

Lín obecný — jeho domestikace a barevné mutace

Petr Ráb, Martin Flajšhans, Oto Linhart

Lín obecný (*Tinca tinca*) je z mnoha důvodů považován za nejpodivnější evropskou kaprovitou rybu. S největší pravděpodobností vznikl z okruhu primitivní třetihorní formy r. *Paleoleuciscus* nebo formy jí blízké v třetihorních jezerních systémech střední Evropy. Lín nemá jakoukoli příbuznou formu mezi žijícími kaprovitými. Jeho systematické postavení je stále předmětem diskusí a není divu, že bylo o tomto problému shromážděno mnoho vědeckých poznatků. Lín se nejen u nás, ale i po celé Evropě stává ohroženým druhem a mizí z volných vod, dokonce i z tak relativně nedotčeného ekosystému, jakým je delta Dunaje. V současnosti se stal také velmi důležitým objektem sladkovodní akvakultury a přímo před našima očima v krátké době prochází procesem domestikace. Děje se tak v České republice ve Výzkumném ústavu rybářském a hydrobiologickém Jihočeské univerzity ve Vodňanech a domestikace lína se zařazuje k vynikajícím počínům našeho rybníkářství. Tento článek je věnován ing. Pavlu Kvasničkoví — výbornému šlechtiteli, který stál v počátcích domestikace lína v ČR.

Barevné mutace lína obecného

Než přistoupíme k barevným mutacím lína, musíme si říci několik poznámek o zbarvení ryb obecně. Ryby jsou barevně stejně, ne-li více, pestří obratlovci jako ptáci. Výsledné zbarvení ryb je způsobeno složitou kombinací optického působení několika kožních pigmentů. Černé barvivo melanin je roztroušené ve formě krystalků v kožních buňkách zvaných melanofoxy. Tyto buňky jsou hustě obaleny výběžky sympatického nervstva, a proto ryby mohou velmi rychle reagovat na změny prostředí výraznou změnou intenzity zbarvení. Další buňky, chromatofory, obsahují v tučích rozpustná červená (karoteny) a žlutá (xantofyly) barviva. Ta přímo souvisejí s obsahovými látkami potravy, a tak je možné speciální dietou ovlivnit zbarvení ryb, jak dobře znají akvaristé nebo chovatelé lososovitých ryb. Chromatofory jsou

daleko méně inervovány, rychlost změny těchto barev je tedy malá. Naproti tomu se karoteny a xantofyly velmi rychle rozkládají, což vysvětluje vyblednutí těla ryb krátce po smrti. Poslední typ buněk ovlivňující zbarvení ryb neobsahuje pigment, ale pouze krystalky guaninu (produkt rozpadu purinových bází), které jsou ostré, velmi lesklé a odrážejí světlo. Rychlost jejich rozpadu je velmi malá, takže významně ovlivňují dobře známou stříbřitost ryb, a to i po smrti.

Celá historie chovu barevných forem lína obecného souvisí s počátky domestikace tohoto druhu. Začala náhodným nálezem dospělé samice nápadně modré barvy při podzimním výlovu Rybníkářství Hluboká v roce 1980. Jikry (oocyty) této samice byly následující rok oplozeny spermatem normálně zbarveného zeleného samce. Celé jejich potomstvo mělo původní zelené (divoké) zbarvení. Toto potomstvo

