

Metodika uchování genetického zdroje zvířat

Ryby

Autor: prof. Ing. Martin Flajšhans, Dr. rer. Agr.

I. Druhy a plemena, jejich chov a šlechtění

(1) Původ a vývoj plemen a druhů ryb

Kapr obecný

Současný areál přirozeného rozšíření kapra je rozštěpen na ponto-kaspickou oblast Evropy a Z. Asie, kde se vyskytuje druh kapr obecný, *Cyprinus carpio* a oblast V. a JV. Asie, kde se rozlišuje samostatný druh kapr asijský, *Cyprinus rubrofuscus*. V povodí Dunaje se kapr obecný objevil před cca 8 000–10 000 lety, kde byl loven místními kmeny. Při vojenské expanzi do Podunají počátkem n. l. jej zde poznali Římané a využili kapra jako jeden ze sezónních zdrojů potravy. S pádem Římské říše a rozvojem křesťanství chov pokračoval v rybnících klášterů, na šlechtických panstvích, posléze i v majetku měst. J. Dubravius ve svém díle „O rybnících“ z r. 1547 definoval chovný cíl kapra obecného a fenotypově charakterizoval tělesný rámec, definice je dodnes aktuální. První moderní plemena kapra vznikala z místních populací a krajových rázů kapra selekcí v 19. století zásluhou J. Šusty (šupinatý třeboňský kapr, třeboňský lysec), dále dr. T. Mokrého (lnářský modrák), E. Srba (telčský šupinatý modrák) a dalších. Ve 30. letech 20. století dr. Černajev, prof. Kříženecký s prof. Kostomarovem a dr. Nowakem popsali řadu kmenů kapra ve více než 30 odborných pracích, monitoring na základě morfometrických znaků ukázal rozdílnosti jednotlivých kmenů chovaných v různých oblastech Čech a Moravy, které vznikly dlouhodobým výběrem a adaptací na místní podmínky. Za 2. světové války byl německou správou dovážen plůdek kapra z tehdejší Jugoslávie, který ovlivnil řadu krajových populací. V 50. a 60. letech 20. stol. byl hlavní metodou šlechtitelské práce hromadný výběr generačních ryb s důsledným popisem, evidencí a stanovením výtěžnosti. Počátkem 50. let 20. stol. se začal vytvářet současný genofond plemen a linií kapra v ČSSR za účelem zavádění selekce a hybridizace do šlechtění a tento trend pokračoval výměnou genofondu v rámci zemí RVHP do 80. let 20. stol. Užitek křížení přineslo vklad ve zlepšení růstové rychlosti a přežití především u F1-šupinatých dihybridů mezi kaprem ropšinským a kapry maďarského původu a u F1 lysých tetrahybridů s podílem krve kapra mariánskolázeňského, ropšinského a 2 maďarských lysých linií. Nalezení vhodných kříženců umožnilo u šupináče i u lysce zlepšení chovatelských výsledků v praxi. Na druhé straně negativní dopad zaváděného velkého počtu linií a různých kříženců v nekontrolovaných provozních podmínkách měl za následek postupnou "bastardizaci" některých chovných hejn (Flajšhans a kol., 2013). Na základě rozsáhlé genetické inventarizace chovných hejn kapra na bázi polymorfních proteinových márkru (1993–2000) doporučila Šlechtitelská rada Rybářského sdružení ČR (uznaného chovatelského sdružení podle plemenářského zákona č. 154/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů) chovatelům udržovat 11 genetických zdrojů kapra a vyřadit „bastardizovanou“ hejna z plemenného chovu. Především k produkci užitečných F1 hybridů byla do praxe zavedena dvě novošlechtěná plemena kapra (Severský lysec M72 a Amurský lysec vodňanské a pohořelické linie) s výraznou odolností vůči infekčnímu onemocnění koi herpesvirózou (KHV; Piačková a kol., 2013; Prchal a kol., 2021).

Lín obecný

Lín obecný, *Tinca tinca* je původním eurosibiřským druhem. Od středověku je lín využíván jako doplňkový druh v rybníkářství. Byl introdukovan do Austrálie, na Nový Zéland, do Afriky, Severní Ameriky a jihovýchodní Asie. V roce 1995 byl dovezen z ČR do Izraele a v letech 2000–2002 do Číny. Domestikace druhu je zcela recentní proces. Jednotlivé populace lína obecného (české a moravské místní populace a populace importované z Maďarska a Rumunska) byly shromážděny ve VÚRH Vodňany, počínaje rokem 1979. Výběrem byly založeny liniové chovy. Ke zvýšení homozygotnosti výchozích linií bylo použito blízké příbuzenské plemenitby a meiotické gynogeneze. K testaci užitečnosti bylo použito dialelního křížení a metody společného odchovu "multiple nursing". Recesivního založení zlaté a modré populace se využívá jako márkru i jako kontrolních linií v testech užitečnosti. Chová se celkem 12 plemen, 7 z nich jako genetické zdroje (Hlubocký, Vodňanský, Mariánskolázeňský, Velkomeziříčský, Tábořský, Kož. '92 a Modrý). První srovnávací testy užitečnosti plemen a hybridů lína v rybnících prováděné v České republice ukazují, že i mezi hybridy

a plemeny mohou existovat významné rozdíly v jejich růstu, přežití i výtěžnosti. Testy užitkovosti lína obecného s využitím kontrolní skupiny začaly teprve v roce 2000. První výsledky překvapivě ukázaly, že místní Vodňanské plemeno vykazovalo v tržní velikosti až o 45 % nižší růst oproti plemeni německému (Königswartha) a mezi plemeny byly zjištěny větší rozdíly v užitkovosti než mezi hybridy z vrcholového křížení (Flajšhans a kol., 2013). Pokračující testy užitkovosti potvrdily výrazné rozdíly i mezi jednotlivými plemeny lína v genetických zdrojích.

Pstruh duhový

Pstruh duhový, *Oncorhynchus mykiss* je původním druhem vod pobřeží Tichého oceánu a povodí řek na západním pobřeží Severní Ameriky od Aljašky po Mexiko a v Asii v povodí řek Kamčatky a v Ochotském moři. Tvoří tažnou (steelhead), netažnou a jezerní formu. Je příbuzný s tichomořskými lososy r. *Oncorhynchus*. Pstruh duhový je od roku 1874 uměle reprodukován a byl introdukován na všechny kontinenty s výjimkou Antarktidy. V roce 1880 byl pstruh duhový dovezen do Německa, roku 1888 do Čech. Ryby z prvního dovozu byly překříženy dalšími dovozy z USA, později i z Dánska. Stavby v chovech byly za 2. světové války značně redukovány a novým základem chovu se staly dovozy z Dánska v letech 1946–48. Pozdější populace byly dováženy opět z USA, Dánska, Polska, Francie, Bulharska. Byly k nám dováženy tažné i netažné formy. Z celkem 15 populací pstruha duhového byla šlechtitelská práce v ČR intenzivně prováděna u čtyř, z nichž byly založeny liniové chovy, jeden z nich byl posléze zlikvidován kvůli virové haemorrhagické septikémii. Označení „linie“ bylo do roku 2000 užíváno záměrně, protože legislativa předcházející plemenářskému zákonu č. 154/2000 Sb. neumožňovala používat u ryb pojmu „plemena“. Tyto chovy (PdM, PdD66 kamloops a PdD75) tvoří majoritu české produkce pstruha duhového (Flajšhans a kol., 2013).

Pstruh obecný

Pstruh obecný, *Salmo trutta* je původním evropským druhem, obývá různé typy vod úmoří Baltského, Severního a Černého moře a vytváří formy lišících se velikostí, vzhledem i zbarvením. V ČR se setkáváme nejčastěji s potoční formou, přičemž lokální populace adaptované na místní podmínky byly geneticky původní. Ve velkých jezerech a přehradách Evropy pstruh obecný vytváří jezerní formu stříbřitého rázu a dále vytváří mořskou formu, která migruje do toků k přirozenému výtěru. V černomořském povodí žil původně i poddruh *Salmo trutta labrax*. Lososovité ryby však patří k druhům, u kterých se umělá reprodukce prováděla nejdříve, převozy ryb a oplozených jiker mezi líhněmi na různých povodích, dovozy ryb ze zahraničí a převozy a vysazování násad do nepůvodních lokalit různých povodí způsobily překřížení odlišných poddruhů a značnou eliminaci mezipopulační genetické proměnlivosti. Jako původní byly identifikovány populace v některých chovných úsecích šumavských přítoků Vltavy (tzv. šumavská populace) a v chovném úseku řeky Teplé (tzv. tepelská populace). Přibližně od konce 80. let 20. stol. se prohluboval další pokles stavů populací pstruha obecného, především rostoucí intenzitou predančního tlaku rybích predátorů (kormorána velkého, *Phalacrocorax carbo* a vydry říční, *Lutra lutra*), nevhodnými úpravami toků, zhoršující se hydrologickou situací, nevhodným způsobem rybářského hospodaření, rybolovem, ale také snižováním úživnosti vodního prostředí a rostoucí kontaminací cizorodými látkami. Efektivní podpory populací pstruha obecného lze docílit vysazováním optimálního množství vhodných věkových kategorií násad, jejichž genetické vlastnosti se významně neliší od populací, do kterých jsou přisazovány. Vlivy klimatické změny a zejména rostoucí intenzita predančního tlaku rybích predátorů se projevují v některých chovných úsecích nižší početností generačních ryb, jejich nižším věkem a hmotností, což se odráží v nižší reprodukční užitkovosti takových generačních ryb a v důsledku může ohrožovat další udržitelnost takových populací.

