

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
Ústav akvakultury

Odkrm raného plůdku jesetera sibiřského (*Acipenser
baeri*) s využitím bioenkapsulovaných nauplií
žábronožek r. (*Artemia*)

Bakalářská práce

Autor: Jakub Starý

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

Konzultant bakalářské práce: M.Sc. Katsiaryna Novikava

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: prezenční

Ročník: třetí

České Budějovice 2016

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji bakalářskou 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 bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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

Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D. rovněž i mé konzultantce M.Sc. Katsiaryně Novikavě za jejich trpělivost, odbornou pomoc a perfektní vedení ke zdárnému konci mé práce. Dále bych rád poděkoval všem, kteří se podíleli na konstrukci recirkulačního systému, na přelovování a na získávání výsledků při focení, vážení a měření jednotlivých larev jesetera sibiřského.

Obsah

1. ÚVOD	6
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	7
2.1. Jeseter sibiřský	7
2.1.1. Larvální perioda.....	8
2.1.2. Hustota osazení.....	8
2.1.3. Odkrm raného plůdku pomocí živého krmiva.....	8
2.1.4. Chemismus vody	10
2.1.5. Teplota vody	10
2.2. Žábronožky (r. <i>Artemia</i>)	11
2.2.1. Žábronožky v akvakultuře	12
2.2.2. Dekapsulace.....	12
2.2.3. Formy žábronožky solné	13
2.2.4. Juvenilové a dospělci artémie.....	13
2.2.5. Líhnutí artémie	13
2.2.6. Obohacování artémie.....	14
2.2.7. Přechovávání nauplií artémie	14
2.3. Rozkrm rybích larev artémií	15
2.3.1. Odkrm živou nitěnkou a artémií s přechodem na suché krmivo	15
3. MATERIÁL A METODIKA	17
3.1. Odchovný systém.....	17
3.2. Pokusné ryby.....	17
3.3. Schéma pokusu	17
3.4. Zjišťování hmotnosti a délky jesetera sibiřského	17
3.5. Rozdělení skupin.....	18

3.6.	Líhnutí artémie.....	18
3.7.	Krmení larev jesetera sibiřského.....	19
3.8.	Co – feeding.....	19
3.9.	Prevence proti plísním	20
3.10.	Kontrola chemismu vody.....	20
3.11.	Zpracování dat	20
4.	VÝSLEDKY	22
4.1.	Hmotnostní růst.....	22
4.2.	SGR (specifická rychlost růstu).....	22
4.3.	Délkový růst jednotlivých skupin jeseterů.....	22
4.4.	Úmrtnost jednotlivých skupin larev jesetera sibiřského	23
4.5.	KP (kumulativní přežití)	23
4.6.	KK (krmný koeficient).....	23
4.7.	RKK (relativní krmný koeficient).....	24
5.	DISKUSE.....	25
6.	ZÁVĚR	29
7.	SEZNAM LITERATURY	30
8.	PŘÍLOHY	35
9.	ABSTRAKT.....	53

1. ÚVOD

Jeseteři (*Acipenseriformes*) jsou jednou z nejstarších skupin kostnatých ryb. Je známo 25 druhů, které žijí v mírných vodách severní polokoule (Birnstein, 1993). Avšak v posledních dvou stoletích zažily jeseteři populace dramatický pokles, hlavně z důvodu budování přehrad, hrází a znečištění vody. Jeho počty také rapidně klesly díky ztrátě vhodných míst ke tření. Také vysoce ceněný kaviár, pro který pytláci a komerční rybáři zabili spoustu velkých ryb, měl za následek velký úbytek jeseterů (Dumont, 1995). Proto stoupla starost o jesetera jako takového, z důvodu řízení populace pro komerční účely. Jeseter sibiřský je sladkovodní ryba, která se přirozeně vyskytuje v sibiřských řekách, často v těch největších. Tyto řeky ústí do Severního ledového oceánu, mezi ně patří zejména Ob, Jenisej a Lena (Jirásek a kol., 1997). Jeseter sibiřský také původně pochází z jezer Bajkal a Zajsan (Nikolskij, 1954), do moří však jeseteři sibiřští až na pár výjimek nemigrují (Berdičevskij a kol., 1979). Podle světového měřítka má chov jeseterů v akvakultuře už 140 let starou historii (Hochleithner, 2004). Pokusy o první umělé výtěry jsou zaznamenány už z let 1880 – 1920, avšak jejich úspěšnost nebyla nikterak vysoká. První úspěšná umělá reprodukce a odchov byla zaznamenána v SSSR a to okolo roku 1930.

Charakteristiky, jako je poměrně rychlý růst, odolnost vůči patogenům, kvalitní maso a kaviár ukazují obrovský obchodní potenciál (Barracud a kol, 1979). To byl hlavní důvod pro začátek výzkumu chovu jesetera sibiřského v intenzivní akvakultuře, která začala v roce 1975 (Williot a Brun, 1982). S rostoucími nároky na větší množství dodávaných jeseterů se musela neustále zlepšovat technika rybích líhní, neboť chov plůdku byl a je považován za nejtěžší krok při chovu jeseterů (Conte a kol., 1988).

Larvy jesetera jsou chovány v otevřených sladkovodních systémech, kterými musí neustále proudit čistá a okysličená voda. Nádrže a systémy pro komerční a experimentální chov jsou prakticky stejné, s jediným rozdílem, kterým je větší délka žlabů pro komerční chov (Charlon a Bergot, 1991).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Jeseter sibiřský

Na území našeho státu se tento druh jesetera nikdy dříve nevyskytoval, proto byl k nám dovezen roku 1995 (Jirásek a kol., 1997), ale podle autorů Adámka a Kouřila (1996) se tak stalo již v roce 1982.

Jeseter sibiřský je známý pro svou silnou adaptační schopnost, proto se také vyskytuje až pět poddruhů (Jirásek a kol., 1997). Je také schopen tvořit poměrně velké množství ekologických i geografických forem (Barannikova a kol., 1979). V jeho přirozených lokalitách je potravní spektrum zejména plůdku jesetera sibiřského velice různorodé. Potravu často tvoří různé larvy chrostíků, jepic a dalších druhů hmyzu, u odrostlejších jedinců pak dochází k přechodu na větší potravu, jako jsou korýši, měkkýši, jikry ostatních ryb nebo také rybí plůdek (Sokolov, 1966), u velkých a dospělých jedinců pak často dochází k lovu ostatních druhů ryb nebo k vyhledávání mršín (Nikolskij, 1954). Podle některých autorů lze na základě výzkumu druhu potravy v žaludcích jeseterů konstatovat, že jeseter sibiřský dokáže částečně trávit detrit (Berdičevskij a kol., 1979). Tento druh jesetera je také schopen přijímat potravu i pod ledem (Dormidontov, 1955). Jako jeden z mála dokáže jeseter sibiřský využívat velice chudou potravní základnu řek na Sibiři (Berdičevskij a kol., 1979), jeho růst v některých původních lokalitách je velice pomalý, jako například v řece Jenisej bylo zaznamenáno, že ryby staré 17 let dosahují průměrné hmotnosti 5 kg (Podlesnyj, 1955), naopak v řece Leně dosahuje v průměru při stejném věku pouhých 1,04 kg (Sokolov, 1966). Avšak obecně platí, že při dostatku potravy mají jeseteři celkem vysoký potenciál růstu (Sokolov, 1966; Barannikova a kol., 1979). Obzvláště jeseter sibiřský je velice známý pro svůj veliký růstový potenciál, ale také pro svou nevybíravost v potravě. Jako jeden z mála je také celkem hodně odolný vůči některým parazitům, což je velice vyhovující pro intenzivní akvakulturu. To vše bylo zjištěno na různých pokusech v SSSR (Sokolov a Maljutin, 1977). Proto také různé populace jesetera sibiřského a jeho hybridů začali být chováni v akvakulturních systémech v mnoha zemích Evropy (Steffens, 1995). V mnoha případech se také osvědčil chov na farmách s oteplenou vodou, na kterých dosahuje tržních hmotnostních hodnot během 2,5-3 let (Jirásek, 1955). Podle některých záznamů proběhly i pokusy chovu jesetera sibiřského v rybnících, v Rostovské oblasti dosahovali jeseteři ve věku pěti let průměrné hmotnosti

1,9 kg (Berdičevskij a kol., 1979). Na základě těchto poznatků z různých pokusů chovu v rybnících bylo zjištěno, že by byl vhodným kandidátem pro chov v českých rybnících (Jirásek a kol., 1997).

2.1.1. Larvální perioda

V této periodě se larvy jesetera sibiřského vyznačují tím, že přechází na exogenní výživu a aktivně vyhledávají potravu (Krupka a kol., 2000).

2.1.1.1. První etapa larvální periody

Na začátku tohoto období začínají larvy jeseterů přijímat potravu z vnějšího prostředí, ale nemají ještě úplně strávený žloutkový váček. Postupně se pak vyvíjí trávicí orgány a žaberní víčka. Dochází také k vývoji rostra a prsních ploutví. Délka této etapy je přibližně jeden týden (Krupka a kol., 2000).

2.1.1.2. Druhá etapa larvální periody

V této etapě dochází k redukci až postupnému vymizení ploutevního lemu. Postupně se formují zbývající ploutve, ve kterých vznikají paprsky. Na bočních stranách těla se také začínají tvořit kostěné štítky. Tato etapa trvá přibližně jeden měsíc (Krupka a kol., 2000).

2.1.2. Hustota osazení

Je to faktor, který může také být vyjádřen jako biomasa nebo počet ryb na jednotku objemu. Často může docházet k velkému shlukování ryb, za které jak je známo může stres. Plůdek také negativně ovlivňuje špatná kvalita vody, která může způsobit jeho fyziologické problémy, které mohou být příčinou pomalého růstu (King a kol., 2000). K tomu také může dojít při příliš přehnaném počtu ryb v nádrži a to zejména v larválním stádiu, proto se obecně doporučuje 30 – 60 larev na litr (Charlon a Bergot, 1991).

2.1.3. Odkrm raného plůdku pomocí živého krmiva

Při odkrmech raných stádií plůdku všech druhů jeseterů se nejčastěji používá živá potrava. Tou se začíná krmit po strávení žloutkového váčku, většinou po 8 – 9 dnech od vylíhnutí (Gisbert a Williot, 1997). Živá potrava zajistí přirozený růst a vývoj veškerých tělesných partií, jakožto i trávicí soustavy. Tak efektivních výsledků, jakých dosáhneme odkrmem pomocí živých krmiv, zatím nelze dosáhnout žádnými granulovanými krmivy (Williot a kol., 2001). Často můžeme používat spoustu druhů živých krmiv, jako jsou

například drobní zástupci vířníků a perlooček. Neměli bychom také zapomenout na nitěnky a patentky, které jsou častou potravou jeseterů v přírodě. Podle některých autorů je také dobré, pro zlepšení růstu jeseterů, zvýšení salinity vody a to až na 1-2‰. Jako dalším aspektem lepšího růst krmeného plůdku může být snížení hladiny vody při krmení, to napomáhá tomu, aby jeseter nemusel vydávat veliké množství energie pro hledání potravy (Chebanov a Galich, 2013). Někdy se také může stát, že při podávání jednostranné potravy může dojít k nedostatečnému tvoření thyroïdních hormonů v důsledku nedostatku příjmu ostatních hormonů z potravy, proto je dobré zvětšit druhovou pestrost krmiv (Boyko a Grigoryan, 2002; Boyko, 2008).

2.1.3.1. Nutriční požadavky jesetera sibiřského

Dabrowski a kol. (1987) zjistili, že proteiny získané z živé potravy jsou metabolizovány v mnohem větší míře než proteiny ze suchých startérových krmiv. Je známo, že jeseter pro 1kg přírůstku potřebuje 300 g proteinu ze získané potravy (Ng a kol., 1996). Při krmení živou potravou dochází k větším energetickým ztrátám, protože potrava je pohyblivá. Pro správný růst jsou také velice důležité esenciální aminokyseliny, ale výroba krmiv, které je obsahují, je velice nákladná, proto jsou tato krmiva nevýhodná pro komerční chov (Hung, 1991). Kaushik a kol. (1991) zjistili, že jeseter pro přírůstek 100 g váhy nutně potřebuje až 20 mg různých aminokyselin (arginin, histidin, izoleucin, leucin, lysin a valin). Přesto by krmiva měla obsahovat PUFA v podobě n-3 a n-6 nenasycených mastných kyselin a to v poměru C20:3n-9/ARA a C 20:3n-9/DHA, ten by v játrech mohl sloužit jako ukazatel deficitu fosfolipidů (Hung a Deng, 2002). Avšak příliš velké množství DHA (kyselina dokosahexaenová) v krmivu může zvýšit úhyn jeseterů (Takeuchi a kol., 1994). Z dosavadních informací je známo, že by potrava pro jesetery měla obsahovat jak n-3 tak i n-6 mastné kyseliny, a to v poměru 20:3n-9/20:4n-6 a 20:3n-9/22:6n-3. Přesné dávky jednotlivých mastných kyselin však nejsou doposud známy (Deng, 1996). Ovšem větší množství ARA (kyselina arachidonová) a její spolupráce s EPA (kyselina eikosapentaenová) se pozitivně podílí na tvorbě eikosanoidů (Harel a Place, 2003). U jesetera sibiřského by měla krmiva obsahovat alespoň 50 % bílkovin, 15 – 5 % lipidů, 20 % sacharidů a 8 % popela (Gawlick a kol., 1996). Velice důležitá je také přítomnost vitamínů, neboť vitamín C spolu s esenciálními mastnými kyselinami zlepšuje nejen růst jeseterů, ale i jejich odolnost vůči stresu (Noori a kol., 2002).

2.1.3.2. Množství krmiva

V první řadě bychom měli odkrm raného plůdku započít pomocí nauplií artemie nebo sekanými nitěnkami a to v dávce 3 – 5 g na 1000 kusů jesetera (Chebanov a Galich, 2013). Naopak je pak také velice důležité, aby nedošlo k velkému překrmování, které by mělo za následek výrazné snížení kvality vody (Konstantinov a kol., 2005).

2.1.3.3. Frekvence krmení

Důležitou složkou odkrmu plůdku je také frekvence krmení, ta závisí na mnoha faktorech, ale obecně platí, že krmení by mělo probíhat alespoň každých 5 – 6 hodin. Také se nesmí zapomínat na odstraňování mrtvých kusů před každým krmením (Hochleithner, 2004).

2.1.4. Chemismus vody

Důležitým faktorem, který by mohl také ovlivnit výši úmrtnosti chovaného plůdku, je chemismus vody. Nejvíce bychom si měli dávat pozor na pH, jehož optimální rozmezí je 6,5 – 8,5. Pokud by došlo k vystavení jeseteřích larev extrémním hodnotám, jak vysokým tak nízkým, dojde k výraznému oslabení ryb. Zvyšuje se zahlenění kůže i žaber a na povrchu kůže se mohou místy tvořit krváceniny, což může následně způsobit vyšší rozvoj patogenů. (Navrátil a kol., 2000). Pro správné fungování metabolismu rybiček je obzvláště důležité držet množství rozpuštěného kyslíku ve vodě na správné úrovni. Při deficitu se pak zpomaluje trávení, což může zapříčinit dušení, díky kterému může následně dojít i k úhynu. Nebezpečné je však i přesycení kyslíkem (200 – 300 %), může dojít k plynové embolii (Navrátil a kol., 2000).

