

GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ RYB:



Možnosti zvyšování
užitkovosti kapra selekcí

Kapr obecný je v celosvětovém měřítku všech produkovaných druhů ryb na čtvrtém místě, s produkcí převyšující 4 miliony tun ročně. V České republice se roční produkce kapra pohybuje kolem 17 tisíc tun, což činí 85–90 % všech tržních ryb. Je proto důležité udržet rentabilitu jeho chovu, která po dlouhou dobu klesala vzhledem ke stagnující nebo pomalu rostoucí ceně ryb a významně rostoucím výrobním nákladům (mzdy, krmení, doprava, energie atd.). Jednou z možností, jak zajistit udržitelnost chovu kapra, je zlepšit užitkové ukazatele (zejména růst, přežití a výtěžnost jedlých částí těla) s využitím šlechtitelských metod.

text: Martin Prchal, Martin Kocour a kolektiv projektu Fishboost (FROV Jihočeské univerzity)

foto: autoři a David Štrunc

Prvopočátky šlechtitelské práce u kapra obecného se datují na konec 19. století, kdy Josef Šusta prošlechtil šupinaté linie kaprů za účelem zlepšování jejich růstové schopnosti. Ve 30. letech 20. století došlo k popsání řady plemen kapra chovaných na českém území. Během tohoto období bylo také vyšlechtěno mnoho nových plemen a linií kaprů, které se liší výškou a proporcemi těla či ošupením.

V současné době se v ČR chová kolem 20 plemen (šupinatých a lysých) jak původních, tak importovaných či novošlechtěných, která se běžně používají ke křížení neboli hybridizaci. Účelem je zvyšování rychlosti růstu a schopnosti přežít v důsledku jevu zvaného heterózní efekt či hybridní zdatnost. Tento pozitivní efekt je však omezen především na první generaci, což limituje používání této metody pouze k produkci F1 užitkových obsádek bez možnosti dalšího šlechtění. Naproti tomu selekční šlechtění je nejběžnější a nejúčinnější metoda kontinuálního zušlechťování s trvalým efektem. U kapra v našich podmínkách tato šlechtitelská metoda zatím nenašla své praktické uplatnění a je proto i nadále velkou výzvou ve šlechtění kapra obecného.

Selekce v chovech ryb spočívá ve výběru pouze nejvýkonnějších ryb z obsádky (např. 10 % ryb s nejvyšší hmotností) k dalšímu využití v chovu, k založení další generace plemenných ryb i k produkci užitkových obsádek. Velmi důležité je selektovat v rámci jedné obsádky ryb, které po celé období chovu sdílely stejné podmínky (např. stejné rybníky, odchovné nádrže atd.). Důvodem je významný vliv vnějšího prostředí na selektovaný znak.

Selekce nejen podle hmotnosti

Selektuje se vždy na základě hodnocení určitého měřitelného znaku. Největší pozornost bývá věnována rychlosti růstu, která je vyjádřena hmotnostními přírůstky

za jednotku času. Selektovat však je možné i na tvar těla, ošupení, zmasilost, odolnost vůči nemocem, zbarvení těla u barevných variant nebo můžeme při výběru zohlednit více znaků najednou. Hlavním předpokladem úspěšné selekce je dostatečná dědivost znaků, na které se zaměřujeme. Jedině tehdy je možno očekávat vyšší pozitivní odpověď na selekci, tedy potomstvo vybraných ryb by mělo vykazovat vyšší míru uplatnění daného znaku oproti potomstvu z ne-selektované obsádky.

kového rozptylu hodnot daného znaku v obsádce.

Dědivost znaku můžeme odhadnout pouze za předpokladu, že známe příbuzenské vztahy mezi rybami v obsádce, respektive, že známe rodiče všech sledovaných ryb. Právě zjištění příbuzenských vztahů v obsádce ryb je největší oríšek. Narodí-li se tele, sele nebo kuře, snadno můžeme každého jedince hned po narození označit identifikační značkou, zanést do evidence jejich rodiče a následně sledovat