Sumec velký

Sumec velký, *Silurus glanis* je původním evropským druhem, původně byl rozšířen v horních částech povodí Labe a Rýna a ve vodách východní Evropy, patřících k úmoří Baltského, Černého a Kaspického moře. Šlechtitelská práce u sumce velkého byla zahájena ve VÚRH Vodňany v 90. letech 20. stol. u dvou populací: Vodňany (V) a Hodonín (H). Jedná se o populace z umělých chovů, původně založených z autochtonních ryb povodí Labe a povodí Moravy, resp. Dunaje. Obě populace jsou geneticky odlišné a jsou zahrnuty mezi genetické zdroje ryb. V ČR je rovněž chován albinotický sumec a zlatá (xantorická) forma (Flajšhans a kol., 2013).

Síhové

Síh maréna, *Coregonus lavaretus* pochází z jezer v Pomořansku a Meklenbursku, odtud byl vysazen do dalších německých jezer, do Polska, Pobaltí, Josefem Šustou byl introdukovan v 80. letech 19. století z jezera Miedwie (Madüsee) na Třeboňsko. Síh peled', *Coregonus peled* pochází z jezer a velkých řek Ruska. Byl rozšířen do Švédska, Finska, Polska, Německa; od r. 1970 je též v Čechách. Mezi oběma druhy byla na podnicích Státního rybářství, o.p., od roku 1971 prováděna mezidruhová hybridizace pro zvýšenou růstovou schopnost a kvalitu masa F1 kříženců. Docházelo k nevidovanému náhodnému i záměrnému křížení dalších filiálních generací, tím ke ztrátě heterozního efektu, postupně ke ztrátě užitkovosti. U převážné většiny dnes chovaných populací v ČR se jedná o mezidruhového hybrida síha marény a síha peledě n-té filiální generace. Tito mnohonásobní hybridy vykazují značnou morfologickou plasticitu. V 80. a 90. letech 20. stol. byl prováděn genetický monitoring druhové čistoty síhů v českých a moravských chovech, populace čistého druhu síha marény a síha peledě byla nalezena pouze v jednom hospodářském chovu. Do roku 2021 bylo rybářství v Mariánských Lázních jediným chovatelem obou čistých druhů v ČR a udržovalo je v živé genové bance jako genetické zdroje. Vlivem kombinace nepříznivých klimatických jevů (chýbějící vody, extrémních výkyvů teplot, nedostatku nasycení vody kyslíkem) a výrazného tlaku rybožravých predátorů, zejména kormorána, došlo v roce 2019 k redukci hejna genetického zdroje marény a zbylé generační ryby byly přesunuty do vhodnějších podmínek, které do té doby nebyly pod tak intenzivním predačním tlakem. Tyto ryby se však nepodařilo uměle reprodukovat a posléze uhynuly. V roce 2021 tak chovatel ohlásil zánik genetického zdroje síha marény. Síh peled' je jako genetický zdroj dosud chován ve dvou chovech, a to na rybářství v Mariánských Lázních a ve Žďáru n. Sázavou. Ještě ve druhé polovině 90. let 20. století se oba čisté druhy síhů volně vyskytovaly v několika vodárenských nádržích. Vlivem povodní počínaje r. 1997 a dlouhodobým vlivem biomelioračních zásahů (vysazování dravců) však došlo ke značnému snížení jejich stavů (Flajšhans a kol., 2013). V rybníčních chovech jsou populace síhů velmi významně redukovány predačním tlakem rybožravých predátorů, zejména kormorána velkého, *Phalacrocorax carbo* a negativně se na jejich chovu projevují i klimatické změny.

Jeseteři

Historicky jsou na území ČR původní celkem tři druhy jeseterů: jeseter velký, *Acipenser sturio* v povodí Labe; jeseter malý, *A. ruthenus* a vyza velká, *Huso huso* v povodí Dunaje. Jeseter velký se celosvětově blíží k vyhnutí. Malé populace tohoto druhu jsou v Evropě chovány ve dvou institucích (ve francouzském CEMAGREF u Bordeaux a v německém Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei v Berlíně). Vysazuje se do řek v úmoří Severního moře a Atlantiku. Současná reintrodukce do německých a polských řek v úmoří Baltického moře je založena na blízkce příbuzném jeseteru ostrorypém, *A. oxyrinchus* na základě důkazů o jeho přirozené introgresi do baltických populací jesetera velkého během tzv. malé doby ledové. Populace čistých druhů jesetera malého a vyzy velké jsou v ČR chovány v akvakultuře, individuálně označované, chráněné jako genetické zdroje a rozmnožované umělou reprodukcí. Umělý chov v zajetí je v současné době spolu s ochranou habitatu, odstraňováním migračních bariér nejlepší známý způsob, jak tyto druhy zachovat (Flajšhans a kol., 2013).

(2) Charakteristika plemen a chovný cíl

Chovný cíl

Produkce kvalitních potomků hospodářsky cenných druhů ryb se stabilní odpovídající fenotypovou kvalitou exteriéru i ostatních rozhodujících užitkových vlastností, s ohledem na dosažení maximální kusové hmotnosti a výtěžnosti jedlých částí tržních ryb, při minimální ekonomické nákladovosti na 1 kg masa u každého rybního druhu; případně i s ohledem na jiné ekonomické zhodnocení (produkce plůdku a násad k vysazování, okrasných ryb, aj.), s respektováním kvality životního prostředí a zabezpečením dobré ochrany zdravých ryb.

Cílem chovu *in situ* je udržet co nejširší genetickou proměnlivost daného genetického zdroje. U genetických zdrojů ryb se šlechtění neprovádí. Plemena zařazená do programu udržování

genetických zdrojů mohou být dále šlechtěna až po naplnění zásad ochrany genetických zdrojů, tj. vytvoření nukleu (kmenového hejna) genetického zdroje.

Chovný standard

Chovný standard genetických zdrojů kapra obecného vychází z Pokorného a kol. (1995) a Kocoura a kol. (2008), lína obecného z Kvasničky a Píchy (1985), lososovitých ryb z Pokorného a kol. (2003). Posouzení chovného standardu u nově zařazovaných plemen či kmenových hejn do genetických zdrojů provádí komise hodnotitelů plemenných ryb jmenovaných Šlechtitelskou radou Rybářského sdružení České republiky, a to na základě údajů poskytnutých chovatelem a vlastního hodnocení u náhodně vybraných jedinců kmenového hejna při místním šetření.

U některých plemen jednotlivých genetických zdrojů ryb nelze plemennou příslušnost a původ jednoznačně stanovit na základě prostého hodnocení ukazatelů exteriéru a touto metodou rovněž nelze stanovit meziplemné a v některých případech ani mezidruhové hybridy, zvláště v následných filiálních generacích. Nedílnou součástí programu udržování genetických zdrojů ryb jsou proto genetické analýzy. Analýzy provádí Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, v.v.i. v Liběchově (ÚŽFG) ve spolupráci s FROV JU, VÚRH Vodňany. Podle zák. č. 154/2000 Sb. je také ÚŽFG oprávněnou osobou k ověřování původu u ryb.

(3) Důvod zařazení plemen do NP, specifické vlastnosti

Plemena genetických zdrojů ryb je třeba považovat za kulturně-historickou součást chovatelství v českých zemích a genofond plemen a linií ryb vytvořený činností našich předchůdců je součástí kulturního bohatství národa. Bez finanční podpory ochrany genetických zdrojů ryb ze strany státu by pravděpodobně nebylo možné udržet řadu původních čistých plemen a linií, jež se v současné době k tržní produkci neužívají. Mohlo by se tak stát navzdory vysokému odbornému povědomí rybářské praxe o jejich významu, z důvodů čistě ekonomických. U plemen, která jsou pouze zakonzervována a odchovává se jen nukleus a mladší kategorie ryb k jeho obnově, není reálné očekávat jejich zásadní uplatnění v produkčním rybářství, ale zůstávají výchozím materiálem pro šlechtění nových plemen a v případě potřeby i zdrojem genů využitelných pro zlepšení zdravotního stavu, kondice a dalších užitkových vlastností vysoce užitkových plemen. U původních plemen, která jsou jinak využívána v užitkovém chovu, ať již v čistokrevné plemenitbě nebo v hybridizačním programu, je vysoce žádoucí odděleně odchovávat jejich nukleus také jako záložní zdroj pro případ genetické kontaminace plemene původního (nežádoucí introgrese genů jiných plemen při realizaci hybridizačního programu), jako se opakovaně projevilo např. v případě kapra ML nebo C73, při selhání selekčního programu, při nebezpečí virových onemocnění, otrav, při predačním tlaku rybožravých predátorů nebo při působení vlivů klimatické změny (sucha, vysokých teplot vody a nízkého nasycení vody kyslíkem nebo naopak povodní).

(4) Hlavní zásady šlechtění plemen

Regenerace genetických zdrojů ryb

Původní plemena kapra obecného, jejichž přehled s biologickými a užitkovými charakteristikami recentně zpracovali Kocour a kol. (2008), jsou různou měrou využívána v podmínkách českého, moravského a slezského rybářství ve šlechtitelském programu k produkci tržních ryb čistokrevnou plemenitbou, selekcí a hybridizací, jak popsali v jednotlivých metodikách FROV JU Gela a kol. (2009) a Kocour a kol. (2010, 2011). Periodicky prováděné genetické analýzy remontních ryb před jejich zařazením do kmenových hejn mají za úkol jednak zabránit mylnému zařazení meziplemných hybridů do reprodukce, jednak kontrolovat úroveň genetické proměnlivosti v generacích potomstva. Jinými slovy kontrolovat, zda jsou faktoriálním křížením reprodukovány dostatečné počty nepříbuzných mlíčáků a jikernaček.

