

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Fakulta rybářství a ochrany vod**  
**Ústav akvakultury a ochrany vod**

Bakalářská práce

Vliv délky a způsobu transportu jiker na jejich líhnivost u  
hlavatky obecné (*Hucho hucho*)

**Autor:** Lukáš Beránek

**Vedoucí bakalářské práce:** prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.

**Konzultant bakalářské práce:** Ing. Markéta Dvořáková Prokešová, Ph.D.

**Studijní program a obor:** Zootechnika, Rybářství

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník:** 3.

České Budějovice, 2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích .....

.....

Lukáš Beránek

## **Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D. za odbornou pomoc při tvorbě této práce, a také za značnou míru trpělivosti. Dále bych chtěl poděkovat technikům Milanu Kraftovi a Bc. Petru Dobrovolnému, DiS. z Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického (VÚRH) ve Vodňanech za pomoc při kontrolování a čištění systému. Poděkování patří také Ing. Richardu Vachtovi za postavení a zprovoznění experimentálního systému. Na závěr bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za morální podporu a rady.

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení studenta: **Lukáš Beránek**

Studijní program: B4103

Studijní obor: Rybářství

Název tématu: **Vliv délky a způsobu transportu jiker na jejich líhivost u hlavatky obecné (*Hucho hucho*)**

**Zásady pro vypracování:**  
(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

Cílem práce je exaktně ověřit možnost krátkodobého uchování a posouzení vlivu transportu uměle vytřených neoplozených a oplozených jiker hlavatky obecné v závislosti na teplotě prostředí a orientačně posoudit vliv způsobu líhnutí jiker v různých inkubačních přístrojích. Metodický postup práce spočívá ve vypracování literárního přehledu a uskutečnění experimentu.

Literární přehled bude zahrnovat problematiku reprodukce hlavatky podunajské, včetně přirozené reprodukce, metod získávání a chovu generačních ryb a jejich umělého výtěru, umělé inkubace jiker a možnosti přechovávání a transportu neoplozených a oplozených jiker hlavatky a jiných lososovitých druhů ryb.

Experimentální část je zaměřena na transport neoplozených a oplozených jiker, původem od třech jikernaček (tři opakování). U první varianty budou jikry bezprostředně po jejich umělém výtěru (na rybí líhni v Jablunkově) po dosažení spontánní ovulace a umělém výtěru jikernaček odebrány a uloženy v ovariální tekutině do uzavřených plastových krabic, umístěných do izotermického kontejneru s vnitřní teplotou 10 °C. V kontejneru budou jikry transportovány do místa jejich inkubace (experimentální RAS ve Vodňanech). Ve třech časových intervalech (za 1, 2, 3 dny) od umělého výtěru bude vždy odebrána část jiker z jednotlivých krabic a provedeno jejich osemenění, odděleně odebraným a transportovaným spermatem od několika mlíčáků. Transport spermatu proběhne v injekčních stříkačkách (z poloviny naplněných spermatem, při občasně výměně atmosféry), umístěných v jiném izotermickém kontejneru při teplotě 1-4 °C. Ve druhé variantě experimentu, realizované souběžně s první, budou využity jikry od identických jikernaček. Tato část jiker bude bezprostředně po umělém výtěru na rybí líhni osemeněna, oplozena a propláchnuta vodou. Poté budou jikry uloženy do uzavřených plastových krabic do poloviny naplněných vodou a transportovány v izotermickém kontejneru při teplotě 10 °C. Dvakrát denně bude vyměňována voda, v níž budou oplozené jikry od jednotlivých jikernaček transportovány. Ve stejných intervalech od provedení umělého výtěru (1, 2, 3 dny) budou jikry nasazeny do inkubátorů (malých experimentálních plochých inkubačních přístrojů), umístěných v průtočném žlabu. Oddělená inkubace vzorků jiker podle způsobu a délky transportu a samostatně u jiker od jednotlivých jikernaček, bude uskutečněna v celkem 21 identických inkubátorech. Do každého inkubátoru bude nasazen přibližně stejný počet 100-200 kusů jiker (přesný počet jiker bude zjištěn vyfotografováním). Průběh teplot při transportu jiker i spermatu a u oplozených jiker při jejich inkubaci bude zaznamenáván registračními teploměry. Orientačně budou výše uvedené parametry vyhodnoceny i při poloprovodní inkubaci většího množství jiker v inkubačních MacDonaldových lahvích. Ve všech variantách bude vyhodnocena oplozenost, přežití ve stadiu očních bodů a líhivost jiker, případný výskyt deformit u vykulených embryí, délka inkubační doby a přežití od vykulení embryí do jejich přechodu do larvální periody života. V průběhu inkubace bude evidován počet odstraněných neoplozených a odumřelých jiker, v průběhu kuliní počty vykulených živých jedinců a jejich přežití při přechodu z embryonální do larvální periody života. Evidována bude i hmotnost a velikost jiker a embryí. Sledované parametry budou statisticky zpracovány a testována průkaznost dosažených rozdílů.

Rozsah grafických prací: 6 grafů

Rozsah průvodní zprávy: 40 stran

Seznam odborné literatury:

Andoniu, A. 2019. Vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhnivosti při přechovávání neoplozených jiker u lína obecného (*Tinca tinca*). Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

Baruš, V., Oliva, O. (ed.). 1995. Mihulovci Petromyzontes a ryby Osteichthyes (1) a (2). Fauna ČR a SR, 28/1 a 28/2. Academia, Praha: 624 a 699 s.

Borůvka, V. 2017. Vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhnivosti při přechovávání neoplozených jiker u keříčkovce červenolemého. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

Holčík, J., Hensel, K., Nieslanik J., Skácel, L. 1988. The Eurasian huchen, *Hucho hucho*. Vyd.: Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 239 s.

Ivaška, S. 1951. Hlavátka, její lov a chov. Vyd. Tatran, Bratislava. 87 s.

Let, M. 2016. Vliv teploty při krátkodobém uchovávání jiker jesetera malého, *Acipenser ruthenus*, in vitro. České Budějovice, Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

Peňáz, M., Příhoda, J. 1981. Reproduction and early development of *Hucho hucho*. Acta Sci. Nat. Brno, 15(6): 1-33.

Příhoda, J. Chov lososovitých ryb. Vyd. Style, Žilina. 2019 s.

Samarin, A. M., Ahmadi, M. R., Azuma, T., Rafiee, G. R., Mojazi Amiri, B., Naghavi, M. R. 2008. Influence of the time to egg stripping on eyeing and hatching rates in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* under cold temperatures. Aquaculture, 278: 195–198.

Samarin, A.M., Policar, T., Lahnsteiner, F. 2015. Fish oocyte ageing and its effect on egg quality. Reviews in Fisheries Science and Aquaculture. 23: 302-314..

Vedoucí bakalářské/diplomové práce: prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.

Konzultanti: Ing. Markéta Prokešová, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 7.1.2023

Termín odevzdání diplomové práce: 2.5.2024

1	Úvod .....	9
2	Literární přehled .....	10
2.1	Lososovití.....	10
2.1.1	Vnější znaky .....	10
2.2	Hlavatka obecná ( <i>Hucho hucho</i> ).....	10
2.2.1	Taxonomie .....	11
2.2.2	Popis.....	11
2.2.3	Meristické znaky .....	12
2.2.4	Geografické rozšíření.....	12
2.2.5	Migrace .....	12
2.2.6	Biologie.....	13
2.2.7	Rozmnožování ve volné přírodě .....	13
2.2.8	Umělý výtěr .....	14
2.2.8.1	Příprava generační ryb.....	14
2.2.8.2	Výtěr a oplození jiker .....	15
2.2.8.3	Inkubace a kulení.....	16
2.2.8.4	Rozkrm a odchov juvenilů.....	17
2.2.9	Další druhy rodu <i>Hucho</i> .....	17
2.2.9.1	Hlavatka sibiřská .....	18
2.2.9.2	Hlavatka čínská .....	18
2.3	Uchovávání pohlavních buněk.....	19
2.3.1	Uchovávání jiker.....	19
2.3.2	Uchovávání spermatu .....	20
2.3.3	Specifika pro lososovité.....	20
3	Materiál a metodika .....	21
3.1	Materiál .....	21

3.1.1	Prostory .....	21
3.1.2	Generační ryby a pohlavní produkty .....	21
3.1.3	Izolační termoboxy .....	23
3.1.4	Inkubační aparáty .....	23
3.1.5	Teplota vody .....	24
3.1.6	Nasycení vody kyslíkem .....	25
3.2	Metodika .....	26
3.2.1	Manipulace a výtěr generačních ryb .....	26
3.2.2	Přeprava a skladování pohlavních produktů .....	27
3.2.3	Osemenění a oplození jiker .....	27
3.2.3.1	Osemenění a oplození ihned po výtěru .....	27
3.2.3.2	Osemenění a oplození v místě experimentu .....	27
3.2.4	Nasazení jiker do inkubačních aparátů .....	28
3.2.5	Kontrola postupu inkubace .....	28
3.2.6	Stanovení přežití .....	30
3.2.7	Statistická analýza .....	30
4	Výsledky .....	31
4.1	Přeprava oplozených jiker ve vodě .....	31
4.2	Přeprava neoplozených jiker v ovariální tekutině .....	35
4.3	Vzájemná porovnání variant .....	39
5	Diskuze .....	44
5.1	Porovnání variant .....	44
5.2	Porovnání různé délky přepravy .....	44
5.3	Oplozené jikry .....	45
5.4	Neoplozené jikry .....	45
5.5	Limitace pokusu .....	47

6	Závěr.....	48
7	Přehled použité literatury .....	49
8	Seznam grafů, tabulek a obrázků .....	53
9	Přílohy .....	55
10	Abstrakt .....	61
11	Abstract.....	63



# 1 Úvod

Hlavatka obecná (*Hucho hucho*) patří mezi jedny z nejvzácnějších a nejceněnějších druhů lososovitých ryb v Evropě. Její reprodukční úspěch hraje klíčovou roli v zachování populace tohoto ohroženého druhu. Proces přepravy jiker hlavatky obecné představuje důležitý aspekt péče o tuto vzácnou rybu, zejména v souvislosti s jejím chovem v zajetí a reintrodukcí do přírodních prostředí.

Téměř veškerý výzkum zaměřený na vliv délky a způsobu transportu jiker na jejich líhivost u hlavatky obecné se odehrává v kontextu ochrany a obnovy populací této ryby. Porozumění tomuto procesu je klíčové pro efektivní management a zachování biodiverzity vodních ekosystémů, které hlavatka obecná obývá.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na zhodnocení vlivu délky a způsobu transportu jiker na jejich líhivost. Cílem je poskytnout ucelený přehled o aktuálním stavu poznatků v této oblasti a přispět k ověření možnosti přepravy jiker u tohoto druhu ryby. Vedlejším cílem je, v případě dosažení pozitivních výsledků, jejich následné využití při plánovaných pokusech s umělou reprodukcí a přepravou jiker blízce příbuzného asijského druhu ryby - tajmena sibiřského (*Hucho taimen*) ve spolupráci s mongolskými a kazašskými partnery. První část práce se zabývá biologií a ekologií hlavatky obecné, včetně popisu jejího životního cyklu a reprodukčního chování ve volné přírodě i v umělém prostředí. Poté jsou prezentovány výsledky vlastního výzkumu, který zkoumá vliv délky a způsob transportu jiker na jejich líhivost. V závěru práce jsou diskutovány zjištěné výsledky a jejich význam v kontextu ochrany a managementu populací hlavatky obecné. Jsou navrženy možné další směry výzkumu a doporučení pro praxi, která by mohla vést k efektivnější ochraně tohoto ohroženého druhu.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Lososovití

Lososovití zahrnují 11 rodů obsahujících 65 až 70 druhů. Tyto druhy přirozeně obývají severní polokouli, ale některé z nich byly zavlčeny na jižní polokouli, kde často slouží jako hlavní zdroj pro sportovní rybolov a akvakulturní projekty (Nelson, 1994; Lever, 1996). Všechny druhy lososovitých ryb se rozmnožují ve sladké vodě. Některé druhy tráví celý svůj životní cyklus ve sladkých vodách, zatímco jiné jsou anadromní, migrující mezi sladkou a slanou vodou (McDowell, 1998).

Pokud jde o potravu, čeleď *Salmonidae* je přirozeně klasifikována jako euryfágní masožravci, což znamená, že se jená o nenáročné dravce živící se vodním hmyzem, malými korýši a menšími rybami (Elliott, 1982).

Nejvýznamnějšími druhy pro rybolov a chov v akvakultuře jsou představitelé rodů *Salmo* (atlantský losos a pstruzi) a *Oncorhynchus* (tichooceánští lososi a pstruzi) (Pennell a Barton, 1996). Produkce lososovitých ryb v akvakultuře rapidně narostla v pozdějších letech 20. století, přičemž dosáhla 1,5 milionu tun na přelomu století a dále se rozšiřovala v prvních letech 21. století. Asi polovina této produkce připadá na atlantského lososa, zatímco značná část zbytku je tvořena pstruhem duhovým (FAO, 2007).

#### 2.1.1 Vnější znaky

Lososovité ryby mají tukovou ploutev umístěnou mezi hřbetní a ocasní ploutví, jedná se o znak, který má jen málo jiných skupin ryb (Cailliet a kol., 1986).

Vřetenovitý tvar těla je jedním z charakteristických znaků pro lososovité ryby. V závislosti na druhu a prostředí, kde daná populace žije, dochází k jeho variabilitě. Lososovití mají malé cykloidní šupiny, které jim pokrývají celé tělo a jsou jedním z rozlišovacích znaků pro jednotlivé druhy. Kromě zbarvení šupin se liší i jejich počty v postranní čáře. Losos atlantský (*Salmo salar*) jich má 109 až 121, zatímco hlavatka obecná (*Hucho hucho*), která je větší než losos, jich má 180 až 220 (Pennell a Barton, 1996).

### 2.2 Hlavatka obecná (*Hucho hucho*)

Ryba, přezdívána jako dunajský losos, či dříve byla známá i jako hlavatka podunajská. Jedná se o jeden z největších druhů lososovitých ryb světa. Stále klesající počty divoké populace vedly nejprve k zařazení hlavatky obecné mezi ohrožené druhy

a později i k jejímu zapsání do červené listiny IUCN o ochraně ohrožených druhů. Povodí řeky Dunaj je jedinou přirozenou oblastí, kde se tento druh vyskytuje (Nelson, 2007).

Obvyklá hmotnost dospělých jedinců bývá mezi 3 až 8 kg, v extrémních případech se může váha pohybovat kolem 50 až 65 kg a délka může dosahovat i přes 1,5 m. Takových rozměrů může dosáhnout díky své značné dlouhověkosti, kdy se může dožít i více jak 20 let. Pro své přežití potřebuje čistou, chladnou a kyslíkatou vodu. Upřednostňuje rozlehlé řeky s větším počtem hlubších částí a tůní, které jí poskytují dostatek úkrytů. Vykazuje typické stanovištní chování (Kouřil a kol., 2008). Příhoda (2023) uvádí na Slovensku rekordní hmotnost hlavatky 49 kg (nalezená při otravě v řece Hron v r. 1949) a další rekordní váhy ulovených hlavatek 32 kg (Váh, r. 1930) 28 kg (Turiec, r. 1916), 27 kg (Orava, r. 1995).

### 2.2.1 Taxonomie

Říše – živočichové (*Animalia*)

Kmen – strunatci (*Chordata*)

Třída – paprskoploutví (*Actinopterygii*)

Řád – lososotvární (*Salmoniformes*)

Čeleď – lososovití (*Salmonidae*)

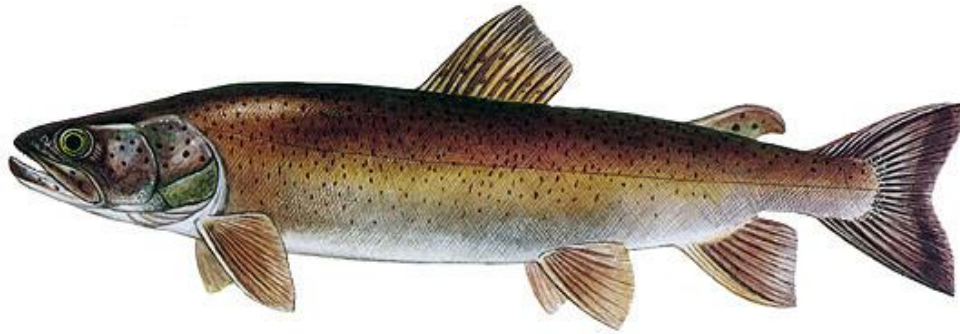
Rod – hlavatka (*Hucho*)

(Freyhof a Kottelat, 2008)

### 2.2.2 Popis

Tělo hlavatky obecné (*Hucho hucho*) má štíhlý válcovitý tvar s mírným zploštěním v ocasní partii. Má protáhlou hlavu se zploštěním svrchní části, tlama je značně výrazná. Uvnitř tlamy se nachází husté ozubení a tmavé skvrny. Šupiny jsou jako u ostatních druhů rodu lososovitých drobné cykloidní, zasazené hluboko do kůže. Nejvýraznějším znakem hlavatky je zvětšená tuková ploutev vyznačující se zlatohnědou barvou. Základna tukové ploutve je protažená a dosahuje větší délky než polovina základny ploutve řitní. Barva se u tohoto druhu může v průběhu života měnit. Dospělci mají obvykle hnědý hřbet s nádechem zelené, boky bývají světlejší a jsou doplněny tmavými skvrnami nepravidelných tvarů s různými barvami. Mohou být černé nebo hnědé, oválného či nepravidelného tvaru. Některé skvrny mohou tvarem připomínat i písmeno X. Ploutve

mají popelavě žlutou barvu s červenohnědým ohraničením (Dubský a kol., 2003). Podle Příhody (2023) je pohlavní dimorfismus v průběhu roku málo výrazný. Ve výtěrovém období se mličáci vyznačují tmavší šedou barvou břicha a viditelnými šrámy od zubů soků. Naopak jikernačky mají břicho špinavě bílé. Mimo toho mají jikernačky zřetelně objemnější břicho, vzhledem k obsahu jiker připravených k výtěru.



Obr. 1 Hlavatka obecná *Hucho hucho* (Autor: ČRS)

### 2.2.3 Meristické znaky

Hlavatka obecná má 180-220 šupin v postranní čáře. Nad postranní čarou se nachází 28-38 řad šupin. Pod postranní čarou jsou počty řad šupin nižší (25-35). Co se týče vnitřních meristických znaků, tak hlavatka obecná se vyznačuje 10-14 žaberními tyčinkami a přibližně 200 pylorickými přívěsky (Holčík a kol., 1988).

