



Fakulta rybnářství  
a ochrany vod  
Faculty of Fisheries  
and Protection  
of Waters

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

---

# Použití testikulárního spermatu jeseterovitých ryb

---

B. Dzyuba, S. Boryshpolets, J. Cosson, M. Rodina,  
M. Pšenička, O. Linhart, E. Prášková, V. Dzyuba,  
P. Fedorov







Fakulta rybnářství  
a ochrany vod  
Faculty of Fisheries  
and Protection  
of Waters

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# **Použití testikulárního spermatu jeseterovitých ryb**

---

B. Dzyuba, S. Boryshpolets, J. Cosson, M. Rodina,  
M. Pšenička, O. Linhart, E. Prášková, V. Dzyuba,  
P. Fedorov

**Vydání a tisk metodiky je uskutečněno za finanční podpory projektu  
OP Rybářství 2007–2013:**

Metodiky III (2014–2015); reg. č. CZ.1.25/3.1.00/13.00473



EVROPSKÁ UNIE  
EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND  
„Investování do udržitelného rybolovu“

**Obsahová část metodiky je výsledkem řešení projektů:**

GACR P502/11/0090 – 40%,

GAJU 114/2013/Z – 15 %

Strengthening of excellence scientific teams  
in USB FFPW CZ.1.07/2.3.00/20.0024 – 15 %,

GACR P502/12/1973 – 10 %,

Výsledky byly získány za finanční podpory MŠMT  
projektu CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024) – 10%,  
a projektu CENAKVA II (LO1205 v rámci programu NPU I) – 10 %

č. 151

**Vodňany**

ISBN 978-80-7514-008-1



<b>1. CÍL METODIKY</b>	<b>6</b>
<b>2. VLASTNÍ POPIS METODIKY</b>	<b>6</b>
2.1. Úvod	6
2.2. Možnosti využití vytřeného a testikulárního spermatu v rybářské praxi	6
2.3. Zrání spermií jeseterovitých ryb	7
2.4. Anatomické zvláštnosti vylučovací soustavy jeseterovitých ryb	7
2.5. Ryby, jejichž testikulární spermie mohou být použity pro rybářskou praxi	8
2.6. Příprava seminální plazmy pro zrání testikulárních spermií	8
2.7. Odběr testikulárních spermií	9
2.8. Zrání testikulárních spermií <i>in vitro</i> , jejich skladování a použití pro umělou reprodukci jeseterů	10
<b>3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“</b>	<b>11</b>
<b>4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY</b>	<b>11</b>
<b>5. EKONOMICKÉ ASPEKTY</b>	<b>11</b>
<b>6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY</b>	<b>12</b>
<b>7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE</b>	<b>13</b>

## 1. CÍL METODIKY

Cílem je popsat *in vitro* metody zrání testikulárních spermií jeseterovitých ryb (Acipenseridae), jejich kryoprezervace a použití pro umělou reprodukci. Použití jeseteřích testikulárních spermií pro umělou reprodukci připadá v úvahu například v případě náhlého úmrtí cenných dospělých generačních ryb post mortem nebo v případě úmrtí ryb při lovu do sítí během reprodukční sezóny nebo v případě nedostatečného množství spermií získaného běžným způsobem (výtěrem).

## 2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

### 2.1. Úvod

Chov jeseterovitých ryb je díky rostoucímu světovému trhu s kaviárem a jeseteřím masem považován za perspektivní oblast akvakultury. Moderní intenzivní chov byl v Evropě předpověděn Williotem a kol. (2001). V posledních letech vzrostla celosvětová produkce jeseterovitých z 2 500 tun v roce 1999 na 25 600 tun v roce 2008 (FAO, 2008). Podobný trend lze sledovat také u výroby kaviáru, která několikanásobně vzrostla z 1,69 tun v roce 2003 na 27,32 tun v roce 2007 (Wuertz a kol., 2009). Chov jeseterovitých je velmi důležitý také z toho hlediska, že zahrnuje vzácné druhy, které jsou v přírodě ohroženy. V kategorii zaniklý, kriticky ohrožený, ohrožený nebo zranitelný je totiž uváděno 25 z celkem 27 druhů jeseterovitých (Billard a Lecointre, 2001).

