

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Diplomová práce

Vliv teploty na oplozenost a líhnivost po krátkodobém skladování neoplozených jiker sumce velkého (*Silurus glanis*)

Autor: Bc. Tadeáš Příbyl

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

Konzultanti diplomové práce: Mgr. Peter Podhorec, Ph.D.

Ing. et Ing. Jaroslav Jelínek

Studijní program a obor: Zemědělská specializace N4106, Rybářství a ochrana vod

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2021

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že, v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů

V Českých Budějovicích 10. 5. 2021

Bc. Tadeáš Příbyl

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu práce prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Radku Luhanovi za poskytnutí generačních ryb, zázemí a prostor na rybí líhni v Mydlovarech k provedení experimentu.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybářství a ochrany vod

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Tadeáš PŘIBYL
Osobní číslo:	V18N003P
Studijní program:	N4106 Zemědělská specializace
Studijní obor:	Rybářství a ochrana vod
Téma práce:	Vliv teploty na oplozenost a líhivost po krátkodobém skladování neoplozených jiker sumce velkého (<i>Silurus glanis</i>).
Zadávací katedra:	Ústav akvakultury a ochrany vod

Zásady pro vypracování

Cílem práce je ověřit možnost krátkodobého skladování (uchovávání) uměle vyřezaných neoplozených jiker sumce velkého v závislosti na teplotě prostředí před jejich osemeněním, oplozením a umělou inkubací s cílem získání vykuleného váčkového plůdku.

Metodický postup práce spočívá ve vypracování literárního přehledu a uskutečnění experimentu. Literární přehled bude zahrnovat problematiku umělé reprodukce sumce velkého s využitím hormonálně indukované ovulace, odběru pohlavních produktů a manipulace s nimi, osemeňování, odlepkování a inkubace jiker. Součástí literárního přehledu budou i informace o vlivu teploty a délky krátkodobého skladování jiker u jiných druhů ryb, zejména teplomilných. Experimentální část bude spočívat v rozdělení neosemeněných jiker bezprostředně po jejich umělém výtěru do samostatných izotermických kontejnerů, v nichž bude udržována teplota 5; 10, 15, 20, 25 a 30 °C. Z nich budou jikry v určených termínech (0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8 a 10 h) odebrány malé vzorky jiker (cca 100 kusů), tyto budou odděleně osemeněny a aktivovány vodou z líhně. K osemenění bude využito předem odebraného spermatu (s využitím imobilizačního roztoku), uchovávaného v chladničce. Po osemenění/oplození a propláchnutí vodu (bez jejich odlepkování), budou jikry podle skupin odděleně nasazeny k inkubaci do skleněných misek (inkubace bude probíhat při obvyklé teplotě 22-24 °C). Voda v miskách bude několikrát denně opatrně vyměňována a teplota evidována. Vyhodnoceno bude % oplozených jiker, %, % vylíhnutých embryí a případně % jedinců, kteří přešli z embryonální do larvální periody života (zahájili příjem potravy po nakrmení živými naupliemi žábřonožky). Neoplozené, resp. odumřelé jikry či plůdky budou při kontrolách průběžně odstraňovány. Všechny sledované parametry budou statisticky vyhodnoceny, včetně vyhodnocení průkaznosti rozdílů.

Rozsah pracovní zprávy:	50-70 stran
Rozsah grafických prací:	dle potřeby (10 grafů)
Forma zpracování diplomové práce:	tištěná

Seznam doporučené literatury:

Andoniou, A. 2019. Vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhivosti při přechovávání neoplozených jiker u lina obecného. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

Kolářová, J., Velišek, J., Nepejchalová, L., Svobodová, Z., Kouřil, J., Hamáčková, J., Máchová, J., Piačková, V., Hajšlová, J., Holandová, K., Kocourek, V., Klimánková, E., Modrá, H., Dobšíková, R., Groch, L., Novotný, L., 2007. Anestezika v rybářství. Edice Metodik (Technologická řada), VÚRH Vodňany, č. 77, 19 s.

Kouřil, J., Hamáčková, J. 1982. Artificial spawning, egg incubation and forced rearing of the sheat – fish (*Silurus glanis*). Práce VÚRH JU, Vodňany, 2: 119-126.

Kouřil, J., Hamáčková, J., Kepr, T., 1981. Umělý výtěr sumce velkého. In: Kouřil, J. (Ed). Reprodukce Genetika Hybridizace Ryb. VÚRH Vodňany a Slovenská

zoologická společnost, lchtyologická sekce, s. 128-134.

Kouřil, J., Polícar, T., Podhorec, P., Stejskal, V. 2020. Hormonální stimulace vybraných druhů ryb k umělému a poloumělému výtěru. FROV JU Vodňany, 94 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.

Linhart, O., Gela, D., Rodina, M. 2001. Umělý výtěr sumce velkého s využitím enzymu při odlepkování jiker. Edice Metodik, VÚRH Vodňany, č. 70, 16 s.

Linhart, O., Kouřil, J., Hamáčková, J. 1987. Increased rate of egg fertilization artificial propagation of sheatfish (*Silurus glanis* L.) by means of suppressing movements of spermatozoa with immobilization solution. *Aquaculture*, 65: 353 – 358.

Regenda, J., 2016. Chov doplňkových (vedlejších) druhů ryb. Ve: Hartman, P., Regenda, J. (Eds.): *Praktika v rybníkářství*. FROV JU, 2. vydání, Vodňany, s. 181-356.

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

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.**
Ústav akvakultury a ochrany vod

Konzultanti diplomové práce: **Mgr. Peter Podhorec, Ph.D.**
Ústav akvakultury a ochrany vod
Ing. et Ing. Jaroslav Jelínek

Datum zadání diplomové práce: **1. března 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **4. května 2020**

Obsah

1	Úvod	10
2	Literární přehled	12
2.1	Biologie sumce velkého (<i>Silurus glanis</i>)	12
2.1.1	Systematické zařazení a geografické rozšíření	12
2.1.2	Biologická charakteristika druhu	14
2.1.3	Popis a poznávací znaky	14
2.1.4	Pohlavní dimorfismus	15
2.1.5	Meristické znaky	16
2.1.6	Potravní nároky	16
2.1.7	Růst	18
2.1.8	Přirozená reprodukce	19
2.1.9	Poloumělý výtěr	20
2.2	Umělý výtěr	20
2.2.1	Chov generačních ryb sumce velkého	22
2.2.2	Zařazení generačních ryb do výtěru	23
2.2.3	Hormonální stimulace generačních sumců	24
2.2.4	Anestezie ryb před umělým výtěrem	25
2.2.5	Výtěr mlíčáků sumce velkého	25
2.2.6	Imobilizační roztok	26
2.2.7	Výtěr jikernaček	27
2.2.8	Osemenění a aktivace jiker a spermií	28
2.2.9	Odlepkování	28
2.2.10	Inkubace jiker a odchov plůdku	30
2.3	Pokusy s krátkodobým skladováním neoplozených jiker	31
3	Materiál a metodika	34
3.1	Materiál	34

3.1.1	Prostory	34
3.1.2	Získání a původ generačních ryb pro vlastní experiment	34
3.1.3	Hormonální přípravek – kapří hypofýza.....	34
3.1.4	Anestetikum	34
3.1.5	Imobilizační roztok	35
3.1.6	Izolační termoboxy	35
3.1.7	Žábronožka	36
3.2	Metodika	36
3.2.1	Vlastní popis experimentu	36
3.2.2	Manipulace a příprava generačních ryb sumce velkého	37
3.2.3	Injikace ryb	37
3.2.4	Příprava termoboxů.....	38
3.2.5	Anestezie.....	41
3.2.6	Imobilizační roztok	42
3.2.7	Kontrola ovulace a spermiace	43
3.2.8	Umělý výtěr mlíčáků	43
3.2.9	Umělý výtěr jikernačky	46
3.2.10	Uložení jiker	47
3.2.11	Umělé osemenění a aktivace jiker	47
3.2.12	Stanovení počtu jiker ve vzorcích.....	50
3.2.13	Stanovení počtu oplozených a neoplozených jiker ve vzorcích	50
3.2.14	Stanovení líhnivosti a přežití	51
3.2.15	Příprava nauplií žábronožky (<i>Artemia sp.</i>).....	51
3.2.16	Nakrmení a stanovení příjmu potravy u larev sumce velkého.....	52
3.2.17	Zpracování dat	54
4	Výsledky.....	55
4.1	Interval latence	55

4.2	Umělý výtěr.....	55
4.3	Oplozenost jiker	56
4.3.1	Oplozenost jiker v závislosti na teplotě skladování a délce skladování před jejich oplozením.....	56
4.3.2	Oplozenost jiker v závislosti na čase skladování (bez zahrnutí vlivu teploty skladování).....	58
4.3.3	Oplozenost jiker v závislosti na teplotě skladování (bez zahrnutí vlivu času skladování).....	59
4.4	Líhnivost	60
4.4.1	Líhnivost jiker v závislosti na teplotě skladování a délce skladování před jejich oplozením.....	60
4.4.2	Líhnivost jiker v závislosti na teplotě skladování (bez zahrnutí vlivu času skladování).....	62
4.4.3	Líhnivost jiker v závislosti na čase skladování (bez zahrnutí vlivu teploty skladování).....	63
4.5	Zahájení příjmu potravy	64
4.5.1	Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování a době skladování neoplozených jiker před jejich oplozením (vypočteno z líhivosti)	64
4.5.2	Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením bez zahrnutí vlivu délky skladování (vypočteno z líhivosti).....	67
4.5.3	Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti délce skladování neoplozených jiker před jejich oplozením bez zahrnutí vlivu teploty skladování (vypočteno z líhivosti).....	68
4.5.4	Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování a době skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker.....	69

4.5.5	Zahájení příjmu potravy u vykultovaných jedinců v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu délky skladování).....	72
4.5.6	Zahájení příjmu potravy u vykultovaných jedinců v závislosti délce skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu teploty skladování).....	73
5	Diskuze.....	75
5.1	Umělý výtěr.....	75
5.2	Oplozenost jiker.....	76
5.3	Líhivost.....	78
5.4	Zahájení příjmu potravy.....	80
6	Závěr.....	82
7	Seznam literatury.....	84
8	Seznam obrázků.....	91
9	Seznam tabulek.....	93
10	Seznam grafů.....	94
11	Přílohy.....	95
12	Abstrakt.....	99
13	Abstract.....	101

1 Úvod

Sumec velký (*Silurus glanis* L., 1758) je hospodářsky velmi ceněný sladkovodní dravý druh ryby, který lze s úspěchem chovat v intenzivní akvakultuře ve vysokých hustotách. Taktéž je důležitou rybou v rybníkářství, kde slouží k potlačení nežádoucích druhů ryb, a také je využíván jeho biomeliorační efekt ve vodárenských nádržích. Sumec velký disponuje vysokou ekonomickou hodnotou díky svému rychlému růstu a chutnému masu. Jeho produkce probíhá v mnoha evropských zemích. Evropská produkce dosahovala 100 t v roce 1990 a od té doby se pravidelně zvyšuje. V roce 2010 dosahovala 1499 t a v roce 2018 dokonce 2026 t. Se zvyšující se produkcí sumce velkého je zapotřebí dodávat kvalitní násadový materiál a pro získání kvalitního násadového materiálu a pokrytí poptávky je zapotřebí provádět odpovídající postup při umělém výtěru sumce velkého.

Právě optimalizací umělého výtěru se v poslední době zabývala celá řada autorů, kdy ovogenezi a spermatogenezi popsali včetně reprodukčních ukazatelů Legendre a kol. (1996), umělý výtěr jikernaček popsali Kouřil a kol. (1996), výtěrem mlíčáků se zabývali Linhart a Billard (1995), osemeněním Linhart a kol. (1997), kvalitu spermií zkoumali Saad a Billard (1995), ucelenou metodiku umělého výtěru sumce popsali Kouřil a kol. (1992), poté došlo ke značným změnám v přístupu k umělé reprodukci, jako je použití několikanásobné hypofyzace u mlíčáků, která zajistí lepší stimulaci spermiace (Linhart a kol. 1995), také došlo k optimalizaci inseminace a aktivaci jiker za použití nového imobilizačního a aktivačního roztoku (Linhart, 1997; Linhart a kol. 1997). Dále došlo k ověření potřeby množství krmných ryb při přípravě generačních sumců (Kouřil a kol. 1996b) a v neposlední řadě také zavedení enzymu k odlepkování jiker po jejich aktivaci Linhartem a kol. (2001) a následně k upravení koncentrace roztoku enzymu, jak uvádí Kouřil a kol. (2021).

Jedním z dílčích problémů při umělé reprodukci sumce velkého v provozních podmínkách rybích líhní je doba skladování vytřených (neoplozených) jiker po umělém výtěru, než dojde k jejich aktivaci a následné inkubaci. Právě doba skladování a teplota, při které se neoplozené jikry skladují, může být důležitým faktorem pro získání životaschopného potomstva.

Cílem této práce je ověřit možnost krátkodobého uchování uměle vytřených neoplozených jiker sumce velkého v závislosti na teplotě prostředí před jejich

osemeněním, oplozením a umělou inkubací s cílem získat váčkový plůdek (zahájení příjmu potravy), dalšími hodnotícími parametry je oplozenost a líhivost jiker.

V minulosti byly provedeny obdobné pokusy na krátkodobé skladování neoplozených jiker u jiných druhů ryb. Flokovič (2011) a Borůvka (2017) provedli experiment na krátkodobé uchovávání jiker u keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*). Krátkodobým skladováním se také zabýval Andoni (2019), ale na línovi obecném (*Tinca tinca*). Také Samarin a kol. (2016ab) se zabývali touto problematikou u okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a štiky obecné (*Esox lucius*), kde navíc vyhodnocovali množství malformací a ploidních anomálií u larev ryb. Také u jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) byl zkoumán vliv délky skladování ovulovaných jiker v závislosti na teplotě skladování (Let, 2016). V současnosti probíhá testování možnosti skladování neoplozených jiker u hlavatky podunajské (*Hucho hucho*) (Kouřil, osobní sdělení).

Tato diplomová práce se skládá ze dvou částí, literární rešerše, která se věnuje biologii sumce, umělé reprodukci a dřívějším pokusům s krátkodobým skladováním neoplozených jiker, a praktické části, ve které bude proveden a vyhodnocen experiment zaměřující se na vliv teploty a délku skladování neoplozených jiker. Naší testovanou hypotézou je, jaký vliv má teplota a délka skladování na neoplozené jikry sumce velkého a na následné reprodukční parametry, jako je oplozenost, líhivost a začátek příjmu potravy u larev sumce velkého, tedy získání životaschopného potomstva.

2 Literární přehled

2.1 Biologie sumce velkého (*Silurus glanis*)

2.1.1 Systematické zařazení a geografické rozšíření

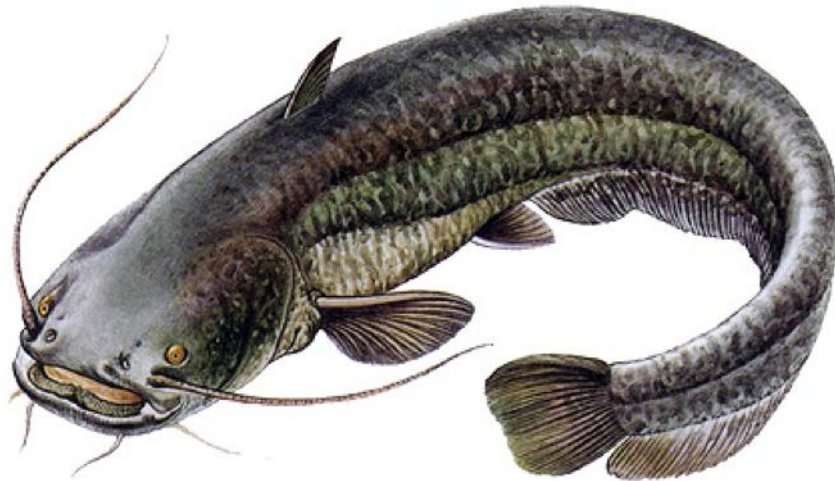
Nadtřída: ryby kostnaté (*Osteichthyes*)

Třída: paprskoploutví (*Actinopterygii*)

Řád: sumci (*Siluriformes*)

Čeleď: sumcovití (*Siluridae*)

Rod: sumec (*Silurus*)



Obrázek 1 Sumec velký (*Silurus glanis*) (autor Rybářství Mrhal).

Obrázek 2 Schéma neurohormonálního řízení ovulace u ryb a možnosti hormonální indukce umělého výtěru (podle Kouřila a kol., 1999).
Obrázek 3 Sumec velký (*Silurus glanis*) (autor Rybářství Mrhal).

Sumec velký (*Silurus glanis*, Linnaeus, 1758) je původně euroasijský druh, který se vyvinul v Asii a následně se rozšířil na západ (Bornbusch, 1995). Migrací přes Kaspické, Černé a Aralské moře se dostal do evropských řek, konkrétně do Dunaje, Dněpru a Volhy (Lever, 1977). Migrace podél pobřežních oblastí zde byla usnadněna poměrně nízkou salinitou, ke které jinak není sumec velký příliš tolerantní (Udrea, 1977; Linhart a Billard, 1992; Stolyarov a Abusheva, 1997).

Původní oblast rozšíření sumce velkého se rozkládá od Německa směrem na východ do Polska, na sever až na jih Švédska, na jih do jižního Turecka a na sever Iránu. Areál výskytu se táhne i přes pobaltské státy, až k Rusku (Greenhalgh, 1999), jeho

výskyt pokračuje i v Aralském moři v Kazachstánu a Uzbekistánu (Phillips a Rix, 1988). V povodí Baltského, Kaspického a Černého moře je taktéž obecně rozšířen. Vyskytuje se také v povodí řeky Něvy, Oněžském i Ladožském jezeře (Baruš a Oliva, 1995b).

Sumec velký se také rozšířil jako nepůvodní druh minimálně do sedmi evropských zemí. Soběstačné populace založil v šesti z nich (Elvira, 2001). Z těchto sedmi zemí byl vymýcen v Dánsku a Finsku (Froese a Pauly, 2007), ačkoli některé výzkumy jeho výskyt v Dánsku i nadále potvrzují (Elvira 2001; DK Zoologisk Museum og Danmarks Fiskeriundersøgelse, 2007).

V západní Evropě byl introdukovan například do Velké Británie v 19. století. První z těchto lokalit, kde byl jeho výskyt potvrzen, byla jezera Woburn Abbey a Bedfordshire (Lever, 1977; Davies a kol., 2004), zde nemohlo dojít k jeho přirozenému rozšíření, ale musel být uměle vysazen (Wheeler, 1974). Z jezera Woburn poté došlo k postupnému šíření do okolních vod (Phillips a Rix, 1988). V současné době se sumec velký vyskytuje na celém území Velké Británie (Fraser, 1979). Jeho největší rozšíření je na jihovýchodě země a v okolí Midlands (Clarke, 2005). Založení soběstačné populace, která by byla reprodukce schopná, se zdá být zatím neúspěšné, a to z důvodu relativně nízkých teplot (David, 2006), a proto zde dosud nebyla přirozená reprodukce sumce velkého prokázána (Copp a kol., 2007).

Rozšíření sumce po celé Evropě souvisí s rozvojem akvakultury s rostoucí oblibou sportovního rybolovu (Copp a kol., 2007), a to z důvodu velikosti sumce a četnosti úlovků. Na začátku 20. století byl sumec dovezen do Itálie za účelem chovu v akvakultuře, byl také vysazen do soukromých rybářských revírů (Gandolfi a Giannini, 1979; Boldrin a Rallo, 1980). V období od 30. let 20. století se začaly objevovat první jeho exempláře také v místních řekách (Gandolfi a Giannini, 1979; Boldrin a Rallo, 1980).

Dalším důvodem pro rozšíření sumce velkého byla jeho biomanipulační schopnost, která spočívá v efektivním predačním tlaku na kaprovité ryby, proto byla vysazena populace sumce pocházející z Maďarska do nizozemských kanálů. Tato introdukce vyústila v náhodný únik do dalších vod v zemi (Boeseman, 1975).

V roce 1857 byl sumec velký také introdukovan do Belgie a Francie z východní Evropy, a to za účelem chovu v akvakultuře. Předpokládá se podobný scénář nechtěného rozšíření sumce velkého jako v Nizozemí, nicméně archeologické výzkumy doložily, že sumec velký je původním druhem v těchto zemích a jedná se tedy o reintrodukci (Van Neer a Ervynck, 1993; Volz, 1994).

Sumec velký byl také zavlečen do severní Afriky, výzkumy dokládají jeho přítomnost v Alžírsku a Tunisku (Froese a Pauly, 2007).

2.1.2 Biologická charakteristika druhu

Sumec velký obývá především velké řeky, jezera a pobřežní oblasti s nízkou salinitou. Primárně vyhledává lokality s dostatkem přirozené potravy, což splňují právě jezera a nížinné řeky (Wolter a Vilcinskas 1996; Wolter a Freyhof 2004). Sumcovi také není cizí prostředí, které má členité dno s dostatkem různých úkrytů. Jako úkryty mu slouží různé kořenové systémy, vyvrácené stromy, balvany, zatopené křoviny a podobně (Baruš a Oliva, 1995b).

V zimním období, kdy sumci hibernují, vyhledávají klidné úseky řek, především hluboké tůně, různé prohlubně a koryta řek. Přečkávají zimu ve stojatých vodách, ve spodní části vodního sloupce nebo na měkkém bahně (Lelek a kol., 1964; Lelek, 1987).

Geografické rozložení sumce nám ukazuje jeho velkou adaptabilitu na různá klimatická podnebí a toleranci k relativně nízkým teplotám (Hilge, 1985), i přesto, že jeho fyziologická optimální teplota je 25–27 °C. Nižší teploty mohou inhibovat expresi některých biologických znaků, jedná se například o somatický růst (David, 2006; Britton a kol., 2007).

Sumec velký nepatří mezi druhy s vysokými požadavky na kyslík (Lelek, 1987), protože jeho krev obsahuje 30–35 % hemoglobinu, díky čemuž může využívat malé množství kyslíku s tolerancí 3–3,5 mg/l (Mihálik, 1995). Je také poměrně odolný vůči znečištění vod (Lelek, 1987).

Telemetrické studie nám ukázaly teritoriální chování u sumce velkého (Carol a kol., 2007b). Přes den se nachází především v příbřežních partiích, které využívá k odpočinku. Jsou to místa zarostlá vodní vegetací a kořenové systémy (Abdullayev a kol., 1978; Bruton, 1996; Carol a kol., 2007a, 2007b). Jeho aktivita vrcholí během noci, kdy opouští svá denní teritoria za účelem nalezení potravy (Pohlmann a kol., 2001; Carol a kol., 2007a, 2007b). K úspěšnému lovu dopomáhají sumci vyvinuté senzory a orgány (Bruton, 1996).

2.1.3 Popis a poznávací znaky

Pro sumce velkého je typická široká hlava, která je zploštělá shora přecházející v protáhlé tělo. Směrem k ocasu se jeho tělo zužuje a je kryto silnou slizkou kůží, která

není opatřena šupinami. Při pohledu na jeho hlavu jsou patrná široká ústa s masitými pysky. Husté jemné ozubení je patrné na dolní čelisti, na mezičelistních kostech a kosti radličné. Dolní čelist svou délkou přesahuje horní čelist, která je bez ozubení a je zakrnělá, ale vybavená dvěma vousky v blízkosti ústních koutků. Na každé straně se tak nachází jeden dlouhý vous, který při natažení směrem dozadu přesahuje konec prsních ploutví. Dolní čelist je naopak opatřena dvěma páry kratších vousků. Sumec velký je celkem vybaven šesti vousky. Na hlavě se nachází dvě malé oči. Dobře vyvinutá je postranní čára. Velmi drobná je hřbetní ploutev a není vybavena tvrdými paprsky, naopak řitní ploutev je pro sumce typicky dlouhá a zasahuje od řitního otvoru až po ocasní ploutev. Ocasní ploutev je zaoblená a drobná. Délka hlavy, trupu a ocasu je v poměru 5 : 7 : 18 (Baruš a Oliva, 1995b; Hanel a Lusk, 2005; Dubský a kol., 2003).

Zbarvení sumce je poměrně variabilní a jeho základem je olivově šedozelená barva a tmavě modrošedá. Hřbet sumce bývá někdy nahnědlý, ale převážně je tmavý do modročerné barvy. Boky sumce mohou být více či méně opatřeny mramorovanou kresbou, ta zasahuje i na řitní ploutev, jinak jsou boky špinavě nažloutlé a světlejší. Břicho sumce je opatřeno síťováním, tečkami či šedými skvrnami, které jsou také na žlutobílém podkladu. Ojediněle se vyskytují bílí albinotičtí jedinci.

Sumec velký patří mezi naší největší rybu a může dorůst až do velikosti 250–300 cm a dosahovat hmotnosti přes 100 kg (Hanel a Lusk, 2005).

2.1.4 Pohlavní dimorfismus

U sumce velkého se projevuje pohlavní dimorfismus, a to zejména tvarem papily. Jikernačka má papilu širší, vypouklou a s větším otvorem, většinou bez pigmentace. Mlíčáci mají papilu užší, plochou, s menším otvorem a často pigmentovanou.

Za méně spolehlivý znak pohlavního dimorfismu je uváděno hrubší vroubkování prvního ploutevního paprsku prsních ploutví (Dubský a kol., 2003). V minulosti se také uváděl rozdíl ve tvaru a šířce hlavy, kdy mlíčáci měli mít hlavu hranatější a širší než jikernačky, a tmavší zbarvení břišní partie (Mihálik, 1968; Horoszewicz, 1971; Sedlár a Žitňan, 1977). Kouřil a kol. (1981) ověřili úspěšnost uváděných pohlavních rozdílů a došli k závěru, že jsou značně nespolehlivé. Jako jediný spolehlivý znak uvádějí tvar a zbarvení urogenitální papily.

Studie rovněž ukazují, že mlíčáci sumce velkého mají rychlejší růst než jikernačky a také rychleji dosahují pohlavní zralosti. Rozdíl je patrný rovněž ve hmotnosti, kdy

mlíčáci bývají těžší než jikernačky při stejné celkové délce těla (Ciocan, 1979). Růst je do věku 4–5 let relativně podobný, poté mlíčáci rostou rychleji (Mohr, 1957).

Někteří autoři uvádějí patrné rozdíly také u mladších jedinců. Ciocan (1979) udává rozdíly už u dvouletých ryb. Hochman (1969) tyto rozdíly pozoruje dokonce u jednoletých ryb.

Rozdíly v délce těla přibývají s věkem (Harka, 1984). Hochman (1967) při studiích v dánských vodách zjistil rozdíly u sumce velkého mezi mlíčákem a jikernačkou ve věku deseti let okolo 10 cm. Mihálik (1995) u šestnáctiletých ryb udává rozdíl v celkové délce okolo 15 cm a Bizjaev (1952) u ryb ve věku 18 a více let udává rozdíl v délce asi 20 cm ve prospěch mlíčáků.

2.1.5 Meristické znaky

Ploutevní vzorec:

H 3–5, P I, 14–17, B 11–13, Ř 77–92, O 17–23

Hřbetní ploutev sumce velkého se skládá ze 3–5 měkkých paprsků, prsní ploutev z jednoho tvrdého paprsku a 14–17 měkkých, břišní ploutev tvoří 11–13 měkkých paprsků, řitní je tvořena 77–92 měkkými paprsky a ocasní ploutev je ze 17–23 měkkých paprsků (Baruš a Oliva, 1995b; Dubský a kol., 2003).

2.1.6 Potravní nároky

Sumec patří mezi oportunisty, omnivory, jeho potravu často tvoří široké spektrum ichtyofauny v jeho přirozeném prostředí (Stolyarov, 1985). Složení potravy se u sumce mírně mění s věkem, obvykle převládá kořist o vhodné velikosti, která se nejhojněji vyskytuje v jeho přirozeném prostředí (Omarov a Popova, 1985).

Přechod na exogenní výživu začíná u sumce kolem pátého dne po vykulení (Bruyenko, 1971). Po spotřebování žlutkového váčku, v této době dosahuje délky kolem 14–15 mm a hmotnosti 17–20 mg (Kouřil a kol., 1992), larvy sumce velkého vyhledávají velmi aktivně potravu, a to jak na dně, tak i ve sloupci (Mihálik, 1995).

Na začátku exogenní výživy přijímá převážně zooplankton v zastoupení buchanek (*Cyclopoidea*), nejmenších vývojových stádií pakomárů (*Chironomidae*), chrostíků (*Trichoptera*), jepic (*Ephemeroptera*), pošvatek (*Plecoptera*), drobných perlooček (*Cladocera*) a dalších vodních bezobratlých (Baruš a Oliva, 1995).