### 2.2.4 Geografické rozšíření

Hlavatka je původním druhem povodí Dunaje. Občasný výskyt je zaznamenán i v některých přítocích této řeky v České republice, stejně jako na místech, kde byla uměle vysazena, například ve Vltavě (Kouřil a kol., 2008).

### 2.2.5 Migrace

Během období tření *Hucho hucho* opouští svá běžná teritoria a migrují do menších a mělčích přítoků, kde je hloubka vody obvykle mezi 0,3 a 1,2 metru. Při této migraci dokáží překonat relativně vysoké překážky, které mohou dosahovat až do výše 150 cm.

Postavení přehrad nebo vyšších jezů v řekách v druhé polovině minulého století přerušilo migrační cesty těchto ryb z úseků pod příčnými překážkami a způsobilo zastavení jejich migračních výtěrových tahů. Existuje jen málo informací o délce těchto migračních cest. Podle některých pozorování se zdá, že tyto migrace nepřekračují 10-25 km. Jiná pozorování naznačují, že mohou být mnohem delší (Holčík a kol., 1988).

## 2.2.6 Biologie

V mládí se hlavatka živí drobnými organismy na dně a hmyzem, který spadne na hladinu. Starší jedinci se pak převážně živí rybami, přičemž preferují ostroretky. Jejich potravní chování je velmi dravé (Kouřil a kol., 2008). Příhoda (2023) uvádí, že plůdek hlavatky se v přirozených podmínkách živí zooplanktonem a bentosem, ale již od velikosti 5 cm přechází na dravý způsob života a jako potravu přijímá ryby. Nepohrdne ani žábami, případně myšmi. Kořist starších jedinců dosahuje různorodé velikosti, obvyklou velikostí je 15 až 30 % délky hlavatky. V některých případech jsou hlavatky schopny pozřít i kořist, která dosahuje až poloviny délky jejich vlastního těla (Šubjak, 2013).

U hlavatky se vyskytuje pro tento druh ryby specifický parazit, sepnutka hlavatková (*Basanistes huchonis*), parazitující na vnitřní stěně skřelí, žábrách a kůži v okolí žaberní dutiny. Onemocnění je ale řídké. V případě oslabení rybího organismu jiným onemocněním (furunkulózou) byly pozorovány nálezy až stovek kusů parazitů na rybě. U chovaných generačních ryb se v případě výskytu paraziti mechanicky odstraňují (Příhoda, 2023).

V přirozeném prostředí roste tento druh v prvních letech života poměrně rychle. Po prvním roce může dosahovat délky 25 cm s hmotností kolem 150 g. V druhém roce může dosáhnout délky až 40 cm a hmotnosti 500 g (Holčík a kol., 1988).

Mlčící pohlavně dospívají v nižším věku než jikernačky, a to ve čtvrtém roce života. Jikernačky dospívají o rok až dva později, tedy v pátém až šestém roce. Pohlavní dimorfismus není příliš výrazný, kromě období tření se na první pohled nedá jednoznačně pohlaví určit. V období tření mají mlčící na bocích a hřbetě hrubší a drsnější kůži a mají tmavší zbarvení (Kouřil a kol., 2008, Příhoda, 2023).

## 2.2.7 Rozmnožování ve volné přírodě

Místa, kde probíhá tření, se obvykle nacházejí na pomezí říčních niv a údolních potoků (také označovaných jako pásma lipanová a pstruhová). Tření může také probíhat

přímo ve větších řekách (Holčík a kol., 1988). Výběr místa pro tření je zřejmě ovlivněn jak vhodností třecího substrátu, jako je šterk, písek nebo skalnaté dno, tak hydrobiologickými podmínkami. Třecí lokality se často nacházejí na rozhraní vodních toků, zejména na dolním konci delšího jezera, v proudech mezi ostrůvky, v ústí přítoků a za pilíři mostů (Bukirev, 1976). Trdliště je připravováno jikernačkou ve vhodném substrátu a má eliptickou prohlubeň s delší osou podél proudu. Může mít délku 120-200 cm, šířku kolem 60 cm a hloubku 10-40 cm. Velikost jámy závisí ve velké míře na délce ryby, větší ryby mohou mít ještě větší trdliště. (Holčík a kol., 1988) Hlavatka patří mezi lososovité ryby vytírající se na jaře. Jejich příchod na trdliště je často spojen s odchodem ledu či s táním sněhu. V oblasti střední Evropy je obvyklé, že období tření připadá na měsíc duben a květen. Tření tajmena, formy žijící ve velké severní oblasti, je posunuto na pozdní jaro a letní měsíce (Kirillov, 1972).

Hlavatka obecná produkuje obvykle 3 až 12 tisíc oranžových až žlutooranžových jiker. Jikry o průměru 5 až 6 mm jsou téměř nelepivé. Po vykulení zůstává plůdek hlavatky skrytý v podkladu z jemného šterku a písku. Zvýšená aktivita plůdku je patrná při přechodu na exogenní výživu, což nastává přibližně po strávení dvou třetin obsahu žloutkového váčku. (Kouřil a kol., 2008).

## **2.2.8 Umělý výtěr**

Výtěr je prováděný v umělých podmínkách, většinou ve specializovaném líhňarském zařízení. Výhodou je vysoká efektivita a dobrá kontrola na produkovanými jedinci.

### **2.2.8.1 Příprava generační ryb**

Generační ryby mohou být získány buď odlovem ve volných vodách, nebo mohou pocházet z chovu. Ryby z volných vod se odchytávají velmi krátkou dobu před výtěrem. Po roztřídění do manipulačních nádrží podle pohlaví už není potřeba další speciální příprava. Rybám ze stálého chovu je postupně snižována krmná dávka a jsou také roztříděny do manipulačních nádrží podle pohlaví. V manipulačních nádržích dochází k postupné úpravě teploty a sleduje se připravenost generačních ryb. Během této kontroly se zaměřuje na břišní části ryby a je prováděno prohmatávání, aby se zjistilo, zda ryba pouští pohlavní produkty. Je klíčové provádět tuto kontrolu co nejopatrněji, aby nedošlo k nepříznivému stresu u ryb. Pro výtěr hlavatky obecné se považuje optimální teplota v rozmezí 6-12 °C. (Kouřil a kol., 2008). V současnosti se na rybích líhních na Slovensku,

v Polsku, Německu aj. téměř výlučně praktikuje umělé rozmnožování generačních ryb dlouhodobě chovaných na farmách, s doplňováním generačních ryb (především mlíčáků) z odlovů v řekách (Kouřil, ústní sdělení, 2024).

Pokud je zralost správně určena, většina ryb pouští pohlavní produkty při prvním výtěru. Podíl ryb, které nedosáhnou pohlavní zralosti, je někdy pouze 5 %. V extrémních letech s nevyváženým počasím, které vede k výrazné variaci teploty vody, může tento podíl narůst až na 50 %. Tyto nedostatky lze řešit injekcemi rybí hypofýzy. První experimenty provedené v Rakousku ukázaly slibné výsledky: všechny samice dosáhly zralosti po šesti dnech od injikování (Jungwirth, 1979).

Experimenty s kapří hypofýzou, kde se aplikovalo 5 mg na kg živé hmotnosti v 0,65% roztoku chloridu sodného (rozdělené do dvou dávek pro samice), byly úspěšné. Samčí pohlavní produkty byly získány po 84 hodinách a samičí po 132 hodinách. Autor ale nspecifikuje kvalitu takto získaných pohlavních produktů. V praxi se tato metoda kvůli obtížím spojeným s přesným dávkováním nepoužívá (Holčík a kol., 1988).

### **2.2.8.2 Výtěr a oplození jiker**

Hlavatky připravené k výtěru, jsou odloveny a anestetizovány. Nejběžnějším používaným anestetikem je Eugenol. Se zvětšující se hmotností ryby (hlavatky) se zrychluje nástup anestezie a trvá déle, než odezní. Stejně je to i při zvětšování koncentrace roztoku anestetika, vyšší koncentrace znamená rychlejší nástup anestezie a její pomalejší odeznění. Při zvyšování teploty dochází rychleji k nástupu anestezie, ale také k jejímu rychlejšímu odeznění (Kareš, 2022). Poté jsou vloženy do mokré tkaniny pro komfort ryby a pro lepší kontrolu nad ní. K výtěru hlavatky je potřeba minimálně 4 lidí. Jeden drží hlavatku za hlavovou část pomocí tkaniny, druhý ji drží za ocasní ploutev, třetí provádí samotný výtěr a čtvrtý provádí osoušení břišních partií a drží nádobu na pohlavní produkty. Výtěr se provádí masáží břišních partií, při které jsou pohlavní produkty vytlačovány skrz urogenitální papilu (Holčík a kol., 1988). Obvykle se do jedné nádoby vytírá několik jikernaček podobné velikosti. Stejný postup se používá i pro vytření mlíčáků. Vytřené jikry se poté oplodní pomocí mlíčí pocházející od několika mlíčáků. Mlíčí je aplikováno přímým vytlačem nebo nalitím z odběrné nádoby. Pro oplodnění jiker se nejčastěji využívá takzvaná „německá metoda“. Jikry se po vytření spolu s ovariální tekutinou v misce smíchají s mlíčem, přidá se voda a následně se vše promíchá. Poté se nechají jikry s mlíčem po dobu 2-3 minut v klidu. Toto je dostatečná doba, aby

spermie oplodnily jikry. Hlavatka nemá lepkavé jikry, a proto není nutné provádět odlepkování. Po oplození jikry opakovaně propláchneme čistou vodou a přesouváme na inkubační aparáty (Kouřil a kol., 2008).

### 2.2.8.3 Inkubace a kulení

Technologie používaná při líhnutí jiker hlavatky je v základě identická s metodou používanou při odchovu jiných druhů lososovitých ryb. Oplodněná vajíčka jsou umístěna do Rückel-Vackových aparátů. Vzhledem k tomu, že vajíčka od různě velkých samic mají odlišný průměr, je nejlepší je nekombinovat dohromady. Mladé samice produkují menší vajíčka s průměrem 4-4,5 mm, zatímco starší a větší samice mají vajíčka o průměru 5-5,5 mm. Tato čísla se týkají nabobtnalých vajíček přibližně dvě hodiny po jejich oplodnění. Jeden Rückel-Vackův aparát standardních rozměrů, s dnem o rozměrech 47 x 48 cm a hloubkou 15 cm, pojme 10-15 tisíc jiker. S průměrnou plodností 2-12 tisíc jiker od jedné samice, lze tedy hrubě líhnout vajíčka od jedné samice v jednom inkubačním aparátu Rückel-Vackova typu (Holčík a kol., 1988).

Přítok vody do přístroje by měl být přibližně 3 až 6 litrů za minutu. Každý přístroj by měl disponovat vlastním zdrojem čerstvé vody, avšak je možné, že jeden zdroj čerstvé vody může zásobovat až čtyři Rückel-Vackovy aparáty. Během líhnutí embryí je nutné dočasně snížit přívod vody, aby proud vody neunášel jikerné obaly nebo nepřítlačoval vykulené hlavatky proti odtokovému sítu. Inkubační doba je přibližně 230 až 270 denních stupňů do očních bodů a 290 až 300 denních stupňů do vykulení. Při vývoji hlavatky, Peňáz a Příhoda (1981) identifikují 11 embryonálních a dvě larvální fáze. Po dokončení 2. larvální fáze se mláďata přesouvají do juvenilního stádia života. V porovnání s vývojovými fázemi jiných rodů podčeledi Salmoninae vykazují embrya *Hucho hucho* několik významných rozdílů. Počet somitů je výrazně vyšší a pigmentace začíná mnohem později než u jiných druhů lososovitých ryb. Vertikální pruhy typické pro ostatní mladé jedince podčeledi Salmoninae se u hlavatky nevyskytují hned od počátku larvální periody, ale objevují se až při přechodu do juvenilního stádia (Peňáz a Příhoda, 1981). Během inkubace je zapotřebí jikry pravidelně kontrolovat a odstraňovat neoplozené jikry a jiné nečistoty. Při dodržení všech těchto parametrů by mortalita neměla přesáhnout 5-8 % (Holčík a kol., 1988).



#### 2.2.8.4 Rozkrm a odchov juvenilů

Po skončení fáze kulení je potřeba důkladně vyčistit celý inkubační aparát. Vykulení jedinci jsou ze začátku jen velmi málo pohybliví, ale s postupným vstřebáváním žloutkového vřku se pohyblivost zvyšuje. Když vykulení jedinci absorbují přibližně 2/3 žloutkového vřku, začnou přecházet na exogenní výživu, od této fáze je nezbytné začít s příkrmováním. Kvalita a vhodnost exogenní potravy ovlivňuje míru ztrát, které jsou obvykle nejvyšší v tomto období. Preferovanou živou potravou je zooplankton. Problémem se jeví dostupnost živého rybničního zooplanktonu a také riziko přenosu především protozoálních onemocnění kůže a žaber. Proto se v současnosti praktikuje spíše využití nauplií žábřonožek, případně mražený zooplankton a zejména včasný přechod na kvalitní startérová krmiva vhodné velikosti (Kouřil, osobní sdělení, 2024).

Neustále je potřebná důkladná péče o celý aparát. Ta zahrnuje odstraňování mrtvých jedinců, výkalů a nezkonzumovaných zbytků předkládané potravy. Jakmile dosahují jedinci velikosti 16-20 mm, je možné přejít na další část odchovu. Tato fáze může probíhat hned několika způsoby. Jednou z možností je intenzivní odchov pokračující v inkubačním aparátu nebo ve žlabech či jiných specializovaných nádobách. Další možností je méně intenzivní odchov ve venkovním prostředí, ten může probíhat v menších rybnících. Poslední možností je vysadit takto rozkrmené juvenilů přímo do přírodních volných vod (Holčik a kol., 1988). Podle informací Kouřila (osobní sdělení, 2024) se v současné době na Slovensku násadový materiál hlavatky odchovává do věku zpravidla dvou až tří let (výjimečně jen jednoho roku), až poté se vysazuje do volných vod.

#### 2.2.9 Další druhy rodu *Hucho*

Rod *Hucho* zahrnuje čtyři druhy sladkovodních ryb a k nim jeden příbuzný diadromní druh. Tento diadromní druh je hlavatka japonská (*Parahucho perryi*), ta byla dříve klasifikována do rodu *Hucho*, ale díky novým informacím a poznatkům, byla přerazena do vlastního rodu *Parahucho* (Matveev a kol., 2007). Oproti ostatním lososovitým rybám mají zástupci rodu *Hucho* zvětšenou tukovou ploutev. (Ivaška, 1951).

V Evropě je tento rod rozšířen v povodích řek Volhy a Pečory, ale nenachází se ve všech tocích těchto systémů. V povodí řek Volhy a Pečory obývá hlavatka řeky, zejména ty, nacházející se v oblastech západních svahů pohoří Ural a Severních Uvalů. V Asii se vyskytuje ve vodách situovaných od východních svahů pohoří Ural na západě, přes řeky, jezera na Středosibiřské plošině a hory Verkhoyanského hřbetu na severu, po pohoří Altaj,

Saian, Changaj, Chentej a Xingan na jihu až po řeky pramenící v pohoří Džugdžur a v oblastech Stanového hřbetu na východě. Řeky obývané druhem *Hucho hucho* se nacházejí v systémech Atlantského oceánu (včetně Černého moře), Kaspického moře, Arktického oceánu a Tichého oceánu (včetně Ochotského moře) (Holčík a kol., 1988).

### 2.2.9.1 Hlavatka sibiřská

Hlavatka sibiřská (*Hucho taimen*), také známá jako sibiřský tajmen, je největší zástupce lososovitých ryb (Sigunov, 1972). Nachází se převážně v tekoucích vodách. Díky své velikosti se jedná o žádanou rybu z hlediska sportovního rybolovu. Stejně jako hlavatka obecná (*Hucho hucho*), je tento druh zařazen na červenou listinu IUCN o ochraně ohrožených druhů. Je velmi obtížné rozlišit od sebe hlavatku sibiřskou a hlavatku obecnou. Morfometricky i meristicky jsou si oba druhy velmi podobné (Holčík a kol., 1988).

Mladší jedinci mají na hřbetní části těla a svrchní části hlavy šedozelenou až tmavo hnědou barvu. Na bocích se vyskytuje 7 až 10 tmavých pruhů, které se postupně s přibývajícím věkem vytrácí a úplně zmizí třetím a čtvrtým rokem života (Misharin a Shutilo, 1971). Boční části jsou celkově světlejší než hřbetní část, ale mají stejné barevné zastoupení. Tmavé skvrny oválného nebo kulatého tvaru lze nalézt v hlavové části a v horní části těla. Tuková ploutev je obvykle těchto skvrn prostá. Ostatní ploutve mají popelavě žlutou barvu s načervenalými konci stejně jako má hlavatka obecná (Holčík a kol., 1988).

### 2.2.9.2 Hlavatka čínská

Sichuánský tajmen (*Hucho. bleekeri Kimura*) je endemický druh v povodí řeky Jang- c'-ťiang v Číně. Jako zbytkový ledovcový druh se vyskytuje nejjižněji ze všech lososovitých. Rozprostírá se v horních tocích řek Min-ťiang a Čching-jang, v horní a střední části řeky Tatu a v obou řekách Siu-šuej a Tchaj-pa-che na horním toku řeky Chan-ťiang na jižním úpatí pohoří Čchin-ling (Ding, 1994, Yue a Chen, 1998). Od šedesátých let minulého století se výrazně zmenšila plocha, kterou populace hlavatky čínské obývá, stejně jako se zmenšila i populace samotná (Ding a Qing, 1994). Hlavatka čínská byla proto zařazena do druhé třídy ochrany divokých zvířat na Čínské státní úrovni (Yue a Chen, 1998). Jedná se o nejmenšího zástupce rodu *Hucho*. V počátcích 20. století

nebylo jasné, do kterého rodu tento druh zařadit, ale později byla jeho pozice v rodu *Hucho* potvrzena na základě dostatečných důkazů (Holčík a kol., 1988). Tělo má tmavě šedé na zádech, stříbřitě bílé na břiše a po těle a skřelích rozesté malé křížové skvrny (Kimura, 1934). Pohlavní dospělost obvykle nastává po 3 letech, tření probíhá od března do května při teplotách 4-10 °C (Tang a kol., 2006).

## 2.3 Uchovávání pohlavních buněk

Uchování pohlavních produktů pro budoucí použití je běžná praxe používaná v rybích líhních, kde se s ovulací manipuluje umělými stimulanty. Tato praxe snižuje rizika spojená s inbreedingem, zajistí synchronní dozrávání rodičů, umožní přepravu gamet, podporuje možnosti selektivního chovu a může být užitečná při výzkumu manipulací s chromozomálními sadami. Znalost uchovávání jiker u různých druhů ryb může být využitelná pro zachování jiker v případě úhynu zralých jikernaček v důsledku technických problémů nebo chyb personálu (Bromage a Roberts, 1995). Postupná degradace gamet spojená s přibývajícím časem od výtěru je hlavní limitní faktor pro dlouhodobou přepravu a tím i celkového zvýšení produkce (Rizzo a kol., 2003). Z těchto důvodů byly vynalezeny postupy pro krátkodobé uchovávání gamet.

