

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

VÝVOJ VÝROBKŮ ZE SLADKOVODNÍCH RYB

Bakalářská práce

Vypracoval: Martin Johánek

Vedoucí práce: doc. Ing. František Vácha, CSc.

České Budějovice

2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci 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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2009

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce p. doc. Ing. Františku Váchovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady při řešení bakalářské práce. Dále mé poděkování patří p. Ing. Pavlu Vejsadovi, Ph.D. a p. Ing. Miloši Cepákovi za rady a pomoc při zpracování.

Obsah

1. Úvod.....	1
2.Literární přehled.....	2
2.1. Spotřeba ryb.....	2
2.1.1. Spotřeba ryb ve světě a v ČR.....	2
2.1.2. Spotřeba sladkovodních ryb v Evropě.....	3
2.1.3. Ukazatele výroby sladkovodních ryb.....	4
2.1.4. Výrobky z ryb na českém trhu.....	5
2.2. Metody zpracování ryb.....	6
2.2.1. Filetování.....	6
2.2.2. Půlení ryb.....	6
2.2.3. Porcování.....	6
2.2.4. Separace masa.....	7
2.2.5. Sušení.....	7
2.2.6. Solení.....	9
2.2.7. Uzení.....	9
2.2.8. Marinování.....	11
2.3. Sortiment výrobků z ryb.....	11
2.3.1. Čerstvé ryby.....	11
2.3.2. Mražené ryby.....	14
2.3.3. Uzené ryby.....	15
2.3.4. Rybí polotovary.....	15
2.3.5. Rybí polokonzervy – prezervy.....	15
2.3.6. Rybí konzervy.....	16
2.4. Textura.....	16
2.4.1. Definice textury.....	16
2.4.2. Hodnocení textury masa a mastných výrobků.....	17
2.4.3. Senzorická analýza.....	18
2.4.4. Mechanické způsoby hodnocení textury.....	21
2.4.5. Metoda analýzy texturového profilu.....	24
2.5. Zmrazování.....	24
2.5.1. Rozmrazování.....	26

3. Metodika práce.....	27
3.1. Příprava filetů.....	27
3.2. Princip měření textury analyzátozem textury TA.XT plus.....	28
3.3. Vlastní měření textury svaloviny ryb.....	29
4. Výsledky.....	31
4.1. Vliv doby zmrazování na texturní vlastnosti.....	32
5. Diskuze.....	35
6. Závěr.....	37
7. Použitá literatura.....	38
8. Přílohy	

1. Úvod

Nový životní trend, tzv. zdravý životní styl zapříčinil zvýšený zájem o ryby a výrobky z ryb. Rybí maso má vysokou biologickou hodnotu a obsahuje vysoce ceněné a pro lidský organismus nepostradatelné esenciální mastné kyseliny, které jsou důležité pro zdraví, vývoj a růst. Neméně významnou složkou pro lidský organismus jsou polynenasycené mastné kyseliny, které jsou obsaženy v lipidech rybích tkání. Polynenasycené mastné kyseliny hrají klíčovou úlohu v celé řadě životních procesů v lidském těle, od regulace krevního tlaku a krevní srážlivosti až po zvyšování imunity a protizánětlivé účinky. Mohou se uplatnit v prevenci i léčení mnohých onemocnění a fungují i jako antirevmatika.

Jedinou nevýhodou ryb je jejich vysoká cena. Tento fakt často odradí nejednoho zákazníka od jejich koupě. Naši rybáři mohou jen stěží konkurovat zahraničním dovozcům, kteří distribuují své výrobky na náš trh. Hlavním problémem jsou vysoké náklady na chov ryb u nás. Svůj podíl viny si nese také malá schopnost tuzemských výrobců zaujmout zákazníka svým výrobkem či malá nabídka rybích výrobků ze sladkovodních ryb na našem trhu. Naše tradiční ryba kapr se v podstatě konzumuje již jen o vánočních svátcích, ale i tato tradice pomalu upadá a kapr je nahrazován levnějšími mořskými rybami nebo i jinými druhy masa jako jsou kuřecí či vepřové.

2. Literární přehled

2.1. Spotřeba ryb

2.1.1. Spotřeba ryb ve světě a v ČR

Podle statistické agentury Evropské unie Prostat, konzumují lidé zemí EU v průměru asi 22 kg ryb (včetně mořských živočichů) na osobu ročně. Spotřeba ryb se v jednotlivých státech liší a dosahuje velmi vysokých rozdílů. Tak např. ve Španělsku činí spotřeby ryb na osobu 39 kg. V Portugalsku 57 kg, na Islandu 93 kg, v Japonsku 63 kg, v Německu a Holandsku 12 kg, v Rakousku pouze 10 kg. V České republice je celková spotřeba ryb na dlouhodobě nízké úrovni přes 5 kg na osobu za rok. Z tohoto množství činí spotřeba sladkovodních ryb pouze 1 kg. A navíc je orientována většinou jen na období vánočních svátků. Odborníci na výživu doporučují obyvatelům ČR zařazovat častěji rybí jídla do jídelníčku, tak aby jejich spotřeba činila 12 kg ryb na osobu za rok. Vyšší než průměrná spotřeba sladkovodních ryb je v rodinách sportovních rybářů, kde dosahuje 15 kg a dále taky v rodinách milovníků rybího masa a rybích výrobků. Do budoucna budou zcela jistě spotřebu sladkovodních ryb u nás ovlivňovat především jejich ceny v tržní síti (BUCHTOVÁ, 2001).

Tab. č. 1: Spotřeba ryb v ČR (kg/obyvatel/rok)

rok	ryby celkem	z toho sladkovodní
2000	5,3	1,0
2001	5,4	0,9
2002	5,4	0,9
2003	5,3	1,6
2004	5,5	1,4
2005	5,8	1,4
2006	5,7	1,4
2007	5,7	1,4

V ČR se ročně vyloví asi 20 000 tun sladkovodních ryb z toho 17 000 tun je kapr. Velkovýrobní zpracování sladkovodních ryb bylo u nás zahájeno v roce 1965. V dnešní době jsou zpracovny téměř ve všech krajích, což asi představuje okolo 12 funkčních provozů. Původní sortiment byl postupně doplňován o zmrazené polotovary, výrobky z mletého

masa a speciální polotovary. Současný sortiment ze sladkovodních ryb představuje více než 80 různých výrobků.

2.1.2. Spotřeba sladkovodních ryb v Evropě

Spotřeba sladkovodních ryb v Evropě se stává z ryb chovaných a ulovených komerčním rybolovem, případně rekreačním rybolovem., pokud ulovené ryby skončí na talíři. Celoevropská průměrná spotřeba sladkovodních ryb se pohybuje okolo 1,5 kg na osobu za rok. Největší spotřeba je v severní Evropě (v čele je Finsko – 13 kg). Trh sladkovodních ryb má potenciál ve Francii, v Německu v Itálii a Španělsku, neboť v těchto zemích se zatím jejich spotřeba pohybuje kolem 1 kg a má tedy poměrně zanedbatelný prostor k růstu. Ukazuje se, že Evropa má stále tržní potenciál pro sladkovodní ryby, nikoli však pro vysoce sofistikované výrobky z nich. Klíčovými slovy současných konzumentů jsou “vhodný a zajímavý výrobek, dobrá kvalita a odpovídající cena“ (MZe, 2008).

Tab. č. 2: Průměrná spotřeba sladkovodních ryb v Evropských zemích (kg/osoba/rok)

Finsko	13,0	ČR	1,4
Estonsko	4,7	Švýcarsko	1,4
Island	4,0	Polsko	1,3
Norsko	3,5	Francie	1
Dánsko	2,1	Německo	1
Maďarsko	1,8	Itálie	1
Rusko	1,8	Španělsko	1

Dominantní úlohu jednotícího prvku v oblasti Evropského chovu ryb hraje Evropská federace chovatelů ryb a jiných mořských živočichů (FEAP). V Evropě chovatelsky jednoznačně dominují lososovité ryby. Pramení to nejen z tradice chovu pstruha v některých západoevropských zemích (Francie, Itálie, Dánsko, Německo), ale zejména z intenzivního nástupu chovu lososa z doby před více než 30 lety, k němuž došlo především v Norsku a Skotsku. Kaprovité ryby si zachovávají svůj významově vymezený prostor v zemích střední a východní Evropy a mají své tradiční trhy i v některých zemích západní Evropy. Současný objem celoevropské produkce kapra je ve srovnání s osmdesátými léty minulého století výrazně nižší, v některých bývalých socialistických zemích (zejména v Rusku, Ukrajině, Rumunsku, Bulharsku) až o 80%. Doplňkově je nutné zmínit se o rychlém a intenzivním nástupu chovu mořských ryb (mořský okoun, mořský cejn) v zemích Středomoří, především pak v Řecku (MZe, 2002).

Rozhodujícími evropskými zeměmi v akvakultuře jsou Norsko (losos), Španělsko a Francie (především měkkýši) (BERKA, 2003).

2.1.3. Ukazatele výroby sladkovodních ryb

Produkce tržních sladkovodních ryb v české republice v ČR se pohybuje mezi 17 000 až 21 000 tun ročně, což představuje přibližně 83% celkové produkce ryb, zbytek tvoří lov na udici (samozásobení). Jak ukazuje tabulka č.3 roční produkce tržních ryb se od roku 1992 snižuje, od roku 1998 se produkce snížila o 17,3%. Od roku 1999 již lze sledovat rostoucí trend produkce, v roce 2001 již výroba dosáhla výroby z roku 1993, tedy 20,1 tisíce tun. V roce 2002 došlo k propadu výroby na 19 tisíc tun. Export živých ryb se postupně zvyšuje na úkor prodeje živých ryb v tuzemsku. Od roku 1994 dochází k postupnému růstu objemu zpracovaných ryb, kromě let 2002 a 2007, kdy došlo k poklesu vůči minulému roku. V letech 2000 a 2001 se zpracovalo pouze 2001 tun ryb. Což představuje přibližně 10% produkce ryb v ČR. V roce 2003 se zpracovalo pouze 8,6% z vyprodukovaných ryb v tuzemsku. Dominantním druhem ryb chovaných u nás je kapr obecný, který tvoří přibližně 87% produkce tržních ryb, za ním následují lososovité ryby (5%), býložravé (4%), lín obecný (2%), dravé ryby (1%) (ŠILHAVÝ, 2003).

Tab. č. 3: Produkce ryb chovem a jejich užití (tis. tun v živé hmotnosti)

rok	produkce tržních ryb	prodej živých ryb v tuzemsku	zpracované ryby	vývoz
1990	19,3	9,1	3,8	2,7
1991	18,7	9,1	2,2	4,6
1992	20,8	9,9	2,3	5,6
1993	20,1	9,2	1,6	9,3
1994	18,7	9,4	1,6	8,4
1995	18,7	9,7	1,7	7,8
1996	18,2	8,5	1,9	8,2
1997	17,6	7,6	1,4	7,0
1998	17,2	7,5	1,6	8,8
1999	18,8	8,5	1,8	8,0
2000	19,5	8,5	2,1	9,2
2001	20,1	7,8	2,1	9,9
2002	19,2	7,6	1,6	9,6
2003	19,7	7,8	1,8	9,4
2004	19,4	8,2	1,7	9,8
2005	20,5	8,6	2,2	9,4
2006	20,4	8,5	1,9	9,9
2007	20,4	8,6	1,9	9,6

2.1.4. Výrobky z ryb na českém trhu

Sortiment sladkovodních ryb na českém trhu není příliš široký. Nabídce dominuje živý kapr, který se prodává hlavně v předvánočním období. Ve zpracované formě se v maloobchodní síti a to především ve specializovaných prodejnách prodávají kapr, pstruh, candát, amur, tolstolobik a štika. V síti obchodních řetězců se prodává pouze kapr a pstruh v mražené nebo chlazené formě. V porovnání s mořskými rybami je objem zpracovaných sladkovodních ryb velmi nízký. Na trhu chybí nabídka náročněji zpracovaných sladkovodních ryb: výrobků s vyšší mírou přidané hodnoty, které by konkurovali nabídce ryb mořských. Je otázkou, zda by spotřebitel uvítal např. uzené filety ze štiky. Tohle je však záležitost marketingové strategie a technologického postupu. Zpracování ryb tuzemské produkce (někdy i mořských ryb) se v současnosti zabývá asi 14 podniků, z toho jsou 12 členy rybářského sdružení. Povolení vyvážet zpracovaný sortiment do zemí EU má v současnosti 10 členů (MZe, 2008)

Největšími zpracovateli sladkovodních ryb jsou Klatovské rybářství a.s., Rybářství Třeboň a.s. a Rybářství Pohořelice.