Ve velikosti 20–55 mm převládají ve výživě plůdku sumce larvy jepic a pakomárů (Baruš a Oliva, 1995b). Během prvního roku života, kdy dosahuje velikosti 5–12 cm, se se zvyšující se velikostí zaměřuje více na lov rybího potěru o velikosti 3–3,3 cm (Bruyenko, 1971).

U sumce velkého o celkové délce těla 4–7 cm byla zaznamenána pestrá potrava, ale v některých případech se skládá výhradně z bezobratlých organismů (Orlov a Popova, 1987). Výzkumy ukazují, že spektrum potravy je u sumce velkého mnohem větší než u štiky obecné (*Esox lucius*, Linnaeus, 1758) a candáta obecného (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), sumec dokáže efektivněji a komplexněji využívat předkládané spektrum potravy (Bekbergenov a Sagitov, 1984; Mihalik, 1995).

V detekci potravy sumci velkému pomáhají různá pomocná ústrojí. Je dobře přizpůsoben životu ve sladkých vodách s nízkou viditelností i přesto, že má malé a zakrnělé oči (Bruton, 1996). Chuť cítí nejen v dutině ústní, ale také na pyskách, vouskách, ploutvých a kůži pokrývající hlavu a tělo. Má receptory, díky kterým dokáže rozpoznat sladkou, kyselou, hořkou a slanou chuť (Malyukina a Martem'yanov, 1981). Disponuje velkým čichovým ústrojím vybaveným vnitřní sliznicí. Ta je zřasena četnými záhyby a pokryta čichovým epitelem. (Devitsina a Malyukina, 1977). Detekce potravy je založena především na těchto smyslech (Mihálik, 1995).

Sumec je dále vybaven elektroreceptivním systémem, který mu pomáhá při vyhledávání kořisti (Bretschneider, 1974), díky němu je velice citlivý na zvuky ve vodním prostředí. Předpokládá se, že nepohyblivé obratle připojené k hlavě srostly a vytvořily Weberův aparát (Mihálik, 1995). Tento sluchový orgán v lebce společně s plynovým měchýřem tvoří efektivní zvukový rezonátor (Maitland a Campbell, 1992).

Sumec velký dokáže vyhledávat kořist za pomoci hydrodynamické detekce. Kořist za sebou zanechává hydrodynamické stopy, které vytváří při plavání. Sumec je schopný přesně detekovat tento pohyb a usnadňuje mu to lov v úplné tmě (Pohlmann a kol., 2001).

Také vousky sumce jsou vyvinuté a citlivé k rozpoznání pachů, z tohoto důvodu může sumec pronásledovat a snadno nalézt svou kořist, která ze sebe vylučuje chemické látky, které sumec dokáže detekovat (Malyukina a Martem'yanov, 1981).

Díky vysoce rozvinutým smyslům pro vnímání chutí a pachů je jeho závislost na zraku snížena, a přesto je mu umožněna orientace v prostoru, detekce kořisti a její následný lov (Malyukina a Martem'yanov, 1981; Pohlmann a kol., 2001), s čímž souvisí vysoká noční predační aktivita (Anthouard a kol., 1987).

Slavík a kol. (2012) porovnávali v laboratorních podmínkách, jak familiarita ovlivňuje pohybovou aktivitu při obsazování úkrytů. Pro experiment byly využity dvě skupiny juvenilních sumců. Tyto dvě skupiny se mezi sebou neznaly, ale znali se mezi sebou jedinci každé skupiny. Bylo pozorováno obsazování předložených úkrytů. Z dosažených výsledků je patrné, že jedinci, kteří se mezi sebou znali, jsou schopni rychlejšího obsazení předložených úkrytů než familiární jedinci v kombinaci s nefamiliárními jedinci. Taktéž bylo prokázáno, že rychlost obsazování úkrytů se snižovala se znalostí prostředí. Nejefektivnější skupina v obsazování předložených úkrytů byla skupina s familiárními jedinci v porovnání se všemi ostatními testovanými skupinami, tedy s familiárními jedinci s neznalostí prostředí, nefamiliárními jedinci s znalostí prostředí a neznalostí prostředí.

2.1.7 Růst

Sumec velký je druh, pro který je charakteristický velmi rychlý růst (Orlova, 1989). Nejintenzivnější růst je v prvním roce života, kdy může dosáhnout 38–48 cm celkové délky těla (Orlova, 1989). Jeho intenzivní růst pokračuje přibližně do věku 6–7 let, ale intenzita se postupně zpomaluje. Wheeler (1969) i Maitland a Campbell (1992) udávají celkovou délku po prvním roce života mezi 20–30 cm, ve druhém roce okolo 40 cm. Mezi 6–7 rokem dosahuje délky okolo 100 cm (Wheeler, 1969).

Pohlavní dospělosti dosahuje sumec mezi 3–4 rokem svého života. Roční přírůstek se snižuje o 5–7 cm od čtvrtého roku života. Z počátku svého života sumec nedosahuje příliš vysokých hmotností, ta se intenzivně zvyšuje až s jeho věkem, do cca 20–30 let (Hochman, 1966).

Růst sumce je ovlivněn ročním obdobím, největších přírůstků dosahuje hlavně v jarních a letních měsících (Maitland a Campbell, 1992). Dále je ovlivněn teplotou vody a dostatkem potravy (Lelek, 1987; Greenhalgh, 1999), protože teplota vody ovlivňuje metabolické procesy trávení. Sumec velký není schopen trávit potravu při teplotě pod 10 °C. Optimální teplota pro růst a využití potravy je v rozmezí 25–28 °C, při poklesu teploty pod 23 °C až 15 °C je konverze potravy snížena až o polovinu (Hilge, 1985).

Růst sumce velkého je vysoce variabilní (Harka, 1984), závisí na lokalitě, a proto geografické rozdíly výskytu sumce mohou ovlivňovat ontogenetický vývoj. Ve studené vodě desetiletý sumec může dosahovat hmotnosti pouhých 2 kg (Greenhalgh, 1999). Jedinci stejného věku a délky mohou dosahovat různé hmotnosti. (Hochmann, 1966;

Ciocan, 1971). Délka a hmotnost jedinců je ovlivněna velkým množstvím faktorů, jako například nedostatečnou potravní základnou a nadměrným rybolovem.

2.1.8 Přirozená reprodukce

Cyklický proces je řízen hormony, reprodukce je ovlivněna abiotickými faktory, jako je například teplota vody a fotoperioda dne (Maitland a Campbell, 1992). Sumec velký přečkává zimu na zimovištích, ta tvoří většinou hluboká místa, která jsou mimo hlavní proud toku. Na konci března až dubna, kdy teplota dosahuje 8–10 °C, se začínají přesouvat (Berg, 1949; Shikhshabekov, 1978), absolvují migraci na krátkou vzdálenost proti proudu toku, aby se dostali na místa výtěru (Lelek, 1987). Na dolním toku řeky Dunaje probíhá tato migrace už v únoru a březnu, kdy teplota vody teprve dosahuje teploty kolem 4–6 °C (Ciolac, 2004). Ve střední Evropě zpravidla probíhá od konce března do začátku dubna a ve východní Evropě od konce května do června. Párování samců a samic probíhá už během migrace. Sumci ve volných vodách na trdliště připlouvají již v párech (Mihálik, 1995). K vytírání dochází v proudných vodách (řekách), tak i ve vodách stojatých (jezera, rybníky a údolní nádrže). Tření probíhá zpravidla v noci, kdy teplota vody dosáhne minimálně 18–22 °C (Mohr, 1957; Lever, 1977; Shikhshabekov, 1978). Výtěr většinou bývá od půlky května do půlky června na jihu Evropy a od července do srpna na severu Evropy (Greenhalgh, 1999). Preferovaným výtěrovým substrátem jsou kořínky a kořenové systémy stromů, keřů a vlášení vodních rostlin, jež poskytují dostatečný úkryt (Baruš a Oliva, 1995b; Greenhalgh, 1999), taktéž místa pokrytá vodní vegetací nebo místa, kde dochází k rozlivu řek do okolí, například delty velkých řek (Berg, 1987; Horvath a kol., 1992; Copp a kol., 2009).

Po výtěru mlíček sumce zůstává na trdlišti a hlídá hnízdo několik dní, zajišťuje kolem vytřených jiker cirkulaci vody za pomoci ocasní ploutve, kdy opakovanými pohyby rozdmýchává okolní vodu. Zajišťuje tak dostatečný přísun kyslíku pro jikry a taktéž je proudem vody zbavuje nežádoucích nečistot. Samec dále hlídá vytřené jikry před predátory (Horvath a kol., 1992; Copp a kol., 2009).

Po skončení výtěrového období sumec migruje zpět na místo svého stálého výskytu pro načerpání nových sil (Lelek, 1987), sumci jsou velice teritoriální. I z tohoto důvodu migrace většinou není rozsáhlá, ale ve vodách s nízkou hustou jedinců jsou ochotní migrovat i na delší vzdálenosti.

2.1.9 Poloumělý výtěr

Poloumělý výtěr je nejčastěji realizován v sádkách nebo v manipulačních rybníčcích na uměle vyrobená výtěrová hnízda. Tato hnízda se nejčastěji vyrábějí ve tvaru trojbokého jehlanu nebo ve střechovitém tvaru. Na konstrukci se nejčastěji používá ocelová nebo dřevěná kulatina. Konstrukce se staví do výšky 1–1,5 m. Na vyrobenou konstrukci se připevňují kořínky olší, ostřic nebo vrb. Hnízda musí být přenosná pro snadnou manipulaci a jejich následné přenesení (Dubský, 1998).

Vyrozená hnízda se umístí do připravených sádek nebo manipulačních rybníčků, a to ve vzdálenosti minimálně 5 m od sebe, lépe však 10 m. Sádka se zaplavuje pouze do takové výšky, aby nad hladinu neustále vyčnívaly vršky vyrobených hnízd z důvodu následné lepší kontroly natřených jiker na vyrobeném výtěrovém hnízdě. Nasazuje se počet generačních párů v poměru 1 : 1 na připravená hnízda. Generační ryby se nasazují o podobné velikosti. (Dubský, 1998).

K samotnému výtěru dochází při teplotě 20–22 °C. Pokud je výtěr úspěšný, vytřené jikry chrání mlíčák. Poté se samotná hnízda přenášejí do žlabů, resp. rybníků, kde bude probíhat jejich následný odchov. Přenesení musí být zrealizováno nejpozději 12 hodin před plánovaným líhnutím (Čítek a kol., 1998; Stráňai, 2000; Horváth a kol., 2002) nebo samotný odchov probíhá v sádce či výtěrovém rybníčku, kde ale musí být odloveni generační sumci za pomoci snížení vodní hladiny. V tomto případě je nezbytné, aby po celou dobu snížení vodní hladiny byla hnízda kropena vodou a nedošlo k jejich zaschnutí. Generační sumci se také mohou slovit za pomoci elektrického agregátu (Dubský, 1998).

2.2 Umělý výtěr

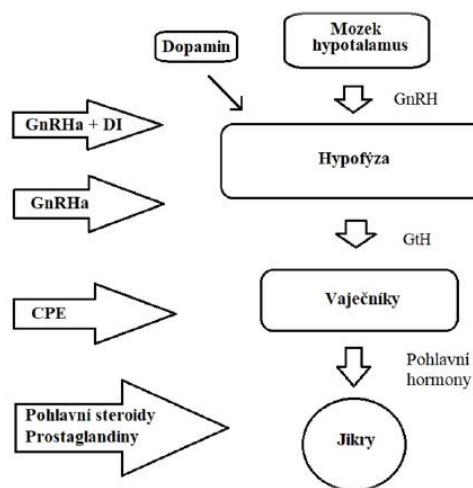
Umělý výtěr, který je prováděn za pomoci hormonální indukce spermiace a ovulace, patří k nejběžnějším způsobům řízeného rozmnožování u hospodářsky významných druhů ryb, jako jsou ryby tržní, okrasné, sportovně využívané, tak i u druhů ryb ohrožených.

Pochopení neurohormonálně řízeného procesu reprodukce je velice důležité pro následující úspěšné hormonální indukce ovulace a spermiace ryb. Umělý výtěr je ovlivňován vnějšími a vnitřními faktory. Mezi vnější faktory se řadí hlavně fotoperioda (světelný režim dne), jedná se převážně o změnu délky dne a noci. Dalším významným faktorem je teplota, hydrochemické vlastnosti vody, čímž je míněno její proudění, výška

vodního sloupce, obsah rozpuštěných plynů (kyslíku, soli a další specificky účinné látky jako například pH). Také výtěrový substrát, přítomnost druhého pohlaví a jiné, patří mezi důležité vnější faktory. Stav reprodukčních orgánů, zdravotní stav a výživný stav patří také mezi vnější vlivy. Všechny tyto faktory jsou analyzovány centrální nervovou soustavou a také za pomoci žlázy s vnitřní sekrecí.

Součástí mozku je hypothalamus, zde dochází k produkci spouštěcího hormonu tzv. gonadotropinu (GnRH), který má vliv na hypofýzu. Hypofýza za pomoci gonadotropinu (GtH) sekretovaného do krevního řečiště signál zesiluje. A tím se tento Gonadotropin uplatňuje v pohlavních žlázách, a to jak ve vaječnicích, tak i ve varlatech. A právě vaječníky a varlata (pohlavní žlázy) vylučují pohlavní hormony steroidní povahy, které ovlivňují závěrečné zrání jiker, také jejich ovulaci i analogické procesy u spermatu.

Nejhojněji využívaným způsobem hormonálně indukovaného umělého výtěru u ryb je výtěr za pomoci hypofyzárních injekcí. Nejhojněji u nás chovanou rybou je kapr obecný, který je relativně univerzálním donorem gonadotropinu (GtH). Což je značná výhoda, protože je možné využívat kapři hypofýzu u velkého druhového spektra ryb za účelem dosažení jejich ovulace a spermiace (Kouřil a kol., 1999).



Obrázek 4 Schéma neurohormonálního řízení ovulace u ryb a možnosti hormonální indukce umělého výtěru (podle Kouřila a kol., 1999).

Obrázek 5 Schéma neurohormonálního řízení ovulace u ryb a možnosti hormonální indukce umělého výtěru (podle Kouřila a kol., 1999).

2.2.1 Chov generačních ryb sumce velkého

Kouřil a kol. (1992) uvádějí, že pro úspěšný chov generačních sumců je zapotřebí zajistit vhodné životní prostředí. K chovu lze využít rybníky o různé výměře, zpravidla se jedná o rybníční plochy o výměře 0,1–0,5 ha, maximální hloubka vody by se měla pohybovat od 1,5 m do 2 m. Pro generační sumce můžeme také využít vodní plochy, které jsou mírně zabahněné, částečně zarostlé a kde můžeme korigovat průtok vody. Biomasa generačních ryb by neměla překročit 50 kg/ha vodní plochy.

Důležitým faktorem pro chov a správnou přípravu generačních ryb k umělému výtěru je zajištění dostatečného množství potravní ryby a taktéž její vhodné druhové skladby, a to po celý rok. Z výsledků Shikhshabekov (1978), Wisniewolski, (1988), Hochmana (1967) a Orlova (1987) vyplývá, že rozhodujícím obdobím pro kvalitní reprodukci sumce velkého není pouze období před výtěrem (duben až červen), ale už období po výtěru (od července do září minulého roku), kdy dochází k formování oocytů ve III. stupni zralosti. Kouřil a kol. (1992) doporučují přisadit až dvojnásobné množství krmných ryb na biomasu sumců a Steffens a kol. (1994), dokonce udávají až čtyřnásobné množství ryb. V novějším výzkumu Kouřil a kol. (1996b) zjistili, že při nižší spotřebě potravní ryby dosáhli menších přírůstků, což vedlo u sumce k vyšší nebo stejné relativní plodnosti v době výtěru. Preferované druhy potravních druhů ryb u sumců jsou v následujícím pořadí: lín obecný, kapr obecný, plotice obecná, perlín ostrobřichý a okoun říční ve velikostech od 0,05 kg do 0,5 kg. Mezi preferované druhy nepatří cejn velký a cejnek malý, a to zejména ve velikostech nad 0,2 kg (Kouřil a kol., 1992).

Ve vhodných rybnících (viz výše) se společně odchovávají jak mlíčáci, tak i jikernačky sumce velkého. Generační sumci se sem nasazují po jejich výtěru a jsou zde odchováni až do jarní selekce. Linhart a kol. (2001) udávají jako nejvhodnější období pro selekci sumců měsíc duben, kdy je nejlepší generační sumce rozdělit do 4 základních skupin:

- Jikernačky vhodné k výtěru vyznačující se dobrou kondicí a nasazením ovárií
- Mlíčáci vhodní k výtěru vyznačující se dobrou kondicí
- Negativně selektované ryby, které se opět vysadí zpět do chovného rybníka
- Negativně selektované ryby nadměrné velikosti nepoužívané k výtěru z důvodu špatné manipulace a velké spotřeby krmných ryb

Linhart a kol. (2001) udávají jako poměr vhodných ryb pro výtěr 60 % : 40 % ve prospěch mlíčáků, a to z důvodu předejití problémům s nedostatkem získaného spermatu od mlíčáků.

V tzv. předvýtěrovém období je velice důležité rozdělit generační ryby do manipulačních rybníčků dle pohlaví. Samotná sexace se provádí podle pohlavního dimorfismu (tvar pohlavní papily a drsnosti prvních tvrdých paprsků prsních ploutví), a to z důvodu zabránění samovolnému vytření v manipulačních rybníčcích.

Pro umělý výtěr se převážně využívají generační ryby ve věku 4–10 let, které mohou dosahovat hmotnosti 5–25 kg (Linhart a kol., 2001). Z důvodu snazší manipulace se doporučuje využívat ryby o hmotnosti 4–8 kg (Kouřil a kol., 1992).

V manipulačních rybníčcích je zapotřebí rybám připravit co nejlepší podmínky (dostatek krmné ryby a nasycení kyslíkem), a taktéž je nutností zabezpečit pravidelné měření kyslíku, teploty vody a kontrolu chemismu vody. Při zvýšené teplotě vody se musí zabezpečit chlazení vody, které se provádí zvýšením průtoků vody v manipulačních rybníčcích, aby nedošlo ke spontánnímu výtěru nebo přezrání jikernaček (Linhart a kol., 2001; Kouřil a kol., 1992).

Pro úspěšný výtěr je zapotřebí odhadnou správné období připravenosti generačních ryb k výtěru. Období připravenosti závisí na teplotě daného roku a roku předešlého. Pokud si nejsme jisti vhodným okamžikem výtěru, provedeme odběr oocytů u alespoň 3-4 ks jikernaček alespoň 14-20 dnů před obvyklým datem výtěru. (Linhart a kol., 2001).

2.2.2 Zařazení generačních ryb do výtěru

Linhart a kol. (2001) doporučují zkontrolovat připravenost jikernaček k výtěru za pomoci oocytů, kontroluje se poloha jádra.

V období, kdy se blíží samotný výtěr, začínáme lovit manipulační rybníčky s generační rybou, nejprve se loví rybníčky s mlíčáky, a to ideálně tři dny před plánovaným výtěrem, a jikernačky dva dny před plánovaným výtěrem.

K okamžitému zařazení do výtěru se dávají jikernačky, které jsou v dobré zdravotní kondici, mají typicky zvětšenou břišní partii. Při masáži břišní partie se nám podaří získat několik kusů oocytů. V odebraných oocytech se nachází druhá velikostní skupina uniformních jiker s malým množstvím rozpadlých oocytů, poloha jádra v oocytech se nachází mimo centrální pozici.

Do výtěru po 1–2 týdnech se zařazují jikernačky, které mají oocyty menší než 2 mm. Jádru se u větší velikostní skupiny, u většiny vytřených oocytů, nachází v centrální pozici, a není pozorovatelný žádný rozpad oocytů. Při masáži břišní partie nedojde k vytření žádných jiker.

Z výtěru se vyřazují jikernačky, které nemají typicky zvětšenou břišní partii, jsou ve špatném zdravotním stavu. Po masáži břišní partie dojde k vytření velkého množství oocytů s ovariální plasmou, která obsahuje rozpadlé oocyty.

Pro zařazení mlíčáků do výtěru jsou kritéria následující. K okamžitému zařazení vybíráme mlíčáky v dobré kondici, a při masáži jejich břišní partie se objeví náznaky spermatu v moči.

Pro výtěr za 1–2 týdny se zařazují mlíčáci, u kterých se neobjeví známka spermatu v moči, a z výtěru se vyřazují mlíčáci ve špatném zdravotním stavu.

Vhodné ryby připravené na výtěr se přemístí na žlabovnu do předem vytemperované teploty vody na úroveň manipulačního rybníku, kde je dostatečná saturace kyslíku, která se zajišťuje přítokem vody, vzduchováním anebo prokysličováním vody. Obsah rozpuštěného kyslíku by neměl klesnout pod 4–5 mg/l, taktéž je nutné žlaby zakrýt proti vyskočení ryb (Linhart a kol., 2001).

Ryby na žlabovně je nutné umístit do jednotlivých žlabů samostatně (Linhart a Billard 1992). Horvath a Tamas uvádí i možnost držení sumců jednoho pohlaví pohromadě, kdy se sumcům provrtají a následně sešijí čelisti, aby se zabránilo jejich vzájemnému napadání. Kouřil a kol. (1992) tuto metodu důrazně nedoporučuje z důvodu nehumánnosti, a také malé spolehlivosti tohoto zákroku.

2.2.3 Hormonální stimulace generačních sumců

První úspěšný umělý výtěr sumce velkého, s použitím hormonální stimulace ovulace a anestezie, byl proveden v Chorvatsku (Fijan, 1975), následoval v Maďarsku (Horvath a Tamas, 1976), a poté v ČR (Kouřil a Hamáčková, 1977).

V současné době se nejčastěji k hormonálnímu ošetření používá odvodněná kapří hypofýza rozpuštěná ve fyziologickém roztoku, která je injikována intramuskulárně 24–48 h před samotným výtěrem (Kouřil a kol., 1992, Linhart a kol. 2001). U mlíčáků v některých případech stačí k optimální spermiaci 24 h, obvykle však bývá optimální spermiace dosaženo po 48 h (Linhart a kol. 2001). Injikace se u mlíčáků provádí jednorázově, a to v dávce 3–5 mg kapří hypofýzy na 1 kilogram hmotnosti ryby. Injikace

mlíčáků se z pravidla provádí s jednodenním předstihem před injekcí jikernaček (Kouřil a kol., 1992).

Linhart a kol. (2001) doporučují u jikernaček jednorázovou injekcí 5 mg/kg živé hmotnosti kapří hypofýzy, kdy k ovulaci při teplotě 22 °C dochází přibližně za 500 hodinových stupňů. Časový interval se zkracuje, pokud jsou teploty vyšší. Naopak při nižších teplotách se tento interval prodlužuje. Kouřil a kol. (1991) udávají injekci u jikernaček sumce velkého ve dvou dávkách, a to v dávce 4–5 mg kypří hypofýzy na 1 kg hmotnosti ryby. První dávka obsahuje 10–20 % a druhá 80–90 % celkové dávky. Druhá dávka se aplikuje po 12–14 h. Ovulace od podání druhé dávky je 13–14 hodin (300–320 denních stupňů).

Epler a Bieniarz (1989) úspěšně provedli výtěr jikernaček po jednorázové injekci LH-RH analog (LHRHa) v kombinaci s pimozidem. Účinnost LHRHa nebyla vylepšena přidáním domperidonu (Kouřil a kol., 1995), protože lepších výsledků dosahuje samotné LHRHa.

Brzuska a Adamek (1999) i Brzuska (2001) úspěšně stimulovali ovulaci jikernaček po ošetření LHRHa a pimozide, a také s Ovopelem (LHRHa, D-Ala6) bez pimozide.

Linhart a kol. (2001) však použití GnRH nebo LHRH analogů, případně v kombinaci s pimozidem, nedoporučují. Výsledky nikdy nebyly lepší než při použití kapří hypofýzy, byly naopak spíše horší. Jejich nevýhodou je pozdější nástup ovulace o 5–10 h a její velké časové roztažení.

2.2.4 Anestezie ryb před umělým výtěrem

Generační ryby je nutné před umělým výtěrem nebo biopsií vždy anestetizovat za použití vhodného přípravku. Zpravidla se používá hřebíčkový olej v koncentraci 0,3 ml na 10 l vody, nebo se také může využít 2-phenoxyethanol s dávkováním 1–3 ml anestetika na 10 l vody. Plnou anestezii ryb, což je doba kdy s nimi můžeme bez problémů manipulovat, poznáme tak, že dojde k celkovému znehybnění ryby a otevrou se skřelová víčka žaberního aparátu (Linhart a kol., 2001; Kouřil a kol. 1992).

2.2.5 Výtěr mlíčáků sumce velkého

Linhart a kol. (2001) doporučují při výtěru mlíčáků sumce velkého následující způsob. Při dosažení naprosté anestezie se mlíčák sumce velkého vyjme z uspávacího

roztoku, a po několik minut se podrží ve vertikální poloze a nechá se z něj samovolně odtéct moč. Takto připravená generační ryba se položí na speciální výtěrový stůl, který je opatřen molitanem, a ryba se uvede do fixní polohy („Mrkvanovy polohy“). Následně se přistoupí k samotné části výtěru. Za pomoci fyzicky náročné masáže se od přední partie břicha ve směru k pohlavní papile po dobu 10–15 minut vytírá moč, po chvíli se objeví moč se spermatem (opaleskující se zbarvení) a nakonec koncentrovanější sperma (mléčně zbarvené). Koncentrovanější sperma a opaleskující se sperma s přidavkem moči odebíráme do vhodných nádob (zkumavky nebo kádinky) s imobilizačním roztokem.

Linhart a kol. (2001) udávají zastavení pohybu spermatu po aktivaci vodou do 121 s. V 1 ml zaznamenali průměrnou koncentraci spermií o hodnotě $9,6-1,63 \cdot 10^9 \text{ ks}^{-1}$, celkový počet spermií na mlíčáka je udáván v rozmezí $9,69-28,75 \cdot 10^9 \text{ ks}$ a relativní počet spermií, což znamená počet spermií na kg hmotnosti generační ryby, se pohybuje v rozmezí $1,38-6,18 \cdot 10^9 \text{ ks}$. Průměrný objem spermatu, který můžeme při výtěru mlíčáka získat, je 9,6–14,6 ml.

Kvalitu a množství takto získaného spermatu ovlivňuje teplota v předvýtěrovém období a zejména teplota po injekci hypofýzy generačním rybám. Pokud je teplota nižší než optimální, většinou je dosahováno horších výsledků výtěru. Snížené množství spermatu také bývá pozorováno při výtěru mlíčáků v případě přítomnosti druhého pohlaví ve společné nádrži těsně před výtěrem (například z důvodu špatného rozlišení pohlaví) (Kouřil a kol., 1992).

Před samotným oplozením se doporučuje jednotlivé dávky spermatu, uchované v imobilizačním roztoku, smíchat ve vhodné odměrné nádobě. Takto smíchané sperma, které je získáno od více mlíčáků, je nazýváno heterospermatem. Takto připravené sperma se dávkuje na jikry za pomoci velkoobjemové pipety, injekční stříkačky nebo klasické pipety (Linhart a kol., 2001).

2.2.6 Imobilizační roztok

Při výtěru mlíčáků dochází ke kontaminaci mlíčí močí, a tím dochází k jeho aktivaci (Linhart a kol., 1986). Pro úspěšný výtěr sumce velkého je důležité vytírat mlíčí do imobilizačního roztoku, abychom zabránili jeho aktivaci kontaminací močí (Linhart a kol. 1987, Legendre a kol., 1996). Spermie jsou vytírány do imobilizačního roztoku, kdy by objem vytřeného mlíčí neměl přesáhnout poměr 1:1 objemu imobilizačního roztoku (Linhart a kol., 1987; Saad a Billard, 1995; Linhart a kol., 2001. Kouřil a kol.,

1991), nebo se mlíčáci usmrtí a vyjmou se z nich testes (Fijan, 1975). Metoda přímého výtěru mlíčí na jikry není doporučována, protože dochází ke snížené ferilitě jiker a kulení váčkového plůdku (Linhart a kol., 2001; Kouřil a kol., 1991).

