

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

## Bakalářská práce

### **Technologické vlastnosti masa – vaznost**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková

Autor práce: Tomáš Dibďák

České Budějovice, duben 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš DIBĎÁK**  
Osobní číslo: **Z09400**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agropodnikání**  
Název tématu: **Technologické vlastnosti masa - vaznost**  
Zadávací katedra: **Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

**Cílem práce** je zpracovat rešerši na zadané téma.

**Metodika:** Zpracovat literární zdroje zabývající se technologickými vlastnostmi masa se zaměřením na vaznost jako jednu z nejdůležitějších vlastností.

**Výsledky:** Tabulkové a grafické zpracování zjištěných údajů.

**Diskuse:** Shrnutí zjištěných údajů.

**Závěr:** Přehledné shrnutí nejdůležitějších výsledků.

**Seznam použité literatury:** V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

---

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy

Rozsah pracovní zprávy: 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Cross, H. R., Overby, A. J.: Meat science, milk science and technology. Amsterdam, Elsevier Science Publisher, 1988, 458 s.
- Čepička, J. a kol.: Obecná potravinářská technologie. Praha: VŠCHT, 1995
- Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M. a kol.: Co byste měli vědět o výrobě potravin? : technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2009, 1. vyd., 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4
- Steinhauser, L. et al.: Produkce masa. LAST, 2005, 464 s.
- Valchař, P.: Kvalita surovin v masné výrobě. Praha: FPBT - VŠCHT, 2003 184 s.
- Odborné články z databází dostupných v katalogu akademické knihovny Jihočeské univerzity.
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Fleishwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Smetana**

Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Dana Jirotková**


Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Datum zadání bakalářské práce: **14. března 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2012**

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 14. března 2011

---

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č.111/1998 Sb. V platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích.....

Podpis:.....

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce je zaměřena na technologické vlastnosti masa, zejména na vaznost masa. Nejprve jsem se zabýval stavbou masa a různými druhy mas – hovězí, telecí, vepřové, skopové, králičí, drůbeží, zvěřina. Dále jsem popsal základní chemické složení masa a jeho vlastnosti. Podrobněji jsem se věnoval vaznosti masa. Vaznost je schopnost masa vázat vodu jak vlastní tak přidanou. Zmínil jsem se o vlivech, které na vaznost masa působí, a uvedl jsem možnosti, jak lze vaznost masa změřit. Poslední kapitola popisuje průběh posmrtných změn v mase, jak normálních, tak abnormálních.

Klíčová slova: maso, technologické vlastnosti, vaznost

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on the technological characteristics of meat, mainly viscosity of meat. At the beginning I dealt with construction of meat and various types of meat: beef, veal, pork, mutton, rabbit, poultry and venison. Then I described basic chemical composition of meat and its characteristic. In detail I dealt with viscosity of meat. Viscosity is the ability of meat to bind water both own and added. I mentioned influences, which effects viscosity and I presented the possibilities, how to measure viscosity of meat. The last chapter describes the process of post mortem changes in meat both normal and abnormal.

Key words: meat, technological characteristics, viscosity

## **Obsah**

1. Úvod.....	9
2. Literární rešerše.....	10
2.1 Stavba masa.....	10
2.2 Svalová soustava .....	10
2.2.1 Příčně pruhovaná svalovina .....	12
2.2.2 Hladká svalová tkáň .....	13
2.2.3 Srdeční svalová tkáň .....	13
2.3 Druhy masa .....	13
2.3.1 Hovězí maso.....	14
2.3.2 Telecí maso .....	15
2.3.3 Vepřové maso.....	15
2.3.4 Skopové maso .....	15
2.3.5 Králičí maso .....	16
2.3.6. Drůbeží maso .....	17
2.3.7 Zvěřina .....	17
2.4 Chemické složení masa.....	18
2.4.1. Bílkoviny.....	19
2.4.2. Lipidy .....	22
2.4.3 Voda.....	23
2.4.4 Minerální látky.....	23

2.4.5 Vitaminy.....	25
2.4.6 Extraktivní látky.....	26
2.4.7 Cizorodé látky .....	28
2.5 Vlastnosti masa .....	28
2.5.1 Barva masa .....	29
2.5.2 Křehkost masa .....	30
2.5.3 Chuť masa .....	30
2.5.4 Jakost masa .....	31
2.5.5 Nutriční hodnota.....	34
2.5.6 Technologické vlastnosti masa .....	34
2.6 Vaznost masa .....	35
2.6.1. Vlivy na vaznost.....	37
2.6.2 Přísady ovlivňující vaznost .....	43
2.6.3 Metody měření vaznosti.....	44
2.7 Posmrtné změny v mase.....	46
2.7.1 <i>Prae-rigor</i> .....	48
2.7.2 <i>Rigor mortis</i> .....	48
2.7.3 Zrání masa .....	50
2.7.4 Hluboká autolýza .....	51
2.7.5 Proteolýza masa .....	52
2.7.6 Abnormální průběh posmrtných změn.....	53
3. Závěr .....	56
4. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	58



# 1. Úvod

Masem nazýváme všechny části těl živočichů v upraveném nebo čerstvém stavu, které lze využít k lidské výživě. Tuto definici lze omezit jen na maso z těl teplokrevných živočichů. Vedle svaloviny (maso v užším slova smyslu) sem řadíme také i droby, krev, živočišné tuky, kůže a kosti (pokud se konzumují), ale také i masné výrobky.

Maso je považováno za nenahraditelnou složku výživy. Z nutričního hlediska je velmi cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, nasycených mastných látek, vitaminů (především skupiny B) a minerálních látek (mimo jiné obsahuje vápník, železo a zinek). Lze zajistit plnohodnotnou výživu i bez masa. V tomto případě je ale nezbytné nahradit maso jinou dietou a obtížně vybírat a kombinovat rostlinné potraviny s mlékem a vejci.

Hlavním zdrojem masa jsou domestikovaní živočichové, nejčastěji jatečná zvířata (prasata, skot, ovce, králíci, koně) a jateční drůbež. V rozvojových zemích je významně využíváno maso z lovné zvěře (jeleni, srnci, divočáci, bažanti, zajáci). Naproti tomu ve vyspělých zemích slouží lovná zvěř k obohacení sortimentu potravin. Mezi další zdroje masa dále patří ryby a řada bezobratlých, zejména korýšů a měkkýšů.

## 2. Literární rešerše

### 2.1 Stavba masa

Kadlec et al. (2002) uvádějí, že maso má složitou a velmi různorodou histologickou strukturu, proměnlivé chemické složení, technologické a organoleptické vlastnosti. Struktura i složení závisí na způsobu života, funkci jednotlivých částí těla a na řadě intravitálních vlivů (druh zvířat, plemeno, pohlaví, věk, způsob výživy, zdravotní stav aj.), průběhu posmrtných změn i způsobu zpracování.

Podle Pipka (1991) je stavba masa tvořena tkáněmi. Tkáně jsou soubory buněk funkčně i morfologicky stejných. Prostor mezi buňkami vyplňuje mezibuněčná hmota. V histologii masa rozdělujeme tkáně do pěti základních typů:

- tkáň epitelová (výstelková) - kryje povrch těla, povrch orgánů a břišní dutinu
- tkáň nervová – zajišťuje příjem a vedení vzruchů, koordinuje činnost všech tkání a orgánů, má řídicí funkci
- tkáň pojivová (budovací) – přenáší látky, vyplňuje prostor mezi orgány, slouží jako obal orgánů, opora těla
- tkáň svalová – maso v užším smyslu, funkce: pohyb organismu a pohyb orgánů
- tkáňové tekutiny – tělní tekutiny (krev a lymfa)

### 2.2 Svalová soustava

Ingr (1996) uvádí, že svalstvo je nejvíce rozvinutou orgánovou soustavou těla jatečných zvířat a dosahuje 30 až 50 % jejich hmotnosti. Velikost podílu svalstva určuje druhová příslušnost, věk, pohlaví, užitkový typ, výživný stav zvířete a další faktory. Svalstvo je nejdůležitější součástí masa, které však zahrnuje i kosti, šlachy, povázky, cévy, nervy a tukové vazivo. Rozvoj svalové soustavy je jedním z hlavních cílů chovatelské praxe, poněvadž maso jako potravina je ceněno především jako zdroj plnohodnotných živočišných bílkovin.

Ingr (1996) dále tvrdí, že převážná většina svalů je ve spojení s kostrou a proto se nazývají kosterní svaly. Jiné se zcela nebo částečně spojují s kůží – kožní svaly. Orgánové svaly mají polohový a funkční vztah k vnitřnostem nebo ke smyslovým

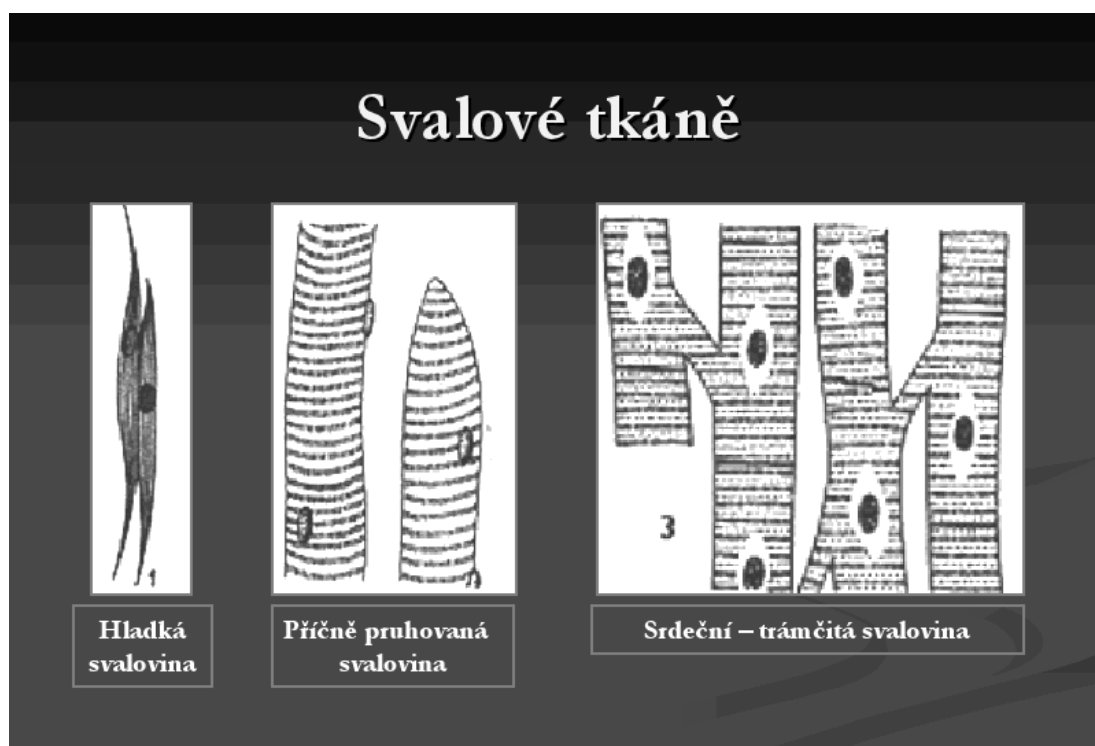
orgánům. Celá svalová soustava zahrnuje 400 – 500 svalů uspořádaných v těle většinou asymetricky. Z toho se jen 60 až 70 největších svalů na každé straně podílí na produkci masa.

Svalovina (svalová tkáň) je maso v užším slova smyslu. Struktura svaloviny je důležitá, protože s ní souvisejí biochemické, organoleptické i technologické vlastnosti masa (Pipek, 1991).

Blatný et al. (1986) publikují, že z hlediska buněčné stavby, činnosti i způsobu inervace lze svalovou tkáň rozdělit do třech hlavních skupin (obrázek 1):

1. příčně pruhovaná svalovina
2. hladká svalovina
3. srdeční svalovina

Obrázek 1 Svalové tkáně

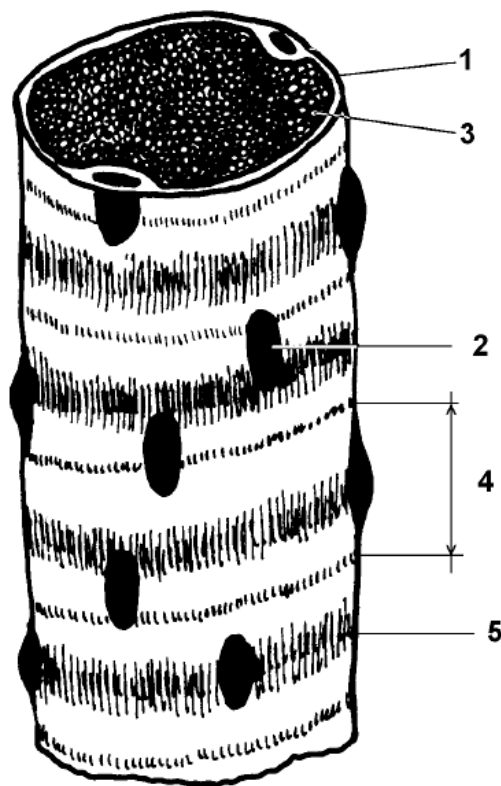


Zdroj: [prirodopis8.ic.cz/cytologie\\_histologie/Tkane.ppt](http://prirodopis8.ic.cz/cytologie_histologie/Tkane.ppt)

### 2.2.1 Příčně pruhovaná svalovina

Steinhauser et al. (1995) publikují, že svalovina příčně pruhovaná je stavební tkáň kosterních svalů, uspořádanou pro rychlé kontrakce (smršťování) a je ovládaná vůlí. Hlavní funkcí je přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci. Základní stavební jednotkou příčně pruhované svaloviny je svalové vlákno (obrázek 2). Je to soubuní válcovitého tvaru, na jehož povrchu je buněčná blána, sarkolema, těsně pod ní jsou uložena buněčná jádra. Cytoplasma svalového vlákna, sarkoplasma, obsahuje jednotlivé buněčné orgány, z nichž nevýznamnější jsou myofibrily.

Obrázek 2 Schéma svalového vlákna



#### Schéma svalového vlákna

1. sarkolemma
2. jádro
3. myofibrila
4. sarkomer
5. anisotropní úsek

Zdroj: [prirodopis8.ic.cz/cytologie\\_histologie/Tkane.ppt](http://prirodopis8.ic.cz/cytologie_histologie/Tkane.ppt)

Myofibrily jsou 1 – 2  $\mu\text{m}$  tlusté a v jednom svalovém vlákně je jich asi 1000. Myofibrily probíhají paralelně celým vláknem. Myofibrily jsou patrné jednolomné (isotropní) a dvojlomné (anizotropní) úseky, které se pravidelně střídají (Blatný et al., 1986).

Příčné pruhování myofibrily je způsobeno uspořádáním nižších strukturálních součástí filament, která představují tlustá myosinová a tenká aktinová filamenta.

Při svalové kontrakci dochází k zasouvání aktinových a myosinových filament do sebe (Jelínek, 2010).

Jednotlivá svalová vlákna se spojují do vyšších celků – snopců (svazků), které se pak spojují do sekundárních svazků. Svalové vlákno je válcovitého útvar, dosahující délky 1 až 40 cm a tloušťky 10 až 100  $\mu\text{m}$ . Tloušťka vláken závisí na druhu, pohlaví, věku, způsob výkrmů atd. (Steinhauser et al., 2000).

Jak Ingr (1996) píše, u většiny svalů lze nalézt 2 základní typy svalových vláken – červená a bílá. Červená vlákna jsou tenčí, obsahují více sarkoplazmy a méně myofibril, více mitochondrií a svalového barviva myoglobinu. Smršťují se pomaleji, ale jsou vytrvalejší než vlákna bílá a získávají energii aerobní glykogenolýzou. Bílá vlákna jsou naopak silnější, mají méně sarkoplazmy a větší počet myofibril, méně mitochondrií a myoglobinu. Smršťují se velmi rychle a energii uvolňují cestou anaerobní glykogenolýzy.

Z technologického hlediska je příčně pruhovaná svalovina nejvýznamnější tkání.

### **2.2.2 Hladká svalová tkáň**

Srdeční svalová tkáň se řadí svojí stavbou k příčně pruhované svalovině, liší se však funkcí, protože je ovládána, stejně jako hladká svalovina, vegetativním nervstvem a nepodléhá tudíž vůli jedince. Rozdíly jsou i ve vnitřním uspořádání buněk, resp. soubuní (Blatný et al., 1986).

### **2.2.3 Srdeční svalová tkáň**

Srdeční svalová tkáň je tkání příčně pruhovanou a má po stránce funkční i morfologické některé společné znaky hladké i příčně pruhované kosterní svaloviny. Skládá se ze srdečních svalových buněk. Je inervována autonomním nervovým systémem, kontrahuje se samovolně, rytmicky a nezávisle na vůli jedince. Z hlediska technologie masa má rovněž malý význam (Ingr, 1996).

## **2.3 Druhy masa**

V následující kapitole jsou charakterizované nejdůležitější druhy mas používané pro zdroj lidské výživy.

