

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

1126875

**DĹŽKOVO HMOTNOSTNÉ PARAMETRE RÝB
ZAMERANÉ NA VEK A RAST JEDNOTLIVÝCH DRUHOV**

2010

Miroslav Bielik

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

**DĹŽKOVO HMOTNOSTNÉ PARAMETRE RÝB
ZAMERANÉ NA VEK A RAST JEDNOTLIVÝCH DRUHOV**

Bakalárska práca

Študijný program:	Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Študijný odbor:	6.1.1 Všeobecné poľnohospodárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra hydínarstva a malých hospodárskych zvierat
Školiteľ:	Ing. Jaroslav Andreji, PhD

Nitra 2010

Miroslav Bielik

Čestné vyhlásenie

Dole podpísaný Miroslav Bielik vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému “Dĺžkovo hmotnostné parametre rýb zamerané na vek a rast jednotlivých druhov“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 12. mája 2010

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa chcel pod'akovať hlavne vedúcemu mojej práce, Ing. Jaroslavovi Andrejimu, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce. Osobitné pod'akovanie patrí mojim rodičom a najbližším a tým, ktorí mi neustále pomáhali cennými radami a poznámkami, bez ich pomoci by sa táto práca nezrealizovala.

Abstrakt

V našej práci sme sa zaoberali metódami zisťovania veku a rastu jednotlivých druhov na základe dĺžkovo-hmotnostných parametrov. Vďaka periodicite rastu, ktorý sa viditeľne prejavuje na šupinách, kostiach a otolitoch v podobe striedania širších zón letného prírastku a užších zón, ktoré charakterizujú zimný prírastok, je možné určiť nielen vek skúmanej ryby, ale poznajúc dĺžku a váhu v dobe ulovenia, aj jej lineárny a váhový rast v uplynulých rokoch. Cieľom práce bolo porovnať jednotlivé metódy stanovenia veku na základe odobratých šupín, otolitov a stavcov. Ďalej sme popísali rôzne techniky a metódy odberu biologických vzoriek (šupín, otolitov, stavcov) a ich následné spracovanie a archivovanie za účelom zachovania vzorky a možnosti ďalšej manipulácie s nimi. V samotnom závere sme sa snažili zosumarizovať a vyhodnotiť jednotlivé metódy z hľadiska ich presnosti a náročnosti.

Kľúčové slová: vek, rast, spätný výpočet, ryby

Abstract

In our work we have discussed methods of investigation of age and growth of individual species based on length-weight parameters. Due to the periodicity of growth is clearly reflected in the scales, bones and Otoliths in the form of alternating zones of summer gain broader and narrower zones which are characterized by winter growth can be examined to determine not only cover the fish, but knowing the length and weight at the time of capture, its linear weight and growth in recent years. The goal was to compare different methods of determining the age of the collected flakes, Otoliths and vertebrae. Next, we describe the different techniques and sampling of biological samples (scales, Otoliths, vertebrae) and their subsequent processing and archiving to preserve the samples and the possibility of further handling. In the very end we have tried to summarize and evaluate different methods for accuracy and difficulty.

Key words: age, growth, back calculation, fish

Obsah

Obsah.....	6
Úvod.....	7
1 Súčasný stav riešenej problematiky.....	8
2 Cieľ práce.....	14
3 Materiál a metodika.....	15
3.1 Biologický materiál	15
3.1.1 Šupiny.....	15
3.1.2 Otolity	17
3.1.3 Stavce.....	20
3.2 Techniky odberu biologického materiálu	21
3.2.1 Techniky odberu šupín	21
3.2.2 Techniky odberu otolitov	23
3.2.3 Techniky odberu stavcov	24
3.3 Stanovenia veku.....	27
3.4 Stanovenia rastu.....	27
3.4.1 Meranie rýb.....	28
3.4.2 Metódy priameho pozorovania.....	31
3.4.3 Metódy spätného výpočtu rastu.....	31
3.4.3.1 Metóda Einara Lea.....	32
3.4.3.2 Metóda R. Lee.....	32
3.4.3.3 Metóda Monastýrskeho.....	33
3.4.3.4 Metóda Vovkova (Vovk).....	33
3.4.3.5 Metóda Von Bertalanffy.....	34
3.4.3.6 Metóda Forda a Walforda.....	35
4 Záver.....	36
5 Zoznam použitej literatúry.....	37

Úvod

Na úvod tejto tematiky by som rád podotkol, že už odjakživa majú, či už rybári alebo ľudia zaoberajúci sa danou tematikou, problém s určovaním veku a rastu rýb, nakoľko niektoré druhy rýb vykazujú nevýrazné ročné prírastky a ich vek nezodpovedá daným parametrom, čiže ich veľkosti. Faktom je aj to, ryby sú počas života vystavené rôznym negatívnym faktorom, ako je napríklad parazitárne, vírusové alebo bakteriálne ochorenie. Nesmieme zabudnúť na najväčšie negatívne faktory, ktoré ovplyvňujú hlavne rast a tými sú hlad, čiže nedostatok potravy, ako aj obdobie v čase neresu. Na základe týchto poznatkov sa vyvinuli rôzne techniky určenia veku, ktoré podrobnejšie popisujú rôzne vzorce, merania.

Ryby ako poikilothermné zvieratá sa vyznačujú periodickým rastom, závislým od ročného obdobia. Platí to najmä pre mierne pásmo a severné či južné šírky, avšak aj ryby tropických vôd rastú periodicky, aj keď tu sezónnosť rastu nie je tak výrazná. Vďaka periodicite rastu, ktorá sa viditeľne prejavuje na šupinách, kostiach a otolitoch v podobe striedania širších zón letného prírastku a užších zón, ktoré charakterizujú zimný prírastok, je možné určiť nielen vek skúmanej ryby, ale poznajúc dĺžku a váhu v dobe ulovenia, aj jej lineárny a váhový rast v uplynulých rokoch. Hranica medzi úzkym zimným prírastkom a širokým letným prírastkom je obyčajne jasná, na šupinách vyjadrená v podobe hlbšej ryhy a nepravidelných, akoby odseknutých skleritov, na otolitoch a kostiach v podobe tmného pruhu. Nazývame ju *annulus* a znamená jedno prežité ročné obdobie (Holčík, Hensel, 1972).

Periodicita rastu rýb súvisí aj s príjmom potravy. Na jar a na jeseň intenzívnejšie prijímajú potravu, cez zimu minimálne alebo vôbec. Tomuto zodpovedajúc na jar a na jeseň je ich rast intenzívnejší, cez zimu zas pomalší. Nerovnomerný rast zanechá stopy na šupinách, stavcoch, niektorých plochých kostiach, na lúčoch plutiev. Na šupinách a stavcoch sa vytvárajú koncentrické prstence: jarný prstenec je kvôli rýchlejšiemu rastu redší, zimný prstenec je kvôli pomalšiemu rastu hustejší. Jarný prstenec je svetlejší ako zimný, ktorý je tmavší. Podľa týchto prstencov sa neskôr dá určiť ich vek (Gurkó.I, 1983).

1 Súčasný stav riešenej problematiky

Medzi základné prejavy živej hmoty patria **rast** a **vývoj**. Rast je proces kvantitatívnych zmien, ktorý sa prejavuje zmenou hmotnosti alebo rozmerov tela. Rastom sa často rozumie zväčšovanie výšky, obvodu a dĺžky tela jedincov. Živá hmotnosť je najdôležitejším ukazovateľom rastu, a keď je meraná v pravidelných intervaloch, môže byť použitá pre zostavenie rastovej krivky. Ak by sa z praktických dôvodov chcela určiť efektívnosť konverzie živín, bolo by možné zostaviť napríklad krivku intenzity prírastkov. Biologickou podstatou rastu je rozmnožovanie buniek, zväčšovanie buniek, inkorporácia látok prijatých z prostredia, v ktorom zvieratá žijú. Vývoj je proces kvantitatívnych zmien. Jeho biologickou podstatou je funkčná diferenciácia buniek. Za vývojové možno považovať zmeny v zložení, štruktúre alebo schopnosti. Funkčnou diferenciáciou buniek vznikajú nové tkanivá, orgány, sústavy orgánov a jedince. Rast a vývoj sú procesy, ktoré nie je možné oddeliť. V organizme prebiehajú súčasne a táto skutočnosť sa vyjadruje termínom **vývin**. Podľa Brodyho je vývin relatívne ireverzibilná časová zmena vo veľkosti meraného rozmeru alebo funkcie. Individuálny vývin jedinca (ontogenéza) je proces kvantitatívnych a kvalitatívnych zmien. Má svoj začiatok a koniec. Začína oplodnením samičej pohlavnej bunky a končí smrťou jedinca (Kadlečík, Kasarda. 2007).

Použitie informácií získaných skúmaním veku rýb je neoddeliteľnou súčasťou dnešného rybolovu. Vek sa bežne používa pri štúdiách o rybej populácii už oddávna. Zatiaľ, čo sa rôzne práce zaoberali históriou techniky určovania veku rýb, ďalšie práce sa zaoberali skúmaním veku rýb v širšom historickom kontexte. Najstaršie odkazy odvolávajúce sa na prstence tvrdých častí rýb publikovali autori Leeuwenhoek a Hederström v sedemnástom a osemnástom storočí. K vedeckému potvrdeniu annulu došlo až po roku 1800, prácou Hintzeho a Hoffbauera. Za tým hneď nasledovali práce Reibischa o otolithoch a Heinkeho o ostatných štruktúrach tvrdých častí tela, čiže otolitov, stavcov a kostí. Tieto novšie štúdie o zisťovaní veku rýb prišli v tom čase, keď štúdie rybích populácií naberali na intenzite a popularite. O nových metódach určovania veku a uplatnení výsledkov diskutovalo veľa pracovníkov zaoberajúcich sa rybolovom najmä kvôli tomu, že boli nezvyčajné a nové.

Holandského vedca Leeuwenhoek a viedla jeho zvedavosť ku podrobnejšiemu skúmaniu veku rýb, keďže v tomto čase už bol vynajdený mikroskop. Jeho najskoršie spisy o rybích šupinách sa objavili v liste Royal Society of London, a zameril sa v nich hlavne na úhora (*Anguilla Anguilla*) a mieňa (*Lota Lota*), " (Leeuwenhoek 1685).

Leeuwenhoek objavil letokruhy u mieňa a úhora, ktoré pozoroval a opisoval ako kruhy. Poznamenal, že všetky letokruhy sú nielen rovnaké, ale majú aj podobný tvar. Prišiel k záveru, že každý rok je jeden letokruh. (Leeuwenhoek 1685).

Letokruhy potvrdili pôvodnú teóriu Leeuwenhoek a, že krúžky na šupinách úhora boli vytvorené počas roka a môžu byť použité pri určení veku (Leeuwenhoek 1685).