Linhart a kol. (1987) porovnali oplození schopnost u různých způsobů uchování spermií. Porovnávali čerstvě vytřené sperma, sperma vytřené do imobilizačního roztoku a testikulární sperma. Dosáhli zlepšení oplození schopnosti, když sperma ošetřili imobilizačním roztokem (137mM NaCl, 67 mM KCl, 133mM glycine). V dnešní době se používá k ošetření spermatu imobilizační roztok o 200 mM NaCl, 30 mM Tris – HCl, pH 7 (Linhart a Billard, 1994; Saad a Billard, 1995). Takto ošetřené sperma může být uchováváno až po dobu 48–72 hodin při 4 °C.

Nejnovější doporučení Kouřila a kol. (2021) uvádí následující složení roztoku 11,7 g NaCl a 3,6 g Trisu, který se následně rozpustí v 1 l destilované vody, kde dojde za pomoci HCl k upravení pH na 7.

2.2.7 Výtěr jikernaček

Samotný výtěr jikernaček se zpravidla provádí 1–2 h po výtěru mlíčáků. Před samotným umělým výtěrem je nutné udělat anestezii ryb. Dobře uspanou rybu vytíráme do předem připravených plastových misek, které si před výtěrem zvážíme. Je vhodné, aby samotný výtěr jikernaček prováděly dvě až tři osoby. Oproti kaprovi a býložravým rybám, u kterých z pohlavní papily vytékají jikry samovolně, je nutné u výtěru jikernaček použít větší sílu při masáži břišních partií. Je zapotřebí dbát zvýšené pozornosti, aby nedošlo ke kontaminaci jiker močí a výkaly (Kouřil a kol., 1991). Plodnost jikernaček se zjistí zvážením misek s vytřеныmi jikrami, kdy na jeden gram jiker připadá cca 160 kusů jiker. Tyto údaje se zaznamenají do výtěrového archu. Misky s vytřеныmi jikrami se následně překryjí vlhkou čistou utěrkou a přemístí se do stínu na chladnou zem lůžně, nejvhodnější je teplota okolo 18–20 °C (Linhart a kol., 2001).

Za optimálních podmínek je úspěšnost výtěru jednotlivých injikovaných jikernaček 70–100 %. Samotné jikry neobsahují žádnou mezijikernou tekutinu, pouze malé množství vazkého sekretu. Načervenalé zbarvená tekutina indikuje výtěr nekvalitních jiker s horší schopností oplození. Zbarvení uměle vytřených jiker je značně variabilní. Mají různé odstíny šedo-žluté až šedo-zelené. Bílá barva jiker nám značí přezrálé jikry, které nejsou oplození schopné. Relativní plodnost se pohybuje od 10 do 20 tisíc kusů jiker na 1 kg hmotnosti jikernačky (Kouřil a kol., 1992).

2.2.8 Osemenění a aktivace jiker a spermií

Po výtěru jikernaček se vytřené jikry rozdělí do předem připravených plastových misek o vhodné velikosti. Do misky dáváme maximálně 500 g suchých jiker. Následně se osemení heterospermicky v dávce 2 ml heterospermatu, uchovaného v imobilizačním roztoku, na každých 100 g jiker (Kouřil a kol., 1992; Linhart a kol., 2001). V případě nedostatku spermií použijeme testikulární sperma. Vyjmuté testes se následně nastříhá a propasíruje přes suchou syntetickou tkaninu o velikosti ok 0,5–2 mm do připravené nádoby s imobilizačním roztokem (Kouřil a kol., 1992).

Aktivaci jiker provádíme současně s přidáváním heterospermatu do jiker nebo po dokončení osemenění. K aktivaci se použije 100 ml aktivačního roztoku na 200 g jiker. Aktivační roztok tvoří 1 g NaCl; 0,6 g trisu; pH 8 s HCl do 1 l destilované vody. Po aktivaci jiker je nutné měřit čas, a po dobu aktivace šetrně promícháváme jikry. Dalším krokem je odlepkování jiker (Linhart a kol., 2001).

2.2.9 Odlepkování

V praxi se dříve využívaly dva způsoby odlepkování, a to za pomoci jílu nebo enzymu-alkalické proteázy. V porovnání byly oba dva způsoby stejně pracné a bylo dosahováno porovnatelné líhivosti (Kouřil a kol., 1992). V roce 2001 byla vydána metodika Linharta a kol. (2001), která proces odlepkování zjednodušila a zefektivnila (viz níže).

Odlepkování jílem

Odlepkování jílem se provádí po 5 minutách od aktivace osemeněných jiker. Samotný způsob odlepkování se provádí za pomoci přilévání suspenze jílu, který je zbaven hrubých a sedimentujících částic. Používá se koncentrace 100–200 g jílu na 1 l vody. Následně se po 5–10 minutách nenalepená suspenze odmyje z jiker a takto připravené jikry se přenesou na inkubační láhve (Kouřil a kol., 1992).

Odlepkování pomocí enzymu – alkalické proteázy

Kouřil a kol. (1992) doporučuje při odlepkování za pomoci enzymu alkalázy následující způsob. Odlepkování se provádí až po 10–12 h, kdy v inkubační láhvi snížíme vodní hladinu, pohybem ruky ji roztočíme a následně přidáme enzym v poměru 1 : 5 000.

Míchání vody s enzymem provádíme po dobu 5 minut, po této době je ukončen proces odlepkování.

Linhart a kol. (2001) uvádí, při odlepkování enzymem alkalázou (Alcalase, Merck), následující postup. Odlepkování provádí po 5 minutách od aktivace za pomoci přidání 20 ml enzymu do 980 ml vody z líhně o teplotě 20 °C. Na 100 g jiker se přidává 100 ml enzymu. Tento roztok se přilije do misky s jikrami, z kterých se předtím slila voda. Odlepkování se provádí po dobu 2 minut, kdy se těsně před koncem enzym slije, a přesně ve druhé minutě odlepkování se jikry 3x za sebou propláchnou čistou vodou z líhně.

Kouřil a kol. (2021) udávají, že při odlepkování za pomoci roztoku alkalázy je nutné sledovat u každé šarže aktuální aktivitu enzymu. V minulosti byla dodávána alkaláza (Novo A/S Dánsko) s aktivitou 0,6 ANS – U/g. V této době je na trhu alkaláza (Calbiochem) s udávanou aktivitou enzymu $u \geq 0,75-3,018$ ANS – U/g. Pokud chovatel disponuje alkalázou s vyšší aktivitou, je zapotřebí snížení její dávky pro přípravu odlepkovacího roztoku. Kouřil a kol. (2021) udávají: „Např. u alkalázy s deklarovanou skutečnou aktivitou 3,018 ANS – U/g musí dojít k následujícímu snížení její dávky: $3,018:0,6= 5,03x$. V tomto případě se jedná o potřebu pětinasobného snížení koncentrace alkalázy při přípravě odlepkovacího roztoku. Tzn., že je třeba pětkrát snížit doporučenou koncentraci alkalázy (5–7,5ml na 995–992,5 ml vody), kterou udává Linhart a kol. (2000), na 1–1,5ml alkalázy na 999 či 998,5ml vody“.

Neodlepkované jikry

Inkubace neodlepkovaných jiker v Zugských lahvích se zpravidla nedoporučuje. Důvodem jsou vysoké ztráty v průběhu druhé poloviny inkubace a taktéž nevyužití kapacity inkubačních lahví. Neodlepkované jikry se dají inkubovat na monofilové tkanině (velikost ok 1–2 mm), kde jsou jikry rozprostřené a nalepené v jedné vrstvě. Takto připravená tkanina se vkládá do průtočného žlabu. Pro úspěšný odchov je důležité, aby přitékající voda nebyla zatížena velkým množstvím nerozpuštěných látek, které by sedimentovaly na jikrách. Vykulný plůdek je také nutné co nejrychleji separovat od ještě nevykulených jedinců (Kouřil a kol., 1992).

2.2.10 Inkubace jiker a odchov plůdku

Líhnutí se očekává za 2,5–3 dny (při 60 denních stupních) po oplodnění při 22–23 °C. Jeden den stará larva sumce váží okolo 2,6 mg (Kouřil a kol., 1995; Linhart a kol., 2002). Původně, před zavedením odlepkovacích přípravků, se jikry sumce doporučovalo inkubovat na stěnách inkubačních Zugských lahví (Kouřil a Hamáčková, 1981). Dnes se tyto postupy v praxi nepoužívají (Kouřil, osobní sdělení).

Pro inkubaci odlepkovaných a oplozených jiker sumce se převážně využívají Zugské lahve, které se plní nejvýše do dvou třetin (tzn. do 10 l lahve až 100 000 jiker o suché hmotnosti 600–650 g). Po nasazení lahví se nechají jikry propláchnou a následně se seřídí přítok vody, aby jikry jemně vířily. Pokud se nám v lahvi jikry lepí k sobě nebo na stěny lahve, musíme v inkubační lahvi snížit hladinu vody a krátkým rychlým roztočením jiker se tohoto problému zbavíme. Lepení jiker může být důsledkem nedodržení předepsaného postupu při odlepkování nebo nízkou teplotou vody v inkubační lahvi (Linhart a kol., 2001).

V průběhu inkubace je nutné denně odstraňovat uhynulé jikry a provádět preventivní koupele za pomoci roztoku Wescodynu dvakrát denně. Používáme koncentraci 2 ml/l při teplotě vody 22 °C (Linhart a kol., 2001).

Ke kulení plůdku dochází za 2,5–3 dny při teplotě 22–23 °C. Následně se vykulený plůdek přeplaví do připravených EWOS žlabů s kolíbkami o objemu 200 l vody. Ve žlabu se upraví výška vodního sloupce na 10–12 cm s přítokem čisté vody (0,2–0,4 l/min), zajistí se teplota 22–23 °C a žlab se zakryje černou folií. Na kolíbkou se nasazuje maximálně 10 000 ks váčkového plůdku. Za 2–3 dny můžeme z rohů žlabu odsávat čistý plůdek do žlabů EWOS bez kolíbek. Na žlab bez kolíbek nasazujeme kolem 50 000 ks (Linhart a kol., 2001).

Taktéž lze vykulený plůdek hned přeplavit na EWOS žlab bez kolíbek v množství do 100 000 ks. U této metody je zapotřebí jej několikrát za den čistit od kalu a uhynulých jedinců. Žlab se připravuje stejným způsobem jako u prvního způsobu (Linhart a kol., 2001).

Plůdek začíná přijímat exogenní potravu od 3–4 dne (25 °C), po vykulení v této době mu začínáme podávat startérové krmení. Po desetidenním odkrmu, kdy plůdek dosahuje 1,5 cm, můžeme plůdek sumce vysadit do rybníků (Linhart a kol., 2001).

2.3 Pokusy s krátkodobým skladováním neoplozených jiker

Žlábek a kol. (1987) provedli experiment s krátkodobým uchováváním jiker u kapra obecného (*Cyprinus carpio*), kdy neoplozené jikry skladovali při teplotě 3 °C a 15 °C, a amura bílého, (*Ctenopharyngodon idella*), kdy neoplozené jikry skladovali při teplotě 9 °C a 22 °C. Také se zabývali krátkodobým skladováním neoplozených jiker u tolstolobika bílého (*Hypophthalmichthys molitrix*), které skladovali v teplotách 10 °C a 22,5 °C. Došli k závěrům, že čím déle jsou jikry skladovány (3–6 h), tím dochází k pozvolnému poklesu oplozenosti. Výrazný pokles oplozenosti se projevil zejména u amura bílého a tolstolobika pestrého po 5 hodinách skladování. S prodlužující se dobou skladování se jednalo pouze o jednotky procent. U kapra obecného se projevil výrazný pokles oplozenosti o něco později než u předešlých druhů. K signifikantnímu poklesu došlo po 6 hodinách skladování, s prodlužující se dobou se oplozenost opět pohybovala v řádu jednotek procent. Podobný experiment se stejnými rybami provedli také Lahnsteiner a kol. (2001), kteří skladovali neoplozené jikry kapra obecného a amura bílého. Zaznamenali výrazný pokles oplozenosti, když uchovávali jikry při 4 °C po 4 h. V tomto případě se pohybovala oplozenost pouze mezi 15–35 %.

Samarin a kol. (2016a) skladovali vytřené a neoplozené jikry okouna říčního (*Perca fluviatilis*) v teplotách 4 °C, 8 °C a 12 °C po dobu 72 h od výtěru. K oplozování byly zvoleny časové intervaly po 6 hodinách. První oplození proběhlo v čase 0 (tedy ihned po výtěru). Při experimentu se hodnotilo dosažení očních bodů, líhňivost, úmrtnost v očních bodech a malformace. Výsledky ukázaly, že nejvyšší hodnoty, a to 86 %, respektive 63 %, byly dosaženy u očních bodů a líhňivosti v případě těch skupin, ve kterých byly jikry oplozeny ihned po výtěru. Při skladování neoplozených jiker ve 4 °C po dobu 48 h došlo ke snížení hodnot dosažení očních bodů a líhňivosti na 46 %, respektive 17 %. Použití vyšší teploty při skladování vede k rychlejšímu snížení životaschopnosti jiker, po 48 h od výtěru při skladování jiker v 8 °C bylo dosaženo procentuální hodnoty u jedinců s očními body na úrovni 23 % a líhňivost v této skupině byla na 9 %. Při skladování ve 12 °C po 48 h od výtěru už byly hodnoty dosažení očních bodů a líhňivosti pouze 2 %, respektive 1 %. Úmrtnost v očních bodech a malformace nebyly výrazně ovlivněny skladováním neoplozených jiker do 36 h od výtěru. Poté se tyto sledované hodnoty výrazně zvýšily. Tato studie ukázala, že je možné skladovat neoplozené jikry okouna říčního alespoň 12 h při teplotě 4 °C až 12 °C bez významného snížení jejich kvality.

Samarin a kol. (2016b) taktéž provedli experiment na štice obecné (*Esox lucius*), kdy skladovali vytřené jikry v ovariální tekutině při 10 °C, a následné oplozování probíhalo v intervalech po 12 h až do doby 96 h od výtěru. První oplození proběhlo v čase 0, tedy ihned po výtěru. Nejvyšší oplozenosti a líhnivosti bylo dosaženo, když byly neoplozené jikry oplozeny ihned po výtěru, jednalo se o 60 %. Poté docházelo ke snížení oplozenosti a líhnivosti na úroveň 30 % u oplození 12 h od výtěru. U oplození v čase 36–72 h od výtěru byly hodnoty oplozenosti a líhnivosti 5–10 %.

Také Let (2016) se ve své bakalářské práci zabýval vlivem teploty a doby skladování neoplozených jiker u jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) na úspěšnost oplození a líhnutí. Experimentální teploty skladování byly následující 7 °C, 11 °C, 15 °C a 19 °C a oplození probíhalo v čase 0 h, 2,5 h, 5 h, 7,5 h a 10 h od výtěru. Došel k závěrům, že jikry skladované při 7 °C a 11 °C si udrží schopnost líhnivosti po dobu 10 h. Při skladování neoplozených jiker v 19 °C a jejich následném oplození po 7,5 h od výtěru se výrazně snížila životaschopnost jiker oproti nižším teplotám skladování, a také se signifikantně snížila životaschopnost i po 10 h skladování při 19 °C.

Borůvka (2017) ve své diplomové práci provedl experiment na vliv teploty skladování a doby skladování neoplozených jiker u keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*). Teploty skladování zvolil následující 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C. Doba skladování od výtěru byla zvolena v rozmezí půl hodiny až 10 h. Oplozenosti dosáhl ve všech testovaných časových skupinách, jako nejvhodnější pro dlouhodobé uchovávání neoplozených jiker uvádí teploty 15 °C, popřípadě 20 °C. Uvádí, že je možné v takovéto teplotě skladovat neoplozené jikry až 10 h, ale s nízkou mírou oplozenosti. S ohledem na dosažené výsledky (oplozenost, líhnivost a přežití po 72 h) uvádí pro praktické využití skladování vytřených jiker po kratší dobu, a to s jakoukoliv testovanou teplotou, kdy při skladování neoplozených jiker maximálně 1 h od výtěru ve všech testovaných kategoriích (oplozenost až finální přežití) nebyly zaznamenány žádné signifikantní rozdíly. Dále uvádí, že vzhledem reálným teplotám na líhni (15–30 °C) lze jikry uchovávat při oplození do dvou hodin od výtěru bez značných rozdílů ve všech testovaných reprodukčních parametrech.

Velmi podobný experiment jako Borůvka provedl také Andoni (2019) ve své diplomové práci, kdy jeho cílem bylo objasnit možnost skladování neoplozených vytřených jiker u lína obecného (*Tinca tinca*) s dosažením co možná nejlepších výsledků v sledovaných parametrech (oplozenost, líhnivost, přežití a příjem potravy u plůdku). Zvolené skladovací teploty byly stejné jako u Borůvky (2017) (5, 10, 15, 20, 25 a 30 °C)

a časové intervaly oplození zvolil také dle Borůvky 0,5–10 h. Ve svém experimentu Andoniou dosáhl oplozenosti ve všech časových intervalech, ale s ohledem na výsledky doporučuje u lína oplození nanejvýš 2 h od výtěru. Dosáhl velice zajímavého zjištění, kdy lepší oplozenost vykazovaly skupiny, kde došlo k oplození 1 h, 1,5 h a 2 h oproti oplození 0,5 h od výtěru. Také uvádí nižší oplozenost u skupin, kde byly jikry skladovány při 5 °C a 30 °C, což považuje za teploty extrémní, protože se lín s takovými teplotami v době výtěru nesebkává. Pro získání životaschopného potomstva, doporučuje s ohledem na ostatní parametry (líhivost, přežití a příjem potravy) využívat pouze kratších dob skladování před výtěrem. Oplození doporučuje provést do 2 h, maximálně 3 h, od výtěru při skladovacích teplotách, které odpovídají reálným teplotám na líhni v období výtěru lína, tedy 15–20 °C.

Tinkir a kol. (2021) provedli experiment na krátkodobé skladování neoplozených jiker u sumce velkého, kdy sledovali vliv teploty a délky skladování na oplozenost, líhivost a malformace. Pro svůj experiment použili jikry od 3 různých jikernaček. Tyto vytřené jikry nemísili, ale zanechali je jako samostatné skupiny. Každou tuto skupinu oplozovali stejným spermatem. Po výtěru skladovali neoplozené jikry ve dvou teplotách (17 °C a 22 °C) a oplozování prováděli v různých časových intervalech 1 h, 3 h, 5 h a 7 h po vytření jiker. Tinkir a kol. udávají velkou míru variability u reprodukčních ukazatelů (oplozenost a líhivost), oplozenost mezi jednotlivými jikernačkami byla v rozmezí 70–90 %. Taktéž udává, že všechny 3 jikernačky vykazovaly lepší oplozenost a líhivost, pokud byly skladovány v 17 °C oproti 22 °C. Výrazný pokles oplozenosti a líhivosti zaznamenali u skupiny, která byla skladována 7 h od výtěru při 17 °C. Doporučují tedy skladování po dobu maximálně 5 h od výtěru při 17 °C. Nezaznamenali žádné signifikantní rozdíly u líhnutí při skladování neoplozených jiker 1 h až 3 h od výtěru při skladování v 17 °C. Také uvádí, že doba skladování neoplozených jiker neměla vliv na vznik malformací u plůdku.

3 Materiál a metodika

3.1 Materiál

3.1.1 Prostory

Experiment probíhal na rybí líhni v Mydlovarech, kde sídlí firma BaHa s. r.o. a provozuje ji Ing. Radek Luhan. Experiment probíhal v období od 29. 6. 2020 do 10. 7. 2020, celkem tedy 11 dní.

3.1.2 Získání a původ generačních ryb pro vlastní experiment

Při pokusu bylo využito generačních ryb sumce velkého (*Silurus glanis*), které byly zapotřebí pro provedení experimentu. Byly zakoupeny od společnosti Lesy a rybníky města Českých Budějovic s. r. o. provozovatelem rybí líhně BaHa s. r. o.

Pro experiment bylo zakoupeno 11 generačních sumců, v zastoupení 4 jikernačky a 7 mlíčáků.

3.1.3 Hormonální přípravek – kapří hypofýza

Pro hormonální stimulaci generačních sumců byla využita suspenze dehydratované kapří hypofýzy, která byla získána ze zpracovny ryb. Před samotným hormonálním ošetřením došlo k rozdrcení kapří hypofýzy v keramické třecí misce a následnému rozpuštění ve fyziologickém roztoku.

Takto připravená kapří hypofýza byla použita k hormonálnímu ošetření. Samotné hormonální ošetření kapří hypofýzou bylo provedeno bez použití anestezie ryb, a to z důvodu snížení samotné manipulace s generační rybou, abychom ji zbytečně nestresovali. Jednotlivě separovaným generačním sumcům, byla ve žlabu do hřbetní svaloviny injikována jednorázová dávka kapří hypofýzy o koncentraci 4 mg/kg.

3.1.4 Anestetikum

Před samotným výtěrem byly generační ryby sumce velkého anestetizovány pro jednodušší manipulaci a zmírnění stresových faktorů. Pro navození anestezie byl použit hřebíčkový olej v koncentraci 0,03 ml/l vody.

3.1.5 Imobilizační roztok

V experimentu bylo nutné využít imobilizační roztok pro výtěr mlíčáků, aby nedošlo ke kontaminaci spermií močí a taktéž pro lepší motilitu a oplození schopnost spermií. Imobilizační roztok se skládal z 11,7 g NaCl + 3,6 g trisu o pH 7–8 s HCl do 1 l destilované vody. Takto připravený roztok byl dán do speciálních kontejnerů pro buněčné kultury. Do takto připraveného kontejneru se poté jímalo sperma v maximálním poměru 1:1 ku imobilizačnímu roztoku. Odebrané sperma v imobilizačním roztoku jsme uchovávali do doby potřeby na šupinkovém ledu.

3.1.6 Izolační termoboxy

Pro dosažení a udržení požadované teploty potřebné pro správný průběh experimentu byly využity termoboxy. U teplot, které se příliš nelišily od teploty okolního vzduchu, byly využity potravinářské polystyrenové termoboxy (25 °C a 20 °C). U teplot, které se více lišily od teploty okolního vzduchu, byly použity speciální termoboxy (5 °C, 10 °C, 15 °C a 30 °C) vyráběné firmou Karlsruher Glastechnisches werk. Celkem jsme tedy využili 6 termoboxů pro dosažení našich požadovaných teplot.



Obrázek 6 Pohled na připravené termoboxy (archiv autora).

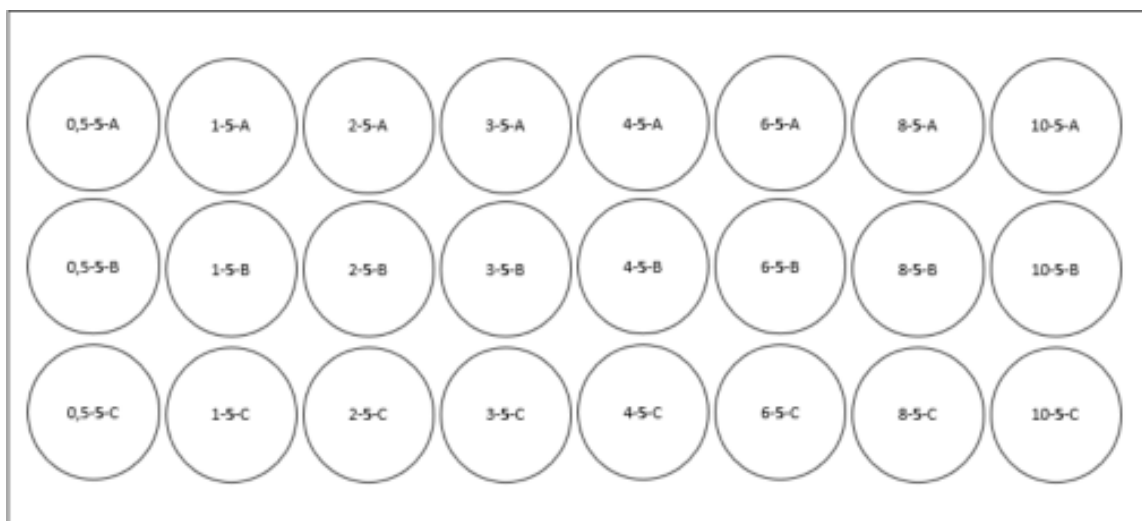
3.1.7 Žábřonožka

Žábřonožka je slanovodní organismus žijící ve slaných jezerech. Hojně se využívá v akvakultuře pro raný odkrm ryb. Její nevýhodou je, že po chvíli ve sladké vodě hyne. Využívá se v podobě živých nauplií artemie, bioenkapsulovaných nauplií nebo dekapsulovaných cyst. Také je to jedna z možností pro odkrm raných stádií ryb, tedy i u sumce velkého.

3.2 Metodika

3.2.1 Vlastní popis experimentu

V experimentu byl testován vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhivosti při přechovávání neoplozených jiker sumce velkého. Pro testování byly zvoleny následující teploty (5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C). U každé teplotní skupiny byly taktéž testovány různé časové odstupy oplození. Časové intervaly oplození byly zvoleny následovně 0,5 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 6 h, 8 h a 10 h. Pro lepší pochopení je přiloženo schéma znázorňující oplození jiker, které byly udržovány v 5 °C a jejich následné oplození ve všech testovaných časových intervalech.



Obrázek 7 Popis schématu – 1. číslo znamená časový údaj oplození po výtěru, 2. číslo teplotu, v jaké byly neoplozené jikry uchovávány, 3. písmeno vyjadřuje opakování (archiv autora).



Obrázek 8 Reálný pohled na připravené kádinky (archiv autora).

3.2.2 Manipulace a příprava generačních ryb sumce velkého

Při samotné přípravě na převoz ryb a jejich následný transport bylo s generačními rybami zacházeno co nejšetrněji. Po celou dobu přepravy byli sumci převáženi v transportních rybářských bednách s neustálým a dostatečným okysličením vody, taktéž byla před převozem ryb rozmíchána v přepravní bedně jedlá kuchyňská sůl v koncentraci 3 kg na 1000 l z důvodu zmenšení stresových faktorů u přepravovaných ryb. Po převozu na rybí líheň byly generační ryby zváženy, rozděleny podle pohlaví a dány samostatně do žlabů, aby nedocházelo k jejich vzájemnému napadání. Sumci byli umístěni v průtočných žlabech, kde byly udržovány optimální podmínky. Pomocí stříku bylo zajišťováno dostatečné okysličení vody. Nakoupené generační ryby byly ve váhovém rozpětí 7–16 kg.

3.2.3 Injikace ryb

Injikace generačních ryb sumce velkého za pomoci kapří hypofýzy proběhla dne 29. 6. 2020 v 8:00 hodin. Tento čas byl zvolen záměrně, abychom dosáhli spermiace a ovulace druhý den v dopoledních hodinách. Teplota při injikaci byla 19,5 °C. Hormonální ošetření generačních sumců probíhalo u jikernaček a mlíčáků ve stejnou

dobu, tedy v 8:00 hodin. Aplikace byla provedena intramuskulárně jednorázově v dávce 4 mg/kg hmotnosti generační ryby.

Generační ryby byly po převezení na líheň zváženy a tyto hmotnosti byly zaznamenány právě pro následné vypočítání potřebné dávky hypofýzy u jednotlivých ryb. Jednotlivé dávky kapří hypofýzy naředěné fyziologickým roztokem byly předem připravené pro jednotlivé ryby podle jejich specifické hmotnosti a jejich následného hormonálního ošetření.

Samotné hormonální ošetření proběhlo bez anestezie ryb. Aplikace kapří hypofýzy byla spravena intramuskulárně za pomoci injekční stříkačky s jehlou. Po aplikaci byla injekční stříkačka ponechána ve hřbetní svalovině, aby nedošlo k vyplavení kapří hypofýzy zpět do vodního prostředí. Po několika minutách se injekční stříkačka sama uvolnila ze hřbetní svaloviny a stačilo ji pouze sebrat z vodní hladiny.



Obrázek 9 Jikernačka sumce velkého po hormonální injekci (archiv autora).

3.2.4 Příprava termoboxů

Den před zahájením samotného experimentu bylo zapotřebí označit použité termoboxy experimentálními skupinami, aby v průběhu experimentu nedošlo k jejich záměně. Pro označení jednotlivých experimentálních skupin byl využit lihový fix a experimentální skupina byla napsána na víko každého termoboxu.

Pro samotný průběh experimentu bylo vybráno žádoucí místo na líně, které bylo vzdáleno od jakékoliv vody, abychom zabránili předčasné aktivaci jiker a také bylo zvoleno vhodné a klidné místo, protože v samotné líně probíhaly další „láhnařské“ práce. Taktéž bylo zapotřebí vytemperovat vnitřní teplotu termoboxů na požadované teploty pro daný experiment. Testované experimentální teploty byly 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C, jak již bylo uvedeno výše.

