

TRÁVICÍ SOUSTAVA

Stavba trávicího ústrojí

Trávicí ústrojí, umožňující rybám příjem potravy, její zpracování a resorbci živin, je poměrně jednoduše stavěno. Začíná ústním otvorem (*rima oris*) obklopeným čelistmi, pokračuje ústní dutinou (*cavum oris*), hltanem (*pharynx*) a jícnem (*oesophagus*), který u některých ryb přechází v žaludek (*ventriculus*), u jiných přímo ve střevo (*intestinum*). Podle tohoto jednoduchého morfologického kritéria rozeznáváme u kostnatých ryb dva základní **typy trávicího ústrojí** - **se žaludkem**, nebo **bez žaludku**. Střevo vyúsťuje řitním otvorem (*anus*) při bázi řitní ploutve. K trávicímu ústrojí patří přídatné trávicí žlázy játra (*hepar*) a slinivka břišní (*pancreas*). Trávicí trubice je po celé délce pokryta serózní blanou (*peritoneum*), pomocí níž je zavěšena v tělní dutině.

Tvar a postavení úst závisí na způsobu příjmu a na charakteru potravy. Podle postavení rozlišujeme u ryb ústa koncová (**terminální**), horní (**superiorní**) a spodní (**inferiorní**). Pysky ryb jsou většinou jen málo vyvinuté, na nich nebo v koutcích úst mají některé rybí druhy vousy, představující chuťový a hmatový orgán. U kapra obecného, cejna velkého a dalších druhů mají pysky schopnost trubicovitěho vysunování. Na začátku ústní dutiny jsou přítomny v podobě slizničních záhybů dvě průhledné chlopně (**tzv. vnitřní pysky**), které při dýchání ryby zabraňují zpětnému proudění vody. V ústní dutině ryb chybějí slinné žlázy, potrava je zde naopak zbavována přebytečné vody. Kostnaté ryby nemají vyvinut pravý pohyblivý jazyk, jejich tzv. **nepravý jazyk** je tvořen měkkou tkání, pokrývající nepárovou kost *basihyale*. Na čelistech a v ústní dutině (na jazylce, radličné kosti, na patře a na kostech žaberních oblouků) dravých druhů ryb se mohou nacházet funkčně nerozlišené zuby. Ty dravcům slouží výhradně k uchvacování a přidržování kořisti, popřípadě k oddělení sousta z větší kořisti, ale nikoliv k mechanickému zpracování potravy.

Za ústní dutinou následuje **hltan**, který je po stranách ohraničen žaberními oblouky, nesoucími dýchací aparát ryby. Žaberní oblouky plní také důležitou filtrační funkci prostřednictvím žaberních tyčinek (*spinae branchiales*), umístěných na vnitřní straně oblouků. Žaberní tyčinky chrání dýchací aparát před mechanickým poškozením hrubšími částicemi a současně z vody odfiltrávají drobné potravní organizmy. Velikost a hustota žaberních tyčinek jsou druhově charakteristické, ovlivněné způsobem výživy, velmi jemné a husté jsou u planktonofágních druhů. U některých druhů ryb se jejich tvar a počet považuje za důležitý taxonomický znak, podle něhož lze rozlišit i křížence fylogeneticky blízkých druhů. *Cyprinidae* a *Cobitidae* mají na posledním žaberním oblouku požerákové zuby, které napomáhají odvodňování a rozměňování přijaté potravy. Pracují proti patrové ploténce, která vzniká keratinizací sliznice horní části hltanu. U perlína ostrobřichého a amura bílého se

požerákové zuby podobají pilovitému noži a jejich povrch je tvořen tvrdou sklovitou hmotou. To těmto druhům umožňuje lepší mechanické zpracování přijaté rostlinné potravy pro trávení. Kapr obecný je schopen pomocí požerákových zubů drtit i velmi tvrdá semena a velký kapr jimi dokáže vyvinout asi sedmkrát větší sílu než člověk stiskem čelistí.

Hltan přechází v trubicovitý jícen, který je většinou krátký a široký, při průchodu potravy se ještě rozšiřuje. Svalovina jícnu je příčně pruhovaná i hladká, probíhá ve vnitřní vrstvě longitudinálně a ve vnější vrstvě cirkulárně. V přední části jícnu je produkován hlen polysacharidové povahy, který usnadňuje průchod přijaté potravy. Na jícen přímo navazuje žaludek nebo střevo.