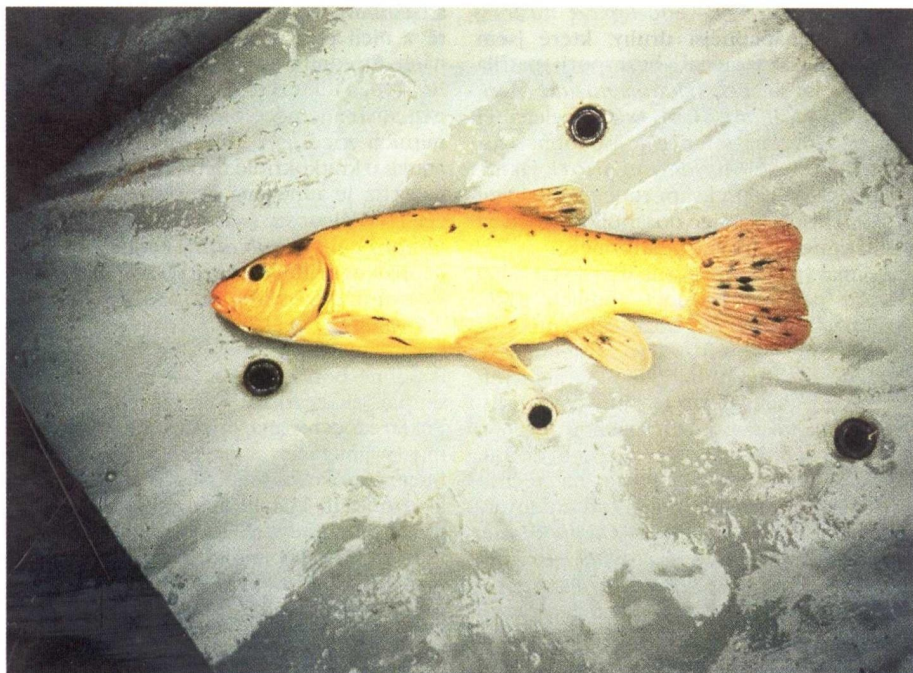
generace F1 (tedy bratři a sestry) dospělo v r. 1987, kdy bylo kříženo navzájem mezi sebou. Výsledkem byli zeleně a modře zbarvení jedinci v poměru 3:1, tedy v klasickém mendelovském poměru pro jednoduchou recesivní mutaci. Tato velmi pravděpodobná hypotéza byla ve stejném roce souběžně ověřena křížením modrých a pro barevnost heterozygotních (nosiťel dominantních i recesivních alel) divoce zbarvených zelených línů. Výsledkem byl opravdu poměr zelených a modrých jedinců 1:1, tedy typický poměr po zpětném křížení. Těmito dvěma typy křížení modrých a zelených línů se potvrdilo, že jde o jednoduchou recesivní mutaci postihující tvorbu pigmentů typu karotenů a xantofylů.

Podobně se také chovala mutace způsobující červené až červenožluté zbarvení. Tři takto zbarvené samce byli v r. 1988 získáni z rybářství v Hluboké n. Vltavou. Jejich mlíčím byly oplozeny jikry normálně zbarvených zelených samic. Ryby zeleného zbarvení z následující F1 generace dospěly a byly mezi sebou kříženy v r. 1992. Výsledkem byl klasický mendelovský poměr 3:1 zeleně a červeně zbarvených ryb. Souběžně zpětné křížení ukázalo, že jde opravdu o jednoduchou recesivní mutaci s očekávaným výsledným poměrem 1:1. Potvrdilo se tedy, že červené až červenožluté zbarvení je jednoduchá recesivní mutace postihující tvorbu černého pigmentu — melaninu (viz obr.).

Nyní zbývalo zjistit, jaký je vztah obou recesivních mutací. Proto byly v r. 1993 mezi sebou kříženy ryby F1 generací obou předcházejících kombinací křížení, které byly zeleně zbarvené, ale nesly v heterozygotní konstituci recesivní vloh pro tvorbu těchto 2 základních typů kožních pigmentů. Část jejich potomstva (25 %) neslo obě vlohy v heterozygotním stavu. Předpokládalo se, že pokud jde o dvě nezávislé mutace, musí křížení těchto ryb poskytnout jedince, kde se obě recesivní vlohy objeví v homozygotní kombinaci a tyto ryby pak nebudou mít žádný kožní pigment. A opravdu, F2 potomstvo se skládalo z línů zbarvených zeleně, modře, červeně a bezbarvých opět v klasickém mendelovském poměru 9:3:3:1. Líni bez kožních pigmentů měli skutečně kůži průhlednou až na svalstvo, ale pigmentace oka zůstala normální — tento typ zbarvení se nazývá *alampie*.