Do každého ze 6 využitých termoboxů byl vložen stejný lihový teploměr, a to z důvodu, abychom mohli kontrolovat teplotu uvnitř termoboxu. Do všech 6 termoboxů byla vložena betonová cihla, která byla do poloviny zalita vodou. Cihla sloužila jako podložka pod misku s vytřenými jikrami a jako akumulující tepelný prvek.



Obrázek 10 Připravené (vytemperované) termoboxy (archiv autora).

U teplot, které byly podobné teplotě v místnosti a nebylo potřeba termoboxy příliš temperovat, jsme využili potravinářské polystyrénové termoboxy, u kterých jsme dle potřeby manipulovali s víkem (přivření nebo přotevření) popřípadě se přililo malé množství vroucí vody nebo se přidal šupinkový led z důvodu regulace požadované

teploty. Takto probíhala manipulace u teplotních skupin 20 °C a 25 °C. Teplotní skupina 25 °C byla navíc vybavena akvariijním topením nastaveným na požadovanou teplotu.



Obrázek 11 Pohled na potravinářský polystyrénový termobox vytemperovaný na 25 °C (archiv autora).

Pro teploty, které byly vzdáleny od teploty v místnosti, byly využity speciální izolační termoboxy (5 °C, 10 °C, 15 °C a 30 °C). Teplota u nízkých teplot byla upravována za pomoci šupinkového ledu přivezeného z Českých Budějovic z Ústavu akvakultury a ochrany vod. Podchlazený šupinkový led byl uložen na stinném místě v potravinářském termoboxu a byl podle potřeby dávkován do jednotlivých termoboxů. U teplotní skupiny 30 °C bylo využito akvariijní topení nastavené na požadovanou teplotu, pokud bylo zapotřebí, dolévala se také vroucí voda.



Obrázek 12 Pohled na speciální termobox, který byl temperován pomocí šupinkového ledu (5 °C) (archiv autora).



Obrázek 13 Pohled na speciální termobox, ve kterém byla teplota upravována za pomoci akvarijního topení a přilévání vroucí vody (30 °C) (archiv autora).

Vytemperování termoboxů proběhlo s dostatečným předstihem před začátkem experimentu, aby po výtěru jikernaček sumce velkého byly vytřené jikry co nejrychleji přeneseny do správně vytemperovaných termoboxů.

3.2.5 Anestezie

Anestezie ryb byla provedena v 500 l kádi, která byla do poloviny naplněna vodou, což znamená, že bylo použito 7,5 ml hřebíčkového oleje na daný objem vody. Pro dávkování přesného množství byla použita injekční stříčka se stupnicí do 10 ml.



Obrázek 14 Pohled na mlíčky sumce velkého, kteří jsou anestetizováni (archiv autora).



Obrázek 15 Připravený hřebíčkový olej pro anestezii (archiv autora).

3.2.6 Imobilizační roztok

Pro zabránění kontaminace spermií močí, byl výtěr mlíčáků sumce velkého proveden do imobilizačního roztoku. Imobilizační roztok byl namíchán z 11,7g NaCl + 3,6 g trisu o pH 7–8 s HCl do 1 l destilované vody. Takto ošetřené sperma nám zaručovalo udržení jeho kvality pro provedení experimentu. Připraveným

imobilizačním roztokem byly z části naplněny speciální kontejnery pro buněčné kultury. Do takto připravených kontejnerů se poté odebíralo sperma od mlíčáků.

3.2.7 Kontrola ovulace a spermiace

Připravenost ryb k umělému výtěru byla kontrolována v pravidelných intervalech. Kontrola začátku spermiace byla před samotným výtěrem provedena 2krát. Při kontrole nebyla využita anestezie ryb, ale mlíčák se pouze opatrně nadzvedl ze žlabu, otočil se na bok, tlakem na břišní dutinu se vytlačovala moč a sledovalo se, zda se objevuje opaleskující se zbarvení spermatu. První kontrola začátku spermiace byla provedena 30. 6. 2020 v 6:00 hodin, kdy mlíčáci ještě nebyli připraveni k výtěru. Druhá kontrola proběhla v 8:00 hodin, kdy se v moči objevovalo opaleskující se zbarvení spermatu a bylo přistoupeno k výtěru mlíčáků.

Teplota po hormonálním ošetření u mlíčáků se pohybovala v rozmezí 19,5–21 °C. K výtěru mlíčáků došlo 30. 6. 2020 v 8:00 hodin, tedy po 12 hodinách od hormonálního ošetření.

Kontrola začátku ovulace u jikernaček probíhala celkem 4krát, samotná kontrola probíhala bez anestezie. Jikernačka se opatrně nadzvedla ze žlabu, přetočila se na bok a masáží břišní dutiny se sledovalo, zda nedochází k samovolnému výronu jiker. V prvních třech kontrolách nebyla zaznamenána ovulace u žádných z hormonálně ošetřených jikernaček. Tyto kontroly probíhaly 30. 6. 2020 v 6:00 hodin, 8:00 hodin a 10:00 hodin. Při čtvrté kontrole ve 12:00 hodin začala ovulovat jedna z hormonálně ošetřených jikernaček a bylo přistoupeno k jejímu výtěru.

Teplota po hormonálním ošetření jikernaček se pohybovala v rozmezí 19,5–21 °C. K výtěru jikernačky došlo 30. 6. 2020 ve 12:00 h, tedy po 16 hodinách od hormonálního ošetření.

3.2.8 Umělý výtěr mlíčáků

K samotnému výtěru mlíčáků došlo 30. 6. 2020 v 8:00 hodin, tedy 4 hodiny před výtěrem jikernaček.

Mlíčáci, kteří viditelně pouštěli sperma, byli přeneseni do připravené lázně z hřebíčkového oleje pro nastolení anestezie.

Po dosažení naprosté anestezie, tedy v momentě, kdy došlo k otevření skřelových víček a celkovému znehybnění, se mohlo přistoupeno k samotnému odběru spermatu. Ryba

se položila na připravený výtěrový stůl, zabalila se do připravených vlhkých látkových utěrek a taktéž došlo k osušení její močopohlavní papily. Jeden člověk zajišťoval fixaci ocasního násadce. Druhý člověk přidržoval rybu za hlavu a zároveň prováděl masáž břišní dutiny od přední části břicha směrem k pohlavní papile za současného použití obou rukou stiskem břišní části mezi palcem a ohnutým ukazovákem. Třetí člověk obsluhoval odsávačku spermatu.



Obrázek 16 Příprava mlíčka na umělý výtěr (archiv autora).



Obrázek 17 Odběr spermatu u mlíčka (archiv autora).

Při samotné masáži břišní dutiny, nejprve vytékala pouze moč, která se nechala odtéct, a později, když se začalo objevovat opaleskující se zbarvení spermatu, bylo přistoupeno k jeho odběru tak, aby nedošlo ke kontaminaci spermií močí. Sperma se odebíralo maximálně v poměru 1:1 na objem imobilizačního roztoku. Pro odběr spermatu byla využita odsávačka spermatu. Člověk, který obsluhoval odsávačku spermatu, nasunul plastové brčko na pohlavní papilu a jímal sperma do připraveného kontejneru na buněčné kultury s imobilizačním roztokem.

Sperma bylo získáno od 3 mlíčáků a následně došlo k jeho slítí z kontejnerů na buněčné kultury do odměrné nádoby za účelem promíchání a získání heterospermatu. Heterosperma bylo přelito do zkumavek a položeno naležato do polystyrénového boxu s šupinkovým ledem. Takto bylo heterosperma uloženo do doby potřeby, tedy osemenění jiker.



Obrázek 18 Zbylé sperma po osemenění jiker (archiv autora).

3.2.9 Umělý výtěr jikernačky

K samotnému výtěru jikernačky bylo přistoupeno 4 hodiny po odběru spermatu od mlíčáků.

Ovulující jikernačka byla šetrně a co nejrychleji přenesena do vodní lázně s hřebíčkovým olejem, aby došlo k její anestezii. Po dosažení celkové anestezie, kdy došlo ke znehybnění a otevření skřelových víček, byla jikernačka vyzvednuta z vodní lázně za prsní ploutve a dbalo se zvýšené pozornosti, aby nedošlo k pohybu ocasní části, a tím k samovolnému vytření jiker.

Následně se přistoupeno k samotnému výtěru jikernačky. Uspaná jikernačka byla položena na výtěrový stůl, došlo k jejímu osušení (hlavně pohlavní papily a řitní ploutve), aby nedošlo k předčasné aktivaci jiker vodou. Jikernačka sumce byla zabalena do vlhké látkové utěrky, a to z důvodu lepší manipulace. Ovulované jikry byly vytírány do připravené suché a čisté misky, která se před samotným výtěrem zvažila. Její hmotnost se napsala na misku, abychom následně zjistili relativní plodnost.

Samotný výtěr byl prováděn dvěma osobami. Jeden člověk zajišťoval fixaci a samotný výtěr jikernačky za pomoci masáže břišní dutiny. Druhý jímal jikry do připravené misky. Při výtěru se dbalo zvýšené pozornosti, aby nedošlo k aktivaci jiker vodou, močí nebo výkaly. Po vytření se jikernačka vložila zpět do žlabu a miska

s vytřenými jikrami se zvažila. Ihned po zvažení došlo k odebrání části jiker, které byly potřeba pro provedení experimentu. Zbytek jiker byl využit pro produkci sumce velkého na líhni.

3.2.10 Uložení jiker

Po vytření, zvažení a odebrání části jiker byly jikry rozděleny přibližně stejným dílem do 6 předem řádně označených plastových misek o vhodné velikosti podle experimentálních skupin (5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C). Použité misky s uloženými jikrami byly zakryté navlhčenou textilní utěrkou, aby se zabránilo jejich osychání a kontaminaci vodou. Takto připravené misky byly uloženy do předem nachystaných vytemperovaných termoboxů o různých teplotách. Rozdělení jiker a jejich uložení do misek proběhlo velice rychle, aby byly co nejdříve nastoleny požadované teploty a taktéž nedošlo k narušení časového harmonogramu experimentu.

3.2.11 Umělé osemenění a aktivace jiker

Osemenění a aktivace jiker z jednotlivých teplotních skupin (5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C) probíhaly podle předem daného protokolu, podle pevně stanovených časů osemenění a oplození od výtěru. Časový harmonogram osemenění a aktivace jiker po výtěru byl tedy následující: 0,5 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 6 h, 8 h a 10 h.

K výtěru jikernačky došlo 30. 6. 2020 ve 12:00 hodin. Z toho vyplývá, že první osemenění a aktivace jiker bylo ve 12:30 hodin, druhé ve 13:00 hodin, třetí ve 14:00 hodin, čtvrté v 15:00 hodin, páté v 16:00 hodin, šesté v 18:00 hodin, sedmé ve 20:00 hodin a poslední, osmé ve 22:00 hodin.

Před samotným zahájením experimentu došlo k vyčištění a popsání potřebných kádinek. Na kádinky byl zaznamenán čas uchování jiker, teplota uchování a písmeno A, B nebo C značící opakování (příklad: 1–5–C). Kádinky sloužily k osemenění, aktivaci a následné inkubaci jiker. Pro experiment byly využity 300ml skleněné kádinky od značky Simax CZ. Při experimentu nebylo, z důvodu technické náročnosti provedení, využito odlepkování jiker.



Obrázek 19 Celkový pohled na připravené kádinky (archiv autora).



Obrázek 20 Detailní pohled na připravené kádinky (archiv autora).

Po půl hodině od výtěru došlo k vyjmutí plastové misky s jikrami z termoboxu z teplotní skupiny 5 °C. Z misky bylo plastovou lžičkou odebráno přibližně 50–100 ks jiker, a ty byly následně umístěny do kádinky. Tento postup byl pro kontrolu zopakován ještě dvakrát. Celkem byly na každou testovanou skupinu použity 3 kádinky. Jakmile byly jikry připraveny k osetení v kádince, ihned jsme plastovou misku s jikrami vrátili zpět do termoboxu, a to z důvodu zachování požadovaných teplot. Stejný postup byl praktikován také u dalších teplotních skupin, tedy u 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C. Z toho vyplývá, že pro osetení jsme měli připraveno 18 kádinek.



Obrázek 21 Vkládání jiker do kádinek (archiv autora).

Následně bylo přistoupeno k osemenění jiker. Pro osemenění jiker bylo použito kapátko, kterým jsme samotné jikry v kádince osemenily 5 kapkami připraveného heterospermatu.

Pro aktivaci jiker a spermií bylo použito 40 ml pitné, dostatečně odstáté vody, aby se zabránilo zaplísnění jiker. Po aktivaci jiker a spermií (zalití jiker a spermií vodu) se nechaly jikry cca 2 minuty odstát. Následně byly jikry krouživými pohyby kádinkou rozprostřeny po dně. Poté došlo k opatrnému slítí vody z jiker, jejich propláchnutím jsme se zbavili zbytků spermatu a nečistot. Propláchnutí jiker bylo provedeno důkladně, a to celkem 3krát. Tímto způsobem došlo k oplození jiker a takto připravené kádinky, které byly z 1/3 zality vodou, se mohly přenést na připravený žlab, ve kterém probíhala jejich inkubace. Stejný postup byl proveden také u zbývajících časů, které jsou uvedeny výše. Po nasazení experimentu bylo ve žlabu umístěno 162 kádinek, v každé se inkubovalo přibližně 50–100 ks jiker.

Po nasazení experimentu došlo k výměně vody v kádinkách. Kádinky jsme udržovali z 1/3 plné vodou. Výměna vody byla prováděna za pitnou, řádně odstátou

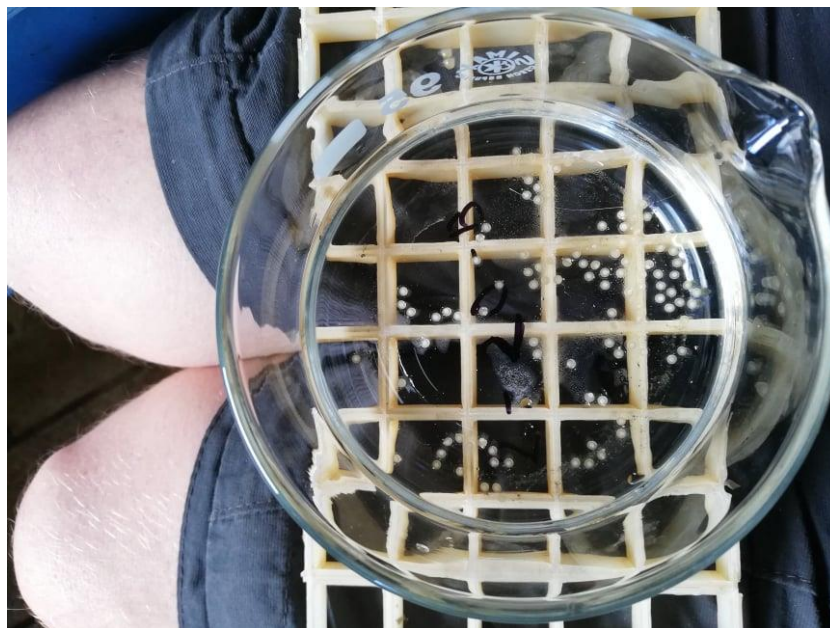
a provzdušněnou vodu pomocí kompresoru se vzduchovacím kamínkem. Výměna vody byla pravidelná a prováděla se vždy po 12 h, tedy dvakrát denně.

3.2.12 Stanovení počtu jiker ve vzorcích

V době mezi jednotlivými oplozeními byl stanoven přesný počet jiker v jednotlivých vzorcích. Tyto údaje byly zaznamenány do tabulky v Microsoft excel pro další zpracování.

3.2.13 Stanovení počtu oplozených a neoplozených jiker ve vzorcích

V každá kádince byl, zhruba po 4 hodinách od oplození jiker, spočítán počet oplozených a neoplozených (bílých) jiker. Teplota vody při inkubaci byla v rozmezí 19,5 °C (noc) až 20,5 °C (den). Neoplozené jikry byly ze vzorku odstraněny za pomoci zastříhnutého kapátka, aby nedocházelo k zaplísnění oplozených jiker. Odstraněné neoplozené jikry ze vzorku byly spočítány a počty zaneseny do Microsoft Excel k dalšímu zpracování. Pro lepší počítání neoplozených jiker byla využita plastová mřížka.

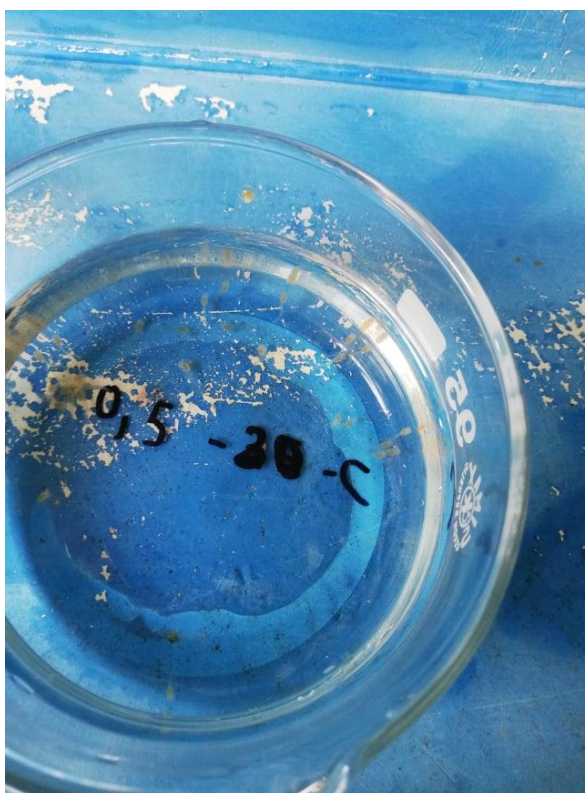


Obrázek 22 Počítání oplozených a neoplozených jiker za pomoci plastové mřížky (archiv autora).

3.2.14 Stanovení líhnivosti a přežití

Líhnutí většiny jedinců probíhalo 4. 7. 2020 od dopoledních až do večerních hodin. Při kulení byla opatrně vyměněna pouze část vody, a zároveň proběhlo vyčištění kádinek od uhynulých jiker a zbytků jikerných obalů za pomoci zastříhnutého kapátka.

K samotnému spočítání vykulených přeživších jedinců se přistoupil dne 5. 7. 2021, aby většina jedinců (ve všech skupinách) měla dostatek času k samotnému vykulení, tedy po více jak 100 h od oplození. Opět došlo k vyčištění kádinek od uhynulých jedinců a zbytků jikerných obalů, taktéž došlo k výměně vody. Vše bylo děláno s velkou šetrností, aby nedošlo k polámání ocásků u vykulených sumců.



Obrázek 23 Vykulený plůdek sumce velkého (archiv autora).

3.2.15 Příprava nauplií žábřonožky (*Artemia sp.*)

Pro přípravu nauplií žábřonožky solné byly využity komerčně dodávané cysty od firmy Easy fish. Příprava nauplií probíhala den před jejich plánovaným zkrmením, tedy 9. 7. 2020.

K jejich inkubaci byl použit plastový kýbl o objemu 15 l, který byl do poloviny napuštěn pitnou odstátou vodou, do které bylo vloženo akvaristické topení. Topení bylo nastaveno na 29 °C. Do vody bylo také zavedeno vzduchování. Na 7,5 l vody bylo

rozmícháno 100 g kuchyňské soli (NaCl). Do takto připravené vody byly přidány 3 malé lžičky suchých cyst artemie. Po celou dobu inkubace bylo na cysty svíceno.

Po uplynutí 24 h došlo k líhnutí nauplií artemie. Poté došlo k odebrání části vody z kýble do odměrného válce. Voda v odměrném válci se nechala chvíli ustálit, aby došlo k vyplavení obalů cyst na hladinu, a my jsme mohli odebrat živá nauplia ze dna odměrného válce za pomoci kapátka.



Obrázek 24 Kádinka s vyplavenými obaly cyst na hladině, dole se nachází nauplia artemie (archiv autora).

3.2.16 Nakrmení a stanovení příjmu potravy u larev sumce velkého

Dne 10. 7. 2020 v 10:00 hodin se přistoupilo k nakrmení přeživších larev sumce velkého naupliemi artemie, které v této době už měly strávený žloutkový váček. Nakrmení larev probíhalo při teplotě 20,5 °C. Do všech kádinek, kde se ještě vyskytovali přeživší jedinci, se za pomoci kapátka dal přibližně 1 ml vody s naupliemi artemie, což odpovídalo 150–200 ks nauplií.



Obrázek 25 Kapátko s nasátými naupliemi artémie (archiv autora).



Obrázek 26 Dávkování nauplií artémie do jednotlivých kádinek přeživšími jedinci (archiv autora).

Následně jsme mohli pozorovat zájem larev o předloženou potravu. Po nakrmení se nechaly larvy po 3 h v klidu, aby měly dostatek času pro příjem nabízené exogenní potravy. Po 3 h bylo přistoupeno ke spočítání nakrmených a nenakrmených jedinců, tyto údaje byly zaneseny do Microsoft Excel pro další zpracování

3.2.17 Zpracování dat

Pro základní vyhodnocení dat a vytvoření grafů byl využit tabulkový procesor Excel 2020. Statistické vyhodnocení proběhlo za pomoci programu STATISTICA 13.0. K zhodnocení dat byla použita funkce jednocestná a dvoucestná ANOVA a pro porovnání v rámci skupiny (teploty skladování či délky skladování) Tukeyho post-hoc test. Pro zjištění společných vlivů teploty a času byla využita funkce lineární regresní model.

4 Výsledky

4.1 Interval latence

Pro experiment byly využity jikry jedné jikernačky, u které bylo provedeno hormonální ošetření za pomoci kapří hypofýzy. Hormonální ošetření bylo provedeno dne 29.6.2020 v 8:00 h. Ovulace u jikernačky, která byla použita pro experiment bylo dosaženo dne 30.6.2020 ve 12:00 h, tedy po 28 hodinách. V této době se pohybovala teplota na líhni v rozmezí 19,5–21 °C, ovulace tedy bylo dosaženo mezi 546 a 588 °h. Z této ovulující jikernačky, která vážila 9,6 kg, bylo vytřeno 890 g jiker. Takovéto množství plně přesahovalo potřeby experimentu, a proto z tohoto celkového množství bylo pro potřeby experimentu odebráno 85 g jiker.

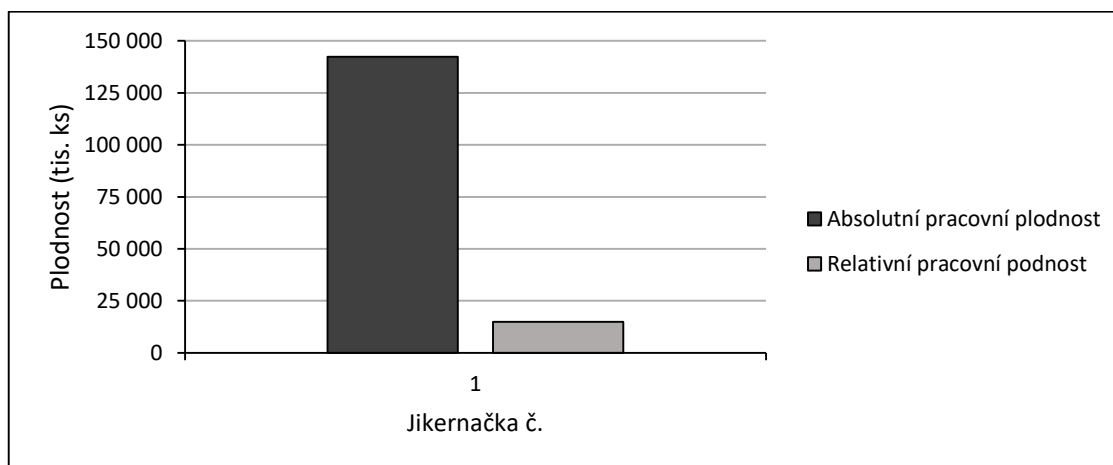
4.2 Umělý výtěr

V tabulce č. 1 jsou znázorněny údaje vytřené jikernačky sumce velkého. Hmotnost jikernačky byla 9600 g a podařilo se od ní získat jikry o hmotnosti 890 g, což odpovídá pseudogonadosomatickému indexu o hodnotě 10,8 %. Pro potřeby experimentu bylo odebráno 85 g jiker.

Tabulka 1 Výsledky umělého výtěru jikernačky sumce velkého při použití hormonálního ošetření kapří hypofýzou.

Hmotnost jikernačky (g)	9600
Hmotnost jiker (g)	890
pGSI jikernačky (%)	10,8
Množství jiker použitých pro experiment (g)	85
Absolutní pracovní plodnost ks.ks ⁻¹	142 400
Relativní pracovní plodnost ks.kg ⁻¹	14 833

V grafu níže jsou znázorněny hodnoty absolutní a relativní plodnosti u jikernačky použité pro experiment.



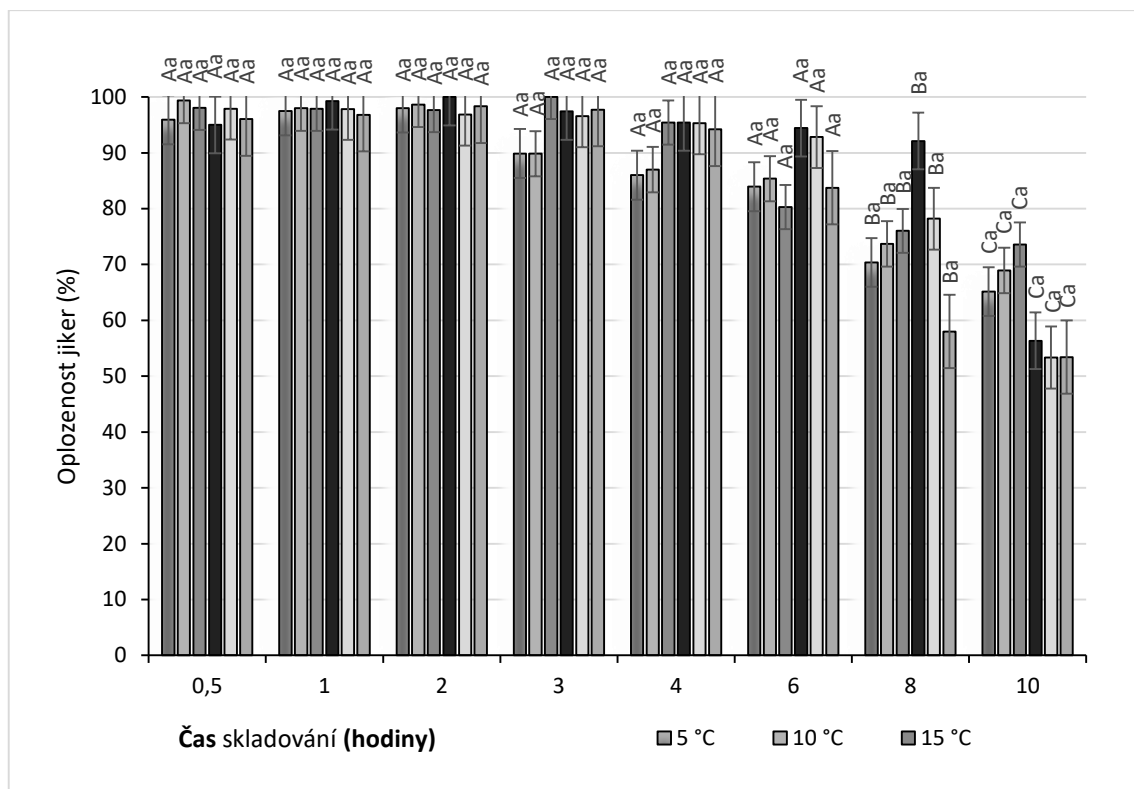
Graf 1 Absolutní a relativní plodnost u jikernačky sumce velkého.

Graf č. 1 prezentuje dosažené výsledky absolutní a relativní plodnosti, kdy absolutní pracovní plodnost odpovídala hodnotě 142 400 ks.k^{s-1} a relativní pracovní plodnost byla na úrovni 14 833 ks.kg⁻¹. Pro výpočet absolutní a relativní plodnosti u jikernačky byl použit přepočet, kdy se udává množství 160 ks v 1 g vytřených jiker podle Kouřil a kol. (1992) a Linhart a kol. (2001).