Podrobnejšie verzie štúdií Leeuwenhoek a o šupinách sú uverejnené v spisoch, vrátane opisu letokruhov na šupinách kapra (*Cyprinus Carpio*), rovnako ako jeho špekulácie, že letokruhy v dôsledku prírastkov letokruhov rastom sa vrstvia. Správne odhadol, že pri vrstvení v tmavších zón sa rast spomalil, a zase vrstvením svetlejších zón sa rast zrýchlil. Tento jav odvodil od vrstvenia kôry stromov (Leeuwenhoek 1798).

Tým prišiel Leeuwenhoek na spôsob určenia veku, ktorý bol podľa jeho teórie správny, avšak častejšie je pripísaný na adresu Hansa a Hederströma (Ricker, 1975).

Hederström, švédsky kňaz, ktorý sa hlavne zaoberal skúmaním veku šťuky (*Esox Lucius*) na základe pozorovania ich stavcov dospel k záveru, že krúžky, ktoré bolo možné vidieť na nich boli letokruhy, a že by sa mohli použiť na určenie veku. Jeho úvaha odhalila dôkladne vedecké prístupy a zahŕňala overenie, že po oboch stranách stavca je rovnaký počet krúžkov. Väčšie ryby mali viac krúžkov ako menšie ryby (Hederström 1759, Casselman 1974).

Hederström pokračoval v uplatnení metódy určovania veku pomocou letokruhov na stavcovcoch u ďalších druhov, vrátane ostrieža (*Perca Fluviatilis*), plotice (*Rutilus Rutilus*), pleskáča vysokého (*Abramis Arama*), jalca hlavateho (*Leuciscus Cephalus*), tresky obyčajnej (*Gadus Morhua*) úhora a mieňa. Hederström sa sa vo svojich prácach zameril na už známe metódy určenia veku, pričom dospel k faktu, že sa na stavcoch rýb každoročne vytvárajú krúžky, ktoré boli pozdejšie objavené a publikované ako annulus. Robert Pell (1859), ktorý sa zameril na ostrieža zelenkastého (*Perca Flavescens*), ktorého choval v rybníkoch počas dvoch rokov, kde zistil vytvorenie dvoch "krúžkov alebo letokruhov" a dospel k záveru, že letokruhy by mohli byť použité na určenie veku všetkých druhov rýb (Pell 1859), (Hinze 1888), citované a zhrnuté (Oosten 1929).

Pozoruhodným prípadom je diskusia medzi Hjortom a Thompsonom, zameraná na spochybnenie Thompsonovej práce z roku 1914 určovaní veku. Použitie informácií o veku rýb je neoddeliteľnou súčasťou rybolovu (Hilborn, Walters 1992) uvádza, že "väčšina cenných informácií sú získavané zo vzoriek úlovkov. Vývoj a prijatie metód na stanovenie veku rýb predstavuje kritickú fázu v oblasti rybolovu veda bola občas plná viac diskusií než jej dnešné široké využitie. V roku 2006, pre riadenie rybolovu sekcie Americkéj rybárskej spoločnosti vytvorila sekciu určovanie veku rýb. Výbor pre posúdenie veku sladkovodných rýb v Severnej Amerike (pozri Maceina et al. túto tému). Ako súčasťou Výboru bol cieľ, historický prehľad najstarších odkazov na stanovenie veku rýb. Štúdiá boli vykonané, medzi najstaršie práce o veku ryby alebo štúdií o veku rýb o ktoré sa zaoberali (Oosten 1929; Menon 1950).

Ďalším vedcom, ktorý prispel k objaveniu annulu bol Hintze. Svoje výsledky prezentoval ilustráciami letokruhov kaprov vo veku 1-4 rokov, kde sa jasne ukazujú prírastky letokruhov, ale s nesprávnym čítaním annulov a určil vek na 2 roky. (Van Oosten 1929). Rovnako ako Hintze študoval aj Hoffbauer kapra z tzv. komerčných rybníkov. Jeho počiatočné a najčastejšie citované práce boli publikované v roku 1898 a neskôr nasledovali podrobnejšie štúdie 1900 (Hoffbauer 1898).

Hoffbauer starostlivo pozoroval vývoj letokruhov počas zimy a aj počas leta a sledoval tvorbu letokruhov u kapra veku do 3 rokov, a potom pokračoval v skúmaní účinku podmienok životného prostredia na jeho vývoj (Hoffbauer 1898).

Zistil, že kapre, ktoré boli značne podvyživené, mali charakteristické jasné, slabo viditeľné usporiadanie letokruhov. Ďalšie experimenty potvrdili, že vzdialenosť annulov bola úmerná s rastom dĺžky rýb. Z rýchleho rastu vyplývalo väčšie vzdialenie letokruhov od seba. Hoffbauer neskôr zahŕňa vo svojej práci používanie svojej novej techniky na karase striedrom (*Carassius Auratus*), ostračke (*Micropterus Salmoides*), ostrieži riečnom, šťuke a losose obyčajnom (*Salmo spp.*)

Hoffbauerova práca sa zameriavala hlavne na sladkovodné ryby. Neskôr zistil že táto práca by sa mohla použiť aj na morské druhy (Thomson 1902, 1904).

Zisťovanie potenciálu určovania veku rýb nasledovalo krátko po zverejnení prác Hoffbauera. Jeho závery začal uplatňovať Johannes Reibisch v spolupráci s nemeckou komisiou pre morské vedecké bádanie v Kiel. Po zistených výsledkoch jeho štúdií o treskách (*Plueronectes Platessa*), bol značne znechutený, čo ho viedlo ku

skúmaniu inej štruktúry a v roku 1899 vydal prvú knihu o užitočnosti používania otolitov, ako metódy stanovenia veku rýb (Reibisch 1899).

Friedrich Heincke dal posúdiť užitočnosť použitia rôznych rybích kostí a nahromadenia krúžkov v otolitoch, k stanoveniu veku rýb nemeckým komisiám v Kieli.

Carl Georg Johannes Petersen je považovaný za priekopníka určenia veku na základe dĺžky ryby (Allen 1917; Ricker 1975).

Petersenove práce zamerané na určovanie veku pomocou dĺžok u jednotlivých vekových skupín boli charakterizované rovnakými ťažkosťami ako u jeho predchodcu Joseph T. Cunninghama (Petersen 1892, zhrnuté do Ricker 1975), ktorý výsledky štúdia dĺžok u akvarijských rýb a následného stanovenia ich veku chcel aplikovať na voľne žijúce ryby, prevažne platézy a tresky.

Ďalším významným bádateľom bol nórsky ichtyológ Johan Hjort, ktorý prevzal vedúcu úlohu v medzinárodnej rade pre výskum mora, ktorá bola založená v roku 1902 (Rozwadowski 2002).

Hjortom navrhovaný študijný program nebol podporený radou. Ale Hjort pokračoval vo svojej práci rovnako, ako jeho asistent Einar Lea, ktorý bol do tejto doby vedúci laboratória štúdií veku. Jeho práca vyzvala ostatných vedcov demonštrovať svoje metódy (Smith 1994, Rozwadowski 2002).

Zaradenie vekových údajov v štúdiách populácie sladkovodných rýb postupovala viacmenej pomalším tempom, než tomu bolo u štúdiu morských rýb. Carlander sa domnieval, že oneskorenie sa môže čiastočne pripísať k obmedzenej komunikácii medzi sladkovodným a morským rybolovom (Huntsman 1918, 1919).

Tieto už spomínané metódy, alebo spôsoby určenia veku boli nosným pilierom všetkých ostatných metód používaných či už v zahraničí alebo doma. Na Slovensku väčšinou vychádzali vedci z poznatkov metód, ako je napríklad metóda R. Lee a Einar Lea, ktorá sa zaoberala hlavne skúmaním šupín. Ukázalo sa, že je dostatočne presná, rýchla, a preto sa používa veľmi bežne aj v súčasnosti (Holčík, Hensel, 1971). Túto metódu používali rôzni autori, ako ju napríklad popisuje V. Mužík vo svojom výskume u lososovitých rýb. „Merali sme veľkosť jednotlivých annulov na orálnom polomere šupiny, u lipňa ventrálnej diagonálnej polomer. Korekčné hodnoty sme počítali z regresnej rovnice, vyjadrujúcej závislosť polomeru šupiny na dĺžke tela, iba u pstruha

potočného, vzhľadom na málopočetnú vzorku lípňov a pstruhov dúhových. Na štúdiá lineárneho rastu sme použili metódu spätného výpočtu podľa autorky R.Lee (1920)“(Mužik 1997).

O rastových charakteristikách pstruha potočného existuje bohatý materiál z našich i zahraničných vôd. „Prehľadné údaje nájdeme v prácach autorov Lohniský (1963), Kirka (1969) a Libosvářský et al. (1971). Významne rýchlejší rast pstruha potočného zistil Frank (1959) v Klíčavskej údolnej nádrži a Balon (1959) v Hnileckej údolnej nádrži. Rýchlejšie rástli aj pstruhy z Oravskej priehrady (Holčík, Bastl, 1971) a z jazera Lough-Derg (Ball, Jones, 1960). „Nami zistený rast pstruha potočného sa v podstate zhoduje s rastom pstruhov vo fínskom jazere Saimaa (Seppovaara , 1962). Je však rýchlejší ako rast pstruha potočného v Popradskom plese (Kirka, 1964), alebo v jazerách Llyn Tegid a Haweswater (Ball, Jones, 1960). Rast pstruha ootočného v Ľubochňanke je zhodný s výsledkami zistenými v mnohých tokoch nášho štátu, ako sú Popradňanka (Mužik, 1984), Biela Orava (Holčík, Bastl, 1970) a Nová Bystrica“ (Mužik, Skácel, 1993).

„Rýchlejší rast pstruha potočného zistil Kirka (1974) v rieke Jelešni“ (Mužik 1997). Výskumom tečúcich pstruhových vôd Slovenska sa zaoberalo v minulosti viacero autorov. Vekovú štruktúru a rast salmonidov vo vodných nádržiach sledovali Frank (1959) a Balon (1959). Na nich nadväzujú novšie výskumy stojatých vodných plôch (Kirka, 1964, Holčík, Bastl, 1970), ktoré možno porovnávať s početnými výsledkami rastových štúdií pstruhov z potokov a riek od slovenských a českých autorov (Kirka, 1962, 1994, Lohniský, 1963, Lusk, Zdražilek, 1969, Sedlár, 1970, Mužik, 1984). Početnosť a biomasu pstruhov v morských tokoch sledoval Lusk (1976). Zo slovenských vôd sú k dispozícii ucelené štúdie autorov Sedlár (1969), Kirka (1974) a Stráňai (1992)“(Mužik 1997).

