

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**EDELINA MEMEDLIAEVA**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



**Texturní vlastnosti hovězího masa**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Edelina Memediaeva

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Edelina Memedliaeva**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Obor: Technologie potravin  
Název tématu: **Texturní vlastnosti hovězího masa**  
Rozsah práce: 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury týkající se texturních vlastností hovězího masa
2. Vypracování literární rešerše se zaměřením na vlivy působící na texturní vlastnosti hovězího masa
3. Vypracování literární rešerše se zaměřením na metody hodnocení texturních vlastností hovězího masa
4. Absolvování pravidelných konzultací, vyhotovení bakalářské práce v požadovaném rozsahu a její odevzdání v termínu dle pokynů vedoucího

Seznam odborné literatury:

1. KILCAST, D. *Texture in food : Solid foods. Volume 2.* 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. 537 s. Woodhead publishing in food science and technology. ISBN 1-85573-724-8.
2. NOLLET, L M L. – BOYLSTON, T. a kol. *Handbook of meat, poultry and seafood quality.* 1. vyd. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2007. 719 s. ISBN 978-0-81382-446-8.
3. HUI, Y H. – AALHUS, J L. *Handbook of meat and meat processing.* Boca Raton, FL. 2012. ISBN 978-1-4398-3683-5, 978-1-4398-3684-2. URL: <http://marc.crcnetbase.com/isbn/9781439836842>.
4. NOLLET, L M L. – TOLDRÁ, F. *Advanced technologies for meat processing.* Boca Raton. 2006. ISBN 9781420017311, 978-1-57444-587-9. URL: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420017311>.
5. KERTH, C R. *The science of meat quality.* Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. 293 s. ISBN 978-0-8138-1543-5.
6. *Journal Animal Science.* ISSN 1525-3163.
7. *Meat Science.* ISSN 0309-1740.
8. *Journal of Texture Studies.* ISSN 0022-4901.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017

  
**Edelina Memedliaeva**  
Autorka práce



  
**doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.**  
Vedoucí práce

  
**prof. Ing. Alžběta Jarošová, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu

  
**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Texturní vlastnosti hovězího masa* vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne...24.04.2017.....



.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji doc. Ing. Šárce Nedomové, Ph.D., za pomoc při zpracování údajů a odborné vedení při vypracování bakalářské práce. Děkuji také své rodině za podporu během studia.

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá texturními vlastnostmi hovězího masa. Textura je souhrn mechanických, geometrických a povrchových charakteristik produktu, které jsou vnímány mechanickými, taktilními a pokud možno zrakovými a sluchovými receptory. Průvodními ukazateli textury se jeví tvrdost, křehkost, žvýkavost, vnitřní struktura, pružnost, lepivost a další. Na texturu hovězího masa má zásadní vliv struktura a jeho chemické složení. Textura hovězího masa je ovlivněna výživou, plemenem, pohlavím a věkem, technologií chovu, autolytickými procesy a manipulací. Pro hodnocení texturních vlastností se používají senzorní nebo instrumentální metody. Senzorické hodnocení je časově náročné, drahé a vyžaduje tepelné opracování vzorků. Naproti tomu instrumentální metody jsou rychlé, snadno opakovatelné a i přes vysokou cenu přístrojů levnější. Z instrumentálních metod je nejvhodnější metoda měření síly ve stříhu podle Warnera Bratzlera. Pro kvantitativní popis texturních vlastností se kromě hodnocení jednotlivých charakteristik používá analýza texturního profilu.

**Klíčová slova:** textura, křehkost, TPA, měření textury masa, Warner – Bratzler

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis is based on textural properties of beef. Texture is a totality of all mechanical, geometric and surface characteristics of a product which are perceived by mechanical, tactile, and if it is possible, auditory and optical receptors. The accompanying indicators are firmness, fragility, chewability, internal structure, elasticity, stickiness, etc. The structure of the meat as well as its chemical composition has a fundamental impact on its texture. Beef structure is affected by the animal's diet, breed, age, farming technology, automated processes and manipulations. To evaluate textural properties a sensory and technical methods are used. The sensory evaluation is time-consuming, expensive and requires a thermal working of the sample. In contrast, the instrumental methods are fast, easily repeatable and despite the high price of the setup, are less expensive. The most advantageous of the instrumental methods is the measuring the force of the cut according to Warner – Bratzler. Apart from the evaluation of particular characteristics, the textural profile analysis is used for the quantities description of the textural properties.

**Key words:** texture, tenderness, TPA, measuring meat texture, Warner – Bratzler

## Obsah

1 ÚVOD.....	10
2 CÍL PRÁCE .....	11
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	12
3.1 Struktura hovězího masa .....	12
3.2 Chemické složení hovězího masa.....	13
3.2.1 Obsah vody v hovězím mase .....	14
3.2.2 Obsah bílkovin v hovězím mase .....	14
3.2.3 Obsah tuku v hovězím mase .....	16
3.2.4 Obsah vitamínů a minerálních látek v hovězím mase .....	17
3.2.5 Obsah extraktivních látek v hovězím mase .....	18
3.3 Definice a význam textury.....	19
3.4 Texturní vlastnosti hovězího masa .....	20
3.4.1 Křehkost hovězího masa .....	20
3.4.2 Šťavnatost hovězího masa .....	21
3.5 Vlivy působící na texturní vlastnosti hovězího masa .....	22
3.5.1 Vliv plemene na texturní vlastnosti hovězího masa .....	22
3.5.2 Vliv pohlaví a věku na texturní vlastnosti hovězího masa .....	23
3.5.3 Vliv skladování na texturní vlastnosti hovězího masa.....	25
3.5.4 Vliv způsobu a úrovně výživy na texturní vlastnosti hovězího masa.....	26
3.5.5 Způsob provedení porážky a následné opracování hovězího masa .....	26
3.5.6 Vliv postmortálních změn na texturní vlastnosti hovězího masa .....	27



3.6 Metody hodnocení texturních vlastností hovězího masa.....	28
3.6.1 Senzorické hodnocení hovězího masa .....	29
3.6.2 Instrumentální metody hodnocení hovězího masa.....	31
3.6.2.1 Warner – Bratzler test .....	34
3.6.2.2 Analýza texturního profilu (TPA).....	36
3.6.2.3 Kramerova cela pro stanovení textury hovězího masa .....	38
3.6.3.3 Penetrační metoda pro stanovení textury hovězího masa .....	39
3.6.3 Chemické metody hodnocení textury hovězího masa .....	40
3.6.4 Alternativní metody hodnocení texturních vlastností hovězího masa .....	40
3.6.5 Perspektivy měření texturních vlastností hovězího masa .....	41
3.7 Možností ovlivnění textury hovězího masa.....	42
4 ZÁVĚR.....	44
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	46
6 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ .....	53
7 SEZNAM ZKRATEK .....	54

## 1 ÚVOD

Už dva miliony let je maso součástí výživy člověka. Lidé jsou přizpůsobeni k využití jak rostlinné, tak i živočišné potravy. Maso je důležitou součástí stravy, proto je důležité detailně znát složení syrového nebo vařeného masa. Spotřeba masa závisí na řadě faktorů – nejen na ceně, ale také na zvyklostech i módních trendech. V posledních letech hovězí maso začíná zajímat čím dál více spotřebitelů, přičemž příčinou může být zvyšující se zájem o kvalitní vyzrálé maso. Kvalita hovězího masa je velmi důležitým faktorem vnímaným z pohledu zákazníka. Je ovlivněna několika faktory. Morfologické a chemické složení závisí na plemeni, věku a stavu zvířat. Výrobu masa ovlivňuje stáří zvířat. Telata obsahují relativně více kostí, pojivových tkání a méně svalů. S věkem se tento poměr změní kvůli vývoji svalů a tukových tkání.

Hovězí maso se vyznačuje příznivým poměrem bílkovin a tuku. Je v něm obsaženo méně cholesterolu než ve vepřovém a skopovém mase. Hovězí maso obsahuje většinu esenciálních aminokyselin, mastných kyselin a minerálních látek, což má za následek vysokou nutriční hodnotu hovězího masa.

Z technologického hlediska je termín textura jedním z nejdůležitějších faktorů. Textura potravin závisí na organoleptických vlastnostech, jako je měkkost, šťavnatost, vůně, barva a křehkost. Měkkost masa souvisí s obsahem pojivové tkáně a tuku ve svalových vláknech. Barva závisí především na počtu mioglobinu a jeho rozpadových produktů ve svalové tkáni. U mladých zvířat je maso světle růžové, tmavé je u dospělých. Textura zahrnuje škálu různých vlastností a zůstává důležitým znakem kvality masa a masných výrobků, někdy je dokonce důležitější než aroma a barva.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce bylo prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury týkající se texturních vlastností hovězího masa a také shromáždění i uspořádání poznatků z dostupné literatury týkající se vlivů, které působí na texturní vlastnosti hovězího masa a na metody hodnocení texturních vlastností hovězího masa.

## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Struktura hovězího masa

Maso lze definovat jako všechny části těl živočichů, které lze využít k lidské výživě. Z morfologického a funkčního hlediska rozlišujeme čtyři základní typy tkání: tukové svalové, pojivové a kostní, které se podílejí na stavbě organismu. Poměr těchto tkání se velmi liší a závisí na druhu zvířete, tělesné kondici, plemeni, pohlaví, věku zvířete a způsobu výživy (Steinhauser, 2000).

Jedním ze čtyř typů tkání je tkáň svalová. Svalová tkáň se z hlediska morfologické stavby dělí na příčně pruhovanou a hladkou. Do příčně pruhovaného svalstva kromě kosterních svalů patří také srdeční sval – myokard. Hladká svalová tkáň tvoří stěny vnitřních orgánů a střeva. Základní morfologickou a funkční jednotkou příčně pruhovaného svalu je svalové vlákno. Dle průměru svalového vlákna ho dělíme na tenké (20 až 40 nm) a tlusté (až 100 nm). Délka svalových vláken závisí na funkci svalů (Ingr, 2011).

Svalová vlákna jsou na povrchu potažená pevnou sarkolemou, kterou tvoří tři vrstvy. Pod svalovým vláknem se nachází sarkoplasma, která obsahuje jednotlivé buněčné orgány a kontraktilní vlákna, myofibrily. Ve vláknech myofibrily zabírají téměř celý intracelulární objem (Ingr, 2011). Myofibrily mají vlastnost se smršťovat a hrají hlavní roli v pohybové funkci organismu. Každá z myofibril se skládá ze vzájemně paralelně uspořádaných tenkých a silných vláken – filament (Vinnikova, 2006).

Pojivová tkáň váže jednotlivé tkáni mezi sebou a kostrou. Pojivová tkáň vytváří svébytný základ, jehož pevnost ovlivňuje tvrdost svalové tkáně. V pojivové tkáni se rozlišují tři druhy vláken: kolagenní, elastická a retikulární. V závislosti na většině těchto či jiných vláken a na vztahu vláken k základní látce se rozlišuje tkáň řídká, pevná a elastická (Vinnikova, 2006).

V mezibuněčné hmotě řídké pojivové tkáně převládá amorfní látka, vláken je relativně málo, kdy převážnou část tvoří vlákna elastická. Pevná pojivová tkáň má silně vyvinutá kolagenní vlákna, která jsou uspořádána v paralelních svazcích, což zajišťuje

její vysokou pevnost. Je odolná vůči tepelnému a mechanickému zpracování, je součástí složení šlach, vazů, fascií a kůže. Elastická pojivová tkáň je složená z velkého počtu srovnatelně silných elastických a kolagenních vláken, amorfni hmoty je v ní málo. Pojivová tkáň, která organicky vstupuje do složení masa, snižuje jeho výživovou hodnotu, stravitelnost a kulinární vlastnosti. Obsah pojivové tkáně v mase a masných výrobcích je základem určení kvality. Množství pojivové tkáně v mase závisí na druhu, věku a výživě zvířete. Čím vyšší je věk zvířete a čím horší je jeho výživa, tím výrazněji je vyvinuta pojivová tkáň. Dle stupně stárnutí organismu se pojivová tkáň zpevňuje, kolagenní a elastická vlákna se ztlušťují a tedy ve výsledku se maso stává tvrdším (Vinnikova, 2006).

### 3.2 Chemické složení hovězího masa

Chemické složení masa lze těžko jednoznačně popsat. Je ovlivněno nejen druhem masa a jeho úpravou, ale také řadou intravitálních a technologických procesů výroby a zpracování masa. Samotná libová svalovina se skládá z vody, bílkovin, tuku, minerálních látek, vitaminů a extraktivních látek (Pipek, 1995). Složení libové svaloviny uvádí tabulka č. 1.