### 2.3.1 Uchovávání jiker

Jikry skladované v ovariální tekutině, při správné teplotě pro daný druh, si mohou udržet kvalitu po delší dobu díky speciálnímu prostředí vytvářeném ovariální tekutinou. Tato tekutina chrání jikry před vyschnutím a oxidováním (Sohrabnezhad a kol., 2006). Lososovité ryby a další studenomilné druhy si ponechávají oplození schopnost i 48 hodin po umělém výtěru při skladování v ovariální tekutině při optimální teplotě (Springate a kol., 1984). Při pokusu se skladováním jiker síha peledě (*Coregonus peled*) po různé časové intervaly se tato předchozí informace potvrdila. Skladováním po dobu až 48 hodin při optimální teplotě se výrazně nesnížila líhivost. Pro teplotu 2,5 °C bylo po 48 hodinovém skladování dosaženo líhivosti 41,4 % (Rytíř, 2021). Jikry teplomilných druhů, jako je například sumeček africký (*Clarias gariepinus*), jsou na krátkodobé skladování výrazně náchylnější a dochází k výraznému poklesu následné líhivosti již při skladování po dobu 1,5 hodiny (Borůvka, 2017).

Jikry studenomilných ryb se dají také převážet ve vodě v oplozeném stavu. Během prvních dní po oplodnění jsou jikry odolné vůči manipulaci, otřesům a dalším vlivům. Díky tomuto se dají převážet i na větší vzdálenosti. Tento způsob uchovávání musí

probíhat ve vodě s teplotou ideální pro inkubaci daného druhu. Vývoj jiker totiž probíhá již při tomto přechovávání (Holčík a kol., 1988). Oplozené jikry se běžně přepravují v očních bodech. Takto přepravované jikry je možné transportovat po dobu až 72 hodin s naprosto minimální mortalitou a líhivostí přibližně 98 % (Singh a Timalsina, 2021)

### **2.3.2 Uchovávání spermatu**

Základní princip spočívá v uchovávání tenké vrstvy spermatu, v nepřítomnosti světla, při teplotách mezi 0 až 4 °C a pod kyslíkovou atmosférou (Shaliutina a kol., 2013). Doporučuje se přidání plynného kyslíku a přísadek speciálních antibiotik pro prodloužení životaschopnosti spermatu, a tím zvýšení šance na oplození (Bobe a Labbé, 2009).

### **2.3.3 Specifika pro lososovitě**

V porovnání s čeledí kaprovitých a jeseterovitých ryb, jsou jikry studenomilných druhů čeledi lososovitých, použitelné po výrazně delší dobu (Niksirat a kol., 2007). Všechny druhy lososovitých ryb mají poměrně malý počet jiker na jednu jikernačku, ale jikry jsou oproti jiným čeledím velké. Bylo zjištěno, že krátkodobé uchovávání těchto jiker je úspěšnější díky jejich aktivaci pouze po styku s vodou (Samarin a kol., 2008). Jikry lososovitých si při nízkých teplotách zachovávají schopnost oplození po dobu několika dnů. Pro příklad jikry druhu *Salmo caspius* je možno použít i dva dny po umělém výtěru (Niksirat a kol., 2007). Rovněž Příhoda (2023) udává, že oplozené jikry lososovitých ryb lze úspěšně převážet po dobu až 48 hodin od oplození.

## 3 Materiál a metodika

### 3.1 Materiál

#### 3.1.1 Prostory

Experiment probíhal od 25. 4. 2023 do 23. 5. 2023 v recirkulačním systému specializovaném na chov studenomilných ryb s chlazením vody v areálu experimentálního pracoviště a pokusnictví Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického (VÚHR). Pro účely pokusu byl vyhrazen jeden žlab, do kterého byl vložen speciálně sestavený inkubační aparát.



Obr. 2 Chlazený recirkulační systém experimentálního pracoviště (VÚHR) (foto: Beránek)

#### 3.1.2 Generační ryby a pohlavní produkty

Pro účely experimentu bylo zapotřebí získat dostatečné množství jiker a mlíčí. Jikry a mlíčí byli získány při výtěru hlavatek v obci Jablunkov. Výtěr se konal 25. 4. 2023 v odpoledních hodinách. Pan Ing. Otmar Wiszczor, jenž hlavatky chová, poskytl jikry od

8 jikernaček a mlíčí od 3 mlíčáků. Generační hejno je chováno v betonové nádrži 20 m dlouhé, 8 m široké s hloubkou od 0,8-1,8 m a čítá 20 jikernaček a 5 mlíčáků. V nádrži (Obr. 3) jsou chovány hlavatky obou pohlaví, dále je v nádrži chováno několik druhů jeseterů v různých velikostech. Jedná se o průtočnou nádrž se zdrojem vody z přilehlého potoka. Hlavatky jsou zde krmeny potravní rybou z nedalekého rybníka.



Obr. 3 Částečně vypuštěná nádrž pro chov generačních hlavatek v Jablunkově, včetně dočasně instalovaného bazénu s částí odlovených ryb (foto: Beránek)



Obr. 4 Umělý výtěr jikernačky hlavatky v Jablunkově (foto: Beránek)

### 3.1.3 Izolační termoboxy

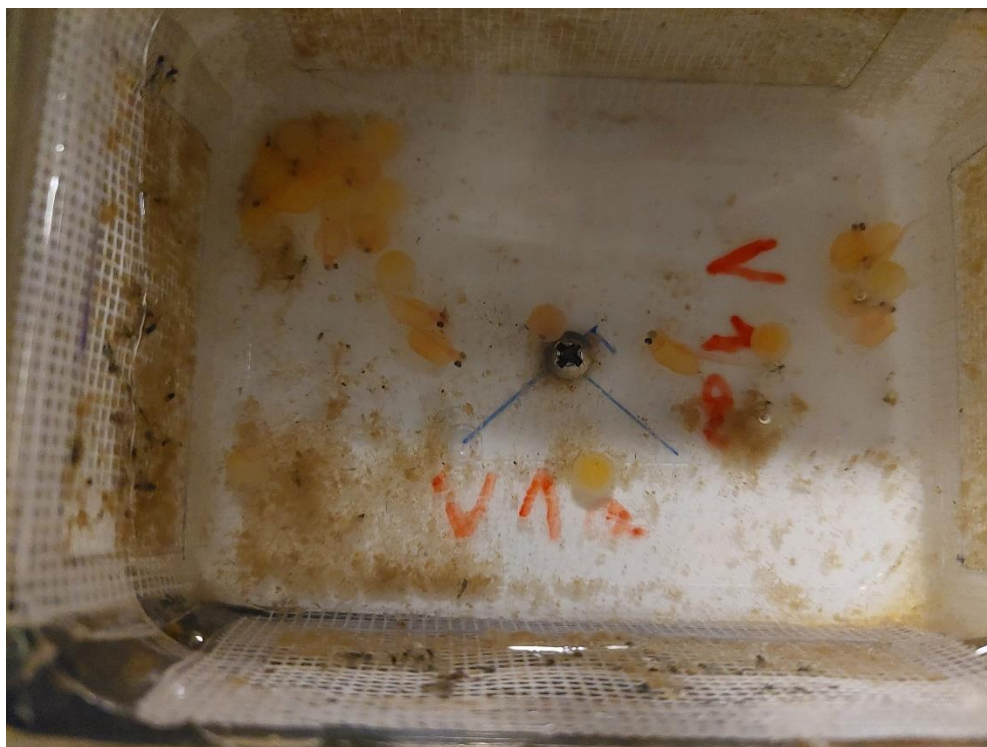
Pro dosažení a zachování ideální teploty při převozu a uchovávání jiker a mlíčí, bylo zapotřebí využít izolační termobox. Byly použity 2 klasické polystyrenové termoboxy. Jeden na přepravu dvou oddělených nádob s jikrami a druhý na převoz mlíčí. Jikry byly přepravovány za stálé teploty 10 °C a mlíčí při teplotě 0 °C. Snížení teploty uvnitř boxů bylo dosaženo aplikací nachlazených gelových vložek v kombinaci s ledem.

### 3.1.4 Inkubační aparáty

Inkubace oplozených jiker probíhala ve speciálně vyrobených aparátech. Inkubátory byly vyrobeny z plastových misek, které měly místo pevných boků jemnou síťovinu pro zachování průtoku vody. V systému bylo celkem 30 jednotlivých misek pro inkubaci. Takto upravené misky byly přišroubovány na neplovoucí podložky a následně vloženy do klasického odkulovacího žlabu. Tento systém bral vodu přímo z retenční nádrže velkého recirkulačního systému, voda před vstupem do inkubačního aparátu ještě procházela přes UV filtr pro zachování co možná největší zoohygieny. Každá miska měla vlastní přítok vody z horní části s regulátorem průtoku, další přítok vody byl na začátku odkalovacího žlabu, aby nedocházelo ke stagnaci vody v celém systému.



Obr. 5 Inkubační aparáty spojené do celého systému (foto: Beránek)



Obr. 6 Jednotlivý inkubační aparát (foto: Beránek)

### 3.1.5 Teplota vody

V průběhu experimentu byla v systému dvakrát denně měřena teplota vody techniky obsluhujícími recirkulační systém. Měření probíhalo vždy v 7:00 a v 15:00 v nádrži číslo 1 recirkulačního systému. Z naměřených hodnot byl vytvořen následující graf 1 vizualizující teplotu vody při inkubaci. Průměrná teplota v systému za celou dobu experimentu byla 12,8 °C, kdy s touto hodnotou je dále pracováno pro výpočet denních stupňů během inkubace.

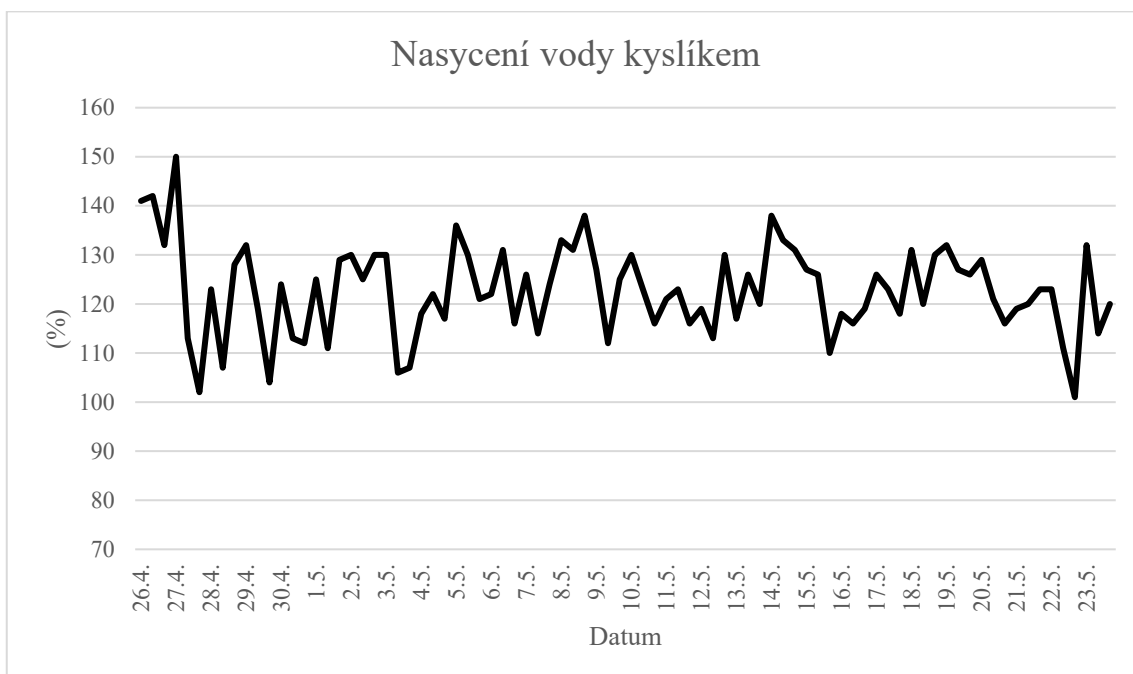




Graf 1 Teplota vody v průběhu experimentu

### 3.1.6 Nasycení vody kyslíkem

Z grafu 2 je viditelné, že nedošlo k žádným velkým výkyvům v nasycenosti vody kyslíkem. Nasycení nikdy nebylo nižší než 100 %, a tím můžeme vyloučit negativní dopad na získané výsledky. Měření bylo prováděno třikrát denně (v 7, 15 a 18 hodin) multifunkčním oxymetrem.



Graf 2 Nasycení vody kyslíkem

## 3.2 Metodika

### 3.2.1 Manipulace a výtěr generačních ryb

Generační hlavatky byly odloveny a přesunuty do menší manipulační nádrže. Nejdříve se vytíraly jikernačky, ryba byla odlovena a vložena do mokrého látkového vaku. Jeden člověk držel hlavatku pomocí látkového vaku a druhý za ocasní ploutev. Pan Ing. Otmar Wiszczor prováděl samotný výtěr masáží břišních partií a čtvrtá osoba mu asistovala osoušením břicha, urogenitální papily a přidržovala odběrovou nádobu na jikry. Každá jikernačka byla vytřena do samostatné nádoby a jikry byly chráněny před sluncem. Z 20 vytíraných jikernaček se pouze jedna nevytřela. Mlíčáci se vytírali po jikernačkách stejným způsobem, během jejich výtěru se obzvlášť dbalo na kvalitní osušení břišních partií a řitní ploutve. Generační ryby nebyly z rozhodnutí chovatele a majitele váženy, jejich individuální hmotnost byla odhadnuta na 7-9 kg.

Pro účely experimentu byly odebrány jikry od 8 jikernaček, tyto jikry byly smíchány dohromady a dále se s nimi pracovalo jako s celkem. Mlíčí bylo odebráno od 5 mlíčáků.



Obr. 7 Manipulační nádrž s hlavatkami (foto: Beránek)

## **3.2.2 Přeprava a skladování pohlavních produktů**

Jikry byly převáženy v uzavřených plastových nádobách spolu s ovariální tekutinou. Nádoby měly objem 4 litry. Při přepravě oplozených jiker byl objem vody a jiker 3 litry, nad hladinou byla vzduchová mezera. U přepravy neoplozených jiker vyplňoval vzduch zbytek nádoby nad hladinou ovariální tekutiny. Tyto uzavíratelné nádoby byly dále vloženy do polystyrenových termoboxů pro zachování ideální teploty 10 °C. V polystyrenovém boxu byla pravidelně kontrolována teplota za pomoci teploměru a případně se teplota upravovala přidáním ledu. Mlíčí bylo převáženo v injekčních stříkačkách v samostatném polystyrenovém boxu, teplota v boxu pro prevoz mlíčí byla 0 °C.

Boxy byly přepravovány autem z Jablunkova do Vodňan, kde proběhla po postupném nasazení jiker jejich inkubace.

## **3.2.3 Osemenění a oplození jiker**

### **3.2.3.1 Osemenění a oplození ihned po výtěru**

Jikry několika jikernaček byly umístěny do společné nádoby spolu s ovariální tekutinou. Odebrané sperma od mlíčáků bylo z injekčních stříkaček přesunuto do větší nádoby a bylo kvalitně promíseno. Následně byla k jikrám přidána takto vytvořená směs spermatu. Po promíchání byla přidána voda z pramenu, jehož zdroj se nachází v těsné blízkosti odchovné nádrže hlavatek. Po zalití vodou se tato směs nechala 3 minuty v klidu. Po uplynutí této doby byly jikry několikrát propláchnuty čistou vodou. Proplach vodou je prováděn z důvodu odstranění drobné lepivosti, kterou jikry hlavatky mají a z důvodu odstranění zbytků spermatu, aby nedocházelo k organickým rozkladným procesům. Po proplachu byly jikry uzavřeny v plastové nádobě pro další přepravu.

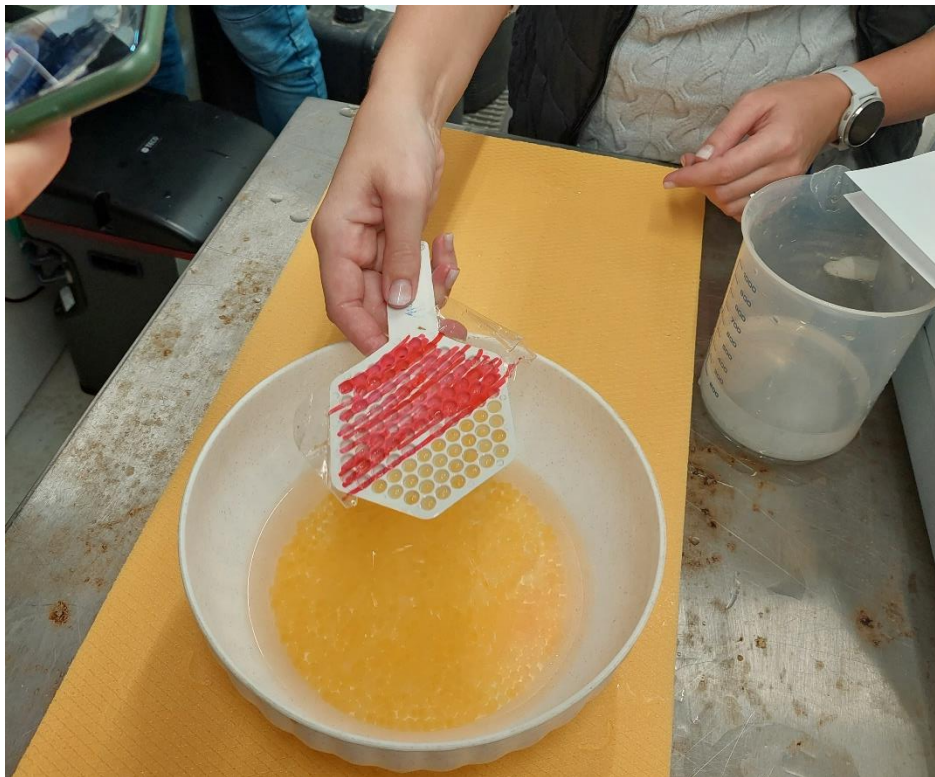
### **3.2.3.2 Osemenění a oplození v místě experimentu**

Směs jiker od několika jikernaček a mlíčí byla přivezena do Vodňan ve své ovariální tekutině. Denně byla odebrána část jiker (přibližně 130 kusů) a následně bylo provedeno jejich oplození. K jikrám v ovariální tekutině bylo přidáno 1,5 ml heterosperma a následně byla směs zalita vodou dovezenou z pramene v Jablunkově. Sperma se používalo v nadbytku, více než 1 ml na 100 jiker. Směs byla následně důkladně

promíchána a časovač byl nastaven na 3 minuty. Po uplynutí určené doby byly jikry několikrát propláchnuty z důvodu jejich drobné lepivosti a odstranění zbytků spermatu.