Tabulka č. 4: Přehled množství zpracovaných ryb v ČR (v tunách)

rok	množství živých ryb ke zpracování	z toho užito (filety, atd.) ve vnitřním trhu	užito na vývoz
2001	2097	1725	372
2002	1610	1373	273
2003	1800	1309	491
2004	1720	1161	559
2005	2170	1314	856
2006	1920	1474	446
2007	1904	1414	490

2.2. Metody zpracování ryb

2.2.1. Filetování

Tato metoda zpracování ryb patří po dlouhou dobu k nejčastěji používaným způsobům úpravy ryb. Filety jsou vlastně čistá hřbetní a břišní svalovina. Jejich obliba stále stoupá a v budoucnu budou nesporně nejvyhledávanějším výrobkem na maloobchodním trhu. Efektivita filetování závisí na druhu ryby, jejím pohlaví, velikosti a výživovém stavu. Při filetování se odděluje svalovina od páteře a žeber. Při zpracování kapra je tato pracovní operace často doplňována rozrušováním mezisvalových kostí nebo stahováním kůže z filetu. Filetování tržního kapra je zpravidla prováděno ručně. Při ručním filetování se dosahuje vyšší výtěžnosti (35 – 37% z hmotnosti ryby) než při strojním (22- 27%). Obtížnost strojního filetování a jeho malá výtěžnost plyne z anatomického uspořádání kostry kapra. Technologický problém spočívá v klenutém tvaru žeber a úhlu jejich vychýlení k páteři. Běžná filmovací zařízení pracují na principu rotačního nože, který seřezává hřbetní a břišní svalovinu z půlky zpracované ryby. Tento princip (vhodný pro filetování pstruha a lososa) nejde v případě filetování tržního kapra použít (nízká výtěžnost) (VÁCHA, 2001).

2.2.2. Půlení

Půlení se provádí u kapra v tom případě, že nechceme upravovat konečný výrobek do podoby podkov. V tomto případě půličku z dané části linky vyřadíme. Půlení trupů může být konečnou úpravou výrobků (před konečným praním) nebo přípravou pro další operace. V každém případě umožňuje dokonalejší vyprání výrobku. Provádí-li se ručně nebo strojově řezem přibližně středem páteře, připouští se dělení nožem či sekáčkem napříč žeber v těsné blízkost páteřních obratlů.

2.2.3. Porcování

Porcování následuje po půlení, kdy nožem či strojním zařízením je svalovina kolmo k podélné ose půlky ryby rozdělena na stejně široké porce.

Krájení podkov

Krájení podkov není u nás tak obvyklé jako v některých sousedních zemích, umožňuje však přípravu některých netradičních úprav ryb a jejich dokonalejší propečení.

Podmínkou je, aby podkovy byly všechny stejně široké, od hřbetní partie až po břišní část. Krájení se provádí buď ručně nebo pomocí celé řady vyhovujících rezaček.

2.2.4. Separace masa

V poslední době se ve zpracování objevil nový trend – separace rybí svaloviny z jinak nekonzumovatelných odpadních partií ryb. Např. během filetování zůstává podél páteře a žeber značné množství kvalitního rybího masa (30 – 50%). Separované maso lze také získat po odstranění hlavy a vyvrhnutí i z méně hodnotným druhů ryb. Toto maso je získáváno pomocí zařízení, které je nazýváno separátor rybího masa. Dřívější formy separace byly založeny na principu celkového rozdělení vkládaného materiálu (většinou předem rozemletého do formy husté kašovité hmoty) a protlačením této hmoty šnekovým lisem přes otvory ve stěně.

2.2.5. Sušení

Sušení je s největší pravděpodobností nejstarší konzervační metodou používanou k prodloužení trvanlivosti potravin a tedy i ryb. Proces sušení spočívá v zahřívání potravin, převádění obsahu jejich volně vázané vody ve vodní páru a její odvádění pomocí vzduchu z potravin. Obsah vody v dobře sušených potravinách zůstává na hodnotách pod 18%.

V dnešní době se s tímto způsobem konzervace můžeme setkat v přímořských státech, kde se používají jako polotovar k výrobě některých druhů výrobků, neboť zmrazování ryb a jejich přeprava ve zmrazeném stavu od výrobce ke spotřebiteli do vzdálených měst a vesnic je neproveditelná. Ulovené ryby se konzervují sušením na slunci. Zabitá a vykuchaná ryba nebo její porce, dobře omytá čistou vodou, se pokládá na drátěné pletivo, kde se suší několik dnů až týdnů. Když vyschnou, transportují se na trh na velké vzdálenosti a vydrží i několik týdnů, aniž by se znehodnotily. Komerčně se rybí surovina suší především v umělých komorových sušárnách na lodních továrnách nebo ve věžových sušárnách na pobřeží pomocí vzduchu ohřátého v kaloriferech na teplotu 45 °C, což je teplota, při které je vzduch dostatečně jímavý pro vodní páry. Voda obsažená v surovině postupuje spolu s rozpuštěnými solemi k povrchu, kde se vypařuje a zanechává na povrchu usazeniny – krystalky soli. Ty zvyšují povrchové napětí a působí částečnou denaturaci bílkovin a tvorbu tvrdší povrchové vrstvy, která zpomaluje další sušení a brání zpětnému přijímání vody při rekonstituci výrobku. Ryby se suší vykuchané a vykostěné solené - klippfish nebo nesolené – stockfish. Ztráty sušení jsou 50 – 60%. Dobře vysušené ryby jsou tuhé konzistence, na povrchu se

vytváří jemný poprašek krystalků soli. Při nevhodném skladování ve vlhkém prostředí může dojít ke zvlhnutí a k povrchové hnilobě, kdy vymizí povrchový poprašek krystalků a dojde k uvolňování kůže v důsledku zvlhnutí. Hluboká hniloba se objevuje při zpracování závadné suroviny, kdy došlo k hnilobnému rozkladu již před vlastním sušením nebo při nedostatečném solení. K nežádoucím změnám dochází i v průběhu vlastního sušení. Příliš suchý vzduch je příčinou tvorby tvrdé kůry na výrobcích, která ztěžuje další postup vody zevnitř a doba vysychání se prodlužuje (BUCHTOVÁ, 2001)

2.2.6. Solení

Solení je jeden z nejstarších způsobů konzervace rybího masa. Původně se slanečci (solení sledi) ukládali do dřevěných beček přímo na lodích a zalévali se mořskou vodou a tím se konzervovali. Dnes se solení používá v přímořských státech, kde se takto zpracuje značná část úlovku. V našich podmínkách přichází solení v úvahu zejména jako součást úpravy suroviny před vlastním technologickým zpracováním ryb uzením nebo marinováním. Podstata konzervačního účinku solení (NaCl) spočívá v osmoanabioze, tedy v nepřímém vysoušení prostřednictvím mikroorganismů. Základem solení jsou osmotické pochody, při nichž stěnami buněk proniká tekutina do slaného okolí. Rozpouští sůl nebo ředí solný roztok a současně do buněk proniká sůl, takže její koncentrace v buňkách roste. Osmotické pochody jsou ukončeny podle typu solení asi do dvou týdnů po naložení ryb do soli. Na vzniku žádoucích aromatických a chuťových látek, které jsou specifické pro ryby vyzrálé v soli se podílejí nativní enzymy, které jsou přítomny takřka v celém těle ryby, ale zejména v orgánech tělní dutiny. Proto se zpravidla zcela neodstraňují a při tzv. kehltování se ponechává střevo, pylorické přívěsky a gonády uvnitř nasolených ryb. Nativní enzymy způsobují zrání tkání ryb, mikroorganismy, které se rovněž podílejí na tvorbě chuti a aroma, rozkládají organické látky přítomné v solném roztoku (BUCHTOVÁ, 2001).

Koncentrace soli a způsob solení ryb se volí podle toho, k jakému účelu jsou ryby soleny. K silnějšímu solení se používá suchý typ solení, jinak se pracuje s přiměřeně koncentrovanými roztoky.

Silně solené ryby

Ve svalovině obsahují více než 14% soli (až 25%). Minimální doba solení je 21 dní. Ryby silně solené jsou velmi trvanlivé, mají však nepříjemně slanou chuť a s uvolněnou vodou ztrácejí mnoho cenných extraktivních látek. Při odsolování ryb k dalšímu zpracování se tyto látky dále zvyšují. Příkladem hrubého odsolování jsou trvanliví slanečci z tučných polokuchaných nebo nekuchaných sledů. Ryby se většinou solí do mělkých kádí nebo bazénů, neboť v hlubokých vrstvách dochází ke značným tlakům na spodní ryby a vylisování tuku (PIPOVÁ, 2006).

Středně a slabě solené ryby

Středně solené obsahují asi 10 až 14% soli (doba solení je asi 28 dní) a slabě solené 6 až 10 % (doba solení je 35 dní), obojí se hodí k přímému konzumu. Ryby takto solené jsou ohroženy mikrobiálním kvašením, zejména jsou-li nekuchané. Vyšetření a posouzení solených ryb spočívá ve zjištění smyslových vlastností, kdy se posuzuje celkový vzhled, vůně, případně chuť. Maso solených ryb má růžovou barvu, je pružné, hůře oddělitelné od kostí a má charakteristickou chuť a vůni. Mlíčci jsou bílé a jadrné. Jikry jsou zrnité a bez barvy. Dobrým ukazatelem čerstvosti výrobku je solný lác, který má být čirý, načervenalé barvy a typické vůně (BUCHTOVÁ, 2001).

2.2.7. Uzení

Uzení ryb patří k nejstarším způsobům prodloužení tržnosti ryb, tedy k jakési částečné konzervaci ryb. Před vlastním uzením se opracované ryby nebo porce ryb nasolují v solné lázni. Ta se připraví rozpuštěním kuchyňské soli v pitné vodě. Doba naložení ryb v solné lázni se řídí teplotou vody a převládající kusovou hmotností. Během nasolování ryb je nutné obsahem několikrát opatrně promíchat, aby došlo k rovnoměrnému prosolení všech jeho částí. Rovnoměrně prosolené a odkapané ryby se navlékají na udiřenské tyče nebo ukládají na rošty. Uchycení ryb musí být provedeno tak, aby během uzení nedocházelo k jejich propadnutí. Také je třeba dbát, aby jednotlivé části ryb byly volné a navzájem se nedotýkaly.

Technologie uzení zná studený kouř (do 25 °C), teplý kouř (kolem 60 °C, používaný pouze na uzení slaniny a syrových mas) a horký kouř (80 až 90 °C), i když jeho teplotu lze libovolně regulovat (VÁCHA, 2005).

Uzení studeným kouřem

Uzení studeným kouřem probíhá při teplotách 20 až 25 °C uvnitř udicího zařízení. Výrobky jsou velmi slané, většinou je nelze přímo konzumovat a proto se používají jako polotovary pro další výrobky. Jedinou nespornou výhodou je poměrně vysoká trvanlivost. Tržnost bývá podle druhu 14 dnů až 3 měsíce.

Uzení horkým kouřem

Vlastní postup začíná navléknutím připravené ryby na udicí dráty nebo uložení na síta. Ryba musí být krátkodobě nasolena v solném nálevu. Udící proces probíhá ve třech fázích.

- I. Při teplotě 45 – 60 °C se ryby předsušují. V průběhu této fáze musí být rybí svalovina zbavena asi 12% vody. Tento cíl určuje celkovou dobu zasušování. Podle velikosti zpracované suroviny se pohybuje okolo 45 – 60 minut. Předsušování probíhá za mírně, ale nepřetržitě stoupající teploty uvnitř udicího zařízení.
- II. Druhá fáze uzení za tepla je propékání ryb., které probíhá při teplotě 80 až 100 °C. Během této fáze dochází k finálnímu tepelnému opracování, propečení rybího masa. Během pečení maso změkne, ztrácí syrovou chuť a lze je lehce oddělit od kosti. Celková doba propékání se opět řídí použitou surovinou – asi 60 minut.
- III. Poslední fáze se nazývá zakuřování a vybarvování. Teplota mírně klesá na 50 °C. Během této finální fáze vlastní technologie uzení za tepla získávají výrobky výrazné uzené aroma, které musí dostatečně proniknout i do svaloviny. Povrch ryb se barví na požadovaný stupeň syté žluté až zlatohnědé barvy. Doba zakuřování a vybarvování je ze všech tří fází nejkratší, trvá 35 – 50 minut.