**Tabulka č. 1 : Složení libové svaloviny jatečných zvířat [%] (Steinhauser, 1995)**

Složky	Obsah v [%]
Voda	70 – 75 %
Bílkoviny	18 – 22 %
Lipidy	2 – 3 %
Minerální látky	1 – 1,5 %
Extr. bezdusíkaté látky	0,9 – 1 %
Extr. dusíkaté látky	1,7 %

### 3.2.1 Obsah vody v hovězím mase

Voda je v mase vázána několika způsoby. Rozlišujeme vodu pravou hydratační, vodu imobilizovanou mezi filameny v myofibrilárních a vodu volnou. Volná voda není vázána se stavebními složkami masa. Má funkci rozpouštědla organických a minerálních látek. Taková voda mrzne při teplotě 0 °C a je možné ji z masa snadno vytěsnit působením určité mechanické síly (tlakem), zatímco vodu vázanou, tj. hydratační a imobilizovanou mechanickou silou vytěsnit nelze. Vázaná voda je aktivně udržovaná hlavním způsobem bílkovinnými látkami a dalšími složkami buněk a tkání. Podíl volné i imobilizované vody není stálý (Vinnikova, 2006).

Schopnost masa vázat vodu patří mezi technologické faktory kvality masa. Jedná se o schopnost masa zadržet vodu vlastní, ale také vodu přidanou během celého technologického procesu, včetně tepelné úpravy při výrobě masných výrobků. Vaznost je ovlivňována řadou faktorů, jakými je pH, stádium postmortálních změn (souvislost se snížením pH, vytvořením aktomyozinového komplexu) a obsahem soli (obecně zvyšuje vaznost). Dále se na procesu podílejí různé intravitální, genetické a před porážkové vlivy. Uměle lze vaznost zvýšit různými přísadami. S ohledem na spotřebitelské preference je schopnost masa vázat vodu důležitým faktorem kvality masa, jelikož ovlivňuje vzhled masa při nákupu, vzhled masa před vařením, jeho vlastnosti během vaření a šťavnatost při žvýkání (Šubrt et al., 2007).

### 3.2.2 Obsah bílkovin v hovězím mase

Obsah bílkovin v hovězím mase je přibližně 20 % (Aberle et al., 2012). Změny v obsahu bílkovin jsou závislé na věku, svalové funkci, pohlaví, plemeni a výživě zvíře (Purslow, 2005). Maso je vynikajícím zdrojem bílkovin pro člověka. Tyto proteiny jsou dobře stravitelné, obsahují esenciální aminokyseliny, které organismus využívá pro výstavbu tkání včetně svalů. V mase jsou proteiny rozděleny do tří hlavních typů: myofibrilární, sarkoplasmatické a stromátické bílkoviny (Kadlec et al., 2013).

Myofibrilární bílkoviny tvoří největší procento z celkového obsahu bílkovin, a to 50 – 55 % (Morrissey et al., 1987). Myofibrilární bílkoviny lze rozdělit do tří podtříd: vláknité (aktin a myosin) proteiny myofilament, které vytváří základní strukturu myofibril. Regulační proteiny zahrnují komplex tropomyosin – troponin, a – a b –

actinin, M – protein a C – protein. Poslední skupinou jsou podpůrné strukturální proteiny, které se uplatňují ve struktuře myofibril: patří sem titin, nebulin, desmin, vimentin, synemin. Tyto proteiny jsou přítomny v myofibrilách svalu. Součástí myofibrilárních proteinů je aktin, myosin, actinomyosin, tropomyosin, troponin a další drobné regulační proteiny. Myofibrilární bílkoviny se liší také velikostí molekuly (Kadlec et al., 2013). Bylo prokázáno že myofibrilární bílkoviny jsou vynikajícím gelotvorným činidlem a jsou většinou zodpovědné za texturní a strukturální charakteristiky (Parris a Barford, 1991).

Sarkoplazmatické bílkoviny nebo ve vodě rozpustné proteiny se nacházejí v cytoplazmě. Sarkoplazmatické proteiny tvoří 30 – 34 % z celkového obsahu bílkovin (Tornberg, 2005). Proteiny nalezené v sarkoplazmě jsou myogen, myoglobin, myoalbuminy, enzymy a další globulární proteiny. Tyto proteiny jsou zodpovědné za barvu masa (Mancini a Hunt, 2005).

Stromatické bílkoviny představují pouze 10 až 15 % z celkového obsahu bílkovin v mase. Jsou obsaženy ve vazivech, šlachách, v kostech a kůži. Nejdůležitější ze stromatických bílkovin je kolagen, elastin a retikulin, které jsou běžně označeny jako pojivová tkáň. Kolagen je nejvíce zastoupená bílkovina pojivové tkáně (Morrissey et al., 1987).

Kolagen neobsahuje žádný tryptofan ani cystein, ale má vysoký obsah glucinu. Specifičností však je, že má vysoký obsah hydroxykyselin (hydroxyprolin), který se v žádné jiné bílkovině nevyskytuje (Ingr, 2011). Při zahřívání ve vodě se kolagen rozpadá. Následkem tepelného působení dochází k jeho denaturaci a částečnému hydrolytickému rozpadu v místě peptidových vazeb se vznikem vysoko a nízkomolekulárních produktů. Tepelně zpracovaný kolagen či želatina se stávají dostupné pro enzymatické působení a snadno se tráví. Zvýšení teploty na 90 °C a prodloužení doby vaření vede ke zničení většiny příčných vazeb, jež udržují polypeptidické řetězce ve struktuře kolagenu, vlivem čehož se mění na látku ve vodě rozpustnou – glutin. V případě poklesu teploty tvoří gluten rosol, který se široce využívá v uzenářském průmyslu při výrobě játrovek a tlačenky (Vinnikova, 2006).

Druhou nejvýznamnější stromatickou bílkovinou je elastin, který vytváří dlouhá a velmi pružná vlákna. Jejich délka se při natažení může zdvojnásobit (Ingr, 2011). Tkáně bohaté na elastin mají nažloutlou barvu. Elastin nerozpustíme ve studené a horké vodě, v solných roztocích, ředěných kyselinách či zásadách. Také koncentrovaná kyselina sírová na něj má slabý účinek. Na rozdíl od kolagenu nelze z elastinu získat želatinu (Vinnikova, 2006).

### **3.2.3 Obsah tuku v hovězím mase**

Další velmi důležitou chemickou složkou v mase je tuk. I když je obsažen v poměrně málem množství, jedná se o třetí nejobsáhlejší chemickou složku v těle hospodářských zvířat. Tuk je důležitým zdrojem energie. Obsah tuku pozitivně koreluje se šťavnatostí, chutí a křehkostí hovězího masa. Tuk se rozděluje na podkožní, ledvinový, intermuskulární (mezi jednotlivými svaly) a intramuskulární (uvnitř svalů) (Kadlec et al., 2013).

Rozložení tuku v mase je velmi nerovnoměrné. Malá část je uložena mezi svalovými vlákny a vytváří velmi žádané mramorování masa, které je důležité pro jeho chuť, šťavnatost a křehkost. Zbývající část tuku je v organismu uložena ve formě zásobní tukové tkáně, jejíž přítomnost je charakteristická pro podkožní oblasti (povrchové tukové krytí masa) a také pro určité části jatečných zvířat. Tento tuk má poměrně vysoký obsah nenasycených mastných kyselin, které můžeme označit za zdraví prospěšné, ovšem zastoupeny jsou zde i nasycené mastné kyseliny, jejichž příjem by měl být ze zdravotního hlediska minimalizován (blokuje tvorbu tzv. LDL receptorů) (Kafina a Kšána, 2012). Výhodou je, že podkožní a další zásobní tuk je možné od masa před konzumací snadno oddělit. Tuk v mase zastupuje jak prospěšnou, tak škodlivou roli. Svalový tuk pozitivně ovlivňuje křehkost a chutnost masa. Na druhé straně je vyšší podíl tuku v mase hodnocen negativně pro jeho vysoký energetický obsah a převahu nasycených kyselin (Ingr, 2011). Oxidace lipidů je hlavní příčinou poškození kvality masa a masných výrobků. Oxidace má vliv na zpracování masa. Nežádoucí změny barvy, chuti a výživových hodnot se vyskytují, když masové lipidy oxidují a reagují s ostatními masnými složkami, jako jsou pigmenty a další proteiny, sacharidy a vitamíny (Tappel, 1952).



V tuku se vyskytují fosfolipidy a steroly. Fosfolipidy tvoří malý podíl tukové tkáně. Fosfolipidy emulgují tuky a oxidují mnohem snadněji než tuky. Nejvýznamnějším steroidem je cholesterol. Cholesterol je typický pro živočišnou tkáň, jedná se o látku doprovázející tuky. Obsah cholesterolu je v tukové tkáni i ve svalovině přibližně stejný, tedy 60 – 100 mg ve 100 g tkáně, vyšší obsah se koncentruje v játrech a ledvinách zvířat, a to v hodnotě 200 – 300 mg. Z dietetického hlediska je vhodné omezovat příjem exogenního cholesterolu (denní příjem do 300 mg) (Pipek, 1995).

Cholesterol je v lidském těle syntetizován a slouží jako důležitý stavební kámen buněčných membrán a také slouží pro syntézu důležitých hormonů. Cholesterol je podstatnou surovinou pro biosynthesu žluče. Při zpracování produktů se cholesterol mění a vznikají různé produkty. Nejvíce prostudované jsou produkty oxidace – oxysteroly, které se jako sloučeniny s bílkovinami mohou usazovat v tepnách (Pipek, 1995).

### **3.2.4 Obsah vitamínů a minerálních látek v hovězím masu**

Maso obsahuje makroelementy, jako je draslík, fosfor, sodík, chlor, hořčík, vápník, železo a stopové prvky, jako jsou měď, molybden, cín, olovo, hliník, chrom, mangan, kobalt, vanad, fluor, jod. Minerální látky se nachází v rozpustné formě, ale také ve formě vázané na bílkoviny. Pro aktivní činnost svalů při procesu smrštění a ochabnutí hrají důležitou roli vápník, draslík a hořčík. Minerální látky se koncentrují ve svalové a kostní tkáni (Kerth, 2013). Jednotlivé minerální prvky jsou významné pro metabolismus jatečných zvířat, také ale pro technologické a nutriční vlastnosti masa (Ingr, 2011).

Vitamíny v lidském těle hrají důležitou roli. Maso je zdrojem hydrofilních vitamínů skupiny B (B<sub>15</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>). Maso pokrývá téměř jednu čtvrtinu celkového příjmu thiaminu (vit. B<sub>1</sub>) a riboflavinu (vit. B<sub>2</sub>). Významný je obsah vitamínu B<sub>12</sub>, který se vyskytuje pouze v potravinách živočišného původu, je důležitý pro krvetvorbu a správnou funkci nervového systému. Pravděpodobně nejstabilnější mezi vitamíny skupiny B je niacin. Není ovlivněn ani působením vysoké teploty, světlem, přítomností kyslíku nebo alkalickým prostředím. Relativně stabilním při vaření, sterilaci konzerv a sušení je také riboflavin, avšak při vaření část přechází do vody riboflavinu). Na druhé

straně maso obsahuje malé množství vitaminů rozpustných v tucích (A, D, E, K a vitamin C), objeví se ve vnitřních orgánech, zejména v játrech a tukových tkáních (Kadlec et al., 2013).

### **3.2.5 Obsah extraktivních látek v hovězím mase**

Extraktivní látky – látky jsou extrahovatelné vodou při teplotách kolem 80 °C během zpracování. Obsah v mase je poměrně malý. Z potravinářského hlediska mají velký význam pro vytváření aromatu a chutnosti masa. Tato skupina látek je součástí enzymů a má význam v metabolických procesech. Extraktivní látky stimulují chuť k jídlu, zvyšují aktivitu enzymu trávicího traktu a zvyšují stravitelnost masa. Maso ze starších zvířat obsahuje více extraktivních látek, proto se odlišuje intenzivní chutí a vůní (Negreeva et al., 2008).

Extraktivní látky vznikají především v průběhu postmortálních změn. Některé extraktivní látky se přidávají do masa uměle, obvykle do masných výrobků k obohacení jejich chutnosti. Extraktivní látky se rozdělují na sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky (Steinhauser, 2000).

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy v malém množství. V mase je obsažen zejména glykogen a produkty jeho odbourávání (dextrin, maltosa, glukosa). Obsah glykogenu v játrech je kolem 3 %. Ve svalovině jatečných zvířat je obsaženo 0,3 – 0,9 % glykogenu. Glykogen slouží jako zdroj energie pro svalovou práci, během práce i během postmortálních změn se rozkládá anaerobní glykolýzou na kyselinu mléčnou. Glykogen je významným z technologického hlediska. Podle toho, kolik je ho obsaženo ve svalech v okamžiku porážky, dojde k hlubšímu nebo menšímu okyselení svalové tkáně. U zvířat s nízkým obsahem glykogenu dochází jen k malému okyselení, a proto je maso málo údržné (Pipek, 1995).

Do organických fosfátů patří zejména nukleotidy, nukleové kyseliny a rozkladné produkty ATP. Významné jsou nukleotidy na bázi adeninu. Adenosintrifosfát (ATP) je hlavním článkem přenosu energie a je v rovnováze s jinými fosfáty. Všechny mezistupně odbourávání ATP mají význam pro chutnost masa. Zde se uplatňuje především kyselina inosinová, inosin a ribosa (Pipek, 1995).