Přestože má chov jeseterů více jak stoletou historii, základ pro jejich intenzivní umělé rozmnožování a metody *in vitro* manipulace gamet byl položen teprve v druhé polovině 20. století (Dettlaff a kol., 1993). Důležitost uchování spermií pro efektivní chov zdůrazňuje Billard (2001). Bylo vyvinuto několik metod hypotermického skladování a kryoprezervace spermií jesetera (Billard a kol., 2004), což umožňuje použití spermatu v různou dobu po jeho odběru. Efektivita využití samců závisí na odběru co největšího množství spermií s vysokou schopností oplození, které lze buď okamžitě použít pro přímé oplození jiker, nebo mohou být při teplotě kapalného dusíku uchovány po dlouhou dobu (teoreticky stovky, dokonce tisíce let) pro pozdější oplození.

### 2.2. Možnosti využití vytřené a testikulárního spermatu v rybářské praxi

V rybářské praxi mohou být použity dva způsoby odběru spermií:

- Vytřené (ejakulované z testes) sperma je odebíráno živým samcům poté,

## POUŽITÍ TESTIKULÁRNÍHO SPERMATU JESETEROVITÝCH RYB

- co opustí testes, projde semennými kanálky a vytéká z urogenitální papily.
- Testikulární spermie se odebírají po usmrcení samce a maceraci (narušení tkáně a následný výluh) testes.

Používání testikulárního spermatu je při reprodukčních technologiích nezbytné u druhů, u kterých je získání spermií ejakulací nemožné nebo komplikované nebo v případě náhlého úmrtí samce. Testikulární sperma se pro umělou reprodukci ryb běžně používá například u sumců (Bart a kol., 1996), štik (Fitzpatrick a kol., 2005), okounů (Rougeot a kol., 2004) nebo mřenek (Kopeika a kol., 2003). Posmrtně získané spermie lze také považovat za zdroj funkčního genetického materiálu. Použití testikulárního spermatu je založeno na fyziologické druhově specifické produkci spermií a je možné pouze u druhů, u kterých je proces zrání spermií dokončen v testikulárních kanálech.

---

### 2.3. Zrání spermií jeseterovitých ryb

---

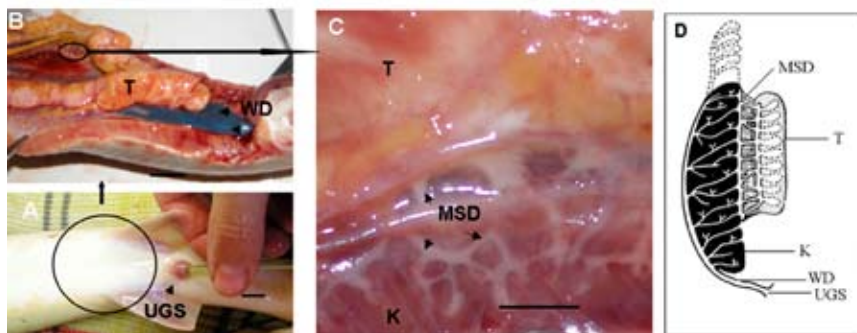
Zrání spermií je definováno jako proces vedoucí k získání schopnosti iniciace pohybu fyziologicky plně vyvinutých spermií a schopnosti oplodnit vajíčko. Je považováno za finální fyziologickou fázi spermiogeneze, která je dobře známa u většiny živočichů. U ryb, které mají vnější oplození, zralé spermie získávají plnou pohyblivost ihned po jejich uvolnění do vhodného prostředí, zatímco nezralé spermie nejsou za stejných podmínek schopny zahájit žádnou efektivní motilitu. Získání schopnosti iniciace motility prostřednictvím podnětů z prostředí představuje rozhodující faktor pro funkčnost rybích spermií. Nezralé testikulární spermie jesetera nejsou schopny po smísení s vodou motilitu zahájit. Autorský tým nedávno objevil existenci fáze zrání u jeseterů. Tento proces probíhá v semenné plazmě ve Wolfových kanálcích. Ukázalo se, že zrání je podstatné pro kryokonzervaci a oplozeníschopnost spermií a lze jej simulovat *in vitro* pre-inkubací v semenné plazmě odebrané z Wolfových kanálků.