### 2.3.1 Hovězí maso

Hovězí maso patří biologicky k nejhodnotnějším. Obsahuje 19 % bílkovin, 5-6 % extraktivních látek, průměrně 5-8 % tuku a 70 % vody (Michalík, 2009).

Hovězí maso je pro lidský organismus bohatým zdrojem biologicky hodnotných bílkovin, některých esenciálních prvků a vitamínů. Tuk se v hovězím mase vyskytuje zejména v podobě triacylglycerolů a fosfolipidů (Bartoň et al., 2009). Obsahuje také vápník, draslík a fosfor. Má charakteristicky cihlově červenou barvu. Barva masa závisí na věku poraženého zvířete – u mladých kusů je bledě červená, u starších kusů a zvláště býků tmavě červená. Barvu masa ovlivňuje také pohlaví zvířete, způsob krmení (zelená píče – větší obsah železa = tmavší červená barva). Typická chuť a pach masa je ovlivněna přítomností těkavých mastných kyselin. Je zvláště výrazná u starších zvířat. S chuťovými vlastnostmi masa blízce souvisí šřavnatost a křehkost masa. Křehkost je způsobena vysokým obsahem svalových bílkovin. Maso od dobře vykrmených zvířat je křehčí než maso od zvířat hubenějších (Zrcková, 2011). Oproti vepřovému masu obsahuje méně tuku, a bývá proto doporučováno při různých dietách (Frolíková et al., 2001).

Hovězí maso se třídí podle pohlaví a stáří dobytka:

- mladé hovězí maso – pochází z nedospělých kusů s jatečnou hmotností pod 250 kg. Maso má skvělou kvalitu, je jemně vláknité a velmi měkké. Barevně a chuťově tvoří mezistupeň mezi telecím a hovězím mase. Podíl na trhu představuje necelé jedno procento a kupuje se většinou přímo od chovatelů.
- maso z mladých býčků – toto maso získalo značný podíl na trhu. Pochází z nevykastrovaných mladých býků, kteří jsou chováni na výkrm. Jateční věk se pohybuje mezi 16 a 22 měsíci. Maso je relativně hrubě vláknité při nízkém obsahu tuku.
- maso z jalovic – pochází z kusů s jatečním stářím od 20 do 30 měsíců. Má podobné vlastnosti jako volské maso.
- volské maso – pochází z vykastrovaných býků a ve srovnání s masem mladých býčků je tučnější. Maso je kvůli silnému mramorování tukem jemně vláknité a díky tomu je po přípravě měkčí a chutnější. Vzhledem k

tomu, že poptávka po tomto druhu masa stále stoupá, dováží se ho velké množství většinou z Irska, Francie a Argentiny.

- kravské maso – ze starších zvířat je vhodné k okamžité konzumaci jen podmíněně. Většinou se dále zpracovává (Michalík, 2009).

### **2.3.2 Telecí maso**

Telecí maso je bledě růžové až růžové, jemně vláknité, měkké konzistence a libové. Obsahuje více vody než maso hovězí. Vzhledem k malému podílu tuku je lehce stravitelné a vhodné na dietní a dětskou výživu. Telecí maso má příjemnou chuť s vůní po mléce (Vejražková, 2011). Telecím masem rozumíme maso telat ve stáří nejvýše 4 měsíců a hmotností nejvýše 215kg (Pešek et al., 2000).

### **2.3.3 Vepřové maso**

Vepřové maso je jemně vláknité růžové až světle červené a má osobitou lahodnou vůni. Svalovina je prorostlá tukem, obsahuje 20 až 40 % tuku. Vzhledem k obsahu tuku má vepřové maso vyšší energetickou hodnotu a je tím také hůře stravitelné. Chuť vepřového masa je ovlivněna věkem a způsobem krmení. Nejchutnější je z kusů o hmotnosti 70 až 90 kg (Šlaisová). Maso prasat krmených hodně mlékem má světlejší barvu. Nejlepší maso je z ročních kusů, má jemná vlákna, měkkou kůži a tuhou bílou slaninu. Maso starších kusů má tuhá a hrubá vlákna, barva je tmavočervená. Maso vepřové je křehčí než maso hovězí (Zrcková, 2011).

Za největší klady vepřového masa se považuje z výživového hlediska vysoký obsah bílkovin (15,5 %), vitamínu B1, který je důležitý pro látkovou výměnu a řízení činnosti nervů a svalů a nezanedbatelný je i obsah zinku a železa.

Vepřové maso se dělí:

- maso selat – pochází z kusů s jatečným stářím 3 - 6. týdnů, o hmotnosti 12-20 kg.
- maso vepřů, prasníc – převážně pochází z mladých zvířat, která po 6 - 7. měsících vykrmování při hmotnosti 90-120 kg, dávají nejlepší maso (Michalík, 2009).

### **2.3.4 Skopové maso**

Skopové maso se získává ze skopců, beranů, ovcí, bahnic. Nejlepší je maso z jednoročních a dvouročních kusů. Je jemně vláknité. Nevýhodou skopového masa

je osobitý pach a rychlé tuhnutí skopového loje. Proto se musí pokrmy ze skopového masa podávat horké.

Pro větší podíl šlach a blan potřebuje delší dobu zrát. V české kuchyni není skopové maso příliš oblíbené, hlavně pro jeho výraznější chuť. Skopové maso obsahuje větší podíl draslíku, sodíku a železa. Proto se doporučuje chudokrevným pacientům. Vynikající chuť má skopové maso v zimních měsících (Vejšková, 2011). Skopové maso patří mezi nejšťavnatější druhy a jeho energetická hodnota odpovídá přibližně masu vepřovému (Frolíková et al., 2001).

Podle věku zvířete je skopové maso cihlově červené až tmavočervené. U starších zvířat je maso méně kvalitní (tuhé, tučné)

Skopové maso se dělí:

- maso z mléčných jehňat – byla poražena v období 3 - 6. měsíce života, hmotnost do 15 kg. Jejich maso je obzvláště křehké, s malým množstvím bílého tuku (loje), má lososovou barvu.
- maso z krmných jehňat – ze zvířat, jež v době porážky nebyla starší 12 měsíců. Maso je křehké, cihlově červené barvy, tuk (lůj) nažloutlý až bílý.
- maso z krmných beranů a ovcí – z vykastrovaných samčích a samičích kusů, které se porážejí až ve druhém roce stáří. Maso má tmavou barvu a je prostoupené žlutým tukem.
- maso skopové – z vykastrovaných samčích kusů, starších dvou let. Maso je hrubě vláknité, žlutě žilkované tukem a většinou mírně páchne po rybím tuku (Michalík, 2009).

### **2.3.5 Králičí maso**

Králičí maso má velice dobré nutriční vlastnosti (D'Arco et al., 2012). Králičí maso je pokládáno za dietní, snadno stravitelné, s nízkým obsahem tuku, ale zároveň poněkud suché, tedy málo šťavnaté. Z hlediska technologického lze králičí maso charakterizovat jako vysoce kvalitní, a to především s přihlédnutím k vysoké vaznosti, nízkým hmotnostním ztrátám vývarem i relativně vysoké účinnosti vybarvovacích reakcí (Prokúpková a Bubnová, 2009). Králičí maso patří k nejzdravějším druhům masa, Má nízkou kalorickou hodnotu (Biško, 1997). Je chudé na tuk (asi 5%), velmi jemné a křehké (Michalík, 2009). Maso je bledě růžové a jemně vláknité. Obsahuje větší podíl bílkovin, minerálních látek a vitamínů (hlavně



fosfor). Chuť je mírně nasládlá (Vejražková, 2011). Králičí maso je velmi vhodné pro dietu diabetickou, redukční, žaludeční i žlučnickovou (Zrcková, 2011). Má nepatrné množství purinů a obsahuje ve srovnání s jinými druhy mas i podstatně menší množství cholesterolu. Nejvyšší kvalita maso se získává z králíků ve věku od tří do osmi měsíců (Biško, 1997).

### **2.3.6. Drůbeží maso**

Drůbežím masem se označují všechny druhy domácích ptáků, patřících do rodu kur, krocen, perlička, kachna, husa. Maso drůbeže označované jako maso bílé, dietní, má v porovnání s masem jatečných zvířat ve svalovině méně vaziva a proto je jemně vláknité, křehké a lehce stravitelné. Je bohaté na živočišné bílkoviny. Obsahuje málo tuku (5% váhy), zvláště kuřata a krůty mají nižší energetickou hodnotu. Výjimku tvoří maso hus a kachen s vysokým podílem tuku. Drůbeží maso má i příznivý obsah minerálních látek, zejména železa, fosforu, zinku, sodíku, draslíku a vitamínů skupiny B. Z drůbek jsou výživově nejhodnotnější drůbeží játra, jsou vynikajícím zdrojem vitamínu B<sub>12</sub>, který je nezbytný pro zdravou pokožku a odolnost organismu proti infekcím (Michalík, 2009).

Kvalitu masa drůbeže ovlivňuje krmení, druh a stáří. Drůbež má maso bělomasé (krocen a kur domácí) nebo červenomasé (perlička, kachna, husa, holub). Barvu masa ovlivňuje podíl krve a barviv (Šlaisová).

### **2.3.7 Zvěřina**

Zvěřina bývala kdysi hlavním zdrojem výživy člověka. S postupujícím vývojem lidské společnosti se však stávala čím dál tím více jen pochoutkou. Za zvěřinu se považují zvířata, která žijí volně v přírodě a jsou lovena (Vejražková, 2011). Zvěřina je velmi kvalitní potravina a znamená příjemné zpestření jídelníčku (Drmot, 2006). Zvěřinu můžeme označit jako vysoce hodnotnou biopotravinu s nenahraditelnými chuťovými a dietetickými vlastnostmi, které jsou dány nejen druhem zvířete, ale také rozmanitostí přijímané potravy a volným pohybem (Vodňanský, 2007).

Maso zvěřiny je tmavočervené až červenohnědé, tužší, má nízký obsah tuku, osobitou pikantní chuť a vůni typickou pro daný druh zvěře. Oproti hovězímu masu má vyšší obsah bílkovin a minerálních látek (sodík, draslík, železo, fosfor), vitamínů B (thiamin, riboflavin a kyselina pantotenová). Pro nízký obsah tuku je lehce stravitelná a obsahuje příznivý poměr esenciálních a nasycených mastných kyselin

(Dominik a Steinhauser, 2009). Pro lepší stravitelnost a kuchyňskou úpravu je nezbytně nutné zrání (odležení) zvěřiny (Michalík, 2009).

Zrání zvěřiny probíhá podobně jako u hovězího masa, tedy pozvolna, pomalu. Ve zvěřině se zvyšuje obsah kyseliny mléčné. Nízký obsah pH zamezuje rozvoji hnilobných mikroorganismů, zvěřina se stává trvanlivější. Během zrání se maso stává křehčím, stravitelnějším a získává příjemnou vůni (Dominik a Steinhauser, 2009).

Dělení zvěřiny:

a) Srstnatá

- spárkatá (vysoká) - jelen, srnec, daněk, muflon
- nízká - zajíc, divoký králík
- černá - divoké prase

b) Pernatá

- lesní - tetřev, tetřívka, sluka lesní
- polní - bažant, koroptev, křepelka
- vodní - divoká husa, divoká kachna (Teplá, 2011).

## 2.4 Chemické složení masa

Podle Okrouhlé (2006) je chemické složení masa jeho významnou jakostní charakteristikou, od níž jsou odvozeny další důležité vlastnosti masa (nutriční hodnota, sensorické, technologické a kulinářské vlastnosti, zdravotní bezpečnost masa aj.). Ingr (1996) uvádí, že obecnější složení masa je obtížné jednoznačně určit. Jatečná těla zvířat obsahují velmi variabilní podíly svaloviny, tukových tkání a kostí a to pod vlivem početných faktorů:

- druh zvířete
- plemeno
- pohlaví
- věk
- výživový stav atd.

Z těchto důvodů je nejčastěji uváděno chemické složení libové svaloviny (Tabulka 1).

Libová svalovina se skládá z vody, bílkovin, tuků, minerálních látek, vitamínů a extraktivních látek. Mezi extraktivní látky se řadí i sacharidy, kterých obsahuje libová svalovina velmi málo. Důležitým kritériem při hodnocení složení masa je poměr obsahu vody a bílkovin, tzv. Federovo číslo. U syrového libového masa je poměrně stálé a má hodnotu přibližně 3,65 (Kadlec et al., 2002).

Tabulka 1 Složení masa hospodářských zvířat (%)

Maso	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerální látky	Federovo číslo
Čistá svalovina	70-75%	18-22%	1-3%	1-1,5%	3,65

Zdroj: Kadlec et al. (2002)

### 2.4.1. Bílkoviny

Jak Ingr (1996) publikuje, bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa, zejména z hlediska nutričního a technologického. Podle Kaščáka (1990) jsou bílkoviny nepostradatelné na stavbu organismu. Okrouhlá et al. (2010) zjistili, že maso je důležitým zdrojem bílkovin s příznivou skladbou aminokyselin. Steinhausera et al. (2000) uvádějí, že obsah bílkovin v mase je velmi vysoký. Z hlediska nutričního se jedná většinou o tzv. „plnohodnotné“ bílkoviny obsahující všechny esenciální aminokyseliny (tabulka 2). V čisté libové svalovině se obecně uvádí obsah bílkovin v rozmezí od 18 – 22 %. Podle své rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích a podle umístění v jednotlivých svalových strukturách se rozdělují do tří skupin:

- bílkoviny sarkoplasmatické – jsou obsaženy v sarkoplasmatu a jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích;
- bílkoviny myofibrilární – tvoří myofibrily a jsou rozpustné v roztocích solí, v neionizované vodě jsou nerozpustné. Tato skutečnost je významná při tvorbě struktury salámů;
- bílkoviny stromatické (bílkoviny pojivových tkání) – nejsou rozpustné ani ve vodě, ani v solných roztocích a jsou obsaženy ve vláknech pojivových tkání, které ve svalovině tvoří obaly svalových struktur (Kadlec et al., 2002).

Rozdílné rozpustnosti bílkovin se využívá při vytváření struktury masných výrobků.

Tabulka 2 Průměrný obsah esenciálních aminokyselin v bílkovinách vybraných tkání jatečných zvířat (mg.kg<sup>-1</sup>)

Aminokyselina	Sval	Šlachy	Srdce	Jazyk	Mozek	Plíce	Játra	Ledviny
Isoleucin	45	16	51	52	52	46	55	51
Leucin	79	34	92	85	91	91	95	94
Lysin	87	31	86	85	88	75	81	77
Methionin	29	8	24	23	23	19	23	21
Cystin	11	3	12	13	11	9	12	14
Fenylalanin	40	25	47	44	53	46	54	48
Tyrosin	33	10	36	34	37	33	38	37
Threonin	43	19	46	45	49	43	48	46
Tryptofan	10	1	13	12	15	9	16	14
Valin	50	26	56	54	58	58	65	59
Neesenc. AK	574	827	537	553	523	571	514	539

Zdroj: Dvořák (1987)

Důležitou veličinou charakterizující jakost masa a masných výrobků jak z hlediska technologického, tak z hlediska nutričního je obsah svalových bílkovin (tj. obsah sarkoplasmatických a myofibrilárních bílkovin). Tento obsah se obvykle určuje jako rozdíl obsahu všech bílkovin v mase a obsahu bílkovin stromatických. V zahraniční literatuře se tato veličina označuje jako BEFFE – Bindegewebeeisweißfreies Fleischeisweiß (Steinhauser et al., 1995).

- Sarkoplasmatické bílkoviny

Ingr (1996) konstatuje, že sarkoplasmatické bílkoviny zahrnují na 50 jednotlivých bílkovin, z nichž nejvýznamnější jsou myogen, myoalbumin, globulin X a myoglobin. Zvláštní význam v technologii masa má myoglobin, který je hlavním přirozeným barvivem masa. Oxidací myoglobinu dochází k jeho přeměně na metmyoglobin, jehož podstatou je změna mocenství železa z dvojmocného na trojmocné. Dalšími možnými deriváty myoglobinu jsou oxymyoglobin, karboxymyoglobin, a především nitroxymyoglobin, který vzniká vazbou molekuly oxidu dusnatého jakožto produktu redukce dusitanu při solení masa. Obsah myoglobinu v mase je velmi nízký – ve 100 g hovězího masa asi 370 mg, ve přepřovém tmavém asi 140 mg a ve světlých vepřových svalech asi jen 80 mg.

- Myofibrilární bílkoviny

Steinhauser et al. (2000) zjistili, že myofibrily obsahují více než 20 druhů bílkovin. Šest z nich (myosin, aktin, titin, tropomyosin, troponin, nebulin) však tvoří zhruba 90 % celkových myofibrilárních bílkovin. Podle jejich funkce jsou klasifikovány jako

- kontraktilní (aktin, myosin),
- regulační (tropomyosin, troponin, actinin),
- podpůrné tj. cytoskeletální (titin, nebulin, C-protein, Z-protein, M-protein).