Obr. 1. Značení kapra mikročipy

Výhodou selekčního šlechtění oproti využívání hybridního efektu je také skutečnost, že užitkovost ryb pro určité znaky můžeme opakovanou selekcí neustále zlepšovat i v následujících generacích, neboť genetický zisk se kumuluje. Rozdíl užitkovosti bude tím větší, čím vyšší selekční tlak zvolíme a čím vyšší dědivost daný znak má. Dědivost neboli heritabilita udává, jak velká část proměnlivosti příslušného znaku (např. hmotnosti, obsahu tuku, přežití aj.) je způsobena genetickými faktory, takže ji lze vypočítat jako podíl variance (rozptylu) znaku způsobený genetickými vlivy a cel-

jejich užitkovost. U kapra není s ohledem k jeho plodnosti a velikosti larev při vylíhnutí technicky možné provést individuální značení ihned po vylíhnutí nebo alespoň zajistit oddělený chov ryb podle rodin za identických podmínek. Ryby se tak chovají ve smíšených obsádkách, jejich individuální značení mikročipy (obr. 1) se provádí až později a jedinou možností určení příbuzenských vazeb je využití molekulárně biologických metod.

V minulosti bylo proto velmi obtížné dědivost u ryb odhadnout bez výrazného zkreslení odhadu podmínkami prostředí.

FISHBOOST

The next level of aquaculture breeding

Obr. 2. Evropský projekt Fishboost



Obr. 3. Odběr DNA z ocasní ploutve



Obr. 4. Měření tuku ve svalovině

V dnešní době je situace mnohem jednodušší, i když cena za přiřazení potomstva k rodičům je stále vysoká a v případě ryb je stále využívána zejména pro potřeby výzkumu.

I z tohoto důvodu se vědci z Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích společně s Klatovským rybářstvím a.s. zapojili do evropského projektu Fishboost (obr. 2), jehož cílem bylo zlepšení akvakulturních chovů šesti hlavních evropských druhů ryb prostřednictvím selekčního šlechtění.

Hodnoty dědivosti naznačovaly potenciál pro zlepšení

Hlavním cílem projektu bylo odhadnout celkový potenciál selekčního šlechtění v podmínkách polointenzivního rybníčního chovu, ale i perspektivu dlouhodobě udržitelného selekčního programu u kapra obecného. Zaměřili jsme se na vybrané plemeno lysého kapra. Experimentální obsádky byly založeny umělým výtěrem 20 jikernaček a 40 mlíčáků a dle zvoleného schématu oplození jiker mohlo být v obsádce až 200 úplných sourozeneckých

skupin. Všechny rodiny byly chovány ve společných podmínkách a příslušnost jedinců k rodinám byla stanovena odebráním kousku ocasní ploutve (obr. 3) a následnou analýzou DNA s využitím molekulárních markerů – mikrosatelitů či jednonukleotidového polymorfizmu (SNP).