U každého z původních plemen, jako jsou ML, Žd'-L, Žd'-Š, PoL, která se částečně nebo zcela využívají v hybridizačním programu pro užitkový chov F1 hybridů, se nukleus (kmenové hejno) uchovává čistokrevnou plemenitbou, bez selekce. Název „Pohořelický kapr“ není plemeno, ale chráněné označení původu (CHOP) podle evropské legislativy od roku 2004.

U původních plemen kapra, která se většinou využívají pro užitkový chov čistokrevnou plemenitbou (C73, Te, TŠ), se kmenová hejna rovněž uchovávají čistokrevnou plemenitbou bez selekce. U třeboňského šupináče, který se odvozuje od původního třeboňského kapra vyšlechtěného J. Šustou koncem 19. století, bylo od roku 1998 snahou Rybářství Třeboň, Rybářství Nové Hrady a VÚRH JU ve Vodňanech ve spolupráci s Ústavem živočišné fyziologie a genetiky AV ČR v Liběchově regenerovat a stabilizovat populaci na základě výběru generačních ryb před érou hybridizace s ropšinským kaprem, analýz genetické struktury populace, vyřazení hybridů a rozmnožení čistokrevných jedinců. Označení „Třeboňský kapr“ není název plemene, ale chráněné zeměpisné označení (CHZO) podle evropské legislativy od roku 2006.

Ostatní plemena kapra (MV, C434, C435, BV) nejsou v současné době produkčně využívána a jsou u nich pouze zakonzervována kmenová hejna, uchovávaná čistokrevnou plemenitbou, bez selekce.

U lína obecného se produkčně využívají plemena H, T, V, ML, VM a barevné mutace k produkci okrasných ryb. U plemene Kož. '92 bylo konstatováno zeslabení typických fenotypových projevů a bylo doporučeno osvěžení krve. U obou druhů pstruhů, síha peledě, jeseterů a u sumce velkého jsou zakonzervována kmenová hejna s pravidelným doplňováním a obnovou, zatímco většina generačních ryb Pd je používána k produkci a generačních ryb Po k produkci násad. U jesetera malého jsou další generační ryby uměle vytírány k produkci násad pro reintrodukcii tohoto druhu do povodí Dunaje.

Metody genetických analýz jsou legislativně stanoveny podle zákona č. 154/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Analýzy provádějí autorizované vědecké laboratoře na žádost chovatele a na jeho náklady. Genetické analýzy se provádějí u nových hejn a remontů (budoucích generačních ryb) pro obnovu kmenového hejna, před jejich zařazením do kmenového hejna. Odběry vzorků pro analýzy se nejčastěji provádějí při příležitosti jarního nebo podzimního přelovení hejna. Za reprezentativní vzorek každého hejna nebo chovné skupiny se považuje minimálně 40 jedinců. U generačních a remontních ryb se provádějí odběry vzorků tělních tekutin (krve), případně tkání (ploutve) bez nutnosti zabít ryby. Nejpozději souběžně s odběrem vzorků se provádí značkování jednotlivých ryb pro jejich individuální identifikaci. Výsledky analýz mohou o populacích vypovědět následující:

- genetickou čistotu druhu / populace / plemene / chovného hejna (přítomnost nebo nepřítomnost mezidruhových nebo meziplenných hybridů, případně genové introgrese)
- míru genetické variability (zda byla populace / plemeno / hejno založena z dostatečného počtu jedinců nebo zda a do jaké míry je inbrední)
- genetickou vzdálenost (odlišnost) jednotlivých populací / plemen / chovných hejn.

Provádějí se následující typy analýz podle potřeby, stanovené konzultací s vědeckou laboratoří:

Biochemicko – genetická analýza polymorfních proteinů se provádí u generačních a remontních ryb z periferní krve. V případě nutnosti se u nižších kategorií ryb (plůdek, násada, tržní ryba) analyzují rovněž proteinové systémy červeného a bílého svalů, jater, případně oka a mozku, odebraného po zabíjení ryby. Tyto analýzy jsou aplikovány u kaprovitých, lososovitých, u sumce a u síhů.

Molekulárně – genetická analýza (studium mitochondriální DNA metodou PCR-RFLP a jaderné DNA analýzou mikrosatelitů) se provádí u všech věkových kategorií, u vykultivovaného plůdku z celých jedinců, u starších kategorií z periferní krve nebo odstřížku ploutve. PCR-RFLP může být vedle biochemických markerů u kapra obecného využívána k určení hybridů s Amurským sazanem a Ropšinským kaprem. Mikrosatelitní markery jsou zvláště vhodné vzhledem k vysokému stupni vzájemné příbuznosti evropských plemen kapra, nižší míře genetické variability plemen lína, vysokému stupni prokřížení populací u jednotlivých druhů lososovitých ryb apod. Perspektivní technologií jsou i tzv. DNA čipy (DNA microarray), sloužící k analýze variability DNA a fungující na principu alelicky specifické hybridizace genotypováním jednonukleotidových polymorfismů (SNP) a konstrukcí tzv. SNP čipů. V současné době jsou propracované např. pro studium variability a rozvoj selekčních programů některých významných druhů ryb v evropské sladkovodní akvakultuře

(lososa obecného, pstruha duhového), lze však předpokládat jejich další vývoj a zpřesňování i směrem k dalším druhům ryb, a tedy i ke genetickým zdrojům.

Cytogenetická analýza ploidie průtokovou cytometrií a analýzou obrazu jader erytrocytů se používá u těch genetických zdrojů, kde existuje riziko výskytu triploidních sterilních jedinců v chovu (lín obecný, pstruzi, sumec velký), a dále zejména u druhů, kde existuje riziko výskytu polyploidních mezidruhových hybridů (jeseteři). Provádí se u všech věkových kategorií, u vykuleného plůdku z celých jedinců, u starších kategorií ze vzorku periferní krve.

Depozice vzorků do genové banky se provádí při odběru vzorků tělních tekutin nebo tkání pro genetické analýzy. Pracovníci autorizované vědecké laboratoře zároveň od jednoho jedince deponují do genové banky:

- 0,1 ml krve a/nebo 50 mg odstřížku ploutve odebrané *in vivo* nebo
- 10 g buněčné tkáně odebrané post mortem (§4 vyhl. č. 72/2017 Sb.)

Genovou banku spravuje autorizovaná vědecká laboratoř.

(5) Čistokrevné populace plemen a jejich genová rezerva

Rozsah populací genetických zdrojů ryb

Z populací, u kterých jsou odchována pouze kmenová hejna, jsou všichni plemenní, resp. potenciálně plemenní jedinci evidováni jako genetický zdroj. U populací, které jsou využívány v užitkovém chovu, ať již v čistokrevné plemenitbě nebo v hybridizačním programu, jsou jako genetický zdroj evidováni plemenní jedinci kmenových hejn (nukleů). U každého chovatele je jako nukleus dotováno pouze kmenové hejno 120 ks ryb, na které je zkalkulována sazba příspěvku.

Trend populací GZ ryb v letech 2017-2023 (všichni generační a remontní jedinci)

Druh	Plemeno / populace	2018	2019	2020	2021	2022	2023
kapr	C 434	142	142	182	160	174	247
obecný	C 435	133	131	127	280	263	131
	Jihočeský lysec–BV	71	146	146	200	228	237
	Jihočeský kapr šupinatý–C73	143	252	123	120	120	124
	Mariánskolázeňský kapr šupinatý–ML	887	852	674	842	755	815
	Milevský lysec – MV	220	162	162	205	205	200
	Pohořelický lysec – PoL	655	573	728	1090	930	826
	Telčský lysec – Te	120	40	32	30	29	135
	Třeboňský šupináč – TŠ	556	588	628	585	567	510
	Žďárský šupináč – Žd'-Š	360	350	#	139	197	393
	Žďárský lysec – Žd'-L	270	205	#	115	187	164
lín	Hlubocký – H	351	327	327	304	467	467
obecný	Kož.92	207	187	186	150	179	179
	Mariánskolázeňský – ML	270	322	319	270	506	328
	Modrý – MO	350	280	100	140	311	311
	Táborský – T	341	272	260	283	511	1003
	Velkomeziříčský – VM	165	122	122	120	122	122
	Vodňanský – V	203	132	132	130	132	132
sumec	Hodonínský – H	129	149	126	120	120	143
velký	Vodňanský – V	198	217	333	120	120	185
pstruh	Pd M	280	272	130	269	130	134
duhový	Pd D66	130	260	260	260	335	260
	PdD 75	3386	2272	2568	2531	3560	3464
pstruh	Šumavská populace – PoŠ	1644	2470	2458	1352	1739	1324
obecný	Tepelská populace – PoT	1000	1000	1000	1000	1000	1000
síh maréna	čistý druh	1150	#	36	-	-	-
síh peled'	čistý druh	500	430	150	1100	1000	1050
jeset. malý	čistý druh	1603	1002	760	734	1090	1092
vyza velká	čistý druh	130	131	131	131	131	131

data neposkytnuta

Počet podporovaných chovů kmenových hejn GZ ryb v letech 2017-2023

Druh	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
kapr obecný	13	13	13	13	13	13	13
lín obecný	8	8	8	8	9	9	9
sumec velký	2	2	2	2	2	2	2
pstruh duhový	4	5	5	5	5	5	5
pstruh obecný	4	4	4	4	4	4	4
síh maréna	1	1	1	1	0	0	0
síh peled'	2	2	2	2	2	2	2
jeseter malý	2	2	2	2	2	2	2
vyza velká	1	1	1	1	1	1	1
celkem chovů	37	38	38	38	38	38	38

Počet podporovaných chovů genetických zdrojů ryb v letech 2017–2023 vykazuje relativně stabilní hodnoty u většiny chovů genetických zdrojů ryb vyjma chovného hejna síha marény, kde byl v roce 2021 chovatelem ohlášen jeho zánik. U pstruha duhového (PdM) a lína obecného (Hlubocký) byly zařazeny nové chovatelské duplikáty.