Medzi našu najznámejšiu rybu zo stojatých vôd patrí kapor, jeho forma kapor rybničný v porovnaní s ostatnými hospodársky cennými druhmi rýb vykazuje v SR veľmi priaznivé rastové tempo. Jeho skúmaním a rastom sa zaoberal (Krupauer, Kubu, 1985) ktorý opisujú rozdiel v raste medzi kaprom odchovaným v zajatí a kaprom, ktorý bol ulovený v prírode.

Medzi moderné spôsoby určenia veku patrí metóda založená na rôznych pomocných kľúčoch. Tým rybám, ktorých vek nebol určený, bol priradený vek , určený pomocou kľúča(pomocou balíka „FSA-fisheries stock assessment methods“ verzia 0.0-

14) implementovaného do štatistického softvéru R280 (Ogle 2008 a). Táto metóda spočívala na poznatkoch rozličných autorov (Kimura 1977, Ieermann et.al.2005; Ogle 2008a).

2 Ciel' práce

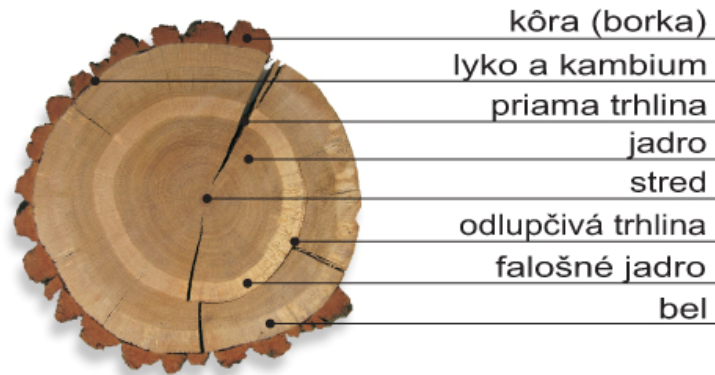
Naším cieľom práce bolo popísať rôzne techniky odberu biologického materiálu (šupiny, otolity, kosti), na základe ktorých sa stanovuje vek a rast rýb. V práci sme sa ďalej zamerali na jednotlivé metódy stanovenia veku a rastu, hlavne z pohľadu ich presnosti a náročnosti ako aj uplatnenia v praxi.

3. Materiál a metodika

3.1 Biologický materiál

3.1.1 Šupiny

Vznikajú tak, že najprv sa vytvorí malá zárodková doštička. K nej začnú prirastať lamely- prírastkové prúžky (*sklerity*). Šupina tak nadobúda charakter odrezaného kmeňa stromu s vyznačenými letokruhmi.



Obr.1)

Priečny rez kmeňa stromu

(http://www.rezbarstvo.sk/images/stories/material/drevo_1.jpg)



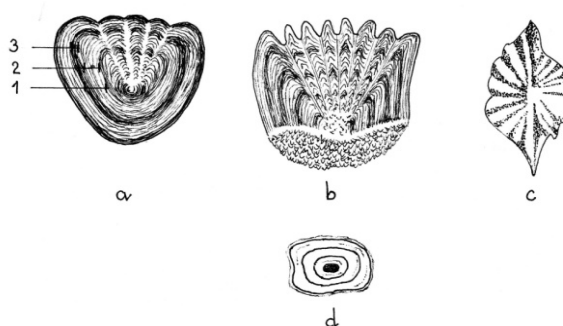
Obr.2)

Šupina desať ročnej ryby s vyznačenými rokmi

(<http://www.striperspace.com/facts.html>)

Šupiny rastú (zväčšujú) sa v súlade s rastom tela. Prírastkové prúžky sa vrstvia v období nedostatku potravy (v zime) blízko k sebe a zase vo vegetačnom období sú vzdialené viacej od seba. Tým vynikajú tmavšie zimné prúžky a svetlejšie letné prúžky. Tmavé a svetlé pruhy na šupine vytvárajú ročný prstenec tzv. – **annulus**. Stred šupiny býva v časti prekrytý inou šupinou. V procese rastu sa šupiny najprv vzájomne nedotýkajú. Postupne začnú vytlačovať najvrchnejšiu vrstvu škáry a pokožky. Začnú sa prekryvať podobne ako škridle na streche. Sú na tele usporiadané v pozdĺžnych a zvislých radoch (Dubský, et.al, 2003).

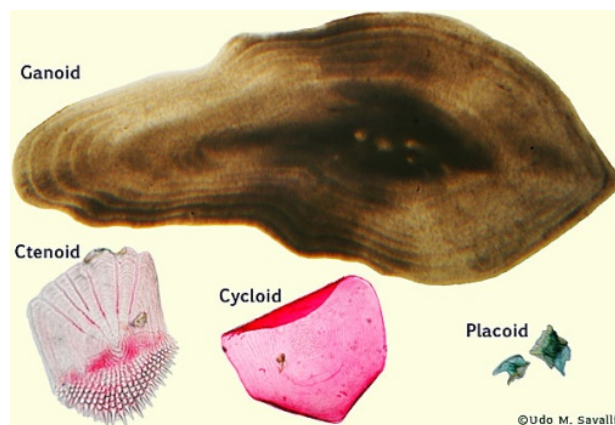
Okrem pravého annulu možno najmä na šupinách pozorovať aj iné druhy annulov. Medzi najbežnejšie patria: **1. Juvenilná značka**, charakterizujúca prechod mladej ryby z jedného typu potravy na druhý. Prejavuje sa svojím umiestnením v blízkosti centra šupiny, vo vnútri zóny prvého roka je charakterizovaná neprítomnosťou ryhy, normálnymi a nie nepravidelnými skleritmi a v podstate plynulým prechodom do zóny širších skleritov. **2. Falošný annulus**, vznikajúci ako dôsledok prechodného zastavenia rastu pod vplyvom zmeny teploty alebo prostredia, vplyvom parazitov, chorôb, atď. Je charakterizovaný tým, že zväčša neprebíha po celom obvode šupiny, ako je to u pravého annulu, a tým, že chýba typická ryha a odseknutie skleritov. **3. Neresový annulus** alebo **neresová značka** – je zväčša totožný s pravým annulom. Vyznačuje sa hlbokou deformáciou okrajov šupiny v dôsledku rezorpcie alebo mechanického poškodenia po nerese, v dôsledku čoho **annulus** sa stáva typicky zubatým alebo zvlneným. Z našich druhov neresový annulus je prítomný u lososovitých, z kaprovitých pri plotici, pleskáčovi (Holčík, Hensel, 1971).



Obr. 3

Šupiny rôznych druhov rýb a – šupina šťuky (*cykloidná*), b – šupina ostrieža (*ktenoidná*), c – šupina jesetera (*ganoidná*), d – šupina úhora (*plakoidná*)

(Dubský et.al, 2003).



Obr. 4

Rôzne druhy šupín

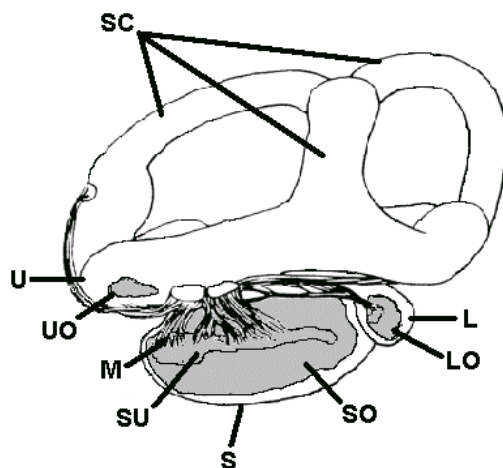
(<http://www.savalli.us/BIO370/Anatomy/AnatomyImages/FishScalesLabel.jpg>).

3.1.2 Otolity

Vnútorne ucho ryby sa skladá z membranózneho labyrintu, tvorí sériu vakov a kanálov, naplnených kvapalinou podobnej intersticiálnej tekutiny, tzv. endolymfou (Platt, Popper, 1981).

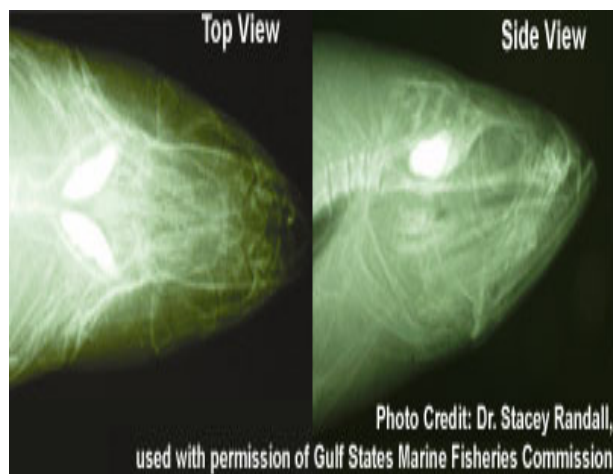
Blanité bludisko alebo tzv. labyrint sa nachádza v kostnom bludisku. Má v podstate podobný tvar ako kostné bludisko. Je však menšie a je od predchádzajúceho čiastočne oddelené priestorom, ktorý je vyplnený tekutinou **perilymfou**. Priestor je premostený tenkými väzivovými mostíkmi, ktorý tak pripomína pavučinový priestor a perilymfa mozgovomiechový mok. Stena blanitého bludiska sa skladá z dvoch vrstiev. Vonkajšej fibróznej a vnútornej epiteliálnej, ktoré sú oddelené jemnou bazálnou membránou. Tento epitel je z väčšej miery jednovrstvový dlaždicový. Na miestach, kde sa zakončujú vlákna sluchového nervu je modifikovaný zmyslový epitel. Zmyslový epitel je nahromadený vo váčiku a vrecúšku v podobe **statických škvŕn**. V ampulách polkruhovitých kanálov vytvára **statické hrebene** a v blanitom slimáku **špirálovitý ústroj**. Blanité bludisko je vyplnené endolymfou. Rozdeľuje sa na statickú a sluchovú časť. Statickú časť tvorí vrecúško, váčik a tri polkruhovité chodbičky. Váčik a vrecúško sa nachádzajú v oblasti predsiene kostného bludiska. Sú to orgány rovnováhy. Vzájomne komunikujú spojovacou chodbou. Z váčika odstupujú tri polkruhové chodby ležiace v kostných chodbičkách. V stenách váčiku a vrecúška nachádzame po

jednej statickej škvrne. V ampulách polkruhovitých chodbičiek sa nachádzajú statické hrebene, umožňujúce vnímanie pohybu (orgán pre kinetiku). Zmyslový neuroepitel statických škvŕn sa skladá zo zmyslových vláskových podporných buniek. Zmyslové bunky môžu mať dvojaký tvar. Prvé majú krčahovitý tvar, druhé sú cylindrické. Z voľného povrchu vláskových buniek vybiehajú rôzne dlhé cytoplazmatické výbežky-stereocílie(vlásky), ktorých býva na jednej bunke 80 až 100. Okrem stereocílií vyčnieva z voľného povrchu každej vláskovej bunky jedna typická riasinka (kinocíliá). Podporné bunky sú vysoké, cylindrické. Sú rozložené medzi predchádzajúcimi bunkami. Zmyslový epitel pokrýva vrstva želatínovej hmoty. V jej hornej časti sú uložené kryštálky uhličitanu vápenatého zvané otolity (statolity, statokónie). Vlasy zmyslových buniek sú v dotyku s otolitmi. Pri pohyboch hlavy otolity menia svoju polohu. Tým dráždia výbežky zmyslových buniek. Vzruchy sa prenášajú statickým nervom do mozgu, kde dochádza k uvedomeniu si zmien jej polohy. Zmyslový neuroepitel polkruhovitých chodbičiek je podobný neuroepitelu statických škvŕn. Riasinky zmyslových buniek sú veľmi dlhé. Nachádzajú sa tu otolity. Pri pohyboch tela sa rozkmitá hrebeň, ktorý je postavený naprieč prúdu endolymfy. Tým sa vyvolávajú vzruchy , ktoré sa transportujú do CNS cestou 8 hlavového nervu. Vzruch vyvolajú radu reflexných pohybov, zachovajúcich rovnováhu tela (Kulíšek, et al, 1998).