Ingr (1996) publikuje, že významem i obsahem dominují myosin (45 %) a aktin (22 %). Myosin je složkou tlustých filament a je také bílkovinou složkou významného enzymu ATPasy. Aktin je hlavní složkou tenkých filament. Aktin a myosin vytvářejí vzájemným spojením komplex označovaný jako aktinomysin či aktomyosin, kdy se tlustá a tenká filamenta zasouvají teleskopicky do sebe. Vznik aktomyosinového komplexu v období posmrtného ztuhnutí masa významně ovlivňuje jeho vlastnosti.

- Stromatické bílkoviny

Stromatické bílkoviny se vyskytují především v pojivových tkáních, tj. ve vazivech, šlachách, kůži, kostech apod., lze je nalézt i ve svalové tkáni, kde tvoří různé membrány (Kadlec et al., 2002). Podle Steinhausera et al. (2000) mezi aromatické bílkoviny patří především kolagen, elastin, retikulin, dále se sem řadí keratiny, muciny a mukoidy. Z výživového hlediska bývají aromatické bílkoviny označovány za neplnohodnotné z důvodu, že nemají všechny esenciální aminokyseliny – chybí zcela tryptofan.

- Kolagen

Čistě bílý prášek, jen lehce pružný, pevný. Výrazně se liší od jiných bílkovin svým aminokyselinovým složením a složitou strukturou, která se odráží na v jeho vlastnostech. (Steinhauser et al., 1995). Kadlec a et al. (2002) uvádí, že při záhřevu masa nad 60 °C (tzv. teplota smrštění) se kolagení vlákna deformují, délka se značně zkracuje. Při záhřevu ve vodě kolagen bobtná, po rozrušení příčných vazeb přechází na rozpustnou látku - želatinu čili glutin. K vytváření želatiny dochází zejména tehdy, pokud se kolagen dlouhou dobu zahřívá ve vodě při teplotě 65 – 90 °C. Vznik želatiny má velký význam v technologii zpracování masa. Je

podstatou měknutí některých typů masa (např. klišky nebo kůží) při tepelném opracování. Této skutečnosti se využívá jak při kulinární úpravě, tak při výrobě vařených masných výrobků. Používá se i pro přípravu některých výrobků v aspiku.

- Elastin

Elastiny doprovázejí kolageny ve zvláště namáhavých pojivových tkáních, např. ve šlachách. Na rozdíl od kolagenů tvoří elastiny velmi pružné síťovité striktury (Velišek, 2002). Elastin je chemicky velmi odolný, nerozpouští se ve studené ani v horké vodě, a roztocích solí. Je stabilní i při varu (Steinhauser et al., 2000).

- Keratiny

Jsou rozsáhlou skupinou bílkovin, mechanicky a chemicky odolné (např. nerozpustné v horké vodě), pružné. Z těla zvířat se odstraňují (chlupy, peří, kopyta). Vyskytují se v pokožce a kožních produktech (Jelínek, 2010).

## 2.4.2. Lipidy

Mezi lipidy masa vysoce převažují tuky (triacylglyceroly) a to podílem zhruba 99 %. V malé míře jsou zastoupeny heterolipidy (zejména fosfolipidy) a pozornost zaujímá i cholesterol (Ingr, 1996). Steinhauser et al. (2000) uvádějí, že rozložení tuku v těle je nerovnoměrné. Malá část je uložena přímo uvnitř svaloviny (intramuskulární, vnitrosvalový) a dále pak tvoří tuk základ samostatné svalové tkáně (depotní, zásobní). Důležitý pro chuť a křehkost masa je tuk intramuskulární, zejména jeho intercelulární podíl, který je uložen mezi svalovými vlákny ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa.

Podle Kadlece et al. (2002) maso, které má vyvinuté mramorování, je více ceněno než maso zcela libové, protože je křehčí a má i výraznější chuť. Mramorování má význam zejména u kvalitního hovězího masa. Lipidy v mase obsahují cenné nenasycené mastné kyseliny.

Kriticky je hodnocen obsah cholesterolu, jehož obsah jak ve svalovině tak i tukové tkáni je přibližně stejný (500 až 700 mg.kg<sup>-1</sup>). Nejnižší obsah cholesterolu vykazuje maso vepřové (400 - 600 mg.kg<sup>-1</sup>). Hovězí i kuřecí maso mají přibližně stejný obsah

cholesterolu (850 – 900 mg.kg<sup>-1</sup>). Na rozdíl od tuku se cholesterol nachází především v libové části masa (Pennington, 1989).

Steinhauser et al. (2000) publikují, že mezi barviva rozpustná v tucích (lipochromy) patří zejména karoteny (žlutočervené) a xantofyly (žluté). Zejména karoteny zbarvují tuk žlutě až oranžově. Některé tuky, jako vepřové sádlo a skopový lůj, jsou však na výjimky bílé, protože karoteny neukládají. Obsah lipochromů závisí především na složení krmiv a úrovni zvířat.

### **2.4.3 Voda**

Voda je nejvíce zastoupenou složkou masa. Z hlediska nutričního je bezvýznamná, má však velký význam pro senzoricou, kulinární a především pro technologickou jakost masa. Schopnost masa vázat vodu (vaznost) je jednou z nejvýznamnějších vlastností masa při jeho zpracování, poněvadž výrazně ovlivňuje kvalitu výrobků i ekonomickou efektivitu jejich produkce (Pirytáková, 2011).

Obsah vody ve svalovině závisí na živočišném druhu (původu) a hlavně na obsahu tuku. Díky relativně vysokému obsahu tuku mívá nejnižší obsah vody vepřové maso 30 – 72 %, vyšší obsah vody má hovězí maso 35 – 73 % (Velíšek, 2002).

### **2.4.4 Minerální látky**

Steinhauser et al. (1995) uvádějí, že minerálie tvoří zhruba 1 % z hmotnosti masa. Obvykle bývají pod pojmem minerální látky řazeny všechny látky, které zůstávají v popelu po zpopelnění masa, tedy i mineralizované prvky, jako síra a fosfor, které byly před spálením složkou organických látek (sirných aminokyselin, fosfolipidů aj.). Většina minerálních látek je rozpustná ve vodě a ve svalovině je přítomna ve formě iontů. Železo, hořčík a vápník jsou částečně vázány na bílkoviny. Anionty, mezi nimiž převládají především hydrogenuhličitany a fosforečnany, vytvářejí zároveň pufrovací systém svaloviny.

Ingr (1996) zjistil, že maso je významným zdrojem draslíku, vápníku, hořčíku, železa a dalších prvků, hovězí maso je dále důležitým zdrojem zinku a maso mořských ryb zdrojem jódu. Obsah minerálních látek je uveden v tabulce 3.

Pipek a Jirotková (2001) tvrdí, že minerální látky mají specifické funkce z hlediska metabolismu i z technologického hlediska. Hořčík ovlivňuje aktivitu enzymu

adenosintrifosfatasy (ATPasy) a četných enzymů metabolismu cukrů. Vápník má úlohu při svalové kontrakci a účastní se reakcí srážení krve; kromě toho má význam jako strukturální složka kostí. Vápník, hořčík i jiné vícemocné kationty se účastní vytváření příčných vazeb mezi řetězcí bílkovin a mají tudíž význam pro strukturu masa a masných výrobků. Draslík je obsažen v masě velmi významně; jeho obsah přitom koreluje s obsahem svalových bílkovin. Železo je v masě přítomno v hemových barvivech, volně v iontové formě, ve ferritinu aj.

Tabulka 3 Obsah minerálních látek v masě (mg.kg<sup>-1</sup>)

Potravina	Na	K	Ca	Mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl
Vepřové maso	600	4000	100	300	2000	500
Vepřové sádlo	220	140	30	5	125	40
Hovězí maso	400	4000	100	200	2000	500
Hovězí lůj	105	60	5	5	90	180
Skopové maso	80	4000	100		1800	
Játra	90	3000	80	460	3500	
Ledviny	2100	2600	110	200	2700	2200
Mozek	1600	3000	100	150	3500	
Kuřecí maso	800- 1000	3400- 4700	100-200	300-400	2000- 2400	
Kachní maso	800- 2000	2900- 3000	100-200	200	1800- 2000	
Husí maso	800- 9600	4200	100-200	200	1800- 1900	
Krůtí maso	1300- 1500	3600- 4000	100	300	3200	

Zdroj: Steinhauser et al. (1995)



## 2.4.5 Vitaminy

Jak Ingr (1996) uvádí, maso je významným zdrojem hydrofilních vitaminů (tabulka 4) skupiny B, které jsou bohatě obsaženy ve svalovině a ve vnitřnostech jatečných zvířat. Významný je vitamin B<sub>12</sub>, který se vyskytuje pouze v potravinách živočišného původu.

Tabulka 4 Obsah vitaminů v mase a orgánech (mg.kg<sup>-1</sup>)

Potravin a	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Niac.	Kys. pant.	B <sub>6</sub>	Biot.	PP	B <sub>12</sub>	C
Vepřové maso	0,2	2,8- 14	2-2,4	45	10-12	5-6	15	80	0,01- 0,04	20
Hovězí maso	0,2	1-2,3	2-2,4	45	6-10	4	30	75	0,02- 0,04	15
Skopové maso	0,1	2-3	2-3,2	50	6-10	3		80	0,02- 0,08	10
Hovězí játra		3,8	30		63	7,3		175	0,15	301
Vepřová játra		5,2	27		50	3,3	500	195		223
Hovězí ledviny		2,7	20,5		37	4,4	630	100	0,15	117
Vepřové ledviny		5,2	19,6		31	5,5	1000	100		124
Kuřecí maso	6,8	0,8-1	1,6	102						
Slepičí maso	08- 3,2	0,8-1	1,4-2	70-80	9	5				
Krůtí m.		0,6	1,4	80						
Kachní m.		0,9-3	1,9- 2,7	56-80						
Husí m.		0,8- 1,6	2-4	56-80						

Zdroj: Steinhauser et al. (2005)

Mezi nejčastěji zastoupené vitaminy skupiny B v mase patří thiamin, riboflavin, niacin, kyselina pantothenová, pyridoxin a vitamin B 12. Vitaminy skupiny B, jsou vitaminy rozpustné ve vodě, a proto libové maso obsahuje více těchto vitaminů, než maso tučné. Vepřové maso je jedním z nejbohatších zdrojů thiaminu. Vepřové maso obsahuje přibližně 5 – 10x více thiaminu než maso hovězí (Kerry a Ledward, 2002).

Steinhauser et al. (1995) tvrdí, že lipofilní vitaminy A, D a E jsou obsaženy v tukové tkáni a játrech. V zanedbatelných množstvích se vyskytuje vitamin C, vyšší obsah tohoto vitaminu je pouze v játrech a čerstvé krvi. Obsah vitaminů je podstatně vyšší v játrech a jiných drobcech než ve svalovině. Rozdíly jsou i mezi jednotlivými druhy zvířat, zejména mezi přežvýkavci a monogastrickými zvířaty.

Podle Pipka (1991) řada vitaminů je poměrně odolná proti fyzikálně-chemickým vlivům, ale u některých dochází k destrukci: např. thiamin se rozkládá teplem, vitaminy A a B<sub>6</sub> jsou citlivé na oxidaci, zejména vlivem světla apod. Při tepelném opracování ve vodě přechází část (10 – 15 %) vitaminů rozpustných ve vodě do vývaru, čímž se z masa ztrácí.

#### **2.4.6 Extraktivní látky**

Extraktivní látky jsou další významnou součástí masa, ovlivňují jeho organoleptické vlastnosti, především chutnost. Patří sem řada látek velmi rozdílného chemického složení, především aminokyseliny a peptidy, kreatin, štěpné produkty odbourávání nukleotidů (inosin, xantin a hypoxanthin) a četné jiné látky (Čepička et al., 1999).

Podle Ingra (1996) jejich společnou vlastností je jejich extrahovatelnost vodou při zpracování masa při teplotách kolem 80 °C. Tyto látky mají podíl na tvorbě aromatu a chutnosti masa, jiné jsou součástí enzymů, některé mají významné funkce v metabolických a v postmortálních procesech. Největší význam mají:

- sacharidy
- organické fosfáty
- dusíkaté extraktivní látky

Extraktivní látky vznikají zejména v průběhu posmrtných změn. Některé extraktivní látky se dokonce přidávají do masa nebo obvykle do masných výrobků k obohacení

jejich chutnosti. Jde zejména o různé preparáty obsahující glutamát sodný (Steinhauser et al., 2000).

- Sacharidy

Jsou zastoupeny především polysacharidem glykogenem. Ten je obsažen v myofibrilách a v sarkoplazmě a je významným zdrojem energie pro svalovou práci. Ve svalovině jatečných zvířat je obsaženo 0,3-0,9% glykogenu, nejvíce v koňském masu. Glykogen hraje důležitou roli ve fyzické kondici porážených zvířat a následně v postmortálních změnách masa. V metabolických procesech i v postmortálním odbourávání glykogenu se v masu vyskytuje i monosacharid glukóza a její fosfáty (Ingr, 1996).

Steinhauser et al. (1995) uvádějí, že glykogen je významný z technologického hlediska. Podle toho, kolik je ho obsaženo ve svalu v okamžiku porážky, dojde k hlubšímu či menšímu okyselení tkáně, což má význam pro údržnost i pro vaznost, a tedy i pro rozsah hmotnostních ztrát. U vyčerpaných zvířat s nízkým obsahem glykogenu dochází jen k malému okyselení a maso je proto málo údržné. Z hlediska technologie je tedy žádoucí, aby zvíře v okamžiku porážky mělo maximální obsah glykogenu.

- Organické fosfáty

Mezi organické fosfáty patří zejména nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty. ATP je hlavním článkem přenosu energie. Při posmrtných změnách se postupně přeměňuje na adenosindifosfát, adenosinmonofosfát, kyselinu inosinovou, inosin, hypoxanthin a kyselinu močovou. Meziprodukty odbourávání ATP mají význam pro chutnost masa, uplatňuje se zde zejména kyselina kosinová, inosin a ribosa (Jelínek, 2010).

- Dusíkaté extraktivní látky

Ingr (1996) konstatuje, že dusíkaté extraktivní látky jsou rovněž různorodou skupinou složek masa. Největší význam mají volné aminokyseliny (taurin, glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin, alanin), peptidy (karnosin, anserin, glutathion), kreatin a biogenní aminy.

Obsah některých významných extraktivních látek uvádí tabulka 5.

Tabulka 5 Obsah extraktivních látek v mase v g.kg<sup>-1</sup>

Karnosin	0,7-5,0
Anserin	0,9-2,0
Karnitin	0,2-0,5
Cholin	0,8
Kreatin /+KP/	0,5-5,5
Glutation	0,2-0,7
ATP	2,5-4,0
IMP	0,1
Purinové báze	0,7-2,3
Volné aminokyseliny	1-7
Močovina	0,02-2,0

Zdroj: Pipek (1991)

### 2.4.7 Cizorodé látky

Maso i některé droby obsahují poměrně vysoké koncentrace cizorodých zdravotně závadných látek, zejména rizikových prvků (Cd, Pb, Hg a As), insekticidů a polychlorovaných bifenylnů. Ty se sem dostávají z potravního řetězce. Týká se to zejména jater a ledvin, které jsou přirozeným filtrem odstraňujícím tyto škodliviny z těla. Obsah cizorodých látek proto bývá v játrech či ledvinách i o řád vyšší než ve svalovině. Konzumované množství je však většinou malé, takže celkový příspěvek cizorodých látek z drobů pro konzumenta není velký. Nápravu lze docílit pouze v celkové ochraně životního prostředí (Spurná, 2009).

Pipek (1995) publikuje, že naproti tomu byly nalezeny v syrovém i tepelně opracovaném mase přirozeně se vyskytující látky, které zjevně představují prevenci proti rakovině tím, že inhibují aktivitu některých uhlovodíků a aminů.

## 2.5 Vlastnosti masa

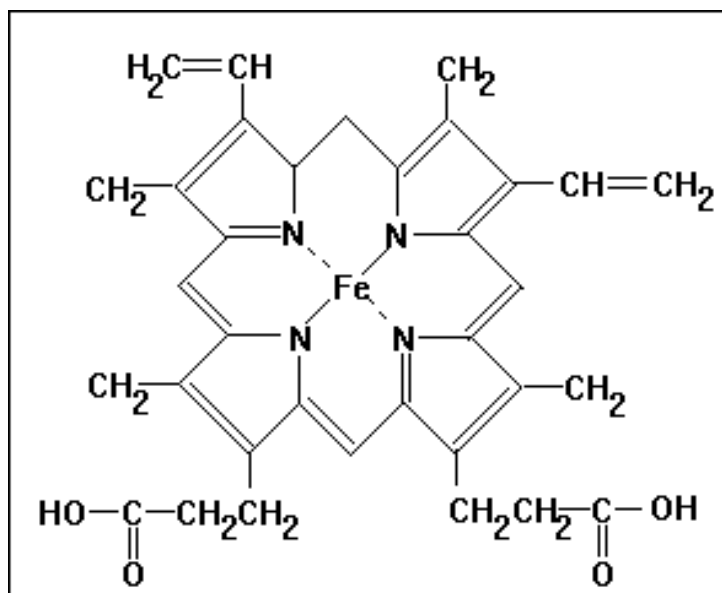
Stavba masa a jeho chemické složení ovlivňuje jeho technologické a sensorické vlastnosti. Mezi nejvýznamnější vlastnosti patří chutnost, křehkost, textura, barva a vaznost (Kadlec et al., 2002).