Přísně vzato — je to vlastně jeden z nejjednodušších případů dědičnosti zbarvení, něco, co studenti genetiky nebo biologie zjišťují u octomilek při praktických cvičeních. Co však činí uvedené experimenty obtížné, je jejich časový rozsah. Všimněme si, že první modrý lín byl nalezen v r. 1980 a musíme si uvědomit, že každá nová generace dospěje do období rozmnožování za 3–4 roky. Teprve v r. 1993 byl zřejmý charakter a způsob dědičnosti. Ověřování a další testy spolu s vypracováním příslušné publikace (Kvasnička et al. 1998) trvalo ještě nějaký čas — tedy dobře počítaných 18 let! Během těchto křížení a následného odchovu bylo však získáno mnoho dalších důležitých poznatků. Při společném odchovu v rybníčních podmínkách ryby obou barevných mutací pomaleji rostou,

První zlatý samec z r. 1988. Černé skvrny na ploutvích, hřbetě a hlavě naznačují, že porucha tvorby melaninu není zcela úplná a také ovlivňuje distribuci tohoto pigmentu v kůži



mají nižší přežitelnost (nižší odolnost vůči změnám životních podmínek) a zejména alampičtí lín i větší náchylnost na různá onemocnění. Obě jednoduché mutace postihující tvorbu dvou hlavních typů kožních pigmentů mají tedy i vedlejší vliv na řadu fyziologických funkcí organismu.

Mohlo by se na první pohled zdát, že jde o samoúčelné hrátky s dnes tolik oblíbenými barevnými rybami do zahradních bazénků a rybníčků. To je však velmi povrchní pohled. Existuje mnoho chovatelů, kteří šlechtí a odchovávají barevné mutace různých druhů ryb, např. kaprů a karasů, ale prakticky nikdo neuvádí způsob dědičnosti barev těchto forem. Navíc v případě lína obecného jsou barevné mutace neocenitelné jako srovnávací standard při šlechtění jiných linií a plemen a plemenitbě pomocí genových manipulací.

Domestikace lína a jeho šlechtění

Lín obecný byl po staletí v rybníkářství několika evropských zemí považován za doplňkovou rybu přísazovanou či dokonce jen trpěnou v chovu kapra. V současnosti prošel procesem intenzivní domestikace podobně jako před staletími kapr. Obecně to souvisí se strategií vyhledávání nových druhů v procesu diverzifikace objektů akvakultury. Dnes už přes 20 let trvající domestikace a šlechtění lína obecného začala v bývalém Československu. Ustavilo se 5 místních linií — podle původu nazvaných např. vodňanská, hlubocká, mariánskolázeňská atd., k nimž postupně přibýly 3 linie z Maďarska, Francie a Rumunska.

V rámci šlechtění byla u všech linií uplatněna pozitivní hromadná selekce pro intenzitu růstu, dále jsme se zaměřili na tvorbu linií se zvýšenou homozygotností (genetická stejnorodost) k následnému křížení získaných linií pro heterózní efekt. Pro dosažení této genetické stejnorodosti linií bylo vedle klasického nejužšího příbuzenského páření (tj. mezi sourozenci a mezi rodiči a potomky) použito také moderní metody z oblasti genomových manipulací — tzv. meiotické gynogenese. Tato metoda spočívá v oplození vajíček spermii, u kterých je genom inaktivován ultrafialovým zářením. Spermie je potom schopna aktivovat pouze první fáze vývoje vajíčka, ale genetická informace spermie (otce) se nemůže spojit s genomem vajíčka matky. Diploidní stav vajíčka se potom indukují uměle pomocí fyzikálního zásahu, v tomto případě chladovým šokem krátce po oplození. Dojde jako by k samooplození. Tyto metody ale také umožnily tvorby triploidních linií, které mají asi o 30 % vyšší intenzitu růstu, protože triploidní lín jsou substerilní a roste jim svalovina na úkor tvorby gonád. Vzhledem k tomu, že samice lína jsou homogametní (obdoba XX pohlaví u savců), je gynogeneticky vytvořené potomstvo čistě samičí a pokud je po jedné samici, tak i klonální. Byla však rozpracována metoda, která umožňuje tyto geneticky samičí jedince speciálně sestavenou dietou s hormonálním přípravkem změnit ve funkční samce. V dospělosti tímto způsobem vytvořených ryb může