2.1.5. Teplota vody

Dalším faktorem, který je při odchovu raných stádií jesetera velice důležitý, je teplota vody, jelikož ryby patří mezi poikilotermní organismy. Tudíž teplota ovlivňuje veškeré metabolické procesy. Teplota dále může také mít vliv na příjem potravy, na který navazuje i trávení. V další řadě je to také tvorba protilátek, což může mít za následek oslabení imunity jednotlivých jedinců. Proto by teplota měla být alespoň přes 12 °C, kdy se tvorba protilátek urychluje. V neposlední řadě má teplota také vliv na množství rozpuštěného kyslíku ve vodě. Lze říci, že při vyšších teplotách je nasycenost kyslíkem zřetelně nižší. Vůči změnám teplot jsou ryby poměrně odolné, pokud však tyto teplotní rozdíly nejsou náhlé. Pak by mohlo dojít k teplotnímu šoku. Obzvláště tyto problémy mohou nastat u rybiho plůdku, kdy k teplotnímu šoku dochází už při rozdílu 3

°C (Navrátil a kol., 2000). Při odchovu larev se pak doporučuje teplota mezi 15 – 22 °C (Gela a kol., 2012).

2.2. Žábronožky (r. *Artemia*)

Žábronožky patří mezi drobné korýše obývající slanější vody. Nejvíce je můžeme najít v přílehlých lagunách a ve vnitrozemských slaných jezerech. Často se nachází v místech, které jsou velice nevhodné pro jejich predátory, proto obvykle nejsou téměř nikým ohrožovány (Kouba a kol., 2009). Rozrůstání žábronožek je často velice variabilní, mohou dosahovat rozměrů 6 – 30 mm. Žábronožka je velice odolná vůči veliké salinitě vody, často vydrží i úplné nasycení. Rozmnožování je velice rychlé a efektivní, žábronožky se rozmnožují pomocí partenogeneze a svá vajíčka kladou často do velkých vrstev na břehy jezer či lagun (Hartman a kol., 1998). U artémie můžeme však pozorovat také bisexuální rozmnožování. Artémie se pak rozmnožují při příznivých podmínkách ovoviviparií, při které se rodí živá nauplia prvního řádu. Druhou možností je rozmnožování oviparií, ke které dochází v době, kdy jsou okolní podmínky nevyhovující. V tuto dobu jsou snášena metabolicky neaktivní trvalá vajíčka, která se také často nazývají cysty (Criel a Macrae, 2002). Trvalá vajíčka se skládají z vnějšího obalu, který má tři části. První je alveolární vrstva, která je nejpevnější a obsahuje velké množství lipoproteinů. Je v ní obsažen chitin a hematin, proto její barva je až hnědá. Je obranou proti mechanickému poškození embrya, ale slouží i jako filtr proti UV záření. Další vrstvou je vnější kutikula, která brání proniknutí molekul větších než je molekula CO₂. Poslední vrstvou je embryonální kutikula, která je pružná a téměř průhledná. Ke konci inkubace se pak mění v líhnoucí membránu (Morris a Afzelius, 1967).

Žábronožka solná je významným výživovým prvkem také pro to, že ve svém těle obsahuje zhruba 50 – 56 % bílkovin. Tuků je výrazně méně, jejich množství se pohybuje mezi 12 – 23 %. Také sacharidů není nikterak velké množství, jde pouze o množství 4 – 17 %. Množství jednotlivých částí pak kolísá díky lokalitě, ve které se žábronožky nacházejí, ale také díky jejich životnímu stádiu (Kouba a kol., 2009).

Mc Evoy a kol. (1997) se zabývali množstvím mastných kyselin u neobohacených nauplií 6 hodin po vylíhnutí. Z výzkumu vyplynuly tyto hodnoty 56,3 % PUFA, 48,6 % zabíraly n-3 mastné kyseliny a 6,9 % n-6 mastné kyseliny. Mastné kyseliny pak tvořily

z celkového zastoupení lipidů 68 %. DHA nebyla vůbec v žádném zastoupení a obsah EPA byl pouhých 3,9 mg ×g⁻¹ sušiny.

2.2.1. Žábronožky v akvakultuře

Žábronožky jsou velmi významnou složkou potravy v akvakultuře, proto jsou využívány pro odchov velkého množství rybích druhů. Zejména se používají dekapulovaná stadia nauplií žábronožek. Pro větší jedince lze pak používat i dospělé žábronožky (Kouba a kol., 2009).

2.2.2. Dekapsulace

S velkým úspěchem a oblibou se používá metoda tak zvané dekapulace. Jde o velmi rychlou metodu, ve které dochází k odejmutí vnější lipoproteinové vrstvy trvalých vajíček artémie. Tato metoda se provádí při krátké koupeli v chlornanovém roztoku (Kouba a kol., 2009). Výhodou této metody je líhnutí o 30 – 35 % energeticky bohatších nauplií, oproti normálně líhnutým naupliím, a to z důvodu ušetření energie, kterou by nauplia musela vynaložit na proniknutí přes vnější vrstvu (Sorgeloos a kol., 1977; Adámková, 1999). Velikost dekapulovaných vajíček se pohybuje v rozmezí 200–250 μm, proto jsou často využívána jako potrava pro raná stadia některých ryb (Adámková, 1999). Další výhodou této metody je hlavně desinfekce od různých bakteriálních patogenů, které by mohly zapříčinit větší úmrtnost raných stádií plůdku. Takto upravená vajíčka nadále můžeme uchovávat v chladničce a to při teplotě 0 – 4 °C. Délka rozkrmu raného plůdku pak hlavně závisí na druhu chované ryby a na množství potravy, které je ryba ochotná přijímat. V běžných provozních podmínkách je doporučeno krmit jesetera sibiřského artémií zhruba jeden týden, pak se přechází postupně na suché granulované krmivo (Gela a kol., 2009). Dekapsulace má ovšem také své nevýhody a rizika. Vajíčka často padají na dno nádrže, kde se usazují, neboť jsou nepohyblivá. Proto se pak pro larvy ryb, které přijímají potravu jen z vodního sloupce, stávají nedostupnými. Do určité míry tomu lze zamezit téměř úplným vysušením, které zapříčiní delší výdrž vajíček ve vodním sloupci a na hladině (Adámková, 1999).

Vylíhlá nauplia lze také zamrazit, ale jde o jednu z nejhorších možností jejich využití. Díky mrazu totiž dochází k poškození povrchu buněčných těl nauplií a k následnému vylití tělních tekutin. Tím dochází k poměrně velké ztrátě cenných živin, o které rybičky přicházejí. Další nevýhodou je jejich nepohyblivost, díky níž se může stát potrava pro jesetery neatraktivní (Kouba a kol., 2009).

2.2.3. Formy žábřonožky solné

Vyskytuje se spousta forem žábřonožky, které lze v akvakultuře použít. Pro intenzivní akvakulturu je nejvíce používaným stádiem žábřonožky nauplius I. - II. instaru. A to z důvodu jeho velikosti, která činí 428 μm – 517 μm (Léger a kol., 1987).

2.2.4. Juvenilové a dospělci artémie

Těmto dvěma životním fázím artémie slouží jako potrava vodní řasy. Z častého důvodu velice neekonomického umělého pěstování řas se většinou používají řasy v mražené formě. Ty však nejsou artémiemi přijímány s takovou oblibou jako řasy čerstvé a živé. Při odchovu artémií je velmi důležité neustále sledovat koncentraci rozpuštěné soli ve vodě a čerstvost vody. Při správně splněných podmínkách a pravidelném krmení artémie běžně dosáhne dospělosti během dvou týdnů (Sorgeloos a Persoone, 1975). Je také známo, že artémie chované při nižším osvětlení rostou rychleji, a to z důvodu nižší energetické spotřeby při plavání a hledání potravy (Sorgeloos, 1972).

2.2.5. Líhnutí artémie

Sběr cyst artémie solné se provádí ve třech hlavních oblastech v San Francisco Bay, Californii a ve Velkém solném jezeru v USA a v neposlední řadě také v solných jezerech v Saskatchewanu v Kanadě. Nicméně přibližně 80 % sesbíraných cyst, které se prodají na trhu, pochází z Velkého solného jezera (Sorgeloos a kol., 1991).

Cysty jsou vakuově baleny, po otevření musí být uchovávány v chladu. To znamená, že artémie jsou prodávány ve spícím stádiu a jsou životaschopné i po několika letech uchovávání, pokud jsou skladovány v suchu a originálních obalech. V přírodě čekají cysty artémií na podněty z životního prostředí, jako je například déšť a sluneční svit a teplo. Pak se cysty probouzejí ze spánku. Nasazování artémie v umělých podmínkách je poměrně jednoduché, pokud jsou dodrženy určité parametry. Teplota vody by měla být okolo 25 – 28 °C a salinita by se měla pohybovat mezi 15 a 35 ‰. Hodnota pH by pak měla pro správný vývoj vylíhlých jedinců být 8,0. Dalším důležitým prvkem, na který se při odchovu artémie nesmí zapomenout, je neustálé intenzivní provzdušňování a osvětlení, které by se mělo pohybovat okolo hodnoty 2000 luxů (Sorgeloos a kol., 1991).

2.2.6. Obohacování artémie

I přesto, že artémii chybí některé výživové prvky, které jsou důležité pro správný vývoj některých druhů ryb, je artémie široce používaná jako živé krmení pro spoustu druhů ryb. Nedostatkem artémií je, že jim chybí omega-3 polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (Sorgeloos a kol., 1991). Ale například u cyst z Číny byla pomocí testů zjištěna přítomnost DHA, což je zkratka kyseliny dokosahexaenové. Tento kmen artémie je však velmi obtížné získat, proto jejich cysty jsou velice drahé. Všechny tyto nedostatky mohou být odstraněny procesem obohacování, při kterém jsou nauplia artémií krmeny zdroji bohatými na polynenasycené mastné kyseliny – PUFA pro zlepšení jejich nutričních vlastností (Sorgeloos a kol., 1991).

Nauplia artémií lze obohatit doma vyráběnými nebo komerčními přípravky. U komerčních přípravků musí chovatel brát v úvahu poměr ceny a kvality produktu, aby se mu konkrétní způsob obohacování vyplatil. Proces obohacování se začíná provádět hned na začátku líhnutí nauplií, často se používají různé oleje z chobotnic, tresčích jater a sardinek (Sorgeloos a kol., 1991).

Lze také produkovat celkem velké množství obohacených nauplií, ty však vyžadují skladování při 5 °C a hustotě jedinců 5000 kusů×ml⁻¹. Takto uchované nauplie je možno skladovat maximálně 5 dnů. Pro obohacování menšího množství nauplií artémií se používají komerčně vyráběné přípravky jako je Selco, Algamac – 2000, Sander's Rich nebo Microfeast. Tyto přípravky jsou sice nákladnější, ale oproti tomu jsou efektivnější a pohodlnější, protože proces emulgace už u nich proběhl dříve. Důležité při obohacování těmito přípravky je dodržování dávkování (Sorgeloos a kol. 1991).

Známým přípravkem je také samoemulgační přípravek SELCO, který se skládá ze spousty druhů mořských olejů a vitamínů (Léger a kol., 1986). Čerstvě vylíhlá nauplia musí být obohacována v určité hustotě, která se pohybuje v koncentraci 100 – 300 kusů na ml. Obohacování trvá okolo 24 hodin a za stálé teploty, která by měla být 25 °C. Nedílnou součástí je silné provzdušnění, které udrží hladinu rozpuštěného kyslíku na úrovni 4 mg×l⁻¹. Po ukončení procesu jsou nauplia propláchnuta velkým množstvím vody a následně uchována ve slané vodě při teplotě do 10 °C (Merchie, 1996).

2.2.7. Přechovávání nauplií artémie

Při přechovávání vylíhlých artémií při teplotě vody do 10 °C dochází u nich k minimálnímu energetickému metabolismu, což znemožní přechod do II. instartu. Pro

správné přechovávání je také velmi důležité intenzivní vzduchování, které brání usazování nauplií na dně lahve a jejich následnému udušení. Teplota vody musí být neustále pod 10 °C, proto je důležité vodu neustále ochlazovat různými chladícími médii. Pokud jsou všechny tyto podmínky splněné, lze v tomto stavu udržet artémii při životě až 24 hodin, také tím často zamezíme ztrátám metabolické energie o více jak 5 % (Merchie, 1996).

2.3. Rozkrm rybích larev artémií

Zásadní podmínkou larev ryb pro příjem artémie je její vhodná velikost. Největší nevýhodou při použití artémie na rozkrm sladkovodních druhů ryb je její délka doby pohyblivosti ve sladké vodě, ve které artémie vydrží aktivně plavat a být živá pouhých 30 – 60 minut. Proto je důležité larvy ryb intenzivně krmit v intervalech 2 – 3 hodin (Merchie, 1996).

2.3.1. Odkrm živou nitěnkou a artémií s přechodem na suché krmivo

Často se místo artémie používají na drobně nasekané nitěnky. Na tuto potravu se přechází po dobu asi dvou až pěti dnů, aby si ryba postupně zvykla na nový přísun potravy. Nitěnka musí být nakrájena na tak drobné kousky, aby nemohlo dojít k následnému zadušení velkým soustem. Nevhodné je také používání zmražených kostek patentek, neboť při roztávání na potřebnou teplotu se uvolňují potřebné látky do vody, kde je ryby nemohou využít (Gela a kol., 2012).

Když nelze sehnat nitěnky v živé formě, tak je lepší přechod z artémie rovnou na suchá startérová krmiva, tento přechod bývá z pravidla delší než přechod na nitěnky. Přechod na suché krmivo vypadá nejprve tak, že startérové krmivo podáváme na hladiny, poté co jsme nakrmili naupliemi žábřonožky solné. Toto pořadí se následně pak asi po třech dnech otáčí. Dále je také důležité krmné dávky artémie každým dnem snižovat, ale naopak množství startérového krmiva zvýšit. Tomuto způsobu přechodu či krmení se říká co-feeding (Gela a kol., 2012).

Ryby se krmí nejvíce startérovými krmivy o velikosti 0,2 – 0,6 mm. Tato krmiva většinou obsahují větší množství tuků a to 56 – 64 %. Naopak obsah tuků je výrazně nižší, pohybuje se mezi 9 – 15 %. Nejběžnějšími složkami, které tato krmiva obsahují, jsou hlavně rybí moučka, rybí tuk a velká část vitamínů jako vitamíny A, C, D₃, E. Spousta krmiv obsahuje i vitamín B ve formě kvasnic (Gela a kol., 2012).

Po úplném přechodu na suché krmivo se musí stanovit dávkování, které je velmi důležité, aby nám v nádržích nezbyvalo moc přebytečného krmiva a naopak aby plůdek nestrádal. Dávkování se pak proto odvíjí od váhy ryb, teploty vody, počtu ryb, ale také od hustoty odchovávaných jedinců. Z důvodu celkem rychlého růstu bychom měli množství suchého krmiva upravovat každých 10 dní a zároveň asi každých 5 dní rybičky převažovat, abychom zjistili, jaká je efektivita příjmu suché potravy (Chebanov a Galich, 2013). Obsah bílkovin v krmivu by měl být mezi 25 – 50 %, to se odvíjí od věkové kategorie jeseterů. (Jirásek a kol., 2005). S možností příjmu jiné potravy je možné používat krmiva s nižším procentuálním zastoupením bílkovin a to okolo 40 %, podmínkou však je kvalita a dobrá stravitelnost (Hochleitner a Gessner, 1999). Procentuální zastoupení tuku bývá obvykle na poloviční úrovni oproti bílkovinám, pohybuje se někde mezi 10 – 20 %. To opět závisí na věkové kategorii chovaných ryb. Nejvíce vyhovující tuky jsou ty, v kterých je největší zastoupení nenasycených mastných kyselin (Jirásek a kol., 2005).