Dusíkaté extraktivní látky jsou velmi rozmanitá skupina látek. Patří sem zejména aminokyseliny a některé peptidy. Z volných aminokyselin jsou nejvíce zastoupeny glutamin, taurin, kyselina glutamová, glycin, lysin a alanin. Z peptidů je významný zejména karnosin, eserin, balenin a glutathion. Glutathion je silné redukční činidlo, které má z technologického hlediska význam při vybarvování masných výrobků. Karnosin je dipeptid stimuluje činnost trávicích žláz (Pipek, 1995).

### **3.3 Definice a význam textury**

Pro zpracování masa se stávají stále významnější texturní vlastnosti masa (tuhost, křehkost, měkkost, jemnost a další) a s nimi související reologické vlastnosti, které samozřejmě závisí i na základním složení masa, na teplotě a na dalších faktorech (Ingr, 2011). Textura je převládající prvek kvality a přijatelnosti potravin. Při sledování vnímání textury konzumentem se zjistilo, že textura ve významné míře ovlivňuje dojem, který potravina vyvolává (Kilcast, 2004).

Již v roce 1957 byla formulována jedna z prvních definicí textury podle Ball et al. První z nich je nazývána vizuální definicí: „Struktura masa je makroskopický vzhled masa tkání z hlediska plynulosti a jemnosti zrna“. Druhá definice se nazývá taktilní definice a zní: „Struktura masa je pocit hladkosti a jemnosti svalové tkáně v ústech“. Je zajímavé, že ani jedna z definic nezahrnuje vlastnosti, jako jsou pevnost, vlhkost či šřavnatost, které většina lidí u kvality masa považuje za velmi významné (Lawless et al., 2010).

Textura je skupina fyzikálních vlastností, která vyplývá ze struktury potravin, stanovuje se dotykem, souvisí s deformací a rozkladem potraviny pod silou a měří se objektivně pomocí působení hmotnosti, času a vzdálenosti. Jelikož se při hodnocení textury vychází z několika fyzikálních vjemů, je vhodnější hovořit o „profilu textury“, což naznačuje skupina souvisejících vlastností (Bourne, 2002).

Podle Krkoškové (1986) může být textura definována jako způsob uspořádání i kombinování složek a strukturálních prvků potravin v mikrostruktuře i makrostruktuře a dále jako volnější projev této struktury ve formě toku a deformací.

Mezinárodní organizace pro standardizaci definuje texturu jako souhrn všech mechanických, geometrických a povrchových vlastností výrobků, jež jsou vnímatelné mechanickým hmatem a tam, kde je to vhodné, zrakovými a sluchovými receptory (ČSN ISO 11 036, 1997).

### **3.4 Texturní vlastnosti hovězího masa**

Při vyhodnocování hovězího masa jsou mimo morfologické a chemické složení důležité organoleptické vlastnosti. Hlavní ukazatelé kvality masa jsou barva, chuť, aroma, křehkost, šťavnatost a texturní vlastnosti. Texturní vlastnosti masa mohou být značně ovlivněny změnou podmínek skladování, vařením a teplotou chlazení (Szczeniak, 1965).

#### **3.4.1 Křehkost hovězího masa**

Konzumní kvalitu masa v neposlední řadě ovlivňuje křehkost. Křehkost je jednou z vlastností textury, která je vnímána v ústech. Maso, které má sice optimální složení z hlediska nutričních hodnot, avšak se nestane po tepelné úpravě měkkým, nepovažuje žádný konzument za kvalitní (Gerrard a Grant, 2006).

Křehkost masa je dána jeho strukturou, stavem a chemickým složením. Křehkost významně závisí i na obsahu kolagenu, popř. dalších stromatických bílkovin, které strukturu masa zpevňují. Křehkost masa lze definovat jako závislost mezi deformací a napětím. Při sensorickém hodnocení masa se jedná o napětí vyvíjené čelistními svaly a posléze přenášené na zuby, jenž je potřebné k přetržení svalových vláken tepelně opracovaného masa. Křehkost masa lze pouze velmi těžko předpovědět, přitom se však jedná o důležitý znak pro spotřebitele (Gerrard a Grant, 2006). Tato konzumní vlastnost masa je závislá na množství času a energie potřebné na rozžvýkání masa na jemnou hmotu připravenou pro další trávicí potřeby. Křehkost masa je determinována mnoha faktory, které ji ovlivňují různým způsobem. Jedním z faktorů je konečná hodnota pH (Zaujec, 2004). Beltrán et al. (1997) zjistili, že vzorky masa s nejvyšší konečnou pH hodnotou jsou nejkřehčí. Podobný výsledek byl zjištěn i při panelovém hodnocení komisí. Křehčí maso je typické pro hovězí s kvalitativní odchylkou známou jako DFD, které má právě vysokou konečnou pH hodnotu (Sochor et al., 2002). Proběhly i pokusy

využit pH hodnotu masa k predikci křehkosti masa, prozatím však s různými výsledky (Shackelford et al., 1994).

Podle Suess et al. (1966) je křehkost masa u skotu cca z 60 % podmíněná dědičně. Stupeň svalové kontrakce silně ovlivňuje křehkost. Existuje korelace mezi křehkostí masa a délkou sarkomer různých svalů. Maso s dlouhými sarkomerami v myofibrilách je křehčí než maso se zkrácenými sarkomerami (Augustini a Spindler, 1995).

Množství a struktura pojivové tkáně v mase je dalším z faktorů ovlivňující křehkost. Rozhodujícím činitelem je struktura či stáří kolagenu. Svaly s větším množstvím kolagenu jsou pevnější v tahu než svaly, v nichž je obsah kolagenu minimální. Maso z mladého zvířete je rovněž křehké, i když obsahuje více kolagenu než maso dospělého zvířete. Obsahuje však mladý kolagen s nízkým počtem příčných vazeb a s velkým podílem rozpustného kolagenu. Křehkost je dále ovlivňována obsahem intramuskulárního tuku, maso s vyšším obsahem tohoto tuku bývá křehčí (Purslow, 2005).

### **3.4.2 Šťavnatost hovězího masa**

Textura zahrnuje řadu vlastností, jakými je pevnost, pružnost, žvýkatelnost a šťavnatost (Szczeniak, 1963). Šťavnatost masa je rovněž vlastností, již si většina konzumentů cení. Ačkoliv si konzumenti běžně připlatí za maso, které je více křehké, očekávají zároveň, že maso bude také šťavnaté. Komplexita šťavnatosti rovněž vyvolává problémy při provádění objektivních měření. Vaznost lze uplatnit jako objektivní parametr, který souvisí se šťavnatostí masa. Obvykle je konzumováno maso vařené, což je důvodem, proč se v centru pozornosti nachází vaznost u vařeného masa (Hui, 2012).

Maso s vysokou schopností vázat vodu je na řezu suché a při vizuálním posuzování je příznivě hodnoceno pro dostatečnou šťavnatost při vaření. Nicméně šťavnatost masa spojená s exsudací vody svědčí o vysokém obsahu volné vody, tudíž je nežádoucí. (Franc et al., 1987). Dosud je však možné uskutečnit spolehlivé a konzistentní měření šťavnatosti pouze prostřednictvím senzorických metod. K odstranění volně vázané vody lze použít vysokorychlostní a nízkorychlostní odstředění. Po odstředění se množství uvolněné vody stanoví buď přímo, a to zvážením uvolněné vody, či nepřímo, vyjmutím

vzorku z tubusu, jeho pečlivým vysušením a opětovným převážením za účelem stanovení ztráty tekutin. Nakonec je pro kvantitativní odstranění vody ze vzorků užíván kapilární sací tlak, který je vytvořen prostřednictvím filtračního papíru (Hui, 2012).

Šťavnatost masa je v úzkém vztahu k obsahu intramuskulárního tuku. Kvalitní maso s určitým stupněm mramorování je šťavnatější. Yamazaki et al. (1989) potvrdili vliv intramuskulárního tuku na retenci vody v syrovém mase, šťavnatost vařeného masa a ztráty šťávy vařením. Ristic (1987) hledal souvislost mezi šťavnatostí, obsahem vody a tuku u hovězího masa. Uvádí, že obsah vody a tuku se různým podílem účastní ovlivňování šťavnatosti v závislosti na kategorii a věku zvířete. V určitém rozsahu se může jeden faktor prosadit nad druhým, např. navzdory nízkému obsahu volné vody nad příznivějším obsahem tuku lze dosáhnout příslušné šťavnatosti.

### **3.5 Vlivy působící na texturní vlastnosti hovězího masa**

Faktorů, které mohou ovlivňovat výslednou kvalitu masa a jejich kvalitativní znaky je celá řada a každý z nich může jednotlivé vlastnosti masa ovlivnit určitou intenzitou. Texturní vlastnosti hovězího masa jsou velmi snadno ovlivnitelné širokou škálou vnitřních a vnějších (fyzikálních a chemických) faktorů (Stein, 2005). Na jakost masa působí vlivy genetické, intravitální a postmortální. Znalost všech vlivů je velmi důležitá z hlediska eliminace nebo alespoň částečného omezení vlivů negativních a také z hlediska posilování a využívání vlivů pozitivních, a to na principu zpětné vazby (Simeonovová et al., 2003).

#### **3.5.1 Vliv plemene na texturní vlastnosti hovězího masa**

Značný vliv na vývoj hospodářských zvířat má plemeno. Plemeno je definováno jako skupina zvířat shodného fylogenetického původu se stejnými morfologickými i fyziologickými znaky a vlastnostmi, které se přenáší na potomstvo (Sinelnikova, 2013).

Velké množství kvalitního hovězího masa se získává ze specializovaných masných plemen. Tyto plemena se vyznačují vysokou intenzitou růstu, což znamená, že jsou schopné se rychle rozvíjet a dosáhnout v mladším věku větší živé hmotnosti (Bodrova, 2009).

Někteří autoři jsou přesvědčeni, že správným, jednoduchým a užitkovým křížením dojnic s býky masného plemene ve stádech, je možné dosáhnout kvalitní produkce hovězího masa (Říha, 2002). Bartoň et al. (2006) zjistili, že přípuštěním býků masného plemene (charolais) ke krávám plemene české strakaté dochází ke zlepšení ukazatelů výkrmnosti a jatečné výtěžnosti oproti mateřské populaci a zároveň i k mírnému zlepšení senzorických vlastností masa (Bartoň et al., 2006)

Vlivem plemene na kvalitativní parametry hovězího masa se zabývalo mnoho studií, které přinesly zajímavé poznatky. Bylo zjištěno, že plemeno a strava mají vliv jak na kvalitativní parametry hovězího masa, tak na profil mastných kyselin přítomných v tomto mase. Nejvyšší obsah PUFA n – 3 byl zjištěn u býků plemene Charolais (Bartoň et al., 2010).

Kvalitu masa může příznivě ovlivnit tuk přímo ve svalech nebo také tuk intramuskulární, pokud nejde o maso mimořádně přetučněné. Intramuskulární tuk se objevuje na řezu vychlazeného masa ve formě tenkých vláken. Tento jev se nazývá mramorování masa a dává se do souvislosti se zvýšenou měkkostí, ale také zejména se šťavnatostí masa (Jedlička, 1988). Mramorování masa je dnes velmi důležitým kritériem pro posouzení kvality suroviny. Schön (1963) navrhl pro subjektivní posouzení mramorování 6 stupňů: 1 – velmi slabé, 2 – slabé, 3 – mírně, 4 – střední, 5 – silné a 6 – velmi silné (Schön, 1963).

V USA je při nákupu jatečného skotu stupeň mramorování masa důležitým kvalitativním kritériem a ovlivňuje konečnou nákupní cenu. Souvisí to zejména s tím, že konzumenti masa věří, že přiměřeně mramorované hovězí maso má lepší senzorické vlastnosti. Mnozí výzkumní pracovníci nemají na tuto skutečnost shodný názor (Johnson et al., 1989).

### **3.5.2 Vliv pohlaví a věku na texturní vlastnosti hovězího masa**

Masná produktivnost hospodářských zvířat do značné míry závisí na věku. S růstem a vývojem zvířat, se zvyšuje jejich tělesná hmotnost, tedy hmotnost jatečného těla (Bodrova, 2009). Maso velmi mladých zvířat je jemně vláknité, světle červené barvy, poměrně pevné textury, ze senzorického hlediska nevýrazné, však má výhodné dietetické vlastnosti – nízký obsah tuku a velmi dobrou stravitelnost. Na druhé

straně starší jatečná zvířata produkují maso tmavší barvy, tvrdší, tužší a maso prorostlejší tukem (Simeonovová et al., 2003).

Zmíněné texturní vlastnosti masa starších zvířat jsou ve značné míře způsobeny změnami pojivových bílkovin. S přibývajícím věkem se zvyšuje podíl kolagenních bílkovin masa, mění se jeho chemické složení a fyzikální struktura, což zhoršuje kvalitu masa (Horváthová, 1998). S věkem zvířete se mění sensorické a fyzikálně – chemické vlastnosti i složení masa. Výrazně se mění především rozpustnost kolagenu, se zvyšujícím se věkem a hmotností se konzistence stává tužší. Toto má vliv na stravitelnost, chutnost, biologickou a energetickou hodnotu masa (Augustini a Spindler, 1995).