### 3.2.4 Nasazení jiker do inkubačních aparátů

Den po výtěru generačních hlavatek v Jablunkově začal samotný experiment ve Vodňanech nasazením prvních opakování obou variant pokusu. Do každé inkubační misky bylo nasazeno 30 oplozených jiker. Každá varianta měla 3 opakování pro každý den. Dohromady bylo každý den nasazováno 180 jiker do 6 inkubačních misek. Pro urychlení procesu nasazování a pro minimalizování šance na mechanické poškození jiker, bylo použito speciální počítadlo na jikry viz. obr.8.



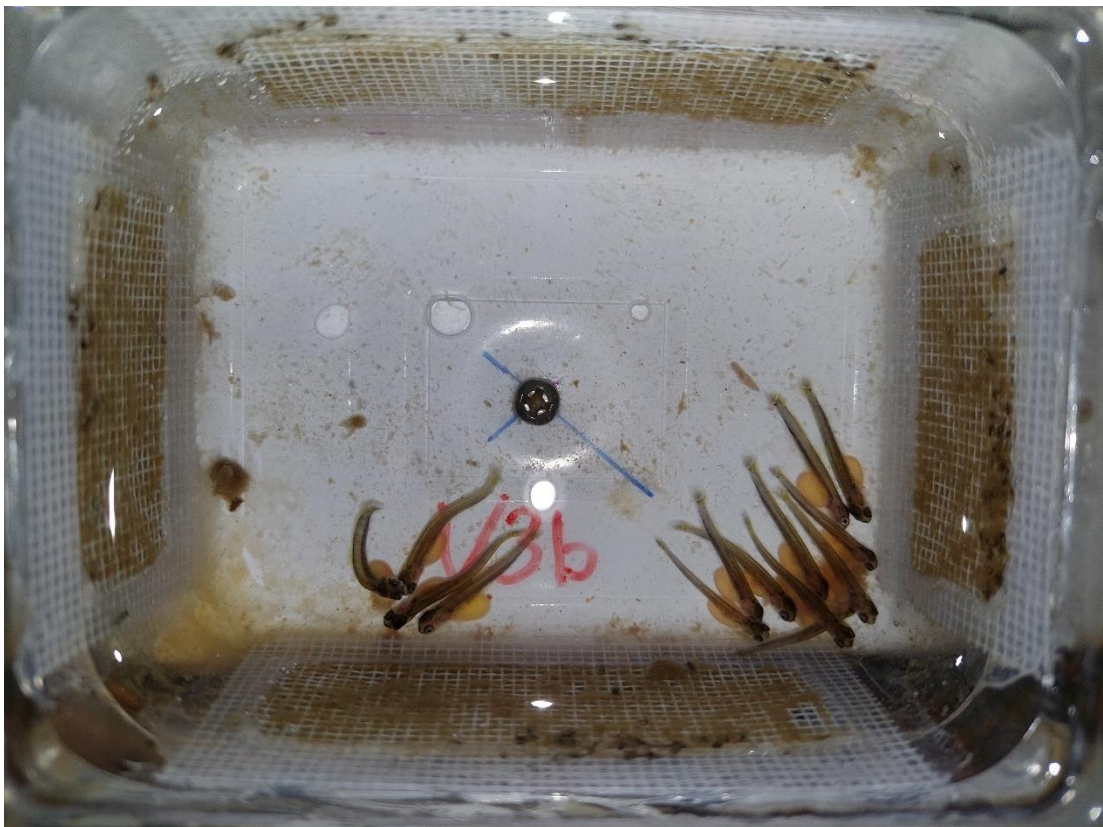
Obr. 8 Počítadlo na jikry (foto: Beránek)

Proces nasazování jiker probíhal od 26. 4. 2023 pět po sobě jdoucích dní, dohromady bylo tedy do systému nasazeno 900 jiker.

### 3.2.5 Kontrola postupu inkubace

V průběhu inkubace byly prováděny pravidelné kontroly stavu jiker a také celkového stavu inkubačního aparátu. Nejdříve kontroly probíhaly vždy při nasazování v daném dni experimentu, následně vždy přibližně po 2 dnech a během kuliní jiker denně. Při každé kontrole se provádělo čištění jednotlivých inkubačních aparátů, rovněž i systému jako

celku. Z retenční nádrže se do systému dostával jemný kal, který bylo potřeba vždy odsát. Provádělo se také odstraňování odumřelých jiker. Odumřelá jikra se dala jednoduše rozeznat díky zřetelnému zašednutí celého povrchu a vymizením zřetelného jádra uvnitř jikry. Nelze rozpoznat, zda se jednalo o jikru neoplozenou, u které postupně došlo k rozkladným procesům, či jikru, která odumřela v průběhu vývoje zárodku. Odumřelé jikry byly buď odsáty spolu s kalem, nebo byly odstraněny za pomoci pinzety. Odstraněné jikry se započítávaly a celkový počet z každého inkubátoru byl zaznamenán. Po provedení této péče o systém se všechny zbylé zdravé jikry přepočítaly a jejich počty se zapsaly do záznamových archů. V průběhu kuliní se každý den zaznamenával počet vykulených jedinců. Kontroly a čištění systému probíhaly až do doby rozplavání plůdku. To nastalo přibližně ve chvíli po vstřebání dvou třetin žloutkového váčku. Plůdek pak zřetelně ztmavěl a zdržoval se ve vzpřímené poloze (Obr. 9). Hlavičky v tuto chvíli začínají přecházet na exogenní výživu. Experiment byl ukončen dne 23. 5. 2023, kdy proběhla poslední kontrola a sčítání jedinců.



Obr. 9 Rozplavaný plůdek hlavičky obecné *Hucho hucho* (foto: Beránek)

### 3.2.6 Stanovení přežití

Po poslední kontrole byla data ze záznamových archů digitalizována a dále zpracovávána za pomoci aplikace Microsoft Excel. Bylo počítáno procentuální přežití v jednotlivých dnech porovnáním živých jedinců na konci pokusu oproti původně nasazeným jikrám. Z vypočtených výsledků byly následně sestaveny grafy a ucelené tabulky.

### 3.2.7 Statistická analýza

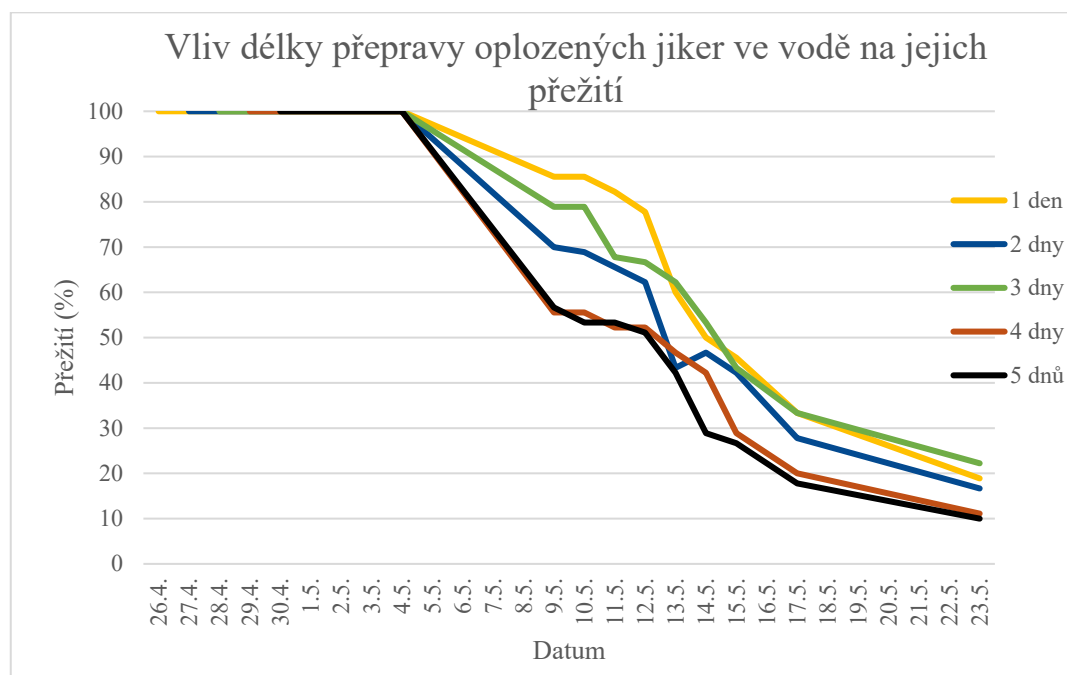
Pro zjištění statistického vlivu délky přepravy a varianty přepravy na přežití jiker, byla použita lineární regrese. Ta byla zvolena, jelikož umožňuje zjištění, jak se mění průměrné procento přežití s každým dalším dnem přepravy, a to za přítomnosti ovlivňující proměnné, jíž je varianta přepravy. Před samotným provedením lineární regrese bylo nutné udělat analýzu normality dat s využitím Shapiro-Wilkova testu. Celá tato statistická analýza byla provedena pomocí statistického softwaru R (R Core Team, 2024).

Další použitou statistickou analýzou byl dvou výběrový T-test prováděný v aplikaci Microsoft Excel. Nejdříve byl proveden dvou výběrový F-test pro zjištění rozptylu a následnému zvolení T-testu s rovností či nerovností rozptylů. Hranice statistické významnosti byla pro všechny výpočty stanovena na úrovni 0,05.

## 4 Výsledky

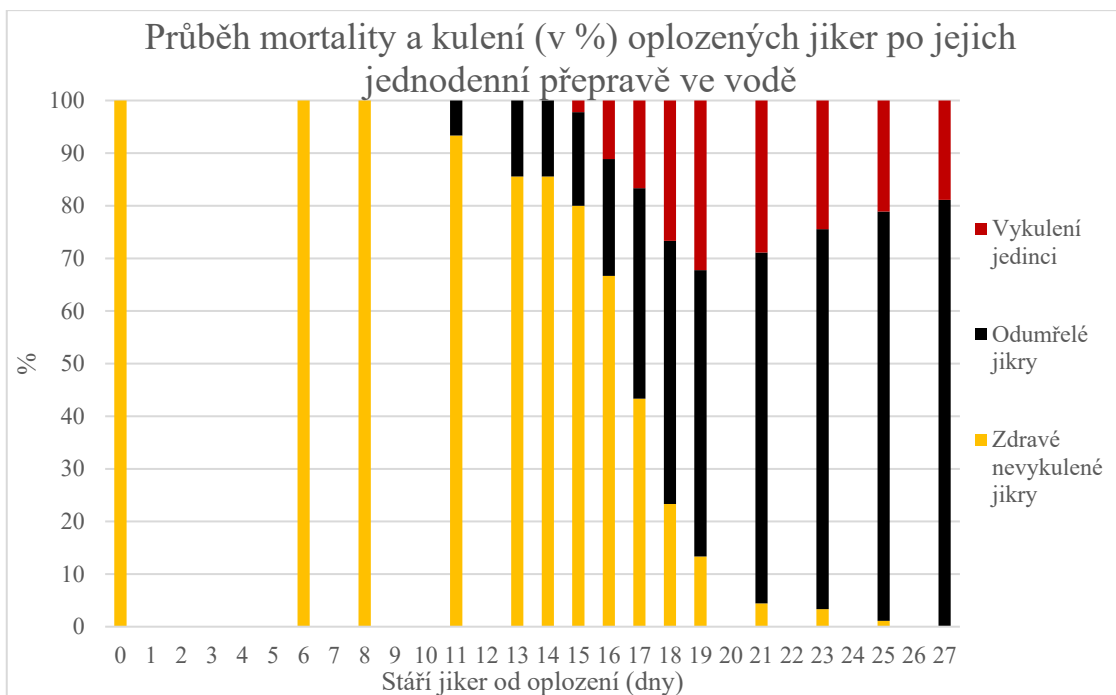
### 4.1 Přeprava oplozených jiker ve vodě

Graf 3 znázorňuje procentuální hodnoty přežití jiker hlavatky obecné, transportovaných v oplozeném stavu s pravidelnou výměnou vody, v závislosti na časové délce přepravy. Z grafu 3 je viditelné podobné procentuální přežití jiker přepravovaných po dobu jednoho, dvou a tří dnů. U jiker přepravovaných po čtyřech a pěti dnech je procentuální přežití výrazně nižší. Celkově je však z grafu patrné snižující se procento přežití související s prodlužováním doby transportu jiker.

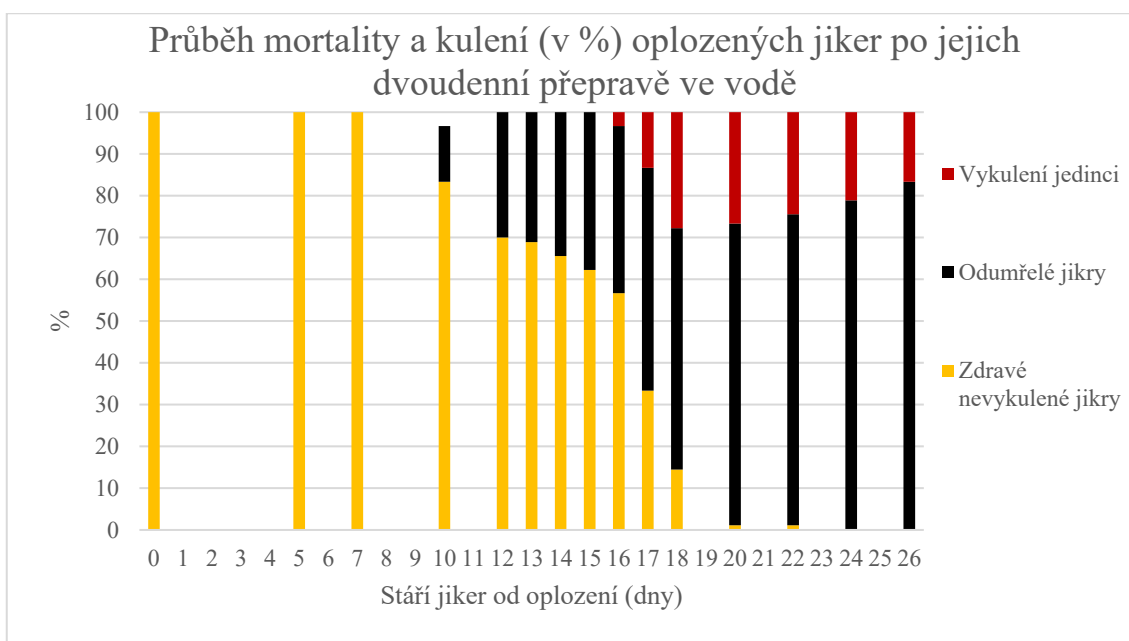


Graf 3 Vliv délky přepravy oplozených jiker ve vodě na jejich přežití

V grafu 4 můžeme pozorovat průběh experimentu u jiker přepravovaných po dobu jednoho dne. Je patrné, že v prvních dnech experimentu se nevyskytla žádná mortalita. První jasně odumřelé jikry se začaly vyskytovat až po 11 dnech od nasazení do systému. První kulení nastalo 15 dnů od nasazení do systému, po sečtení průměrných hodnot při přepravě a následně v systému, bylo dosaženo hodnoty 202 denních stupňů. Následně probíhalo kulení další 4 dny a po uplynutí 253,2 denních stupňů byla většina jiker vykulená. Jikry, které se do této doby nevykulily, nakonec odumřely.

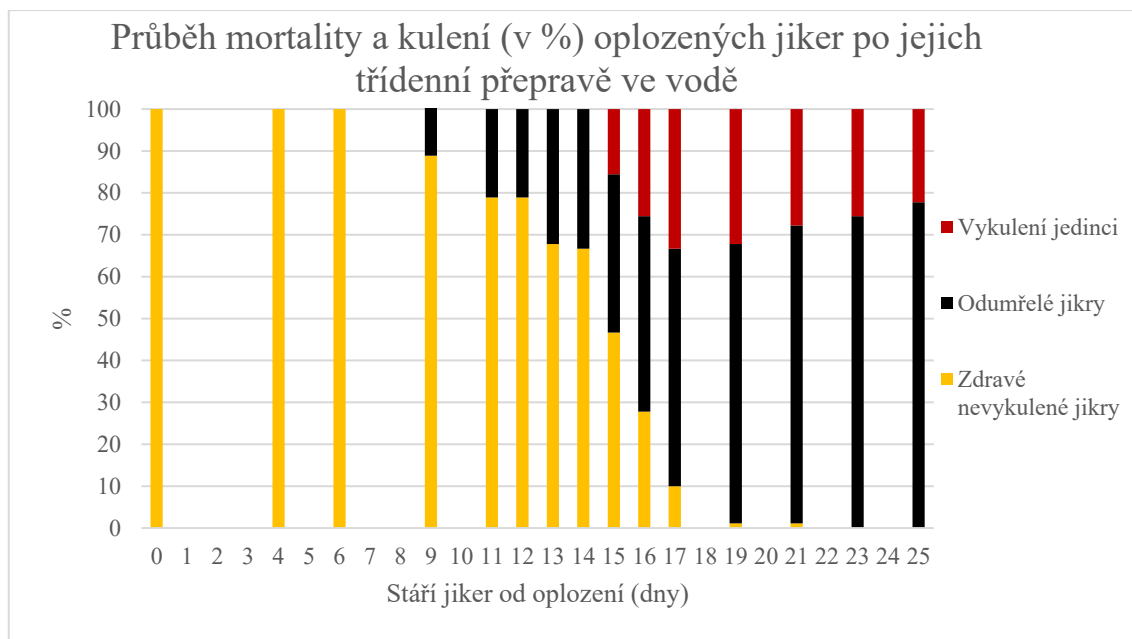


Graf 4 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich jednodenní přepravě ve vodě



Graf 5 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich dvoudenní přepravě ve vodě