### 2.5.1 Barva masa

Barvu řadíme mezi základní faktory, podle kterých se hodnotí kvalita masa (Sakata, 2008). Podle barvy jsou tradičně v západoevropských zemích a dnes již i u nás masa rozdělena do dvou základních skupin – masa bílá a červená. Červeným masem se rozumí především maso hovězí a vepřové, ale také zvěřina, maso koňské, skopové, kozí apod. Do skupiny bílých mas je zahrnuto maso drůbeží a rybí (Šimek et al., 2001).

Charakteristickou červenou barvu dodává masu svalové barvivo – myoglobin. Je to komplexní sloučenina bílkoviny globinu a krevotvorné složky – hemu. V hemu je železo přítomno ve dvojmocné formě – obrázek 3 (Lát et al., 1976).

Obrázek 3 Strukturální vzorec hemové skupiny



Zdroj: <http://drvsrs.com/spimgs/HEMOGLOBIN.jpg>

Změny barva masa souvisejí právě s reakcemi atomu železa. Buď dochází k donor akceptorové vazbě některých molekul na centrální atom, nebo naopak dochází k oxidaci, kdy dvojmocné železo ztrácí elektron a přejde na trojmocnou formu. Jako ligand se může na železo vázat molekulární kyslík za vzniku rumělkově červeného oxymyoglobinu, který chrání atom železa před oxidací. Dochází k tomu při vysokém parciálním tlaku kyslíku. Naopak při sníženém parciálním tlaku kyslíku převládne oxidace dvojmocného na trojmocné železo a myoglobin se změní na hnědý

až šedohnědý metmyoglobin. Rovněž při skladování masa dochází ke vzniku metmyoglobinu, a to zejména v důsledku vzájemného působení hemových barviv a tuků, kdy obě složky podléhají oxidaci vzdušným kyslíkem (Čepička et al., 1999).

### **2.5.2 Křehkost masa**

Křehkost masa patří do texturních vlastností masa. Pipek a Jirotková (2001) uvádějí, že křehkost masa je souhrn jeho struktury, stavu a chemického složení. Důležitou roli zde hraje dobré vyzrání masa. Při tom dochází k uvolnění posmrtné ztuhlosti, uvolnění aromatických bílkovin, ty strukturu masa zpevňují. Křehkost masa lze ovlivnit pomocí zkřehčovacích enzymů nebo máčením do roztoku organických kyselin či jiných lázní. I v domácnosti můžeme křehkost ovlivnit, například pokud maso dlouhodobě zahříváme v přítomnosti s vodou. Neopomenutelnou nutností je i obsah intramuskulárního tuku. Intramuskulární tuk je tuk uložen přímo uvnitř svaloviny. Je důležitý nejen pro křehkost, ale také pro chuť. Tvoří v mase tzv. mramorování masa. Maso s dobře vyvinutým mramorováním je v řadě států hodnoceno lépe než maso zcela libové. Podle Steinhausera (2006) vědci zjistili, že křehkost masa je stejně jako mramorování tukem či osvalení vázáno geneticky.

### **2.5.3 Chuť masa**

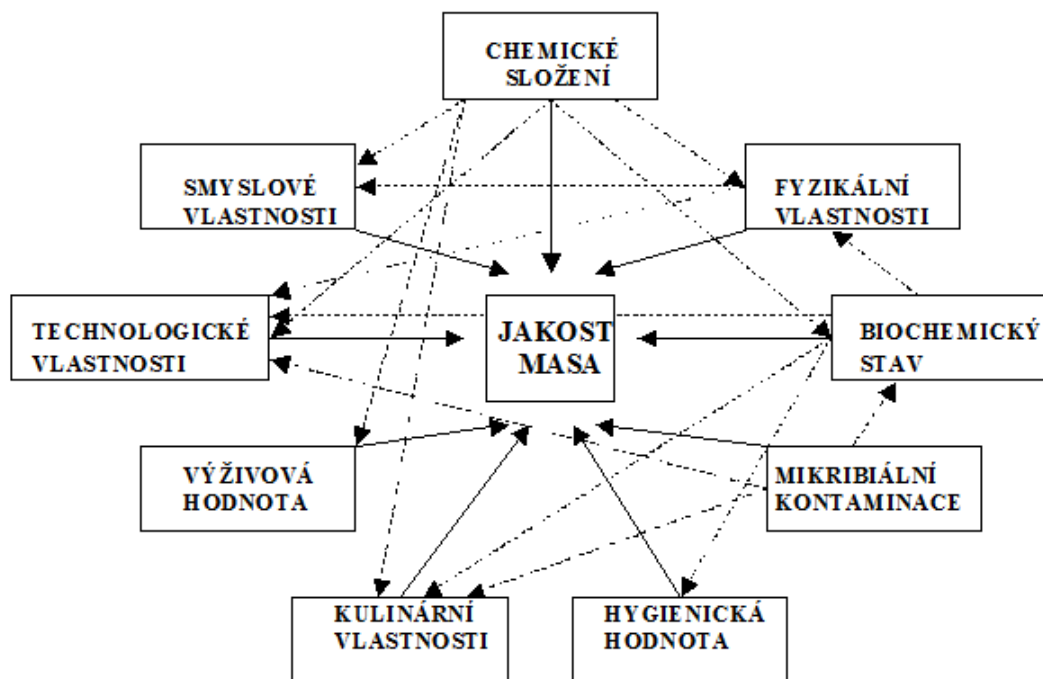
Chutnost masa se z důvodu hygienických hodnotí zásadně až po jeho tepelné úpravě, která by měla být typická a nejobvyklejší pro daný druh masa a jeho výsekovou část. Při hodnocení chutnosti masa se posuzuje celá řada významných texturních vlastností, kterými jsou křehkost, měkkost, tuhost, tvrdost, jemná či hrubá vláknitost a šřavnatost. Dominantní znaky sensorické jakosti masa jsou chuť a vůně. Hodnotí se jako výrazná, typická, a naopak až bezvýrazná nebo prázdná, může být hodnocena i jako netypická, cizí, nepříjemná až odporná. Všechny zmíněné sensorické znaky mohou být ovlivněny způsobem tepelné úpravy, proto je nutné dodržovat předepsané konstantní podmínky tepelné úpravy vzorků masa a také podmínky předkládání a sensorického posuzování masa (Ingr, 1996). V chuti je maso mladých zvířat prázdnější a větší obsah glykogenu mu dává nasládlou příchut' (Matyáš a Vítovec, 1999).

## 2.5.4 Jakost masa

Jakost masa je souhrnem vzájemně se podmiňujících aspektů (schéma 1) – chemické složení, fyzikální vlastnosti, sensorické a technologické vlastnosti, mikrobiologické složení, výživová a energetická hodnota a další. Chemické složení masa a jeho fyzikální vlastnosti se promítají do čtyř hlavních ukazatelů jakosti masa: sensorických – zdravotní nezávadnosti – výživové (energetické) hodnoty a technologických vlastností (schéma 2).

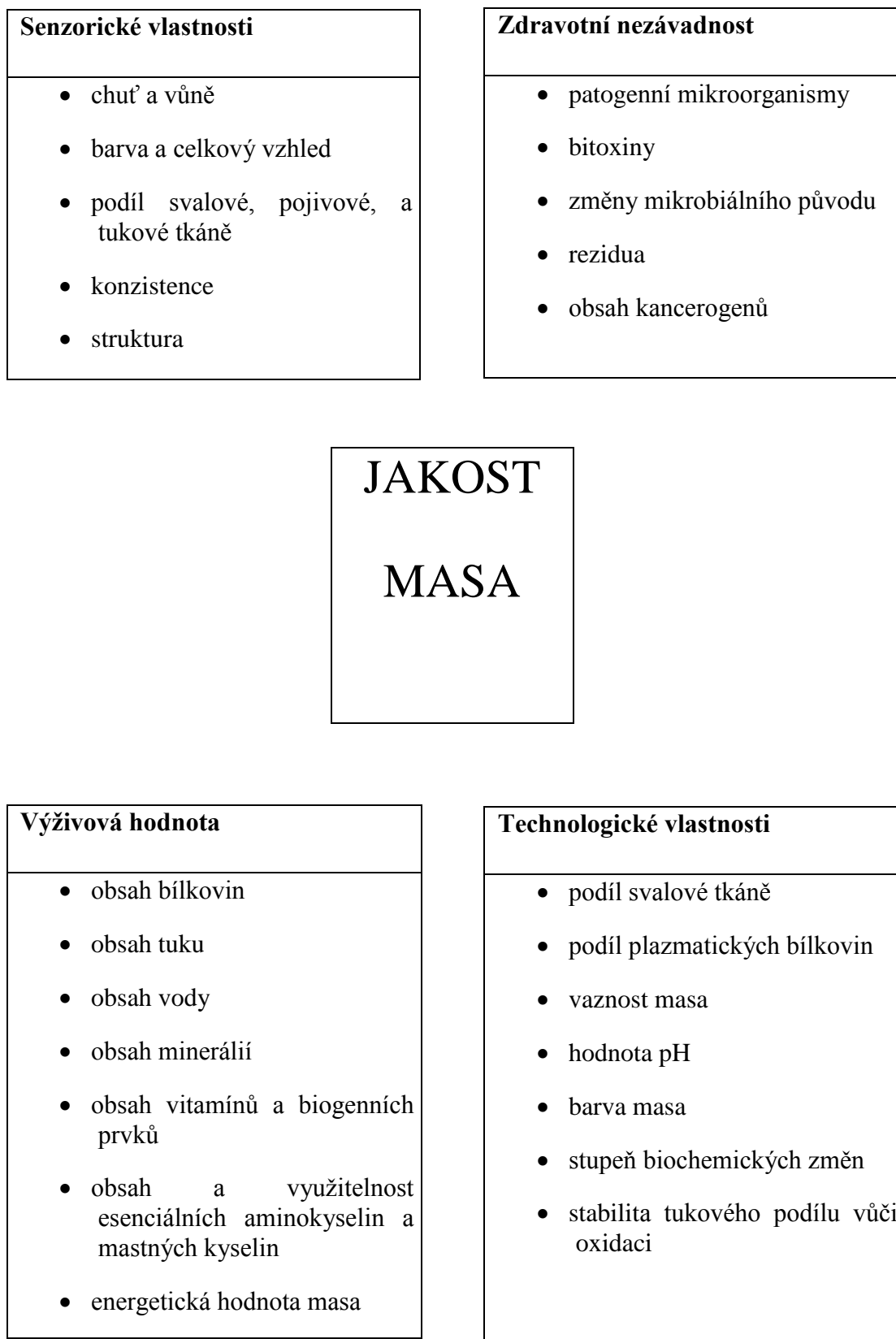
Někdy se uvádějí ještě tzv. kulinární vlastnosti masa, tj. vlastnosti, které podmiňují jeho úpravu nebo přípravu v kuchyni, ale i současně jako vlastnosti přípravného pokrmu (Kratochvíl et al., 1985).

Schéma 1 Jakost masa a jeho výslednice devíti jakostních charakteristik a jejich vzájemných interakcí



Zdroj: Ingr (1986)

Schéma 2 Schematické vyjádření jakosti masa jako souhrn dílčích vlastností



Zdroj: Steinhauser et al. (1995)



Hodnocení jakosti masa je v mnoha ohledech náročné a nesnadné. Především proto, že maso je velmi dynamickým biochemickým systémem. Od toho se odvíjí většina dalších znaků jakosti a znamená to, že jakost masa je třeba chápat a posuzovat velmi citlivě a se znalostí probíhajících biochemických změn. Další komplikací při hodnocení jakosti masa je jeho vysoká heterogenita jako systému, na niž se podílí heterogenita morfologická, chemická, fyzikální a biochemická. Důsledně vzato, každý výsledek jakéhokoli hodnocení má proto své omezení. Proto se setkáváme běžně s velkou variabilitou hodnot získaných při hodnocení jakosti masa (Ščurková, 2005).

Jak Pirtyáková (2011) uvádí, vlivů působících na jakost jatečných zvířat a masa je celá řada. Každý z nich může mít různou intenzitu projevu a rozdílnou praktickou závažnost. K jejich členění jsou rozdílné přístupy. Jatečná zvířata jsou ve svém vývoji i kvalitě ovlivňována z časového hlediska faktory prenatálními a intravitálními (ty lze dále dělit na postnatální a na premortální). Jiné členění rozděluje vlivy na vnitřní (genetické) a na vnější (faktory prostředí). Na jakost masa působí vlivy genetické, intravitální a postmortální.

Vliv na jakost a produkci masa má:

- živočišný druh;
- plemeno;
- pohlaví;
- věk;
- ranost;
- kastrace;
- způsob výživy;
- úroveň výživy;
- nemoci;
- použití léků;
- hladovění;
- podmínky při přepravě;
- stres

### 2.5.5 Nutriční hodnota

Podle Steinhausera et al. (1995) je nutriční (výživová) hodnota je souhrnem obsahu energie, živin a míry jejich využitelnosti lidským organismem. Vychází tedy z chemického složení svaloviny a z využitelnosti jednotlivých složek. Význam masa v lidské výživě je nesporný, poněvadž je zdrojem plnohodnotných bílkovin (tj. obsahujících všechny esenciální aminokyseliny, a to v potřebném vyváženém poměru), vitaminů, zejména hydrofilních ze skupiny B, ale také některých lipofilních. Maso je zdrojem potřebných minerálních látek, hlavně železa, fosforu a vápníku. Důležitý je nejen příjem pozitivních nutričních faktorů masem, ale i jejich využitelnost lidským organismem a ta je v případě potravin živočišného původu obecně mnohem vyšší než z potravin rostlinného původu.

Dvořák (1987) tvrdí, že maso je z hlediska nutriční kvality hodnoceno nejvýše, jestliže na hmotnostní jednotku připadá nejvyšší obsah všech esenciálních složek, které mohou být v mase přítomné. Ve svalové tkáni živého zvířete se metabolicky aktivní čisté svalové bílkoviny nacházejí v prostředí bohatém na složky, jež jsou současně esenciální ve výživě člověka. Nositel reakčního prostředí je voda, takže platí pravidlo, že nutriční kvalita syrového masa je úměrná obsahu vody v mase.

### 2.5.6 Technologické vlastnosti masa

V technologických vlastnostech se prolínají hlediska ekonomiky výroby masných výrobků a jejich vlastnosti (Simeonová et al., 1999). Jakost masa musí umožnit dosažení ekonomických předpokladů produkce masných výrobků (výtěžnost, sortiment, rentabilita, zisk) a musí umožnit dosažení takové jakosti výrobků, aby byly konkurenceschopné a celkové úspěšné na trhu (Ingr, 1996).

Proto mají v technologii význam tyto vlastnosti masa:

- co největší podíl svalové tkáně
- co největší podíl veškerých bílkovin a co největší podíl bílkovin plazmatických (a tedy co nejnížší podíl bílkovin kolagenních)
- co nejlepší vaznost (schopnost vázat vodu vlastní i vodu technologicky přidávanou)
- normální průběh postmortálních změn
- barva typická pro daný druh masa a jeho anatomickou část
- typická chuť a vůně masa bez jakýchkoli nepříjemných a cizích pachů

- velmi dobrá stabilita tukového podílu masa vůči oxidaci (Ingr, 1986)

Oxidace tuku je způsobena jednak činností lipoxygenáz, je urychlována hydrolýzou, která ji obvykle předchází. Znamená to zhoršení organoleptických vlastností a vede ke snížení nutričně cenných látek (esenciální mastné kyseliny), vznikají některé zdravotně závadné složky. Oxidaci tuku ovlivňuje řada faktorů: teplota, UV záření, světlo, přítomnost volných radikálů a kovů. Vliv na oxidaci tuku mají i intravitální vlivy (Brdečková, 2008).