Schönfeldt et al. (2011) v rámci studie jihoafrického skotu rozpoznal vliv věku na křehkost masa a obsah rozpustného kolagenu v hovězím mase. K dispozici měl tři různé věkové skupiny skotu: mladší 793 dní, skot starší 793 dní, avšak mladší 1001 dní a v poslední řadě skot starší více než 1001 dní. Rozpustného kolagenu zaznamenal nejvíce v mase skotu, který byl starší více než 1001 dní, naopak nejvíce křehkého maso zaznamenal u skotu, který byl mladší než 793 dní.

Z hlediska kvality výsekového masa se vysoký věk jatečných zvířat nepříznivě projevuje zejména velmi tmavými barevnými odstíny a vyšším podílem loje s výrazným žlutým barevným odstínem, který konzumenti nemají v oblibě. Maso, které pochází z příliš starých zvířat, se vyznačuje zvýšenou vláknitostí a tvrdostí po tepelné úpravě. Z hlediska konzumenta se maso takových vlastností považuje za maso podřadné kvality (Jedlička, 1988).

Vliv pohlaví se nejvýrazněji prosazuje v rozdílnosti tvorby a ukládání tuku u zvířat samčího a samičího pohlaví a v tvorbě pohlavního pachu. Tvorba a ukládání tuku je ovlivněno rozdílností metabolických procesů v organismu samců a samic (Simeonovová et al., 2003).

Působením pohlaví skotu na výslednou kvalitu hovězího masa se zabývali Filipčík et al. (2008). Cílem studie bylo vyhodnocení kvality jatečných býků, jalovic, volů a krav dle morfometrického zpracování jatečně upravených těl. Skot z této studie byl chován na farmách ve východních Čechách a také na Moravě. Býci a jalovice byli



poražení v průměrném věku 661 dnů, jejich hmotnost byla  $668 \pm 93$  kg u býků a  $480 \pm 102$  kg u jalovic. Hmotnost volů poražených ve věku 626 dnů byla  $574 \pm 52$  kg. Krávy byly poraženy v rozmezí 2,5 – 8 let věku, zatímco jejich průměrná hmotnost byla  $573 \pm 121$  kg. Kvalita jatečných těl byla hodnocena prostřednictvím morfometrické analýzy a podle podílů jednotlivých výsekových částí a tělesných tkání. Nejvyšší podíl masa byl zjištěn u býků (76 %). Naopak u této kategorie skotu byl zjištěn nejnižší obsah oddělitelného loje (2,14 %). I když z jatečných těl jalovic byl získán nejmenší podíl celkového masa, tak při kvalitativním hodnocení bylo 30,2 % masa jalovic zařazeno do první jakosti. Podíl masa u volů a jalovic byl srovnatelný a pohyboval se mezi 75,8 až 76 %, avšak u jalovic bylo více oddělitelného loje 3,75 %.

S ohledem na výše uvedené lze konstatovat, že krávy a býci mají srovnatelný podíl masa. Ovšem na straně druhé maso krav má horší nutriční a kulinářské vlastnosti, a to z důvodu nízkého obsahu oddělitelného loje 2,26 % (Filipčík et al., 2008).

### **3.5.3 Vliv skladování na texturní vlastnosti hovězího masa**

Nejvhodnější způsob, jak zvýšit tržnost čerstvě získaného masa a prodloužit jeho uchovatelnost je zchlazení a chladírenské uskladnění nebo zmrazení a mrazírenské skladování masa (Ingr, 2003).

Chlazení masa probíhá při teplotách těsně nad  $0^{\circ}\text{C}$ , kdy se zvyšuje tržnost masa a současně je umožněn průběh žádoucích zrácích procesů. Rychlost chlazení masa je ovlivňována: teplotou chladicího media, rychlostí proudění vzduchu, relativní vlhkostí vzduchu, hmotností jatečných kusů a tukovým krytí. Zmrazování je nejčastějším způsobem jak na delší dobu uchovat potraviny při teplotách blízkým  $-15$  až  $-45^{\circ}\text{C}$ , případně i nižších. Při takto nízkých teplotách se prakticky zastaví aktivita enzymů, mikroorganismy omezí, případně až zastaví svoji činnost. Tento způsob uchování je velmi šetrný vůči sensorickým vlastnostem potravin a také k jejich nutričně významným složkám. Při tomto procesu ovšem může dojít k tvorbě ledu ve formě velkých ledových krystalů a tudíž k poškození potraviny mechanicky, koloidně, chemicky a biochemicky (Ingr, 2007).

Mechanické poškození buněčných tkání nastává tlakem, který působí skrze ostré hrany krystalů. Mechanické poškození tkání je tím větší, čím větší jsou krystaly.

Krystaly jsou větší, pokud narůstají pomaleji, tedy tehdy, pokud je proces zmrazování pomalejší. Maso má po rozmrazení měkkou konzistenci, vytéká z něho šťáva a ztrácí původní vzhled i konzistenci (Ingr, 2007).

Biochemické změny nastávají po mechanickém porušení vnitrobuněčných struktur. Po uvolnění tkáňových enzymů dochází ke změnám barvy a ke ztrátě vitamínů. Koloidně mechanické změny nastávají u tkáňových koloidů koagulací a denaturací, ireverzibilním zesíťováním koloidů. Následky: snížená bobtnavost micel tkáňových koloidů – nevařivost masa (Ingr, 2007)

Uchování senzorických vlastností a textury masa záleží vždy na způsobu a rychlosti zmrazení a následném způsobu rozmrazení. Při správném (tedy pomalém) rozmrazování potravin se voda z malých krystalků rezorbuje do tkáně na svém původním místě a buněčná tkáň neutrpí žádné poškození. Skladovací teplota má velký vliv na texturu masa (Stien et al., 2005).

#### **3.5.4 Vliv způsobu a úrovně výživy na texturní vlastnosti hovězího masa**

Krmení je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňuje jakost masa. Nedostatečná výživa mladých zvířat prodlužuje chov a zvyšuje spotřebu krmiva. Při porážce takových zvířat dostaneme čerstvé maso s nižší kvalitou, které obsahuje relativně méně svalové tkáně a tuku, ale více pojivové tkáně (Bodrova, 2009). Kvalitu masa ovlivňuje nejen úroveň, ale také typ krmení. Různé krmiva mají rozdílné účinky na jakost masa. Některá krmiva mohou působit na jakost masa negativně: mohou způsobovat nežádoucí změny v obsahu vody ve tkáních, nedostatkem živin mohou působit nedostatečnou tvorbu svaloviny, mohou negativně ovlivnit jakost svalové a tukové tkáně, mohou zhoršit chuť a vůni masa (Simeonovová et al., 2003).

#### **3.5.5 Způsob provedení porážky a následné opracování hovězího masa**

U skotu je nutné se před porážkou vyvarovat stresu a fyzické zátěži porážených zvířat (během přepravy, ustájení na jatkách i při porážce samotné). Jde o to, aby si zvířata před porážkou zachovala běžnou hladinu svalového glykogenu a adenosin – trifosfátu (ATP) – tyto energetické složky svalů se totiž po usmrcení zvířete postupně přeměňují až na kyselinu mléčnou a kyselinu fosforečnou, čímž dochází k okyselení

svaloviny a tím i k vytvoření předpokladů pro správný průběh zrání masa. Za zdůraznění samozřejmě stojí i nutnost dodržování vysokého hygienického standardu při jatečném opracování a následném dělení masa. Jakákoliv sekundární kontaminace masa v těchto fázích zpracovatelské technologie jej může nevratně znehodnotit. Dalším příkladem zhoršení jakosti masa nevhodným postupem ve fázi zpracování je zkrácení svalových vláken chladem, ke kterému může dojít v důsledku rychlého ochlazení jatečně upravených těl skotu krátce po porážce. Příčiny vzniku technologických chyb jsou předmětem důsledné kontroly jednak ze strany úředních orgánů, ale také ze strany privátních systémů sledujících bezpečnost a jakost produkovaných potravin, čímž se jejich výskyt významně minimalizuje (Katína a Kšána, 2012).

### **3.5.6 Vliv postmortálních změn na texturní vlastnosti hovězího masa**

Po porážce zvířete se složení a vlastnosti tkání, a to zejména svalů, výrazně liší. Posmrtné změny mají prakticky velký význam a zásadní vliv na kvalitu a vlastnosti masa. Mezi ně patří: změny v konzistenci masa, vůně, chuť, odolnost vůči trávícím enzymům, schopnost odolat aktivitě hnilobné mikroflóry. Dochází také k odparu vody a ztrátě šťávy. Postmortální procesy probíhají ve čtyřech stádiích: období před rigorem, rigor mortis, zrání masa a hluboká autolýza, která plynule přecházejí jedna v druhou. Po dosažení požadovaných technologických a kulinárních vlastnostech je důležité dosáhnout optimální zralosti, tedy aby maso mělo optimální vaznost, křehkost, šťavnatost, měkkost, vůni a chuť. V závislosti na rychlosti glykolýzy a hodnotách pH existují tři druhy masa: normální zrání (NOR), rychlé zrání (PSE) a pomalé zrání (DFD) (Nollet et al., 2007).

V hovězím mase se poměrně často objevuje jakostní odchylka DFD (z angl. dark – tmavé, firm – tvrdé a dry – suché maso). Tato vada se vyskytuje hlavně u mladého skotu. Podle mnohých autorů zabírajících se touto problematikou jsou hlavním stimulem pro vznik vad masa typu DFD stresy fyzického, ale i psychického charakteru. DFD – maso má pH nad 6,2, je tmavé barvy a tvrdé konzistence, je nestabilní při skladování. Náchylnost k tvorbě DFD – masa je spojena s genetickými vadami a stresem zvířat před porážkou, což vede k vyčerpání zásoby svalového glykogenu a vzniklá kyselina mléčná je odvedena ze svalu krví ještě před porážkou zvířat, případně

při jejich vykrvácení. Vzhledem k vysoké hodnotě pH myofibrilární bílkoviny DFD – masa mají dobrou rozpustnost a vysokou vaznost (Kadlec et al., 2013).

Psychické stresy se u zvířat projevují strachem, úzkostí, vzrušením, čímž dochází k aktivaci neurohormonálních mechanismů, zejména katecholaminů. Jejich působením se aktivují mechanismy, které mohou způsobit štěpení glykogenu (Jedlička, 1988). Franc a Bartoš (1994) navrhli jak zabránit únavě zvířat a vzniku masa DFD u nestabilizovaných skupin (zvířata z vazného ustájení, smíšené zvířata z různých kotců a podobně):

- porazit zvířata do 90 minut od naložení ve stáji do auta,
- ustájení v individuálních boxech (býci),
- u jalovic a krav dodržet zásadu, aby zvířata v říji nebyla ustájena společně.

Jakostní odchylka PSE – bledé (pale), měkké (soft) a vodnaté (exudativ), u hovězího masa je známa u plemen vyšlechtěných na mimořádnou zmasilost (belgické bílomodré) Maso je charakterizováno světlou barvou, měkkou texturou a kyselou chutí. PSE vada je způsobená rychlou glykolýzou, která uvolní velmi mnoho energie a zvýší teplotu svaloviny až na 43 °C. Zvýšená kyselost a teplota svaloviny způsobí částečnou denaturaci svalových bílkovin, která má za následek zhoršení vaznosti masa (Nollet et. al., 2007).

Maso zvířat s příznaky typu PSE či DFD má zvýšenou mikrobiální kontaminaci a může být potenciálně nebezpečné pro člověka (Nollet et. al., 2007).

### **3.6 Metody hodnocení texturních vlastností hovězího masa**

Při hodnocení textury se vychází ze vztahu mezi chemickým složením, strukturou a fyzikálními vlastnostmi. Studium textury proto zahrnuje jak oblast struktury, tak hodnocení texturálních vlastností lidskými smysly nebo mechanickými a chemickými prostředky (Tornberg, 1996). Existuje mnoho metod pro hodnocení textury masa. Většina metod je užívána pro zkoumání různých typů potravin, proto je lepší klasifikovat metody zkoumání textury dle způsobů, nikoli dle objektů měření. Můžeme je rozdělit do dvou kategorií: nepřímé metody – chemické metody, přímé metody – senzorické (organoleptické zkoušky) instrumentální (Combes, 2003).

### 3.6.1 Senzorické hodnocení hovězího masa

Pro hodnocení různých vlastností masa se obvykle používá senzorická analýza, která je časově náročná a nákladná. Senzorické hodnocení může být definováno jako psychologická reakce na fyzikálně – chemické podněty způsobené žvýkáním, což je v podstatě rytmické otevírání a zavírání čelistí (Dellow a Lund, 1971). Při žvýkání na základě smykových a kompresních deformací ve vlhkém a teplém prostředí podléhá jídlo neustálým změnám ve struktuře (Plesh et al., 1986).

Kameník (2014) uvádí, že hodnocení by měly provádět proškolené a odborně způsobilé osoby. Senzorické hodnocení může být prováděno jedním pracovníkem, zpravidla ale bývá prováděno skupinou hodnotitelů sestavených do senzorického panelu v počtu 3 – 7 pracovníků. Posuzovatelé, kteří provádějí senzorické hodnocení masa, musí splňovat podmínky, které zaručují jejich dostatečnou způsobilost. Požadavky na posuzovatele a na provedení senzorických zkoušek jsou uvedeny v mezinárodních normách: ČSN ISO 8586 – 1: 2002, ČSN ISO 3972 : 2001.