Stupeň ohrožení

Efektivní velikost populace Velikost kmenového hejna musí být taková, aby jeho rozmnožováním docházelo pouze k minimálnímu nárůstu příbuznosti, resp. aby tím bylo minimalizováno škodlivé působení inbrední deprese. Ta vzniká křížením příbuzných jedinců, a většinou znamená redukci genetického zdraví populace. Fenotypově se inbrední deprese může projevit morfologickými změnami, fyziologickými změnami obvykle vedoucími ke snížené reprodukční schopnosti a zhoršené imunitě, v chovech ryb také pak sníženými užitkovými vlastnostmi (Flajšhans a kol., 2013). Obecně se pak hovoří o ztrátě „fitness“, které vyjadřuje velmi zjednodušeně schopnost populace či jedince přenést svoje geny do následných generací.

Podle materiálů FAO (FAO, 1981) by efektivní velikost populace rodičů (N_e) k minimalizaci inbrední deprese za generaci (tj. 1 %) měla dosahovat počtu alespoň 50 jedinců. Vzhledem ke zranitelnosti rybí populace používá současná evropská praxe dvojnásobnou hodnotu. Tento počet odráží potřebnou efektivní velikost populace rodičů $N_e = 100$ jedinců při poměru pohlaví 1:1, při jejíž reprodukci inbrední deprese za generaci narůstá o 0.5 %. K tomu se, vzhledem ke specifičnosti chovu ryb v rybnících nebo nádržích, možným ztrátám onemocněním, otravou nebo znečištěním přítokové vody, pytlacením, únikem ryb při povodni apod. ročně připočítává 20% rezerva. Základní chovnou jednotkou každého genetického zdroje ryb je tedy kmenové hejno o 120 kusech. Kmenové hejno sestává z generačních ryb, resp. z generačních a remontních ryb u druhů, kde je velikost kmenového hejna limitována zootechnickou náročností nebo vzácností jedinců daného genetického zdroje (sumec velký, vyza velká).

II. GENETICKÝ ZDROJ, jeho chov a stabilizační šlechtění

(1) Kritéria zařazení zvířat do GZ

Chov *in situ*

Uchování genetických zdrojů ryb *in situ* je základním způsobem zachování genetické diverzity živých populací a plemen v prostředí, v němž se tyto populace a plemena vyvinuly nebo se normálně nacházejí (volné vody, chovy). Genetické zdroje ryb jsou tedy chovány přímo u chovatelů, v typickém chovatelském prostředí pro daný druh, populaci nebo plemeno, s respektováním kvality životního prostředí a zabezpečením dobré ochrany zdraví (welfare) ryb. Tento způsob je rovněž označován jako uchování genetických zdrojů ryb v živé genové bance.

Zařazování ryb do stavu kmenového hejna

Při obnově kmenového hejna, tedy doplňování nebo obměňování stavů, jsou do genetického zdroje zařazováni jedinci:

- kteří jsou na základě příslušné operativní evidence příslušníky nebo potomky kmenových hejn daného genetického zdroje,
- kteří svým fenotypem odpovídají standardu plemene,
- u nichž výsledky analýzy reprezentativního vzorku chovné skupiny odpovídají genetické charakterizaci daného genetického zdroje.

Zařazování ryb do stavu kmenového hejna musí provádět zkušený chovatel či genetik se znalostí obecného druhového i plemenného/liniového standardu, který je schopen oprostit se od své vlastní představy o daném plemeni. V tomto je zásadní rozdíl mezi výběrem jedinců do kmenových hejn genetických zdrojů a výběrem u ostatních plemen a linií dále šlechtěných. Provádí se pouze negativní selekce, tzn. že se vybírají ryby bez ohledu na velikost, které splňují příslušný standard (tzn. tvar těla, tělesné proporce, přítomnost specifických plemenných či druhových znaků apod.) a kritériem pro nezařazení ryby do stavu kmenového hejna jsou jen např. špatný zdravotní stav či deformace tělesných částí těla (nejsou-li pro plemeno charakteristické).

Počet kmenových hejn genetického zdroje

Chov ryb je, vzhledem k jejich biologickým specifikům, snáze ovlivnitelný negativními faktory prostředí než chov většiny teplokrevných hospodářských zvířat. Chov genetického zdroje pouze na jednom místě v republice by proto byl riskantní. Pokud to situace umožňuje, každý genetický zdroj ryb má být udržován v živé genové bance ve dvou, maximálně třech kmenových hejnech, přičemž jednotlivá kmenová hejna jsou chována na oddělených lokalitách, v oddělených chovech různých chovatelů, nejlépe v chovech na různých povodích. Toto opatření slouží:

- k redukci nebezpečí ztráty genetického zdroje při nákaze, úhynech a úniku ryb při povodňových stavech,
- k možnosti osvěžení krve z druhého či třetího chovu téhož genetického zdroje při známkách ztráty genetické variability populace;
- k možnosti doplnění z jiného chovu téhož genetického zdroje nebo k převodnému křížení při zjištění výskytu meziplemenných hybridů.

Obnova kmenového hejna

K obnově kmenového hejna genetického zdroje ryb se provádí hromadná reprodukce generačních ryb s oplozením gamet všech samic vždy gametami každého samce. Reprodukce je vsoučasné době prováděna výhradně umělým výtěrem, při kterém jsou samčí i samičí pohlavní produkty odebírány individuálně, což je žádoucí pro zjišťování důležitých reprodukčních ukazatelů i pro způsob osemeňování jiker. Osemeňování jiker mlíčem se provádí tak, aby byla zajištěna maximální možná genetická variabilita vzniklého potomstva. Proto se provádí především tzv. individuální oplození, kdy se směs jiker od všech samic rozdělí rovnoměrně na počet částí rovnajících se počtu vytřených samců a každá z částí je osemeněna mlíčem jednoho samce.

Jelikož je u některých druhů ryb technicky velmi složité rozmnožovat v jedné výtěrové sezóně všechny jedince celého kmenového hejna společně, navíc někteří jedinci nemusí být v příslušném roce (období) v dobré předvýtěrové kondici, je možné obnovu rozdělit na více časových období. Vždy je ale potřeba využít k reprodukci přednostně jiné jedince, než byli použiti v předchozím období. Např. u kapra obecného je doporučeno obnovu kmenového hejna zajistit z potomstva vzniklého z tří výtěrů generačních ryb kmenového hejna a v každém z výtěrů využít minimálně 15 samic a 25 samců (Flajšhans a kol., 1999).

Frekvence úplné obnovy kmenového hejna, tedy nahrazení všech ryb kmenového hejna novými jedinci, je druhově specifická a závisí na generačním intervalu druhu, početnosti genetického zdroje, způsobu jeho odchovu, zdravotním stavu kmenového hejna a na působení externích faktorů, které se promítají do výsledné početnosti stavů jako jsou např. predace, úhyny, otravy, povodně apod. Pro jednotlivé genetické zdroje ryb jsou doporučeny tyto intervaly obnovy kmenového hejna:

- 3–4 roky u síha marény a síha peledě,
- 4–6 let u pstruha duhového a pstruha obecného f. potoční,
- 6–8 let u kapra obecného, lína obecného, sumce velkého, jesetera malého,
- pravděpodobně 20–25 let u vyzy velké

Odchov ryb určených pro obnovu kmenových hejn

Obrovskou nevýhodou v chovu ryb a udržování genetických zdrojů je skutečnost, že kvůli velikosti a vysoké přirozené mortalitě ryb není možné provádět skupinové či individuální značení jedinců už při jejich vykulení. Z toho důvodu je již od umělého výtěru generačních ryb nezbytné přijmout taková technicko-chovatelská opatření, která zajistí maximální ochranu obsádek určených k výběru budoucích plemenných ryb před jejich smícháním s obsádkami jiných plemen, linií či skupin, od nichž je není možné jednoznačně rozeznat, a to minimálně do doby jejich skupinového, lépe individuálního označení.

V praxi taková opatření znamenají např. inkubaci jiker genetických zdrojů na odděleném inkubačním aparátu (míněno jiném vodním okruhu či kaskádě, skupině apod.) nebo kde je to technicky možné, v jiném časovém období, než jsou inkubovány jikry určené k produkčním (tržním) účelům (např. u kapra obecného, lína obecného). Při manipulaci s jikrami či vykuleným plůdkem je vhodné používat oddělené pomůcky nebo je před použitím důkladně opláchnout a ujistit se, že se v nádobí či sítkách nenachází žádný plůdek z předchozí manipulace.

Váčkový plůdek, a i starší ročníky ryb jsou do období skupinového či individuálního značení odchovávány nejlépe v monokultuře nebo prospěje-li to chovaným podmínkám pro genetické zdroje, jen s jinými druhy ryb. U kapra obecného je možné odchovávat ve společných obsádkách při nedostatku jiného rybníčního fondu genetické zdroje lysých a šupinatých plemen/linií již od stadia váčkového plůdku. Rybníky nebo jiné odchovné nádrže musí být zabezpečeny tak, aby byl minimalizován možný pasivní vstup ryb stejného druhu z jiných rybníků či povodí (např. je-li to možné zastavený přítok či zabezpečený vstup z přívodního potrubí jemnou sítovinou zabraňující vstupu plůdku ryb apod.).