4.3 Oplozenost jiker

4.3.1 Oplozenost jiker v závislosti na teplotě skladování a délce skladování před jejich oplozením

V grafu níže jsou prezentovány výsledky oplozenosti (v %) jiker u sumce velkého. Výsledky jsou vytvořeny ze tří po sobě jdoucích opakováních podle daného času skladování a teploty skladování. Neoplozené jikry sumce velkého byly před oplozením skladovány v různých teplotních režimech. V těchto teplotních režimech byly skladovány po různě dlouhou dobu, než došlo k oplození.



Graf 2 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na teplotě a délce skladování.

Stejná velká písmena nad sloupci v grafu znázorňují nesignifikantní rozdíly mezi jednotlivými časy skladování neoplozených jiker, stejná malá písmena nad sloupci v grafu značí nesignifikantní rozdíly v rámci teploty skladování, ve které byly neoplozené jikry skladovány. Tato legenda platí i pro následující grafy, konkrétně pro graf č. 5, č. 8 a č. 11.

Z grafu č. 2 je patrné, že nejvyšších hodnot oplozenosti, bez ohledu na teplotu jejich skladování před výtěrem, bylo dosaženo u skupin, kde oplození proběhlo do dvou hodin od výtěru. Oplozenost po dvou hodinách od výtěru byla ve všech skupinách přes 95 %. U oplozenosti po třech hodinách od výtěru můžeme pozorovat mírný pokles u skupin, ve kterých byly neoplozené jikry skladovány v 5 °C a 10 °C, konkrétně 89, 88 % a 89,84 %. Ostatní skupiny, kde byly neoplozené jikry před oplozením skladovány ve vyšších teplotách, si pořád drží oplozenost přes 95 %. Oplozenost po 4 hodinách dosahuje přes 95 % už pouze u třech skupin, kde byly neoplozené jikry před oplozením skladovány v 15 °C, 20 °C a 25 °C, a to konkrétně 95,43 %, 95, 44 % a 95, 31 %.

Po šesti hodinách od výtěru si skupiny, ve kterých byly neoplozené jikry skladovány ve 20 °C a 25 °C, stále udržovaly oplozenost přes 90 %, respektive 94,44 %

a 92,82 %. Patrný pokles oplozenosti nastal u skupin, kde byly neoplozené jikry skladovány v teplotách 5 °C, 10 °C, 15 °C a 30 °C, konkrétně 83,93 %, 85,36 %, 80,26 % a 83,75 %.

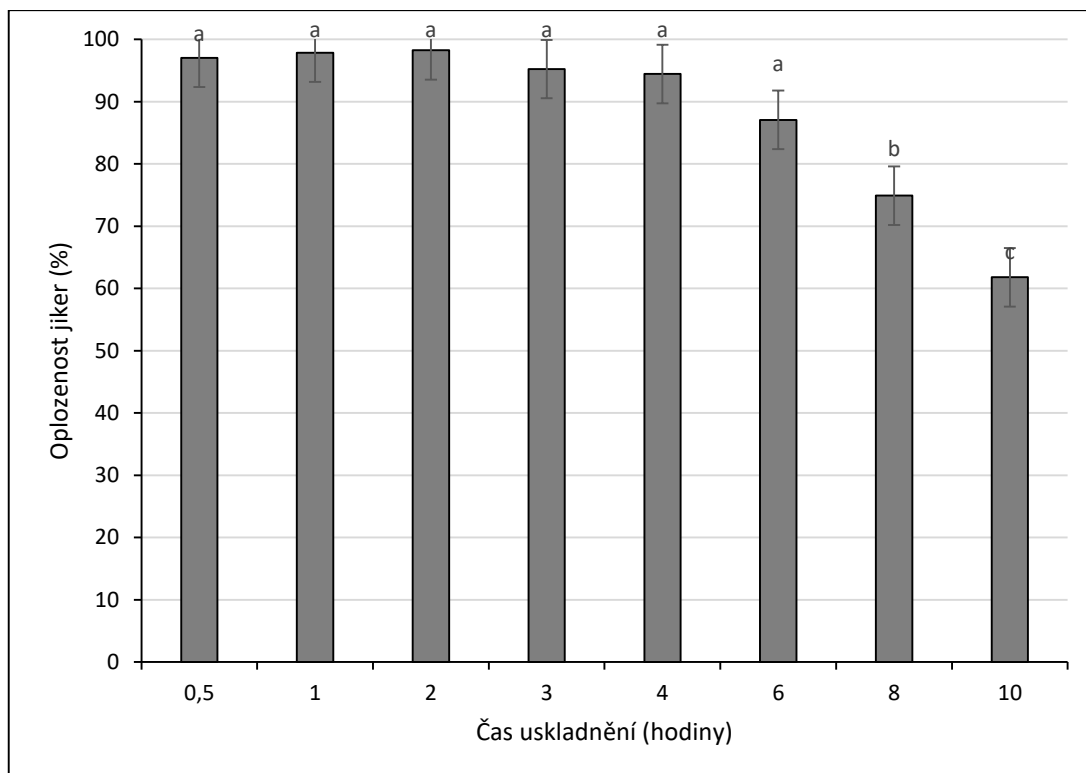
Po 8 hodinách od oplození byla nejvyšší oplozenost u skupiny, ve které byly neoplozené jikry skladovány při 20 °C (92,1 %). Všechny ostatní skupiny vykazovaly oplozenost nižší než 80 %. Nejnižší oplozenost byla u skupiny, kde byly neoplozené jikry skladovány při 30 °C, a to 58,6 %. Ostatní skupiny dosáhly oplozenosti v rozmezí 70–80 %.

Po deseti hodinách od oplození je patrný výrazný pokles procentuální oplozenosti u všech testovaných skupin. Nejvyšší hodnoty bylo dosaženo u skupiny, ve které se skladovaly jikry při 15 °C (73,57 %), druhá nejvyšší hodnota byla stanovena u skupiny, kde byly jikry skladovány při 10 °C (68,94 %), poté následovala skupina, v níž byly jikry skladovány při 5 °C (65,15 %). Nejnižší hodnoty oplozenosti byly zaznamenány u skupin, kde byly neoplozené jikry skladovány při 20 °C, 25 °C a 30 °C, a to konkrétně 56,34 %, 53,34 % a 53,42 %.

Mezi časy oplození 0,5 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h a 6 h od výtěru nebyly zaznamenány žádné signifikantní rozdíly na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$). První statisticky významný rozdíl je patrný při oplození po 8 h od výtěru ve srovnání s předešlými skupinami oplození a také po 10 h od výtěru. Mezi teplotou skladování nebyl zaznamenán žádný signifikantní rozdíl.

4.3.2 Oplozenost jiker v závislosti na čase skladování (bez zahrnutí vlivu teploty skladování)

V grafu níže jsou znázorněny průměrné hodnoty (v %) ze tří po sobě jdoucích opakování pouze v závislosti na čase skladování neoplozených jiker před jejich oplozením. V grafu není zohledněn vliv teploty skladování neoplozených jiker před jejich oplozením.

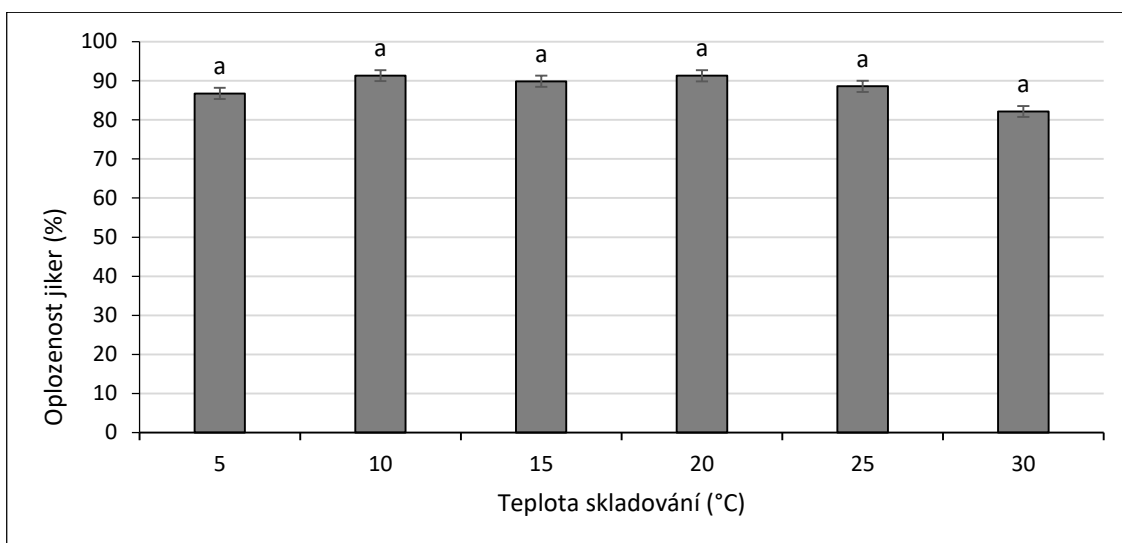


Graf 3 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na čase uskladnění před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu teploty skladování jiker před oplozením).

Z grafu č. 3 je patrné, že nejvyšší oplozenosti bylo dosaženo u skupin, kde byly jikry oplozeny do 4 h od výtěru. U všech těchto skupin dosahovala průměrná oplozenost přes 90 %. Nejvyšší oplozenosti bylo dosaženo u skupiny, ve kterých byly jikry oplozeny 2 h od výtěru a to 98,3 %. První pokles oplozenosti pod 90 % můžeme pozorovat u testované skupiny, v níž byly jikry oplozeny 6 h od výtěru. Zde průměrná oplozenost dosahovala 87,1 %. Nejnižší hodnoty oplozenosti byly zaznamenány u skupin, kde k oplození došlo 8 h resp. 10 h od výtěru, a to konkrétně 74,9 % a 61,8 %. U dosažených hodnot byl na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) zjištěn první signifikantní pokles u skupin, ve kterých byly neoplozené jikry skladovány po dobu 8 h a 10 h po výtěru.

4.3.3 Oplozenost jiker v závislosti na teplotě skladování (bez zahrnutí vlivu času skladování)

V grafu níže jsou vypočítány průměrné hodnoty (v %) ze tří po sobě jdoucích opakování pouze v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením. V grafu není zohledněn vliv času skladování neoplozených jiker před jejich oplozením.



Graf 4 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na teplotě skladování před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu doby skladování jiker před oplozením).

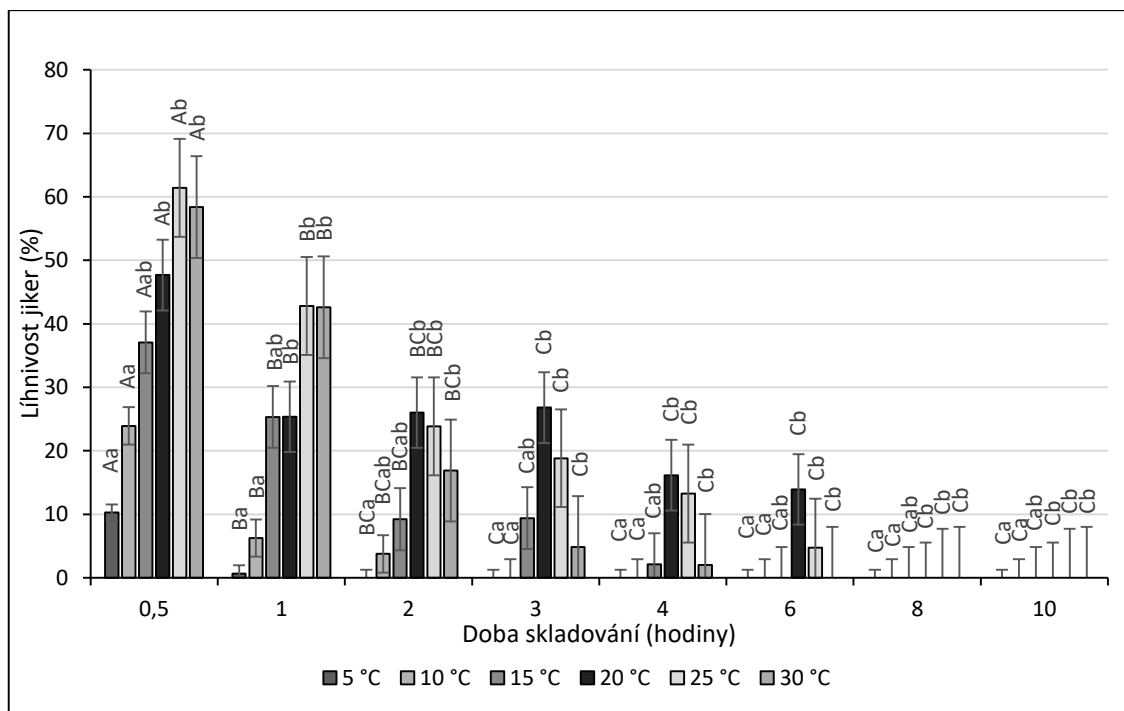
Z grafu č. 4 je patrné, že ve všech testovaných teplotních skupinách byla průměrná oplozenost velmi podobná. Nejvyšší oplozenosti bylo dosaženo u skupin, kde byly neoplozené jikry skladovány při teplotě 10 °C a 20 °C, a to shodně 91,3 %. Naopak nejnižší průměrné oplozenosti bylo dosaženo u skupiny, ve které byly neoplozené jikry skladovány ve 30 °C a to 82,1 %.

Mezi jednotlivými skupinami nebyl shledán žádný průkazný rozdíl na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$).

4.4 Líhivost

4.4.1 Líhivost jiker v závislosti na teplotě skladování a délce skladování před jejich oplozením

V grafu níže jsou prezentovány výsledky průměrné líhivost (v %) jiker ze tří po sobě jdoucích opakování. Líhivost byla vypočtena z oplozených jiker (do výpočtu nebyly zahrnuty neoplozené jikry) v závislosti na teplotě a délce skladování z jednotlivých skupin, ve kterých byly tyto jikry před oplozením skladovány.



Graf 5 Průměrná líhivost jiker sumce velkého z oplozených jiker v závislosti na různých teplotních režimech skladování a délky skladování jiker v těchto teplotních režimech před oplozením.

Graf č. 5 znázorňuje líhivost jiker v závislosti na teplotě skladování a době oplození po výtěru. Z výsledků je zřejmé, že všechny skupiny dosáhly nejvyšší líhivosti, když došlo k oplození po půl hodině od výtěru. Nejvyšší líhivosti po půl hodině od výtěru dosáhla skupina, v níž byly jikry skladovány při teplotě 25 °C a to 61,4 %, následována skupinou, u které byly jikry skladovány při teplotě 30 °C (58,4 %) a skupinou, ve které byly jikry skladovány při teplotě 20 °C (47,7 %). Naopak nejnižší líhivost vykazovala skupina, kde byly jikry skladovány před oplozením při teplotě 5 °C, konkrétně 10,3 %. Skupina, u které byly jikry skladovány při 10 °C, vykazaly 23,9 % líhivost a u skupiny, ve které byly jikry skladovány při 15 °C dosáhly 37,1 % líhivosti.

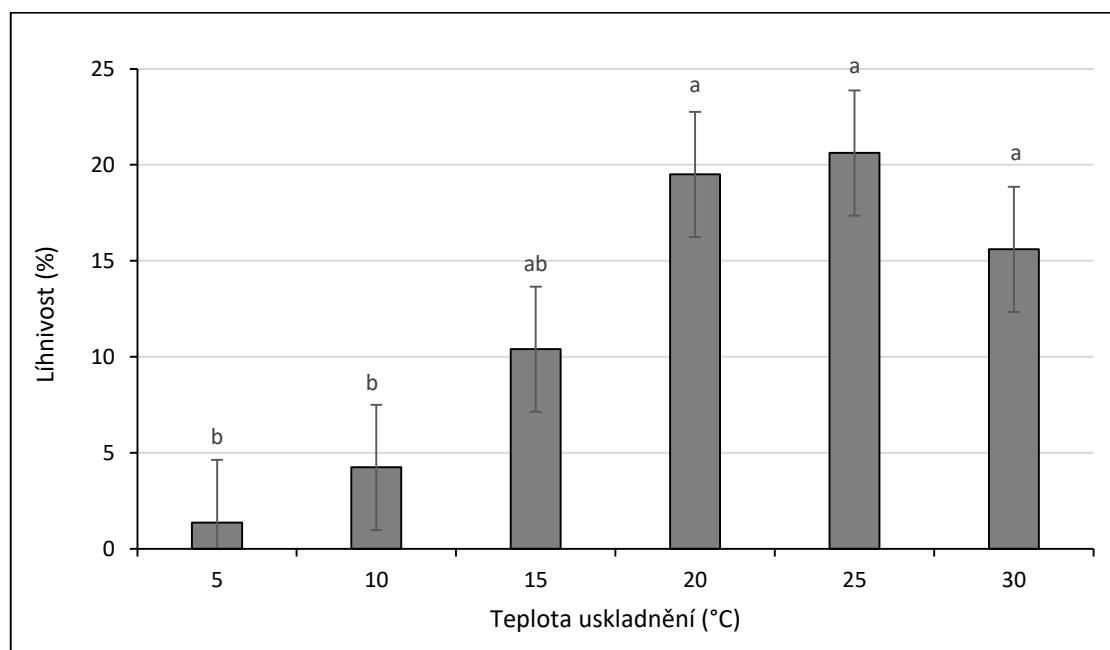
Po jedné hodině od oplození je patrný pokles líhivosti u všech testovaných skupin v porovnání s oplozením po půl hodině. Nejvyšší hodnoty vykazaly skupiny 25 °C a 30 °C a to 42,2 % a 42,6 %. Naopak nejnižších hodnot dosáhla skupina 5 °C, u které byla líhivost téměř nulová (0,7 %). U skupiny 10 °C byla líhivost rovněž velmi malá, a to na úrovni 6,2 %. Skupiny, u nichž byly jikry skladovány při 15 °C, resp. 20 °C, vykazaly 25,3 % a 25,4 % líhivost.

Po dvou hodinách od oplození je rovněž patrný pokles líhivosti v porovnání s oplozením po půl hodině, resp. jedné hodině s výjimkou skupiny, kde byly jikry

skladovány při teplotě 20 °C, která v tomto období vykazala nejvyšší líhivost v porovnání s ostatními skupinami, a to 26,0 %. Přes 20 % líhivost v tomto období měla skupina, u níž byly jikry skladovány při teplotě 25 °C, a to konkrétně 23,8 %. Skupina, u které byly jikry skladovány při teplotě 30 °C, dosáhla líhivosti na úrovni 16,9 %. Skupiny, u kterých byly jikry skladovány při teplotách 10°C, resp. 15 °C, nepřesáhly hodnotu oplozenosti 10 %. U skupiny, kde byly jikry skladovány při teplotě 5 °C, byla líhivost nulová.

4.4.2 Líhivost jiker v závislosti na teplotě skladování (bez zahrnutí vlivu času skladování)

V grafu níže jsou prezentovány průměrné výsledky (v %) ze tří po sobě jdoucích opakování líhivosti jiker u sumce velkého, kde byly neoplozené jikry sumce velkého před oplozením skladovány v různých teplotních režimech a v těchto teplotních režimech byly skladovány po různě dlouho dobu do doby oplození.



Graf 6 Průměrná líhivost jiker sumce velkého v závislosti na teplotě skladování před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu času skladování jiker před oplozením).

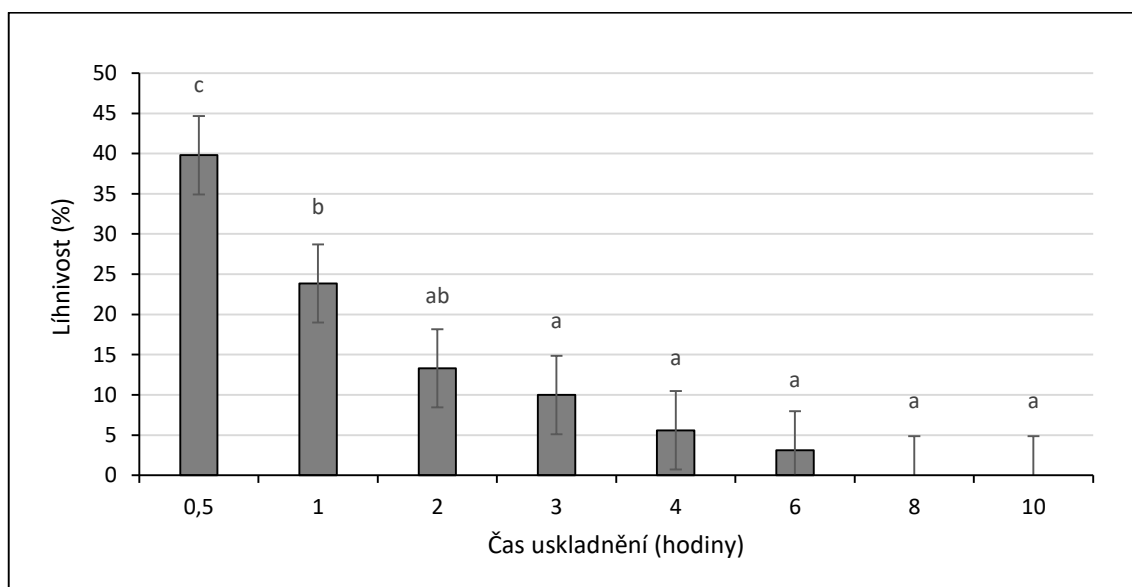
Z grafu č. 6 je patrné, že nejvyšší líhivosti dosáhla skupina, kde byly neoplozené jikry skladovány ve 25 °C a to konkrétně 20,6 %. U teplotních skupin 20 °C a 30 °C byly průměrné hodnoty líhivosti pod 20 % a to konkrétně 19,5 % a 15,6 %. Nejnižší

průměrné líhnivosti bylo dosaženo u teplotní skupiny 5 °C, ve které průměrná líhnivost dosahovala pouze 1,4 %. Líhnivost pod 5 % byla také zaznamenána u teplotní skupiny 10 °C, kde dosáhla 4,2 %.

Významný rozdíl na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) nebyl prokázán mezi skupinami 20 °C, 25 °C a 30 °C. První signifikantní rozdíly byly zjištěny u teplotních skupin 5 °C a 10 °C, ale tyto dvě skupiny se mezi sebou nelišily. Teplotní skupina 15 °C se nelišila od teplotních skupin 5 °C, 10 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C.

4.4.3 Líhnivost jiker v závislosti na čase skladování (bez zahrnutí vlivu teploty skladování)

V grafu níže jsou prezentovány průměrné výsledky (v %) ze tří po sobě jdoucích opakování líhnivosti jiker u sumce velkého, pouze v závislosti na čase skladování neoplozených jiker před jejich oplozením. V grafu není zohledněn vliv teploty skladování neoplozených jiker před jejich oplozením.



Graf 7 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na čase skladování před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu teploty skladování jiker před oplozením).

Z grafu č. 7 je patrné, že nejvyšší průměrné líhnivosti 39,9 % bylo dosaženo u skupiny, kde byly neoplozené jikry oplozeny 0,5 h po výtěru. Poté se postupně snižuje průměrná líhnivost v závislosti na délce skladování neoplozených jiker. Vykulení jedinci byli zaznamenáni ještě u skupiny, ve které došlo k oplození 6 h po výtěru. U této skupiny

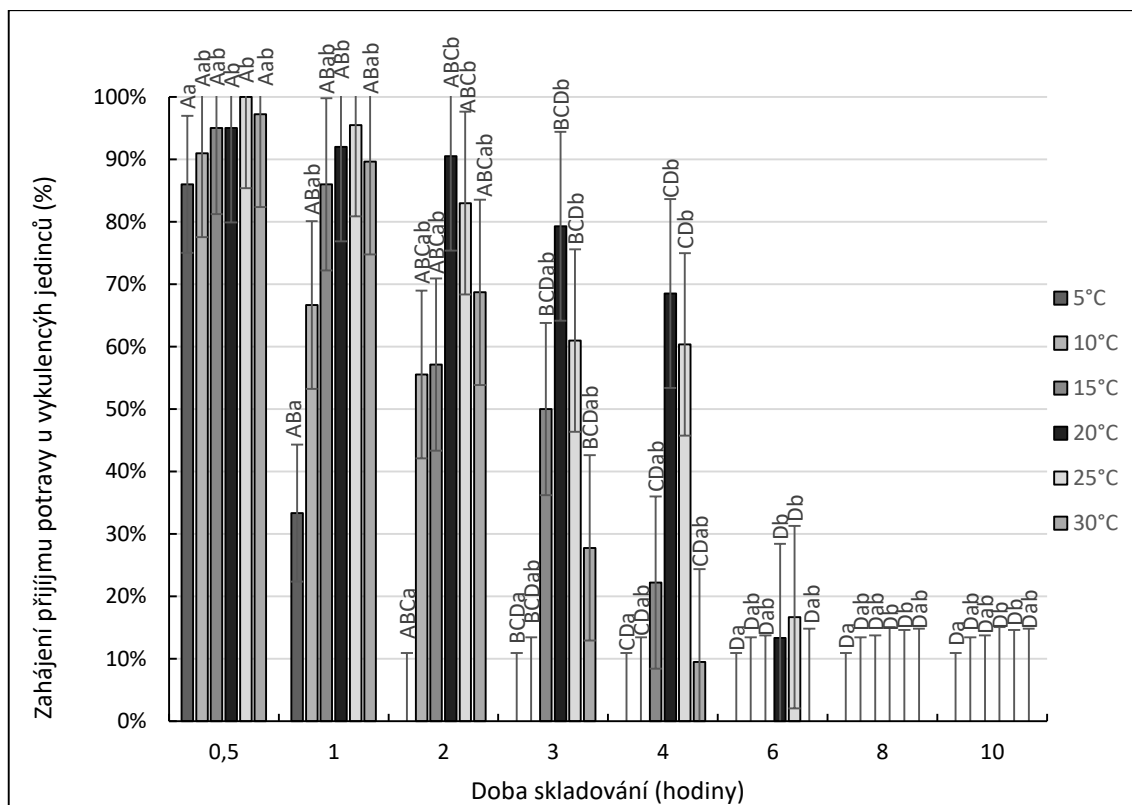
bylo dosaženo průměrné líhivosti na úrovni 2,5 %. U skupin, kde došlo k oplození po 8 h, respektive po 10 h, byla zaznamenána nulová líhivost.

Mezi skupinami, u nichž došlo k oplození 3 h, 4 h, 6 h, 8 h a 10 h po výtěru nebyl zaznamenán žádný signifikantní rozdíl na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$). Prokazatelný rozdíl oproti předešlým skupinám byl zaznamenán u skupin, kde došlo k oplození po 0,5 h a 1 h po výtěru, a tyto dvě skupiny se také lišily mezi sebou. U skupiny, ve které došlo k oplození 2 h po výtěru, se neprokázal signifikantní rozdíl mezi skupinami, ve které došlo k oplození po 3 h, 4 h, 6 h, 8 h a 10 h, a taktéž se signifikantně neliší od skupiny, kde došlo k oplození 1 h po výtěru. Její signifikantní rozdíl byl zaznamenán se skupinou, ve které došlo k oplození 0,5 h po výtěru.

4.5 Zahájení příjmu potravy

4.5.1 Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování a době skladování neoplozených jiker před jejich oplozením (vypočteno z líhivosti)

Graf č. 8 nám znázorňuje průměrné hodnoty začátku příjmu exogenní potravy (v %) ze tří po sobě jdoucích opakování (po strávení žloutkového váčku byly předloženy larvám sumce velkého nauplie žábronožky). Průměrné hodnoty jsou vypočteny z vykulených přeživších jedinců. Znázorněné průměrné hodnoty jsou vztažené na dobu skladování neoplozených jiker před jejich oplozením, a taktéž na teplotu, v jaké byly neoplozené jikry před oplozením skladovány.



Graf 8 Průměrné naměřené hodnoty zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého v závislosti na době a teplotě skladování před jejich oplozením (vztaženy na líhivost).

Z grafu č. 8 je patrné, že nejvyššího nakrmení jedinců (jejich rozkrmu) bylo dosaženo u jedinců, u kterých byly jikry oplozeny do půl hodiny od výtěru. Ve všech těchto skupinách se průměrné hodnoty začátku příjmu potravy pohybovaly mezi 90–100 %, mimo skupinu, kde byly jikry skladovány v 5 °C, zde bylo dosaženo hodnoty 86,0 %. Nejvyššího počtu nakrmených jedinců, bylo dosaženo u skupiny, kde byly neoplozené jikry skladovány v 25 °C, a to 100 %. Druhá nejvyšší hodnota byla zaznamenána u skupiny, ve které byly neoplozené jikry skladovány v teplotě 30 °C (97,2 %). Dále následují dvě skupiny, u nichž byly neoplozené jikry skladovány v teplotách 15 °C a 20 °C, zde bylo u obou skupin dosaženo shodného výsledku, a to 95,0 %. Poslední skupina, která měla průměrné hodnoty začátku příjmu potravy do 90 %, byla skupina, kde byly neoplozené jikry skladovány při teplotě 10 °C, konkrétně 91,2 %.