Vzorky masa určené k senzorickému hodnocení musí pocházet z kontrolních a pokusných skupin zdravých zvířat, která byla poražena v dobré jatečné kondici (Ježek, 2014). Vzorek musí být před hodnocením tepelně opracovaný, což není při instrumentálním hodnocení. Proto se instrumentálnímu hodnocení dává přednost. Velice nízká korelace mezi výsledky získanými prostřednictvím senzorických a instrumentálních metod je způsobena rozdíly mezi lidskou a instrumentální deformací, rychlostí deformace a vnitřní heterogenitou biologického materiálu (Vinnikova, 2006).

ČSN ISO 11 036 (1997), norma popisuje metodu vytvoření profilu textury potravinářských výrobků (tuhých, polotuhých, tekutých). Charakterizuje různé kroky v procesu stanovení úplného popisu texturních vlastností výrobku:

1. Fáze před žvýkáním zahrnuje všechny vlhkostní, geometrické a tukové vlastnosti vnímané vizuálně nebo dotykem (ruka, rty, kůže).

2. Při prvním skousnutí jsou pozorované mechanické a geometrické vlastnosti a vlastnosti vlhkosti a tuku vnímané ústy. V této fázi je pozorována soudržnost, tvrdost viskozita nebo hustota a lámavost (křehkost).

3. Ve fázi žvýkání jsou vlastnosti jako přilnavost, žvýkatelnost a gumovitost vnímané dotykovými receptory v ústech během absorpce nebo žvýkání.

Hodnocení v ústech je možné rozdělit na tři fáze: kousání, žvýkání a polykání, důležité je přitom určovat různé fyzikální vlastnosti. Rozdělení fyzikálních vlastností potravin uvádí ČSN ISO 11 036 (1997):

1. Mechanické vlastnosti – vztahující se k reakcím potravin na stres;

- Primární – tvrdost, soudržnost, viskozita, pružnost a přilnavost;
- Sekundární – lámavost (křehkost), žvýkatelnost a gumovitost;

2. Geometrické charakteristiky – vztahující se k velikosti, tvaru a orientaci částic v rámci dané potraviny;

3. Povrchové charakteristiky – vztahující se k vnímání vlhkosti a obsahu tuku potravy.

Ačkoli se o všech těchto parametrech v literatuře pojednává, patří mezi nejčastěji diskutované parametry tuhost, žvýkatelnost, soudržnost, flexibilita, pružnost a lámavost (Bourne, 2002).

**Tuhost** představuje produkt, který vykazuje podstatnou odolnost vůči deformaci či „prvnímu zakousnutí“, jenž je vnímána lidskými senzory (Bourne, 2002). Studie zabývající se lidskými senzory často odkazují na produkty pomocí měřítka měkký – pevný – tuhý (Szczeniak, 1963). Vzorek se vloží mezi stoličky nebo mezi jazyk a patro, přičemž se rovnoměrně skousne či stlačí. Posuzuje se síla potřebná ke stlačení potraviny ČSN ISO 11 036 (1997).

**Žvýkatelnost** lze popsat jako vlastnost textury, která se projevuje nízkou odolností vůči dezintegraci při žvýkání. Žvýkatelnost lze popsat na základě analýzy lidských senzorů na stupnici křehký – žvýkatelný – tuhý (Brennan a Jowitt, 1977). Vzorek se vloží do úst a zpracovává se jedním žvýknutím za 1 s silou srovnatelnou s tou, které je potřebná pro proniknutí gumovitou cukrovinkou za 0,5 s. Posuzuje se energie nebo

počet žvýknutí potřebný k úpravě vzorku do stavu vhodného pro polknutí ČSN ISO 11 036 (1997).

**Soudržnost** lze popsat jako sílu vnitřních vazeb, jenž produkt utváří (Szczesniak, 1963). Z důvodu nejasné definice Szczesniakova (1963) byly podnikány další pokusy o definici parametrů textury. Nejvíce výstižnou se jeví definice, jejímž autorem je Munoz (1986) a která praví, že se jedná o „míru deformace materiálu ještě před tím, než dojde k jeho roztržení při úplném zakousnutí se do vzorku stoličkou“. Vzorek se vloží mezi stoličky, stlačí se a poté se posuzuje rozsah deformace před prasknutí ČSN ISO 11 036 (1997).

**Elasticita** představuje energii, kterou je nutno vyvinout k dezintegraci polotuhé potraviny do stavu, kdy ji lze polknout; elasticita má souvislost s primárními parametry, tuhostí a soudržností. V rámci subjektivního měřítka lze soudržnost popsat jako těstovitou – pastovitou – gumovitou (Szczesniak, 1963).

**Pružnost** byla definována jako síla, kterou se vzorek navrácí do své původní velikosti po stlačení neboli jako elasticitu produktu (Munoz, 1986). Vzorek se vloží buď mezi jazyk a patro (je-li polotuhý) nebo mezi stoličky (tuhý) a částečně se stlačí, čímž se zruší síla a posuzuje se stupeň a rychlost návratu do původního stavu ČSN ISO 11 036 (1997).

**Lámavost** (křehkost) je mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k síle nezbytné k rozlámání výrobku na drobký nebo kousky. Vzorek se vloží mezi stoličky a rovnoměrně se skousne, až se rozdrobí, zlomí nebo roztříští. Posuzuje se síla, při níž se vzorek rozpadne ČSN ISO 11 036 (1997).

### **3.6.2 Instrumentální metody hodnocení hovězího masa**

Textura je významným ukazatelem kvality produktů. Jedním z účinných způsobů jejího stanovení je instrumentální analýza. Textura je považována za nejdůležitější charakteristiku masa, která v nejvyšším stupni závisí na věku zvířete a způsobech zpracování. Tradičně byla textura hodnocena velmi zjednodušeně: výzkumy byly zaměřeny na realizaci jednoho či několika jednotlivých měření, na základě kterých byly činěny závěry pouze ve vztahu k procesu žvýkání potravy, které byly provedeny k volbě

mezi „jemným“ a „tvrdým“. S ohledem na důležitost této charakteristiky byla instrumentálními metodami hodnocení struktury svalových vláken vždy věnována velká pozornost (Vinnikova, 2006).

Instrumentální a objektivní prostředek pro měření textury potravin byl vyvinut v roce 1956 Aaronem Brody. Texturometer byl navržen tak, aby napodobil působení lidské čelisti během žvýkání výrobku. Autor získal nečekanou slávu. Nejvýznamnějším výsledkem však bylo, že se výrobci naučili, jaké podmínky zpracování, přísady na vaření či dokonce jaké změny ve skladování ovlivňují konečné žvýkací vlastnosti potravin (Brody, 1957).

Obecně lze instrumentální techniky užívané pro objektivní hodnocení textury klasifikovat podle jejich hlavní funkce: stříhání, stlačení a pronikání, natahování a lámání (Szczesniak and Torgeson 1965). Na tyto přístroje jsou kladeny následující požadavky: musí poskytnout údaje rychle, musí být jednoduché na obsluhu, musí zajišťovat nezbytnou přesnost měření, výsledkem musí být reprodukovatelné vzorky, podléhající zkoumání, musí se jednat o přístroj malých rozměrů. Kromě toho je více než vhodná fyzická i finanční dostupnost. Výsledky získané za použití mechanických přístrojů k měření ukazatelů, které charakterizují texturu masa, je nutné potvrdit organoleptickým hodnocením, jež se musí blížit výsledkům sensorického hodnocení (Tornberg, 1996).

Přístroje popsané v literatuře, určené k těmto cílům, mohou být děleny na základě principu jejich účinků do následujících skupin:

- **Fundamentální testy** – měří jednu nebo více fyzikálních vlastností. Výsledky těchto testů však špatně korelují se sensorickým hodnocením. Nevýhodou je však požadavek na homogenitu vzorku, neúplné charakterizace textury a pomalost testu. Nejpoužívanějším fundamentálním testem je uniaxiální stlačování (Tornberg, 1996).
- **Imitující testy** – napodobují operace při žvýkání. Výhodou těchto testů je dobrá korelace se sensorickými testy. Analýza profilu textury (TPA) nejlépe koreluje se sensorickým hodnocením. Mohou být také použity k měření



základních mechanických vlastností neporušených vzorků potravin s velmi dobře definovanou konfigurací (Tornberg, 1996).

- **Empirické testy** – používají se obvykle ke stanovení pouze jedné vlastnosti z definovaných podmínek, výborně korelují se sensorickým hodnocením. Přístroje, stanovující odpor: vůči roztržení – dynamometry, vůči pohroužení jehly libovolného tvaru – penetrometry, vůči řezání – konzistometry, vůči rozmělnění, protlačování vzorku skrze otvory. Přístroje, založené na principu posunu (seříznutí) vzorku v komůrce stálého objemu, měřící elasticitu svalových vláken, provázející žvýkací pohyby lidských čelistí. Kromě přístrojů jsou užívány metody ke stanovení odporu vzorku vůči změnám tvaru pod tlakem. Dynamometry, penetrometry a přístroje, měřící elasticitu svalových vláken nenašly širšího uplatnění, protože dosažené výsledky nedostatečně kolidují s organoleptickým hodnocením (Peyron et al., 1994).

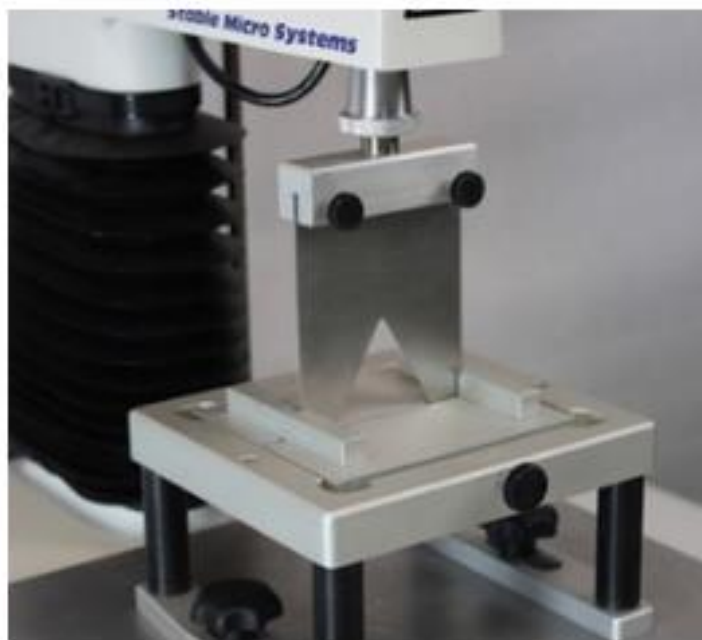
Metody, které napodobují měření síly ve skusu, Volodkevich (1938) spočíval ve stlačování vzorků masa mezi dvěma tupými klíny. Zařízení Vodokevich je jedno z prvních zařízení, které měří texturální vlastnosti za podmínek simulujících žvýkání. Volodkevič navrhl přístroj, ve kterém dva tupé kovové klíny sloužily k „rozkousávání“ vzorku vařeného masa. Vzorek byl umístěn mezi klíny, jeden z nich by upevněn, druhý se zvedal přes vzorek. Hodnota tlaku na vzorku byla trvale registrována.

Měří se také elektrický výkon při mělnění kousků masa na elektrickém mlýnku. Za účelem stanovení jemnosti masa a v průběhu procesu rozmělnění vzorku registrovali náklady na energii u elektrického mlýnku na maso. Byla však zjištěna nízká korelace mezi tímto měřením a sensorickým hodnocením křehkosti. Odchytky výsledků získaných v průběhu měření křehkosti masa jsou vyvolávány následkem změny teploty motoru, nestálým napětím v síti a rozdílností ve tření rotujících součástí masomlýnku. Za účelem odstranění těchto nedostatků autoři doporučují předem zahřát elektromotor a zapojit ho do obvodu regulátoru napětí a za účelem rozdílu ve velikosti tření rotačních částí vestavět k přítlačnému kolu hlavice masomlýnku upínací šroub. Počítadlo k měření spotřeby energie musí mít přesnost 0,3 %. S ohledem na tato doporučení byl průměrný koeficient odchylek dle této metody 5,57 % ve srovnání s 19,4 % dosaženými na přístroji Warner – Bratzlera (Bouton, 1972).

Pro měření síly ve stříhu se obvykle používají přístroje s jedním nebo více nástavci. Pro hodnocení textury masa se nejčastěji používá metoda stříhu dle Warnera – Bratzlera, protože nejlépe koreluje se sensorickým hodnocením křehkosti (Bourne, 2002).

### 3.6.2.1 Warner – Bratzler test

Nejčastěji užívaným přístrojem pro měření textury masa je nůžkový aparát Warner – Bratzler, který představuje empirickou techniku, jenž byla vypracována před sedmdesáti lety (Warner, 1928). Celá řada studií naznačuje, že tento test vykazuje přibližně 70% korelaci se sensorickými testy a nadále zůstává hlavním testem spolu se sensorickým stanovením (Shackelford et al., 1991). Nástavec Warnera – Bratzlera (WB) k měření síly ve stříhu je užíván ke zkouškám na seříznutí (rozříznutí) jak červeného masa, tak masa drůbežího. Tento přenosný přístroj se liší nevelkými rozměry. Výsledky měření závisí na typu nože, jehož tloušťka může být od 3 mm a tvar může být trojúhelníkový či čtvercový (obr. č. 1). Výběr nože záleží vždy na podmínkách analýzy, zejména na rychlosti měření a směru působení síly na svalová vlákna.