V souhrnu probíhá uzení horkým kouřem asi 4 hodiny. Po ukončení všech tří fází uzení horkým kouřem se ryby vyjmou z pecí a nechají se ve zvláštních prostorách vychladnout (VÁCHA, 2005).

2.2.8. Marinování

Zpracování svaloviny ryb studenou nebo teplou marinací je nejrozšířenější technologickou operací, která se skládá ze dvou fází.

- I. Dochází k přeměně syrové rybí suroviny na stravitelnou formu a současně probíhá první část konzervace výrobku. Ryby zrají (moří se) ve slane kyselé lázni do 15 °C, tedy bez použití vyšších teplot (studené marinády) nebo se vaří (ve varné lázni nebo páře) při teplotách 80 – 100 °C (teplé marinády).
- II. Ve druhé fázi dochází k finálnímu zpracování marinovaného výrobku na úpravu určenou pro distribuci směřující k jeho ochraně před zkažením. Studené marinády se ukládají do slabšího slane kyselého nálevu, teplé se zalévají buď slane kyselým nálevem nebo rosolem, kořením různě ochucenými omáčkami nebo zálivkami, v nichž však vždy bývá přítomna sůl a kyselina octová.

Finální výrobky studených a teplých marinád jsou balené v hermeticky neuzavřených, zdravotně nezávadných obalech a uvádějí se do tržní sítě jako výrobky marinované tepelně opracované bez konzervačních přísad nebo jako výrobky marinované tepelně opracované nebo s konzervačními přísadami, případně jako hermeticky uzavřené pasterované marinády (BYKOVSKI, 1996).

2.3. Sortiment výrobků z ryb

Za výrobky z ryb a ostatních vodních živočichů se považují takové produkty, které byly podrobeny chemickému nebo fyzikálnímu upravení, zejména uzení, marinování, solení, filetování, sušení nebo zmrazení.

2.3.1. Čerstvé ryby

Výrobky z kapra

Kapr je jednou z nejznámějších, a snad i nejvýznamnějších sladkovodních ryb nejen u nás. O tom svědčí i fakt, že tvoří přes 80% veškeré rybí produkce jak ve volných vodách, tak

i v rybníkářství. Tradiční česká ryba kraluje domácímu trhu sladkovodních ryb především díky vánočním tradicím. Prodej živého vánočního kapra je každoroční akcí, která tvoří velkou část příjmů rybářským společnostem. V tomto období utrží rozhodující část celoročních příjmů.

Především ve velkých hypermarketech je již běžně k dostání kapr čerstvý chlazený, uchovávaný na ledu. Kromě takto prodávané kuchané ryby se setkáváme s porcemi jako jsou půlky, trup, filet, vnitřnosti atd. Zvláštní pozornost zasluhuje kapří filet, který díky zpracování ve zpracovně má rozrušené hřbetní kůstky, které při konzumaci takto upraveného filetu nejsou pro člověka patrné. V menších obchodech, kde není možno uchovávat čerstvou rybu na ledu, se objevují kapří porce ve vakuovém balení. Běžně je opět k dostání kapr mražený (BUCHTOVÁ, 2001).

Kapr – kuchaný s hlavou

Kuchaný kapr zbavený šupin a vnitřních orgánů. Proveďte se rozříznutím tělní dutiny v mediální rovině na břišní straně od řitního otvoru až k hlavě a ručním vyjmutím všech orgánů.

Kapr – trup

Opracovaný kapr zbavený šupin, vnitřností, hlavy a ploutví. Proveďte se oddělení hlavy obloukovitým řezem za skřelovou kostí tak aby pletenec prsních ploutví zůstal u trupu, ploutve se oddělí těsně při bázi těla.

Kapr – půlený

Opracovaný kapr zbavený šupin, vnitřností, hlavy a ploutví. Půlení je provedeno podélným řezem přibližně středem páteře.

Kapr – filet

Filet vznikne odříznutím svaloviny co nejtěsněji u páteře a žeberních kostí od hlavy až po ocasní násadec. Z filetu se vyřezávají pletence prsních a břišních ploutví. Jedná se o podstatnou část svaloviny ryby bez hlavy a ploutví, zbavenou velkých kostí. U ryb, které mají mezisvalové kůstky (např. všechny kaprovité). Lze i tyto rozrušit na drobné části, které se při další kulinářské úpravě do značné míry rozpečou. Rozrušení se provede strojním prořezáním soustavou kotoučových nožů instalovaných na společné hřídeli ve vzájemné

vzdálenosti 3 – 4 mm. Svalovina filetu se prořezává z vnitřní strany (tedy opačně než je kůže) do takové hloubky aby filet zůstal soudržný.

Kapr – podkovy

Trup ryby je při bázi těla rozdělený příčnými řezy od hřbetu k břichu podél žeber na velikostně vyrovnané části (tvar podkovy) o šířce cca 40 mm.

Kapr – vnitřnosti

Chlazené kapří gonády (jikry, mlíčí), vhodné na rybí polévku.

Kapr – hlavy

Hlavy kapra chlazené

Výrobky z ostatních druhů ryb

Štika – kuchaná s hlavou

Štika – filet

Štika – podkovy

Sumec – kuchaný

Sumec – filet

Sumec – podkovy

Amur – kuchaný s hlavou

Amur – trup

Amur – filet

Amur – podkovy

Tolstolobik – kuchaný s hlavou

Tolstolobik – trup

Tolstolobik – filet

Tolstolobik – podkovy

Bílá ryba – kuchaná s hlavou

Pstruh – kuchaný s hlavou

Ryba je zbavena vnitřních orgánů a jsou jim odstraněny žábry.

Pstruh – filet

Půlka pstruha s kůží zbavená páteře, žeberních kostí a ploutví.

Filety některých druhů ryb (kapr, pstruh) se mohou ještě upravovat zbavením kůže a takto upravené se dodávat na trh.

2.3.2. Mražené ryby

Kapr VAC mražený – vnitřnosti

Kapr VAC mražený – trup

Kapr VAC mražený – půlený

Kapr VAC mražený – filet

Kapr VAC mražený – podkovy

Kapr VAC mražený – hlavy

Štika VAC mražená – kuchaná s hlavou

Sumec VAC mražený – podkovy

Pstruh VAC mražený

Kapr PE mražený – filet

Kapr PE mražený – podkovy

Štika PE mražená – kuchaná s hlavou

Štika PE mražená – filet

Štika PE mražená – podkovy

Sumec PE mražený – kuchaný s hlavou

Sumec PE mražený – podkovy

Amur PE mražený – kuchaný s hlavou

Amur PE mražený – filet

Amur PE mražený – podkovy

Tolstolobik PE mražený – kuchaný

Tolstolobik PE mražený – podkovy

Pstruh PE mražený – kuchaný

Pstruh PE mražený – filet

Lín PE mražený – kuchaný

Lín PE mražený – filet

Candát PE mražený – kuchaný s hlavou

Tilápie PE mražená – kuchaná

2.3.3. Uzené ryby

Kapr uzený – podkovy

Amur uzený – podkovy

Tolstolobik uzený – podkovy

Pstruh uzený – kuchaný

Kapr VAC uzený – podkovy

Amur VAC uzený – podkovy

Tolstolobik VAC uzený – podkovy

Pstruh VAC uzený – kuchaný s hlavou

2.3.4. Rybí polotovary

Rybím polotovarem se rozumí tepelně neopracované nebo částečně tepelně opracované maso popřípadě směsi mas z ryb či vodních živočichů a dalších surovin, přídatných pomocných látek a látek určených k aromatizaci, určené k tepelné kuchyňské úpravě. Polotovary je povoleno prodávat pouze balené.

2.3.5. Rybí polokonzervy – prezervy

Jedná se o hermeticky balené rybí výrobky typu kaviáru, sardelových oček, sardelové pasty, pravého lososa v oleji nebo jeho imitaci z barvené svaloviny aljašské tresky, surimi apod. Na náš trh se většinou tyto výrobky importují ze zahraničí, neboť se u nás vyrábějí pouze zřídka. K jejich výrobě se používá nasolená či studeným kouřem uzená surovina, která se vkládá do hermeticky uzavíratelných skleněných, plastových nebo plechových obalů, do tub nebo se vakuově zabalí do fólií. Jako surovina se nejčastěji používají matjesy (panenští sledi), sardele, šproty, losos, treska, rybí jikry apod.

Hermeticky balené rybí polokonzervy nepasterované bez konzervačních přísad se zalévají v obalech jemným rostlinným olejem. Jejich trvanlivost je dána i obsahem NaCl (obsah soli ve výrobku je zvýšený, např. sardelová očka s kapary mají 15% soli, sardelová pasta až 25% soli) a vody v surovině, konzervačně působícími složkami kouře a olejovou zálivkou. Běžně se pro tento druh výrobku používá označení prezervy.

Druhým typem rybích polokonzerv jsou hermeticky balené pasterované, tepelně opracované (do 100°C) polokonzervy.

2.3.6. Rybí konzervy

Vyrábějí se podobnými technologickými postupy jako konzervy z jiných druhů masa, tzn. Sterilací hermeticky uzavřených obalů v přetlaku v autoklávech (příp. rotoklávech) obvykle při teplotě 115 – 121°C (podle druhu výrobku). Sterilované rybí konzervy musí splňovat podmínky tzv. obchodní sterility. Pro dodržení podmínek obchodní sterility rybích konzerv není rozhodující vliv max. teploty ve všech částech výrobku, ale především dodržení doby jejího působení. Do konzerv se zpracovávají ryby čerstvé i mražené nebo jejich části v syrovém stavu. Jako surovina se nejčastěji používají ryby, které mají ve svalovině vyšší obsah tuku, jako např. sled', makrela, šprot, tuňák atd. Pro rybí konzervy stejně tak jako i pro ostatní výrobky z ryb platí, že základní podmínkou vysoké finální jakosti je zpracování čerstvé zdravotně nezávadné suroviny. Rybí konzervy se musí sterilovat velmi šetrně, aby se neporušila soudržnost a textura rybího masa (BUCHTOVÁ, 2001).

2.4. Textura

2.4.1. Definice textury

Textura je velmi široký a těžko definovatelný pojem. V různých odvětvích má rozdílné vysvětlení.

I když neexistuje plně uspokojivá definice textury, můžeme s vysokou určitostí tvrdit, že textura potravin má následující charakteristiky:

1. Je to skupina fyzikálních vlastností, které jsou odvozené od struktury potravin.
2. Patří pod mechanickou nebo reologickou skupinu fyzikálních vlastností. Optické, elektrické, magnetické a tepelné vlastnosti patří mezi fyzikální vlastnosti, které jsou z definice textury vyloučené.
3. Skládá se ze skupiny vlastností, ne jen z jedné vlastnosti.
4. Smyslově je textura primárně vnímána pomocí hmatu, převážně v ústech, ale i ostatních částech těla se podílí na jejím hodnocení (hlavně ruky).
5. Není spojená s chemickými smysly chuť a vůně.

6. Objektivní měření se provádí jen pomocí působení hmotnosti, vzdálenosti a času; například síla má rozměr mlt^{-2} , práce má rozměr ml^2t^{-2} , a pohyb má rozměr l^3t^{-1} .

Když se textura skládá z různého počtu fyzikálních vjemů, je vhodnější hovořit o „texturových vlastnostech“, které naznačují skupinu souvisejících vlastností, než o „textuře“, která naznačuje jen jeden parametr (BOURNE, 2002).

Další možnou definicí textury, kterou formuloval SZCZESNIAK (1990) je: „Textura může být definovaná jako senzorická manifestace struktury potravin a způsob jakým tato struktura reaguje na aplikované síly, specifickými smysly podílejícími se na tom jsou zrakové, kinestetické a sluchové“.

2.4.2. Hodnocení textury masa a mastných výrobků

Význam má hlavně při vývoji technologie zpracování masa, při vývoji nových výrobků, např. výběru vhodných přídatných látek (emulgátorů, zahušťovadel, stabilizátorů) umožňujících zpracovatelům zachování textury při nižších nákladech (PEARSON 1999, SMEWING 2000).

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).

Nejčastější použití mají senzorické a instrumentální metody. Usiluje se o postupné nahrazení senzorického hodnocení instrumentálním měřením, i když měřit texturu mechanickými způsoby je složité vzhledem k anisotropní a heterogenní struktuře masa, kterou mu udělují myofibrilární bílkoviny a pojivová tkáň. Vedle toho mechanismus žvýkání při senzorickém hodnocení je složitý; zahrnuje deformaci ve stříhu, stlačování a tahu. Navíc během žvýkání potravin podléhá změnám ve struktuře, v teplotě a hydrataci vlivem kontaktu se slinami (MATHEVON 1995, CULIOLI 1995, CULIOLI 1994, THOMSEN 1988).