Nahoře subadultní jedinci alampického lína (nahoře). Foto D. Gela ♦ První náhodně objevená modrá samice lína obecného (Tinca tinca) v r. 1980 (na obr. dole). Nahoře pro srovnání stejně stará zeleně zbarvená samice

dojít ke křížení sourozenců vzniklých klonálně. Ze šlechtitelského hlediska jde při použití těchto metod o mnohem účinnější nástroje, než je klasické nejužší příbuzenské rozmnožování. Umožňuje to obejít nebo nahradit zdoluhavé množení po několika generacích klasickým způsobem a šetří tedy čas. Z tohoto hlavního důvodu mohla domestikace lína obecného proběhnout daleko rychleji než při použití klasických metod šlechtění.

Zatímco v začátcích domestikace nebyly prakticky žádné rozdíly ve sledovaných parametrech (intenzita růstu, hmotnost, přežitelnost, tolerance k různým teplotám apod.), jsou nyní u různých linií pro tyto parametry rozdíly několika nebo dokonce desítek procent. Chovatelé během relativně krátké doby mají k dispozici linie či plemena línů s vhodnými užitkovými vlastnostmi. Na závěr této kapitoly je třeba připomenout, že téměř vše, co víme o mnoha vlastnostech a životních projevech lína obecného, jsou poznatky získané při jeho chovu a domestikaci. Naproti tomu znalosti a informace o přírodních původních populacích línů a jejich vlastnostech jsou velmi omezené a útržkovité. Vzhledem k úbytku těchto populací v řadě zemí Evropy jsou proto poznatky získané při chovu nenahraditelné při ochraně, posilování a obhospodařování původních, nyní ubývajících populací.

Poznámky k taxonomickému a systematickému postavení lína

Tato hezká, ale celkem nenápadná kaprovitá ryba byla a dosud je noční můrou všech odborníků zabývajících se přirozeným uspořádáním čeledi kaprovitých (*Cyprinidae*). Zařazení monotypického eurasijského r. *Tinca* do jakékoli z nyní rozeznávaných podčeledí kaprovitých ryb je totiž dosud nerozřešený taxonomický problém. Križanovskij (1947) ho považoval za představitele samostatné podčeledi *Tin-*