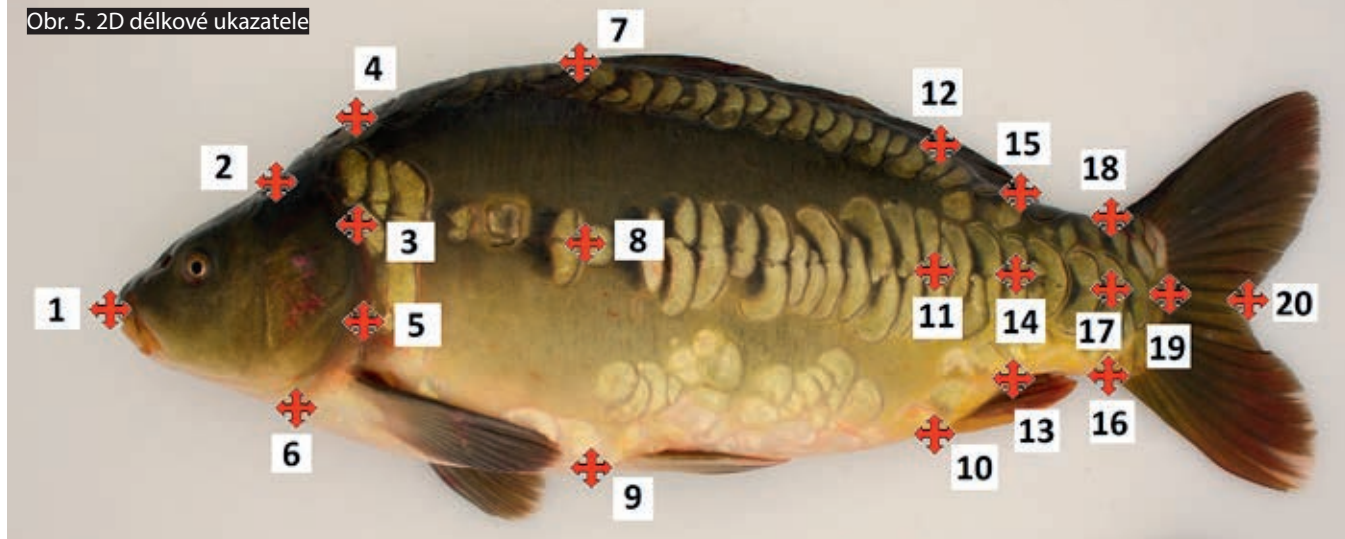
Většina studovaných užitkových znaků (např. růst, obsah tuku, Fultonův kondiční faktor, jateční výtěžnost) vykazovala dostatečnou dědivost, naznačující solidní potenciál pro zlepšení těchto znaků s využitím selekčního šlechtění. Navíc se ukázalo, že selekce na růst by v rybníčních podmínkách měla být provedena optimálně po druhém zimování. V této velikosti je manipulace a krátkodobé držení ryb mimo rybníky mnohem jednodušší a navíc byla zjištěna vysoká genetická závislost mezi znaky v tomto období a v tržní velikosti.

Dalším dílčím cílem bylo studium genetického pozadí znaků spojených s přezimováním, a to obsahu tuku ve svalovině (obr. 4), hmotnosti těla a jejich změn v průběhu zimního období. Zároveň byly tyto znaky srovnávány s užitkovostí ryb v následujícím vegetačním období a v tržní velikosti.

Byla zjištěna poměrně zajímavá věc, a to, že vyšší obsah tuku ve svalovině nemusí nutně představovat pro přežívání ryb v zimním ani v dalším vegetačním období výhodu. Zjistili jsme, že selekce na i) nižší obsah tuku před a po zimě a ii) nižší pokles obsahu tuku a hmotnosti těla během zimy by mohly vést k lepšímu přežití a nižším ztrátám hmotnosti během zimy a vyššímu růstu v následující vegetační sezoně. Rovněž bylo naznačeno, že Fultonův kondiční koeficient (FK) by mohl být vhodným selekčním znakem předurčujícím úspěšnost přezimování a míru užitkovosti během další vegetační sezony. Na druhou stranu, vyšší FK neměl v našem případě spojitost (fenotypovou ani genetickou) s vyšším obsahem tuku ve svalovině.

V blízké budoucnosti lze předpokládat, že jedlé podíly těla (opracovaného trupu a filetů) budou mít stále větší ekonomický význam a jsou tak potenciálně zajímavými znaky pro šlechtění. Zároveň je ale zřejmé, že přímá selekce na výtěžnost není možná na živých rybách, jelikož hodnocení ukazatelů výtěžnosti vyžaduje usmrcení ryb a jejich zpracování (filetování). Hlavní myšlenkou bylo proto ověřit, zda lze výtěžnost jedlých podílů předpovědět nepřímo s využitím tzv. morfologických prediktorů. Za prediktor lze považovat znak či skupinu znaků, jež se dají změřit na živých rybách a jež mají vysoký vztah ke skutečné výtěžnosti. Proto byla zkombinována externí (hmotnost, obsah tuku, 2D délkové ukaza-

Obr. 5. 2D délkové ukazatele



tele – obr. 5) a interní (hloubka tělní dutiny a tloušťka svaloviny ultrazvukem – obr. 6) měření a pomocí statistických modelů byly hledány nevhodnější prediktory, či jejich kombinace tvořící předpovědní modely u výtěžnostních ukazatelů.