Pro zjištění křehkosti masa se mohou použít další způsoby hodnocení, např. měření indexu fragmentace svalových vláken. Pro sledování struktury se používá také ultrazvuk, fluorescenční detekce a analýza obrazu, které mohou charakterizovat pojivovou tkáň a definovat možnou křehkost masa (CULIOLI 1997, PEARSON 1999, LEPETIT 1994).

Jelikož je textura vyjádření strukturálních vlastností potraviny, mohou být při testování správnosti instrumentálního a senzorického hodnocení použity mikroskopické a histologické metody (SZCZESNIAK 1968).

2.4.3. Senzorická analýza

Při senzorickém hodnocení masa a mastných výrobků se textura posuzuje pohmatem a ochutnáváním v dutině ústní. Při ochutnávání v ústech lze rozlišit tři fáze; kousání, žvýkání a polykání. Lze přitom pozorovat až 20 různých fyzikálních vlastností, které se dělí na mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti. Úkolem hodnotitele je kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně vyhodnotit jejich intenzitu.

Mechanické vlastnosti jsou ty, které se vztahují k reakci potraviny na mechanické namáhání a dělí se do několika parametrů; uvádí je ČSN ISO 11036. Senzorické a fyzikální definice mechanických texturálních vlastností jsou uvedeny v tabulce číslo 1. První čtyři parametry se týkají přitažlivých sil, působících mezi částicemi potraviny a bránící rozpadu, zatímco přilnavost se vztahuje spíše na povrchové vlastnosti. Soudržnost a žvýkatelnost se mechanicky neměří přímo, a proto se dopočítávají.

Geometrické vlastnosti souvisí s rozměrem, tvarem a uspořádáním částic potraviny. Jsou vnímány dotykovými receptory umístěnými v kůži, v ústech (zejména na jazyku), a hrdle. Tyto vlastnosti jsou rozlišitelné vzhledem potraviny.

Tab. č. 5: Definice mechanických vlastností textury

Parametry	Fyzikální definice	Senzorická definice	Technika /ČSN ISO 11036/
Základní			
Tvrdost	Síla potřebná pro dosažení dané deformace.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem. V ústech je vnímána stlačením výrobku mezi zuby (tuhé látky) nebo mezi jazykem a patrem (polotuhé látky).	Vzorek se vloží mezi stoličky nebo mezi jazyk a patro a rovnoměrně se skousne či stlačí. Posuzuje se síla potřebná ke stlačení potraviny.

Soudržnost	Míra, do jaké je materiál deformován předtím, než se rozruší. /Síla vnitřních vazeb/ Je-li soudržnost větší než přilnavost, výrobek drží dohromady a nepřilne na měřicí zařízení. Měří se jako podíl práce druhého a prvního stlačení.	Mechanická texturní vlastnost, vztahující se ke stupni, do něhož může být látka deformována, než se rozpadne.	Vzorek se vloží mezi stoličky, stlačí a posuzuje se rozsah deformace před prasknutím.
Viskozita	Rychlost toku na jednotku síly.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k odporu vůči toku. Odpovídá síle potřebné ke stažení tekutiny ze lžice na jazyk nebo k rozetření na podklad.	Lžice obsahující vzorek se vloží těsně před ústa a tekutina se stáhne ze lžice na jazyk. Posuzuje se síla potřebná ke stažení tekutiny na jazyk rovnoměrným způsobem.
Pružnost	Míra, do jaké se deformovaný materiál vrací zpátky do stavu před jeho defomací poté, co byla defomující síla odejmuta. Je to vlastně elastický návrat po odnětí síly stlačení.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k rychlosti návratu stavu po defomujícím působení síly a k stupni, do něhož se deformovaný materiál vrací do původního stavu po zrušení defomující síly.	Vzorek se vloží buď mezi jazyk a patro (je-li polotuhý) nebo mezi stoličky (tuhý) a částečně stlačí, zruší se síla a posuzuje stupeň a rychlost návratu do původního stavu.
Přilnavost	Práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potraviny a povrchem dalšího materiálu, se kterým potravina přichází do styku.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle, potřebné k odstranění látky, která lne k ústům nebo k podkladu.	Vzorek se umístí na jazyk, přitlačí na patro a posuzuje se síla potřebná k jeho odstranění jazykem.

Druhotné			
Lámavost (křehkost)	Síla, kterou se materiál láme; je to výsledek vysokého stupně tvrdosti a nízkého stupně soudržnosti.	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 skousne až se rozdrobí, zlomí nebo roztříští. Posuzuje se síla při níž se vzorek rozpadne.
Žvýkatelnost	Energie vynaložená ke žvýkání pevné potraviny na stav vhodný k polykání; je to výsledek tvrdosti, soudržnosti a pružnosti.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k době žvýkání nebo počtu žvýknutí potřebných k rozmělnění tuhého výrobku do stavu vhodného k polknutí.	Vzorek se vloží do úst a zpracovává jedním žvýknutím za 1 s silou srovnatelnou s tou, které je potřeba pro proniknutí gumovitou cukrovinkou za 0,5 s. Posuzuje se energie nebo počet žvýknutí, potřebný k úpravě vzorku do stavu, vhodného pro polknutí.
Gumovitost	Energie potřebná k rozrušení polotuhých potravin na stav vhodný pro polknutí, výsledek nízkého stupně tvrdosti a vysokého stupně soudržnosti. Gumovitost se vzájemně vylučuje se žvýkatelností, protože výrobek je buď polotuhý nebo tuhý.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti měkkého výrobku. V ústech se vztahuje na úsilí, potřebné k rozmělnění výrobku do stavu vhodného k polknutí.	Vzorek se vloží do úst a zpracovává se jazykem proti patru. Posuzuje se rozsah manipulací, které jsou nezbytné k rozmělnění potravy.

Povrchové vlastnosti se týkají počitků vyvolávaných vlhkostí anebo podílem tuku. V ústech se rovněž týkají způsobu, jakým jsou tyto složky uvolňovány. Vlhkost je povrchová texturní vlastnost, která popisuje vnímání vody absorbované nebo uvolněné z potraviny. Znamená to nejen celkové množství vnímané vlhkosti, ale též typ, rozsah a způsob jejího uvolnění nebo absorpce. Obsah tuku je povrchová texturní vlastnost vztahující se na vnímání celkového podílu nebo jakosti tuku (jeho teplota tání) v potravině (ČSN ISO 110036, CIVILLE 1973, JACK 1995, HARRIES 1972).

Pro kvantitativní popis texturálních charakteristik se kromě hodnocení jednotlivých vlastností používá analýza texturálního profilu. Profil textury se upřednostňuje proto, že poskytuje kompletní analýzu všech texturálních vlastností (SZCZESNIAK 1963, CIVILLE 1973).

ČSN ISO 11036 popisuje metodu vytvoření profilu textury potravinářských výrobků: zahrnuje intenzitu, tj. stupeň, do něhož je vlastnost vnímatelná a pořadí výskytu vlastností, které může být vyznačeno následovně:

1. Fáze před žvýkáním nebo bez žvýkání zahrnuje všechny geometrické, vlhkostní a tukové vlastnosti vnímané vizuálně nebo dotykem (kůže, ruka, rty).
2. Při prvním skousnutí jsou pozorované mechanické a geometrické vlastnosti a vlastnosti tuku a vlhkosti, vnímané ústy. V této fázi pozorujeme tvrdost, soudržnost, hustotu nebo viskozitu a lámavost (křehkost).
3. Ve fázi žvýkání jsou vlastnosti jako žvýkatelnost, přilnavost a gumovitost vnímané dotykovými receptory v ústech během žvýkání anebo absorpce.
4. V reziduální fázi se hodnotí změny, které nastávají v průběhu žvýkání anebo absorpce, jako je rozsah a typ rozmělnění, absorpce vlhkosti a tvorba povlaku v ústech.
5. Při polikání se vnímá snadnost polknutí a popis jakýchkoliv zbytků, zbývajících v ústech (LEWIS 1987, SMEWING 2000, ČSN ISO 110036).

Šťavnatost je hodnocena podle množství šťávy uvolněné při žvýkání (MATHOVEN 1995).

Senzorická analýza závisí na zkušenostech hodnotitelů, je zdkouhává a nákladná. Maso musí být před hodnocením tepelně opracované, což není bezpodmínečně nutné při mechanickém hodnocení (RISVIK 1994, LAWRIE 1988). Proto se instrumentálnímu hodnocení dává přednost (CULIOLI 1995).

2.4.4. Mechanické způsoby hodnocení textury

Ačkoliv je složité přesně definovat křehkost masa fyzikálními pojmy, tento pojem zahrnuje schopnost masa být stříhané, stlačované, mělněné, a tudíž závisí přímo na mechanických vlastnostech svalu. Proto se pro hodnocení křehkosti masa používají právě mechanické testy (LEPETIT 1994).

Mechanické způsoby hodnocení textury se dělí na fundamentální, imitující (napodobující) a empirické testy.

Fundamentální testy měří jednu nebo více fyzikálních vlastností pro přesný popis vlastností potraviny; výsledky těchto testů však špatně korelují se senzorickým hodnocením. Je to pochopitelné, protože potravina se sílami v ústech rozbije na tisíce malých kousků, což není čistě inženýrská záležitost. Nejpoužívanějším fundamentálním testem je uniaxiální stlačování (TORNBERG 1996).

Pro hodnocení křehkosti masa se hodně používá empirických testů. Ačkoliv jejich definice není jednoduchá, výborně korelují se senzorickým hodnocením. Mechanická zařízení napodobují stříhání, penetraci, kousání, mělnění a stlačování zuby a jejich cílem je s co nejvyšší spolehlivostí předpovědět vnímání křehkosti spotřebitelem. Obvykle se měří síla ve stříhu, průnik kovového hrotu do masa, síla potřebná ke stlačení vzorku do definované deformace, elektrický výkon potřebný k pomletí vzorku masa, namáhání svalu v tahu (LAWRIE 1988, PEYRON 1994).

Imitující testy napodobují některé aspekty žvýkání při senzorickém hodnocení. Jde většinou o stlačování napodobující počáteční fázi žvýkání. Data mohou být analyzována a získá se texturální profil potraviny. Analýza profilu textury (TPA) nejlépe koreluje se senzorickým hodnocením (TORNBERG 1996, BOURNE 1978).

Při senzorickém hodnocení je maso kousáno předními zuby a pak je mělněno stoličkami. Pro co nejlepší korelaci se senzorickým hodnocením je snaha u mnoha mechanických testů hodnocení textury napodobit tento děj, i když deformace, které se dosahuje mechanickými prostředky, neodpovídá úplně tomu, co se děje při žvýkání (CULIOLI 1995). Pro rutinní hodnocení křehkosti masa se nejčastěji používá stříh a stlačování, zatímco mechanické vlastnosti jednotlivých strukturálních složek masa se hodnotí stlačováním a tahem (TORNBERG 1996).

Pro měření síly ve stříhu se obvykle používají přístroje s jedním nebo více nástavci (CULIOLI 1995). 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 (KRAMER 1972).

Metody, které napodobují měření síly ve skusu (Mirinz, Volodkevich), spočívají ve stlačování vzorků masa mezi dvěma tupými klíny. Zařízení Vodokevich je jedno z prvních zařízení, které měří texturální vlastnosti za podmínek simulujících žvýkání. Zakládá se na měření rychlosti průniku klínu vzorkem masa za současného měření tlaku.

Pro hodnocení textury masa se nejčastěji používá metoda stříhu dle Warnera a Bratzlera, protože nejlépe koreluje se senzorickým hodnocením křehkosti. Toto zařízení měří

sílu (nebo práci) ve stříhu masa definovaných rozměrů. Nejlepším prediktorem křehkosti je síla ve stříhu. Výsledky měření závisí na typu nože, který je buď ve tvaru trojúhelníku nebo čtverce, a na podmínkách analýzy, zejména směru působení síly na svalová vlákna a na rychlosti měření. Při nejpoužívanější konfiguraci je rovina stříhu vedena kolmo na svalová vlákna (TORNBERG 1996, PEARSON 1999, CULIOLI 1995, LEPETIT 1994, SHAMA 1973). Čím vyšší je rychlost měření, tím nižší je síla ve stříhu (WHEELER 1997). Také rozměry vzorku a způsob tepelné úpravy ovlivňují křehkost masa (PEARSON 1999). Upřednostňuje se měření po tepelné úpravě (CULIOLI 1995).