---

### 2.4. Anatomické zvláštnosti vylučovací soustavy jeseterovitých ryb

---

Jeseteři mají specifickou strukturu vylučovací soustavy (obr. 1) – spermie a močové cesty nejsou zcela odděleny. Odvodné kanálky spermií vedoucí z testes jsou v přímém kontaktu s ledvinami a testikulární spermie přítomné ve Wolfově kanálku se ředí močí. Toto uspořádání vylučovací soustavy vede k nízké osmolalitě spermatu, nízkému obsahu bílkovin v seminální plazmě a nízké koncentraci spermií, což jsou vlastnosti specifické pro jesetery. Je dokázán fyziologický význam tohoto procesu mísení spermií s močí pro zrání spermií (Dzyuba a kol., 2014).



**Obr. 1.** A – Struktura urogenitálního traktu samce jesetera malého. Urogenitální sinus (UGS ukazuje černá šipka) s vloženým katetrem během odběru moči nebo spermatu. Kruh ukazuje oblast, která je rozříznuta pro umožnění přístupu k urogenitálnímu propojení a k odběru testikulárního spermatu. B – Celkový pohled na tělní dutinu po odstranění kůže a trávicího traktu. Močové cesty (Wolfovy kanálky, WD) jsou vyznačeny šipkou. T – testes. Ovál ukazuje oblast urogenitálního propojení. C – pohled na urogenitální propojení. K – ledviny, MSD – hlavní odvodný kanál. (Foto: B. Dzyuba). D – schéma jeseteřího urogenitálního systému (Hoar, 1969).

## 2.5. Ryby, jejichž testikulární spermie mohou být použity pro rybářskou praxi

Testikulární sperma se odebírá od samců, kteří jsou připraveni pro tření (Chebanov a Galich, 2011). V experimentech proběhlých na Fakultě rybářství a ochrany vod (FROV) bylo zjištěno, že testikulární sperma odebírané mimo období výtěru nemá schopnost dozrát *in vitro*.

## 2.6. Příprava seminální plazmy pro zrání testikulárních spermií

Nejstabilnější výsledky *in vitro* zrání testikulárního spermatu jsou získány aplikací seminální plazmy, která se získává neinvazivně katetrizací Wolfova kanálku (močopohlavní kanálek) a bývá obvykle používána pro běžný umělý výtěr jeseterů (Gela a kol. 2008; Dzyuba a kol., 2014). Pro dozrávání spermií se používá pouze semenná plazma získaná z kvalitního spermatu (takové sperma vykazuje po aktivaci 80–100 % pohyblivých spermií s hustotou větší než  $2 \cdot 10^9$  spermií v ml). Pokyny pro odběr spermií, pohyblivost a stanovení hustoty lze nalézt v metodikách vydaných FROV (Rodina a kol., 2010, Linhart a kol., 2010). Seminální plazma se získává dvojnásobnou centrifugací spermatu při teplotě 4 °C. Vzorčky spermatu jsou nejprve odstředěny při 300 g po dobu 10 minut (rpm = 1637), pak se odsaje supernatant, a ten se podruhé odstředí