Při jakýchkoliv dalších manipulacích s rybami v průběhu odchovu, převozu ryb apod. je potřeba proškolit zaměstnance či personál o nutnosti dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo ke smíchání ryb genetického zdroje s jinými plemeny/liniemi či skupinami ryb stejného druhu. Velmi důležitá pro tyto účely je dobrá evidence, přesná komunikace a bezchybná logistika.

Vlastní způsob odchovu se příliš neliší od chovu tržních obsádek stejného druhu. Z důvodu dobré zdravotní kondice je ale vždy vhodnější používat nižší obsádky, čímž se zajistí rychlejší růst ryb a minimalizuje se masový rozvoj mnoha typů onemocnění. Velmi se doporučují také častější kontroly růstu a zdravotního stavu ryb či důkladnější provádění chovatelských opatření ke zlepšení podmínek odchovu. Jakmile to dovoluje velikost a zdravotní stav ryb je nutno provést skupinové či individuální značení ryb a v průběhu odchovu se také sledují a zaznamenávají údaje nezbytné pro hodnocení hejn genetických zdrojů.

(2) Evidence GZ

Individuální identifikace a operativní evidence

U všech genetických zdrojů ryb, s výjimkou pstruha obecného a síhů (kde se podle vyhl. č. 72/2017 Sb. uvádí jen specifikace hejna) je nutné provádět individuální značkování, sloužící k rozpoznání jednotlivých ryb pomocí individuálního identifikátoru (ID). K identifikaci plemenných (remontních a generačních) ryb se používá především mikročipových značek typu P.I.T, které nesou specifický a nezaměnitelný alfanumerický či numerický řetězec znaků (zpravidla ne více než 15) např. 7F7A10594B nebo 276098101198403. Mikročipové značky se nejčastěji implantují pomocí sterilního jednorázového nebo dezinfikovatelného opakovaně využitelného implantátoru do hřbetní svaloviny (intramuskulárně) na levém boku ryby zhruba na úrovni prvního tvrdého paprsku hřbetní ploutve nebo za hlavou, kraniálním směrem pod úhlem asi 30° do hloubky 1 až 1,5 cm. (Rodina a Flajšhans, 2008). Druhým možným, ale méně využívaným způsobem je implantace mikročipové značky do tělní dutiny za bází břišní ploutve kaudálním směrem mezi břišní stěnu a vnitřní orgány. Podkožní implantaci tuto autoři nedoporučují vzhledem k možnosti poškození značky při manipulaci s rybou. V každém případě je po aplikaci nutné místo vpichu dezinfikovat vhodným dezinfekčním roztokem.

U kaprů lisců a línů lze použít tzv. kryogenní metodu, tedy značení matricemi vymraženými v kapalném dusíku nebo, např. u lososovitých ryb jiného typu vizuálně identifikovatelného individuálního značení (VI Alpha Tags, viz stránky fy. Northwest Marine Technology, Inc., USA; www.nmt-inc.com). Při značení povrchu těla matricemi vymraženými v kapalném dusíku se používá individuálních alfanumerických kódů, např. 15/55, kde se ID skládá ze skupinového značení chovné skupiny/pořadového čísla jedince.

Individuální značení genetických zdrojů ryb se provádí v období jejich zařazování do vlastních kmenových hejn, popř. zvláště u kapra obecného a jeseterů, v období zařazování do stavu remontních ryb. Remontní ryby jsou takoví jedinci, kteří byli vybráni k zařazení do kmenových hejn, ale jsou ještě pohlavně nedospělí nebo nedosahují chovatelské zralosti, tedy věku, velikosti a kondice, které by umožnily jejich bezproblémovou umělou reprodukci. Plemennému materiálu mladších věkových kategorií se z důvodu poměrně vysoké nákladovosti na pořízení individuálních značek a ve srovnání s ostatními hospodářskými zvířaty vysokou přirozenou mortalitou v průběhu odchovu nepřidělují individuální identifikační značky, ale v době, kdy to umožní velikost a stav ryb, se provádí značení skupinové.

Při skupinovém značení je nejčastěji používána metoda amputace jedné párové ploutve (za předpokladu udělení výjimky ze zákona na ochranu zvířat proti týrání č. 409/2008 Sb.), u lisců a línů je nejčastěji používáno vymrazování značek matricemi vychlazenými v tekutém dusíku; další alternativou je podkožní aplikace barviv na bázi silikonu, tzv. Visible Implant Elastomer (VIE) tags (opět viz. www.nmt-inc.com).

Operativní evidenci individuálně značených ryb v kmenovém hejnu si vede chovatel, nejlépe formou elektronické databáze (např. aplikace MS Access „Evidence 2003“ nebo přímo v prostředí MS Excel).

(3) Odlišnosti ve šlechtění GZ

Vyšetřování zdravotního stavu genetických zdrojů ryb

Vyšetřování zdravotního stavu ryb si chovatelé zajišťují u příslušných specialistů samostatně. Převodem údajů z Ústřední evidence do Integrovaného zemědělského registru (IZR) vedeného Ministerstvem zemědělství ČR má Státní veterinární správa, stejně jako ostatní kontrolní orgány státu přehled o chovatelích i o jednotlivých chovech genetických zdrojů ryb.

Hodnocení kmenových hejn

U kmenových hejn genetických zdrojů ryb se pro účely plemenářské evidence zaznamenávají následující parametry:

- a) reprodukční vlastnosti
- b) plastické znaky
- c) meristické znaky
- d) přežití
- e) růst ryb

Výše uvedené charakteristiky jsou důležitými užitkovými ukazateli nebo ukazateli charakterizujícími příslušný druh a slouží ke srovnávání výkonnosti plemen či linií v rámci druhu nebo mezi druhy a také pro srovnávání vývoje užitkových vlastností daného druhu, plemene či linie v různých časových obdobích. Výrazné odchylky v hodnotách těchto ukazatelů v rámci delšího časového horizontu mohou být indikátorem mnoha pro ochranu genetických zdrojů důležitých jevů (např. změna fitness daného druhu, plemene či linie, změna kvality prostředí atd.). Hodnocení kmenových hejn je prováděno na základě měření reprezentativního vzorku jedinců z příslušného hejna nebo na základě měření těchto parametrů v tzv. testech užitkovosti u části obsádky, z které plemenné ryby pocházejí či u potomků ryb z kmenových hejn.

Reprodukční vlastnosti se hodnotí u všech druhů ryb zařazených v genetických zdrojích, a to optimálně u každého jedince, minimálně u 33 ks plemenných ryb použitých při reprodukci v rámci daného kmenového hejna. Zjišťují se:

- počet jiker na 1 kg hmotnosti jikernačky
- hmotnost jiker na 1 kg hmotnosti jikernačky
- objem spermatu v ml na 1 kg hmotnosti mlíčka
- počet spermií na 1 kg hmotnosti mlíčka
- procento oplozenosti jiker v očních bodech
- celkové množství rozplavaného váčkového plůdku

Plastické znaky představují ukazatele, které jsou měřitelné a zaznamenávají se optimálně u všech nově zařazených jedinců do kmenových (plemenných) stavů v době jejich zařazení nebo minimálně u 33 ks ryb kmenového hejna jednou za období, kdy dojde k celkové obměně kmenového hejna. Plastické znaky představují různé délkové a hmotnostní ukazatele mírně se lišící v závislosti na druhu ryby. Mezi základní ukazatele patří:

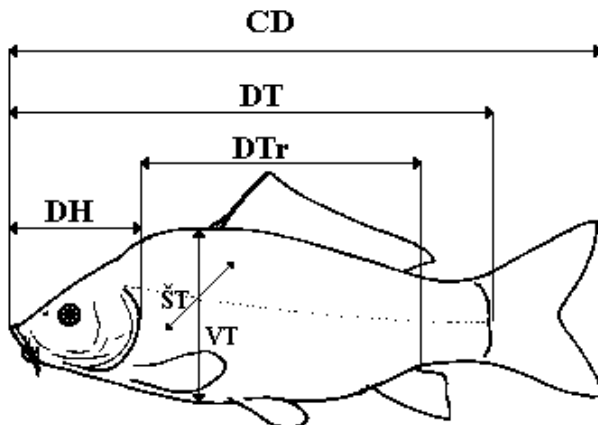
- celková délka v mm (CD)
- délka těla v mm (DT)
- délka trupu v mm (DTr)
- délka hlavy v mm (DH)
- výška těla, v mm (VT)
- šířka těla v mm (ŠT)
- celková hmotnost ryby (v g)

Způsob měření jednotlivých délkových ukazatelů je znázorněn na obr. č.1.