Nevýhodou měření dle Warnera a Bratzlera je, že zjištěné hodnoty nejsou výhradně odrazem křehkosti, ale výslednicí více veličin (síla řezání, síla potřebná ke stlačení vzorku při počátečním pronikání vzorkem, napětí v tahu při měření paralelně s vlákny, adheze při stříhání kolmo na svalová vlákna) (BOUTON 1978, LAWRIE 1988, BERGE 2001). Přesto se předpokládá, že korelační koeficient mezi hodnotami síly ve stříhu dle Warnera a Bratzlera a senzoricky hodnocenou křehkostí dosažený v různých publikovaných pracích se pohybuje mezi 0,60 a 0,85 (lze použít jen pro lososovité ryby). Je to uspokojivé, uváží-li se, že i v rámci senzorického hodnocení existuje variabilita (SMULDERS 1992).

Stlačování se více používá pro masné výrobky než pro maso. Při stlačování v jednom cyklu se vzorky stlačují do 80 % výšky a naměřené hodnoty síly pak korelují s výsledky senzorické analýzy (PEARSON 1999, SMULDERS 1992, TORNBERG 1966).

Měření v tahu je vhodnější pro hodnocení strukturálních složek a jejich změn, než pro určení křehkosti. Používá se zejména pro studium posmrtných změn masa a tedy pro hodnocení účinku zrání na křehkost masa (HONIKEL 1998, PURSLOW 1985).

Penetrační metoda je principiálně založena na pronikání ostrého hrotu (většinou systému 10 jehel) zatíženého konstantní tíhou do vzorku masa.

Měří se také elektrický výkon při mělnění kousku masa na elektrickém mlýnku. Byla však zjištěna nízká korelace ($r=0,47$) mezi tímto měřením a senzorickým hodnocením křehkosti (BOUTON 1972, VOISEY 1976).

Pro měření textury je důležitá standardizace podmínek vlastního měření (rozměry vzorků, orientace svalových vláken, rychlost a směr působení síly na svalová vlákna) (HONIKEL 1998).

2.4.5. Metoda analýzy texturového profilu (Texture profile analysis – TPA)

Metoda analýzy texturového profilu patří dnes mezi jednu z nejvyužívanějších metod mechanického stanovení texturových vlastností.

Instrumentální analýza texturálního profilu hodnotí texturu potravin, přičemž lépe odráží senzorické vlastnosti textury než způsoby hodnocení, které měří jeden vybraný znak. (AROCHA 1982, BREENE 1975, BOYD 1975, BOURNE 1978, SZCZESNIAK 1963).

Začátek jejího vývoje spadá do počátku 60. let 20. století, kdy se skupina vědců ze společnosti General Foods pokusila o přesnější identifikaci jednotlivých texturových vlastností potravin.

Pomocí této metody se dá získat široká škála konkrétních texturových vlastností, jejichž popis je uvedený v tabulce 2.3.1-I. Některé z nich se však navzájem vylučují, konkrétně

žvýkatelnost (definovaná jako energie potřebná na rozmělnění polopevné potraviny do stádia připravenosti na polknutí). Proto by se při publikování výsledků z TPA měla uvádět buď jedna nebo druhá zmíněná vlastnost, ale ne obě najednou (BOURNE, 2002). Které vlastnosti jsou měřeny, závisí na konkrétním výrobku (AROCHA 1982, BREENE 1975, BOYD 1975, BOURNE 1978, SZCZESNIAK 1963).

2.5. Zmrazování

Zmrazování potravin je široce užívaná metoda pro záchranu a uchování čerstvosti rychle se kazících potravin jako je ryba. Nicméně, jsou ještě některé problémy s přidruženými konvenčními mrazivými procesy, např.: nevratné poškození tkáně, struktura a barevná změna, ztráta vody po rozmrazení, atd. Velikost a umístění ledových krystalů jsou považované za nejdůležitější faktory ovlivňující kvalitu textury zmrazené potraviny (MARTINO et al. 1998).

Problémem zmrazování potravin vláknité struktury včetně rybího masa je tvorba ledu v potravíně. Nepříznivé účinky ledu ve zmrazených potravinách mohou být charakteru mechanického, koloidně chemického a biochemického. Mechanické poškození buněčných tkání nastává tlakem o ostré hrany krystalů. Mechanické poškození tkání je tím větší, čím větší jsou krystaly. A krystaly jsou tím větší, čím narůstají pomaleji, tedy čím je proces zmrazování pomalejší (INGR 2004).

Při pomalém zmrazování se tvoří centra krystalizace, krystaly se zvětšují a mechanicky poškozují tkáň. Při velmi rychlém zmrazování se velmi rychle vytváří velký počet malých krystalků v místě jejich vzniku. (INGR 2003).

Na druhé straně rychlým zmrazením (např. kryogenní mrazení) můžeme redukovat vznik ledových krystalů, díky rychlému podchlazení, které může způsobit vnitrobuněčnou

ledovou krystalizaci nebo mechanické praskání buněk. (KIM a HUNG 1994; KALICHEVSKY et al. 1995).

Zmrazování potravin má dvě fáze – vlastní zmrazování a mrazírenské skladování. Od první fáze se obecně požaduje rychlost zmrazování. Přeměna vody v led nastává v teplotním rozmezí -0,5 až -2,5°C (nejde o čistou vodu, nýbrž o roztok různých látek). Teplotní pásmo maximální tvorby krystalů je v oblasti -6 až -8°C (INGR 1999).

Rozdělení procesu zmrazování potravin (VÁCHA, BUCHTOVÁ 2005)

Celý proces zmrazování lze rozdělit na tři základní etapy:

- fáze zchlazování potraviny až k bodu mrznutí
- fáze přechodu zónou maximální tvorby krystalů (změna kapalného skupenství vody v pevné – v led)
- fáze domrazení a teplotní stabilizace (vyrovnání teplot zmrazené potraviny na teploty skladovací)

Rychlost zmrazování

Zmrazování potravin se klasifikuje jako pomalé při střední rychlosti $v < 0,16$ mm za minutu, jako rychlé při 0,16 až 0,8 mm za minutu a jako velmi rychlé při $v > 0,8$ mm za minutu (tedy > 5 cm za hodinu). Při zmrazování masa včetně rybího se požaduje rychlost zmrazování nejméně 0,3 mm za minutu (INGR 2004).

VÁCHA, BUCHTOVÁ (2005) uvádí rychlosti postupu mrazové zóny od povrchu zmrazovaného tělesa k jeho jádru. Rozeznávají následující druhy zmrazování (tabulka č. 4)

Tabulka 4: Druhy zmrazování

Druh zmrazování	Rychlost postupu mrazové zóny
velmi pomalé	pod 0,2 cm/hod
pomalé	0,2 až 1 cm/hod
rychlé	1 až 5 cm/hod
velmi rychlé	5 až 10 cm/hod
kryogenní	více jak 10 cm/hod

Různé změny které se vyskytují v rybí svalovině během zmrazení a uskladnění ovlivňuje kvalitu produktu.

2.5.1. Rozmrazování

Při rychlém způsobu zmrazování se vytváří velké množství velmi drobných krystalků ledu na místech původního výskytu vody. Tím se výrazně omezí migrace vody ke krystalizačním centrům, neboť voda mrzne ve svých původních mikrolokalitách, a dojde tak k zachování osmotických poměrů v potravine. Čím vyšší je zmrazovací rychlost, kterou se rozumí rychlost postupu zóny maximální tvorby krystalů (-1 až -5°C) od povrchu zmrazované potraviny k jejímu jádru, měřená v cm za hodinu, tím jemnější je krystalická struktura v potravine a tím méně je změněno rozdělení vody ve zmrazené potravine proti čerstvé. Při správně vedeném rozmrazení je celková jakost potravin zachována (VÁCHA, BUCHTOVÁ 2005)

Při správném (tedy pomalém) rozmrazování potraviny se voda z malých krystalků rezorbuje do tkáně na svém původním místě a buněčná tkáň neutrpí žádné poškození. Naopak potravina pomalu zmrazována vytvořila velké krystaly, ty poškodily buněčnou tkáň a při rozmrazení potraviny voda odtéká, potravina má poškozené tkáně, ztrácí vzhled a další významné vlastnosti (INGR 2003).

3. Metodika práce

Předmětem mé bakalářské práce bylo zmapování produktů ze sladkovodních ryb a pokus se skladováním rybího masa. Cílem tohoto pokusu bylo zjistit, jaký vliv má doba skladování při přesně definované teplotě (- 25°C) na texturní vlastnosti rybího masa. K pokusu byl použit kapr obecný (*Cyprinus carpio*).

3.1. Příprava filetů

Kapr obecný byl zakoupen od společnosti Lesy a rybníky města Českých Budějovic, s.r.o. Ryby pocházely z polointenzivního chovu. Na pokus bylo použito 7 šupinatých kaprů přibližně stejných tělesných rozměrů i hmotnosti (2 328 – 2 972g).

Při zabíjení ryb bylo dbáno na dodržování ustanovení zákona na ochranu zvířat proti týrání (č. 246/1992 Sb. Ve znění zákona č. 77/2004 Sb.). Následně byly odstraněny šupiny pomocí ruční odšupinovačky, byly vykuchány a filetovány. U kaprů byla stanovena výtěžnost a zapsána do tabulky č. 6 (tabulka č. 7 ukazuje výtěžnost v %) a u každé ryby byla změřena teplota a hodnota pH (tabulka. č. 8). Poté následovalo měření na analyzátoru textury TA.XT plus.

Tab. č. 6: Výtěžnost

Kapr	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Průměr
m živé ryby (g)	2 972	2 406	2 557	2 451	2 328	2 504	2 747	2 566
m bez šupin (g)	2 832	2 311	2 445	2 360	2 232	2 404	2 625	2 459
Ploutve(g)	63	66	60	68	72	76	65	067
Hlava (g)	686	492	483	438	538	612	587	548
Vnitřnosti(g)	232	314	362	255	183	258	274	268
Gonády (kg)	55	175	238	0	0	0	192	94
Trup (g)	1 795	1 402	1 375	1 557	1 381	1 434	1 593	1 505
Filety (g)	1 358	1 011	1 126	887	872	942	1 279	1 068
Pravý filet (g)	686	497	554	451	421	453	631	528
Levý filet (g)	672	514	572	436	450	489	648	540
celk.výtěžnost(%)	60,41	58,27	53,77	63,52	59,32	57,27	58,01	58,65
výtěžnost filet(%)	45,69	42,02	44,04	36,25	37,55	37,62	46,56	41,39

Tab. č. 7: Výtěžnost v %

kapr	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	průměr
Hmotnost (g)	2 972	2 406	2 557	2 451	2 328	2 504	2 747	2 566
m šupin (%)	4,71	3,95	4,38	3,71	4,12	3,99	4,44	4,19
Ploutve (%)	2,12	2,74	2,35	2,77	3,09	3,04	2,37	2,64
Hlava (%)	23,08	20,45	18,89	17,87	23,11	24,44	21,37	21,32
Vnitřnosti (%)	7,81	13,05	14,16	10,40	7,86	10,30	9,97	10,51
Gonády (%)	1,85	7,27	9,31	0,00	0,00	0,00	6,99	3,63
Trup (%)	60,40	58,27	53,77	63,53	59,32	57,27	57,99	58,65
Filety (%)	45,69	42,02	44,04	36,19	37,46	37,62	46,56	41,37
Pravý filet(%)	23,08	20,66	21,67	18,40	18,08	18,09	22,97	20,42
Levý filet(%)	22,61	21,36	22,37	17,79	19,33	19,53	23,59	20,94

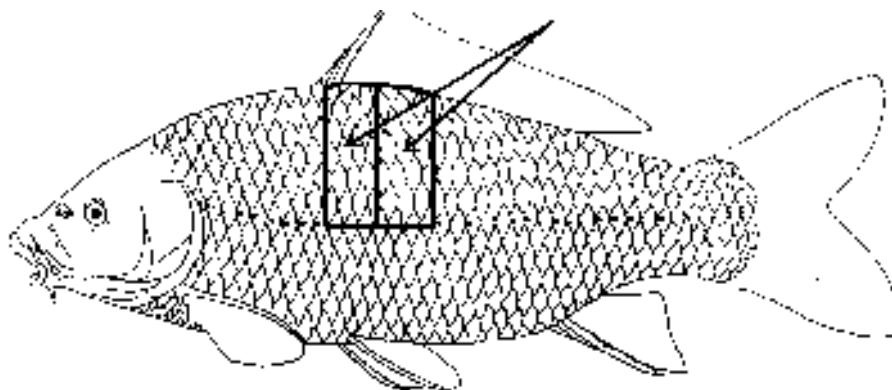
3.2. Princip měření textury analyzátořem textury TA.XT plus

Přístroj kontinuálně zaznamenává sílu, dráhu a čas za současné deformace materiálu v tahu nebo tlaku. Deformaci vzorku umístěného na základně přístroje provádí pohyblivé rameno s tenzometrem, který zaznamenává působící síly. Do tenzometru v rameni se upevňují sondy a nástavce, stejně tak i na základnu. Průběh měření se zaznamenává prostřednictvím počítačového programu ve formě deformační křivky. Propracovaný počítačový program dovoluje další zpracování křivek jako je statistické hodnocení záznamů (stanovení maximální, minimální a průměrné hodnoty, směrodatné odchylky, variačního koeficientu sledovaného parametru, atd.), matematické výpočty (označení maxima, minima parametru na křivce, výpočet plochy pod křivkou, stanovení maximální, minimální a průměrné křivky a porovnání ostatních křivek vůči nim, atd.), ukládání záznamů k dalšímu zpracování, a jiné. Tím je uživateli umožněno sledovat měřený materiál za delší časový úsek.