Období rozkrmu je prakticky nejkritičtější z celého odchovu. Jde o dobu, kdy ryby jsou zvykány na příjem suché potravy a končí tím, když jsou schopny tuto potravu bez problému přijímat. V tomto období dochází také k většímu výskytu přirozených ztrát díky anomáliím, které znemožňují dostatečný příjem potravy. Postižení jedinci většinou umírají do pěti dnů. Tyto ztráty mohou činit až 20 % z celkového počtu (Gela a kol., 2012).

Při odchovu je také důležité, když plůdek přesáhne váhu 0,3 g, kontrolovat všechny jedince v nádržích a následně by se měly rybičky rozdělit do tří velikostních kategorií. Tím se pak zamezí velké rozdílnosti v růstu jednotlivých jedinců (Kupinskiy a Yanchenko, 2001).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1. Odchovný systém

Pokus byl proveden v 18 akváriích obdélníkového tvaru umístěných na stojanu s recirkulačním systémem se sedimentačním a biologickým čištěním (Obr. č. 3 v příloze). Do systému byla doplňována voda z vodovodní sítě. Průměrný průtok v každém akváriu byl $13,8 \text{ ml} \times \text{sekunda}^{-1}$. Ze zadní strany byla jednotlivá akvária uzavřena mřížkou se síťovinou (v prvních 5 dnech o velikosti ok 0,5 mm, později 1,0 mm). Objem každého akvária byl 45 litrů. Do každého akvária bylo zavedeno vzduchování pomocí rozptylovacích kamínků. Vzduchování mimo zabezpečování dostatku kyslíku ve vodě napomáhalo i pohybu vody v akváriích a pohybu živé potravy ve vodě.

3.2. Pokusné ryby

Plůdek jesetera sibiřského (*Acipenser baeri*) původem z umělého výtěru generačních ryb chovaných v akvakulturních podmínkách na Genetickém centru FROV JU ve Vodňanech.

3.3. Schéma pokusu

	1 týden artémie	3 týdny artémie
DHA-č. akvárií	2, 5, 8	11, 20, 23
Spreso-č. akvárií	3, 6, 9	12, 21, 24
Kontrola-č. akvárií	1, 4, 7	10, 19, 22

Skupiny a jejich čísla akvárií, které zahrnují. Dále čísla akvárií skupin, která byla krmena artémií jeden týden a tři týdny.

3.4. Zjišťování hmotnosti a délky jesetera sibiřského

V každém akváriu bylo poté napočítáno 400 kusů, ze kterých jsme od 29. 6. 2015 každé pondělí odebírali pomocí síťky na akvarijní rybičky 10 kusů, které jsme usmrtili v silném roztoku hřebíčkového oleje. Jesetery jsme následně nejprve nafotili v rovné poloze pod binolupou (Obr. č. 1 v příloze) pro určení jejich délky, poté jsme vyfocené rybičky po jedné začali vážit na analytických vahách (Obr. č. 2 v příloze) s přesností na tři desetinná místa. Před započítáním vážení jsme nejprve museli jednotlivé kusy osušit na připravených ubrouscích. Jednotlivé kusy jsme pak vážili na Petriho misce, do které jsme plůdek přendávali pinzetou. Získanou váhu jsme pak zapisovali do záznamového sešitu. Po zvážení všech kusů jsme jednotlivé skupiny larev jesetera sibiřského dávali

zvlášť do mikrotenových pytlíků a následně zamrazili, abychom je mohli použít pro další analýzy.

3.5. Rozdělení skupin

Množství artémie, kterou jsme krmili jednotlivá akvária, jsme stanovili na 50 % z celkové váhy biomasy. Stávajících 18 akvárií jsme rozdělili do tří skupin, přičemž na každou skupinu připadalo 6 akvárií (Spresso-akvária č. 3, 6, 9, 12, 21, 24, DHA-akvária č. 2, 5, 8, 11, 20, 23, kontrola-akvária č. 1, 4, 7, 10, 19, 22). Každá skupina byla krmena odlišně obohacenou či neobohacenou žábřonožkou (r. *Artemia*). Jedna skupina byla krmena neobohacenou artémií (kontrola), druhá skupina dostávala obohacenou artémii o selco DHA a poslední skupina artémii obohacenou o selco Spresso. Artémii obohacujeme z důvodu zlepšení jejich výživových faktorů, které by měli pozitivně ovlivnit růst či snížit úmrtnost jeseterů. Složení DHA bylo následující (32,5 % vlhkost, 66 % tuky, 0,5 % popeloviny, 0,5 % hrubá vláknina, 0,2 % fosfor, vitamin A - 1 500 000 IU×kg⁻¹, vitamin D3 - 150 000 IU×kg⁻¹, vitamin E - 3600 mg×kg⁻¹, vitamin C - 800 mg×kg⁻¹, antioxidanty – Ethoxyquin a BHA (beta – hydroxy kyseliny), omega 3 HUFA – min. 200 mg×g⁻¹) Spresso pak mělo složení (58 % vlhkost, 2 % bílkoviny, 32 % tuky, 2 % popeloviny, 0,5 % fosfor, vitamin A - 110 000 IU×kg⁻¹, vitamin D3 - 10 000 IU×kg⁻¹, vitamin E - 5400 IU×kg⁻¹, vitamin C - 8000 mg×kg⁻¹, antioxidanty Ethoxyquin a Propylgallát, omega 3 HUFA - 150 mg×g⁻¹, DHA/EPA=9). Dále jsme 18 stávajících akvárií rozdělili do dvou skupin, přičemž na jednu skupinu připadá devět akvárií (1 týden artémie-akvária č. 1-9, krmeno 3 týdny artémií-akvária č. 10-24), které jsou tvořeny třemi akvárii s jesetery kmenými neobohacenou artémií, třemi akvárii s jesetery kmenými obohacenou artémií o selco DHA a třemi akvárii s jesetery kmenými obohacenou artémií o selco Spresso. Jedna skupina byla krmena živou potravou pouze jeden týden a zbývajících pět týdnů jsme larvičkám z této skupiny podávali suché startérové krmivo. U druhé skupiny bylo krmení artémií prodlouženo na tři týdny a zbývajících dva pak dostávala tato skupina také suché startérové krmivo.

3.6. Líhnutí artémie

Při líhnutí artémie z předem koupených vajíček jsme dbali na správné koncentrace soli a sody ve vodě. Dávali jsme 30 g soli, 0,5 g sody a 2,5 g vajíček artémií na 1 litr vody. Jelikož žábřonožka se lépe líhne v teplejší vodě, tak jsme volili teplotu vody 28 °C a pro lepší prokysličení a pohyb vajíček jsme volili poměrně silné vzduchování.

Vylíhlou artémii jsme následně zkoncentrovali, zvážili a spočítali množství kusů v 0,1 g. Na jeden litr obohacené vody o selco jsme dávali 300 000 nauplií. Jeden litr čisté vody o teplotě 28 °C jsme obohacovali v první lahvi o 0,6 g selco DHA a do druhé lahve jsme dali 1 ml selco Spresso, nesměli jsme také zapomenout na vytvoření skupiny 300 000 nauplií neobohacené artémie, které jsme dali do třetí lahve. Za dalších 24 hodin u skupiny DHA a 18-20 hodin u Spressa, když byla artémie obohacená, jsme jednotlivé lahve zvlášť přecedili a propláchli alespoň třikrát čistou vodou. Následně jsme do 1 litru vody dali přecezené artémie (pro každou skupinu obohacení zvlášť) a dali do chladné vody pro zpomalení jejich metabolismu.

3.7. Krmení larev jesetera sibiřského

Krmení probíhalo následujícím způsobem. Do každého akvária jsme dávali odpovídající skupinu obohacených či neobohacených artemií. Z každé lahve jsme nabrali 100ml roztoku vody s artemií a vylili do akvária. Před tím však bylo nutné lahev s roztokem vody a artémie řádně promíchat, aby byla po celém objemu stejná koncentrace. Toto krmení jsme pak prováděli každé dvě hodiny od 8:00 do 24:00, z čehož nám vyplývá, že jsme každý den krmili devětkrát. Po co – feedingu jsme pak přešli na krmení startérovým krmivem. Pro jeho dobré přijímání jsme startér volili o velikosti 0,03 mm od začátku, poté od 28. 7. jsme krmivo zvětšili na 0,05 mm a jako poslední jsme od 3. 8. začali používat startér o velikosti 0,06 mm.

3.8. Co – feeding

První skupina devíti akvárií byla krmena artemií pouhý jeden týden, po kterém pak postupně přecházela na krmení suchým startérem. Přejít mezi artemií a startérovým krmivem byly tři dny, po kterých se začalo krmít už jenom suchým krmivem. Kdežto druhou skupinu zbývajících devíti akvárií jsme krmili artemií 3 týdny, přechod na suchou potravu byl stejný jako u první skupiny. Při krmení artemií jsme množství zvolili na 50 % z celkové biomasy larviček jesetera sibiřského. To se pak začalo lišit až při co – feedingu, při kterém jsme krmili artemií 25 % a startérovým krmivem 35 % z celkové biomasy larviček. Po uplynutí těchto tří dnů, při kterých probíhal přechod na suché krmivo, jsme krmili jednu skupinu startérovým krmivem množstvím 35 % a druhou artemií 50 % z celkové biomasy jeseteřího plůdku. Po úspěšném co – feedingu u druhé skupiny jsme množství startérového krmiva stanovili na 25 % z celkové biomasy.

Předposlední týden pokusu jsme nadále množství krmení snižovali, tentokrát až na 15 %. Na poslední týden jsme pak množství suchého krmiva snížili na 10 % váhy z celkové biomasy ryb.

3.9. Prevence proti plísním

Kvůli správné hygieně ryb jsme každý den měnili vodu, která se ještě před vpuštěním do akvárií čistila přes uhlíkový filtr, který zabránil vstupu nežádoucích látek do akvárií s jesetery. Vodu jsme volili z důvodu náchylnosti jeseterů na množství rozpuštěného kyslíku o teplotě 20 °C +. Dále abychom zamezili rozvoji různých plísní a infekcí, jsme každý den alespoň dvakrát odsávali nečistoty a nesežrané krmení. To vše také proto, aby se nám nekazila voda, která by pak mohla zapříčinit větší úmrtnost jeseterů. Pro menší rozvoj plísní, infekcí, virů, bakterií a jiných nemocí a pro snížení úmrtnosti jsme několikrát denně vybírali mrtvé jedince ze všech akvárií, jejichž počet jsme pak zapisovali do záznamového sešitu. Počet mrtvých jeseterů jsme psali do kolonky k příslušnému akváriu, mrtvé kusy už jsme pak dále nepoužívali.

3.10. Kontrola chemismu vody

Abychom zamezili jakékoliv příčině větší úmrtnosti plůdku, stále jsme hlídali množství rozpuštěného kyslíku ve vodě a chemismus vody. Proto jsme každý den ráno v 8:00 a večer ve 22:00 měřili pH, množství rozpuštěného kyslíku ve vodě a teplotu vody, ale kvůli větší jistotě pro bezstarostný růst jeseterů jsme ještě dvakrát do týdne měřili množství NO₂, NO₃ a NH₄. Jednotlivé kontrolované vlastnosti můžeme vidět v tabulce č. 11 v příloze. Nasycení kyslíkem jsme stále udržovali mezi 80 a 95%. Hodnotu pH bylo pak důležité držet mezi 7 – 7,5. Pod neustálým dohledem byla také teplota vody, kterou jsme měřili každý den ráno (8:00) a večer (22:00). Její průměrné, maximální a minimální hodnoty můžeme vidět v příloze v tabulce č. 10. Zde si můžeme všimnout vyšších hodnot průměru (o 0,4 °C) a maxima (o 1 °C) ve večerních hodinách.

Na konci celého pokusu jsme pak z každého akvária náhodně vylovili 30 kusů jesetera a následně jsme provedli jejich měření, vážení a fotodokumentaci. Usmrcené ryby jsme po předešlých krocích zamrazili pro další výzkum.

3.11. Zpracování dat

Získané výsledky z jednotlivých částí jsme dále zpracovávali v příslušných programech. K vyvinutí všech tabulek, grafu a biostatistik nám napomohly programy

excel, word a Statistika. V té jsme využili Tukeyho HSD test a Kruskal – Wallisův test. Sledovali jsme váhu a úmrtnost pro každé akvárium. Pro zpracování délek z fotek plůdku jesetera sibiřského, které jsme pořizovali každý týden při odchytu deseti kusů z každého akvária, jsme použili program Imagej. Dalšími důležitými složkami, které jsme pomocí získaných dat spočítali, byly KK (krmný koeficient) pomocí vzorce ($KK = \frac{Skrm}{(W\text{ konc} - W\text{ start})}$), dále pak KP (kumulativní přežití) za pomocí vzorce ($KP = \frac{(P\text{ nas} - P\text{ úhyn})}{P\text{ nas}} \times 100$) a v neposlední řadě SGR (specifická rychlost růstu za celou délku sledování), které jsme vypočítali vzorcem ($SGR = \frac{(\ln W\text{ konc} - \ln W\text{ start})}{\Delta t} \times 100$).

4. VÝSLEDKY

4.1. Hmotnostní růst

Můžeme si všimnout v příloze, na grafu č. 1 a grafu č. 2, výrazného hmotnostního rozdílu mezi skupinou krmenou 1 týden artémií a 5 týdnů suchým granulovaným krmivem a skupinou krmenou 3 týdny artémií a 3 týdny suchým granulovaným krmivem. Je vidět, že ryby krmené delší dobu artémií dosáhly přibližně polovičních hmotnostních hodnot. V obou skupinách také můžeme vidět dominantní skupinu jeseteřích larev krmenou artémií obohacenou o selco Spresso. Porovnání těchto dvou skupin jsme také provedli ve statistice. Pro skupinu krmenou kratší dobu artémií jsme využili Tukeyho HSD test ($F(2,267)=6,3984, p=,00193$, jehož výsledky můžeme vidět v příloze na grafu č. 3, druhou skupinu jsme pak zpracovali pomocí Kruskal – Wallisova testu ($H(2, N=270)=10,36617, p=,0056$, který je znázorněn v příloze v grafu č. 4. V obou grafech můžeme vidět výraznou odlišnost u skupiny krmené artémií obohacené o selco DHA se skupinou krmenou artémií obohacenou o selco Spresso.

4.2. SGR (specifická rychlost růstu)

Rychlost růstu jsme vyjádřili pomocí průměru a směrodatné odchylky ($n=3$). Jak můžeme vidět v příloze podle grafů č. 5 a č. 6. nejlepších hodnot dosahovala skupina Spresso, která dosáhla ve skupině krmené jeden týden artémií hodnoty 13,1 % a ve skupině krmené artémií tři týdny hodnoty 11,8 %. Nejnižších hodnot však dosahovala skupina DHA, která dosáhla konečných hodnot 12,5 % pro skupinu krmenou jeden týden artémií a 11,1 % pro skupinu krmenou artémií tři týdny. Procentuální hodnoty SGR pro jednotlivá akvária pak můžeme vidět v příloze v tabulkách č. 1., č. 2 a č. 3. V nich lze najít akvárium číslo 9 s nejvyšší hodnotou SGR (13,3 %).

4.3. Délkový růst jednotlivých skupin jeseterů

Podle grafů č. 7 a č. 8 v příloze lze vidět, že hmotnostní rozdíly odpovídají i délkovým, neboť největších délek v obou skupinách krmených různě dlouhou dobu artémií dosahují skupiny, kterým byla podávána artémie obohacená o selco Spresso. Také po porovnání obou grafů (7 a 8) z přílohy vidíme značný rozdíl mezi skupinou krmenou jeden týden artémií a skupinou krmenou tři týdny artémií. Skupina, které jsme podávali artémii pouze jeden týden, v průměru ve všech třech skupinách (DHA, kontrola a Spresso) dosahovala o 30 % větší délky, což odpovídá i váhovým rozdílům.