Z naměřených hodnot se dále vypočítávají tzv. exteriérové (biometrické) ukazatele jako jsou

- index vysokohřbetosti (IV) = $DT / VT \times 100$
- index širokohřbetosti (IŠ) = $\text{ŠT} / DT \times 100$
- index délky hlavy (IDH) = $DH / DT \times 100$
- index délky ocasního násadce (IDON) = $(DT - DH - DTr) / Dt \times 100$
- Fultonův kondiční koeficient (FK) = $\text{hmotnost ryby} / DT^3 \times 100$

Obr.č.1: Schéma měření plastických znaků ryb (dle Flajšhans a kol., 2013)



U kapra obecného, lína obecného a pstruha duhového se zpravidla hodnotí plastické znaky také v testech užitečnosti potomstva. V tomto případě jsou výše zmíněné plastické znaky rozšířeny o ukazatele jateční výtěžnosti:

- hmotnost opracovaného trupu v g
- hmotnost hlavy v g oddělené od trupu
- hmotnost obou filetů s kůží (popř. i bez kůže) v g, oddělených řezy od kostry trupu a pletenců ploutví
- hmotnost gonád v g s určením pohlaví

a z nich vypočtené podíly jednotlivých částí těla (Flajšhans a kol. 2013):

- podíl opracovaného trupu v % (POT) = $\text{hmotnost opracovaného trupu} / \text{hmotnost ryby} \times 100$
- podíl hlavy v % (PH) = $\text{hmotnost hlavy} / \text{hmotnost ryby} \times 100$
- podíl filetů s kůží (bez kůže) v % (PFSK, PFBK) = $\text{hmotnost obou filetů} / \text{hmotnost ryby} \times 100$
- podíl gonád (Gonadosomatický index – GSI) = $\text{hmotnost gonád} / \text{hmotnost ryby} \times 100$

Meristické znaky představují různé počitatelné ukazatele a jejich uplatnění je důležité zejména při prvotní evidenci jako doplněk k plastickým znakům pro získání představy o plemenném či druhovém standardu. Hodnocenými znaky jsou u kapra obecného typ ošupení, u všech druhů ryb v genetických zdrojích kromě sumce velký počet šupin v, nad a pod postranní čarou a u všech druhů ryb počty tvrdých a měkkých paprsků v ploutvích, zejména řitní a hřbetní. Meristické znaky (kromě typu ošupení u kapra obecného) se dnes kvůli jejich minimální genetické proměnlivosti v rámci plemen a druhů ryb již neevidují a jejich využití spadá spíše do oboru systematické biologie. Je ale důležité vědět o jejich existenci.

Přežití ryb vyjádřené jako podíl mezi počtem živých ryb v procentech mezi dvěma přeloveními se zaznamenává u kmenového stavu plemenných ryb jednou ročně a pro úplnost i v mladších věkových kategoriích u obsádek, z kterých plemenné ryby v kmenovém hejně pocházejí. Optimálně se hodnoty přežití zaznamenávají také při jasně definovaných podmínkách chovu v testech užitečnosti zpravidla na konci vegetačního období (podzim) a na konci mimovegetačního období (jaro).

Růst ryb se vyjadřuje zpravidla jako hmotnost v gramech, popř. délka děla v mm, dosažená za určité časové období. Růst ryb se zjišťuje zpravidla ve stejnou dobu a při stejných příležitostech jako přežití ryb, a to individuálně u náhodného vzorku min. 33 ks ryb z každé jednotlivé obsádky. U mladších věkových kategorií (plůdku) je vhodné provádět navíc i skupinové vážení náhodně vybraných 100 ks ryb. Je nutné zdůraznit, že z důvodu výrazného vlivu okolních podmínek na růst i přežití u ryb jsou nejcennější u obou těchto ukazatelů (růst a přežití) hodnoty získané při provádění testů užitkovosti.

Testy užitkovosti se rozumí sledování důležitých užitkových vlastností ryb od výtěru generačních ryb zpravidla až do velikosti, v které daný druh ryby dosahuje svoji tržní velikost. Tržní velikostí se rozumí hmotnost, ve které je daný druh ryby nejčastěji dodáván na trh. Důležité je, že sledování užitkových parametrů (přežití, hmotnost dosažená za určité časové období, biometrické a výtěžnostní ukazatele) probíhá dle jasně definované metodiky, která bere v úvahu specifika chovu ryb, zohledňuje technické možnosti za daných podmínek chovu a zároveň zaručuje možnost co nejobektivnějšího statistického vyhodnocení výsledků a jejich obecného využití. Údaje získané při takovýchto testech jsou pro hodnocení skutečné užitné hodnoty příslušného plemene či druhu velmi cenné.

Metodický pokyn k testování užitkovosti ryb byl součástí vyhlášky č. 471/2000 Sb. k zákonu č. 154/2000 Sb. o šlechtění a plemenitbě hospodářských zvířat, dnes je po mírných úpravách tato metodika součástí závazných pravidel pro testování užitkovosti ryb vydávaných Rybářským sdružením České republiky, jež má tuto pravomoc vymezeno novelou zákona č.154/2000 Sb.

Předmětem této metodiky není způsob testování užitkovosti popsat, je ale vhodné zmínit nejdůležitější principy testování:

- testování užitkovosti plemenných ryb v genetických zdrojích se vyhodnocuje na základě užitkovosti jejich potomstva nebo části populace, z které byly plemenné ryby vybrány.
- pravidla testování rozlišují testování a) v rybnících (určená pro kapra obecného a lína obecného) a b) testování ve speciálních rybochovných zařízeních (určené pro pstruha duhového, popř. jesetery). U ostatních druhů ryb zařazených v genetických zdrojích (pstruh potoční, sumec velký, síhové) se testování užitkovosti pro jeho malý význam či další specifika v rámci druhu neprovádí.
- při provádění testů užitkovosti se srovnává vždy užitkovost více plemen, linií či populací, popř. jejich kříženců.
- jsou jasně specifikovány: a) minimální počet generačních ryb potřebných pro založení každé testované populace, b) minimální počty ryb, které se v průběhu testování z každé skupiny berou k individuálnímu měření, c) znaky, které se v průběhu testování zjišťují a kdy a d) způsob testování v jednotlivých obdobích testu.

(4) Zařazení účastníka (chovu) do Národního programu

V dosavadním průběhu Národního programu od roku 1996 do současnosti byly nejčastěji řešeny tyto možnosti rozšiřování podprogramu B.1.16 Ryby, resp. 6.1.16.-Ryby k podpoře uchování a využití genetických zdrojů ryb:

- a) zájem nových nebo stávajících chovatelů o uznání a zařazení zcela nového genetického zdroje;
- b) zájem nových nebo stávajících chovatelů o uznání a zařazení nového kmenového hejna stávajícího genetického zdroje;
- c) zájem nových chovatelů o zařazení jako účastníků Národního programu.

Zařazení nového genetického zdroje ryb

Chovatel, který má zájem o uznání a zařazení jím chovaného plemene jako genetického zdroje ryb, musí splňovat podmínky §14 zák. č. 154/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů (plemenářského zákona). Platí, že chované ryby, případně jejich genetický materiál musí splňovat znaky genetického zdroje zvířat podle §2 odst. 2 tohoto zákona. Tato definice je explicitně uvedena v kapitole 6. této metodiky. Dále musí chovatel splňovat podmínky prováděcí vyhlášky č. 72/2017 Sb.

Genetickým zdrojem ryb je tedy autochtonní nebo dlouhodobě adaptované plemeno, lokální populace nebo linie ryb. Tvoří je ryby téže populace, které:

- mají oboustranně známý, doložitelný původ po rodičovských populacích,
- jsou zapsány v plemenářské evidenci příslušného plemene,
- jsou chovány v čistokrevné plemenitbě a za účelem zařazení jejich potomstva do genetického zdroje,
- svým fenotypem odpovídají standardu plemene.

Při žádosti o zařazení nového genetického zdroje ryb chovatel postupuje takto:

a) Nejprve osloví žádostí uznané chovatelské sdružení pro plemenářskou práci u ryb dle zák. č. 154/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Tím je Rybářské sdružení České republiky. V žádosti chovatel doloží:

- Výsledky genetické analýzy chovaného plemene provedené na vlastní náklady chovatele. Genetickou analýzu si chovatel objednává u vědecké laboratoře.
- Seznam individuálních identifikačních čísel jikernaček a mlíčáků chovaného plemene, včetně pohlaví a věku, označovaných na vlastní náklady chovatele. Individuální značkování není povinné u genetických zdrojů pstruha obecného f. potoční a u síhů. U těchto druhů se uvádí specifikace hejna.
- Historii chovu nejméně do prarodičovské generace, výsledky vyšetření zdravotního stavu hejna a údaje o užitkovosti hejna.

Rybářské sdružení ČR k žádosti vydá stanovisko na základě jejího posouzení Šlechtitelskou radou pro chov ryb RS ČR, která si pro posouzení žádosti chovatele může vyžádat další informace. Stanovisko je zasláno chovateli a postoupeno Národnímu referenčnímu středisku pro genetické zdroje zvířat, které je projedná na Radě genetických živočišných zdrojů.

b) Pokud chovatel dosud není registrován v Národním programu, vyplní žádost o zařazení osob a genetických zdrojů zvířat do Národního programu a odešle ji Ministerstvu zemědělství ČR. Ministerstvo podle §14 zák. č. 154/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů rozhoduje o zařazení osob (§ 14b) a zvířat (§ 14a) do Národního programu a využije k tomu stanovisko určené osoby, tedy Národního referenčního střediska pro genetické zdroje zvířat. Pokud chovatel žádost na Ministerstvo odešle nezávisle na stanovisku určené osoby a uznaného chovatelského sdružení, potřebná stanoviska jsou obvykle vyžadována dodatečně. Po zařazení obdrží chovatel účastnické číslo, kterým se bude přihlašovat o dotační podporu chovu.

c) Pokud chovatel dosud není registrován v Ústřední evidenci, registruje se zde prostřednictvím Rybářského sdružení ČR vyplněním „registračního lístku chovatele, obchodníka, provozovatele jatek, asanačního podniku, shromažďovacího střediska, uživatelského zařízení, provozovatele líhně“ (dále jen registračního lístku). Chovatel zašle vyplněný registrační lístek Rybářskému sdružení ČR, to jej postoupí Českomoravské společnosti chovatelů, a.s., která vede Ústřední evidenci za všechna plemena, a sdělí chovateli přidělená registrační čísla hospodářství. Chovatel plemenných ryb je povinen registrovat se do 7 dní od zahájení činnosti, tato registrace tedy nezávisí na postupu v bodech a) a b).

d) Chovatel registrovaný v Ústřední evidenci podle bodu c) hlásí k 30. červnu každého roku názvy plemen a podle pohlaví stavy generačních ryb (v tomto případě stavy plemene uznaného jako genetický zdroj) chovaných na jednotlivých registrovaných hospodářstvích formou „Hlášení počtu plemenných ryb“, které odešle Rybářskému sdružení ČR.