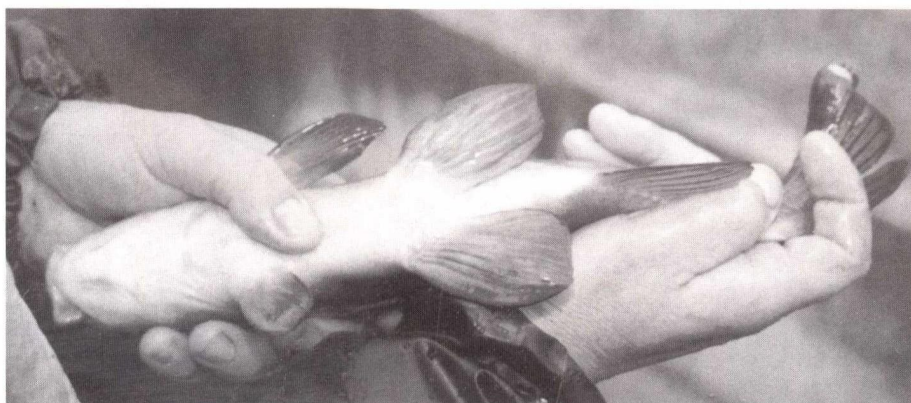
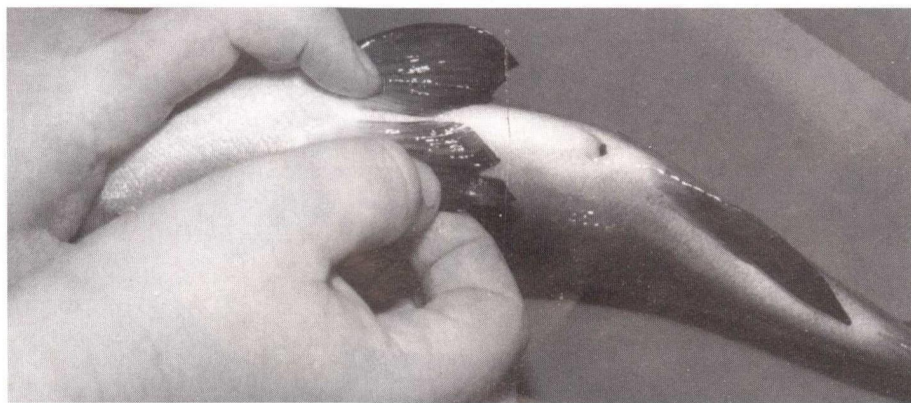
cinae, a to na základě skutečnosti, že se prakticky nekříží téměř s žádným představitelem obou základních vývojových linií kaprovitých — podčeledí *Leuciscinae* (jelci) a *Cyprininae* (kapři). Dnes víme, že tomu tak úplně není a jsou známi kříženci např. kapra a karase s línem. Berg (1949) považoval postavení lína za pochybné, ale ponechal ho mezi *Leuciscinae*. Dumitrescu a Banarescu (1979) a Bobák a kol. (1983) ukázali rozbořem různých biochemických znaků, že je velmi blízký rodům karas (*Carassius*), kapr (*Cyprinus*) a parma (*Barbus* s. str. — v užším pojetí), tedy evolučně tetraploidním kaprovitým. To naznačuje, že by náležel do vývojové větve *Cyprininae*. Lín je však druhem s evolučně diploidním počtem chromozomových sad $2n=48$ a pro kaprovité se značně odlišným karyotypem. To je důvod, proč ho Arai (1982) neřadí mezi *Leuciscinae* (kteří mají $2n=50$ a několik příbuzných, navzájem od sebe odvozených karyotypů), ale vysloveně uvádí, že neví, kam jej zařadit. Naše dosud nepublikované výsledky a studie Padilly a kol. (1993) o umístění ribozomálních genů v karyotypu lína ukazují na dosud nenalezenou pozici mezi kaprovitými. Chen a kol. (1984) ho považují za starobylou sesterskou skupinu tribu *Barbini* (tedy jednu z větví *Cyprininae*), tento názor však o něco později změnil a zařadil jej mezi *Leuciscinae*. Howes (1987) považuje lína obecného za zástupce *Leuciscinae*, ale je zjevně bezradný, protože poukazuje na několik znaků společných s *Cyprininae*. V posledním a asi nej kvalifikovanějším přehledu třídění kaprovitých ryb Howes (1991) ve zvláštní (sic!) kapitole uvádí r. *Tinca* jako *incertae sedis* (=nejisté postavení). Současný významný

