arroyo L, Saco Y, García-Heredia A, Camps J, Fina M, Piedrafita J, Bassols A. 2012. Proteomic analysis reveals oxidative stress response as the main adaptative physiological mechanism in cows under different production systems. *Journal of Proteomics* **75**:4399-4411.
- Marvan F, Hampl A, Hložánková E, Kresan J, Massanyi L, Vernerová E. 1992. *Morfologie hospodářských zvířat*. Brázda, Praha.
- Mikołajczak B, Iwańska E, Szychaj A, Danyluk B, Montowska M, Grześ B, Banach JK, Żywica R, Pospiech E. 2019. An analysis of the influence of various tenderising

treatments on the tenderness of meat from Polish Holstein-Friesian bulls and the course of changes in collagen. *Meat Science* (e107906) DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107906.

- Niyonzima E, Ongol MP, Kimonyo A, Sindic M. 2015. Risk Factors and Control Measures for Bacterial Contamination in the Bovine Meat Chain: A Review on Salmonella and Pathogenic E.coli. *Journal of Food Research* **4**:98-121.
- Nogalski Z, Pogorzelska-Przybyłek P, Sobczuk-Szul M, Nogalska A, Modzelewska-Kapituła M, Purwin C. 2018. Carcass characteristics and meat quality of bulls and steers slaughtered at two different ages. *Italian Journal of Animal Science* **17**:279-288.
- Nogalski Z, Wielgosz-Groth Z, Purwin C, Sobczuk-Szul M, Mochol M, Pogorzelska-Przybytek P, Winarski R. 2014. Effect of slaughter weight on the carcass value of young crossbred ('Polish Holstein Friesian' × 'Limousin') steers and bulls. *Chilean journal of agricultural research* **74**:59-66.
- Nørrung B, Andersen JK, Buncic S. 2009. Main Concerns of Pathogenic Microorganisms in Meat. *Safety of Meat and Processed Meat*. Springer New York, New York.
- Nowak B, Mueffling TV, Hartung J. 2007. Effect of different carbon dioxide concentrations and exposure times in stunning of slaughter pigs: Impact on animal welfare and meat quality. *Meat Science* **75**:290-298.
- Ostrenko KS, Ovcharova AN, Sofronova OV. 2020. Use of Lithium Ascorbate to reduce stress for improvement in pork quality. *Journal of Livestock Science* **11**:95-100.
- Pan N, Dong C, Du X, Kong B, Sun J, Xia X. 2021. Effect of freeze-thaw cycles on the quality of quick-frozen pork patty with different fat content by consumer assessment and instrument-based detection. *Meat Science* (e108313) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108313.
- Peña F, Avilés C, Domenech V, González A, Martínez A, Molina A. 2014. Effects of stress by unfamiliar sounds on carcass and meat traits in bulls from three continental beef cattle breeds at different ageing times. *Meat Science* **98**:718-725.
- Pereira PM de CC, Vicente AF dos RB. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science* **93**:586-592.
- Perna M. 2016. Modified Atmosphere Packaging of Fresh Meat. Reference Module in Food Science. Elsevier, Amsterdam.
- Pipek P. 2017. O jatkách. *Maso* **28**:11-18.
- Pipek P. 2020. Suché, nebo mokré zrání? *Náš chov*. Available from <https://www.naschov.cz/suche-nebo-mokre-zrani/> (accessed March 2021).
- Reiche A-M, Oberson J-L, Silacci P, Messadène-Chelali J, Hess HD, Dohme-Meier F, Dufey P-A, Terlouw EMC. 2019. Pre-slaughter stress and horn status influence

physiology and meat quality of young bulls. *Meat Science* (e107892) DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107892.