**Obr. č. 1 Warner – Bratzlerův nůž trojúhelníkového tvaru**  
(Texture technologie, 2017)

Nůž je spojen s ukazatelem, majícím kruhovitou stupnici. Rychlost nože lze libovolně měnit i v průběhu měření, minimální rychlost pohybu nože je 0,5 mm/min a maximální je 1000 mm/min. Vzorek známých rozměrů většinou v cylindrické podobě, který je vyřezaný z červeného masa či v podobě rovného kousku v případě drůbežního masa, je umístěn do trojúhelníkového výřezu břitu nože. Za pomoci hydraulického motoru jsou spuštěny dva čepy, vzorek směřuje k vrcholu trojúhelníkového otvoru nože. Během spuštění trnů (čepů, tyčí) je na kruhové škále přístroje registrováno vrcholné úsilí řezu napříč vlákny v librách či kilogramech. Předností tohoto přístroje se jeví jeho spolehlivost, pevnost, snadnost používání, přenosnost a nízká cena. Přístroj se hodí ke kontrole kvality přímo na místě. Omezujícím faktorem se jeví, že je měřena pouze vrcholová zátěž či vrcholové úsilí řezu, inspektor kontroly kvality musí mít k dispozici doplňující organoleptické výsledky, získané cestou degustace, aby mohl interpretovat změřené údaje (Warner, 1928).

Bailey et al. (1962) uvedli, že korelace mezi veličinami odporu vůči řezání, změřených na přístrojích typu Warnera – Bratzlera a sensorickým hodnocením, bývá velice různorodá a pohybuje se v rozsahu od velmi vysoké, až po velice nízkou. Přitom může být přesnost stanovení zvýšena, pokud je prováděn dostatečný počet měření.

Hurwicz a Tisher (1954) zkoumali přístroj Warner – Bratzlera na základě tří hodnot jím stanovených, charakterizující jemnost masa: dle maximálního úsilí odporu vůči řezání, dle celkového trvání času nezbytného k rozřezání vzorku a dle charakteru sklonu křivky na grafu – odporu vůči řezání a času. Přitom bylo autory stanoveno, že maximální hodnota úsilí vynaloženého k rozřezání vzorku dle Warnera – Bratzlera, používaná v současnosti jako kvalitativní kritérium jemnosti, není tím nejlepším údajem, který může být dosažen u vzorků tohoto typu. Sklon křivky na grafu odporu vůči řezání vzhledem k času lépe charakterizuje jemnost masa, protože poskytuje mnohem nižší složený koeficient. Autoři dospěli k závěru, že přístroj Warnera – Bratzlera musí být přestavěn s cílem poklesu množství experimentálních chyb závislých na jeho konstrukci (Hurwicz a Tisher, 1954).

Nevýhodou měření dle Warnera a Bratzlera je, že zjištěné hodnoty nejsou výhradně odrazem křehkosti, ale výslednicí více veličin (síla potřebná ke stlačení vzorků při

počátečním pronikání vzorkem, síla řezání, napětí v tahu při měření paralelně s vlákny, adheze při stříhání kolmo na svalová vlákna (Bouton, 1978).

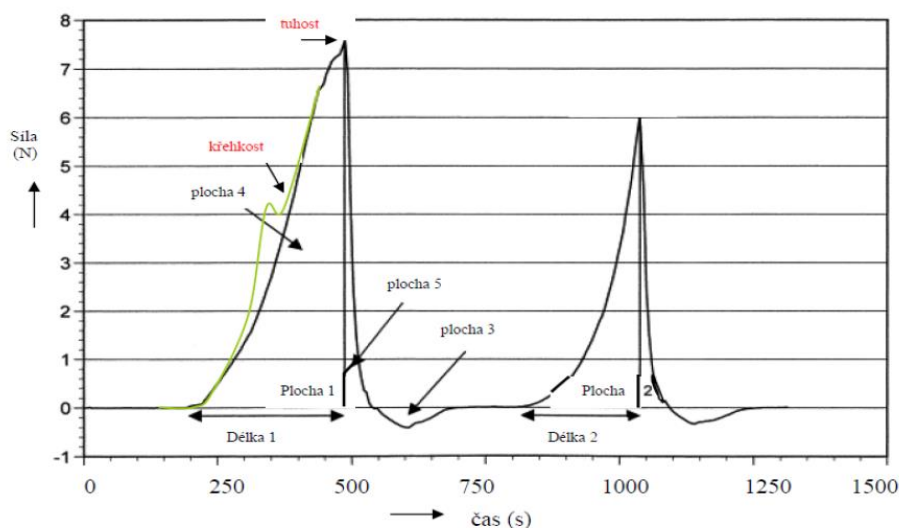
### 3.6.2.2 Analýza texturního profilu (TPA)

Metoda hodnocení texturního profilu byla vypracována firmou General Food Research počátkem 60. let 20. století. Byly vypracovány klasifikace vlastností textury a terminologie jejich popisu, počínaje pocitem při kousnutí po pocity po polknutí. Mechanické charakteristiky jsou spojeny s odporem k porušení (tvrdost, schopnost spojování, pružnost). Geometrické charakteristiky jsou spojeny s rozměrem, tvarem a orientací jednotlivých složek či částí, které vytváří strukturu a s jejich chováním v případě zničení struktury působením zevních sil, např. při žvýkání. Nakonec i takové charakteristiky, jako je vlašnost a tučnost, jsou hodnoceny jako součást chápání textury. Pomocí této metody se dá získat široká škála konkrétních texturních vlastností uvedených v tabulce č. 2 (Gupta et al., 2007).

**Tabulka č. 2. Mechanické vlastnosti měřené analýzou texturního profilu (Szczesniak, 2002)**

<b>Mechanická vlastnost</b>	<b>Měřená proměnná</b>	<b>Rozměr měřených proměnných</b>
Křehkost	Síla	mlt <sup>2</sup>
Tvrdost	Síla	mlt <sup>2</sup>
Soudržnost	Poměr	Bezrozměrná
Přilnavost	Práce	mlt <sup>2</sup>
Elasticita	Vzdálenost	L
Gumovitost	Síla	mlt <sup>2</sup>
Žvýkatelnost	Práce	mlt <sup>2</sup>

Přístrojová metoda stanovení profilu textury byla zavedena za účelem měření souhrnu vlastností textury potravin. V jejím průběhu dochází ke stlačení vzorku (přinejmenším dvakrát) za užití malého válce s plochou přední stranou a kvantifikací mechanických parametrů na základě obdržných křivek silové deformace. Výsledkem je graf závislosti síly na čase (obr. č. 2). Celková relativní deformace vzorků je 50 až 80 % (Saláková, 2011).



**Obr. č. 2 Graf analýzy profilu textury ( Saláková, 2011)**

Křivku analýzy profilu textury lze vysvětlit (Saláková, 2011):

- **Křehkost (Fr)** je definována jako dosažená síla prvního významného zlomu na křivce.
- **Tvrdost (Ha)** je definována jako maximální síla dosažená během prvního stlačovacího cyklu.
- **Lepivost (Adh)** je definována jako síla potřebná k překonání síly mezi povrchem vzorku a povrchem zatěžovací desky, se kterou maso přichází do kontaktu (plocha 3).
- **Pružnost (Spr)** je definována jako činná deformační délka v mm druhého stlačení dělená výškou vzorku.

- **Soudržnost (Co)** je definována jako poměr ploch energie druhého cyklu k energii prvního cyklu.

- **Žvýkatelnost (Ch)** je definována jako  $Ch = Gu \times Spr = Ha \times Co \times Spr$ .

- **Gumovitost (Gu)** je definována jako  $Gu = Ha \times Co$ , je charakteristická pro polotuhé potraviny s nízkým stupněm tvrdosti a vysokým stupněm soudržnosti.

Nezbytnost mnohočetných zkoušek je vyvolána tím, že textura se jeví komplexním pojmem a metody současného stanovení několika ukazatelů jsou přínosnější, než metody založené na stanovení pouze jedné vlastnosti. Analyzátor TPA vyhovuje více výzkumným cílům než zdvihové přístroje WB a Kramerova cela (Hui, 2012).

Jako alternativní řešení upravil Bourne (1968) zařízení Instron Universal Testing Machine za účelem realizace modifikovaného testu profilu textury, a to pomocí dvojnásobného stlačení kusů potraviny. Tato metoda byla později upravena pro účely stanovení křehkosti masa a byla dále propracována (Hui, 2012).

### **3.6.2.3 Kramerova cela pro stanovení textury hovězího masa**

Za účelem zkoumání textury různých druhů masa, včetně hovězího, je široce užíván přístroj k měření úsilí k řezu za pomoci řezací schránky. Kramerova cela simuluje jediné kousnutí a poskytuje informace o chřupavosti a pevnosti. Tato schránka se skládá ze dvou částí – kovové schránky se štěrbinami (žlábků), na kterou se umísťuje vzorek a z horní části, ve které se nachází pět či deset střížných nožů o tloušťce 3 mm a délce 70 mm, uspořádaných tak, že mohou vstupovat do štěrbin (obr. č. 3) (Kramer, 1972). Toto zařízení je připojeno k systému, který spouští sadu nožů směrem dolů, skrze rovný vzorek, umístěný na schránce. Nože zpočátku stlačují a poté rozřezou vzorek napříč vlákny a vystrkávají vzniklé kousky na druhé straně schránky se štěrbinami. Kramerovo zařízení používá více nástavců; výsledkem měření je průměr sil potřebných pro řezání masa, který závisí na počtu a tloušťce nožů. Tlustší nože maso spíše stlačují, tenčí nože maso stříhají. Měření na tomto zařízení zahrnuje společně deformaci stlačováním, stříháním, řezáním a extruzí. Kramerova cela, stejně jako přístroj WB je spolehlivým, avšak dražším a značně těžším, tedy hůře přenosným přístrojem (Kramer, 1972).



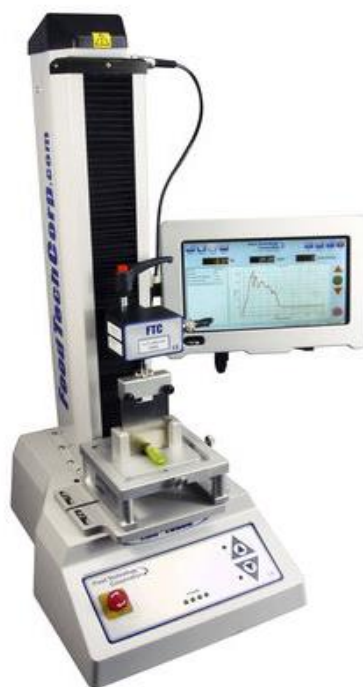
Obr. č. 3 Kramerova cela s pěti noži (Texture technologie, 2017)

### 3.6.3.3 Penetrační metoda pro stanovení textury hovězího masa

Penetrometry jsou nejstarší a nejdéle používanou skupinu přístrojů na hodnocení textury. Na Obr. č. 4 zobrazen model penetrometru. Příklad pracuje na principu pronikání sondy, která je nejčastěji ve formě jehly, a to skrz testovaný materiál, přičemž se měří síla potřebná na dosažení dané hloubky průniku anebo celkové hloubky průniku. Čím větší síla je potřebná anebo čím menší je penetrační hloubka, tím odolnější je materiál. Principem této zkoušky je pronikání penetrační sondy do vzorku. Používají se dva způsoby:

- měření při konstantní rychlosti sondy
- měření za konstantní síly působící na sondu.

Oba typy mají velmi velký sortiment použití při měření jednotlivých komodit potravin (Saláková, 2011).



Obr. č. 4 Penetrometr (Food Technology Corporation, 2017)

### **3.6.3 Chemické metody hodnocení textury hovězího masa**

Z chemických metod se pro hodnocení textury masa používá hodnocení pojivové tkáně. Měří se rozpustnost kolagenu, extrahovatelnost a charakter příčných vazeb. Většina chemických metod je pomalá a vyžaduje více zručnosti a vybavení než fyzikální metody, a proto se tyto metody moc nepoužívají (Pearson a Dutson, 1999). Používají se také metody, které hodnotí vliv kontrakce svalu na křehkost masa (měření délky sarkomerů). Například vliv proteolýzy (index fragmentace myofibril) nebo biochemický index zrání masa. Tyto testy se používají pro vysvětlení důvodů, proč je maso křehké nebo tuhé, nikoliv pro zjištění absolutní hodnoty křehkosti (Smulders a Laack, 1992).