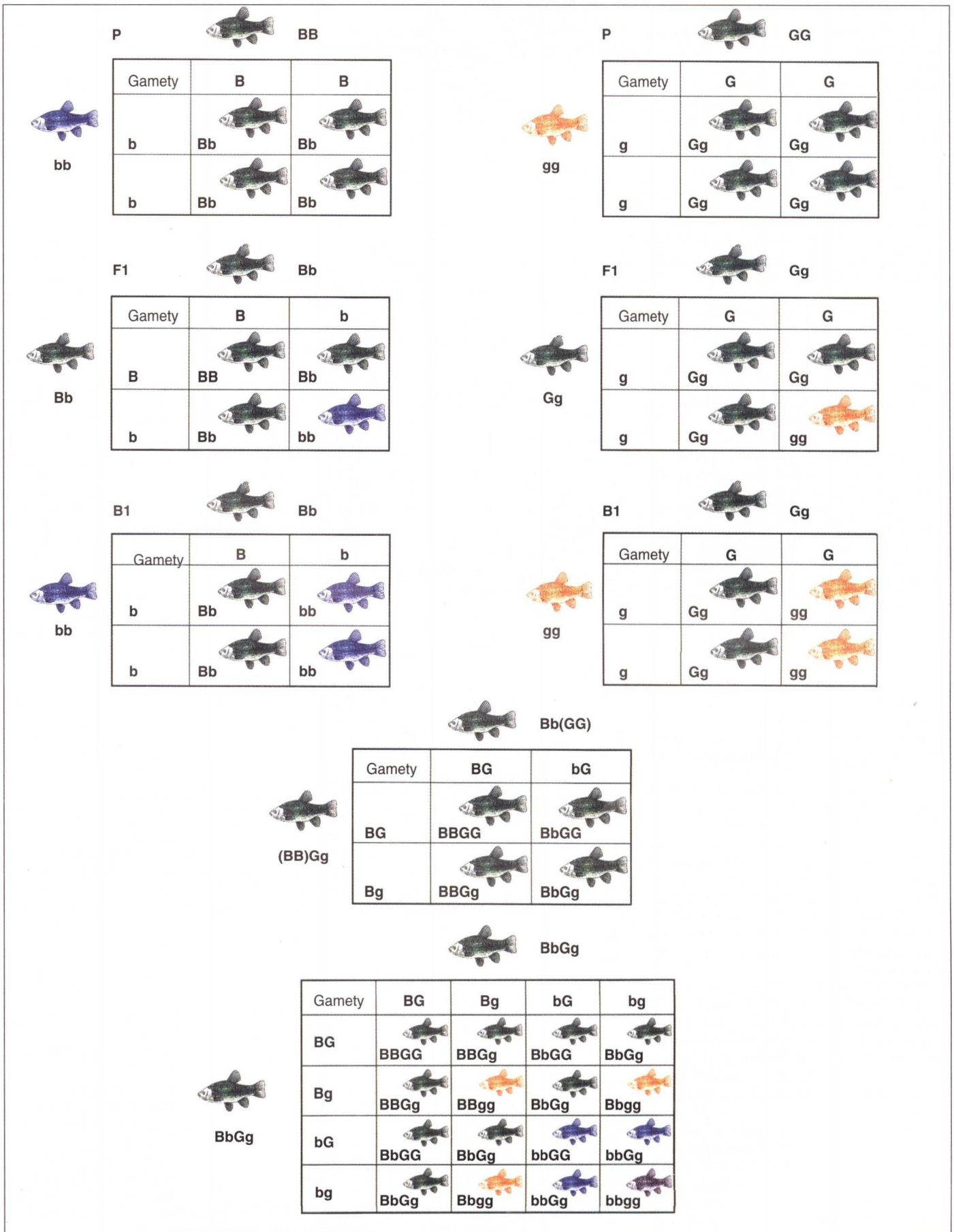
Srovnání pohlavních rozdílů u lína obecného — nahoře samice, dole samec. Samci mají na první pohled delší břišní ploutve dosahující až za urogenitální papulu. Snímky P. Kvasničky, pokud není uvedeno jinak

slovenský ichtyolog K. Hensel kdysi při diskusi o tomto problému řekl, že systém hlavových kanálků lína připomíná spíše než kaprovité systém známý u zástupců čel. *Catostomidae* obývající především Severní Ameriku: ta je jako celek evolučně tetraploidního původu a nejspíše je evolučně příbuzná s ranou radiací tetraploidních kaprovitých z okruhu *Cyprininae* v Asii. O tom, že ho dosud nepublikovaná fylogenetická analýza sekvencí variabilních domén ribozomálních genů prováděných v současnosti v Paříži řadí do blízkosti hrouzek r. *Gobio*, je snad lépe nepsat. N. Bogutskaja, vynikající ruská ichtyoložka, shrnuje celý problém (1986) závěrem: „...není pochyb o tom, že lín obecný stojí mimo všechny ostatní přirozené skupiny rodů kaprovitých a je představitelem samostatné podčeledi *Tincinae*“. Je tedy zřejmé, že lín obecný má na první pohled téměř neuvěřitelnou směsicí morfologických, osteologických i genetických znaků charakteristických pro několik základních vývojových divergencí kaprovitých a jim blízké příbuzných skupin ryb. Můžeme se v tom alespoň trochu vyznat?