4.4. Úmrtnost jednotlivých skupin larev jesetera sibiřského

Jak si můžeme všimnout podle grafů č. 9 a č. 10 v příloze, skupiny krmené artémií pouze jeden týden vykazují větší konečné úmrtnosti. Graf č. 9 v příloze nám ukazuje, že nejvyšší průměrná úmrtnost v této skupině se nachází u skupiny Spresso a činí 272. Nejnižších hodnot dosahuje kontrolní skupina (224). Skupina DHA, která měla průměrnou úmrtnost 241, na tom byla o něco lépe než skupina Spresso. U skupiny krmené tři týdny artémií jsme zaznamenali znatelně nižší průměrnou úmrtnost, Spresso (184), DHA (189) a kontrolní skupina (180), v příloze podle grafu č. 10.

4.5. KP (kumulativní přežití)

Jak si můžeme všimnout v příloze na grafech č. 11 a č. 12 největší kumulativní přežití vyjádřené v procentech je vidět u kontrolních skupin. Ve skupině krmené jeden týden artémií (podle grafu č. 11 v příloze) dosahovala kontrola průměrného kumulativního přežití 43,9 %, ve druhé skupině (podle grafu č. 12 v příloze) pak hodnoty 54,9 %. DHA a Spresso na tom byly střídavě s poměrně rozdílnými hodnotami. DHA ve skupině krmené jeden týden artémií (podle grafu č. 11 v příloze) dosahovala hodnoty 39,8 %, kdežto skupina Spresso pouze 32,1 %. Ve druhé skupině (podle grafu č. 12), která dostávala artémií tři týdny, dosahovala DHA naopak nižších hodnot (52,8 %) než Spresso (54 %). Jak také můžeme vidět po porovnání obou grafů (č. 11 a č. 12 v příloze), skupiny (DHA, Spresso a kontrola) krmené tři týdny artémií dosahují většího kumulativního přežití. Jednotlivé procentuální hodnoty pro kumulativní přežití lze pak nalézt v příloze v tabulkách č. 4, č. 5 a č. 6. V nich si lze všimnout, že nejvyšší hodnoty dosahuje akvárium číslo 24 a to 68,5 %.

4.6. KK (krmný koeficient)

Kvůli správnému vyhodnocení jsme počítali krmný koeficient zvlášť pro živé a suché krmivo. Avšak z důvodu vysoké úmrtnosti v některých akváriích, díky níž jsme měli nižší biomasu na konci sledovaného období než na jeho začátku, jsme krmný koeficient pro artémii nepočítali u skupiny, která byla krmena artémií pouze jeden týden. Také jsme do krmných koeficientů nezahrnovali zanedbatelné množství artémie při coo-feedingu. Jak si můžeme všimnout na grafech č. 13 a č. 14 z přílohy k nejlepším výsledkům u krmného koeficientu pro suché krmivo jsme se dostali u skupiny Spresso (2,1 pro skupinu krmenou jeden týden artémií a 0,9 pro skupinu druhou). Nejvyšších hodnot jsme překvapivě dosáhli u skupiny DHA (pro skupinu krmenou jeden týden

artémií to bylo 3,3 a pro druhou 1). Kontrolní skupina dosáhla prostředních hodnot 2,4 a 0,9. Ve skupině krmené artémií tři týdny jsme počítali také krmný koeficient pro živou potravu. U toho jsme dosáhli nejlepších hodnot (podle grafu č. 15 v příloze) u skupiny Spresso (3,8), pak u DHA (3,9) a v poslední řadě u kontrolní skupiny (4,2). Průměrné krmné koeficienty a jejich směrodatné odchylky pro oba druhy krmení, ke kterým jsme se dostali díky zaznamenanému množství spotřebovaného krmení (příloha tabulka č. 7), jsou vidět v tabulce č. 8 z přílohy.

4.7. RKK (relativní krmný koeficient)

Jak můžeme vidět na grafech č. 16 a č. 17 z přílohy, které zahrnují relativní krmné koeficienty pro startérové krmivo, mezi průměrnými krmnými koeficienty skupiny kontrolní, DHA a skupiny Spresso, jsou jen velmi malé rozdíly, a to jak ve skupině krmené artémií pouhý týden, tak i ve skupině druhé.

Stejně tak si můžeme všimnout minimálních rozdílů u relativních krmných koeficientů živé potravy (artémie). Je zřejmé, že nejlépe dopadla kontrolní skupina a skupina DHA, jejichž hodnota RKK byla ve skupině krmené jeden týden artémií rovna 3. Kdežto skupina Spresso vystoupala na hodnotu 3,7 (Graf č. 18 v příloze). U druhé skupiny krmené artémií tři týdny vidíme hodnoty celkem vyrovnané, nejlépe je na tom kontrolní skupina (1,9), pak až skupiny DHA a Spresso (2,2) (Graf č. 19 v příloze). Jednotlivé průměrné relativní krmné koeficienty a jejich směrodatné odchylky, jak pro artémii tak i pro startérové krmivo, můžeme pak vidět v příloze v tabulce č. 9

5. DISKUSE

Naše výsledky ukazují, jak už bylo dříve zmíněno, účinnost obohacení artémie dvěma přípravky (selco Spresso, selco DHA). Důvodem vyšších krmných koeficientů v některých pokusech může být náročnost jesetera sibiřského na příjem proteinu, toho jeseter potřebuje na přírůstek 1 kg zhruba 300 g (Ng a kol., 1996). Yun a kol. (2014) sledovali účinnost čtyř různých krmiv na jesetera sibiřského po dobu osmi týdnů. Dvě skupiny byly krmeny krmivem s obsahem bílkovin 40 % a dvě s obsahem bílkovin 36 %, přičemž u dvou z nich nahradili rybí moučku rostlinným proteinem a krmivo obohatili o syntetické esenciální aminokyseliny. U zbývajících dvou byla rybí moučka ponechána. Hodnoty krmných koeficientů pak byly 1,29 a 1,40 pro rybí moučky a 1,27 a 1,35 pro rostlinné proteiny.

Pokusy na podobné téma proběhly již dříve, a to na jeseteru perském. Noori a kol. (2002) zjistili, že larvy, které byly krmeny artémií obohacenou o esenciální mastné kyseliny a vitamín C, vykazovaly výrazně lepší růst a odolnost vůči stresu oproti kontrolní skupině. Ke stejnému výsledku jsme se také dopracovali my v našem pokusu. Jak je zřejmé podle grafů č. 2, 3, 8 a 9, vykazuje skupina larev jesetera sibiřského, která byla krmena artémií obohacenou o selco Spresso (zvýšený obsah vitamínu C a E), jak větší váhu, tak i délku. Avšak studie, ve které se Takeuchi a kol. (1994) zabývali vlivem hladiny kyselin DHA v těle larev tresky obecné, ukázala, že vyšší obsah kyselin DHA než 1 % způsobuje abnormality ryb a negativně působí na růst. To se projevilo také v našem pokusu, kde larvy jesetera sibiřského krmeny artémií obohacenou o selco DHA měly výrazně nižší růst. To mohla způsobit příliš velká dávka kyselin DHA. Další studie, které byly například prováděny u pražmy (*Sparus aurata*), ukázaly, že zastoupení kyselin DHA v potravě nižší než 0,5 % ovlivňuje negativně larvální přežití (Salhi a kol., 1994). Množstvím kyselin DHA v krmivu se také zabýval Copeman a kol. (2002) a zjistil, že larvy platýze pro lepší růst vyžadují množství DHA (kyselina dokosaheptaenová) a EPA (kyselina eikosapentaenová) v určitém poměru. Z toho by mohlo být zřejmé, že selco Spresso, ve kterém poměr DHA/EPA je roven devíti, by mohlo pozitivně působit na celkový vývoj a růst larev jesetera sibiřského.

V poslední době také proběhly studie, které ukázaly, že větší přítomnost arachidonové kyseliny ARA (kyselina arachidonová) pozitivně ovlivňuje tolerance vůči stresu, pigmentaci, růst a přežití (Bell a Sargent, 2003). Zejména interakce mezi EPA

(kyselina eikosapentaenová) a ARA (kyselina arachidonová) je důležitá pro tvorbu eikosanoidů (Harel a Place, 2003). Rovněž spolupráce mezi kyselinami DHA (kyselina dokosahexaenová) a EPA (kyselina eikosapentaenová) v určité koncentraci působí pozitivně na růst larev jeseterů (Bessonart a kol., 1999). K podobným závěrům jsme se dopracovali i my v našem pokusu, kde skupina krmená artémií obohacenou o selco Spresso, ve kterém je poměr DHA/EPA roven devíti, dosahovala větších rozměrů. Jiné studie také uvádí, že jeseter bílý (*Acipenser transmontanus*) a částečně i ostatní druhy jeseterů jsou schopny zkracovat či prodlužovat LA (kyselina linolová) na ARA (kyselina arachidonová) a LNA (analog nukleové kyseliny) na DHA (kyselina dokosahexaenová), což naznačuje, že omega-6 mastné kyseliny nemusí být limitujícím prvkem v metabolismu FA (kyselina folinová) v těle jeseterů (Hung a Deng 2002). Na druhé straně vysoký obsah PUFA v krmivech může mít za následek stimulaci β -oxidace, která následně umožní lepší využití kyseliny folinové pro tvorbu energie. Přestože úplně přesné výhody konzumace stravy bohaté na dlouhé řetězce n-3 PUFA zůstávají stále otázkou, je hodně pravděpodobné, že mohou být užitečné při prevenci úmrtí souvisejících s kardiovaskulárními chorobami (Castell, 1979).

Je známa spousta dalších esenciálních mastných kyselin a vitamínů, které podporují zdraví a fyziologický vývoj larev jeseterů. Larvy krmené artémií obohacenou o HUFA vykazují větší odolnost vůči stresu (Dhert a kol., 1990). V našem pokusu to může být také důvod většího přežití u skupin krmených artémií obohacenou o selco Spresso, které obsahuje zvýšené množství HUFA.

Podobný pokus u larev jesetera sibiřského, které byly krmeny artémiemi obohacenými o různé látky, proběhl už dříve. Jedna skupina artémií byla obohacena o PHB (methylparahydroxy benzoát), druhá o HUFA a třetí o HUFA + PHB. Z výsledků pokusu je zřejmé, že larvy jesetera sibiřského, které byly krmeny artémiemi obohacenými o HUFA, vykazují největší přírůstek (Najdegerami a kol., 2015). My jsme se však v našem pokusu dopracovali k opačným výsledkům, neboť jak je vidět podle grafů č. 2 a 3, skupina, která byla krmena artémií obohacenou o selco DHA, které obsahuje velké procento HUFA, dosahovala nejnižších váhových hodnot.

Některé výzkumy také dokazují vyšší přežití arapaimy velké po podání krmiv obohacených o vitamíny C a E (De Menezes a kol. 2006). Při studii vlivu zvýšeného množství vitamínů C a E na vyžu velkou bylo zjištěno, že skupina, která dostávala

krmení obohacené o vitamín C a E, vykazovala lepší přežití a růst (Youngand a Cech, 1996). Stejně tak jako v našem pokusu skupina, která byla krmená artémií obohacenou o přípravek Spresso (obsahuje zvýšené množství vitamínu C a E). A naopak skupina, které byla podávána artémie obohacená o selco DHA, vykazovala pomalejší růst. To mohlo být proto, že selco DHA obsahuje poměrně malé zastoupení vitamínů C a E.

Jalali a Imanpour (2010) pracovali na studii obohacování *Artemia urmiana*. Šlo o obohacování o vitamín C, C+E a poslední skupina byla obohacená o HUFA. Pokus trval 40 dní a z jejich výsledků je patrné, že larvy vyzy velké krmené skupinou artémií obohacenou o C+E a skupinou obohacenou pouze o E, vykazovaly lepší růstové vlastnosti a na konci pokusu dosahovaly větších váhových hodnot. Stejně tak jako u naší skupiny, která byla krmena artémií obohacenou o selco Spresso. Protože vyza velká patří do stejné čeledi jako jeseter sibiřský z našeho pokusu, lze naše výsledky s jejich přímo porovnat.

Důležitým prvkem pro správný a rychlý vývoj a růst je také zastoupení aminokyselin v potravě. Kaushik a kol. (1991) toto tvrzení vyvodili ze svých výsledků, díky kterým došli k závěru, že jeseter na 100 g své tělesné váhy potřebuje denně argininu 2,8 mg; histidinu 1,1 mg; isoleucinu 2,1 mg; leucinu 3,2 mg; lysinu 5,4 mg; fenylalaninu 1,5 mg; threoninu 2,2 mg; a valinu 2,3 mg. K podobným výsledkům se také dopracovali ve svém pokusu i jiní experimentátoři (Ng a Hung, 1995). Z těchto doposud známých výsledků může být patrné, že na vyšší úmrtnost larev jesetera sibiřského v našem pokusu mohlo mít také vliv nedostatečné množství jednotlivých esenciálních aminokyselin zastoupených v potravě.

Podle některých výzkumů je také známo, že množství 25 – 35 % tuků v potravě má velice pozitivní vliv na rychlost růst jesetera sibiřského, ale pokud množství tuků v potravě přesáhne 40 %, tak rychlost růstu rapidně klesá. Optimální hladina tuků v potravě však není pro jednotlivé druhy zatím známá (Medale a kol., 1991). To se také mohlo silně projevit i v našem pokusu. Jak je vidět na grafech č. 2 a 3, skupina krmená artémií obohacenou o selco Spresso (obsahuje 32 % tuků) dosáhla mnohem lepších váhových i délkových výsledků než skupina, které byla podávána artémie obohacená o selco DHA (obsahuje 66 % tuků).

Při správném určení krmných dávek by jeseteří larvy měly dosahovat po 5 – 6 dnech váhy přes 50mg (Hochleithner, 2004). V našem pokusu jsme při kontrole po 7

dnech krmení zjistili, že ve většině akvárií jsou larvy, které této hodnoty ani zdaleka nedosahují. To mohlo být dáno určením příliš malých krmných dávek.

Studie, které zkoumaly účinky vysokých teplot na populace jeseterů, prokazují sníženou rychlost růstu, větší úmrtnost a sníženou pohyblivost (Crocker a Cech, 1997). Proto jsme teplotu v našich akváriích stanovili na 20 °C. Při této teplotě je také velice důležité držet správné množství rozpuštěného kyslíku ve vodě, které by nemělo klesnout pod 7 mg× l⁻¹. (Ponomarev a kol., 2002). Proto nasycení kyslíkem bylo jedním z nejdůležitějších prvků, které byly při odchovu larev jesetera sledovány. Tyto hodnoty jsme udržovali díky silnému vzduchování mezi 80 a 95%.

Jelikož některé studie uvádějí, že plůdek jesetera sibiřského vykazuje výraznou fototaxi, je důležité to také zohlednit při odchovu (Podushka, 2003). Z tohoto důvodu jsme také po celou dobu krmení (od 8:00 do 24:00) v celé místnosti, kde byla akvária umístěna, svítili. Důležitá je také výška vodní hladiny v akváriích, tu jsme volili okolo 20 cm, neboť Chebanov a Galich (2013) uvádějí, že výška vodního sloupce v odchovných nádržích by měla být 20 cm.

6. ZÁVĚR

Pokus na toto téma posloužil hlavně ke zjištění působení obohacené artémie na vývoj larev jesetera sibiřského v kontrolovaných podmínkách. Naším cílem bylo vyhodnotit nejlépe účinkující přípravek na růst, váhu a úmrtnost larev.