Přístroj pracuje na základě uživatelem zadaného nastavení. Obsluha definuje podle zvoleného režimu (měření síly nebo dráhy v tahu nebo tlaku) a podmínek měření nastavitelné parametry (Pre Test Speed, Test Speed, Post Test Speed, Distance, Force, Time, Trigger). Obslužný program je konstruován tak, aby si uživatel mohl všechny parametry nastavení uložit a při dalším měření jen rutinně opakovat. Využívá se tzv. projektů a maker. Tím se zjednodušuje obsluha přístroje na minimum.

3.3. Vlastní měření textury svaloviny ryb

Z každé ryby byly připraveny 4 vzorky o rozměrech cca 2 x 3 cm (z každého filetu jedné ryby 2 vzorky) odebraných z dorzální části svaloviny filetu těsně před hřbetní ploutví (*pinna dorsalis*), místo odběru je znázorněno na obrázku.



Textura byla měřena metodou analýzy texturového profilu (Texture profile analysis – TPA) Tato metoda analýzy texturového profilu patří dnes mezi jednu z nejvyužívanějších metod mechanického stanovení texturových vlastností. Technika zahrnuje stlačování vzorku v několika (obvykle ve dvou) cyklech za přesně definovaných podmínek. Tento test stlačování napodobuje žvýkání potravin a měří sílu vynaloženou na potravinu, obvykle se napodobují první dvě skousnutí při žvýkání potravin. Při analýze texturního profilu byly vzorky stejných rozměrů stlačovány mezi deskami ve dvou cyklech na 50 % původní výšky vzorku. Rychlost poklesu stlačovací desky byla 50 mm za minutu. Hodnoceným parametrem byla maximální síla při prvním stlačení - tvrdost [N].

Byla použita sonda (kompresní deska), která měla označení P/75. Každý jednotlivý díl hřbetní svaloviny byl vkládán na podložku pod kompresní desku. Naměřené hodnoty byly zaznamenány do počítače.

Zbylé části filetů byly vloženy do mikrotenových sáčků, označeny, vloženy do mrazicího boxu, kde byla nastavena konstantní teplota (- 25°C).

Po 4 týdnech byly filety vyjmuty z mrazicího boxu, ponechány cca 6 hodin v plastových nádobách při pokojové teplotě (21°C) rozmrznout. Následně byla opět změřena teplota a hodnoty pH (tabulka. č. 8). Z filetů byly odebrány 4 vzorky a bylo provedeno měření texturních vlastností rybího masa na analyzátoru textury TA.XT plus a byla použita stejná sonda P/75. Následoval stejný postup opětovného vložení filetů do sáčků a následné zmrazení při stejné teplotě jaká byla použita při předchozí části pokusu (- 25°C).

Za další 4 týdny od posledního měření (8 týdnů od zahájení pokusu) byly vzorky opět stejným způsobem rozmrazeny, byla změřena teplota a pH (tabulka. č. 8) a vzorky byly připraveny na měření texturních vlastností masa a následovalo poslední měření na analyzátoru textury TA.XT plus za použití sondy P/75.

Všechny výsledky byly zaznamenány v elektronické podobě a následně pomocí přesně definovaných vzorečků vypočítány všechny hodnoty vybraných texturních vlastností rybího masa. Byly vybrány tyto vlastnosti: tuhost (hardness), elasticita (springiness), soudržnost (cohesiveness), žvýkatelnost (chewiness).

Všechny zjištěné údaje byly následně statisticky zpracovány pomocí softwarového programu STATISTICA (verze 6.1 pro Windows, StatSoft). Byla použita analýza jednocestná ANOVA za použití Tukeyho testu, hladina významnosti $p < 0,05$. Byly také rovněž zhotoveny grafy v softwarovém programu Microsoft Office Excel 2003.

4. Výsledky

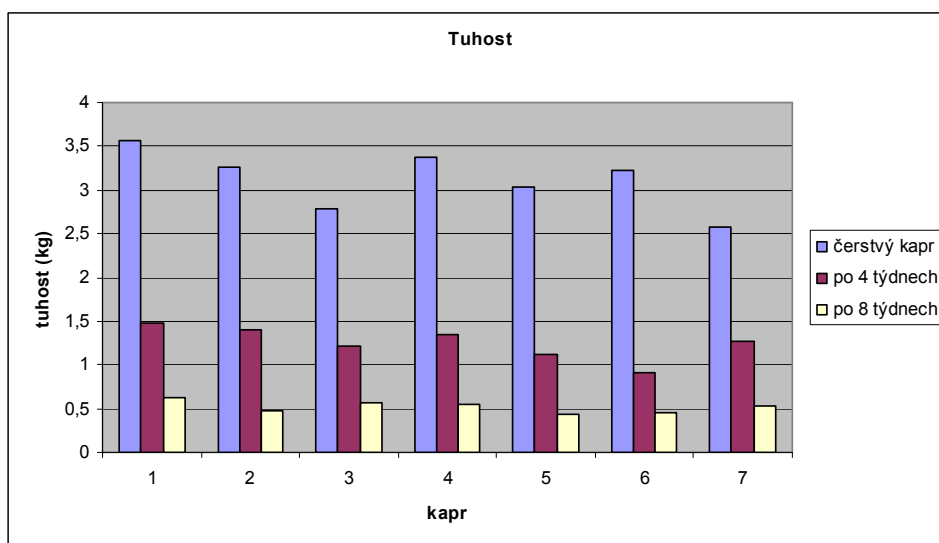
Tab. č. 8: Teplota a pH

Kapr	Teplota (°C)			pH		
	čerstvý	po 4 týd.	po 8 týd.	čerstvý	po 4 týd.	po 8 týd.
1	16,7	10,9	10,3	7,01	6,87	6,83
2	16,8	10,7	9,9	6,92	6,87	6,85
3	16,7	11,0	10,1	7,04	6,91	6,82
4	17,0	10,5	10,6	6,91	6,89	6,87
5	17,0	10,1	9,6	6,92	6,88	6,84
6	16,8	11,4	10,0	7,02	6,93	6,87
7	16,9	10,7	10,2	6,93	6,94	6,86
Průměr	16,84	10,76	10,12	6,96	6,91	6,85

Mezi čerstvými rybami se teplota příliš nelišila (teplotní rozdíl činil 0,3 °C). Malý teplotní rozdíl byl způsoben stejnou teplotou prostředí, ve kterém se ryby nacházely. Po rozmrazení byl teplotní rozdíl mezi jednotlivými rybami větší (po 4 týdnech 1,3 °C a po 8 týdnech 1,0 °C). Větší teplotní rozdíl mohl být způsoben rozdílnou velikostí filetů z ryb (větší filety se rozmrazovaly pomaleji a udržely si tak déle nižší teplotu).

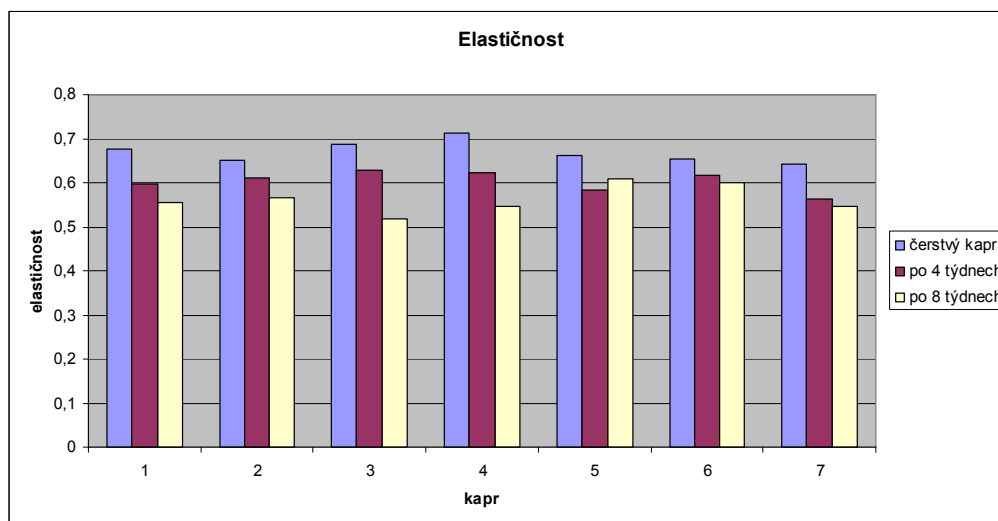
4.1. Vliv doby zmrazování na texturní vlastnosti

Graf č. 1: Vliv doby zmrazování na tuhost



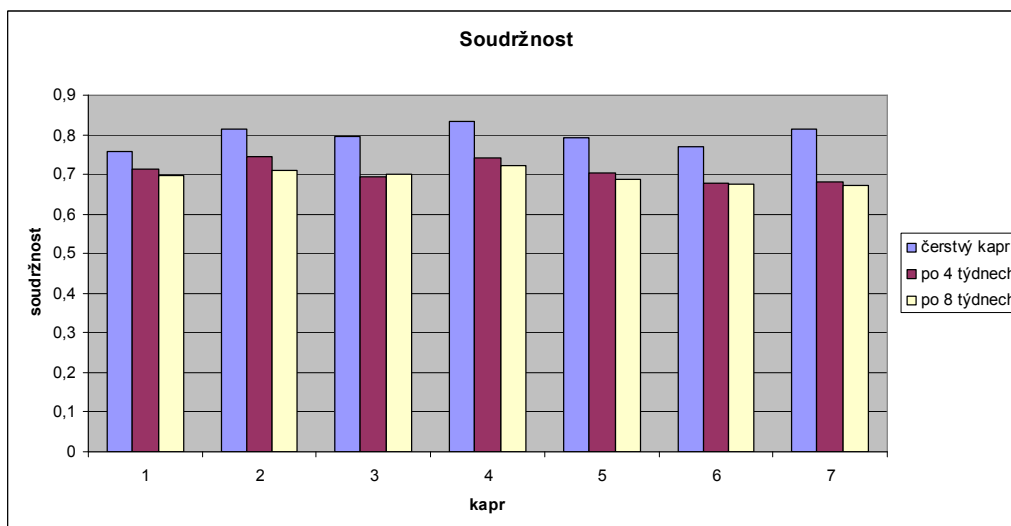
Nejvyšších průměrných hodnot měření TPA tuhosti bylo naměřeno u čerstvých vzorků ($3,119 \text{ kg} \pm 0,342 \text{ kg}$). Následovaly vzorky po 4 týdnech ($1,251 \text{ kg} \pm 0,194 \text{ kg}$) a 8 týdnech ($0,523 \text{ kg} \pm 0,069 \text{ kg}$). Čerstvé vzorky a vzorky po 4 týdnech a 8 týdnech zmražení se významně mezi sebou statisticky lišily (hladina významnosti $p < 0,05$).