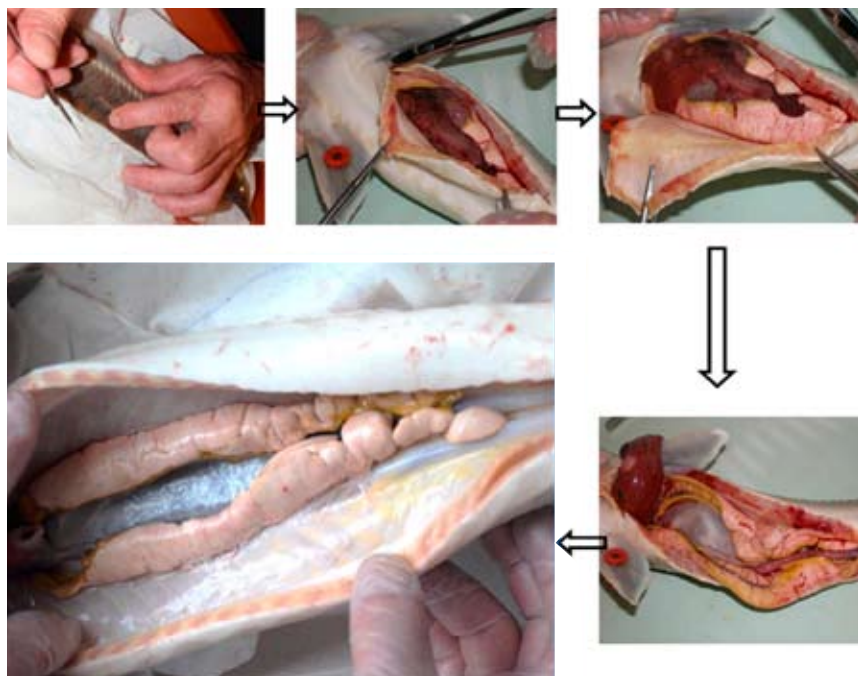


## POUŽITÍ TESTIKULÁRNÍHO SPERMATU JESETEROVITÝCH RYB

při 5 000 g po dobu 15 minut (rpm = 6682). Supernatant získaný po druhém odstředění tvoří seminální plazmu, která může být nejméně 1 rok skladována při teplotě -20 °C až do doby aplikace. Aktivita seminální plazmy není druhově specifická. Seminální plazma vyzy velké, jesetera ruského, jesetera sibiřského, jesetera malého je například signifikantně stejně účinná pro zrání testikulárního spermatu jesetera malého.

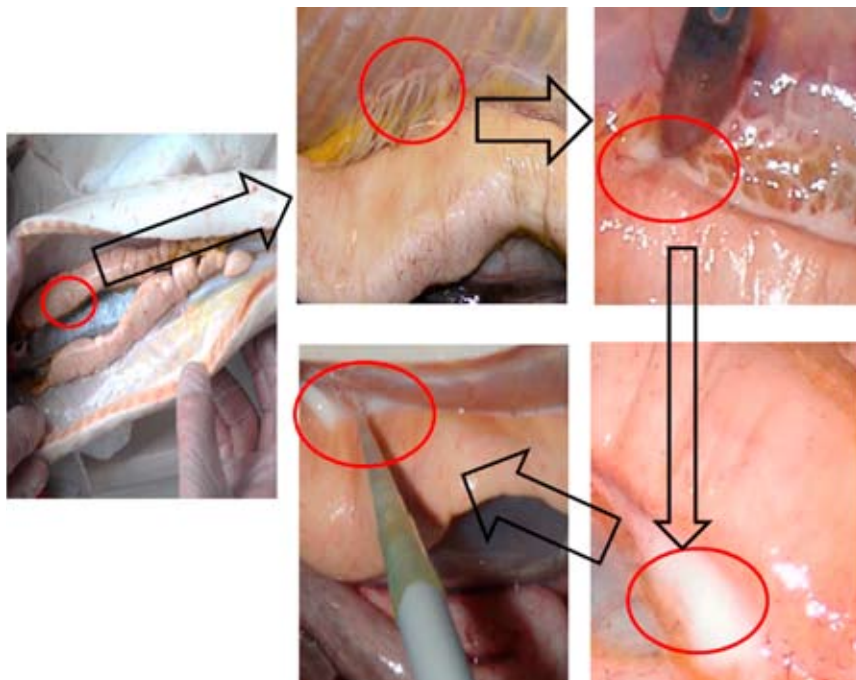
### 2.7. Odběr testikulárních spermií

Testikulární sperma lze odebrat z ryb uhynulých např. následkem mechanického poškození, a to nejvýše do 6 hodin po uhynutí (při uchování na ledě). V případě nutnosti odběru testikulárních spermií z živých ryb, se tyto ryby usmrcují úderem do hlavy a následným vykrvením. Obr. 2 znázorňuje posloupnost kroků pitvy k otevření oblasti testes.