## 2.6 Vaznost masa

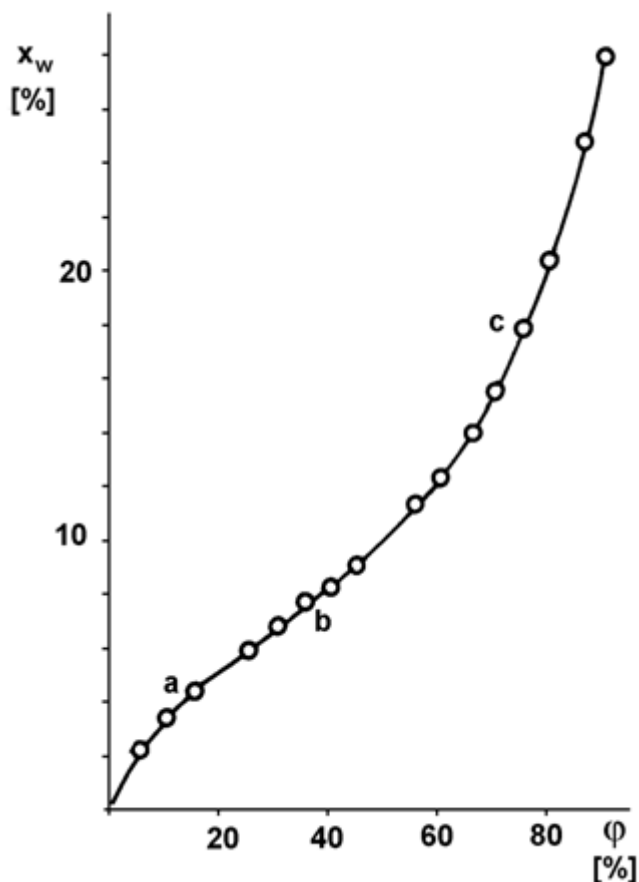
Vaznost (angl. water holding capacity – WHC, něm. Wasserbindungsvermögen) neboli schopnost masa vázat vlastní i přidanou vodu výrazně ovlivňuje jakost masných výrobků. Tato vlastnost ovlivňuje ekonomiku výroby, zejména ztráty vody při výrobě, skladování a tepelném opracování. Vaznost lze ovlivnit jak způsobem zacházení s masem, tak i různými přísadami (Pipek a Jirotková 2001). Vaznost se vyjadřuje v %, která vyjadřují podíl mezi vodou vázanou a jejím celkovým obsahem (Brožová, 2011). Vaznost je maximální hned po smrti, postupně v důsledku poklesu pH a odbourávání ATP klesá (Stupka et al., 2009).

Jak Kadlec et al. (2002) tvrdí, voda je v libové svalovině vázána různým způsobem a různě pevně. Nejpevněji je vázána hydratační voda. Podle Ingra (1996) je hydratační voda vázána na různé polární skupiny bílkovin na bázi elektrostatických sil. Váže se na disociované skupiny postranních bílkovinných řetězců a dále vodíkovými můstky na nedisociované hydrofilní skupiny postranních řetězců a na karboxylové skupiny a na aminoskupiny v peptidové vazbě. Jako hydratační se označuje taková voda, která je vázána v mono- i v multimolekulární vrstvě na hydrofilní skupiny bílkovin. Jde o vodu, která je v sorpční isotermě vyjádřena úseky a a b (obrázek 4).

Kadlec et al. (2002) publikuje, že další podíly vody jsou imobilizovány mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny, zbytek je volně pohyblivý v mezibuněčných prostorech. Z hlediska technologie se rozlišuje voda na volnou a vázanou, a to podle toho, zda z masa volně vytéká za daných podmínek, či nikoliv. Imobilizace vody nastává v síti membrán a filament strukturálních bílkovin a je závislá na nábojích v molekule bílkoviny. Náboje ovlivňují poměr přitažlivých

a odpudivých sil mezi jednotlivými strukturami svaloviny, čímž se zvětšuje nebo zmenšuje prostor, do kterého se pak může imobilizovat více nebo méně vody. Uvnitř tohoto prostoru jsou molekuly vody navzájem propojeny vodíkovými můstky.

Obrázek 4 Sorpční isoterma



Zdroj: Pipek (1995)

Imobilizaci zásadním způsobem ovlivňuje spojování a štěpení příčných vazeb mezi bílkovinnými molekulami. Jde o tyto vazby:

- a) příčné iontové vazby přes vícemocné kationty (zejména vápník, hořčík a železo);
- b) vodíkové vazby mezi karbonylovými a aminoskupinami peptidových vazeb;
- c) iontové vazby mezi kladně a záporně nabitými skupinami;
- d) disulfidové vazby cystinu (Pipek a Jirotková, 2001).

Asi 70 % celkového obsahu vody svaloviny je v myofibrilách, asi 20 % v sarkoplazmě a asi 10 % v mimobuněčném prostoru. Toto rozdělení vody je neměnné, jednotlivé podíly vody mohou navzájem přecházet na principu difuze.

Schematicky lze přítomnost vody v masě takto:

a) voda volná: volně vytékající z masa;

b) voda vázaná:

- hydratační,
- imobilizovaná ve filamentech,
- imobilizovaná mezi filamenty,
- uzavřená v sarkoplazmatickém prostoru,
- extracelulární vázaná kapilárně.

Poněvadž rozhodující podíl vody v masě (cca 70 %) je obsažen v myofibrilách, jsou za vaznost masa odpovědné především myofibrilární bílkoviny (Ingr, 1996).

Pipek a Jirotková (2001) uvádějí, že vazba vody v masě úzce souvisí se stupněm desintegrace masa. Svalovina, která je rozmělněná jen do té míry, že je dosud většina svalových vláken neporušena, má menší vaznost než jemně homogenizovaná tkáň, v níž je sarkolema roztrhána a filamenta jsou uvolněna z myofibril. Zatímco v prvním případě je bobtnání filament omezeno sarkolemmatem, popř. i vazivovými obaly svalu, mohou v druhém případě filamenta bobtnat prakticky bez omezení. Vaznost bývá tedy ovlivňována technologickým postupem při mělnění a míchání díla masných výrobků. Bylo zjištěno, že s postupujícím rozmělněním dochází k uvolnění tkáně a bílkovinné struktury pak mohou lépe bobtnat.

### **2.6.1. Vlivy na vaznost**

Podle Brožové (2011) je vaznost masa ovlivněna mnoha faktory. Těmi jsou například: složení masa, stupeň rozmělnění, teplota, stupeň zralosti, pH, obsah solí, obsah svalových rozpustných bílkovin a intravitální vlivy (věk, pohlaví, ustájení atd.). Tyto faktory lze více či méně ovlivňovat, aby se dosáhlo požadované vaznosti.

Kromě výše uvedených faktorů vaznost ovlivňují také různé přísady používané v masné výrobě. Ty se rozdělují na přísady, které samy váží vodu, jako jsou například různé bílkovinné nebo škrobnaté látky (příkladem je mouka) a na přípravky, které zvyšují rozpustnost svalových bílkovin např. polyfosfáty.

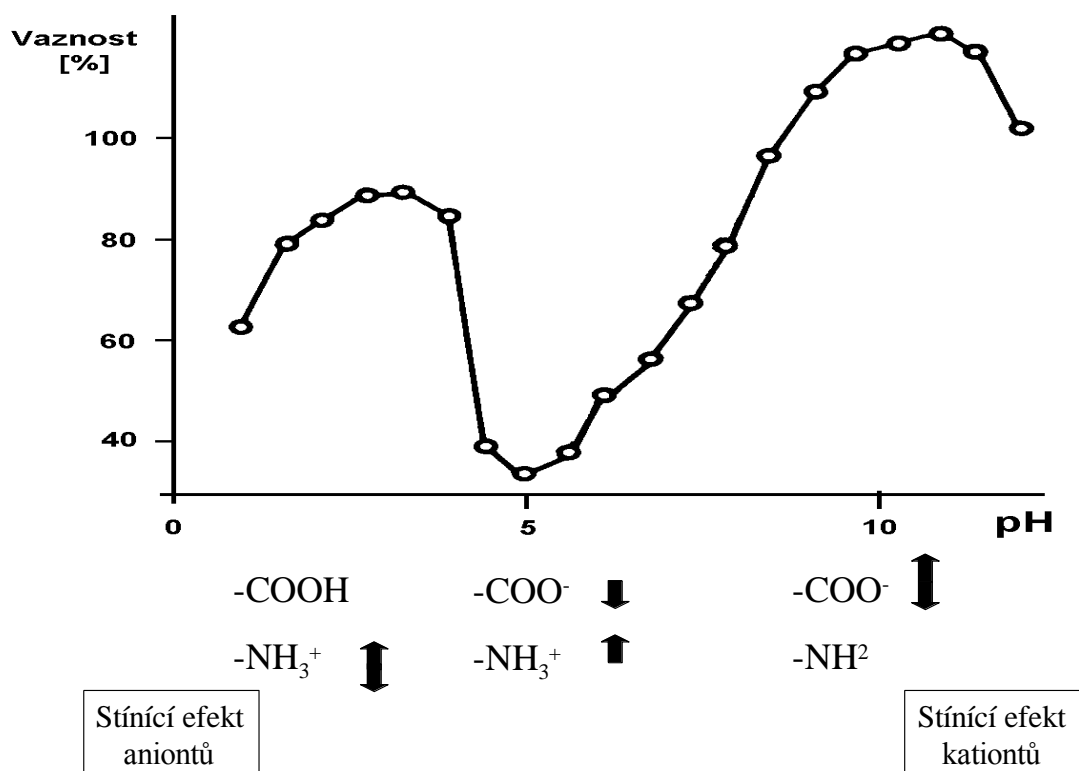
## Vliv pH

Změny pH nastávají jak při posmrtných změnách, tak i při některých technologických operacích, kdy se pH záměrně upravuje. V mase a masných výrobcích se pH nejčastěji pohybuje v rozmezí 4 – 7 (Kadlec et al., 2002).

Základní význam pro vaznost má náboj bílkovin, který úzce souvisí s pH. Tato závislost je nejlépe pochopitelná z obrázku 5. Vaznost je nejnižší v izoelektrickém bodě (pH 5 až 5,3), kdy bílkoviny ztrácejí schopnost reagovat, a směrem od něj prudce stoupá. Z bílkovin se vyznačuje největší vazností myosin, naopak na vaznosti se v podstatě nepodílejí kolagenní bílkoviny (Šomanová, 2010).

Podle Pipka (1995) je v izoelektrickém bodu vyrovnán počet kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny. Bílkovinné molekuly jsou proto navzájem minimálně odpuzovány elektrostatickými silami mezi souhlasnými náboji, naopak je zde maximální přitahování opačně nabitých skupin. Hodnota izoelektrického bodu však není stálá, mění se vlivem solí obsažených v sarkoplasmatu.

Obrázek 5 Vliv pH na vaznost



Zdroj: Pipek (1991)

Úpravou pH svaloviny (okyselením nebo zalkalizováním) směrem od izoelektrického bodu dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, změní se rozložení kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny. Rozštěpí se tak některé příčné elektrostatické vazby a dochází k oddalování peptidových řetězců, v prostoru mezi nimi se imobilizuje více vody (Pipek a Jirotková, 2001).

Pipek (1991) popisuje graf následovně. Na křivce lze vidět dvě lokální maxima. Jejich existenci lze vysvětlit následujícím způsobem. Při pH 2,2 jsou disociovány všechny bazické skupiny ( $-\text{NH}_3^+$ ) a při pH 11,5 všechny kyselé skupiny ( $-\text{COO}^-$ ,  $\text{O}^-$  a  $\text{S}^-$ ). Vznik maxima v kyselé oblasti souvisí s tím, že při dalším poklesu pH již nepřibývá disociovaných skupin. Naopak se již uplatňuje stínící efekt aniontů, které se vážou na disociované kladně nabitě skupiny (amino- a imidazolové). Tímto odstíněním náboje se snižují odpuzivé síly mezi peptidovými řetězci, řetězce se k sobě přibližují, a tím klesá podíl imobilizované vody. K podobnému ději dochází i v bazické oblasti vazbou kationtů na disociované záporně nabitě skupiny.

Podobně jako vaznost se v závislosti na pH mění i další vlastnosti: bobtnavost, viskozita, síla ve stříhu a mez toku.

### Vliv solí

Jak Kadlec (2009) tvrdí, vliv solí na vaznost je komplikovaný a jde vlastně o výsledek vlivu aniontů a kationtů.

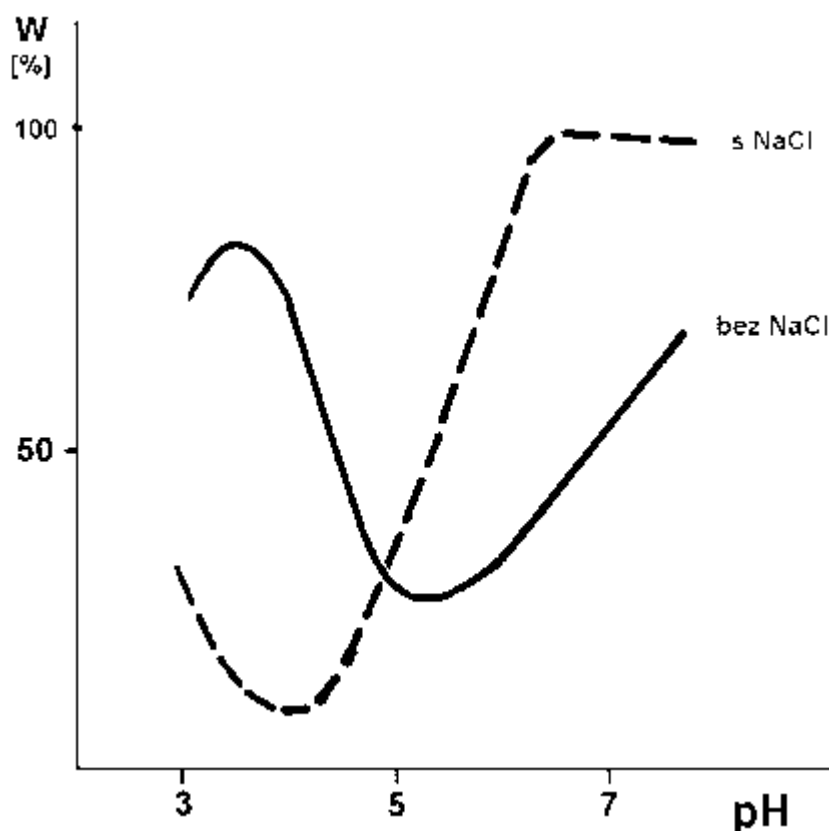
Pipek (1991) vysvětluje účinek solí na hydrataci rozmělněného masa vzájemnou reakcí iontů soli a iontů bílkovin následujícím způsobem. Anionty jsou přitahovány kladně nabitými skupinami v molekule bílkovin, čímž dochází k odstínění těchto kladných nábojů. Odstínění se projevuje odlišným způsobem v kyselé a bazické oblasti od izoelektrického bodu. Na kyselé straně od izoelektrického bodu je snižováno elektrostatické odpuzování mezi kladně nabitými skupinami bílkovin vazbou aniontů. Výsledkem toho je zhuštění bílkovinné struktury a úbytek vaznosti. Čím silněji je anion vázán, neboli čím více jsou kladné náboje bílkoviny odstíněny působením aniontů soli, tím silnější bude dehydratační účinek soli.

Na bazické straně od izoelektrického bodu obsahují bílkoviny více záporně nabitých skupin, které mohou vytvářet s kladnými skupinami v sousedních peptidových

řetězcích přitažlivé síly. Vazba aniontů má proto na bazické straně od izoelektrického bodu opačný efekt, tj. zruší se vzájemné přitahování mezi kladně a záporně nabitými skupinami (počet kladných nábojů je zde velmi malý). V důsledku toho, že se zruší přitažlivé síly, převládnu odpudivé síly mezi záporně nabitými skupinami a dojde k rozšíření bílkovinné struktury, a tudíž k přírůstku vaznosti a bobtnání. Čím pevněji je anion vázán, tím silnější je jeho hydratační účinek.

Celkově se vliv aniontů projevuje posunem izoelektrického bodu směrem do kyselé oblasti – obrázek 6.

Obrázek 6 Vliv přidavku soli na vaznost při různých pH



Zdroj: Pipek (1995)

Vliv kationtů na vaznost je opačný. Znamená to, že v kyselé oblasti kationty zvyšují vaznost tím, že se vážou na záporně nabitě skupiny, a ruší tak přitažlivé síly, v bazické oblasti naopak snižují vaznost tím, že brání odpuzování mezi záporně



nabitými částicemi. Čím vyšší je hodnota pH, tím je menší vliv aniontů a vyšší vliv kationtů. Přesto však i na bazické straně od izoelektrického bodu je vliv aniontů rozhodující.

Celkově lze říci o úloze kationtů, že jejich vliv je méně patrný, protože zpravidla převažuje vliv vazby aniontů. Vlivy aniontů a kationtů se tedy překrývají. Obvykle dominuje vliv jednoho iontu, přičemž síla tohoto vlivu je regulována účinkem opačně nabitého iontu (Pipek, 1995).