Graf č. 2: Vliv doby zmrazování na elasticitu



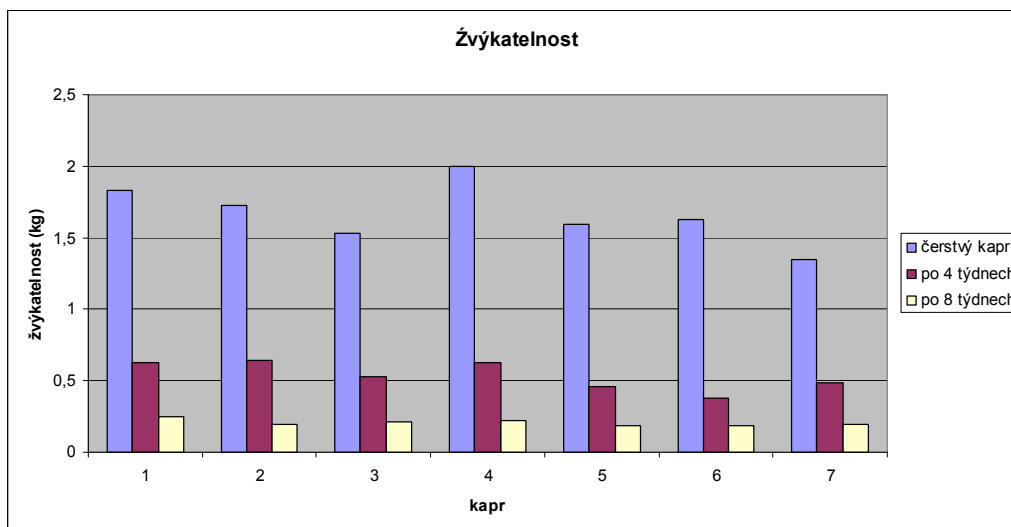
Nejvyšších průměrných hodnot měření TPA elasticity bylo naměřeno u čerstvých vzorků ($0,669 \pm 0,024$). Následovaly vzorky po 4 týdnech ($0,603 \pm 0,023$) a 8 týdnech ($0,564 \pm 0,032$). Čerstvé vzorky a vzorky po 4 týdnech a 8 týdnech zmražení se významně mezi sebou statisticky lišily (hladina významnosti $p < 0,05$). Vzorky po 4 týdnech a po 8 týdnech byly statisticky shodné (neprůkazné ne shodné).

Graf č. 3 : Vliv doby zmrazování na soudržnost



Nejvyšších průměrných hodnot měření TPA soudržnosti bylo naměřeno u čerstvých vzorků ($0,797 \pm 0,026$). Následovaly vzorky po 4 týdnech ($0,707 \pm 0,027$) a 8 týdnech ($0,695 \pm 0,019$). Čerstvé vzorky a vzorky po 4 týdnech a 8 týdnech zmražení se významně mezi sebou statisticky lišily (hladina významnosti $p < 0,05$).

Graf č. 4 : Vliv doby zmrazování na žvýkatelnost



Nejvyšších průměrných hodnot měření TPA žvýkatelnosti bylo naměřeno u čerstvých vzorků ($1,665 \text{ kg} \pm 0,211 \text{ kg}$). Následovaly vzorky po 4 týdnech ($0,536 \text{ kg} \pm 0,101 \text{ kg}$) a 8 týdnech ($0,204 \text{ kg} \pm 0,022 \text{ kg}$). Čerstvé vzorky a vzorky po 4 týdnech a 8 týdnech zmražení se významně mezi sebou statisticky lišily (hladina významnosti $p < 0,05$).

5. Diskuze

V průběhu pokusu došlo ke snížení hodnot všech sledovaných texturních vlastností rybího masa. Nejvýraznější rozdíl naměřených průměrných hodnot byl zaznamenán mezi čerstvými vzorky a vzorky, které byly rozmrazeny po 4 týdnech (u tuhosti činil tento rozdíl 1,868 kg; u elasticnosti 0,066; u soudržnosti 0,09 a u žvýkatelnosti 1,129 kg). Diference mezi vzorky rozmraženými po 4 týdnech a vzorky, které byly rozmrazeny po 8 týdnech nebyla tak výrazná (u tuhosti činila 0,728 kg; u elasticnosti 0,039; u soudržnosti 0,012 a u žvýkatelnosti 0,332 kg).

Tento pokles průměrných hodnot texturních vlastností vzorků mohl být způsoben pomalým zmrazením. Před zmrazením vzorků nedošlo ke zchlazení, proces mrazení byl delší a mohl dát vzniknout velkým krystalům, které poškodily buněčné tkáně v mase (teplotní pásmo maximální tvorby krystalů je v oblasti - 1 až - 5 °C).

Jak uvádí INGR (2004), zmrazování potravin vláknité struktury včetně rybího masa je tvorba ledu v potravině. Nepříznivé účinky ledu ve zmrazených potravinách mohou být charakteru mechanického, koloidně chemického a biochemického. Mechanické poškození buněčných tkání nastává tlakem o ostré hrany krystalů. Mechanické poškození tkání je tím větší, čím větší jsou krystaly. A krystaly jsou tím větší, čím narůstají pomaleji, tedy čím je proces zmrazování pomalejší.

Při pomalém zmrazování se tvoří centra krystalizace, krystaly se zvětšují a mechanicky poškozují tkáně. Při velmi rychlém zmrazování se velmi rychle vytváří velký počet malých krystalků v místě jejich vzniku. (INGR 2003).

VÁCHA, BUCHTOVÁ (2005) uvádí rychlosti postupu mrazové zóny od povrchu zmrazovaného tělesa k jeho jádru. Rozeznávají následující druhy zmrazování:

velmi pomalé – pod 0,2 cm/hod, **pomalé** – 0,2 až 1 cm/hod, **rychlé** – 1 až 5 cm/hod, **velmi rychlé** – 5 až 10 cm/hod a **kryogenní** – více jak 10 cm/ hod.

Dalším aspektem, který mohl hrát roli v poklesu průměrných hodnot vybraných texturních vlastností, mohla být doba, po kterou byly ryby zmrazovány. Bylo použito běžné zmrazování, při kterém dochází k pomalému vzniku krystalů, které mají za důsledek rozrušování buněk a posléze při rozmrazování uvolněná voda otekla. Následkem tohoto faktu mohlo dojít ke snížení hodnot texturních vlastností.

Podle VÁCHY a BUCHTOVÉ (2005) se při rychlém způsobu zmrazování vytváří velké množství velmi drobných krystalků ledu na místech původního výskytu vody. Tím se výrazně omezí migrace vody ke krystalizačním centřům, neboť voda mrzne ve svých původních mikrolokalitách, a dojde tak k zachování osmotických poměrů v potravíně.

Při správném (tedy pomalém) rozmrazování potraviny se voda z malých krystalků rezorbuje do tkáně na svém původním místě a buněčná tkáň neutrpí žádné poškození. Naopak potravina pomalu zmrazována vytvořila velké krystaly, ty poškodily buněčnou tkáň a při rozmrazení potraviny voda odtéká, potravina má poškozené tkáně, ztrácí vzhled a další významné vlastnosti (INGR 2003).

Podle PIPKA (1999) je při zmrazování velmi důležitým faktorem vaznost vody. Obvykle se vaznost vyjadřuje jako podíl vody vázané (tj. hydratační a imobilizované) k celkovému obsahu vody v mase a nebo se naopak uvádí jako veličina představující obsah volné vody.

Vaznost vody nebyla při pokusu zkoumána, takže nemůžeme s určitostí říci kolik vody mohlo být ztraceno při zmrazování a rozmrazování.

6. Závěr

Z mého pokusu vyplynulo, že nejvyšších hodnot texturních vlastností dosahovalo maso čerstvé, následovalo maso mražené po dobu 4 týdnů. Nejnižší hodnoty byly zjištěny u masa, které bylo zmrazeno 8 týdnů.

V průběhu pokusu bylo zjištěno, že uchováním při nízkých teplotách (-25°C) se sledované texturní vlastnosti svaloviny kapra obecného snižovaly a tím klesala jejich kvalita.

Rozdíly mezi jednotlivými měřeními byly statisticky prokazatelné (hladina významnosti $p < 0,05$). Čerstvé vzorky a vzorky po 4 týdnech a 8 týdnech zmražení se mezi sebou významně statisticky lišily. Pouze rozdíly u soudržnosti mezi 4. a 8. týdnem měření byly statisticky shodné (neprůkazné ne shodné).

V důsledku možného nedokonalého procesu mražení a následného rozmražení došlo zřejmě k uvolnění vody vázané v mase. Maso obsahovalo méně vody než při předchozím měření. Tento fakt pravděpodobně zapříčinil takto výrazný rozdíl mezi naměřenými hodnotami texturních vlastností čerstvých vzorků svaloviny kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a hodnotami, které byly naměřeny u rozmraženého masa.

Při skladování masa při nízkých teplotách (v tomto případě při -25°C) je nutné dbát správného technologického postupu aby došlo jen k minimálním ztrátám vody a zabránilo se nadměrné tvorbě velkých krystalů, které rozrušují buněčnou strukturu svaloviny a tím dochází ke snížení kvality produktu.

7. Literatura

1. Arocha, P.M. – Toledo, R.T.: Descriptors for texture profile analysis of frankfurter-type products from minced fish. *Journal of Food Science*, 1982, 47, 695-698, ISSN 0022-1147.) Berge, P. – Ertbjerg, P. – Larse, L.M. – Astruc, T. – Vignon, X.
2. Berka, R.: Světová akvakultura – Výhled na rok 2003. *Rybníkářství*, 2003, roč.13, č.4, s 3
3. Boccard, R.: The development and physical structure of muscle collagen in relation to meat toughness. *Journal of the South African Veterinary Association*, 1973, 44 (4), 351-362, ISSN 1099-9128.
4. Bourne, M.C.: *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2nd ed. Academic Press, An Elsevier Science Imprint, 2002, 427 s. ISBN 0-12-119062-5.
5. Bourne, M.C.: Texture profile analysis. *Food Technology*, 1978, 37 (7), 62-66, ISSN 0367-2891.
6. Bouton, P.E. – Harris, P.V.: A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. *Journal of Food Science*, 1972, 37, 218-221, ISSN 0022-1147.
7. Bouton, P.E. – Harris, P.V.: Factors affecting tensile and Warner-Bratzler shear values of raw and cooked meat. *Journal of Texture Studies*, 1978, 9, 395-413, ISSN 0022-4901.
8. Boyd, J.V. – Sherman, J.: A study associated with hardness evaluation in several foods, *Journal of Texture Studies*, 1975, 6, 507-522, ISSN 0022-4901.
9. Breene, W.M. – Barker, T.G. : Development and application of a texture measurement procedure for textured vegetable protein. *Journal of Texture Studies*, 1975, 6, 459-472, ISSN 0022-4901.
10. Buchtová, H.: *Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů, alimentární nemoci ryb, mrazírenství*, Brno: Veterinární a farmaceutická universita, Brno, 2001, s. 164
11. Bukovský, P., Dutkiewicz, D.: *Zpracování sladkovodních ryb a vybavení malých zpracoven*. FAO Řím, 1996: 19 – 33
12. Civille, G.V. – Szczesniak, A. S.: Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of Texture Studies*, 1973, 4, 204-223, ISSN 0022-4901.

13. Culioli, J.: Meat Tenderness: Mechanical Assessment. In: Ahmed Ouali (Eds.), Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. 1995, ECCEAMST, 239-266.
14. Culioli, J.: Le chauffage de la viande incidences sur la dénaturation des protéines et la texture. Viandes et Produits Carnés, 1994, 15 (5), 159-164, ISSN 0241-0389.
15. Harries, J.M. – Rhodes, D.N. – Chrastall, B.B.: Meat texture I. Subjective assessment of the texture of cooked beef. Journal of Texture Studies, 1972, 3, 101-114, ISSN 0514-7441.
16. Honikel, K.O.: Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 1998, 49, (4), 447-457, ISSN 0309-1740.
17. Ingr, I.: Jakost a zpracování ryb. MZLU Brno, 2004, 107 s.
18. Ingr, I.: Produkce a zpracování masa. Brno. Skriptum MZLU, 2004, 102 s.
19. Ingr, I.: Produkce a zpracování masa. MZLU Brno, 2003, 202 s.
20. Ingr, I.: Základy konzervace potravin. MZLU Brno, 1999, 106 s.
21. Jack, F.R. – Peterson, A. – Piggott, J.R.: Perceived texture: direct and indirect methods for use in product development. International Journal of Food Science and Technology, 1995, 30, 1-12, ISSN 0950-5423.
22. Koohmarie, M.: A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. Journal of Animal Science, 1997, 75, 2423-2432, ISSN 0514-7441
23. Kramer, A.: Texture – its definition, measurement and relation to other attributes of food quality. Food Technology, 1972, 34, 1-6, ISSN 0367-2891.
24. Lawrie, R.A.: Developments in Meat Science – 4, Red, London and New York, Elsevier Applied Science Publishers, Ltd, 1988, 361 s., ISSN 1-85166-198-0.
25. Lepetit, J – Culioli, J.: Mechanical properties of meat. Meat Science, 1994, 36, 203-237, ISSN 0309-1740.
26. Lewis, M.J.: Physical properties of foods and food processing systems. Wiley, John & Sons, Incorporated, London, 1987, 465 s., ISBN 08-957-3399-4.
27. Ma Kim, N.K. - Hung Y.C.: Freeze-cracking in foods as effected by physical properties. J. Food Sci. 1994, 59(3), 669-674.
28. Mathoven, E. – Mioche, L. – Brown, W.E. – Culioli, J.: Texture analysis of beef cooked at various temperatures by mechanical measurements, sensory assessments and electromyography. Journal of Texture Studies, 1995, 26, 175-192, ISSN 0022-4901.