- 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.
- Saucier L. 2016. Microbial spoilage, quality and safety within the context of meat sustainability. *Meat Science* **120**:78-84.
- Simeonovová J, Gajdůšek S, Ingr I. 2003. Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Song OY, Islam MA, Son JH, Jeong JY, Kim HE, Yeon LS, Khan N, Jamila N, Kim KS. 2021. Elemental composition of pork meat from conventional and animal welfare farms by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) and ICP-mass spectrometry (ICP-MS) and their authentication via multivariate chemometric analysis. *Meat Science* (e108344) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108344.
- Steinhäuser L, Beneš J, Budig J, Gola J, Hofmann I, Ingr I, Kameník J, Klíma D, Kozák A, Kužniar J, Látová J, Lukešová D, Matyáš Z, Mikulík A, Minks J, Palásek J, Petříček M, Pipek P, Ruprich J, Sovjak R, Steinhäuserová I, Vrchlabský J. 1995. Hygiene a technologie masa. LAST, Brno.
- Straka I, Malota L. 2006. Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody). OSSIS, Tábor.
- Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2009. Základy chovu prasat. Powerprint, Praha.
- Šilhánková L. 2008. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. Academia, Praha.
- Terjung N, Witte F, Heinz V. 2021. The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging. *Meat Science* (e108355) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108355.
- Terlouw C. 2005. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. *Livestock Production Science* **94**:125-135.
- Teuteberg V, Kluth I-K, Ploetz M, Krischek C. 2021. Effects of duration and temperature of frozen storage on the quality and food safety characteristics of pork after thawing and after storage under modified atmosphere. *Meat Science* (e108419) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108419.
- Tomášková K. 2018. Maso. Společnost pro výživu. Available from <http://www.vyzivaspol.cz/maso/> (accessed October 2020).
- Tornberg E. 2013. Engineering processes in meat products and how they influence their biophysical properties. *Meat Science* **95**:871-878.

- Václavková E, Lustyková A. 2012. Faktory ovlivňující kvalitu masa. *Náš chov* **72**:38-40.
- Válková V. 2015. Co všechno ovlivňuje jakost masa? Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Available from <https://www.szpi.gov.cz/clanek/co-vsechno-ovlivnuje-jakost-masa.aspx?q=JmNobnVtPTEmaGw9REZE> (accessed October 2020).
- Válková V. 2016. PSE maso aneb jak je to s vodou ve vepřovém mase? Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Available from <https://www.szpi.gov.cz/clanek/pse-maso-aneb-jak-je-to-s-vodou-ve-veprovem-mase.aspxi> (accessed October 2020).
- Van Ba H et al. 2019. The fates of microbial populations on pig carcasses during slaughtering process, on retail cuts after slaughter, and intervention efficiency of lactic acid spraying. *International Journal of Food Microbiology* **294**:10-17.
- Velíšek J. 2002. *Chemie potravin*. OSSIS, Tábor.
- Vukmirović Đ, Čolović R, Rakita S, Brlek T, Đuragić O, Solà-Oriol D. 2017. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition – A review. *Animal Feed Science and Technology* **233**:133-144.
- Wesoly R, Jungbluth I, Stefanski V, Weiler U. 2015. Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Science* **99**:60-67.
- Whittington FM, Zammerini D, Nute GR, Baker A, Hughes SI, Wood JD. 2011. Comparison of heating methods and the use of different tissues for sensory assessment of abnormal odours (boar taint) in pig meat. *Meat Science* **88**:249-255.
- Wingstrand A, Aabo S. 2014. Microbiological safety of meat | *Salmonella* spp. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Zequan X, Yonggang S, Guangjuan L, Shijun X, Li Z, Mingrui Z, Yanli X, Zirong W. 2021. Proteomics analysis as an approach to understand the formation of pale, soft, and exudative (PSE) pork. *Meat Science* (e108353) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108353.

6 Seznam použitých zkratk a symbolů

ADP	adenosindifosfát
aj.	a jiné
AMP	adenosinmonofosfát
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
ATP	adenosintrifosfát
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
DFD	tmavé, tuhé, suché maso
Fe ²⁺	dvojmocné železo
Fe ³⁺	trojmocné železo
MAP	modifikovaná atmosféra
N ₂	dusík
např.	například
O ₂	kyslík
PSE	bledé, měkké, vodnaté maso
tj.	to je, tj.
tzv.	takzvaný

7 Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1: Obsah mastných kyselin v tuku (%).....	14
Tabulka 2: Obsah hemových barviv u jednotlivých druhů zvířat.....	18
Obrázek 1: Struktura kosterního svalu	12