Bylo zjištěno, že tímto způsobem se podílily jedlých částí těla na živých rybách dají předpovídat s vysokou přesností a že poměr mezi tloušťkou břišní svaloviny a hloubkou tělní dutiny je v přímém úměře k těmto podílům. Z genetického pohledu jsou předpovídané modely výtěžnosti a dokonce jednotlivé prediktory vysoce dědivé a v pozitivním vztahu se skutečnými ja-tečnými výnosy. Lze tedy říci, že selekce s využitím modelů nebo prediktorů výtěžnosti má zajímavou perspektivu pro neinvazivní způsob zvyšování jedlých podílů kapra obecného.

Mezi znaky je genetická závislost

Při zjišťování možností využití selekce je také potřeba pamatovat na to, že selekce na jeden znak může negativně ovlivnit vlastnosti (znaky) jiné. Je to dáno tím, že mezi mnoha znaky existuje genetická závislost. Ta je dána vztahy mezi geny, které se na jejich projevu podílejí. V další studii jsme se zabývali sledováním vlivu selekce na růst a výtěžnostní parametry ve vztahu ke kvalitě masa vyjádřené složením mastných kyselin. Karpí maso je bohaté na zdraví prospěšné mastné kyseliny, a to zejména na esenciální nenasycené mastné kyseliny, tzv. omega-3 kyseliny. Jeho kvalita by tedy v trvale udržitelném selekčním programu jistě měla být zahrnuta. Výsledky studie však ukázaly, že selekce na růst by v našich podmínkách chovu kvalitu masa pravděpodobně ovlivnila negativně. Mohlo by totiž docházet ke

snížování podílu nenasycených mastných kyselin, čemuž by ovšem pravděpodobně bylo možné předejít úpravou krmiv využívaných při přikrmování ryb.

Projekt Fishboost nám také umožnil zkoumat hlubší genetické pozadí růstu a odolnosti ryb vůči závažné, celosvětově rozšířené nemoci, zvané koi herpesviróza (KHV) – tedy hledat konkrétní geny a jejich formy, které mohou mít zásadní vliv na přirozenou rezistenci. K tomu bylo využito



Obr. 6. Měření tloušťky svaloviny ultrazvukem

sekvenování podstatné části genomu s využitím tzv. RAD-sekvenování, což je metoda sekvenování nové generace.

Pro růst nebyl podle očekávání identifikován žádný významný lokus, který by vysvětloval podstatnou část genetického rozptylu daného kvantitativního znaku v populaci (tzv. QTL od anglického „Quantitative trait loci“). Pro KHV byla odhadnuta vysoká dědivost odolnosti vůči této závažné nemoci a navíc byl na vazebné skupině 44 a chromozomu 33 identifikován QTL vysvětlující

7 % aditivní genetické variance odolnosti a v rámci něj i zajímavý kandidátní gen (pro protein TRIM25), který má určitou spjitost s imunitní odpovědí na infekci. Zároveň bylo zjištěno, že mapováním polymorfismu u několika tisíc vytipovaných míst v genomu kapra by mělo být možné poměrně spolehlivě předpovědět odolnost daného jedince vůči KHV. Teprve další výzkum ale ukáže reálnou využitelnost těchto prvotních výsledků.

Zjištěné výsledky přinesly další důkazy o možnosti praktického využití selekčního šlechtění kapra obecného v podmínkách rybníčního chovu. Je však zřejmé, že technologie chovu bude vyžadovat úpravy směrem k zachování vysoké kvality masa a efektivnímu využití potenciálu získaného selekčním šlechtěním. Otázkou zůstává, zda ryby s vyšším genetickým potenciálem růstu využijí lépe přirozenou produktivitu rybníka. Určitou pozornost si zaslouží zmiňované ověření možnosti selekce ryb s vyšší odolností vůči KHV.

Závěrem je nutno konstatovat, že všechny předpoklady o možnosti využití selekce vycházejí zatím jen z odhadů po dosažení hodnot zjištěných z výše popsaných experimentů. Skutečný účinek selekčního šlechtění musí být teprve ověřen výpočtem tzv. realizovaných dědivostí, skutečným genetickým ziskem a celkovým výnosem rybí biomasy zúšlechťených populací z jednotky plochy rybníka. To vyžaduje pokračování ve výzkumu, jež budou vědci z FROV JU realizovat např. prostřednictvím projektů financovaných Ministerstvem zemědělství ČR přes NAZV (projekt č. QK1910430) a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR přes OP VVV (projekt č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_025/0007370). ■