**Obr. 2.** Posloupnost kroků disekce k otevření oblasti testes. (Foto: B. Dzyuba)

Tělní dutina se otevírá pomocí skalpelu nebo nůžek (doporučováno) dvěma bříšními řezy podél ventrálních štitků. Trávicí trakt se poté odstraní z oblasti testes. Je třeba dbát na to, aby se zabránilo kontaminaci oblasti testes krví nebo obsahem žlučníku. Testikulární sperma se odebírá po obnažení testes a naříznutí odvodných kanálů (obr. 3).



**Obr. 3.** Posloupnost kroků pro odběr testikulárního spermatu. (Foto: B. Dzyuba)

Oblast odvodných kanálků se vysuší papírem a kanálky se naříznou skalpelem. Po naříznutí začne testikulární sperma unikat z testes a ihned se odsává pipetou do malých zkumavek (např. 1,5 ml mikrozkušavky), které se umísťují do ledové tříště. Během odběru spermatu se testes lehce stisknou. Pro urychlení procesu odběru se může ve stejnou dobu naříznout několik odvodných kanálků.

### **2.8. Zrání testikulárních spermií *in vitro*, jejich skladování a použití pro umělou reprodukci jeseterů**

V případě, že jsou jeseteří testikulární spermie nezralé (nejsou schopné zahájit motilitu po smísení s vodou, tzn. nemají žádnou oplozeníschopnost), používá se *in vitro* postup zrání spermií (Dzyuba a kol., 2014). Pro dozrání se testikulární sperma smísí se seminální plazmou získanou z Wolfových kanálků (1 díl testikulárního spermatu se ředí 20 díly seminální plazmy). Po 20 minutách inkubace při pokojové teplotě (18–22 °C) a po smíchání s vodou získávají spermie schopnost iniciace motility a následně oplozeníschopnost.

## POUŽITÍ TESTIKULÁRNÍHO SPERMATU JESETEROVITÝCH RYB

Po dozrání *in vitro* mohou být spermie okamžitě použity pro oplození jiker. Pro oplození jeseteřích jiker může být použit postup, který pro rybářskou praxi dobře popisuje Detlaff a kol. (1993) nebo Gela a kol. (2008). Testikulární sperma, které dozrálo *in vitro*, může být také běžným zamrazovacím postupem kryoprezervováno. Tento postup ve své metodice přesně popisuje Linhart a kol. (2010). Postup ve zkratce je následující :

- 1) před zamrazením se vzorky ředí (1 : 1) ředicím roztokem s následujícím složením: 23,4 mM sacharózy, 0,25 mM KCl, 30 mM Tris-HCl, pH 8,0 obsahující 10 % metanolu (konečná koncentrace spermií po zředění je 5 %),
- 2) zředěné sperma se napipetuje do 0,5 ml pejety (CRYO-VET, Francie) a přenese se do polystyrenového boxu s tekutým dusíkem (3 cm nad hladinu tekutého dusíku) po dobu 10 minut,
- 3) sperma se poté ponoří do tekutého dusíku. Takto mohou být spermie uloženy až do doby umělého oplození. Rozmrazování zamrazeného vzorku se provádí ve vodní lázni při teplotě 40 °C po dobu 6 sekund. Rozmražené spermie se ihned použijí pro oplození.

### 3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

Metoda umělé reprodukce jeseterů je popsána v metodice Gela a kol. (2008). Obecně se sperma jeseterů získává hormonální stimulací s následnou katetrizací močopohlavního kanálku. Tato metodika popisuje originální postup, při kterém je možné získat oplozenischné testikulární spermie v případě uhynutí zvířete před plánovaným odběrem spermatu či při nedostatečném objemu spermatu ejakulovaného živými samci.

### 4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena pro chovatele jeseterů. Ti mohou v případě uhynutí jedince nebo nedostatečného množství spermatu pro reprodukci využít testikulární sperma podle této metodiky. Navíc může být takové sperma dlouhodobě uchováno v tekutém dusíku, což přináší možnost uchování genetického materiálu vzácných nebo ohrožených druhů ryb.