Obr. 5

Vnútročné ucho rýb, bočný pohľad, SC = polkruhové kanály, U = *Utriculus*, UO = *Utricular Otolith Lapillus*, M = *Makula*, SU = *Sulcus*, S = *Sacculus*, SO = *Saccular Otolith Sagitta*, L = *lagon*, LO = *Lagenar Otolith Asteriscus*. Upravené z (Popper 1981, Coombs 1982).



Obr. 6

Rontgenový snímok hlavy

(http://research.myfwc.com/features/view_article.asp?id=21978).

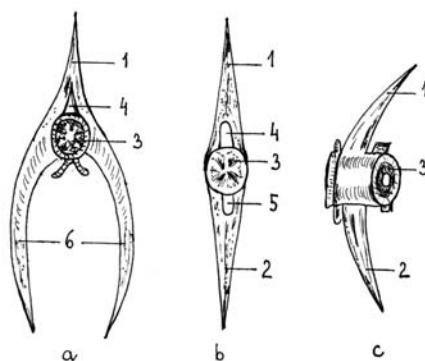
Obsahujú 0,2 až 10% organickej hmoty vo forme bielkoviny známej ako otolin. Otolin má molekulovú hmotnosť viac ako 150.000 g.cm³ a je charakterizovaný vysokým množstvom kyseliny asparágovej a glutámovej, prítomnosti cystínu a hydroxyprolínu, a nízkym obsahom aromatických a základných aminokyselín (Degans et al, 1969).

Otolit je kryštál, rastie zrážaním iónov na jeho vonkajší povrch. Počas tohto procesu, sú bielkoviny a uhličitan vápenatý vrstvené na povrchu otolitu, aj keď relatívne sumy sa líšia podľa doby a ročného obdobia. Tenké časti otolitu odhalia detailné mikroštruktúry skladajúce sa z pásov neprehľadných a priesvitných materiálov, rovnako ako krúžky alebo letokruhy na kmeni stromu. Biológovia zistili, že môžu zhodnotiť život ryby, ako históriu pohľadu na zmeny týchto modelov. Štruktúra letokruhov otolitu môže poskytnúť informácie o jedincovi týkajúce sa veku, rastu a životného prostredia. V niektorých prípadoch sú tieto modely prírodné rekordy rastu, v ostatných prípadoch sú spôsobené človekom

(<http://npafc.taglab.org/MarkFAQ.asp#top>).

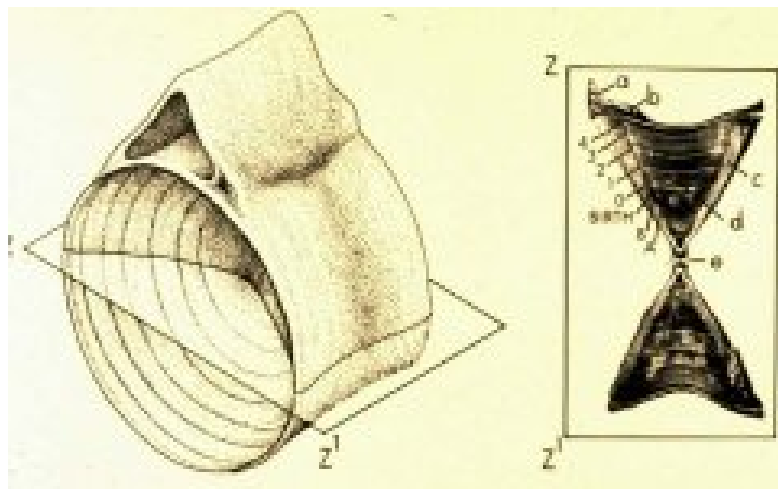
3.1.3 Stavce

Základnou stavebnou jednotkou kostry je kosť (na stavbe kostry sa podieľajú chrupavky a väzivá). Každá kosť je účelne stavaný orgán, ktorý svojim tvarom a vnútorným usporiadaním odpovedá svojej funkcii v kostre. Na stavbe kosti sa zúčastňujú kostné tkanivá, chrupavkovité tkanivá, okostica, cievy a nervy. U rýb chýba kostná dreň. Kostné tkanivo tvorí hlavnú štruktúrnu časť kostí. Vyznačuje sa pružnosťou, pevnosťou a ohybnosťou. Základnou stavebnou jednotkou sú kostné bunky s výbežkami, tzv. *osteocyty*. Medzibunková hmota obsahuje kolagénové vlákna a anorganické látky (predovšetkým fosforečnan vápenatý). Kostí sú usporiadané do lamel (*Haversove lamely*) okolo kanálikov (*Haversové kanáliky*). V kanálikoch sú cievy a nervy, ktoré zaisťujú výživu a inerváciu kostí. Kostné tkanivo je dvojitého typu. Kompaktné tkanivo je pri povrchu všetkých kostí a vyznačuje sa značnou pevnosťou. Redšie hubovité (špongiózne tkanivo) vyplňuje epifýzu dlhých kostí. Okostica (*periost*) je tuhá väzivová blana, ktorá pokrýva celý povrch kosti s výnimkou kĺbových plôch. Je bohato prekrvená a inervovaná. Krvné cievy a nervy z nej vystupujú do kostného tkaniva kde sa napoja do (*Haversových kanálikov*). U mladých jedincov je príčinou rastu kosti do šírky. Stavec sa skladá z tela a výbežkov (hemálny trň, neurálny trň). Telo stavca má po každej strane dutinu vyplnenú zvyškami chordy. Tesne nad osou stavcov prebieha chrbticový miechový kanálik. Je to otvor, ktorým prechádza miecha a je tak chránená pred poškodením (Dubský, et.al, 2003).



Obr. 7

a – Stavec trupu, b – prvý chvostový stavec, c – chvostový stavec, 1 – neutrálny trň (*processus spinosus superior*), 2 – hemálny trň (*processus spinosus inferior*), 3 – stred stavca (*centrum*), 4 – neurálny kanál (*canalis neuralis*), 5 – hemálny kanál (*canalis haemalis*), 6 – nepravé rebro (*pleurálne*) (podľa Laglera et al, 1977).



Obr. 8

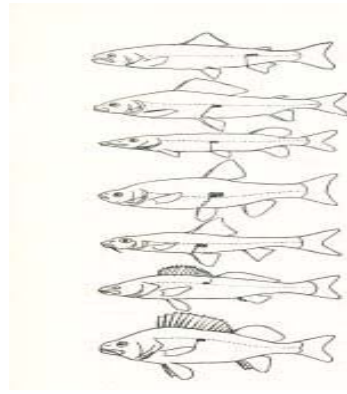
Rez stavcom (<http://na.nefsc.noaa.gov/sharks/age.html>).

3.2 Techniky odberu biologického materiálu

3.2.1 Techniky odberu šupín

Šupiny sa odoberajú najlepšie na bokoch rýb, tesne pod alebo nad bočnou čiarou, kde bývajú najväčšie. Pre určovanie rastu sa odoberajú u každého druhu na presne vymedzených miestach tela, kde sa v priebehu larválnej periódy zakladajú prvé šupiny (Dubský, Kouřil, Šrámek, 2003).

Vzhľadom na to, že šupiny sa pri rozličných druhoch rýb zakladajú rôzne (orálno-kaudálny typ, kde sa šupiny zakladajú v prvej polovici tela, a kaudalno-orálny, keď vznikajú najprv na chvostovom steble) a na rôznych častiach tela i rôzne rýchlo rastú, odoberajú sa pri jednotlivých druhoch alebo skupinách druhov na určitých presne stanovených miestach (Holčík, Hensel, 1972).



Obr. 9

Najpoužívanejšie miesta odberu šupín (Holčík, Hensel, 1972).