Vaznost svaloviny s rostoucí koncentrací solí (obvykle NaCl) zpočátku stoupá, dosahuje maxima, aby opět klesala na původní hodnotu (odbobtnání). Bobtnání při vyšších iontových silách je způsobeno tím, že ionty neutrálních solí přitahují polární skupiny vody, a tím dehydratují bílkovinnou molekulu, což může vést při extrémních iontových silách až k denaturaci bílkovin, např. změnou bílkovinné struktury v důsledku štěpení vodíkových vazeb. Maximum vaznosti nastává při koncentraci soli asi 5 %, je však třeba vzít v úvahu i obsah vody a tuku. Vápenaté, hořečnaté, zinečnaté, železité a jiné vícemocné kationty snižují vaznost tím, že tvoří příčné vazby mezi peptidovými řetězci, takže dojde k zesíťování struktury. Zvláště pevná spojení jsou v místě, kde se aktin a myosin překrývají. Pokud dojde k výměně dvouvalentních iontů za jednovalentní, příčné vazby se uvolní a může být imobilizováno více vody. Nejúčinnější jsou soli, jejichž aniont mají více negativních nábojů, např. citran nebo polyfosfát. Tímto způsobem je porušen zesíťující účinek vícemocných kationtů. Dochází k uvolnění bílkovinné struktury, a tím ke zvýšení podílu imobilizované vody (Ších et al., 1981).

Pipek (1991) publikuje, že soli slabých kyselin ovlivňují vaznost třemi způsoby:

1. zvýšením iontové síly;
2. zvýšením pH;
3. specifickým účinkem některých aniontů.

## Vliv vody

Podle Pipka (1995) s rostoucím přídatkem vody ke svalovému homogenátu ustupuje vliv aniontů, zatímco nastupuje v rostoucí míře vliv kationtů, tj. na bazické straně od izoelektrického bodu dochází k poklesu, na kyselé straně zvýšení vaznosti. Při pH nižším než izoelektrický bod snižuje zředění sarkoplasmatu vliv aniontů: celý náboj bílkovin roste, protože se oslabí stínící účinek aniontů. Důsledkem je zvýšené odpuzování mezi peptidovými řetězci a vzrůst obsahu imobilizované vody. Při hodnotě pH větší než izoelektrický bod v důsledku zředění ustupuje hydratační účinek aniontů dehydratačnímu účinku kationtů, především  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , proto se stoupajícím přídatkem vody ke svalovému homogenátu klesá vaznost. Zředění (snížení účinku aniontů a zvýšení vlivu kationtů) má tedy opačný vliv než přídatkem soli, a izoelektrický bod je proto posunut k vyšším hodnotám pH.

## Další vlivy

Vaznost je ovlivněna i dalšími faktory, které lze ovlivnit a je třeba je brát v úvahu.

- Teplota

Vliv teploty na vaznost nastává při teplotách kolem  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kdy sarkoplasmatické proteiny asociují na nestabilní struktury, snižuje se vaznost masa a zvyšuje se jeho tuhost. Při teplotách kolem  $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$  kolagen želatinuje a zvyšuje se vaznost masa.

Při zmrazování masa se rovněž výrazně mění struktura proteinu. Tím se výrazně zpevňuje struktura masa a klesá vaznost (Velíšek, 2002).

- Stupeň zralosti masa

Maso se vyznačuje nejvyšší vazností těsně po porážení zvířete a s měnící se dobou od porážky, to je po 4 – 5 h., se začíná projevovat *rigor mortis*. Tento stav má za následek snížení rozpustnosti svalových bílkovin. Nejnižší je asi po 24 – 48 h. po porážce. Nejnižší pH je dosaženo v izoelektrickém bodě. Maso má v tuto chvíli nejhorší vlastnosti. Je tuhé, má nejnižší vaznost, je nevyzrálé a nehodí se ke zpracování do masných výrobků ani ke kuchyňskému zpracování. Vznik izoelektrického bodu je závislý na teplotě a druhu masa. Po uvolnění rigoru rozpustnost pomalu stoupá a stejně tak i vaznost se opět zvyšuje. V některých případech dochází v důsledku odchylného průběhu pH ke vzniku vad masa tzv. myopatií, kdy vaznost je buď nízká - PSE, nebo naopak vyšší - DFD (Pipek a Jirotková, 2001).

- Složení masa

Největší vaznost má libové maso s nízkým obsahem tuku. Jedná se o čistou svalovinu. Ta má vysoký obsah bílkovin rozpustných ve vodě a solných roztocích. Tyto bílkoviny pojmu velké množství vody jak vlastní tak i přidané (Brožová, 2011).

- Stupeň rozmělnění masa

Vyšší dezintegrace tkáně zvýší vaznost následkem dokonalejšího uvolnění plazmatických bílkovin (Ingr, 1996).

- Koncentrace rozpustných svalových bílkovin

Voda je vázaná na rozpustné bílkoviny (hlavně aktin a myosin) a po tepelné denaturaci s nimi tvoří pevný gel. Vaznost masa je tím vyšší, čím více je přítomno rozpustných svalových bílkovin ve svalovině a čím víc je svalovina rozmělněna.

S postupným rozkladem ATP dochází k vzestupu obsahu aktomyosinu, a tím ke zlepšení obsahu rozpustných bílkovin schopných vázat vodu a tuk (Steinhauser et al., 1995).

- Obsah tuku v salámovém díle

Tukové částice udržují bílkoviny ve zředěné (uvolněné) síťové struktuře, v této síti se udrží i po zahřátí více vody, než je možné za nepřítomnosti tuku (Honikel, 1982).

- Intravitální vlivy

Mezi intravitální vlivy, které ovlivňují vaznost, řadíme především pohlaví, věk a způsob chovu (Brožová, 2011).

## **2.6.2 Přísady ovlivňující vaznost**

Jako přísady ovlivňující vaznost se kromě soli používají zejména deriváty kyseliny fosforečné, sacharidické a bílkovinné přísady (Brdečková, 2008).

Polyfosfáty (deriváty kyseliny fosforečné) se přidávají zejména pro dosažení lepší vaznosti a tím snížení hmotnostních ztrát při tepelném opracování. Mají však i řadu dalších účinků na jakost masných výrobků. Zlepšují šťavnatost a křehkost, zlepšují chutnost, zpomalují oxidaci lipidů, snižují viskozitu mělněného masa, a tím i mechanickou práci při míchání, snižují i tepelnou odolnost mikrobů. Tím udržují bílkoviny v rozpustném stavu, zlepšují i emulgaci.

Jejich účinek souvisí zejména s vazbou vápenatých iontů, čímž dochází k disociaci příčných vazeb ve struktuře svalové tkáně. Uvolní se pevné vazby aktomyosinu, filamenta se mohou od sebe vzdalovat. Tím se zvyšuje podíl imobilizované vody,

tedy vaznost. Polyfosfáty rovněž zvyšují pH do oblasti vzdálené od izoelektrického bodu, čímž rovněž zvyšují vaznost. Přídavkem fosfátu lze dosáhnout vaznosti jako v teplém mase. Z hygienického hlediska bývá přídavek polyfosfátů omezován vzhledem k tomu, že jejich rezidua mohou vyvolávat v těle konzumenta vápenaté i jiné ionty, čímž ochuzují organismus o vápník (Pipek, 1992).

Škroby stejně jako jiné polysacharidy, se v systému masných výrobků rozpouštějí, bobtnají, vážou volnou vodu, a přispívají tak ke stabilitě masných výrobků během tepelného opracování (Brdečková, 2008)

Aditivní bílkoviny se používají pro zlepšení technologických vlastností i jako náhrada masa z ekonomických důvodů. Nejčastěji se jedná o bílkoviny sójové, mléčné (především kaseinát sodný), pšeničné, hořčičné, hrachové, bramborové aj. Antioxidanty – kyselina askorbová – určitou nevýhodou je snížení hodnoty pH, což vede ke snížení vaznosti a může přispět k tzv. zkrácení díla (Brdečková, 2008).

### **2.6.3 Metody měření vaznosti**

Obsah vody v mase a masných výrobcích je značně proměnlivá hodnota, proto při odběru vzorku a jeho transportu je třeba nenechat vzorek volně uložený v laboratoři, aby se nevysušil (Straka a Malota, 2006).

Jak Pipek (1998) uvádí, stanovení vaznosti masa je velmi složitá záležitost. Metody lze rozdělit do několika skupin:

1) metody bez použití síly:

- ztráty odkapem – zjišťuje se množství šťávy uvolněné za podmínek skladování masa;
- ztráty výparem – uvádějí se jen velmi zřídka a zjišťuje se množství vody, které se odpaří za daných podmínek.

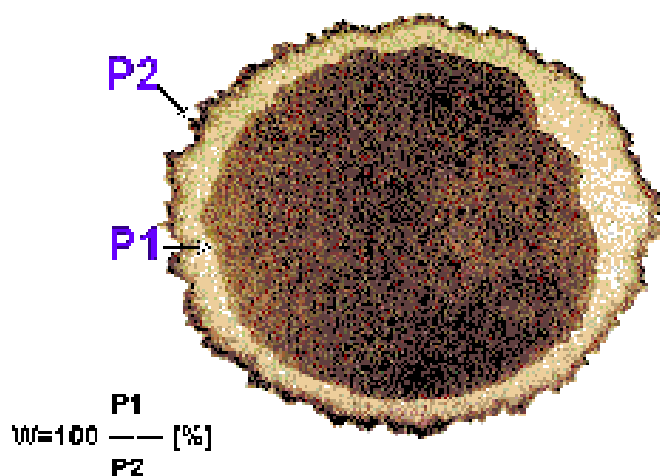
2) metody za použití síly:

- lisovací metody;
- centrifugační metody;
- kapilární volumetrie;
- extrakční refraktometrická metoda.

3) metody s působením tepla – ztráty výparem – určuje se množství vody, která se uvolní v důsledku záhřevu masa.

Klasickou metodou stanovení vaznosti je lisovací metoda podle Grau a Hamma (Grau, 1960). Pipek (1991) říká, že při této metodě se působením definovaného tlaku vylisuje z masa volná voda a planimetricky se změří plocha skvrny vylisované šťávy, která se nasákla do chromatografického papíru (P1) a plocha skvrny slisovaného masa (P2). Ze změřených ploch pak lze vypočítat podíl vázané vody (obrázek 7).

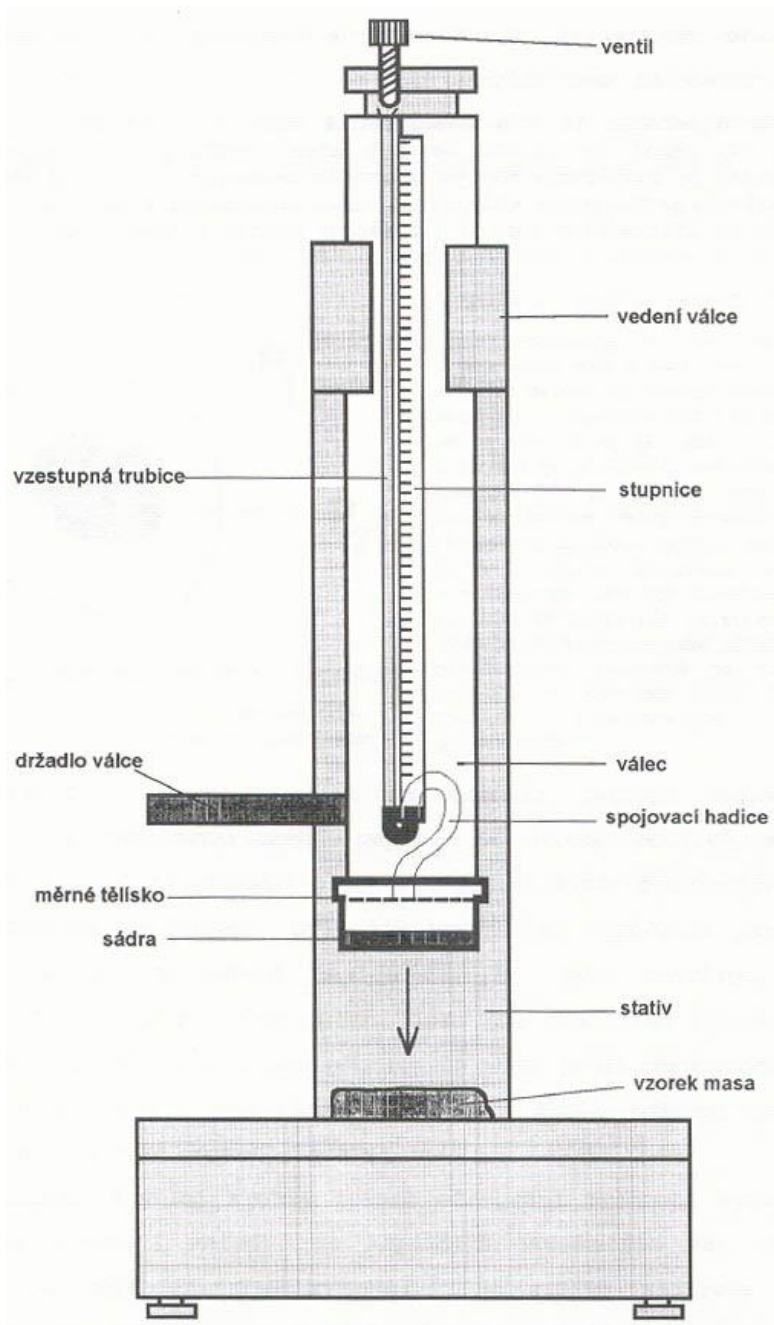
Obrázek 7 Stanovení vaznosti lisovací metodou



Zdroj: [http://www.vscht.cz/ktk/www\\_324/lab/navody/oborII/vaznost.pdf](http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborII/vaznost.pdf)

Jako moderní a velmi rychlý způsob stanovení vaznosti vytvořený na principu lisovací metody Pipek označuje (1995) kapilární volumetrii. Při této metodě se měří množství masové šťávy vysáté sádrovým válečkem položeným na zkoumaný vzorek masa nebo díla. Sádra nasává volnou vodu a část kapilární vody. Tomuto množství vody je úměrné objemu vzduchu vytlačeného vodou ze sádrového válečku do vzestupné trubice (obrázek 8).

Obrázek 8 Schéma kapilárního volumetru



Zdroj: Pipek (1991)

## 2.7 Posmrtné změny v mase

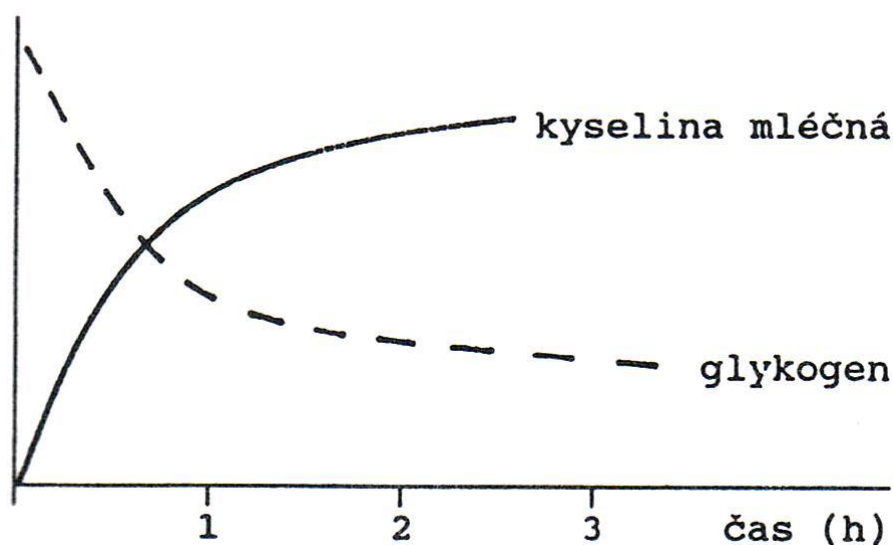
Procesy probíhající v těle zvířat vedou k tomu, že se nativní svalová tkáň přeměňuje na maso. Průběh posmrtných (postmortálních) změn ovlivňuje kvalitu masa, ve svých důsledcích se odráží i v ekonomice masného průmyslu. Vytváří se křehkost a údržnost masa, probíhají děje vytvářející extraktivní složky masa. Dochází však také ke ztrátám masové šťávy a odparu vody (Jelínek, 2010)

Čepička et al. (1999) rozlišují 4 stádia posmrtných (postmortálních) změn:

- 1) *prae-rigor* (období teplého masa);
- 2) *rigor mortis*;
- 3) zrání masa;
- 4) hluboká autolýza.

Jelínek (2010) uvádí, že na počátku těchto změn nastane při usmrcení zvířete přerušení krevního oběhu a současně i přerušení přívodu kyslíku. V důsledku toho začínají ve svalích převládat anaerobní pochody nad aerobními. Při anaerobní glykolýze vzniká kyselina mléčná (obrázek 9).

Obrázek 9 Přeměna glykogenu na kyselinu mléčnou post mortem



Zdroj: Pipek (1995)

Významnou roli při posmrtných změnách v mase hraje adenzintrifosfát (ATP). Uplatňuje se jako zdroj energie pro svalovou kontrakci i pro transport vápenatých iontů proti koncentračnímu gradientu (vápníkové pumpa). ATP brání spojení aktinu a myosinu, jeho degradační produkty se uplatňují i při vytváření aroma (Pipek, 1995).