Bylo zjištěno, že larvy krmené pouze týden artémií a po zbytek pokusu startérovým krmivem dosahovaly mnohem větších váhových a délkových hodnot než larvy ve skupině, které byla artémie podávána tři týdny. Je možné, že to bylo zapříčiněno nedostatečným množstvím živé potravy. Lze tvrdit, že nejlépe fungoval přípravek selco Spresso, neboť larvy krmené artémií obohacenou o tento produkt dosahovaly v obou skupinách nejlepších váhových i délkových hodnot. Toho si můžeme všimnout i u hodnot specifické rychlosti růstu, kde skupina Spresso je v obou případech nejlepší, až o 0,6 %.

Avšak ve skupině, které byla podávána artémie jeden týden, byla mnohem větší úmrtnost. Její kumulativní přežití bylo menší o 10 – 15 % v jednotlivých skupinách (DHA, Spresso a kontrola). To mohl způsobit brzký přechod ze živé potravy na startérové krmivo.

Po vyhodnocení krmných koeficientů můžeme tvrdit, že nejlépe je na tom opět skupina Spresso, která v některých případech měla koeficient menší až o 12,5 %. Proto lze na závěr po celkovém vyhodnocení říci, že přípravek selco Spresso by mohl být efektivní pro odchov larev jesetera sibiřského. Avšak je potřeba na toto téma provést ještě spoustu dalších pokusů.

7. SEZNAM LITERATURY

Adámek, Z., Kouřil, J., 1996. Nepůvodní ryby posledních let v České republice z hlediska původní ichtyofauny. In: Anonymus, Biodiverzita ichtyofauny ČR, České Budějovice, Ústav ekologie krajiny AV ČR, 1996, s. 34-41.

Adámková, I., 1999. Postup dekapsulace trvalých vajíček artémie a jejich použití v akvakultuře. Edice Metodik (Technologická řada), FROV JU, Vodňany, č. 58, 10 s.

Barannikova, I.A., Berdičevskij, L.S., Sokolov, L.I., 1979. Naučnyje osnovy osetrovogo chozjajstva i napravlenija ego dalnfjkggo razvitija v vodojemaeh SSSR. In: Berdičevskij, L.S., a kol. Iliiologičeskije osnovy razvitija osetrovogo chozjajstva v vodojemach SSSR, Izd. Nauka, Moskva, 1979, s. 14-15.

Barracaud, M., Ferlin, P., Lamarque, P. and Sabaut, J. J., 1979. Alimentation artificielle de l'esturgeon *Acipenser baeri*. Proceedings of World Symposium on Fin-fish Nutrition and Fishfeed Technology, 1, s. 411-421.

Bell, J.G. and Sargent, J.R., 2003. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquaculture*, 218, s. 491-499.

Berdičevskij, L.S., Sokolov, L.I., MaIjutin, V.S., Smoljanov, I.I., 1979. Biologičeskije osnovy razvitija osetrovogo chozjajstva v vodojemach SSSR, Moskva, Izd. Nauka, s. 14-81.

Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzalez, M.M. and Fernandez-Palacios, H., 1999. Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture*, 179, s. 265-275.

Birnstein, V.J., 1993. Sturgeon and paddlefishes: threatened fishes in need of conservation. *Conservation Biology*, 7, s. 773-787.

Boyko, N.E., Grigoryan, R.A., 2002. Effect of thyroid hormones on the olfactory imprinting towards chemical stimuli in early ontogeny of Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, *Zhurnal Evolyutsionnoi Biokhímii i Fiziologii* 38, s. 169-172.

Boyko, N.E., 2008. Physiological mechanisms of adaptive functions at early ontogenesis of Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, St. Peterburg, Avtoreferat Dissertatsii na Soiskaniye Uchenoi Stepeni Kandidata Biologičeskikh Nauk, s. 31.

Castell J.D., 1979. Review of lipid requirements of fin fish. In: *Fish Nutrition and Fishfeed Technology - Proceedings of a World Symposium* (ed. by J.E. Halver and K. Trews), Vol. 1, s. 58-84. EIFAC/FAO/ICES/IUNS, Hamburg, Germany.

Conte, F.S. a kol., 1988. Hatchery manual for the white sturgeon, Div. of Agricul. and natural resources university of California, USA, s. 1 - 103.

Copeman, L.A., Parrish, C.C., Brown, J.A., Harel, M., 2002. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) a live food-enrichment experiment, *Aquaculture*, 210, s. 285-304.

Criel, G.R.J., Macrae, T.H., 2002. Reproductive biology of *Artemia*. In: Abatzopoulos, Th. J., Beardmore, J.A., Clegg, J.S., Sorgeloos, P. (Eds.), *Artemia: Basic and Applied Biology*, Springer, Netherlands, s. 39-128.

Crocker, C.E., Cech, J.J., 1997. Effects of environmental hypoxia on oxygen consumption rate and swimming activity in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in relation to temperature and life intervals. *Environ Biol Fishes*, 50, s. 383–389.

Dabrowski, K., Kaushik, S. J. and Fauconneau, B., 1987. Rearing of sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) larvae: III. Nitrogen and energy metabolism and amino acid absorption. *Aquaculture*, 65, s. 31–42.

De Menezes G.C., Tavares-Dias, M., Ono, E.A., de Andrade. J.I.A., Brasil, E.M., Roubach, R., 2006. The influence of dietary vitamin C and E supplementation on the physiological response of pirarucu (*Arapaima gigas*) in net culture. *Comp Biochem Physiol, A* 145, s. 274–279.

Deng, D.F., 1996. Qualitative requirement of essential fatty acids for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), MS dissertation, University of California, Davis, California.

Dhert, P., Lavens, P., Duray, M., Sorgeloos, P., 1990. Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*) using omega 3-HUFA-enriched live food, *Aquaculture*, 90, s. 63–74.

Dormidontov, A.S., 1955. Otčet o rabotf Lenskogo nabludatělnogo punkta za 1954-1955, Jakutsk, s. 2-5.

Dumont, H. J., 1995. Ecocide in the Caspian Sea. *Nature*, 377, s. 673–674.

Gawlicka, A., Mc Laughlin, L., Hung, S.S.O. and de la NOUE, J., 1996. Limitations of carrageenan microbound diets for feeding white sturgeon larvae. *Aquaculture* 141, s. 245 – 265.

Gela, D., Rodina, M., Linhart, O., 2008. Řízená reprodukce jeseterů (*Acipenser*). *Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany*, č. 78, 24 s.

Gela, D., Kahanec, M., Flajšhans, M., Rodina, M., Linhart, O., 2009. Chov chrupavčitých ryb ve Vodňanech. *Konference 60. let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně, Sborník*, 90.

Gela, D., Kahanec, M., Rodina, M., 2012. Metodika odchovu raných stádií jeseterovitých ryb. *Edice Metodik, FROV JU*, č. 126, 44 s.

Gisbert, E. and Williot, P., 1997. Larval behaviour and effects of the timing of initial feeding on growth survival of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae under small scale hatchery production. *Aquaculture*, 156, s. 63 – 76.

Harel, M. and Place, A.R., 2003. Tissue essential fatty acid composition and competitive response to dietary manipulations in white bass (*Morone chrysops*), striped bass (*M. saxatilis*) and hybrid striped bass (*M. chrysops*, *M. saxatilis*) Comparative. *Biochemistry and Physiology*, 135 (B), s. 83–94.

Hartman, P., Příkryl, I., Štědrónský, E., 1998. *Hydrobiologie. Informatorium*, Praha, 137 s.

Hochleitner, M., Gesner, J., 1999. *The sturgeons and paddlefishes of the world. Biology and aquaculture*, Kitzbuehel, Austria, Aqua Tech, 165 s.

Hochleithner, M., 2004. Störe – Biologie und Aquakultur. AquaTech Publications, s. 9 - 222.

Hossein Najdegerami, E., Baruah, S. K., Shiri, A., Rekecki, A., Van Den Broeck, W., Sorgeloos, De Schryver, P., 2015. Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larvae fed Artemia nauplii enriched with poly- β -hydroxybutyrate (PHB): effect on growth performance, body composition, digestive enzymes, gut microbial community, gut histology and stress tests. AQUACULTURE RESEARCH, 46(4), s. 801-812.

Hung, S.S.O., 1991. Nutrition and feeding of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): an overview. In Williot, P., (Ed.) Proceedings of the First International Symposium on the Sturgeon. Cemagraf, France, s. 65–77.

Hung, S.S.O., Deng, D.F., 2002. Sturgeon, *Acipenser* spp. In: Webster, C.D., Lim, C. (Eds.), Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing, Wallingford, UK, s. 344– 357.

Charlon, N. and Bergot, P., 1991. Alimentation artificielle des larves de l'esturgeon siberien (*Acipenser baeri*, Brandt). In: Proceedings of the First International Symposium on the Sturgeon (Williot, P., ed.), s. 405–415.

Chebanov, S.M., Galich, E.V., 2013. Sturgeon Hatchery Manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. 558, s. 122-130, 338.

Jalali, M. A., Hosseini, S. A., a Imanpour, M. R., 2010. Physiological characteristics and stress resistance of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles fed with vitamins C, E, and HUFA-enriched *Artemia urmiana* nauplii. Fish physiology and biochemistry, 36(3), s. 555-564.

Jirásek, J., 1995. Současný Slav a perspektivní možnosti chovu jeseterovitých ryb. In: Sbor konf. Produkce násad perspektivních druhů ryb, Brno, s. 101 - 106.

Jirásek, J., Spurný, P., Mareš, J., Ondra, R., Peňáz, M., Baroš, V., Prokeil, M., 1997. Biologické a ekologické aspekty intenzivního odchovu plůdku jeseteru v podmínkách ČR. Brno, MZLU a Brno, ÚEK AV CR, s. 34-88.

Jirásek, J., Mareš, J., Zeman, L., 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. 2. vydání. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně, 68 s.

Kaushik, S.J., Breque, J. and Blanc, D., 1991. Requirement for protein and essential amino acids and their utilization by Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). In: Williot, P. (ed), Proceedings of the First International Symposium on the Sturgeon, CEMAGREF, France, s. 25 – 39.

King, N. J., Howell, W. H., Hubey, M. and Bengtson, D. A., 2000. Effect of larval stocking density on laboratory-scale and commercial-scale production of summer flounder *Paralichthys dentatus*. Journal of the World Aquaculture Society, 31, s. 436–445.

Konstantinov, A.S., Zdanovich, V.V., Pushkar, V.I., Rechinskiy, V.V., Kostoeva, T.N., 2005. Growth and energetics of sterlet fry under optimal stationary thermal regime and at swimming in thermal gradient space depending on fish satiation. Voprosy Ikhtiologii, 45 (6), s. 831–836.

Kouba, A., Hamáčková, J., Kozák, P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábřonůžek rodu *Artemia*. Edice Metodik, VURH JU, Vodňany, č. 94, 36 s.

Krupka, I., Masar, J. a Turansky, R., 2000. Early development of sterlet., Poľnohospodarstvo, Vol. 46 Nr. 5, s. 387-404.

Kupinskiy, S.B., Yanchenko, Yu. K., 2001. Calculation of sturgeon larval stocking density in trays at rearing. *Rybolovstvo and Rybovodstvo*, č. 1, s. 67–68.

Léger, P., Bengtson, D.A., Simpson, K.L., Sorgeloos, P., 1986. The use and nutrition value of *Artemia* as food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 24, s. 521–623.

Léger, P., Bengtson, D.A., Sorgeloos, P., Simpson, K.L., Beck, A.D., 1987. The nutritional value of *Artemia*: a review. In: Sorgeloos, P., Bengtson, D.A., Declair, W., Jaspers, E. (Eds.), *Artemia* research and its applications, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, vol. 3 Universa Press, Wetteren, s. 357–372.

Mc Evoy, L.A., Navarro, J.C., Amat, F., Sargent, J.R., 1997. Application of soya phosphatidylcholine in tuna orbital oil enrichment emulsions for *Artemia*. *Aquaculture* 5, s. 517–526.

Medale, F., Blanc, D. and Kaushik, S. J., 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*: II. Utilization of dietary non-protein energy by sturgeon. *Aquaculture*, 93, s. 143–154.

Merchie, G., 1996. Use of nauplii and metanauplii. In: Lavens, P., Sorgeloos, P. (Eds.), *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. FAO, Rome, s. 79–106.

Morris, J.E., Afzelius, B.A., 1967. The structure of the shell and outer membranes in encysted *Artemia salina* embryos during cryptobiosis and development. *J. Ultrastruct. Res.*, 20, 244–259. In: Adámková, I., 1999. Postup dekapsulace trvalých vajíček artémie a jejich použití v akvakultuře. *Edice Metodik (Technologická řada)*, FROV JU, Vodňany, č. 58, 10 s.

Navrátil, S., Svobodová, Z., Lucký, Z., 2000. *Choroby ryb. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno*, 155 s.

Nikolskij, O.V., 1954. *Casrnaja ichtiologia 2*, Moskva, Nauka, 458 s.

Noori, F., Azari Takami, Gh. and Sorgeloos, P., 2002. Enrichment of *Artemia* with Essentials fatty acids, lipid emulsions and vitamin C and its effect on the performance of *Acipenser persicus* larvae under the effect of salinity stress. *Extended Abstracts Aquaculture*, 5th ISS, Ramsar, 2005, s. 54–55.

NG, W.K. and HUNG, S.S.O., 1995. Estimating the ideal dietary indispensable amino acid pattern for growth of white sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson), *Aquaculture Nutrition*, 1, s. 85 – 94.

NG, W.K., HUNG, S.S.O. and Herold, M.A., 1996. Poor utilization of dietary free amino acids by white sturgeon, *Fish Physiology and Biochemistry*, 15, s. 131 – 142.

Podlemyj, A.V., 1973. Osetr (*Acipenser baeri*) reki Jeniseja. *Vopr. ichtiologii*, 1955. In: *Osetrovye ryby Amudarji*, Taškent, s. 93–118.

Podushka, S.B., 2003. On the systematics of Russian sturgeon from the Azov Sea. *Nauchno- Tehnicheskii Byulleten Laboratorii Ikhtiologii INENKO*, 7, s. 19–44.

Ponomarev, S.V., Gamygin, E.A., Nikonorov, S.I., Ponomarev, E.N., Grozesku, Yu.N., Bakhareva, A.A., 2002. Technology of rearing and feeding of aquaculture objects in the south of Russia. *Astrakhan, Nova plus*, s. 263.

Rosenthal, H., Wei, Q., Chang, J., Bronzi, P., Gessner, J., 2011. Conclusions and recommendations of the 6th International Symposium on Sturgeons (Wuhan, China, October 2009). *J. Appl. Ichthyol.*, 27, s. 157–161.

Salhi, M., Izquierdo, M.S., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzalez, M. and Fernandez-Palacios, H., 1994. Effect of lipid and n–3 HUFA levels in micro diets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 124, s. 275–282.

Sokolov, L.I., 1966. Sibirskij osetr - *Adpenser baeri* Brandl. Autorcf. bnd. diss., Moskva, s. 4-71.

Sokolov, L.I., Maljutin, V.S., 1977. Osobcnosti struktury populjacie i charakteristika proizvoditelej sibirskogo osetra reki Leny v rajoně nerestilišč. *Vopr. Iehtiol.*, 17, s. 103.

Sorgeloos, P., 1972. The influence of light on the growth of larvae of the brine shrimp, *Artemia salina* L. *Biol. Jaarb.*, 40, s. 317-322.