### 5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

#### Náklady na zavedení postupu

Zavedení postupu vyžaduje pořízení centrifugy. Cena centrifugy se pohybuje v závislosti na značce a kvalitě přístroje od 5 do 100 tis. Kč. Dlouhodobé

uchování semenné plazmy je nutné při teplotě cca -20 °C. Cena mrazáku se pohybuje od 3 do 30 tisíc. Další běžný materiál jako mikrotuby apod. se pohybuje v řádech desítek až stovek Kč. V případě kryokonzervace *in vitro* dozrávaných spermií je nutné pořízení materiálu pro zamrazování spermií, viz metodika Linhart a kol. (2010).

### **Ekonomický přínos pro uživatele**

Zavedením tohoto postupu můžeme použít či uchovat dávku spermií od samce, jehož spermie by jinak využity nebyly. Cena dávky spermatu jeseterovitých ryb závisí na druhu. V případě použití tohoto postupu k záchově genetické informace kriticky ohrožených druhů jeseterovitých ryb *post mortem* je ekonomický přínos nevyčísitelný.

## **6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY**

- Bart, A. N., Dunham, R.A., 1996. Effects of sperm concentration and egg number on fertilization efficiency with channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and blue catfish (*I. furcatus*) spermatozoa. *Theriogenology* 45: 673–682.
- Billard, R., 2001. Cryopreservation of fish spermatozoa. In: Watson, P., Holt, W.V. (Eds), *Cryobanking the Genetic Resource: Wildlife Conservation for the Future*. Taylor and Francis, London and New York, UK, USA, pp. 143–170.
- Billard, R., Lecointre, G., 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 355–392.
- Billard, R., Cosson, J., Noveiri, S.B., Pourkazemi, M., 2004. Cryopreservation and shortterm storage of sturgeon sperm. *Aquaculture* 236: 1–9.
- Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S., Schmalhausen, O.I., 1993. Sturgeon fishes. *Developmental Biology and Aquaculture*. Springer Verlag, Berlin, DE, 300 pp.
- Dzyuba, B., Cosson, J., Boryshpolets, S., Bondarenko, O., Dzyuba, V., Prokopchuk, G., Gazo, I., Rodina, M., Linhart, O., 2014. *In vitro* sperm maturation in sterlet, *Acipenser ruthenus*. *Reproductive biology* 14: 160–163.
- FAO, 2008. Yearbook of Fishery Statistics. In: *World Aquaculture Production by Species Groups*. <<http://ftp.fao.org/fi/stat/summary/default.htm>>. Navštíveno 21. 5. 2014.
- Fitzpatrick, J.L., Henry, J.C., Liley, N.R., Devlin, R.H., 2005. Sperm characteristics and fertilization success of masculinized coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* 249: 459–468.
- Gela, D., Rodina, M., Linhart, O., 2008. Řízená reprodukce jeseterů (*Acipenser*). *Edice Metodik, VÚRH JU, Vodňany, č. 78, 24 s.*

## POUŽITÍ TESTIKULÁRNÍHO SPERMATU JESETEROVITÝCH RYB

- Hoar, W.S., 1969. Reproduction. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds), Fish physiology, vol. III. Academic Press, London, UK, pp. 1–72.
- Chebanov, M.S., Galich, E.V. 2011. Sturgeon hatchery manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Ankara, FAO, č. 558, 303 s. Dostupné na: <http://www.fao.org/docrep/017/i2144e/i2144e.pdf>
- Kopeika, J., Kopeika, E., Zhang, T., Rawson, D.M., Holt, W.V., 2003. Detrimental effects of cryopreservation of loach (*Misgurnus fossilis*) sperm on subsequent embryo development are reversed by incubating fertilised eggs in caffeine. *Cryobiology* 46: 43–52.
- Linhart, O., Dzyuba, B., Boryshpolets, S., Rodina, M., 2010. Zmrazování spermatu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*). Edice Metodik (technologická řada), FROV JU, Vodňany, č. 101, 21 s.
- Rodina, M., Dzyuba, B., Boryshpolets, S., Linhart, O., 2010. Zmrazování spermatu kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) pro potřeby uchování genofondu v praktických podmínkách. Edice Metodik (technologická řada, ověřená technologie), FROV JU, Vodňany, č. 102, 25 s.
- Rougeot, C., Nicayenzi, F., Mandiki, S.N.M., Rurangwa, E., Kestemont, P., Mélard, C., 2004. Comparative study of the reproductive characteristics of XY male and hormonally sex-reversed XX male Eurasian perch, *Perca fluviatilis*. *Theriogenology* 62: 790ERLI.
- Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulyas, T., Berni, P., 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. *Aquatic Living Resources* 14: 367–374.
- Wuertz, S., Gröper, B., Gessner, J., Krüger, T., Luckas, B., Krüger, A., 2009. Identification of caviar from increasing global aquaculture production – dietary capric acid as a labelling tool for CITES implementation in caviar trade. *Aquaculture* 298: 51–56.