Typ trávicího ústrojí **bez žaludku**

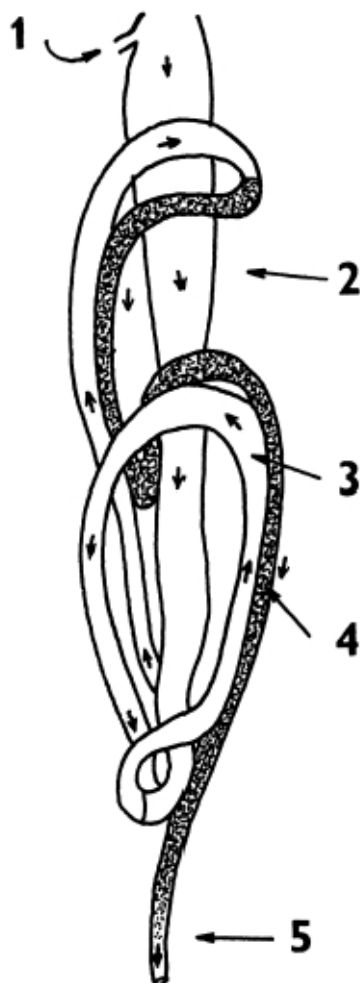
Z našich ryb nemají vytvořený žaludek *Cyprinidae*, *Cobitidae* (s výjimkou mřenky mramorované) a *Gobiidae*. Přední část střeva je u některých rybích druhů (kapr obecný) rozšířena a bývá označována jako *bulbus intestinalis*, potom se zužuje na konstantní vnější průměr, který je zachován až k análnímu otvoru. **Střevní stěna** je složena ze tří vrstev. Na povrchu je **serózní vrstva**, tvořená peritoneem, pod ní se nachází **hladká svalová vrstva** (vnější longitudinální a vnitřní cirkulární) a uvnitř **slizniční vrstva** tvořící četné řasy. Epitel sliznice je jednovrstevný a obsahuje mukosekreční buňky a enterocyty (zajišťující absorpci živin). *Bulbus intestinalis* nenahrazuje žaludek, neobsahuje pepsin, ani kyselinu chlorovodíkovou. Trávení probíhá u ryb bez žaludku v neutrálním až zásaditém prostředí.

Střevo kapra obecného je z morfologicko-fyziologického hlediska rozdělováno na tři odlišné části:

proximální část, zajišťující absorpci lipidů potravy

střední část, zajišťující absorpci proteinů. Struktura enterocytů je dokonce i u dospělých kaprů stejná jako u neonatálních savců. Tato buněčná organizace umožňuje absorbovat některé makromolekuly proteinů v neporušeném stavu. Střední část střeva má u živé ryby nahnědlou barvu.

distální část měří pouze 2-3 cm a má ve srovnání s předchozím úsekem světlejší barvu. Absorbce živin je snižena, distální úsek střeva je adaptován na iontovou výměnu s krví a na osmotický transport vody.



Obr. 20: Části střeva kapra obecného (*Cyprinus carpio*)

1 *ductus choledochus*, 2 proximální střevo (I.), 3 proximální střevo (II.), 4 střední střevo, 5 distální střevo (Podle Gas a Noaillac-Depeyre, 1981)