Sorgeloos, P., Persoone, G., 1975. Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans. II. Hatching and culturing of the brine shrimp, *Artemia salina* L. *Aquaculture* 6, s. 303-317.

Sorgeloos, P., Bossuyt, E., Laviña, E., Baez-Mesa, M., Persoone, G., 1977. Decapsulation of *Artemia* cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp for aquaculture. *Aquaculture* 12, s. 311-315.

Sorgeloos, P.P., Lavens, Ph. Leger and W., Tackaert, 1991. State of the art in larviculture offish and shellfish. In: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E., Ollevier, F. (Eds.), *Larvi '91-Fish and Crustacean Larviculture Symposium*, European Aquaculture Society, Special Publication. No. 15, Gent, Belgium, s. 3-5.

Steffens, W.J., 1995. Současný stav akvakultury v Evropě. *Bull. VÚRH Vodňany*, s. 95-105.

Takeuchi, T., Zheng, F., Takeuchi, T., Yosheda, M., Hirokawa, J. and Watanabe, T. 1994. Nutritive value of DHA-enriched rotifer for larval cod. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 60, s. 641-652.

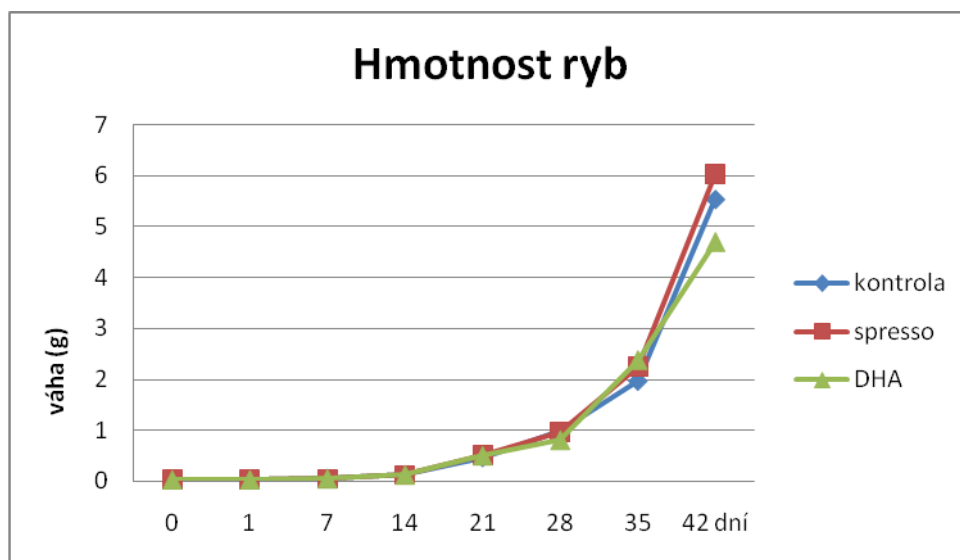
Williot, P. and Brun, R., 1982. Re'sultats sur la reproduction de *Acipenser baeri* en 1982. *Bulletin Franc,ais de la Pisciculture*, 287, s. 19–22.

Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, J., Bronzi, P., Gulyas, T., Berni, P., 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. *Aquat. Living Resour.*, 14, s. 367–374.

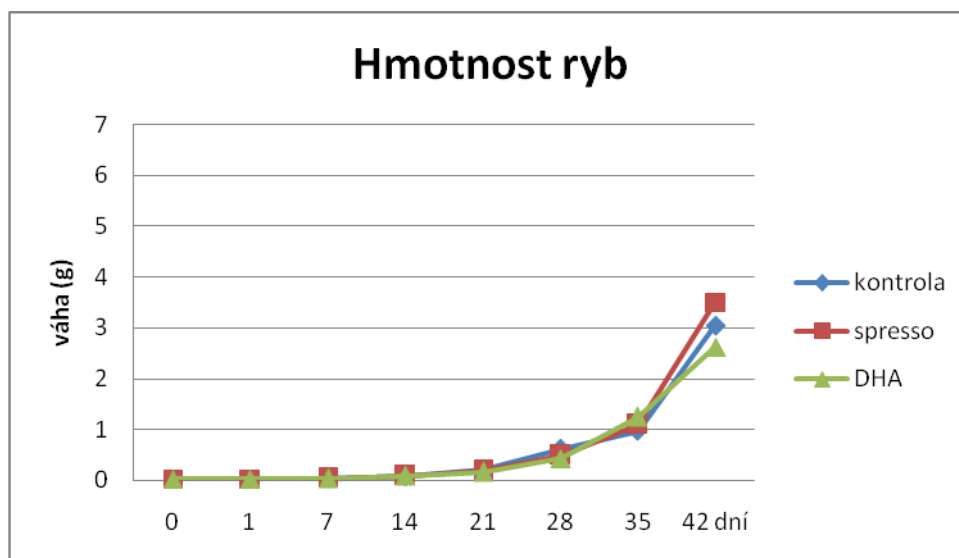
Young, P.S., Cech, J.J., 1996. Environmental tolerances and requirements of splittail. *Trans Am Fish Soc.*, 125, s. 664–678.

Yun, B., Xue, M., Wang, J., Sheng, H., Zheng, Y., Wu, X., Li, J., 2014. Fishmeal can be totally replaced by plant protein blend at two protein levels in diets of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt. *Aquaculture Nutrition*, 20, s. 69-78.

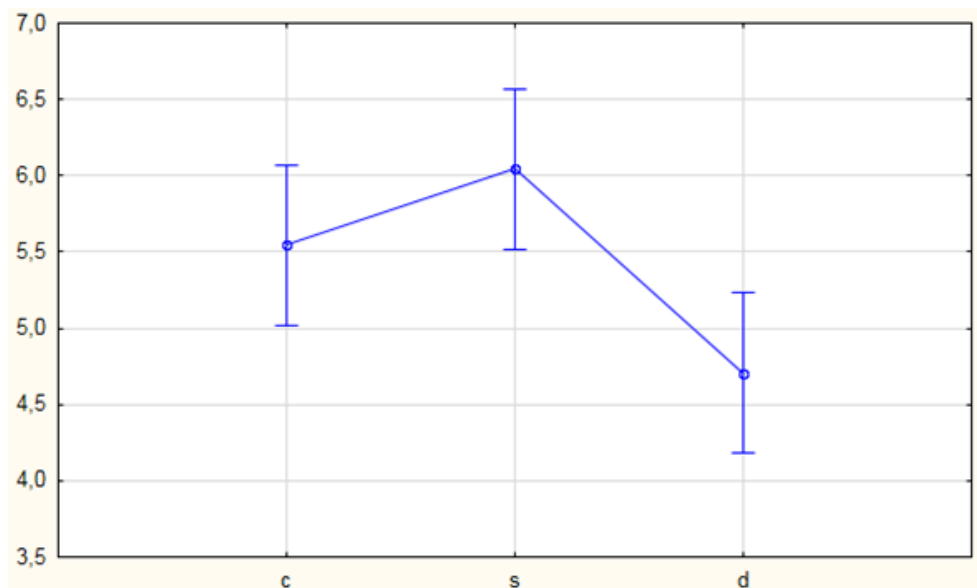
8. PŘÍLOHY



Graf č. 1: Průměrná hmotnost ryb (g) skupin, krměných 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem, za jednotlivá období.

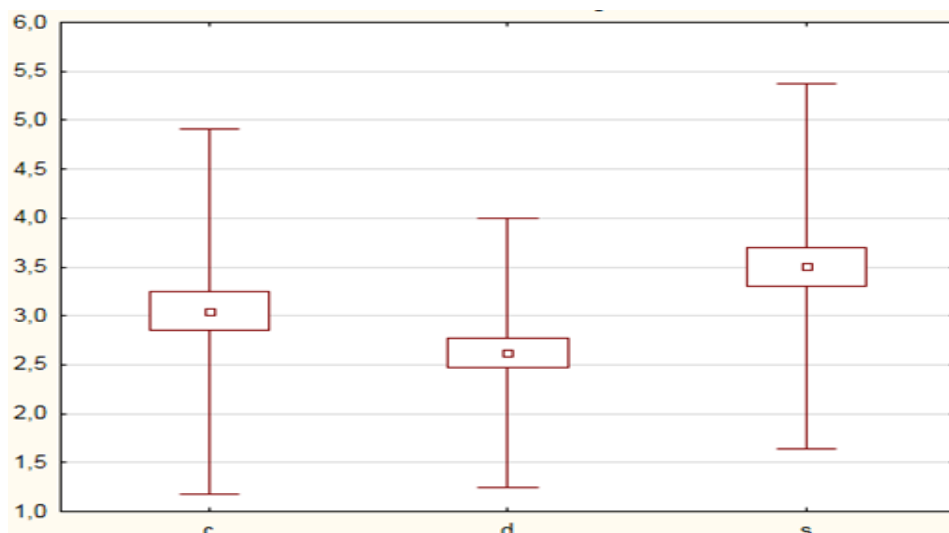


Graf č. 2: Průměrná hmotnost ryb (g) skupin, krměných 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem, za jednotlivá období.



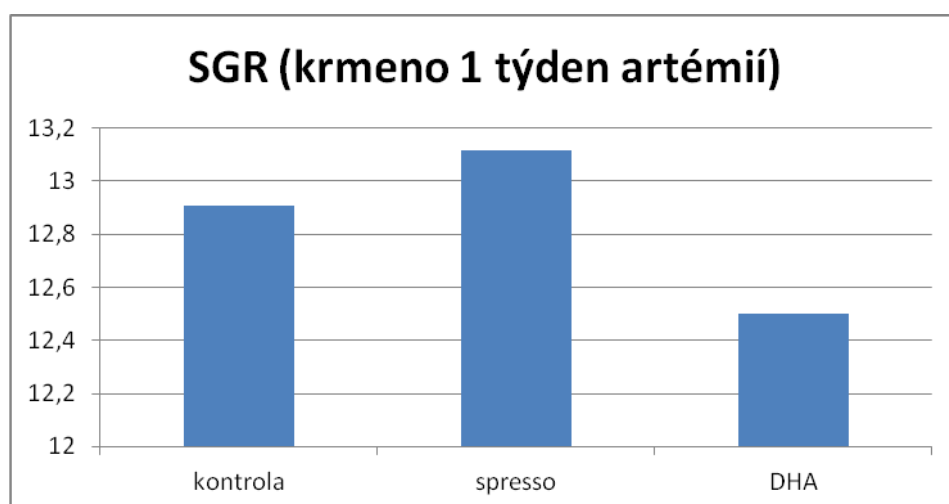
	c	s	d
c		0,382432	0,068329
s	0,382432		0,001176
d	0,068329	0,001176	

Graf č. 3: Statistické vyjádření váhových rozdílů mezi jednotlivými skupinami krmenými 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem pomocí Tukey HSD testu-F (2,267)=6,3984, $p=,00193$, (c-kontrolní skupina, s-skupina Spresso, d-skupina DHA).

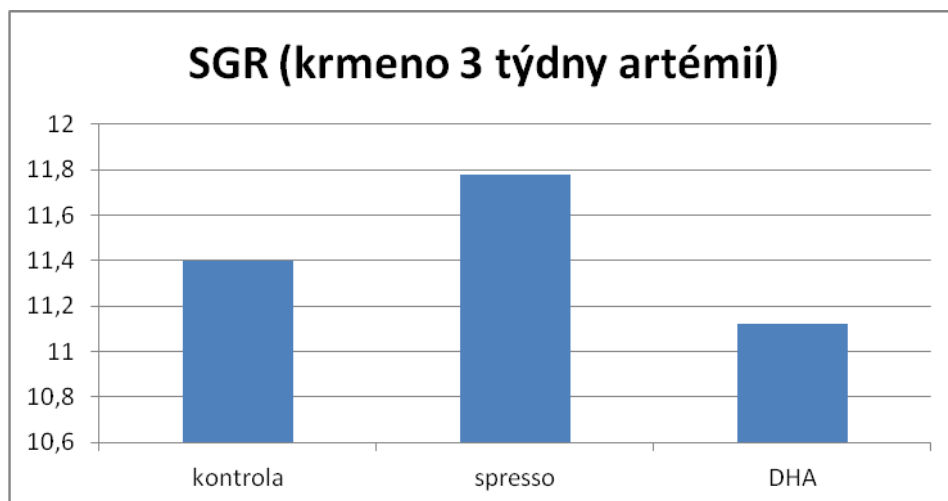


	c	d	s
c		0,612257	0,161868
d	0,612257		0,004163
s	0,161868	0,004163	

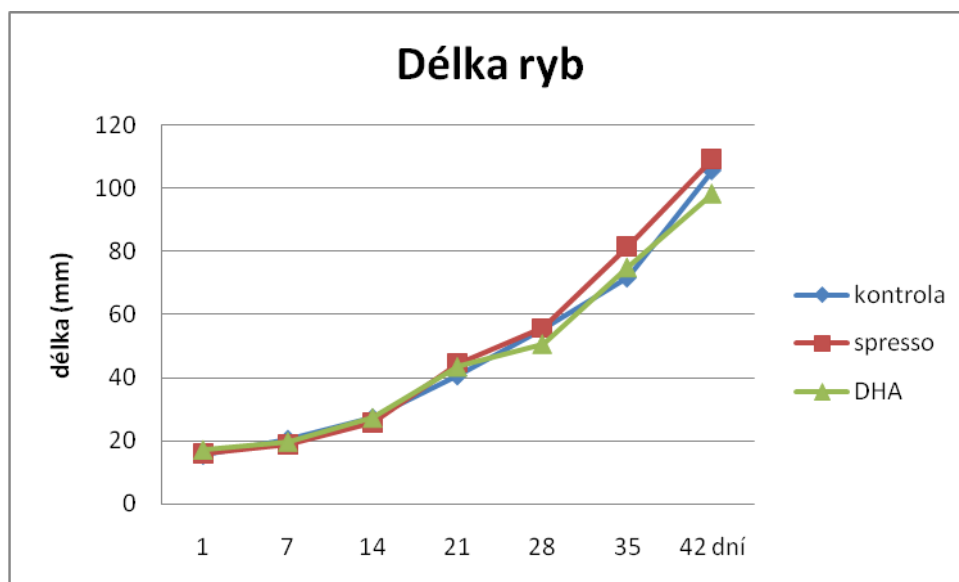
Graf č. 4 : Statistické vyjádření váhových rozdílů mezi jednotlivými skupinami krmenými 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem pomocí Kruskal-Wallis test: $H(2, N=270)=10,36617$, $p=,0056$, (c-kontrolní skupina, s-skupina Spresso, d-skupina DHA).



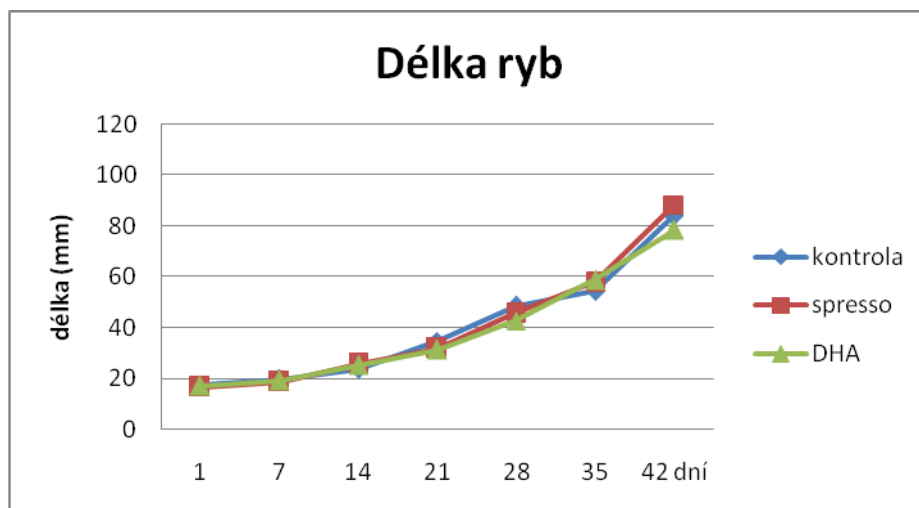
Graf č. 5: Specifická rychlost růstu (vyjádřená v %) pro jednotlivé skupiny krmené 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem.