Začátek příjmu potravy u larev, kde byly jikry oplozeny do 1 hodiny od výtěru, dosáhly dvě teplotní skupiny oplozenosti přes 90 %, konkrétně to byly skupiny, kde byly jikry skladovány v teplotách 20 °C a 25 °C s hodnotami 92,0 % a 95,5 %. Průměrné hodnoty nakrmení larev pod 90 % vykazaly skupiny, ve kterých byly neoplozené jikry

skladovány při 30 °C a 15 °C, a to konkrétně 89,6 % a 86,0 %. U zbývajících skupin došlo k výraznému poklesu průměrných hodnot oproti oplození do 0,5 h. Konkrétně to byly skupiny, u nichž byly jikry skladovány v 5 °C a 15 °C s průměrnými hodnotami 33,3 % a 66,7 %.

U skupin, kde došlo k oplození jiker do dvou hodin od výtěru, byly zaznamenány následující průměrné hodnoty nakrmení larev. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u skupiny, ve které byly jikry skladovány při 20 °C a zároveň je to jediná hodnota, která dosáhla průměrného nakrmení larev přes 90 %, konkrétně 90,5 %. Druhé nejvyšší hodnoty bylo dosaženo u skupiny, kde byly jikry skladovány ve 25 °C a to 83,0 %. U skupiny, u které byly jikry skladovány před oplozením ve 30 °C, došlo k poklesu průměrné oplozenosti pod 70 %, respektive 68,7 %. Začátek příjmu potravy byl také zaznamenán u skupin, u nichž byly neoplozené jikry skladovány v 10 a 15 °C s hodnotami 55,6 % a 57,2 %. Ve skupině, kde byly jikry skladovány při teplotě 5 °C, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

Při oplození jiker do 3 hodin od výtěru, můžeme v grafu pozorovat, že nejvyšší průměrné hodnoty nakrmení larev bylo dosaženo u skupiny, ve které byly jikry před výtěrem skladovány v teplotě 20 °C, zde bylo dosaženo průměrné hodnoty 79,3 %. Druhé nejvyšší hodnoty bylo dosaženo u skupiny, kde byly jikry před výtěrem skladovány při teplotě 25 °C, s průměrnou hodnotou 61,0 %. Poté následuje skupina, u které byly před oplozením jikry skladovány při 15 °C, zde bylo dosaženo hodnoty 50,0 %. Nakrmení jedinci byli zaznamenáni ještě u skupiny, kde byly jikry skladovány v při teplotě 30 °C s dosaženou průměrnou hodnotou 27,8 %. U skupin, v nichž byly jikry skladovány před oplozením v 5 °C a 15 °C, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

Při oplození do 4 hodin od výtěru byla zaznamenána nejvyšší průměrná hodnota nakrmených jedinců u skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při teplotě 20 °C, s hodnotou 68,5 %. Následují skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při teplotě 25, 15 a 30 °C, s vykázanými hodnotami 60,4 %, 22,2 % a 9,5 %. U skupin, ve kterých byly jikry před oplozením skladovány v 5 a 10 °C, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

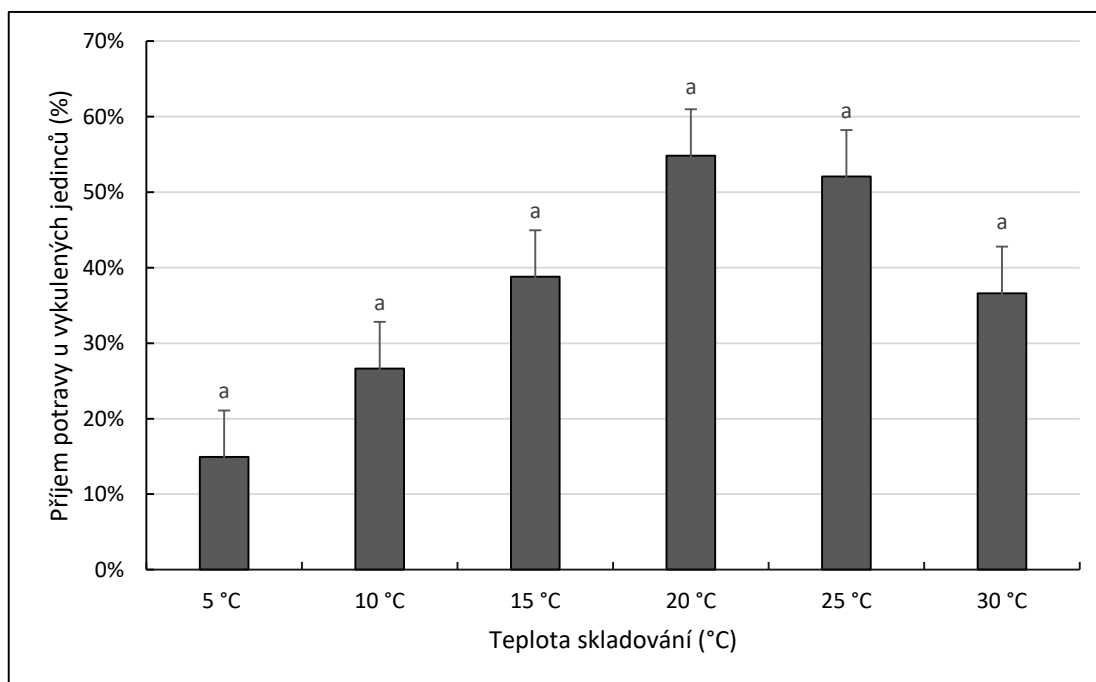
V grafu můžeme vidět, že při oplození do 6 hodin od výtěru, byli zaznamenáni jedinci, kteří začali přijímat potravu pouze u dvou teplotních skupin, konkrétně to byly skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při 20 a 25 °C s dosaženými hodnotami 13,3 % a 16,7 %.

U skupin, ve kterých došlo k oplození po 8, respektive 10 hodinách od výtěru, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

Při statistickém zhodnocení na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) byl zaznamenán signifikantní pokles hodnot u skupin, které byly skladovány v 5 °C, 10 °C a 15 °C, při skladování neoplozených jiker po 3 h od výtěru. Další významný pokles byl po skladování 4 h od výtěru a nakonec 6 h a déle od výtěru. Významně se mezi sebou také liší teplotní skupina 5 °C od teplotních skupin 20 °C a 25 °C při skladování neoplozených jiker po 3 h od výtěru, další významný pokles byl po skladování 4 h od výtěru a nakonec 6 h a déle od výtěru.

4.5.2 Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením bez zahrnutí vlivu délky skladování (vypočteno z líhnivosti)

Graf níže nám znázorňuje průměrný počet jedinců ze tří opakování (v %), kteří zahájili příjem exogenní potravy po strávení žloutkového vajíčka. V grafu níže jsou zahrnuty průměrné výsledky vztažené pouze na teplotu skladování neoplozených jiker před jejich oplozením (není zde zahrnut vliv teploty).

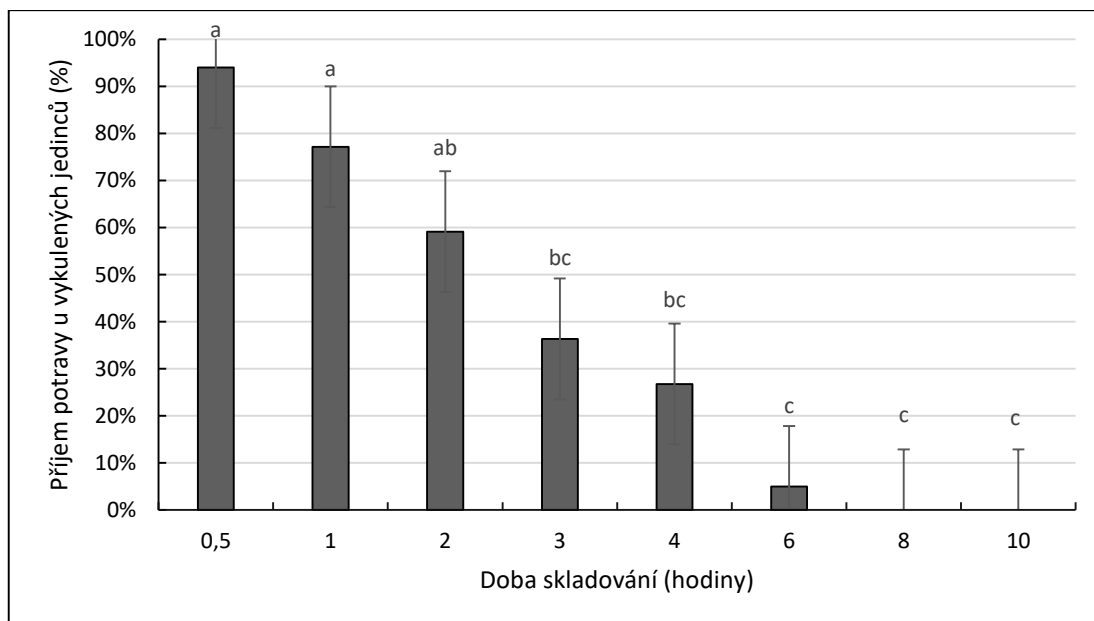


Graf 9 Průměrné hodnoty zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého v závislosti na teplotě skladování jiker před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu délky skladování jiker před jejich oplozením).

Z grafu č. 9 je patrné, že nejvyšší průměrné hodnoty začátku příjmu potravy u larev sumce velkého, bylo dosaženo u skupiny, ve které byly neoplozené jikry před výtěrem skladovány v teplotě 20 °C. Bylo zde dosaženo průměrné hodnoty 54,8 %. Druhá nejvyšší hodnota a zároveň poslední hodnota, která zaznamenala průměrný počet jedinců, kteří zahájili příjem potravy nad 50 %, byla u skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při teplotě 25 °C. Bylo zde dosaženo konkrétní hodnoty 52,1 %. Následují dvě teplotní skupiny, jejichž průměrné hodnoty se pohybují mezi 30–40 %. Jedná se o skupiny, u nichž byly jikry skladovány v teplotách před oplozením v 15 °C a 30 °C, s hodnotami 38,8 % a 36,6 %. Nejnižší průměrné hodnoty byly zaznamenány u skupin, kde byly jikry skladovány před oplozením v 5 °C respektive 10 °C s dosaženými hodnotami 14,9 % a 26,7 %.

4.5.3 Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti délce skladování neoplozených jiker před jejich oplozením bez zahrnutí vlivu teploty skladování (vypočteno z líhnivosti)

Graf níže nám znázorňuje průměrný počet jedinců ze tří opakování (v %), kteří zahájili příjem exogenní potravy po strávení žloutkového váčku. Dosažené průměrné hodnoty jsou vztažené pouze na dobu (čas) skladování jiker před jejich oplozením. Není zde zahrnut vliv teploty, ve které byly jikry před oplozením skladovány.



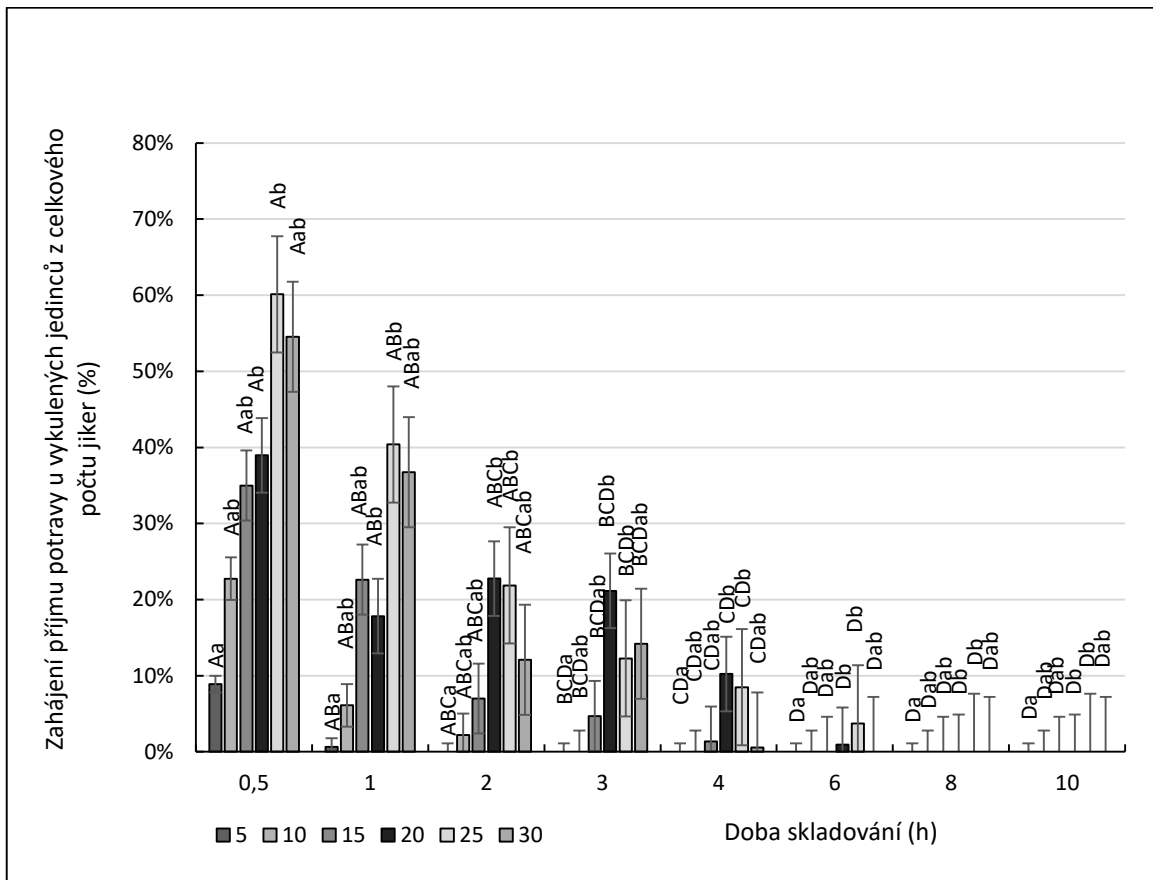
Graf 10 Průměrné naměřené hodnoty zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého v závislosti na době skladování jiker před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu teploty skladování jiker před jejich oplozením).

Z grafu č. 10 je patrné, že nejvyšších průměrných hodnot zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého bylo dosaženo, když byly jikry oplozeny do 0,5 h od výtěru, zde bylo dosaženo hodnoty 94,0 %. Dále je z grafu patrné, že s delší dobou skladování jiker klesají průměrné dosažené hodnoty. Respektive 1 h od výtěru byla průměrná hodnota 77,2 %, dvě hodiny od výtěru 59,2 %, tři hodiny od výtěru 36,3 %, čtyři hodiny od výtěru 26,8 % a šest hodin od výtěru 5,0 %. Zároveň je toto poslední skupina, kde byly zaznamenány larvy, které zahájily příjem potravy. U skupin, kde byly jikry oplozeny 8, respektive 10 h od výtěru, nebyly zaznamenány žádné larvy, které by zahájily příjem potravy.

4.5.4 Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování a době skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker

Graf níže nám znázorňuje průměrné hodnoty začátku příjmu exogenní potravy vztažené na celkový počet nasazených jiker (v %) ze tří po sobě jdoucích opakování (po strávení žloutkového váčku byly předloženy larvám sumce velkého nauplie žábřonožky). Průměrné hodnoty jsou vypočteny z vykulených přeživších jedinců. Znázorněné průměrné hodnoty jsou vztažené na dobu skladování neoplozených jiker před

jejich oplozením, a taktéž na teplotu, v jaké byly neoplozené jikry před oplozením skladovány.



Graf 11 Průměrné množství nasazených larev sumce velkého (z nasazených jiker) (%), které zahájily příjem potravy v závislosti na teplotě skladování a době skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker.

Z grafu č. 11 je patrné, že nejvyššího nakrmení jedinců (jejich rozkrmu) bylo dosaženo u skupiny, kde došlo k oplození do půl hodiny od výtěru. Nejvyššího počtu nakrmených jedinců, bylo dosaženo u skupiny, kde byly neoplozené jikry skladovány v 25 °C, a to 60,1 %. Druhá nejvyšší hodnota byla zaznamenána u skupiny, ve které byly neoplozené jikry skladovány v teplotě 30 °C (54,5 %). Dále následují dvě skupiny, u nichž byly neoplozené jikry skladovány v teplotách 20 °C a 15 °C, zde bylo dosaženo podobných hodnot 39,0 % a 35,0 % Následuje skupina, ve které byly jikry skladovány při 10 °C s hodnotou 22,7 %. Poslední skupina, která měla průměrné hodnoty začátku příjmu potravy do 10 %, byla skupina, kde byly neoplozené jikry skladovány při teplotě 5 °C, konkrétně 8,9 %.

Začátek příjmu potravy u larev, kde byly jikry oplozeny do 1 hodiny od výtěru, dosáhly dvě teplotní skupiny oplozenosti přes 30 %, konkrétně to byly skupiny, kde byly jikry skladovány v teplotách 25 °C a 30 °C s hodnotami 40,4 % a 36,7 %. Průměrné hodnoty nakrmení larev okolo 20 % vykázaly skupiny, ve kterých byly neoplozené jikry skladovány při 15 °C a 20 °C, a to konkrétně 22,6 % a 17,8 %. U zbývajících skupin byly hodnoty pod 10 %. Konkrétně to byly skupiny, u nichž byly jikry skladovány v 10 °C a 5 °C s průměrnými hodnotami 0,7 % a 1,2 %.

U skupin, kde došlo k oplození jiker do dvou hodin od výtěru, byly zaznamenány následující průměrné hodnoty nakrmení larev. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u skupiny, ve které byly jikry skladovány při 20 °C o hodnotě 22,8 %. Druhé nejvyšší hodnoty bylo dosaženo u skupiny, kde byly jikry skladovány ve 25 °C a to 21,9 %. U skupiny, u které byly jikry skladovány před oplozením ve 30 °C, došlo k poklesu průměrné oplozenosti pod 15 %, respektive 12,1 %. Začátek příjmu potravy byl také zaznamenán u skupin, u nichž byly neoplozené jikry skladovány v 15 °C a 10 °C s hodnotami 7,0 % a 2,2 %. Ve skupině, kde byly jikry skladovány při teplotě 5 °C, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

Při oplození jiker do 3 hodin od výtěru můžeme v grafu pozorovat, že nejvyšší průměrné hodnoty nakrmení larev bylo dosaženo u skupiny, ve které byly jikry před výtěrem skladovány v teplotě 20 °C, zde bylo dosaženo průměrné hodnoty 21,2 %. Druhé nejvyšší hodnoty bylo dosaženo u skupiny, kde byly jikry před výtěrem skladovány při teplotě 25 °C, s průměrnou hodnotou 12,3 %. Poté následuje skupina, u které byly před oplozením jikry skladovány při 30 °C, zde bylo dosaženo hodnoty 1,7 %. Nakrmení jedinci byli zaznamenáni ještě u skupiny, kde byly jikry skladovány při teplotě 15 °C s dosaženou průměrnou hodnotou 4,7 %. U skupin, v nichž byly jikry skladovány před oplozením v 5 °C a 10 °C, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

Při oplození do 4 hodin od výtěru byla zaznamenána nejvyšší průměrná hodnota nakrmených jedinců u skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při teplotě 20 °C, s hodnotou 10,2 %. Následují skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při teplotě 25 °C, 15 a 30 °C, s vykázanými hodnotami 8,5 %, 1,4 % a 0,6 %. U skupin, ve kterých byly jikry před oplozením skladovány v 5 a 10 °C, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

V grafu můžeme vidět, že při oplození do 6 hodin od výtěru, byli zaznamenáni jedinci, kteří začali přijímat potravu pouze u dvou teplotních skupin, konkrétně to byly

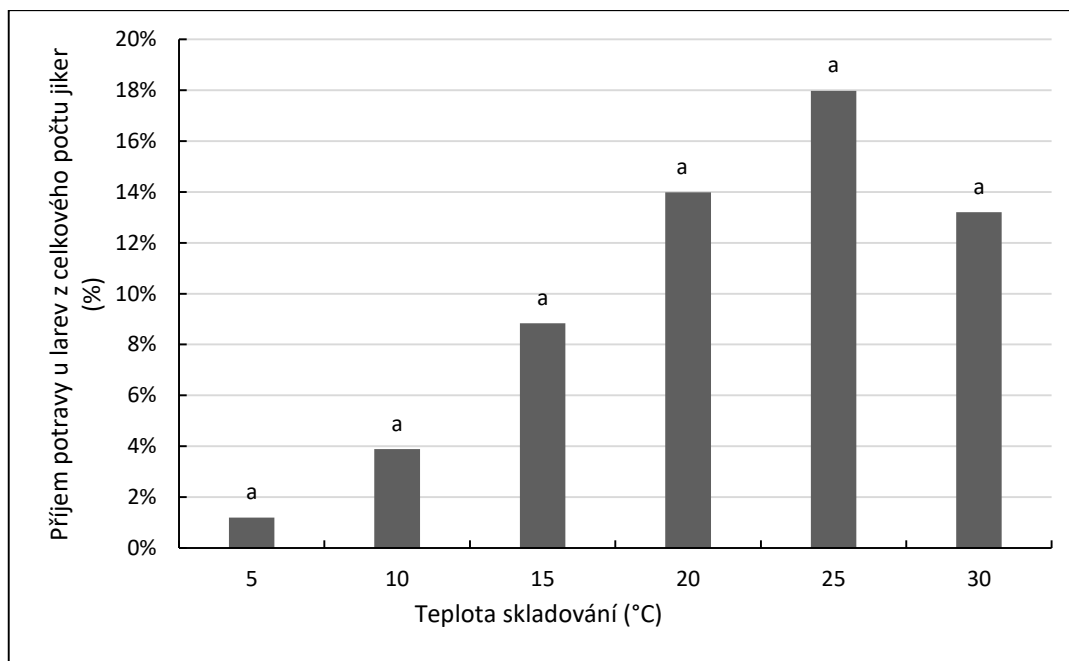
skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány při 20 a 25 °C s dosaženými hodnotami 0,9 % a 0,8 %.

U skupin, ve kterých došlo k oplození po 8, respektive 10 hodinách od výtěru, nebyli zaznamenáni žádní jedinci, kteří by zahájili příjem potravy.

Při statistickém zhodnocení na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) byl zaznamenán signifikantní pokles hodnot u skupin, které byly skladovány v 5 °C, 10 °C a 15 °C, při skladování neoplozených jiker po 3 h od výtěru. Další významný pokles byl po skladování 4 h od výtěru a nakonec 6 h a déle od výtěru. Významně se mezi sebou také liší teplotní skupina 5 °C od teplotních skupin 20 °C a 25 °C při skladování neoplozených jiker po 3 h od výtěru, další významný pokles byl po skladování 4 h od výtěru a nakonec 6 h a déle od výtěru

4.5.5 Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu délky skladování)

Graf níže nám znázorňuje průměrný počet jedinců ze tří opakování (v %), kteří zahájili příjem exogenní potravy po strávení žloutkového váčku. V grafu níže jsou zahrnuty průměrné výsledky vztažené pouze na teplotu skladování neoplozených jiker před jejich oplozením (není zde zahrnut vliv teploty).

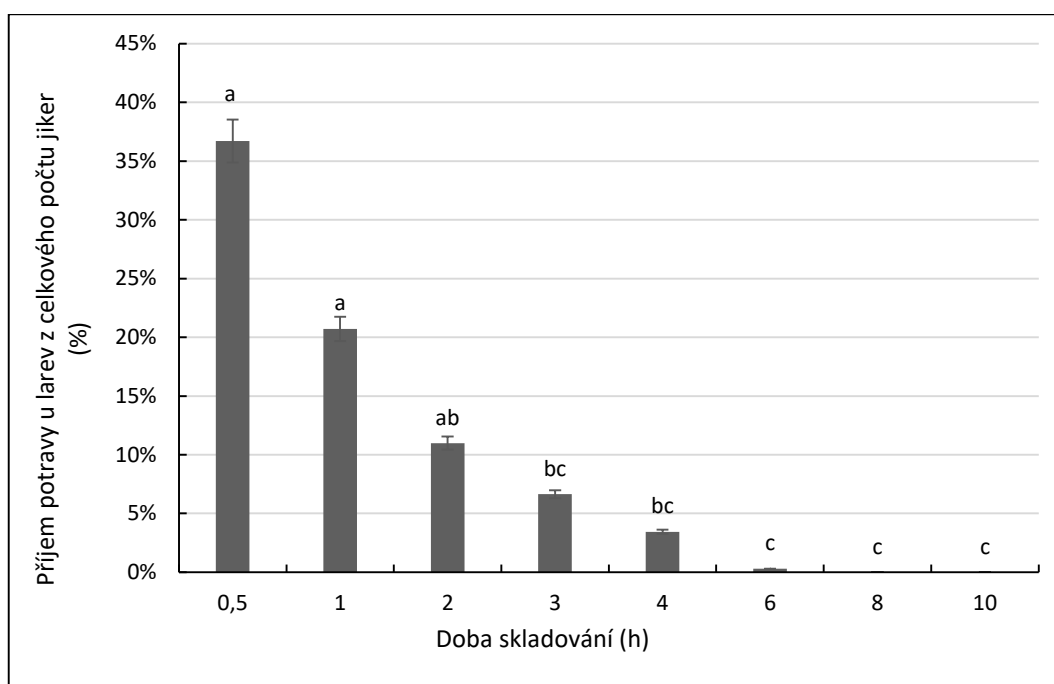


Graf 12 Průměrné naměřené hodnoty ze zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu délky skladování).

Z grafu č. 12 je patrné, že nejvyšší průměrné hodnoty začátku příjmu potravy u larev sumce velkého bylo dosaženo u skupiny, kde byly neoplozené jikry před výtěrem skladovány v teplotě 25 °C. Bylo zde dosaženo průměrné hodnoty 18,0 %. Druhá nejvyšší hodnota byla u skupiny, kde byly jikry před oplozením skladovány v teplotě 20 °C. Bylo zde dosaženo konkrétní hodnoty 14,0 %. Následuje skupina, kde byly jikry skladovány ve 30 °C s dosaženou hodnotou 13,2 %. U zbývajících teplotních skupin 15 °C, 10 °C a 5 °C byla zaznamenána průměrná hodnota pod 10 %, respektive 8,8 %, 3,9% a 1,2 %. Ze statistického vyhodnocení na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) vyšlo najevo, že se teplotní skupiny mezi sebou signifikantně nelišily

4.5.6 Zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti délce skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu teploty skladování)

Graf níže nám znázorňuje průměrný počet jedinců ze tří opakování (v %), kteří zahájili příjem exogenní potravy po stravení žloutkového váčku. Dosažené průměrné hodnoty jsou vztažené pouze na dobu (čas) skladování jiker před jejich oplozením. Není zde zahrnut vliv teploty, ve které byly jikry před oplozením skladovány.



Graf 13 Průměrné zjištěné hodnoty ze zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti délce skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztahených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu teploty skladování)

Z grafu č. 13 je patrné, že nejvyšších průměrných hodnot zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého bylo dosaženo, když byly jikry oplozeny do 0,5 h od výtěru, zde bylo dosaženo hodnoty 36,7 %. Dále je z grafu patrné, že s delší dobou skladování jiker klesají průměrné dosažené hodnoty. Respektive 1 h od výtěru byla průměrná hodnota 20,7 %, dvě hodiny od výtěru 11,0 %, tři hodiny od výtěru 6,6 %, čtyři hodiny od výtěru 3,4 % a šest hodin od výtěru 0,3 %. Zároveň je toto poslední skupina, kde byly zaznamenány larvy, které zahájily příjem potravy. U skupin, kde byly jikry oplozeny 8 h, respektive 10 h od výtěru, nebyly zaznamenány žádné larvy, které by zahájily příjem potravy.