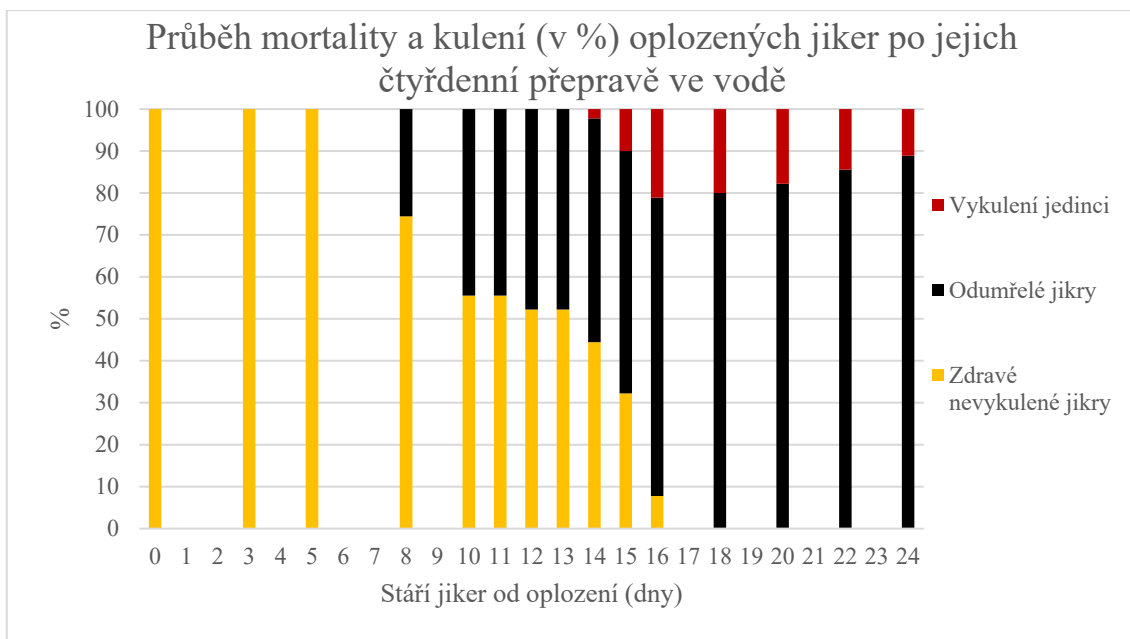




Graf 6 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich třídenní přepravě ve vodě

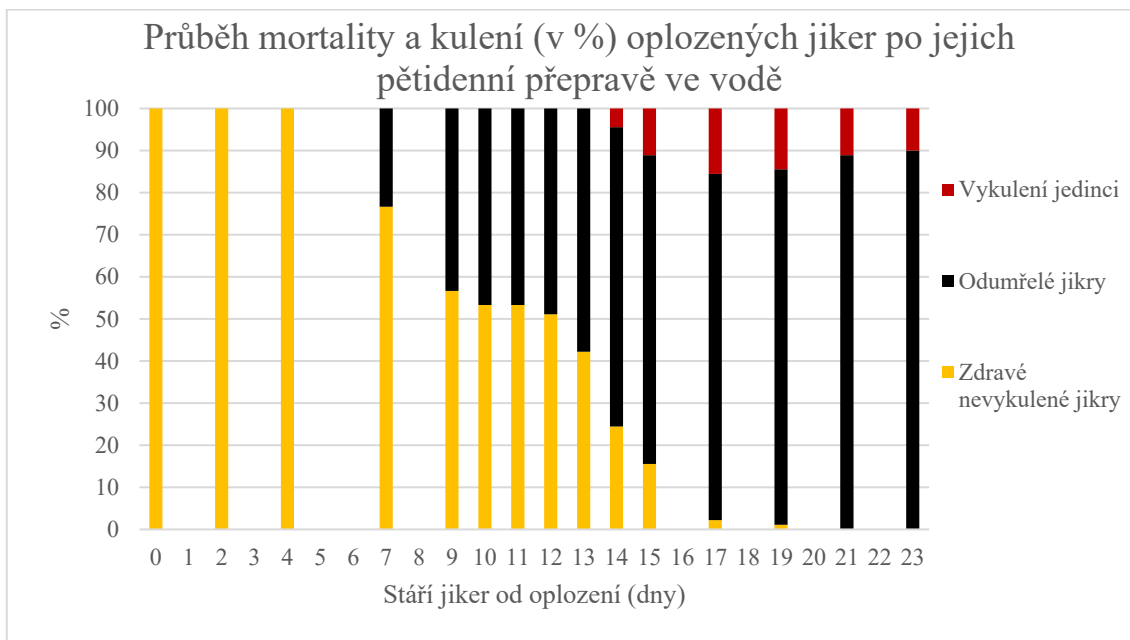
V grafu 5 a grafu 6 jsou graficky znázorněné údaje o průběhu dvou a tří denní přepravy oplozených jiker ve vodě. Tyto opakování vykazovaly velkou podobnost s jednodenní přepravou. První kulení proběhlo po 224,8 denních stupních u dvou denní přepravy a po 222 denních stupních u tří denní přepravy. Většina jiker byla vykulena po dosažení přibližně 250 denních stupňů. Hlavní část mortality se objevila v období kulení. Mortalita již vykulených jedinců byla minimální. Přežití na konci pokusu bylo u všech 3 opakování rozdílné pouze v nízkých procentuálních jednotkách.

Srovnání průměrného přežití v průběhu pokusu mezi jednodenní, dvoudenní a třídenní přepravou se liší pouze velmi málo ( $65,48 \pm 29,16 \%$ ;  $59,33 \pm 27,88 \%$ ;  $63,33 \pm 26,86 \%$ ). Rozdíly mezi těmito opakováními jsou statisticky nevýznamné.



Graf 7 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich čtyřdenní přepravě ve vodě

Graf 7 znázorňuje přežití v opakování pokusu s čtyřdenní přepravou. V porovnání s předchozími opakováními lze pozorovat značné snížení procentuálního přežití na konci pokusu ( $11,11 \pm 6,29 \%$ ). První kulení nastalo po 219,2 denních stupních čtrnáctý den od nasazení a probíhalo další dva dny. Většina jiker byla vykulena po 244,8 denních stupních. Hlavní část mortality nastala v období kulení, kdy se jednoznačně projevil znaky odumření jiker.



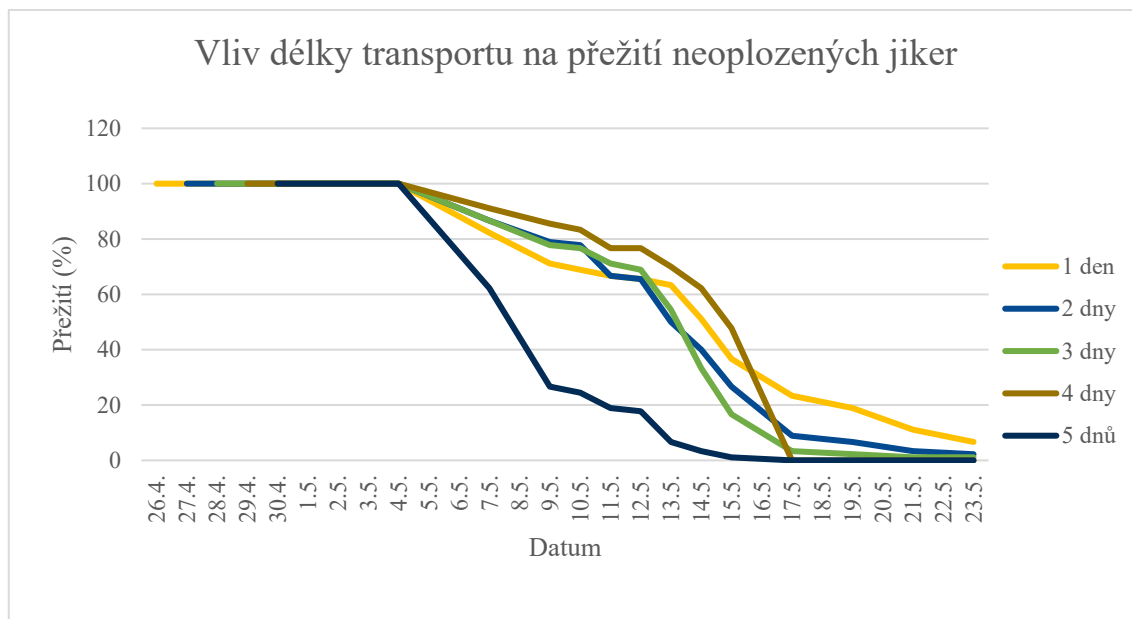
Graf 8 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich pětidenní přepravě ve vodě

V grafu 8 je znázorněn průběh pátého opakovaní varianty přepravy jiker ve vodě. Stejně jako u čtvrtého opakovaní je zde vidět značný pokles v procentuálním přežití na konci pokusu ( $10,00 \pm 5,44 \%$ ).

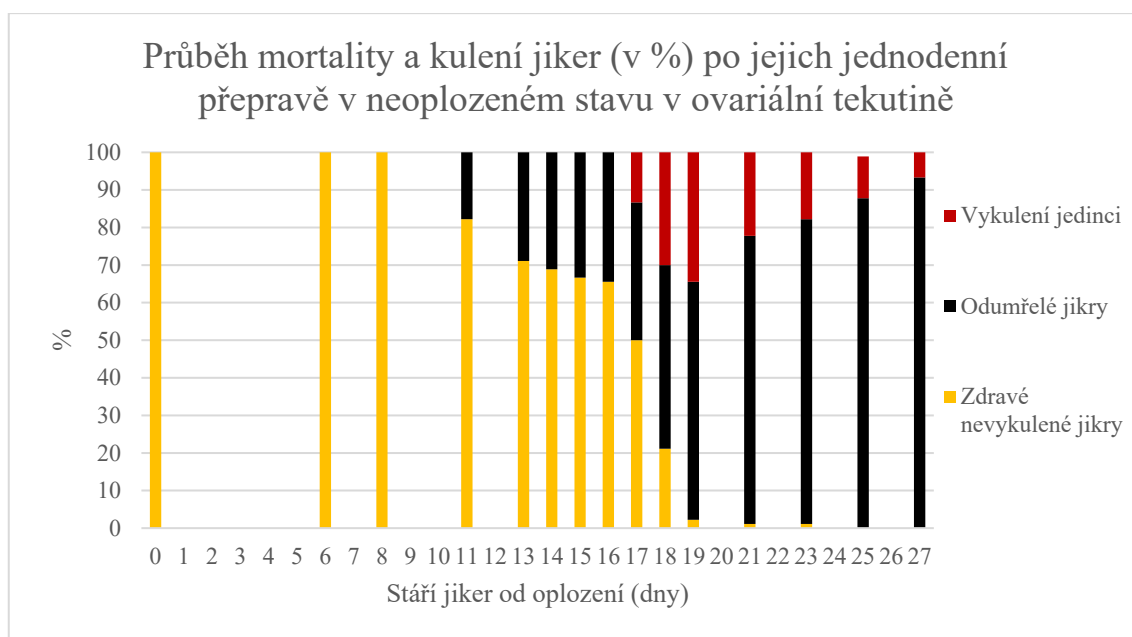
K prvnímu kulení docházelo u varianty přepravy jiker ve vodě průměrně po nastřádání 219,4 denních stupňů a probíhalo do 252 denních stupňů. Mezi jednotlivými opakovaními nebyly, co se týče délky inkubace, velké rozdíly.

## 4.2 Přeprava neoplozených jiker v ovariální tekutině

Graf 9 znázorňuje procentuální hodnoty přežití jiker hlavatky obecné, které byly transportovány v neoplozeném stavu v ovariální tekutině. Z grafu je možné pozorovat, že u této varianty transportu bylo dosaženo velmi malého procentuálního přežití. Pokud transport trval déle jak 3 dny, došlo dokonce k nulovému přežití. Nejvyšší procentuální přežití bylo dosaženo pouze při přepravě na vzdálenost jednoho dne. Procentuální přežití zde bylo  $6,67 \pm 2,72 \%$  jak je vidět v tab.6. Z grafu je viditelná regresivní šance na přežití a vykolení jiker s prodlužující se dobou transportu.

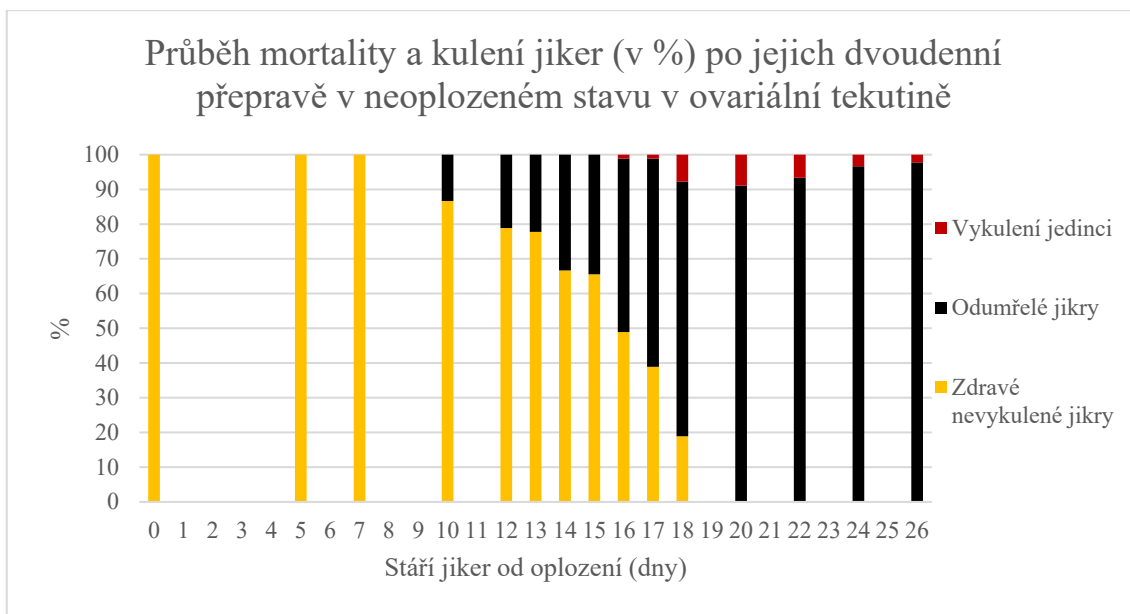


Graf 9 Vliv délky transportu na přežití neoplozených jiker

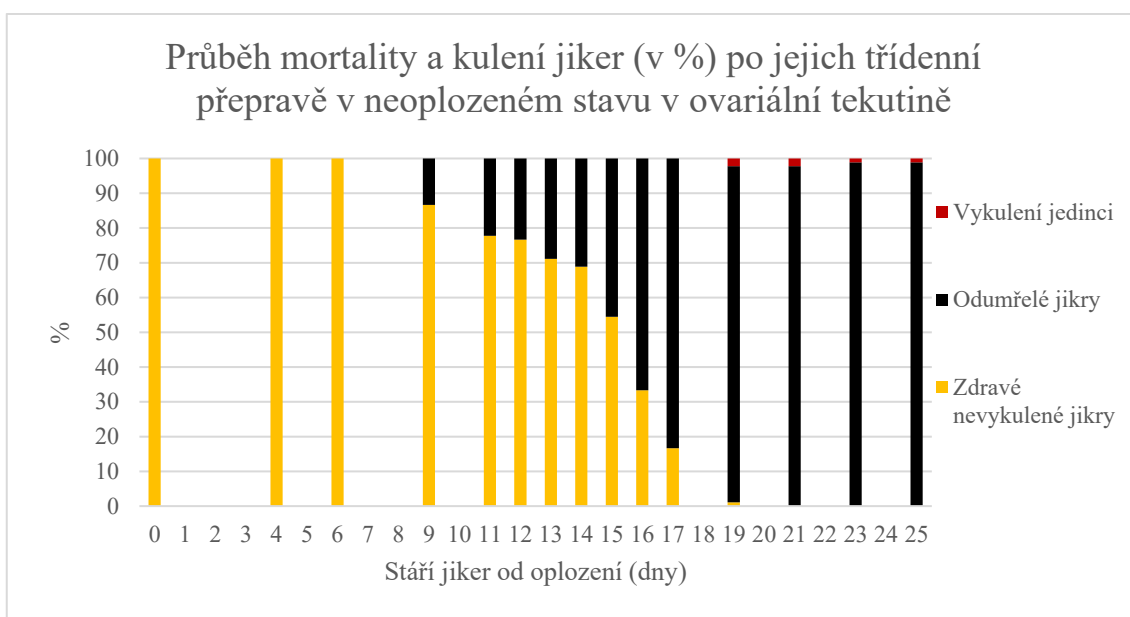


Graf 10 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich jednodenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině

V grafu 10 je viditelné první opakování pokusu pro variantu přepravy jiker v ovariální tekutině. Postupná mortalita se začala objevovat až po desátém dni pokusu. Nejdříve se jen lehce a postupně zvyšovala, ale v období kulení skokově vzrostla až na 63,33 %. Došlo zde také k mortalitě již vykulených jedinců, kdy z celkového počtu 31 vykulených, přežilo do konce pouze 6. První kulení nastalo sedmnáctý den pokusu po 217,6 denních stupních a pokračovalo až do devatenáctého dne, kdy po 243,2 denních stupních skončilo. Přežití na konci experimentu činilo  $6,66 \pm 2,72$  % a průměrné přežití bylo  $57,70 \pm 30,98$  %. Rozdíl oproti dvoudenní přepravě ( $54,22 \pm 35,94$  %) je jen velmi malý a statisticky nevýznamný. Průběh opakování s dvoudenní přepravou je možné pozorovat v grafu 11. První kulení nastalo šestnáctý den po nastřádání 204,8 denních stupňů a probíhalo po dobu čtyř dnů do celkového nastřádání 256 denních stupňů. Opět se zde vyskytuje mortalita jedinců po vykulení, kdy konce pokusu se dožila pouze čtvrtina celkově vykulených jedinců tj.  $2,22 \pm 1,57$  %.