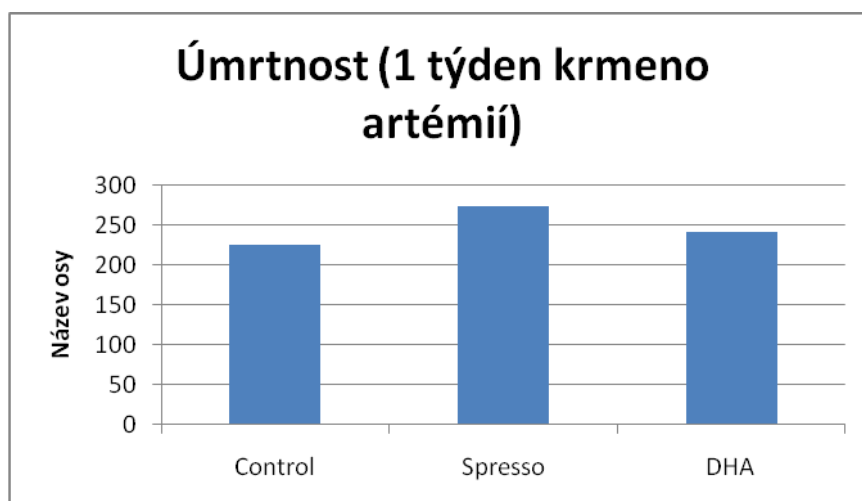
Graf č. 6: Specifická rychlost růstu (vyjádřená v %) pro jednotlivé skupiny krmené 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem.



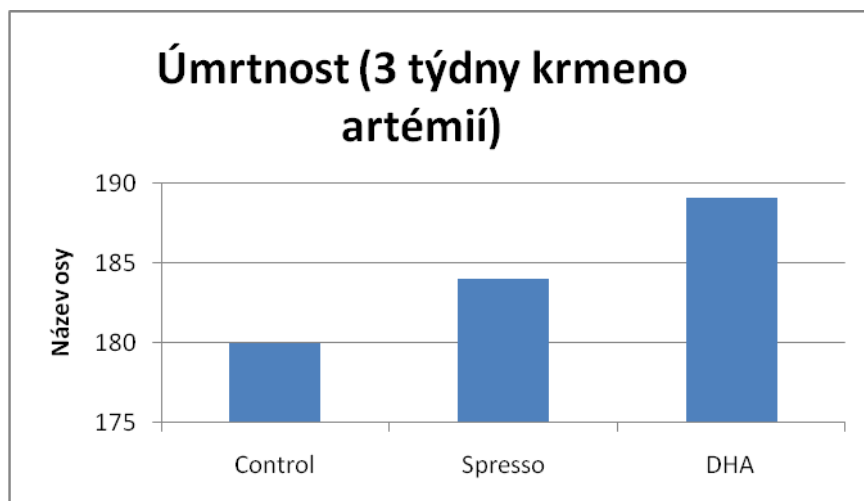
Graf č. 7 : Průměrná délka ryb (mm) jednotlivých skupin, krměných 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem, za dílčí období.



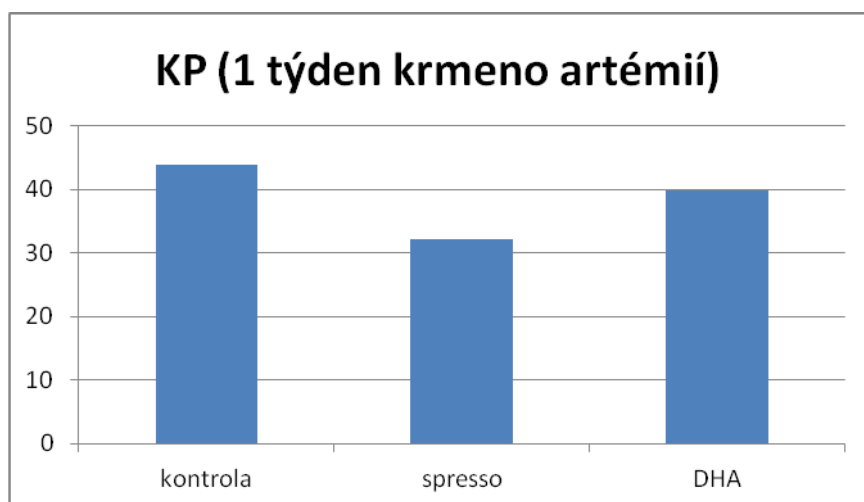
Graf č. 8: Průměrná délka ryb (mm) jednotlivých skupin, krmených 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem, za dílčí období.



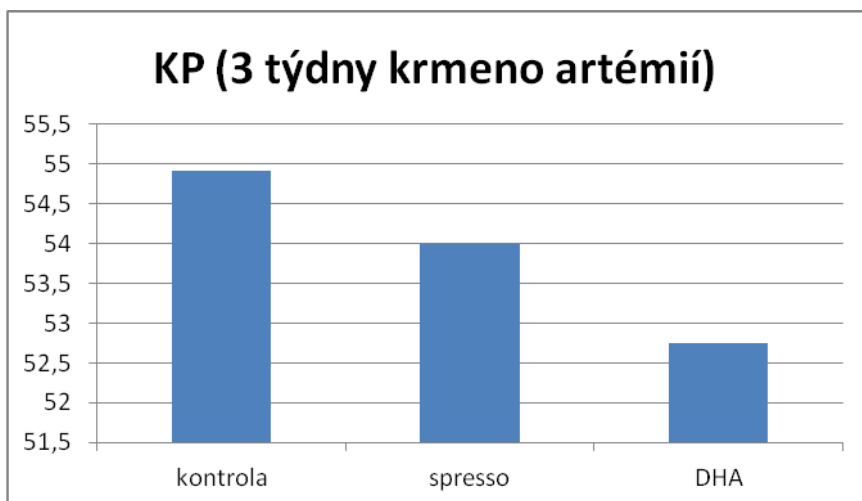
Graf č. 9: Počet mrtvých jeseteřích larev v jednotlivých skupinách, krmených 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem, za celé období.



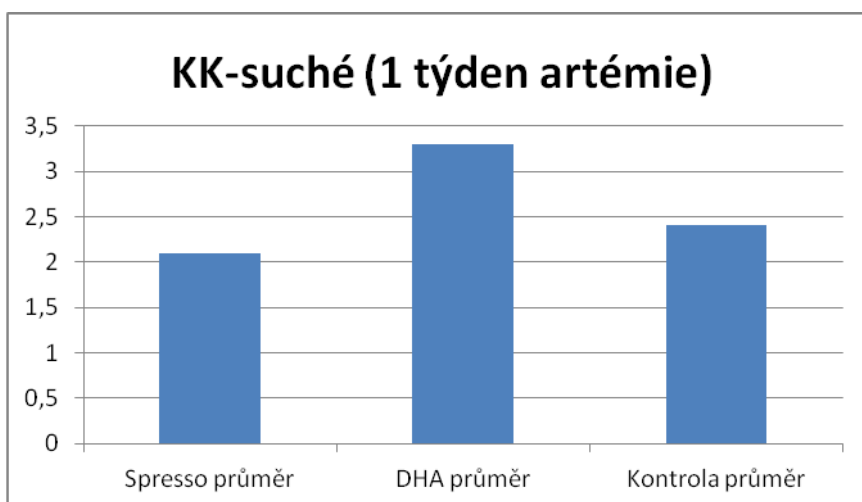
Graf č. 10: Počet mrtvých jeseteřích larev, v jednotlivých skupinách, krměných 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem, za celé období.



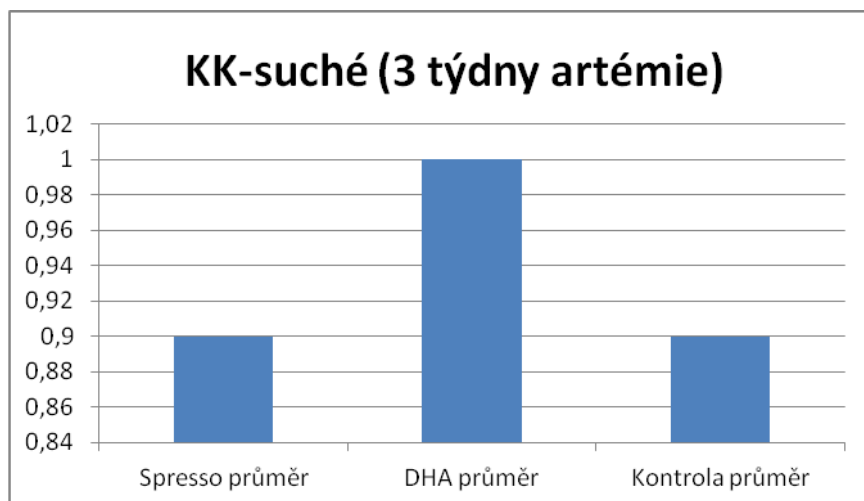
Graf č. 11: Kumulativní přežití (vyjádřené v %) jednotlivých skupin, krměných 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem, za celé období.



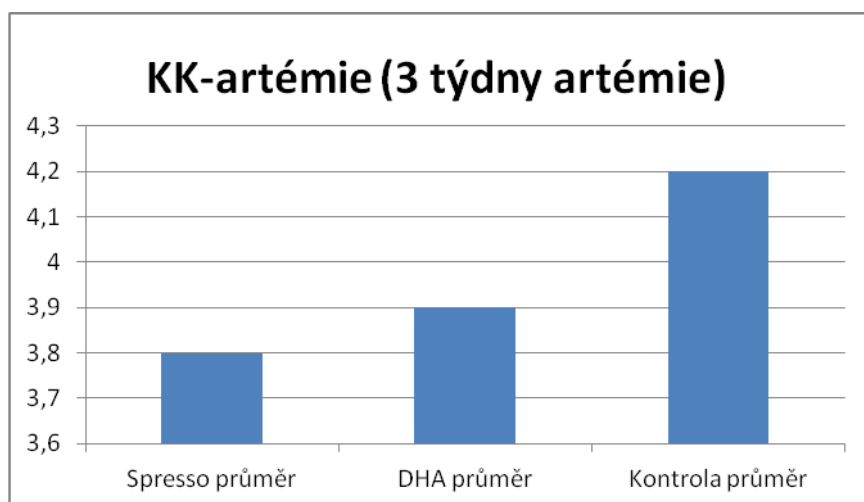
Graf č. 12: Kumulativní přežití (vyjádřené v %) jednotlivých skupin, krmených 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem, za celé období.



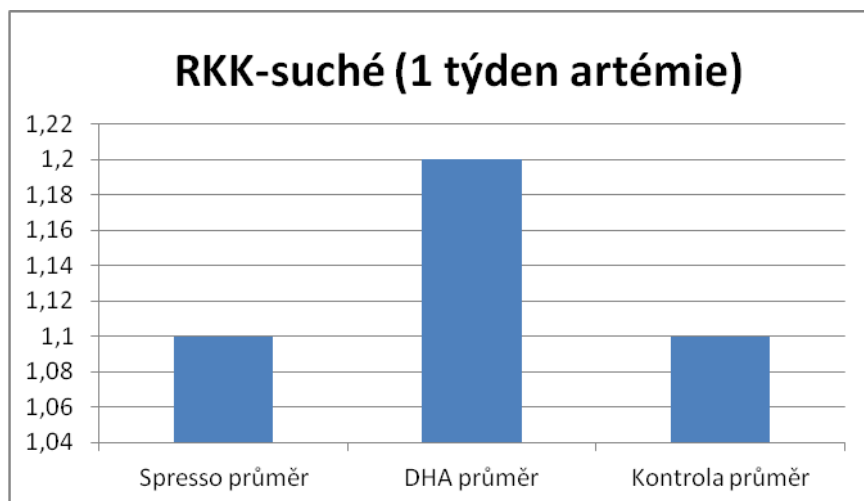
Graf č. 13: Krmný koeficient pro suché krmivo za celé období. U skupin krmených 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem.



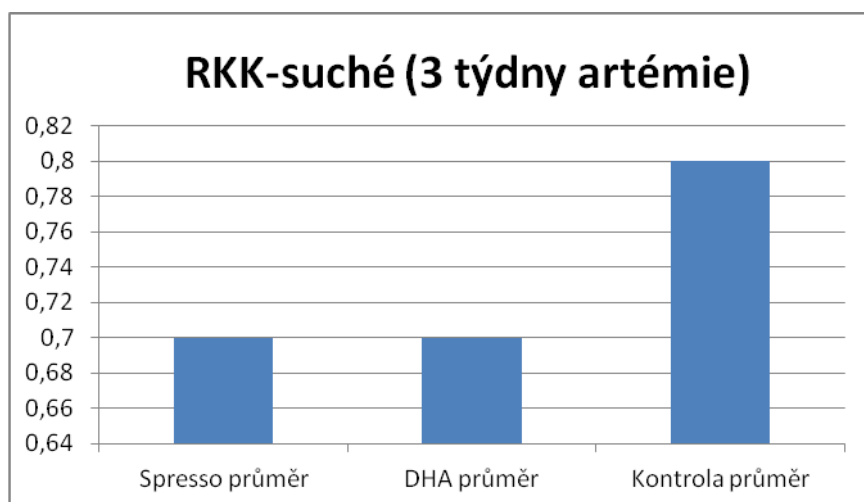
Graf č. 14: Krmný koeficient pro suché krmivo za celé období. U skupin kmených 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem.



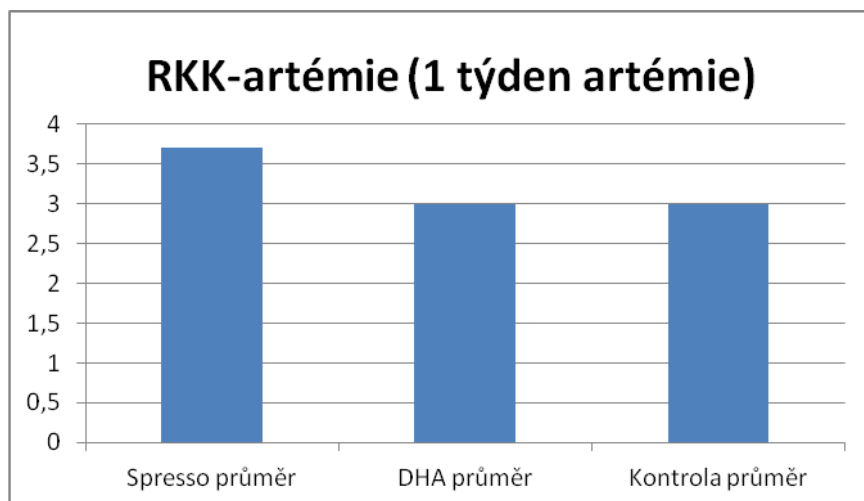
Graf č. 15: Krmný koeficient pro artémii za celé období. U skupin kmených 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem.