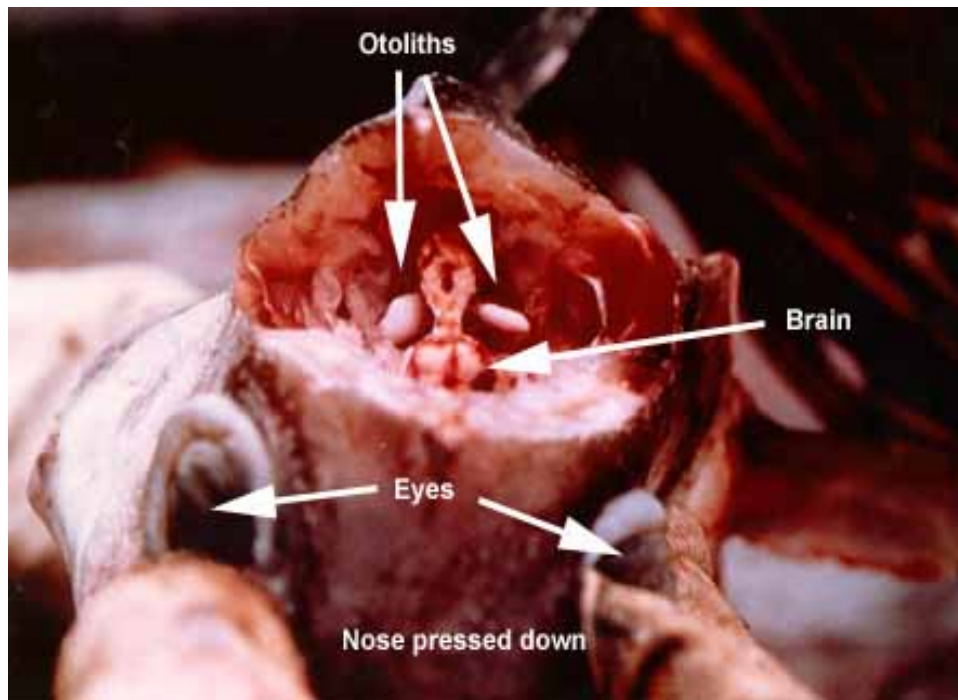
V prípade, že nepoznáme miesto, na ktorom sa šupina študovaného druhu zakladá, odoberáme šupiny zo stredy tela z prvého radu nad bočnou čiarou alebo pod ňou. Pri odoberaní používame silnejšiu pinzetu, najlepšie sa osvedčuje zahnutá zubolekárska pinzeta. Už pri odoberaní šupín robíme ich predbežný výber, najmä pri kaprovitých druhoch s veľkou šupinou. Prehliadkou proti svetlu zistujeme, či má šupina normálne vyvinutý stred, od ktorého sa vejárovito rozbiehajú kanáliky vyživujúce šupinu, alebo či má stred matný, bez skleritov a bez kanálikov. V takomto prípade ide o tzv. **regenerovanú šupinu**, ktorú zo zberu vylúčime. Z každého kusa odoberieme 3 – 10 šupín, ktoré potom tvoria tzv. reprezentačné šupiny. Nazbierané šupiny odkladáme do sáčkov alebo obálok s uvedením lokality a dátumom lovu, dĺžky a váhy ryby, jej pohlavia, prípadne ďalších dôležitých údajov. Pred vložením do sáčku je výhodné šupinu, najmä zo živej ryby, predbežne očistiť od slizu a zvyšku pokožky dôrazným, ale opatrným trením medzi prstami, prípadne možno šupinu očistiť zubnou kefkou alebo čistou plátennou handričkou. Sáčky potom radíme podľa druhov rýb, lokalít, dátumu lovu a veľkosti ryby. Zoradené sáčky sa môžu ukladať do obálok alebo škatúľ. Namiesto sáčkov môžeme použiť aj tzv. šupinovú knižku, používanú sovietskymi ichtyológmi. V podstate ide o 50 alebo 100 šupinových obálok formátu 6x11cm zviazaných do knižočky s tvrdšími doskami. Niekedy sa namiesto sáčkov šupina lepí pomocou rozličných zmesí na podložné sklíčka, ktoré sa ukladajú do príslušných škatúľ. Tento spôsob sa však v praxi neosvedčil a je finančne náročnejší, pričom škatule so sklíčkami zaberajú príliš veľa miesta. V USA a Kanade sa v posledných 15 rokoch

široko rozmohlo používanie plastických odtlačkov šupín, zhotovených pomocou rozlične konštruovaných listov do acetát-celulóзовých fólií (Holčík, Hensel, 1972).

3.2.2 Techniky odberu otolitov

U niektorých druhov, z našich rýb najmä u mieňa a úhora, prichádzajú do úvahy otolity. Pri menších rybách sa hlava rozreže pozdĺžne, pri väčších priečne v zátylku pomocou silného noža, nožníc alebo pítky. Iný spôsob je vyberanie otolitov zozadu, smerom od žiaber, obnažených sluchových kapsúl. Všeobecne sa odporúča brať otolity z čerstvých, a nie fixovaných rýb, pretože v takomto prípade sú otolity zakalené, vyžadujú prezeranie v kvapaline, annuly sú nejasné. Z tvrdých lúčov prsných plutiev a otolitov sa potom zhotovujú tenké rezy (výbrusy), a to pomocou rozlične konštruovaných pílok, fréz a brúsok. Rezy sa leštia a prezerajú buď suché alebo vo vodnom médiu. Stavce sa prezerajú pod binokulárnou lupou pri dopadajúcom svetle, ploché kosti pri svetle prechádzajúcom. Kosti a otolity sa často používajú aj u rýb so šupinami najmä v takom prípade, ak ide o staršie ryby, kde šupiny sú príliš hrubé, posledné prírastky malé a prvé takmer neviditeľné. Použitie kostí a otolitov je však limitované pomernou prácnosťou zberu a prípravy materiálu a tým, že nemožno z nich vyčítať ďalšie údaje o živote ryby, keďže juvenilné a neresové značky chýbajú. V niektorých prípadoch sa okrem zmienených kostí používajú aj žiabrové viečka (*operculum*), (Holčík, Hensel, 1972).

Existuje mnoho spôsobov, ako odobrať otolity. Jedným z najpoužívanejších spôsobov: Prierez hlavy asi 1 cm za očami a následné zlomenie lebky.



Obr. 10

Viditeľný rez spolu s otolitmi a mozgom (Brain) ďalej znázorňuje uchopenie za oči (Eyes) (Campana, et al, 1985).

Zlomením lebky sa odhalí mozog a pod jeho zadnou časťou sa ukáže dvojica otolitov, ktoré odoberieme pinzetou. Očistené otolithy vodou alebo uložíme do suchej papierovej obálky, do boby určovania veku. (Campana, et al, 1985).

3.2.3 Techniky odberu stavcov

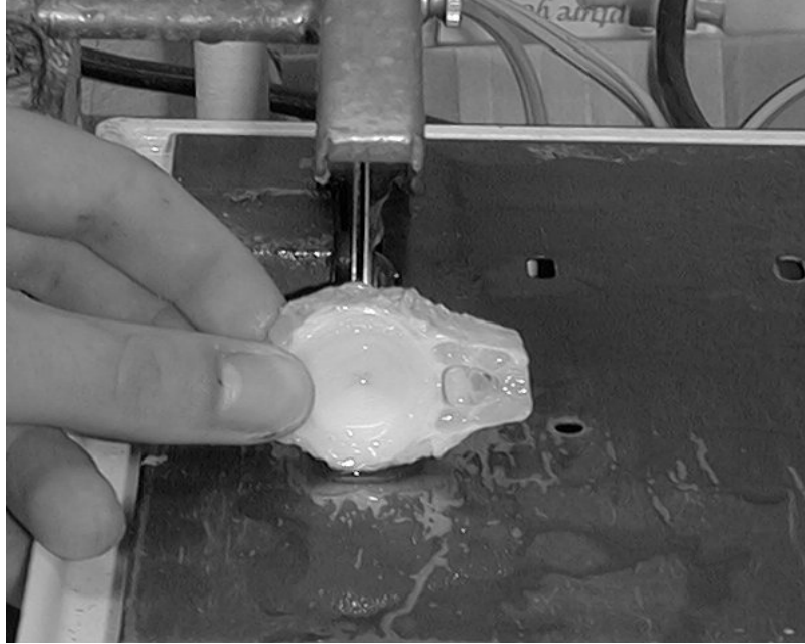
U rýb s holou, šupinami nepokrytou kožou zisťuje sa vek na kostiach stavcov a otolitoch. Najčastejšie sa používajú stavce alebo tvrdé, nerozvetvené lúče prsných plutiev. Stavce sa najčastejšie berú za hlavou alebo tesne pred D a vyberajú sa buď samostatne, bez ďalšieho poškodenia ryby alebo spolu s odrezanou hlavou. Stavec očistený od pletív a odmastnený sa ukladá, podobne ako šupina, do sáčkov, prípadne do škatuliek. Pri odoberaní tvrdého lúča prsných plutiev postupujeme tak, že najprv sa lúč rezom noža smerom dole až k báze oddelí od ostatných lúčov, a potom sa odreže jeho najspodnejšia časť tak, aby na reze bol zachovaný aj príslušný kĺb. Rezy lúčov, prípadne celé plutvy ukladáme podobne ako šupiny alebo kosti (Holčík, Hensel, 1972).

Odber stavcov u žralokov sa realizuje priamo v prednej časti alebo v rámci prvej chrbtovej plutvy. Odobratý materiál skladujeme v označených vreciach dobre zamrazených. Ak zmrazenie nie je možné, môžeme stavce vložiť do 10%-ného formalínu na dobu 24 h potom by sme mali odstrániť takzvané nepravé rebrá a zabezpečiť nepoškodenie vodorovnej plochy stavca, zvanej telo stavca (*centrum*), (Officier et al, 1996).

Vzorky treba rozmraziť alebo umyť vodou, tie uložené v alkohole vyberieme a len očistíme od prebytočných tkanív. Ak ručné odstránenie tkanív nie je účinné, máme k dispozícii niekoľko možností. Avšak namáčanie do 5%-ného roztoku chlórnanu sodného je jednoduchý a účinný spôsob. Ponorenie sa môže pohybovať od piatich minút až jednu hodinu, v závislosti od veľkosti stavcov, a potom by malo nasledovať namočenie tela do destilovanej vody na 30 až 45 minút (Johnson, 1979, Schwartz, 1983).

Táto metóda tiež pomáha pri odstraňovaní chrbtice a nemá vplyv na proces zafarbenia. Telá sú spravidla uložené v 70-95%-nom etylalkohole alebo 95%-nom izopropylalkohole, dlhodobé uchovávanie môže znížiť jasnosť annulov alebo letokruhov (Allen, Wintner, 2002, Winter et al, 2002).

Telá, ktoré majú byť analyzované by mali zostať v jednom z vyššie uvedených roztokov alkoholu minimálne 24 h pred ďalšou prípravou (tj. rezom). Stavce by nemali byť trvalo uložené vo formalíne, pretože sa môžu poškodiť telá a urobiť ich nečitateľné, ďalej by nemali byť uchovávané ani na vzduchu, nakoľko to môže viesť k ich praskaniu. Z toho vyplývajú sa namerané údaje získavajú náročnejšie s takto prasknutých vzoriek. Rez stavcov sa vykonáva typicky nízkorýchlostnými diamantovými pítlami ako napr. izometrotačnou diamantovou pítlou.



Obr.11

Fotografia znázorňujúca centrum stavca a jeho prepíľovanie dvojkotúčovou pílou
(Courtesy of S.E. Campana, Bedford Institute of Oceanography).

Môžu sa však použiť aj menšie píly alebo skalpel pri práci s menšími stavcami. Dôraz rezu je kladený na stred centra, keď sa rez vykoná, urobí sa ešte jeden od stredu, približne 1,5 mm od stredu. Dôraz sa kladie na presnosť a správnosť vykonania rezu. Na zníženie týchto chýb sa používajú dvojčepelové píly. Medzera medzi pílymi by nemala byť menšia ako 0,6 mm, aby bolo možné neskôr vykonať brúsenie, leštenie. Odrezaná časť stavca sa nechá usušiť 24 h na vzduchu. Potom sa tento odrezaný kúsok prichytáva na mikroskopické sklíčko živicom, lepidlom a necháme vyschnúť (24-36 h). Tento kúsok potom môžeme obrúsiť buď pred alebo po nalepení mokrým brúsnym papierom (číslo 320, 400 a na koniec 600 jemne preleštíme). Približne na hrúbku 0,3-0,5 mm. Na identifikáciu letokruhov sa použije binokulárny mikroskop. Hodnotia sa takzvané letokruhy a tzv. intermediály a radiály vnútornej časti stavca. Všetky činnosti sa vykonávajú na jednom mieste, aby sa zabránilo rôznym chybám hlavne v meraní. Autori uvádzajú, že tento istý spôsob sa vykonáva aj u prsných lúčov plutiev. Drobné plutvové lúče môžu byť uchované v 70-95% etanole alebo 95% izopropylalkohole, ale mali by sa 24h pred skúmaním alebo čítaním nechať vysušiť na vzduchu. Trne alebo

lúče prsných plutiev sa môžu čítať celé bez ďalšej úpravy, ale aj rozrezané (Ketchen, 1975, McFarlane and Beamish, 1987).