Zařazení nového kmenového hejna stávajícího genetického zdroje

Každý genetický zdroj ryb má být udržován v živé genové bance ve dvou, maximálně třech kmenových hejnech. Chovatel, který má zájem o zařazení nového kmenového hejna stávajícího genetického zdroje jako druhého, resp. třetího kmenového hejna podporovaného v rámci Národního programu, postupuje stejně jako při zařazení nového genetického zdroje ryb.

Zařazení nového chovatele jako účastníka Národního programu

Nový chovatel, který nabytí stávajícího genetického zdroje právním úkonem (dědictvím, darem, koupí apod.) postupuje takto:

a) Nejprve osloví žádostí Rybářské sdružení ČR. V žádosti chovatel doloží:

- Doklad o původu nabytého genetického zdroje (dodací list, záznam o prodeji plemenných ryb a plemenného materiálu nebo potvrzení o původu plemenných ryb).
- Výsledky poslední genetické analýzy provedené u předchozího chovatele.

Rybářské sdružení ČR k žádosti vydá stanovisko na základě jejího posouzení Šlechtitelskou radou pro chov ryb RS ČR, která si pro posouzení žádosti chovatele může vyžádat další informace. Stanovisko je zasláno chovateli a postoupeno Národnímu referenčnímu středisku pro genetické zdroje zvířat. Dále chovatel postupuje stejně jako při zařazení nového genetického zdroje ryb v bodech b) až d).

(5) Základní povinnosti účastníka NP při práci s GZ zvířat

- být uveden mezi vyjmenovanými subjekty příslušného titulu „Zásad“ a mít přidělené evidenční číslo účastníka Národního programu,
- být registrován v ústřední evidenci (ÚE) podle prováděcích předpisů k plemenářskému zákonu
- mít chovatelské podmínky odpovídající zákonu č. 501/2020 Sb. na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů,
- seznámit se s metodikou a dodržovat ji, včetně jejích případných aktualizací,
- splňovat odborné a technické předpoklady pro chov a vedení dokumentace o genetickém zdroji podle schválené metodiky,
- uchovávat kmenové hejno GZ podle schválené metodiky, včetně stanoveného způsobu reprodukce,
- mít kmenové hejno GZ individuálně označené (s výjimkou pstruha obecného a síhů) a doložit individuální značení v elektronické podobě,
- mít kmenové hejno GZ vedené v ústřední evidenci,
- mít hospodaření s dotací účetně oddělené od ostatních činností,
- podat úplně vyplněnou a doloženou žádost včetně stavů a individuální identifikace ryb, chovného cíle a technického zázemí podle „Zásad“ přes uznané chovatelské sdružení a mít ji schválenou garantem příslušného GZ a uznaným chovatelským sdružením,
- podat zprávu o vynaložení dotace za uplynulý rok uznanému chovatelskému sdružení.

Postup předání vzorku biologického nebo genetického materiálu s příslušnou dokumentací dle § 14 f, odst. (1) písm. d), plemenářského zákona.

Poskytnutí vzorku na vyžádání koordinačního pracoviště se uskuteční po předchozí dohodě s chovatelem o podmínkách a termínu odběru, osobě zajišťující odběr, a o způsobu předání odebraných vzorků, na základě písemné Dohody o poskytnutí vzorku.

Koordinační pracoviště zároveň poskytne potřebný materiál a instrukce ke způsobu označení, ošetření a doručení vzorků a následně potvrdí příjem.

(6) Kryokonzervace

Uchování *ex situ*

Provádí se odběr a zmrazování semenných dávek ryb. Uchování *ex situ* bylo postupně rozšířeno na všechny GZ ryb. V současné době je kryokonzervováno 13 574 inseminačních dávek u 1 158 mlíčáků GZ ryb. Rovněž se provádí periodické doplnění inseminačních dávek o nově zařazené mlíčáky k doplnění/obměně kmenového hejna.

V současné době jsou používány následující technologie:

- Zmrazování v kryoautomatu Planer Kryo 10 series III (Planer, UK) pro kryozkumavky o objemu 4,5 ml, 1,8 ml, a nově i 9 ml – v laboratorních podmínkách
- v termoboxu 3 cm nad hladinou tekutého dusíku pro zmrazování v pejetách o objemu 0,5 ml – v terénních i laboratorních podmínkách.

Pokud to objem spermatu umožňuje, zamrazuje se alespoň 10 ml individuálně odebraného spermatu od mlíčka (tj. 20 ks pejet 0,5 ml nebo 10 kryozkumavek 1,8 ml), u druhů s malým objemem spermatu (lín, síhové) se používá skupinový odběr – mix několika konkrétních mlíčáků.

Motilita a koncentrace spermií je určována podle metodiky Linharta a kol. (2011) Hodnocení čerstvého spermatu ryb. Kryokonzervace se provádí v Laboratoři fyziologie reprodukce FROV JU, VÚRH ve Vodňanech, která je současně správcem kryobanky spermatu ryb.

Protokol o kryokonzervaci obsahuje:

- identifikaci druhu
- identifikaci plemene
- evidenční číslo generační ryby dle plemenářské evidence
- koncentraci nativního spermatu ($10^9 \cdot \text{ml}^{-1}$)
- koncentraci spermií v inseminační dávce ($10^9 \cdot \text{ml}^{-1}$)
- počet dávek á 0,5 ml
- počet spermií (10^9)
- počet dávek za plemeno
- počet spermií za plemeno (10^9)

Následující tabulka udává aktuální počet kryokonzervovaných dávek spermatu ryb jednotlivých genetických zdrojů:

Kryokonzervovaný genetický materiál k 31.12.2022			
Plemeno	Embrya počet	Semenné dávky	
		počet dárců	počet dávek
kapr obecný (11 plemen/linií)		335	7 717
lín obecný (8 plemen)		585	1 533
sumec velký (3 plemena)		72	805
jeseter malý		51	662
vyza velká		15	1 740
pstruh obecný f. potoční		60	502
pstruh duhový		82	1 240
síh maréna		16	150
síh peled'		63	274

(7) Praktická využitelnost, tradiční produkty, návrh alternativního využití

Konkrétní praktické využití plemen genetických zdrojů ryb spočívá v produkci násad a tržních ryb (kapr, lín, sumec, pstruh duhový, pstruh obecný, síhové), okrasných ryb (barevná plemena lína, juvenilní kategorie jeseterů), popřípadě kaviáru (jeseteři).

Rozsah realizované produkce genetických zdrojů ryb v poměru k ostatním plemenům nebo F1 hybridům nelze kvalifikovaně odhadnout, protože chovatelé u hlášené produkce tržních ryb nemusejí uvádět plemennou příslušnost.

Kaviár z jesetera malého, popřípadě dalších druhů jeseterů bez nutnosti jejich zabití je od roku 2013 produkován pod evropskou ochrannou známkou Sturgeon Friendly Caviar (kaviár přátelský k jeseterům).

Genetické zdroje mají nezastupitelnou úlohu při zabezpečování udržitelného rozvoje rybářského a vodního hospodaření, zejména ve středoevropských rybníčních ekosystémech. V regionech, kde jsou chovány, přispívají k rozvoji agroturistiky. Jejich kulturní význam dále spočívá v zachování typické regionální gastronomie a jsou zastoupeny v různých typech uměleckého vyjádření.

(8) Současné problémy a očekávaná budoucí rizika populace

Současným problémem, který může omezit využití stávajících genetických zdrojů ryb, stejně jako novošlechtěných a introdukovaných plemen ryb v rodičovských, prarodičovských, testovacích a užitkových chovech na celém území ČR, je výskyt nebezpečných nákaz ryb. Jedná se především o virové nákazy lososovitých, jako jsou virová hemoragická septikémie (VHS), infekční nekróza pankreatu (IPN) a infekční hemopoetická nekróza (IHN) a virové nákazy kapra obecného, jako jsou koi herpesviróza (KHV), jarní virémie kaprů (JVK) a edémová nemoc kaprů (CEV). Státní veterinární správa (SVS) provádí od roku 1998 na území České republiky cílený dozor, jehož cílem je sledovat výskyt nebezpečných nákaz ryb a v případě výskytu účinně nakažit tlumit. Z vyjmenovaných nákaz nejsou v současném legislativním znění nebezpečnou nákazou jarní virémie kaprů (JVK) a edémová nemoc kaprů (CEV). U virové hemoragické septikémie (VHS) a infekční hemopoetické nekrózy (IHN) je nastaven pouze pasivní monitoring, stejně jako u KHV. Pokud se nebezpečné onemocnění v chovu prokáže, je nařízeno ryby v ohnisku utratit a neškodně odstranit, přičemž nemusí jít pouze o infikovaný druh, ale i o další na místě chované druhy jako potenciální přenašeče. Plošná veterinární opatření spojená s likvidací zvláště nebezpečných nákaz tak mohou ohrozit chov a produkci genetických zdrojů ryb.