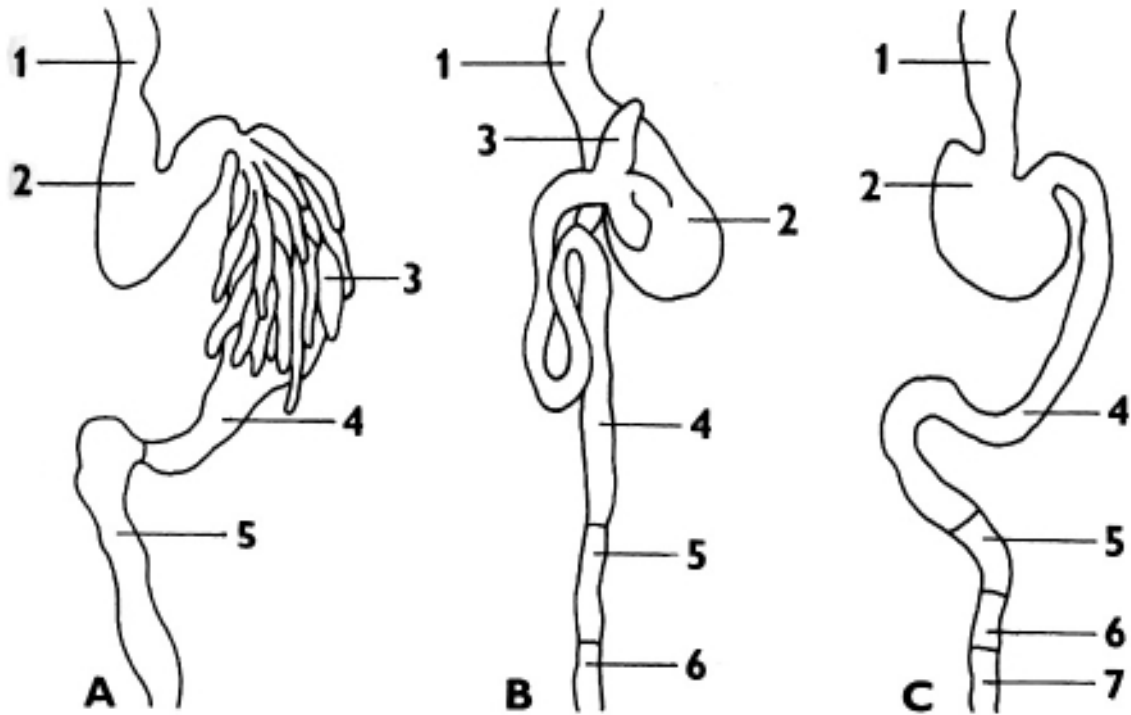
Typ trávicího ústrojí se žaludkem

Stavba jícnu ryb se žaludkem (např. sumeček americký, *Ictalurus nebulosus*) je velmi podobná jícnu kapra, rozdíly se projevují v uspořádání sliznice, která je diferencována na tři rozdílné části. V přední části jícnu se nalézají mukosekreční buňky, produkující kyselý hlen bohatý na mukopolysacharidy obsahující síru. Střední zóna sliznice je charakteristická velkým počtem hlenových buněk s méně kyselým obsahem. Zadní část jícnu je značně odlišná od předcházejících a zasahuje až ke svalovému svěrači mezi jícnem a žaludkem. Je tvořena jednovrstvým epitelem s hlenovými buňkami a žlaznatými exokrinními buňkami. Tato část jícnu se svojí stavbou velmi podobá přední části žaludku a označuje se jako *oesogaster*. U úhoře říčního bylo zjištěno, že jeho

stratifikovaný epitel jícnu se mění v průběhu adaptace dospělých jedinců na mořské prostředí na jednovrstevný. Tato změna signalizuje adaptaci osmoregulační funkce jícnu změnou iontové permeability jeho epitelu.

Žaludek má u různých druhů ryb velmi rozmanitý tvar, u piscifágních ryb je značně roztažitelný. Sliznice přední (sestupné) části žaludku obsahuje hlenové buňky, produkující mukopolysacharidy, a žaludeční žlázy, produkující **pepsin a HCl**. Zadní (vzestupná) část žaludku, oddělená od střeva **vrátníkem** (*pylorus*) opatřeným svalovým svěračem, obsahuje pouze hlenové buňky. Žaludeční hlen pokrývá celý vnitřní povrch žaludku a chrání jej před účinky kyselého prostředí. Hodnoty pH v žaludku podléhají sezonním změnám, při hladovění se blíží neutrální reakci, při trávení potravy se zvyšuje kyselost na hodnotu kolem pH 2. Specifická aktivita pepsinu je druhově charakteristická, u pstruha duhového dosahuje maximální hodnoty při pH 2,8. V této souvislosti je zajímavé připomenout, že krystalický pepsin byl poprvé izolován v roce 1940 právě z ryb, ze žaludku lososa *Oncorhynchus tshawytscha*. Svalstvo žaludeční stěny je hladké a je tvořeno vnitřní cirkulární a vnější longitudinální vrstvou.