Graf 11 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich dvoudenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině

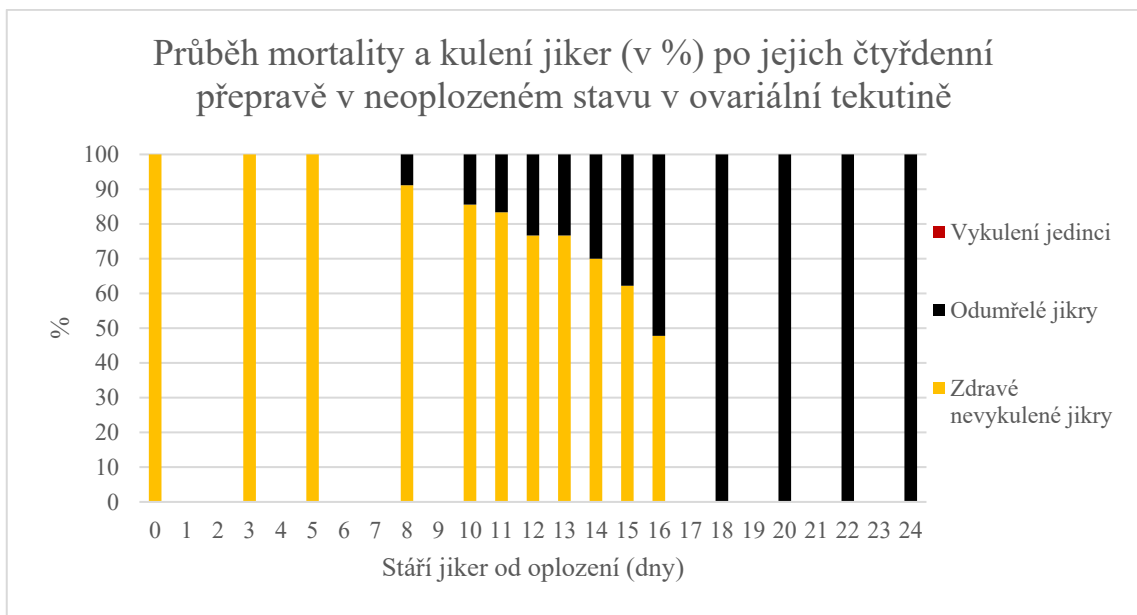


Graf 12 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich třídní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině

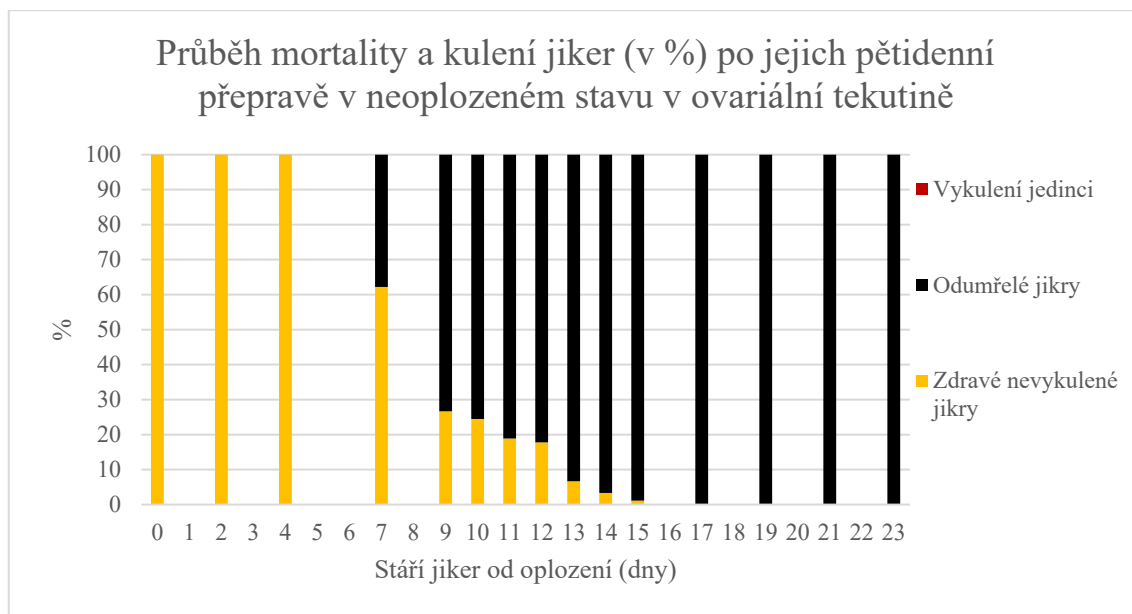
Graf 12 zobrazuje průběh pokusu pro třídní přepravu. Jedná se o nejdelší dobu přepravy v ovariální tekutině, u které došlo k vykulení jedinců. Toto kulení nastalo po 243,2 denních stupních v devatenáctý den experimentu. Na konci pokusu byl pouze jeden živý jedinec a bylo tedy dosaženo procentuálního přežití  $1,11 \pm 1,57$  %. Průměrné přežití v průběhu experimentu bylo  $52,88 \pm 37,99$  %.

V grafu 13 a 14 je pozorovatelný průběh pokusu po čtyř a pětidenní přepravě. Z grafů je vidět nulové přežití na konci pokusu u obou opakování této varianty přepravy.

U čtyřdenní přepravy se mortalita postupně zvyšovala po celou dobu pokusu. Největší skok nastal v období, kdy u variant s kratší dobou přepravy, docházelo ke kulení. Mortalita u pětidenní přepravy se projevila již po devíti dnech pokusu a po osmnácti dnech již byli všichni jedinci po smrti. Ani u jednoho z těchto opakování nedošlo k vykulení jakéhokoliv jedince. I přes shodné přežití na konci pokusu, je v obou variantách značný rozdíl u průměrného přežití v průběhu pokusu ( $59,56 \pm 38,45$  % pro čtyřdenní přepravu a  $30,74 \pm 38,07$  % u pětidenní přepravy). Tento rozdíl je statisticky významný.



Graf 13 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich čtyřdenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině



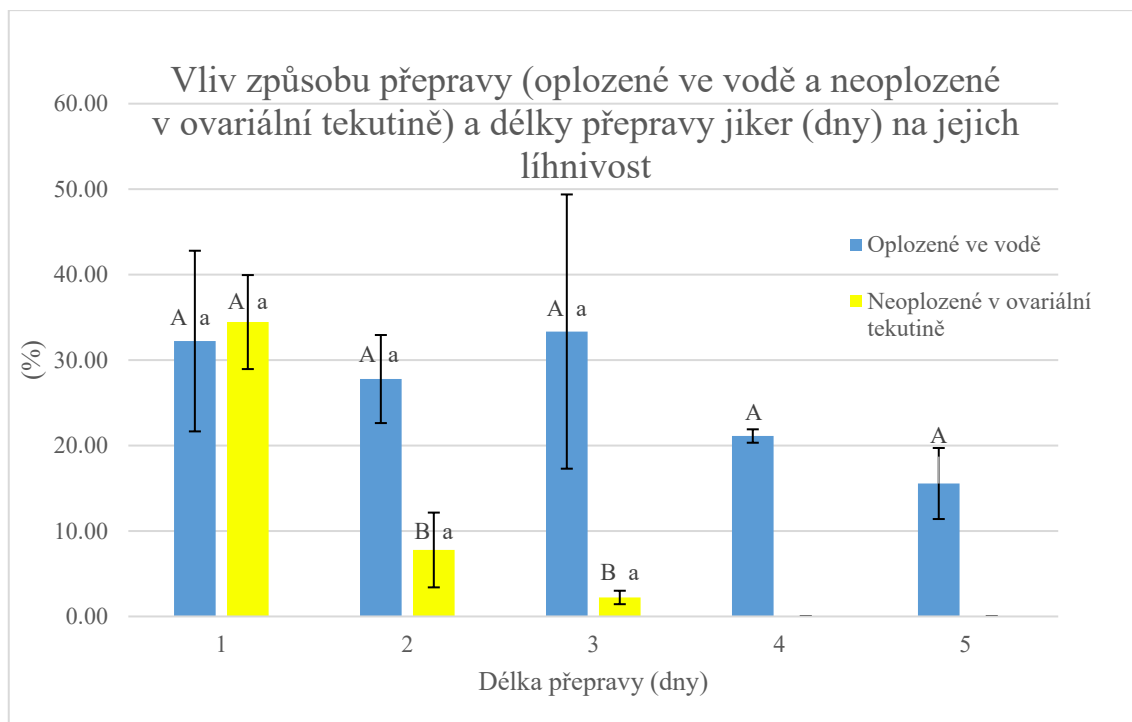
Graf 14 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich dvoudenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině

Kulení nastávalo u varianty přepravy jiker v ovariální tekutině, průměrně po dosažení 221,9 denních stupňů a končilo po nastřádání 249,6 denních stupňů. Všechna opakování měla velmi podobnou dobu inkubace a nevyskytla se žádná anomálie.

### 4.3 Vzájemná porovnání variant

Líhivost jiker v obou variantách experimentu znázorňuje graf 15. Varianta přepravy jiker ve vodě vykazuje výrazně vyšší procento vykulení, jediné srovnatelné hodnoty jsou u jednodenní přepravy. Tyto hodnoty jsou téměř totožné, a to  $32,22 \pm 21,14$  % pro variantu přepravy ve vodě a  $34,44 \pm 11,00$  % pro variantu přepravy jiker v ovariální tekutině. U přepravy jiker ve vodě s délkou přepravy jeden až tři dny, můžeme v tab.1. pozorovat vysoké hodnoty směrodatných odchylek, které nasvědčují možné variabilitě ve výsledcích.

Popisky dat v grafu 15 v grafu 16 označují statistické závislosti jednotlivých položek. Velké písmeno značí porovnání mezi jednotlivými délkami přepravy pro jednu variantu a malé písmeno značí porovnání mezi stejnou délkou přepravy u obou variant. Pokud písmeno zůstává stejné, jsou rozdíly mezi porovnávanými položkami statisticky nevýznamné. Změna písmena znamená statisticky významný rozdíl. Hladina statistické významnosti byla stanovena na  $p=0,05$ .

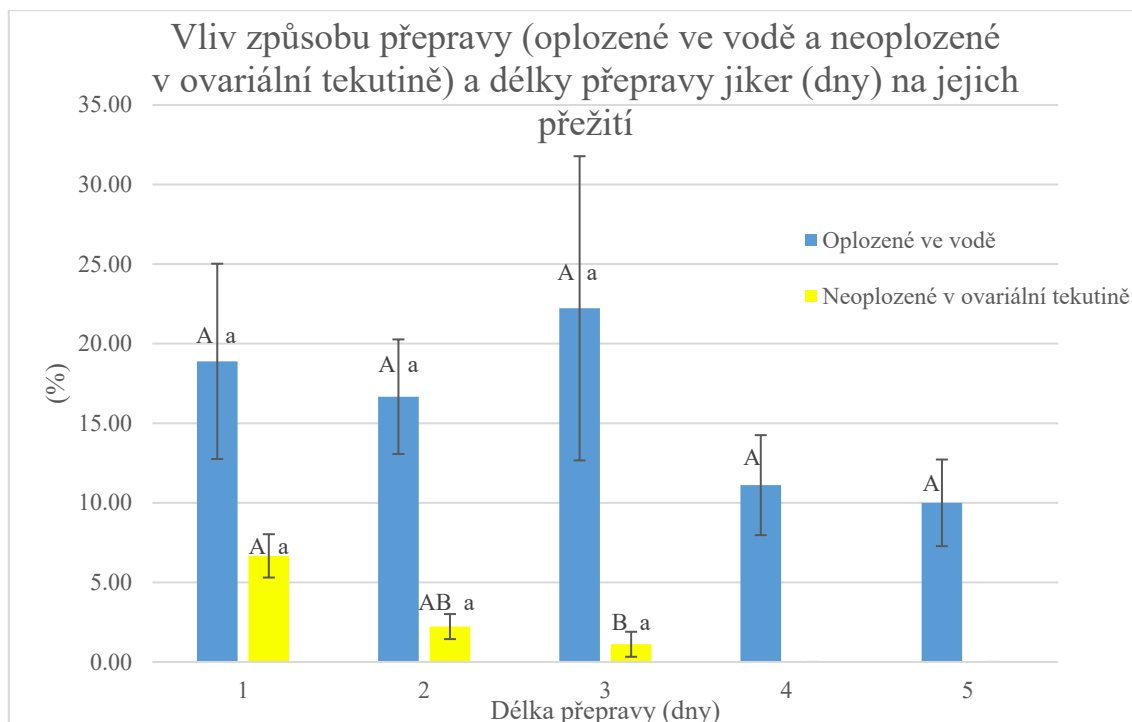


Graf 15 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich líhivost

Tab. 1 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich líhivost (%)

Délka přepravy (dny)	Oplozené jikry přepravované ve vodě (%)	Neoplozené jikry přepravované v ovariální tekutině
1	32,2 ± 21,1	34,4 ± 11
2	27,8 ± 10,3	7,8 ± 8,8
3	33,3 ± 32,1	2,2 ± 1,6
4	21,1 ± 1,57	0
5	15,6 ± 8,3	0



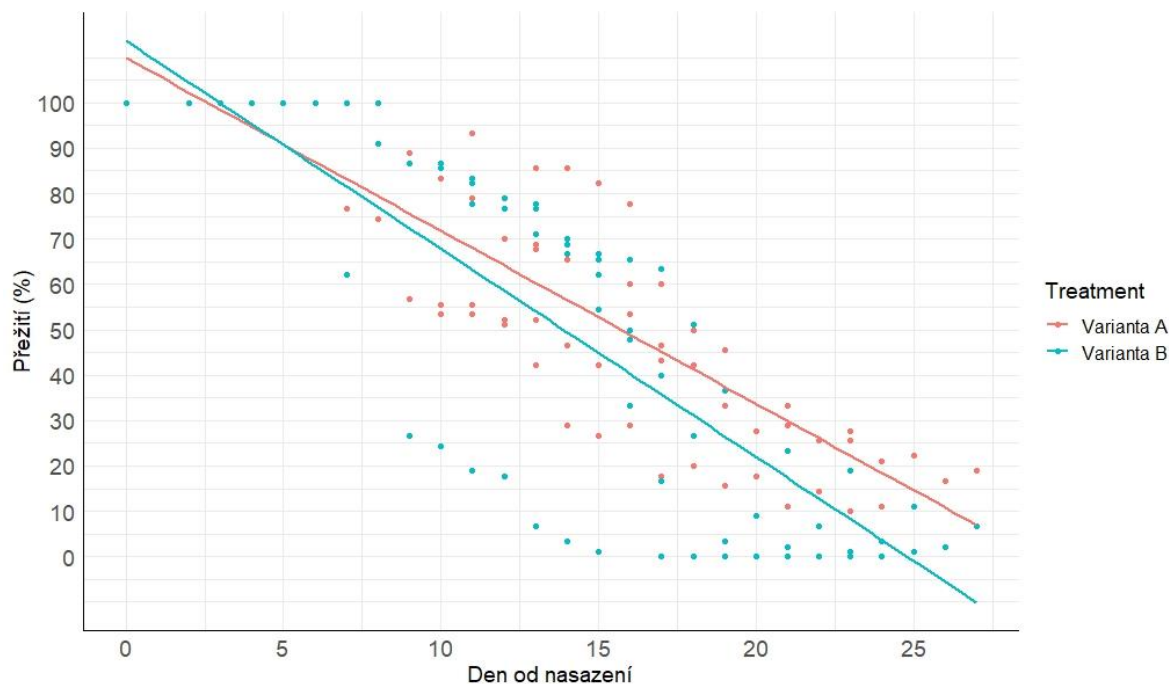


Graf 16 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich přežití

Tab. 2 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich přežití (%)

Délka přepravy (dny)	Oplozené jikry přepravované ve vodě (%)	Neoplozené jikry přepravované v ovariální tekutině
1	18,9 ± 12,3	6,7 ± 2,7
2	16,7 ± 7,2	2,2 ± 1,6
3	22,2 ± 19,1	1,1 ± 1,6
4	11,1 ± 6,3	0
5	10 ± 5,4	0

Dalšího důležitého porovnání obou variant dosáhneme při porovnávání přežití jednotlivých opakování na konci experimentu. Celý experiment probíhal od doby provedení umělého výtěru (25. 4. 2023), až do jeho ukončení dne 23. 5. 2023, tedy celkem 29 dnů. Zde v každém srovnání vyjde lépe varianta přepravy oplozených jiker ve vodě. I přežití na konci pokusu po pěti dnech přepravy oplozených jiker (10 ± 5,44 %) je lepší než přežití po jednodenní přepravě jiker v ovariální tekutině (6,66 ± 2,72 %).



Graf 17 Lineární regrese závislosti způsobu přepravy a délky přepravy na přežití a líhivost

Graf 17 znázorňuje lineární regresi sestavenou z dat obou variant přepravy a všech opakování. Varianta A je v tomto případě přeprava oplozených jiker ve vodě. Varianta B je přeprava neoplozených jiker v ovariální tekutině. Jedná se o grafické znázornění statistické analýzy. Ta ukázala, že délka přepravy má statisticky významný negativní vliv na procento přežití jiker. S každým dnem dopravy extra očekáváme pokles přežití o 4,20 %. Lineární regrese dále ukázala, že varianta přepravy jiker v ovariální tekutině má průměrně o 6,8 % nižší přežití než druhá varianta.

Tab. 3 Vliv způsobu přepravy (oplozené jikry ve vodě a neoplozené jikry v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na délku inkubační doby ( $D^\circ$ ) (do vykolení posledního živého jedince)

Délka přepravy (dny)	Délka inkubační doby ( $D^\circ$ )	
	Přeprava ve vodě	Přeprava v ovariální tekutině
1	253	243
2	250	256
3	248	243
4	245	-
5	268	-
Průměrná hodnota	253	247

Tab. 3 udává délky inkubační doby v  $D^{\circ}$  u jednotlivých variant a délek přepravy. Zjištěné rozdíly jsou zanedbatelné. Inkubační doby jiker přepravovaných v ovariální tekutině byla přibližně o 6  $D^{\circ}$  (tj. o 2,5 %) kratší než u oplozených jiker přepravovaných ve vodě.

## 5 Diskuze

Transport plůdku nebo jiker ve stádiu očních bodů lososovitých ryb je v rybářství běžnou praxí, transport prováděný ihned po umělém výtěru již tak běžný nebývá. Cílem této práce bylo posoudit vliv délky a variant přepravy na líhivost a přežití jedinců hlavatky obecné (*Hucho hucho*). Diskuze zahrnuje analýzu obou variant transportu, jejich výhody, nevýhody a také faktory ovlivňující úspěšnost transportu.

### 5.1 Porovnání variant

Při porovnávání stejně dlouhé doby přepravy pro obě varianty dojdeme k vlivu druhu přepravy na procentuální přežití. Po provedení statistické analýzy v aplikaci Microsoft Excel je možno konstatovat, že rozdíly mezi dvojicemi opakování se stejnou dobou přepravy, jsou statisticky nevýznamné, neboť u všech hodnota  $p$  přesahuje 0,05.

Varianty přepravy lze porovnávat také na základě celkové procentuální líhivosti, ale dojdeme ke stejnému závěru jako u předchozího srovnání. Variabilita ve výsledcích je příliš velká a statistická analýza ukazuje, že rozdíly mezi jednotlivými variantami jsou nevýznamné, jak je možné vidět v Graf 15.

### 5.2 Porovnání různé délky přepravy

Porovnání jednotlivých délek přepravy dané varianty poskytne údaje o jejím vlivu na přežití jiker. Statistická analýza v případě přepravy oplozených jiker ve vodě neprokázala žádné statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými délkami přepravy (hodnota  $p$  vždy přesáhla 0,05). V případě přepravy neoplozených jiker v ovarialní tekutině, je rozdíl mezi jednodenní a dvoudenní přepravou ( $6,7 \pm 2,7 \%$ ;  $2,2 \pm 1,6 \%$ ). Tento rozdíl je statisticky nevýznamný, ale rozdíl mezi jednodenní a třídenní přepravou ( $6,7 \pm 2,7 \%$ ;  $1,1 \pm 1,6 \%$ ) se ukázal jako statisticky významný (hodnota  $p$  0,033). U delší doby přepravy došlo ke 100% mortalitě a nedá se tedy statisticky porovnat.