### 7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Dzyuba, B., Cosson, J., Boryshpolets, S., Bondarenko, O., Dzyuba, V., Prokopchuk, G., Gazo, I., Rodina, M., Linhart, O., 2014. In vitro sperm maturation in sterlet, *Acipenser ruthenus*. *Reproductive Biology* 14: 160–163. (GACR P502/11/0090, CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, Posílení excelence vědeckých týmů na FROV JU CZ.1.07/2.3.00/20.0024, GACR P502/12/1973, GAJU 114/2013/Z a LH13246).

*Poznámky*

---



*Poznámky*

---





*Poznámky*

---



*Poznámky*

---



### **Externí odborný oponent**

*RNDr. Ján Štěrba, Ph.D.*

*Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologické centrum AVČR, v.v.i., Parazitologický ústav, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice*

### **Interní odborný oponent**

*Ing. David Gela, Ph.D.*

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz*

### **Oponent za státní správu**

*Ing. Vladimír Gall*

*MZe Praha, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybnářství (16230) Těšnov 17, 117 05 Praha 1*

### **Osvědčení o uplatnění certifikované metodice č. 151/892037/2014-16230**

#### **Nmet CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 23. 12. 2014**

*Vydalo: Ministerstvo zemědělství, úsek lesního hospodářství, Sekce lesního hospodářství, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybnářství, Těšnov 17, 117 05 Praha 1.*

#### **Adresa autorského kolektivu**

<i>Borys Dzyuba, M.Sc., Ph.D.</i>	<i>20 %</i>
<i>Sergey Boryshpolets, M.Sc., Ph.D.</i>	<i>10 %</i>
<i>Jacky Cosson, Ph.D., Dr.h.c.</i>	<i>10 %</i>
<i>Ing. Marek Rodina, Ph.D.</i>	<i>10 %</i>
<i>Ing. Martin Pšenička, Ph.D.</i>	<i>10 %</i>
<i>prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.</i>	<i>10 %</i>
<i>Mgr. Eva Prášková, Ph.D.</i>	<i>10 %</i>
<i>Viktoriya Dzyuba, M.Sc., Ph.D.</i>	<i>10 %</i>
<i>Pavlo Fedorov, M.Sc.</i>	<i>10 %</i>

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz*

*V edici Metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Vodňany, www.frov.jcu.cz; odborný editor: prof. Ing. Martin Flajšhans, Dr.rer.agr., Ing. Antonín Kouba, Ph.D., redakce: Ing. Blanka Vykusová, CSc., Zuzana Dvořáková; náklad: 200 ks, 1. vydání; metodika uplatněna v roce 2014; vytištěna v roce 2014; grafický design a technická realizace: Profi-tisk group, s.r.o.*





Fakulta rybnářství  
a ochrany vod  
Faculty of Fisheries  
and Protection  
of Waters

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice



ISBN 978-80-7514-008-1

Vydání a tisk metodiky je uskutečněno za finanční podpory projektu  
OP Rybnářství 2007–2013:  
Metodiky III (2014–2015); reg. č. CZ.1.25/3.1.00/13.00473



EVROPSKÁ UNIE  
EVROPSKÝ RYBNÁŘSKÝ FOND  
„Investování do udržitelného rybolovu“