Domníváme se, že ano. S největší pravděpodobností je možné správnou odpověď hledat v několika pracích znamenité české paleontoložky N. Obrhelové (1970, 1979), které bohužel a zcela evidentně četl málokdo, kdo se snažil o řešení taxonomického postavení lína. Nejstarší známé fosilní doklady z území Čech jsou pozůstatky r. *Paleoleuciscus* a oligocenního r. *Varbostichthys* (s druhem *V. brevis*, což je s největší pravděpodobností synonymem *Protothymallus elongatus*), které spolu evolučně souvisejí. Ze svrchního oligocénu Sibíře popsala Syčevskaja (1986) formu nazvanou *Zaissanotinca cristidens*, která se však prakticky neliší od r. *Varbostichthys*. To by nasvědčovalo, že tato forma není endemická, jak se domnívala Obrhelová. Zatímco od r. *Paleoleuciscus* lze odvodit dnešní r. *Leuciscus*, druhý rod evolučně úzce souvisí s r. *Paleotinca* (s druhem *P. egeriana*, opět jde s největší pravděpodobností o synonymum *Tarsichthys macurus*). Krátce nato se ve fosilním záznamu objevuje forma, u které nelze rozlišit, zda jde o r. *Paleotinca* nebo již *Tinca* (s druhem *P. obruncata*). Ve středním miocénu se objevují praví líní *T. furcata* a *T. micropterygia*. Na konci mladšího miocénu se pak objevuje bohatší fauna línů r. *Tinca* — vedle *T. furcata*, *T. micropterygia* také *T. lignitica* a dodnes žijící *T. tinca*. Rod *Varbostichthys* (= *Protothymallus*) středního oligocénu ale souvisí nejen s vývojovou linií línů, ale také bezprostředně s r. *Paleocarassius* (s druhem *P. mydlovarensis*). Od tohoto rodu je možné sledovat vývoj k recentním rodům *Carassius* a *Cyprinus*. Druhy těchto rodů jsou však narozdíl od lína evolučně tetraploidního původu, mají $2\times$ více chromozomů a $2\times$ větší obsah DNA v buněčném jádře.

Je tedy zřejmé, že lín obecný je dosud žijícím potomkem velmi dávné vývojové linie kaprovitých, z které vznikly formy vedoucí k recentním rodům *Carassius* a *Cyprinus* na jedné straně a *Leuciscus* na straně druhé. Tato vcelku dobře paleontologicky možná evoluce línů potom vysvětluje, proč má takovou směs znaků charakteristických pro vývojové linie *Cyprininae* a *Leuciscinae*. Bez nadsázky tak můžeme lína obecného považovat za živoucí zkamenělinu.





Křížení zelených a modrých linií ukazuje, jak se mutovaná vlohá pro toto zbarvení *b* (z angl. blue — modrý) kombinuje s normální, nemutovanou vlohou *B*. Vlohá *B* se označuje jako dominantní, *b* jako recesivní. Kombinace *BB* je dominantní homozygot, *Bb* heterozygot a oba jsou zbarveni zeleně, modrý je potom recesivní homozygot *bb*. P — parentální (rodičovská) generace je stejně zbarvená, F1 — první filialní generace se štěpí v poměru 3 : 1, B1 — zpětné křížení vykazuje štepňý poměr 1 : 1 (levý sloupec) ♦ Křížení zelených a červeno-žlutých linií ukazuje, jak se mutovaná vlohá pro toto zbarvení *g* (gold — zlatý) kombinuje s normální, nemutovanou vlohou *G*. Vlohá *G* se označuje jako dominantní, *g* recesivní. Kombinace *GG* je dominantní homozygot, *Gg* heterozygot (oba jsou zbarveni zeleně), červeno-žlutý je potom recesivní homozygot *gg*. P — parentální (rodičovská) generace je stejně zbarvená, F1 — první filialní generace se štěpí v poměru 3:1, B1 — zpětné křížení vykazuje štepňý poměr 1:1 (pravý sloupec) ♦ Křížení zelených linií dvojnásobných heterozygotů, tedy s oběma vlohami v heterozygotní kombinaci *BbGg* poskytuje štepňý poměr 9:3:3:1. Kombinace genomů *B-G-* (čárka znamená, že zde může být vlohá jak dominantní, tak recesivní), dává zbarvení vždy stejné — zelené (divoké); kombinace, kde se nachází *bb* nebo *gg* modré nebo červené; kombinace *bbgg* — jedinci bez kožních pigmentů (dolní sloupec uprostřed). Schéma podle P. Kvasničky a kol. (1998)