### **3.6.4 Alternativní metody hodnocení texturních vlastností hovězího masa**

Infračervená (NIR) spektroskopie představuje citlivou, rychlou, neinvazivní a nedestrukční metodu, která vyžaduje pouze jednoduchou přípravu vzorků, což umožňuje současně provést vyhodnocení značného množství vlastností masa. NIR byla v masném průmyslu velice často užívána za účelem předpovídání obsahu tuku, vlhkosti



a proteinů v mase a masných produktech. NIR je rovněž užívána za účelem předpovědi WHC a křehkosti (Nollet, Toldrá, 2006). Dosud však nebyl publikován žádný přesvědčivý důkaz o její úspěšnosti. Četné studie prokázaly, že spektrální výsledky NIR mohou potenciálně sloužit pro účely předpovídání křehkosti, zatímco jiné studie prokázaly opak (velice špatné předpovědi) (Hui, 2012).

Elektromyografie (EMG) se užívá za účelem změření aktivity a rychlosti žvýkání svalů, jenž se rozměňovacího procesu účastní, a to v závislosti na fyzikálních vlastnostech potraviny. EMG představuje relativně neinvazivní metodu, která si vyžaduje pouze elektrody, jež jsou umístěné na příslušných čelistních svalech. EMG se pro účely provádění testů textury užívá již více než 25 let (Hui, 2012).

V posledních letech bylo navrženo mnoho technik sloužících pro sběr a analýzu zobrazení za účelem objektivního hodnocení hovězího masa s různými výsledky. Přetrvává zde zájem o technologie, jako je ultrazvuková analýza zobrazení, zobrazení zachycené pod viditelným světlem a ultrafialovým světlem za použití počítačového vizuálního systému a BeefCam System, hyperspektrální zobrazení, které zahrnuje rozsah světla od světla viditelného až po infračervené záření a nukleární magnetická rezonance (Hui, 2012).

### **3.6.5 Perspektivy měření texturních vlastností hovězího masa**

Vzhledem ke komplexnímu charakteru textury a šťavnatosti hovězího masa tato oblast představuje velice široké pole pro provádění výzkumů, a to již více než století. Pokud jde o pochopení struktury, základní biochemii, měření, předpovídání křehkosti a šťavnatosti, tak tyto důležité vlastnosti v rámci komerční výroby se stále nedaří kontrolovat. Novější genomické technologie, které umožňují identifikaci více genů a které jsou realizovány s podporou pokročilé bioinformatiky, mohou vést k výběru multivarietních znaků prostřednictvím markerů, jako je křehkost a šťavnatost v dohledné budoucnosti. Protože však existuje mnoho různorodých faktorů, které mohou mít na tyto znaky vliv, bude nutno pokračovat v základním výzkumu za účelem pochopení struktury i šťavnatosti a rovněž také faktorů, které je ovlivňují (Hui, 2012).

### 3.7 Možností ovlivnění textury hovězího masa

Texturu hovězího masa lze upravovat různými způsoby zkrěhčování či tenderizací. Jde o metody fyzikální (elektrická stimulace svalů), mechanické (naklepávání masa, masírování masa v bubnech, mačkání masa v aktivátorech, rozrušování masa jehlami) a biochemické (enzymové zkrěhčování papainem, bromelainem, pepsinem nebo trypsinem, marinování, kořenění, použití syntetických preparátů) (Ing, 2003).

Elektrostimulace využívá schopnosti „živého“ svalu tj. cca do jedné hodiny po porážení zvířete reaguje na elektrické impulsy. Přerušovaným vpouštěním elektrických impulsů do svalů poraženého zvířete se dosáhne zlepšení křehkosti hovězího masa. Vzruchy vytvářené působením elektrického proudu v těle poraženého zvířete jsou vedeny nervovým systémem až do svalu. Důležitý je směr a intenzita proudu. Během elektrostimulace dochází k poklesu pH v průběhu několika minut. Opakováním impulsu dochází k intenzivnímu vyčerpávání energetických zásob svalů. Nadprahové vzruchy způsobují prudké stažení svalů, které se projevují až potrháním svalových vláken. Potrhání svalových vláken je jedním z důvodů zlepšení křehkosti stimulovaného masa. Nejjednodušším mechanickým způsobem je masážování masa. Provádí se naklepáváním masa, masírováním v bubnech, mačkáním masa v aktivátorech, rozrušováním masa jehlami apod (Steinhauser, 2000).

Křehkost nebo změkčení svaloviny je založena na strukturálních změnách v mase. Půlky bývají po jatečném opracování zavěšené obvykle za Achillovu šlachu. Tato technologie je levná a jednoduchá, ale navzdory velkému pozitivnímu efektu, nebyla nikdy přijata v průmyslu. Síly, které tímto zavěšením vznikají, nepůsobí na všechny skupiny stejně. V masném průmyslu se proto zkouší nový systém zavěšení jatečného těla za otvor pánevní kosti, který se nazývá také „tendrstretch“ způsob. Rozdělení tahu je přeneseno na více svalů a křehkost masa se zlepšuje (Mojto et al., 2003).

Chemické zkrěhčování pomocí enzymů se využívá především při přípravě polotovarů – marinovaná masa či kořeněná zkrěhčovaná masa. Maso je obvykle kostkované nebo plátkované pro lepší pronikání soli, koření nebo enzymových preparátů do jádra. Enzymy narušují vnitřní strukturu masa. V praxi se dnes nejčastěji

používají proteolytické enzymy (enzymy štěpící bílkoviny) plísňí, hub (*Aspergillus a Rhizopus*) nebo mikrobiálních kultur (*Bacillus*) speciálně šlechtěné k těmto účelům. Také se používají přírodní enzymy, jako jsou enzymy trávicího traktu nebo papain a bromelin (Steinhauser, 1995).

## 4 ZÁVĚR

Maso patří k základním článkům potravinového řetězce ve výživě lidstva. Je oblíbené pro své nenahraditelné vlastnosti, ať už ve výrobě nebo přímo jako maso výsekové. Ceníme si ho zejména pro vysoký obsah biologicky hodnotných bílkovin. Maso je produkováno z různých druhů hospodářských zvířat. V současné době spotřeba hovězího masa klesá. Tento fakt je způsobem nejenom cenou tohoto druhu, ale i špatnými technologickými a sensorickými vlastnosti masa, které jsou způsobené krátkým a nedostatečným zráním a nevyrovnanou kvalitou nabízeného hovězího masa.

Vlivů působících na texturu hovězího masa je celá řada. Na texturu má zásadní vliv věk a pohlaví zvířete. Se zvyšujícím věkem se snižuje nejen křehkost, ale také celková šťavnatost masa. Plemeno a užitkový typ rovněž ovlivňuje texturu masa, a to hlavně obsahem intramuskulárního tuku.

Textura hovězího masa zůstává nejdůležitějším aspektem jakosti a je předmětem rozsáhlého výzkumu, jehož cílem je tuto vlastnost pochopit, ovládnout a předpovědět. Pro hodnocení jednotlivých změn v mase se začíná hojně využívat vyhodnocování jedné z nejdůležitějších fyzikálních vlastností daného produktu, a to textury masa či produktu, popřípadě celkového profilu textury, při němž je možné získat celou škálu texturních vlastností (tuhost, křehkost, soudržnost, elasticita, gumovitost, přilnavost). Při hodnocení jednotlivých parametrů textury se vychází ze vztahu mezi chemickým složením masa, jeho strukturou a fyzikálními vlastnostmi produktu. Pro měření textury je důležitá standardizace podmínek měření: rozměry vzorků, orientace svalových vláken, rychlost a směr působení síly na svalová vlákna.

Způsoby hodnocení texturních vlastností masa se rozdělují do třech kategorií. Pro hodnocení různých vlastností hovězího masa se obvykle používá sensorická analýza, která je však časově náročná a nákladná. Při sensorickém hodnocení masa a masných výrobků se textura posuzuje pohmatem a ochutnáváním v dutině ústní. Úkolem hodnotitele je kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně vyhodnotit jejich intenzitu. Sensorická analýza je v posledních letech často nahrazována instrumentálními metodami.

Při chemickém hodnocení se používají metody, které hodnotí vliv kontrakce svalu na křehkost masa, vliv proteolýzy nebo biochemický index zrání masa. Mezi nejpoužívanější chemické metody patří hodnocení pojivové tkáně. Nevýhodou je, že většina chemických metod je pomalá a vyžaduje velkou zručnost i vybavení, proto se příliš nepoužívají.

Z instrumentálních fyzikálních metod, které mají častější použití pro měření textury u hovězího masa, je nejvhodnější metoda analýzy texturního profilu (TPA) a metoda měření síly ve stříhu podle Warnera a Bratzlera, jelikož nejlépe koreluje se senzorickým hodnocením.

Textura hovězího masa zůstává významným faktorem kvality ovlivňujícím výběr spotřebitele, někdy dokonce důležitějším barva a aroma.

## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABERLE, E. D., FORREST, J. C., GERRARD, D. E., MILLS, E. W., 2012: Principles of Meat Science. Kendall Hunt Pub Co, ISBN 9780757599958.

AUGUSTINI, C., SPINDLER, M., 1995: Zur frühzeitigen Erkennung der Zartheit von Rindfleisch: Scherkraftmessungen nach unterschiedlichen Reifungszeiten. Kulmbach, Wiesenschaf. Beitr. BAFF, s. 539-542.

BARTOŇ, L., ZAHRÁDKOVÁ, R., BUREŠ, D. et al., 2006: Výkrmnost a jatečná hodnota býků plemen české strakaté, charolais a charolais x české strakaté. *Agroregion*, s. 63 – 67. ISSN 1212– 5598.

BARTOŇ, L., BUREŠ, D., KUDRNA, V., 2010: Meat quality and fatty acid profile of the *musculus longissimus lumborum* in Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 55, s. 479 – 487. ISSN 1212 – 1819.

BODROVA, S. V., 2009: Факторы, влияющие на мясную продуктивность. In: Продуктивность крупного рогатого скота. электронный учебно – методический комплекс. ФГОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, [cit. 20. 01. 2017]. Dostupné z: <http://www.kgau.ru/>

BOURNE, Malcolm C., 2002: Food texture and viscosity: concept and measurement [online]. 2nd ed. San Diego: Academic Press, Elsevier. ISBN 0121190625. [vid. 20. 11. 2016] Dostupné z: [http://cst.ur.ac.rw/library/Food/Texture/Viscosity/Elsevier\(2002\).pdf](http://cst.ur.ac.rw/library/Food/Texture/Viscosity/Elsevier(2002).pdf)

BOUTON, P. E., HARRIS, P. V., 1972: A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. *Journal of Food Science*, 37, s. 218 – 221. ISSN 0022– 147.

BOUTON, P. E., HARRIS, P. V., 1978: Factors affecting tensile and Warner – Bratzler shear values of raw and cooked meat. *Journal of Texture Studies*, 9, s. 395 – 413. ISSN 0022– 4901.

BELTRÁN, J. A., JAIME, I., SANTOLARIA, P. SAÑUDO, C., ALBERTÍ, P., RONCALÉS, P., 1997: Effect of stress – induced high post mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Science*, 45(2), s. 201 – 207. ISSN 0309– 1740.

BRENNAN J. G., JOWITT, R., 1977: Some factors affecting of the objective study of food texture. s. 227–245. In: G. G. Birch, J. G. Brennan, and K. J. Parker (eds.). Sensory properties of foods. Applied Science, London.

BRODY, AARON L., 1957: Masticatory properties of foods by the strain gage denture tenderometer [online]. Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Food Technology Vita.; Bibliography: s. 263–270. [vid. 20. 11. 2016]  
Dostupné z: <http://hdl.handle.net/1721.1/35432>

COMBES, S., LEPETIT, J., DARCHE, B., LEBAS, F., 2004: Effect of cooking temperature and cooking time on Warner – Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Science*. 66(1), s. 91 – 96. ISSN 0309– 1740

ČSN ISO 11036 : 1997 Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury, Český normalizační institut.

ČSN ISO 3972: 2001 Senzorická analýza - Metodologie - Metoda zkoumání citlivosti chuti

ČSN ISO 8586 – 1: 2002 Senzorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, ISO 8586-1 výcvik a sledování činnosti posuzovatelů. První vydání.

DELLOW, P. G., LUND, J. P., 1971: Evidence for central timing of rhythmical mastication. *Journal of Physiology*, 215(1), s. 1 – 13. ISSN 0022– 3751.

GERRARD, D. E., GRANT, A. L., 2006: Principles of animal growth and development. Rev. printing. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Pub. Co, ISBN 780757529863.

FILIPČÍK, R., ŠUBRT, J., BJELKA, M., HOŠEK, M., PUKLOVÁ, P., 2008 : Vliv kategorií skotu na jakostní parametry jatečně upraveného těla. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.* 56(5), s. 45 – 50. ISSN 1211 – 8516.

FOOD TECHNOLOGY CORPORATION, 2017: online [vid. 17. 04. 2017].  
Dostupné na: <http://www.directindustry.com/prod/food-technology-orporation/product-40658-688249.html>

FRANC, Č., BARTOŠ, L., STEINEROVÁ, J., 1987: Vlastnosti a možnosti využití hovězího masa s charakteristikami DFD. In *Živočišná výroba*. 32(11), s. 1005 – 1014.

FRANC, Č., BARTOŠ, L., 1994: Předporážková fáze z hlediska jakosti, vznik PSE a DFD vad u hovězího masa a možnosti jeho prevence. In *Produkce výsekového hovězího masa špičkové jakosti*. Praha – Uhřetěves : VÚŽV, s. 12– 13.