Z tohoto důvodu je žádoucí udržovat genetické zdroje ryb alespoň ve dvou chovech, lokalizovaných na různých povodích, aby při vyhlášení ohniska nákazy v jednom z chovů nedošlo k totální likvidaci genetického zdroje v živé genové bance, a zároveň ve spolupráci se SVS navrhnout systém spolupráce ohledně vzájemné informovanosti před uplatněním plošných veterinárních opatření a případné ochrany chovů zařazených do genetického zdroje stanovením pravidel pro výjimky v oblasti plemenářských a veterinárních opatření pro případ ohrožení nebo likvidace chovu.

Dalším problémem, se kterým se od roku 2014 setkáváme, je podmínka způsobilosti, kdy všechna kmenová hejna, na která je dotace žádána, musí být ve vlastnictví chovatele k 30. 6. příslušného kalendářního roku. Pokud majitel chov pronajal, možnost dotaci získat ztratil nájemce, který se o genetické zdroje ve skutečnosti staral.

Škody působené rybožravými predátory (především kormorán velký a vydra říční) na rybách patří k nejkritičtějším faktorům v případě udržování genetických zdrojů síha peledě a pstruha obecného v chovných úsecích šumavských přítoků Vltavy (tzv. šumavská populace) a v chovném úseku řeky Teplé (tzv. tepelská populace). Zejména vydra říční představuje ohrožení všech genetických zdrojů ryb chovaných ve venkovních recipientech. Existující právní úpravy, týkající se škod působených těmito živočichy a finanční kompenzační mechanismy, však nemohou vyřešit samotnou ztrátu genotypů predací. Řešením by i zde mohlo být pokračující vytváření chovných duplikátů, na což by však rovněž bylo zapotřebí vyčlenit prostředky.

U kryobanky spermatu GZ ryb byl vytvořen bezpečnostní duplikát v rámci kryobanky živočišných GZ v Hradištku pod Medníkem, kam byla polovina vytvořených ID GZ ryb přesunuta v r. 2017. Bezpečnostní duplikát kryobanky je každoročně doplňován o polovinu nově namražených ID. Je zde však potřeba vyčlenit prostředky na pořizování dalších vhodných kontejnerů (Dewarových nádob) a na pokrytí provozních nákladů při udržování bezpečnostního duplikátu.

(9) Opatření na eliminaci rizik, návrh projektů pro řešení aktuálních problémů

Řešeno v rámci bodu (8)

(10) Postup v případě nutnosti regenerace plemene

Regenerace plemene v případě likvidace kmenového hejna bude podle možností založena na druhém chovu téhož genetického zdroje, na hromadné reprodukci zbývajících jedinců daného kmenového hejna s analýzou genetické variability minimálně ve třech po sobě jdoucích filiálních generacích, na převodním křížení s využitím geneticky nejpodobnějšího plemene, na využití kryokonzervovaných gamet daného genetického zdroje deponovaných do kryobanky a metod uniparentální dědičnosti (gynogeneze, androgeneze, tj. metod s produkcí potomstva s jadernou dědičností pouze po matce, resp. po otci) k rekonstrukci kmenového hejna, popřípadě na kombinaci těchto metod. Perspektivní metodou do budoucna se jeví i kryokonzervace zárodečných kmenových buněk ohroženého plemene (genetického zdroje) a jejich transplantace do sex-sterilizovaného embrya hostitele. Při dosažení pohlavní dospělosti by měl hostitel produkovat gamety dárcovského plemene. Tato metoda je zatím ve fázi experimentálního ověřování na druhové úrovni (Franěk a kol., 2021). Po jejím úspěšném ověření bude zahájeno jednání o rozšíření metod kryokonzervace *ex situ in vitro* i o zamrazování zárodečných kmenových buněk včetně odhadu takto vzniklých nákladů a jejich pokrytí.

V případě ohrožení genetických zdrojů ryb, např. v situaci zániku právnické osoby, která genový zdroj udržuje, nebo v případě zásadní změny podnikatelského záměru této osoby, je vlastník povinen postupovat podle novelizovaného zákona č. 154/2000 Sb. §14g (Uchování genetického zdroje zvířete) a zajistit zachování kmenového hejna ve spolupráci s určenou osobou. V uvedeném případě musí účastník NP vést konzultace s určenou osobou odpovídajícím způsobem a předem v takovém čase, aby k ohrožení genetických zdrojů ryb nedošlo, nebo se toto riziko minimalizovalo.

III. ZÁVĚR

(1) Rozsah působnosti metodiky a období její platnosti

Metodika je závazná pro všechny chovatele genetického zdroje – příjemce podpory z dotačního titulu 6.1.16 – ryby a pro pracovníky příslušného uznaného chovatelského sdružení, vědeckých laboratoří univerzit a AV ČR, administrativních a řídicích orgánů Národního programu v rozsahu jejich aktivit s genetickými zdroji ryb.

Tato Metodika uchování genetických zdrojů zvířat pro genetické zdroje ryb nabývá účinnosti vydáním rozhodnutí, které bylo schváleno Ministerstvem zemědělství ČR pod č.j. MZE-52549/2024-13113 a je platná do další aktualizace.

(2) Popis projednání metodiky a způsob pro schválení případných změn.

Změny tohoto dokumentu jsou navrhovány a schvalovány postupem podle §14f, odst. 5, zákona č. 154/2000 Sb., o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon).

Návrhy změn byly odsouhlaseny po předchozím projednání všech zainteresovaných stran, tzn. MZe, určené osoby, odborného garanta plemene a zástupce UCHS.

(3) Podpisy zpracovatelů a schvalujících osob

Autor metodiky: prof. Ing. Martin Flajšhans, Dr. rer. Agr

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany

Použitá literatura:

Flajšhans, M., Linhart, O., Šlechtová, V., Šlechta, V., 1999: Genetic resources of commercially important fish species in the Czech Republic: Present state and future strategy. Special edition Genetics in Aquaculture VI, Aquaculture 173: 471–483.

Flajšhans, M., Hulák, M., Kašpar, V., Rodina, M., Kocour, M., Gela, D., 2009. Metodika uchování genetických zdrojů ryb v živé genové bance. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 91, 23 s.

Flajšhans, M., Kocour, M., Ráb, P., Hulák, M., Petr, J., Bohlen Šlechtová, V., Šlechta, V., Havelka, M., Kašpar, V., Linhart, O., 2013. Genetika a šlechtění ryb (Fish Genetics and Breeding). Druhé rozšířené a upravené vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 305 s. (in Czech) ISBN 978-80-87437-48-3

Franěk, R., Kašpar, V., Shah, MA., Gela, D., Pšenička, M., 2021. Production of common carp donor-derived offspring from goldfish surrogates. Aquaculture 534, 736252.

Gela, D., Kocour, M., Flajšhans, M., Rodina, M., Beránková, P. a Linhart, O., 2009. Technologie řízené reprodukce kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Edice Metodik FROV JU, č. 99, 43 s.

Kocour, M., Gela, D., Šlechtová, V., Kopecká, J., Šlechta, V., Rodina, M., Flajšhans, M., 2008. Carp Breeds of the Czech Republic. In: Bogeruk, A.K. (Ed.), Catalogue of Carp Breeds (*Cyprinus carpio* L.) of the Countries of the Central and Eastern Europe, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow. pp 13-46.

Kocour, M., Flajšhans, M., Gela, D., Rodina, M., Hulák, M., Kašpar, V., Linhart, O., 2010. Metodické postupy při aplikaci selekčního programu zaměřeného na zvyšování užitkovosti ryb v podmínkách českého rybářství. Edice Metodik, FROV JU Vodňany, č. 103, 86 s.

Kocour, M., Flajšhans, M., Kašpar, V., Gela, D., Hulák, M., Rodina, M., Linhart, O., 2011. Metodické postupy při aplikaci hybridizačních programů u ryb v podmínkách českého rybářství. Edice Metodik, FROV JU Vodňany, č. 109, 53 s

Kvasnička, P., Pícha, O., 1985: Plemenitba a šlechtění lína: Charakteristika výchozích populací. Bull. VÚRH Vodňany 21, 3, 12–16

Linhart, O., Rodina, M., Boryshpolets, S., 2011. Hodnocení čerstvého spermatu ryb. Edice Metodik, FROV JU Vodňany, č. 114, 26 s

Piačková, V., Flajšhans, M., Pokorová, D., Reschová, S., Gela, D., Čížek, A., Veselý, T., 2013. Sensitivity of common carp, *Cyprinus carpio* L., strains and crossbreeds reared in the Czech Republic to infection by cyprinid herpesvirus 3 (CyHV-3; KHV). Journal of Fish Diseases 36: 75-80

Pokorný, J., Adámek, Z., Šrámek, V., Dvořák, J. 2003: Pstruhařství. Informatorium, Praha, 281 s.

Pokorný, J., Flajšhans, M., Hartvich, P., Kvasnička, P., Pružina, I., 1995: Atlas kaprů chovaných v České republice. Victoria Publishing, Praha, 69 s.

Prchal, M., Gela, D., Flajšhans, M., Piačková, V., Kocour Kroupová, H., Kocour, M., 2021: Využití amurského lysce pro zefektivnění produkce kapra v rybníční akvakultuře ČR. Edice Metodik (technologická řada), č. 189, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany; 51 s.