Střevo je stavěno podobně jako u ryb bez žaludku, obsahuje také dvě vrstvy hladké svaloviny (vnější longitudinální a vnitřní cirkulární). Není však morfologicky diferencováno na jednotlivé části. U **sumečka amerického** je podle cytofyzilogických vlastností rozdělováno na čtyři segmenty (proximální, střední, distální a preanální). První tři části jsou funkčně stejné jako u kapra obecného, čtvrtý segment měří pouze 0,5-1 cm a ukončuje střevo. U **pstruha duhového** je rozlišována pouze proximální a distální část střeva, u **okouna říčního** proximální, střední a distální část.



Obr. 21: Trávicí trubice tří druhů kostnatých ryb se žaludkem, **A** *Oncorhynchus mykiss*, **B** *Perca fluviatilis*, **C** *Ictalurus nebulosus*, 1 jícen, 2 žaludek, 3 pylorické přívěsky **A** (4 proximální, 5 distální střevo) **B** (4 proximální, 5 střední, 6 distální střevo) **C** (4 proximální, 5 střední, 6 distální, 7 preanální střevo) (Podle Gas a Noaillac-Depeyre, 1981)

U řady rybích druhů vybavených žaludkem se na začátku střeva vyskytují tzv. **pylorické přívěsky** (*appendices pyloricae*), které jsou slepě zakončené a jejich histologická struktura je shodná s proximálním oddílem střeva. Počet pylorických přívěsků je druhově stálý, geneticky determinovaný. U pstruha duhového a pstruha obecného f. potoční byl zjištěn koeficient dědivosti pylorických přívěsků v rozsahu 0,4-0,6.

Počet pylorických přívěsků u některých našich rybích druhů:

| | | | |
|--------------------------|---------|---------------|---|
| pstruh obecný f. potoční | 40-90 | okoun říční | 3 |
| hlavátka obecná | 150-284 | candát obecný | 7 |
| lipan podhorní | 23-25 | | |

U kříženců lososovitých ryb počet pylorických přívěsků obvykle dosahuje průměrné hodnoty rodičovských druhů. Pylorické přívěsky jsou strukturálně i funkčně součástí předního oddílu střeva. Neobsahují exokrinní žlázy, přítomné trávicí enzymy jsou pankreatického původu. Funkce

pylorických příspěvků spočívá ve zvýšení kapacity trávicího ústrojí a v prodloužení doby průchodu potravy. Určitý význam mají také v absorpci lipidů a glukózy. U pstruha duhového o hmotnosti 100 g je povrch sliznice pylorických přívěsků 1,8 krát větší než povrch vlastní střevní sliznice.

Zvětšení trávicí plochy střeva je obecně dosahováno zvrásněním vnitřního povrchu slizničními řasami. U fylogeneticky nižších ryb, které mají většinou krátké trávicí ústrojí, se vyskytuje tzv. **spirální řasa** (*valvula spiralis*). Pravidelně ji nacházíme ve střevě žraloků a jeseterů, u většiny *Teleostei* chybí. Délka vlastního střeva závisí především na způsobu výživy rybního druhu a uvádí se v poměru k délce těla ryby. Obecně platí, že karnivorní druhy mají střevo kratší, omnivorní a herbivorní dlouhé:

| | | | |
|--------------|-----|-------------|---------|
| štika obecná | 1:1 | kapr obecný | 1:2,5-3 |
| sumec velký | 1:1 | amur bílý | 1:5-6 |
| okoun říční | 3:2 | | |