V případě srovnávání různých délek přepravy podle líhivosti, se dospělo k téměř identickým výsledkům. Rozdíly mezi jednotlivými délkami přepravy oplozených jiker ve vodě jsou z důvodu jejich vysoké variability, statisticky nevýznamné. U přepravy neoplozených jiker v ovarialní tekutině je velký rozdíl mezi jednodenní a dvoudenní přepravou ( $34,4 \pm 11 \%$ ;  $7,8 \pm 8,8 \%$ ). Uvedený rozdíl je statisticky výrazný, viz. Graf 15. Ostatní rozdíly jsou pouze minimální a jsou statisticky nevýznamné.

### 5.3 Oplozené jikry

Transport jiker lososovitých ryb v oplozeném stavu je v komerčním rybářství běžný. Například jikry pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) v očních bodech jsou převáženy v plastových pytlích, které jsou z jedné třetiny naplněny vodou a ze dvou třetin kyslíkem. Naplněné pytle jsou vloženy do přepravek a tímto způsobem je možné jikry transportovat i na velké vzdálenosti, letecky nebo autem. Při těchto způsobech přepravy je dosaženo pracovní líhivosti 61 % a přežití plůdku 41,5 % (FRD, 2017). Ve srovnání s námi získanými daty o přepravě jiker v rané fázi jejich ontogenetického vývoje, jsou tato čísla celkově vyšší, ale poměr vykulení a celkového přežití je podobný. Jiný výzkumný pokus byl proveden Singhem a Timalsinem (2021) v němž byla zjišťována ideální hustota jiker v očních bodech při přepravě ve speciálním plastovém obalu. Jikry byly před přepravou postupně schlazeny z inkubační teploty (10-12 °C) na transportní teplotu (4 °C). Tato teplota byla nadále udržována. Transport probíhal 24, 48 a 72 hodin. Po něm byly jikry postupně přivedeny zpět na inkubační teplotu a proběhl zbytek inkubace. Líhivost jiker přepravovaných po dobu 24 hodin byla  $99,54 \pm 0,02$  % v porovnání s námi dosaženými výsledky ( $32,2 \pm 21,1$  %), jedná se tedy o více jak třikrát větší hodnoty. Stejně je to i pro délku přepravy 48 a 72 hodin, kdy výsledky získané Singhem a Timalsinem (2021) jsou  $98,62 \pm 0,07$  %;  $97,44 \pm 0,14$  % a naše výsledky jsou  $27,8 \pm 10,3$  %;  $33,3 \pm 32,1$  %. I přes výrazně nižší hodnoty líhivosti, dokazuje toto porovnání, že oplozené jikry je možné transportovat ve vodě po dobu až tří dnů bez výrazného snížení šance na vykulení.

### 5.4 Neoplozené jikry

Springate a kol. (1984) uvádí, že u studenomilných druhů, jako jsou například lososovité ryby a štika, je možné uchování oplozovacích schopností po dobu až 48 hodin. Tato informace se shoduje s námi získanými výsledky, u jednodenní přepravy došlo k vykulení více jak 30 % jedinců, což dokazuje oplození schopnost jiker. Dvoudenní přeprava se ukázala jako maximální délka přepravy neoplozených jiker, pro zachování alespoň nějaké šance na oplození. Při přechovávání jiker po dobu delší než 48 hodin dojde ke snížení šance oplození na naprosté minimum. Lososovité ryby mají velkou schopnost zachování pohyblivosti spermií při krátkodobém skladování (Scott a Baynes, 1980; Billard, 1981; Stoss a Holtz, 1983). Nejmenší doba, a to 4 dny, byla zaznamenána u *Oncorhynchus masou*, 14 dní u *Salmo trutta fario* a nejdelší doba u pstruha duhového

(*Oncorhynchus mykiss*). Z těchto dat plyne, že limitujícím faktorem našeho pokusu byla degradace a ztráta schopnosti oplození u jiker. Výsledky této práce lze porovnávat například se síhem peledě (*Coregonus peled*). Při srovnání výsledků s prací Rytíře (2021) je zjištěno, že bylo dosaženo vyššího procenta vykulení při zachování stejných teplotních podmínek. Přesněji při skladování/transportu po dobu 24 hodin při 10 °C je celková líhnivost hlavatky  $34,4 \pm 11$  % a u síha pouze 12,2 %. Při délce transportu 48 hodin bylo dosaženo vykulení  $7,8 \pm 8,8$  % u hlavatky a 2,1 % u síha. Nižší procento vykulení síha peledě je pravděpodobně způsobeno tím, že skladování jiker při 10 °C je výrazně mimo optimální teplotní rozmezí daného druhu. Při srovnání s nižšími, a tedy pro síha optimálnějšími teplotami skladování jiker, přesněji 5 °C a 7,5 °C dojdeme k velmi podobné líhnivosti po 24 hodinovém skladování. Líhnivost jiker skladovaných při 5 °C byla 33,2 % a líhnivost při 7,5 °C byla 27,9 %. Zachování teploty skladování v optimálním rozmezí pro daný druh má tedy výrazný vliv na líhnivost a přežití.

Dalším druhem, u kterého byl proveden podobný pokus vlivu teploty a délky skladování na líhnivost je jeseter malý (*Acipenser ruthenus*). Nejbližší variantou bylo skladování jiker při 11 °C. Líhnivost u takto skladovaných jiker se pohybovala okolo 55 % a došlo k jejímu snížení již po 5 hodinách skladování, ale pokles nebyl nijak extrémní. Mezi dobou skladování 2,5 a 10 hodin už je rozdíl více jak 10% (Let, 2016). Z toho plyne, že jikry hlavatky v neoplozeném stavu jsou odolnější než jikry jesetra malého, protože líhnivost jiker hlavatky výrazně poklesla až po 48 hodinové přepravě. Tato skutečnost znamená, že neoplozené jikry hlavatky v ovariální tekutině lze přepravovat déle a tím i na větší vzdálenosti.

Teplomilný sumečem africký (*Clarias gariepinus*), má optimální inkubační teplotu 25-26 °C (Hamáčková a kol. 2007). Při skladování jiker v teplotě 10 °C nastal výrazný propad líhnivosti již po 1,5 hodině skladování. Rozdíl líhnivosti mezi délkou skladování 0,5 hodiny ( $36,6 \pm 17,3$  %) a 1,5 hodiny ( $14,6 \pm 4,7$  %), je statisticky významný. Líhnivost dále prudce klesá a při delším než 6 hodinovém skladování je líhnivost nulová (Borůvka, 2017). Pro sumečka je tato teplota mimo ideální rozmezí, ale i přes to, je tento pokles líhnivosti s délkou skladování výrazně vyšší než u hlavatky. Oproti všem zmiňovaným druhům má tedy hlavatka obecná vyšší odolnost při skladování a transportu neoplozených jiker.

## 5.5 Limitace pokusu

Celkově však bylo dosaženo nižších hodnot líhivosti a přežití na konci pokusu, než bylo očekáváno. Jednou z příčin se ukázal jemný kal, který se do systému dostával z retenční nádrže a nabaloval se na jikry. Při odsávání kalu byly jikry vystavovány zvýšené míře stresu a byla tedy zvýšená mortalita. Pro případné další pokusy je potřeba přidat extra formu mechanické filtrace pro zabránění vstupování kalu do systému. Pokus byl nakonec ukončen 23. 5. 2023 z provozních důvodů a nutnosti jiného využití námi používaného žlabu. Pokud by byl pokus proveden až do předem plánovaného konce, tedy do přechodu jedinců na exogenní výživu, byla by porovnání přežití na konci pokusu průkaznější. Takto jsou výsledky o přežití na konci pokusu zkresleny různou délkou experimentu pro jednotlivé délky přepravy.

## 6 Závěr

Cílem práce bylo ověření možnosti přepravy jiker hlavatky ihned po umělém výtěru, zjištění lepší varianty přepravy a stanovení maximální možné časové délky transportu. Byly testovány dvě varianty přepravy, a to přeprava jiker oplozených v lokaci umělého výtěru transportovaných ve vodě s výměnou, která probíhala dvakrát denně, a přeprava neoplozených jiker v ovariální tekutině. Obě tyto varianty se ukázaly jako možné, protože u obou variant se jedinci vykulili a dožili se konce pokusu. Varianta přepravy oplozených jiker ve vodě se ukázala jako lepší, bylo dosaženo vyšších hodnot líhnivosti i přežití a nižší náchylnost k délce dopravy. Optimální délka dopravy by podle výsledků neměla přesáhnout 3 dny, neboť poté dochází k výraznému poklesu procentuální líhnivosti i přežití. Pro využití v praxi lze jednoznačně doporučit transport oplozených jiker hlavatky ve vodě v délce i několika dnů, na rozdíl od transportu neoplozených jiker v ovariální tekutině, který je využitelný jen při délce trvání 1-2 dnů, přičemž jeho výsledky přežití jsou nižší, než při transportu oplozených jiker ve vodě.

Dosažené výsledky jsou využitelné jednak při přepravě vytřených oplozených jiker mezi rybími líhněmi, např. s cílem rozšíření genetické diverzity remontních a následně generačních ryb, resp. násadového materiálu do volných vod na rybích líhních na Slovensku, případně v kooperaci s líhni (líhněmi) v ČR aj. Další možné využití lze předpokládat v rámci budoucí spolupráce s mongolskými a kazašskými rybáři při pokusech s umělou reprodukcí tajmena sibiřského (*Hucho taimen*). Předpokládá se, jako jedna z možností, uskutečnění umělého odlovu ryb přímo u řeky a následná přeprava na místě oplozených jiker v uzavřené nádobě s vodou do provizorní líhně v terénních podmínkách nebo do vzdálenější klasické rybí líhně či laboratoře. Délka této přepravy může být od několika hodin až do několika málo dnů. Pozitivní výsledky experimentů s jikrami hlavatky dávají předpoklad, že několikadenní přeprava oplozených jiker tohoto blízce příbuzného druhu ryby ve vodě, by měla být reálná.



## 7 Přehled použité literatury

- Billard R., (1981). Short-term preservation of sperm under oxygen atmosphere in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 23: 287
- Bobe J, Labbé C., (2009). Chilled storage of sperm and eggs. In: E Cabrera, V Robles, P Herráez (eds) *Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species*, CRC Press, Boca Raton, London, NY, 219–235
- Borůvka, V., (2017). Vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhnivosti při přechovávání neoplozených jiker u keříčkovce červenolemého, 49-73
- Bromage, N. R., Roberts, R. J., (1995). *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science Ltd, Oxford, 424
- Bukirev, A. I., (1976). Kamskii losos – *Hucho taimen* (Pallas). *Izv GosNIORKH* 62: 39-56
- Cailliet, G. M., Love, M. S., Ebeling, A. W., (1986). *Fishes: a field and laboratory manual on their structure. Identification and Natural History*. Wadsworth Publ, Belmont, 194
- Ding, R., Qing, Z., (1994). Studies on conservation biology of *Hucho bleekeri* I. distribution area and its changes [in Chinese]. *Sichuan Journal of Zoology* 13(4): 152-154
- Ding, R.H., (1994). *The fishes of Sichuan, China* [in Chinese]. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, 641
- Dubský, K., Šrámek, V., Kouřil, J., (2003). *Obecné rybářství*. Praha: Informatorium. ISBN 80-7333-019-9, 156-157
- Elliott, J. M., (1982). The effects of temperature and ration size on the growth and energetics of salmonids in captivity. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 81-91
- FAO., (2007). *Aquaculture development. 2. Health management for responsible movement of live aquatic animals. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5, Suppl. 2*. Rome, FAO, 2007
- FRD. (2017). *Annual Report 2071/72 (2014/15)*. Fisheries Research Division NARC, Godawari, Lalitpur, Nepal, 155-165
- Freyhof, J., Kottelat, M., (2008). *Hucho hucho*. *IUCN Red List of Threatened Species*, 1-3

- Hamáčková, J., Kouřil, J., Masár, J., Turanský, R., (2007). Technologie chovu keříčkovce jihoafrického – sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 79, 19
- Holčík, J., Hensel, K., Nieslanik, J., Skácel, L. (1988). Taxonomy, Systematics and Evolution. In The Eurasian Huchen, *Hucho hucho*. Springer, Dordrecht, 1-198
- Ivaška, S., (1951). Hlavátka, jej lov a umelý chov. Vyd. Tatran. Bratislava, 80
- Jungwirth, M., (1979) Ovulation inducement in prespawning adult Danube salmon (*Hucho hucho* L.). *Envir. Biol. Fish* 3: 231-234
- Kareš, M., (2022). Citlivost plůdka hlavatky obecné (*Hucho hucho*) k anestetikům Eugenol, MS-222 a 2-fenoxyetanol, 55-64
- Kimura S., (1934). Description of the fishes collected from the Yangtze Kiang China by late Dr. K. Kishinouye and his party in 1927–1929. *J Shanghai Sci Inst Sect* 3: 23
- Kirillov, F. N., (1972). Ryby Yakutii. *Izd. Nauka, Moskva*, 24-36
- Kouřil, J., Mareš J., Pokorný J., Adámek Z., Randák T., Kolářová J., Palíková, M., (2008). Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech. ISBN 978-80-85887-80-8, 1-85
- Let, M., (2016). Vliv teploty při krátkodobém uchování jiker jesetera malého, *Acipenser ruthenus*, in vitro, 33-38
- Lever, C., (1996). Naturalized fishes of the world. Academic Press, 408
- Matveev, V., Nishihara, H., Okada, N., (2007). Novel SINE families from salmonids validate Parahucho (Salmonidae) as a distinct genus and give evidence that SINEs can incorporate LINE-related 3'-tails of other SINEs. *Molecular biology and evolution*, 24(8): 1-11
- McDowell, R. M., (1998). Salmonidae. In: Paxton, J. R., Eschmeyer, W. N., eds. *Encyclopedia of Fishes*. Academic Press, San Diego, 112-118
- Misharin, K. I., Shutilo, N. V., (1971). Taimen: its morphology, biology & harvesting. *Newsl BGSRI Irkutsk State Univ*, 24-105
- Nelson, J. S., (1994). *Fishes of the World*, 3rd edn John Wiley & Sons New York, 100-232
- Nelson, J. S., (2007). *Fishes of the World*. 4th ed. Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada. John Wiley & Sons, Inc, 199-204

- Niksirat, H., Sarvi, K., Amiri, B. M., Karami, M., Hatef, A., (2007). In vitro storage of unfertilized ova of endangered Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) in artificial media. *Animal reproduction science*, 100-363
- Peňáz, M., Příhoda, J., (1981). Reproduction and early ontogeny of *Hucho hucho*. *Acta Sci. Brno*, 15 (6): 33
- Pennell, W., a Barton, B. A. (Eds.), (1996). Principles of salmonid culture. Elsevier, 1-218
- Příhoda, J., (2023). Chov lososovitých ryb. 2. vydání, Vyd. Style, 223
- Rizzo, E., Godinho, H. P., Sato, Y., (2003). Short-term storage of oocytes from the neotropical teleost fish *Prochilodus marggravii*. *Theriogenology*, 60-1070
- Rytíř, J., (2021). Vliv teploty na schopnost oplození a líhivosti při krátkodobém skladování neoplozených jiker síha peledě (*Coregonus peled*), 45-66
- Samarin, A. M., Ahmadi, M. R., Azuma, T., Rafiee, G. R., Amiri, B. M., Naghavi, M. R., (2008). Influence of the time to egg stripping on eyeing and hatching rates in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* under cold temperatures. *Aquaculture*, 195–198
- Scott AP, Baynes SM, (1980). A review of the biology, handling and storage of salmonid spermatozoa. *Journal of Fish Biology* 17: 707–739
- Shaliutina A, Hulak M, Gazo I, Linhartova P, Linhart O, (2013) Effect of short-term storage on quality parameters, DNA integrity, and oxidative stress in Russian (*Acipenser gueldenstaedtii*) and Siberian (*Acipenser baerii*) sturgeon sperm. *Animal Reproduction Science* 139: 127–135
- Sigunov, P., (1972). Taimen'i istorii (Stories about taimen). *Ozherelie Dzhekhangria (Necklace of Dzhekhangir)*, 71-92
- Singh, S. K., Timalisina, P., (2021). Effect of eyed egg density and transportation period on survivability, hatchability and deformed number of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Narayan Prasad Pandit*, 155-163
- Sohrabnezhad, M., Kalbassi, M. R., Nazari, R. M., Bahmani, M., (2006). Short-term storage of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) ova in artificial media and coelomic fluid. *Journal of Applied Ichthyology*, 22-399
- Springate, J. R. C., Bromage, N. R., Elliott, J. A. K., Hudson, D. L., (1984). The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eyeing, hatch and swim-up in the rainbow trout *Salmo gairdneri* R. *Aquaculture*, 43-322

- Stoss J, Holtz W., (1983) Successful storage of chilled rainbow trout (*Salmo gairdneri*) spermatozoa for up to 34 days. *Aquaculture* 31: 269
- Šubjak, J., (2013). Observations of food and feeding of angler-caught huchen, *Hucho hucho* (L.), in Slovak rivers in winter. *Fisheries & Aquatic Life*, 21(3): 1-6
- Tang WJ, Li KM, Shen ZX., (2006) *Hucho bleekeri* Kimura, a precious fish. *Fish Sci* 25: 261-262
- Yue, P.Q., Chen, Y.Y. (1998) *China Red Data Book of endangered animals – Pisces*. Science Press, Beijing, Hong Kong, New York, 13

## 8 Seznam grafů, tabulek a obrázků

### Seznam grafů:

Graf 1 Teplota vody v průběhu experimentu.....	25
Graf 2 Nasycení vody kyslíkem.....	25
Graf 3 Vliv délky přepravy oplozených jiker ve vodě na jejich přežití .....	31
Graf 4 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich jednodenní přepravě ve vodě.....	32
Graf 5 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich dvoudenní přepravě ve vodě.....	32
Graf 6 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich třídenní přepravě ve vodě.....	33
Graf 7 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich čtyřdenní přepravě ve vodě.....	34
Graf 8 Průběh mortality a kulení (v %) oplozených jiker po jejich pětidenní přepravě ve vodě.....	34
Graf 9 Vliv délky transportu na přežití neoplozených jiker.....	35
Graf 10 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich jednodenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině.....	36
Graf 11 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich dvoudenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině.....	37
Graf 12 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich třídenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině.....	37
Graf 13 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich čtyřdenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině.....	38
Graf 14 Průběh mortality a kulení jiker (v %) po jejich dvoudenní přepravě v neoplozeném stavu v ovariální tekutině.....	39
Graf 15 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich líhivost.....	40
Graf 16 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich přežití.....	41
Graf 17 Lineární regrese závislosti způsobu přepravy a délky přepravy na přežití a líhivost .....	42