Najčastejšie rozoznateľný vzor ryhy v tzv. tele pri pohľade pod mikroskopom je jedným zo širokých pásiem oddelených v rôznych úzkych pásmach (Sullivan, 1977, Freer and Griffiths, 1993, Clark et al, 2002, Calis et al, in press).

3.3 Stanovenia veku

Vek, ktorého sa ryby dožívajú, je podmienený predovšetkým druhovou príslušnosťou jedinca. Až v rámci druhovej dispozície sa uplatňujú aj ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú dĺžku jeho života. Niektoré naše ryby sa môžu dožiť aj niekoľko desiatok rokov (ryby dlhého veku, medzi ktoré patrí jeseter, sumec a pod.), zatiaľ čo iné druhy sa dožívajú iba niekoľko rokov (ryby krátkeho veku, medzi ktoré patrí napr. blatniak - žije asi 3 roky, hlaváč a pod.). Väčšina našich druhov rýb patrí ku skupine rýb stredného veku. Pri rybách môžeme hovoriť o tzv. maximálnom veku, ktorého sa dožívajú iba niektoré jedince daného druhu alebo populácie toho- ktorého druhu (Lusk, Skácel 1978).

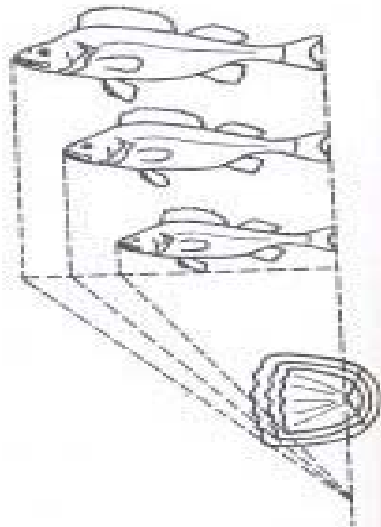
Pri mnohých druhoch rýb je určenie veku a rastu oveľa výhodnejšie použiť metódy plochých kostí, ako napríklad žiabrových viečok alebo stavcov, plutvových lúčov, nakoľko nie všetky druhy majú šupiny, ako napr. sumec, mieň. Často letokruhy na kostiach sú ľahšie rozoznateľné ako pri šupinách. Pre vykonanie presnejších meraní sa porovnáva metóda určenia veku šupinami a skontroluje sa pomocou metódy založenej na meraní letokruhov na otolitoch, stavcoch alebo plochých kostiach (Gurkó.I, 1983).

3.4 Stanovenia rastu

S vekom veľmi úzko súvisí aj rast, teda veľkosť, do ktorej môžu ryby dorásť. Ryby majú totiž tzv. otvorený alebo neobmedzený rast, to znamená, že ryba rastie, zväčšuje hmotnosť a dĺžku po celý život. Intenzita rastu sa s pribúdajúcim vekom ryby znižuje. Čím sa jedinec dožíva vyššieho veku, tým je jeho dĺžka, ale aj hmotnosť vyššia. Rastové schopnosti, t. j. rýchlosť a intenzita rastu, sú základnou druhovou vlastnosťou rýb podobne ako vek. Vzájomná súvislosť veku a rastu rýb viedla k tomu, že oba

faktory sa pri rybách skúmajú väčšinou spolu a môžeme z nich vyvodzovať rozličné závislosti so všeobecnou platnosťou (Lusk, Skácel 1978).

Nemáme presné údaje o tom koľko potravy nám zabezpečí zachovanie hmotnosti, bez toho aby ryba rástla. Ale toľko poznáme, že ryby v mladom veku majú rýchlejšiu rast ako tie staršie, z toho vyplývajúce menšie ryby potrebujú menej potravy na zachovanie hmotnosti, ako tie väčšie. Vieme aj to, koľko ktorá ryba a v akom množstve potrebuje potravu na vytvorenie 1kg prírastku. Podľa zistených poznatkov zvlášť dravce slabo využívajú prijatú potravu v tvorbe prírastkov. Napr. štika musí prijať 30-40 kg potravy, zubáč 12-15 kg na vytvorenie 1kg prírastku. V odborných literatúrach sa udáva, že u platýzy je to 18 kg, u pstruha dúhového 3-4 kg, a u kapra 3-5 kg potravy potrebnej na tvorbu 1kg prírastku (Gurkó.I, 1983).



Obr.13

Znázorňuje rast šupiny a zároveň aj rast tela ryby (Dubský, et al, 2003).

3.4.1 Meranie rýb

Nevyhnutným predpokladom pre štúdium rastu je meranie rýb, ktoré musí byť presné a jednotné. Meranie rýb sa používa nielen z výskumných, ale aj z praktických dôvodov. Pre mnohých rybárov je zaujímavé hlavne na porovnanie úlovkov. Vo vlastnej praxi sa používa niekoľko druhov dĺžok s rozličným označovaním. Pre jednotnosť uvádzame prehľad troch používaných dĺžok s ich označením a vymedzením. Jednotlivé druhy dĺžok treba merať presne, teda v milimetroch a najmä na výskumné

účely treba uvádzať predovšetkým dĺžku tela, prípadne ďalšie dve dĺžky. Medzi uvedenými tromi dĺžkami je istý, väčšinou lineárny vzťah. Na tomto základe sa zistili pri jednotlivých druhoch rýb, t.j. pre každý druh osobitne, isté prepočítavacie koeficienty na prevod jednej dĺžky tela na inú. Prepočítavacie koeficienty vychádzajú z reprezentatívnych priemerov. Pri meraní je však výhodnejšie uvádzať presne všetky miery priamo (Lusk, Skácel 1978).

Dĺžka tela (DT)

1.)Dĺžka tela (standard length, *longitudo corporis*) sa meria od začiatku rypáka po koniec tela (spravidla sa tam končí ošupenie), t.j. po začiatok chvostovej plutvy. Posledných 3-5 šupín v predĺžení postrannej čiary na tele prekrýva väčšinou ešte základ chvostovej plutvy, preto nemožno vždy stotožňovať koniec dĺžky tela s koncom ošupenia. Túto dĺžku možno považovať za najkonštantnejšiu, lebo jej podklad tvorí chrbtový skelet ryby. Dĺžka tela sa najčastejšie používa pri výskumných štúdiách (Lusk, Skácel 1978).

Celková dĺžka tela (CD)

2.)Celková dĺžka (total length, *longitudo totalis* –L) je dĺžka meraná od začiatku rypáka až po koniec lúčov dosahujúcich najďalej v chvostovej plutve. Táto dĺžka je pre rybárov najznámejšia, pretože v našej rybárskej praxi sa bežne používa a stotožňuje sa so zákonnou lovnou dĺžkou (Lusk, Skácel, 1978).

Smittova dĺžka

3.)Smittova dĺžka (fork length-FL) je vzdialenosť od začiatku rypáka až po koniec stredných lúčov chvostových plutiev, t.j. po koniec vykrojenia (Lusk, Skácel, 1978).

Výška tela (VT)

4.)Stanovuje sa v mieste, kde je telo najvyššie (väčšinou na báze chrbtovej plutvy smerom ventrálnej), (Dubský, et al, 2003).

Šírka Tela (ŠT)

5.)V mieste, kde je telo najširšie (miesto býva totožné s meraním VT), (Dubský, et al, 2003).

Obvod tela (OT)

6.)Meria sa v tom istom mieste ako VT a ŠT (Dubský, et al, 2003).

Dĺžka rypáka (DR)

7.)Vzdialenosť predného okraja rypáka od predného okraja oka (Dubský, et al, 2003).

Dĺžka hlavy(DH)

8.)Meria sa od predného okraja úst (pri zavretých ústach) po zadný okraj žiabrového viečka (Dubský, et al, 2003).

Dĺžka chvostového stebra

9.)Od začiatku análnej plutvy po koniec ošupenia chvostového stebra (Dubský, et al, 2003).

Dĺžka chvostovej plutvy

10.)Je to dĺžka najdlhšieho lúča tejto plutvy(pri nerovnakých dĺžkach meranie zvlášť pre horný a dolný lalok.) (Dubský, et al, 2003).

Výška prsná(VP)

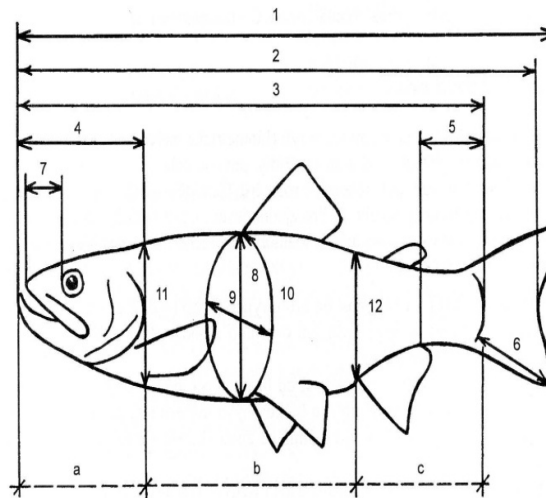
11.)Výška tela v mieste prsných plutiev (Dubský, et al, 2003).

Výška análna(VA)

12.)Výška tela v mieste análneho otvoru (Dubský, et al, 2003).

Najčastejšie sledovanými rozmermi sú DT, CD, VT, ŠT. Rozmery VP A VA sa vyhodnocujú u lososovitých rybách. Dĺžka trupu nebola pre nejednoznačný výklad tohto rozmeru vyznačená. Zisťovanie telesných rozmerov sa používa pri všetkých

ichtyologických a morfológických štúdiách zameraných na sledovanie rastu a exteriérových parametrov. V chovateľskej praxi sa vykonáva najmä pri plemenárskej práci, kde slúži ako selekčné kritérium pri výbere remontných a generačných rýb. Slúži aj k tzv posúdeniu kondičného stavu ryby (Dubský, et al, 2003).



Obr. 12

Členenie rybieho tela a dôležité rozmery na tele rýb

a – hlava, b – trup, c – chvost; 1 – celková dĺžka, 2 – Smittova dĺžka, 3 – dĺžka tela, 4 – dĺžka hlavy, 5 – dĺžka chvostového násadca, 6 – dĺžka chvostovej plutvy, 7 - vzdialenosť predného okraja rypáka od predného okraja oka, 8 – výška tela, 9 – šírka tela, 10 – obvod tela, 11 – výška prsná, 12 – výška análna (Dubský, et al, 2003).