Přidatné trávicí žlázy

Játra (*hepar*) představují největší přidatnou trávicí žlázu, vznikající jako slepý výběžek embryonálního střeva. Mohou tvořit jednolitý kompaktní orgán (štika obecná, úhoř říční), nebo jsou dvoulaločná i vícelaločná. Například u kapra obecného jsou tvořena sedmi laloky, které obepínají kličky střeva. Játra produkují žluč, která je sbírána žlučovými kapilárami, žlučovody, a z jater je odváděna žlučovým jaterním vývodem (*ductus hepaticus*). Na něm se jako rozšířenina nebo samostatná výchlipka u většiny rybních druhů vytváří žlučník (*vesica felea*). Úsek žlučového vývodu od žlučníku ke střevu se označuje jako *ductus choledochus*. Žlučník slouží k hromadění žluče a chybí rybám jen výjimečně (např. mníkovi jednovousému). Žlučovodem je žluč odváděna do střeva. U ryb, které nemají žaludek, se vyústění žlučovodu považuje za počátek vlastního střeva. V játrech se žluč tvoří z hemoglobinu, pocházejícího z destruovaných erytrocytů, ve střevě emulguje tuky a aktivuje lipázu, čímž umožňuje jejich trávení. Játra plní také důležitou detoxikační funkci a podílejí se na metabolismu bílkovin, tuků a sacharidů. Velikost jater závisí na druhu ryby, věku, výživném stavu a také na ročním období. Největší játra mají treskovité ryby (mník jednovousý), které v nich ukládají většinu rezervního tuku. U kapra obecného dosahují 5-6% hmotnosti těla. Barva jater je zpravidla tmavočervená, v zimě při nahromadění žluče až žlutozelená. Světlá barva jater svědčí o jejich tukové infiltraci.

Slinivka břišní (*pancreas*) vzniká z výchlipek střeva a netvoří u ryb samostatný kompaktní orgán. Její tkáň je u vyšších ryb nejčastěji rozptýlena v játrech a tento orgán je potom označován jako

hepatopancreas. Tkáň slinivky břišní je strukturálně i funkčně diferencována na **endokrinní část**, produkující hormon **inzulin**, a na **exokrinní část**, produkující **trávicí enzymy**. Pankreatické enzymy (trypsin, lipáza, amyláza) jsou u ryb bez žaludku i se žaludkem vylučovány do střeva žlučovodem společně se žlučí.

Specifické aspekty fyziologie výživy ryb

Nutriční požadavky ryb, trávení potravy a růst jsou značně odlišné ve srovnání s vyššími obratlovci. Ryby středních a severních zeměpisných šířek se živí převážně lehce stravitelnou bílkovinnou potravou (zooplankton, zoobentos, ryby). Rostlinná potrava je většinou nouzová a vede ke snížení růstové rychlosti. Velká část bílkovinné potravy je u ryb využívána energeticky glukoneogenezí (u pohybově málo aktivních ryb až 70%, u pohyblivějších jen 30-40%). Avšak záporná potřeba energie je u ryb vzhledem k jejich poikilotermii významně nižší než u homeotermních obratlovců.

Trávení a metabolismus proteinů

Vodní bezobratlí obsahují v sušině 55-70% bílkovin, fytoplankton 40-60%. Vysoký podíl bílkovin v potravě ryb je spojen s jejich neobyčejně vysokou rychlostí růstu při relativně nízkých teplotách vody. Pro zajištění maximálního růstu by měla rybí potrava obsahovat 30-55% hrubého proteinu. Z hlediska kvalitativního složení bílkovinné potravy většina ryb vyžaduje přítomnost 10 následujících **aminokyselin: arginin, histidin, isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a valin**. Spektrum enzymů hydrolyzujících proteiny rybí potravy je podobné jako u vyšších obratlovců. Jedná se především o **trypsiny, chymotrypsiny, karboxypeptidázy a elastázy**, které jsou většinou pankreatického původu. Slinivka břišní rybích druhů, jejichž potrava je bohatá na skleroprotein kolagen, produkuje také enzym **kolagenázu**. Aktivita tohoto enzymu je vysoká u dravých ryb, například u pstruha duhového dosahuje stravitelnost kolagenu 45%, ale je zjišťován i u kapra obecného. U ryb se žaludkem se navíc významně uplatňuje **pepsin**. Trypsin, který je ve střevě aktivován **enterokinázou**, dosahuje maximální enzymatické aktivity při pH 7,6-9 (u kapra obecného při pH 8,2-8,8). Proteolytická aktivita enzymů je obecně vyšší u karnivorních ryb než u omnivorních a zejména herbivorních. Ve střevě proteolytická aktivita enzymů klesá k zadním oddílům, kde jsou tyto enzymy dokonce částečně resorbovány v neporušeném stavu.