Steinhauser et al. (1995) informují o tom, že průběh postmortálních procesů v mase je ovlivňován četnými faktory a je tedy velmi různorodý z hlediska rychlosti, intenzity a projevu.

### **2.7.1 *Prae-rigor***

Fáze *prae-rigor* je charakterizována přítomností dostatečného množství ATP, takže aktin a myosin jsou udržovány disociované (Pipek a Pour, 1998).

Kadlec et al. (2002) popisují *prae-rigor* následovně. Hodnota pH leží v neutrální oblasti (6,9 – 7,2). Usmrčením zvířete je zastaven přísun kyslíku do svalu, zároveň vzhledem k chybějícímu krevnímu oběhu nemůže být obsah glykogenu doplňován resyntézou v játrech. Dosavadní aerobní pochody, zejména získávání makroergických vazeb adenosintrifosfátu v cyklu kyseliny citrónové, jsou omezeny. Místo toho nastupují pochody anaerobní glykolýzy, které neposkytují tak bohatý přísun energie ve formě ATP, který je postupně odbouráván ATPasou vázanou na myosinu. Po určitém čase začne koncentrace ATP klesat. V tomto období má maso vysokou vaznost (způsobeno pH vzdáleným od izoelektrického bodu a přítomností ATP), neuvolňuje vodu a je velmi vhodné pro zpracování na mělněné masné výrobky.

Čepička et al. (1999) označují maso v tomto období jako „teplé“, což však nesouvisí s jeho teplotou, nýbrž biochemickým stavem s uchovaným vysokým obsahem ATP. Pipek (1991) uvádí, že maso v této fázi má ještě vysokou teplotu (+35 až +40 °C). Toto maso je dokonce možné zmrazit a uchovat u něj vlastnosti teplého masa. Časový úsek „teplého“ masa je velmi krátký a procesy nezadržitelně směřují k nástupu a projevu *rigor mortis* (Ingr, 1996).

### **2.7.2 *Rigor mortis***

Dojde-li ke snížení ATP pod určitý limit, nestačí se aktin a myosin udržovat v disociovaném stavu a jejich filamenta se spojují v příčném směru za vzniku aktinomyosinového komplexu. Svalovina se zpevňuje, ztrácí svoji pružnost a stává se tuhou, tím maso přechází do druhé fáze posmrtných změn (Ingr, 2004).

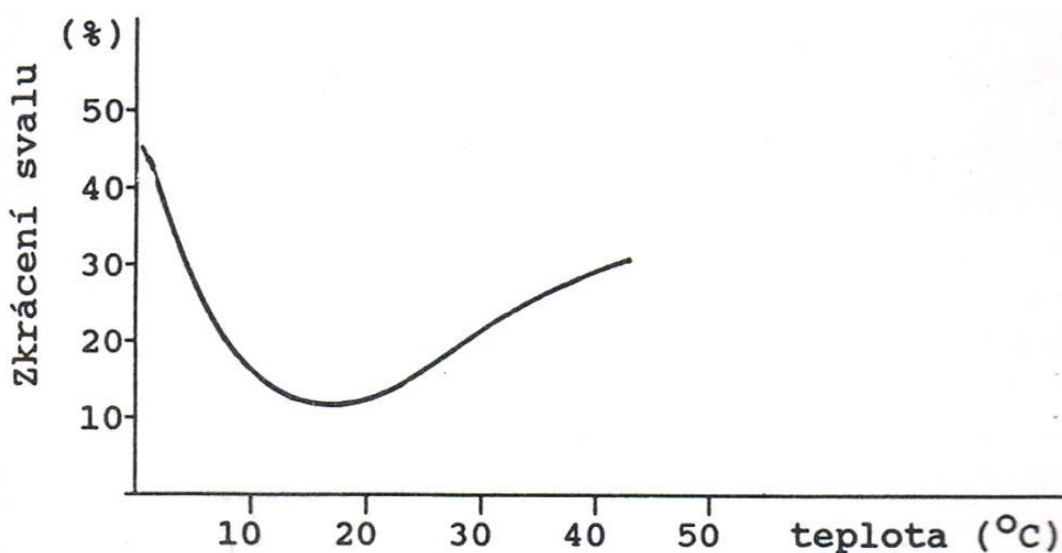
Ingr (1996) publikuje, že pokles pH ve svalovině a nástup *rigor mortis* závisí na teplotě. Rychlé dosažení nízkých teplot před nástupem *rigor mortis* může vyvolat



zkrácení svalových vláken chladem (obrázek 10). Za normálních podmínek tuhnou nejdříve svaly na hlavě a tuhnutí svalstva začíná za 3 až 6 hodin po porážce, u vepřového masa dříve. Zpravidla za 20 hodin se dosáhne úplného *rigor mortis*, který trvá 24 až 48 hodin. Nástup *rigor mortis* je určován rychlostí spotřeby ATP ve svalovině a rychlostí poklesu pH.

Kadlec et al., (2002) uvádějí, že v důsledku tvorby kyseliny mléčné klesá pH. Tento pokles závisí na řadě faktorů, jako je teplota, zásoba glykogenu, druh zvířete aj. V některých případech dochází k odchylnému průběhu (tzv. PSE a DFD maso). Důsledkem poklesu pH je zvýšení údržnosti masa (potlačí se mikroflóra), negativně je však ovlivněna vaznost.

Obrázek 10 Vliv teploty na stupeň chladového zkrácení hovězího svalu



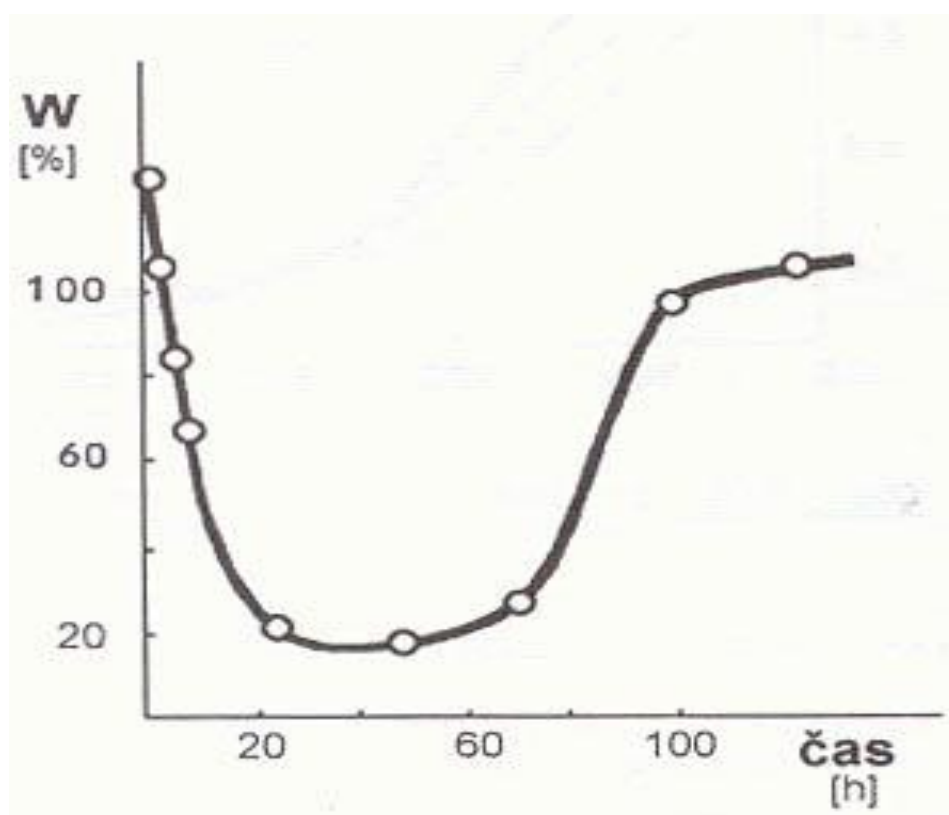
Zdroj: Steinhauser et al. (1995)

Vaznost masa je v okamžiku ihned po smrti maximální, postupně však až do rigoru klesá. K tomuto snížení dochází částečně v důsledku poklesu pH, z větší části však vlivem svalové kontrakce, odbourání ATP, a tudíž vznikem aktomyosinového komplexu při nástupu *rigor mortis*. Vaznost tak v rigoru dosáhne minimální hodnoty a v dalších stádiích opět roste. Průběh vaznosti během prvních pěti dnů *post mortem* ukazuje obrázek 11.

Vzhledem ke snížení vaznosti a tuhosti nelze maso v rigoru zpracovávat. Maso v této fázi klade velký odpor při řezání, čímž vznikají velké energetické ztráty. Zvýšený

ohřev při řezání vede k lokální denaturaci v místě řezu a tím k dalšímu snížení vaznosti. Vše pak vede ke ztrátám masové šťávy, která vytéká z masa (Pipek, 1995).

Obrázek 11 Změny vaznosti post mortem (hovězí maso)



Zdroj: Pipek (1995)

Fáze posmrtného ztuhnutí je časově nejdelší u hovězího masa, poněkud kratší u vepřového, velmi krátká u zabitě drůbeže a ještě kratší v rybím maso (Ingr, 1996).

### 2.7.3 Zrání masa

Zrání masa je třetí fází, kdy se postupně uvolňuje ztuhlost svalu, zlepšuje se vaznost, mírně roste pH a výrazně se zlepšují sensorické vlastnosti (Kadlec et al., 2002). Zrání je hlavní fází autolýzy masa a často se tímto termínem označuje celý autolytický proces (Šťalík, 1966).

Uvolňování *rigor mortis* je provázeno postupnou degradací kyseliny mléčné a postupným zvyšováním pH masa. Dochází k postupné disociaci aktinomyosinového komplexu na aktin a myosin. Dochází rovněž ke štěpení kolagenu. Zvyšuje se rozpustnost bílkovin, narůstá koncentrace degradačních

produktů bílkovin – peptidů a aminokyselin. Vytváří se typická chuť a aroma zralého masa, na čemž se podílejí převážně degradační produkty nukleotidů a bílkovin (Steinhauser et al., 1995).

Významnou úlohu při zrání masa hrají minerální látky. V průběhu postmortálních změn v mase dochází k fyzikálně-chemickým změnám kationtů. Na, Zn, Ca, K a z aniontů dochází k disociaci fosforečnanů. Disociované ionty Ca aktivizují tvorbu aktomyosinu, zatímco ionty hořčíku aktomyosin rozkládají na aktin a myosin. Působením hořčíku se stává svalovina měkčí, případně dochází k prodlužování svalu. Hromadění draslíku se považuje za projev porušení propustnosti sarkolemy. Sodík, který se dostává do sarkoplazmy zvyšuje schopnost bobtnání bílkovin (Kratochvíl et al., 1985).

Doba zrání závisí významně na teplotě, přitom jednotlivé výše uvedené děje neprobíhají stejně rychle a nezávisí na teplotě stejným způsobem. Optimální doba zrání u hovězího masa je při 0 °C asi 10 – 12 dní. Vzhledem k možnosti mikrobiálního napadení probíhá zrání téměř výhradně v chladírnách, takže doba úplného zrání je poměrně dlouhá a ekonomicky náročná. Také kapacita chladíren obvykle nedovoluje vyčkat plného uzrání, a tak se v praxi maso z chladíren vyskladňuje často dříve, což se negativně odráží na kvalitě (Pipek, 1991).

Jak Šomanová (2010) uvádí, urychlení zrání masa se používá z ekonomických důvodů a proti prevenci ztuhnutí masa vlivem rychlého zchlazení. Provádí se:

- 1) Elektrostimulace – provádí se do 1 hodiny po porážce, elektrický proud excituje svalovou práci = odbourávání ATP a glykogenu.
- 2) Masážování – naklepávání, masírování masa dochází k mechanickému rozvolnění vláken a uvolňování enzymů.
- 3) Enzymatické zkrěhčování – použití proteolytických enzymů, hlavně rostlinného původu, např. bromelain, papain. Také se používají trávicí enzymy – pepsin, trypsin.

#### **2.7.4 Hluboká autolýza**

Zrání masa přechází plynule do fáze hluboké autolýzy. Toto stadium je u masa z jatečných zvířat nežádoucí. Bílkoviny a jejich degradační produkty z fáze zrání se dále odbourávají na nižší peptidy a na aminokyseliny a dokonce až na konečné rozkladné produkty (amoniak, aminy, sirovodík, merkaptany...), které vedou

k nepřijatelným smyslovým vlastnostem masa. Začínají se výrazně rozkládat i tuky, dochází k jejich hydrolytickému a oxidačnímu žluknutí (Steinhauser et al., 1995).

Z technologického hlediska je hluboká autolýza nežádoucí, mimo jiné i proto, že dochází ke zvýšenému nebezpečí pomnožení kontaminující mikroflóry a následnému kažení masa. Určité uplatnění nachází maso v počátečních stádiích hluboké autolýzy jen v některých případech, např. při kulinárním zpracování některých druhů zvěřiny (Ingr, 1986).

### **2.7.5 Proteolýza masa**

Ingr (1996) píše, že proteolýza (rozklad bílkovin, kažení, hniloba masa) je postmortálním procesem, který probíhá souběžně s autolýzou od okamžiku porážení zvířete, má však opačnou dynamiku. Zatímco u autolytický proces se ubývá aktivita nativních enzymů zpomaluje, proteolýza postupně nabývá na intenzitě.

Jako příčinu proteolýzy Steinhauser et al., (1995) označují mikroorganismy a jimi produkované mikrobiální enzymy. Svalovina zdravých a v dobré kondici poražených zvířat je prakticky sterilní. K její mikrobiální kontaminaci dochází zvenčí a postupně. Kromě toho kyselost masa pod hodnotu pH 6,0 (tedy ve fázi *rigor mortis* a na počátku zrání) inhibuje přítomnou mikroflóru. Proto počáteční stádium proteolýzy probíhá bez vnějších projevů a počet mikroorganismů na mase se zvyšuje jen nepatrně, aritmetickou řadou. Počáteční počet mikrobů na mase závisí na hygienické úrovni porážení a jatečního zpracování zvířat a dále na úrovni chlazení a na způsobu bourání masa.

Podle Ingra (1996) má běžné kažení masa tři na sebe navazující fáze:

- 1) povrchové osliznutí masa;
- 2) povrchová hniloba;
- 3) hluboká hniloba.

Mezi zvláštní formy kažení masa jak Steinhauser et al., (1995) uvádí, řadíme:

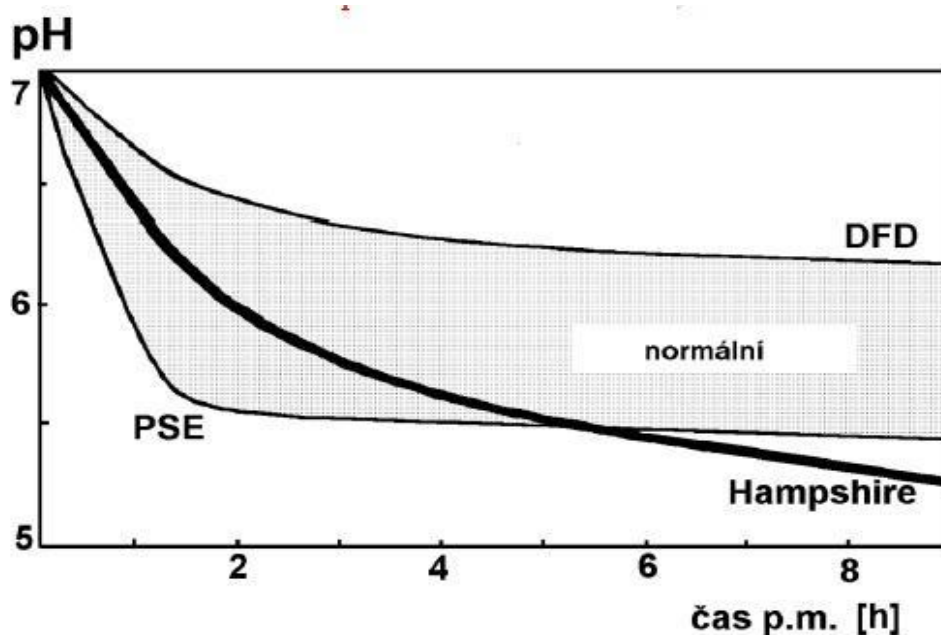
- 1) ložisková hniloba masa;
- 2) kažení masa od kosti;
- 3) zapaření masa.

### 2.7.6 Abnormální průběh posmrtných změn

Za určitých okolností existují rozdíly v průběhu posmrtných procesů oproti normálnímu masu. Jsou to především odchylky v průběhu hodnoty pH (obrázek 12), což má své důsledky pro další vlastnosti masa. Vznik uvedených odchylek je ovlivněn genetickým vybavením jatečných zvířat, způsobem zacházení se zvířaty před porážkou, ale i způsobem jatečního opracování (Kadlec et al., 2002). Zejména se jedná o výskytu tzv. PSE – masa (pale - bledý, soft – měkký, exudative – vodnatý) a DFD – masa (dark - tmavý, firm – tuhý, dry – suchý) u prasat (Kratochvíl et al., 1985). Jak Ingr (1986) publikuje, obě vady masa bývají označovány také jako zátěžové myopatie a souvisí se stresovým syndromem masa prasat.