3.4.2 Metódy priameho pozorovania

SÚ založené na pozorovaní rastu rýb známeho veku v rybníkoch alebo na zistení veku skúmanej ryby a jej dĺžky a váhy v čase ulovenia (tzv empirické dĺžky a váhy) (Holčík, Hensel, 1972).

3.4.3 Metódy spätného výpočtu rastu

Metóda spätného výpočtu rastu alebo rekonštrukcie rastu, založená na fakte, že rast tela ryby a rast šupín, kostí alebo otolitov sú v zákonitej súvislosti. Táto skupina

metód je široko používaná a často tvorí základ ichtyologických štúdií. Podľa toho, či sa predpokladá priama alebo nepriama proporcionalita medzi rastom tela ryby a rastom šupín, kostí či otolitov, rozoznávame v tejto skupine viacej druhov metód (Holčík, Hensel, 1972).

3.4.3.1 Metóda Einara Lea

Spätne počíta rast tela rýb v predchádzajúcich rokoch na základe vzorca kde L_n je dĺžka ryby v roku n , V_n je dĺžka šupiny v roku n a L výpočet rastu, ktorý je založený na podobnosti trojuholníkov, používa sa jednoduchý prístroj, tzv. *Leaova doska*. Výsledky získané touto metódou sú príliš nízke, najmä pre prvé roky života ryby (Lea .E, 1910).

$$L_n = \frac{V_n}{V} \cdot L$$

3.4.3.2 Metóda R. Lee

Vychádza zo zistenia, že ryba v dobe založenia šupín má už určitú veľkosť, ktorú treba vziať do úvahy. Preto vzorec Leaov modifikuje na:

$$L_n = \frac{V_n}{V} (L - a) + a$$

kde a je veľkosť ryby v dobe založenia šupín. Túto hodnotu možno zistiť empiricky alebo graficky, a to tak, že na jednu os osovej sústavy sa nanáša dĺžka príslušného polomeru šupín a oproti nej príslušná dĺžka tela. Preložená priamka (krivka) vysekne na príslušnej osi úsek, ktorý označuje dĺžku tela v dobe založenia prvých šupín. Pre mechanický výpočet sa používa doska Einara Lea upravená tak, aby mierka označujúca dĺžku tela rýb sa dala posunovať a nastaviť na hodnotu a . Metóda R. Lee sa ukázala ako dostatočne rýchla a presná, výsledky ňou získané sú obyčajne v súlade so skutočnosťou, a preto sa používa veľmi bežne. (Lee R.M, 1912).

3.4.3.3 Metóda Monastýrskeho

Je založená na predpoklade o priamej úmernosti medzi logaritmom rastu tela a logaritmom rastu šupín

$$\log L = \log k + n \log x$$

kde $\log L$ a $\log x$ sú logaritmy dĺžky tela, n je konštanta priamky a $\log k$ je hodnota úseku (tzv. odrezok), ktorý táto priamka vysekáva na príslušnej osi. Pre mechanický výpočet sa používa v podstate doska Lea, upravená tak, že miesto normálnych mierok sú použité mierky logaritmické. Hodnota odrezku sa získava podobným spôsobom ako hodnota dĺžky tela v podobe založenia prvých šupín v metóde R. Lee, namiesto osnej sústavy s normálnym delením sa však používa bilogaritmická sieťka. Monastýrskeho metóda patrí medzi najpoužívanejšie z tejto skupiny metód, zistilo sa však, že nemá nijaké výhody pred metódou R. Lee (Monastýrskij, 1926).

3.4.3.4 Metóda Vovkova (Vovk)

Vychádza z predpokladu, že závislosť medzi rastom tela a rastom šupiny je pre každý druh špecifická. Na základe predchádzajúceho skonštruovania korelačného poľa dĺžka tela a dĺžka šupiny zostrojuje potom tzv. empirickú krivku, z nej vypočítava príslušnú stupnicu, ktorá potom slúži za základ pre spätné výpočty. Pre svoju prácnosť nenašla táto metóda veľkého rozšírenia, okrem toho sa ukázalo, že empirické krivky nie sú druho špecifické. Treba poznamenať, že dosiaľ sa nikomu nepodarilo dokázať neproporcionálnu závislosť medzi rastom šupiny, takáto závislosť existuje iba medzi veľkosťou tela a veľkosťou šupiny. Naopak, doterajšie, hoci i málo početné výsledky, získané výpočtom rastu na rybách značkových o známom veku ukázali, že ide o proporcionálny vzťah medzi týmito dvoma veličinami. Pokiaľ existuje neproporcionálna, je obmedzená na určité úseky roka, pri celkovom posudzovaní sa však vyrovnáva a stráca. V dôsledku toho odporúčame používať metódu R. Lee (Vovk, 1955, 1956).

3.4.3.5 Metóda Von Bertalanffy

Rast bol podľa deskriptívneho modelu Von Bertalanffy-ho opísaný dole uvedeným vzorcom (Wotton 1998).

Rast a jeho funkcie sa široko využívajú už od začiatku zavedenia do rybolovu (Beverton, Holt 1957). Hoci táto metóda prijala veľa kritiky v priebehu rokov, je najpoužívanejšou na vyjadrenie rastu v biológii rybárstva v súčasnosti (Roff, 1982 Haddon, 2001), je vhodná čiastočne preto, že jej prístup k modelovaniu rastu je založený na biologickom predpoklade, že veľkosť organizmu v každom okamihu závisí od výslednej dvojici protikladných síl: anabolizmu a katabolizmu. Okrem toho je vhodná a umožňuje oveľa ľahšie porovnanie medzi populáciou a niekoľko náhradných modelov môže byť vhodný pre stanovenie veku, dĺžky (Haddon 2001).

Predstavuje rôzne modely rastu vrátane všeobecných modelov a ich možných alternatív (Von Bertalanffy 1938). Funkcia rastu je vyjadrená vzorcom:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Kde

L_t = predpokladaná dĺžka vo veku t ;

L_{∞} (= L nekonečno) je asymptotická alebo maximálna dĺžka;

k = koeficient rastu

e = vek alebo dĺžka kedy teoreticky sa $=0$;

k je často mylne v popise dosadzovaný, a preto treba mať na pamäti, že pri zostrojení tejto krivky predstavuje priemerný rast počet jedincov (tj. k je najlepšie opísať ako koeficient priemernej rýchlosti za akú organizmus populácie dosahuje svoju maximálnu dĺžku od svojej dĺžky pri narodení (Cailliet, Tanaka, 1990, Francis a Francis, 1992).

3.4.3.6 Metóda Forda a Walforda

$$L_{t+1} = L(1 - e^{-k}) + e^{-k}L$$

$$L(t) = L_{\infty} \times \{1 - \exp(-k \times (t - t_0))\}$$

Kde:

L_T = predpokladaná dĺžka v čase t

L_{∞} = asymptotická dĺžka alebo maximálne dosiahnutá dĺžka

e = základ prirodzeného log t

T = čas

t_0 = veľkosť, zodpovedajúca veku 0 rokov.

K = okamžitá rýchlosť rastu alebo koeficient rastu.

Hodnoty dĺžky v nekonečne (L_{∞} parametre rastu von Bertalanffy vzorec

(VBGF) vyjadrenie asymptotickej dĺžky, tj priemerná dĺžka rýb v populácii

donekonečna), K (faktor rastového zakrivenia), (veľkosť zodpovedajúca veku 0) a

$O' = \Phi$ - (tj dĺžka na základe indexu rastu výkonnosti ($O' = \log_{10} K + 2 \log_{10} L_{\infty}$))

boli odvodené z rastového modelu von Bertalanffy rovnice (Ford, 1933, Walford, 1946).

4 Záver

Na základe zistených poznatkov, informácií k danej tematike sme vyvodili záver, že medzi najpoužívanejšie metódy patria metódy zaoberajúce sa analýzou šupín. Tieto metódy sú v praxi najpoužívanejšie, či už na Slovensku alebo v zahraničí, nakoľko patria medzi tie humánnejšie, kde nedochádza k usmrteniu ryby pri odoberaní biologického materiálu. Ďalej tieto metódy patria k najmenej náročným na čas a na pracovný priestor.

Do druhej skupiny boli zaradené metódy, ktoré sú viac náročnejšie na čas a priestor, ale sú presnejšie ako hore uvedené. Jedná sa o metódy založené na meraní annulov stavcov, kostí a otolitov. Ich výhodou je presnosť, ktorá sa dá určiť lepšie ako pomocou šupín, ale ich nevýhodou je náročnosť prípravy biologického materiálu a nehumánny spôsob získavania tohto biologického materiálu, kde je podmienkou usmrtenie jedinca, z ktorého sa odoberá vzorka. Tieto metódy sa v praxi bežne nepoužívajú, ich využitie je skôr pre vedecké účely a muzeálne zbierky.

5 Zoznam použitej literatúry

ALLEN, B. R., - S. P. WINTNER. 2002. Age and growth of the spinner shark *Carcharhinus brevipinna* (Muller and Henle, 1839) off the KwaZulu-Natal coast, South Africa. S. Afr. J. Mar. Sci. 24: 1-8.

BEVERTON, R. J. H., - S. J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U. K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. (Ser. 2) 19.

CAMPANA, et al, 1985. Microstructure of Otoliths of fish. Can. J. Fish. Aquatech. Sci. 42, 1014-1032.

CAMPANA, S.E., L.J. NATANSON, - S. MYKLEVOLL. 2002. Bomb dating and age determination of a large pelagic shark. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59:450-455.

CALIS, E., E. H. JACKSON, C. P. NOLAN, - F. JEAL. In press. An insight into the life history of the rabbitfish, *Chimaera monstrosa*, with implications for future resource management. Northwest Atlantic Fisheries Organization Elasmobranch Symposium. D. Kulka, J. A. Musick, M. Pawson and T. Walker (eds.) 11-13 Sept. 2002, Santiago de Compostela, Spain.

CAILLIET, G. M. AND S. TANAKA 1990. Recommendations for research needed to better understand the age and growth of elasmobranchs, p. 505-507. *In*: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries. H.L. Pratt Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi (eds.). NOAA Tech. Rep. NMFS 90.

CASSELMAN, J. M. 1974. Analysis of hard tissue of pike *Esox lucius* L. with special reference to age and growth. Pages 13-27 *in* Bagenal, T. B., ed. The proceedings of an International Symposium on the Ageing of Fish. Unwin Brothers Limited, Surrey, England.

CARLANDER, K. D. 1987. A history of scale age and growth studies of North American freshwater fish. Pages 3-14 in Summerfelt, R. C. and G. E. Hall, eds. Age and growth of fish. Iowa State University Press, Ames.