GUPTA, R. K., SHARMA, A., SHARMA, R., 2007: Instrumental Texture profile Analysis (TPA) of Shelled Sunflower Seed Caramel Snack using Response Surface Methodology. *Food Science and Technology International*, 13(6), 455 – 460. ISSN 10820132.

HORVÁTHOVÁ, V., 1998: Hodnotenie kvality mäsa. In *Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu*. 2.vyd. Nitra: SPU, 214s. ISBN 80– 7137– 443– 1.

HUI, Y. H., 2012: Handbook of meat and meat processing. 2. vyd. Boca Raton, FL: CRC Press,. ISBN 978 – 1 – 4398 – 3683 – 5.

HURWICZ, H., and R. G. TISCHER., 1954: Variation in determinations of shear force by means of the "Bratzler – Warner Shear." *Food Technology*. 8, s. 391 – 393.

INGR, I., 2003: Atypické zrání a kažení masa. In: Český svaz zpracovatelů masa [online] [vid. 20. 01. 2017]. Dostupné z: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>

INGR, I., 2007: Základy konzervace potravin. Vyd. 3. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978– 80– 7375– 110– 4.

INGR, I., 2011: *Produkce a zpracování masa*. 2. nezm. vyd. V Brně: Mendelova univerzita,. ISBN 978– 80– 7375– 510– 2.

JEDLIČKA, J., 1988: Kvalita mäsa z hľadiska prvovýrobcu, spracovateľa konzumenta. Bratislava. 292 s.

JOHNSON, D. D., LUNT, D. M., SAVELL, J. W., 1989: Factors affecting carcass characteristic and palatability of young bulls. In: *Animal Breed Abstr.*, vol. 57(4), s. 281.

KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M., 2013: Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích. Ostrava: Key Publishing,. ISBN 978 80 7418163 – 4.

KAMENÍK, J., 2014: *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: VFU. ISBN 978 – 80 – 7305 – 673 – 5.

KATINA, J., KAŠÁNA, F., 2012: Hovězí a vepřové maso edice: Jak poznáme kvalitu? Publikace české technologické platformy pro potraviny, Vyd. Sdružení českých spotřebitelů, o. s. pro Českou technologickou platformu pro potraviny, ISBN 978 – 80 – 904633 – 6 – 3.

KERTH, C R., 2013: The science of meat quality. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell,. 293 s. ISBN 978-0-8138-1543-5.

KILCAST, D., 2004: Texture in food. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 537 s. ISBN 1– 85573 – 724 – 8.



KRAMER, A., 1972: Texture – its definition, measurement and relation to other attributes of food quality. *Food Technology*, 34, s. 1– 6. SSN 0367– 2891.

KREJČOVÁ, M., BARTOŇ, L., ZAHŘÁDKOVÁ, R., et al., 2004: Chemické složení a senzorické vlastnosti svaloviny býků plemen aberdeen angus, charolais, masný simentál a hereford. In *Aktuální otázky produkce jatečných zvířat*. 1. vyd. Brno: MZLU, s. 102– 106. ISBN 80– 7157– 783– 9.

KRKOŠKOVÁ, B., 1986: Textúra potravin. ALFA s SNTL, 193 s. ISBN 63 – 003 – 86.

LAWLESS, Harry T. HEYMANN, H., 2010: Sensory evaluation of food: principles and practices. Second edition. New York: Springer. Food science text series. ISBN 9781– 4419 – 6487– 8.

MANCINI, R. A., HUNT, M. C., 2005: Current research in meat color. [online]. *Meat Science*. 71, s. 100 – 121. [vid. 20. 04. 2017] Dostupné z: <http://www.journalselsevier.com/meat-science>

MOJTO, J, ZAUJEC, K., 2003: Analýza křehkosti masa jateční populace. *Maso*. 1, s. 25– 27.

MORRISSEY, P. A., MULVIHILL, D. M., O'NEILL, E. M., 1987: Functional properties of muscle proteins. *Developments in food proteins*. vol 7. edited by B. J. F. Hudson London/New York: Elsevier Science Pub.

MUNOZ, A. M., 1986: Development And Application Of Texture Reference Scales [online]. *Journal of Sensory Studies*, 1, s. 55 – 83. [vid. 01. 04. 2017] ISSN 1745 – 459X. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

NEGREEVA, A. N., BABUSHKIN, V. A., SKORKINA, I. A. TRETJAKOVA, E.N. 2008: Производство и переработка говядины [online]. Мичуринск: ФГОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет, [vid. 11. 06. 2016]. ISBN 978594664136– 4. Dostupné z: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/negreeva.pdf>

NOLLET, L M L., BOYLSTON, T., 2007: Handbook of meat, poultry and seafood quality. 1. vyd. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 719 s. ISBN 978– 0– 81382– 446– 8.

NOLLET, L M L., TOLDRÁ, F., 2006: Advanced technologies for meat processing [online]. Boca Raton. ISBN 9781420017311. [vid. 20. 04. 2017]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420017311>

PARRIS, N., BARFORD, R. A., 1991: Interactions of food proteins. Washington, *American Chemical Society*, s.257 – 267. ISBN 0841219354.

PEARSON, A. M., DUTSON, T. R., 1999: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, 1.ed., 505 s. ISBN 0 – 8342 – 1305 – 2.

PEYRON, M. A., MIOCHE, L., CULIOLI, J., 1994: Bite force and sample deformation during hardness assessment of viscoelastic models of foods. *Journal of Texture Studies*, 24, s. 59– 76. ISSN 0022– 4901.

PIPEK, P., 1995: Technologie masa I. 4. vyd. Praha: VŠCHT, s. 4. ISBN 80– 7080.

PLESH, O., BISHOP, B., McCALL JR., W. D., 1986: Effect of gum hardness on chewing pattern. *Exp. Neurol.* 92, s. 502– 512.

PURSLOW, P. P., 2005: Intramuscular connective tissue and role in meat quality. *Meat Science* 70. s. 435– 447. ISSN 0309– 1740.

ŘÍHA, J., 2002: Využití diferencí mezi masnými plemeny k efektivní produkci. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen. ISBN 80– 903143– 0– 9.

RISTIC, M. 1987: Genusswert von Rindfleisch. In *Rindfleisch, Schlachtkörperwert und Fleischqualität*, Kulmbacher Reihe, Band 7. Kulmbach : Institut für Fleischforschung, s. 207-234.

SALÁKOVÁ, A., 2011: Inovace výuky veterinárních studijních programů v oblasti bezpečnosti potravin, Instrumentální hodnocení textury masa, drůbežích masných výrobků, trvanlivých masných výrobků, párků a paštik na přístroji Instron (punkční test, TPA, WB test). VFU. [online]. [vid. 05. 04. 2017]. Dostupné z: [http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/vy\\_01\\_49.pdf](http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/vy_01_49.pdf).

SCHÖNFELDT, H. C., STRYDOM, P. E., 2011: Effect of age and cut on tenderness of South African beef. *Meat Science*, 87, 3, s. 206– 218. ISSN 0309 – 1740.

SCHÖN, L., 1963: Die Einfluss der Marmorierung auf die Fleischbeschaffenheit von Rindfleisch. In *Vorschung im Geschäftsbereich des Bundesministers für Ernährung. Landwirtschaft und Forsten*. Hiltrup: Landwirtsch. Verl., s. 614– 616.

SHACKELFORD, S. D., MORGAN, J. B., CROSS, H. R., SAVELL, J. W., 1991: Identification of threshold levels for Warner – Bratzler shear force in beef top loin

steaks [online]. *Journal of Muscle Foods*. 2. s. 289 – 296. [vid. 05. 04. 2017]. ISSN 1745– 4573.

SHACKELFORD, S. D. – KOOHMARAIE, M. – SAVELL, J. W., 1994: Evaluation of longissimus dorsi muscle pH at three hours post mortem as a predictor of beef tenderness. *Meat Science*. 37, s. 195 – 204. ISSN 0309 – 1740.

SIMEONOVÁ, J., GAJDŮŠEK, S., INGR, I., 2003: *Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80– 7157– 708– 1.

SINELNIKOVA, V. N., 2013: *Проблемы селекционного законодательства СССР. Москва: Директ – Медиа*, s. 101 – 111. ISBN 978 – 5 – 4458 – 239 – 19.

SMULDERS, F.J.M., LAACK, H.L.J.M., 1992 : Accelerated processing to improve the ageing response of meat. In: F.J.M. Smulders et al. (Eds.) *New technologies for meat and meat products*. ECCEAMST/Audet, Nijmegen, s. 181 – 208. ISBN 90– 800360– 4– 8.

SOCHOR, J., SIMEONOVÁ, J., BUCHAR, J., 2002: Objektivní a subjektivní hodnocení textury defektního masa. *Zborník „Výživa a potraviny pre tretie tisícročie“*. Nitra, s. 232– 234.

STEINHAUSER, L., 2000: *Produkce masa*. Tišnov: LAST. ISBN 80 – 900260 – 79.

STEINHAUSER, L., 1995: *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST. ISBN 80 – 900260 – 4 – 4.

STIEN, L. H., HIRMAS, E., BJØRNEVIK, M., KARLSEN, Ø., NORTVEDT, R., RØRÅ, A. M. B., SUNDE, J., KIESSLING, A., 2005: The effects of stress and storage temperature on the colour and texture of pre – rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua*, L.). *Aquaculture*, 36 (12), s. 1197– 1206.

SUESS, G. G., BRAY, R. W., LEWIS, J., 1966: Influence of Certain Live and Quantity time Carcass Traits upon Beef Palatability. *Journal Animal Science*, 25(4), s. 1203 – 1208. ISSN 1525– 3163.

SZCZESNIAK, A. S. 1963: Objective measurements of food texture [online]. *Journal of Food Science*, 28. s. 410 – 420. [vid. 04. 04. 2017]. ISSN 1750– 3841. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/abstract>

SZCZESNIAK, A. S. 1963: Classification of Textural Characteristics [online]. *Journal of Food Science*, 28(4), s. 385– 389. [vid. 05. 04. 2017]. ISSN 1750– 3841. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/abstract>

SZCZESNIAK, A. S., TORGESON, K. W., 1965: Methods of meat texture measurements viewed from the background of factors effecting tenderness. *Adv. Food Research*, 14. s. 33– 165. ISSN 0963– 9969.

TAPPEL, A. L., 1952: Linoleate oxidation catalyzed by hog muscle and adipose tissue extract. *Food Research*, 17. s. 550– 559. ISSN 0963– 9969.

TEXTURE TECHNOLOGIE, 2017: online [vid. 05. 04. 2017]. Dostupné na: <http://texturetechnologies.com/accessories/probes-and-fixtures#knife-shear>

TORNBERG, E., 1996: Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 43, s. 175– 191. ISSN 0309– 1740.

TORNBERG, E., 2005: Effects of heat on meat proteins – implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, s.493–508. ISSN 0309– 1740.

ŠUBRT, J., FILIPČIK, R., SIMEONOVÁ, J., 2007: Kvalita hovězího masa po jeho zrání. In *Sborník referátů z mezinárodní konference*. Praha:ČZU, KSZ, ISV Praha, s. 82– 84. ISBN 978– 80– 213– 1645– 4.

VOLODKOVICH, N. N., 1938: Apparatus for Measurements of Chewing resistance or tenderness of foodstuffs. *Journal of Food Science*, 3, s.221–225. ISSN 1750– 3841.

VINNIKOVA, L. G., 2006: Технология мяса и мясных продуктов. Киев: ИНКOC, ISBN 966– 8347– 35– 8.

WARNER, K. F., 1928: Process report of the mechanical test for tenderness of meat *Proc. Am. Soc. Anim. Prod.* 21, s. 114.

YAMAZAKI, T., NAKANISHI, N., OZUTSUMI, K., 1989: Effect of age and fat ness on the meat quality of beef animal. VIII. Comparison of meat quality and antily between Japanese black and holstein steers. In *Bulletin of National the Grassland Institute*. 42, s.83–94.

ZAUJEC, K., 2004: Nutričná, technologická a úžitková kvalita mäsa jatočných býkov so zreteľom na triedu kvality jatočného tela : doktorandská dizertační práce. Nitra: VÚŽV, 95 s.

## **6 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ**

Tabulka č. 1 : Složení libové svaloviny jatečných zvířat (Steinhauser, 1995) .....	4
Tabulka č. 2. Mechanické vlastnosti měřené analýzou texturního profilu (Szczeniak, 2002).....	36
Obr. č. 1 Warner – Bratzlerův nůž trojúhelníkového tvaru (Texture technologies, 2017).....	34
Obr. č. 2 Graf analýzy profilu textury (Salaková, 2011) .....	37
Obr. č. 3 Kramerova cela s pěti noži (Texture technologies, 2017) .....	39
Obr. č. 4 Penetrometr (Food Technology Corporation, 2017) .....	40

## **7 SEZNAM ZKRATEK**

DFD – svalová myopatie: tmavé, tuhé, suché maso

PSE – svalová myopatie: bledé, měkké, vodnaté maso

TPA – Texturní profilová analýza

WB – Warner – Bratzler test

NIR – Infračervená spektroskopie

EMG – Elektromyografie