Trávení a absorpce proteinů probíhá převážně v předních 40-50% délky střeva. U ryb bez žaludku může proteolytické enzymy vylučovat také střevní sliznice. Ta navíc produkuje **aminopolypeptidázy**, podílející se na štěpení bílkovin až na dipeptidy, tyto enzymy byly zjištěny

také u okouna říčního. Konečného produktu štěpení bílkovin (aminokyselin) je dosaženo díky aktivitě **dipeptidázy**. Trávení bílkovin je zajišťováno především enzymy rybího organismu, ale doplňující význam má i přínos enzymů živé potravy, a to nejen u ryb bez žaludku, ale i u ryb se žaludkem. Pro rybu je nevyhnutelná určitá adaptace enzymového vybavení v závislosti na druhu přijímané potravy. Ryby jsou také schopny absorbovat některé makromolekuly proteinů v neporušeném stavu prostřednictvím pinocytózy v zadní části střeva. Tato schopnost byla zjištěna nejen u rybích larev, ale i u dospělých ryb (kapr obecný, lín obecný, amur bílý, mřenka mramorovaná, pstruh duhový, úhoř říční, okoun říční). Pinocytóza je pro ryby zřejmě velmi důležitá v období po hladovění, kdy je ještě nízká sekrece trávicích enzymů.

Jak již bylo zmíněno, ryby ve srovnání s vyššími obratlovci získávají vyšší podíl tělesné energie z proteinů potravy. Toto energetické využití proteinů však může snížit vyšší podíl lipidů a sacharidů v potravě. Koeficient stravitelnosti proteinů je vysoký a dosahuje 80-95%. Syntézu tělních proteinů v aktivních rybích orgánech (játra, žábra, trávicí ústrojí, ledviny) nejvíce ovlivňuje teplota prostředí, ale také kvalita potravy. Pokud dieta vykazuje nevyrovnaný obsah proteinů, syntéza je zhoršena. Závislost proteinové syntézy na přísunu proteinů v dietě je u ryb vyšší než u savců a na dietetické změny bývají citlivější mladé ryby.

Trávení a metabolismus lipidů

Lipidy představují důležitou energetickou složku rybí potravy. Nejvýznamnější frakcí, která tvoří 70-95% lipidů v potravě, jsou **triacylglyceroly**. Jejich hydrolýzu po emulgaci žlučí umožňuje pankreatická **lipáza**, která patří do skupiny esterhydroláz, profaktorem lipázy je **kolipáza**. Lipáza se absorbuje na povrch emulze triacylglycerolů a působení enzymu (optimální pH 8,4-8,7) je specifické podle délky řetězce mastné kyseliny. Kyseliny s krátkým řetězcem (3-7 atomů C) jsou hydrolyzovány rychleji. Koeficienty stravitelnosti jsou u ryb velmi vysoké a dosahují kolem 90%. Relativní stravitelnost lipidů potravy závisí na jejich původu, např. koeficient stravitelnosti rybího tuku dosahuje 85-96%. Stravitelnost klesá se stoupajícím bodem tání tuku, koeficient stravitelnosti mastné kyseliny přímo závisí na délce řetězce a stupni nenasycenosti. Vlastní absorpce je lokalizována v přední části střeva a je mnohem pomalejší než u savců, trvá déle než 10 hodin. Pro ryby jsou esenciální polynenasycené mastné kyseliny skupiny n-3, které u poikilotermních živočichů plní prvořadou funkci v zajišťování dostatečné fluidity na buněčných membránách. Jedná se především o kyselinu eikosapentaenovou (20:5 n-3) a dokosahexaenovou (22:6 n-3). Biosyntéza mastných kyselin se u ryb realizuje dvěma různými, ale navzájem se doplňujícími cestami. Je to syntéza *de novo*, která z acetyl-Co-A dává palmitát, a biokonverze elongací a desaturací mastných kyselin z potravy. Zvýšená

transformace mastných kyselin s krátkým řetězcem na polynenasycené je spojena s poklesem teploty vody a pro organismus je velmi důležitá pro nadcházející zimní období.