### Seznam tabulek:

Tab. 1 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich líhivost (%).....	40
Tab. 2 Vliv způsobu přepravy (oplozené ve vodě a neoplozené v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na jejich přežití (%) .....	41
Tab. 3 Vliv způsobu přepravy (oplozené jikry ve vodě a neoplozené jikry v ovariální tekutině) a délky přepravy jiker (dny) na délku inkubační doby ( $D^\circ$ ) (do vykulení posledního živého jedince) .....	42
Tab. 4 Jednodenní přeprava ve vodě .....	55
Tab. 5 Dvoudenní přeprava ve vodě.....	55
Tab. 6 Třídenní přeprava ve vodě.....	56
Tab. 7 Čtyřdenní přeprava ve vodě .....	56
Tab. 8 Pětidenní přeprava ve vodě .....	57
Tab. 9 Jednodenní přeprava v ovariální tekutině.....	57
Tab. 10 Dvoudenní přeprava v ovariální tekutině .....	58
Tab. 11 Třídenní přeprava v ovariální tekutině .....	58
Tab. 12 Čtyřdenní přeprava v ovariální tekutině.....	59
Tab. 13 Pětidenní přeprava v ovariální tekutině.....	59
Tab. 14 Porovnání průměrného přežití.....	60

### Seznam obrázků:

Obr. 1 Hlavatka obecná <i>Hucho hucho</i> (Autor: ČRS).....	12
Obr. 2 Chlazený recirkulační systém experimentálního pracoviště (VÚHR) (foto: Beránek).....	21
Obr. 3 Částečně vypuštěná nádrž pro chov generačních hlavatek v Jablunkově, včetně dočasně instalovaného bazénu s částí odlovených ryb (foto: Beránek).....	22
Obr. 4 Umělý výtěr jikernačky hlavatky v Jablunkově (foto: Beránek) .....	22
Obr. 5 Inkubační aparáty spojené do celého systému (foto: Beránek).....	23
Obr. 6 Jednotlivý inkubační aparát (foto: Beránek).....	24
Obr. 7 Manipulační nádrž s hlavatkami (foto: Beránek).....	26
Obr. 8 Počítadlo na jikry (foto: Beránek).....	28
Obr. 9 Rozplavaný plůdek hlavatky obecné <i>Hucho hucho</i> (foto: Beránek).....	29

## 9 Přílohy

Tab. 4 Jednodenní přeprava ve vodě

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
26.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	6	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	8	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	11	27	3	0	28	2	0	29	1	0	93,33
9.5.	13	25	5	0	26	4	0	26	4	0	85,56
10.5.	14	25	5	0	26	4	0	26	4	0	85,56
11.5.	15	23	5	2	26	4	0	23	7	0	82,22
12.5.	16	15	5	10	26	4	0	19	11	0	77,78
13.5.	17	14	6	10	21	4	5	4	26	0	60,00
14.5.	18	8	10	12	10	8	12	3	27	0	50,00
15.5.	19	8	10	12	2	12	16	2	27	1	45,56
17.5.	21	3	19	8	0	14	16	1	27	2	33,33
19.5.	23	2	21	7	0	16	14	1	28	1	27,78
21.5.	25	1	23	6	0	18	12	0	29	1	22,22
23.5.	27	0	24	6	0	20	10	0	29	1	18,89

Tab. 5 Dvoudenní přeprava ve vodě

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
27.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	5	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	7	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	10	25	5	0	23	7	0	27	0	0	83,33
9.5.	12	21	9	0	17	13	0	25	5	0	70,00
10.5.	13	20	10	0	17	13	0	25	5	0	68,89
11.5.	14	18	12	0	17	13	0	24	6	0	65,56
12.5.	15	18	12	0	17	13	0	21	9	0	62,22
13.5.	16	18	12	0	15	12	3	18	12	0	60,00
14.5.	17	17	12	1	7	14	9	6	22	2	46,67
15.5.	18	5	15	10	5	14	11	3	23	4	42,22
17.5.	20	1	19	10	0	21	9	0	25	5	27,78
19.5.	22	1	20	9	0	21	9	0	26	4	25,56
21.5.	24	0	22	8	0	22	8	0	27	3	21,11
23.5.	26	0	24	6	0	23	7	0	28	2	16,67

Tab. 6 Třídenní přeprava ve vodě

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
28.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	4	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	6	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	9	28	0	0	29	0	0	23	17	0	88,89
9.5.	11	26	4	0	27	3	0	18	12	0	78,89
10.5.	12	26	4	0	27	3	0	18	12	0	78,89
11.5.	13	22	8	0	27	3	0	12	18	0	67,78
12.5.	14	22	8	0	26	4	0	12	18	0	66,67
13.5.	15	18	12	0	12	4	14	12	18	0	62,22
14.5.	16	11	19	0	5	4	21	9	19	2	53,33
15.5.	17	5	25	0	0	7	23	4	19	7	43,33
17.5.	19	0	30	0	1	9	20	0	21	9	33,33
19.5.	21	0	30	0	1	12	17	0	22	8	28,89
21.5.	23	0	30	0	0	14	16	0	23	7	25,56
23.5.	25	0	30	0	0	16	14	0	24	6	22,22

Tab. 7 Čtyřdenní přeprava ve vodě

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
29.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	3	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	5	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	8	21	9	0	22	8	0	24	6	0	74,44
9.5.	10	15	15	0	16	14	0	19	11	0	55,56
10.5.	11	15	15	0	16	14	0	19	11	0	55,56
11.5.	12	14	16	0	16	14	0	17	13	0	52,22
12.5.	13	14	16	0	16	14	0	17	13	0	52,22
13.5.	14	12	16	2	13	17	0	15	15	0	46,67
14.5.	15	11	17	2	7	19	4	11	16	3	42,22
15.5.	16	4	20	6	2	21	7	1	23	6	28,89
17.5.	18	0	24	6	0	23	7	0	25	5	20,00
19.5.	20	0	25	5	0	23	7	0	26	4	17,78
21.5.	22	0	27	3	0	23	7	0	27	3	14,44
23.5.	24	0	28	2	0	24	6	0	28	2	11,11



Tab. 8 Pětidenní přeprava ve vodě

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
30.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	2	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	4	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	7	21	9	0	26	4	0	22	8	0	76,67
9.5.	9	13	17	0	23	7	0	15	15	0	56,67
10.5.	10	11	19	0	22	8	0	15	15	0	53,33
11.5.	11	11	19	0	22	8	0	15	15	0	53,33
12.5.	12	11	19	0	22	8	0	13	17	0	51,11
13.5.	13	11	19	0	17	13	0	10	20	0	42,22
14.5.	14	5	24	1	14	15	1	3	25	2	28,89
15.5.	15	5	24	1	8	16	6	1	26	3	26,67
17.5.	17	0	28	2	2	20	8	0	26	4	17,78
19.5.	19	0	28	2	1	22	7	0	26	4	15,56
21.5.	21	0	29	1	0	24	6	0	27	3	11,11
23.5.	23	0	29	1	0	25	5	0	27	3	10,00

Tab. 9 Jednodenní přeprava v ovariální tekutině

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
26.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	6	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	8	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	11	27	3	0	24	6	0	23	7	0	82,22
9.5.	13	24	6	0	22	8	0	18	12	0	71,11
10.5.	14	22	8	0	22	8	0	18	12	0	68,89
11.5.	15	21	9	0	22	8	0	17	13	0	66,67
12.5.	16	20	10	0	22	8	0	17	13	0	65,56
13.5.	17	17	11	2	13	9	8	15	13	2	63,33
14.5.	18	10	14	6	1	15	14	8	15	7	51,11
15.5.	19	2	20	8	0	15	15	0	22	8	36,67
17.5.	21	0	22	8	0	21	9	1	26	3	23,33
19.5.	23	0	24	6	0	23	7	1	26	3	18,89
21.5.	25	0	26	4	0	26	3	0	27	3	11,11
23.5.	27	0	28	2	0	29	1	0	27	3	6,67

Tab. 10 Dvoudenní přeprava v ovariální tekutině

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
27.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	5	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	7	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	10	24	6	0	28	2	0	26	4	0	86,67
9.5.	12	22	8	0	26	4	0	23	7	0	78,89
10.5.	13	21	9	0	26	4	0	23	7	0	77,78
11.5.	14	21	9	0	20	10	0	19	11	0	66,67
12.5.	15	21	9	0	19	11	0	19	11	0	65,56
13.5.	16	20	10	0	12	17	1	12	18	0	50,00
14.5.	17	20	10	0	8	21	1	7	23	0	40,00
15.5.	18	9	15	6	5	24	1	3	27	0	26,67
17.5.	20	0	24	6	0	29	1	0	29	1	8,89
19.5.	22	0	26	4	0	29	1	0	29	1	6,67
21.5.	24	0	28	2	0	30	0	0	29	1	3,33
23.5.	26	0	29	1	0	30	0	0	29	1	2,22

Tab. 11 Třídenní přeprava v ovariální tekutině

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
28.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	4	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	6	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	9	26	4	0	27	3	0	25	5	0	86,67
9.5.	11	24	6	0	25	5	0	21	9	0	77,78
10.5.	12	23	7	0	25	5	0	21	9	0	76,67
11.5.	13	23	7	0	20	10	0	21	9	0	71,11
12.5.	14	23	7	0	19	11	0	20	10	0	68,89
13.5.	15	16	14	0	13	17	0	20	10	0	54,44
14.5.	16	11	19	0	7	23	0	12	18	0	33,33
15.5.	17	7	23	0	1	29	0	7	23	0	16,67
17.5.	19	0	29	1	0	30	0	1	28	1	3,33
19.5.	21	0	29	1	0	30	0	0	29	1	2,22
21.5.	23	0	29	1	0	30	0	0	30	0	1,11
23.5.	25	0	29	1	0	30	0	0	30	0	1,11

Tab. 12 Čtyřdenní přeprava v ovariální tekutině

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
29.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	3	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	5	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	8	28	2	0	27	3	0	27	3	0	91,11
9.5.	10	27	3	0	25	5	0	25	5	0	85,56
10.5.	11	27	3	0	23	7	0	25	5	0	83,33
11.5.	12	26	4	0	19	11	0	24	6	0	76,67
12.5.	13	26	4	0	19	11	0	24	6	0	76,67
13.5.	14	25	5	0	14	16	0	24	6	0	70,00
14.5.	15	23	7	0	10	20	0	23	7	0	62,22
15.5.	16	17	13	0	8	22	0	18	12	0	47,78
17.5.	18	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00
19.5.	20	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00
21.5.	22	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00
23.5.	24	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00

Tab. 13 Pětidenní přeprava v ovariální tekutině

Datum kontroly	Den pokusu	Opakování 1			Opakování 2			Opakování 3			Přežití (%)
		Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	Živé jikry	Odumřelé jikry	Vykulení jedinci	
30.4.	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
2.5.	2	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
4.5.	4	30	0	0	30	0	0	30	0	0	100,00
7.5.	7	16	14	0	20	10	0	20	10	0	62,22
9.5.	9	3	27	0	11	19	0	10	20	0	26,67
10.5.	10	3	27	0	10	20	0	9	21	0	24,44
11.5.	11	3	27	0	7	23	0	7	23	0	18,89
12.5.	12	3	27	0	6	24	0	7	23	0	17,78
13.5.	13	2	28	0	0	30	0	4	26	0	6,67
14.5.	14	1	29	0	0	30	0	2	28	0	3,33
15.5.	15	1	29	0	0	30	0	0	30	0	1,11
17.5.	17	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00
19.5.	19	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00
21.5.	21	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00
23.5.	23	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0,00

Tab. 14 Porovnání průměrného přežití

	Přeprava ve vodě	Přeprava v ovariální tekutině
Datum kontroly	Přežití (%)	Přežití (%)
26.4.	100	100
27.4.	100	100
28.4.	100	100
29.4.	100	100
30.4.	100	100
4.5.	100	100
9.5.	69,33333333	68
10.5.	68,44444444	66,22222222
11.5.	64,22222222	60
12.5.	62	58,88888889
13.5.	50,88888889	48,88888889
14.5.	44,22222222	38
15.5.	37,33333333	25,77777778
17.5.	26,44444444	7,111111111
23.5.	15,77777778	2

## 10 Abstrakt

Byla testována úspěšnost transportu neoplozených a oplozených uměle vytřených jiker hlavatky obecné z faremního chovu v délce až 5 dnů. Směs jiker od 8 jikernaček byla rozdělena na dvě části. První část byla na místě (1 h po provedeném výtěru) osemeněna uměle vytřeným spermatem (směs od několika mlíčáků) a po promytí oplozených jiker vodou, vložena do vody v plastové uzavíratelné nádobě. Druhá část jiker, spolu s ovariální tekutinou, nebyla osemeněna spermatem a umístěna do další identické nádoby. Obě nádoby byly po dobu následujících 5 dnů, včetně transportu z místa umělého výtěru do místa inkubace uloženy v termoizolačním boxu. Směs odebraného spermatu od 5 mlíčáků byla přechovávána v injekčních stříkačkách, uložených v samostatném izotermickém boxu při teplotě +4 °C. Oba termoizolační boxy byly po dobu 5 dnů umístěny v zavazadlovém prostoru osobního automobilu. U jiker transportovaných ve vodě byla voda dvakrát denně vyměňována. V průběhu prvního dne byly jak jikry, tak sperma, transportovány z místa umělého výtěru na vzdálenost 350 km, do místa inkubace. V následujících dnech bylo s automobilem 3x denně vždy minimálně 0,5 h popojížďeno, s cílem simulovat otřesy vznikající v průběhu transportu. Teplota prostředí u jiker v průběhu transportu byla udržována na 10°C. V jednodenních intervalech od umělého výtěru byly odebírány vzorky, jak oplozených, tak neoplozených jiker. Po jejich napočítání a oplození jiker přivezeným spermatem následovalo jejich promytí a nasazení do malých inkubačních misek se samostatnými přítoky vody a perforací umožňující odtok vody a zabraňující úniku následně vykulených embryí. Nasazováno bylo vždy 30 jiker, ve všech variantách ve 3 opakováních. Inkubační misky byly vloženy na dno mělkého průtočného žlabu napájeného vodou z recirkulačního systému s chovem studenomilných ryb. Průměrná teplota vody v průběhu inkubace byla 12,8 °C. V průběhu inkubace byla sledována mortalita jiker, odstraňovány bílé neoplozené či odumřelé jikry a zaznamenáván líhnutí embryí. U první varianty, po výtěru oplozených jiker transportovaných ve vodě jeden, dva, resp. tři dny, bylo dosaženo líhivosti  $32,2 \pm 21,1$  %,  $27,8 \pm 10,3$  %, resp.  $33,3 \pm 32,1$  %. Po simulovaném transportu v délce čtyři a pět dnů došlo ke snížení výše líhivosti na  $21,1 \pm 1,57$  %, resp.  $15,6 \pm 8,3$  %. Rozdíly mezi všemi výše uvedenými parametry nejsou statisticky průkazné. U druhé varianty, neoplozených jiker transportovaných v ovariální tekutině, bylo při délce transportu jeden den dosaženo srovnatelné výše líhivosti ( $34,4 \pm 11$  %), jako

u oplozených jiker transportovaných ve vodě po dobu jeden až tři dny. Jikry transportované v neoplozeném stavu v ovariální tekutině po delší dobu (dva a tři dny) vykazaly statisticky významné snížení líhivosti na  $7,8 \pm 8,8 \%$ , resp.  $2,2 \pm 1,6 \%$ . U jiker transportovaných v neoplozeném stavu v ovariální tekutině po dobu čtyři a pět dnů byla zjištěna 100% mortalita. Nebyly zjištěny rozdíly při různém způsobu či délce transportu jiker na délku inkubační doby. Experiment prokázal reálnost použití transportu oplozených jiker ve vodě po dobu několika dnů, za výhodnější lze označit transport oplozených jiker ve vodním prostředí.

## 11 Abstract

The success of transporting both unfertilized and fertilized artificially stripped ova of huchen from the farm for up to 5 days was tested. A mixture of ova from 8 females was divided into two parts. The first part was inseminated with artificially stripped sperm (a mixture from several males) on-site (1 hour after stripping), and after rinsing the fertilized ova with water, it was placed in water in a plastic sealable container. The second part of the ova, along with the ovarian fluid, was not inseminated with sperm and was placed in another identical container. Both containers were stored in a thermal insulation box for the following 5 days, including transportation from the site of artificial stripping to the incubation site. The mixture of collected sperm from 5 males was stored in syringes in a separate isothermal box at a temperature of +4°C. Both thermal insulation boxes were placed in the luggage compartment of a passenger car for 5 days. For the ova transported in water, the water was exchanged twice a day. Throughout the first day, both the ova and sperm were transported from the site of artificial stripping to a distance of 350 km to the incubation site. In the following days, the car was driven three times a day for at least 0.5 hour each time to simulate vibrations occurring during transportation. The ambient temperature for the ova during transportation was maintained at 10°C. Samples of both fertilized and unfertilized ova were taken at one-day intervals from the artificial stripping, and after counting and fertilization of the ova with transported sperm, they were rinsed and placed in small incubation dishes with separate water inflows and perforations allowing water flow and preventing the escape of subsequently hatched embryos. Thirty ova were always placed in each variant, with 3 repetitions in all variants. The incubation dishes were placed on the bottom of a shallow flow-through channel supplied with water from a recirculating system with cold-water fish farming. The average water temperature during incubation was 12.8°C. Mortality of the ova was monitored during incubation, white unfertilized or dead ova were removed, and hatching of the embryos was recorded. In the first variant, after stripping the fertilized ova transported in water for one, two, or three days, a hatchability of  $32.2 \pm 21.1\%$ ,  $27.8 \pm 10.3\%$ , and  $33.3 \pm 32.1\%$ , respectively, was achieved. After simulated transportation for four and five days, the hatchability decreased to  $21.1 \pm 1.57\%$  and  $15.6 \pm 8.3\%$ , respectively. The differences between all the aforementioned parameters are not statistically significant. In the second variant, with unfertilized ova transported in ovarian fluid, a comparable hatchability ( $34.4 \pm 11\%$ ) was

achieved after one day of transportation, as with fertilized ova transported in water for one to three days. Unfertilized ova transported in ovarian fluid for a longer period (two and three days) showed a statistically significant decrease in hatchability to  $7.8 \pm 8.8\%$  and  $2.2 \pm 1.6\%$ , respectively. A 100% mortality rate was found for ova transported in unfertilized ovarian fluid for four and five days. No differences were found in the length of the incubation period due to different methods or lengths of ova transportation. The experiment demonstrated the feasibility of using transportation of fertilized ova in water for several days, with transportation of fertilized ova in the aquatic environment being preferable.