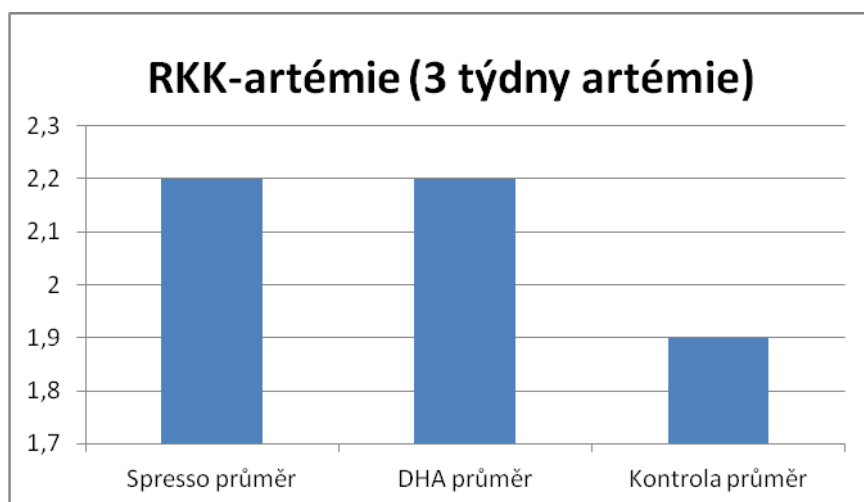
Graf č. 16: Relativní krmný koeficient pro suché krmivo za celé období. U skupin krmných 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem.



Graf č. 17: Relativní krmný koeficient pro suché krmivo za celé období. U skupin krmných 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem.



Graf č. 18: Relativní krmný koeficient pro artémii za celé období. U skupin krmných 1 týden artémií a 5 týdnů suchým krmivem.



Graf č. 19: Relativní krmný koeficient pro artémii za celé období. U skupin krmných 3 týdny artémií a 3 týdny suchým krmivem.

Tabulka č. 1: Specifická rychlost růstu pro jednotlivá akvária kontrolní skupiny (vyjádřeno v %). Dále pak směrodatné odchylky a průměrné hodnoty specifické rychlosti růstu pro obě skupiny (jedna skupina krmená 1 týden artémií a druhá 3 týdny artémií).

Kontrola-akvária	SGR (1 týden artémie)	Průměr SGR	Směr. odchylka
1. (akvárium 1)	12,66 %	12,91 %	0,31
2. (akvárium 4)	13,25 %		
3. (akvárium 7)	12,81 %		
	SGR (3 týdny artémie)		
4. (akvárium 10)	10,63 %	11,40 %	0,74
5. (akvárium 19)	11,46 %		
6. (akvárium 22)	12,11 %		

Tabulka č. 2: Specifická rychlost růstu pro jednotlivá akvária skupiny Spresso (vyjádřeno v %). Dále pak směrodatné odchylky a průměrné hodnoty specifické rychlosti růstu pro obě skupiny (jedna skupina krmená 1 týden artémií a druhá 3 týdny artémií).

Spresso-akvária	SGR (1 týden artémie)	Průměr SGR	Směr. odchylka
1. (akvárium 3)	13,08 %	13,12%	0,19
2. (akvárium 6)	12,95 %		
3. (akvárium 9)	13,32 %		
	SGR (3 týdny artémie)		
4. (akvárium 12)	11,46 %	11,78 %	0,56
5. (akvárium 21)	11,45 %		
6. (akvárium 24)	12,43 %		

Tabulka č. 3: Specifická rychlost růstu pro jednotlivá akvária skupiny DHA (vyjádřeno v %). Dále pak směrodatné odchylky a průměrné hodnoty specifické rychlosti růstu pro obě skupiny (jedna skupina krmená 1 týden artémií a druhá 3 týdny artémií).

DHA-akvária	SGR (1 týden artémie)	Průměr SGR	Směr. odchylka
1. (akvárium 2)	13,00 %	12,50 %	0,43
2. (akvárium 5)	12,29 %		
3. (akvárium 8)	12,22 %		
	SGR (3 týdny artémie)		
4. (akvárium 11)	11,13 %	11,12 %	0,25
5. (akvárium 20)	11,37 %		
6. (akvárium 23)	10,87 %		

Tabulka č. 4: Kumulativní přežití pro jednotlivá akvária kontrolní skupiny (vyjádřeno v %). Dále pak směrodatné odchylky a průměrné hodnoty kumulativního přežití pro obě skupiny (jedna skupina krmená 1 týden artémií a druhá 3 týdny artémií).

Kontrola-akvária	KP (1 týden artémie)	Průměr KP	Směr. odchylka
1. (akvárium 1)	44,25 %	43,92 %	2,52
2. (akvárium 4)	41,25 %		
3. (akvárium 7)	46,25 %		
	KP (3 týdny artémie)		
4. (akvárium 10)	47,75 %	54,92 %	10,32
5. (akvárium 19)	50,25 %		
6. (akvárium 22)	66,75 %		

Tabulka č. 5: Kumulativní přežití pro jednotlivá akvária skupiny Spresso (vyjádřeno v %). Dále pak směrodatné odchylky a průměrné hodnoty kumulativního přežití pro obě skupiny (jedna skupina krmená 1 týden artémií a druhá 3 týdny artémií).

Spresso-akvária	KP (1 týden artémie)	Průměr KP	Směr. odchylka
1. (akvárium 3)	34,50 %	32,08 %	3,17
2. (akvárium 6)	33,25 %		
3. (akvárium 9)	28,50 %		
	KP (3 týdny artémie)		
4. (akvárium 12)	53,50 %	54,00 %	14,26
5. (akvárium 21)	40,00 %		
6. (akvárium 24)	68,50 %		

Tabulka č. 6: Kumulativní přežití pro jednotlivá akvária skupiny DHA (vyjádřeno v %). Dále pak směrodatné odchylky a průměrné hodnoty kumulativního přežití pro obě skupiny (jedna skupina krmená 1 týden artémií a druhá 3 týdny artémií).

DHA-akvária	KP (1 týden artémie)	Průměr KP	Směr. odchylka
1. (akvárium 2)	32,75 %	39,75 %	6,07
2. (akvárium 5)	43,00 %		
3. (akvárium 8)	43,50 %		
	KP (3 týdny artémie)		
4. (akvárium 11)	47,75 %	52,75 %	4,44
5. (akvárium 20)	54,25 %		
6. (akvárium 23)	56,25 %		

Tabulka č. 7: Spotřeba krmiva (g) za celá dílčí období pro jednotlivá akvária (čísla 1-24). A-artémie, S-suché startérové krmivo.

období	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	19	20	21	22	23	24
29.6. - 6.7.	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32	(A)32
7.7. - 14.7.	(S)42,4	(S)21,6	(S)19,2	(S)23,2	(S)35,2	(S)23,2	(S)40	(S)51,2	(S)24	(A)14,1	(A)15,9	(A)12,3	(A)15,3	(A)20,7	(A)13,2	(A)18,6	(A)13,5	(A)14,4
15.7. - 20.7.	(S)62,4	(S)41,7	(S)48,3	(S)64,8	(S)66,9	(S)33,6	(S)61,8	(S)78,9	(S)39	(A)28,8	(A)48,6	(A)35,4	(A)45,6	(A)48	(A)43,8	(A)64,8	(A)42	(A)70,2
21.7. - 27.7.	(S)110,7	(S)115,5	(S)95,1	(S)149,1	(S)106,6	(S)86,8	(S)114,8	(S)158,4	(S)83,5	(S)40,4	(S)57,4	(S)48,3	(S)76,3	(S)46,2	(S)30,8	(S)112	(S)48,3	(S)107,1
28.7. - 3.8.	(S)161	(S)86,3	(S)88,2	(S)128,6	(S)100,2	(S)76,9	(S)112,9	(S)162,1	(S)90,1	(S)68,7	(S)63,6	(S)74,8	(S)163,4	(S)99,8	(S)61,5	(S)145,3	(S)68,2	(S)134,1
4.8 - 11.8.	(S)141,5	(S)152,7	(S)128,4	(S)211,8	(S)234,2	(S)123,5	(S)196,3	(S)300,1	(S)141,5	(S)103,8	(S)139,6	(S)115,4	(S)96,5	(S)129,1	(S)90,9	(S)195,2	(S)185,6	(S)220,6

Tabulka č. 8: Průměrné hodnoty relativního krmného koeficientu jednotlivých skupin (kontrola, Spresso, DHA) pro artémii a startérové krmivo. Dále pak směrodatné odchylky obou skupin (jedna skupina krmená artémií 1 týden a druhá 3 týdny)

Skupiny (1 týden artémie)	artémie	startér
Spresso průměr RKK	3,7	1,1
DHA průměr RKK	3,0	1,2
Kontrola průměr RKK	3,0	1,1
směrodatná odchylka	0,4	0,1
Skupiny (3 týdny artémie)	artémie	startér
Spresso průměr RKK	2,2	0,7
DHA průměr RKK	2,2	0,7
Kontrola průměr RKK	1,9	0,8
směrodatná odchylka	0,2	0,1

Tabulka č. 9: Průměrné hodnoty krmného koeficientu jednotlivých skupin (kontrola, Spresso, DHA) pro artémii a startérové krmivo. Dále pak směrodatné odchylky obou skupin (jedna skupina krmená artémií 1 týden a druhá 3 týdny)

Skupiny (1 týden artémie)		startér
Spresso průměr KK		2,1
DHA průměr KK		3,3
Kontrola průměr KK		2,4
směrodatná odchylka		0,6
Skupiny (3 týdny artémie)	artémie	startér
Spresso průměr KK	3,8	0,9
DHA průměr KK	3,9	1,0
Kontrola průměr KK	4,2	0,9
směrodatná odchylka	0,2	0,1

Tabulka č. 10: Průměry, maxima a minima ranních a večerních teplot (°C).

ranní teploty	°C
průměr x	22,45
maximum	25,40
minimum	20,00
večerní teploty	
průměr s	22,88
maximum	26,00
minimum	20,00

Tabulka č. 11: Průměrné, maximální a minimální hodnoty jednotlivých hydrochemických parametrů vody ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

	pH	NO ₃	NO ₂	NH ₄
minimum	7,4	6,9	0,4	0,08
maximum	8,4	22,2	1,1	0,7
průměr	8,1	16,4	0,5	0,2



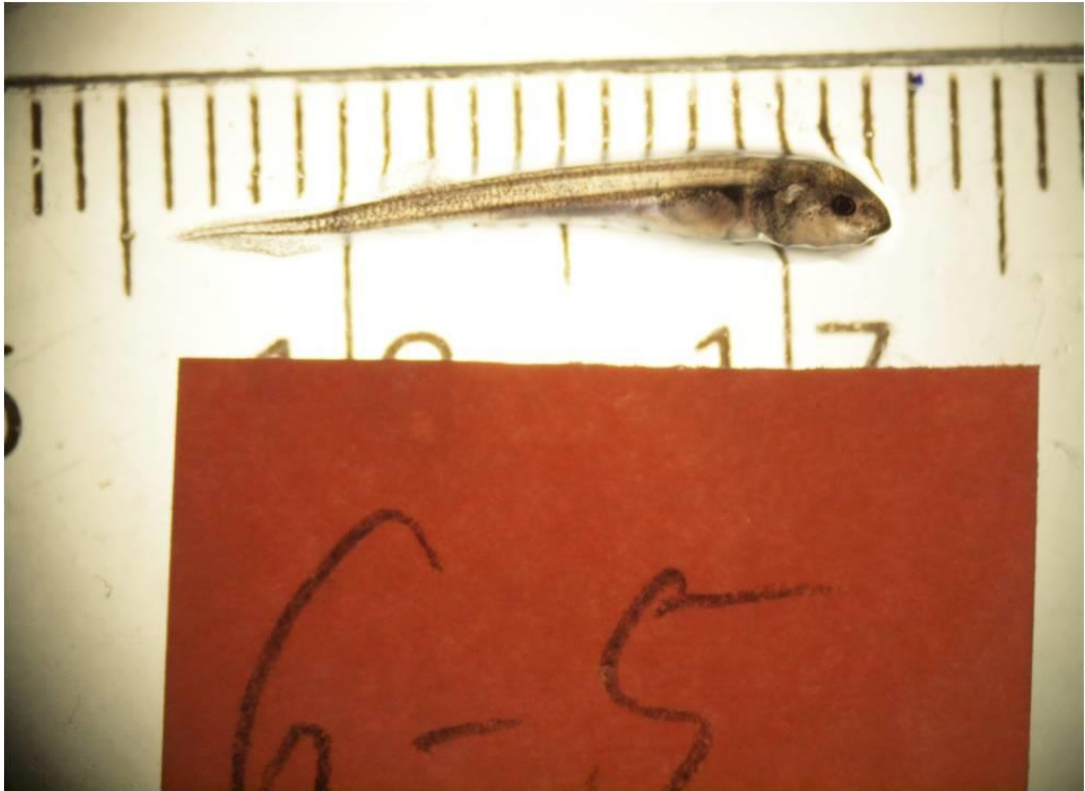
Obr. č. 1: Binolupa s fotoaparátém pro focení larev jesetera



Obr. č. 2: Analytické váhy pro vážení larev jeseterů



Obr. č. 3: Recirkulační systém



Obr. č. 4: Larva jesetera na začátku pokusu



Obr. č. 5: Jeseter na konci pokusu

9. ABSTRAKT

Cílem práce bylo zjištění efektivity obohacování žábřonožky solné o různé látky a jejich vliv na růst a úmrtnost larev jesetera sibiřského. Larvy byly chovány v osmnácti akváriích, které byly rozděleny na dvě skupiny. Jedna byla krmena žábřonožkou 1 týden a 5 týdnů suchým granulovaným krmivem a druhá 3 týdny žábřonožkou a 3 týdny granulovaným krmivem. Všechna osmnáct akvárií bylo rozděleno ještě na tři a tři skupiny (každá po třech akváriích), které byly krmeny každá jinak obohacenu žábřonožkou (skupina bez obohacení, skupina obohacená o přípravek DHA a třetí o přípravek Spresso). Teplotu vody pro správný odchov jsme drželi na 20 °C+. Po pravidelném měření teploty ráno a večer byly naměřeny průměrné ranní hodnoty $x=22,4$ °C a průměrné večerní hodnoty $s=22,9$ °C. Pokus prokázal až dvojnásobný růst u skupiny, které byla podávána žábřonožka pouze týden, avšak na úkor větší úmrtnosti. V obou skupinách vykazovala nejlepší růstové a váhové vlastnosti skupina krmená žábřonožkou obohacenu o přípravek Spresso. Z toho lze soudit, že obohacování o přípravek Spresso je výhodnější než krmení žábřonožkou bez obohacení.

ABSTRACT

The aim of the my work is finding of effectiveness of enrichment of *Artemia salina* by different substances. We watched efficiency of substances to growth and mortality of larvae of Siberian sturgeon. The larvae were kept in aquariums (18), which were divided into two groups. One of them was fed by artemia one week and five weeks by dry granulated feed and the second was fed by artemia three weeks and three weeks by dry granulated feed. Then all of aquariums were divided into three and three groups (three aquariums for one group), which was fed by artemia enriched by different substances (group without enrichment-control, group enriched with preparation DHA and a third group was enriched with preparation Spresso). For proper breeding we had the temperature of water at 20 °C+. After regular measurement of temperature in the morning and in the evening were measured average values morning $x=22,4$ °C and average values evening $s = 22.9$ °C. The attempt proved double growth in the group which was fed by artemia one week, but at the expense of higher mortality. The group which was fed by Artemia enriched by product Spresso showed in both groups the best growth and weight characteristics. In conclusion we can say that the enrichment by product Spresso is better than feeding by artemia without enrichment.

KLÍČOVÁ SLOVA

líhnutí

startérové krmivo

biomasa

obohacování

akvakultura

KEYWORDS

hatching

starter feed

biomass

enrichment

aquaculture