Trávení a metabolismus sacharidů

Schopnost trávit sacharidy je u ryb obecně nižší než u vyšších obratlovců. Také absorpce glukózy je pomalejší než u savců. Glukóza a galaktóza jsou považovány za preferované sacharidy, zatímco fruktóza a pentózy jsou přenášeny pomaleji. Sekrece **amylolytických enzymů** je zajišťována exokrinní tkání pankreatu, nejvýznamnější je **amyláza**, u kapra obecného a herbivorních ryb také **maltáza**. U insektivorních a omnivorních rybích druhů je navíc dobře vyvinuta schopnost trávit chitin (homopolysacharid lineární struktury, chemicky podobný celulóze). **Chitinolytické enzymy** jsou u ryb se žaludkem zjišťovány v žaludku, u ryb bez žaludku ve střevní sliznici. Jejich maximální aktivita byla zjištěna *in vitro* při pH 3-4. Vysoká aktivita těchto enzymů byla prokázána u pstruha obecného, pstruha duhového, úhoře říčního a také karasa stříbřitého. U herbivorních rybích druhů je aktivita chitinolytických enzymů nízká, piscifágní druhy (štika obecná) tento enzymatický systém nemají. Ryby, v jejichž potravě se vyskytuje větší množství řas (ostroretka stěhovavá, plotice obecná, jelec tloušť), jsou schopny hydrolyzovat laminarin (polysacharid 13-1, 3 -glukan, zásobní produkt hnědých řas) díky enzymu **laminarináze** ve střevní sliznici. U karnivorních a omnivorních druhů tato schopnost chybí. Podle většiny autorů ryby **nejsou schopny trávit celulózu**, a to ani kapr obecný a amur bílý. Pro působení celulolytických mikroorganismů ryby nemají dostatečně prostorné zažívací ústrojí, ani vhodné teplotní podmínky v něm.

Nejintenzivnější vstřebávání sacharidů probíhá v zadní třetině střeva. Stravitelnost sacharidů je u ryb udávána od 40% (pro nativní škrob) až po 99% (pro glukózu), škrob je špatně využíván zvláště dravými druhy. Sacharidy jsou pro ryby tím hůře stravitelné, čím jsou komplexnější.

Důležitým procesem sacharidového metabolismu ryb je glukoneogeneze. Významnou energetickou rezervu rybiho organismu představuje **glykogen**, který je zjišťován ve všech rybích tkáních. Rybí glykogen je polysacharid s molekulovou hmotností 10^6 - 10^8 a u kaprovitých ryb mohou jeho rezervy přesáhnout 10% hmotnosti hepatopankreatu. Rezervy glykogenu v játrech ryb jsou významným energetickým zdrojem po řadu týdnů hladovění na rozdíl od savců, u nichž je jaterní glykogen vyčerpán již po dvou dnech hladovění. Obsah glykogenu kolísá v závislosti na rybím druhu, tkáni i ročním období, v játrech nejčastěji dosahuje hodnoty 60-120 mg.g⁻¹ čerstvé tkáně. V našich zeměpisných šířkách stoupá u sladkovodních ryb obsah glykogenu v játrech od září do ledna. V únoru a březnu může dojít k prudkému úbytku, minima jsou zjišťována v červnu, červenci a srpnu.

Střevní mikroflóra ryb

U ryb je zjišťováno 10^5 - 10^8 bakterií v 1 g střevního obsahu, což je nesrovnatelně méně než u homeotermních obratlovců. U kapra obecného bylo zjištěno, že populace mikroflóry je nejpočetnější v době aktivního příjmu potravy. Složení přijímané potravy také nejvíce ovlivňuje charakteristiku střevní mikroflóry, s výjimkou enterobakterií nejsou u ryb známy autochtonní skupiny bakterií. Také celulolytické bakterie nebyly v anaerobní mikroflóře ryb nalezeny.

Vliv endogenních a exogenních faktorů na intenzitu trávení

Veškeré životní pochody jsou u ryb vzhledem k jejich poikilotermii prvořadě limitovány teplotou prostředí. K fyziologii výživy ryb má vedle teploty **úzký vztah obsah** kyslíku, salinita vody a také její znečištění. Z dalších faktorů je to množství potravy, jejíž zvýšený přísun zhoršuje účinnost trávení (dochází k zesílení střevní motoriky). Po hladovění a následném příjmu potravy se účinnost trávení zvyšuje. Kvalita potravy významně ovlivňuje střevní motoriku a enzymatickou účinnost trávení. Důležitý je také poměr sušiny a vody v potravě, vyšší obsah sušiny zpomaluje peristaltiku a zvyšuje intenzitu trávení. Určitý vliv má také věk ryby, s rostoucím věkem se zpravidla zvyšuje trávicí schopnost, zejména u juvenilních ryb.