Při statistickém vyhodnocení na hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi dobou skladování 0,5 h a 1 h. Tyto skupiny se lišily od dob skladování 3 h, 4 h, 6 h 8 h a 10 h. Doba skladování 2 h se nelišila od skladování po 0,5 h, 1 h a 3h, ake rozdíly byly zaznamenány mezzi skupinami skladování 6 h, 8 h a 10 h. Doba skladování 3h se nelišila od doby skladování 2 h a 4 h, ale rozdíly byly zaznamenány od skupin skladování 0,5 h, 1 h, 6 h, 8h a 10 h. Doba skladování 4 h se lišila od doby skladování 0,5, 1 h 2 h, 6 h, 8 h a 10 h. Mezi skupinami skladování 6 h, 8 h a 10 h byl zaznamenán rozdíl od skupin 0,5 h, 1 h a 2h.

5 Diskuze

V současné době je poptávka po násadovém materiálu sumce velkého uspokojována především z rybích líhní, ve kterých je sumec velký uměle vytírán za pomoci hormonálního ošetření. Kvalitní násadový materiál sumce velkého je zapotřebí pro intenzivní akvakulturu s RAS technologií, kde je sumec chován jako hlavní druh, a také pro rybářské podniky, které využívají sumce jako doplňkovou rybu v polykulturních obsádkách, u nichž je hlavní chovanou rybou tržní kapr obecný, a taktéž pro rybářské svazy, které ho vysazují do volných vod.

Pro velkou časovou a také manuální náročnost je zapotřebí si předem dobře rozvrhnout časový harmonogram a pracovní plán umělého výtěru. Z všeobecné praxe na rybářských líhních je zřejmé, že po získání pohlavních produktů se pracovníci snaží co nejrychleji provést osemenění a následnou aktivaci (oplození) pohlavních produktů, a to z důvodu zabránění poklesu kvality získaných pohlavních produktů. Avšak takovýto postup nám nezaručuje získání kvalitního a životaschopného potomstva. V některých případech není možné přistoupit k osemenění a následné aktivaci pohlavních produktů v co možná nejkratším čase po výtěru. Při takovémto postupu hrozí možná kontaminace vytřených pohlavních produktů, v důsledku časové tísně pracovníků líhně a chybovosti v procesu umělého výtěru (kontaminace pohlavních produktů vodou, močí, krví atd.). To může vést k poklesu oplozenosti a následné líhivosti.

Cílem diplomové práce bylo otestovat vliv různé délky skladování uměle vytřených neoplozených jiker v závislosti na různé teplotě jejich skladování před osemeněním, oplozením a následnou inkubací s cílem získat váčkový plůdek. Dalším dílčím cílem bylo ověřit, zda se tyto předešlé vlivy projeví na začátku příjmu potravy u larev sumce velkého. Následujícím dílčím cílem diplomové práce bylo ověřit, zda sledované parametry (délka a teplota skladování) mohou prokázat, jestli je opravdu nutné, co nejrychleji přistupovat k osemenění a následnému oplození pohlavních produktů, a zda se dá prodloužit doba oplození bez vlivu na reprodukční ukazatele (oplozenost a líhivost).

5.1 Umělý výtěr

Ovulace u jikernačky sumce velkého bylo dosaženo za pomoci hormonálního ošetření. Pro injekci byla použita kapří hypofýza. Tento preparát je úspěšně využíván

při umělém výtěru sumce velkého (Kouřil a kol. 1992; Linhart a kol. 2001 a Tinkir a kol. 2021), z tohoto důvodu bylo hormonální ošetření kapří hypofýzou provedeno i v tomto experimentu.

Při umělém výtěru bylo získáno 890 g jiker, což odpovídá relativní plodnosti 14 833 ks.kg⁻¹, kdy takováto hodnota patří mezi standardní. Kouřil a kol. (1992) udává hodnotu relativní plodnosti mezi 10 000–20 000 ks.kg⁻¹ a Linhart a kol. (2001) dokonce na úrovni 10 000–25 000 ks.kg⁻¹. U jikernačky, která byla využita pro experiment, bylo dosaženo ovulace po 28 h, v této době se teplota vody na líhni pohybovala mezi 19,5 °C a 21 °C, což odpovídá 546–588 °h. Kouřil a kol. (1992) ve své práci uvádějí, že po jednorázové injekci kapří hypofýzou dojde k ovulaci za 18–22 h při teplotě vody 22–24 °C (430–450 °h), s nižší teplotou se tento interval prodlužuje, což je případ našeho výtěru, kdy nejvyšší teplota vody na líhni dosahovala 21 °C. Linhart a kol. (2001) uvádí interval latence při teplotě vody 22 °C na úrovni cca 500 °h.

5.2 Oplozenost jiker

Z dosažených výsledků (statisticky zpracovaných) v grafu č. 2 můžeme konstatovat, že délka skladování má vliv na oplozenost jiker u sumce velkého. Neoplozené jikry byly skladovány v různých teplotních režimech (5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C) a v těchto teplotách byly skladovány po různě dlouhou dobu (0,5 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 6 h, 8 h a 10 h), než došlo k jejich oplození. Z grafu je patrné, že s prodlužující se dobou skladování dochází k poklesu oplozenosti ve všech testovaných skupinách bez ohledu na teplotu skladování.

Je zapotřebí říci, že úspěšnost výtěru (získání životaschopného potomstva) bude vždy záviset na kvalitě získaných pohlavních produktů od generačních ryb. Otázkou zůstává, které vlivy pro získání životaschopného potomstva jsou rozhodující (teplota, světelná perioda, potrava nebo individualita jedince). Tinkir a kol. (2021) uvádí velké reprodukční rozdíly v oplozenosti mezi jednotlivými jikernačkami. Ve svém experimentu použil jikry od 3 jikernaček. Tyto vytřené jikry nemísil, ale zanechal je jako samostatné skupiny a každou tuto skupinu oplozoval stejným spermatem. Došel k velmi variabilním výsledkům, kdy oplozenost mezi jednotlivými jikernačkami kolísala mezi 70–90 %. Z čehož vyplývá, že jsou poměrně velké individuální rozdíly v reprodukčních ukazatelích mezi jednotlivými jikernačkami.

V našem experimentu jsme dosáhli oplozenosti ve všech testovaných skupinách v rozmezí od 100–53,3 %. Nejvyšší oplozenosti bylo dosahováno u skupin, které byly oplozeny do dvou hodin od výtěru bez ohledu na teplotu skladování neoplozených jiker. V této době skladování se hodnota oplozenosti pohybovala ve všech testovaných skupinách přes 95 %. Tinkir a kol. (2021) prezentuje výsledky umělého výtěru 3 jikernaček, kdy jejich vytřené neoplozené jikry uchovával samostatně ve dvou teplotách (17 °C a 22 °C) a oplozování prováděl v různých časových intervalech 1 h, 3 h, 5 h a 7 h po vytření jiker. Průměrná oplozenost byla velmi variabilní a pohybovala se mezi 70–90 %. Linhart a kol. (2004) ve své práci uvádějí nejvyšší oplozenost na úrovni 90 %, přičemž použili aktivační roztok, který nebyl obohacen o NaCl, druhou nejvyšší oplozenost zaznamenali, když použili aktivační roztok s mM 17 NaCl, a to na úrovni 87 %. Z těchto výsledků muže usoudit, že oplozenost se v našem experimentu pohybovala ve velmi vysokých hodnotách.

Vysoká míra oplozenosti je patrná i u delších časových intervalů. U oplozenosti po 3 hodinách se v našem případě pořád drží nad 95 % mimo skupiny, kde byly neoplozené jikry skladovány v 5 °C a 10 °C. I tyto skupiny si pořád ale drží vysokou oplozenost, na úrovni lehce pod 90 %. K podobným závěrům došel i Linhart a Billard (1995), kteří udávají, že je možno neoplozené jikry uchovávat 3 h po výtěru při teplotě 18–20 °C bez toho, aby výrazně poklesla jejich oplozenost a líhivost.

V našem experimentu nebyly prokázány signifikantní rozdíly u délky skladování mezi skupinami, kde proběhlo oplození do 6 h od výtěru, bez vlivu teploty skladování. Tyto výsledky korespondují s výsledky, které ve své práci uvádí Tinkir a kol. (2021), ve které také nebyly prokázány signifikantní rozdíly v oplozenosti mezi časy oplození (1 h, 3 h, 5 h), neoplozené jikry byly skladovány v 17 °C. První signifikantní rozdíl v jejich práci byl až při oplození po 7 h (čas 6 h nebyl v jejich experimentu sledován). V naší práci pozorujeme první signifikantní rozdíly v čase oplození až po 8 h a 10 h (čas 7 h nebyl v našem experimentu proveden).

Pokud bychom se měli podívat na skupinu, která si udržela nejvyšší oplozenost po nejdélejší dobu skladování (10 h), tak nejvyšší oplozenosti po 10 h bylo dosaženo v teplotní skupině 15 °C s výsledkem 73,6 %. Andoniu (2019) prováděl téměř identický experiment, ale na jiném zástupci teplomilné ryby – línovi obecném. Dosáhl nejvyšší oplozenosti po 10 h skladování v teplotě 5 °C o hodnotě 20,7 %. Borůvka (2017) prováděl také velice podobný experiment, na tropickém druhu ryby – keříčkovi červenolemém, u kterého dosáhl rovněž nejvyšší oplozenosti po 10 h skladování neoplozených jiker.

Z prezentovaných výsledků vyplývá, že při teplotě skladování 15 °C a 20 °C dosáhl sumec velké hodnoty oplozenosti vyšší než 10 %. Je tak patrné, že si drží výrazně vyšší oplození schopnost po delší časový úsek oproti výše uváděným experimentům.

Z našich dosažených a statisticky zhodnocených výsledků týkajících se oplozenosti jiker je možné doporučit, provádět oplození do 6 h od výtěru bez výrazného poklesu oplozenosti ve všech testovaných skupinách. Ze statistického hodnocení vyšlo najevo, že teplota skladování nemá vliv na oplození. Nesmíme opomenout, že oplozenost je pouze dílčí ukazatel pro získání životaschopného potomstva, a je zapotřebí se soustředit na další reprodukční ukazatele v tomto experimentu (viz níže Líhivost jiker a začátek příjmu potravy). Andoniu (2019) na základě výsledků experimentu na línu obecně doporučuje provádět oplození do 2 h od výtěru při skladovacích teplotách 10 °C, 15 °C, 20 °C a 25 °C. Nejvyšší oplozenosti dosáhl po 1 h a při skladování neoplozených jiker ve 25 °C, a to na úrovni 68,1 %. Druhé nejvyšší oplozenosti dosáhl po 2 h (skladování v 15 °C) na úrovni 67,1 %. Pozoruhodné je, že dosáhl vyšší oplozenosti při oplození po 1 h a 2 h po výtěru než u oplozenosti 0,5 h po výtěru, kde byla nejvyšší oplozenosti při skladování v teplotě 10 °C na úrovni cca 55 %. Borůvkův (2017) experiment na keříčkovci červenolemém doporučuje pro získání co nejlepších výsledků, oplozovat jikry do 3 h od výtěru, přičemž by měly být skladovány v teplotách 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C. Z výše uvedených experimentů je patrné, že sumec velký si drží oplození schopnost poměrně dlouhou dobu (bez signifikantních rozdílů do 6 hodin). Ale z našich prezentovaných výsledků vyplývá postupný pokles oplozenosti s prodlužující se délkou skladování. Dále je zřejmé, že teplota skladování neoplozených jiker v našem případě nemá vliv na oplozenost u sumce velkého.

5.3 Líhivost

U líhivosti (kulení jedinců) je zapotřebí říci, že tyto hodnoty jsou úzce spjaté s oplozeností jiker. Při pohledu na výsledky oplozenosti ve srovnání s výsledky líhivosti, je nutné konstatovat, že došlo k velkému poklesu líhivosti. Z toho vyplývá, že oplozenost jiker není vždy směrodatným faktorem při získání životaschopného potomstva. Je pravděpodobné, že pokles líhivosti způsobila dlouhá doba skladování a teploty skladování, které byly letální pro embryonální vývoj. Rapidní pokles líhivosti byl zaznamenán hlavně v teplotách, při kterých se sumec normálně v přírodě nevytírá

(5 °C, 10 °C, 15 °C a s prodlužující se dobou skladování došlo k výraznému poklesu i v teplotní skupině 30 °C).

V našem experimentu byly vypočteny výsledky líhivosti pouze z oplozených jiker (neoplozené jikry nebyly započítány). Naopak Borůvka (2017) ve své práci na keříčkovci červenolemém vypočítal líhivost z oplozených a neoplozených jiker, což způsobilo značnou variabilitu v jeho dosažených výsledcích. Z grafu je patrné, že nejvyšší oplozenosti bylo dosaženo ve skupinách, které byly oplozeny 0,5 h po výtěru a před oplozením byly skladovány v 25 °C, respektive 30 °C. Bylo zde dosaženo líhivosti 61,4 %, a 58,4 %. Kouřil a kol. (1992) udává normální líhivost o hodnotě 60–80 %, takovouto líhivost uvádí také Fülner a kol. (2007). Pokud je líhivost ještě větší, dá se považovat výsledek za velmi dobrý. ON 46 6866 (1984) udává o něco větší rozsah líhivosti než Kouřil a kol. (1992) a Fülner a kol. (2007), a to v rozmezí 50–80 %. Linhart a kol. (2001) dokonce uvádějí hodnotu kulivosti plůdku na úrovni 95 % při dodržení veškerých metodických pokynů, které uvádějí ve své publikaci. Je zapotřebí říci, že hodnoty líhivosti z publikací prezentovaných výše jsou ve většině případů vztaženy k oplození ihned po výtěru (tedy v čase 0 h). S tímto ohledem se dá náš nejvyšší výsledek líhivosti 61,4 % (po půl hodině od výtěru) považovat za dobrý a pravděpodobně by byl ještě lepší, kdyby došlo k oplození ihned po výtěru (tedy v čase 0 h).

Tinkir a kol. (2021) ve svém experimentu potvrdili velkou variabilitu u jednotlivých jikernaček sumce velkého. Velkou variabilitu prezentuje u oplozenosti jiker, a taktéž i u líhivosti. Experiment provedli na 3 jikernačkách, které byly oplozeny 1 h od výtěru a jejich neoplozené jikry byly skladovány při 17 °C, líhivost byla v rozmezí 85–55 %. Při skladování ve 22 °C byly hodnoty líhivosti totožné. V našem případě bylo při oplození 1 h od výtěru dosaženo nejvyšší líhivosti při skladování neoplozených jiker v 25 °C s dosaženou hodnotou 42,8 %. Tato hodnota je o něco nižší, než prezentují Tinkir a kol. (2021), ale může být způsobena právě velkou variabilitou mezi jednotlivými jikernačkami, kterou ve své práci uvádí.

Z našich prezentovaných výsledků je patrné, že líhivost klesá s prodlužující se dobou oplození. Andoniu (2019) ve své práci na línovi obecném uvádí pokles líhivosti až po 4 h skladování neoplozených jiker, nejvíce se tento pokles projevoval při skladování neoplozených jiker v 5 °C, 20 °C a 30 °C. Borůvka (2017) ve svém experimentu na keříčkovci červenolemém uvádí pozorovatelný pokles líhivosti po 3 h od výtěru, tento pokles se nejprve projevil v teplotách, kde byly neoplozené jikry

skladovány v 5 °C, 10 °C a 30 °C, a následně se projevil pokles líhivosti i u ostatních teplot skladování.

Z našich výsledků je zřejmé, že je možné dosáhnout líhivosti u jiker, které byly oplozeny 6 h od výtěru. V této době si udržely líhivost skupiny, kde byly neoplozené jikry skladovány při 20 °C o hodnotě 13,9 % a při teplotě 25 °C o hodnotě 4,8 %. V následujících časech oplození 8 h a 10 h od výtěru, došlo k totální mortalitě. Podobné výsledky ve své práci uvádí také Borůvka (2017), který provedl totožný experiment, ale na keříčkovci červenolemém, taktéž dosáhl líhivosti po 6 h od výtěru a zároveň to byl nejdelší čas, kdy dosáhl líhivosti. V tomto čase dosáhl nejvyšší líhivosti při skladování jiker v 15 °C a 20 °C o podobné hodnotě cca 5 % líhivosti. Ve svém experimentu taktéž nezaznamenal žádné vylíhlé jedince ve skupinách, kde došlo k oplození jiker 8 h a 10 h od výtěru. Naopak Andoniu (2019), který prováděl experiment na podobné bázi, ale na línovi obecném, dosáhl líhivosti ve všech testovaných časových intervalech, i v případě, kdy oplozoval jikry po 8 h a 10 h (0–6 %) od výtěru. V našem experimentu a taktéž v experimentu Borůvky (2017) již byla zaznamenána totální mortalita.

Z praktického hlediska založeného na výsledcích této práce by bylo možné doporučit co možná nejrychlejší postup při umělém výtěru sumce velkého, a oplození provést co možná nejrychleji od získání jiker, ale toto doporučení je zapotřebí do budoucna ještě ověřit, protože Tinkir (2021) dosáhl poměrně vysoké líhivosti u sumce velkého i po 7 hodinách skladování (ale byl zde zaznamenán výrazný pokles líhivosti oproti času oplození 1 h, 3 h a 5 h od výtěru) v 17 °C a 22 °C u třech jikernaček v rozmezí 35–65 %. Naše rozdílné výsledky jsou pravděpodobně způsobeny velkou variabilitou pohlavních produktů mezi jednotlivými jikernačkami, které ve své práci Tinkir (2021) prezentuje. Do budoucna by bylo vhodné provést podobný experiment, který by zahrnoval i oplození ihned po výtěru (tedy v čase 0).

5.4 Zahájení příjmu potravy

Zahájení příjmu potravy je často opomíjený parametr, který je ale velmi důležitý z hlediska získání životaschopného potomstva. Z našich výsledků je patrné, že je zapotřebí provést oplození jiker co nejdříve po výtěru. Nejlepších hodnot bylo dosaženo při skladování neoplozených jiker ve 25 °C a 30 °C, a to mezi 50–60 %. Při skladování neoplozených jiker 1 h od výtěru ve 25 °C a 30 °C došlo k výraznému

poklesu hodnot na úroveň 30–40 %. Tento pokles pokračoval s dobou prodlužujícího se skladování.

6 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo objasnit vliv teploty a délky skladování na neoplozené jikry sumce velkého, a jak se tyto vlivy projeví na našich sledovaných reprodukčních parametrech, kterými byla oplozenost jiker, líhivost a začátek příjmu potravy. Důležitým rozhodnutím bylo stanovení skladovacích délek neoplozených jiker a taktéž, v jakých teplotních režimech budou skladovány. Na základě dřívějších studií Borůvky (2017) a Andonia (2019) byly v našem experimentu zvoleny podobné časové intervaly skladování a následného oplození 0,5 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 6 h, 8 h a 10 h od výtěru, a teploty skladování 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C pro neoplozené jikry sumce velkého.

V tomto experimentu bylo dosaženo poměrně vysoké oplozenosti ve všech testovaných skupinách napříč teplotou a dobou skladování. Z výsledků je patrné, že s prodlužující se dobou skladování klesá oplozenost bez ohledu na teplotu skladování. Nejvyšších hodnot oplozenosti bylo dosaženo při oplození do 2 h od výtěru ve všech skupinách. Při skladování neoplozených jiker 3 h a déle, je pozorovatelný pokles oplozenosti ve všech testovaných skupinách bez ohledu na teplotu skladování. Výraznější pokles oplozenosti nastává při skladování 3 h a déle od výtěru v teplotních skupinách 5 °C a 10 °C, což je pochopitelné, protože sumec se v přírodě v období výtěru s takovými teplotami neseťká. Při oplození 4 h a déle od výtěru se výrazný pokles projevuje i v teplotní skupině, kde byly neoplozené jikry skladovány při 15 °C a 30 °C. Nejvyšší oplozenost po nejdélejší dobu si drží skupina, v níž byly jikry skladovány při 20 °C a při oplození 8 h od výtěru si pořád drží oplozenost na 90 %.

Pro získání kvalitního a životaschopného potomstva u sumce velkého je s ohledem na dosažené výsledky líhivosti a zahájení příjmu potravy, tedy přejití z embryonální fáze do embryolarvální, možné doporučit pouze skladování neoplozených jiker po co nejkratší dobu (do půl hodiny od výtěru). V období výtěru sumce velkého se zpravidla teplota na líhni pohybuje v rozmezí 15–25 °C. Z našich výsledků můžeme doporučit teplotu skladování při 20 °C a 25 °C. Jako vhodná se také jeví teplota skladování 30 °C, která má při oplození do půl hodiny taktéž vysokou líhivost. Naopak je zapotřebí vzít v úvahu, že pro dosažení životaschopného potomstva není vhodné skladovat neoplozené jikry při teplotě 15 °C a nižších, z tohoto důvodu není např. vhodné pokládat misku s vytřenými neoplozenými jikrami na studenou zem v rybí líhni.

Lze předpokládat, že by bylo dosaženo vyšších hodnot u námi sledovaných parametrů, pokud by byly využity lepší inkubační aparáty, které by zajišťovaly neustálou výměnu vody, promíchávání (odlepkování) jiker a optimální nasycení kyslíkem. Bylo by vhodné tento fakt ověřit v praxi pro uváděné teploty 20–25 °C, jelikož to jsou teploty, které v klimatických podmínkách České republiky zaznamenáváme v období výtěru sumce velkého nejčastěji. Taktéž by bylo dobré vyzkoušet čas oplození v čase 0, tedy ihned po vytření jiker. Ale z našich výsledků jasně vyplývá, že oplození do 0,5 h nebo dřívejší bude vykazovat nejvyšší hodnoty ve všech reprodukčních parametrech.

7 Seznam literatury

- Abdullayev, M.A., Khakberdiyev, B., Urchinov, D., 1978. Biology of the European catfish (*Silurus glanis*) from lakes in the lower reaches of the Zarafshan River and Khorezm Province. *Journal of Ichthyology* 17, 487–491 s.
- Andoniu, A., 2019. Vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhivosti při přechovávání neoplozených jiker i lína obecného. České Budějovice, 2019. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 92 s.
- Anthouard, M., Pionnier, E., Kirsch, R., 1987. Behavioural adaptation of *Silurus glanis* (Pisces, Cypriniformes, Siluridae) in an instrumental conditioning situation. In: *Actes Colloque*. (ed. A. Cloarec), Universite' de Rennes Editions, Rennes, 72–75 s.
- Baruš, V., Oliva, O. (eds.), 1995a. Mihulovci a ryby, I. díl. Academia Praha, 698 s.
- Baruš, V., Oliva, O. (eds.), 1995b. Mihulovci a ryby, II. díl. Academia Praha, 623 s.
- Bekbergenov, Z.H., Sagitov, N.I., 1984. Feeding habits of juveniles of some commercial fishes in the Amu Dar'ya River. *Journal of Ichthyology* 24, 18–22 s.
- Bizjaev, F. I., 1952. K metodike opredelenija vozrasta i tempa rosta soma (*Silurus glanis* L.) — *Zool. Zurn.* 31, 696–699.
- Boeseman, M., 1975. On the sheat fish of the Netherlands, *Silurus glanis* Linnaeus. *Zoologische Bijdragen* 17, 48–62 s.
- Boldrin, A., Rallo, G., 1980. Reperti interessanti di Osteichthyes nel Veneto e nel Golfo di Venezia (Pisces, Osteichthyes). *Lavori della Societa` veneziana di Scienze*
- Bornbusch, A.H., 1995. Phylogenetic relationships within the Eurasian catfish family Siluridae (Pisces: Siluriformes), with comments on genetic validities and biogeography.
- Borůvka, V., 2017. Vliv teploty na udržení schopnosti oplození a líhivosti při přechovávání neoplozených jiker u keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*). Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 95 s.
- Bretschneider, F., 1974. Electroreceptive properties of *Silurus glanis* (L.). *Experientia* 30, 1035 s.
- Britton, J.R., Pegg, J., Sedgwick, R., Page, R., 2007. Using mark–recapture to estimate catch rates and growth of the European catfish *Silurus glanis* in a recreational fishery. *Fisheries Management and Ecology* 14, 263–268 s.
- Bruton, M.N., 1996. Alternative life-history strategies of catfishes. *Aquatic Living Resources* 9, 35–41 s.
- Bruyenko, V.P., 1971. Age and seasonal variation in the feeding of *Silurus glanis* in the lower reaches of the Danube. *Zoologicheskij zhurnal* 50, 1214–1219 s.
- Brzuska, E., 2001. Artificial spawning of European catfish, *Silurus glanis* L.: differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. *Aquac. Res.* 32, 11–19 s.
- Brzuska, E., Adamek, J., 1999. Artificial spawning of European catfish, *Silurus glanis* L.: stimulation of ovulation using LHRH-a Ovaprim and carp pituitary extract. *Aquac. Res.* 30, 59–64 s.

- Brzuska, E., Adamek, J., 1999. Artificial spawning of European catfish, *Silurus glanis* L.: stimulation of ovulation using LHRH-a Ovaprim and carp pituitary extract. *Aquac. Res.*, 30, s. 59-64
- Carol, J., Benejam, L., Alcaraz, C. et al., 2007a. The effects of limnological features on fish assemblages of 14 Spanish reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish* 15, 66–77 s.
- Carol, J., Zamora, L., Garcí'a-Berthou, E., 2007b. Preliminary telemetry data on the patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of
- Ciocan, V., 1979. Studies on the growth biology of *Silurus glanis* L in the Danube delta. 393 s.
- Clarke, S., 2005. CCG Guide to UK Catfish Waters. Charterlith, Hampshire, England, 160 s.
- Copp, G.H., Moffatt, L., Wesley, K.J., 2007. Is European catfish *Silurus glanis* really becoming more abundant in the River Thames. *Aquatic Invasions* 2, 113–116 s.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. *Rybníkářství* 3. vyd., Informatorium, Praha, 366 s.
- David, J.A., 2006. Water quality and accelerated winter growth of European catfish using an enclosed recirculating system. *Water and Environmental Journal* 20, 233–239 s.
- Davies, C., Shelley, J., Harding, P., McLean, I., Gardiner, R., Peirson, G., 2004. *Freshwater Fishes in Britain: The Species and their Distribution*. Harley Books, Colchester, 248 s.
- Devitsina, G.V., Malyukina, G.A., 1977. On the functional organization of the olfactory organ in macroand microsmatic fish. *Voprosy Ikhtiologii* 17, 493–502 s.
- DK Zoologisk Museum og Danmarks Fiskeriundersøgelser, 2007. Status for Atlas over danske ferskvandsfisk. *Zoologisk Museum og Danmarks Fiskeriundersøgelser, København and Silkeborg*, 47 s.
- Dubský, K., 1998. *Základy chovu vedlejších druhů ryb*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Živočišná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-168-3.
- Dubský, K., Šrámek, V., Kouřil, J. *Obecné rybářství*. Praha: Informatorium, 2003. ISBN 80-7333-019-9.
- Elvira, B., 2001. Identification of Non-native Freshwater Fishes Established in Europe and Assessment of their Potential Threats to the Biological Diversity. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg*. (Bern\T-PVS 2001\tpvs06e_2001)
- Epler, P., Bieniarz, K., 1989. Gonad maturation and hormonal stimulation of spawning in the wels (*Silurus glanis* L.). *Pol. Arch. Hydrobiol.* 36, 417–429 s.
- Fijan, N., 1975. Induced spawning, larval rearing and nursery operations (*Silurus glanis*). *Technical Paper*, vol. 25, FAO, Rome, 130–138 s.
- Flokovič, M., 2011. Krátkodobé uchování neoplozených jiker sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). České Budějovice, 2011. *Bakalářská práce*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 72 s.
- Fraser, J.A.L., 1979. *A Report on the Catfish (Silurus glanis L.)*. Amenity, Fisheries and Recreation Directorate of Operations, Yorkshire Water Authority, Leeds, 20 s.