Sobina a Kondratowicz (1999) zjistili, že struktura tkáně normálního masa se oproti PSE a DFD masu výrazně liší.

Obrázek 12 Průběh pH u normálního, PSE, DFD a "Hampshire" masa



Zdroj: Kadlec et al. (2002)

## PSE

Za PSE maso označujeme maso s malou schopností vázat tekutiny a s rychlým poklesem pH hodnoty měřené 45min. po porážce (ze 7,2 pod 5,8) v důsledku abnormálně rychlé glykolýzy za tvorby kyseliny mléčné. Bledá barva, vodnatelnost a nedostatečná pevnost snižují prodejní hodnotu takového masa. Má vysoké hmotnostní ztráty při odvěšení, silné odkapávání šťávy při zmrazování a rozmrazování a abnormálně vysoké ztráty při konzervaci teplem (výroba šunky a jiných masných výrobků). Dále má nežádoucí barvu při nakládání v solném láku, nedostatečně emulguje tuky, je méně křehké po vaření a při skladování a zpracování vznikají vyšší ztráty. Vyskytuje se zejména u prasat vyšlechtěných na vysokou zmasilost, která bývají náchylná ke stresům v průběhu přepravy na jatky a předporážkového ustájení (Matyáš a Vítovec, 1999).

PSE maso je pro kulinární úpravu nevhodné, protože se spéká, dochází k velkým ztrátám šťávy a maso je pak suché a tuhé. Uvolňování šťávy lze do jisté míry snížit tím, že se kousky masa smaží v panádě, která část uvolněné šťávy zadrží. PSE anomálie zasahuje zejména cenné partie masa, především pečení a kýtu, které jsou jen zřídka určeny pro použití do mělněných výrobků. O použití PSE masa lze uvažovat při výrobě fermentovaných salámů, kde snížená vaznost a nízké pH jsou vhodné pro sušení a pro zajištění údržnosti, ale i zde lze PSE maso použít jen omezeně (Jelínek, 2010).

## DFD

DFD se vyznačuje vysokou vazností tekutin, nedostatečnou vyzrálostí a špatnou údržností. Tato vada je výsledkem specifických biochemických reakcí, způsobujících téměř vyčerpání zásob svalového glykogenu v době porážky. Důsledkem je nedostatečné okyselení (malá tvorba kyseliny mléčné) a vysoké hodnoty pH za 24h (6,2 a více), což způsobuje rychlejší kažení masa a jeho sníženou údržnost. Maso DFD vykazuje odchylky v kulinářských a technologických vlastnostech, je nevhodné pro výrobu trvanlivých výrobků a k balení do transparentní fólie. K omezení výskytu odchylky je nutné se zaměřit na všechny nežádoucí jevy, zejména na vytváření stabilních skupin vykrmovaných zvířat, klidný transport a zejména vhodné předporážkové podmínky (Matyáš a Vítovec, 1999). Vada DFD se vyskytuje

především u masa hovězího (Koubková a Nový, 1997). Maso DFD se u prasat vyskytuje podstatně řidčeji (Gahm, 1995).

Toto maso má vysokou vaznost, tkáň je tuhá a maso působí suchým, málo šťavnatým dojmem (Kadlec, 2002). Jak Lawrie (1991) upozorňuje, maso DFD má problematickou a neakceptovatelnou barvu. Kadlec (2002) uvádí, že barva je ve srovnání s normálním masem tmavší, v extrémních případech u hovězího masa téměř černá. Je to způsobeno koloidním stavem bílkovin. Vysoké pH má za následek i nedostatečný průběh zrání, maso je pak tuhé a nemá dostatečně výraznou chuť a aroma.

### Hampshire faktor

Jandásek a Gál (2008) zjistili, že plemeno Hampshire bylo v 70. letech používáno v různých evropských státech jako otcovské plemeno k užitkovému křížení s cílem zvýšení zmasilosti a snížení náchylnosti k výskytu vad masa PSE. Objevil se však nárůst odchylek zrání masa, tzv. Hampshire faktor projevující se vyšším obsahem glykogenu ve svalové tkáni (asi 30-70%). Ten způsobuje pokles pH masa k nižším hodnotám.

Průběh posmrtných změn je normální, nicméně v důsledku vysoké počáteční hodnoty glykolytického potenciálu dochází k hlubokému okyselení. Projev Hampshire faktoru se odvozuje z hodnoty  $\text{pH}_{24} < 5,4$ . Maso má zhoršenou vaznost a světlejší barvu ještě výrazněji než maso s vadou PSE (Pipek, 1995).

### 3. Závěr

Chemické složení, strukturu a vlastnosti masa nelze jednoznačně určit. Všechny tyto vlastnosti jsou variabilní. Záleží na mnoha faktorech, jakými jsou druh zvířat, užitkový typ, plemeno, pohlaví, věk, způsob výživy, zdravotní stav atd. Z hlediska procentuálního zastoupení je v mase nejvíce obsažena voda (70-75 %), následují bílkoviny (18-22 %), tuk (1-3 %), minerální látky, vitaminy a extraktivní látky.

Technologické vlastnosti masa výrazně ovlivňují jakost masa, a tím i kvalitu masných výrobků. Proto jsou důležité z hlediska ekonomiky. Mezi hlavní technologické vlastnosti masa patří vaznost, barva a její stabilita, co největší podíl svalové tkáně (výťažnost), normální průběh postmortálních změn, co největší podíl plazmatických bílkovin, stabilita tuků vůči oxidaci, typická chuť a vůně masa.

Nejvýznamnější technologickou vlastností masa je vaznost. Vaznost znamená schopnost masa vázat vodu, svojí i přidanou a schopnost udržet si jí během technologického procesu. Vaznost masa je ovlivněna několika faktory. Jsou jimi pH, obsah solí, složení masa, teplota, stupeň zralosti, stupeň rozmělnění, obsah svalových rozpustných bílkovin, obsah tuku v salámovém díle a intravitální vlivy (věk, pohlaví, ustájení atd.). Vaznost masa lze změřit různě. Existují tři metody – metody bez použití síly, metody za použití síly a metody s pomocí výparu. Nejčastěji je používána lisovací metoda podle Grau a Hamma a určení vaznosti pomocí kapilárního volumetru.

Důležitý vliv na kvalitu masa má průběh postmortálních změn. Během této doby vzniká křehkost a údržnost masa a mimo jiné se tvoří i extraktivní složky masa. Za nežádoucí jevy se označuje ztráta masové šťávy a odpar vody z masa. Průběh postmortálních procesů v mase závisí na několika faktorech a z toho důvodu jsou velmi různorodé z hlediska rychlosti, intenzity a projevu. Posmrtné změny se dělí na 4 stádia. První fáze je nazývána *prae-rigor*, která přechází do fáze *rigor mortis*. Třetí a zároveň nejdůležitější fází je zrání masa. Zde dochází k lepší vaznosti, roste pH a zlepšují se senzorické vlastnosti masa. Poslední a nežádoucí stádium postmortálních změn je hluboká autolýza, která vede k nepříjemným smyslovým vlastnostem masa.



Během posmrtných změn může docházet k tvz. myopatiím masa, které se liší hodnotami pH. To se následně projevuje v dalších vlastnostech masa. Jedná se především o tvz. PSE a DFD.

## 4. Seznam literatury a použitých zdrojů

- Bartoň, L., et al. Možnosti ovlivnění zastoupení mastných kyselin v hovězím mase; *Maso*, 1/2009, str. 19
- Biško, P. *Kuchařka králik na 250 způsobů*. Nakladatelství Dona, České Budějovice, 1997, ISBN 80-85463-90-3
- Blatný, C., Pipek, P., Ingr, I. *Konzervářské suroviny*. 3.vyd., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1986, 218 s.
- Brdečková, L. *Technologické vlastnosti kuřecího masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, Bakalářská práce
- Brožová, N. *Systém hodnocení surovin pro masnou výrobu a optimalizace výběru dodavatele ve zpracovatelském podniku*. Jihočeská univerzita V Českých Budějovicích, 2011, Diplomová práce
- Čepička J. et al. *Obecná potravinářská technologie*. 1.vyd., Vydavatelství VŠCHT, Praha, 1999, 246 s., ISBN 80-7080-239-1
- Dominik P., Steinhauser L.: Současnost a perspektiva zvěřiny v ČR; *Maso*, 3/2009
- Drmota J.: Pohled do historie lovu zvěře; *Myslivost*, 2/2006, str. 18
- Dvořák, Z. *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. 1.vyd., Nakladatelství technické literatury, Praha, 1987, 272 s.
- Frolíková, J. et al. *2000 nejlepších receptů z české i zahraniční kuchyně*. 2.vyd., Nakladatelství Vašut, Praha, 2001, ISBN 80-7236-062-0
- Gahm, B. *Domáci zabíjačka*. Vydavatelství a nakladatelství Blesk, Ostrava, 1995, ISBN 80-85606-83-6, překlad z originálu *Hausschlachten*
- Hamm, R. *Kolloidchemie des Fleisches*. Paul Parey in Berlin und Hamburg, 1972, ISBN 3489695143
- Honikel, K.O. *Fleischwirtschaft*, 1982, s. 16

- Ingr I.: *Technologie masa*. 1.vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996, 290 s., ISBN 80-7157-193-8
- Ingr, I. *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků část II.*, 1. vyd., Vysoká škola zemědělská, Brno, 1986, 138s.
- Ingr, I. *Produkce a zpracování masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, 202 s., ISBN 80-7157-719-7
- Jandásek, J. a Gál, R.: Kvalita vepřového masa v závislosti na přijímací hmotnosti prasat; *Maso*, 3/2008, str. 53, 54
- Jelínek, J. *Chemické a nutriční hodnoty masa jatečných zvířat a změny masa v průběhu zrání a skladování*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, Bakalářská práce
- Kadlec, P. et al. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? : Technologie potravin*. KEY Publishing s.r.o., Ostrava, 2009, 536 s., ISBN 978-80-7418-051-4
- Kadlec, P. et al. *Technologie potravin I*. VŠCHT, Praha, 2002, 300 s., ISBN 80-7080-509-9
- Kaščák, S. J. *Ako konzervovať ovocie, zeleninu, mäso*. 4.vyd., Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury, Bratislava, 1990, 351 s., ISBN 80-05-00375-7
- Kerry, J., Ledward, D. *Meat Processing - Improving Quality*; Woodhead Publishing 2002, ISBN 978-1-59124-484-4
- Kratochvíl, L., Zadražil K., Pešek, M. *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků*. 1.vyd. Vysoká škola zemědělská Praha ve Videopress MON, 1985. 321s.
- Lát, J. et al. *Technologie masa*. Nakladatelství technické literatury, Praha, 1976, 640 s.
- Lawrie, R. A. *Meat science*. 5. edition. Canbridge:Pergamon Press, 1991, 336s.
- Matyáš Z., Vítovec J. *Hygiena výroby a distribuce potravin*. 1.vyd., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 1999, 191 s., ISBN 80-7004-369-1

- Okrouhlá, M. et al. Efekt porážkové hmotnosti a pohlaví na chemické složení vepřového masa, *Maso*, 3/2006, str. 14
- Okrouhlá, M. et al. Vliv živé hmotnosti a pohlaví prasat na obsah mastných kyselin v *mutulus longissimus lumborum et thoracis*, *Maso*, 3/2010, str. 48
- Pennington, J. A. T. *Bowes and Church's Food Values of Portions Commonly Used*, Harper and Row, New York, 1989
- Pěšek, M. et al.: *Potravinářské zbožíznalství*. 1.vyd., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2000, 175 s., ISBN 80-7004-369-3
- Pipek, P. *Technologie masa I*. 2.vyd., VŠCHT, Praha, 1991, 172 s., ISBN 80-7080-106-9
- Pipek, P. *Technologie masa I*. 4.vyd., VŠCHT, Praha, 1995, 334 s., ISBN 80-7080-174-3
- Pipek, P. *Technologie masa II*. Kostelní Vydří, 1998, 360 s., ISBN 80-7192-283-8
- Pipek, P., Jirotková, D. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožíznalství živočišných produktů (Část III.)*. 1.vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2001, 136 s., ISBN 80-7040-490-6
- Pipek, P., Pour, M. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*, Česká zemědělská univerzita, Praha, 1998, 139 s. ISBN 80-213-0442-1
- Pipek, P., Pudil, F., Prokúpková, L. Vaznost masa a nové pohledy na její vyhodnocování. *Maso*, 5/1999, str. 43 – 44
- Pirtyáková, L. *Systém posuzování jakosti masa jako vstupní suroviny pro výrobu trvanlivých a fermentovaných salámů*. Jihočeská univerzita V Českých Budějovicích, 2011, Diplomová práce
- Prokúpková, L., Bubnová, M. Vlastnosti králíčího masa a jeho využití; *Maso*, 2/2009, str. 49
- Sakata, R.: *Fleischwirtschaft*, 2008 (130-133)

- Simoneová, J. et al. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1999, 247 s., ISBN 80-7157-405-8
- Sobina, I. a Kondratowitz, J.: *Fleiswirtschaft*, 1999
- Spurná, I. *Mikrobiologie masa*. Vysoké učení technické v Brně, 2009, Diplomová práce
- Steinhauser L., et al. *Produkce masa*. Nakladatelství Last, Brno, 2000, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- Steinhauser, L. *Maso střed(t)em zájmu*. 1.vyd., Vydavatelství potravinářské literatury Brno a Středoevropské vydavatelství a nakladatelství Brno, 2006, 320 s. ISBN 80-900260-7-9
- Steinhauser, L., et al. *Hygiena a technologie masa*. 1.vyd. 1995. Vydavatelství potravinářské literatury LAST, Brno. 664 s. ISBN: 80-900260-4-4.
- Straka, I., Malota, L. *Chemické vyšetření masa (klasické laboratorní metody)*. OSISS, Tábor, 2006, ISBN 80-86659-09-7
- Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. *Základy chovu prasat*. 1. vyd., PowerPrint, Praha, 2009, 180 s. ISBN 978-80-904011-2-9.
- Ších, V., Vodrážka, Z., Králová, B. *Potravinářská biochemie*. 1. vyd., SNTL, Praha, 1981, 360 s., ISBN 04-815-81.
- Šimek, J., Steinhauser, L. Barva masa. *Maso*, 4/2001 str. 35-37
- Šomanová, M. *Sledování nutričních parametrů masa pštrosího, krůtího a perliččího v ekologickém chovu*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, Diplomová práce
- Šťalík, J. *Zpracování masa*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1966, 302 s.
- Velíšek, J. *Chemie potravin I*. 2. vyd., OSISS, Tábor, 2002, 361 s., ISBN 80-86659-03-8
- Vodňanský, M.: Zvěřina – Vysoce hodnotný přírodní produkt a cenná potravina; *Myslivost*, 2/2007, str. 32

## Internetové zdroje

- Anonymus: [cit. 26. 11. 2011], dostupné z WWW: <<http://drvsrs.com/spimgs/HEMOGLOBIN.jpg>>
- Anonymus: Obecná biologie tkáně [cit. 4. 12. 2011], dostupné z WWW: <[prirodopis8.ic.cz/cytologie\\_histologie/Tkane.ppt](http://prirodopis8.ic.cz/cytologie_histologie/Tkane.ppt)>
- Michalík, O.: Druhy masa – nutriční hodnoty, 2009 [cit. 13. 3. 2012], dostupné z WWW: <<http://www.nutritip.cz/view.php?cisloclanku=2009050004&rstema=15&nazevclanku=druhy-masa-nutricni-hodnoty>>
- Ščurková: Vlastnosti masa, 2005 [cit. 19. 11. 2011], dostupné z WWW: <<http://www.frrr.cz/index.php/kvalita>>
- Šleisová, J.: Maso a masné výrobky [cit. 14. 3. 2012], dostupné z WWW: <<http://vladahadrava.xf.cz/maso.html>>
- Teplá, R.: Gastronomický výukový průvodce, 2011 [cit. 14. 3. 2012], dostupné z WWW: <[http://www.pruvodce.soupolicka.cz/data/technologie\\_2k.pdf](http://www.pruvodce.soupolicka.cz/data/technologie_2k.pdf)>
- Vejražková, P.: Potraviny a výživa, 2011 [cit. 13. 3. 2012], dostupné z WWW: <<http://projekt.iss-slany.cz/wp-content/uploads/2011/10/Potraviny-KP-maso-barva.pdf>>
- Zrcková, B.: Jatečné maso, 2011 [cit. 13. 3. 2012], dostupné z WWW: <[http://projekt.iss-slany.cz/wp-content/uploads/2011/10/TECHNOLOGIE\\_jatecne\\_maso\\_BZ-barva.pdf](http://projekt.iss-slany.cz/wp-content/uploads/2011/10/TECHNOLOGIE_jatecne_maso_BZ-barva.pdf)>