Ryby s dokonale vyvinutým trávicím ústrojím (štika obecná, candát obecný) přijímají potravu v delších časových intervalech (několik dnů), ryby s malou kapacitou žaludku (*Salmonidae*), několikrát denně a ryby bez žaludku s menšími přestávkami prakticky nepřetržitě. Rybí druhy, které jsou schopny přijímat a využívat různou potravu, se mohou snáze přizpůsobovat různým podmínkám prostředí (např. jelec tloušť). U všech rybích druhů však zpravidla rozlišujeme **potravu hlavní, příležitostnou a nouzovou**.

Potravní chování ryb

Přes druhovou rozdílnost ve stupni využití zraku, čichu a chuti při vyhledávání potravy lze potravní chování ryb charakterizovat obecně platným schématem, sestávajícím ze dvou fází:

1. Excitační fáze spojená s vyhledáváním, lokalizací a první identifikací potravy na základě již získaných a paměťově uchovaných čichových vjemů, a to jak pozitivních, tak negativních. Excitační fáze je signalizována chvěním a pohybem ploutví, zrychlenými pohyby skřelí, pohybem vousů, změnou polohy těla, proplouváním ze strany na stranu apod.

2. Fáze příjmu potravy, kdy ryba potravu uchopí, popřípadě nasaje do ústní dutiny, ochutná a následně buď pozře, nebo vyvrhne. Ryba tedy potravu nejprve hledá, snaží se ji lokalizovat a potom uchopit. Žralok je schopen nalézt kořist tím, že křižuje ve vodním sloupci a řídí se rostoucí

koncentrací jejího pachu. Sumečkovi americkému se podaří lokalizovat potravu pomocí chut'ových buněk na povrchu těla. Následně zrak a někdy postranní čára umožní kořist lokalizovat přesně. Potravní excitace pachovými látkami tedy u ryb vyvolává slídící chování, které je opět druhově specifické. Jakmile ryba potravu, respektive sousto lokalizuje, tak je uchopí. Nyní chut'ový smysl určí, zda je uchopené sousto potravně přijatelné. V této chvíli zasahuje doplňujícím způsobem také hmatový orgán.

Pachově potravní výběrovost některých rybích druhů

Ta je u ryb přednostně vázána na aminokyseliny a potravní atraktivnost aminokyselin je vyloženě druhovou záležitostí. Každý rybí druh má svoji směs aminokyselin, které dává přednost. Dokonce mohou existovat rozdíly i mezi jedinci téhož druhu, žijícími v různých podmínkách prostředí, nebo i mezi rybami s různými získanými potravními zkušenostmi.

Pstruh duhový představuje rybu s především zrakovou potravní orientací, ale má i velmi dobře vyvinutý čich. Pokusně bylo zjištěno, že je silně stimulován směsí **tyrosinu, fenylalaninu a histidinu**. V jiném pokusu byl pstruh duhový testován na 20 nejběžnějších aminokyselin, nejsilnější pozitivní reakci vykazoval na pro" a **leucin**, potom na **fenylalanin**.

Pstruh obecný f. potoční velmi pozitivně reaguje na pět následujících aminokyselin: **alanin, arginin, prolin, glycin a histidin**.

U **kapra obecného** byla mezi 11 testovanými kombinacemi aminokyselin zjištěna jako nejužší kombinace atraktantů, vyvolávajících pozitivní reakci, **směs alaninu, valinu a glycinu**. Jako další nejlepší kombinace z hlediska potravní přitažlivosti pro kapra byly zjištěny:

- 1. alanin, valin, fenylalanin, methionin, glycin, tyrosin, asparagin a glutamin**
- 2. alanin, valin, leucin, glycin a glutamin**

Tyto dvě kombinace se ukázaly stejně účinné jako extrakty nitěnek.

Výsledky výzkumu potravního chování ryb z posledních let nalézají široké uplatnění ve sportovním i komerčním rybolovu, stejně jako při výrobě krmných směsí pro ryby. Je však také třeba uvést, že čichové schopnosti ryb mohou být narušeny znečištěním (například těžkými kovy a pesticidy) nebo silnou eutrofizací vodního prostředí.