- Froese, P., Pauly, D. (eds.), 2007. FishBase. World Wide Web electronic publication. Available at: <http://www.fishbase.org> accessed: 26 May 2007, version (01/2007).
- Fülner, G., Pfeifer, M., Langer, N., 2007. Karpfenteichwirtschaft, Bewirtschaftung von Karpenteichen, Gute fachliche Praxis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, Germany, 129
- Gandolfi, G., Giannini, M., 1979. On the occurrence of the wels, *Silurus glanis*, in the Po River (Osteichthyes Siluridae). *Natura (Milano)*, 70 (1–2), 3–6 s.
- Greenhalgh, M., 1999. Freshwater Fish. Mitchell Beazley, London
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana = Fishes and lampreys of the Czech Republic: distribution and conservation. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim. ISBN 80-86327-49-3.
- Harka, Á., 1984. New member in the fishfauna of the river Tisza: the Balon stickleback (*Gymnocephalus baloni* Holcik et Hensel 1974). *Szeged, Tiscia* 19: 179-182
- Hilge, V., 1985. The influence of temperature on the growth of the European catfish (*Silurus glanis* L.). *Journal of Applied Ichthyology* 1, 27–31 s.
- Hochman, L. 1967. Fertility in the sheat-fish (*Silurus glanis* L.). *Acta Universitatis Agriculturae Brno*. XV: 333–355.
- Hochman, L., 1966. Zum wachstum dem Welses. *Acta Universitatis agriculturae, Brno* XIV 559, 597–615 s.
- Hochman, L., 1969. Možnosti hromadného odchovu sumčího plůdku při použití umělého odkrmu. *Publikace AF VŠZ Brno – rybářská specializace (sborník)*, s. 107-118.
- Horoszewicz L., 1971: *Sum. PWRil, Warszawa*, 191 s.
- Horvath, L., 1977. Improvement of the method for propagation, larval, and postlarval rearing of the wels (*Silurus glanis* L.). *Aquaculture* 10, 161–167 s.
- Horvath, L., Tamas, G., 1976. The reproduction of the sheat fish (*Silurus glanis* L.) and raising of the sheat fish forced fry. *Halasz. Tud. Mell.* 2, 11–13 s.
- Horváth, L., Tamás, G., Seagrave, C. 2002. *Carp and Pond Fish Culture (Second Edition) Including Chinese Herbivorous Species, Pike, Tench, Zander, Wels Catfish, Goldfish, African catfish and Sterlet*. Fishing News Books, Oxford, 170 s.
- Horváth, L., Tamás, G., Seagrave, C., 2002. *Carp and pond fish culture-2end edition*. Fishing news books, Oxford, UK, 170 s.
- Kouril, J., Hamackova, J., Linhart, O., Barth, T., Glubokov, A.I., Haffray, P., 1995. Induced ovulation of the European catfish by carp pituitary, GnRH analogue and/or dopamine inhibitor isofloxythepin. *Živočišná výroba*. 41, 205–207 s.
- Kouřil J., Hamáčková J., Kepr I., 1981: Umělý výtěr sumce. V: *Reprodukce, genetika a hybridizace ryb*. Vodňany, ss 128–134 s.

- Kouřil, J., Hamáčková, J., 1977. První úspěšný umělý výtěr sumce v ČSSR. *Rybářství* (12): 268-269 s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Hulová, I., Barthová, J., 1999. Hormonální indukce ovulace u kapra pomocí čištěného extraktu kapří hypofýzy. *Edice metodik, VÚRH JU Vodňany*, č. 61, 4 s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Kozák, P., 1996b. Vliv různé úrovně výživy generačních sumců obojího pohlaví v předvýtěrovém období na produkční ukazatele. In: Kozík, P., Hamáčková, J. (eds). *Sborník referátů z Ichtyologické konference*. 195-200 s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Linhart, O., Barth, T., Glubokov, A. I., Haffray, P., 1996a. Induced ovulation of the European catfish by carp pituitary, GnRh analogue and/or dopamine inhibitor isofloxythepin. *Živ. Výr.*, 41: 205-207 s.
- Kouřil, J., Linhart, O., Hamáčková, J., 1992. Umělý výtěr sumce velkého. *Edice Metodik, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany*, č. 39, 10 s.
- Kouřil, J., Polícar, T., Podhorec, P., Stejskal, V., 2021. Hormonální stimulace vybraných druhů ryb k umělému a poloumělému výtěru. 110 s.
- Krasznai, Z., Kovacs, Gy., Olah, J., 1980. Technological basis of the intensive sheatfish (*Silurus glanis* L.) culture. *Aquacult. Hung.* 2, 147–153 s.
- Lahnsteiner, F., Urbanyi, B., Horváth, A., Weismann, T., 2001. Bio-markers for egg quality determination in cyprinid fish. *Aquaculture* 195: s. 33-352.
- Legendre, M., Linhart, O., Billard, R., 1996. Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. *Aquat. Living Resour.* 9, 59–80 s.
- Legendre, M., Linhart, O., Billard, R., 1996. Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. *Aquat. Living Resour.* 9, 59-80.
- Legendre, M., Proteau, J.P. (eds.), 1994. *Int. Workshop on the Biological Bases for Aquaculture of Siluriformes*, vol. 183, BASIL, Montpellier, 183 s.
- Lelek, A., 1987. *The Freshwater Fishes of Europe. Threatened fishes of Europe*, AULA-Verlag Wiesbaden.
- Lelek, A., Libosvářský, J., Peňáz, M., Bezděk, R., Macháček, Z., 1964. Observation on fish under ice in winter. *Ekologia Polska (Seria A)* 12, 305–312 s.
- Let, M., 2016. Vliv teploty při krátkodobém uchování jiker jesetera malého, *Acipenser ruthenus*, in vitro. České Budějovice, 2016. *Bakalářská práce*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, *Fakulta rybářství a ochrany vod*. 53 s.
- Lever, C., 1977. *The Naturalised Animals of the British Isles*. Hutchinson and Company, Limited, London, 600 s.
- Linhart, O., 1997. Umělé osemenění a revidovaný způsob umělého výtěru sumce velkého. *Bul. VÚRH Vodňany*, 33(3): 176-188.
- Linhart, O., Billard, R., 1992. Gamete activation and fertilization of eggs of salmonid and cyprinid fishes and of European catfish (*Silurus glanis*). In: *Proceedings of the Scientific Conference on Fish Reproduction 1992* (eds Z. Adámek and M. Flajshans), Vodňany, Czechoslovakia, 2–4 March 1992, *Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology, Vodňany*, 85–86 s.

- Linhart, O., Billard, R., 1994. Spermiation and sperm quality of European catfish (*Silurus glanis* L.) after GnRH implantation and injection of carp pituitary extracts. J. Appl. Ichthyol. 10, 182–188.
- Linhart, O., Billard, R., 1995. Survival of ovulated oocytes in the European catfish (*Silurus glanis* L.) after in vivo and in vitro storage or exposure to saline solutions and urine. Aquat. Living Resour. 8, 317–322.
- Linhart, O., Billard, R., Kouřil, J., Hamáčková, J., 1997. Artificial insemination and gamete management in European catfish, *Silurus glanis* L, Pol. Arch. Hydrobiol. 44 9–23 s.
- Linhart, O., Gela, D., Rodina, M., 2001. Umělý výtěr sumce velkého s využitím enzymu při odlepkování jiker. Edice Metodik, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany, č. 70, 16 s.
- Linhart, O., Kouril, J., Hamackova, J., 1987. Increased rate of egg fertilization in artificial propagation of sheatfish (*Silurus glanis* L.) by means of suppressing the movements of spermatozoa with immobilization solution. Aquaculture 65, 353–358 s.
- Linhart, O., Kouril, J., Hamackova', J., 1986. The motile spermatozoa of wels (*Silurus glanis* L.) and tench (*Tinca tinca* L.) after sperm collection without water activation. Pr. VURH Vodnany 5, 28–41 s.
- Linhart, O., Prod'homme, M., Billard, R., Kouřil, J., Hamáčková, J., 1995. Extended spermiation by repeated injection with carp pituitary gland in the European catfish. In: Goetz., F.W., Thomas, P. (eds). 5th Int. Symposium Reproductive Physiology of fish, 126. Austin, University of Texas in Austin.
- Linhart, O., Rodina, M., Gela, D., Kocour, M., 2004. Optimization of artificial propagation in European catfish, *Silurus glanis* L.
- Linhart, O., Stech, L., Svarc, J., Rodina, M., Audebert, J.P., Grecu, J., Billard, R., 2002. The culture of the European catfish, *Silurus glanis* L. in Czech Republic and in France. Aquat. Living Resour. 15, 139–144 s.
- Maitland, P.S., Campbell, R.N., 1992. Freshwater Fishes. Harper Collins Publishers, London.
- Malyukina, G.A. Martem'yanov, V.I., 1981. An electrocardiographic study of chemical sensitivity in some freshwater fishes. Journal of Ichthyology 21, 77–84 s.
- Mihálik J., 1968. Sumec. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Naše ryby 132 s.
- Mihálik, J., 1995. Der Wels. Die Neue Brehm-Bucherei, 2nd edn. Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 71 s.
- Mohr, E., 1957. Der Wels. Die Neue Brehm Bücherei, Wittenberg.
- Omarov, O.P., Popova, O.A., 1985. Feeding behavior of pike, *Esox lucius*, and catfish, *Silurus glanis*, in the Arakum Reservoirs of Dagestan. Journal of Ichthyology 25, 25–36 s.
- Orlova, E.L., 1989. Peculiarities of growth and maturation of the catfish, *Silurus glanis*, in the Volga Delta under regulated flow conditions. Journal of Ichthyology 28, 35–45 s.
- Orlova, E.L., Popova, O.A., 1987. Age related changes in feeding of catfish, *Silurus glanis*, and pike, *Esox lucius*, in the outer delta of the Volga. Journal of Ichthyology 27, 54–63 s.
- Phillips, R. Rix, M., 1988. A guide to Freshwater Fish of Britain, Ireland and Europe. Pan Macmillan Books Ltd, London.

- Pohlmann, K., Grasso, F.W., Breithaupt, T., 2001. Tracking wakes: the nocturnal predatory strategy of piscivorous catfish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98, 7371–7374 s.
- Saad, A., Billard, R., 1995. Production et gestion des spermatozod' des chez le poisson-chat europe' en (*Silurus glanis*). *Aquat. Living Resour.* 8, 323–328.
- Samarin, A.M., Blecha, M., Uzhytchak, M., Bytyutskyy, D., Zarski, D., Flajshans, M., Policar, T., 2016 b: Post – ovulatory and post – stripping oocyte ageing in northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), and its effect on egg viability rates and the occurrence of larval malformations and ploidy anomalies. *Aquaculture* 450: 431-438.
- Samarin, A.M., Zarski, D., Palińska-Zarska, K., Krejszeff, S., Blecha, M., Kucharczyk, D., Policar, T., 2016a. In vitro storage of unfertilized eggs of the Eurasian perch and its effect on egg viability rates and the occurrence of larval malformations. *Animal* 11 (1): 78-83 s.
- Sedlár J. a Žitňan R., 1977: Sumec. Vyd. Príroda, Bratislava, 167s.
- Shikhshabekov, M. M., 1978. The sexual cycles of the catfish, *Silurus glanis*, the pike, *Esox lucius*, the perch, *Perca fluviatilis*, and the pike-perch, *Lucioperca lucioperca*. *Journal of Ichthyology* 18(3): 457-468 s.
- Slavík, O., Maciak, M., Horký, P., 2012. Shelter use of familiar and unfamiliar groups of juvenile European catfish *Silurus glanis*. *Applied Animal Behaviour Science*, 142(1–2), 116–123 s.
- Stolyarov, I.A., 1985. Dietary features of catfish, *Silurus glanis*, and pike-perch, *Stizostedion lucioperca* in Kizlyarsk Bay, northern Caspian Sea. *Journal of Ichthyology* 25,140–145 s.
- Stolyarov, I.A., Abusheva, K.S., 1997. Pike *Esox lucius* of Kizlyar Bay of the northern Caspian Sea. *Voprosy Ikhtiologii* 3, 625–651 s.
- Stráňai, I., 2000. Chov rýb. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.
- Tinkir, M., Memiş, D., Cheng, Y. et al., 2021. Level of in vitro storage of the European catfish (*Silurus glanis*) eggs at different temperatures. *Fish Physiol Biochem* 47, s.163–171
- Udrea, V., 1977. Modifications d'ichtyofaune dans la lagune Sinoe. *Cercetari Marine* 10, 143–153 s.
- Van Neer, W., Ervynck, A., 1993. Archeologie en vis. Herlevend verleden 1, Instituut voor het Archeologisch Patrimonium, Zellik, 96 s.
- Volz, J., 1994. On the natural population of the catfish, *Silurus glanis*, in the Dutch Rhine delta. *Fischokologie* 7, 61–70 s.
- Wheeler, A., 1969. *The Fishes of the British Isles and North*
- Wheeler, A.C., 1974. Changes in the freshwater fish fauna of Britain. In: *The Changing Flora and Fauna of Britain* (ed D.L. Hawksworth), *The Systematics Association Special Vol.* 6. Taylor a Francis, London, 157–178 s.
- Wisniewolski, W., 1988. Fecundity of catfish from the rivers Vistula and Bug. *Acta. Ichtyol. Piscat.*, 18(1): 25-34 s.

- Wolter, C., Freyhof, J., 2004. Diel distribution patterns of fishes in a temperate large lowland river. *Journal of Fish Biology* 64, 632–642 s.
- Wolter, C., Vilcinskas, A., 1996. Fish fauna of the Berlinean waters – their vulnerability and protection. *Limnologica* 26, 207–213 s.
- Žlábek, A., Linhart, O., 1987. Krátkodobé uchování neosemeněných jiker kapra obecného, amura bílého a tolstolobika bílého. *Buletin VÚRH Vodňany* (4): 3-11 s.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Sumec velký (<i>Silurus glanis</i>) (autor Rybářství Mrhal).	12
Obrázek 2 Schéma neurohormonálního řízení ovulace u ryb a možnosti hormonální indukce umělého výtěru (podle Kouřila a kol., 1999).Obrázek 1 Sumec velký (<i>Silurus glanis</i>) (autor Rybářství Mrhal).	12
Obrázek 2 Schéma neurohormonálního řízení ovulace u ryb a možnosti hormonální indukce umělého výtěru (podle Kouřila a kol., 1999).	21
Obrázek 2 Schéma neurohormonálního řízení ovulace u ryb a možnosti hormonální indukce umělého výtěru (podle Kouřila a kol., 1999).	21
Obrázek 3 Pohled na připravené termoboxy (archiv autora).	35
Obrázek 4 Popis schématu – 1. číslo znamená časový údaj oplození po výtěru, 2. číslo teplotu, v jaké byly neoplozené jikry uchovávány, 3. písmeno vyjadřuje opakování (archiv autora).	36
Obrázek 5 Reálný pohled na připravené kádinky (archiv autora).	37
Obrázek 6 Jikernačka sumce velkého po hormonální injikaci (archiv autora).	38
Obrázek 7 Připravené (vytemperované) termoboxy (archiv autora).	39
Obrázek 8 Pohled na potravinářský polystyrénový termobox vytemperovaný na 25 °C (archiv autora).	40
Obrázek 9 Pohled na speciální termobox, který byl temperován pomocí šupinkového ledu (5 °C) (archiv autora).	41
Obrázek 10 Pohled na speciální termobox, ve kterém byla teplota upravována za pomoci akvarijního topení a přilévání vroucí vody (30 °C) (archiv autora).	41
Obrázek 11 Pohled na mlíčáky sumce velkého,	42
Obrázek 12 Připravený hřebíčkový olej pro anestezii (archiv autora).	42
Obrázek 13 Příprava mlíčáka na umělý výtěr (archiv autora).	44
Obrázek 14 Odběr spermatu u mlíčáka (archiv autora).	45
Obrázek 15 Zbylé sperma po osetení jiker (archiv autora).	46
Obrázek 16 Celkový pohled na připravené kádinky (archiv autora).	48
Obrázek 17 Detailní pohled na připravené kádinky (archiv autora).	48
Obrázek 18 Vkládání jiker do kádinek (archiv autora).	49
Obrázek 19 Počítání oplozených a neoplozených jiker za pomoci plastové mřížky (archiv autora).	50
Obrázek 20 Vykulený plůdek sumce velkého (archiv autora).	51

Obrázek 21 Kádinka s vyplavenými obaly cyst na hladině, dole se nachází nauplia artemie (archiv autora).....	52
Obrázek 22 Kapátko s nasátými naupliemi artemie (archiv autora).....	53
Obrázek 23 Dávkování nauplií artemie do jednotlivých kádinek přeživšími jedinci (archiv autora).....	53

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 Výsledky umělého výtěru jikernačky sumce velkého při použití hormonálního ošetření kapří hypofýzou.	55
--	----

10 Seznam grafů

Graf 1 Absolutní a relativní plodnost u jikernačky sumce velkého.....	56
Graf 2 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na teplotě a délce skladování.	57
Graf 3 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na čase uskladnění před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu teploty skladování jiker před oplozením).	59
Graf 4 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na teplotě skladování před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu doby skladování jiker před oplozením).	60
Graf 5 Průměrná líhivost jiker sumce velkého z oplozených jiker v závislosti na různých teplotních režimech skladování a délky skladování jiker v těchto teplotních režimech před oplozením.	61
Graf 6 Průměrná líhivost jiker sumce velkého v závislosti na teplotě skladování před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu času skladování jiker před oplozením).	62
Graf 7 Průměrná oplozenost jiker sumce velkého v závislosti na čase skladování před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu teploty skladování jiker před oplozením).	63
Graf 8 Průměrné naměřené hodnoty zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého v závislosti na době a teplotě skladování před jejich oplozením (vztaženy na líhivost).	65
Graf 9 Průměrné hodnoty zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého v závislosti na teplotě skladování jiker před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu délky skladování jiker před jejich oplozením).	67
Graf 10 Průměrné naměřené hodnoty zahájení příjmu potravy u larev sumce velkého v závislosti na době skladování jiker před jejich oplozením (bez zahrnutí vlivu teploty skladování jiker před jejich oplozením).....	69
Graf 11 Průměrné množství nasazených larev sumce velkého (z nasazených jiker) (v %), které zahájily příjem potravy v závislosti na teplotě skladování a době skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker.	70
Graf 12 Průměrné naměřené hodnoty ze zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti na teplotě skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu délky skladování).....	73
Graf 13 Průměrné naměřené hodnoty ze zahájení příjmu potravy u vykulených jedinců v závislosti délce skladování neoplozených jiker před jejich oplozením vztažených na celkový počet nasazených jiker (bez zahrnutí vlivu teploty skladování)	74

11 Přílohy

Tabulka 1 Celkový počet nasazených jiker v jednotlivých kádinkách (skupinách).

Teplota	5 °C			10 °C			15 °C			20 °C			25 °C			30 °C		
Vzorek	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
0,5 h	62	34	42	20	60	52	24	41	30	41	17	15	29	37	35	37	52	52
1 h	92	89	50	72	70	58	83	82	58	87	144	83	98	142	104	138	46	53
2 h	103	111	155	123	123	95	130	108	127	128	94	83	62	53	46	32	68	80
3 h	35	94	86	47	110	74	15	30	73	70	67	64	34	69	67	58	43	73
4 h	68	42	63	48	45	53	45	27	49	42	51	44	66	54	45	23	60	115
6 h	63	55	77	53	91	67	32	42	48	51	71	77	77	44	76	48	35	39
8 h	65	108	91	77	63	66	18	29	22	34	33	21	26	35	51	46	40	47
10 h	101	46	26	32	27	21	11	6	9	26	56	20	33	34	18	85	66	118

Tabulka 2 Přehled průměrných hodnot oplozenosti, vždy ve třech jednotlivých opakováních (v %).

Teplota	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Průměr ze 3 po sobě jdoucích opakování (%)	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD
0,5 h	95,9±2,2	99,4±1,1	98,1±1,7	95,0±2,2	97,9±1,8	96,1±3,3
1 h	97,5±0,7	98,0±0,8	97,9±2,7	99,2±1,3	97,8±1,3	96,8±0,9
2 h	98,0±0,8	98,6±1,7	97,7±2,0	100±0	96,9±5,4	98,3±2,9
3 h	89,9±13,7	89,8±8,0	100±0	97,4±3,3	96,6±4,7	97±0,5
4 h	93,5±3,3	94,4±7,9	95,4±2,6	93,9±8,6	95,3±4,1	94,2±10,0
6 h	83,9±6,6	85,4±4,2	80,3±6,3	96,4±2,2	92,8±2,4	83,7±10,9
8 h	70,4±12,2	73,7±2,2	76,0±14,3	92,1±9	78,2±14,4	36,8±13,9
10 h	65,2±20,7	68,9±29,2	73,6±20,7	56,3±2	53,3±2	53,4±14

Tabulka 3. Přehled průměrných hodnot líhivosti, vždy ve třech jednotlivých opakováních (v %).

Teplota	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Průměr ze 3 po sobě jdoucích opakování (%)	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD
0,5 h	10,28±1,1	23,9±10,5	37,1±15,2	47,7±15,0	61,4±5,5	58,4±18,8
1 h	0,7±1,2	6,2±5,5	25,3±13,0	25,4±15,0	42,8±12,9	42,6±7,8
2 h	0	3,8±2,4	9,2±7,4	26,0±0,9	23,8±26,4	16,9±7,0
3 h	0	0	9,4±6,6	26,8±4,3	18,8±4,6	4,8±2,8
4 h	0	0	2,1±3,7	16,2±1,5	13,3±5,3	2,0±3,5
6 h	0	0	0	13,9±9,2	4,8±3	0
8 h	0	0	0	0	0	0
10 h	0	0	0	0	0	0

Tabulka 4. Přehled průměrných hodnot zahájení příjmu potravy u larev vztažených na celkový počet nasazených jiker.

Teplota	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Průměr ze 3 po sobě jdoucích opakování (%)	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD
0,5 h	8,9±2,8	22,7±9,8	35,0±18,8	39,0±12,7	60,1±5,3	54,5±17,7
1 h	0,7±1,2	6,1±5,4	22,6±10,3	17,8±12,0	40,4±13,6	36,7±5,1
2 h	0	2,2±1,8	7±6,8	22,8±1,2	21,9±24,2	12,1±8,0
3 h	0	0	4,7±5,0	21,2±8,1	12,3±2,3	1,7±1,5
4 h	0	0	1,4±2,4	10,2±1,0	8,5±5,4	0,6±1
6 h	0	0	0	0,9±1,6	0,8±1,3	0
8 h	0	0	0	0	0	0
10 h	0	0	0	0	0	0

12 Abstrakt

Tadeáš Příbyl

Vliv teploty na oplozenost a líhivost po krátkodobém skladování neoplozených jiker sumce velkého (*Silurus glanis*).

V experimentálních podmínkách byl ověřen vliv skladování uměle vytřených neoplozených jiker sumce velkého na jejich oplozenost, líhivost a zahájení příjmu exogenní potravy po přechodu z embryonální do larvální periody života. Pro experiment byly využity jikry uměle vytřené jikernačky, pomocí indukce ovulace kapří hypofýzou. Před umělým výtěrem jikernačky byl proveden odběr spermatu od mlíčáků do injekčních stříkaček, které byly zčásti naplněny imobilizačním roztokem pro spermie. Umělý výtěr ryb obojího pohlaví byl proveden v anestezii (hřebíčkovým olejem). Z uměle vytřených jiker byly bezprostředně poté odebrány vzorky v množství přibližně 50 g do celkem 6 plastových misek. Misky s jikrami, zakryté vlhkým kusem látky, byly uloženy do předem vytemperovaných izolačních termoboxů. V termoboxech byly udržovány teploty 5, 10, 15, 20, 25 a 30 °C. Následně bylo v časových intervalech 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 a 10 h (od výtěru) odebíráno z každé skupiny skladované při různé teplotě malé množství neoplozených jiker (cca 50 ks), které bylo vloženo do skleněných kádinek (ve 3 opakováních), osemněno směsí spermatu a aktivováno přidáním vody. V kádinkách s inkubovanými neodlepkovanými jikrami a následně přechovávanými vykulenými embryi (při teplotě 19,5–21 °C) byla 2x denně vyměňována voda. Přibližně po 4 h od zahájení inkubace byl spočítán přesný počet všech nasazených a z toho oplozených jiker. Neoplozené jikry (bíle zbarvené) a odumřelá embrya byla průběžně odstraňována. Přibližně za 100 h od oplození, poté co došlo k vykulení všech živých embryí, byla vyhodnocena líhivost. Za dalších přibližně 115 h, po přechodu z embryonální do larvální periody života, byla do každé misky předložena živá potrava (nauplia žábřonožky r. *Artemia*). Po 3 h došlo ke spočítání jedinců, kteří zahájili příjem potravy (se zřetelně naplněným trávicím traktem).

Nejvyšší oplozenost byla zjištěna u jiker skladovaných 0,5-2 h ($95,0 \pm 2,2$ % až $100,0 \pm 0,0$ %). Při oplození za 3 h od výtěru je patrný pokles oplozenosti ve všech testovaných skupinách. Statisticky signifikantní pokles oplozenosti byl zjištěn u jiker skladovaných 6 h, teplota skladování neměla na oplozenost vliv. Podobné výsledky byly zjištěny i u líhivosti, kdy s prodlužující se dobou skladování docházelo k jejímu poklesu. Nejvyšší líhivost z nasazených jiker byla zaznamenána při skladování při 25 °C (v délce

0,5 h $61,4 \pm 5,5$ %, resp. 1 h $42,8 \pm 12,9$ %). S prodlužující se dobou skladování více jak 0,5 h docházelo k signifikantnímu poklesu líhivosti ve všech sledovaných teplotách skladování. Posledním sledovaným parametrem bylo, kolik % larev z celkového počtu nasazených jiker zahájilo příjem potravy. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány při skladování 0,5 h od výtěru v teplotě 25 °C ($60,1 \pm 5,3$ %), 30 °C ($54,5 \pm 17,7$ %) a 20 °C ($39,0 \pm 12,7$ %). Naopak při skladování 5 °C, 10 °C a 15 °C byly hodnoty od $8,9 \pm 2,8$ % do $35,0 \pm 18,8$ %. Při skladování jiker v délce více než 8 h od výtěru byla zaznamenána totální mortalita embryí. Pro získání životaschopného potomstva je zapotřebí provést oplození jiker co nejdříve od výtěru (max. do 0,5 hodiny), a vyvarovat se skladování jiker v nízkých teplotách (pod 15 °C).

Klíčová slova:

Skladování jiker; teplota; oplozenost; líhivost; míra přežití; příjem potravy

13 Abstract

Tadeáš Příbyl

The impact of temperature on fertilization and hatching after short-term storage of unfertilized eggs of European catfish (*Silurus glanis*).

The experiment validated the impact of storage of artificially spawned unfertilised eggs of European catfish on fertilization, hatching and the beginning of exogenous food intake throughout the transition from the embryonic to larval life period. The eggs from artificially spawned individuals have been used for this experiment using the induction of ovulation by the carp pituitary system. Sperm from each individual was collected by stripping using a hypodermic needle, that were partially filled with immobilising solution for sperm before artificial spawning of female individuals. Artificial stripping of fish was carried out under anaesthesia (by clove oil). Immediately after artificial hatching, samples of eggs (approximately 50 g) were put into six plastic bowls. Covered with wet cloth, bowls with eggs were placed into tempered, isolating thermo boxes with temperatures of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 °C. Subsequently, in time intervals of 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 10 hours (after spawning) a small amount of eggs (approximately 50 pieces) was taken away from each temperature and put into glass beakers (with three repetitions), then the sperm was added and finally activated by adding water. In beakers with incubated non-sticking eggs and during the consequent storage of hatching embryos through temperature between 19,5-20 °C, water was changed two times a day. Approximately 4 hours after incubation, the exact number of used and fertilised eggs, was calculated. Unfertilised eggs (of white colour) and dead embryos were removed. Hatchery was assessed approximately 100 hours after fertilisation, when all living embryos had been hatched. After another 115 hours, throughout the transition from the embryonic to larval life development, live food (nauplia *Artemia*) was put into each bowl. Three hours after, individuals that began the food intake were calculated.

The highest level of fertilisation was found in eggs stored between 0,5 and 2 hours (95,0±2,2 % - 100,0±0,0 %). The decrease in fertilisation is noticeable in all tested groups after 3 hours from stripping. Statistically significant decrease in fertilization was detected in eggs stored for 6 hours, the storage temperature did not affect the fertilization. Similar results have been maintained also in hatchery, where hatchery decreases as storage time increases. The highest level of hatchery was found in eggs stored in 25 °C (for 0,5 h 61,4±5,5 %), or more precisely 1 h 42,8±12,9 %). Hatching significantly decreases in all

storage temperatures when storage time is longer than half an hour. The last parameter concerned how many percent of the individuals began the food intake. The highest level was recorded in eggs stored for half an hour (after spawning) in 25 °C (60,1±5,3 %), 30 °C (54,5±17,7 %) and 20 °C (39,0±12,7 %). On the contrary, storage temperatures 5 °C, 10 °C and 15 °C had results between 8,9±2,8 % and 35,0±18,8 %. Total mortality was detected when the storage time was more than 8 hours. It is necessary to fertilize the eggs as soon as possible (max. up to half an hour) after spawning, and to avoid storage of eggs at low temperatures (below 15 °C), to obtain viable individuals.

Key words:

storage of eggs, temperature, fertilisation, hatching, survival rate, food intake