CLARK, M. W., P. L. CONNOLLY, - J. J. BRACKEN. 2002a. Age estimation of the exploited deepwater shark *Centrophorus squamosus* from the continental slopes of the Rockall Trough and Porcupine Bank. J. Fish Biol. 60:501-514.

CLARK, M. W., P. L. CONNOLLY, - J. J. BRACKEN. 2002b. Catch, discarding, age estimation, growth and maturity of the squalid shark *Deania calceus* west and north of Ireland. Fish. Res. 56:139-153.

DEGENS, ET, WG Deuser and RL Haedrich. 1969. Molecular structure and composition of fish Otoliths. Marine Biologi 2:105-113.

DUBSKÝ,K. – KOUŘIL,J. – ŠRÁMEK,V. 2003: Obecné rybářství, roč. 2003, s 51-61

FRANCIS, M. P., - R. I. C. C. FRANCIS. 1992. Growth rate estimates for New Zealand rig (*Mustelus lenticulatus*). Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 43:1157-1176.

FRANCIS, R. I. C. C. 1988. Maximum likelihood estimation of growth and growth variability from tagging data. N.Z. J. Mar. Freshwat. Res. 22:43-51

FREER, D. W. L., - C. L. GRIFFITHS. 1993. Estimation of age and growth in the St. Joseph *Callorhinchus capensis* (Dumeril). S. Afr. J. Mar. Sci., 13: 75-82.

FORD. E. (1933): An account of the herring investigation conducted at Plymouth during the yearsfrom 1924 -1933.]. *Mar. Biol. Assoc., u.K.* 19:305 - 384.

GYURKÓ I., 1983: A halak világa, roč.1983, s.127-140

HADDON, M. 2001. Modeling and quantitative methods in fisheries. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.

HEDERSTOM, H. 1759. Rön om fiskars ålder. Köngl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 20: 222-229. (Original not seen, a translated version can be found in Hederström, H. 1959. Observations on the age of fishes. Report/Institute of Freshwater Research Drottningholm 40:161-164, page citations for quotes come from translation).

HINTZE, G. 1888. Karpfenzucht und Teichbau.Treba, Czechoslovakia. (Original not seen, summarized in Van Oosten 1929).

HILBORN, R., and C. J. Walters. 1992.Quantitative fisheries stock assessment:choice,dynamics and uncertainty.Chapman and Hall, New York.

HOFFBAUER, C. 1898. Die alterbestimmung des karpfen an seiner schuppe. AllgemeineFischerei-Zeitung 23:341-343.

HOFFBAUER, C.. 1900a. Die alterbestimmung des karpfen an seiner schuppe. Allgemeine Fischerei-Zeitung 25:135-139.

HOFFBAUER, C.. 1900b. Die alterbestimmung des karpfen an seiner schuppe. Allgemeine Fischerei-Zeitung 25:150-156.

HOLČÍK, J. HENSEL, K. 1972. Ichtyologická příručka, roč.1972,s.170-185

HUNTSMAN, A. G. 1918. The scale method of calculating the rate of growth of fishes. Transactions of the Royal Society of Canada, Series III 12(4):47-52.

HUNTSMAN, A. G. 1919. The growth of fishes. Transactions of the American Fisheries Society 49:19-23.

ISERMANN, D. A. & C. T. KNIGHT (2005). "A computer program for age-length keys incorporating age assignment to individual fish." *North American Journal of Fisheries Management* **25**(3): 1153-1160.

JOHNSON, A. G. 1979. A simple method for staining the centra of teleosts vertebrae. *Northeastern Gulf Sci.* 3:113-115.

KADLEČÍK, O., KASARDA, R., 2007. Všeobecná zootechnika, 2007, s 56. ISBN 978-80-8069-953-6

KETCHEN, K. S. 1975. Age and growth of dogfish (*Squalus acanthias*) in British Columbia waters. *J.Fish. Res. Board Can.* 32:13-59.

KIMURA, D. K. (1977). "Statistical assessment of age-length key." *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34(3): 317-324.

KRUPAUER, V., KUBŮ, F. 1985. Kapor obecný. Praha : Vydavatelství Naše vojsko, 1985, 200s.

KULIŠEK, V. HLUCHÝ, S. UHRÍN, V. 1998. Funkčná anatómia hospodárskych zvierat, roč. 1998, s. 236-238. ISBN 80-7114-251-4.

LAGLER, K. F., BARDACH, J. E., MILLER, R. R., MAYPASSINO, D. R. 1977: Ichthyology. 2. vyd. Jhon Wiley & Sons, New Yoork. 506 s.

LEA, E. 1910, On the method used in the herring investigations. *Publ.de Circ, Cons. Perman. Internat. Expl.de la Mer.* 53 : 7 – 174.

LEEUWENHOEK, A. van. 1798. On the nature of the scales of fishes, and how the age of those animals may be determined by observation of the scales; the author's reasonings and opinion respecting the longevity of this part of the animal creation.

Pages 89-96 in A. van Leeuwenhoek. The select work of Antony van Leeuwenhoek, containing his microscopical discoveries in many of the works of nature. Translated from the Dutch and Latin editions published by the author by Samuel Hoole. Henry Fry, London. (Citation date is for the English translation of the collection, original publication dates of individual papers is not provided in the text, but his work on fish scales dates to the 1680s).

LEEWENHOEK [sic], A. 1685. An abstract of a letter of Mr. Anthony Leewenhoek [sic] Fellow of the R. Society; concerning the parts of the brain of severall [sic] animals; the chalk stones of the gout; the leprosy; and the scales of eels. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 15:883-895

LEE R. M., 1912: An investyigation into the methods of growth determination in fishes by means of scales. Publ.de Circ. Cons.Perman. Internat. Expl. De la Mer, 63 : 3 – 34.

LUSK, S. – SKÁCEL, L. 1978. Lipeň, roč.1978, s. 40-53

MCFARLANE, G. A., - R. J. BEAMISH. 1987a. Validation of the dorsal spine method of age determination for spiny dogfish, p. 287-300. *In*: The age and growth of fish. R.C. Summerfelt and G.E. Hall (eds.). Iowa State Univ. Press.

MCFARLANE, G. A., - R. J. BEAMISH . 1987b. Selection of dosages of oxytetracycline for age validation studies. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44(4):905-909.

MENON, M. D. 1950. The use of bones other than otoliths, in determining the age and growth rate of fishes. Journal du Conseil International Pour l'Exploration de la Mer 16:311-335.

MONASTYRSKIJ G. N., 1926: K metodike opredelenija tempa rosta ryb po izmereniam češuj. Sbornik statej po metodike opredelenija vozrasta i rosta ryb. Sib. Icht.Lab. Krasnojarsk.41 – 79.

MUŽIK.V., 1997: Účelová rybia obsádka vo vodárenskej nádrži Nová Bystrica. roč 1997.

North Pacific Anadromous Fish Commission
(<http://npafc.taglab.org/MarkFAQ.asp#top>)

OGLE, D. 2008a Assigning Individual Ages with an Age-Length Key.
<http://www.rforge.net/FSA/AgeLengthKey.pdf>, 04.02.2009.

OFFICIER, R. A., A. S. GASON, T. I. WALKER, and J. G. CLEMENT. 1996. Sources of variation in counts of growth increments in vertebrate from gummy shark, *Mustelus antarcticus*, and school shark, *Galeorhinus galeus*: implications for age determination. Can. J. FISH. AQUAT.Sci. 53:1765-1777.

PLATT,C., - A.N. POPPER. 1981st Fine structure and function of the ear. Pages 1-36 in W.N. Tavaloga, A.N. Popper, and R.R. Fay. Hearing and sound communication in fishes. Springer-Verlag, New York.

ROZWADOWSKI, H. M. 2002. The sea knows no boundaries: a century of marine science under ICES. University of Washington Press, Seattle.

ROMER, A.S.,and T.S.PARSONS. 1977. The vertebrate body. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 624 pp.

RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 191.

PELL, R. L. 1859. Edible fishes of New York: their habits and manner of rearing, and artificial production. Transactions of the New York State Agricultural Society with an Abstract of the Proceedings of the County Agricultural Societies 18:334-397.

PETERSEN, C. J. G. 1892. Fiskensbiologiske forhold i Holboek Fjord, 1890-1891. Beretning fra de Danske Biologiske Station for 1890 (1891) 1:121-183. (Original not seen, summarized in Ricker 1975).

POPPER, A.N. 1983. Organization of the inner ear and auditory processing. Pages 126-178 in R.G. Northcutt, and R.E. Davis (eds.). Fish Neurobiology, Vol. 1, Brain stem and sense organs. The University of Michigan Press. Ann Arbor.

POPPER, A.N., S. COOMBS. 1980 Auditory mechanisms in teleost fishes. American Scientist 68:429-440.

POPPER, A.N.,and S. COOMBS. 1982. The morphology and the evolution of the ear in actinopterygian fishes. American Zoologist 22:311-328.

ROFF, D. A. 1982. The evolution of life histories: theory and analysis. Chapman and Hall, New York, NY.

SMITH, T. D. 1994. Scaling fisheries: the science of measuring the effects of fishing, 1855-1955. Cambridge University Press, Cambridge.

SULLIVAN, K. J. 1977. Age and growth of the elephant fish *Callorhynchus milii* (Elasmobranchii :Callorhynchidae). N.Z. J. Mar. Freshwat. Res., 11 (4):745–753.

SCHWARTZ, F. J. 1983. Shark aging methods and age estimates of scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, and dusky, *Carcharhinus obscurus*, Sharks based on vertebral ring counts, p. 167-174. In: proceeding of the international workshop on age

determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and Sharp. E.D. Prince and L.M. Pulos (eds.). NOAA Tech. Rep. NMFS8.

THOMSON, J. S. 1902. The periodic growth of scales in gadidae and pleuronectidae as an index of age. *Journal of the Marine Biological Association of Great Britain* 6:373-375.

THOMSON, J. S. 1904. The periodic growth of scales in Gadidae as an index of age. *Journal of the Marine Biological Association of Great Britain* 7:1-109.

VAN OOSTEN, J. 1929. Life history of the lake herring (*Leucichthys artedi* Le Sueur) of Lake Huron as revealed by its scales, with a critique of the scale method. *Bulletin of the Bureau of Fisheries* 44:265-428.

VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biol.* 10: 181-213.

VOVK F. I., 1955 (1956): O metodike rekonstrukcii rosta ryb po češuje. *Trudy Biol. stanci „Bork“ ANSSSR,2* : 15 – 30.

WALFORD, L.A. (1946): A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.* 90(2): 141 - 147.

WINTNER, S. B., - G. CLIFFN. KISTNASAMY, AND B. EVERETT. 2002. Age and growth estimates for the zambesi shark, *Carcharhinus leucas*, from the east coast of South Africa. *Mar. Freshwat.Res.* 53:557-566.

WOOTTON, R. (1998). "Ecology of Teleost Fishes", Kluwer Academic Publishers.