29. Moller, A.J.: Tenderization of beef by lactic acid injected at different times post mortem. *Meat Science*, 2001, 57, 347-367, ISSN 0309-1740.
30. MZe (2002, 2008)
31. Pearson, A.M. – Dutson, T.R.: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, 1.ed., 1999, 505 s., ISBN 0-8342-1305-2.
32. Peron, M.A. – Mioche, L. – Culioli, J.: Bite force and sample deformation during hardness assessment of viscoelastic models of foods. *Journal of Texture Studies*, 1994, 24, 59-76, ISSN 0022-4901.
33. Pipek, P.: Technologické vlastnosti masa I. *Maso*, 1997, 56 – 62.
34. Pipek, P.: Technologie masa II. 1.ed. Karmelitánské nakladatelství. Praha, 1998, 360 s.
35. Pipová, M.: Hygiena a technológia spracovania sladkovodných a mořských ryb
Košice: Universita veterinárního lékařstva v Košiciach, 2006, ISBN 80 – 8077-048-4
36. Purslow, P.P.: The physical basis of meat texture: observations on the fracture behaviour of cooked bovine. *Meat Science*, 1985, 12, 39-60, ISSN 0309-1740.
37. Risvik, E. : Sensory properties and preferences. *Meat Science*, 1994, 36, 67-77, ISSN 0309-1740.
38. Segars, R.A. – Hamel, R.G. – Kapsalis, J.G. – Kluter, R.A.: A punch and die test cell for determining the textural qualities of meat. *Journal of Texture Studies*, 1975, 6, 211-225, ISSN 0022-4901.
39. Seideman, S.C.: Methods of expressing collagen characteristics and their relationship to meat tenderness and muscle fibre types. *Journal of Food Science*, 1986, 51, 273-276, ISSN 0022-1147.
40. Shama, F. – Sherman, P.: Evaluation of some textural properties of food with the Instron universal testing machine. *Journal of Texture Studies*, 1973, 4, 344-353, ISSN 0022-4901.
41. Smewing, J.: Jak analýza textury zlepšuje jakost. *Maso*, 2000, 10 (3), 27-28, ISSN 1210-4086.
42. Smulders, F.J.M. – Laack, H.L.J.M. van: 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, 1992, 181-208, ISBN 90-800360-4-8.
43. Szczesniak, A.S : Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 1963, 28, 385-389, ISSN 0022-1147.

44. Szczesniak, A.S: Correlations between objective and sensory texture measurements, Food Technology, 1968, 22, 981-986, ISSN 0367-2891.
45. Szczesniak, A.S: Texture: It is still an overlooked food attribute? Food Technology, 1990, 44(9), s. 86 -95.
46. Šilhavý, V.: Výroba a užití ryb v České republice – současnost a výhled (online).2006, Rybářské sdružení ČR.
47. Thomsen, H.H. – Zeuthen, P.: The Influence of mechanically deboned meat and the pH on the water holding capacity and texture of emulsion type products. Meat Science, 1998, 24, 189-194, ISSN 0309-1740.
48. Tornberg, E.: Biophysical aspects of meat tenderness. Meat Science, 1996, 43, 175-191, ISSN 0309-1740
49. Vácha, F., Buchtová, H.: Komodity akvakultury. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2005 s. 104 ISBN 80-7040-758-1
50. Vácha, F.: Zpracování ryb, skriptum JU ZF Č. Budějovice 2000, s. 104
51. ČSN ISO 11036 Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury, Český normalizační institut, 1997.

8. Přílohy

Příloha č. 1

Parametry analýzy profilu textury – čerstvý kapr (průměr, směrodatná odchylka)

Kapr	Tuhost (kg)	Elastičnost	Soudržnost	Žvýkatelnost (kg)
1	3,572	0,677	0,758	1,833
2	3,254	0,652	0,813	1,725
3	2,796	0,687	0,797	1,531
4	3,371	0,712	0,832	1,997
5	3,037	0,661	0,793	1,592
6	3,223	0,654	0,771	1,625
7	2,579	0,642	0,815	1,349
Průměr	3,119 ± 0,342	0,669 ± 0,024	0,797 ± 0,026	1,665 ± 0,211

Parametry analýzy profilu textury – po 4 týdnech (průměr, směrodatná odchylka)

Kapr	Tuhost (kg)	Elastičnost	Soudržnost	Žvýkatelnost (kg)
1	1,478	0,597	0,712	0,628
2	1,412	0,611	0,745	0,643
3	1,217	0,627	0,693	0,529
4	1,355	0,622	0,741	0,625
5	1,117	0,582	0,705	0,458
6	0,907	0,616	0,678	0,379
7	1,271	0,563	0,681	0,487
Průměr	1,251 ± 0,194	0,603 ± 0,023	0,707 ± 0,027	0,536 ± 0,101

Parametry analýzy profilu textury – po 8 týdnech (průměr, směrodatná odchylka)

Kapr	Tuhost (kg)	Elastičnost	Soudržnost	Žvýkatelnost (kg)
1	0,631	0,556	0,698	0,245
2	0,478	0,567	0,711	0,193
3	0,574	0,519	0,701	0,209
4	0,552	0,547	0,723	0,218
5	0,443	0,608	0,688	0,185
6	0,454	0,601	0,675	0,184
7	0,527	0,547	0,672	0,194
Průměr	0,523 ± 0,069	0,564 ± 0,032	0,695 ± 0,019	0,204 ± 0,022

Příloha č. 2

Statistické rozdíly mezi jednotlivými měřeními texturních vlastností svaloviny kapra obecného (*Cyprinus carpio*) za použití Tukeyho testu, hladina významnosti $p < 0,05$

Tuhost

	{1}	{2}	{3}
čerstvy {1}		0,000149	0,000149
4 týdny {2}	0,000149		0,000177
8 týdnů {3}	0,000149	0,000177	

Elastičnost

	{1}	{2}	{3}
čerstvy {1}		0,000628	0,000150
4 týdny {2}	0,000628		0,034408
8 týdnů {3}	0,000150	0,034408	

Soudržnost

	{1}	{2}	{3}
čerstvy {1}		0,000152	0,000150
4 týdny {2}	0,000152		0,606683
8 týdnů {3}	0,000150	0,606683	

Žvýkatelnost

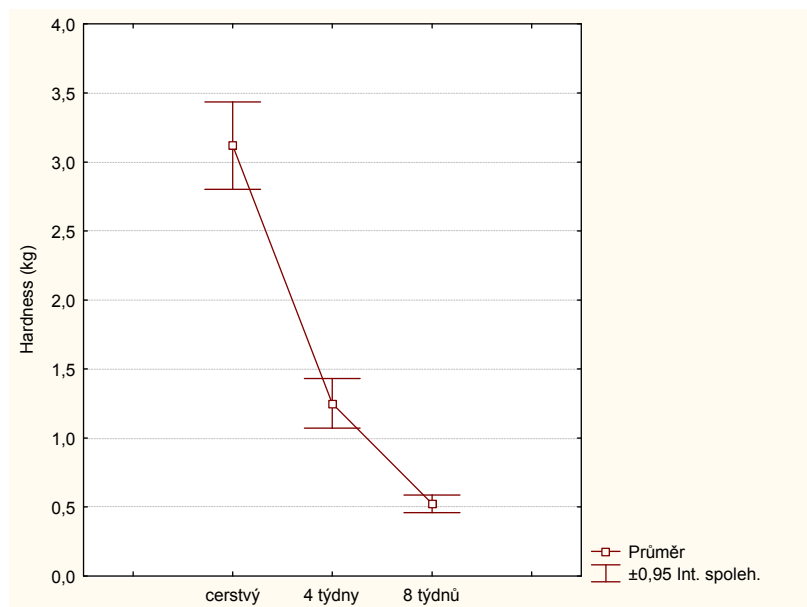
	{1}	{2}	{3}
čerstvy {1}		0,000149	0,000149
4 týdny {2}	0,000149		0,000763
8 týdnů {3}	0,000149	0,000763	

Rozdíly mezi jednotlivými měřeními byly statisticky prokazatelné (hladina významnosti $p < 0,05$). Čerstvé vzorky a vzorky po 4 týdnech a 8 týdnech zmražení se mezi sebou významně statisticky lišily (**červeně znázorněné hodnoty**). Naopak vzorky, které byly statisticky shodné (neprůkazné ne shodné) jsou uvedeny v tabulkách černou barvou.

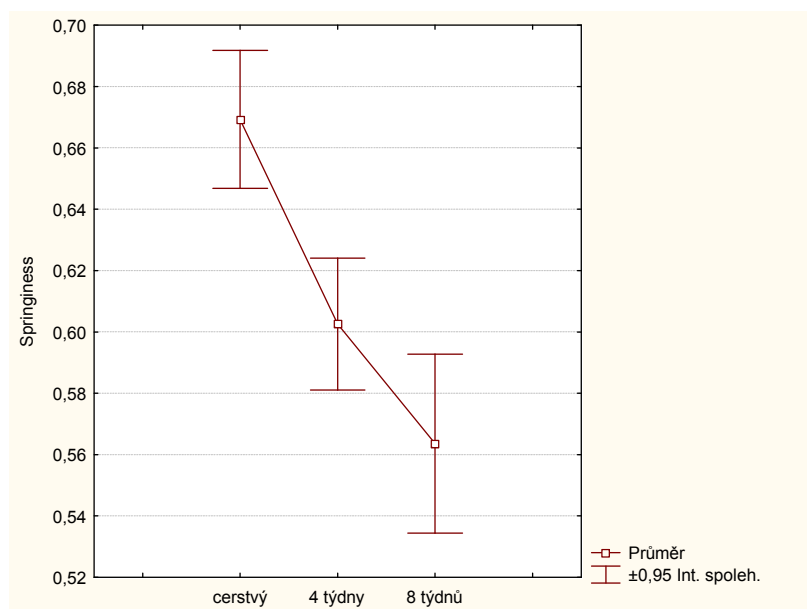
Příloha č. 3

Grafy znázorňující změny hodnot texturních vlastností v průběhu pokusu

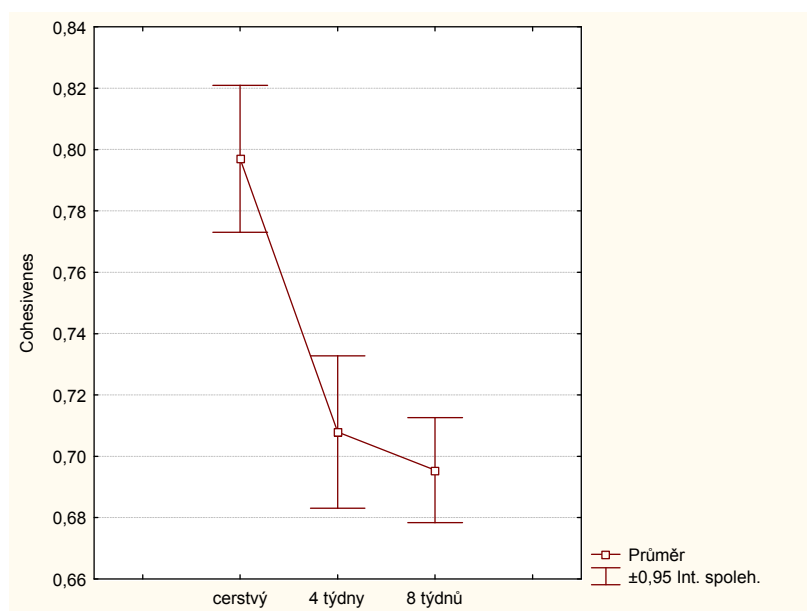
Tuhost



Elastičnost



Soudržnost



Žvýkatelnost

